

荣获全国优秀畅销书奖

无限延伸你的视野

本书内含光盘一片，
书中所有原始码与可
执行文件尽在其中。



深入浅出

MFC 第2版

侯俊杰 著

Dissecting MFC 2nd Edition
—using Visual C++5.0 & MFC 4.2

Dynamic Creation.Runtime Type Information.persistence.Message Mapping.Command Routing.

华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



山高月小 水落石出

深入淺出 MFC

(第二版 使用 Visual C++ 5.0 & MFC 4.2)

Dissecting MFC

(Second Edition Using Visual C++ 5.0 & MFC 4.2)

侯俊傑 著

松崗電腦圖資料股份有限公司 印行

Pioneer is the one that an arrow on his back

读者来函

新竹市. 高翠路. 刘嘉均

1996 年11 月，我在书店看到了深入浅出MFC 这本书，让我想起自己曾经暗暗告诉过自己：Application Framework 真是一个好东西。我在书店驻足察看这本书五分钟之后，我便知道这本书是一定要买下的。适巧我工作上的项目进度也到了一个即将完成的阶度，所以我便一口气将这本书给读完了，而且是彻彻底底读了两遍。

我个人特别喜欢第 3 章：MFC 六大关键技术之仿真。这章内容的设计的确在MFC 丛林中，大刀阔斧地披露出最重要的筋络，我相信这正是所有学习MFC 的人所需要的一种表明方式。对我而言，以往遗留的许多疑惑，在此都一一得到了解答。最重要的是，您曾经说过，学习MFC 的过程中最重要的莫过于自我审视MFC 程序代码的能力。很高兴地，在我看完本书之后，我确实比以前更有能力来看MFC 源代码了。总之，我为自己能够更深入地了解MFC 而要向您说声谢谢。谢谢您为我们写了深入浅出MFC 这本书。我受益匪浅。

加拿大. 温哥华. 陈宗泰

阁下之书，尚有人性，因此我参而再参，虽不悟，也是enjoyable。看阁下之书的附带效果是，重燃我追求知识的热情。知也无涯，定慧谈何容易。向阁下致敬：『Kruglinski 的Inside Visual C++ 和Hou 的Dissecting MFC 是通往MFC Programming 的皇家大道』。

香港. lnlo@hkstart.com

我是你的一位读者，住在香港。我刚买了你翻译的Inside Visual C++ 4.0（中文版）。在此之前我买了你的另一本书深入浅出MFC。在读了深入浅出MFC 前面50~70 页之后，我想我错买了一本很艰深的书籍。我需要的是一本教我如何利用MFC 来产生一个程序的书，而不是一本教我如何设计一套MFC 的书。但是在我又读了30~40 页之后，我想这本书真是棒，它告诉了我许多过去我不甚清楚的事情，像是virtual function、template、exception...。

Lung Feng <h6003@kl.ntou.edu.tw>

我是您的忠实读友，从您1992 年出版的「Windows 程序设计」到现在的深入浅出MFC，我已花不少银子买下数本您的大作。虽然您的作品比其它国内出版的作品价格稍为高了一点，但我觉得很值得，因为我可以感受到您真的非常用心在撰写，初阅读您的作品时，有时不知其然，但只要用心品尝，总是入味七分。有些书教人一边看书一边上机实作，会是一个比较好的学习曲线，但我是一个从基隆到台北通车的上班族，花很多时间在车上，在车上拜读您的大作真是让人愉快的事情（我回到家已晚，也只有在车上能有时间充实自己）。这段时间内，我无法上机，却能从中受益。而且一次再一次阅读，常会有新的收获，真如古人所说温故而知新。

Asing Chang <asing@ms4.hinet.net>

今天抱着「无论如何一定要」的心情,把Dissecting MFC 拿出来开封。序还没看完就被深深地感动。这是一本太好的书,我想,我们是一群幸运的读者。虽然没有Petzold 或 Pietrek,但是我们一样能拥有最好的阅读水准。

Jaguar <simon830@ms7.hinet.net>

有个问题想问您,为何在台湾要做基础的事(R & D)总是很难如愿。为何只有做近利的事才能被认可为成功之道。希望您能多出版一些像深入浅出MFC 的书,让我们这些想要真正好书的人能大快朵颐一番。谢谢。

Shieh <lmy64621@mail.seeder.net.tw>

我是您忠实的读者,您所写的书一向是我在学习新的东西时很大的帮助。除此之外,我也十分喜欢看您为新书所写的序,带有哲学家的感觉!最近我想学MFC,在市面上找到你的大作深入浅出MFC,拜读后甚为兴奋,也十分感谢您写书的用心。

台北县.土城.邱子文文(资策会技研处)

(深入浅出MFC 是我所读过之MFC 书籍中最精采的一本。您大概不知道,我们人手一本深入浅出MFC 吧。深入Visual C++ 4.0 的情况也差不了多少!

台北市yrleu@netrd.iii.org.tw

买了您的译作深入Visual C++ 4.0 后，才认识您这在Windows Programming 著作方面的头号人物。十分佩服您的文笔，译得通顺流畅，可谓信达雅。之后偶然翻阅您另外的作品Windows 95 系统程序设计大奥秘与深入浅出MFC，更是对您五体投地，立刻将这两本书买下来，准备好好享受一下。对于深入浅出MFC，我给予极高的评价，因为它完全满足我的需要。我去年才从台大电机博士班计算器科学组毕业，目前在资策会信息技术处服国防役。先前作的纯是理论研究，现在才开始接触Windows Programming。您的深入浅出MFC 对我而言是圣经。

真的很感谢您为知识传授所作的努力！

台中Fox Wang

自从阅读深入浅出MFC 之后，我便成了您的忠实读者。我并不是一位专业程序设计师，而是一个对Windows Programming 有浓厚兴趣（和毅力）的大学生。在漫长而陡峭的学习曲线中，有几本书对于我们而言就像茫茫大海中的一盏明灯，为我们指引明确的航道！我说的是Charles Petzold 的*Programming Windows 95*、David J.Kruglinski 的*Inside Visual C++*，还有，当然，您的深入浅出MFC！

印尼. 雅加达robin.hood@ibm.net

对您的书总是捧读再三，即使翻烂了也值得。这本深入浅出MFC，不但具有学习价值，亦极具参考价值。

我买您的第一本书，好象是「内存管理与多任务」。还记得当时热中突破640KB 内存，发现该书如获至宝。数月前购买了深入浅出MFC，并利用闲暇时间翻阅学习（包括如厕时间... ）。

我的学习曲线比较不同，我比较倾向于了解事情的因，而不是该如何做事情。比方说，「应该使用MFC 的哪个类别」或「要改写哪个虚拟函数」，对我而言还不如「CWinApp 何时何地调用了我的什么函数」或「CDocManager 到底做了什么」来得有趣（嗯，虽说是一样重要啦）。这些「事情的因」在您的书中有大量详细的介绍。

新庄. 辅大skyman@tpts4.seed.net.tw

拜读您的大作深入浅出MFC 令我感到无比兴奋，对于您对计算机技术的专研如此深入，感到真是中国人之光。系上同学对于您的书籍爱恨交加，爱是如此清晰明了，恨是恨自己不成材呀！许多学长、同学、学弟都很喜爱您的作品，有些同学还拜您为偶像。因此想请您来演说，让我们更深入认识程序语言的奥秘。大四学长知道要邀请您来，都非常高兴，相当期待您的到来。

Rusty (枫桥驿站CompBook 版)

深入浅出MFC 我读好几遍了，讲一句实在话，这本书给我的帮助真的很多！毕竟这样深入挖MFC 运作原理的书难找！要学MFC 又没有Windows SDK 经验者，建议跟Programming Windows 95 with MFC 一起看，学起MFC 会比较扎实。
若单纯就「买了会不会后悔」来判断一本书到底好不好，这本书我觉得物超所值！

内坵. 元智Richard

刚才又把深入浅出MFC step0~step1 的程序看了一次，真的感触良多。酒越陈越香，看老师您的书，真的是越看越「爽」，而且一定要晚上10:00 以后看，哇，那种感觉真是过瘾。

桃园Shelly

在书局看到您多本书籍，实在忍不住想告诉您我的想法！我是来谢谢您的。怎么说呢？姑且不论英文能力，看原文书总是没有看中文书来得直接啊！您也知晓的，许多翻译书中的每个中文字都看得懂，但是整段落就是不知他到底在说啥！因此看到书的作者是您，感觉上就是一个品质上的保证，必定二话不说，抱回家啰！虽然眼前用不到，但是翻翻看，大致了解一下，待有空时或是工作上需要时再好好细读。

网络书局的盛行，让我也开始上网买些书。但是我只敢买像您的书！有品质嘛！其它的可就不敢直接买啰，总是必须到书局翻翻看，确定一下内容，才可能考虑。

台北市Jedi

Your books is already 100 times better than any translation on the market. I won't think of to get a Chinese computer book unless you wrote it or translated it.

shiowli@ms13.hinet.net

1997/11 月我看见了深入浅出MFC。仔细研读后我知道这是我在MFC 及Windows 程序设计领域中的大卫之星。您的书一直都是我的良师，不但奠定了我的根基，也使我对Windows 程序设计兴趣大增。国内外介绍MFC 程序设计的书很多，但看过范例后仍有一种被当成 puppet 的感觉。感谢侯先生毫不保留地攻坚MFC，使我得到了豁然开朗的喜悦。侯先生的文笔及胸襟令我佩服。有着Charles Petzold 慈父般的讲解，也有着David J.Kruglinski 特有的风趣。您自述中说「先生不知何许人也」，嗯，我愿意，我愿意做一个默默祝福的人，好叫我在往后岁月里能有更多喝采和大叫eureka 的机会！

"anchor" <hcy89@mozart.ee.ncku.edu.tw>

I am a student of NCKU EE Department, I am also a reader of you books. Your Book give me a lot of help on my research.

北投z22356@ms13.hinet.net

选到这本书之前，我还在书架前犹豫：「又是一本厚厚大大却一堆废话的烂书，到底有没有比较能让我了解的书呀？」但是读了您的深入浅出MFC之后，把我80%的疑虑通通除掉了。想永远做您的读者的读者敬上。

David david@mail.u-p-c.com

我是您的读者，虽然我尚未看完这本书，只看到第三篇的第5章，但我忍不住要把心得告诉您。去年我因为想写Windows程序而买您的书，说老实话，我实在看不懂您所写的文字（我真的懂C++语法，也用Visual Basic写过Windows程序），故放弃改买其它书籍来学习。

虽把那些书全部看完了，也利用MFC来写简单程序，但心里仍搞不懂这些程序的How、What、Why。后来整理书架，发现这本书，就停下来拿来看，结果越看越搞懂这些Windows程序到底如何How、What、Why。正如您的序所说「只用一样东西，不明白它的道理，实在不高明」，感谢您能不计代价去做些不求近利的深耕工作，让我们一群读者能少走冤枉路。谢谢您!! 祝您身体健康!!

Chengwei chengwei@accton.com.tw

最近正拜读大作深入浅出MFC，明显感受到作者写书之负责用心（不论内容、排版设计、甚至用字遣词乃至众多的图标）。虽然刚开始会觉得有些艰涩，但在反复阅读之后便能深深感受其中奥秘。谢谢你的努力！请再接再厉让我们有更多好书可看！

Fox Wang <wych@ms10.hinet.net>

身为您的忠实读者，总是希望能让您听到我们的声音：记得您总是常在作品中强调读者们寄给你的信对你具有很大的意义，但我要说，您可能不知道您带给了某些读者多大的正面意义！就我自己而言，从几乎放弃对信息科学的兴趣，到留下来继续努力，从排拒原文书到阅读原文书成为习惯，从害怕阅读原文期刊到慢慢发现阅读它们的乐趣，然后，我打算往信息方面的研究所前进。我想，不管将来我是否能将工作和兴趣互相结合，您都丰富了我追求资讯科学这个兴趣时的生活，非常感谢您！

当然，身为一位读者，还是忍不住要自私地说，希望在很久很久以后，还可以看到您仍然在写作！当然，身子也要好好照顾。

上海wuwei akira <hakira@hotmail.com>

I'm your reader in Shanghai JiaoTong University（按：上海交通大学）in mainland. Your <Programming WINDOWS MFC>（按：深入浅出MFC 简体版）is a very good book that I wanted to have for years. Thank you very much. So I want to know if there are another your book that I can buy in mainland? I hope to read your new books.

hon.bbs@bbs.ee.ncu.edu.tw

我非常喜欢你的书，不管是著作或是翻译，给人的感觉真的是“深入浅出”，我喜欢你用浅近的比喻说明，来解释一些比较深入和抽象的东西，读你的书，总让我有突然“顿悟”的感觉，欣喜自己能在迷时找到良师。

武汉“wking” <wking@telekbird.com.cn>

Microsoft Developer Studio 与MFC (Microsoft Foundation Classes) 相配合，构成了一个强大的利用C++ 进行32 位Windows 程序开发的工具，但是由于MFC 系统相当庞大，内容繁杂，并且夹杂着大量令初学者莫明其妙的macros，更加大了学习上的难度。

当今市面上有不少讲解C++ 和VC++ 程序设计的书籍，但C++ 书籍单纯只讲C++，从C++ 过渡到VC++ 却是初学者的一大难关；大多数讲解VC++ 的书都将重点放在如何使用Microsoft Developer Studio，很少有对MFC 进行深入而有系统的讲解。而将C++ 与VC++ 相联系，从C++ 的角度来剖析MFC 的运作，深入其设计原理与内部机制的书，更是凤毛麟角。本人在市面上找了将近四个月，才发现这样的一本，这就是由蜚声海峡两岸的著名电脑专家侯俊杰先生所着之《深入浅出WINDOWS MFC 程序设计》（按：深入浅出MFC 简体版）。

本人在一月前购得此书，仔细研究月余，自我感觉比以前大有长进，其间由于印刷错误等原因，发现多处错误，于是向先生去信求教，得先生热情支持和辅导。当先生得知本书（简体本）未附光盘，且书中有多处误印，深恐贻误读者，于是将原书光盘所附之源程序和执行文件email 一份给我，嘱我广为散发，以惠大众。

EricYang <robe@FreeBSD.csie.NCTU.edu.tw>

这真是本值得好好阅读，好好保存的好书

cview.bbs@cis.nctu.edu.tw News / BBS 论坛programming

深入浅出MFC，侯sir 自评为MFC 四大天王之一，的确是杰作...

"lishyhan" <lishyhan@ms14.hinet.net>

我听别人介绍，买了深入浅出MFC 第二版，的确是很适合我，之前买的书都太笼统了。

美国dengqi@glocom-us.com

侯俊杰先生：您好！从学校出来的七年间，我大多从事embedded system software 的设计。在大陆，主要从事交换机系统软件的设计，到了美国，主要从事卫星通信地面站系统软件的设计。程序设计主要结合C 和Assembly。在大陆，embedded system 多采用Intel 的processor，在美国，embedded system 多采用Motorola 的processor。所以，我对Intel 8086, 8051 系列及Motorola 68000 系列的assembly 语言比较熟悉，而对framework 这样的软件制造思想和手段一直并不熟悉。近来偶有机会加入一个project，要生成在Win95 下运行的代码，因此，想尝试一下使用framework 构造软件。很幸运，我找到了您的书。讲VC++ MFC 的书很多，但能像您这样做到「深入浅出」的，实在很少。看您的书，是享受。我手里这本是简体版，华中理工大学出版社出版。

News / BBS 论坛 (CompBook and/or programming)

请问, 在MFC 书籍之中, 哪一本比较容易懂, 因为我是初学MFC, 所以我需要的是比较基础且容易了解的, 想请大家推荐一下适合的书。

ob9@bbs.ee.ntu.edu.tw: 反正不管你是不是初学, 只要你要继续学, 就应该看看深入浅出MFC 啦!

os2.bbs@titan.cc.ntu.edu.tw: 侯俊杰的书就对了!!

openwin.bbs@cis.nctu.edu.tw: 等你对MFC 有一个程度的了解后再去看侯sir 写的深入浅出MFC... 保证让你功力大增~~

Rosario.bbs@bbs.ntu.edu.tw: 深入浅出MFC 这本比较好~~~不过之前最好买侯老师的多型与虚拟拟, 把C++ 弄清楚。最后看起深入Visual C++ 就会吸收很快。

请问, 想要从DOS 跨足到Windows 程序设计有哪些书值得推荐呢?

hschin.bbs@bbs.cs.nthu.edu.tw: 建议你看侯俊杰的深入浅出MFC, 里面除了对窗口程序的架构作基础性的说明, 让你了解一些基础概论, 也说了不少窗口程序设计的课题, 是非常不错的一本书。

News / BBS 论坛 (CompBook and/or programming)

请问VISUAL C++ 初学者适合的好书?

wayne.bbs@bbs.ee.ncu : 侯俊杰的深入Visual C++ (*Inside visual C++* 中译本) 不错 , 适合初学者对MFC 做初步的认识与应用。深入浅出MFC 这一本原理讲的较多。

Sagitta.bbs@firebird.cs.ccu.edu.tw : *Inside Visual C++ 4.0* 不是初学者用的书 , 因为它未从最基本观念讲起。深入浅出MFC 前半本都在描述(或说仿真) MFC 的内部技术 , 甚至挖出MFC 部份原始程序代码来说明 , 透过这本书来学MFC 会学得很扎实 , 不过自己要先对Windows 这个操作系统的运作方式有一程度的了解 , 不然会看不懂 , 以某方面来说 , 也不是初学者用的书。基本上侯俊杰写的书不论文笔或是内容都相当的好 , 相当有购买的价值 , 不过你别期望会是「初学用书」。

刚学MFC 程序 , 是否可以推荐几本你认为很好的工具书或者是参考书 , 原文的也没关系 , 重要的是讲的详细。谢谢各位

dickg.bbs@csie.nctu.edu.tw : 我个人认为侯俊杰先生所着的深入浅出MFC 第二版不错。这是一本受大众推崇的好书 , 值得一再阅读。但它的内容在某方面有些难度 , so...需有耐心地一再翻阅 , 再辅以on-line help 和其它VC 书籍 , 如此定能收获不少

Rusty (Rusty) : 我推荐*Programming Windows 95 with MFC* (Jeff Prosise / Microsoft Press) 。*Inside Visual C++* 这本广度够 , 不过MFC 初学者可能会看不懂 ; 读完了上一本之后再读这本 , 你会活得快乐些。中文书嘛 , 大同小异的一大堆 , 不过侯俊杰的深入浅出MFC 非常独特 , 值得一读 , 很棒的一本书 !

News / BBS 论坛 (CompBook and/or programming)

请推荐几本Visual C++ 的书

kuhoung.bbs@csie.nctu.edu.tw : (1) *Inside Visual C++ 5.0* (2) *MFC Professional 5.0* (3)

Mr. 侯俊杰Any Books

"howard" <lm3@ms22.hinet.net> : 先读一点SDK 著作, 再读深入浅出MFC, 就够了。
剩下就多看MSDN 吧。

我是一个刚学VC 不久的人, 想写Windows 程序, 却发现一大堆看不懂的函数或类别。
查help, 都是英文, 难懂其中意思。请问一下有没有关于这方面的函数用法及意义的书籍呢? 有没有这方面的初学书籍。我逛了几间书店, 是有买几本MFC 书籍, 不过还是看不懂。

"apexsoft" <lishyhan@ms14.hinet.net> : 如果说书的话, 侯俊杰先生翻译的深入Visual C++ 和他所写的深入浅出MFC 两本应该是够用了。不然就再加上一本SDK 书籍, 这样子应该是可以打个基础了。

CCA.bbs@cis.nctu.edu.tw : 函数名称可以查help, 重要的是C++ 的观念。另外就是要了解MFC 里的Document/View/Frame, 以及Dynamic Creation, Message mapping 等等。
深入浅出MFC 第二版对这些部份都有很深入的探讨, 把MFC 里的一些机制直接trace code 加以说明。

News / BBS 论坛 (CompBook and/or programming)

我想请问以下宏的意义及其使用时机和作用： DECLARE_DYNAMIC, DECLARE_DYNAMIC, IMPLEMENT_DYNAMIC, IMPLEMENT_DYNAMIC, DECLARE_MESSAGE_MAP, BEGIN_MESSAGE_MAP, END_MESSAGE_MAP。感激不尽，因为我常搞不清楚。

titoni：可参考侯俊杰着的深入浅出MFC 2/e 第三章，第八章及第九章，书上的讲解可以让你有很大的收获。

好象世界末日：最近买了深入浅出MFC。我一页一页仔细地阅读。第一章...第二章...勉强有点概念，但是到了第三章，感觉好象世界末日了。MFC 六大技术的仿真...好象很难懂，读起来非常吃力 是不是有其它书讲得比较简单的？我不是计算机科系学生，只是对计算机程序设计有兴趣，一路由basic -> FORTRAN -> C -> C++ 走来...

szu.bbs@bbs.es.ncku.edu.tw：是的，第三章也许是世界末日，当初我看的时候也是跳过不看，不然就是看完frame1 后就说再见了。但是你只要很努力地慢慢看，一步一步地看，你就会发现后面的章节是那么清楚明了... 慢慢来吧，这第三章我也是看了三遍才弄懂了一次。我也非计算机科系学生，与你相同的路子走来，有点SDK 概念和一点Data structure 概念，对第三章会很容易懂的，加油。

轶名：我看第三章的时候也很辛苦，但懂了之后，后面的章节可是用飙的喔。

武汉bin_zhou

I am your reader of 《深入浅出WINDOWS MFC 程序设计》（编按：深入浅出MFC 简体版）。I'm leaving in HUBEI_WUHAN（编按：湖北武汉）。Now, I have already get the book in HUA_ZHONG_LI_GONG_DA_XUE（编按：华中理工大学）。And I am interested in this book very much.

屏东a8756001@mail.npust.edu.tw

侯先生,您好,我是屏科大的学生,想要用MFC 写一个可以新增、修改、删除资料等动作的程序,日前老师借了我您的书深入浅出MFC 第二版,我读了很快乐,对于Visual C++ 的IDE 环境更为了解,对于MFC 整个架构,有了比较明朗的感觉。

大陆Mike Dong <mikedong@online.sh.cn>

尊敬的侯俊杰先生:我叫董旬。我对C/C++ 非常有兴趣。畅读了您写的书《深入浅出WINDOWS MFC 程序设计》（编按：深入浅出MFC 简体版），对我有非常大的帮助。在此，先感谢您。现在我感到对C++ 语言本身和MFC 框架十分了解，但在编程过程中仍然感到生疏，主要是函数的运用和函数的参数十分复杂。我对WINDOWS SDK 编程较少，是否应该要熟悉WINDOWS API 函数后，结合MFC 框架编程？

侯俊杰回复：的确如此。MFC 其实就是把Windows API 做了一层薄薄包装，包装于各个设计良好的classes 而已。所以，掌握了MFC framework 架构组织之后，接下来在programming 实务方面，就是去了解并运用各个classes，而各个classes 的member functions 有许多就是Windows APIs 的一对一化身。

左营luke@orchid.ee.ntu.edu.tw

侯先生你好：我现在是一名信息预官，还在左营受训。因为受训的关系所以偶然间有机会读到您写的深入浅出MFC 第二版。本以为这么大一本书，一定很难K，但从第一眼开始我就深深的被其中优雅且适当的文辞所吸引。尤其当阅读第三章时，那些表格让我回忆起以前修过advanced compiler 去trace java compiler 的那段过程，不禁发出会心一笑。

由于我本身学的是电机，所以不同于一般信息人员所着重应用层面。从大二时因为想充实自己的计算机实力，努力学写程序开始，就在浩翰的书海中发现您独特的风格。尤其现今电书籍多是翻译居多其中品质良莠不齐，您的作品尤其难能可贵。现今我仍然有时会去阅读专业期刊或者杂志，但碍于毕竟不是信息教育训练出身，有时会抓不住重点，甚者不求甚解。这是我觉得遗憾之处。但读您的作品让我在质量之间都获得了相当的进步，且读来相当轻松自然。您的序言中提到欢迎读者的反应，这也是这封mail 的动机。我想好的作家需要我们的鼓励，当然也希望能从您处获得更多的新知。谢谢。

大陆"BaiLu" <jinyang@public1.wx.js.cn>

侯先生：您好！以前我一直是用DELPHI 和PB 主要做调制解调器的，近日在看您编写的《深入浅出WINDOWS MFC 程序设计》（编按：深入浅出MFC 简体版），收益非浅，很佩服您的写作水平，讲得非常好。在大陆还是很少有您这般水准写C++ 的书。在此表示感谢。

北京"Zhang Yongzhong" <yongzhongz@263.net>

尊敬的侯俊杰先生：您好！我是北京的一名计算机工作者，也是您的忠实读者。有幸读到您的一本非常优秀的著作《深入浅出WINDOWS MFC 程序设计》，非常兴奋，自感受益匪浅，觉得是一本难得的好书。

深入浅出MFC

二版五刷感言

我很开心地获知，深入浅出MFC 第二版即将进行第五刷。如果把第一版算进去，那就累积印制9150 本了（不含简体版）。也就是说，这本书拥有几近一万人（次）的读者群（不含简体版读者）。

对一本如此高阶又如此高价的技术书籍而言，诚不易也。我有许多感触！

先从技术面谈起。我阅读过的VC++ 或MFC 书籍不算少，因此，我很有信心地说，这本书的内容有其独步全球之处。本书企图引领读者进入MFC 这个十分庞大并在软件工具市场上极端重要之application framework 的核心；我尝试剖析其中美好的对象导向性质（注1）的实作方式，亦尝试剖析其中与Windows 程序设计模型（注2）息息相关之特殊性质（注3）的实作方式。

注1：此指runtime type information、dynamic creation、persistence、document/view；K。

注2：此指message based、event driven 之programming model。

注3：此指message mapping、command routing；K。

在技术层次上，唯MFC Internals 堪与本书比拟（本书附录 A 附有MFC Internals 简介）。但是MFC Internals 与Dissecting MFC（本书之英文名称）不仅在内容上各擅胜场，在诉求上亦截然不同。这本书并不是为精通MFC programming 的老手而写（虽然它通常亦带给这样的读者不少帮助），而是为初窥MFC programming 的新手所写。MFC Internals 可以说是为技术而技术，探讨深入，取材范围极广；Dissecting MFC 却是为生活而技术，探讨深入，但谨守主轴份际。所有我所铺陈的核心层面的知识，都是为了建立起一份扎扎实实的 programming 基础，让你彻底了解MFC 为你铺陈的骨干背后，隐藏了多少巧妙机关，做掉了多少烦琐事务。

有了这份基础，你才有轻松驾驭MFC 的本钱。

唯有这份基础，才能使你胸中自有丘壑。

如果够用心，你还可以附带地从本书概略学习到一个application framework 的设计蓝图。虽然，99.99999% 的programmer 终其一生不会设计一个application framework，这样的蓝图仍可以为你的对象导向观念带来许多面向的帮助。

我一直希望，能够为此书发行英文国际版。囿于个人的语文能力以及时间，终未能行。但是看到来自世界各地的华人读者的信函（加拿大、纽西兰、越南、印尼、香港、中国大陆、美国...），也是另一种安慰。在BBS 及Internet News 看到各界对此书的评价，以及对此书内容的探讨，亦让我感到十分欣喜。

这本书（第二版）所使用的开发环境是Visual C++ 5.0 & MFC 4.21。就在第五刷即将印行的今天，Visual C++ 6.0 也已问世；其中的programming 关键，也就是MFC，在主干上没有什么变化，因此我不打算为了Visual C++ 6.0 而改版。

在此新刷中，我继续修正了一些笔误，并加上新的读者来函。

未来，本书第三版，你会看到很大的变化。

侯俊杰台湾.新竹1998.09.11

jjhou@ccca.nctu.edu.tw

FAX 886-3-5733976

第二版序

任何人看到前面的读者来函，都会感动于一本计算机书籍的读者与作者竟然能够产生如此深厚的共鸣，以及似无若有的长期情感。

何况，身为这本书的作者的我！

我写的是一本技术书籍，但是赢得未曾谋面的朋友们的信赖与感情。我知道，那是因为这本书里面也有许多我自己的感情。每当收到读友们针对这本书寄来的信件（纸张的或电子的），我总是怀着感恩的心情仔细阅读。好几位读友，针对书中的可疑处或是可以更好的地方，不吝嗇地拨出时间，写满一大张一大张的信纸，一一向我指正。我们谈的不只是技术，还包括用词遣字的意境。新竹刘嘉均先生和加拿大陈宗泰先生给我非常宝贵的技术上的意见。陈先生甚至在一个月内来了五封航空信。

这些，怎不教我心怀感谢，并且更加戒慎恐惧！

感谢所有读者促成这本书的更精致化。Visual C++ 5.0 面世了，MFC 则停留在4.2，程序设计的主轴没有什么大改变。对于新读者，本书乃全新产品自不待言，您可以从目录中细细琢磨所有的主题。对于老读者，本书所带给您的，是更精致的制作，以及数章新增的内容（请看第0章「与前版本之差异」）。

最后，我要说，我知道，这本书真的带给许多人很扎实的东西。而我所以愿意不计代价去做些不求近利的深耕工作，除了这是身为专业作家的责任，以及个人的兴趣之外，是的，我自己是工程师，我最清楚工程师在学习MFC 时想知道什么、在哪里触礁。

所有出自我笔下的东西，我自己受益最丰。

感谢你们。

侯俊杰台湾.新竹1997.04.15

jjhou@ccca.nctu.edu.tw

FAX 886-3-5733976

第一版序

有一种软件名曰version control，用来记录程序开发过程中的各种版本，以应不时之需，可以随时反省、检查、回复过去努力的轨迹。

遗憾的是人的大脑没有version control 的能力。学习过程的彷徨犹豫、挫折困顿、在日积月累的渐悟或 x那之间的顿悟之后，彷彿都成了遥远模糊的回忆；而屡起屡仆、大惑不解的地方，学成之后看起来则是那么「理所当然」。

学习过往的艰辛，模糊而明亮，是学成冠冕上闪亮的宝石。过程愈艰辛，宝石愈璀璨。作为私人「想当年」的绝佳话题可矣，对于后学则无甚帮助。的确，谁会在一再跌倒的地方做上记号，永志不忘？谁会把推敲再三的心得殷实详尽地记录下来，为后学铺一条红地毯？也许，没有version control 正是人类的本能，空出更多的脑力心力与精力，追求更新的事物。

但是，作为信息教育体系一员的我，不能不有version control。事实上我亦从来没有忘记初学MFC 的痛苦：C++ 语言本身的技术问题是其一，MFC 庞大类别库的命名规则是其二，熟知的Windows 程序基本动作统统不见了是其三，对象导向的观念与application framework 的包装是其四。初学MFC programming 时，我的脑袋犹如网目过大的筛子，什么东西都留不住；各个类别及其代表意义，过眼即忘。

初初接触MFC时，我对Windows操作系统以及SDK程序设计技术的掌握，实已处在众人金字塔的顶端，困顿犹复如斯。实在是因为，对传统程序员而言，application framework和MFC的运作机制太让人陌生了。

目前市面上有不少讲解MFC程序设计观念的书籍，其中不乏很好的作品，包括*Programming Windows 95 with MFC*（Jeff Prosise 着，Microsoft Press 出版），以及我曾经翻译过的*Inside Visual C++ 4.0*（David J.Kruglinski 着，Microsoft Press 出版）。深入浅出MFC的宗旨与以上二书，以及全世界所有的MFC或Visual C++书籍，都不相同。全世界（呵，我的确敢这么说）所有与MFC相关的书籍的重点，都放在如何使用各式各样的MFC类别上，并供应各式各样的应用实例，我却意不在此。我希望提供的是对MFC应用程序基本架构的每一个技术环节的深入探讨，其中牵扯到MFC本身的设计原理、对象导向的观念、以及C++语言的高级议题。有了基础面的全盘掌握，各个MFC类别之使用对我们而言只不过是手册查阅的功夫罢了。

本书书名已经自我说明了，这是一本既深又浅的书。深与浅是悖离的两条射线，理不应同时存在。然而，没有深入如何浅出？不入虎穴焉得虎子？

唯有把MFC骨干程序的每一个基础动作弄懂，甚至观察其源代码，才能实实在在掌握MFC这一套application framework的内涵，及其对象导向的精神。我向来服膺一句名言：源代码说明一切，所以，我挖MFC源代码给你看。

这是我所谓的深入。

唯有掌握住MFC 的内涵，对于各式各样的MFC 应用才能够如履平地，面对庞大的 application framework 也才能够胸中自有丘壑。

这是我所谓的浅出。

本书分为四大篇。第一篇提出学习MFC 程序设计之前的必要基础，包括Windows 程序的基本观念以及C++ 的高阶议题。「学前基础」是相当主观的认定，不过，基于我个人的学习经验以及教学经验，我的挑选应该颇具说服力。第二篇介绍Visual C++ 整合环境开发工具。本篇只不过是提纲挈领而已，并不企图取代Visual C++ 使用手册。然而对于软件使用的老手，此篇或已足以让您掌握Visual C++ 整合环境。工具的使用虽然谈不上学问，但在可视化软件开发过程中扮演极重角色，切莫小觑它。

第三篇介绍application framework 的观念，以及MFC 骨干程序。所谓骨干程序，是指Visual C++ 的工具AppWizard 所产生出来的程序代码。当然，AppWizard 会根据你的选项做出不同的程序代码，我所据以解说的，是大众化选项下的产品。

第四篇以微软公司附于Visual C++ 光盘片上的一个范例程序Scribble 为主轴，一步一步加上新的功能。并在其间深入介绍Runtime Type Information (RTTI)、Dynamic Creation、Persistence (Serialization)、Message Mapping、Command Routing 等核心技术。这些技术正是其它书籍最缺乏的部份。此篇之最后数章则脱离Scribble 程序，另成一格。

本书前身，1994/08 出版的Visual C++ 对象导向MFC 程序设计基础篇以及1995/04 年出版的应用篇篇，序言之中我曾经这么说，全世界没有任何书籍文章，能够把MFC 谈得这么深，又表现得这么浅。这些话已有一半成为昨日黄花：Microsoft Systems Journal 1995/07 的一篇由Paul Dilascia 所撰的文章*Meandering Through the Maze of MFC Message and Command Routing*，以及Addison Wesley 于1996/06 出版的*MFC Internals* 一书，也有了相当程度的核心涉猎，即连前面提及的*Programming Windows 95 with MFC* 以及*Inside Visual C++ 4.0* 两本书，也都多多少少开始涉及MFC 核心。我有一种「德不孤必有邻」的喜悦。

为了维护本书更多的唯一性，也由于我自己又钻研获得了新的心得，本书增加了前版未有的Runtime Type Information、Dynamic Creation 等主题，对于Message Mapping 与Command Routing 的讨论也更详细得多，填补了上一版的缝隙。更值得一提的是，我把这些在MFC 中极神秘而又极重要的机制，以简化到不能再简化的方式，在DOS 程序中仿真出来，并且补充一章专论C++ 的高阶技术。至此，整个MFC 的基础架构已经完全曝露在你的掌握之中，再没有任何神秘咒语了。

本书从MFC 的运用，钻入MFC 的内部运作，进而application framework 的原理，再至物件导向的精神，然后回到MFC 的运用。这会是一条迢迢远路吗？

似远实近！

许多朋友曾经与我讨论过，对于MFC 这类application framework，应该挖掘其内部机制到什么程度？探究源代码，岂不有违「黑盒子」初衷？但是，没有办法，他们也同意，不把那些奇奇怪怪的宏和指令搞清楚，只能生产出玩具来。对付MFC 内部机制，态度不必像对付MFC 类别一样；你只需好好走过那么一回，有个印象，足矣。至于庞大繁复的整个application framework 技术的铺陈串接，不必人人都痛苦一次，我做这么一次也就够了。

林语堂先生在朱门一书中说过的一句话，适足作为我写作本书的心境，同时也对我与朋友之间的讨论做个总结：

「只用一样东西，不明白它的道理，实在不高明」。
祝各位胸中丘壑自成！

侯俊杰 新竹1996.08.15

P.S. 愈来愈多的朋友在网络上与我打招呼，闲聊谈心。有医师、盲生、北京的作家、香港的读者、从国中到研究所的各级学生。学生的科系范围广到令我惊讶，年龄的范围也大到我惊讶。对于深居简出的作家而言，读者群只是一个想象空间，哦，我真有这么多读者吗?! 呵呵，喜欢这种感觉。回信虽然是一种压力，不过这是个甜蜜的负担。

你们常常感谢我带给你们帮助。你们一定不知道，没有你们细心研读我的心血，并且热心写信给我，我无法忍受写作的漫漫孤寂！我可以花三天的时间写一篇序，也可以花一个上午设计一张图。是的，我愿意！我对拥有一群可爱可敬的读者感到骄傲。

目 錄

(* 表示本版新增內容)

* 讀者來函	/ 1
* 第二版序	/ 5
第一版序	/ 7
目錄	/ 13
第 0 章 你一定要知道 (導讀)	/ 27
這本書適合誰	/ 27
你需要什麼技術基礎	/ 29
你需要什麼軟體環境	/ 29
讓我們使用同一種語言	/ 30
本書符號習慣	/ 34
磁片內容與安裝	/ 34
範例程式說明	/ 34
與前版本之差異	/ 39
如何聯絡作者	/ 40

第一篇 勿在浮砂築高臺 - 本書技術前提 / 001

第 1 章 Win32 程式基本觀念 / 003
Win32 程式開發流程 / 005
需要什麼函式庫 (.LIB) / 005
需要什麼表頭檔 (.H) / 006

以訊息為基礎，以事件驅動之	/ 007
一個具體而微的 Win32 程式	/ 009
程式進入點 WinMain	/ 015
視窗類別之註冊與視窗之誕生	/ 016
訊息迴路	/ 018
視窗的生命中樞 - 視窗函式	/ 019
訊息映射 (Message Map) 雛形	/ 020
對話盒的運作	/ 022
模組定義檔 (.DEF)	/ 024
資源描述檔 (.RC)	/ 024
Windows 程式的生與死	/ 025
閒置時間的處理：OnIdle	/ 027
* Console 程式	/ 028
* Console 程式與 DOS 程式的差別	/ 029
* Console 程式的編譯聯結	/ 031
* JBACKUP：Win32 Console 程式設計	/ 032
* MFCCON：MFC Console 程式設計	/ 035
* 什麼是 C Runtime Library 的多緒版本	/ 038
行程與執行緒 (Process and Thread)	/ 039
核心物件	/ 039
一個行程的誕生與死亡	/ 040
產生子行程	/ 041
一個執行緒的誕生與死亡	/ 044
* 以 _beginthreadex 取代 CreateThread	/ 046
執行緒優先權 (Priority)	/ 048
* 多緒程式設計實例	/ 050

第 2 章 C++ 的重要性質	/ 055
類別及其成員 - 談封裝 (encapsulation)	/ 056
基礎類別與衍生類別 - 談繼承 (Inheritance)	/ 057
this 指標	/ 061
虛擬函式與多型 (Polymorphism)	/ 062
類別與物件大解剖	/ 077
Object slicing 與虛擬函式	/ 082
靜態成員 (變數與函式)	/ 085
C++ 程式的生與死：兼談建構式與解構式	/ 088
* 四種不同的物件生存方式	/ 090
* 所謂 "Unwinding"	/ 092
執行時期型別資訊 (RTTI)	/ 092
動態生成 (Dynamic Creation)	/ 095
異常處理 (Exception Handling)	/ 096
Template	/ 100
Template Functions	/ 101
Template Classes	/ 104
Templates 的編譯與聯結	/ 106
第 3 章 MFC 六大關鍵技術之模擬	/ 109
MFC 類別階層	/ 111
Frame1 範例程式	/ 111
MFC 程式的初始化過程	/ 115
Frame2 範例程式	/ 118
RTTI (執行時期型別辨識)	/ 122
CRuntimeClass 與類別型錄網	/ 123
DECLARE_DYNAMIC / IMPLEMENT_DYNAMIC 巨集	/ 125
Frame3 範例程式	/ 132

IsKindOf (型別辨識)	/ 140
Frame4 範例程式	/ 141
Dynamic Creation (動態生成)	/ 143
DECLARE_DYNCREATE / IMPLEMENT_DYNCREATE 巨集	/ 144
Frame6 範例程式	/ 151
Persistence (永續生存) 機制	/ 160
Serialize (資料讀寫)	/ 161
DECLARE_SERIAL/IMPLEMENT_SERIAL 巨集	/ 167
沒有範例程式	/ 170
Message Mapping (訊息映射)	/ 170
Frame7 範例程式	/ 181
Command Routing (命令繞行)	/ 191
Frame8 範例程式	/ 203
* 本章回顧	/ 216

第二篇 欲善工事先利其器－ Visual C++ 5.0 開發工具 / 217

第 4 章 Visual C++ - 整合性軟體開發環境	/ 219
安裝與組成	/ 220
四個重要的工具	/ 234
內務府總管：Visual C++ 整合開發環境	/ 236
關於 project	/ 237
關於工具設定	/ 241
Source Browser	/ 243
Online Help	/ 247
除錯工具	/ 249
VC++ 除錯器	/ 251
Exception Handling	/ 255

程式碼產生器 - AppWizard	/ 257
東圈西點完成 MFC 程式骨幹	/ 258
Scribble Step0	/ 270
威力強大的資源編輯器	/ 294
Icon 編輯器	/ 295
Cursor 編輯器	/ 296
Bitmap 編輯器	/ 297
ToolBar 編輯器	/ 297
VERSIONINFO 資源編輯器	/ 299
String Table 編輯器	/ 300
Menu 編輯器	/ 301
Accelerator 編輯器	/ 303
Dialog 編輯器	/ 304
* Console 程式的專案管理	/ 305

第三篇 淺出 MFC 程式設計	/ 309
-----------------	-------

第 5 章 總觀 Application Framework	/ 311
什麼是 Application Framework	/ 311
侯捷怎麼說	/ 312
我怎麼說	/ 314
別人怎麼說	/ 317
為什麼使用 Application Framework	/ 321
Microsoft Foundation Class (MFC)	/ 324
白頭宮女話天寶：Visual C++ 與 MFC	/ 327
縱覽 MFC	/ 329
General Purpose classes	/ 330
Windows API classes	/ 333

Application framework classes	/ 334
High level abstractions	/ 334
Afx 全域函式	/ 335
* MFC 巨集 (macros)	/ 335
* MFC 資料型態 (data type)	/ 338
第 6 章 MFC 程式設計導論 - MFC 程式的生死因果	/ 343
不二法門：熟記 MFC 類別的階層架構	/ 346
需要什麼函式庫 (.LIB)	/ 347
需要什麼含入檔 (.H)	/ 349
簡化的 MFC 程式架構 - 以 Hello MFC 為例	/ 351
Hello 程式原始碼	/ 352
MFC 程式的來龍去脈	/ 357
我只借用兩個類別：CWinApp 和 CFrameWnd	/ 358
CWinApp - 取代 WinMain 的地位	/ 359
CFrameWnd - 取代 WndProc 的地位	/ 362
引爆器 - Application object	/ 364
隱晦不明的 WinMain	/ 366
AfxWinInit - AFX 內部初始化動作	/ 370
CWinApp::InitApplication	/ 372
CMyWinApp::InitInstance	/ 374
CFrameWnd::Create 產生主視窗 (並註冊視窗類別)	/ 376
* 奇怪的視窗類別名稱 Afx:b:14ae:6:3e8f	/ 387
視窗顯示與更新	/ 389
CWinApp::Run - 程式生命的活水源頭	/ 390
把訊息與處理函式串接在一起：Message Map 機制	/ 394
來龍去脈總整理	/ 397
Callback 函式	/ 398

* 閒置時間 (idle time) 的處理：OnIdle	/ 403
Dialog 與 Control	/ 406
通用對話盒 (Common Controls)	/ 407
本章回顧	/ 409
第 7 章 簡單而完整：MFC 骨幹程式	/ 411
不二法門：熟記 MFC 類別的階層架構	/ 411
MFC 程式的 UI 新風貌	/ 412
Document/View 支撐你的應用程式	/ 419
利用 Visual C++ 工具完成 Scribble step0	/ 423
骨幹程式使用哪些 MFC 類別？	/ 423
Document Template 的意義	/ 430
Scribble 的 Document/View 設計	/ 436
主視窗的誕生	/ 438
工具列和狀態列的誕生 (Toolbar & Status bar)	/ 440
滑鼠拖放 (Drag and Drop)	/ 442
訊息映射 (Message Map)	/ 445
標準選單 File/Edit/View/Window/Help	/ 446
對話盒	/ 449
改用 CEditView	/ 450
第四篇 深入 MFC 程式設計	/ 453

第 8 章 Document-View 深入探討	/ 455
為什麼需要 Document-View (形而上)	/ 455
Document	/ 457
View	/ 458
Document Frame (View Frame)	/ 459

Document Template	/ 459
CDocTemplate 管理 CDocument / CView / CFrameWnd	/ 460
Scribble Step1 的 Document (資料結構設計)	/ 468
MFC Collection Classes 的選用	/ 469
Template-Based Classes	/ 471
Template-Based Classes 的使用方法	/ 471
CScribbleDoc 的修改	/ 473
SCRIBBLEDOC.H	/ 475
SCRIBBLEDOC.CPP	/ 477
文件：一連串的線條	/ 481
CScribbleDoc 的成員變數	/ 481
CObList	/ 481
CScribbleDoc 的成員函式	/ 482
線條與座標點	/ 484
CStroke 的成員變數	/ 484
CArray<CPoint, CPoint>	/ 484
CStroke 的成員函式	/ 484
Scribble Step1 的 View：資料重繪與編輯	/ 487
CScribbleView 的修改	/ 488
SCRIBBLEVIEW.H	/ 488
SCRIBBLEVIEW.CPP	/ 489
View 的重繪動作 - GetDocument 和 OnDraw	/ 493
CScribbleView 的成員變數	/ 493
CScribbleView 的成員函式	/ 493
View 與使用者的交談 (滑鼠訊息處理實例)	/ 495
ClassWizard 的輔佐	/ 496
WizardBar 的輔佐	/ 498
Serialize：物件的檔案讀寫	/ 498

Serialization 以外的檔案讀寫動作	/ 499
檯面上的 Serialize 動作	/ 501
檯面下的 Serialize 寫檔奧秘	/ 507
檯面下的 Serialize 讀檔奧秘	/ 514
DYNAMIC / DYNCREATE / SERIAL 三巨集	/ 522
Serializable 的必要條件	/ 527
CObject 類別	/ 529
IsKindOf	/ 529
IsSerializable	/ 530
CObject::Serialize	/ 531
CArchive 類別	/ 531
operator<< 和 operator>>	/ 532
效率考量	/ 536
自定 SERIAL 巨集給抽象類別使用	/ 537
在 CObList 中加入 CStroke 以外的類別	/ 537
Document 與 View 交流 - 爲 Scribble Step4 做準備	/ 543
第 9 章 訊息映射與命令繞行	/ 547
到底要解決什麼	/ 547
訊息分類	/ 549
萬流歸宗 Command Target (CCmdTarget)	/ 550
三個奇怪的巨集，一張巨大的網	/ 551
DECLARE_MESSAGE_MAP 巨集	/ 552
訊息映射網的形成：BEGIN_/ON_/END_ 巨集	/ 544
米諾托斯 (Minotauros) 與西修斯 (Theseus)	/ 560
兩萬五千里長征 - 訊息的流竄	/ 566
直線上溯 (一般 Windows 訊息)	/ 567
拐彎上溯 (WM_COMMAND 命令訊息)	/ 572

羅塞達碑石：AfxSig_xx 的秘密	/ 580
Scribble Step2：UI 物件的變化	/ 585
改變選單	/ 585
改變工具列	/ 588
利用 ClassWizard 連接命令項識別碼與命令處理函式	/ 590
維護 UI 物件狀態（UPDATE_COMMAND_UI）	/ 594
本章回顧	/ 599
 第 10 章 MFC 與對話盒	/ 601
對話盒編輯器	/ 602
利用 ClassWizard 連接對話盒與其專屬類別	/ 606
PENDLG.H	/ 610
PENDLG.CPP	/ 610
對話盒的訊息處理函式	/ 613
MFC 中各式各樣的 MAP	/ 615
對話盒資料交換與查核（DDX & DDV）	/ 617
MFC 中各式各樣的 DDx_ 函式	/ 621
如何喚起對話盒	/ 622
本章回顧	/ 625
 第 11 章 View 功能之加強與重繪效率之提昇	/ 627
同時修改多個 Views：UpdateAllViews 和 OnUpdate	/ 629
在 View 中定義一個 hint	/ 631
把 hint 傳給 OnUpdate	/ 635
利用 hint 增加重繪效率	/ 637
可捲動的視窗：CScrollView	/ 640
大視窗中的小窗口：Splitter	/ 650
分裂視窗的功能	/ 650

分裂視窗的程式概念	/ 651
分裂視窗之實作	/ 653
本章回顧	/ 657
第 12 章 印表與預覽	/ 659
概觀	/ 659
列印動作的背景原理	/ 663
MFC 預設的印表機制	/ 669
Scribble 列印機制的補強	/ 685
印表機的頁和文件的頁	/ 685
配置 GDI 繪圖工具	/ 687
尺寸與方向：關於映像模式（座標系統）	/ 688
分頁	/ 693
表頭（Header）與表尾（Footer）	/ 695
動態計算頁碼	/ 696
列印預覽（Print Preview）	/ 697
本章回顧	/ 698
第 13 章 多重文件與多重顯示	/ 701
MDI 和 SDI	/ 701
多重顯像（Multiple Views）	/ 703
視窗的動態分裂	/ 704
視窗的靜態分裂	/ 707
CreateStatic 和 CreateView	/ 709
視窗的靜態三叉分裂	/ 711
Graph 範例程式	/ 713
靜態分裂視窗之觀念整理	/ 724
同源子視窗	/ 725

CMDIFrameWnd::OnWindowNew	/ 726
Text 範例程式	/ 727
非制式作法的缺點	/ 734
多重文件	/ 736
新的 Document 類別	/ 736
新的 Document Template	/ 739
新的 UI 系統	/ 740
新文件的檔案讀寫動作	/ 742
* 第 14 章 MFC 多緒程式設計 (Multi-threaded Programming in MFC)	/ 745
從作業系統層面看執行緒	/ 745
三個觀念：模組、行程、執行緒	/ 746
執行緒優先權 (Priority)	/ 748
執行緒排程 (Scheduling)	/ 751
Thread Context	/ 751
從程式設計層面看執行緒	/ 752
Worker Threads 和 UI Threads	/ 754
錯誤觀念	/ 754
正確態度	/ 755
MFC 多緒程式設計	/ 755
探索 CWinThread	/ 755
產生一個 Worker Thread	/ 759
產生一個 UI Thread	/ 761
執行緒的結束	/ 763
執行緒與同步控制	/ 763
MFC 多緒程式實例	/ 766

* 第 15 章	定製一個 AppWizard	/ 771
	到底 Wizard 是什麼？	/ 733
	Custom AppWizard 的基本操作	/ 774
	剖析 AppWizard Components	/ 779
	Dialog Templates 和 Dialog Classes	/ 780
	Macros	/ 781
	Directives	/ 783
	動手修改 Top Studio AppWizard	/ 784
	利用資源編輯器修改 IDD_CUSTOM1 對話窗畫面	/ 785
	利用 ClassWizard 修改 CCustom1Dlg 類別	/ 785
	改寫 OnDismiss 虛擬函式，在其中定義 macros	/ 787
	修改 text template	/ 788
	Top Studio AppWizard 執行結果	/ 789
	更多的資訊	/ 790
* 第 16 章	站上眾人的肩膀 - 使用 Components 和 ActiveX Controls	/ 791
	什麼是 Component Gallery	/ 792
	使用 Components	/ 795
	Splash screen	/ 795
	System Info for About Dlg	/ 797
	Tips of the Day	/ 798
	Components 實際運用：ComTest 程式	/ 799
	修改 ComTest 程式內容	/ 818
	使用 ActiveX Controls	/ 822
	ActiveX Control 基礎觀念：Properties、Methods、Events	/ 823
	ActiveX Controls 的五大使用步驟	/ 825
	使用 "Grid" ActiveX Control：OcxTest 程式	/ 827

第五篇 附錄 / 843

附錄 A	無責任書評：從搖籃到墳墓 - Windows 的完全學習	/ 845
	* 無責任書評：MFC 四大天王	/ 856
附錄 B	Scribble Step5 程式原始碼列表	/ 873
附錄 C	Visual C++ 5.0 MFC 範例程式總覽	/ 915
* 附錄 D	以 MFC 重建 Debug Window (DBWIN)	/ 921

第 0 頁

你一定要知道（导读）

这本书适合谁

深入浅出 MFC 是一本介绍MFC（Microsoft Foundation Classes）程序设计技术的书籍。对于Windows 应用软件的开发感到兴趣，并欲使用Visual C++ 整合环境的视觉开发工具，以MFC 为程序基础的人，都可以从此书获得最根本最重要的知识与实例。

如果你是一位对Application Framework 和对象导向（Object Oriented）观念感兴趣的技术狂热份子，想知道神秘的Runtime Type Information、Dynamic Creation、Persistence、Message Mapping 以及Command Routing 如何实作，本书能够充分满足你。事实上，依我之见，这些核心技术与彻底学会操控MFC 乃同一件事情。

全书分为四篇：

第一篇【勿在浮砂筑高台】提供进入MFC 核心技术以及应用技术之前的所有技术基础，包括：

Win32 程序观念：message based, event driven, multitasking, multithreading,
console programming.

C++ 重要技术：类别与对象、this 指针与继承、静态成员、虚拟函数与多态、

模板 (template) 类别、异常处理 (exception handling)。

MFC 六大技术之简化仿真 (Console 程序)

第二篇【欲善工事先利其器】提供给对Visual C++ 整合环境全然陌生的朋友一个导引。这一篇当然不能取代Visual C++ User's Guide 的地位，但对整个软件开发环境有全盘以及概观性的介绍，可以让初学者迅速了解手上掌握的工具，以及它们的主要功能。

第三篇【浅出MFC 程序设计】介绍一个MFC 程序的生死因果。已经有MFC 程序经验的朋友，不见得不会对本篇感到惊艳。根据我的了解，太多人使用MFC 是「只知道这么做，不知道为什么」；本篇详细解释MFC 程序之来龙去脉，为初入MFC 领域的读者奠定扎实的基础。说不定本篇会让你有醍醐灌顶之感。

第四篇【深入MFC 程序设计】介绍各式各样MFC 技术。「只知其然不知其所以然」的不良副作用，在程序设计的企图进一步开展之后，愈来愈严重，最终会行不得也！那些最困扰我们的MFC 宏、MFC 常数定义，不得一窥堂奥的MFC 黑箱操作，在本篇陆续曝光。本篇将使您高喊：Eureka！

阿基米德在洗澡时发现浮力原理，高兴得来不及穿上裤子，跑到街上大喊：Eureka（我找到了）。

范例程序方面，第三章有数个Console 程序（DOS-like 程序，在Windows 系统的DOS Box 中执行），仿真并简化Application Framework 六大核心技术。另外，全书以一个循序渐进的Scribble 程序（Visual C++ 所附范例），从第七章开始，分章探讨每一个MFC 应用技术主题。第13 章另有三个程序，示范Multi-View 和Multi-Document 的情况。14 章~16 章是第二版新增内容，主题分别是MFC 多线程程序设计、Custom AppWizard、以及如何使用Component Gallery 提供的ActiveX controls 和components。

你需要什么技术基础

从什么技术层面切入Windows 软件开发领域？C/SDK？抑或C++/MFC？这一直是个引起争议的论题。就我个人观点，C++/MFC 程序设计必须跨越四大技术障碍：

1. 对象导向观念与C++ 语言。
2. Windows 程序基本观念（程序进入点、消息流动、窗口函数、callback...）。
3. Microsoft Foundation Classes（MFC）本身。
4. Visual C++ 整合环境与各种开发工具（难度不高，但需熟练）。

换言之，如果你从未接触C++，千万不要阅读本书，那只会打击你学习新技术的信心而已。如果已接触过C++ 但不十分熟悉，你可以一边复习C++ 一边学习MFC，这也是我所鼓励的方式（很多人是为了使用MFC 而去学习C++ 的）。C++ 语言的继承（inheritance）特性对于我们使用MFC 尤为重要，因为使用MFC 就是要继承各个类别并为己用。所以，你应该对C++ 的继承特质（以及虚拟函数，当然）多加体会。我在第2章安排了一些C++ 的必要基础。我所挑选的题目都是本书会用到的技术，而其深度你不见得能够在一般C++ 书籍中发现。

如果你有C++ 语言基础，但从未接触过Win16 或Win32 程序设计，只在DOS 环境下开发过软件，我在第1章为你安排了一些Win32 程序设计基础。这个基础至为重要，只会在各个Wizards 上按来按去，却不懂所谓message loop 与window procedure 的人，不可能搞定Windows 程序设计-- 不管你用的是MFC 或OWL 或Open Class Library，不管你用的是Visual C++ 或Borland C++ 或VisualAge C++。

你需要什么软硬件环境

一套Windows 95（或Windows NT）操作系统当然是必须的，中英文皆可。此外，你需要一套Visual C++ 32 位版。目前的最新版本是Visual C++ 5.0，也是我使用的版本。

硬件方面，只要能跑上述两种操作系统就算过关。内存（RAM）是影响运作速度的主因，多多益善。厂商宣称16MB RAM 是一个能够使你工作舒适的数字，但我因此怀疑「舒适」这个字眼的定义。写作本书时我的软硬件环境是：

Pentium 133

96M RAM

2GB 硬盘

17 寸显示器。别以为显示器和程序设计没有关系。大尺寸屏幕使我们一次看多一点东西，不必在Visual C++ 整合环境所提供的密密麻麻的画面上卷来卷去。

Windows 95（中文版）

Visual C++ 5.0

让我们使用同一种语言

要在计算机书籍不可或缺的英文术语与流利顺畅的中文解说之间保持一个平衡，是多么不容易的一件事。我曾经以为我通过了最大的考验，但每次总有新鲜事儿发生。是该叫class 好呢？还是叫「类别」好？该叫object 好呢？还是叫「对象」好？framework 难道该译为框架吗？Document 译为「文件」，可也，可View 是什么碗糕？我很伤脑筋耶。考虑了这本书的潜在读者所具备的技术基础与教育背景之后，原谅我，不喜欢在中文书中看到太多英文字的朋友，你终究还是在这本书上看到了不少原文名词。只有几已统一化、没有异议、可以望文生义的中文名词，我才使用。

虽然许多名词已经耳熟能详，我想我还是有必要把它们界定一下：

API - Application Programming Interface。系统开放出来，给程序员使用的接口，就是API。一般人的观念中API 是指像C 函数那样的东西，不尽然！DOS 的中断向量（interrupt vector）也可以说是一种API，OLE Interface（以C++ 类别的形式呈现）也可以说是一种API。不是有人这么说吗：MFC 势将成为Windows 环境上标准的C++ API（我个人认为这句话已成为事实）。

SDK - Software Development Kit，原指软件开发工具。每一套环境都可能有自己的SDK，例如Phar Lap的386DOS Extender也有自己的SDK。在Windows这一领域，SDK原是指Microsoft的软件开发工具，但现在已经变成一个一般性名词。凡以Windows raw API撰写的程序我们通常也称为SDK程序。也有人把Windows API称为SDK API。Borland公司的C++编译器也支持相同的SDK API（那当然，因为Windows只有一套）。本书如果出现「SDK程序」这样的名词，指的就是以Windows raw API完成的程序。

MFC - Microsoft Foundation Classes的缩写，这是一个架构在Windows API之上的C++类别库（C++ Class Library），意图使Windows程序设计过程更有效率，更符合物件导向的精神。MFC在争取成为「Windows类别库标准」的路上声势浩大。Symantec C++以及WATCOM C/C++已向微软取得授权，在它的软件开发平台上供应MFC。Borland C++也可以吃进MFC程序代码--啊，OWL的地位益形尴尬了。

OWL - Object Windows Library的缩写，这也是一个具备Application Framework架势的C++类别库，附含在Borland C++之中。

Application Framework - 在对象导向领域中，这是一个专有名词。关于它的意义，本书第5章有不少介绍。基本上它可以说是一个更有凝聚力，关联性更强的类别库。并不是每一套C++类别库都有资格称为Application Framework，不过MFC和OWL都可列入，IBM的Open Class Library也是。Application Framework当然不一定得是C++类别库，Java和Delphi应该也都称得上。

为使全书文字流畅精简，我用了一些缩写字：

API - Application Programming Interface

DLL - Dynamic Link Library

GUI - Graphics User Interface

MDI - Multiple Document Interface

MFC - Microsoft Foundation Class

OLE - Object Linking & Embedded

OWL - Object Windows Library

SDK - Software Development Kit

SDI - Single Document Interface

UI - User Interface

WinApp : Windows Application

以下是本书使用之中英文名词对照表：

control	控制组件，如 Edit、ListBox、Button...。
drag & drop	拖放（鼠标左键按下，选中图标后拖动，然后放开）
Icon	图标（窗口缩小化后的小图样）
linked-list	串行
listbox	列表框、列表清单
notification	通告消息（发生于控制组件）
preemptive	强制性、先占式、优先权式
process	进程（一个执行起来的程序）
queue	队列
template	template C++ 有所谓的class template，一般译为类别模板； Windows 有所谓的dialog template，我把它译为对话框模板； MFC 有所谓的Document Template，我没有译它（其义请见第 7 章 和第 8 章）
window class	窗口类别（不是一种 C++ 类别）
window focus	窗口焦点（拥有焦点之窗口，将可获得键盘输入）

类别	class
对象	object
构造式	constructor
析构式	destructor
运算符	operator
改写	override
多载	overloading，亦有他书译为「过荷」
封装	Encapsulation
继承	Inheritance
动态绑定	Dynamic Binding，亦即后期绑定（late binding）
虚拟函数	virtual function
多态	Polymorphism，亦有他书译为「同名异式」
成员函数	member function
成员变量	data member，亦有他书译为「数据成员」
基础类别	Base Class，亦即父类别
衍生类别	Derived Class，亦即子类别

另有一些名词很难说用什么中文字眼才好。例如"double click"，有时候我写「双击」，有时候我写「以鼠标快按两下」；而"click"，我可能用「选按」「选择」「以鼠标按一下」等字眼，完全视上下文而定。虽没有统一，但您在文字中一定会了解我的意思。我期盼写出一本读起来很顺又绝对不会让你误解意思的中文计算机书。还有些名词在某些场合使用中文而在某些场合使用原文，例如Class（类别）和Object（对象）和Menu（菜单），为的也是使上下文阅读起来舒服一些。这些文字的使用都肇基于我个人对文字的认知以及习惯，如果与您的风格不符，深感抱歉。我已尽力在一个处处需要英文名词的领域中写一本尽可能阅读顺畅的中文技术书籍。

本书符号习惯

斜体字表示函数、常数、变量、语言保留字、宏、识别码等等，例如：

<i>CreateWindow</i>	这是Win32 函数
<i>strtok</i>	这是C Runtime 函数库的函数
<i>WM_CREATE</i>	这是Windows 消息
<i>ID_FILE_OPEN</i>	这是资源识别码（ID）
<i>CDocument::Serialize</i>	这是MFC 类别的成员函数
<i>m_pNewViewClass</i>	这是MFC 类别的成员变量
<i>BEGIN_MESSAGE_MAP</i>	这是MFC 宏
<i>public</i>	这是C++ 语言保留字

当我解释程序操作步骤时，如果使用方括号，例如【File/New】，表示选按File 菜单中的New 命令项。或者用来表示一个对话框，例如我写：【New Project】对话框。

磁盘内容与安装

本书光盘片内含书中所有的范例程序，包括源代码与EXE 档。中介文件（如.OBJ 和.RES 等）并未放入。所有程序都可以在Visual C++ 5.0 整合环境中制作出来。安装方式很简单（根本没有什么安装方式）：利用DOS 外部指令，XCOPY，把整个光盘片拷贝到你的硬盘上即是了。

范例程序说明

Generic（第1 章）：这是一个Win32 程序，主要用意在让大家了解Win32 程式的基本架构。

Jbackup（第1 章）：这是一个Win32 console 程序，主要用意在让大家了解

Visual C++ 整合环境中也可以做很单纯的DOS-like 程序，而且又能够使用 Win32 API。

MFCcon（第1章）：这是一个很简单MFC console 程序，主要用意在让大家了解Visual C++ 整合环境中也可以做很单纯的DOS-like 程序，而且又能够使用MFC classes。

MltiThrd（第1章）：这是一个Win32 多线程程序，示范如何以`CreateThread` 做出多个执行线程，并设定其虚悬状态、优先权、重新激活状态、睡眠状态。

Frame1~8（第3章）：这些都是console 程序（所谓DOS-like 程序），仿真并简化Application Framework 的六大核心技术。只有“Persistence”技术未仿真出来，因为那牵扯太广。

Frame1：仿真MFC 阶层架构以及application object

Frame2：仿真MFC 的`WinMain` 四大动作流程

Frame3：仿真`CRuntimeClass` 以及`DYNAMIC` 宏，组织起所谓的类别型录网

Frame4：仿真`IsKindOf`（执行时期对象类别的鉴识能力，也就是所谓的RTTI）

Frame5：仿真Dynamic Creation（MFC 2.5 的作法）（在本新版中已拿掉）

Frame6：仿真Dynamic Creation（MFC 4.x 的作法）

Frame7：仿真Message Map

Frame8：仿真Command Routing

Hello 范例程序（第6章）：首先以最小量（两个）MFC 类别，完成一个最简单的MFC 程序。没有Document/View -- 事实上这正是MFC 1.0 版的应用程序风貌。本例除了提供你对MFC 程序的第一印象，也对类别的静态成员函数应用于callback 函数做了一个示范。每有窗口异动（产生`WM_PAINT`），就有一个“Hello MFC”字符串从天而降。此外，也示范了空闲时间（idle time）的处理。

Scribble Step0~Step5：「Scribble」范例之于MFC程序设计，几乎相当于「Generic」范例之于SDK程序设计。微软的「官方手册」Visual C++ Class Library User's Guide 全书即以本例为主轴，介绍这个可以让你在窗口中以鼠标左键绘图的程序。Scribble 程序共有Step1~Step7，七个阶段的所有源代码都可以在Visual C++ 5.0 的\DEVSTUDIO\VC\MFC\SAMPLES\SCRIBBLE 目录中找到。本书只采用Step1~Step5，并增列Step0。Step6 是OnLine Help 的制作，Step7 是OLE Server 的制作，这两个主题本书从缺。

Scribble Step0 - 由MFC AppWizard 做出来的空壳程序，也就是所谓的MFC 骨干程序。完整源代码列于第4章「东圈西点完成程序骨干」一节。完整解说出现在第7章。

Scribble Step1 - 具备Document/View 架构（第8章）：本例主旨在加上资料处理与显示的能力。这一版的窗口没有卷动能力。同一文件的两个显示窗口也没有能够做到实时更新的效果。当你在窗口甲改变文件内容，对映至同一文件的窗口乙并不会实时修正内容，必须等WM_PAINT 产生（例如拉大窗口）。

这个版本已具备打印与预览能力，但并非「所见即所得」（What You See Is What You Get），打印结果明显缩小，这是因为映射模式采用MM_TEXT。15寸监视器的640个图素换到300dpi 上才不过两英寸多一点。

我们可以在这个版本中学习以AppWizard 制作骨干，并大量运用ClassWizard 为我们增添消息处理函数；也可以学习如何设计Document，如何改写CView::OnDraw 和 CDocument::Serialize，这是两个极端重要之虚拟函数。

Scribble Step2 - 修改使用者接口（第9章）：这个版本变化了菜单，使程序多了笔宽设定功能。由于菜单的变化，也带动了工具栏与状态列的变化。

从这个版本中我们可以学习如何使用资源编辑器，制作各式各样的程序资源。为了把菜单命令处理函数放置在适当的类别之中，我们需要深入了解所谓的Message

Mapping 和Command Routing。

Scribble Step3 - 增加「笔划宽度对话框」（第10章）：这个版本做出「画笔宽度对话框」，使用者可以在其中设定细笔宽度和粗笔宽度。预设的细笔为两个图素（pixel）宽，粗笔为五个图素宽。

从这个版本中可以学习如何以对话框编辑器设计对话框模板，以ClassWizard 增设对话框处理函数，以及如何以MFC 提供的DDX/DDV 机制做出对话框控制组件（control）的内容传递与内容查核。DDX（Dialog Data eXchange）的目的在于简化应用程序取得控制组件内容的过程，DDV（Dialog Data Validation）的目的则在加强应用程序对控制组件内容之数值合理化检查。

Scribble Step4 - 加强显示能力- 滚动条与分裂窗口（第11章）：Scribble 可以对同一份Document 产生一个以上的Views，但有一个缺点亟待克服，那就是你在窗口A的绘图动作不能实时影响窗口B -- 即使它们是同一份资料的一体两面！

Step4 解决上述问题。主要关键在于我们必须想办法通知所有同血源（同一份Document）的兄弟（各个Views），让它们一起行动。但因此却必须多考虑一个情况：当使用者的一个鼠标动作可能引发许许多多程序绘图动作时，绘图效率就变得非常重要。因此在考量如何加强显示能力时，我们就得设计所谓的「必要绘图区」，也就是所谓的Invalidate Region（不再适用的区域）。事实上每当使用者开始绘图（增加新的线条），程序可以设定「必要绘图区」为：该线条之最小外围四方形。为了记录这项数据，Step1 所设计并延续至今的Document 数据结构必须改变。

Step1 的View 窗口有一个缺点：没有滚动条。新版本加上了垂直和水平滚动条，此外它也示范一种所谓的分裂窗口（Splitter）。

Scribble Step5 - 打印与预视（第12章）：Step1 已有打印和预视能力，这当然归功于CScribbleView::OnDraw。现在要加强的是更细致的打印能力，包括表

头、表尾、页码、映射模式等等。坐标系统（也就是映射模式，Mapping Mode）的选择，关系到是否能够「所见即所得」。为了这个目的，必须使用能够反应真实世界之尺寸（如英寸、公分）的映像模式，本例使用 MM_LOENGLISH，每个逻辑单位0.01 英寸。

我们也在本版中学习如何设定文件的大小。有了大小，才能够在打印时做分页动作。

Graph 范例程序（第13 章）：这个程序示范如何在静态分裂窗口的不同窗口中，以不同的方式（本例为长条图、点状图和文字形式）显示同一份资料。

Text 范例程序（第13 章）：这个程序示范如何在同一份Document 的各个「同源view 窗口」中，以不同的显示方法表现同一份资料，做到一体数面。

Graph2 范例程序（第13 章）：这个程序示范如何为程序加上第二个Document 类型。其间关系到新的Document，新的View，新的UI。

MltiThrd 范例程序（第14 章）：这是第 1 章的同名程序的MFC 版。我只示范MFC 多线程程序的架构，原Mltithrd 程序的绘图部份留给读者练习。

Top 范例程序（第15 章）：示范如何量身定做一个属于自己的AppWizard。我的这个Top Studio AppWizard 架在系统的MFC AppWizard 之上，增加一个开发步骤，询问程序员名称及其简单声明，然后就会在每一个产生出来的原始码文件最前端加上一段固定格式的说明文字。

ComTest 范例程序（第16 章）：此程序示范使用Component Gallery 中的三个components：Splash Screen、SysInfo、Tip Of The Day。

OcxTest 范例程序（第16 章）：此程序示范使用Component Gallery 中的Grid ActiveX control。

与前版本之差异

深入浅出MFC 第二版与前一版本之重大差异在于：

1. 软件工具由Visual C++ 4.0 改为Visual C++ 5.0，影响所及，第4章「Visual C++ - 整合性软件开发环境」之内容改变极大。全书之中有关于MFC 内部动作逻辑及其源代码的变动不多，因为Visual C++ 5.0 中的MFC 版本还维持在4.2。
2. 第1章增加Console 程序设计，以及Win32 多线程程序实例Mltithrd。
3. 第2章增加「四种不同的对象生存方式」一节。
4. 第3章去除原有之Frame5 程序（该程序以MFC 2.5 的技术仿真Dynamic Creation）。
5. 第4章全部改为Visual C++ 5.0 使用画面，并在最后增加一节「Console 程序的项目管理」。
6. 第6章增加「奇怪的窗口类别名称Afx:x:y:z:w」一节，以及增加Hello 程序对idle time 的处理。
7. 增加14~16 三章。
8. 附录A 增加<无责任书评/侯捷先生> 的「MFC 四大天王」一文。
9. 附录D 由原先之「OWL 程序设计一览」，改为「以MFC 重建DBWIN」。

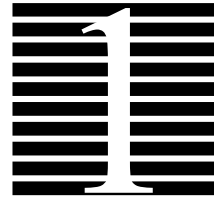
本书第一版之Scribble 程序自step1（加了*CStroke*）之后，即无法在Visual C++ 4.2 和Visual C++ 5.0 上顺利编译。原因出在VC++ 4.2 和VC++ 5.0 似乎未能支持"forward declaration of data structure class"（但是我怀疑VC++ 怎么会走退步？是不是有什么选项可以设定）。无论如何，只要将*CStroke* 的声明搬移到SCRIBBLEDOC.H 的最前面，然后再接续*CScribbleDoc* 的声明，即可顺利编译。请阅读本书第8章「*CScribbleDoc* 的修改」一节之中于SCRIBBLEDOC.H 源代码列表后的一段说明（#477 页）。

如何联络作者

我非常乐意和本书的所有读者沟通，接受您对本书以及对我的指正和建议。请将沟通内容局限在对书籍、对知识的看法，以及对本书误谬之指正和建议上面，请勿要求我为您解决技术问题（例如您的程序臭虫或您的项目瓶颈）。如果只是单纯地想和我交个朋友聊聊天，我更倍感荣幸。

我的Email 地址是 jjhou@ccca.nctu.edu.tw

我的永久通讯址是新竹市建中一路39号13楼之二（FAX：03-5733976）



勿在浮砂筑高台



第一篇 勿在浮砂築高台

Win32 基本程序观念

程序设计领域里，每一个人都想飞。

但是，还没学会走之前，连跑都别想！

虽然这是一本深入讲解MFC 程序设计的书，我仍坚持要安排这第一章，介绍Win32 的基本程序设计原理（也就是所谓的SDK 程序设计原理）。

从来不曾学习过在「事件驱动（event driven）系统」中撰写「以消息为基础（message based）之应用程序」者，能否一步跨入MFC 领域，直接以application framework 开发Windows 程序，我一直抱持怀疑的态度。虽然有了MFC（或任何其它的application framework），你可以继承一整组类别，从而快速得到一个颇具规模的程序，但是Windows 程序的运作本质（Message Based，Event Driven）从来不曾也不会改变。如果你不能了解其髓，空有其皮其肉或其骨，是不可能有所精进的，即使能够操控wizard，充其量却也只是个puppet，对于手上的程序代码，没有自主权。

我认为学习MFC 之前，必要的基础是，对于Windows 程序的事件驱动特性的了解（包括消息的产生、获得、分派、判断、处理），以及对C++ 多态（polymorphism）的精确体会。本章所提出的，是我对第一项必要基础的探讨，你可以从中获得关于Windows 程序的诞生与死亡，以及多任务环境下程序之间共存的概念。至于第二项基础，将由第二章为你夯实。

让我再强调一遍，本章就是我认为Windows 程序设计者一定要知道的基础知识。一个连这些基础都不清楚的人，不能要求自己冒冒然就开始用Visual C++、用MFC、用对象导向的方式去设计一个你根本就不懂其运作原理的程序。

还没学会走之前，不要跑！

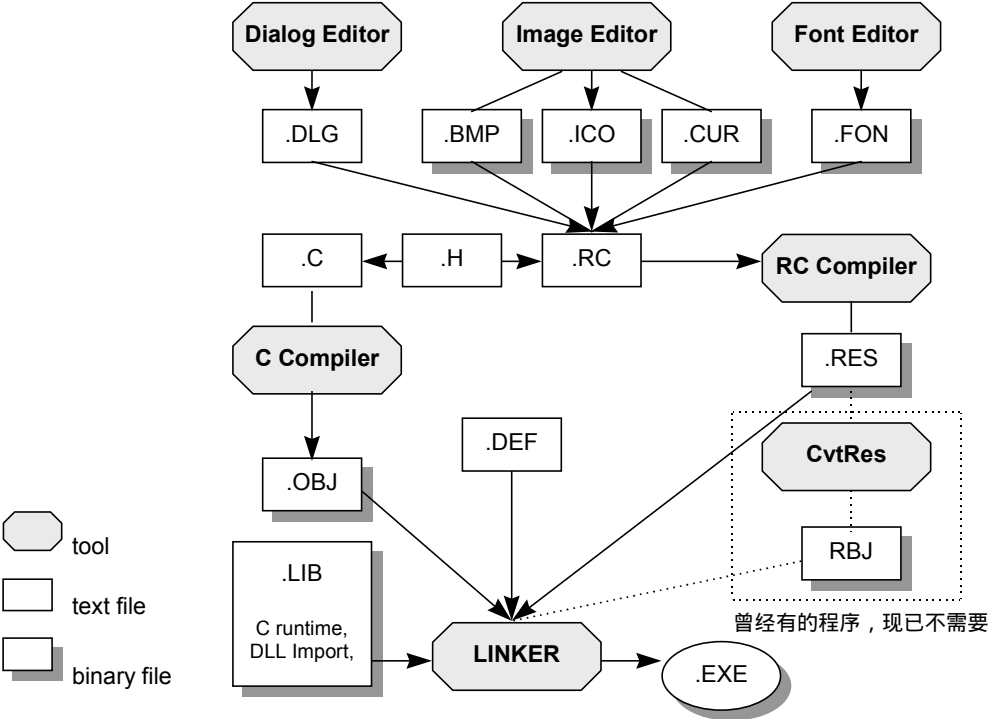


图 1-1 一个32位Windows SDK 程序的开发流程

Win32 程序开发流程

Windows 程序分为「程序代码」和「UI (User Interface) 资源」两大部份，两部份最后以RC编译器整合为一个完整的EXE文件(图1-1)。所谓UI资源是指功能菜单、对话框外貌、程序图标、光标形状等等东西。这些UI资源的实际内容(二进制代码)系借助各种工具产生，并以各种扩展名存在，如.ico、.bmp、.cur等等。程序员必须在一个所谓的资源描述档(.rc)中描述它们。RC编译器(RC.EXE)读取RC档的描述后将所有UI资源档集中制作出一个.RES档，再与程序代码结合在一起，这才是一个完整的Windows可执行档。

需要什么函数库(.LIB)

众所周知Windows支持动态联结。换句话说，应用程序所调用的Windows API函数是在「执行时期」才联结上的。那么，「联结时期」所需的函数库做什么用？有哪些？并不是延伸档名为.dll者才是动态联结函数库(DLL, Dynamic Link Library)，事实上.exe、.dll、.fon、.mod、.drv、.ocx都是所谓的动态联结函数库。

Windows程序调用的函数可分为C Runtimes以及Windows API两大部份。早期的C Runtimes并不支持动态联结，但Visual C++ 4.0之后已支持，并且在32位操作系统中已不再有small/medium/large等内存模式之分。以下是它们的命名规则与使用时机：

LIBC.LIB - 这是C Runtime 函数库的静态联结版本。

MSVCRT.LIB - 这是C Runtime 函数库动态联结版本(MSVCRT40.DLL)的import 函数库。如果联结此一函数库，你的程序执行时必须有MSVCRT40.DLL在场。

另一组函数，Windows API，由操作系统本身(主要是Windows 三大模块GDI32.DLL和USER32.DLL和KERNEL32.DLL)提供(注)。虽说动态联结是在执行时期才发生「联

结」事实，但在联结时期，联结器仍需先为调用者（应用程序本身）准备一些适当的信息，才能够在执行时期顺利「跳」到DLL 执行。如果该API 所属之函数库尚未加载，系统也才因此知道要先行加载该函数库。这些适当的信息放在所谓的「import 函数库」中。32 位Windows 的三大模块所对应的import 函数库分别为GDI32.LIB 和USER32.LIB 和KERNEL32.LIB。

注：谁都知道，Windows 95 是16/32 位的混合体，所以旗下除了32 位的GDI32.DLL、USER32.DLL 和KERNEL32.DLL，又有16 位的GDI.EXE、USER.EXE 和KRNL386.EXE。32 位和16 位两组DLLs 之间以所谓的thunking layer 沟通。站在纯粹APIs 使用者的立场，目前我们不必太搭理这个事实。

Windows 发展至今，逐渐加上的一些新的API 函数（例如Common Dialog、ToolHelp）并不放在GDI 和USER 和KERNEL 三大模块中，而是放在诸如COMMDLG.DLL、TOOLHELP.DLL 之中。如果要使用这些APIs，联结时还得加上这些DLLs 所对应的import 函数库，诸如COMDLG32.LIB 和TH32.LIB。

很快地，在稍后的范例程序j \$Genericj 的makefile 中，你就可以清楚看到联结时期所需的各式各样函数库（以及各种联结器选项）。

需要什么头文件（.H）

所有Windows 程序都必须包含WINDOWS.H。早期这是一个巨大的头文件，大约有5000 行左右，Visual C++ 4.0 已把它切割为各个较小的文件，但还以WINDOWS.H 总括之。除非你十分清楚什么API 动作需要什么头文件，否则为求便利，单单一个WINDOWS.H 也就是了。

不过，WINDOWS.H 只照顾三大模块所提供的API 函数，如果你用到其它system DLLs，例如COMMDLG.DLL 或MAPI.DLL 或TAPI.DLL 等等，就得包含对应的头文件，例如COMMDLG.H 或MAPI.H 或TAPI.H 等等。

以消息为基础，以事件驱动之 (message based, event driven)

Windows 程序的进行系依靠外部发生的事件来驱动。换句话说，程序不断等待（利用一个while 回路），等待任何可能的输入，然后做判断，然后再做适当的处理。上述的「输入」是由操作系统捕捉到之后，以消息形式（一种数据结构）进入程序之中。操作系统如何捕捉外围设备（如键盘和鼠标）所发生的事件呢？噢，USER 模块掌管各个外围的驱动程序，它们各有侦测回路。

如果把应用程序获得的各种「输入」分类，可以分为由硬件装置所产生的消息（如鼠标移动或键盘被按下），放在系统队列（system queue）中，以及由Windows 系统或其它Windows 程序传送过来的消息，放在程序队列（application queue）中。以应用程序的眼光来看，消息就是消息，来自哪里或放在哪里其实并没有太大区别，反正程序调用 GetMessage API 就取得一个消息，程序的生命靠它来推动。所有的GUI 系统，包括UNIX 的X Window 以及OS/2 的Presentation Manager，都像这样，是以消息为基础的事件驱动系统。

可想而知，每一个Windows 程序都应该有一个回路如下：

```
MSG msg;
while (GetMessage(&msg, NULL, NULL, NULL)) {
    TranslateMessage(&msg);
    DispatchMessage(&msg);
}
```

// 以上出现的函数都是Windows API 函数

消息，也就是上面出现的MSG 结构，其实是Windows 内定的一种资料格式：

```
/* Queued message structure */
    typedef struct tagMSG
    {
        HWND hwnd;
        UINT message; // WM_xxx, 例如WM_MOUSEMOVE, WM_SIZE...
        WPARAM wParam;
        LPARAM lParam;
        DWORD time;
        POINT pt;
    } MSG;
```

接受并处理消息的主角就是窗口。每一个窗口都应该有一个函数负责处理消息，程序员必须负责设计这个所谓的「窗口函数」(window procedure，或称为window function)。如果窗口获得一个消息，这个窗口函数必须判断消息的类别，决定处理的方式。以上就是Windows 程序设计最重要的观念。至于窗口的产生与显示，十分简单，有专门的API 函数负责。稍后我们就会看到Windows 程序如何把这消息的取得、分派、处理动作表现出来。

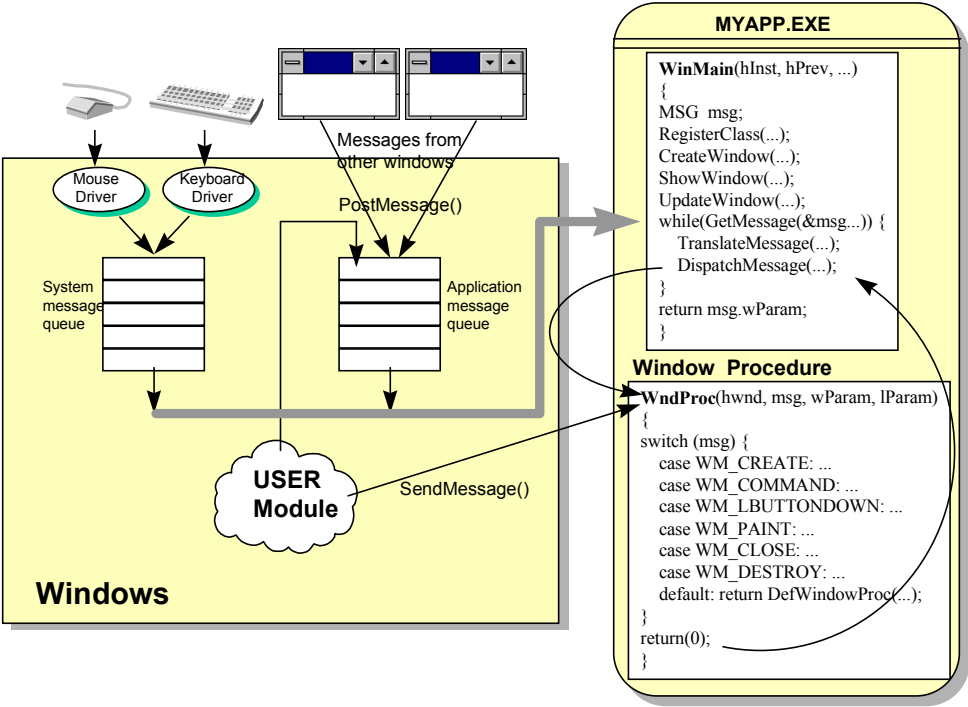


图1-2 Windows 程序的本体与操作系统之间的关系。

一个具体而微的Win32 程序

许多相关书籍或文章尝试以各种方式简化Windows 程序的第一步，因为单单一个Hello 程序就要上百行，怕把大家吓坏了。我却宁愿各位早一点接触正统写法，早一点看到全貌。Windows 的东西又多又杂，早一点一窥全貌是很有必要的。而且你会发现，经过有条理的讲解之后，程序代码的多寡其实构不成什么威胁（否则无字天书最适合程序员阅读）。再说，上百行程序代码哪算得了什么！

你可以从图1-2 得窥Win32 应用程序的本体与操作系统之间的关系。Win32 程序中最具代表意义的动作已经在该图显示出来，完整的程序代码展示于后。本章后续讨论都围绕着此一程序。

稍后会出现一个makefile。关于makefile 的语法，可能已经不再为大家所熟悉了。我想我有必要做个说明。

所谓makefile，就是让你能够设定某个文件和某个文件相比-- 比较其产生日期。由其比较结果来决定要不要做某些你所指定的动作。例如：

```
generic.res : generic.rc generic.h
rc generic.rc
```

意思就是拿冒号（:）左边的generic.res 和冒号右边的generic.rc 和generic.h 的文件日期相比。只要右边任一文件比左边的文件更新，就执行下一行所指定的动作。这动作可以是任何命令列动作，本例为rc generic.rc。

因此，我们就可以把不同文件间的依存关系做一个整理，以makefile 语法描述，以产生必要的编译、联结动作。makefile 必须以NMAKE.EXE（Microsoft 工具）或MAKE.EXE（Borland 工具）处理之，或其它编译器套件所附的同等工具（可能也叫做MAKE.EXE）处理之。

Generic.mak (请在DOS 窗口中执行nmake generic.mak。环境设定请参考p.224)

```
#0001 # filename : generic.mak
#0002 # make file for generic.exe (Generic Windows Application)
#0003 # usage : nmake generic.mak (Microsoft C/C++ 9.00) (Visual C++ 2.x)
#0004 # usage : nmake generic.mak (Microsoft C/C++ 10.00) (Visual C++ 4.0)
#0005
#0006 all: generic.exe
#0007
#0008 generic.res : generic.rc generic.h
#0009     rc generic.rc
#0010
#0011 generic.obj : generic.c generic.h
#0012     cl -c -W3 -Gz -D_X86_ -DWIN32 generic.c
#0013
#0014 generic.exe : generic.obj generic.res
#0015     link /MACHINE:I386 -subsystem:windows generic.res generic.obj \
#0016         libc.lib kernel32.lib user32.lib gdi32.lib
```

Generic.h

```
#0001 //-----
#0002 // 档名 : generic.h
#0003 //-----
#0004 BOOL InitApplication(HANDLE);
#0005 BOOL InitInstance(HANDLE, int);
#0006 LRESULT CALLBACK WndProc(HWND, UINT, WPARAM, LPARAM);
#0007 LRESULT CALLBACK About(HWND, UINT, WPARAM, LPARAM);
```

Generic.c (粗体代表Windows API 函数或宏)

```
#0001 //-----
#0002 // Generic - Win32 程序的基础写法
#0003 // Top Studio * J.J.Hou
#0004 // 档名: generic.c
#0005 // 作者: 侯俊杰
#0006 // 编译联结: 请参考generic.mak
#0007 //-----
#0008
#0009 #include <windows.h> // 每一个 Windows 程序都需要包含此档
#0010 #include "resource.h" // 内含各个 resource IDs
#0011 #include "generic.h" // 本程序之含入档
#0012
#0013 HINSTANCE _hInst; // Instance handle
#0014 HWND _hWnd;
```

```

#0015
#0016 char _szAppName[] = "Generic";    // 程序名称
#0017 char _szTitle[]   = "Generic Sample Application"; // 窗口标题
#0018
#0019 //-----
#0020 // WinMain - 程序进入点
#0021 //-----
#0022 int CALLBACK WinMain(HINSTANCE hInstance, HINSTANCE hPrevInstance,
#0023                     LPSTR lpCmdLine,    int nCmdShow)
#0024 {
#0025     MSG msg;
#0026
#0027     UNREFERENCED_PARAMETER(lpCmdLine);    // 避免编译时的警告
#0028
#0029     if (!hPrevInstance)
#0030         if (!InitApplication(hInstance))
#0031             return (FALSE);
#0032
#0033     if (!InitInstance(hInstance, nCmdShow))
#0034         return (FALSE);
#0035
#0036     while (GetMessage(&msg, NULL, 0, 0)) {
#0037         TranslateMessage(&msg);
#0038         DispatchMessage(&msg);
#0039     }
#0040
#0041     return (msg.wParam); // 传回 PostQuitMessage 的参数
#0042 }
#0043 //-----
#0044 // InitApplication - 注册窗口类别
#0045 //-----
#0046 BOOL InitApplication(HINSTANCE hInstance)
#0047 {
#0048     WNDCLASS wc;
#0049
#0050     wc.style          = CS_HREDRAW | CS_VREDRAW;
#0051     wc.lpfnWndProc    = (WNDPROC)WndProc;    // 窗口函数
#0052     wc.cbClsExtra     = 0;
#0053     wc.cbWndExtra     = 0;
#0054     wc.hInstance      = hInstance;
#0055     wc.hIcon           = LoadIcon(hInstance, "jjhouricon");
#0056     wc.hCursor        = LoadCursor(NULL, IDC_ARROW);
#0057     wc.hbrBackground  = GetStockObject(WHITE_BRUSH); // 窗口背景颜色
#0058     wc.lpszMenuName   = "GenericMenu";    // .RC 所定义的菜单
#0059     wc.lpszClassName  = _szAppName;
#0060

```

```

#0061     return (RegisterClass(&wc));
#0062 }
#0063 //-----
#0064 // InitInstance - 产生窗口
#0065 //-----
#0066 BOOL InitInstance(HINSTANCE hInstance, int nCmdShow)
#0067 {
#0068     _hInst = hInstance; // 存储为全局变量，方便使用
#0069
#0070     _hWnd = CreateWindow(
#0071         _szAppName,
#0072         _szTitle,
#0073         WS_OVERLAPPEDWINDOW,
#0074         CW_USEDEFAULT,
#0075         CW_USEDEFAULT,
#0076         CW_USEDEFAULT,
#0077         CW_USEDEFAULT,
#0078         NULL,
#0079         NULL,
#0080         hInstance,
#0081         NULL
#0082     );
#0083
#0084     if (!_hWnd)
#0085         return (FALSE);
#0086
#0087     ShowWindow(_hWnd, nCmdShow); // 显示窗口
#0088     UpdateWindow(_hWnd);        // 送出 WM_PAINT
#0089     return (TRUE);
#0090 }
#0091 //-----
#0092 // WndProc - 窗口函数
#0093 //-----
#0094 LRESULT CALLBACK WndProc(HWND hWnd,     UINT message,
#0095                          WPARAM wParam, LPARAM lParam)
#0096 {
#0097     int wmId, wmEvent;
#0098
#0099     switch (message) {
#0100         case WM_COMMAND:
#0101
#0102             wmId    = LOWORD(wParam);
#0103             wmEvent  = HIWORD(wParam);
#0104
#0105             switch (wmId) {
#0106                 case IDM_ABOUT:

```

```

#0107         DialogBox(_hInst,          // Winmain第一个参数, 应用程序的实例句柄
#0108             "AboutBox",           // 对话框资源名称
#0109             hWnd,                  // 父窗口
#0110             (DLGPROC)About        //对话框函数名称
#0111             );
#0112         break;
#0113
#0114         case IDM_EXIT:
#0115             // 使用者想结束程序。处理方式与 WM_CLOSE 相同
#0116             DestroyWindow (hWnd);
#0117             break;
#0118
#0119         default:
#0120             return (DefWindowProc(hWnd, message, wParam, lParam));
#0121     }
#0122     break;
#0123
#0124     case WM_DESTROY: // 窗口已经被摧毁 (程序即将结束) 。
#0125         PostQuitMessage(0);
#0126         break;
#0127
#0128     default:
#0129         return (DefWindowProc(hWnd, message, wParam, lParam));
#0130     }
#0131     return (0);
#0132 }
#0133 //-----
#0134 // About -对话框函数
#0135 //-----
#0136 LRESULT CALLBACK About(HWND hDlg,      UINT message,
#0137                         WPARAM wParam, LPARAM lParam)
#0138 {
#0139     UNREFERENCED_PARAMETER(lParam);    // 避免编译时的警告
#0140
#0141     switch (message) {
#0142     case WM_INITDIALOG:
#0143         return (TRUE);    // TRUE 表示我已处理过这个消息
#0144
#0145     case WM_COMMAND:
#0146         if (LOWORD(wParam) == IDOK
#0147             || LOWORD(wParam) == IDCANCEL) {
#0148             EndDialog(hDlg, TRUE);
#0149             return (TRUE); // TRUE 表示我已处理过这个消息
#0150         }
#0151         break;
#0152     }

```

```
#0153     return (FALSE); // FALSE 表示我没有处理这个消息
#0154 }
```

Generic.rc

```
#0001 //-----
#0002 // 档名 : generic.rc
#0003 //-----
#0004 #include "windows.h"
#0005 #include "resource.h"
#0006
#0007 jjhouricon ICON    DISCARDABLE    "jjhour.ico"
#0008
#0009 GenericMenu MENU DISCARDABLE
#0010 BEGIN
#0011     POPUP "&File"
#0012     BEGIN
#0013         MENUITEM "&New",            IDM_NEW, GRAYED
#0014         MENUITEM "&Open...",        IDM_OPEN, GRAYED
#0015         MENUITEM "&Save",            IDM_SAVE, GRAYED
#0016         MENUITEM "Save &As...",    IDM_SAVEAS, GRAYED
#0017         MENUITEM SEPARATOR
#0018         MENUITEM "&Print...",        IDM_PRINT, GRAYED
#0019         MENUITEM "P&rint Setup...", IDM_PRINTSETUP, GRAYED
#0020         MENUITEM SEPARATOR
#0021         MENUITEM "E&xit",            IDM_EXIT
#0022     END
#0023     POPUP "&Edit"
#0024     BEGIN
#0025         MENUITEM "&Undo\tCtrl+Z",    IDM_UNDO, GRAYED
#0026         MENUITEM SEPARATOR
#0027         MENUITEM "Cu&t\tCtrl+X",    IDM_CUT, GRAYED
#0028         MENUITEM "&Copy\tCtrl+C",    IDM_COPY, GRAYED
#0029         MENUITEM "&Paste\tCtrl+V",   IDM_PASTE, GRAYED
#0030         MENUITEM "Paste &Link",     IDM_LINK, GRAYED
#0031         MENUITEM SEPARATOR
#0032         MENUITEM "Lin&ks...",       IDM_LINKS, GRAYED
#0033     END
#0034     POPUP "&Help"
#0035     BEGIN
#0036         MENUITEM "&Contents",        IDM_HELPCONTENTS, GRAYED
#0037         MENUITEM "&Search for Help On...", IDM_HELPSEARCH, GRAYED
#0038         MENUITEM "&How to Use Help",  IDM_HELPHELP, GRAYED
#0039         MENUITEM SEPARATOR
#0040         MENUITEM "&About Generic...", IDM_ABOUT
#0041     END
```



```

#0042 END
#0043
#0044 AboutBox DIALOG DISCARDABLE 22, 17, 144, 75
#0045 STYLE DS_MODALFRAME | WS_CAPTION | WS_SYSMENU
#0046 CAPTION "About Generic"
#0047 BEGIN
#0048     CTEXT "Windows 95", -1,0, 5,144,8
#0049     CTEXT "Generic Application",-1,0,14,144,8
#0050     CTEXT "Version 1.0", -1,0,34,144,8
#0051     DEFPUSHBUTTON "OK", IDOK,53,59,32,14,WS_GROUP
#0052 END

```

程序进入点 WinMain

main 是一般C 程序的进入点：

```

int main(int argc, char *argv[ ], char *envp[ ]);
{
...
}

```

WinMain 则是Windows 程序的进入点：

```

int CALLBACK WinMain(HINSTANCE hInstance, HINSTANCE hPrevInstance,
                    LPSTR lpCmdLine, int nCmdShow)
{
...
}
// 在Win32 中CALLBACK 被定义为__stdcall，是一种函数调用习惯，关系到
// 参数挤压到堆栈的次序，以及处理堆栈的责任归属。其它的函数调用习惯还有
// _pascal 和_cdecl

```

当Windows 的「外壳」（shell，例如Windows 3.1 的程序管理员或Windows 95 的文件总管）侦测到使用者意欲执行一个Windows 程序，于是调用加载器把该程序加载，然后调用C startup code，后者再调用*WinMain*，开始执进程序。*WinMain* 的四个参数由操作系统传递进来。

窗口类别之注册与窗口之诞生

一开始，Windows 程序必须做些初始化工作，为的是产生应用程序的工作舞台：窗口。这没有什么困难，因为API 函数 *CreateWindow* 完全包办了整个巨大的工程。但是窗口产生之前，其属性必须先设定好。所谓属性包括窗口的「外貌」和「行为」，一个窗口的边框、颜色、标题、位置等等就是其外貌，而窗口接收消息后的反应就是其行为（具体地说就是指窗口函数本身）。程序必须在产生窗口之前先利用API 函数 *RegisterClass* 设定属性（我们称此动作为注册窗口类别）。*RegisterClass* 需要一个大型数据结构 *WNDCLASS* 做为参数，*CreateWindow* 则另需要11 个参数。

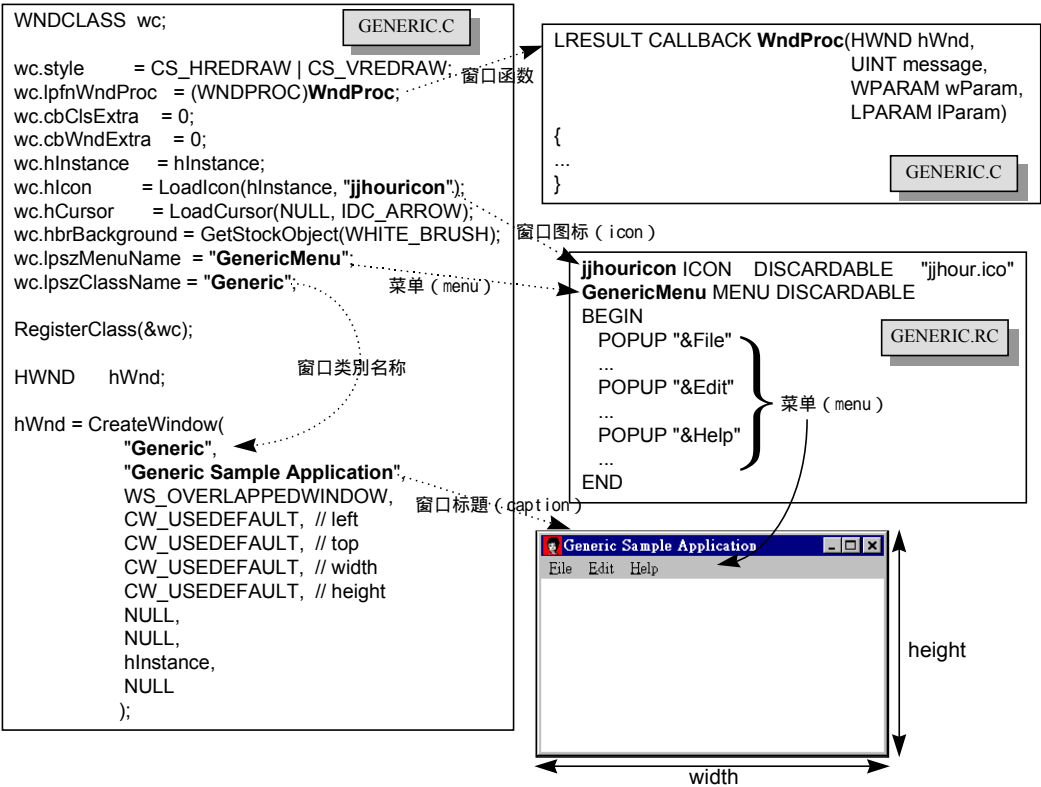


图 1-3 RegisterClass 与 CreateWindow

从图1-3可以清楚看出一个窗口类别牵扯的范围多么广泛，其中`wc.lpfnWndProc`所指定的函数就是窗口的行为中枢，也就是所谓的窗口函数。注意，`CreateWindow`只产生窗口，并不显示窗口，所以稍后我们必须再利用`ShowWindow`将之显示在屏幕上。又，我们希望先传送个`WM_PAINT`给窗口，以驱动窗口的绘图动作，所以调用`UpdateWindow`。消息传递的观念暂且不表，稍后再提。

请注意，在Generic程序中，`RegisterClass`被我包装在`InitApplication`函数之中，`CreateWindow`则被我包装在`InitInstance`函数之中。这种安排虽非强制，却很普遍：

```
int CALLBACK WinMain(HINSTANCE hInstance, HINSTANCE hPrevInstance,
LPSTR lpCmdLine, int nCmdShow)
{
    if (!hPrevInstance)
        if (!InitApplication(hInstance))
            return (FALSE);
    if (!InitInstance(hInstance, nCmdShow))
        return (FALSE);
    ...
}

//-----
BOOL InitApplication(HINSTANCE hInstance)
{
    WNDCLASS wc;
    ...
    return (RegisterClass(&wc));
}

//-----
BOOL InitInstance(HINSTANCE hInstance, int nCmdShow)
{
    _hWnd = CreateWindow(...);
    ...
}
```

两个函数（`InitApplication`和`InitInstance`）的名称别具意义：

在Windows 3.x时代，窗口类别只需注册一次，即可供同一程序的后续每一个执行实例（instance）使用（之所以能够如此，是因为所有进程共在一个地址空间中），所以我们将`RegisterClass`这个动作安排在「只有第一个执行个体才会

进入」的 *InitApplication* 函数中。至于此一进程是否是某个程序的第一个执行实例，可由 *WinMain* 的参数 *hPrevInstance* 判断之；其值由系统传入。

产生窗口，是每一个执行实例（instance）都得做的动作，所以我们将

CreateWindow 这个动作安排在「任何执行实例都会进入」的 *InitInstance* 函数中。

以上情况在 Windows NT 和 Windows 95 中略有变化。由于 Win32 程序的每一个执行实例（instance）有自己的地址空间，共享同一窗口类别已不可能。但是由于 Win32 系统令 *hPrevInstance* 永远为 0，所以我们仍然得以把 *RegisterClass* 和 *CreateWindow* 按旧习惯安排。既符合了新环境的要求，又兼顾到了旧源代码的兼容。

InitApplication 和 *InitInstance* 只不过是两个自定函数，为什么我要对此振振有词呢？原因是 MFC 把这两个函数包装成 *CWinApp* 的两个虚拟成员函数。第 6 章「MFC 程序的生与死」对此有详细解释。

消息循环

初始化工作完成后，*WinMain* 进入所谓的消息循环：

```
while (GetMessage(&msg,...)) {  
    TranslateMessage(&msg); // 转换键盘消息  
    DispatchMessage(&msg); // 分派消息  
}
```

其中的 *TranslateMessage* 是为了将键盘消息转化，*DispatchMessage* 会将消息传给窗口函数去处理。没有指定函数名称，却可以将消息传送过去，岂不是很玄？这是因为消息发生之时，操作系统已根据当时状态，为它标明了所属窗口，而窗口所属之窗口类别又已经明白标示了窗口函数（也就是 *wc.lpfnWndProc* 所指定的函数），所以 *DispatchMessage* 自有脉络可寻。请注意图 1-2 所示，*DispatchMessage* 经过 USER 模块的协助，才把消息交到窗口函数手中。

消息循环中的 *GetMessage* 是 Windows 3.x 非强制性（non-preemptive）多任务的关键。应用程序藉由此动作，提供了释放控制权的机会：如果消息队列上没有属于我的消息，我就把机会让给别人。透过程序之间彼此协调让步的方式，达到多任务能力。Windows 95 和

Windows NT 具备强制性 (preemptive) 多任务能力，不再非靠 *GetMessage* 释放CPU 控制权不可，但程序写法依然不变，因为应用程序仍然需要靠消息推动。它还是需要抓消息！

窗口的生命中枢：窗口函数

消息循环中的 *DispatchMessage* 把消息分配到哪里呢？它透过USER 模块的协助，送到该窗口的窗口函数去了。窗口函数通常利用 *switch/case* 方式判断消息种类，以决定处置方式。由于它是被Windows 系统所调用的（我们并没有在应用程序任何地方调用此函数），所以这是一种call back 函数，意思是指「在你的程序中，被Windows 系统调用」的函数。这些函数虽然由你设计，但是永远不会也不该被你调用，它们是为Windows 系统准备的。

程序进行过程中，消息由输入装置，经由消息循环的抓取，源源传送给窗口并进而送到窗口函数去。窗口函数的体积可能很庞大，也可能很精简，依该窗口感兴趣的消息数量多寡而定。至于窗口函数的形式，相当一致，必然是：

```
LRESULT CALLBACK WndProc(HWND hWnd,
                           UINT message,
                           WPARAM wParam,
                           LPARAM lParam)
```

注意，不论什么消息，都必须被处理，所以 *switch/case* 指令中的 *default* 处必须调用 *DefWindowProc*，这是Windows 内部预设的消息处理函数。

窗口函数的 *wParam* 和 *lParam* 的意义，因消息之不同而异。*wParam* 在16 位环境中是16 位，在32 位环境中是32 位。因此，参数内容（格式）在不同操作环境中就有了变化。

我想很多人都会问这个问题：为什么Windows Programming Modal 要把窗口函数设计为一个call back 函数？为什么不让程序在抓到消息（*GetMessage*）之后直接调用它就好了？原因是，除了你需要调用它，有很多时候操作系统也要调用你的窗口函数（例如当

某个消息产生或某个事件发生)。窗口函数设计为callback形式，才能开放出一个接口给操作系统调用。

消息映射 (Message Map) 的雏形

有没有可能把窗口函数的内容设计得更模块化、更一般化些？下面是一种作法。请注意，以下作法是MFC「消息映射表格」(第9章)的雏形，我所采用的结构名称和变量名称，都与MFC相同，藉此让你先有个暖身。

首先，定义一个MSGMAP_ENTRY结构和一个dim宏：

```
struct MSGMAP_ENTRY {  
    UINT nMessage;  
    LONG (*pfn)(HWND, UINT, WPARAM, LPARAM);  
};  
#define dim(x) (sizeof(x) / sizeof(x[0]))
```

请注意MSGMAP_ENTRY的第二元素pfn是一个函数指针，我准备以此指针所指之函数处理nMessage消息。这正是对象导向观念中把「资料」和「处理资料的方法」封装起来的一种具体实现，只不过我们用的不是C++语言。

接下来，组织两个数组_messageEntries[]和_commandEntries[]，把程序中欲处理的消息以及消息处理例程的关联性建立起来：

```
// 消息与处理例程之对照表格  
struct MSGMAP_ENTRY _messageEntries[] =  
{  
    WM_CREATE, OnCreate,  
    WM_PAINT, OnPaint,  
    WM_SIZE, OnSize,  
    WM_COMMAND, OnCommand,  
    WM_SETFOCUS, OnSetFocus,  
    WM_CLOSE, OnClose,  
    WM_DESTROY, OnDestroy,  
};
```

这是消息 这是消息处理例程

```

// Command-ID 与处理例程之对照表格
struct MSGMAP_ENTRY _commandEntries =
{
    IDM_ABOUT,      OnAbout,
    IDM_FILEOPEN,   OnFileOpen,
    IDM_SAVEAS,     OnSaveAs,
};
这是WM_COMMAND 命令项这是命令处理例程

```

于是窗口函数可以这么设计：

```

//-----
// 窗口函数
//-----
LRESULT CALLBACK WndProc(HWND hWnd,      UINT message,
                          WPARAM wParam, LPARAM lParam)
{
    int i;

    for(i=0; i < dim(_messageEntries); i++) { // 消息对照表
        if (message == _messageEntries[i].nMessage)
            return((*_messageEntries[i].pfn)(hWnd, message, wParam, lParam));
    }
    return(DefWindowProc(hWnd, message, wParam, lParam));
}
//-----
// OnCommand --专门处理 WM_COMMAND
//-----
LONG OnCommand(HWND hWnd, UINT message,
               WPARAM wParam, LPARAM lParam)
{
    int i;

    for(i=0; i < dim(_commandEntries); i++) { // 命令项目对照表
        if (LOWORD(wParam) == _commandEntries[i].nMessage)
            return((*_commandEntries[i].pfn)(hWnd, message, wParam, lParam));
    }
    return(DefWindowProc(hWnd, message, wParam, lParam));
}
//-----
LONG OnCreate(HWND hWnd, UINT wMsg, UINT wParam, LONG lParam)
{
    ...
}

```

```
//-----
LONG OnAbout(HWND hWnd, UINT wMsg, UINT wParam, LONG lParam)
{
    ...
}
//-----
```

这么一来，*WndProc* 和 *OnCommand* 永远不必改变，每有新要处理的消息，只要在 *_messageEntries[]* 和 *_commandEntries[]* 两个数组中加上新元素，并针对新消息撰写新的处理例程即可。

这种观念以及作法就是MFC的Message Map的雏形。MFC把其中的动作包装得更好更精致（当然因此也就更复杂得多），成为一张庞大的消息地图；程序一旦获得消息，就可以按图上溯，直到被处理为止。我将在第3章简单仿真MFC的Message Map，并在第9章「消息映射与绕行」中详细探索其完整内容。

对话框的运作

Windows的对话框依其与父窗口的关系，分为两类：

1. 「令其父窗口除能，直到对话框结束」，这种称为modal对话框。
2. 「父窗口与对话框共同运行」，这种称为modeless对话框。

比较常用的是modal对话框。我就以Generic的「About」对话框做为说明范例。

为了做出一个对话框，程序员必须准备两样东西：

1. 对话框模板（dialog template）。这是在RC文件中定义的一个对话框外貌，以各种方式决定对话框的大小、字形、内部有哪些控制组件、各在什么位置...等等。
2. 对话框函数（dialog procedure）。其类型非常类似窗口函数，但是它通常只处理 *WM_INITDIALOG* 和 *WM_COMMAND* 两个消息。对话框中的各个控制组件也都是小小窗口，各有自己的窗口函数，它们以消息与其管理者（父窗口，也就是对话框）沟通。而所有的控制组件传来的消息都是 *WM_COMMAND*，再由其参数分辨哪一种控制组件以及哪一种通告（notification）。

Modal 对话框的激活与结束，靠的是 *DialogBox* 和 *EndDialog* 两个 API 函数。请看

图 1-4。

对话框处理过消息之后，应该传回 *TRUE*；如果未处理消息，则应该传回 *FALSE*。这是因为你的对话框函数之上层还有一个系统提供的预设对话框函数。如果你传回 *FALSE*，该预设对话框函数就会接手处理。

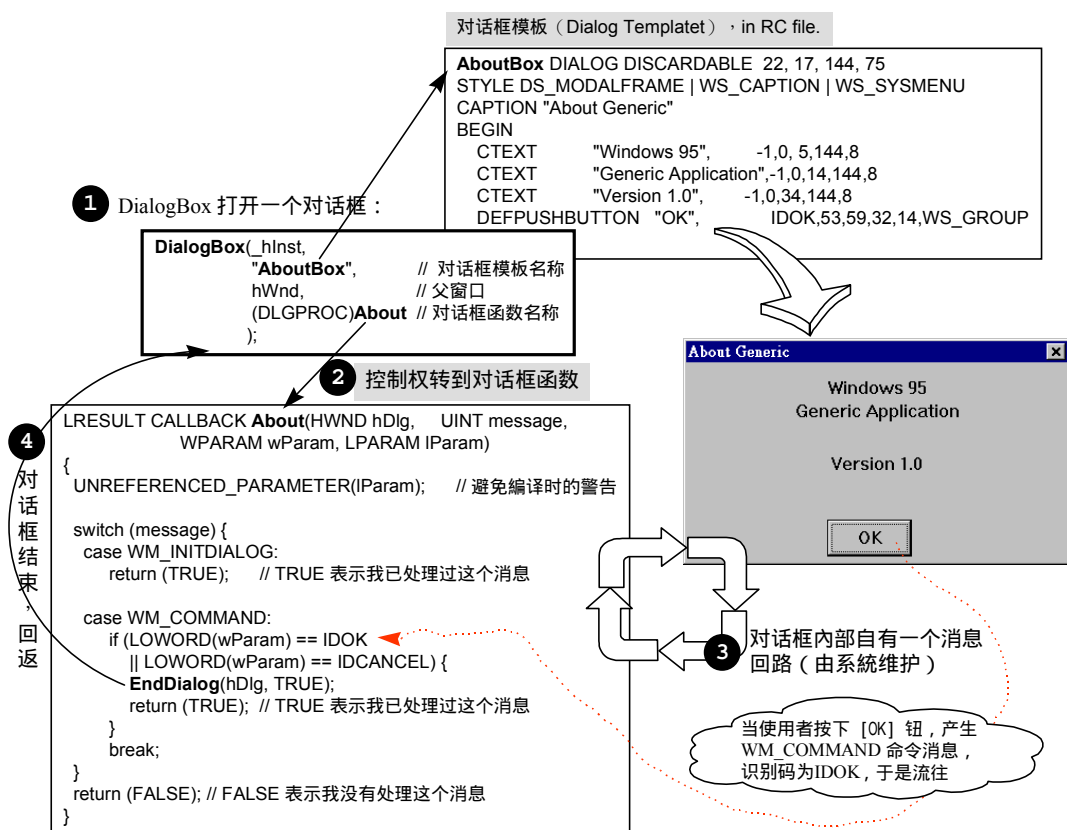


图 1-4 对话框的诞生、运作、结束

模块定义文件（.DEF）

Windows 程序需要一个模块定义文件，将模块名称、程序节区和资料节区的内存特性、模块堆积（heap）大小、堆栈（stack）大小、所有callback 函数名称...等等登记下来。下面是个实例：

```
NAME             Generic
DESCRIPTION      'Generic Sample'
EXETYPE          WINDOWS
STUB             'WINSTUB.EXE'
CODE             PRELOAD DISCARDABLE
DATA            PRELOAD MOVEABLE MULTIPLE
HEAPSIZE         4096
STACKSIZE        10240
EXPORTS
                MainWndProc @1
                AboutBox @2
```

在Visual C++ 整合环境中开发程序，不再需要特别准备DEF 文件，因为模块定义文件中的设定都有默认值。模块定义文件中的STUB 指令用来指定所谓的stub 程序（埋在Windows 程序中的一个DOS 程序，你所看到的[This Program Requires Microsoft Windows](#) 或[This Program Can Not Run in DOS mode](#) 就是此程序发出来的），Win16 允许程序员自设一个stub 程序，但Win32 不允许，换句话说在Win32 之中Stub 指令已经失效。

资源描述档（.RC）

RC 文件是一个以文字描述资源的地方。常用的资源有九项之多，分别是ICON、CURSOR、BITMAP、FONT、DIALOG、MENU、ACCELERATOR、STRING、VERSIONINFO。还可能有新的资源不断加入，例如Visual C++ 4.0 就多了一种名为TOOLBAR 的资源。这些文字描述需经过RC 编译器，才产生可使用的二进制代码。本例Generic 示范ICON、MENU 和DIALOG 三种资源。

Windows 程序的生与死

我想你已经了解Windows 程序的架构以及它与Windows 系统之间的关系。对

Windows 消息种类以及发生时机的透彻了解，正是程序设计的关键。现在我以窗口的诞

生和死亡，说明消息的发生与传递，以及应用程序的兴起与结束，请看图1-5 及图1-6。

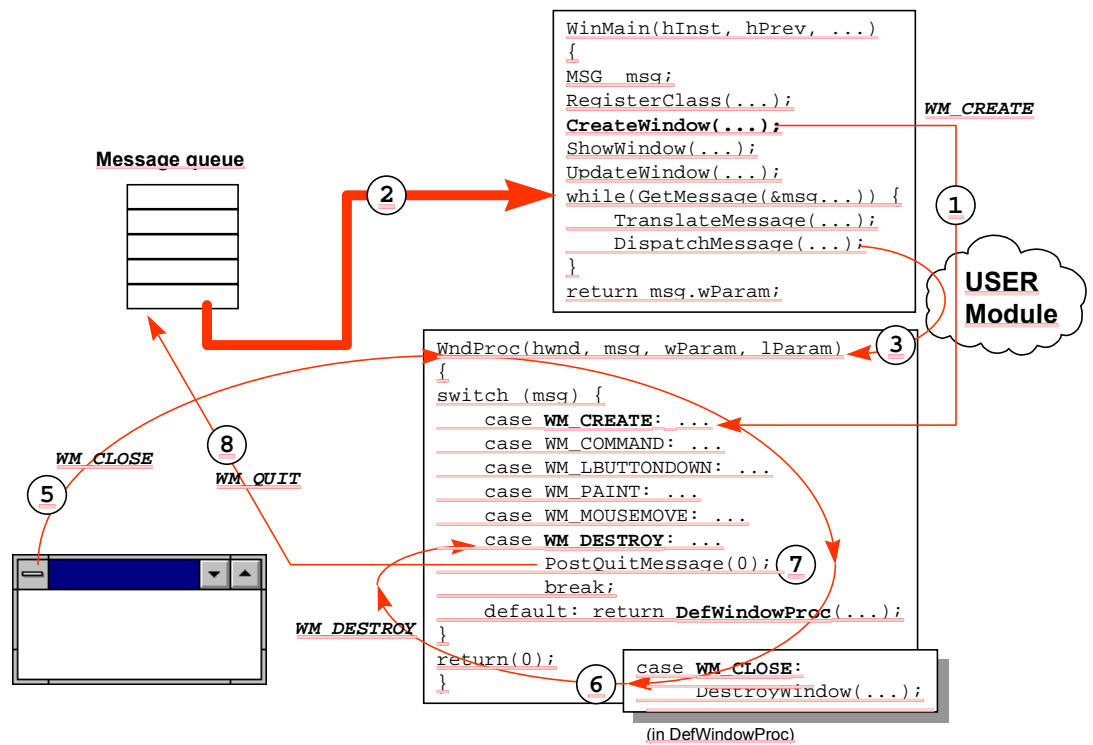


图 1-5 窗口的生命周期 (详细说明请看图 1-6)

1. 程序初始化过程中调用`CreateWindow`，为程序建立了一个窗口，做为程序的荧幕舞台。`CreateWindow`产生窗口之后会送出`WM_CREATE`直接给窗口函数，后者于是可以在此时机做些初始化动作（例如配置内存、开文件、读初始资料...）。
2. 程序活着的过程中，不断以`GetMessage`从消息队列中抓取消息。如果这个消息是`WM_QUIT`，`GetMessage`会传回0而结束`while`循环，进而结束整个程序。
3. `DispatchMessage`透过Windows USER模块的协助与监督，把消息分派至窗口函数。消息将在该处被判别并处理。
4. 程序不断进行2.和3.的动作。
5. 当使用者按下系统菜单中的Close命令项，系统送出`WM_CLOSE`。通常程序的窗口函数不拦截此消息，于是`DefWindowProc`处理它。
6. `DefWindowProc`收到`WM_CLOSE`后，调用`DestroyWindow`把窗口清除。`DestroyWindow`本身又会送出`WM_DESTROY`。
7. 程序对`WM_DESTROY`的标准反应是调用`PostQuitMessage`。
8. `PostQuitMessage`没什么其它动作，就只送出`WM_QUIT`消息，准备让消息循环中的`GetMessage`取得，如步骤2，结束消息循环。

图1-6 窗口的生命周期（请对照图1-5）

为什么结束一个程序复杂如斯？因为操作系统与应用程序各司其职，二者是互相合作的关系，所以必需各做各的份内事，并互以消息通知对方。如果不依据这个游戏规则，可能就会有麻烦产生。你可以作一个小实验，在窗口函数中拦截`WM_DESTROY`，但不调用`PostQuitMessage`。你会发现当选择系统菜单中的Close时，屏幕上这个窗口消失了，（因为窗口摧毁及数据结构的释放是`DefWindowProc`调用`DestroyWindow`完成的），但是应用程序本身并没有结束（因为消息循环结束不了），它还留存在内存中。

空闲时间的处理：OnIdle

所谓空闲时间 (idle time)，是指「系统中没有任何消息等待处理」的时间。举个例子，没有任何程序使用定时器 (timer，它会定时送来WM_TIMER)，使用者也没有碰触键盘和鼠标或任何外围，那么，系统就处于所谓的空闲时间。

空闲时间常常发生。不要认为你移动鼠标时产生一大堆的WM_MOUSEMOVE，事实上夹杂在每一个WM_MOUSEMOVE 之间就可能存在许多空闲时间。毕竟，计算机速度超乎想像。

背景工作最适宜在空闲时间完成。传统的SDK 程序如果要处理空闲时间，可以以下列循环取代WinMain 中传统的消息循环：

```
while (TRUE) {
    if (PeekMessage(&msg, NULL, 0, 0, PM_REMOVE) {
        if (msg.message == WM_QUIT)
            break;
        TranslateMessage(&msg);
        DispatchMessage(&msg);
    }
    else {
        OnIdle();
    }
}
```

原因是PeekMessage 和GetMessage 的性质不同。它们都是到消息队列中抓消息，如果抓不到，程序的主执行线程 (primary thread，是一个UI 执行线程) 会被操作系统虚悬住。当操作系统再次回来照顾此一执行线程，而发现消息队列中仍然是空的，这时候两个API 函数的行为就有不同了：

GetMessage 会过门不入，于是操作系统再去照顾其它人。

PeekMessage 会取回控制权，使程序得以执行一段时间。于是上述消息循环进

入OnIdle 函数中。

第 6 章的HelloMFC 将示范如何在MFC 程序中处理所谓的idle time (p.403)。

Console 程序

说到Windows 程序，一定得有WinMain、消息循环、窗口函数。即使你只产生一个对话框（Dialog Box）或消息窗（Message Box），也有隐藏在Windows API（*DialogBox* 和 *MessageBox*）内里的消息循环和窗口函数。

过去那种单单纯纯的C/C++ 程序，有着简单的main 和printf 的好时光到哪里去了？夏天在阴凉的树荫下嬉戏，冬天在温暖的炉火边看书，啊，Where did the good times go？

其实说到Win32 程序，并不是每个都如Windows GUI 程序那么复杂可怖。是的，你可以在Visual C++ 中写一个"DOS-like" 程序，而且仍然可以调用部份的、不牵扯到图形使用者接口（GUI）的Win32 API。这种程序称为console 程序。甚至你还可以在console 程序中使用部份的MFC 类别（同样必须是与GUI 没有关连的），例如处理数组、串行等数据结构的collection classes（*CArray*、*CList*、*CMap*）、与文件有关的*CFile*、*CStdioFile*。

我在BBS 论坛上看到很多程序设计初学者，还没有学习C/C++，就想直接学习Visual C++。并不是他们好高骛远，而是他们以为Visual C++ 是一种特殊的C++ 语言。吃过苦头的过来人以为初学所说的Visual C++ programming 是指MFC programming，所以大吃一惊（没有一点C++ 基础就要学习MFC programming，当然是大吃一惊）。

在Visual C++ 中写纯种的C/C++ 程序？当然可以！不牵扯任何窗口、对话框、控制组件，那就是console 程序！虽然我这本书没有打算照顾 C++ 初学者，然而我还是决定把console 程序设计的一些相关心得放上来，同时也是因为我打算以console 程序完成稍后的多线程程序范例。第3 章的MFC 六大技术仿真程序也都是console 程序。

其实，除了"DOS-like"，console 程序还另有妙用。如果你的程序和使用之间是以巨量文字来互动，或许你会选择使用edit 控制组件（或MFC 的*CEditView*）。但是你知道，计算机在一个纯粹的「文字窗口」（也就是console 窗口）中处理文字的显现与卷动比较

快，你的程序动作也比较简单。所以，你也可以在Windows 程序中产生console 窗口，独立出来操作。

这也许不是你所认知的console 程序。总之，有这种混合式的东西存在。

这一节将以我自己的一个极简易的个人备份软件JBACKUP 为实例，说明Win32 console 程序的撰写，以及如何在其中使用Win32 API（其实直接调用就是了）。再以另一个极小的程序MFCCON 示范MFC console 程序（用到了MFC 的CStudioFile 和CString）。对于这么小的程序而言，实在不需动用到整合环境下的什么项目管理。至于复杂一点的程序，就请参考第4 章最后一节「Console 程序的项目管理」。

Console 程序与DOS 程序的差别

不少人把DOS 程序和console 程序混为一谈，这是不对的。以下是各方面的比较。

制造方式

在Windows 环境下的DOS Box 中，或是在Windows 版本的各种C++ 编译器套件的整合环境（IDE）中（第4 章「Console 程序项目管理」），利用Windows 编译器、联结器做出来的程序，都是所谓Win32 程序。如果程序是以main 为进入点，调用C runtime 函数和「不牵扯GUI」的Win32 API 函数，那么就是一个console 程序，console 窗口将成为其标准输入和输出装置（cin 和cout）。

过去在DOS 环境下开发的程序，称为DOS 程序，它也是以main 为程序进入点，可以调用C runtime 函数。但，当然，不可能调用Win32 API 函数。

程序能力

过去的DOS 程序仍然可以在Windows 的DOS Box 中跑（Win95 的兼容性极高，WinNT 的兼容性稍差）。

Console 程序当然更没有问题。由于console 程序可以调用部份的Win32 API（尤其是
KERNEL32.DLL 模块所提供的那一部份），所以它可以使用Windows 提供的各种高级
功能。它可以产生进程（processes），产生执行线程（threads）、取得虚拟内存的信息、
刺探操作系统的各种资料。但是它不能够有华丽的外表-- 因为它不能够调用与GUI 有
关的各种API 函数。

DOS 程序和console 程序两者都可以做*printf* 输出和*cout* 输出，也都可以做*scanf* 输入和*cin* 输入。

可执行档格式

DOS 程序是所谓的MZ 格式（MZ 是Mark Zbikowski 的缩写，他是DOS 系统的一位主要构造者）。Console 程序的格式则和所有的Win32 程序一样，是所谓的PE（Portable Executable）格式，意思是它可以被拿到任何Win32 平台上执行。

Visual C++ 附有一个DUMPBIN 工具软件，可以观察PE 文件格式。拿它来观察本节的JBACKUP 程序和MFCCON 程序（以及第3 章的所有程序），得到这样的结果：

```
H:\u004\prog\jbackup.01>dumpbin /summary jbackup.exe
Microsoft (R) COFF Binary File Dumper Version 5.00.7022
Copyright (C) Microsoft Corp 1992-1997. All rights reserved.

Dump of file jbackup.exe
File Type: EXECUTABLE IMAGE

Summary
5000 .data
1000 .idata
1000 .rdata
5000 .text
```

拿它来观察DOS 程序，则得到这样的结果：


```
C:\UTILITY>dumpbin /summary dsize.exe
Microsoft (R) COFF Binary File Dumper Version 5.00.7022
Copyright (C) Microsoft Corp 1992-1997. All rights reserved.
```

```
Dump of file dsize.exe
```

```
DUMPBIN : warning LNK4094: "dsize.exe" is an MS-DOS executable;
use EXEHDR to dump it
```

```
Summary
```

Console 程序的编译联结

你可以写一个makefile，编译时指定常数/D_CONSOLE，联结时指定subsystem 为 console，如下：

```
#0001 # filename : pedump.mak
#0002 # make file for pedump.exe
#0003 # usage : nmake pedump.msc (Visual C++ 5.0)
#0004
#0005 all : pedump.exe
#0006
#0007 pedump.exe: pedump.obj exedump.obj objdump.obj common.obj
#0008     link /subsystem:console /incremental:yes \
#0009         /machine:i386 /out:pedump.exe \
#0010         pedump.obj common.obj exedump.obj objdump.obj \
#0011         kernel32.lib user32.lib
#0012
#0013 pedump.obj : pedump.c
#0014     cl /W3 /GX /Zi /YX /Od /DWIN32 /D_CONSOLE /FR /c pedump.c
#0015
#0016 common.obj : common.c
#0017     cl /W3 /GX /Zi /YX /Od /DWIN32 /D_CONSOLE /FR /c common.c
#0018
#0019 exedump.obj : exedump.c
#0020     cl /W3 /GX /Zi /YX /Od /DWIN32 /D_CONSOLE /FR /c exedump.c
#0021
#0022 objdump.obj : objdump.c
#0023     cl /W3 /GX /Zi /YX /Od /DWIN32 /D_CONSOLE /FR /c objdump.c
```

如果是很简单的情况，例如本节的 JBACKUP 只有一个 C 原代码，那么这样也行（在命令列之下）：

```
cl jbackup.c <ENTER>    ← 将获得 jbackup.exe
```

注意，环境变量要先设定好（请参考本章稍早的「如何产生Generic.exe」一节）。

第3章的Frame_程序则是这样完成的：

```
cl my.cpp mfc.cpp <ENTER> 将获得my.exe
```

至于到底该联结哪些链接库，全让CL.EXE去伤脑筋就好了。

JBACKUP：Win32 Console 程序设计

撰写console程序，有几个重点请注意：

1. 进入点为main。
2. 可以使用printf、scanf、cin、cout等标准输入输出装置。
3. 可以调用和GUI无关的Win32 API。

我的这个JBACKUP程序可以有一个或两个参数，用法如下：

```
C:\SomeoneDir>JBACKUP SrcDir [DstDir]
```

例如JBACKUP g: k:

将磁盘目录SrcDir中的新文件拷贝到磁盘目录DstDir，

并将DstDir的赘余文件杀掉。

如果没有指定DstDir，预设k:（那是我的可写入光驱--MO--的代码啦）

并将k:的磁盘目录设定与SrcDir相同。

例如JBACKUP g:

而目前g:是g:\u002\doc

那么相当于把g:\u002\doc备份到k:\u002\doc中，并杀掉k:\u002\doc的赘余文件。

JBACK检查SrcDir中所有的文件和DstDir中所有的文件，把比较新的文件从SrcDir中拷贝到DstDir去，并把DstDir中多出来的文件删除，使SrcDir和DstDir的文件保

持完全相同。之所以不做xcopy 完全拷贝动作，为的是节省拷贝时间（做为备份装置，通常是软盘或磁带或可擦写光盘MO，读写速度并不快）。

JBACKUP 没有能力处理SrcDir 底下的子目录文件。如果要处理子目录，漂亮的作法是使用递归（recursive），但是有点伤脑筋，这一部份留给你了。我的打字速度还算快，多切换几次磁盘目录不是问题，呵呵呵。

JBACKUP 使用以下数个Win32 APIs：

```
GetCurrentDirectory
FindFirstFile
FindNextFile
CompareFileTime
CopyFile
DeleteFile
```

在处理完毕命令列参数中的SrcDir 和DstDir 之后，JBACKUP 先把SrcDir 中的所有文件（不含子目录文件）搜寻一遍，储存在一个数组srcFiles[] 中，每个数组元素是一个我自定的SRCFILE 数据结构：

```
typedef struct _SRCFILE
{
    WIN32_FIND_DATA fd;
    BOOL bIsNew;
} SRCFILE;

SRCFILE srcFiles[FILEMAX];

WIN32_FIND_DATA fd;
// prepare srcFiles[...]...
bRet = TRUE;
iSrcFiles = 0;
hFile = FindFirstFile(SrcDir, &fd);
while (hFile != INVALID_HANDLE_VALUE && bRet)
{
    if (fd.dwFileAttributes == FILE_ATTRIBUTE_ARCHIVE) {
        srcFiles[iSrcFiles].fd = fd;
        srcFiles[iSrcFiles].bIsNew = FALSE;
        iSrcFiles++;
    }
}
```

```

        bRet = FindNextFile(hFile, &fd);
    }

```

再把DstDir 中的所有文件（不含子目录文件）搜寻一遍，储存在一个destFiles[] 数组中，每个数组元素是一个我自定的DESTFILE 数据结构：

```

typedef struct _DESTFILE
{
    WIN32_FIND_DATA fd;
    BOOL bMatch;
} DESTFILE;

DESTFILE destFiles[FILEMAX];

WIN32_FIND_DATA fd;
bRet = TRUE;
iDestFiles = 0;
hFile = FindFirstFile(DstDir, &fd);
while (hFile != INVALID_HANDLE_VALUE && bRet)
{
    if (fd.dwFileAttributes == FILE_ATTRIBUTE_ARCHIVE) {
        destFiles[iDestFiles].fd = fd;
        destFiles[iDestFiles].bMatch = FALSE;
        iDestFiles++;
    }
    bRet = FindNextFile(hFile, &fd);
}

```

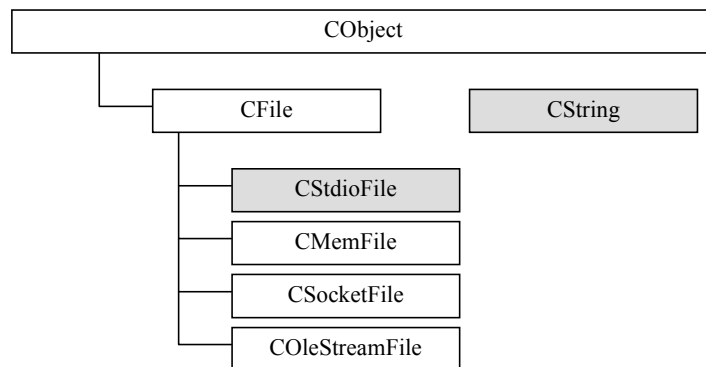
然后比对srcFiles[] 和destFiles[] 之中的所有文件名称以及建档日期，找出srcFiles[] 中的哪些文件比desFiles[] 中的文件更新，然后将其bIsNew 字段设为TRUE。同时也对存在于desFiles[] 中而不存在于srcFiles[] 中的文件，令其bMatch 字段为FALSE。最后，检查srcFiles[] 中的所有文件，将bIsNew 字段为TRUE 者，拷贝到DstDir 去。并检查destFiles[] 中的所有文件，将bMatch 字段为FALSE 者统统杀掉。JBACKUP 的源代码与可执行文件放在书附盘片的Jbackup.01 子目录中。

MFCCON：MFC Console 程序设计

当你的进度还在第 1 章的Win32 基本程序观念，我却开始讲如何设计一个MFC console 程序，是否有点时地不宜？

是有一点！所以我挑一个最单纯而无与别人攀缠纠葛的MFC 类别，写一个40 行的小程序。目标纯粹是为了做一个导入，并与Win32 console 程序做一比较。

我所挑选的两个单纯的MFC 类别是*CStdioFile* 和*CString*：



在MFC 之中，*CFile* 用来处理正常的文件I/O 动作。*CStdioFile* 衍生自*CFile*，一个 *CStdioFile* 对象代表以C runtime 函数*fopen* 所开启的一个stream 文件。Stream 文件有缓冲区，可以文字模式（预设情况）或二进制模式开启。

CString 对象代表一个字符串，是一个完全独立的类别。

我的例子用来计算小于100 的所有费伯纳契数列（Fabonacci sequence）。费伯纳契数列的计算方式是：

1. 头两个数为1。
2. 接下来的每一个数是前两个数的和。

以下便是 MFCCON.CPP 内容：

```
#0001 // File : MFCCON.CPP
#0002 // Author : J.J.Hou / Top Studio
#0003 // Date : 1997.04.06
#0004 // Goal : Fibonacci sequencee, less than 100
#0005 // Build : cl /MT mfccon.cpp (/MT means Multithreading)
#0006
#0007 #include <afx.h>
#0008 #include <stdio.h>
#0009
#0010 int main()
#0011 {
#0012     int lo, hi;
#0013     CString str;
#0014     CStdioFile fFibo;
#0015
#0016     fFibo.Open("FIBO.DAT", CFile::modeWrite |
#0017                 CFile::modeCreate | CFile::typeText);
#0018
#0019     str.Format("%s\n", "Fibonacci sequencee, less than 100 :");
#0020     printf("%s", (LPCTSTR) str);
#0021     fFibo.WriteString(str);
#0022
#0023     lo = hi = 1;
#0024
#0025     str.Format("%d\n", lo);
#0026     printf("%s", (LPCTSTR) str);
#0027     fFibo.WriteString(str);
#0028
#0029     while (hi < 100)
#0030     {
#0031         str.Format("%d\n", hi);
#0032         printf("%s", (LPCTSTR) str);
#0033         fFibo.WriteString(str);
#0034         hi = lo + hi;
#0035         lo = hi - lo;
#0036     }
#0037
#0038     fFibo.Close();
#0039     return 0;
#0040 }
```

以下是执行结果（在 console 窗口和 FIBO.DAT 档案中，结果都一样）：

Fibonacci sequencee, less than 100 :

1 1 2 3 5 8

13

21

34

55

89

这么简单的例子中，我们看到MFC Console 程序的几个重点：

1. 程序进入点仍为`main`

2. 需包含所使用之类别的头文件（本例为`AFX.H`）

3. 可直接使用与GUI 无关的MFC 类别（本例为`CStdioFile` 和`CString`）

4. 编辑时需指定/MT，表示使用多执行线程版本的C runtime 函数库。

第4点需要多做说明。在MFC console 程序中一定要指定多线程版的C runtime 函数库，所以必须使用/MT 选项。如果不做这项设定，会出现这样的联结错误：

```
Microsoft (R) 32-Bit Incremental Linker Version 5.00.7022
```

```
Copyright (C) Microsoft Corp 1992-1997. All rights reserved.
```

```
/out:mfcccon.exe
```

```
mfcccon.obj
```

```
nafxcw.lib(thrdcore.obj) : error LNK2001: unresolved external symbol __endthreadex
```

```
nafxcw.lib(thrdcore.obj) : error LNK2001: unresolved external symbol __beginthreadex
```

```
mfcccon.exe : fatal error LNK1120: 2 unresolved externals
```

表示它找不到`__beginthreadex` 和`__endthreadex`。怪了，我们的程序有调用它们吗？没

有，但是MFC 有！这两个函数将在稍后与执行线程有关的小节中讨论。

MFCCON 的源代码与可执行文件放在书附盘片的mfcccon.01 子目录中。

什么是C Runtime函数库的多线程版本

当C runtime 函数库于1970s 年代产生出来时，PC 的内存容量还很小，多任务是个新奇观念，更别提什么多执行线程了。因此以当时产品为基础所演化的C runtime 函数库在多线程（multithreaded）的表现上有严重问题，无法被多线程程序使用。

利用各种同步机制（synchronous mechanism）如critical section、mutex、semaphore、event，可以重新开发一套支持多执行线程的runtime 函数库。问题是，加上这样的能力，可能导至程序代码大小和执行效率都遭受不良波及... 即使你只激活了一个执行线程。

Visual C++ 的折衷方案是提供两种版本的C runtime 函数库。一种版本给单线程程序使用，一种版本给多线程程序使用。多线程版本的重大改变是，第一，变量如errno 者现在变成每个执行线程各拥有一个。第二，多线程版中的数据结构以同步机制加以保护。

Visual C++ 一共有六个C runtime 函数库产品供你选择：

- Single-Threaded（static）libclib 898,826
- Multithreaded（static）libcmtd.lib 951,142
- Multithreaded DLL msvcrtd.lib 5,510,000
- Debug Single-Threaded（static）libcd.lib 2,374,542
- Debug Multithreaded（static）libcmtd.lib 2,949,190
- Debug Multithreaded DLL msvcrtd.lib 803,418

Visual C++ 编译器提供下列选项，让我们决定使用哪一个C runtime 函数库：

- /ML Single-Threaded（static）
- /MT Multithreaded（static）
- /MD Multithreaded DLL（dynamic import library）
- /MLd Debug Single-Threaded（static）
- /MTd Debug Multithreaded（static）
- /MDd Debug Multithreaded DLL（dynamic import library）

进程与执行线程（Process and Thread）

OS/2、Windows NT 以及 Windows 95 都支持多执行线程，这带给 PC 程序员一股令人兴奋的气氛。然而它带来的不全然是利多，如果不谨慎小心地处理执行线程的同步问题，程序的错误以及除错所花的时间可能使你发誓再也不碰「执行线程」这种东西。

我们习惯以进程（process）表示一个执行中的程序，并且以为它是 CPU 排程单位。事实上执行线程才是排程单位。

核心对象

首先让我解释什么叫作「核心对象」（kernel object）。「GDI 对象」是大家比较熟悉的东西，我们利用 GDI 函数所产生的一支笔（Pen）或一支刷（Brush）都是所谓的「GDI 对象」。但什么又是「核心对象」呢？

你可以说核心对象是系统的一种资源（噢，这说法对 GDI 对象也适用），系统对象一旦产生，任何应用程序都可以开启并使用该对象。系统给予核心对象一个计数值（usage count）做为管理之用。核心对象包括下列数种：

核心对象	产生方法
event	<i>CreateEvent</i>
mutex	<i>CreateMutex</i>
semaphore	<i>CreateSemaphore</i>
file	<i>CreateFile</i>
file-mapping	<i>CreateFileMapping</i>
process	<i>CreateProcess</i>
thread	<i>CreateThread</i>

前三者用于执行线程的同步化：file-mapping 对象用于内存映射文件（memory mapping file），process 和 thread 对象则是本节的主角。这些核心对象的产生方式（也就是我们

所使用的API)不同,但都会获得一个handle 做为识别;每被使用一次,其对应的计数值就加1。核心对象的结束方式相当一致,调用`CloseHandle` 即可。

「process 对象」究竟做什么用呢?它并不如你想象中用来「执进程代码」;不,程序代码的执行是执行线程的工作,「process 对象」只是一个数据结构,系统用它来管理进程。

一个进程的诞生与死亡

执行一个程序,必然就产生一个进程(process)。最直接的程序执行方式就是在shell(如Win95 的文件总管或Windows 3.x 的文件管理员)中以鼠标双击某一个可执行文件图标(假设其为App.exe),执行起来的App 进程其实是shell 调用`CreateProcess` 激活的。

让我们看看整个流程:

1. shell 调用`CreateProcess` 激活App.exe。
2. 系统产生一个「进程核心对象」,计数值为1。
3. 系统为此进程建立一个4GB 地址空间。
4. 加载器将必要的码加载到上述地址空间中,包括App.exe 的程序、资料,以及所需的动态联结函数库(DLLs)。加载器如何知道要加载哪些DLLs 呢?它们被记录在可执行文件(PE 文件格式)的.idata section 中。
5. 系统为此进程建立一个执行线程,称为主执行线程(primary thread)。执行线程才是CPU 时间的分配对象。
6. 系统调用C runtime 函数库的Startup code。
7. Startup code 调用App 程序的WinMain 函数。
8. App 程序开始运作。
9. 使用者关闭App 主窗口,使WinMain 中的消息循环结束掉,于是WinMain 结束。
10. 回到Startup code。
11. 回到系统,系统调用`ExitProcess` 结束进程。

可以说，透过这种方式执行起来的所有Windows 程序，都是shell 的子进程。本来，母进程与子进程之间可以有某些关系存在，但shell 在调用`CreateProcess` 时已经把母子之间的脐带关系剪断了，因此它们事实上是独立实例。稍后我会提到如何剪断子进程的脐带。

产生子进程

你可以写一个程序，专门用来激活其它的程序。关键就在于你会不会使用`CreateProcess`。这个API 函数有众多参数：

```
CreateProcess(  
    LPCSTR lpApplicationName,  
    LPSTR lpCommandLine,  
    LPSECURITY_ATTRIBUTES lpProcessAttributes,  
    LPSECURITY_ATTRIBUTES lpThreadAttributes,  
    BOOL bInheritHandles,  
    DWORD dwCreationFlags,  
    LPVOID lpEnvironment,  
    LPCSTR lpCurrentDirectory,  
    LPSTARTUPINFO lpStartupInfo,  
    LPPROCESS_INFORMATION lpProcessInformation  
);
```

第一个参数`lpApplicationName` 指定可执行档档名。第二个参数`lpCommandLine` 指定欲传给新进程的命令行（command line）参数。如果你指定了`lpApplicationName`，但没有扩展名，系统并不会主动为你加上.EXE 扩展名；如果没有指定完整路径，系统就只在目前工作目录中寻找。但如果你指定`lpApplicationName` 为`NULL` 的话，系统会以`lpCommandLine` 的第一个「段落」（我的意思其实是术语中所谓的token）做为可执行档档名；如果这个档名没有指定扩展名，就采用预设的".EXE" 扩展名；如果没有指定路径，Windows 就依照五个搜寻路径来寻找可执行文件，分别是：

1. 调用者的可执行文件所在目录
2. 调用者的目前工作目录
3. Windows 目录
4. Windows System 目录

5. 环境变量中的path 所设定的各目录

让我们看看实例：

```
CreateProcess("E:\\CWIN95\\NOTEPAD.EXE", "README.TXT",...);
```

系统将执行E:\CWIN95\NOTEPAD.EXE，命令列参数是"README.TXT"。如果我们这样子调用：

```
CreateProcess(NULL, "NOTEPAD README.TXT",...);
```

系统将依照搜寻次序，将第一个被找到的NOTEPAD.EXE 执行起来，并转送命令列参数"README.TXT" 给它。

建立新进程之前，系统必须做出两个核心对象，也就是「进程对象」和「执行线程对象」。CreateProcess 的第三个参数和第四个参数分别指定这两个核心对象的安全属性。至于第五个参数（TRUE 或FALSE）则用来设定这些安全属性是否要被继承。关于安全属性及其可被继承的性质，碍于本章的定位，我不打算在此介绍。

第六个参数dwCreationFlags 可以是许多常数的组合，会影响到进程的建立过程。这些常数中比较常用的是CREATE_SUSPENDED，它会使得子进程产生之后，其主执行线程立刻被暂停执行。

第七个参数lpEnvironment 可以指定进程所使用的环境变量区。通常我们会让子进程继承父进程的环境变量，那么这里要指定NULL。

第八个参数lpCurrentDirectory 用来设定子进程的工作目录与工作磁盘。如果指定NULL，子进程就会使用父进程的工作目录与工作磁盘。

第九个参数lpStartupInfo 是一个指向STARTUPINFO 结构的指针。这是一个庞大的结构，可以用来设定窗口的标题、位置与大小，详情请看API 使用手册。

最后一个参数是一个指向PROCESS_INFORMATION 结构的指针：

```
typedef struct _PROCESS_INFORMATION {
    HANDLE hProcess;
    HANDLE hThread;
    DWORD dwProcessId;
    DWORD dwThreadId;
} PROCESS_INFORMATION;
```

当系统为我们产生「进程对象」和「执行线程对象」，它会把两个对象的handle 填入此结构的相关字段中，应用程序可以从这里获得这些handles。

如果一个进程想结束自己的生命，只要调用：

```
VOID ExitProcess(UINT fuExitCode);
```

就可以了。如果进程想结束另一个进程的生命，可以使用：

```
BOOL TerminateProcess(HANDLE hProcess, UINT fuExitCode);
```

很显然，只要你有某个进程的handle，就可以结束它的生命。*TerminateProcess* 并不被建议使用，倒不是因为它的权力太大，而是因为一般进程结束时，系统会通知该进程所开启（所使用）的所有DLLs，但如果你以*TerminateProcess* 结束一个进程，系统不会做这件事，而这恐怕不是你所希望的。

前面我曾说过所谓割断脐带这件事情，只要你把子进程以*CloseHandle* 关闭，就达到了目的。下面是个例子：

```
PROCESS_INFORMATION ProcInfo;
BOOL fSuccess;

fSuccess = CreateProcess(...,&ProcInfo);
if (fSuccess) {
    CloseHandle(ProcInfo.hThread);
    CloseHandle(ProcInfo.hProcess);
}
```

一个执行线程的诞生与死亡

程序代码的执行，是执行线程的工作。当一个进程建立起来，主执行线程也产生。所以每一个 Windows 程序一开始就有了一个执行线程。我们可以调用 *CreateThread* 产生额外的执行线程，系统会帮我们完成下列事情：

1. 配置「执行线程对象」，其 *handle* 将成为 *CreateThread* 的传回值。
2. 设定计数值为 1。
3. 配置执行线程的 *context*。
4. 保留执行线程的堆栈。
5. 将 *context* 中的堆栈指针寄存器（SS）和指令指针寄存器（IP）设定妥当。

看看上面的态势，的确可以显示出执行线程是 CPU 分配时间的单位。所谓工作切换（*context switch*）其实就是对执行线程的 *context* 的切换。

程序若欲产生一个新执行线程，调用 *CreateThread* 即可办到：

```
CreateThread(LPSECURITY_ATTRIBUTES lpThreadAttributes,  
            DWORD dwStackSize,  
            LPTHREAD_START_ROUTINE lpStartAddress,  
            LPVOID lpParameter,  
            DWORD dwCreationFlags,  
            LPDWORD lpThreadId  
            );
```

第一个参数表示安全属性的设定以及继承，请参考 API 手册。Windows 95 忽略此一参数。第二个参数设定堆栈的大小。第三个参数设定「执行线程函数」名称，而该函数的参数则在这里的第四个参数设定。第五个参数如果是 0，表示让执行线程立刻开始执行，如果是 *CREATE_SUSPENDED*，则是要求执行线程暂停执行（那么我们必须调用 *ResumeThread* 才能令其重新开始）。最后一个参数是个指向 *DWORD* 的指针，系统会把执行线程的 ID 放在这里。

上面我所说的「执行线程函数」是什么？让我们看个实例：

```

VOID ReadTime(VOID);
HANDLE hThread;
DWORD ThreadID;

hThread = CreateThread(NULL, 0, (LPTHREAD_START_ROUTINE)ReadTime,
                        NULL, 0, &ThreadID);

...
//-----
// thread 函数。
// 不断利用 GetSystemTime 取系统时间，
// 并将结果显示在对话框 _hWndDlg 的 IDE_TIMER 栏位上。
//-----

VOID ReadTime(VOID)
{
    char str[50];
    SYSTEMTIME st;

    while(1) {
        GetSystemTime(&st);
        sprintf(str, "%u:%u:%u", st.wHour, st.wMinute, st.wSecond);
        SetDlgItemText (_hWndDlg, IDE_TIMER, str);
        Sleep (1000); // 延迟一秒。
    }
}

```

当 *CreateThread* 成功，系统为我们把一个执行线程该有的东西都准备好。执行线程的主体在哪里呢？就在所谓的执行线程函数。执行线程与执行线程之间，不必考虑控制权释放的问题，因为 Win32 操作系统是强制性多任务。

执行线程的结束有两种情况，一种是寿终正寝，一种是未得善终。前者是执行线程函数正常结束退出，那么执行线程也就自然而然终结了。这时候系统会调用 *ExitThread* 做些善后清理工作（其实执行线程中也可以自行调用此函数以结束自己）。但是像上面那个例子，执行线程根本是个无穷循环，如何终结？一者是进程结束（自然也就导至执行线程的结束），二者是别的执行线程强制以 *TerminateThread* 将它终结掉。不过，*TerminateThread* 太过毒辣，非必要还是少用为妙（请参考 API 手册）。

以 `_beginthreadex` 取代 `CreateThread`

别忘了Windows 程序除了调用Win32 API，通常也很难避免调用任何一个C runtime 函数。为了保证多线程情况下的安全，C runtime 函数库必须为每一个执行线程做一些簿记工作。没有这些工作，C runtime 函数库就不知道要为每一个执行线程配置一块新的内存，做为执行线程的区域变量用。因此，`CreateThread` 有一个名为 `_beginthreadex` 的外包函数，负责额外的簿记工作。

请注意函数名称的底线符号。它必须存在，因为这不是个标准的ANSI C runtime 函数。`_beginthreadex` 的参数和 `CreateThread` 的参数其实完全相同，不过其型别已经被「净化」了，不再有Win32 型别包装。这原本是为了要让这个函数能够移植到其它操作系统，因为微软希望 `_beginthreadex` 能够被实作于其它平台，不需要和Windows 有关、不需要包含 `windows.h`。但实际情况是，你还是得调用 `CloseHandle` 以关闭执行线程，而 `CloseHandle` 却是个Win32 API，所以你还是需要包含 `windows.h`、还是和Windows 脱不了关系。微软空有一个好主意，却没能落实它。

把 `_beginthreadex` 视为 `CreateThread` 的一个看起来比较有趣的版本，就对了：

```
unsigned long _beginthreadex(
    void *security,
    unsigned stack_size,
    unsigned (__stdcall *start_address)(void *),
    void *arglist,
    unsigned initflag,
    unsigned* thrdaddr
);
```

`_beginthreadex` 所传回的 `unsigned long` 事实上就是一个Win32 HANDLE，指向新执行线程。换句话说传回值和 `CreateThread` 相同，但 `_beginthreadex` 另外还设立了 `errno` 和 `doserrno`。

下面是一个最简单的使用范例：

```
#0001 #include <windows.h>
#0002 #include <process.h>
```



```

#0003 unsigned __stdcall myfunc(void* p);
#0004
#0005 void main()
#0006 {
#0007     unsigned long thd;
#0008     unsigned tid;
#0009
#0010     thd = _beginthreadex(NULL,
#0011                          0,
#0012                          myfunc,
#0013                          0,
#0014                          0,
#0015                          &tid );
#0016     if (thd != NULL)
#0017     {
#0018         CloseHandle(thd);
#0019     }
#0020 }
#0021
#0022 unsigned __stdcall myfunc(void* p)
#0023 {
#0024     // do your job...
#0025 }

```

针对Win32 API *ExitThread*，也有一个对应的C runtime 函数：*_endthreadex*。它只需要一个参数，就是由*_beginthreadex* 第 6 个参数传回来的ID 值。

关于*_beginthreadex* 和*_endthreadex*，以及执行线程的其它各种理论基础、程序技术、使用技巧，可参考由Jim Beveridge & Robert Wiener 合着，Addison Wesley 出版的 *Multithreading Applications in Win32* 一书（Win32 多线程程序设计/ 侯俊杰译/ 峰出版）。

执行线程优先权 (Priority)

优先权是排程的重要依据。优先权高的执行线程，永远先获得CPU 的青睐。当然啦，操作系统会视情况调整各个执行线程的优先权。例如前景执行线程的优先权应该调高一些，背景执行线程的优先权应该调低一些。

执行线程的优先权范围从0 (最低) 到31 (最高)。当你产生执行线程，并不是直接以数值指定其优先权，而是采用两个步骤。第一个步骤是指定「优先权等级 (Priority Class)」，给进程，第二步是指定「相对优先权」，给该进程所拥有的执行线程。图 1-7 是优先权等级的描述，其中的代码在 `CreateProcess` 的 `dwCreationFlags` 参数中指定。如果你不指定，系统预设给的是 `NORMAL_PRIORITY_CLASS` -- 除非父进程是 `IDLE_PRIORITY_CLASS` (那么子进程也会是 `IDLE_PRIORITY_CLASS`)。

等级	代码	优先权值
idle	IDLE_PRIORITY_CLASS	4
normal	NORMAL_PRIORITY_CLASS	9 (前景) 或 7 (背景)
high	HIGH_PRIORITY_CLASS	13
realtime	REALTIME_PRIORITY_CLASS	24

图 1-7 Win32 执行线程的优先权等级划分

- "idle" 等级只有在CPU 时间将被浪费掉时 (也就是前一节所说的空闲时间) 才执行。此等级最适合于系统监视软件，或屏幕保护软件。
- "normal" 是预设等级。系统可以动态改变优先权，但只限于"normal" 等级。当进程变成前景，执行线程优先权提升为9，当进程变成背景，优先权降低为7。
- "high" 等级是为了立即反应的需要，例如使用者按下 `Ctrl+Esc` 时立刻把工作管理器 (task manager) 带出场。
- "realtime" 等级几乎不会被一般应用程序使用。就连系统中控制鼠标、键盘、

磁盘状态重新扫描、Ctrl+Alt+Del 等的执行线程都比"realtime" 优先权还低。这种等级使用在「如果不在某个时间范围内被执行的话，资料就要遗失」的情况。这个等级一定得在正确评估之下使用之，如果你把这样的等级指定给一般的（并不会常常被阻塞的）执行线程，多任务环境恐怕会瘫痪，因为这个执行线程有如此高的优先权，其它执行线程再没有机会被执行。

上述四种等级，每一个等级又映射到某一范围的优先权值。IDLE 最低，NORMAL 次之，HIGH 又次之，REALTIME 最高。在每一个等级之中，你可以使用SetThreadPriority 设定精确的优先权，并且可以稍高或稍低于该等级的正常值（范围是两个点数）。你可以把SetThreadPriority 想象是一种微调动作。

SetThreadPriority 的参数	微调幅度
THREAD_PRIORITY_LOWEST	-2
THREAD_PRIORITY_BELOW_NORMAL	-1
THREAD_PRIORITY_NORMAL	不变
THREAD_PRIORITY_ABOVE_NORMAL	+1
THREAD_PRIORITY_HIGHEST	+2

除了以上五种微调，另外还可以指定两种微调常数：

<u>SetThreadPriority 的参数</u>	<u>面对任何等级的调整结果：</u>	<u>面对"realtime"等级的调整结果：</u>
<u>THREAD_PRIORITY_IDLE</u>	<u>1</u>	<u>16</u>
<u>THREAD_PRIORITY_TIME_CRITICAL</u>	<u>15</u>	<u>31</u>

这些情况可以以图1-8 作为总结。

优先权等级	idle	lowest	below normal	normal	above normal	highest	time critical
idle	1	2	3	4	5	6	15
normal (背景)	1	5	6	7	8	9	15
normal (前景)	1	7	8	9	10	11	15
high	1	11	12	13	14	15	15
realtime	16	22	23	24	25	26	31

图1-8 Win32 执行线程优先权

多线程程序设计实例

我设计了一个MltiThrd 程序，放在书附盘片的MltiThrd.01 子目录中。这个程序一开始产生五个执行线程，优先权分别微调-2、-1、0、+1、+2，并且虚悬不执行：

```

HANDLE _hThread[5]; // global variable
...
LONG APIENTRY MainWndProc (HWND hWnd, UINT message,
                           UINT wParam, LONG lParam)
{
    DWORD ThreadID[5];
    static DWORD ThreadArg[5] = {HIGHEST_THREAD,    // 0x00
                                ABOVE_AVE_THREAD,  // 0x3F
                                NORMAL_THREAD,     // 0x7F
                                BELOW_AVE_THREAD,   // 0xBF
                                LOWEST_THREAD       // 0xFF
                                }; // 用来调整四方形颜色

    ...
    for(i=0; i<5; i++) // 产生 5 个 threads
        _hThread[i] = CreateThread(NULL,
                                    0,
                                    (LPTHREAD_START_ROUTINE)ThreadProc,
                                    &ThreadArg[i],
                                    CREATE_SUSPENDED,
                                    &ThreadID[i]);

    // 设定 thread priorities
    SetThreadPriority(_hThread[0], THREAD_PRIORITY_HIGHEST);
    SetThreadPriority(_hThread[1], THREAD_PRIORITY_ABOVE_NORMAL);

```

```

        SetThreadPriority(_hThread[2], THREAD_PRIORITY_NORMAL);
        SetThreadPriority(_hThread[3], THREAD_PRIORITY_BELOW_NORMAL);
        SetThreadPriority(_hThread[4], THREAD_PRIORITY_LOWEST);
        ...
    }

```

当使用者按下【Resume Threads】菜单项目后，五个执行线程如猛虎出柙，同时冲出来。这五个执行线程使用同一个执行线程函数`ThreadProc`。我在`ThreadProc`中以不断的`Rectangle`动作表示执行线程的进行。所以我们可以从画面上观察执行线程的进度。我并且设计了两种延迟方式，以利观察。第一种方式是在每一次循环之中使用`Sleep(10)`，意思是先睡10个毫秒，之后再醒来；这段期间，CPU可以给别人使用。第二种方式是以空循环30000次做延迟；空循环期间CPU不能给别人使用（事实上CPU正忙碌于那30000次空转）。

```

UINT  _uDelayType=NODELAY; // global variable
...
VOID ThreadProc(DWORD *ThreadArg)
{
    RECT rect;
    HDC  hDC;
    HANDLE hBrush, hOldBrush;
    DWORD dwThreadHits = 0;
    int   iThreadNo, i;
    ...
    do
    {
        dwThreadHits++; // 计数器

        // 画出四方形，代表 thread 的进行
        Rectangle(hDC, *(ThreadArg), rect.bottom-(dwThreadHits/10),
                  *(ThreadArg)+0x40, rect.bottom);

        // 延迟...
        if (_uDelayType == SLEEPDELAY)
            Sleep(10);
        else if (_uDelayType == FORLOOPDELAY)
            for (i=0; i<30000; i++);
        else // _uDelayType == NODELAY)
            { }
    } while (dwThreadHits < 1000); // 循环 1000 次
    ...
}

```

图1-9 是执行画面。注意，先选择延迟方式（"for loop delay" 或"sleep delay"），再按下【Resume Thread】。如果你选择“for loop delay”（图1-9a），你会看到执行线程0（优先权最高）几乎一路冲到底，然后才是执行线程1（优先权次之），然后是执行线程2（优先权再次之）…。但如果你选择的“sleep delay”（图1-9b），所有执行线程不分优先权高低，同时行动。关于执行线程的排程问题，我将在第14 章做更多的讨论。

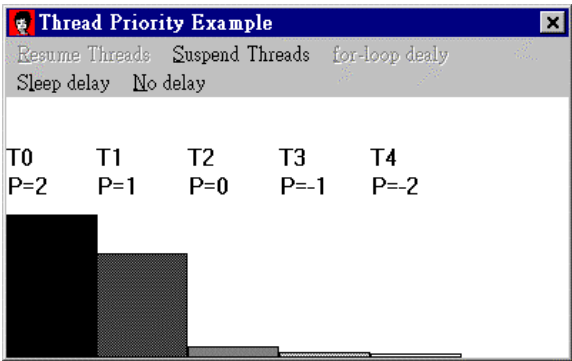


图1-9a MltiThrd.exe 的执行画面（“for loop delay”）

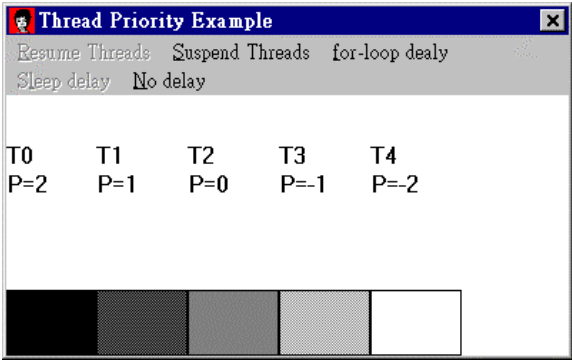


图1-9b MltiThrd.exe 的执行画面（“sleep delay”）

注意：为什么图1-9a 中执行线程1尚未完成，执行线程2~4 竟然也有机会偷得一点点CPU时间呢？这是排程器的巧妙设计，动态调整执行线程的优先权。是啊，总不能让优先权低的执行线程直到天荒地老，没有一点获得。关于执行线程排程问题，第14章有更多的讨论。

图1-10 是以Process Viewer (Visual C++ 5.0 所附工具) 观察Mltithrd.exe 的执行结果。

图上方出现目前所有的进程，点选其中的MLTITHRD.EXE，果然在窗口下方出现六个执行线程，其中包括主执行线程（优先权已被调整为10）。

Process Viewer Application					
File Process Help					
Process	PID	Base Priority	Num. Threads	Type	Full Path
MLTITHRD.EXE	FFC30445	8 (Normal)	6	32-Bit	H:\0004\PROG\MLTITHRD.01\MLTITHRD.EXE
PVIEW95.EXE	FFC3670D	8 (Normal)	1	32-Bit	E:\DEVSTUDIO\VC\BIN\WIN95\PVIEW95.EXE
WINOLDAP	FFC2A631	8 (Normal)	1	16-Bit	D:\WIN95\SYSTEM\WINDA386.MOD
WINOLDAP	FFC2D4CD	8 (Normal)	1	16-Bit	D:\WIN95\SYSTEM\WINDA386.MOD
WINWORD.EXE	FFC2E431	8 (Normal)	1	32-Bit	D:\MSOFFICE\WINWORD\WINWORD.EXE
MSDEV.EXE	FFFD770D	8 (Normal)	6	32-Bit	E:\DEVSTUDIO\SHARED\DEV\BIN\MSDEV.EXE
PPSHELL.EXE	FFFC8E41	8 (Normal)	1	32-Bit	C:\PPENSE\WIN32\PPSHELL.EXE
ETENSRV	FFFD7CF1	8 (Normal)	1	16-Bit	D:\Program Files\ET2K\BOX95\ETENSRV.EXE
SAGE.EXE	FFFCFA3D	8 (Normal)	2	32-Bit	D:\WIN95\SYSTEM\SAGE.EXE
SYSTRAY.EXE	FFFCF72D	8 (Normal)	1	32-Bit	D:\WIN95\SYSTEM\SYSTRAY.EXE
INTERNAT.EXE	FFFC66BD	8 (Normal)	1	32-Bit	D:\WIN95\SYSTEM\INTERNAT.EXE
EXPLORER.EXE	FFFC0CF1	8 (Normal)	3	32-Bit	D:\WIN95\EXPLORER.EXE
MMTASK	FFFC60B5	8 (Normal)	1	16-Bit	D:\WIN95\SYSTEM\mmtask.tsk
TID	Owning PID	Thread Priority			
FFC31669	FFC30445	6 (Lowest)			
FFC314B1	FFC30445	7 (Below Normal)			
FFC312D9	FFC30445	8 (Normal)			
FFC30F01	FFC30445	9 (Above Norm...)			
FFC37CB5	FFC30445	10 (Highest)			
FFC308AD	FFC30445	10 (Highest)			

图1-10 利用Process Viewer (PVIEW95.EXE) 观察MLTITHRD.EXE

的执行，的确发现有六个执行线程，其中包括一个主执行线程。

C++ 的重要性质

C++ 是一种扭转程序员思维模式的语言。

一个人思维模式的扭转，不可能轻而易举一蹴而成。

近来「对象导向」一词席卷了整个软件界。对象导向程序设计（Object Oriented Programming）其实是一种观念，用什么语言实现它都可以。但，当然，对象导向程序语言（Object Oriented Programming Language）是专门为对象导向观念而发展出来的，以之完成对象导向的封装、继承、多态等特性自是最为便利。

C++ 是最重要的对象导向语言，因为它站在 C 语言的肩膀上，而 C 语言拥有绝对优势的使用者。C++ 并非纯然的对象导向程序语言，不过有时候混血并不是坏事，纯种也不见得就多好。

所谓纯对象导向语言，是指不管什么东西，都应该存在于对象之中。JAVA 和 Small Talk 都是纯对象导向语言。

如果你是 C++ 的初学者，本章不适合你（事实上整本书都不适合你），你的当务之急是去买一本 C++ 专书。一位专精 Basic 和 Assembly 语言的朋友问我，有没有可能不会 C++ 而学会 MFC？答案是当然没有可能。

如果你对 C++ 一知半解，语法大约都懂了，语意大约都不懂，本章是我能够给你的最好礼物。我将从类别与对象的关系开始，逐步解释封装、继承、多态、虚拟函数、动态绑定。不只解释其操作方式，更要点出其意义与应用，也就是，为什么需要这些性质。

C++ 语言范围何其广大，这一章的主题挑选完全是以MFC Programming 所需技术为前提。下一章，我们就把这里学到的C++ 技术和OO 观念应用到application framework 的仿真上，那是一个DOS 程序，不牵扯Windows。

类别及其成员- 谈封装 (encapsulation)

让我们把世界看成是一个由对象 (object) 所组成的大环境。对象是什么？白一点说，「东西」是也！任何实际的物体你都可以说它是对象。为了描述对象，我们应该先把对象的属性描述出来。好，给「对象的属性」一个比较学术的名词，就是「类别」(class)。对象的属性有两大成员，一是资料，一是行为。在对象导向的术语中，前者常被称为property (Java 语言则称之为field)，后者常被称为method。另有一双比较像程序设计领域的术语，名为member variable (或data member) 和member function。为求统一，本书使用第二组术语，也就是member variable (成员变量) 和member function (成员函数)。一般而言，成员变量通常由成员函数处理之。如果我以CSquare 代表「四方形」这种类别，四方形有color，四方形可以display。好，color 就是一种成员变量，display 就是一种成员函数：

```
CSquare square; // 声明square 是一个四方形。  
square.color = RED; // 设定成员变量。RED 代表一个颜色值。  
square.display(); // 调用成员函数。
```

下面是C++ 语言对于CSquare 的描述：

```
class CSquare // 常常我们以C 作为类别名称的开头  
{  
private:  
    int m_color; // 通常我们以m 作为成员变量的名称开头  
public:  
    void display() { ... }  
    void setcolor(int color) { m_color = color; }  
};
```

成员变量可以只在类别内被处理，也可以开放给外界处理。以资料封装的目的而言，自

然是前者较为妥当，但有时候也不得不开放。为此，C++ 提供了 *private*、*public* 和 *protected* 三种修饰词。一般而言成员变量尽量声明为 *private*，成员函数则通常声明为 *public*。上例的 *m_color* 既然声明为 *private*，我们势必得准备一个成员函数 *setcolor*，供外界设定颜色用。

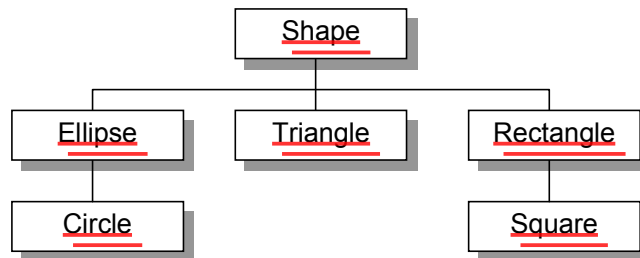
把资料声明为 *private*，不允许外界随意存取，只能透过特定的接口来操作，这就是对象导向的封装（*encapsulation*）特性。

基础类别与衍生类别：谈继承(Inheritance)

其它语言欲完成封装性质，并不太难。以C 为例，在结构（*struct*）之中放置资料，以及处理资料的函数的指针（*function pointer*），就可得到某种程度的封装精神。

C++ 神秘而特有的性质其实在于继承。

矩形是形，椭圆形是形，三角形也是形。苍蝇是昆虫，蜜蜂是昆虫，蚂蚁也是昆虫。是的，人类习惯把相同的性质抽取出来，成立一个基础类别（*base class*），再从中衍化出衍生类别（*derived class*）。所以，关于形状，我们就有了这样的类别阶层：



注意：衍生类别与基础类别的关系是“IsKindOf”的关系。也就是说，

Circle「是一种」Ellipse，Ellipse「是一种」Shape；

Square「是一种」Rectangle，Rectangle「是一种」Shape。

```

#0001 class CShape          // 形状
#0002 {
#0003 private:
#0004     int m_color;
#0005
#0006 public:
#0007     void setcolor(int color) { m_color = color; }
#0008 };
#0009
#0010 class CRect : public CShape    // 矩形是一种形状
#0011 {                               // 它会继承 m_color 和 setcolor()
#0012 public:
#0013     void display() { ... }
#0014 };
#0015
#0016 class CEllipse : public CShape  // 椭圆形是一种形状
#0017 {                               // 它会继承 m_color 和 setcolor()
#0018 public:
#0019     void display() { ... }
#0020 };
#0021
#0022 class CTriangle : public CShape // 三角形是一种形状
#0023 {                               // 它会继承 m_color 和 setcolor()
#0024 public:
#0025     void display() { ... }
#0026 };
#0027
#0028 class CSquare : public CRect     // 四方形是一种矩形
#0029 {
#0030 public:
#0031     void display() { ... }
#0032 };
#0033
#0034 class CCircle : public CEllipse  // 圆形是一种椭圆形
#0035 {
#0036 public:
#0037     void display() { ... }
#0038 };

```

于是你可以这么动作：

```

CSquare square;
CRect  rect1, rect2;
CCircle circle;

square.setcolor(1); // 令 square.m_color = 1;

```

```

square.display(); // 调用CSquare::display

rect1.setcolor(2); // 于是rect1.m_color = 2
rect1.display(); // 调用CRect::display

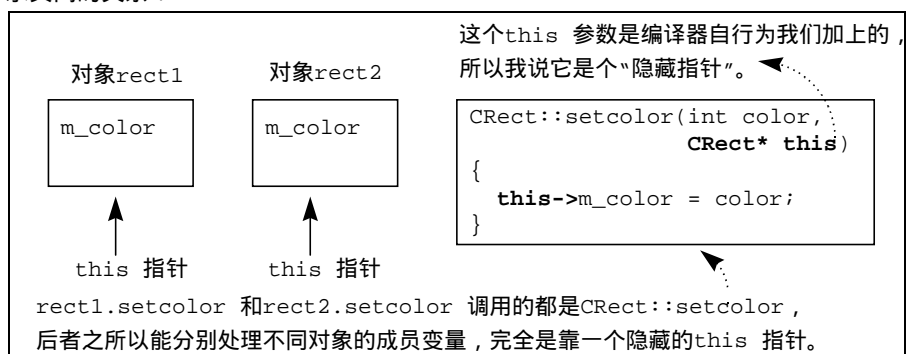
rect2.setcolor(3); // 于是rect2.m_color = 3
rect2.display(); // 调用CRect::display

circle.setcolor(4); // 于是circle.m_color = 4
circle.display(); // 调用CCircle::display

```

注意以下这些事实与问题：

1. 所有类别都由CShape衍生下来，所以它们都自然而然继承了CShape的成员，包括变量和函数。也就是说，所有的形状类别都「暗自」具备了m_color变量和setcolor函数。我所谓暗自（implicit），意思是无法从各衍生类别的声明中直接看出来。
2. 两个矩形对象rect1和rect2各有自己的m_color，但关于setcolor函数却是共享相同的CRect::setcolor（其实更应该说是CShape::setcolor）。我用这张图表示其间的关系：



让我替你问一个问题：同一个函数如何处理不同的资料？为什么rect1.setcolor和rect2.setcolor明明都是调用CRect::setcolor（其实也就是CShape::setcolor），却能够有条不紊地分别处理rect1.m_color和rect2.m_color？答案在于所谓的this 指针。下一节我就会提到它。

3. 既然所有类别都有`display`动作，把它提升到老祖宗`CShape`去，然后再继承之，好吗？不好，因为`display`函数应该因不同的形状而动作不同。

4. 如果`display`不能提升到基础类别去，我们就不能够以一个`for`循环或`while`循环干净漂亮地完成下列动作（此种动作模式在对象导向程序方法中重要无比）：

```
CShape shapes[5];  
... // 令5个shapes 各为矩形、正方形、椭圆形、圆形、三角形  
for (int i=0; i<5; i++)  
{  
    shapes[i].display;  
}
```

5. `Shape`只是一种抽象意念，世界上并没有「形状」这种东西！你可以在一个C++程序中做以下动作，但是不符合生活法则：

```
CShape shape; // 世界上没有「形状」这种东西，  
shape.setcolor(); // 所以这个动作就有点奇怪。
```

这同时也说出了第三点的另一个否定理由：按理你不能够把一个抽象的「形状」显示出来，不是吗？！

如果语法允许你产生一个不应该有的抽象对象，或如果语法不支持「把所有形状（不管什么形状）都`display`出来」的一般化动作作，这就是个失败的语言。C++是成功的，自然有它的整治方式。

记住，「对象导向」观念是描绘现实世界用的。所以，你可以以真实生活中的经验去思考程序设计的逻辑。

this 指针

刚刚我才说过，两个矩形对象`rect1` 和 `rect2` 各有自己的`m_color` 成员变量，但 `rect1.setcolor` 和 `rect2.setcolor` 却都通往唯一的 `CRect::setcolor` 成员函数。那么 `CRect::setcolor` 如何处理不同对象中的 `m_color`？答案是：成员函数有一个隐藏参数，名为 `this` 指针。当你调用：

```
rect1.setcolor(2); // rect1 是CRect 对象  
rect2.setcolor(3); // rect2 是CRect 对象
```

编译器实际上为你做出来的码是：

```
CRect::setcolor(2, (CRect*)&rect1);  
CRect::setcolor(3, (CRect*)&rect2);
```

不过，由于 `CRect` 本身并没有声明 `setcolor`，它是从 `CShape` 继承来的，所以编译器实际上产生的码是：

```
CShape::setcolor(2, (CRect*)&rect1);  
CShape::setcolor(3, (CRect*)&rect2);
```

多出来的参数，就是所谓的 `this` 指针。至于类别之中，成员函数的定义：

```
class CShape  
{  
...  
public:  
    void setcolor(int color) { m_color = color; }  
};
```

被编译器整治过后，其实是：

```
class CShape  
{  
...  
public:  
    void setcolor(int color, (CShape*)this) { this->m_color = color; }  
};
```

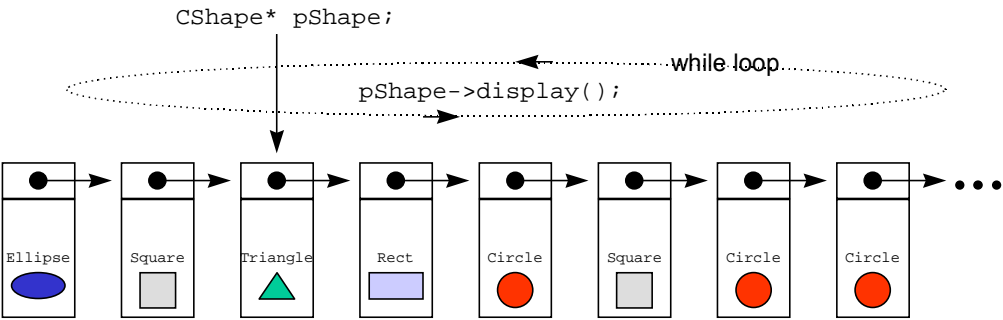
我们拨开了第一道疑云。

虚拟函数与多态(Polymorphism)

我曾经说过，前一个例子没有办法完成这样的动作：

```
CShape shapes[5];
... // 令5 个shapes 各为矩形、四方形、椭圆形、圆形、三角形
for (int i=0; i<5; i++)
{
    shapes[i].display;
}
```

可是这种所谓对象操作的一般化动作在application framework 中非常重要。作为framework 设计者的我，总是希望能够准备一个display 函数，给我的使用者调用；不管他根据我的这一大堆形状类别衍生出其它什么奇形怪状的类别，只要他想display，像下面那么做就行。

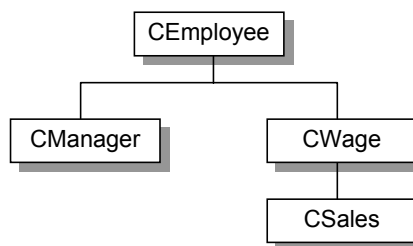
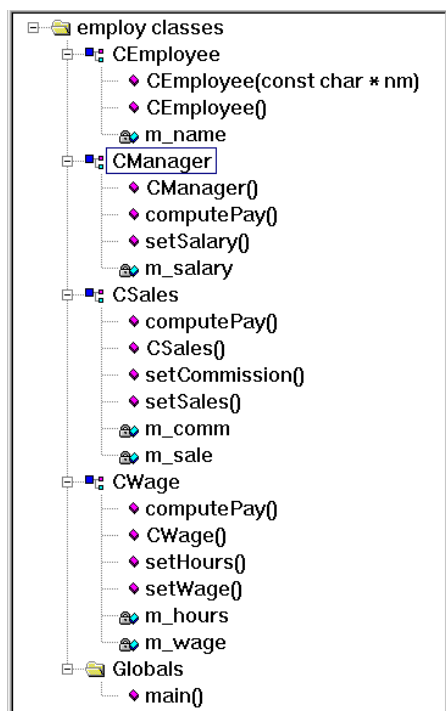


为了支持这种能力，C++ 提供了所谓的虚拟函数（virtual function）。

虚拟+ 函数?! 听起来很恐怖的样子。如果你了解汽车的离合器踩下去代表汽车空档，空档表示失去引擎本身的牵制力，你就会了解「高速行驶间煞车绝不能踩离合器」的道理并矢志遵行。好，如果你真的了解为什么需要虚拟函数以及什么情况下需要它，你就能够掌握它的灵魂与内涵，真正了解它的设计原理，并且发现认为它非常人性。并且，真正知道怎么用它。

让我用另一个例子来展开我的说明。这个范例灵感得自Visual C++ 手册之一：

Introduction to C++。假设你的类别种类如下：



本图以Visual C++ 之「Class Info 窗口」获得

程序代码实作如下：

```
#0001 #include <string.h>
#0002
#0003 //-----
#0004 class CEmployee // 职员
#0005 {
#0006 private:
#0007     char m_name[30];
#0008
#0009 public:
#0010     CEmployee();
#0011     CEmployee(const char* nm) { strcpy(m_name, nm); }
#0012 };
```

```

#0013 //-----
#0014 class CWage : public CEmployee // 时薪职员是一种职员
#0015 {
#0016 private :
#0017     float m_wage;
#0018     float m_hours;
#0019
#0020 public :
#0021     CWage(const char* nm) : CEmployee(nm) { m_wage = 250.0; m_hours = 40.0; }
#0022     void setWage(float wg) { m_wage = wg; }
#0023     void setHours(float hrs) { m_hours = hrs; }
#0024     float computePay();
#0025 };
#0026 //-----
#0027 class CSales : public CWage // 销售员是一种时薪职员
#0028 {
#0029 private :
#0030     float m_comm;
#0031     float m_sale;
#0032
#0033 public :
#0034     CSales(const char* nm) : CWage(nm) { m_comm = m_sale = 0.0; }
#0035     void setCommission(float comm) { m_comm = comm; }
#0036     void setSales(float sale) { m_sale = sale; }
#0037     float computePay();
#0038 };
#0039 //-----
#0040 class CManager : public CEmployee // 经理也是一种职员
#0041 {
#0042 private :
#0043     float m_salary;
#0044 public :
#0045     CManager(const char* nm) : CEmployee(nm) { m_salary = 15000.0; }
#0046     void setSalary(float salary) { m_salary = salary; }
#0047     float computePay();
#0048 };
#0049 //-----
#0050 void main()
#0051 {
#0052     CManager aManager("陈美静");
#0053     CSales aSales("侯俊杰");
#0054     CWage aWager("曾铭源");
#0055 }
#0056 //-----
#0057 // 虽然各类别的 computePay函数都没有定义，但因为程序也没有调用之，所以无妨。

```

如此一来，*CWage* 继承了 *CEmployee* 所有的成员（包括资料与函数），*CSales* 又继承了 *CWage* 所有的成员（包括资料与函数）。在意义上，相当于 *CSales* 拥有资料如下：

```
// private data of CEmployee
char m_name[30];

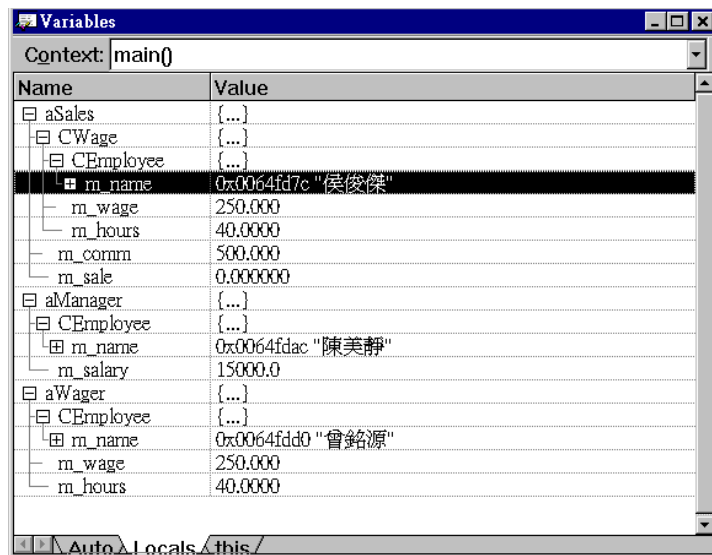
// private data of CWage
float m_wage;
float m_hours;

// private data of CSales
float m_comm;
float m_sale;
```

以及函数如下：

```
void setWage(float wg);
void setHours(float hrs);
void setCommission(float comm);
void setSale(float sales);
void computePay();
```

从 Visual C++ 的除错器中，我们可以看到，上例的 *main* 执行之后，程序拥有三个对象，内容（我是指成员变量）分别为：



从薪水说起

虚拟函数的故事要从薪水的计算说起。根据不同职员的计薪方式，我设计`computePay`函数如下：

```
float CManager::computePay()
{
    return m_salary; // 经理以「固定周薪」计薪。
}
float CWage::computePay()
{
    return (m_wage * m_hours); // 时薪职员以「钟点费* 每周工时」计薪。
}
float CSales::computePay()
{
    // 销售员以「钟点费* 每周工时」再加上「佣金* 销售额」计薪。
    return (m_wage * m_hours + m_comm * m_sale); // 语法错误。
}
```

但是`CSales`对象不能够直接取用`CWage`的`m_wage`和`m_hours`，因为它们是`private`成员变量。所以是不是应该改为这样：

```
float CSales::computePay()
{
    return computePay() + m_comm * m_sale;
}
```

这也不好，我们应该指明函数中所调用的`computePay`究归谁属-- 编译器没有厉害到能够自行判断而保证不出错。正确写法应该是：

```
float CSales::computePay()
{
    return CWage::computePay() + m_comm * m_sale;
}
```

这就合乎逻辑了：销售员是一般职员的一种，他的薪水应该是以时薪职员的计薪方式作为底薪，再加上额外的销售佣金。我们看看实际情况，如果有一个销售员：

```
CSales aSales("侯俊杰");
```

那么侯俊杰的底薪应该是:

```
aSales.CWage::computePay(); // 这是销售员的底薪。注意语法。
```

而侯俊杰的全薪应该是:

```
aSales.computePay(); // 这是销售员的全薪
```

结论是: 要调用父类别的函数, 你必须使用scope resolution operator (::) 明白指出。

接下来我要触及对象类型的转换, 这关系到指针的运用, 更直接关系到为什么需要虚拟函数。了解它, 对于application framework 如MFC 者的运用十分十分重要。

假设我们有两个对象:

```
CWage aWager;  
CSales aSales("侯俊杰");
```

销售员是时薪职员之一, 因此这样做是合理的:

```
aWager = aSales; // 合理, 销售员必定是时薪职员。
```

这样就不合理:

```
aSales = aWager; // 错误, 时薪职员未必是销售员。
```

如果你一定要转换, 必须使用指针, 并且明显地做型别转换 (cast) 动作:

```
CWage* pWager;  
CSales* pSales;  
CSales aSales("侯俊杰");  
pWager = &aSales; // 把一个「基础类别指针」指向衍生类别之对象, 合理且自然。  
pSales = (CSales *)pWager; // 强迫转型。语法上可以, 但不符合现实生活。
```

真实世界中某些时候我们会以「一种动物」来总称猫啊、狗啊、兔子猴子等等。为了某种便利 (这个便利稍后即可看到), 我们也会想以「一个通用的指针」表示所有可能的职员类型。无论如何, 销售员、时薪职员、经理, 都是职员, 所以下面动作合情合理:

```
CEmployee* pEmployee;
CWage aWager("曾铭源");
CSales aSales("侯俊杰");
CManager aManager("陈美静");

pEmployee = &aWager; // 合理, 因为月薪职员必是职员
pEmployee = &aSales; // 合理, 因为销售员必是职员
pEmployee = &aManager; // 合理, 因为经理必是职员
```

也就是说, 你可以把一个「职员指针」指向任何一种职员。这带来的好处是程序设计的巨大弹性, 譬如说你设计一个串行 (linked list), 各个元素都是职员 (哪一种职员都可以), 你的 *add* 函数可能因此希望有一个「职员指针」作为参数:

```
add(CEmployee* pEmp); // pEmp 可以指向任何一种职员
```

晴天霹雳

我们渐渐接触问题的核心。上述 C++ 性质使真实生活经验的确在计算机语言中仿真了出来, 但是万里无云的日子里却出现了一个晴天霹雳: 如果你以一个「基础类别之指针」指向一个「衍生类别之对象」, 那么经由此指针, 你就只能够调用基础类别 (而不是衍生类别) 所定义的函数。因此:

```
CSales aSales("侯俊杰");
CSales* pSales;
CWage* pWager;

pSales = &aSales;
pWager = &aSales; // 以「基础类别之指针」指向「衍生类别之对象」

pWager->setSales(800.0); // 错误 (编译器会检测出来),
// 因为CWage 并没有定义setSales 函数。
pSales->setSales(800.0); // 正确, 调用CSales::setSales 函数。
```

虽然 *pSales* 和 *pWager* 指向同一个对象, 但却因指针的原始类型而使两者之间有了差异。

延续此例, 我们看另一种情况:

```
pWager->computePay(); // 调用CWage::computePay()
pSales->computePay(); // 调用CSales::computePay()
```

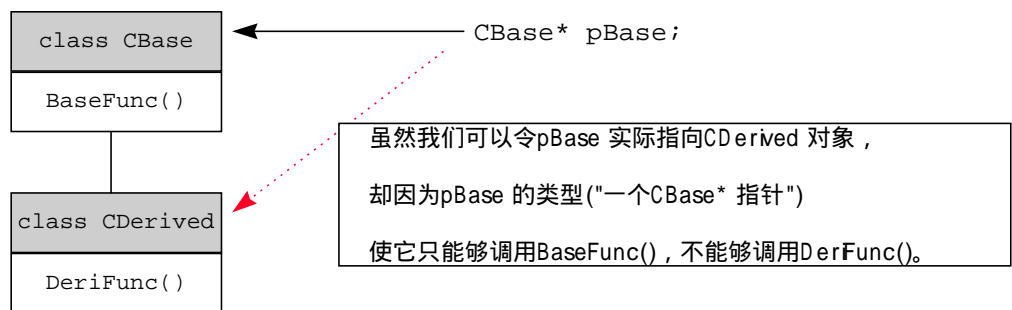
虽然 *pSales* 和 *pWager* 实际上都指向 *CSales* 对象, 但是两者调用的 *computePay* 却不

相同。到底调用到哪个函数，必须视指针的原始类型而定，与指针实际所指之对象无关。

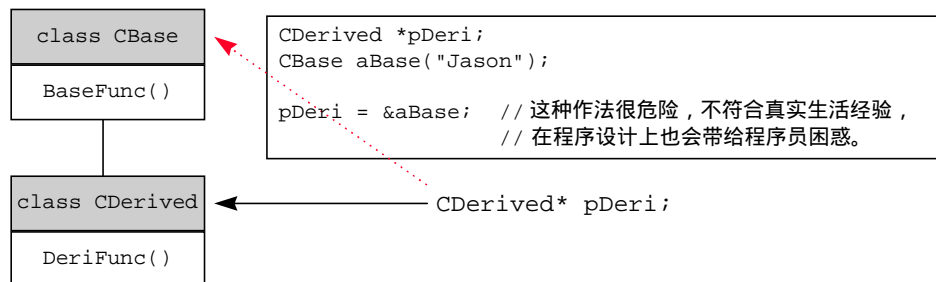
三个结论

我们得到了三个结论：

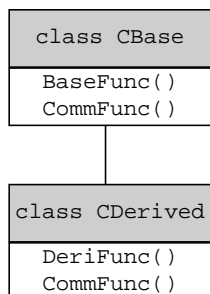
1. 如果你以一个「基础类别之指针」指向「衍生类别之对象」，那么经由该指针你只能够调用基础类别所定义的函数。



2. 如果你以一个「衍生类别之指针」指向一个「基础类别之对象」，你必须先做明显的转型动作（explicit cast）。这种作法很危险，不符合真实生活经验，在程序设计上也会带给程序员困惑。



3. 如果基础类别和衍生类别都定义了「相同名称之成员函数」，那么透过对象指针调用成员函数时，到底调用到哪一个函数，必须视该指针的原始型别而定，而不是视指针实际所指之对象的型别而定。这与第1点其实意义相通。



```

CBase* pBase;
CDerived* pDeri;
  
```

不论你把这两个指针指向何方，由于它们的原始类型，使它们在调用同名的CommFunc()时有着无可改变的宿命：

- pBase->CommFunc() 永远是指CBase::CommFunc
- pDeri->CommFunc() 永远是指CDerived::CommFunc

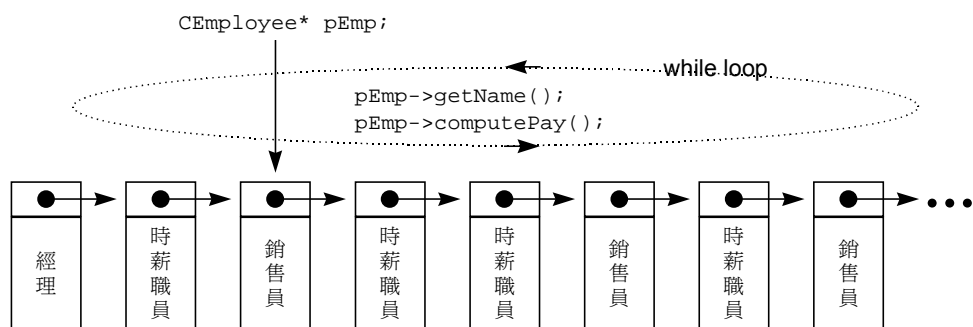
得到这些结论后，看看什么事情会困扰我们。前面我曾提到一个由职员组成的串行，如果我想写一个printNames函数走访串行中的每一个元素并印出职员的名字，我们可以在CEmployee（最基础类别）中多加一个getName函数，然后再设计一个while循环如下：

```

int count = 0;
CEmployee* pEmp;
...
while (pEmp = anIter.getNext())
{
    count++;
    cout << count << ' ' << pEmp->getName() << endl;
}
  
```

你可以把anIter.getNext想象是一个可以走访串行的函数，它传回CEmployee*，也因此每一次获得的指针才可以调用定义于CEmployee中的getName。

计薪循环图



但是，由于函数的调用是依赖指针的原始类型而不管它实际上指向何方（何种对象），因此如果上述`while`循环中调用的是`pEmp->computePay`，那么`while`循环所执行的将总是相同的运算，也就是`CEmployee::computePay`，这就糟了（销售员领到经理的薪水还不糟吗）。更糟的是，我们根本没有定义`CEmployee::computePay`，因为`CEmployee`只是个抽象概念（一个抽象类别）。指针必须落实到具象类型上如`CWage`或`CManager`或`CSales`，才有薪资计算公式。

虚拟函数与一般化

我想你可以体会，上述的`while`循环其实就是把动作「一般化」。「一般化」之所以重要，在于它可以把现在的、未来的情况统统纳入考量。将来即使有另一种名曰「顾问」的职员，上述计薪循环应该仍然能够正常运作。当然啦，「顾问」的`computePay`必须设计好。

「一般化」是如此重要，解决上述问题因此也就迫切起来。我们需要的是什么呢？是能够「依旧以`CEmployee`指针代表每一种职员」，而又能够在「实际指向不同种类之职员」时，「调用到不同版本（不同类别中）之`computePay`」这种能力。

这种性质就是多态（polymorphism），靠虚拟函数来完成。

再次看看那张计薪循环图：

当`pEmp`指向经理，我希望`pEmp->computePay`是经理的薪水计算式，也就是`CManager::computePay`。

当`pEmp`指向销售员，我希望`pEmp->computePay`是销售员的薪水计算式，也就是`CSales::computePay`。

当`pEmp`指向时薪职员，我希望`pEmp->computePay`是时薪职员的薪水计算式，也就是`CWage::computePay`。

虚拟函数正是为了对「如果你以一个基础类别之指针指向一个衍生类别之对象，那么透过该指针你就只能调用基础类别所定义之成员函数」这条规则反其道而行的设计。

不必设计复杂的串行函数如`add` 或`getNext` 才能验证这件事，我们看看下面这个简单例子。如果我把职员一例中所有四个类别的`computePay` 函数前面都加上`virtual` 保留字，使它们成为虚拟函数，那么：

```
CEmployee* pEmp;
CWage      aWager("曾銘源");
CSales     aSales("侯俊傑");
CManager   aManager("陳美靜");

pEmp = &aWager;
cout << pEmp->computePay(); // 调用的是 CWage::computePay
pEmp = &aSales;
cout << pEmp->computePay(); // 调用的是 CSales::computePay
pEmp = &aManager;
cout << pEmp->computePay(); // 调用的是 CManager::computePay
```

现在重新回到Shape 例子，我打算让`display` 成为虚拟函数：

```
#0001 #include <iostream.h>
#0002 class CShape
#0003 {
#0004     public:
#0005     virtual void display() { cout << "Shape \n"; }
#0006 };
#0007 //-----
#0008 class CEllipse : public CShape
#0009 {
#0010     public:
#0011     virtual void display() { cout << "Ellipse \n"; }
#0012 };
#0013 //-----
#0014 class CCircle : public CEllipse
#0015 {
#0016     public:
#0017     virtual void display() { cout << "Circle \n"; }
#0018 };
#0019 //-----
#0020 class CTriangle : public CShape
#0021 {
#0022     public:
#0023     virtual void display() { cout << "Triangle \n"; }
#0024 };
```

```

#0025 //-----
#0026 class CRect : public CShape
#0027 {
#0028     public:
#0029     virtual void display() { cout << "Rectangle \n"; }
#0030 };
#0031 //-----
#0032 class CSquare : public CRect
#0033 {
#0034     public:
#0035     virtual void display() { cout << "Square \n"; }
#0036 };
#0037 //-----
#0038 void main()
#0039 {
#0040     CShape      aShape;
#0041     CEllipse     aEllipse;
#0042     CCircle      aCircle;
#0043     CTriangle    aTriangle;
#0044     CRect        aRect;
#0045     CSquare      aSquare;
#0046     CShape* pShape[6] = { &aShape,
#0047                          &aEllipse,
#0048                          &aCircle,
#0049                          &aTriangle,
#0050                          &aRect,
#0051                          &aSquare };
#0052
#0053     for (int i=0; i< 6; i++)
#0054         pShape[i]->display();
#0055 }
#0056 //-----

```

得到的結果是：

```

Shape
Ellipse
Circle
Triangle
Rectangle
Square

```

如果把所有类别中的virtual 保留字拿掉，执行结果变成：

```
Shape
Shape
Shape
Shape
Shape
Shape
```

综合Employee 和Shape 两例，第一个例子是：

```
pEmp = &aWager;
cout << pEmp->computePay();
pEmp = &aSales;
cout << pEmp->computePay();
pEmp = &aBoss;
cout << pEmp->computePay();
```

这三行程序码完全相同

第二个例子是：

```
CShape* pShape[6];
for (int i=0; i< 6; i++)
    pShape[i]->display(); // 此进程代码执行了6 次。
```

我们看到了一种奇特现象：程序代码完全一样（因为一般化了），执行结果却不相同。这就是虚拟函数的妙用。

如果没有虚拟函数这种东西，你还是可以使用scope resolution operator (::) 明白指出调用哪一个函数，但程序就不再那么优雅与弹性了。

从操作型定义来看，什么是虚拟函数呢？如果你预期衍生类别有可能重新定义某一个成员函数，那么你就在基础类别中把此函数设为virtual。MFC 有两个十分重要的虚拟函数：与document 有关的Serialize 函数和与view 有关的OnDraw 函数。你应该在自己的CMyDoc 和CMyView 中改写这两个虚拟函数。

多态 (Polymorphism)

你看，我们以相同的指令却唤起了不同的函数，这种性质称为Polymorphism，意思是"the ability to assume many forms" (多态)。编译器无法在编译时期判断`pEmp->computePay`到底是调用哪一个函数，必须在执行时期才能评估之，这称为后期绑定late binding 或动态绑定dynamic binding。至于C 函数或C++ 的non-virtual 函数，在编译时期就转换为一个固定地址的调用了，这称为前期绑定early binding 或静态绑定static binding。

Polymorphism 的目的，就是要让处理「基础类别之对象」的程序代码，能够完全透通地继续适当处理「衍生类别之对象」。

可以说，虚拟函数是了解多态 (Polymorphism) 以及动态绑定的关键。同时，它也是了解如何使用MFC 的关键。

让我再次提示你，当你设计一套类别，你并不知道使用者会衍生什么新的子类别出来。如果动物世界中出现了新品种名曰雅虎，类别使用者势必在`CAnimal` 之下衍生一个`CYahoo`。饶是如此，身为基础类别设计者的你，可以利用虚拟函数的特性，将所有动物必定会有行为 (例如哮叫`roar`)，规划为虚拟函数，并且规划一些一般化动作 (例如「让每一种动物发出一声哮叫」)。那么，虽然，你在设计基础类别以及这个一般化动作时，无法掌握使用者自行衍生的子类别，但只要他改写了`roar` 这个虚拟函数，你的一般化对象操作动作自然就可以调用到该函数。

再次回到前述的Shape 例子。我们说`CShape` 是抽象的，所以它根本不该有`display` 这个动作。但为了在各具象衍生类别中绘图，我们又不得不在基础类别`CShape` 加上`display` 虚拟函数。你可以定义它什么也不做 (空函数)：

```
class CShape
{
public:
    virtual void display() { }
};
```

或只是给个消息：

```
class CShape
{
public:
    virtual void display() { cout << "Shape \n"; }
};
```

这两种作法都不高明，因为这个函数根本就不应该被调用（*CShape* 是抽象的），我们根本就不应该定义它。不定义但又必须保留一块空间（spaceholder）给它，于是C++ 提供了所谓的纯虚拟函数：

```
class CShape
{
public:
    virtual void display() = 0; // 注意 "= 0"
};
```

纯虚拟函数不需定义其实际动作，它的存在只是为了在衍生类别中被重新定义，只是为了提供一个多态接口。只要是拥有纯虚拟函数的类别，就是一种抽象类别，它是不能够被具象化（instantiate）的，也就是说，你不能根据它产生一个对象（你怎能说一种形状为'Shape'的物体呢）。如果硬要强渡关山，会换来这样的编译消息：

```
error : illegal attempt to instantiate abstract class.
```

关于抽象类别，我还有一点补充。*CCircle* 继承了 *CShape* 之后，如果没有改写 *CShape* 中的纯虚拟函数，那么 *CCircle* 本身也就成为一个拥有纯虚拟函数的类别，于是它也是一个抽象类别。

是对虚拟函数做结论的时候了：

如果你期望衍生类别重新定义一个成员函数，那么你应该在基础类别中把此函数设为 *virtual*。

以单一指令唤起不同函数，这种性质称为 *Polymorphism*，意思是 "the ability to assume many forms"，也就是多态。

虚拟函数是C++ 语言的 *Polymorphism* 性质以及动态绑定的关键。

既然抽象类别中的虚拟函数不打算被调用，我们就不应该定义它，应该把它设为纯虚拟函数（在函数声明之后加上“=0”即可）。

我们可以说，拥有纯虚拟函数者为抽象类别（abstract class），以别于所谓的具象类别（concrete class）。

抽象类别不能产生出对象实体，但是我们可以拥有指向抽象类别之指针，以便于操作抽象类别的各个衍生类别。

虚拟函数衍生下去仍为虚拟函数，而且可以省略virtual 关键词。

类别与对象大解剖

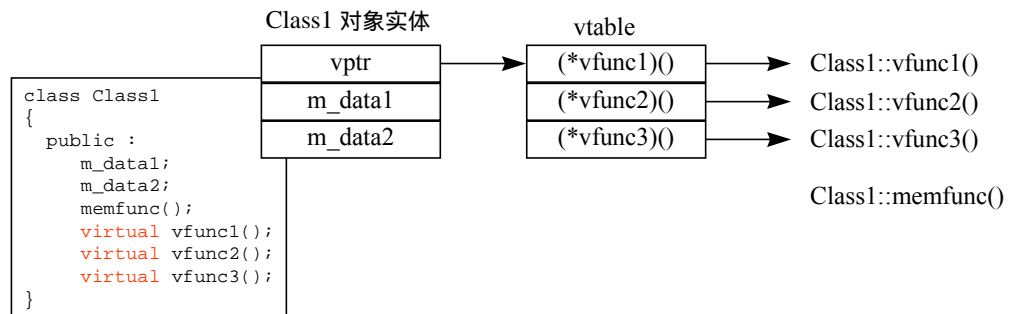
你一定很想知道虚拟函数是怎么做出来的，对不对？

如果能够了解C++ 编译器对于虚拟函数的实现方式，我们就能够知道为什么虚拟函数可以做到动态绑定。

为了达到动态绑定（后期绑定）的目的，C++ 编译器透过某个表格，在执行时期「间接」调用实际上欲绑定的函数（注意「间接」这个字眼）。这样的表格称为虚拟函数表（常被称为vtable）。每一个「内含虚拟函数的类别」，编译器都会为它做出一个虚拟函数表，表中的每一笔元素都指向一个虚拟函数的地址。此外，编译器当然也会为类别加上一项成员变量，是一个指向该虚拟函数表的指针（常被称为vptr）。举个例：

```
class Class1 {
public :
    data1;
    data2;
    memfunc();
    virtual vfunc1();
    virtual vfunc2();
    virtual vfunc3();
};
```

Class1 对象实体在内存中占据这样的空间：



C++ 类别的成员函数，你可以想象就是C 语言中的函数。它只是被编译器改过名称，并增加一个参数（this 指针），因而可以处理调用者（C++ 对象）中的成员变量。所以，你并没有在Class1 对象的内存区块中看到任何与成员函数有关的任何东西。

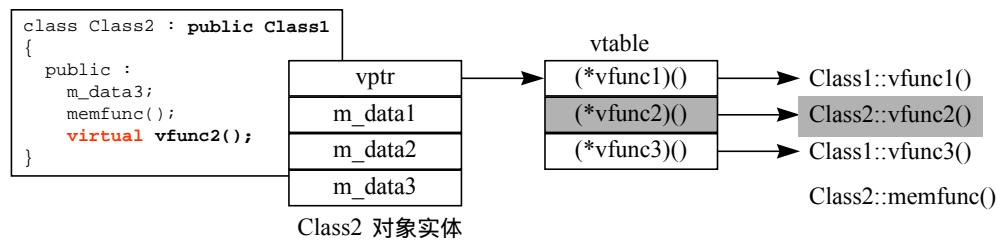
每一个由此类别衍生出来的对象，都有这么一个vptr。当我们透过这个对象调用虚拟函数，事实上是透过vptr 找到虚拟函数表，再找出虚拟函数的真正地址。

奥妙在于这个虚拟函数表以及这种间接调用方式。虚拟函数表的内容是依据类别中的虚拟函数声明次序，一一填入函数指针。衍生类别会继承基础类别的虚拟函数表（以及所有其它可以继承的成员），当我们在衍生类别中改写虚拟函数时，虚拟函数表就受了影响：表中元素所指的函数地址将不再是基础类别的函数地址，而是衍生类别的函数地址。看看这个例子：

```

class Class2 : public Class1 {
public:
    data3;
    memfunc();
    virtual vfunc2();
};

```

于是，一个「指向Class1 所生对象」的指针，所调用的vfunc2 就是Class1::vfunc2，而一个「指向Class2 所生对象」的指针，所调用的vfunc2 就是Class2::vfunc2。

动态绑定机制，在执行时期，根据虚拟函数表，做出了正确的选择。

我们解开了第二道神秘。

口说无凭，何不看点实际。观其地址，物焉 C 哉，下面是一个测试程序：

```

#0001 #include <iostream.h>
#0002 #include <stdio.h>
#0003
#0004 class ClassA
#0005 {
#0006 public:
#0007     int m_data1;
#0008     int m_data2;
#0009     void func1() { }
#0010     void func2() { }
#0011     virtual void vfunc1() { }
#0012     virtual void vfunc2() { }
#0013 };
#0014
#0015 class ClassB : public ClassA
#0016 {
#0017 public:
#0018     int m_data3;
#0019     void func2() { }
#0020     virtual void vfunc1() { }
#0021 };
#0022
#0023 class ClassC : public ClassB
#0024 {

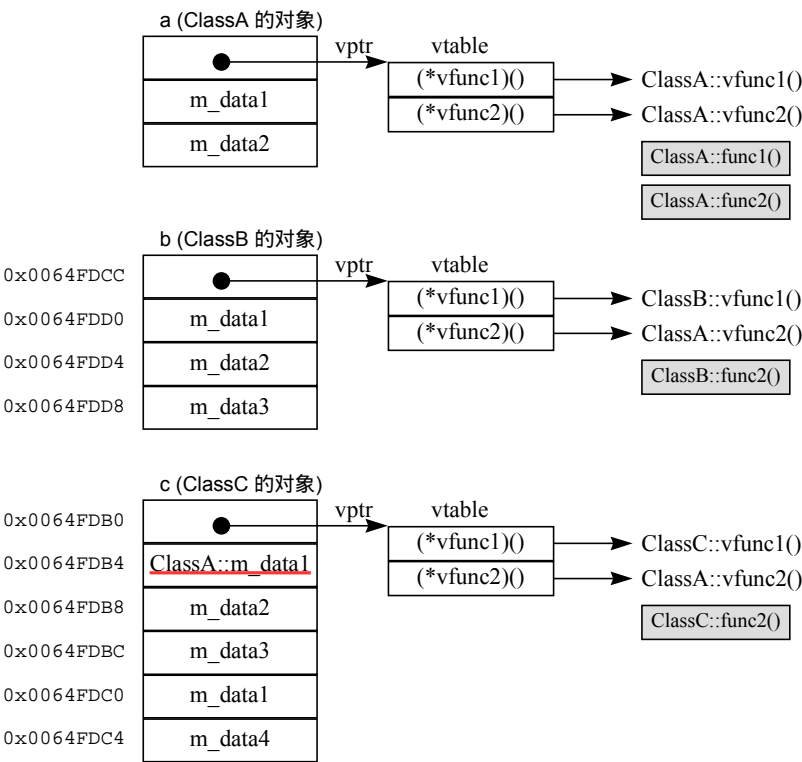
```

```
#0025 public:
#0026 int m_data1;
#0027 int m_data4;
#0028 void func2() { }
#0029 virtual void vfunc1() { }
#0030 };
#0031
#0032 void main()
#0033 {
#0034     cout << sizeof(ClassA) << endl;
#0035     cout << sizeof(ClassB) << endl;
#0036     cout << sizeof(ClassC) << endl;
#0037
#0038     ClassA a;
#0039     ClassB b;
#0040     ClassC c;
#0041
#0042     b.m_data1 = 1;
#0043     b.m_data2 = 2;
#0044     b.m_data3 = 3;
#0045     c.m_data1 = 11;
#0046     c.m_data2 = 22;
#0047     c.m_data3 = 33;
#0048     c.m_data4 = 44;
#0049     c.ClassA::m_data1 = 111;
#0050
#0051     cout << b.m_data1 << endl;
#0052     cout << b.m_data2 << endl;
#0053     cout << b.m_data3 << endl;
#0054     cout << c.m_data1 << endl;
#0055     cout << c.m_data2 << endl;
#0056     cout << c.m_data3 << endl;
#0057     cout << c.m_data4 << endl;
#0058     cout << c.ClassA::m_data1 << endl;
#0059
#0060     cout << &b << endl;
#0061     cout << &(b.m_data1) << endl;
#0062     cout << &(b.m_data2) << endl;
#0063     cout << &(b.m_data3) << endl;
#0064     cout << &c << endl;
#0065     cout << &(c.m_data1) << endl;
#0066     cout << &(c.m_data2) << endl;
#0067     cout << &(c.m_data3) << endl;
#0068     cout << &(c.m_data4) << endl;
#0069     cout << &(c.ClassA::m_data1) << endl;
#0070 }
```

执行结果与分析如下：

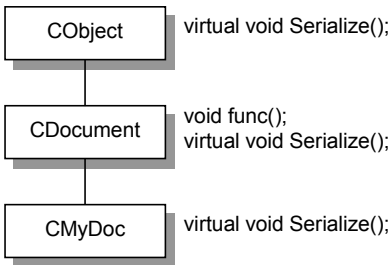
执行结果	意义	说明
12	Sizeof (ClassA)	2 个 <i>int</i> 加上一個 <i>vptr</i>
16	Sizeof (ClassB)	继承自 <i>ClassA</i> ，再加上 1 个 <i>int</i>
24	Sizeof (ClassC)	继承自 <i>ClassB</i> ，再加上 2 个 <i>int</i>
1	b.m_data1 的内容	
2	b.m_data2 的内容	
3	b.m_data3 的内容	
11	c.m_data1 的内容	
22	c.m_data2 的内容	
33	c.m_data3 的内容	
44	c.m_data4 的内容	
111	c.ClassA::m_data1 的内容	
0x0064FDCC	b 对象的起始地址	这个地址中的内容就是 <i>vptr</i>
0x0064FDD0	b.m_data1 的地址	
0x0064FDD4	b.m_data2 的地址	
0x0064FDD8	b.m_data3 的地址	
0x0064FDB0	c 对象的起始地址	这个地址中的内容就是 <i>vptr</i>
0x0064FDC0	c.m_data1 的地址	
0x0064FDB8	c.m_data2 的地址	
0x0064FDBC	c.m_data3 的地址	
0x0064FDC4	c.m_data4 的地址	
0x0064FDB4	<u>c.ClassA::m_data1 的地址</u>	

a、b、c 对象的内容图示如下：



Object slicing 与 虚拟函数

我要在这里说明虚拟函数另一个极重要的行为模式。假设有三个类别，阶层关系如下：



以程序表现如下：

```
#0001 #include <iostream.h>
#0002
#0003 class CObject
#0004 {
#0005 public:
#0006     virtual void Serialize() { cout << "CObject::Serialize() \n\n"; }
#0007 };
#0008
#0009 class CDocument : public CObject
#0010 {
#0011 public:
#0012     int m_data1;
#0013     void func() { cout << "CDocument::func()" << endl;
#0014                 Serialize();
#0015                 }
#0016
#0017     virtual void Serialize() { cout << "CDocument::Serialize() \n\n"; }
#0018 };
#0019
#0020 class CMyDoc : public CDocument
#0021 {
#0022 public:
#0023     int m_data2;
#0024     virtual void Serialize() { cout << "CMyDoc::Serialize() \n\n"; }
#0025 };
#0026 //-----
#0027 void main()
#0028 {
#0029     CMyDoc mydoc;
#0030     CMyDoc* pmydoc = new CMyDoc;
#0031
#0032     cout << "#1 testing" << endl;
#0033     mydoc.func();
#0034
#0035     cout << "#2 testing" << endl;
#0036     ((CDocument*)&mydoc)->func();
#0037
#0038     cout << "#3 testing" << endl;
#0039     pmydoc->func();
#0040
#0041     cout << "#4 testing" << endl;
#0042     ((CDocument)mydoc).func();
#0043 }
```

由于CMyDoc 自己没有func 函数，而它继承了CDocument 的所有成员，所以main 之中的四个调用动作毫无问题都是调用CDocument::func。但，CDocument::func 中所调用的Serialize 是哪一个类别的成员函数呢？如果它是一般（non-virtual）函数，毫无问题应该是CDocument::Serialize。但因为这是个虚拟函数，情况便有不同。以下是执行结果：

```
#1 testing
CDocument::func()
CMyDoc::Serialize()

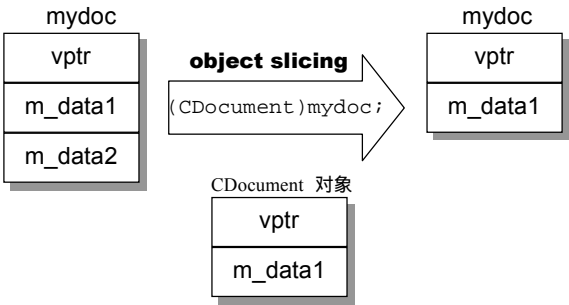
#2 testing
CDocument::func()
CMyDoc::Serialize()

#3 testing
CDocument::func()
CMyDoc::Serialize()

#4 testing
CDocument::func()
CDocument::Serialize() <-- 注意
```

前三个测试都符合我们对虚拟函数的期望：既然衍生类别已经改写了虚拟函数Serialize，那么理当调用衍生类别之Serialize 函数。这种行为模式非常频繁地出现在application framework 身上。后续当我追踪MFC 源代码时，遇此情况会再次提醒你。

第四项测试结果则有点出乎意料之外。你知道，衍生对象通常都比基础对象大（我是指内存空间），因为衍生对象不但继承其基础类别的成员，又有自己的成员。那么所谓的upcasting（向上强制转型）：(CDocument)mydoc，将会造成对象的内容被切割（object slicing）：



当我们调用：

```
((CDocument)mydoc).func();
```

mydoc 已经是一个被切割得剩下半条命的对象，而 *func* 内部调用虚拟函数 *Serialize*；后者将使用的「*mydoc* 的虚拟函数指针」虽然存在，它的值是什么呢？你是不是隐隐觉得有什么大灾难要发生？

幸运的是，由于 `((CDocument)mydoc).func()` 是个传值而非传址动作，编译器以所谓的拷贝构造式（copy constructor）把 *CDocument* 对象内容复制了一份，使得 *mydoc* 的 *vtable* 内容与 *CDocument* 对象的 *vtable* 相同。本例虽没有明显做出一个拷贝构造式，编译器会自动为你合成一个。

说这么多，总结就是，经过所谓的 data slicing，本例的 *mydoc* 真正变成了一个完完全全

静态成员（变量与函数）

我想你已经很清楚了，如果你依据一个类别产生出三个对象，每一个对象将各有一份成员变量。有时候这并不是你要的。假设你有一个类别，专门用来处理存款帐户，它至少应该要有存户的姓名、地址、存款额、利率等成员变量：

```
class SavingAccount
{
private:
    char m_name[40]; // 存戶姓名
    char m_addr[60]; // 存戶地址
    double m_total; // 存款額
    double m_rate; // 利率
    ...
};
```

这家行库采用浮动利率，每个帐户的利息都是根据当天的挂牌利率来计算。这时候 *m_rate* 就不适合成为每个帐户对象中的一笔资料，否则每天一开市，光把所有帐户内容

叫出来，修改`m_rate` 的值，就花掉不少时间。`m_rate` 应该独立在各对象之外，成为类别独一无二的资料。怎么做？在`m_rate` 前面加上`static` 修饰词即可：

```
class SavingAccount
{
private:
char m_name[40]; // 存户姓名
char m_addr[60]; // 存户地址
double m_total; // 存款额
static double m_rate; // 利率
...
};
```

`static` 成员变量不属于对象的一部份，而是类别的一部份，所以程序可以在还没有诞生任何对象的时候就处理此种成员变量。但首先你必须初始化它。

不要把`static` 成员变量的初始化动作安排在类别的构造式中，因为构造式可能一再被调用，而变量的初值却只应该设定一次。也不要将初始化动作安排在头文件中，因为它可能会被包含许多地方，因此也就可能被执行许多次。你应该在实作档中目类别以外的任何位置设定其初值。例如在`main` 之中，或全域函数中，或任何函数之外：

```
double SavingAccount::m_rate = 0.0075; // 设立static 成员变量的初值
void main() { ... }
```

这么做可曾考虑到`m_rate` 是个`private` 资料？没关系，设定`static` 成员变量初值时，不受任何存取权限的束缚。 请注意，`static` 成员变量的型别也出现在初值设定句中，因为这是一个初值设定动作，不是一个数量指定（assignment）动作。事实上，`static` 成员变量是在这时候（而不是在类别声明中）才定义出来的。如果你没有做这个初始化动作，会产生联结错误：

```
error LNK2001: unresolved external symbol "private: static double
SavingAccount::m_rate" (?m_rate@SavingAccount@@2HA)
```

关于`static` 成员的使用实例，第 6 章的 HelloMFC 有一个，附录 D 的「自制 DBWIN 工具（MFC 版）」也有一个。第 3 章的「RTTI（执行时期型别辨识）」一节仿真 MFC 的 `CRuntimeClass`，也有一个 `static` 应用实例。

下面是存取static 成员变量的一种方式，注意，此刻还没有诞生任何对象实体：

```
// 第一种存取方式
void main()
{
    SavingAccount::m_rate = 0.0075; // 欲此行成立，须把 m_rate 改为public
}
```

下面这种情况则是产生一个对象后，透过对象来处理static 成员变量：

```
// 第二种存取方式
void main()
{
    SavingAccount myAccount;
    myAccount.m_rate = 0.0075; // 欲此行成立，须把 m_rate 改为public
}
```

你得搞清楚一个观念，static 成员变量并不是因为对象的实现而才得以实现，它本来就存在，你可以想象它是一个全域变量。因此，第一种处理方式在意义上比较不会给人错误的印象。

只要access level 允许，任何函数（包括全域函数或成员函数，static 或non-static）都可以存取static 成员变量。但如果你希望在产生任何object 之前就存取其class 的private static 成员变量，则必须设计一个static 成员函数（例如以下的setRate）：

```
class SavingAccount
{
private:
    char m_name[40]; // 存户姓名
    char m_addr[60]; // 存户地址
    double m_total; // 存款额
    static double m_rate; // 利率
    ...
public:
    static void setRate(double newRate) { m_rate = newRate; }
    ...
};

double SavingAccount::m_rate = 0.0075; // 设置 static 成员变量的初值

void main()
```

```
{  
    SavingAccount::setRate(0.0074); // 直接调用类别的 static 成员函数  
    SavingAccount myAccount;  
    myAccount.setRate(0.0074); // 通过对象调用 static 成员函数  
}
```

由于 *static* 成员函数不需要借助任何对象，就可以被调用执行，所以编译器不会为它暗加一个 *this* 指针。也因为如此，*static* 成员函数无法处理类别之中的 *non-static* 成员变量。还记得吗，我在前面说过，成员函数之所以能够以单一一份函数码处理各个对象的资料而不紊乱，完全靠的是 *this* 指针的指示。

static 成员函数「没有 *this* 参数」的这种性质，正是我们的 MFC 应用程序在准备 callback 函数时所需要的。第 6 章的 Hello World 例中我就会举这样一个实例。

C++ 程序的生与死：兼谈构造式与析构式

C++ 的 *new* 运算符和 C 的 *malloc* 函数都是为了配置内存，但前者比之后者的优点是，*new* 不但配置对象所需的内存空间时，同时会引发构造式的执行。

所谓构造式 (constructor)，就是对象诞生后第一个执行 (并且是自动执行) 的函数，它的函数名称必定要与类别名称相同。

相对于构造式，自然就有个析构式 (destructor)，也就是在对象行将毁灭但未毁灭之前一刻，最后执行 (并且是自动执行) 的函数，它的函数名称必定要与类别名称相同，再在最前面加一个 ~ 符号。

一个有着阶层架构的类别群组，当衍生类别的对象诞生之时，构造式的执行是由最基础类别 (most based) 至最尾端衍生类别 (most derived)；当对象要毁灭之前，析构式的执行则是反其道而行。第 3 章的 frame1 程序对此有所示范。

我以实例展示不同种类之对象的构造式执行时机。程序代码中的编号请对照执行结果。

```
#0001 #include <iostream.h>
#0002 #include <string.h>
#0003
#0004 class CDemo
#0005 {
#0006 public:
#0007     CDemo(const char* str);
#0008     ~CDemo();
#0009 private:
#0010     char name[20];
#0011 };
#0012
#0013 CDemo::CDemo(const char* str)    // 构造函数
#0014 {
#0015     strcpy(name, str, 20);
#0016     cout << "Constructor called for " << name << '\n';
#0017 }
#0018
#0019 CDemo::~~CDemo()    // 析构函数
#0020 {
#0021     cout << "Destructor called for " << name << '\n';
#0022 }
#0023
#0024 void func()
#0025 {
#0026     CDemo LocalObjectInFunc("LocalObjectInFunc"); // in stack ⑤
#0027     static CDemo StaticObject("StaticObject");    // local static ⑥
#0028     CDemo* pHeapObjectInFunc = new CDemo("HeapObjectInFunc"); // in heap ⑦
#0029
#0030     cout << "Inside func" << endl; ⑧
#0031
#0032 } ⑨
#0033
#0034 CDemo GlobalObject("GlobalObject"); // global static ①
#0035
#0036 void main()
#0037 {
#0038     CDemo LocalObjectInMain("LocalObjectInMain"); // in stack ②
#0039     CDemo* pHeapObjectInMain = new CDemo("HeapObjectInMain"); // in heap ③
#0040
#0041     cout << "In main, before calling func\n"; ④
#0042     func();
#0043     cout << "In main, after calling func\n"; ⑩
#0044
#0045 } ① ② ③
```

以下是执行结果：

- ❶ Constructor called for GlobalObject
- ❷ Constructor called for LocalObjectInMain
- ❸ Constructor called for HeapObjectInMain
- ❹ In main, before calling func
- ❺ Constructor called for LocalObjectInFunc
- ❻ Constructor called for StaticObject
- ❼ Constructor called for HeapObjectInFunc
- ❽ Inside func
- ❾ Destructor called for LocalObjectInFunc
- ❿ In main, after calling func
- ① Destructor called for LocalObjectInMain
- ② Destructor called for StaticObject
- ③ Destructor called for GlobalObject

我的结论是：

- 对于全域对象（如本例之GlobalObject），程序一开始，其构造式就先被执行（比程序进入点更早）；程序即将结束前其析构式被执行。MFC 程序就有这样一个全域对象，通常以application object称呼之，你将在第 6 章看到它。
- 对于区域对象，当对象诞生时，其构造式被执行；当程序流程将离开该对象的存活范围（以至于对象将毁灭），其析构式被执行。
- 对于静态（static）对象，当对象诞生时其构造式被执行；当程序将结束时（此对象因而将遭致毁灭）其析构式才被执行，但比全域对象的析构式早一步执行。
- 对于以new方式产生出来的区域对象，当对象诞生时其构造式被执行。析构式则在对象被delete时执行（上例程序未示范）。

四种不同的对象生存方式（in stack、in heap、global、local static）

既然谈到了static 对象，就让我把所有可能的对象生存方式及其构造式调用时机做个整理。所有作法你都已经在前一节的小程序中看过。

在C++ 中，有四种方法可以产生一个对象。第一种方法是在堆栈（stack）之中产生它：

```

void MyFunc()
{
    CFoo foo; // 在堆棧 (stack) 中产生foo 对象
    ...
}

```

第二种方法是在堆积 (heap) 之中产生它：

```

void MyFunc()
{
    ...
    CFoo* pFoo = new CFoo(); // 在堆 (heap) 中产生对象
}

```

第三种方法是产生一个全域对象 (同时也必然是个静态对象)：

```
CFoo foo; // 在任何函数范围之外做此动作
```

第四种方法是产生一个区域静态对象：

```

void MyFunc()
{
    static CFoo foo; // 在函数范围 (scope) 之内的一个静态对象
    ...
}

```

不论任何一种作法，C++ 都会产生一个针对 `CFoo` 构造式的调用动作。前两种情况，C++ 在配置内存--来自堆棧 (stack) 或堆积 (heap)--之后立刻产生一个隐藏的 (你的源代码中看不出来的) 构造式调用。第三种情况，由于对象实现于任何「函数活动范围 (function scope)」之外，显然没有地方来安置这样一个构造式调用动作。

是的，第三种情况 (静态全域对象) 的构造式调用动作必须靠 startup 码帮忙。startup 码是什么？是更早于程序进入点 (`main` 或 `WinMain`) 执行起来的码，由 C++ 编译器提供，被联结到你的程序中。startup 码可能做些像函数库初始化、进程信息设立、I/O stream 产生等等动作，以及对 static 对象的初始化动作 (也就是调用其构造式)。

当编译器编译你的程序，发现一个静态对象，它会把这个对象加到一个串行之中。更精

确地说则是，编译器不只是加上此静态对象，它还加上一个指针，指向对象之构造式及其参数（如果有的话）。把控制权交给程序进入点（main 或 WinMain）之前，startup 码会快速在该串行上移动，调用所有登记有案的构造式并使用登记有案的参数，于是就初始化了你的静态对象。

第四种情况（区域静态对象）相当类似C语言中的静态区域变量，只会有一个实体（instance）产生，而且在固定的内存上（既不是stack 也不是heap）。它的构造式在控制权第一次移转到其声明处（也就是在MyFunc 第一次被调用）时被调用。

所谓 “Unwinding”
C++ 对象依其生存空间，适当地依照一定的顺序被析构（ destructed ）。但是如果发生异常情况（ exception ），而程序设计了异常情况处理程序（ exception handling ），控制权就会截弯取直地「直接跳」到你所设定的处理例程去，这时候堆栈中的C++对象有没有机会被析构？这得视编译器而定。如果编译器有支持unwinding 功能，就会在一个异常情况发生时，将堆栈中的所有对象都析构掉。
关于异常情况（ exception ）及异常处理（ exception handling ），稍后有一节讨论之。

执行时期型别信息（ RTTI ）

我们有可能在程序执行过程中知道某个对象是属于哪一类别吗？这种在C++ 中称为执行时期型别信息（ Runtime Type Information , RTTI ）的能力，晚近较先进的编译器如 Visual C++ 4.0 和 Borland C++ 5.0 才开始广泛支持。以下是一个实例：

```
#0001 // RTTI.CPP - built by C:\> cl.exe -GR rtti.cpp <ENTER>
#0002 #include <typeinfo.h>
#0003 #include <iostream.h>
#0004 #include <string.h>
#0005
#0006 class graphicImage
```

```
#0007 {
#0008 protected:
#0009     char name[80];
#0010
#0011 public:
#0012     graphicImage()
#0013     {
#0014         strcpy(name,"graphicImage");
#0015     }
#0016
#0017     virtual void display()
#0018     {
#0019         cout << "Display a generic image." << endl;
#0020     }
#0021
#0022     char* getName()
#0023     {
#0024         return name;
#0025     }
#0026 };
#0027 //-----
#0028 class GIFimage : public graphicImage
#0029 {
#0030 public:
#0031     GIFimage()
#0032     {
#0033         strcpy(name,"GIFimage");
#0034     }
#0035
#0036     void display()
#0037     {
#0038         cout << "Display a GIF file." << endl;
#0039     }
#0040 };
#0041
#0042 class PICTimage : public graphicImage
#0043 {
#0044 public:
#0045     PICTimage()
#0046     {
#0047         strcpy(name,"PICTimage");
#0048     }
#0049
#0050     void display()
#0051     {
#0052         cout << "Display a PICT file." << endl;
```

```
#0053     }
#0054 };
#0055 //-----
#0056 void processFile(graphicImage *type)
#0057 {
#0058     if (typeid(GIFImage) == typeid(*type))
#0059     {
#0060         ((GIFImage *)type)->display();
#0061     }
#0062     else if (typeid(PICTImage) == typeid(*type))
#0063     {
#0064         ((PICTImage *)type)->display();
#0065     }
#0066     else
#0067         cout << "Unknown type! " << (typeid(*type)).name() << endl;
#0068 }
#0069
#0070 void main()
#0071 {
#0072     graphicImage *gImage = new GIFImage();
#0073     graphicImage *pImage = new PICTImage();
#0074
#0075     processFile(gImage);
#0076     processFile(pImage);
#0077 }
```

执行结果如下：

```
Display a GIF file.
Display a PICT file.
```

这个程序与RTTI 相关的地方有三个：

1. 编译时需选用/GR 选项 (/GR 的意思是enable C++ RTTI)
2. 包含typeinfo.h
3. 新的*typeid* 运算符。这是一个多载 (overloading) 运算符，多载的意思就是拥有一个以上的型式，你可以想象那是一种静态的多态 (Polymorphism)。 *typeid* 的参数可以是类别名称（如本例#58 左），也可以是对象指针（如本例#58 右）。它传回一个*type_info&*。 *type_info* 是一个类别，定义于typeinfo.h 中：

```
class type_info {
```



```

public:
    virtual ~type_info();
    int operator==(const type_info& rhs) const;
    int operator!=(const type_info& rhs) const;
    int before(const type_info& rhs) const;
    const char* name() const;
    const char* raw_name() const;
private:
    ...
};

```

虽然Visual C++ 编译器自从4.0 版已经支持RTTI，但MFC 4.x 并未使用编译器的能力完成其对RTTI 的支持。MFC 有自己一套沿用已久的办法（从1.0 版就开始了）。喔，不要因为MFC 的作法特殊而非难它，想想看它的悠久历史。

MFC 的RTTI 能力牵扯到一组非常神秘的宏（*DECLARE_DYNAMIC*、*IMPLEMENT_DYNAMIC*）和一个非常神秘的类别（*CRuntimeClass*）。MFC 程序员都知道怎么用它，却没几个人懂得其运作原理。大道不过三两行，说穿不值一文钱，下一章我就仿真出一个RTTI 的DOS 版本给你看。

动态生成 (Dynamic Creation)

对象导向术语中有一个名为persistence，意思是永续存留。放在RAM 中的东西，生命受到电力的左右，不可能永续存留；唯一的办法是把它写到文件去。MFC 的一个术语Serialize，就是做有关文件读写的永续存留动作，并且实做作出一个虚拟函数，就叫作Serialize。

看起来永续存留与本节的主题「动态生成」似乎没有什么干连。有！你把你的资料储存在文件，这些资料很可能（通常是）对象中的成员变量 我把它读出来后，势必要依据文件上的记载，重新new 出那些个对象来。问题在于，即使我的程序有那些类别定义（就算我的程序和你的程序有一样的内容好了），我能够这么做吗：

```

char className[30] = getClassname(); // 从文件（或使用者输入）获得一个类别名称
CObject* obj = new classname; // 这一行行不通

```

首先, `new classname` 这个动作就过不了关。其次, 就算过得了关, `new` 出来的对象究竟该是什么类别类型? 虽然以一个指向MFC 类别老祖宗 (*CObject*) 的对象指针来容纳它绝对没有问题, 但终不好总是如此吧! 不见得这样子就能够满足你的程序需求啊。显然, 你能够以 *Serialize* 函数写档, 我能够以 *Serialize* 函数读档, 但我就是没办法恢复你原来的状态-- 除非我的程序能够「动态生成」。

MFC 支持动态生成, 靠的是一组非常神秘的宏 (*DECLARE_DYNCREATE*、*IMPLEMENT_DYNCREATE*) 和一个非常神秘的类别 (*CRuntimeClass*)。第 3 章中我将把它抽丝剥茧, 以一个DOS 程序仿真出来。

异常处理 (Exception Handling)

Exception (异常情况) 是一个颇为新鲜的C++ 语言特征, 可以帮助你管理执行时期的错误, 特别是那些发生在深度巢状 (nested) 函数调用之中的错误。Watcom C++ 是最早支持ANSI C++ 异常情况的编译器, Borland C++ 4.0 随后跟进, 然后是Microsoft Visual C++ 和Symantec C++。现在, 这已成为C++ 编译器必需支持的项目。

C++ 的exception 基本上是与C 的 *setjmp* 和 *longjmp* 函数对等的东西, 但它增加了一些功能, 以处理C++ 程序的特别需求。从深度巢状的例程调用中直接以一条快捷方式撤回到异常情况处理例程 (exception handler), 这种「错误管理方式」远比结构化程序中经过层层例程传回一系列的错误状态来的好。事实上exception handling 是MFC 和OWL 两个application frameworks 的防弹中心。

C++ 导入了三个新的exception 保留字:

1. *try*。之后跟随一段以 { } 圈出来的程序代码, exception 可能在其中发生。
2. *catch*。之后跟随一段以 { } 圈出来的程序代码, 那是exception 处理例程之所在。*catch* 应该紧跟在 *try* 之后。
3. *throw*。这是一个指令, 用来产生 (抛出) 一个exception。

下面是个实例：

```
try {
    // try block.
}
catch (char *p) {
    printf("Caught a char* exception, value %s\n",p);
}
catch (double d) {
    printf("Caught a numeric exception, value %g\n",d);
}
catch (...) { // catch anything
    printf("Caught an unknown exception\n");
}
```

MFC 早就支持exception，不过早期它用的是非标准语法。Visual C++ 4.0 编译器本身支持完整的C++ exceptions，MFC 也因此有了两个exception 版本：你可以使用语言本身提供的性能，也可以沿用MFC 古老的方法（以宏形式出现）。人们曾经因为MFC 的方案不同于ANSI 标准而非难它，但是不要忘记它已经运作了多少年。

MFC 的exceptions 机制是以宏和exception types 为基础。这些宏类似C++ 的exception 保留字，动作也满像。MFC 以下列宏仿真C++ exception handling：

```
TRY
CATCH(type,object)
AND_CATCH(type,object)
END_CATCH
CATCH_ALL(object)
AND_CATCH_ALL(object)
END_CATCH_ALL
END_TRY
THROW()
THROW_LAST()
```

MFC 所使用的语法与日渐浮现的标准稍微不同，不过其间差异微不足道。为了以MFC 捕捉exceptions，你应该建立一个TRY 区块，下面接着CATCH 区块：

```
TRY {
    // try block.
}
CATCH (CMemoryException, e) {
```

```
        printf("Caught a memory exception.\n");
    }
    AND_CATCH_ALL (e) {
        printf("Caught an exception.\n");
    }
    END_CATCH_ALL
```

THROW 宏相当于C++ 语言中的throw 指令；你以什么类型做为THROW 的参数，就会有一个相对应的AfxThrow_ 函数被调用（这是台面下的行为）：

MFC Exception Type	MFC Throw Function	DOS support	Windows support
CException		v	v
CMemoryException	AfxThrowMemoryException	v	v
CFileException	AfxThrowFileException	v	v
CArchiveException	AfxThrowArchiveException	v	v
CNotSupportedException	AfxThrowNotSupportedException	v	v
CResourceException	AfxThrowResourceException		v
COleException	AfxThrowOleException		v
COleDispatchException	AfxThrowOleDispatchException		v
CDBException	AfxThrowDBException		v
CDaoException	AfxThrowDaoException		v
CUserException	AfxThrowUserException		v

以下是MFC 4.x 的exceptions 宏定义:

```
// in AFX.H
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
// Exception macros using try, catch and throw
// (for backward compatibility to previous versions of MFC)

#ifdef _AFX_OLD_EXCEPTIONS

#define TRY { AFX_EXCEPTION_LINK _afxExceptionLink; try {
```

```

#define CATCH(class, e) } catch (class* e) \
    { ASSERT(e->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(class))); \
      _afxExceptionLink.m_pException = e;

#define AND_CATCH(class, e) } catch (class* e) \
    { ASSERT(e->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(class))); \
      _afxExceptionLink.m_pException = e;

#define END_CATCH } }

#define THROW(e) throw e
#define THROW_LAST() (AfxThrowLastCleanup(), throw)

// Advanced macros for smaller code
#define CATCH_ALL(e) } catch (CException* e) \
    { { ASSERT(e->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CException))); \
      _afxExceptionLink.m_pException = e;

#define AND_CATCH_ALL(e) } catch (CException* e) \
    { { ASSERT(e->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CException))); \
      _afxExceptionLink.m_pException = e;

#define END_CATCH_ALL } } }

#define END_TRY } catch (CException* e) \
    { ASSERT(e->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CException))); \
      _afxExceptionLink.m_pException = e; } }

#else //_AFX_OLD_EXCEPTIONS

////////////////////////////////////
// Exception macros using setjmp and longjmp
// (for portability to compilers with no support for C++ exception handling)

#define TRY \
    { AFX_EXCEPTION_LINK _afxExceptionLink; \
      if (::setjmp(_afxExceptionLink.m_jumpBuf) == 0)

#define CATCH(class, e) \
    else if (::AfxCatchProc(RUNTIME_CLASS(class))) \
    { class* e = (class*)_afxExceptionLink.m_pException;

#define AND_CATCH(class, e) \
    } else if (::AfxCatchProc(RUNTIME_CLASS(class))) \
    { class* e = (class*)_afxExceptionLink.m_pException;

```

```
#define END_CATCH \
    } else { ::AfxThrow(NULL); } }

#define THROW(e) AfxThrow(e)
#define THROW_LAST() AfxThrow(NULL)

// Advanced macros for smaller code
#define CATCH_ALL(e) \
    else { CException* e = _afxExceptionLink.m_pException;

#define AND_CATCH_ALL(e) \
    } else { CException* e = _afxExceptionLink.m_pException;

#define END_CATCH_ALL } }

#define END_TRY }

#endif //_AFX_OLD_EXCEPTIONS
```

Template

这并不是一本C++ 书籍，我也并不打算介绍太多距离「运用MFC」主题太远的C++ 论题。Template 虽然很重要，但它与「运用MFC」有什么关系？有！第8章当我们开始设计Scribble 程序时，需要用到MFC 的collection classes，而这一组类别自从MFC 3.0 以来就有了template 版本（因为Visual C++ 编译器从2.0 版开始支持C++ template）。运用之前，我们总该了解一下新的语法、精神、以及应用。

好，到底什么是template？重要性如何？Kaare Christian 在1994/01/25 的PC-Magazine 上有一篇文章，说得很好：

无性生殖并不只是存在于遗传工程上，对程序员而言它也是一个由来已久的动作。过去，我们只不过是以一个简单而基本的工具，也就是一个文字编辑器，重制我们的程序代码。今天，C++ 提供给我们一个更好的繁殖方法：template。复制一段既有程序代码的一个最平常的理由就是为了改变数据类型。举个例子，假设你写了一个绘图函数，使用整数x, y 坐标；突然之间你需要相同的程序代码，但坐标值改采

long。你当然可以使用一个文字编辑器把这段码拷贝一份，然后把其中的数据类型改变过来。有了C++，你甚至可以使用多载（overloaded）函数，那么你就可以仍旧使用相同的函数名称。函数的多载的确使我们有比较清爽的程序代码，但它们意味着你还是必须

在你的程序的许多地方维护完全相同的算法。

C 语言对此问题的解答是：使用宏。虽然你因此对于相同的算法只需写一次程序代码，但宏有它自己的缺点。第一，它只适用于简单的功能。第二个缺点比较严重：宏不提供资料型别检验，因此牺牲了C++ 的一个主要效益。第三个缺点是：宏并非函数，程序中任何调用宏的地方都会被编译器前置处理器原原本本地插入宏所定义的那一段码，而非只是一个函数调用，因此你每使用一次宏，你的执行文件就会膨胀一点。

Templates 提供比较好的解决方案，它把「一般性的算法」和其「对资料型别的实作部份」区分开来。你可以先写算法的程序代码，稍后在使用时再填入实际资料型别。新的C++ 语法使「资料型别」也以参数的姿态出现。有了template，你可以拥有宏「只写一次」的优点，以及多载函数「类型检验」的优点。

C++ 的template 有两种，一种针对function，另一种针对class。

Template Functions

假设我们需要一个计算数值幂次方的函数，名曰`power`。我们只接受正幂次方数，如果是负幂次方，就让结果为0。

对于整数，我们的函数应该是这样：

```
#0001 int power(int base, int exponent)
#0002 {
#0003     int result = base;
#0004     if (exponent == 0) return (int)1;
#0005     if (exponent < 0)  return (int)0;
#0006     while (--exponent) result *= base;
#0007     return result;
#0008 }
```

对于长整数，函数应该是这样：

```
#0001 long power(long base, int exponent)
#0002 {
#0003     long result = base;
#0004     if (exponent == 0) return (long)1;
#0005     if (exponent < 0)  return (long)0;
#0006     while (--exponent) result *= base;
#0007     return result;
#0008 }
```

对于浮点数，我们应该...，对于复数，我们应该...。喔喔，为什么不能够把资料型别也变成参数之一，在使用时指定呢？是的，这就是template 的妙用：

```
template <class T> T power(T base, int exponent);
```

写成两行或许比较清楚：

```
template <class T>
T power(T base, int exponent);
```

这样的函数声明是以一个特殊的*template* 前缀开始，后面紧跟着一个参数列（本例只有一个参数）。容易让人迷惑的是其中的"class" 字眼，它其实并不一定表示C++ 的class，它也可以是一个普通的数据类型。<class T> 只不过是表示：T 是一种类型，而此一类型将在调用此函数时才给予。

下面就是*power* 函数的template 版本：

```
#0001 template <class T>
#0002 T power(T base, int exponent)
#0003 {
#0004     T result = base;
#0005     if (exponent == 0) return (T)1;
#0006     if (exponent < 0)  return (T)0;
#0007     while (--exponent) result *= base;
#0008     return result;
#0009 }
```

传回值必须确保为类型T，以吻合template 函数的声明。

下面是template 函数的调用方法：


```

#0001 #include <iostream.h>
#0002 void main()
#0003 {
#0004     int i = power(5, 4);
#0005     long l = power(1000L, 3);
#0006     long double d = power((long double)1e5, 2);
#0007
#0008     cout << "i= " << i << endl;
#0009     cout << "l= " << l << endl;
#0010     cout << "d= " << d << endl;
#0011 }

```

执行结果如下：

```

i= 625
l= 1000000000
d= 1e+010

```

在第一次调用中，*T* 变成 *int*，在第二次调用中，*T* 变成 *long*。而在第三次调用中，*T* 又成为了一个 *long double*。但如果调用时候把数据类型混乱掉了，像这样：

```
int i = power(1000L, 4); // 基值是个long，传回值却是个int。错误示范！
```

编译时就会出错。

template 函数的资料型别参数 *T* 究竟可以适应多少种类型？我要说，几乎「任何资料型态」都可以，但函数中对该类型数值的任何运算动作，都必须支持-- 否则编译器就不知道该怎么办了。以 *power* 函数为例，它对于 *result* 和 *base* 两个数值的运算动作有：

1. *T result = base;*
2. *return (T)1;*
3. *return (T)0;*
4. *result *= base;*
5. *return result;*

C++ 所有内建数据类型如 *int* 或 *long* 都支持上述运算动作。但如果你为某个 C++ 类别产生一个 *power* 函数，那么这个 C++ 类别必须包含适当的成员函数以支持上述动作。

如果你打算在 template 函数中以 C++ 类别代替 class *T*，你必须清楚知道哪些运算动作曾被使用于此一函数中，然后在你的 C++ 类别中把它们全部实作出来。否则，出现的

错误耐人寻味。

Template Classes

我们也可以建立template classes，使它们能够神奇地操作任何类型的资料。下面这个例子是让 *CThree* 类别储存三个成员变量，成员函数 *Min* 传回其中的最小值，成员函数 *Max* 则传回其中的最大值。我们把它设计为template class，以便这个类别能适用于各式各样的数据类型：

```
#0001 template <class T>
#0002 class CThree
#0003 {
#0004 public :
#0005     CThree(T t1, T t2, T t3);
#0006     T Min();
#0007     T Max();
#0008 private:
#0009     T a, b, c;
#0010 };
```

语法还不至于太稀奇古怪，把T看成是大家熟悉的*int* 或*float* 也就是了。下面是成员函数的定义：

```
#0001 template <class T>
#0002 T CThree<T>::Min()
#0003 {
#0004     T minab = a < b ? a : b;
#0005     return minab < c ? minab : c;
#0006 }
#0007
#0008 template <class T>
#0009 T CThree<T>::Max()
#0010 {
#0011     T maxab = a < b ? b : a;
#0012     return maxab < c ? c : maxab;
#0013 }
#0014
#0015 template <class T>
#0016 CThree<T>::CThree(T t1, T t2, T t3) :
#0017     a(t1), b(t2), c(t3)
#0018 {
```

```
#0019 return;
#0020 }
```

这里就得多注意些了。每一个成员函数前都要加上`template <class T>`，而且类别名称应该使用`CThree<T>`。

以下是`template class` 的使用方式：

```
#0001 #include <iostream.h>
#0002 void main()
#0003 {
#0004 CThree<int> obj1(2, 5, 4);
#0005 cout << obj1.Min() << endl;
#0006 cout << obj1.Max() << endl;
#0007
#0008 CThree<float> obj2(8.52, -6.75, 4.54);
#0009 cout << obj2.Min() << endl;
#0010 cout << obj2.Max() << endl;
#0011
#0012 CThree<long> obj3(646600L, 437847L, 364873L);
#0013 cout << obj3.Min() << endl;
#0014 cout << obj3.Max() << endl;
#0015 }
```

执行结果如下：

```
2 5
-6.75
8.52
364873
646600
```

稍早我曾说过，只有当`template` 函数对于资料型别`T` 支持所有必要的运行动作时，`T` 才得被视为有效。此一限制对于`template classes` 亦属实。为了针对某些类别产生一个 *CThree*，该类别必须提供`copy` 构造式以及`operator<`，因为它们是`Min` 和`Max` 成员函数中对`T` 的运行动作。

但是如果你用的是别人template classes，你又如何知道什么样的运算动作是必须的呢？唔，该template classes的说明文件中应该有所说明。如果没有，只有源代码才能揭露秘密。C++内建资料型别如`int`和`float`等不需要在意这份要求，因为所有内建的资料类型都支持所有的标准运算动作。

Templates 的编译与联结

对程序员而言C++ templates可说是十分容易设计与使用，但对于编译器和联结器而言却是一大挑战。编译器遇到一个template时，不能够立刻为它产生机器码，它必须等待，直到template被指定某种类型。从程序员的观点来看，这意味着template function或template class的完整定义将出现在template被使用的每一个角落，否则，编译器就没有足够的信息可以帮助产生目的码。当多个源文件使用同一个template时，事情更趋复杂。

随着编译器的不同，掌握这种复杂度的技术也不同。有一个常用的技术，Borland称之为Smart，应该算是最容易的：每一个使用Template的程序代码的目的档中都存在有template码，联结器负责复制和删除。

假设我们有一个程序，包含两个源文件A.CPP和B.CPP，以及一个THREE.H（其内定义了一个template类别，名为`CThree`）。A.CPP和B.CPP都包含THREE.H。如果A.CPP以`int`和`double`使用这个template类别，编译器将在A.OBJ中产生`int`和`double`两种版本的template类别可执行码。如果B.CPP以`int`和`float`使用这个template类别，编译器将在B.OBJ中产生`int`和`float`两种版本的template类别可执行码。即使虽然A.OBJ中已经有一个`int`版了，编译器没有办法知道。

然后，在联结过程中，所有重复的部份将被删除。请看图2-1。

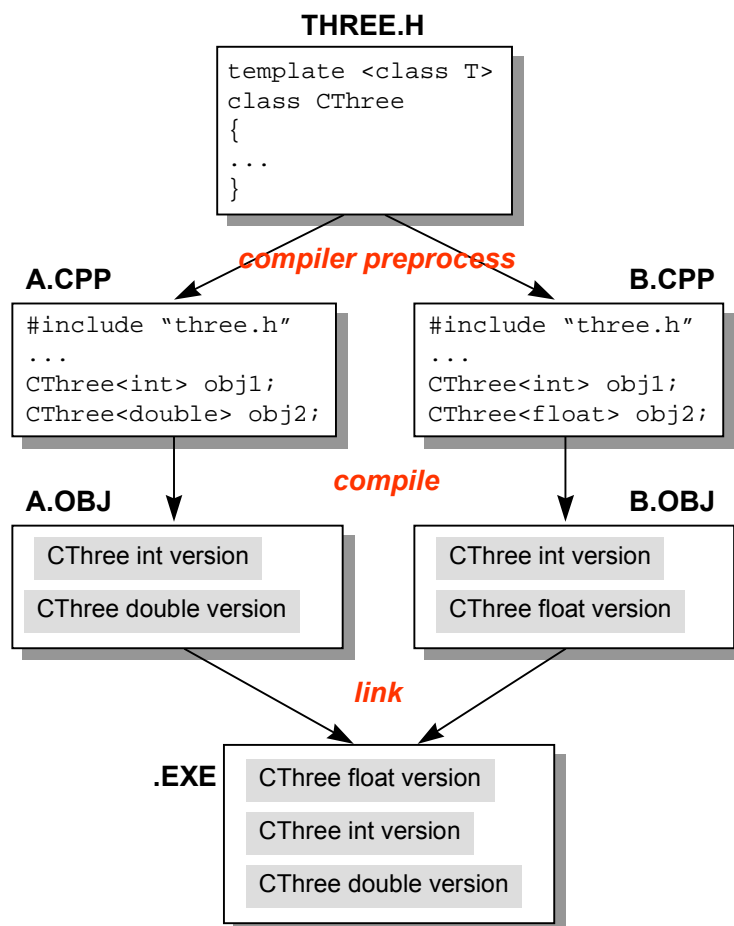


图2-1 联结器会把所有冗余的template 码剔除。这在Borland 联结器里头称为smart 技术。其它联结器亦使用类似的技术。

第一篇 勿在浮砂築高台

MFC 六大关键技术之仿真

演化 (evolution) 永远在进行 ,
这个世界却不是每天都有革命 (revolution) 发生。
Application Framework 在软件界确实称得上具有革命精神。

仿真MFC？有必要吗？意义何在？如何仿真？

我已经在序言以及导读开宗明义说过了，这本书除了教导你使用MFC，另一个重要的功能是你认识一个application framework 的内部运作。以MFC 为教学载具，我既可以让你领略application framework 的设计方式，更可以让你熟悉MFC 类别，将来运用时得心应手。呵，双效合一。

整个MFC 4.0 多达189 个类别，源代码达252 个实作档，58 个头文件，共10 MB 之多。

MFC 4.2 又多加了29 个类别。这么庞大的对象，当然不是每一个类别每一个数据结构都是我的仿真目标。我只挑选最神秘又最重要，与应用程序主干息息相关的题目，包括：

MFC 程序的初始化过程

RTTI (Runtime Type Information) 执行时期型别信息

Dynamic Creation 动态生成

Persistence 永续留存

Message Mapping 消息映射

Message Routing 消息绕行

MFC 本身的设计在Application Framework 之中不见得最好，敌视者甚至认为它是个Minotaur（注）！但无论如何，这是当今软件霸主微软公司的产品，从探究application framework 设计的角度来说，实为一个重要参考；而如果从选择一套application framework 作为软件开发工具的角度来说，单就就业市场的需求，我对MFC 的推荐再加10 分！

注：Minotaur 是希腊神话中的牛头人身怪物，居住在迷宫之中。进入迷宫的人如果走不出来，就会被一口吃掉

另一个问题是，为什么要仿真？第三篇第四篇各章节不是还要挖MFC 源代码来看吗？原因是MFC 太过庞大，我必须撇开枝节，把唯一重点突显出来，才容易收到教育效果。而且，仿真才能实证嘛！

如何仿真？我采用文字模式，也就是所谓的Console 程序，这样可以把程序结构的负荷降到最低。但是像消息映射和消息绕行怎么办？消息的流动是Windows 程序才有的特征啊！唔，看了你就知道。

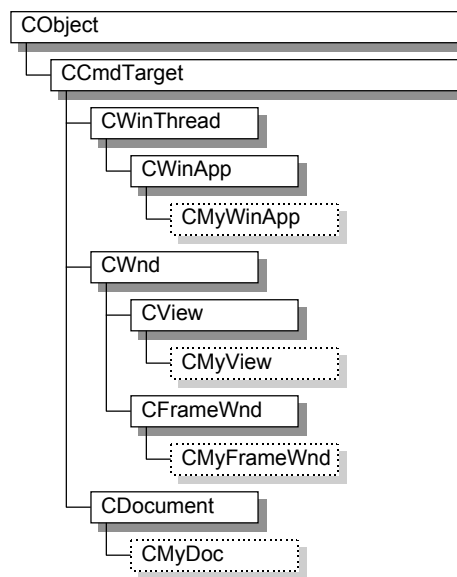
我的最高原则是：简化再简化，简化到不能再简化。

请注意，以下所有程序的类别阶层架构、类别名称、变量名称、结构名称、函数名称、函数行为，都以MFC 为仿真对象，具体而微。也可以说，我从数以万行计的MFC 源代码中，「偷」了一些出来，砍掉旁枝末节，只露出重点。

在文件的安排上，我把仿真MFC 的类别都集中在MFC.H 和MFC.CPP 中，把自己衍生的类别集中在MY.H 和MY.CPP 中。对于自定类别，我的命名方式是在父类别的名称前面加一个"My"，例如衍生自CWinApp 者，名为CMyWinApp，衍生自CDocument 者，名为CMyDoc。

MFC类别阶层

首先我以一個極簡單的程序Frame1，把MFC 數個最重要類別的階層關係仿真出來：



這個實例仿真MFC 的類別階層。後續數節中，我會繼續在這個類別階層上開發新的能力。在這些名為Frame? 的各範例中，我以MFC 源代碼為藍本，盡量仿真MFC 的內部行為，並且使用完全相同的類別名稱、函數名稱、變量名稱。這樣的仿真對於我們在第三篇以及第四篇中深入探討MFC 時將有莫大助益。相信我，這是真的。

Frame1 範例程序

MFC.H

```

#0001 #include <iostream.h>
#0002
#0003 class CObject
#0004 {
#0005 public:

```

```
#0006   CObject::CObject() { cout << "CObject Constructor \n"; }
#0007   CObject::~CObject() { cout << "CObject Destructor \n"; }
#0008 };
#0009
#0010   class CCmdTarget : public CObject
#0011   {
#0012   public:
#0013       CCmdTarget::CCmdTarget() { cout << "CCmdTarget Constructor \n"; }
#0014       CCmdTarget::~CCmdTarget() { cout << "CCmdTarget Destructor \n"; }
#0015   };
#0016
#0017   class CWinThread : public CCmdTarget
#0018   {
#0019   public:
#0020       CWinThread::CWinThread() { cout << "CWinThread Constructor \n"; }
#0021       CWinThread::~CWinThread() { cout << "CWinThread Destructor \n"; }
#0022   };
#0023
#0024   class CWinApp : public CWinThread
#0025   {
#0026   public:
#0027       CWinApp* m_pCurrentWinApp;
#0028
#0029   public:
#0030       CWinApp::CWinApp() { m_pCurrentWinApp = this;
#0031                           cout << "CWinApp Constructor \n"; }
#0032       CWinApp::~CWinApp() { cout << "CWinApp Destructor \n"; }
#0033   };
#0034   class CDocument : public CCmdTarget
#0035   {
#0036   public:
#0037       CDocument::CDocument() { cout << "CDocument Constructor \n"; }
#0038       CDocument::~CDocument() { cout << "CDocument Destructor \n"; }
#0039   };
#0040
#0041
#0042   class CWnd : public CCmdTarget
#0043   {
#0044   public:
#0045       CWnd::CWnd() { cout << "CWnd Constructor \n"; }
#0046       CWnd::~CWnd() { cout << "CWnd Destructor \n"; }
#0047   };
#0048
#0049   class CFrameWnd : public CWnd
#0050   {
```

```

#0051 public:
#0052     CFrameWnd::CFrameWnd() { cout << "CFrameWnd Constructor \n"; }
#0053     CFrameWnd::~CFrameWnd() { cout << "CFrameWnd Destructor \n"; }
#0054 };
#0055
#0056 class CView : public CWnd
#0057 {
#0058 public:
#0059     CView::CView() { cout << "CView Constructor \n"; }
#0060     CView::~CView() { cout << "CView Destructor \n"; }
#0061 };
#0062
#0063
#0064 // global function
#0065
#0066 CWinApp* AfxGetApp();

```

MFC.CPP

```

#0001 #include "my.h" // 原本包含mfc.h 就好，但为了CMyWinApp 的定义，所以...
#0002
#0003 extern CMyWinApp theApp;
#0004
#0005 CWinApp* AfxGetApp()
#0006 {
#0007     return theApp.m_pCurrentWinApp;
#0008 }

```

MY.H

```

#0001 #include <iostream.h>
#0002 #include "mfc.h"
#0003
#0004 class CMyWinApp : public CWinApp
#0005 {
#0006 public:
#0007     CMyWinApp::CMyWinApp() { cout << "CMyWinApp Constructor \n"; }
#0008     CMyWinApp::~CMyWinApp() { cout << "CMyWinApp Destructor \n"; }
#0009 };
#0010
#0011 class CMyFrameWnd : public CFrameWnd
#0012 {
#0013 public:
#0014     CMyFrameWnd() { cout << "CMyFrameWnd Constructor \n"; }
#0015     ~CMyFrameWnd() { cout << "CMyFrameWnd Destructor \n"; }

```

```
#0016 };
```

MY.CPP

```
#0001 #include "my.h"
#0002
#0003 CMyWinApp theApp; // global object
#0004
#0005 //-----
#0006 // main
#0007 //-----
#0008 void main()
#0009 {
#0010
#0011     CWinApp* pApp = AfxGetApp();
#0012
#0013 }
```

Frame1 的命令列编译联结动作是（环境变量必须先设定好，请参考第 4 章的「安装与设定」一节）：

```
cl my.cpp mfc.cpp <Enter>
```

Frame1 的执行结果是：

```
CObject Constructor
CCmdTarget Constructor
CWinThread Constructor
CWinApp Constructor
CMyWinApp Constructor

CMyWinApp Destructor
CWinApp Destructor
CWinThread Destructor
CCmdTarget Destructor
CObject Destructor
```

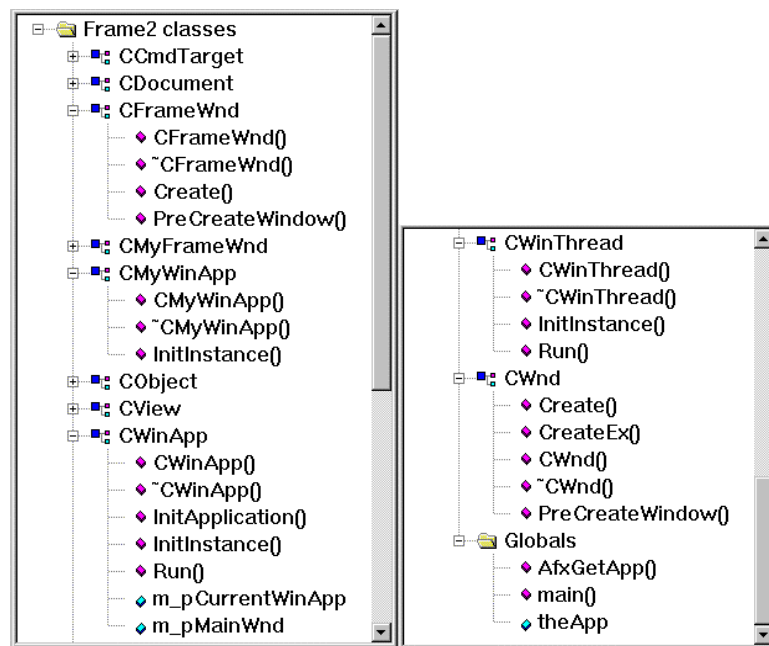
好，你看到了，Frame1 并没有`new`任何对象，反倒是有一个全域对象`theApp`存在。

C++ 规定，全域对象的构造将比程序进入点（在DOS环境为`main`，在Windows环境为`WinMain`）更早。所以`theApp`的构造式将更早于`main`。换句话说你所看到的执行结果中的那些构造式输出动作全都是在`main`函数之前完成的。

`main` 函数调用全域函数 `AfxGetApp` 以取得 `theApp` 的对象指针。这完全是仿真MFC 程序的手法。

MFC 程序的初始化过程

MFC 程序也是个Windows 程序，它的内部一定也像第 1 章所述一样，有窗口注册动作，有窗口产生动作，有消息循环动作，也有窗口函数。此刻我并不打算做出Windows 程序，只是想交待给你一个程序流程，这个流程正是任何MFC 程序的初始化过程的简化。以下是Frame2 范例程序的类别阶层及其成员。对于那些「除了构造式与析构式之外没有其它成员」的类别，我就不再图中展开他们了：



(本图从Visual C++ 的「Class View 窗口」中获得)

就如我曾在第 1 章解释过的，`InitApplication` 和 `InitInstance` 现在成了MFC 的 `CWinApp` 的两个虚拟函数。前者负责「每一个程序只做一次」的动作，后者负责「每一个执行个

体都得做一次，的动作。通常，系统会（并且有能力）为你注册一些标准的窗口类别（当然也就准备好了一些标准的窗口函数），你（应用程序设计者）应该在你的CMyWinApp中改写InitInstance，并在其中把窗口产生出来--这样你才有机会在标准的窗口类别中指定自己的窗口标题和菜单。下面就是我们新的main函数：

```
// MY.CPP
CMyWinApp theApp;
void main()
{
    CWinApp* pApp = AfxGetApp();
    pApp->InitApplication();
    pApp->InitInstance();
    pApp->Run();
}
```

其中pApp指向theApp全局对象。在这里我们开始看到了虚拟函数的妙用（还不熟练者请快复习第2章）：

■ pApp->InitApplication() 调用的是CWinApp::InitApplication，

■ pApp->InitInstance() 调用的是CMyWinApp::InitInstance（因为CMyWinApp改写了它），

■ pApp->Run() 调用的是CWinApp::Run，

好，请注意以下CMyWinApp::InitInstance的动作，以及它所引发的行为：

```
BOOL CMyWinApp::InitInstance()
{
    cout << "CMyWinApp::InitInstance \n";
    m_pMainWnd = new CMyFrameWnd; // 引发CMyFrameWnd::CMyFrameWnd 构造式
    return TRUE;
}

CMyFrameWnd::CMyFrameWnd()
{
    Create(); // Create 是虚拟函数，但CMyFrameWnd 未改写它，所以引发父类别的
             // CFrameWnd::Create
}

BOOL CFrameWnd::Create()
{
```

```

    cout << "CFrameWnd::Create \n";
    CreateEx(); // CreateEx 是虚拟函数，但CFrameWnd 未改写之，所以引发
               // CWnd::CreateEx
    return TRUE;
}

BOOL CWnd::CreateEx()
{
    cout << "CWnd::CreateEx \n";
    PreCreateWindow(); // 这是一个虚拟函数，CWnd 中有定义，CFrameWnd 也改写了
                      // 它。那么你说这里到底是调用CWnd::PreCreateWindow 还是
                      // CFrameWnd::PreCreateWindow 呢？
    return TRUE;
}

BOOL CFrameWnd::PreCreateWindow()
{
    cout << "CFrameWnd::PreCreateWindow \n";
    return TRUE;
}

```

答案是CFrameWnd::PreCreateWindow。
这便是我在第2章的「Object slicing 与虚拟函数」一节所说提「虚拟函数的一个极重要的行为模式」。

你看到了，这些函数什么正经事儿也没做，光只输出一个标识字符串。我主要的目的是在让你先熟悉MFC 程序的执行流程。

Frame2 的命令列编译联结动作是（环境变量必须先设定好，请参考第4章的「安装与设定」一节）：

```
cl my.cpp mfc.cpp <Enter>
```

以下就是Frame2 的执行结果：

```

CWinApp::InitApplication
CMyWinApp::InitInstance
CMyFrameWnd::CMyFrameWnd
CFrameWnd::Create
CWnd::CreateEx
CFrameWnd::PreCreateWindow
CWinApp::Run
CWinThread::Run

```

Frame2 范例程序

MFC.H

```
#0001 #define BOOL int
#0002 #define TRUE 1
#0003 #define FALSE 0
#0004
#0005 #include <iostream.h>
#0006
#0007 class CObject
#0008 {
#0009 public:
#0010     CObject::CObject() { }
#0011     CObject::~~CObject() { }
#0012 };
#0013
#0014 class CCmdTarget : public CObject
#0015 {
#0016 public:
#0017     CCmdTarget::CCmdTarget() { }
#0018     CCmdTarget::~~CCmdTarget() { }
#0019 };
#0020
#0021 class CWinThread : public CCmdTarget
#0022 {
#0023 public:
#0024     CWinThread::CWinThread() { }
#0025     CWinThread::~~CWinThread() { }
#0026
#0027     virtual BOOL InitInstance() {
#0028                                     cout << "CWinThread::InitInstance \n";
#0029                                     return TRUE;
#0030     }
#0031     virtual int Run() {
#0032                                     cout << "CWinThread::Run \n";
#0033                                     return 1;
#0034     }
#0035 };
#0036
#0037 class CWnd;
#0038
#0039 class CWinApp : public CWinThread
#0040 {
#0041 public:
```



```
#0042 CWinApp* m_pCurrentWinApp;
#0043 CWnd* m_pMainWnd;
#0044
#0045 public:
#0046 CWinApp::CWinApp() { m_pCurrentWinApp = this; }
#0047 CWinApp::~CWinApp() { }
#0048
#0049 virtual BOOL InitApplication() {
#0050     cout << "CWinApp::InitApplication \n";
#0051     return TRUE;
#0052 }
#0053 virtual BOOL InitInstance() {
#0054     cout << "CWinApp::InitInstance \n";
#0055     return TRUE;
#0056 }
#0057 virtual int Run() {
#0058     cout << "CWinApp::Run \n";
#0059     return CWinThread::Run();
#0060 }
#0061 };
#0062
#0063
#0064 class CDocument : public CCmdTarget
#0065 {
#0066 public:
#0067     CDocument::CDocument() { }
#0068     CDocument::~CDocument() { }
#0069 };
#0070
#0071
#0072 class CWnd : public CCmdTarget
#0073 {
#0074 public:
#0075     CWnd::CWnd() { }
#0076     CWnd::~CWnd() { }
#0077
#0078     virtual BOOL Create();
#0079     BOOL CreateEx();
#0080     virtual BOOL PreCreateWindow();
#0081 };
#0082
#0083 class CFrameWnd : public CWnd
#0084 {
#0085 public:
#0086     CFrameWnd::CFrameWnd() { }
#0087     CFrameWnd::~CFrameWnd() { }
```

```
#0088     BOOL Create();
#0089     virtual BOOL PreCreateWindow();
#0090 };
#0091
#0092 class CView : public CWnd
#0093 {
#0094 public:
#0095     CView::CView() { }
#0096     CView::~CView() { }
#0097 };
#0098
#0099
#0100 // global function
#0101 CWinApp* AfxGetApp();
```

MFC.CPP

```
#0001 #include "my.h" // 原该包含mfc.h 就好，但为了CMyWinApp 的定义，所以...
#0002
#0003 extern CMyWinApp theApp; // external global object
#0004
#0005 BOOL CWnd::Create()
#0006 {
#0007     cout << "CWnd::Create \n";
#0008     return TRUE;
#0009 }
#0010
#0011 BOOL CWnd::CreateEx()
#0012 {
#0013     cout << "CWnd::CreateEx \n";
#0014     PreCreateWindow();
#0015     return TRUE;
#0016 }
#0017
#0018 BOOL CWnd::PreCreateWindow()
#0019 {
#0020     cout << "CWnd::PreCreateWindow \n";
#0021     return TRUE;
#0022 }
#0023
#0024 BOOL CFrameWnd::Create()
#0025 {
#0026     cout << "CFrameWnd::Create \n";
#0027     CreateEx();
#0028     return TRUE;
#0029 }
```

```
#0030
#0031 BOOL CFrameWnd::PreCreateWindow()
#0032 {
#0033     cout << "CFrameWnd::PreCreateWindow \n";
#0034     return TRUE;
#0035 }
#0036
#0037
#0038 CWinApp* AfxGetApp()
#0039 {
#0040     return theApp.m_pCurrentWinApp;
#0041 }
```

MY.H

```
#0001 #include <iostream.h>
#0002 #include "mfc.h"
#0003
#0004 class CMyWinApp : public CWinApp
#0005 {
#0006 public:
#0007     CMyWinApp():CMyWinApp() { }
#0008     CMyWinApp::~CMyWinApp() { }
#0009
#0010     virtual BOOL InitInstance();
#0011 };
#0012
#0013 class CMyFrameWnd : public CFrameWnd
#0014 {
#0015 public:
#0016     CMyFrameWnd();
#0017     ~CMyFrameWnd() { }
#0018 };
```

MY.CPP

```
#0001 #include "my.h"
#0002
#0003 CMyWinApp theApp; // global object
#0004
#0005 BOOL CMyWinApp::InitInstance()
#0006 {
#0007     cout << "CMyWinApp::InitInstance \n";
#0008     m_pMainWnd = new CMyFrameWnd;
#0009     return TRUE;
```

```
#0010 }
#0011
#0012 CMyFrameWnd::CMyFrameWnd()
#0013 {
#0014     cout << "CMyFrameWnd::CMyFrameWnd \n";
#0015     Create();
#0016 }
#0017
#0018 //-----
#0019 // main
#0020 //-----
#0021 void main()
#0022 {
#0023
#0024     CWinApp* pApp = AfxGetApp();
#0025
#0026     pApp->InitApplication();
#0027     pApp->InitInstance();
#0028     pApp->Run();
#0029 }
```

RTTI（执行时期型别辨识）

你已经在第 2 章看到，Visual C++ 4.0 支持 RTTI，重点不外乎是：

1. 编译时需选用 /GR 选项（/GR 的意思是 enable C++ RTTI）
2. 包含 `typeinfo.h`
3. 使用新的 `typeid` 运算符。

RTTI 亦有称为 Runtime Type Identification 者。

MFC 早在编译器支持 RTTI 之前，就有了这项能力。我们现在要以相同的手法，在 DOS 程序中仿真出来。我希望我的类别库具备 *IsKindOf* 的能力，能在执行时期侦测某个对象是否「属于某种类别」，并传回 *TRUE* 或 *FALSE*。以前一章的 Shape 为例，我希望：

```
CSquare* pSquare = new CSquare;
cout << pSquare->IsKindOf(CSquare); // 应该获得1 (TRUE)
cout << pSquare->IsKindOf(CRect); // 应该获得1 (TRUE)
cout << pSquare->IsKindOf(CShape); // 应该获得1 (TRUE)
```

```
cout << pSquare->IsKindOf(CCircle); // 应该获得0 (FALSE)
```

以MFC 的类别阶层来说，我希望：

```
CMyDoc* pMyDoc = new CMyDoc;
```

```
cout << pMyDoc->IsKindOf(CMyDoc); // 应该获得1 (TRUE)
```

```
cout << pMyDoc->IsKindOf(CDocument); // 应该获得1 (TRUE)
```

```
cout << pMyDoc->IsKindOf(CCmdTarget); // 应该获得1 (TRUE)
```

```
cout << pMyDoc->IsKindOf(CWnd); // 应该获得0 (FALSE)
```

注意：真正的*IsKindOf* 参数其实没能那么单纯

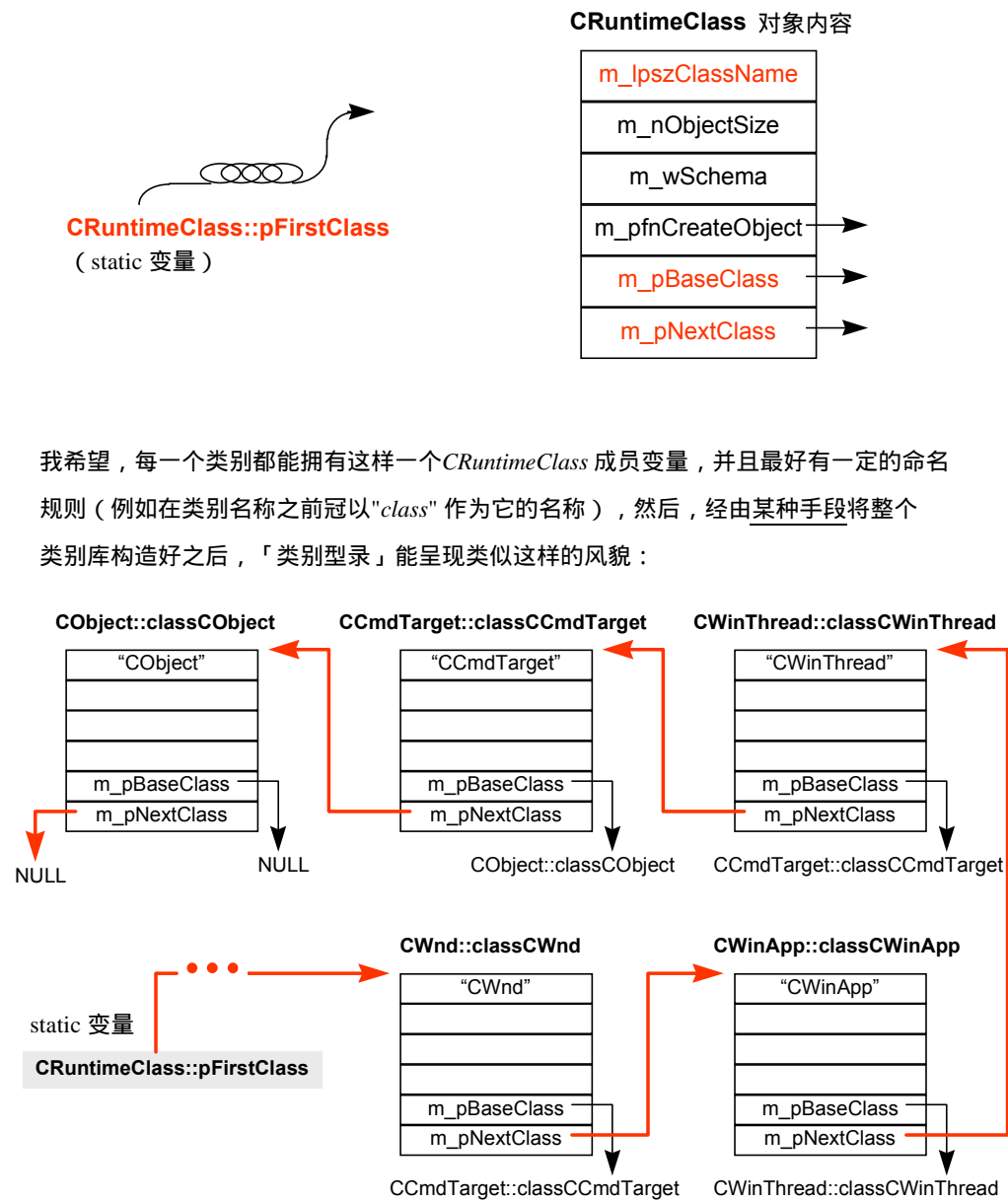
类别型录网与CRuntimeClass

怎么设计RTTI 呢？让我们想想，当你手上握有一种色泽，想知道它的RGB 成份比，不查色表行吗？当你持有一种产品，想知道它的型号，不查型录行吗？要达到RTTI 的能力，我们（类别库的设计者）一定要在类别构造起来的时候，记录必要的信息，以建立型录。型录中的类别信息，最好以串行（linked list）方式串接起来，将来方便一一比对。

我们这份「类别型录」的串行元素将以*CRuntimeClass* 描述之，那是一个结构，内中至少需有类别名称、串行的Next 指针，以及串行的First 指针。由于First 指针属于全域变量，一份就好，所以它应该以static 修饰之。除此之外你所看到的其它*CRuntimeClass* 成员都是为了其它目的而准备，陆陆续续我会介绍出来。

```
// in MFC.H
struct CRuntimeClass
{
    // Attributes
    LPCSTR m_lpszClassName;
    int m_nObjectSize;
    UINT m_wSchema; // schema number of the loaded class
    CObject* (PASCAL* m_pfnCreateObject)(); // NULL => abstract class
    CRuntimeClass* m_pBaseClass;

    // CRuntimeClass objects linked together in simple list
    static CRuntimeClass* pFirstClass; // start of class list
    CRuntimeClass* m_pNextClass; // linked list of registered classes
};
```



我希望，每一个类别都能拥有这样一个CRuntimeClass 成员变量，并且最好有一定的命名规则（例如在类别名称之前冠以"class" 作为它的名称），然后，经由某种手段将整个类别库构造好之后，「类别型录」能呈现类似这样的风貌：

DECLARE_DYNAMIC / IMPLEMENT_DYNAMIC宏

为了神不知鬼不觉把*CRuntimeClass* 对象塞到类别之中，并声明一个可以抓到该对象地址的函数，我们定义*DECLARE_DYNAMIC* 宏如下：

```
#define DECLARE_DYNAMIC(class_name) \
public: \
    static CRuntimeClass class##class_name; \
    virtual CRuntimeClass* GetRuntimeClass() const;
```

出现在宏定义之中的##，用来告诉编译器，把两个字符串系在一起。如果你这么使用此宏：

```
DECLARE_DYNAMIC(CView)
```

编译器前置处理器为你做出的码是：

```
public:
    static CRuntimeClass classCView;
    virtual CRuntimeClass* GetRuntimeClass() const;
```

这下子，只要在声明类别时放入*DECLARE_DYNAMIC* 宏即万事OK 喽。

不，还没有OK，类别型录（也就是各个*CRuntimeClass* 对象）的内容指定以及串接工作最好也能够神不知鬼不觉，我们于是再定义*IMPLEMENT_DYNAMIC* 宏：

```
#define IMPLEMENT_DYNAMIC(class_name, base_class_name) \
    _IMPLEMENT_RUNTIMECLASS(class_name, base_class_name, 0xFFFF, NULL)
```

其中的*_IMPLEMENT_RUNTIMECLASS* 又是一个宏。这样区分是为了此一宏在「动态生成」（下一节主题）时还会用到。

```
#define _IMPLEMENT_RUNTIMECLASS(class_name, base_class_name, wSchema, pfnNew) \
    static char _lpsz##class_name[] = #class_name; \
    CRuntimeClass class_name::class##class_name = { \
        _lpsz##class_name, sizeof(class_name), wSchema, pfnNew, \
        RUNTIME_CLASS(base_class_name), NULL }; \
    static AFX_CLASSINIT _init_##class_name(&class_name::class##class_name); \
    CRuntimeClass* class_name::GetRuntimeClass() const \
    { return &class_name::class##class_name; } \
```

其中又有`RUNTIME_CLASS`宏，定义如下：

```
#define RUNTIME_CLASS(class_name) \
    (&class_name::class##class_name)
```

看起来整个`IMPLEMENT_DYNAMIC`内容好象只是指定初值，不然，其曼妙处在于它所使用的一个struct `AFX_CLASSINIT`，定义如下：

```
struct AFX_CLASSINIT
{ AFX_CLASSINIT(CRuntimeClass* pNewClass); };
```

这表示它有一个构造式（别惊讶，C++的struct与class都有构造式），定义如下：

```
AFX_CLASSINIT::AFX_CLASSINIT(CRuntimeClass* pNewClass)
{
    pNewClass->m_pNextClass = CRuntimeClass::pFirstClass;
    CRuntimeClass::pFirstClass = pNewClass;
}
```

很明显，此构造式负责linked list的串接工作。

整组宏看起来有点吓人，其实也没有什么，文字代换而已。现在看看这个实例：

```
// in header file
class CView : public CWnd
{
    DECLARE_DYNAMIC(CView)
    ...
};

// in implementation file
IMPLEMENT_DYNAMIC(CView, CWnd)
```

上述的码展开来成为：

```
// in header file
class CView : public CWnd
{
public:
    static CRuntimeClass classCView; \
    virtual CRuntimeClass* GetRuntimeClass() const;
    ...
};
```

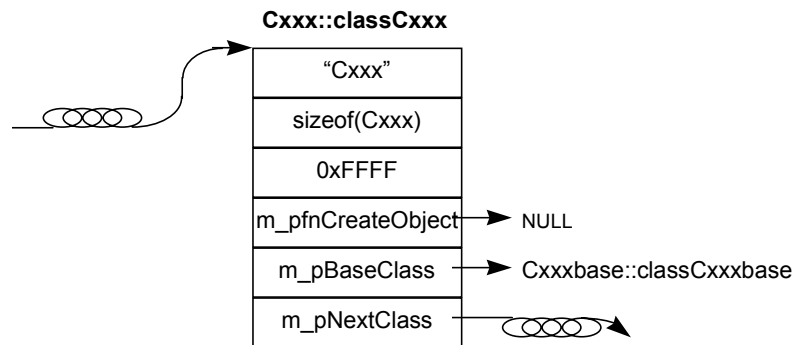


```

// in implementation file
static char _lpzCView[] = "CView";
CRuntimeClass CView::classCView = {
    _lpzCView, sizeof(CView), 0xFFFF, NULL,
    &CWnd::classCWnd, NULL };
static AFX_CLASSINIT _init_CView(&CView::classCView);
CRuntimeClass* CView::GetRuntimeClass() const
{ return &CView::classCView; }

```

于是乎，程序中只需要简简单单的两个宏 *DECLARE_DYNAMIC(Cxxx)* 和 *IMPLEMENT_DYNAMIC(Cxxx, Cxxxbase)*，就完成了构造资料并加入串行的工作：



可是你知道，串行的头，总是需要特别费心处理，不能够套用一般的串行行为模式。我们的类别根源 *CObject*，不能套用现成的宏 *DECLARE_DYNAMIC* 和 *IMPLEMENT_DYNAMIC*，必须特别设计如下：

```

// in header file
class CObject
{
public:
    virtual CRuntimeClass* GetRuntimeClass() const;
    ...
public:
    static CRuntimeClass classCObject;
};

```

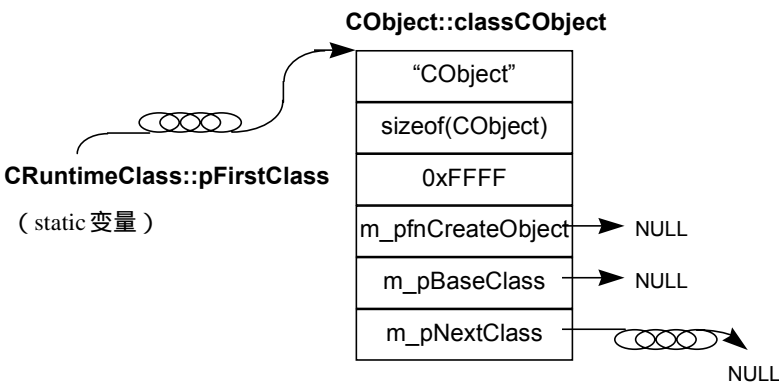
```
// in implementation file
static char szCObject[] = "CObject";
struct CRuntimeClass CObject::classCObject =
    { szCObject, sizeof(CObject), 0xffff, NULL, NULL };
static AFX_CLASSINIT _init_CObject(&CObject::classCObject);

CRuntimeClass* CObject::GetRuntimeClass() const
{
    return &CObject::classCObject;
}
```

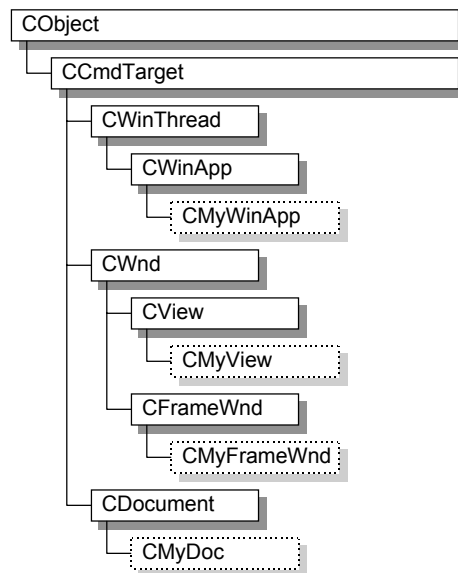
并且，*CRuntimeClass* 中的 *static* 成员变量应该要初始化（如果你忘记了，赶快复习第 2 章的「静态成员（变量与函数）」一节）：

```
// in implementation file
CRuntimeClass* CRuntimeClass::pFirstClass = NULL;
```

终于，整个「类类型录」串行的头部就这样形成了：



范例程序Frame3 在.h 档中有这些类别声明：



```

class CObject
{
...
};
class CCmdTarget : public CObject
{
    DECLARE_DYNAMIC(CCmdTarget)
...
};
class CWinThread : public CCmdTarget
{
    DECLARE_DYNAMIC(CWinThread)
...
};
class CWinApp : public CWinThread
{
    DECLARE_DYNAMIC(CWinApp)
...
};
class CDocument : public CCmdTarget
{
    DECLARE_DYNAMIC(CDocument)

```

```
...
};
class CWnd : public CCmdTarget
{
    DECLARE_DYNAMIC(CWnd) // 其实在MFC 中是DECLARE_DYNCREATE(), 见下节。
...
};
class CFrameWnd : public CWnd
{
    DECLARE_DYNAMIC(CFrameWnd) // 其实在MFC 中是DECLARE_DYNCREATE(), 见下节。
...
};
class CView : public CWnd
{
    DECLARE_DYNAMIC(CView)
...
};
class CMyWinApp : public CWinApp
{
...
};
class CMyFrameWnd : public CFrameWnd
{
    ... // 其实在MFC 应用程序中这里也有DECLARE_DYNCREATE(), 见下节。
};
class CMyDoc : public CDocument
{
    ... // 其实在MFC 应用程序中这里也有DECLARE_DYNCREATE(), 见下节。
};
class CMyView : public CView
{
    ... // 其实在MFC 应用程序中这里也有DECLARE_DYNCREATE(), 见下节。
};
```

范例程序Frame3 在.cpp 档中有这些动作：

```
IMPLEMENT_DYNAMIC(CCmdTarget, CObject)
IMPLEMENT_DYNAMIC(CWinThread, CCmdTarget)
IMPLEMENT_DYNAMIC(CWinApp, CWinThread)
IMPLEMENT_DYNAMIC(CWnd, CCmdTarget) // 其实在MFC 中它是IMPLEMENT_DYNCREATE(), 见下节。
IMPLEMENT_DYNAMIC(CFrameWnd, CWnd) // 其实在MFC 中它是IMPLEMENT_DYNCREATE(), 见下节。
IMPLEMENT_DYNAMIC(CDocument, CCmdTarget)
IMPLEMENT_DYNAMIC(CView, CWnd)
```

于是组织出图3-1 这样一个大网。

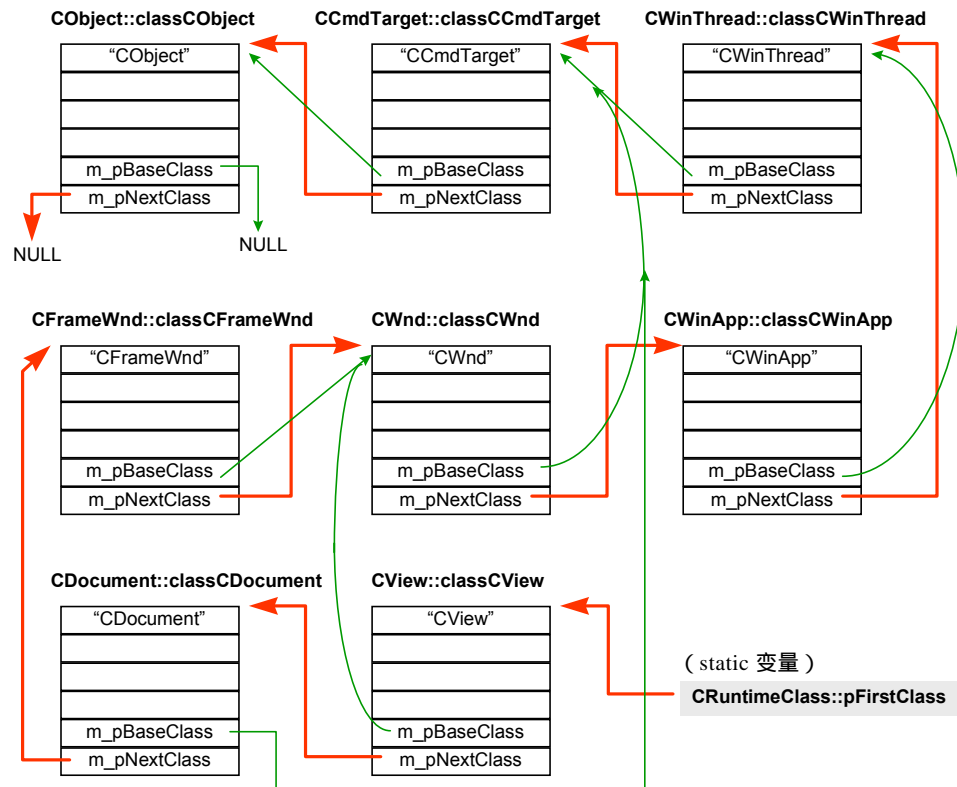


图3-1 CRuntimeClass 对象构成的类别型录网。本图只列出与RTTI 有关系的成员。

为了实证整个类别型录网的存在，我在main 函数中调用PrintAllClasses，把串行中的每一个元素的类别名称、对象大小、以及schema no. 印出来：

```
void PrintAllClasses()
{
    CRuntimeClass* pClass;

    // just walk through the simple list of registered classes
    for (pClass = CRuntimeClass::pFirstClass; pClass != NULL;
         pClass = pClass->m_pNextClass)
    {
        cout << pClass->m_lpszClassName << "\n";
    }
}
```

```
        cout << pClass->m_nObjectSize << "\n";  
        cout << pClass->m_wSchema << "\n";  
    }  
}
```

Frame3 的命令列编译联结动作是（环境变量必须先设定好，请参考第 4 章的「安装与设定」一节）：

```
cl my.cpp mfc.cpp <Enter>
```

Frame3 的执行结果如下：

```
CView  
4  
65535  
CDocument  
4  
65535  
CFrameWnd  
4  
65535  
CWnd  
4  
65535  
CWinApp  
12  
65535  
CWinThread  
4  
65535  
CCmdTarget  
4  
65535  
CObject  
4  
65535
```

Frame3 范例程序

MFC.H

```
#0001 #define BOOL int  
#0002 #define TRUE 1  
#0003 #define FALSE 0
```

```

#0004 #define LPCSTR LPSTR
#0005 typedef char* LPSTR;
#0006 #define UINT int
#0007 #define PASCAL _stdcall
#0008
#0009 #include <iostream.h>
#0010
#0011 class CObject;
#0012
#0013 struct CRuntimeClass
#0014 {
#0015     // Attributes
#0016     LPCSTR m_lpszClassName;
#0017     int m_nObjectSize;
#0018     UINT m_wSchema; // schema number of the loaded class
#0019     CObject* (PASCAL* m_pfnCreateObject)(); // NULL => abstract class
#0020     CRuntimeClass* m_pBaseClass;
#0021
#0022     // CRuntimeClass objects linked together in simple list
#0023     static CRuntimeClass* pFirstClass; // start of class list
#0024     CRuntimeClass* m_pNextClass; // linked list of registered classes
#0025 };
#0026
#0027 struct AFX_CLASSINIT
#0028 { AFX_CLASSINIT(CRuntimeClass* pNewClass); };
#0029
#0030 #define RUNTIME_CLASS(class_name) \
#0031     (&class_name::class##class_name)
#0032
#0033 #define DECLARE_DYNAMIC(class_name) \
#0034     public: \
#0035         static CRuntimeClass class##class_name; \
#0036         virtual CRuntimeClass* GetRuntimeClass() const;
#0037
#0038 #define _IMPLEMENT_RUNTIMECLASS(class_name, base_class_name, wSchema, pfnNew) \
#0039     static char _lpsz##class_name[] = #class_name; \
#0040     CRuntimeClass class_name::class##class_name = { \
#0041         _lpsz##class_name, sizeof(class_name), wSchema, pfnNew, \
#0042         RUNTIME_CLASS(base_class_name), NULL }; \
#0043     static AFX_CLASSINIT _init_##class_name(&class_name::class##class_name); \
#0044     CRuntimeClass* class_name::GetRuntimeClass() const \
#0045     { return &class_name::class##class_name; } \
#0046
#0047 #define IMPLEMENT_DYNAMIC(class_name, base_class_name) \
#0048     _IMPLEMENT_RUNTIMECLASS(class_name, base_class_name, 0xFFFF, NULL)
#0049

```

```
#0050 class CObject
#0051 {
#0052 public:
#0053     CObject::CObject() {
#0054     }
#0055     CObject::~~CObject() {
#0056     }
#0057
#0058     virtual CRuntimeClass* GetRuntimeClass() const;
#0059
#0060 public:
#0061     static CRuntimeClass classCObject;
#0062 };
#0063
#0064 class CCmdTarget : public CObject
#0065 {
#0066     DECLARE_DYNAMIC(CCmdTarget)
#0067 public:
#0068     CCmdTarget::CCmdTarget() {
#0069     }
#0070     CCmdTarget::~~CCmdTarget() {
#0071     }
#0072 };
#0073
#0074 class CWinThread : public CCmdTarget
#0075 {
#0076     DECLARE_DYNAMIC(CWinThread)
#0077 public:
#0078     CWinThread::CWinThread() {
#0079     }
#0080     CWinThread::~~CWinThread() {
#0081     }
#0082
#0083     virtual BOOL InitInstance() {
#0084         return TRUE;
#0085     }
#0086     virtual int Run() {
#0087         return 1;
#0088     }
#0089 };
#0090
#0091 class CWnd;
#0092
#0093 class CWinApp : public CWinThread
#0094 {
#0095     DECLARE_DYNAMIC(CWinApp)
```



```
#0096 public:
#0097     CWinApp* m_pCurrentWinApp;
#0098     CWnd* m_pMainWnd;
#0099
#0100 public:
#0101     CWinApp::CWinApp() {
#0102         m_pCurrentWinApp = this;
#0103     }
#0104     CWinApp::~CWinApp() {
#0105     }
#0106
#0107     virtual BOOL InitApplication() {
#0108         return TRUE;
#0109     }
#0110     virtual BOOL InitInstance() {
#0111         return TRUE;
#0112     }
#0113     virtual int Run() {
#0114         return CWinThread::Run();
#0115     }
#0116 };
#0117
#0118 class CDocument : public CCmdTarget
#0119 {
#0120     DECLARE_DYNAMIC(CDocument)
#0121 public:
#0122     CDocument::CDocument() {
#0123     }
#0124     CDocument::~CDocument() {
#0125     }
#0126 };
#0127
#0128 class CWnd : public CCmdTarget
#0129 {
#0130     DECLARE_DYNAMIC(CWnd)
#0131 public:
#0132     CWnd::CWnd() {
#0133     }
#0134     CWnd::~CWnd() {
#0135     }
#0136
#0137     virtual BOOL Create();
#0138     BOOL CreateEx();
#0139     virtual BOOL PreCreateWindow();
#0140 };
#0141
```

```
#0142 class CFrameWnd : public CWnd
#0143 {
#0144     DECLARE_DYNAMIC(CFrameWnd)
#0145 public:
#0146     CFrameWnd::CFrameWnd() {
#0147     }
#0148     CFrameWnd::~~CFrameWnd() {
#0149     }
#0150     BOOL Create();
#0151     virtual BOOL PreCreateWindow();
#0152 };
#0153
#0154 class CView : public CWnd
#0155 {
#0156     DECLARE_DYNAMIC(CView)
#0157 public:
#0158     CView::CView() {
#0159     }
#0160     CView::~~CView() {
#0161     }
#0162 };
#0163
#0164
#0165 // global function
#0166 CWinApp* AfxGetApp();
```

MFC.CPP

```
#0001 #include "my.h" // 原该包含mfc.h 就好，但为了CMyWinApp 的定义，所以...
#0002
#0003 extern CMyWinApp theApp;
#0004
#0005 static char szCObject[] = "CObject";
#0006 struct CRuntimeClass CObject::classCObject =
#0007     { szCObject, sizeof(CObject), 0xffff, NULL, NULL };
#0008 static AFX_CLASSINIT _init_CObject(&CObject::classCObject);
#0009
#0010 CRuntimeClass* CRuntimeClass::pFirstClass = NULL;
#0011
#0012 AFX_CLASSINIT::AFX_CLASSINIT(CRuntimeClass* pNewClass)
#0013 {
#0014     pNewClass->m_pNextClass = CRuntimeClass::pFirstClass;
#0015     CRuntimeClass::pFirstClass = pNewClass;
#0016 }
#0017
#0018 CRuntimeClass* CObject::GetRuntimeClass() const
```

```
#0019 {  
#0020     return &CObject::classCObject;  
#0021 }  
#0022  
#0023 BOOL CWnd::Create()  
#0024 {  
#0025     return TRUE;  
#0026 }  
#0027  
#0028 BOOL CWnd::CreateEx()  
#0029 {  
#0030     PreCreateWindow();  
#0031     return TRUE;  
#0032 }  
#0033  
#0034 BOOL CWnd::PreCreateWindow()  
#0035 {  
#0036     return TRUE;  
#0037 }  
#0038  
#0039 BOOL CFrameWnd::Create()  
#0040 {  
#0041     CreateEx();  
#0042     return TRUE;  
#0043 }  
#0044  
#0045 BOOL CFrameWnd::PreCreateWindow()  
#0046 {  
#0047     return TRUE;  
#0048 }  
#0049  
#0050 IMPLEMENT_DYNAMIC(CCmdTarget, CObject)  
#0051 IMPLEMENT_DYNAMIC(CWinThread, CCmdTarget)  
#0052 IMPLEMENT_DYNAMIC(CWinApp, CWinThread)  
#0053 IMPLEMENT_DYNAMIC(CWnd, CCmdTarget)  
#0054 IMPLEMENT_DYNAMIC(CFrameWnd, CWnd)  
#0055 IMPLEMENT_DYNAMIC(CDocument, CCmdTarget)  
#0056 IMPLEMENT_DYNAMIC(CView, CWnd)  
#0057  
#0058 // global function  
#0059 CWinApp* AfxGetApp()  
#0060 {  
#0061     return theApp.m_pCurrentWinApp;  
#0062 }
```

MY.H

```
#0001 #include <iostream.h>
#0002 #include "mfc.h"
#0003
#0004 class CMyWinApp : public CWinApp
#0005 {
#0006 public:
#0007     CMyWinApp::CMyWinApp() {
#0008     }
#0009     CMyWinApp::~CMyWinApp() {
#0010     }
#0011
#0012     virtual BOOL InitInstance();
#0013 };
#0014
#0015 class CMyFrameWnd : public CFrameWnd
#0016 {
#0017 public:
#0018     CMyFrameWnd();
#0019     ~CMyFrameWnd() {
#0020     }
#0021 };
#0022
#0023
#0024 class CMyDoc : public CDocument
#0025 {
#0026 public:
#0027     CMyDoc::CMyDoc() {
#0028     }
#0029     CMyDoc::~CMyDoc() {
#0030     }
#0031 };
#0032
#0033 class CMyView : public CView
#0034 {
#0035 public:
#0036     CMyView::CMyView() {
#0037     }
#0038     CMyView::~CMyView() {
#0039     }
#0040 };
#0041
#0042 // global function
#0043 void PrintAllClasses();
```

MY.CPP

```
#0001 #include "my.h"
#0002
#0003 CMyWinApp theApp;
#0004
#0005 BOOL CMyWinApp::InitInstance()
#0006 {
#0007     m_pMainWnd = new CMyFrameWnd;
#0008     return TRUE;
#0009 }
#0010
#0011 CMyFrameWnd::CMyFrameWnd()
#0012 {
#0013     Create();
#0014 }
#0015
#0016 void PrintAllClasses()
#0017 {
#0018     CRuntimeClass* pClass;
#0019
#0020     // just walk through the simple list of registered classes
#0021     for (pClass = CRuntimeClass::pFirstClass; pClass != NULL;
#0022          pClass = pClass->m_pNextClass)
#0023     {
#0024         cout << pClass->m_lpszClassName << "\n";
#0025         cout << pClass->m_nObjectSize << "\n";
#0026         cout << pClass->m_wSchema << "\n";
#0027     }
#0028 }
#0029 //-----
#0030 // main
#0031 //-----
#0032 void main()
#0033 {
#0034     CWinApp* pApp = AfxGetApp();
#0035
#0036     pApp->InitApplication();
#0037     pApp->InitInstance();
#0038     pApp->Run();
#0039
#0040     PrintAllClasses();
#0041 }
```

IsKindOf （型别辨识）

有了图3-1 这张「类别型录」网，要实现 *IsKindOf* 功能，再轻松不过了：

1. 为 *CObject* 加上一个 *IsKindOf* 函数，于是此函数将被所有类别继承。它将把参数所指定的某个 *CRuntimeClass* 对象拿来与类别型录中的元素一一比对。比对成功（在型录中有发现），就传回 *TRUE*，否则传回 *FALSE*：

```
// in header file
class CObject
{
public:
    ...
    BOOL IsKindOf(const CRuntimeClass* pClass) const;
};

// in implementation file
BOOL CObject::IsKindOf(const CRuntimeClass* pClass) const
{
    CRuntimeClass* pClassThis = GetRuntimeClass();
    while (pClassThis != NULL)
    {
        if (pClassThis == pClass)
            return TRUE;
        pClassThis = pClassThis->m_pBaseClass;
    }
    return FALSE;    // walked to the top, no match
}
```

注意，*while* 循环中所追踪的是「同宗」路线，也就是凭借着 *m_pBaseClass* 而非 *m_pNextClass*。假设我们的调用是：

```
CView* pView = new CView;
pView->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CWinApp));
```

IsKindOf 的参数其实就是 *&CWinApp::classCWinApp*。函数内利用 *GetRuntimeClass* 先取得 *&CView::classCView*，然后循线而上（从图3-1 来看，所谓循线分别是指 *CView*、*CWnd*、*CCmdTarget*、*CObject*），每获得一个 *CRuntimeClass* 对象指针，就拿来和 *CView::classCView* 的指针比对。靠这个土方法，完成了 *IsKindOf* 能力。

2. *IsKindOf* 的使用方式如下：

```

CMyDoc* pMyDoc = new CMyDoc;
CMyView* pMyView = new CMyView;

cout << pMyDoc->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CMyDoc)); // 應該獲得 TRUE
cout << pMyDoc->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CDocument)); // 應該獲得 TRUE
cout << pMyDoc->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CCmdTarget)); // 應該獲得 TRUE
cout << pMyDoc->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CObject)); // 應該獲得 TRUE
cout << pMyDoc->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CWinApp)); // 應該獲得 FALSE
cout << pMyDoc->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CView)); // 應該獲得 FALSE

cout << pMyView->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CView)); // 應該獲得 TRUE
cout << pMyView->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CObject)); // 應該獲得 TRUE
cout << pMyView->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CWnd)); // 應該獲得 TRUE
cout << pMyView->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CFrameWnd)); // 應該獲得 FALSE

```

IsKindOf 的完整范例放在Frame4 中。

Frame4 范例程序

Frame4 与Frame3 大同小异，唯一不同的就是前面所说的，在 *CObject* 中加上 *IsKindOf* 函数的声明与定义，并将私有类别（non-MFC 类别）也挂到「类别型录网」中：

```

// in header file

class CMyFrameWnd : public CFrameWnd
{
    DECLARE_DYNAMIC(CMyFrameWnd) // 在MFC 程序中这里其实是DECLARE_DYNCREATE()
    ... // 稍后我便会仿真DECLARE_DYNCREATE() 给你看
};

class CMyDoc : public CDocument
{
    DECLARE_DYNAMIC(CMyDoc) // 在MFC 程序中这里其实是DECLARE_DYNCREATE()
    ... // 稍后我便会仿真DECLARE_DYNCREATE() 给你看
};

class CMyView : public CView
{
    DECLARE_DYNAMIC(CMyView) // 在MFC 程序中这里其实是DECLARE_DYNCREATE()
    ... // 稍后我便会仿真DECLARE_DYNCREATE() 给你看
};

```

```
// in implementation file
...
IMPLEMENT_DYNAMIC(CMyFrameWnd, CFrameWnd) //在MFC 程序中这里其实是IMPLEMENT_DYNCREATE()
// 稍后我便会仿真IMPLEMENT_DYNCREATE() 给你看
...
IMPLEMENT_DYNAMIC(CMyDoc, CDocument) //在MFC 程序中这里其实是IMPLEMENT_DYNCREATE()
// 稍后我便会仿真IMPLEMENT_DYNCREATE() 给你看
...
IMPLEMENT_DYNAMIC(CMyView, CView) // 在MFC 程序中这里其实是IMPLEMENT_DYNCREATE()
// 稍后我便会仿真IMPLEMENT_DYNCREATE() 给你看
```

我不在此列出Frame4 的源代码，你可以在书附光盘片中找到完整的文件。Frame4 的命令列编译联结动作是（环境变量必须先设定好，请参考第4章的「安装与设定」一节）：

```
cl my.cpp mfc.cpp <Enter>
```

以下即是Frame4 的执行结果：

```
pMyDoc->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CMyDoc))      1
pMyDoc->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CDocument))    1
pMyDoc->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CCmdTarget))   1
pMyDoc->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CObject))      1
pMyDoc->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CWinApp))      0
pMyDoc->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CView))        0

pMyView->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CView))       1
pMyView->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CObject))     1
pMyView->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CWnd))        1
pMyView->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CFrameWnd))   0

pMyWnd->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CFrameWnd))    1
pMyWnd->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CWnd))         1
pMyWnd->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CObject))      1
pMyWnd->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CDocument))    0
```


Dynamic Creation (动态生成)

基础有了，做什么都好。同样地，有了上述的「类别型录网」，各种应用纷至沓来。其中一个应用就是解决棘手的动态生成问题。

我已经在第二章描述过动态生成的困难点：你没有办法在程序执行期间，根据动态获得的一个类别名称（通常来自读档，但我将以屏幕输入为例），要求程序产生一个对象。上述的「类别型录网」虽然透露出解决此一问题的些微曙光，但是技术上还得加把劲儿。

如果我能够把类别的大小记录在类别型录中，把构造函数（注意，这里并非指C++ 构造式，而是指即将出现的*CRuntimeClass::CreateObject*）也记录在类别型录中，当程序在执行时期获得一个类别名称，它就可以在「类别型录网」中找出对应的元素，然后调用其构造函数（这里并非指C++ 构造式），产生出对象。

好主意！

类别型录网的元素型式*CRuntimeClass* 于是有了变化：

```
// in MFC.H
struct CRuntimeClass
{
    // Attributes
    LPCSTR m_lpszClassName;
    int m_nObjectSize;
    UINT m_wSchema; // schema number of the loaded class
    CObject* (PASCAL* m_pfnCreateObject)(); // NULL => abstract class
    CRuntimeClass* m_pBaseClass;

    CObject* CreateObject();
    static CRuntimeClass* PASCAL Load();

    // CRuntimeClass objects linked together in simple list
    static CRuntimeClass* pFirstClass; // start of class list
    CRuntimeClass* m_pNextClass;      // linked list of registered classes
};
```

DECLARE_DYNCREATE/IMPLEMENT_DYNCREATE宏

为了因应*CRuntimeClass* 中新增的成员变量，我们再添两个宏，

DECLARE_DYNCREATE 和 *IMPLEMENT_DYNCREATE*：

```
#define DECLARE_DYNCREATE(class_name) \
    DECLARE_DYNAMIC(class_name) \
    static CObject* PASCAL CreateObject();

#define IMPLEMENT_DYNCREATE(class_name, base_class_name) \
    CObject* PASCAL class_name::CreateObject() \
    { return new class_name; } \
    _IMPLEMENT_RUNTIMECLASS(class_name, base_class_name, 0xFFFF, \
        class_name::CreateObject)
```

于是，以*CFrameWnd* 为例，下列程序代码：

```
// in header file
class CFrameWnd : public CWnd
{
    DECLARE_DYNCREATE(CFrameWnd)
    ...
};

// in implementation file
IMPLEMENT_DYNCREATE(CFrameWnd, CWnd)
```

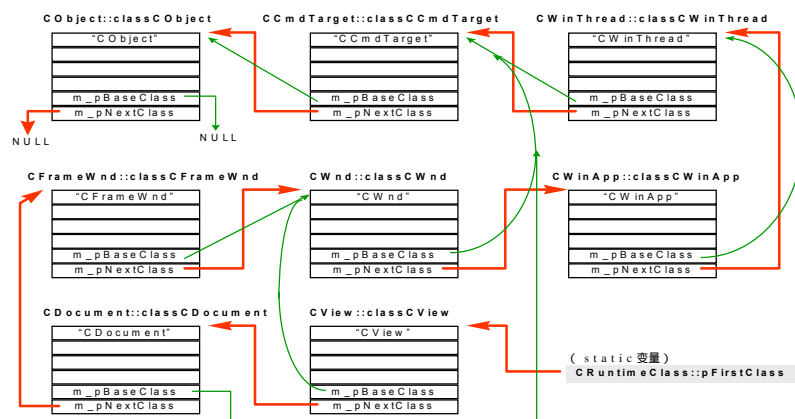
就被展开如下（注意，编译器选项/P 可得前置处理结果）：

```
// in header file
class CFrameWnd : public CWnd
{
public:
    static CRuntimeClass classCFrameWnd;
    virtual CRuntimeClass* GetRuntimeClass() const;
    static CObject* PASCAL CreateObject();
    ...
};

// in implementation file
CObject* PASCAL CFrameWnd::CreateObject()
{ return new CFrameWnd; }
```

```
static char _lpszCFrameWnd[] = "CFrameWnd";
CRuntimeClass CFrameWnd::classCFrameWnd = {
    _lpszCFrameWnd, sizeof(CFrameWnd), 0xFFFF, CFrameWnd::CreateObject,
    RUNTIME_CLASS(CWnd), NULL };
static AFX_CLASSINIT _init_CFrameWnd(&CFrameWnd::classCFrameWnd);
CRuntimeClass* CFrameWnd::GetRuntimeClass() const
{ return &CFrameWnd::classCFrameWnd; }
```

图示如下：



「对象生成器」*CreateObject* 函数很简单，只要说*new* 就好。

从宏的定义我们很清楚可以看出，拥有动态生成（Dynamic Creation）能力的类别库，必然亦拥有执行时期类型识别（RTTI）能力，因为 *_DYNCREATE* 宏涵盖了 *_DYNAMIC* 宏。

注意：以下范例直接跳到Frame6。本书第一版有一个Frame5 程序，用以仿真MFC 2.5 对动态生成的作法。往事已矣，读者曾经来函表示没有必要提过去的东西，徒增脑力负荷。我想也是，况且MFC 4.x 的作法更好更容易了解，所以我把Frame5 拿掉了，但仍保留着序号。

范例程序Frame6 在.h 档中有这些类别声明：

```
class CObject
{
...
};
class CCmdTarget : public CObject
{
    DECLARE_DYNAMIC(CCmdTarget)
...
};
class CWinThread : public CCmdTarget
{
    DECLARE_DYNAMIC(CWinThread)
...
};
class CWinApp : public CWinThread
{
    DECLARE_DYNAMIC(CWinApp)
...
};
class CDocument : public CCmdTarget
{
    DECLARE_DYNAMIC(CDocument)
...
};
class CWnd : public CCmdTarget
{
    DECLARE_DYNCREATE(CWnd)
...
};
class CFrameWnd : public CWnd
{
    DECLARE_DYNCREATE(CFrameWnd)
...
};
class CView : public CWnd
{
    DECLARE_DYNAMIC(CView)
...
};
class CMyWinApp : public CWinApp
{
...
};
class CMyFrameWnd : public CFrameWnd
```

```
{  
    DECLARE_DYNCREATE(CMyFrameWnd)  
    ...  
};  
class CMyDoc : public CDocument  
{  
    DECLARE_DYNCREATE(CMyDoc)  
    ...  
};  
class CMyView : public CView  
{  
    DECLARE_DYNCREATE(CMyView)  
    ...  
};
```

在.cpp 档中又有这些动作：

```
IMPLEMENT_DYNAMIC(CCmdTarget, CObject)  
IMPLEMENT_DYNAMIC(CWinThread, CCmdTarget)  
IMPLEMENT_DYNAMIC(CWinApp, CWinThread)  
IMPLEMENT_DYNCREATE(CWnd, CCmdTarget)  
IMPLEMENT_DYNCREATE(CFrameWnd, CWnd)  
IMPLEMENT_DYNAMIC(CDocument, CCmdTarget)  
IMPLEMENT_DYNAMIC(CView, CWnd)  
IMPLEMENT_DYNCREATE(CMyFrameWnd, CFrameWnd)  
IMPLEMENT_DYNCREATE(CMyDoc, CDocument)  
IMPLEMENT_DYNCREATE(CMyView, CView)
```

于是组织出图3-2 这样一个大网。



图3-2 以CRuntimeClass 对象构成的「类别型录网」。本图只列出与动态生成 (Dynamic Creation) 有关系的成员。凡是m_pfnCreateObject

不为NULL 者，即可动态生成。

现在，我们开始仿真动态生成。首先在main 函数中加上这一段码：

```
void main()
{
    ...
    //Test Dynamic Creation
    CRuntimeClass* pClassRef;
    CObject* pOb;
    while(1)
    {
```

```

        if ((pClassRef = CRuntimeClass::Load()) == NULL)
            break;

        pObj = pClassRef->CreateObject();
        if (pObj != NULL)
            pObj->SayHello();
    }
}

```

并设计 *CRuntimeClass::CreateObject* 和 *CRuntimeClass::Load* 如下：

```

// in implementation file
CObject* CRuntimeClass::CreateObject()
{
    if (m_pfnCreateObject == NULL)
    {
        TRACE1("Error: Trying to create object which is not "
              "DECLARE_DYNCREATE \nor DECLARE_SERIAL: %hs.\n",
              m_lpszClassName);
        return NULL;
    }

    CObject* pObject = NULL;
    pObject = (*m_pfnCreateObject)();

    return pObject;
}

CRuntimeClass* PASCAL CRuntimeClass::Load()
{
    char szClassName[64];
    CRuntimeClass* pClass;
    // JJHOU : instead of Load from file, we Load from cin.
    cout << "enter a class name... ";
    cin >> szClassName;

    for (pClass = pFirstClass; pClass != NULL; pClass = pClass->m_pNextClass)
    {
        if (strcmp(szClassName, pClass->m_lpszClassName) == 0)
            return pClass;
    }

    TRACE1("Error: Class not found: %s \n", szClassName);
    return NULL; // not found
}

```

然后，为了验证这样的动态生成机制的确有效（也就是对象的确被产生了），我让许多个类别的构造式都输出一段文字，而且在取得对象指针后，真的去调用该对象的一个成员函数*SayHello*。我把*SayHello* 设计为虚拟函数，所以根据不同的对象类型，会调用到不同的*SayHello* 函数，出现不同的输出字符串。

请注意，*main* 函数中的*while* 循环必须等到*CRuntimeClass::Load* 传回*NULL* 才会停止，而*CRuntimeClass::Load* 是在它从整个「类别型录网」中找不到它要找的那个类别名称时，才传回*NULL*。这些都是我为了仿真与示范，所采取的权宜设计。

Frame6 的命令列编译联结动作是（环境变量必须先设定好，请参考第 4 章的「安装与设定」一节）：

```
cl my.cpp mfc.cpp <Enter>
```

下面是Frame6 的执行结果。粗体表示我（程序执行者）在屏幕上输入类别名称：

```
enter a class name... CObject
Error: Trying to create object which is not DECLARE_DYNCREATE
or DECLARE_SERIAL: CObject.

enter a class name... CView
Error: Trying to create object which is not DECLARE_DYNCREATE
or DECLARE_SERIAL: CView.

enter a class name... CMyView
CWnd Constructor
CMyView Constructor
Hello CMyView

enter a class name... CMyFrameWnd
CWnd Constructor
CFrameWnd Constructor
CMyFrameWnd Constructor
Hello CMyFrameWnd

enter a class name... CMyDoc
CMyDoc Constructor
Hello CMyDoc
```



```

enter a class name... CWinApp
Error: Trying to create object which is not DECLARE_DYNCREATE
or DECLARE_SERIAL: CWinApp.

enter a class name... CJjhou (故意输入一个不在「类别型录网」中的类别名称)
Error: Class not found: CJjhou (程序结束)

```

Frame6 范例程序

MFC.H

```

#0001 #define BOOL int
#0002 #define TRUE 1
#0003 #define FALSE 0
#0004 #define LPCSTR LPSTR
#0005 typedef char* LPSTR;
#0006 #define UINT int
#0007 #define PASCAL _stdcall
#0008 #define TRACE1 printf
#0009
#0010 #include <iostream.h>
#0011 #include <stdio.h>
#0012 #include <string.h>
#0013
#0014 class CObject;
#0015
#0016 struct CRuntimeClass
#0017 {
#0018     // Attributes
#0019     LPCSTR m_lpszClassName;
#0020     int m_nObjectSize;
#0021     UINT m_wSchema; // schema number of the loaded class
#0022     CObject* (PASCAL* m_pfnCreateObject)(); // NULL => abstract class
#0023     CRuntimeClass* m_pBaseClass;
#0024
#0025     CObject* CreateObject();
#0026     static CRuntimeClass* PASCAL Load();
#0027
#0028     // CRuntimeClass objects linked together in simple list
#0029     static CRuntimeClass* pFirstClass; // start of class list
#0030     CRuntimeClass* m_pNextClass; // linked list of registered classes
#0031 };
#0032
#0033 struct AFX_CLASSINIT

```

```
#0034         { AFX_CLASSINIT(CRuntimeClass* pNewClass); };
#0035
#0036 #define RUNTIME_CLASS(class_name) \
#0037     (&class_name::class##class_name)
#0038
#0039 #define DECLARE_DYNAMIC(class_name) \
#0040 public: \
#0041     static CRuntimeClass class##class_name; \
#0042     virtual CRuntimeClass* GetRuntimeClass() const;
#0043
#0044 #define DECLARE_DYNCREATE(class_name) \
#0045     DECLARE_DYNAMIC(class_name) \
#0046     static COBJECT* PASCAL CreateObject();
#0047
#0048 #define _IMPLEMENT_RUNTIMECLASS(class_name, base_class_name, wSchema, pfnNew) \
#0049     static char _lpsz##class_name[] = #class_name; \
#0050     CRuntimeClass class_name::class##class_name = { \
#0051         _lpsz##class_name, sizeof(class_name), wSchema, pfnNew, \
#0052         RUNTIME_CLASS(base_class_name), NULL }; \
#0053     static AFX_CLASSINIT _init_##class_name(&class_name::class##class_name); \
#0054     CRuntimeClass* class_name::GetRuntimeClass() const \
#0055     { return &class_name::class##class_name; } \
#0056
#0057 #define IMPLEMENT_DYNAMIC(class_name, base_class_name) \
#0058     _IMPLEMENT_RUNTIMECLASS(class_name, base_class_name, 0xFFFF, NULL)
#0059
#0060 #define IMPLEMENT_DYNCREATE(class_name, base_class_name) \
#0061     COBJECT* PASCAL class_name::CreateObject() \
#0062     { return new class_name; } \
#0063     _IMPLEMENT_RUNTIMECLASS(class_name, base_class_name, 0xFFFF, \
#0064         class_name::CreateObject)
#0065
#0066 class COBJECT
#0067 {
#0068 public:
#0069     COBJECT::COBJECT() {
#0070     }
#0071     COBJECT::~~COBJECT() {
#0072     }
#0073
#0074     virtual CRuntimeClass* GetRuntimeClass() const;
#0075     BOOL IsKindOf(const CRuntimeClass* pClass) const;
#0076
#0077 public:
#0078     static CRuntimeClass classCOBJECT;
#0079     virtual void SayHello() { cout << "Hello COBJECT \n"; }
```

```
#0080 };
#0081
#0082 class CCmdTarget : public CObject
#0083 {
#0084     DECLARE_DYNAMIC(CCmdTarget)
#0085 public:
#0086     CCmdTarget::CCmdTarget() {
#0087     }
#0088     CCmdTarget::~CCmdTarget() {
#0089     }
#0090 };
#0091
#0092 class CWinThread : public CCmdTarget
#0093 {
#0094     DECLARE_DYNAMIC(CWinThread)
#0095 public:
#0096     CWinThread::CWinThread() {
#0097     }
#0098     CWinThread::~CWinThread() {
#0099     }
#0100
#0101     virtual BOOL InitInstance() {
#0102         return TRUE;
#0103     }
#0104     virtual int Run() {
#0105         return 1;
#0106     }
#0107 };
#0108
#0109 class CWnd;
#0110
#0111 class CWinApp : public CWinThread
#0112 {
#0113     DECLARE_DYNAMIC(CWinApp)
#0114 public:
#0115     CWinApp* m_pCurrentWinApp;
#0116     CWnd* m_pMainWnd;
#0117
#0118 public:
#0119     CWinApp::CWinApp() {
#0120         m_pCurrentWinApp = this;
#0121     }
#0122     CWinApp::~CWinApp() {
#0123     }
#0124
#0125     virtual BOOL InitApplication() {
```

```

#0126                                     return TRUE;
#0127                                     }
#0128     virtual BOOL InitInstance()     {
#0129                                     return TRUE;
#0130                                     }
#0131     virtual int Run() {
#0132                                     return CWinThread::Run();
#0133                                     }
#0134 };
#0135
#0136
#0137 class CDocument : public CCmdTarget
#0138 {
#0139     DECLARE_DYNAMIC(CDocument)
#0140 public:
#0141     CDocument::CDocument() {
#0142     }
#0143     CDocument::~~CDocument() {
#0144     }
#0145 };
#0146
#0147 class CWnd : public CCmdTarget
#0148 {
#0149     DECLARE_DYNCREATE(CWnd)
#0150 public:
#0151     CWnd::CWnd() {
#0152         cout << "CWnd Constructor \n";
#0153     }
#0154     CWnd::~~CWnd() {
#0155     }
#0156
#0157     virtual BOOL Create();
#0158     BOOL CreateEx();
#0159     virtual BOOL PreCreateWindow();
#0160     void SayHello() { cout << "Hello CWnd \n"; }
#0161 };
#0162
#0163 class CFrameWnd : public CWnd
#0164 {
#0165     DECLARE_DYNCREATE(CFrameWnd)
#0166 public:
#0167     CFrameWnd::CFrameWnd() {
#0168         cout << "CFrameWnd Constructor \n";
#0169     }
#0170     CFrameWnd::~~CFrameWnd() {
#0171     }

```

```

#0172     BOOL Create();
#0173     virtual BOOL PreCreateWindow();
#0174     void SayHello() { cout << "Hello CFrameWnd \n"; }
#0175 };
#0176
#0177 class CView : public CWnd
#0178 {
#0179     DECLARE_DYNAMIC(CView)
#0180 public:
#0181     CView::CView() {
#0182     }
#0183     CView::~CView() {
#0184     }
#0185 };
#0186
#0187 // global function
#0188 CWinApp* AfxGetApp();

```

MFC.CPP

```

#0001 #include "my.h" // it should be mfc.h, but for CMYWinApp definition, so...
#0002
#0003 extern CMYWinApp theApp;
#0004
#0005 static char szCObject[] = "CObject";
#0006 struct CRuntimeClass CObject::classCObject =
#0007     { szCObject, sizeof(CObject), 0xffff, NULL, NULL };
#0008 static AFX_CLASSINIT _init_CObject(&CObject::classCObject);
#0009
#0010 CRuntimeClass* CRuntimeClass::pFirstClass = NULL;
#0011
#0012 AFX_CLASSINIT::AFX_CLASSINIT(CRuntimeClass* pNewClass)
#0013 {
#0014     pNewClass->m_pNextClass = CRuntimeClass::pFirstClass;
#0015     CRuntimeClass::pFirstClass = pNewClass;
#0016 }
#0017
#0018 CObject* CRuntimeClass::CreateObject()
#0019 {
#0020     if (m_pfnCreateObject == NULL)
#0021     {
#0022         TRACE1("Error: Trying to create object which is not "
#0023             "DECLARE_DYNCREATE \nor DECLARE_SERIAL: %hs.\n",
#0024             m_lpszClassName);
#0025         return NULL;
#0026     }

```

```

#0027
#0028     CObject* pObject = NULL;
#0029     pObject = (*m_pfnCreateObject)();
#0030
#0031     return pObject;
#0032 }
#0033
#0034 CRuntimeClass* PASCAL CRuntimeClass::Load()
#0035 {
#0036     char szClassName[64];
#0037     CRuntimeClass* pClass;
#0038
#0039     // JJHOU : instead of Load from file, we Load from cin.
#0040     cout << "enter a class name... ";
#0041     cin >> szClassName;
#0042
#0043     for (pClass = pFirstClass; pClass != NULL; pClass = pClass->m_pNextClass)
#0044     {
#0045         if (strcmp(szClassName, pClass->m_lpszClassName) == 0)
#0046             return pClass;
#0047     }
#0048
#0049     TRACE1("Error: Class not found: %s \n", szClassName);
#0050     return NULL; // not found
#0051 }
#0052
#0053 CRuntimeClass* CObject::GetRuntimeClass() const
#0054 {
#0055     return &CObject::classCObject;
#0056 }
#0057
#0058 BOOL CObject::IsKindOf(const CRuntimeClass* pClass) const
#0059 {
#0060     CRuntimeClass* pClassThis = GetRuntimeClass();
#0061     while (pClassThis != NULL)
#0062     {
#0063         if (pClassThis == pClass)
#0064             return TRUE;
#0065         pClassThis = pClassThis->m_pBaseClass;
#0066     }
#0067     return FALSE; // walked to the top, no match
#0068 }
#0069
#0070 BOOL CWnd::Create()
#0071 {
#0072     return TRUE;

```

```

#0073 }
#0074
#0075 BOOL CWnd::CreateEx()
#0076 {
#0077     PreCreateWindow();
#0078     return TRUE;
#0079 }
#0080
#0081 BOOL CWnd::PreCreateWindow()
#0082 {
#0083     return TRUE;
#0084 }
#0085
#0086 BOOL CFrameWnd::Create()
#0087 {
#0088     CreateEx();
#0089     return TRUE;
#0090 }
#0091
#0092 BOOL CFrameWnd::PreCreateWindow()
#0093 {
#0094     return TRUE;
#0095 }
#0096
#0097 CWinApp* AfxGetApp()
#0098 {
#0099     return theApp.m_pCurrentWinApp;
#0100 }
#0101
#0102 IMPLEMENT_DYNAMIC(CCmdTarget, CObject)
#0103 IMPLEMENT_DYNAMIC(CWinThread, CCmdTarget)
#0104 IMPLEMENT_DYNAMIC(CWinApp, CWinThread)
#0105 IMPLEMENT_DYNAMIC(CDocument, CCmdTarget)
#0106 IMPLEMENT_DYNCREATE(CWnd, CCmdTarget)
#0107 IMPLEMENT_DYNAMIC(CView, CWnd)
#0108 IMPLEMENT_DYNCREATE(CFrameWnd, CWnd)

```

MY.H

```

#0001 #include <iostream.h>
#0002 #include "mfc.h"
#0003
#0004 class CMyWinApp : public CWinApp
#0005 {
#0006 public:
#0007     CMyWinApp::CMyWinApp() {

```

```
#0008     }
#0009     CMyWinApp::~CMyWinApp() {
#0010     }
#0011
#0012     virtual BOOL InitInstance();
#0013 };
#0014
#0015 class CMyFrameWnd : public CFrameWnd
#0016 {
#0017     DECLARE_DYNCREATE(CMyFrameWnd)
#0018 public:
#0019     CMyFrameWnd();
#0020     ~CMyFrameWnd() {
#0021     }
#0022     void SayHello() { cout << "Hello CMyFrameWnd \n"; }
#0023 };
#0024
#0025 class CMyDoc : public CDocument
#0026 {
#0027     DECLARE_DYNCREATE(CMyDoc)
#0028 public:
#0029     CMyDoc::CMyDoc() {
#0030         cout << "CMyDoc Constructor \n";
#0031     }
#0032     CMyDoc::~CMyDoc() {
#0033     }
#0034     void SayHello() { cout << "Hello CMyDoc \n"; }
#0035 };
#0036
#0037 class CMyView : public CView
#0038 {
#0039     DECLARE_DYNCREATE(CMyView)
#0040 public:
#0041     CMyView::CMyView() {
#0042         cout << "CMyView Constructor \n";
#0043     }
#0044     CMyView::~CMyView() {
#0045     }
#0046     void SayHello() { cout << "Hello CMyView \n"; }
#0047 };
#0048
#0049 // global function
#0050 void AfxPrintAllClasses();
```


MY.CPP

```

#0001 #include "my.h"
#0002
#0003 CMyWinApp theApp;
#0004
#0005 BOOL CMyWinApp::InitInstance()
#0006 {
#0007     m_pMainWnd = new CMyFrameWnd;
#0008     return TRUE;
#0009 }
#0010
#0011 CMyFrameWnd::CMyFrameWnd()
#0012 {
#0013     cout << "CMyFrameWnd Constructor \n";
#0014     Create();
#0015 }
#0016
#0017 IMPLEMENT_DYNCREATE(CMyFrameWnd, CFrameWnd)
#0018 IMPLEMENT_DYNCREATE(CMyDoc, CDocument)
#0019 IMPLEMENT_DYNCREATE(CMyView, CView)
#0020
#0021 void PrintAllClasses()
#0022 {
#0023     CRuntimeClass* pClass;
#0024
#0025     // just walk through the simple list of registered classes
#0026     for (pClass = CRuntimeClass::pFirstClass; pClass != NULL;
#0027         pClass = pClass->m_pNextClass)
#0028     {
#0029         cout << pClass->m_lpszClassName << "\n";
#0030         cout << pClass->m_nObjectSize << "\n";
#0031         cout << pClass->m_wSchema << "\n";
#0032     }
#0033 }
#0034 //-----
#0035 // main
#0036 //-----
#0037 void main()
#0038 {
#0039     CWinApp* pApp = AfxGetApp();
#0040
#0041     pApp->InitApplication();
#0042     pApp->InitInstance();
#0043     pApp->Run();
#0044

```

```
#0045 //Test Dynamic Creation
#0046 CRuntimeClass* pClassRef;
#0047 CObject* pOb;
#0048 while(1)
#0049 {
#0050     if ((pClassRef = CRuntimeClass::Load()) == NULL)
#0051         break;
#0052
#0053     pOb = pClassRef->CreateObject();
#0054     if (pOb != NULL)
#0055         pOb->SayHello();
#0056 }
#0057 }
```

Persistence（永续生存）机制

对象导向有一个术语：Persistence，意思就是把对象永久保留下来。Power 一关，啥都没有，对象又如何能够永续存留？

当然是写到文件去 ！

把资料写到文件，很简单。在Document/View 架构中，资料都放在一份document（文件）里头，我们只要把其中的成员变量继续写进文件即可。成员变量很可能是个对象，而面对对象，我们首先应该记载其类别名称，然后才是对象中的资料。

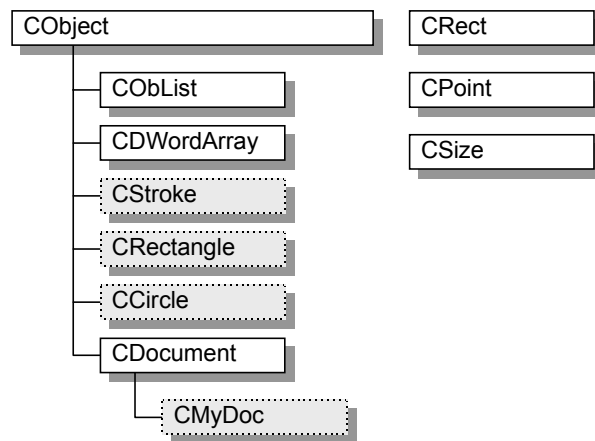
读档就有点麻烦了。当程序从文件中读到一个类别名称，它如何实现（instantiate）一个对象？呵，这不就是动态生成的技术吗？我们在前一章已经解决掉了。

MFC 有一套Serialize 机制，目的在于把档名的选择、文件的开关、缓冲区的建立、资料的读写、萃取运算符（>>）和嵌入运算符（<<）的多载（overload）、对象的动态生成都包装起来。

上述Serialize 的各部份工作，除了资料的读写和对象的动态生成，其余都是支节。动态生成的技术已经解决，让我们集中火力，分析资料的读写动作。

Serialize (资料读写)

假设我有一份文件，用以记录一张图形。图形只有三种基本元素：线条（Stroke）、圆形、矩形。我打算用以下类别，组织这份文件：



其中 *CObList* 和 *CDWordArray* 是MFC 提供的类别，前者是一个串行，可放置任何从 *CObject* 衍生下来的对象，后者是一个数组，每一个元素都是"double word"。另外三个类别：*CStroke* 和 *CRectangle* 和 *CCircle*，是我从 *CObject* 中衍生下来的类别。

```

class CMyDoc : public CDocument
{
    CObList m_graphList;
    CSize m_sizeDoc;
    ...
};
class CStroke : public CObject
{
    CDWordArray m_ptArray; // series of connected points
    ...
};
class CRectangle : public CObject
{
    CRect m_rect;
    ...
};
class CCircle : public CObject

```

```
{
    CPoint  m_center;
    UINT    m_radius;
    ...
};
```

假设现有一份文件，内容如图3-3，如果你是Serialize 机制的设计者，你希望怎么做呢？

把图3-3 写成这样的文件内容好吗：

06 00	;COBList elements count
07 00	;class name string length
43 53 74 72 6F 6B 65	; "CStroke"
02 00	;DWordArray size
28 00 13 00	;point
28 00 13 00	;point
0A 00	;class name string length
43 52 65 63 74 61 6E 67 6C 65	; "CRectangle"
11 00 22 00 33 00 44 00	;CRect
07 00	;class name string length
43 43 69 72 63 6C 65	; "CCircle"
55 00 66 00 77 00	;CPoint & radius
07 00	;class name string length
43 53 74 72 6F 6B 65	; "CStroke"
02 00	;DWordArray size
28 00 35 00	;point
28 00 35 00	;point
0A 00	;class name string length
43 52 65 63 74 61 6E 67 6C 65	; "CRectangle"
11 00 22 00 33 00 44 00	;CRect
07 00	;class name string length
43 43 69 72 63 6C 65	; "CCircle"
55 00 66 00 77 00	;CPoint & radius

还算堪用。但如果考虑到屏幕卷动的问题，以及打印输出的问题，应该在最前端增加「文件大小」。另外，如果这份文件有100 条线条，50 个圆形，80 个矩形，难不成我们要记录230 个类别名称？应该有更好的方法才是。

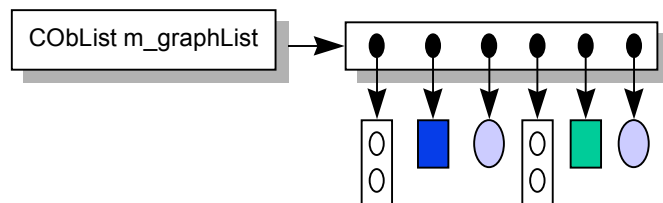


图3-3 一个串行，内含三种基本图形：线条、圆形、矩形。

我们可以在每次记录对象内容的时候，先写入一个代码，表示此对象之类别是否曾在档案中记录过了。如果是新类别，乖乖地记录其类别名称；如果是旧类别，则以代码表示。这样可以节省文件大小以及程序用于解析的时间。啊，不要看到文件大小就想到硬盘很便宜，桌上的一切都将被带到网上，你得想想网络频宽这回事。

还有一个问题。文件的「版本」如何控制？旧版程序读取新版文件，新版程序读取旧版文件，都可能出状况。为了防弊，最好把版本号码记录上去。最好是每个类别有自己的版本号码。

下面是新的构想，也就是Serialization 的目标：

```

20 03 84 03                ;Document Size
06 00                      ;CObList elements count

FF FF                     ;new class tag
02 00                      ;schema
07 00                      ;class name string length
43 53 74 72 6F 6B 65       ;"CStroke"
02 00                      ;DWordArray size
28 00 13 00                ;point
28 00 13 00                ;point

FF FF                     ;new class tag
01 00                      ;schema
0A 00                      ;class name string length
43 52 65 63 74 61 6E 67 6C 65 ;"CRectangle"
11 00 22 00 33 00 44 00    ;CRect

FF FF                     ;new class tag
01 00                      ;schema
07 00                      ;class name string length
43 43 69 72 63 6C 65       ;"CCircle"
55 00 66 00 77 00          ;CPoint & radius

01 80                     ;old class tag
02 00                      ;DWordArray size
28 00 35 00                ;point
28 00 35 00                ;point

03 80                     ;old class tag
11 00 22 00 33 00 44 00    ;CRect

05 80                     ;old class tag
55 00 66 00 77 00          ;CPoint & radius

```

我希望有一个专门负责Serialization的函数，就叫作*Serialize*好了。假设现在我的Document类别名称为*CScribDoc*，我希望有这么便利的程序方法（请仔细琢磨琢磨其便利性）：

```

void CScribDoc::Serialize(CArchive& ar)
{
    if (ar.IsStoring())
        ar << m_sizeDoc;
    else
        ar >> m_sizeDoc;
    m_graphList.Serialize(ar);
}

void CObList::Serialize(CArchive& ar)
{
    if (ar.IsStoring()) {

```

```
        ar << (WORD) m_nCount;
        for (CNode* pNode = m_pNodeHead; pNode != NULL; pNode = pNode->pNext)
            ar << pNode->data;
    }
    else {
        WORD nNewCount;
        ar >> nNewCount;
        while (nNewCount-- > 0) {
            CObject* newData;
            ar >> newData;
            AddTail(newData);
        }
    }
}

void CStroke::Serialize(CArchive& ar)
{
    m_ptArray.Serialize(ar);
}

void CDWordArray::Serialize(CArchive& ar)
{
    if (ar.IsStoring()) {
        ar << (WORD) m_nSize;
        for (int i = 0; i < m_nSize; i++)
            ar << m_pData[i];
    }
    else {
        WORD nOldSize;
        ar >> nOldSize;
        for (int i = 0; i < m_nSize; i++)
            ar >> m_pData[i];
    }
}

void CRectangle::Serialize(CArchive& ar)
{
    if (ar.IsStoring())
        ar << m_rect;
    else
        ar >> m_rect;
}

void CCircle::Serialize(CArchive& ar)
{
    if (ar.IsStoring()) {
```

```

        ar << (WORD)m_center.x;
        ar << (WORD)m_center.y;
        ar << (WORD)m_radius;
    }
    else {
        ar >> (WORD&)m_center.x;
        ar >> (WORD&)m_center.y;
        ar >> (WORD&)m_radius;
    }
}

```

每一个可写到文件或可从文件中读出的类别，都应该有它自己的 *Serialize* 函数，负责它自己的资料读写文件动作。此类别并且应该改写 << 运算符和 >> 运算符，把资料导流到 archive 中。archive 是什么？是一个与文件息息相关的缓冲区，暂时你可以想象它就是文件的化身。当图3-3 的文件写入文件时，*Serialize* 函数的调用次序如图3-4。

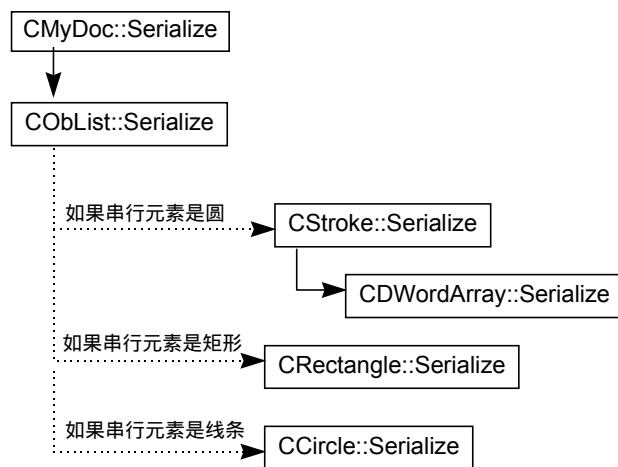


图3-4 图3-3 的文件内容写入文件时，*Serialize* 函数的调用次序。

DECLARE_SERIAL / IMPLEMENT_SERIAL 宏

要将<< 和>> 两个运算符多载化，还要让`Serialize` 函数神不知鬼不觉地放入类别声明之中，最好的作法仍然是使用宏。

类别之能够进行文件读写动作，前提是拥有动态生成的能力，所以，MFC 设计了两个宏 `DECLARE_SERIAL` 和 `IMPLEMENT_SERIAL`：

```
#define DECLARE_SERIAL(class_name) \
    DECLARE_DYNCREATE(class_name) \
    friend CArchive& AFXAPI operator>>(CArchive& ar, class_name* &pOb);

#define IMPLEMENT_SERIAL(class_name, base_class_name, wSchema) \
    CObject* PASCAL class_name::CreateObject() \
    { return new class_name; } \
    _IMPLEMENT_RUNTIMECLASS(class_name, base_class_name, wSchema, \
        class_name::CreateObject) \
    CArchive& AFXAPI operator>>(CArchive& ar, class_name* &pOb) \
    { pOb = (class_name*) ar.ReadObject(RUNTIME_CLASS(class_name)); \
        return ar; } \
```

为了在每一个对象被处理（读或写）之前，能够处理琐屑的工作，诸如判断是否第一次出现、记录版本号、记录文件名等工作，`CRuntimeClass` 需要两个函数 `Load` 和 `Store`：

```
struct CRuntimeClass :
{
    // Attributes
    LPCSTR m_lpszClassName;
    int m_nObjectSize;
    UINT m_wSchema; // schema number of the loaded class
    CObject* (PASCAL* m_pfnCreateObject)(); // NULL => abstract class
    CRuntimeClass* m_pBaseClass;

    CObject* CreateObject();
    void Store(CArchive& ar) const;
    static CRuntimeClass* PASCAL Load(CArchive& ar, UINT* pwSchemaNum);

    // CRuntimeClass objects linked together in simple list
    static CRuntimeClass* pFirstClass; // start of class list
    CRuntimeClass* m_pNextClass; // linked list of registered classes
};
```

你已经在上一节看过`Load`函数，当时为了简化，我把它的参数拿掉，改为由屏幕上获得类别名称，事实上它应该是从文件中读一个类别名称。至于`Store`函数，是把类别名称写入文件中：

```
// Runtime class serialization code
CRuntimeClass* PASCAL CRuntimeClass::Load(CArchive& ar, UINT* pwSchemaNum)
{
    WORD nLen;
    char szClassName[64];
    CRuntimeClass* pClass;

    ar >> (WORD&)(*pwSchemaNum) >> nLen;

    if (nLen >= sizeof(szClassName) || ar.Read(szClassName, nLen) != nLen)
        return NULL;
    szClassName[nLen] = '\\0';

    for (pClass = pFirstClass; pClass != NULL; pClass = pClass->m_pNextClass)
    {
        if (lstrcmp(szClassName, pClass->m_lpszClassName) == 0)
            return pClass;
    }
    return NULL; // not found
}

void CRuntimeClass::Store(CArchive& ar) const
    // stores a runtime class description
{
    WORD nLen = (WORD)lstrlenA(m_lpszClassName);
    ar << (WORD)m_wSchema << nLen;
    ar.Write(m_lpszClassName, nLen*sizeof(char));
}
```

图3-4 的例子中，为了让整个Serialization 机制运作起来，我们必须做这样的类别声明：

```
class CScribDoc : public CDocument
{
    DECLARE_DYNCREATE(CScribDoc)
    ...
};
class CStroke : public CObject
{
    DECLARE_SERIAL(CStroke)
public:
```

```

        void Serialize(CArchive&);
...
};
class CRectangle : public CObject
{
    DECLARE_SERIAL(CRectangle)
public:
    void Serialize(CArchive&);
...
};
class CCircle : public CObject
{
    DECLARE_SERIAL(CCircle)
public:
    void Serialize(CArchive&);
...
};

```

以及在.CPP 档中做这样的动作：

```

IMPLEMENT_DYNCREATE(CScribDoc, CDocument)
IMPLEMENT_SERIAL(CStroke, CObject, 2)
IMPLEMENT_SERIAL(CRectangle, CObject, 1)
IMPLEMENT_SERIAL(CCircle, CObject, 1)

```

然后呢？分头设计 *CStroke*、*CRectangle* 和 *CCircle* 的 *Serialize* 函数吧。

当然，毫不令人意外地，MFC 源代码中的 *CObList* 和 *CDWordArray* 有这样的内容：

```

// in header files
class CDWordArray : public CObject
{
    DECLARE_SERIAL(CDWordArray)
public:
    void Serialize(CArchive&);
...
};
class CObList : public CObject
{
    DECLARE_SERIAL(CObList)
public:
    void Serialize(CArchive&);
...
};

// in implementation files

```

```
IMPLEMENT_SERIAL(CObList, CObject, 0)
IMPLEMENT_SERIAL(CDWordArray, CObject, 0)
```

而CObject 也多了一个虚拟函数Serialize：

```
class CObject
{
public:
    virtual void Serialize(CArchive& ar);
    ...
}
```

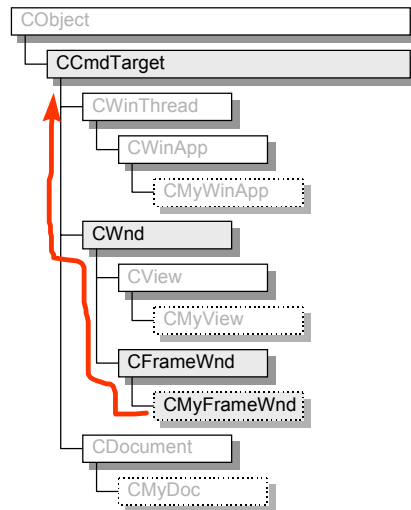
没有范例程序

抱歉，我没有准备DOS 版的Serialization 范例程序给你。你看到了，很多东西需要仿真：CFile、CArchive、CObList、CDWordArray、CRect、CPoint、运算符重载、Serialize 函数…。我干脆在本书第 8 章直接为你解释MFC 的作法，更好。

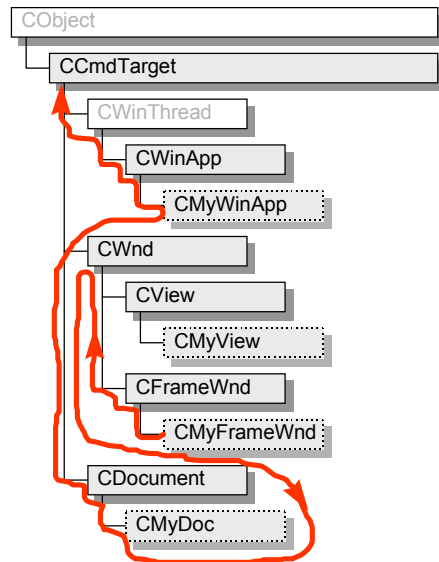
Message Mapping（消息映射）

Windows 程序靠消息的流动而维护生命。你已经在第一章看过了消息的一般处理方式，也就是在窗口函数中借着一个大大的switch/case 比对动作，判别消息再调用对应的处理例程。为了让大大的switch/case 比对动作简化，也让程序代码更模块化一些，我在第 1 章提供了一个简易的消息映射表作法，把消息和其处理例程关联起来。

当我们的类别库成立，如果其中与消息有关的类别（姑且叫作「消息标的类别」好了，在MFC 之中就是CCommandTarget）都是一条鞭式地继承，我们应该为每一个「消息标的类别」准备一个消息映射表，并且将基础类别与衍生类别之消息映射表串接起来。然后，当窗口函数做消息的比对时，我们就可以想办法导引它沿着这条路走过去：



但是，MFC 之中用来处理消息的C++ 类别，并不呈单鞭发展。作为application framework 的重要架构之一的document/view，也具有处理消息的能力（你现在可能还不清楚什么是 document/view，没有关系）。因此，消息藉以攀爬的路线应该有横流的机会：



消息如何流动，我们暂时先不管。是直线前进，或是中途换跑道，我们都暂时不管，本节先把这个攀爬路线网建立起来再说。这整个攀爬路线网就是所谓的消息映射表（Message Map）；说它是一张地图，当然也没有错。将消息与表格中的元素比对，然后调用对应的处理例程，这种动作我们也称之为消息映射（Message Mapping）。

为了尽量降低对正常（一般）类别声明和定义的影响，我们希望，最好能够像RTTI和Dynamic Creation一样，用一两个宏就完成这巨大蜘蛛网的构造。最好能够像DECLARE_DYNAMIC和IMPLEMENT_DYNAMIC宏那么方便。

首先定义一个数据结构：

```
struct AFX_MSGMAP
{
    AFX_MSGMAP* pBaseMessageMap;
    AFX_MSGMAP_ENTRY* lpEntries;
};
```

其中的AFX_MSGMAP_ENTRY又是另一个数据结构：

```
struct AFX_MSGMAP_ENTRY // MFC 4.0 format
{
    UINT nMessage;        // windows message
    UINT nCode;           // control code or WM_NOTIFY code
    UINT nID;             // control ID (or 0 for windows messages)
    UINT nLastID;         // used for entries specifying a range of control id's
    UINT nSig;            // signature type (action) or pointer to message #
    AFX_PMSG pfn;         // routine to call (or special value)
};
```

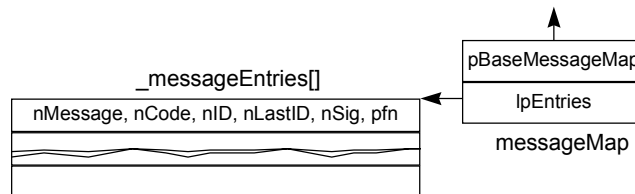
其中的AFX_PMSG 定义为函数指针：

```
typedef void (CCmdTarget::*AFX_PMSG)(void);
```

然后我们定义一个宏：

```
#define DECLARE_MESSAGE_MAP() \
    static AFX_MSGMAP_ENTRY _messageEntries[]; \
    static AFX_MSGMAP messageMap; \
    virtual AFX_MSGMAP* GetMessageMap() const;
```

于是，`DECLARE_MESSAGE_MAP` 就相当于声明了这样一个数据结构：



这个数据结构的内容填塞工作由三个宏完成：

```

#define BEGIN_MESSAGE_MAP(theClass, baseClass) \
    AFX_MSGMAP* theClass::GetMessageMap() const \
    { return &theClass::messageMap; } \
    AFX_MSGMAP theClass::messageMap = \
    { &(baseClass::messageMap), \
      (AFX_MSGMAP_ENTRY*) &(theClass::_messageEntries) }; \
    AFX_MSGMAP_ENTRY theClass::_messageEntries[] = \
    {

#define ON_COMMAND(id, memberFxn) \
    { WM_COMMAND, 0, (WORD)id, (WORD)id, AfxSig_vv, (AFX_PMSG)memberFxn },

#define END_MESSAGE_MAP() \
    { 0, 0, 0, 0, AfxSig_end, (AFX_PMSG)0 } \
    };
  
```

其中的 `AfxSig_end` 定义为：

```

enum AfxSig
{
    AfxSig_end = 0,    // [marks end of message map]
    AfxSig_vv,
};
  
```

`AfxSig_xx` 用来描述消息处理例程 `memberFxn` 的类型（参数与回返值）。本例纯为仿真与简化，所以不在这上面作文章。真正讲到 MFC 时（第四篇 p580），我会再解释它。

于是，以CView为例，下面的源代码：

```
// in header file
class CView : public CWnd
{
public:
    ...
    DECLARE_MESSAGE_MAP()
};

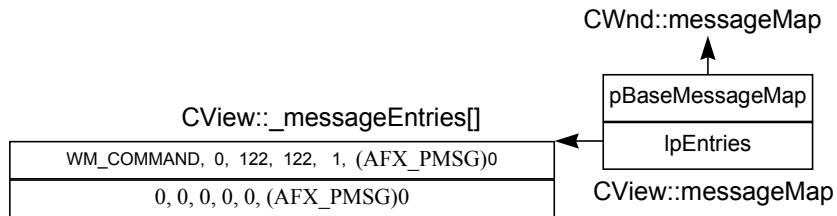
// in implementation file
#define CViewid 122
...
BEGIN_MESSAGE_MAP(CView, CWnd)
    ON_COMMAND(CViewid, 0)
END_MESSAGE_MAP()
```

就被展开成为：

```
// in header file
class CView : public CWnd
{
public:
    ...
    static AFX_MSGMAP_ENTRY _messageEntries[];
    static AFX_MSGMAP messageMap;
    virtual AFX_MSGMAP* GetMessageMap() const;
};

// in implementation file
AFX_MSGMAP* CView::GetMessageMap() const
{ return &CView::messageMap; }
AFX_MSGMAP CView::messageMap =
{ &(CWnd::messageMap),
  (AFX_MSGMAP_ENTRY*) &(CView::_messageEntries) };
AFX_MSGMAP_ENTRY CView::_messageEntries[] =
{
    { WM_COMMAND, 0, (WORD)122, (WORD)122, 1, (AFX_PMSG)0 },
    { 0, 0, 0, 0, 0, (AFX_PMSG)0 }
};
```

以图表示则为：



我们还可以定义各种类似 `ON_COMMAND` 这样的宏，把各式各样的消息与特定的处理例程关联起来。MFC 里头就有名为 `ON_WM_PAINT`、`ON_WM_CREATE`、`ON_WM_SIZE...` 等等的宏。

我在 Frame7 范例程序中为 `CCmdTarget` 的每一衍生类别都产生类似上图的消息映射表：

```
// in header files
class CObject
{
    ... // 注意：CObject 并不属于消息流动网的一份子。
};
class CCmdTarget : public CObject
{
    ...
    DECLARE_MESSAGE_MAP()
};
class CWinThread : public CCmdTarget
{
    ... // 注意：CWinThread 并不属于消息流动网的一份子。
};
class CWinApp : public CWinThread
{
    ...
    DECLARE_MESSAGE_MAP()
};
class CDocument : public CCmdTarget
{
    ...
    DECLARE_MESSAGE_MAP()
};
class CWnd : public CCmdTarget
{
    ...
    DECLARE_MESSAGE_MAP()
```

```
};  
class CFrameWnd : public CWnd  
{  
...  
    DECLARE_MESSAGE_MAP()  
};  
class CView : public CWnd  
{  
...  
    DECLARE_MESSAGE_MAP()  
};  
class CMyWinApp : public CWinApp  
{  
...  
    DECLARE_MESSAGE_MAP()  
};  
class CMyFrameWnd : public CFrameWnd  
{  
...  
    DECLARE_MESSAGE_MAP()  
};  
class CMyDoc : public CDocument  
{  
...  
    DECLARE_MESSAGE_MAP()  
};  
class CMyView : public CView  
{  
...  
    DECLARE_MESSAGE_MAP()  
};
```

并且把各消息映射表的关联性架设起来，给予初值（每一个映射表都只有`ON_COMMAND`一个项目）：

```
// in implementation files  
BEGIN_MESSAGE_MAP(CWnd, CCmdTarget)  
    ON_COMMAND(CWndid, 0)  
END_MESSAGE_MAP()  
  
BEGIN_MESSAGE_MAP(CFrameWnd, CWnd)  
    ON_COMMAND(CFrameWndid, 0)  
END_MESSAGE_MAP()  
  
BEGIN_MESSAGE_MAP(CDocument, CCmdTarget)
```

```

ON_COMMAND(CDocumentid, 0)
END_MESSAGE_MAP()

BEGIN_MESSAGE_MAP(CView, CWnd)
ON_COMMAND(CViewid, 0)
END_MESSAGE_MAP()

BEGIN_MESSAGE_MAP(CWinApp, CCmdTarget)
ON_COMMAND(CWinAppid, 0)
END_MESSAGE_MAP()

BEGIN_MESSAGE_MAP(CMyWinApp, CWinApp)
ON_COMMAND(CMyWinAppid, 0)
END_MESSAGE_MAP()

BEGIN_MESSAGE_MAP(CMyFrameWnd, CFrameWnd)
ON_COMMAND(CMyFrameWndid, 0)
END_MESSAGE_MAP()

BEGIN_MESSAGE_MAP(CMyDoc, CDocument)
ON_COMMAND(CMyDocid, 0)
END_MESSAGE_MAP()

BEGIN_MESSAGE_MAP(CMyView, CView)
ON_COMMAND(CMyViewid, 0)
END_MESSAGE_MAP()

```

同时也设定了消息的终极镖靶 *CCmdTarget* 的映射表内容：

```

AFX_MSGMAP CCmdTarget::messageMap =
{
    NULL,
    &CCmdTarget::_messageEntries[0]
};

AFX_MSGMAP_ENTRY CCmdTarget::_messageEntries[] =
{
    { 0, 0, CCmdTargetid, 0, AfxSig_end, 0 }
};

```

于是，整个消息流动网就隐然成形了（图3-5）。

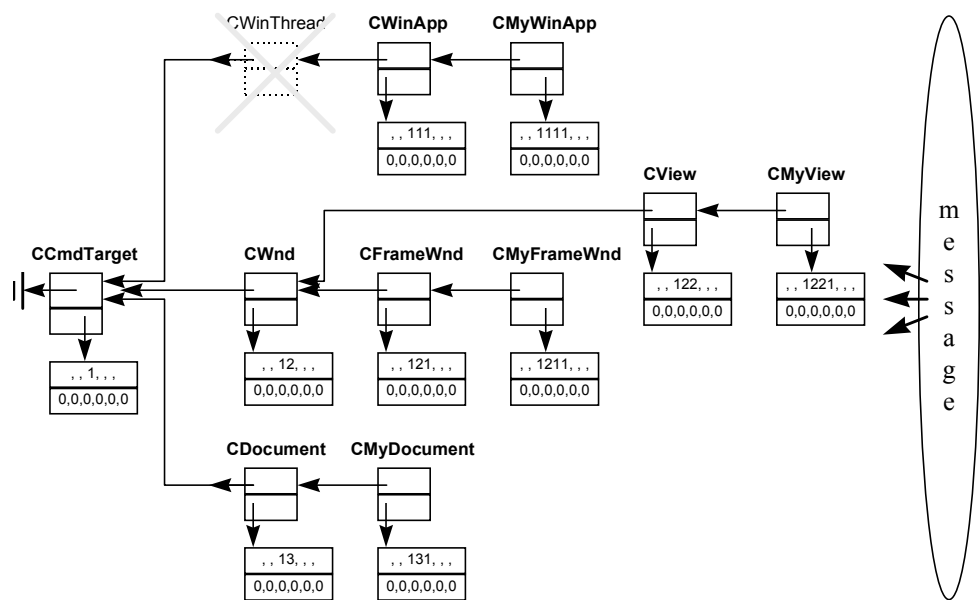


图3-5 Frame7 程序所架构起来的消息流动网（也就是Message Map）。

为了验证整个消息映射表，我必须在映射表中做点记号，等全部构造完成之后，再一一追踪把记号显示出来。我将为每一个类别的消息映射表加上这个项目：

```
ON_COMMAND(Classid, 0)
```

这样就可以把Classid 嵌到映射表中当作记号。正式用途（于MFC 中）当然不是这样，这只不过是权宜之计。

在main 函数中，我先产生四个对象（分别是CMyWinApp、CMyFrameWnd、CMyDoc、CMyView 对象）：

```
CMyWinApp theApp; // theApp 是CMyWinApp 对象
void main()
{
    CWinApp* pApp = AfxGetApp();
    pApp->InitApplication();
    pApp->InitInstance(); // 产生CMyFrameWnd 对象
    pApp->Run();
}
```

```

CMyDoc* pMyDoc = new CMyDoc; // 产生CMyDoc 对象
CMyView* pMyView = new CMyView; // 产生CMyView 对象
CFrameWnd* pMyFrame = (CFrameWnd*)pApp->m_pMainWnd;
...
}

```

然后分别取其消息映射表，一路追踪上去，把每一个消息映射表中的类别记号打印出来：

```

void main()
{
...
AFX_MSGMAP* pMessageMap = pMyView->GetMessageMap();
cout << endl << "CMyView Message Map : " << endl;
MsgMapPrinting(pMessageMap);

pMessageMap = pMyDoc->GetMessageMap();
cout << endl << "CMyDoc Message Map : " << endl;
MsgMapPrinting(pMessageMap);

pMessageMap = pMyFrame->GetMessageMap();
cout << endl << "CMyFrameWnd Message Map : " << endl;
MsgMapPrinting(pMessageMap);

pMessageMap = pApp->GetMessageMap();
cout << endl << "CMyWinApp Message Map : " << endl;
MsgMapPrinting(pMessageMap);
}

```

下面这个函数追踪并打印消息映射表中的classid 记号：

```

void MsgMapPrinting(AFX_MSGMAP* pMessageMap)
{
    for(; pMessageMap != NULL; pMessageMap = pMessageMap->pBaseMessageMap)
    {
        AFX_MSGMAP_ENTRY* lpEntry = pMessageMap->lpEntries;
        printlpEntries(lpEntry);
    }
}

void printlpEntries(AFX_MSGMAP_ENTRY* lpEntry)
{
    struct {
        int classid;
        char* classname;
    } classinfo[] = {
        CCmdTargetid, "CCmdTarget",
        CWinThreadid, "CWinThread",

```

```
        CWinAppid,      "CWinApp",
        CMyWinAppid,    "CMyWinApp",
        CWndid,         "CWnd",
        CFrameWndid,    "CFrameWnd",
        CMyFrameWndid,  "CMyFrameWnd",
        CViewid,        "CView",
        CMyViewid,      "CMyView",
        CDocumentid,    "CDocument",
        CMyDocid,       "CMyDoc",
        0,              "      "
    };

    for (int i=0; classinfo[i].classid != 0; i++)
    {
        if (classinfo[i].classid == lpEntry->nID)
        {
            cout << lpEntry->nID << "      ";
            cout << classinfo[i].classname << endl;
            break;
        }
    }
}
```

Frame7 的命令列编译联结动作是（环境变量必须先设定好，请参考第 4 章的「安装与设定」一节）：

```
cl my.cpp mfc.cpp <Enter>
```

Frame7 的执行结果是：

```
CMyView Message Map :
1221  CMyView
122   CView
12    CWnd
1     CCmdTarget

CMyDoc Message Map :
131   CMyDoc
13    CDocument
1     CCmdTarget

CMyFrameWnd Message Map :
1211  CMyFrameWnd
121   CFrameWnd
12    CWnd
```

```

1    CCmdTarget

CMYWinApp Message Map :
1111    CMYWinApp
111    CWinApp
1    CCmdTarget

```

Frame7 范例程序

MFC.H

```

#0001 #define TRUE 1
#0002 #define FALSE 0
#0003
#0004 typedef char* LPSTR;
#0005 typedef const char* LPCSTR;
#0006
#0007 typedef unsigned long DWORD;
#0008 typedef int BOOL;
#0009 typedef unsigned char BYTE;
#0010 typedef unsigned short WORD;
#0011 typedef int INT;
#0012 typedef unsigned int UINT;
#0013 typedef long LONG;
#0014
#0015 #define WM_COMMAND 0x0111
#0016 #define CObjectid 0xffff
#0017 #define CCmdTargetid 1
#0018 #define CWinThreadid 11
#0019 #define CWinAppid 111
#0020 #define CMYWinAppid 1111
#0021 #define CWndid 12
#0022 #define CFrameWndid 121
#0023 #define CMyFrameWndid 1211
#0024 #define CViewid 122
#0025 #define CMyViewid 1221
#0026 #define CDocumentid 13
#0027 #define CMyDocid 131
#0028
#0029 #include <iostream.h>
#0030
#0031 ///////////////////////////////////////////////////
#0032 // Window message map handling
#0033

```

```
#0034 struct AFX_MSGMAP_ENTRY;          // declared below after CWnd
#0035
#0036 struct AFX_MSGMAP
#0037 {
#0038     AFX_MSGMAP* pBaseMessageMap;
#0039     AFX_MSGMAP_ENTRY* lpEntries;
#0040 };
#0041
#0042 #define DECLARE_MESSAGE_MAP() \
#0043     static AFX_MSGMAP_ENTRY _messageEntries[]; \
#0044     static AFX_MSGMAP messageMap; \
#0045     virtual AFX_MSGMAP* GetMessageMap() const;
#0046
#0047 #define BEGIN_MESSAGE_MAP(theClass, baseClass) \
#0048     AFX_MSGMAP* theClass::GetMessageMap() const \
#0049     { return &theClass::messageMap; } \
#0050     AFX_MSGMAP theClass::messageMap = \
#0051     { &(baseClass::messageMap), \
#0052       (AFX_MSGMAP_ENTRY*) &(theClass::_messageEntries) }; \
#0053     AFX_MSGMAP_ENTRY theClass::_messageEntries[] = \
#0054     {
#0055
#0056 #define END_MESSAGE_MAP() \
#0057     { 0, 0, 0, 0, AfxSig_end, (AFX_PMSG)0 } \
#0058     };
#0059
#0060 // Message map signature values and macros in separate header
#0061 #include "afxmsg_.h"
#0062
#0063 class CObject
#0064 {
#0065 public:
#0066     CObject::CObject() {
#0067     }
#0068     CObject::~~CObject() {
#0069     }
#0070 };
#0071
#0072 class CCmdTarget : public CObject
#0073 {
#0074 public:
#0075     CCmdTarget::CCmdTarget() {
#0076     }
#0077     CCmdTarget::~~CCmdTarget() {
#0078     }
#0079     DECLARE_MESSAGE_MAP()          // base class - no {{ }} macros
```



```

#0080 };
#0081
#0082 typedef void (CCmdTarget::*AFX_PMSG)(void);
#0083
#0084 struct AFX_MSGMAP_ENTRY // MFC 4.0
#0085 {
#0086     UINT nMessage; // windows message
#0087     UINT nCode;     // control code or WM_NOTIFY code
#0088     UINT nID;       // control ID (or 0 for windows messages)
#0089     UINT nLastID;   // used for entries specifying a range of control id's
#0090     UINT nSig;      // signature type (action) or pointer to message #
#0091     AFX_PMSG pfn;   // routine to call (or special value)
#0092 };
#0093
#0094 class CWinThread : public CCmdTarget
#0095 {
#0096 public:
#0097     CWinThread::CWinThread() {
#0098     }
#0099     CWinThread::~CWinThread() {
#0100     }
#0101
#0102     virtual BOOL InitInstance() {
#0103         cout << "CWinThread::InitInstance \n";
#0104         return TRUE;
#0105     }
#0106     virtual int Run() {
#0107         cout << "CWinThread::Run \n";
#0108         return 1;
#0109     }
#0110 };
#0111
#0112 class CWnd;
#0113
#0114 class CWinApp : public CWinThread
#0115 {
#0116 public:
#0117     CWinApp* m_pCurrentWinApp;
#0118     CWnd* m_pMainWnd;
#0119
#0120 public:
#0121     CWinApp::CWinApp() {
#0122         m_pCurrentWinApp = this;
#0123     }
#0124     CWinApp::~CWinApp() {
#0125     }

```

```

#0126
#0127     virtual BOOL InitApplication() {
#0128                                     cout << "CWinApp::InitApplication \n";
#0129                                     return TRUE;
#0130                                     }
#0131     virtual BOOL InitInstance() {
#0132                                     cout << "CWinApp::InitInstance \n";
#0133                                     return TRUE;
#0134                                     }
#0135     virtual int Run() {
#0136                                     cout << "CWinApp::Run \n";
#0137                                     return CWinThread::Run();
#0138                                     }
#0139
#0140     DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0141 };
#0142
#0143 typedef void (CWnd::*AFX_PMSGW)(void);
#0144 // like 'AFX_PMSG' but for CWnd derived classes only
#0145
#0146 class CDocument : public CCmdTarget
#0147 {
#0148 public:
#0149     CDocument::CDocument() {
#0150                             }
#0151     CDocument::~~CDocument() {
#0152                             }
#0153     DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0154 };
#0155
#0156 class CWnd : public CCmdTarget
#0157 {
#0158 public:
#0159     CWnd::CWnd() {
#0160                 }
#0161     CWnd::~~CWnd() {
#0162                 }
#0163
#0164     virtual BOOL Create();
#0165     BOOL CreateEx();
#0166     virtual BOOL PreCreateWindow();
#0167
#0168     DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0169 };
#0170
#0171 class CFrameWnd : public CWnd

```

```

#0172 {
#0173 public:
#0174     CFrameWnd::CFrameWnd() {
#0175     }
#0176     CFrameWnd::~~CFrameWnd() {
#0177     }
#0178     BOOL Create();
#0179     virtual BOOL PreCreateWindow();
#0180
#0181     DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0182 };
#0183
#0184 class CView : public CWnd
#0185 {
#0186 public:
#0187     CView::CView() {
#0188     }
#0189     CView::~~CView() {
#0190     }
#0191     DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0192 };
#0193
#0194 // global function
#0195 CWinApp* AfxGetApp();

```

AFXMSG_.H

```

#0001 enum AfxSig
#0002 {
#0003     AfxSig_end = 0,    // [marks end of message map]
#0004     AfxSig_vv,
#0005 };
#0006
#0007 #define ON_COMMAND(id, memberFxn) \
#0008     { WM_COMMAND, 0, (WORD)id, (WORD)id, AfxSig_vv, (AFX_PMSG)memberFxn },

```

MFC.CPP

```

#0001 #include "my.h" // 原该包含 mfc.h 就好，但为了 CMyWinApp 的定义，所以...
#0002
#0003 extern CMyWinApp theApp;
#0004
#0005 BOOL CWnd::Create()
#0006 {
#0007     cout << "CWnd::Create \n";

```

```
#0008     return TRUE;
#0009 }
#0010
#0011 BOOL CWnd::CreateEx()
#0012 {
#0013     cout << "CWnd::CreateEx \n";
#0014     PreCreateWindow();
#0015     return TRUE;
#0016 }
#0017
#0018 BOOL CWnd::PreCreateWindow()
#0019 {
#0020     cout << "CWnd::PreCreateWindow \n";
#0021     return TRUE;
#0022 }
#0023
#0024 BOOL CFrameWnd::Create()
#0025 {
#0026     cout << "CFrameWnd::Create \n";
#0027     CreateEx();
#0028     return TRUE;
#0029 }
#0030
#0031 BOOL CFrameWnd::PreCreateWindow()
#0032 {
#0033     cout << "CFrameWnd::PreCreateWindow \n";
#0034     return TRUE;
#0035 }
#0036
#0037 CWinApp* AfxGetApp()
#0038 {
#0039     return theApp.m_pCurrentWinApp;
#0040 }
#0041
#0042 AFX_MSGMAP* CCmdTarget::GetMessageMap() const
#0043 {
#0044     return &CCmdTarget::messageMap;
#0045 }
#0046
#0047 AFX_MSGMAP CCmdTarget::messageMap =
#0048 {
#0049     NULL,
#0050     &CCmdTarget::_messageEntries[0]
#0051 };
#0052
#0053 AFX_MSGMAP_ENTRY CCmdTarget::_messageEntries[] =
```

```

#0054 {
#0055     // { 0, 0, 0, 0, AfxSig_end, 0 }    // nothing here
#0056     { 0, 0, CCmdTargetid, 0, AfxSig_end, 0 }
#0057
#0058 };
#0059
#0060 BEGIN_MESSAGE_MAP(CWnd, CCmdTarget)
#0061 ON_COMMAND(CWndid, 0)
#0062 END_MESSAGE_MAP()
#0063
#0064 BEGIN_MESSAGE_MAP(CFrameWnd, CWnd)
#0065 ON_COMMAND(CFrameWndid, 0)
#0066 END_MESSAGE_MAP()
#0067
#0068 BEGIN_MESSAGE_MAP(CDocument, CCmdTarget)
#0069 ON_COMMAND(CDocumentid, 0)
#0070 END_MESSAGE_MAP()
#0071
#0072 BEGIN_MESSAGE_MAP(CView, CWnd)
#0073 ON_COMMAND(CViewid, 0)
#0074 END_MESSAGE_MAP()
#0075
#0076 BEGIN_MESSAGE_MAP(CWinApp, CCmdTarget)
#0077 ON_COMMAND(CWinAppid, 0)
#0078 END_MESSAGE_MAP()

```

MY.H

```

#0001 #include <iostream.h>
#0002 #include "mfc.h"
#0003
#0004 class CMyWinApp : public CWinApp
#0005 {
#0006 public:
#0007     CMyWinApp::CMyWinApp() {
#0008     }
#0009     CMyWinApp::~CMyWinApp() {
#0010     }
#0011
#0012     virtual BOOL InitInstance();
#0013     DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0014 };
#0015
#0016 class CMyFrameWnd : public CFrameWnd
#0017 {
#0018 public:

```

```
#0019   CMyFrameWnd();
#0020   ~CMyFrameWnd() {
#0021       }
#0022   DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0023 };
#0024
#0025 class CMyDoc : public CDocument
#0026 {
#0027 public:
#0028     CMyDoc::CMyDoc() {
#0029     }
#0030     CMyDoc::~~CMyDoc() {
#0031     }
#0032   DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0033 };
#0034
#0035 class CMyView : public CView
#0036 {
#0037 public:
#0038     CMyView::CMyView() {
#0039     }
#0040     CMyView::~~CMyView() {
#0041     }
#0042   DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0043 };
```

MY.CPP

```
#0001 #include "my.h"
#0002
#0003 CMyWinApp theApp;
#0004
#0005 BOOL CMyWinApp::InitInstance()
#0006 {
#0007     cout << "CMyWinApp::InitInstance \n";
#0008     m_pMainWnd = new CMyFrameWnd;
#0009     return TRUE;
#0010 }
#0011
#0012 CMyFrameWnd::CMyFrameWnd()
#0013 {
#0014     Create();
#0015 }
#0016
#0017 BEGIN_MESSAGE_MAP(CMyWinApp, CWinApp)
#0018 ON_COMMAND(CMyWinAppid, 0)
```

```
#0019 END_MESSAGE_MAP()
#0020
#0021 BEGIN_MESSAGE_MAP(CMyFrameWnd, CFrameWnd)
#0022 ON_COMMAND(CMyFrameWndid, 0)
#0023 END_MESSAGE_MAP()
#0024
#0025 BEGIN_MESSAGE_MAP(CMyDoc, CDocument)
#0026 ON_COMMAND(CMyDocid, 0)
#0027 END_MESSAGE_MAP()
#0028
#0029 BEGIN_MESSAGE_MAP(CMyView, CView)
#0030 ON_COMMAND(CMyViewid, 0)
#0031 END_MESSAGE_MAP()
#0032
#0033 void printlpEntries(AFX_MSGMAP_ENTRY* lpEntry)
#0034 {
#0035     struct {
#0036         int classid;
#0037         char* classname;
#0038     } classinfo[] = {
#0039         CCmdTargetid, "CCmdTarget",
#0040         CWinThreadid, "CWinThread",
#0041         CWinAppid, "CWinApp",
#0042         CMyWinAppid, "CMyWinApp",
#0043         CWndid, "CWnd",
#0044         CFrameWndid, "CFrameWnd",
#0045         CMyFrameWndid, "CMyFrameWnd",
#0046         CViewid, "CView",
#0047         CMyViewid, "CMyView",
#0048         CDocumentid, "CDocument",
#0049         CMyDocid, "CMyDoc",
#0050         0, ""
#0051     };
#0052
#0053     for (int i=0; classinfo[i].classid != 0; i++)
#0054     {
#0055         if (classinfo[i].classid == lpEntry->nID)
#0056         {
#0057             cout << lpEntry->nID << " ";
#0058             cout << classinfo[i].classname << endl;
#0059             break;
#0060         }
#0061     }
#0062 }
#0063
#0064 void MsgMapPrinting(AFX_MSGMAP* pMessageMap)
```

```
#0065 {
#0066     for(; pMessageMap != NULL; pMessageMap = pMessageMap->pBaseMessageMap) {
#0067         AFX_MSGMAP_ENTRY* lpEntry = pMessageMap->lpEntries;
#0068         printlpEntries(lpEntry);
#0069     }
#0070 }
#0071
#0072 //-----
#0073 // main
#0074 //-----
#0075 void main()
#0076 {
#0077
#0078     CWinApp* pApp = AfxGetApp();
#0079
#0080     pApp->InitApplication();
#0081     pApp->InitInstance();
#0082     pApp->Run();
#0083
#0084     CMyDoc* pMyDoc = new CMyDoc;
#0085     CMyView* pMyView = new CMyView;
#0086     CFrameWnd* pMyFrame = (CFrameWnd*)pApp->m_pMainWnd;
#0087
#0088     // output Message Map construction
#0089     AFX_MSGMAP* pMessageMap = pMyView->GetMessageMap();
#0090     cout << endl << "CMyView Message Map : " << endl;
#0091     MsgMapPrinting(pMessageMap);
#0092
#0093     pMessageMap = pMyDoc->GetMessageMap();
#0094     cout << endl << "CMyDoc Message Map : " << endl;
#0095     MsgMapPrinting(pMessageMap);
#0096
#0097     pMessageMap = pMyFrame->GetMessageMap();
#0098     cout << endl << "CMyFrameWnd Message Map : " << endl;
#0099     MsgMapPrinting(pMessageMap);
#0100
#0101     pMessageMap = pApp->GetMessageMap();
#0102     cout << endl << "CMyWinApp Message Map : " << endl;
#0103     MsgMapPrinting(pMessageMap);
#0104 }
```


Command Routing（命令绕行）

我们已经在上一节把整个消息流动网架设起来了。当消息进来，会有一个邦浦推动它前进。消息如何进来，以及邦浦函数如何推动，都是属于Windows 程序设计的范畴，暂时不管。我现在要仿真出消息的流动绕行路线-- 我常喜欢称之为消息的「二万五千里长征」。

消息如果是从子类别流向父类别（纵向流动），那么事情再简单不过，整个Message Map 消息映射表已规划出十分明确的路线。但是正如上一节一开始我说的，MFC 之中用来处理消息的C++ 类别并不呈单鞭发展，作为application framework 的重要架构之一的 document/view，也具有处理消息的能力（你现在可能还不清楚什么是document/view，没有关系）；因此，消息应该有横向流动的机会。MFC 对于消息绕行的规定是：

- 如果是一般的Windows 消息（WM_XXX），一定是由衍生类别流向基础类别，没有旁流的可能。
- 如果是命令消息WM_COMMAND，就有奇特的路线了：

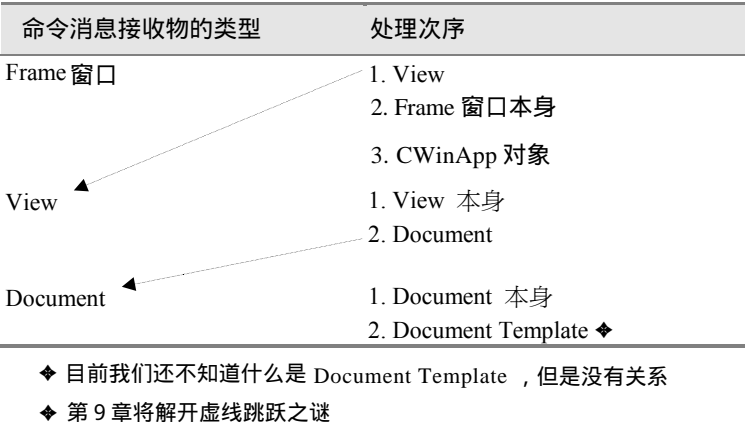


图3-6 MFC 对于命令消息WM_COMMAND 的特殊处理顺序。

不管这个规则是怎么定下来的，现在我要设计一个推动引擎，把它仿真出来。以下这些函数名称以及函数内容，完全仿真MFC 内部。有些函数似乎赘余，那是因为我删掉了许多主题以外的动作。不把看似赘余的函数拿掉或合并，是为了留下MFC 的足迹。此外，为了追踪调用过程（call stack），我在各函数的第一行输出一串识别文字。首先我把新增加的一些成员函数做个列表：

类别	与消息绕行有关的成员函数	注意
none	<i>AfxWndProc</i>	global
none	<i>AfxCallWndProc</i>	global
<i>CcmdTarget</i>	<i>OnCmdMsg</i>	virtual
<i>CDocument</i>	<i>OnCmdMsg</i>	virtual
<i>CWnd</i>	<i>WindowProc</i>	virtual
	<i>OnCommand</i>	virtual
	<i>DefWindowProc</i>	virtual
<i>CFrameWnd</i>	<i>OnCommand</i>	virtual
	<i>OnCmdMsg</i>	virtual
<i>CView</i>	<i>OnCmdMsg</i>	virtual

全域函数*AfxWndProc* 就是我所谓的推动引擎的起始点。它本来应该是在 *CWinThread::Run* 中被调用，但为了实验目的，我在*main* 中调用它，每调用一次便推送一个消息。这个函数在MFC 中有四个参数，为了方便，我加上第五个，用以表示是谁获得消息（成为绕行的起点）。例如：

```
AfxWndProc(0, WM_CREATE, 0, 0, pMyFrame);
```

表示*pMyFrame* 获得了一个*WM_CREATE*，而：

```
AfxWndProc(0, WM_COMMAND, 0, 0, pMyView);
```

表示*pMyView* 获得了一个*WM_COMMAND*。

下面是消息流动的过程：

```

LRESULT AfxWndProc(HWND hWnd, UINT nMsg, WPARAM wParam, LPARAM lParam,
                  CWnd *pWnd) // last param. pWnd is added by JJHou.
{
    cout << "AfxWndProc()" << endl;
    return AfxCallWndProc(pWnd, hWnd, nMsg, wParam, lParam);
}

LRESULT AfxCallWndProc(CWnd* pWnd, HWND hWnd, UINT nMsg,
                      WPARAM wParam, LPARAM lParam)
{
    cout << "AfxCallWndProc()" << endl;
    LRESULT lResult = pWnd->WindowProc(nMsg, wParam, lParam);
    return lResult;
}

```

pWnd->WindowProc 究竟是调用哪一个函数？不一定，得视 *pWnd* 到底指向何种类别之对象而定-- 别忘了 *WindowProc* 是虚拟函数。这正是虚拟函数发挥它功效的地方呀：

- 如果 *pWnd* 指向 *CMyFrameWnd* 对象，那么调用的是 *CFrameWnd::WindowProc*。
而因为 *CFrameWnd* 并没有改写 *WindowProc*，所以调用的其实是 *CWnd::WindowProc*。
- 如果 *pWnd* 指向 *CMyView* 对象，那么调用的是 *CView::WindowProc*。而因为 *CView* 并没有改写 *WindowProc*，所以调用的其实是 *CWnd::WindowProc*。
虽然殊途同归，意义上是不相同的。切记！切记！

CWnd::WindowProc 首先判断消息是否为 *WM_COMMAND*。如果不是，事情最单纯，就把消息往父类别推去，父类别再往祖父类别推去。每到一个类别的消息映射表，原本应该比对 *AFX_MSGMAP_ENTRY* 的每一个元素，比对成功就调用对应的处理例程。不过在这里我不作比对，只是把 *AFX_MSGMAP_ENTRY* 中的类别识别代码印出来（就像上一节的 *Frame7* 程序一样），以表示「到此一游」：

```
LRESULT CWnd::WindowProc(UINT nMsg, WPARAM wParam, LPARAM lParam)
{
    AFX_MSGMAP* pMessageMap;
    AFX_MSGMAP_ENTRY* lpEntry;

    if (nMsg == WM_COMMAND) // special case for commands
    {
        if (OnCommand(wParam, lParam)) ❶
            return 1L; // command handled
        else
            return (LRESULT)DefWindowProc(nMsg, wParam, lParam); ❹
    }

    pMessageMap = GetMessageMap();

    for (; pMessageMap != NULL;
        pMessageMap = pMessageMap->pBaseMessageMap)
    {
        lpEntry = pMessageMap->lpEntries;
        printlpEntries(lpEntry);
    }
    return 0; // J.J.Hou: if find, should call lpEntry->pfn,
              // otherwise should call DefWindowProc.
              // for simplification, we just return 0.
}
```

如果消息是 `WM_COMMAND`，`CWnd::WindowProc` 调用 ❶ `OnCommand`。好，注意了，这又是一个 `CWnd` 的虚拟函数：

1. 如果 `this` 指向 `CMyFrameWnd` 对象，那么调用的是 `CFrameWnd::OnCommand`。
2. 如果 `this` 指向 `CMyView` 对象，那么调用的是 `CView::OnCommand`。而因为 `CView` 并没有改写 `OnCommand`，所以调用的其实是 `CWnd::OnCommand`。

这次可就没有殊途同归了。

我们以第一种情况为例，再往下看：

```

BOOL CFrameWnd::OnCommand(WPARAM wParam, LPARAM lParam)
{
    cout << "CFrameWnd::OnCommand()" << endl;
    // ...
    // route as normal command
    return CWnd::OnCommand(wParam, lParam); ❷
}

BOOL CWnd::OnCommand(WPARAM wParam, LPARAM lParam)
{
    cout << "CWnd::OnCommand()" << endl;
    // ...
    return OnCmdMsg(0, 0); ❸
}

```

又一次遭遇虚拟函数。经过前两次的分析，相信你对此很有经验了。❸ *OnCmdMsg* 是 *CCmdTarget* 的虚拟函数，所以：

1. 如果 *this* 指向 *CMyFrameWnd* 对象，那么调用的是 *CFrameWnd::OnCmdMsg*。
2. 如果 *this* 指向 *CMyView* 对象，那么调用的是 *CView::OnCmdMsg*。
3. 如果 *this* 指向 *CMyDoc* 对象，那么调用的是 *CDocument::OnCmdMsg*。
4. 如果 *this* 指向 *CMyWinApp* 对象，那么调用的是 *CWinApp::OnCmdMsg*。而因为

CWinApp 并没有改写 *OnCmdMsg*，所以调用的其实是 *CCmdTarget::OnCmdMsg*。

目前的情况是第一种，于是调用 *CFrameWnd::OnCmdMsg*：

```

BOOL CFrameWnd::OnCmdMsg(UINT nID, int nCode)
{
    cout << "CFrameWnd::OnCmdMsg()" << endl;
    // pump through current view FIRST
    CView* pView = GetActiveView();
    if (pView->OnCmdMsg(nID, nCode)) ❹
        return TRUE;

    // then pump through frame
    if (CWnd::OnCmdMsg(nID, nCode)) ❺
        return TRUE;

    // last but not least, pump through app
    CWinApp* pApp = AfxGetApp();

```

```
        if (pApp->OnCmdMsg(nID, nCode)) ❸
            return TRUE;

        return FALSE;
    }
```

这个函数反应出图3-6 Frame 窗口处理WM_COMMAND 的次序。最先调用的是

❹ *pView->OnCmdMsg* , 于是 :

```
BOOL CView::OnCmdMsg(UINT nID, int nCode)
{
    cout << "CView::OnCmdMsg()" << endl;
    if (CWnd::OnCmdMsg(nID, nCode)) ❺
        return TRUE;

    BOOL bHandled = FALSE;
    bHandled = m_pDocument->OnCmdMsg(nID, nCode); ❻
    return bHandled;
}
```

这又反应出图3-6 View 窗口处理WM_COMMAND 的次序。最先调用的是

❺ *CWnd::OnCmdMsg* , 而*CWnd* 并未改写*OnCmdMsg* , 所以其实就是调用

CCmdTarget::OnCmdMsg :

```
{
    BOOL CCmdTarget::OnCmdMsg(UINT nID, int nCode)
    {
        cout << "CCmdTarget::OnCmdMsg()" << endl;
        // Now look through message map to see if it applies to us
        AFX_MSGMAP* pMessageMap;
        AFX_MSGMAP_ENTRY* lpEntry;
        for (pMessageMap = GetMessageMap(); pMessageMap != NULL;
            pMessageMap = pMessageMap->pBaseMessageMap)
        {
            lpEntry = pMessageMap->lpEntries;
            printlpEntries(lpEntry);
        }

        return FALSE; // not handled
    }
}
```

这是一个走访消息映射表的动作。注意，*GetMessageMap* 也是个虚拟函数（隐藏在 *DECLARE_MESSAGE_MAP* 宏定义中），所以它所得到的消息映射表将是 *this*（以目前而言是 *pMyView*）所指对象的映射表。于是我们得到了这个结果：

```
pMyFrame received a WM_COMMAND, routing path and call stack:
AfxWndProc()
AfxCallWndProc()
CWnd::WindowProc()
CFrameWnd::OnCommand()
CWnd::OnCommand()
CFrameWnd::OnCmdMsg()
CFrameWnd::GetActiveView()
CView::OnCmdMsg()
CCmdTarget::OnCmdMsg()
1221    CMyView
122    CView
12    CWnd
1    CCmdTarget
```

如果在映射表中找到了对应的消息，就调用对应的处理例程，然后也就结束了二万五千里长征。如果没找到，长征还没有结束，这时候退守回到 *CView::OnCmdMsg*，调用

⑥ *CDocument::OnCmdMsg*：

```
BOOL CDocument::OnCmdMsg(UINT nID, int nCode)
{
    cout << "CDocument::OnCmdMsg()" << endl;
    if (CCmdTarget::OnCmdMsg(nID, nCode))
        return TRUE;

    return FALSE;
}
```

于是得到这个结果：

```
CDocument::OnCmdMsg()
CCmdTarget::OnCmdMsg()
131    CMyDoc
13    CDocument
1    CCmdTarget
```

如果在映射表中还是没找到对应消息，二万五千里长征还是未能结束，这时候退守回到 *CFrameWnd::OnCmdMsg*，调用❶ *CWnd::OnCmdMsg*（也就是 *CCmdTarget::OnCmdMsg*），得到这个结果：

```
CCmdTarget::OnCmdMsg()  
12111   CMyFrameWnd  
121     CFrameWnd  
12      CWnd  
1       CCmdTarget
```

如果在映射表中还是没找到对应消息，二万五千里长征还是未能结束，再退回到 *CFrameWnd::OnCmdMsg*，调用❷ *CWinApp::OnCmdMsg*（亦即 *CCmdTarget::OnCmdMsg*），得到这个结果：

```
11111   CMyWinApp  
111     CWinApp  
1       CCmdTarget
```

万一还是没找到对应的消息，二万五千里长征可也穷途末路了，退回到 *CWnd::WindowProc*，调用❸ *CWnd::DefWindowProc*。你可以想象，在真正的MFC中这个成员函数必是调用Windows API 函数 *DefWindowProc*。为了简化，我让它在 *Frame8* 中是个空函数。

故事结束！

我以图3-7 表示这二万五千里长征的调用次序（call stack），图3-8 表示这二万五千里长征的消息流动路线。

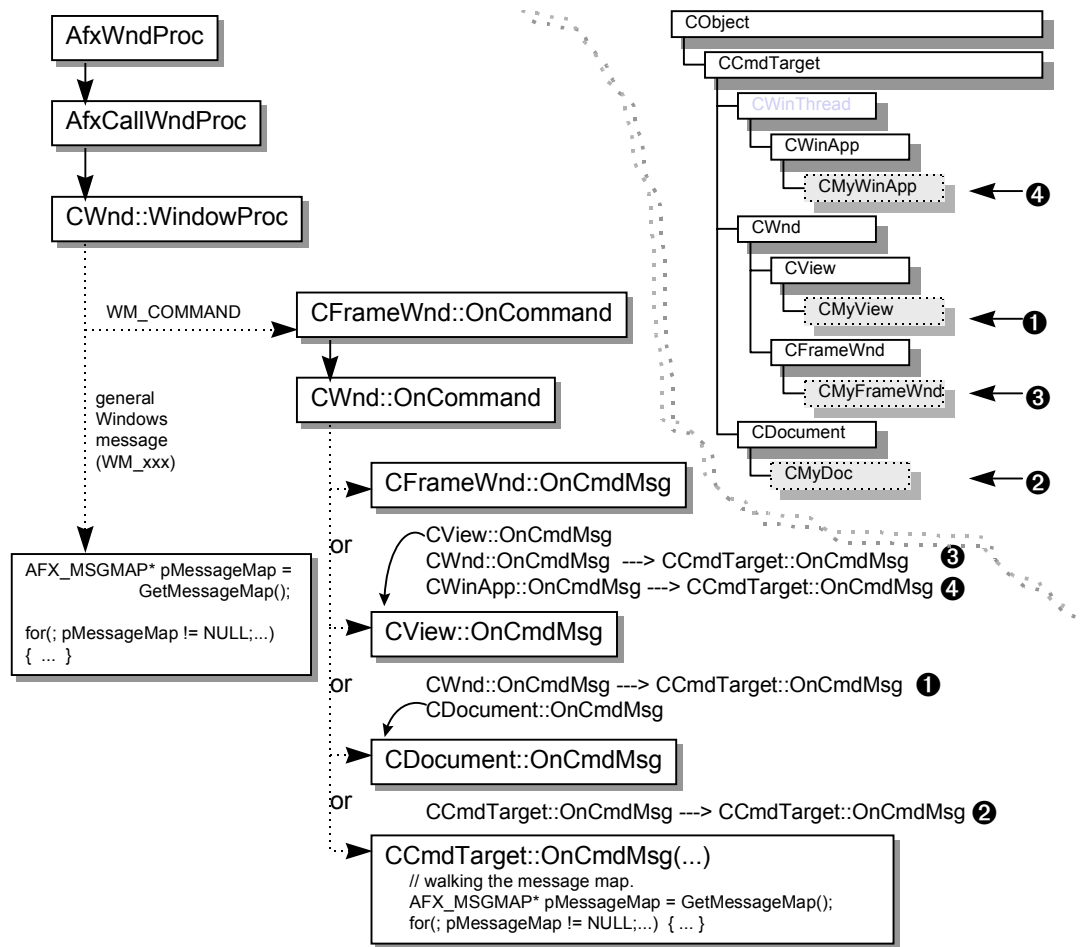


图3-7 当CMyFrameWnd 对象获得一个WM_COMMAND，所引起的Frame8函数调用次序。

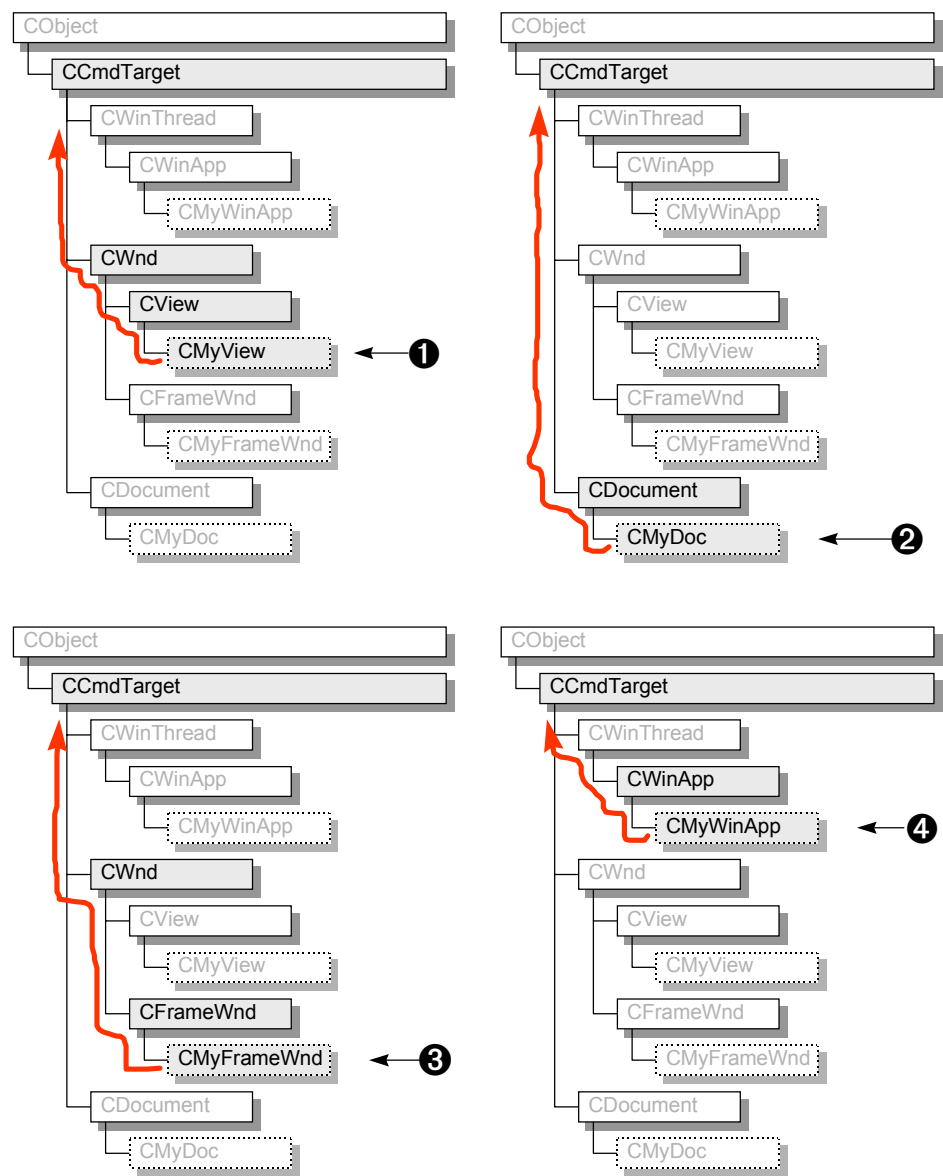


图3-8 当`CMyFrameWnd` 对象获得一个`WM_COMMAND`，所引起的消息流动路线。

Frame8 测试四种情况：分别从frame 对象和view 对象中推动消息，消息分一般

Windows 消息和WM_COMMAND 两种：

```
// test Message Routing
AfxWndProc(0, WM_CREATE, 0, 0, pMyFrame);
AfxWndProc(0, WM_PAINT, 0, 0, pMyView);
AfxWndProc(0, WM_COMMAND, 0, 0, pMyView);
AfxWndProc(0, WM_COMMAND, 0, 0, pMyFrame);
```

Frame8 的命令列编译联结动作是（环境变量必须先设定好，请参考第4章的「安装与设定」一节）：

```
cl my.cpp mfc.cpp <Enter>
```

以下是Frame8 的执行结果：

```
CWinApp::InitApplication
CMyWinApp::InitInstance
CFrameWnd::Create
CWnd::CreateEx
CFrameWnd::PreCreateWindow
CWinApp::Run
CWinThread::Run

pMyFrame received a WM_CREATE, routing path and call stack:
AfxWndProc()
AfxCallWndProc()
CWnd::WindowProc()
1211 CMyFrameWnd
121 CFrameWnd
12 CWnd
1 CCmdTarget

pMyView received a WM_PAINT, routing path and call stack:
AfxWndProc()
AfxCallWndProc()
CWnd::WindowProc()
1221 CMyView
122 CView
12 CWnd
1 CCmdTarget

pMyView received a WM_COMMAND, routing path and call stack:
AfxWndProc()
```

```
AfxCallWndProc()  
CWnd::WindowProc()  
CWnd::OnCommand()  
CView::OnCmdMsg()  
CCmdTarget::OnCmdMsg()  
1221    CMyView  
122    CView  
12    CWnd  
1    CCmdTarget  
CDocument::OnCmdMsg()  
CCmdTarget::OnCmdMsg()  
131    CMyDoc  
13    CDocument  
1    CCmdTarget  
CWnd::DefWindowProc()
```

pMyFrame received a WM_COMMAND, routing path and call stack:

```
AfxWndProc()  
AfxCallWndProc()  
CWnd::WindowProc()  
CFrameWnd::OnCommand()  
CWnd::OnCommand()  
CFrameWnd::OnCmdMsg()  
CFrameWnd::GetActiveView()  
CView::OnCmdMsg()  
CCmdTarget::OnCmdMsg()  
1221    CMyView  
122    CView  
12    CWnd  
1    CCmdTarget  
CDocument::OnCmdMsg()  
CCmdTarget::OnCmdMsg()  
131    CMyDoc  
13    CDocument  
1    CCmdTarget  
CCmdTarget::OnCmdMsg()  
1211    CMyFrameWnd  
121    CFrameWnd  
12    CWnd  
1    CCmdTarget  
CCmdTarget::OnCmdMsg()  
1111    CMyWinApp  
111    CWinApp  
1    CCmdTarget  
CWnd::DefWindowProc()
```

Frame8 范例程序

MFC.H

```

#0001 #define TRUE 1
#0002 #define FALSE 0
#0003
#0004 typedef char* LPSTR;
#0005 typedef const char* LPCSTR;
#0006
#0007 typedef unsigned long DWORD;
#0008 typedef int BOOL;
#0009 typedef unsigned char BYTE;
#0010 typedef unsigned short WORD;
#0011 typedef int INT;
#0012 typedef unsigned int UINT;
#0013 typedef long LONG;
#0014
#0015 typedef UINT WPARAM;
#0016 typedef LONG LPARAM;
#0017 typedef LONG LRESULT;
#0018 typedef int HWND;
#0019
#0020 #define WM_COMMAND 0x0111
#0021 #define WM_CREATE 0x0001
#0022 #define WM_PAINT 0x000F
#0023 #define WM_NOTIFY 0x004E
#0024
#0025 #define CObjectid 0xffff
#0026 #define CCmdTargetid 1
#0027 #define CWinThreadid 11
#0028 #define CWinAppid 111
#0029 #define CMyWinAppid 1111
#0030 #define CWndid 12
#0031 #define CFrameWndid 121
#0032 #define CMyFrameWndid 1211
#0033 #define CViewid 122
#0034 #define CMyViewid 1221
#0035 #define CDocumentid 13
#0036 #define CMyDocid 131
#0037
#0038 #include <iostream.h>
#0039
#0040 //////////////////////////////////////

```

```
#0041 // Window message map handling
#0042
#0043 struct AFX_MSGMAP_ENTRY;          // declared below after CWnd
#0044
#0045 struct AFX_MSGMAP
#0046 {
#0047     AFX_MSGMAP* pBaseMessageMap;
#0048     AFX_MSGMAP_ENTRY* lpEntries;
#0049 };
#0050
#0051 #define DECLARE_MESSAGE_MAP() \
#0052     static AFX_MSGMAP_ENTRY _messageEntries[]; \
#0053     static AFX_MSGMAP messageMap; \
#0054     virtual AFX_MSGMAP* GetMessageMap() const;
#0055
#0056 #define BEGIN_MESSAGE_MAP(theClass, baseClass) \
#0057     AFX_MSGMAP* theClass::GetMessageMap() const \
#0058     { return &theClass::messageMap; } \
#0059     AFX_MSGMAP theClass::messageMap = \
#0060     { &(baseClass::messageMap), \
#0061       (AFX_MSGMAP_ENTRY*) &(theClass::_messageEntries) }; \
#0062     AFX_MSGMAP_ENTRY theClass::_messageEntries[] = \
#0063     {
#0064
#0065 #define END_MESSAGE_MAP() \
#0066     { 0, 0, 0, 0, AfxSig_end, (AFX_PMSG)0 } \
#0067     };
#0068
#0069 // Message map signature values and macros in separate header
#0070 #include "afxmsg_.h"
#0071
#0072 class CObject
#0073 {
#0074 public:
#0075     CObject::CObject() {
#0076     }
#0077     CObject::~~CObject() {
#0078     }
#0079 };
#0080
#0081 class CCmdTarget : public CObject
#0082 {
#0083 public:
#0084     CCmdTarget::CCmdTarget() {
#0085     }
#0086     CCmdTarget::~~CCmdTarget() {
```

```

#0087         }
#0088
#0089     virtual BOOL OnCmdMsg(UINT nID, int nCode);
#0090
#0091     DECLARE_MESSAGE_MAP()          // base class - no {{ }} macros
#0092 };
#0093
#0094 typedef void (CCmdTarget::*AFX_PMSG)(void);
#0095
#0096 struct AFX_MSGMAP_ENTRY // MFC 4.0
#0097 {
#0098     UINT nMessage; // windows message
#0099     UINT nCode;     // control code or WM_NOTIFY code
#0100     UINT nID;       // control ID (or 0 for windows messages)
#0101     UINT nLastID;   // used for entries specifying a range of control id's
#0102     UINT nSig;      // signature type (action) or pointer to message #
#0103     AFX_PMSG pfn;   // routine to call (or special value)
#0104 };
#0105
#0106 class CWinThread : public CCmdTarget
#0107 {
#0108 public:
#0109     CWinThread::CWinThread() {
#0110     }
#0111     CWinThread::~CWinThread() {
#0112     }
#0113
#0114     virtual BOOL InitInstance() {
#0115         cout << "CWinThread::InitInstance \n";
#0116         return TRUE;
#0117     }
#0118     virtual int Run() {
#0119         cout << "CWinThread::Run \n";
#0120         // AfxWndProc(...);
#0121         return 1;
#0122     }
#0123 };
#0124
#0125 class CWnd;
#0126
#0127 class CWinApp : public CWinThread
#0128 {
#0129 public:
#0130     CWinApp* m_pCurrentWinApp;
#0131     CWnd* m_pMainWnd;
#0132

```

```

#0133 public:
#0134     CWinApp::CWinApp() {
#0135         m_pCurrentWinApp = this;
#0136     }
#0137     CWinApp::~CWinApp() {
#0138     }
#0139
#0140     virtual BOOL InitApplication() {
#0141         cout << "CWinApp::InitApplication \n";
#0142         return TRUE;
#0143     }
#0144     virtual BOOL InitInstance() {
#0145         cout << "CWinApp::InitInstance \n";
#0146         return TRUE;
#0147     }
#0148     virtual int Run() {
#0149         cout << "CWinApp::Run \n";
#0150         return CWinThread::Run();
#0151     }
#0152
#0153     DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0154 };
#0155
#0156 typedef void (CWnd::*AFX_PMSGW)(void);
#0157         // like 'AFX_PMSG' but for CWnd derived classes only
#0158
#0159 class CDocument : public CCmdTarget
#0160 {
#0161 public:
#0162     CDocument::CDocument() {
#0163     }
#0164     CDocument::~CDocument() {
#0165     }
#0166
#0167     virtual BOOL OnCmdMsg(UINT nID, int nCode);
#0168
#0169     DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0170 };
#0171
#0172 class CWnd : public CCmdTarget
#0173 {
#0174 public:
#0175     CWnd::CWnd() {
#0176     }
#0177     CWnd::~CWnd() {
#0178     }

```



```
#0179
#0180     virtual BOOL Create();
#0181     BOOL CreateEx();
#0182     virtual BOOL PreCreateWindow();
#0183     virtual LRESULT WindowProc(UINT nMsg, WPARAM wParam, LPARAM lParam);
#0184     virtual LRESULT DefWindowProc(UINT message, WPARAM wParam, LPARAM lParam);
#0185     virtual BOOL OnCommand(WPARAM wParam, LPARAM lParam);
#0186
#0187     DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0188 };
#0189
#0190 class CView;
#0191
#0192 class CFrameWnd : public CWnd
#0193 {
#0194 public:
#0195     CView* m_pViewActive;        // current active view
#0196
#0197 public:
#0198     CFrameWnd::CFrameWnd()    {
#0199                               }
#0200     CFrameWnd::~~CFrameWnd() {
#0201                               }
#0202     BOOL Create();
#0203     CView* GetActiveView() const;
#0204     virtual BOOL PreCreateWindow();
#0205     virtual BOOL OnCommand(WPARAM wParam, LPARAM lParam);
#0206     virtual BOOL OnCmdMsg(UINT nID, int nCode);
#0207
#0208     DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0209
#0210     friend CView;
#0211 };
#0212
#0213 class CView : public CWnd
#0214 {
#0215 public:
#0216     CDocument* m_pDocument;
#0217
#0218 public:
#0219     CView::CView()    {
#0220                       }
#0221     CView::~~CView() {
#0222                       }
#0223
#0224     virtual BOOL OnCmdMsg(UINT nID, int nCode);
```

```
#0225
#0226 DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0227
#0228 friend CFrameWnd;
#0229 };
#0230
#0231 // global function
#0232 CWinApp* AfxGetApp();
#0233 LRESULT AfxWndProc(HWND hWnd, UINT nMsg, WPARAM wParam, LPARAM lParam,
#0234                 CWnd* pWnd); // last param. pWnd is added by JJHOU.
#0235 LRESULT AfxCallWndProc(CWnd* pWnd, HWND hWnd, UINT nMsg, WPARAM wParam,
#0236                        LPARAM lParam);
```

AFXMSG_.H

```
#0001 enum AfxSig
#0002 {
#0003     AfxSig_end = 0,    // [marks end of message map]
#0004     AfxSig_vv,
#0005 };
#0006
#0007 #define ON_COMMAND(id, memberFxn) \
#0008     { WM_COMMAND, 0, (WORD)id, (WORD)id, AfxSig_vv, (AFX_PMSG)memberFxn },
```

MFC.CPP

```
#0001 #include "my.h" // 原该包含mfc.h 就好，但为了extern CMyWinApp 所以...
#0002
#0003 extern CMyWinApp theApp;
#0004 extern void printlpEntries(AFX_MSGMAP_ENTRY* lpEntry);
#0005
#0006 BOOL CCmdTarget::OnCmdMsg(UINT nID, int nCode)
#0007 {
#0008     // Now look through message map to see if it applies to us
#0009     AFX_MSGMAP* pMessageMap;
#0010     AFX_MSGMAP_ENTRY* lpEntry;
#0011     for (pMessageMap = GetMessageMap(); pMessageMap != NULL;
#0012         pMessageMap = pMessageMap->pBaseMessageMap)
#0013     {
#0014         lpEntry = pMessageMap->lpEntries;
#0015         printlpEntries(lpEntry);
#0016     }
#0017
#0018     return FALSE;    // not handled
#0019 }
```

```
#0020
#0021 BOOL CWnd::Create()
#0022 {
#0023     cout << "CWnd::Create \n";
#0024     return TRUE;
#0025 }
#0026
#0027 BOOL CWnd::CreateEx()
#0028 {
#0029     cout << "CWnd::CreateEx \n";
#0030     PreCreateWindow();
#0031     return TRUE;
#0032 }
#0033
#0034 BOOL CWnd::PreCreateWindow()
#0035 {
#0036     cout << "CWnd::PreCreateWindow \n";
#0037     return TRUE;
#0038 }
#0039
#0040 LRESULT CWnd::WindowProc(UINT nMsg, WPARAM wParam, LPARAM lParam)
#0041 {
#0042     AFX_MSGMAP* pMessageMap;
#0043     AFX_MSGMAP_ENTRY* lpEntry;
#0044
#0045     if (nMsg == WM_COMMAND) // special case for commands
#0046     {
#0047         if (OnCommand(wParam, lParam))
#0048             return 1L; // command handled
#0049         else
#0050             return (LRESULT)DefWindowProc(nMsg, wParam, lParam);
#0051     }
#0052
#0053     pMessageMap = GetMessageMap();
#0054
#0055     for (; pMessageMap != NULL;
#0056         pMessageMap = pMessageMap->pBaseMessageMap)
#0057     {
#0058         lpEntry = pMessageMap->lpEntries;
#0059         printlpEntries(lpEntry);
#0060     }
#0061     return 0; // add by JJHou. if find, should call lpEntry->pfn,
#0062             // otherwise should call DefWindowProc.
#0063 }
#0064
#0065 LRESULT CWnd::DefWindowProc(UINT message, WPARAM wParam, LPARAM lParam)
```

```
#0066 {
#0067     return TRUE;
#0068 }
#0069
#0070 BOOL CWnd::OnCommand(WPARAM wParam, LPARAM lParam)
#0071 {
#0072     // ...
#0073     return OnCmdMsg(0, 0);
#0074 }
#0075
#0076 BOOL CFrameWnd::OnCommand(WPARAM wParam, LPARAM lParam)
#0077 {
#0078     // ...
#0079     // route as normal command
#0080     return CWnd::OnCommand(wParam, lParam);
#0081 }
#0082
#0083 BOOL CFrameWnd::Create()
#0084 {
#0085     cout << "CFrameWnd::Create \n";
#0086     CreateEx();
#0087     return TRUE;
#0088 }
#0089
#0090 BOOL CFrameWnd::PreCreateWindow()
#0091 {
#0092     cout << "CFrameWnd::PreCreateWindow \n";
#0093     return TRUE;
#0094 }
#0095
#0096 CView* CFrameWnd::GetActiveView() const
#0097 {
#0098     return m_pViewActive;
#0099 }
#0100
#0101 BOOL CFrameWnd::OnCmdMsg(UINT nID, int nCode)
#0102 {
#0103     // pump through current view FIRST
#0104     CView* pView = GetActiveView();
#0105     if (pView->OnCmdMsg(nID, nCode))
#0106         return TRUE;
#0107
#0108     // then pump through frame
#0109     if (CWnd::OnCmdMsg(nID, nCode))
#0110         return TRUE;
#0111 }
```

```
#0112 // last but not least, pump through app
#0113 CWinApp* pApp = AfxGetApp();
#0114 if (pApp->OnCmdMsg(nID, nCode))
#0115     return TRUE;
#0116
#0117     return FALSE;
#0118 }
#0119
#0120 BOOL CDocument::OnCmdMsg(UINT nID, int nCode)
#0121 {
#0122     if (CCmdTarget::OnCmdMsg(nID, nCode))
#0123         return TRUE;
#0124
#0125     return FALSE;
#0126 }
#0127
#0128 BOOL CView::OnCmdMsg(UINT nID, int nCode)
#0129 {
#0130     if (CWnd::OnCmdMsg(nID, nCode))
#0131         return TRUE;
#0132
#0133     BOOL bHandled = FALSE;
#0134     bHandled = m_pDocument->OnCmdMsg(nID, nCode);
#0135     return bHandled;
#0136 }
#0137
#0138 AFX_MSGMAP* CCmdTarget::GetMessageMap() const
#0139 {
#0140     return &CCmdTarget::messageMap;
#0141 }
#0142
#0143 AFX_MSGMAP CCmdTarget::messageMap =
#0144 {
#0145     NULL,
#0146     &CCmdTarget::_messageEntries[0]
#0147 };
#0148
#0149 AFX_MSGMAP_ENTRY CCmdTarget::_messageEntries[] =
#0150 {
#0151
#0152     { 0, 0, CCmdTargetid, 0, AfxSig_end, 0 }
#0153 };
#0154
#0155 BEGIN_MESSAGE_MAP(CWnd, CCmdTarget)
#0156 ON_COMMAND(CWndid, 0)
#0157 END_MESSAGE_MAP()
```

```
#0158
#0159 BEGIN_MESSAGE_MAP(CFrameWnd, CWnd)
#0160 ON_COMMAND(CFrameWndid, 0)
#0161 END_MESSAGE_MAP()
#0162
#0163 BEGIN_MESSAGE_MAP(CDocument, CCmdTarget)
#0164 ON_COMMAND(CDocumentid, 0)
#0165 END_MESSAGE_MAP()
#0166
#0167 BEGIN_MESSAGE_MAP(CView, CWnd)
#0168 ON_COMMAND(CViewid, 0)
#0169 END_MESSAGE_MAP()
#0170
#0171 BEGIN_MESSAGE_MAP(CWinApp, CCmdTarget)
#0172 ON_COMMAND(CWinAppid, 0)
#0173 END_MESSAGE_MAP()
#0174
#0175 CWinApp* AfxGetApp()
#0176 {
#0177     return theApp.m_pCurrentWinApp;
#0178 }
#0179
#0180 LRESULT AfxWndProc(HWND hWnd, UINT nMsg, WPARAM wParam, LPARAM lParam,
#0181                  CWnd *pWnd) // last parameter pWnd is added by JJHou.
#0182 {
#0183     //...
#0184     return AfxCallWndProc(pWnd, hWnd, nMsg, wParam, lParam);
#0185 }
#0186
#0187 LRESULT AfxCallWndProc(CWnd* pWnd, HWND hWnd, UINT nMsg,
#0188                        WPARAM wParam, LPARAM lParam)
#0189 {
#0189     LRESULT lResult = pWnd->WindowProc(nMsg, wParam, lParam);
#0190     return lResult;
#0191 }
```

MY.H

```
#0001 #include <iostream.h>
#0002 #include "mfc.h"
#0003
#0004 class CMyWinApp : public CWinApp
#0005 {
#0006 public:
#0007     CMyWinApp():CMyWinApp() {
#0008     }
```

```

#0009  CMyWinApp::~CMyWinApp() {
#0010      }
#0011  virtual BOOL InitInstance();
#0012  DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0013  };
#0014
#0015  class CMyFrameWnd : public CFrameWnd
#0016  {
#0017  public:
#0018      CMyFrameWnd();
#0019      ~CMyFrameWnd() {
#0020      }
#0021      DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0022  };
#0023
#0024  class CMyDoc : public CDocument
#0025  {
#0026  public:
#0027      CMyDoc::CMyDoc() {
#0028      }
#0029      CMyDoc::~~CMyDoc() {
#0030      }
#0031      DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0032  };
#0033
#0034  class CMyView : public CView
#0035  {
#0036  public:
#0037      CMyView::CMyView() {
#0038      }
#0039      CMyView::~~CMyView() {
#0040      }
#0041      DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0042  };

```

MY.CPP

```

#0001  #include "my.h"
#0002
#0003  CMyWinApp theApp; // global object
#0004
#0005  BOOL CMyWinApp::InitInstance()
#0006  {
#0007      cout << "CMyWinApp::InitInstance \n";
#0008      m_pMainWnd = new CMyFrameWnd;
#0009      return TRUE;

```

```
#0010 }
#0011
#0012 CMyFrameWnd::CMyFrameWnd()
#0013 {
#0014     Create();
#0015 }
#0016
#0017 BEGIN_MESSAGE_MAP(CMyWinApp, CWinApp)
#0018 ON_COMMAND(CMyWinAppid, 0)
#0019 END_MESSAGE_MAP()
#0020
#0021 BEGIN_MESSAGE_MAP(CMyFrameWnd, CFrameWnd)
#0022 ON_COMMAND(CMyFrameWndid, 0)
#0023 END_MESSAGE_MAP()
#0024
#0025 BEGIN_MESSAGE_MAP(CMyDoc, CDocument)
#0026 ON_COMMAND(CMyDocid, 0)
#0027 END_MESSAGE_MAP()
#0028
#0029 BEGIN_MESSAGE_MAP(CMyView, CView)
#0030 ON_COMMAND(CMyViewid, 0)
#0031 END_MESSAGE_MAP()
#0032
#0033 void printlpEntries(AFX_MSGMAP_ENTRY* lpEntry)
#0034 {
#0035     struct {
#0036         int classid;
#0037         char* classname;
#0038     } classinfo[] = {
#0039         CCmdTargetid , "CCmdTarget  ",
#0040         CWinThreadid , "CWinThread  ",
#0041         CWinAppid    , "CWinApp    ",
#0042         CMyWinAppid  , "CMyWinApp  ",
#0043         CWndid       , "CWnd       ",
#0044         CFrameWndid  , "CFrameWnd  ",
#0045         CMyFrameWndid, "CMyFrameWnd",
#0046         CViewid      , "CView      ",
#0047         CMyViewid    , "CMyView    ",
#0048         CDocumentid  , "CDocument  ",
#0049         CMyDocid     , "CMyDoc     ",
#0050         0            , "            "
#0051     };
#0052
#0053     for (int i=0; classinfo[i].classid != 0; i++)
#0054     {
#0055         if (classinfo[i].classid == lpEntry->nID)
```



```
#0056     {
#0057         cout << lpEntry->nID << "    ";
#0058         cout << classinfo[i].classname << endl;
#0059         break;
#0060     }
#0061 }
#0062 }
#0063 //-----
#0064 // main
#0065 //-----
#0066 void main()
#0067 {
#0068     CWinApp* pApp = AfxGetApp();
#0069
#0070     pApp->InitApplication();
#0071     pApp->InitInstance();
#0072     pApp->Run();
#0073
#0074     CMyDoc* pMyDoc = new CMyDoc;
#0075     CMyView* pMyView = new CMyView;
#0076     CFrameWnd* pMyFrame = (CFrameWnd*)pApp->m_pMainWnd;
#0077     pMyFrame->m_pViewActive = pMyView;
#0078     pMyView->m_pDocument = pMyDoc;
#0079
#0080     // test Message Routing
#0081     cout << endl << "pMyFrame received a WM_CREATE, routing path : " << endl;
#0082     AfxWndProc(0, WM_CREATE, 0, 0, pMyFrame);
#0083
#0084     cout << endl << "pMyView received a WM_PAINT, routing path : " << endl;
#0085     AfxWndProc(0, WM_PAINT, 0, 0, pMyView);
#0086
#0087     cout << endl << "pMyView received a WM_COMMAND, routing path : " << endl;
#0088     AfxWndProc(0, WM_COMMAND, 0, 0, pMyView);
#0089
#0090     cout << endl << "pMyFrame received a WM_COMMAND, routing path : " << endl;
#0091     AfxWndProc(0, WM_COMMAND, 0, 0, pMyFrame);
#0092 }
```

本章回顾

像外科手术一样精准，我们拿起锋利的刀子，划开MFC 坚韧的皮肤，再一刀下去，剖开它的肌理。掏出它的内脏，反复观察研究。终于，借着从MFC 掏挖出来的源代码清洗整理后完成的几个小小的C++ console 程序，我们彻底了解了所谓Runtime Class、Runtime Time Information、Dynamic Creation、Message Mapping、Command Routing 的内部机制。

咱们并不是要学着做一套application framework，但是这样的学习过程确实有必要。因为，「只用一样东西，不明白它的道理，实在不高明」。况且，有什么比光靠三五个一两百行小程序，就搞定对象导向领域中的高明技术，更值得的事？有什么比欣赏那些由Runtime Class 所构成的「类别型录网」示意图、消息的实际流动图、消息映射表的架构图，更令人心旷神怡？

把Frame1~Frame8 好好研究一遍，你已经对MFC 的架构成竹在胸。再来，就是MFC 类别的实际运用，以及Visual C++ 工具的熟练 ！



欲흥 그 후 20년



深入淺出 MFC
2nd Edition

Visual C++ 整合开发环境

如果MFC是箭，Visual C++ IDE（整合开发环境）便是弓。

强壮的弓，让箭飞得更远。

看过重量级战斗吗？重量级战斗都有「一棒击沉」的威力。如果现实生活中发生重量级战斗--使生涯结束、生活受威胁的那种，那么战况之激烈不言可知。如果这场战斗关系到你的程序员生涯，铃声响起时你最好付出高度注意力。

我说的是application framework。换个角度来说，我指的是整合型（全套服务的）C++ 软件开发平台。目前，所有重要厂商包括Microsoft、Borland、Symantec、Metaware 和Watcom 都已投入这个战场。在PC 领域，最著名的application framework 有两套（注）：MFC（Microsoft Foundation Class）和OWL（ObjectWindow Library），但整合开发环境（IDE）却呈百家争鸣之势。

注：第三套可以说是IBM VisualAge C++ 的Open Class Library。VisualAge C++ 和Open Class Library 不单是OS/2 上的产品，IBM 更企图让它们横跨Windows 世界。

在这一章中，我将以概观的方式为你介绍Visual C++ 的整合环境，目的在认识搭配在MFC 周遭的这些强棒工具的操作性与功能性，实地了解这一整套服务带给我们什么样的便利。除非你要以你的PE2 老古董把程序一字一句co co co 地敲下去，否则Visual C++ 的这些工具对软件开发的重要性不亚于MFC。我所使用的Visual C++ 版本是v5.0（搭配MFC 4.21）。

安装与设定

VC++ 5.0 采CD-ROM 包装，这是现代软件日愈肥胖后的趋势。内存最好有16MB，跑起来才会舒服些；硬盘空间的需求量视不同的安装方式（图4-1f）而定，你可以从画面上清楚看到；只要硬盘够大，我当然建议采用Typical Installation。

Visual C++ 5.0 光盘片中有AUTORUN.INF 文件，所以其Setup 程序会在Windows 95 和 Windows NT 4.0 的autoplay 功能下自动执行。Setup 程序会侦测你的环境，如果没有找到Internet Explorer（IE）3.01，它会建议你安装或更新之（图4-1a）。VC++ 5.0 盘中附有IE 3.01（英文版）。为什么要先安装Internet Explorer 呢？因为微软的所有Visual Tools（包括Visual C++、Visual Basic、Visual FoxPro、Visual J++、Visual InterDev 等）都集中由所谓的Visual Studio（图4-1c）管理，而这些工具有一个极大的目标，就是要协助开发Internet 应用软件，所以它们希望能够和Internet Explorer 有所搭配。

如果你原已有Visual C++ 4.x，Setup 程序会侦测到并给你一个警告消息（图4-1e）。通常你可能会想保留原有的版本并试用新的版本（至少我的心态是如此），因此你可能担心Visual C++ 5.0 会不会覆盖掉4.x 版。放心，只要你在图4-1f 中指定安装目的地（子目录）和原版本不同，即可避免所谓覆盖的问题。以我的情况为例，我的Visual C++ 4.2 放在E:\MSDEV 中，而我的Visual C++ 5.0 安装在E:\DEVSTUDIO 中。



图4-1a Visual C++ 5.0 建议你安装最新的IE 3.01（英文版）。



图4-1b 当你安装IE 3.01 (英文版) 时，可能会和你现有的IE 中文版有些版本冲突。我的经验是依其建议，保留现有的文件。

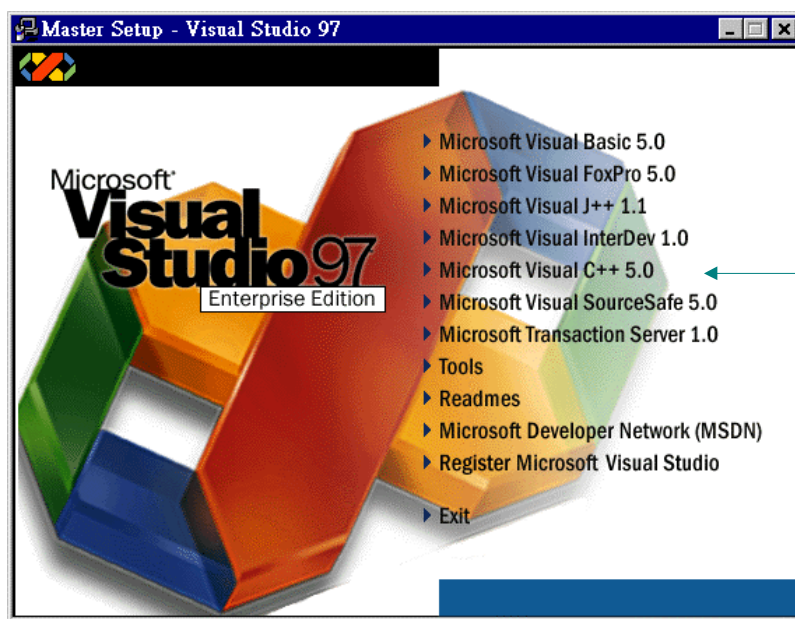


图4-1c Visual C++ 5.0 Setup 程序画面。请把鼠标移到右上角第五个项目 "Microsoft Visual C++ 5.0" 上面，并按下左键。

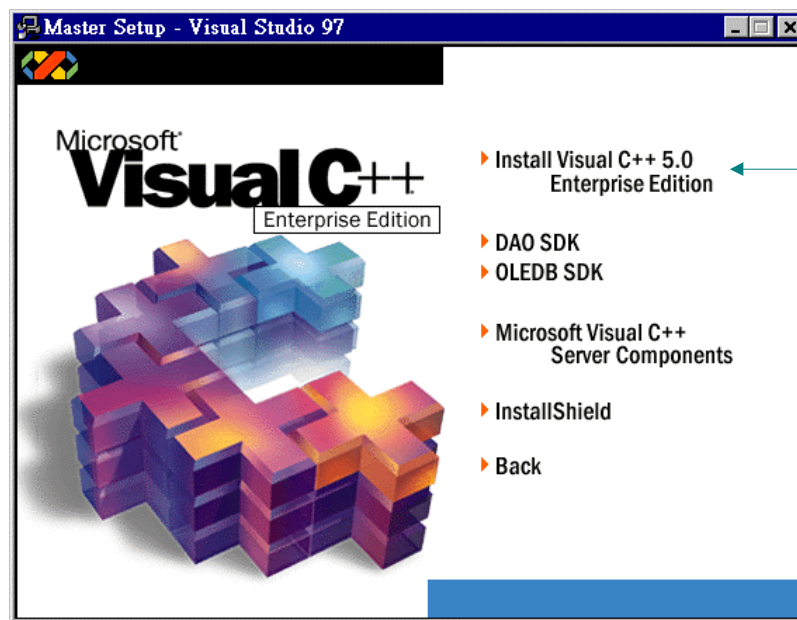


图4-1d 你可以安装Visual C++ 5.0 中的这些套件。其中InstallShield 是一套协助你制作安装软件的工具。

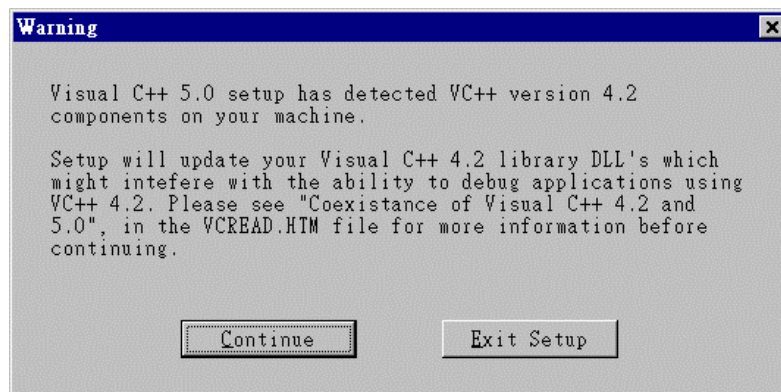


图4-1e Setup 程序侦测到我已经Visual C++ 4.2 , 于是提出警告。

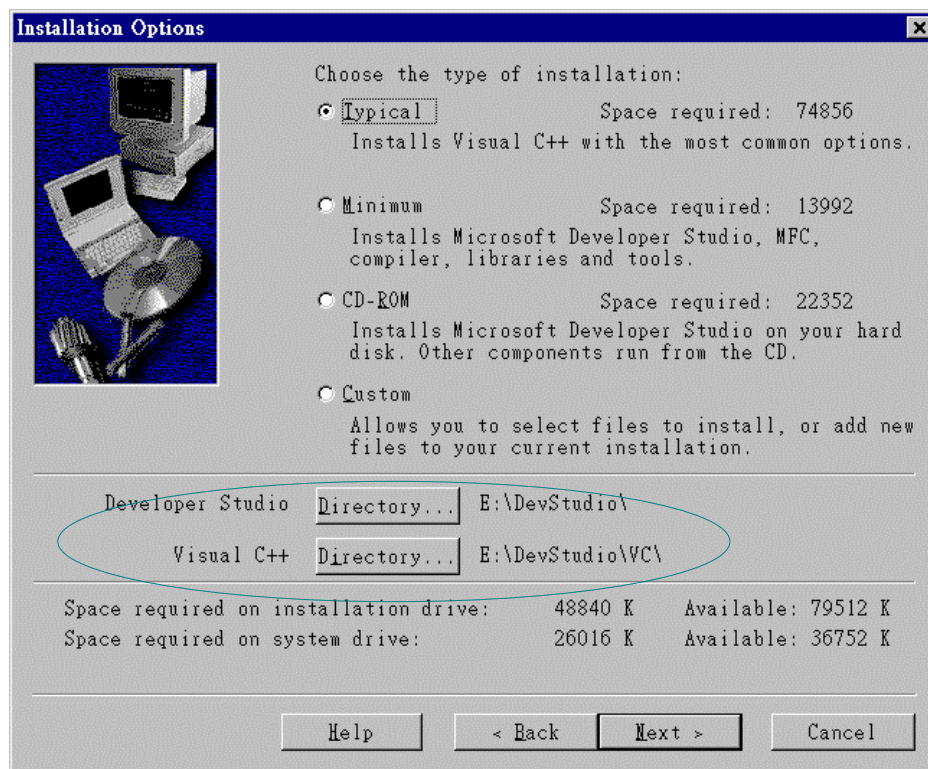


图4-1f Visual C++ 提供四种安装方式。中央偏下的【Directory...】钮允许我们设定安装目的地（硬盘目录）。

早期的Visual C++ 版本曾经要求你在AUTOEXEC.BAT 中加入这行命令：

```
SHARE /L:500 /F:5100
```

为的是让DOS 借着SHARE.EXE 的帮助支持「文件共享与锁定功能」。如今已不需要，因为Windows 95 及Windows NT 已内建此项能力。

这个整合环境并不要求你设定什么环境变量，它自己内部会在安装时记录该有的路径。如果你习惯以命令列的方式在DOS 环境（也就是Windows 95 或Windows NT 的DOS 窗口）下编译联结，那么你必须小心设定好PATH、LIB、INCLUDE 等环境变量。如果你有许多套开发工具，为每一个环境准备一个批次档是个不错的作法。下面是个例子：

```
rem file : envir.bat
cls
type c:\utility\envir.txt
```

其中envir.txt 的内容是：

```
(1) CWin95 & Visual C++ 1.5
(2) CWin95 & Visual C++ 2.0
(3) CWin95 & Visual C++ 4.0
(4) DDK
(5) CWin95 & Visual C++ 5.0
```

每当欲使用不同的工具环境，就执行envir.bat，然后再选择一个号码。举个例，3.BAT 的内容是：

```
rem 3.bat
rem Win95 & Visual C++ 4.0
@echo off
set TOOLROOTDIR=E:\MSDEV
rem
set PATH=E:\MSDEV\BIN;D:\WIN95;D:\WIN95\COMMAND
set INCLUDE=E:\MSDEV\INCLUDE;E:\MSDEV\MFC\INCLUDE
set LIB=E:\MSDEV\LIB;E:\MSDEV\MFC\LIB
set MSDevDir=E:\MSDEV
set
```

5. BAT 的内容是：

```
rem e:\devstudio\vc\bin\vcvars32.bat
@echo off
rem
rem e:\devstu~1 == e:\devstudio
set PATH=E:\DEVSTU~1\VC\BIN;E:\DEVSTU~1\SHARED~1\BIN;D:\WIN95;D:\WIN95\COMMAND
set INCLUDE=E:\DEVSTU~1\VC\INCLUDE;E:\DEVSTU~1\VC\MFC\INCLUDE;E:\DEVSTU~1\VC\ATL\INCLUDE
set LIB=E:\DEVSTU~1\VC\LIB;E:\DEVSTU~1\VC\MFC\LIB
set
```

其中大家比较陌生的可能是VC\ATL\INCLUDE 这个设定。ATL 全名是ActiveX

Template Library，用以协助我们开发ActiveX 控制组件。关于ActiveX 控制组件的开发设计，可参考ActiveX Control Inside Out（Adam Denning/Microsoft Press）一书（ActiveX 控制元件彻底研究 / 侯俊杰译/ 松岗出版）。至于ActiveX controls 的应用，可参考本书第16 章。

上述那些那些环境变量的设定，其实VC++ 早已为我们准备好了，就放在
\\DEVSTUDIO\\VC\\BIN\\VCVARS32.BAT 中，只不过形式比较复杂一些。

如果你也喜欢（或有必要）保留多套开发环境于硬盘中，请注意出现在DOS 提示号下的编译器和联结器版本号码，以确定你叫用的的确是你所要的工具。图4-2 是Microsoft 软件开发工具的版本号码。

VC++	编译器	联结器	NMAKE	RC.EXE	MFC
Microsoft C/C++ 7.0	7.00	S5.30	1.20	3.10	1.0
Visual C++ 1.0	8.00	S5.50	1.30	3.11	2.0
Visual C++ 1.5x	8.00c	S5.60	1.40	3.11	2.5
Visual C++ 2.0	9.00	I2.50	1.50	3.50	3.0
Visual C++ 4.0	10.00	I3.00	1.60	4.00	4.0
Visual C++ 4.2	10.20	I4.20	1.61	4.00	4.2
Visual C++ 5.0	11.00	I5.00	1.62	5.00	4.21

* 联结器S: Segmented Executable Linker
I: Incremental Linker

图4-2 Microsoft 编译器平台的演化

Visual C++ 提供三种版本：学习版，专业版和企业版。三者都提供C/C++ 编译器、MFC、以及整合开发环境，可以协助建立并除错各类型应用软件：

- MFC-based EXE
- MFC-based DLL
- Win32 Application (EXE)
- Win32 Dynamic Link Library (DLL)
- Win32 Console Applications
- MFC ActiveX Controls

- ATL COM (ActiveX Template Library Component Object Model)
- ISAPI (Internet Server API) Extension Application
- Win32 Static Library

图4-3 是VC++ 5.0 专业版安装完成后的程序群组，打开Win95 的【开始/程序集】便可看到。

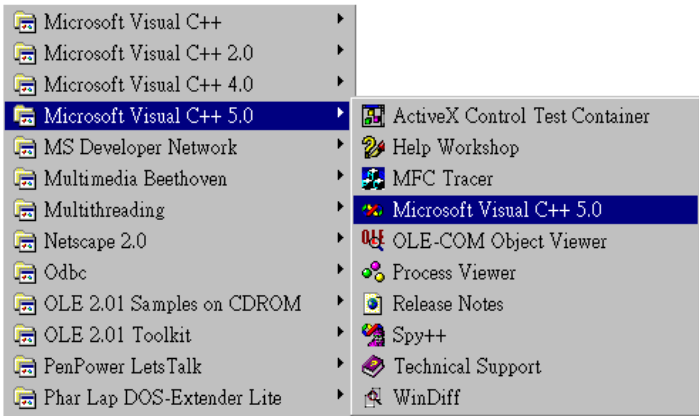


图4-3 VC++ 5.0 专业版安装完成后的程序群组 (group)

VC++ 5.0 安装完成后重要的文件分布如下。可能有些在你的硬盘，有些在光盘片上，因不同的安装方式而异：

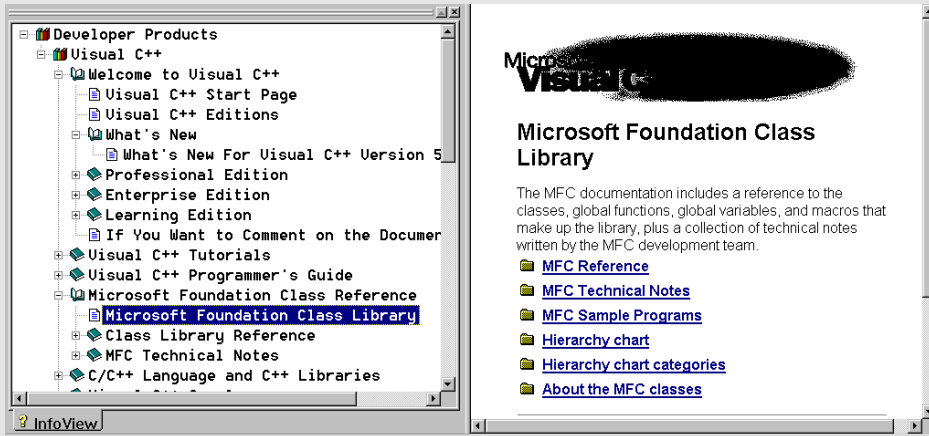
```
MSDEV <DIR>
  BIN <DIR>          各种EXE、BAT、DLL。
  DEBUG <DIR>        除错版本（各种DLLs）。
  HELP <DIR>         各种Help 文件。
  CRT <DIR>
  ATL <DIR>          ActiveX Template Library 函数库的源代码。
    INCLUDE <DIR>    ATL 的包含档（头文件）
    SRC <DIR>        ATL 的源代码
  REDIST <DIR>       这是可以自由（免费）传播的文件，包括你的应用程序售出后，
                    执行时期所需的任何DLLs，如MFC42.DLL、ODBC DLLs、
                    DAO DLLs。还包括微软公司附赠的一些OCXs。

  SAMPLES <DIR>      丰富的范例程序（请看附录 C）
    APPWIZ <DIR>
    ATL <DIR>
    COM <DIR>
    ENT <DIR>
    MFC <DIR>
    SDK <DIR>

  INCLUDE <DIR>      各种.H 文件。包括C/C++ 函数头文件、WINDOWS.H 等等。
  LIB <DIR>           各种.LIB。包括C/C++ runtime、Windows DLLs import 函数库。
  MFC <DIR>
    INCLUDE <DIR>    以AFX 开头的.H 文件（MFC 的头文件）。
    LIB <DIR>        MFC 的静态函数库（static library）。
    SRC <DIR>        MFC 的源代码（.CPP 档）。
```

手册呢？C/C++ 加上SDK 再加上MFC 共二十来本厚薄不一的手册不可能塞到宽仅五公分的VC++ 5.0 包装盒中。所有的手册都已电子化到那片CD-ROM 去了。像我这种看书一定得拿支笔的人，没什么比这更悲哀的事。不是没有补救办法，再花个数千元就可得到VC++ 印刷手册，另一个数千元可再得到SDK 印刷手册。

MFC Tech Notes



VC++ 5.0 的Online Help 中有一些好东西：为数69 篇的宝贵技术文件。以下是一份列表。

文件1 至17 是一般性主题，适用于MFC 1.0 和2.0；文件18 和19 专注在如何将MFC 1.0 程序移植到MFC 2.0；文件20 至36 适用于MFC 2.0（或更高版本）；文件37 适用于32 位版MFC；文件38 至48 适用于MFC 2.5（或更高版本）；文件49 至52 适用于MFC 3.0（或更高版本）；文件53 至69 适用于MFC 4.0（或更高版本）。某些号码跳掉是因为MFC 1.0 的老东西不值得再提。

1. Window Class Registration
2. Persistent Object Data Format
3. Mapping of Windows Handles to Objects
4. C++ Template Tool
6. Message Maps
7. Debugging Trace Options
8. MFC OLE Support
11. Using MFC as Part of a DLL
12. Using Windows 3.1 Robustness Features

14. Custom Controls
15. Windows for Pen
16. Using C++ Multiple Inheritance with MFC
17. Destroying Window Objects
18. Migrating OLE Applications From MFC 1.0 to MFC 2.0
19. Migrating MFC 1.0 Applications to MFC 2.0
20. ID Naming and Numbering Conventions
21. Command and Message Routing
22. Standard Commands Implementation
23. Standard MFC Resources
24. MFC-Defined Messages and Resources
25. Document, View, and Frame Creation
26. DDX and DDV Routines
27. Emulation Support for Visual Basic Custom Controls
28. Context-Sensitive Help Support
29. Splitter Windows
30. Print Preview
31. Control Bars
32. MFC Exception Mechanism
33. DLL Version of MFC
34. Writing a Windows 3.0 Compatible MFC Application
35. Using Multiple Resource Files and Header Files with App Studio
36. Using CFormView with AppWizard and ClassWizard
37. Multithreaded MFC 2.1 Applications (32-bit specific)
38. MFC/OLE IUnknown Implementation
39. MFC/OLE Automation Implementation
40. MFC/OLE In-Place Resizing and Zooming
41. MFC/OLE1 Migration to MFC/OLE2
42. ODBC Driver Developer Recommendations
43. RFX Routines
44. MFC support for DBCS
45. MFC/Database support for Long Varchar/Varbinary
46. Commenting Conventions for the MFC classes

47. Relaxing Database Transaction Requirements
48. Writing ODBC Setup and Administration Programs for MFC Database Applications
49. MFC/OLE MBCS to Unicode Translation Layer (MFCANS32)
50. MFC/OLE Common Dialogs (MFCUIx32)
51. Using CTL3D Now and in the Future
52. Writing Windows 95 Applications with MFC 3.1
53. Custom DFX Routings for DAO Database Classes
54. Calling DAO Directory while Using MFC DAO Classes
55. Migrating MFC ODBC Database Classes Application to MFC DAO Classes
56. Installation of MFC Components
57. Localization of MFC Components
58. MFC Module State Implementation
59. Using MFC MBCS/Unicode Conversion Macros
60. The New Windows Common Controls
61. ON_NOTIFY and WM_NOTIFY Messages
62. Message Reflection for Windows Controls
63. Debugging Internet Extension DLLs
64. Apartment-Model Threading in OLE Controls
65. Dual-Interface Support for OLE Automation Servers
66. Common MFC 3.x to 4.0 Porting Issues
67. Database Access from an ISAPI Server Extension
68. Performing Transactions with the Microsoft Access 7 ODBC Driver
69. Processing HTML Forms Using Internet Server Extension DLLs and Command Handlers

以下是MFC Tech Notes 的性质分类：

■ MFC and Windows

TN001: Window Class Registration

TN003: Mapping of Windows Handles to Objects

TN012: Using MFC with Windows 3.1 Robustness Features

TN015: Windows for Pen

TN017: Destroying Window Objects

TN034: Writing a Windows 3.0 Compatible MFC Application

TN051: Using CTL3D Now and in the Future

TN052: Writing Windows 95 Applications with MFC3.1

■ MFC Architecture

TN002: Persistent Object Data Format

TN004: C++ Template Tool

TN006: Message Maps

TN016: Using C++ Multiple Inheritance with MFC

TN019: Updating Existing MFC Applications to MFC 3.0

TN021: Command and Message Routing

TN022: Standard Commands Implementation

TN025: Document, View, and Frame Creation

TN026: DDX and DDV Routines

TN029: Splitter Windows

TN030: Customizing Printing and Print Preview

TN031: Control Bars

TN032: MFC Exception Mechanism

TN037: Multithreaded MFC 2.1 Applications

TN044: MFC Support for DBCS

TN046: Commenting Conventions for the MFC Classes

TN058: MFC Module State Implementation

TN059: Using MFC MBCS/Unicode Conversion Macros

TN066: Common MFC 3.x to 4.0 Porting Issues

■ MFC Controls

TN014: Custom Controls

TN027: Emulation Support for Visual Basic Custom Controls

TN060: Windows Common Controls

TN061: ON_NOTIFY and WM_NOTIFY Messages

TN062: Message Reflection for Windows Controls

■ MFC Database

TN042: ODBC Driver Developer Recommendations
TN043: RFX Routines
TN045: MFC/Database Support for Long Varchar/Varbinary
TN047: Relaxing Database Transaction Requirements
TN048: Writing ODBC Setup and Administration Programs for MFC Database Applications
TN053: Custom DFX Routines for MFC DAO Classes
TN054: Calling DAO Directly While Using MFC DAO Classes
TN055: Migrating MFC ODBC Database Class Applications to MFC DAO Classes
TN068: Performing Transactions with the Microsoft Access 7 ODBC Driver

■ MFC Debugging

TN007: Debugging Trace Options

■ MFC DLLs

TN011: Using MFC as Part of a DLL
TN033: DLL Version of MFC
TN056: Installation of MFC Components
TN057: Localization of MFC Components

■ MFC OLE

TN008: MFC OLE Support
TN018: Migrating OLE Applications from MFC 1.0 to MFC 2.0
TN038: MFC/OLE IUnknown Implementation
TN039: MFC/OLE Automation Implementation
TN040: MFC/OLE In-Place Resizing and Zooming
TN041: MFC/OLE1 Migration to MFC/OLE2
TN049: MFC/OLE MBCS to Unicode Translation Layer (MFCANS32)
TN050: MFC/OLE Common Dialogs (MFCUIx32)
TN064: Apartment-Model Threading in OLE Controls
TN065: Dual-Interface Support for OLE Automation Servers

■ MFC Resources

TN020: ID Naming and Numbering Conventions

TN023: Standard MFC Resources

TN024: MFC-Defined Messages and Resources

TN028: Context-Sensitive Help Support

TN035: Using Multiple Resource Files and Header Files with Visual C++

TN036: Using CFormView with AppWizard and ClassWizard

■ MFC Internet

TN063: Debugging Internet Extension DLLs

TN067: Database Access from an ISAPI Server Extension

TN069: Processing HTML Forms Using Internet Server Extension DLLs and
Command Handlers

四个重要的工具

完全依赖整合环境，丢掉PE2（或其它什么老古董），这是我的良心建议。也许各个工具的学习过程会有些阵痛，但代价十分值得。我们先对最重要的四个工具作全盘性了解，再进去巡幽访胜一番。你总要先强记一下哪个工具做什么用，别把冯京当马凉，张飞战岳飞，往后的文字看起来才会顺畅。

图4-4 是MFC 程序的设计流程。

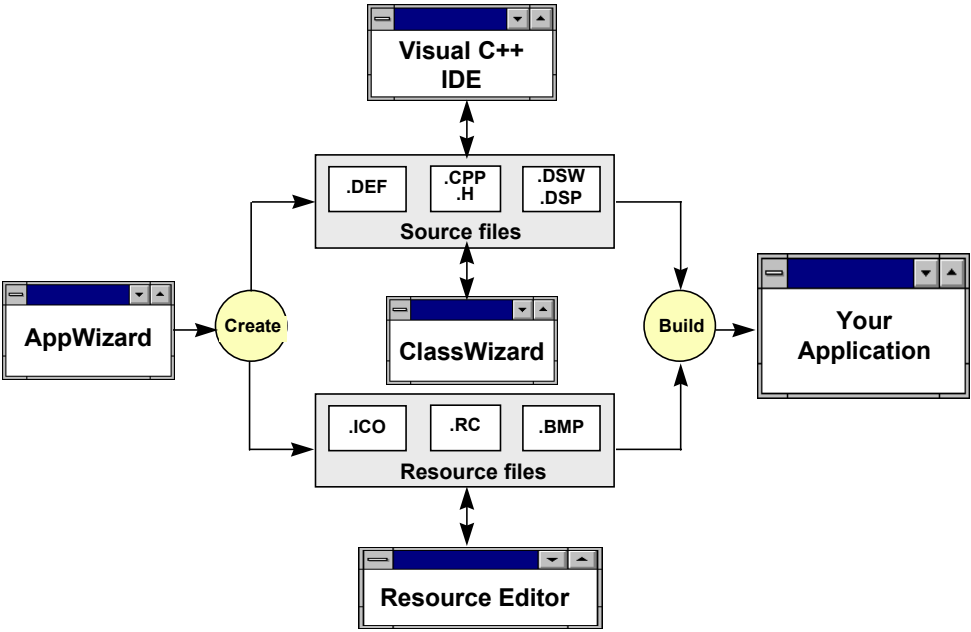


图4-4 MFC 程序的开发流程

Visual C++ 整合开发环境（IDE）：你可以从中明显地或隐喻地激活其它工具如AppWizard 和ClassWizard；你可以设定各种工具、编译并联结程序、激活除错器、激活文字编辑器、浏览类别阶层...

AppWizard：这是一个程序代码产生器。基于application framework 的观念，相同类型（或说风格）的MFC 程序一定具备相同的程序骨干，AppWizard 让你挑选菜色（利用鼠标圈圈选选），也为你把菜炒出来（产生各种必要文件）。别忘记，化学反应是能够还原的，菜炒好了可不能反悔（只能加油添醋），所以下手前需三思-- 每一个project 使用AppWizard 的机会只有一次。

Resource Editor：这是一个总合资源编辑器，RC 档内的各种资源它统统都有办法处理。Resource Editor 做出来的各类资源与你的程序代码之间如何维系关系？譬如说对话框中的一个控制组件被按下后程序该有什么反应？这就要靠ClassWizard 搭起鹊桥。

ClassWizard：AppWizard 制作出来的程序骨干是「起手无悔」的，接下来你只能够在程序代码中加油添醋（最重要的工作是加上自己的成员变量并改写虚拟函数），或搭起消息与程序代码之间的鹊桥（建立Message Map），这全得仰仗ClassWizard。以一般文字编辑器直接修改程序代码当然也可以，但你的思维必须非常缜密才不会挂一漏万。本书第四篇，当我们逐渐发展一个实用程序，你就会看到ClassWizard 的好处。

内务府总管：Visual C++ 整合开发环境

做为一个总管，要处理的大小事务很多。本章并不是Visual C++ 的完整使用手册，并不做细部操作解说（完整手册可参考Online Help 中的*Visual C++ User's Guide*）。基本上，如果你一边看这些文字说明一边实际玩玩这些工具，马上会有深刻的印象。

以功能菜单来分类，大致上Visual C++ 整合环境有以下功能：

File - 在此开启或储存文件。文字文件开启于一个文字编辑器中，这个编辑器对程序的撰写饶有助益，因为不同类型的关键词会以不同颜色标示。如果你新开启的是一个project，AppWizard 就会暗自激活（稍后再述）。文件的打印与印表机的设定也在此。

Edit - 这里有传统的剪贴簿（clipboard）功能。文字编辑器的Find 和Replace 功能也放在这里。

View - 对目前正在编辑之文件的各种设定动作。例如记号（bookmark）的设定寻找与清除，关键词颜色的设定与否、特定行号的搜寻...等等。ClassWizard 可在此菜单中被激活。

Insert - 可以在目前的project 中插入新的classes、resources、ATL objects...

Project - 可以在此操作project，例如加入文件、改变编译器和联结器选项等等。

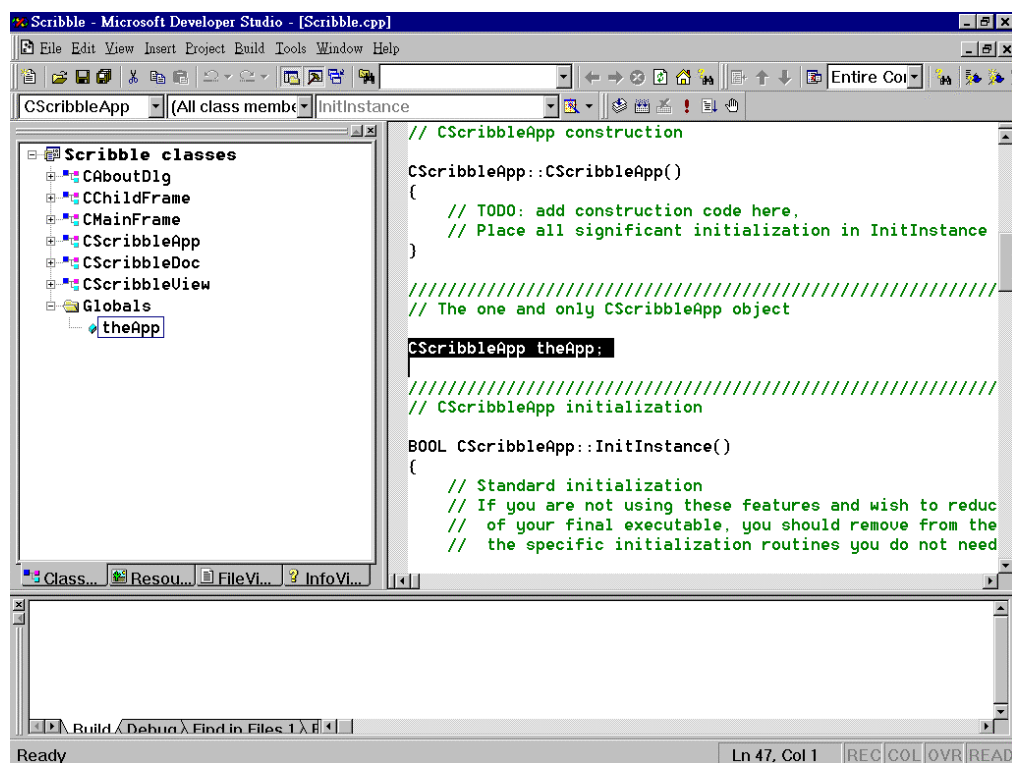
Build - 我们在这里制作出可执行档，也在这里除错。如果进入除错模式，Build 会变成Debug。

Tools - 可以激活Browser、MFC Tracer、SPY++ 以及其它工具。

Window - 整合环境（IDE）中各大大小小窗口可在此管理。

Help - 线上辅助说明，包括书籍、期刊、文章、范例。有一个不错的检索工具。

下面就是Visual C++ 整合环境（IDE）的画面：

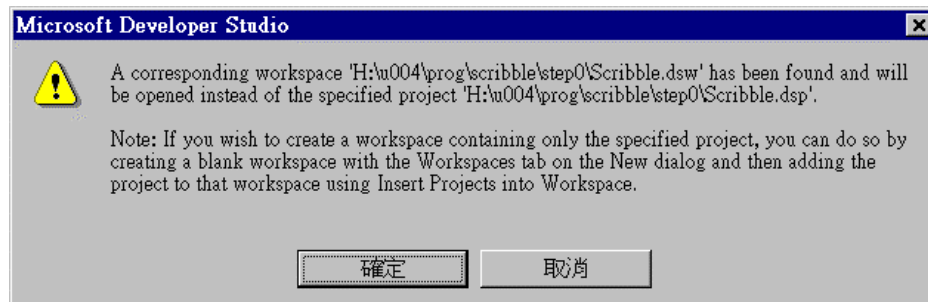


关于project

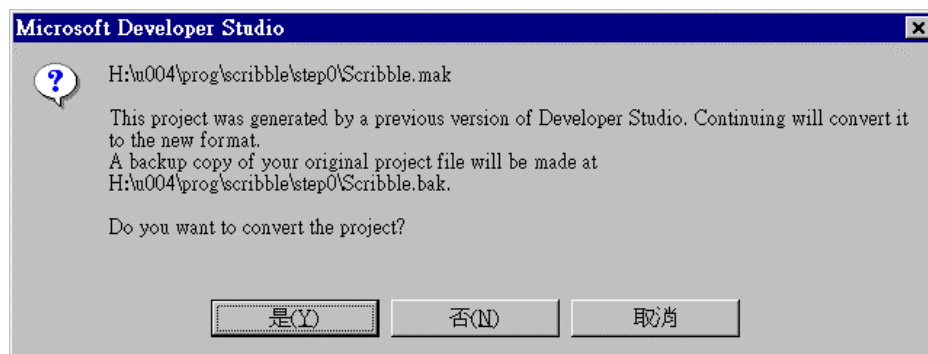
开发一个程序需要许多文件，这些文件以一个DSW 档和DSP 档（而不再是VC++ 4.x 时代的.MDP 档和.MAK 档）规范管理。一整组相关的文件就是一个project。只要你告诉Visual C++ 在哪个磁盘目录下开始一个新的project，它就会为你制作出一个DSW 档和一个DSP 档。假设我们的项目名称是"My"，那么就得到MY.DSP 和MY.DSW。下次你要继续工作时，在【File/Open】对话框中打开MY.DSW 就对了。

DSP 是Developer Studio Project 的缩写，DSW 是Developer Studio Workspace 的缩写。Workspace 是VC++ 整合环境（IDE）的一个维护档，可以把与该project 有关的IDE 环境设定都记录下来。所以，你应该在VC++ IDE 中选按【File/Open】后打开一个DSW 档（而不是DSP 档），以开启projects。如果你选择的是DSP 档，而同时存在着一个DSW

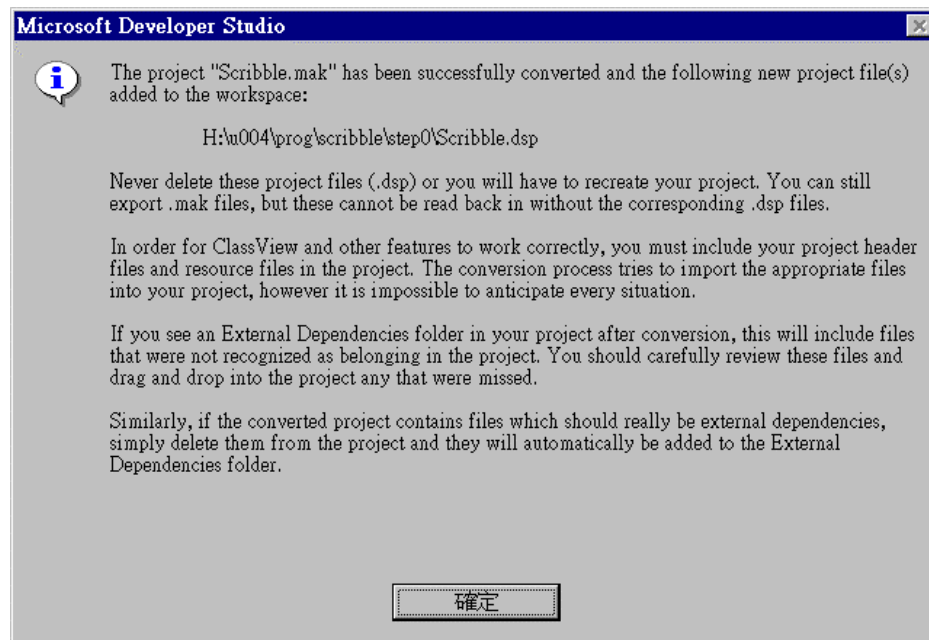
文件，你会获得这样的消息：



VC++ 4.x 的老用户们请注意，过去代表一个project 的所谓.MDP 档还存在吗？如果你是以VC++ 5.0 的wizards 来产生project，就不会再看到.MDP 档了，取而代之的是上述的.DSP 档和.DSW 档。如果你在VC++ 5.0 中开启过去在VC++ 4.x 时完成的project（.MDP 文件），会获得这样的消息：



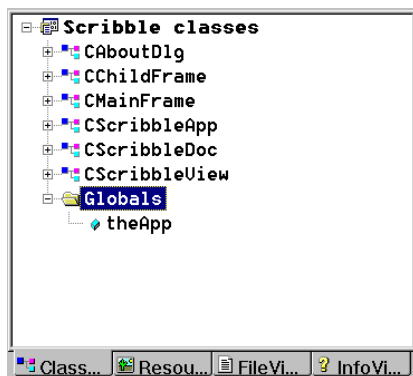
选择【是】之后，IDE 自动为你转换，并在完成之后给你这样的消息：



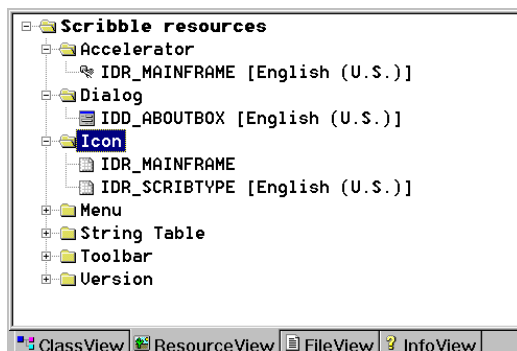
有趣的是，不论.MDP 档或.DSP 档或.DSW 档，我们的makefile 写作技巧势将逐渐萎缩。谁还会自己费心于那些!\$<<@# 等等诘屈聱牙的奇怪符号呢?! 这其实是件好事。

当你产生出一个project（利用AppWizard，稍后再提），整合环境提供了四个便利的管理窗口：

■ ClassView - 可以观察项目中所有的类别



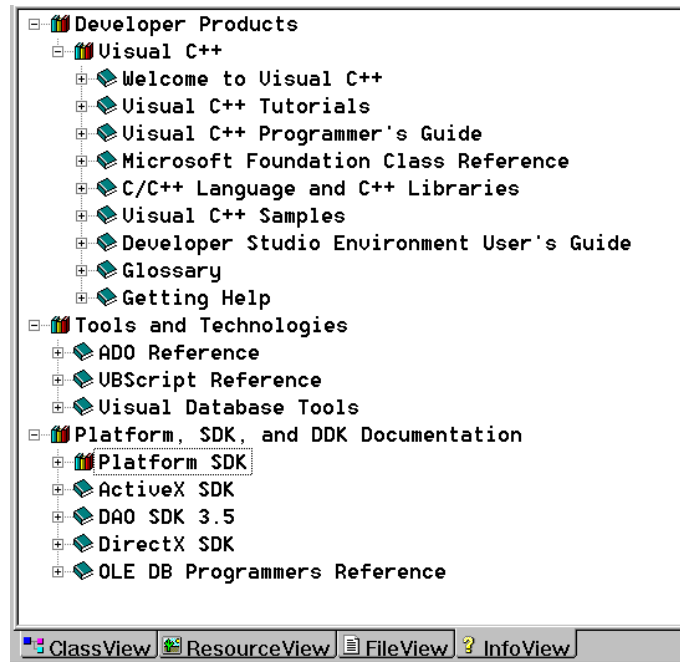
■ ResourceView - 可以观察项目中所有的资源



■ FileView - 可以观察项目中所有的文件



■ InfoView - Online Help 的总目录



关于工具设定

我们当然有机会设定编译器、联结器和RC 编译器的选项。图4-5 是两个设定画面。

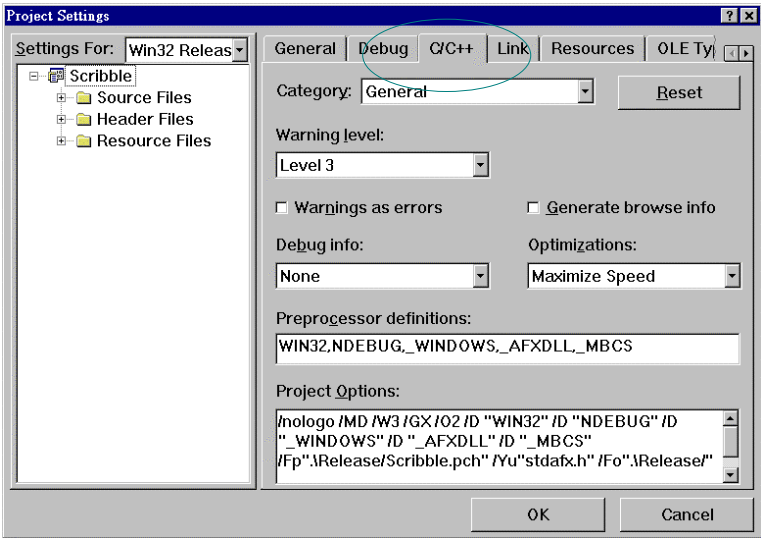


图4-5a 选择Visual C++ 的【Project/Setting...】，出现对话框。选择【C/C++】附页，于是可以设定编译器选项。

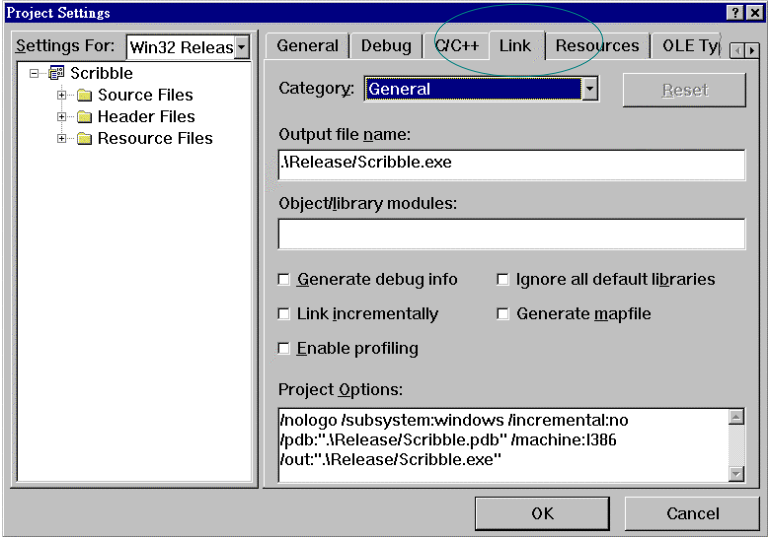


图4-5b 选择Visual C++ 的【Project/Setting...】，出现对话框。选择【Link】附页，于是可以设定联结器选项。

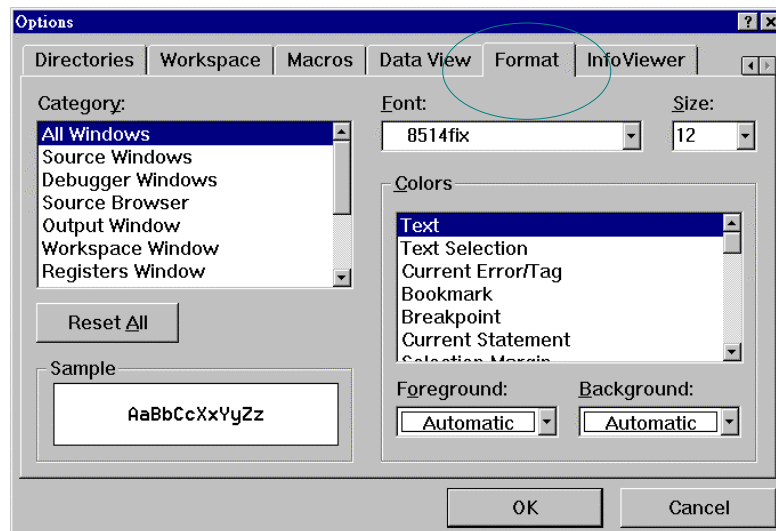
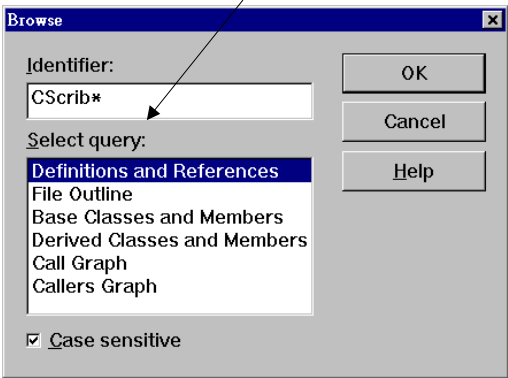


图4-5c 选择Visual C++ 的【Tools/Options...】，出现对话框。选择【Format】附页，于是可以设定程序代码编辑器的字型与大小....

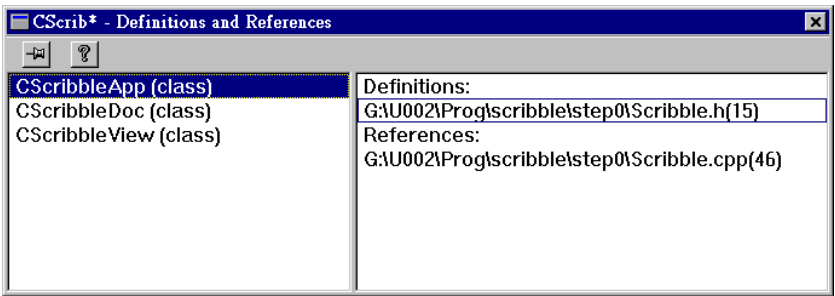
Source Browser

好的Browser（浏览器）是令人难以置信的一个有用工具，它把你快速带到任何你所指定的符号（symbol，包括类别、函数、变量、型别或宏）的出现地点。基本上Browser揭露两件事情：位置（places）和关系（relationship）。它可以显示某个符号「被定义」以及「被使用到」的任何位置。下面就显示名为CScrib*的所有类别：

选按Visual C++ 之【Tools/Source Browse...】菜单，出现以下对话框。在【Identifier】字段键入“CScrib*”，并在【Select Query】清单中选择【Definitions and References】：

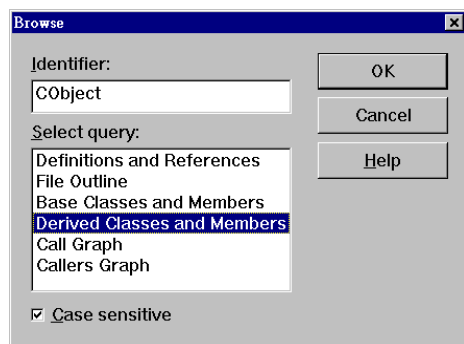


于是激活Browser，列出所有名为CScrib* 之类别。选择其中的CScribbleApp，右框之中就会填入所有它出现的位置（包括定义处以及被参考之处）。双击其中之一，你立刻置身其中，文字编辑器会跳出来，加载此档，准备为你服务。

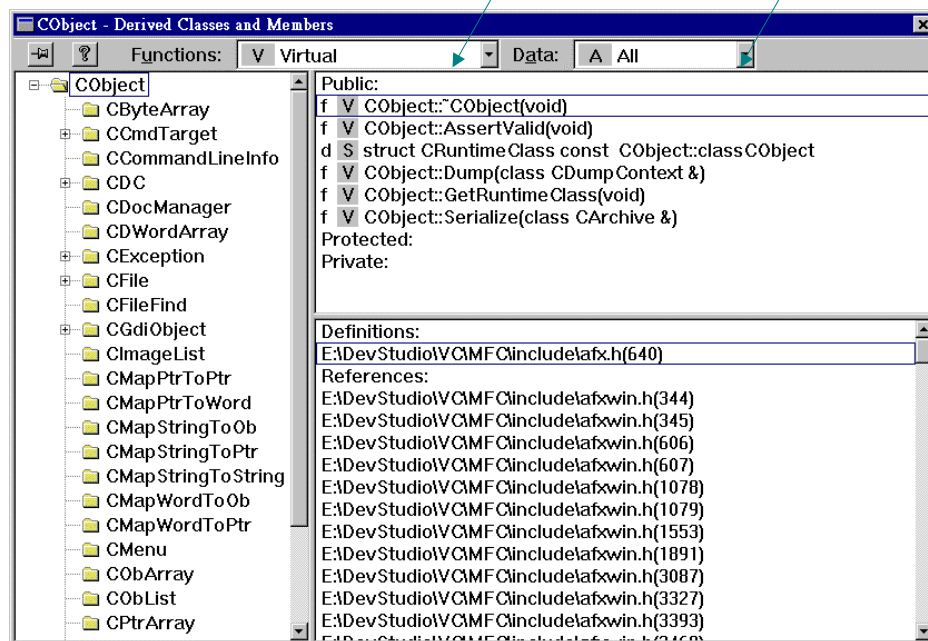


Browser 也揭露类别之间的关系以及类别与函数之间的关系。MFC 类别彼此叠床架屋，只以一般的文字编辑器（或如grep 之类的文字搜寻器）探索这些关系，就好象划一艘小船横渡太平洋到美利坚一样地缓慢而遥远。Browser 使我们在跋涉类别丛林时节省许多光阴。以下显示应用程序中所有衍生自CObject 的类别。

观察应用程序中所有衍生自CObject 的类别。请选按Visual C++ 之【Tools/Source Browse...】菜单，出现对话框。在【Identifier】字段键入“CObject”，请注意我选择的【Select Query】清单项目是【Derived Classes and Members】。

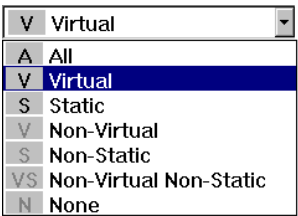


于是获得CObject 的所有衍生类别。请注意【Functions】栏是Virtual，【Data】栏是All。

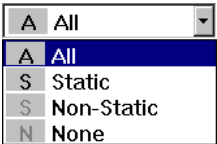


此时Browser 出现三个窗框，左边那个不论外观或行为都像文件总管里头的目录树，右边两个窗框显示你所选定之类别的详细信息。

Browser 提供这些【Functions】项目供观察：



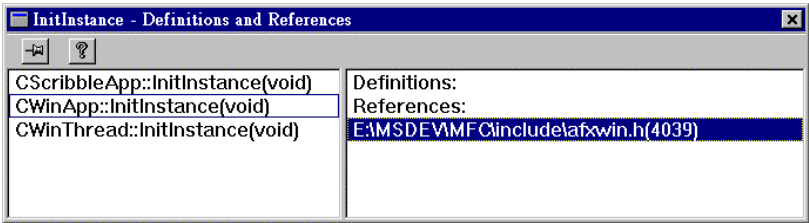
Browser 提供这些【Data】项目供观察：



Browser 系从一个特殊的数据库文件（.BSC）取得信息，此文件由Visual C++ 整合环境自动产生，非常巨大。如果暂时你不想要这个数据库，可以把图4-5a 中的【Generate browse Info】选项清除掉。而当你需要它时，选择【Tools/Source Browse...】，整合环境就会问你是否要建立.BSC 档。

提供给Browser 的资料（.BSC）很类似除错资料，两者都包含程序的符号信息。不同的是，除错资料附含在EXE 文件中，Browser 所需资料则独立于.BSC 档，不会增加EXE 文件大小（但会增加程序建造过程所需的时间）。

现在我打算观察InitInstance 函数。我在Browse 对话框中键入InitInstance 并选择【Definitions and References】，于是出现如下画面。双击其中的CWinApp::InitInstance，右框显示此函数原始定义于e:\msdev\mfc\include\afxwin.h #4039 行；再双击之，编辑器于是加载此档。以此方式观察MFC 源代码十分方便。



Online Help

我不是一个喜欢电子书的人，但是拿VC++ 这个Help 系统做快速查阅工作实在是不错。图4-6 是其使用画面与解说。

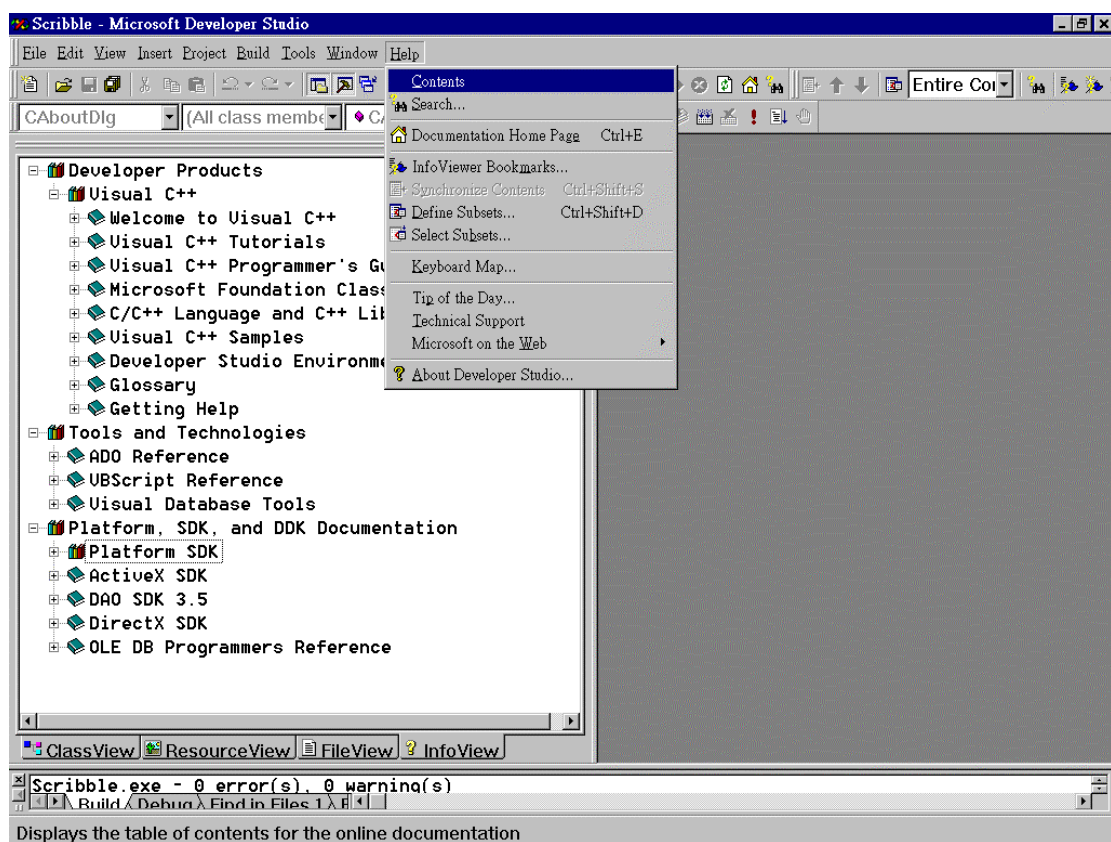


图4-6a VC++的Online Help 提供各种技术资料。按下【Help/Content】，就出现图左的数据清单，这也就是从Visual C++ 4.0 开始新增的所谓InfoView 窗口。Online Help 内容非常丰富。

让我们试试检索功能。选择【Help/Search】，出现对话框，键入CreateThread，出现数篇与此关键字有关的文章。选择某一篇文章，文章内容将出现在另一个窗口中。

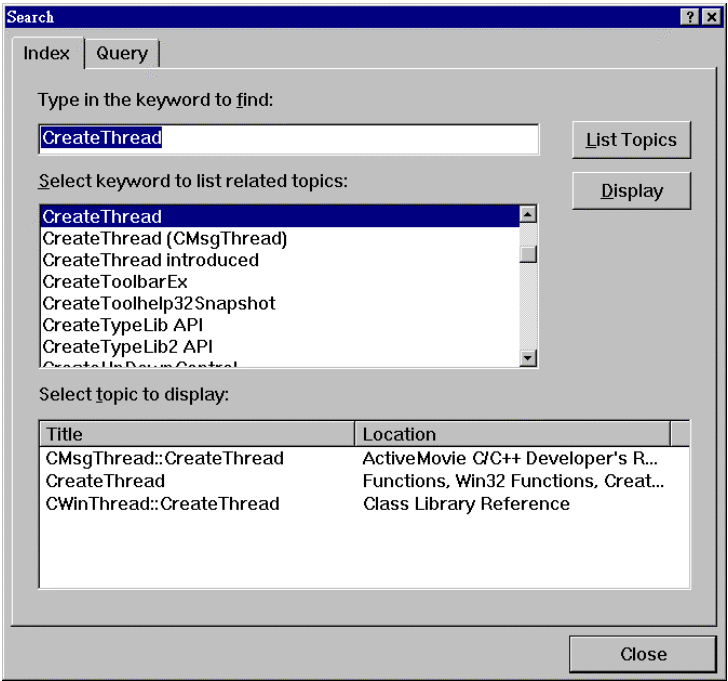


图4-6b 检索功能

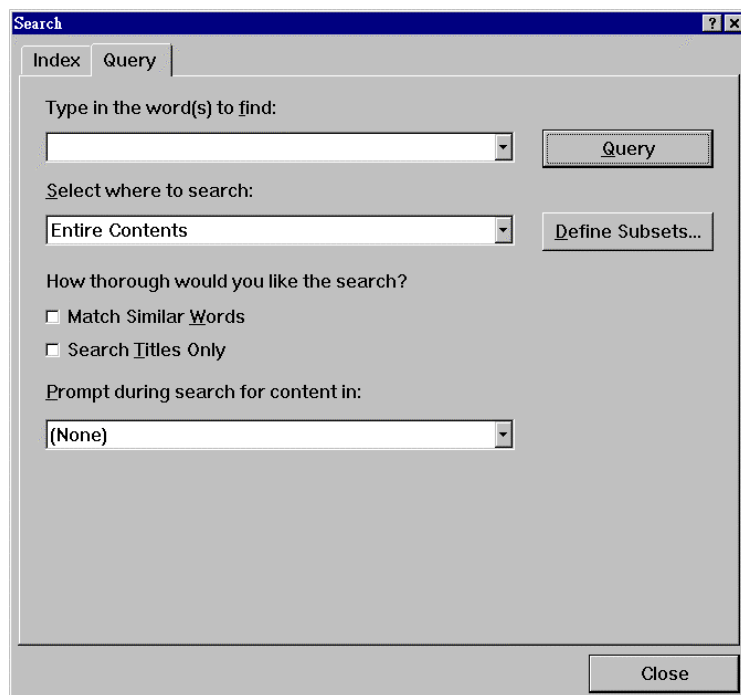


图4-6c 检索功能【Search】对话框的另一个附页。允许你做更多搜寻设定。

除错工具

每一位C程序员在DOS环境下都有使用「夹杀法」的除错经验：把可能错误的范围不断缩小，再缩小，最后以`printf`印出你心中的嫌疑犯，真象大白。

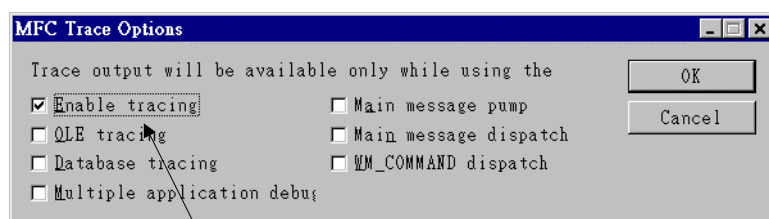
Windows程序员就没有方便的`printf`可用，唯`MessageBox`差可比拟。我曾经在Windows内存管理系统篇（旗标/1993）第0章介绍过一种以`MessageBox`和`NotePad.exe`合作仿真`printf`的方法，使用上堪称便利。

`MessageBox`会影响你的程序进行，自制`printf`又多费手脚。现在有了第三方案。你可以在程序的任何地方放置`TRACE`宏，例如：

```
TRACE("Hello World");
```

参数字符串将被输出到除错窗口去，不会影响你的程序进行。注意，*TRACE* 宏只对程序的除错版才有效，而且程序必须在 Visual C++ 的除错器中执行。

为了让 *TRACE* 生效，你还必须先另一个程序中做另一个动作。请选按【Tools / MFC Tracer】，得到这样的画面：



我们必须将【Enable Tracing】项目设立起来，然后除错窗口才能显示 *TRACE* 字符串。

旧版的 Visual C++ 中（v2.0 和 v1.5），*TRACE* 宏将字符串输出到一个名为 DBWin 的程序中。虽然应用程序必须以“Win32 debug”编译完成，但却不需要进入除错器就可以获得 *TRACE* 输出。从 Visual C++ 4.0 开始到 Visual C++ 5.0，不再附有 DBWin 程序，你无论如何需要大家伙（除错器）。如果你很怀念过去的好时光，请参考 Microsoft Systems Journal 上的三篇文章：1995/10 的 C++ Q/A，1996/01 的 C++ Q/A，以及 1997/04 的 C/C++ Q/A。这三篇文章都由 Paul Dilascia 执笔，教导者如何自己动手做一个可接收 *TRACE* 巨集输出的 DBWIN 程序。我将在本书附录 D 中对 Paul Dilascia 的创意提供一些说明。

TRACE 很好用，美中不足的是它和 *MessageBox* 一样，只能输出字符串。这里有一个变通办法，把字符串和数值都送到 *afxDump* 变量去：

```
afxDump << "Hello World " << i << endl; // i 是整数变量
```

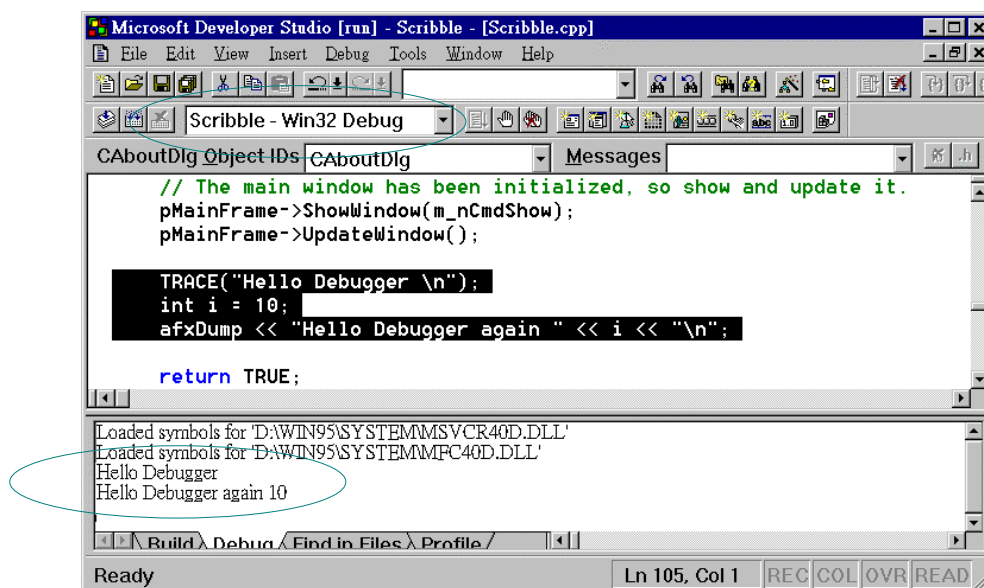
这是在 Visual C++ 中倾印（dump）一个对象内容的标准方法。它的输出也是流向除错窗口，所以你必须确定你的程序是除错版。

其实，要在应用程序中决定自己是不是除错版也很简单。若程序是以除错模式建造，`_DEBUG` 变量就成为`TRUE`，因此这样就可以判断一切了：

```
#ifdef _DEBUG

afxDump << "Hello World" << i << "\n"; // i 是整数变量

#endif
```



图上方的三进程序代码导致图下方除错窗口中的输出。

VC++ 除错器

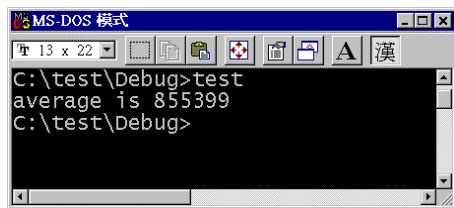
Visual C++ 整合环境内含一个精巧的除错器。这个除错器让我们很方便设定断点（程式执行至此会暂停）、观察变量内容、缓存器内容、并允许在除错过程中改变变量的值。我将以一个实际的猎虫行动示范如何使用除错器。

欲使用除错器，首先你的程序必须含有除错符号，也就是说，这必须是个除错版。很简单，只要在Visual C++ 整合环境上方选择【Win32 Debug】模式，然后再进行建造

(building) 工作，即可获得除错版本。现在假设我有一个程序，要计算五个学生的平均成绩：

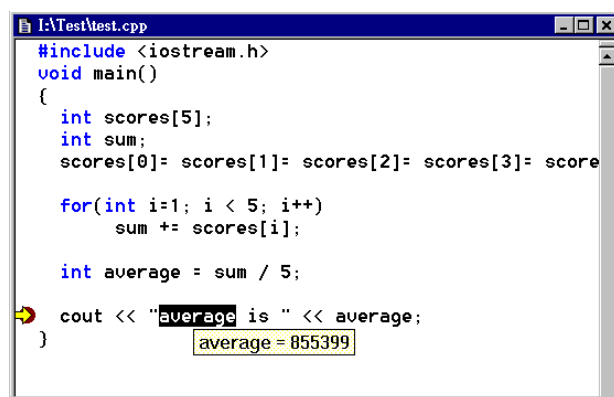
```
#0001 #include <iostream.h>
#0002 void main()
#0003 {
#0004     int scores[5];
#0005     int sum;
#0006     scores[0]= scores[1]= scores[2]= scores[3]= scores[4]= 60;
#0007
#0008     for(int i=1; i < 5; i++)
#0009         sum += scores[i];
#0010
#0011     int average = sum / 5;
#0012
#0013     cout << "average is " << average;
#0014 }
```

我预期的结果是`average` 等于60，而得到的结果却是：



为了把臭虫找出来，必须控制程序的进行，也就是设定断点（breakpoint）；程序暂停之际，我就可以观察各个有嫌疑的变量。设定断点的方法是：把光标移到目的行，按下工具栏上的手形按钮（或F9），于是该行前面出现红点，表示断点设立。F9 是一个切换开关，在同一行再按一次F9 就能够清除断点。

为让断点生效，我必须以【Build/Debug/Go】（或F5）执进程序，此时整合环境上的【Build】菜单变成了【Debug】。程序执行至断点即停下来，`average` 此刻的值应该是60。为证实此点，把光标放在`average` 上，出现一个小黄卷标：



```

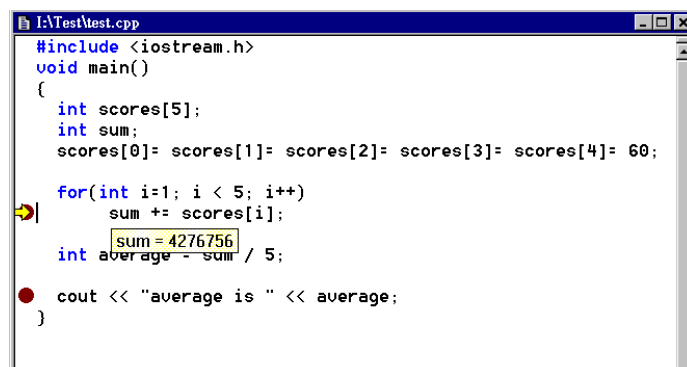
I:\Test\test.cpp
#include <iostream.h>
void main()
{
    int scores[5];
    int sum;
    scores[0]= scores[1]= scores[2]= scores[3]= score

    for(int i=1; i < 5; i++)
        sum += scores[i];

    int average = sum / 5;
    cout << "average is " << average;
}
    average = 855399

```

结果令人大吃一惊。显然我们有必要另设断点，观察其它变量。先以【Debug/Stop Debugging】结束除错状态，然后把断点设在`sum += scores[i]`这一行，重新"Go"下去。程序暂停时观察`sum`的值：



```

I:\Test\test.cpp
#include <iostream.h>
void main()
{
    int scores[5];
    int sum;
    scores[0]= scores[1]= scores[2]= scores[3]= scores[4]= 60;

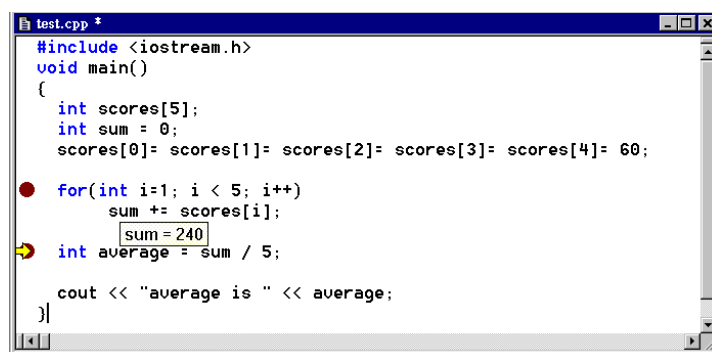
    for(int i=1; i < 5; i++)
        sum += scores[i];
    int average = sum / 5;
    cout << "average is " << average;
}
    sum = 4276756

```

此时此刻程序尚未执行任何一个加法，`sum`应该是0，但结果未符预期。显然，`sum`的初值没有设为0，我们抓到臭虫了。现在把程序代码第5行改为

```
int sum = 0;
```

重新建造，再"Go"一次。五次循环之后我们预期`sum`的值是300，结果却是240：



```

test.cpp *
#include <iostream.h>
void main()
{
    int scores[5];
    int sum = 0;
    scores[0]= scores[1]= scores[2]= scores[3]= scores[4]= 60;

    for(int i=1; i < 5; i++)
        sum += scores[i];
    int average = sum / 5;

    cout << "average is " << average;
}
    
```

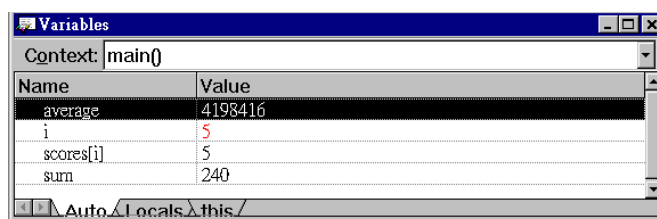
原来我竟把数组索引值i 从1 开始计算而不是从0 开始。

臭虫全部抓出来了，程序修正如下：

```

#0001  #include <iostream.h>
#0002  void main()
#0003  {
#0004      int scores[5];
#0005      int sum = 0;
#0006      scores[0]= scores[1]= scores[2]= scores[3]= scores[4]= 60;
#0007
#0008      for(int i=0; i < 5; i++)
#0009          sum += scores[i];
#0010
#0011      int average = sum / 5;
#0012
#0013      cout << "average is " << average;
#0014  }
    
```

除错过程中，你也可以选按【View/Variables】打开Variables 窗口，所有的变量值更能够一目了然：



Variables	
Context: main()	
Name	Value
average	4198416
i	5
scores[i]	5
sum	240

除了除错之外，我还常常以除错器追踪MFC 程序，以期深入了解MFC 各类别。你知道，数万行MFC 源代码光靠Step Into/Step Over/Call Stack 这几招，便能迅速切中「要害」。

小技巧：当你要找出与窗口painting 有关的臭虫时，尽量不要把欲除错之程序窗口与 Visual C++ IDE 窗口覆叠在一起，才不会互相影响。当然，最好你有一个17 寸屏幕和 1024*768 的分辨率。21 寸屏幕？呕，小心你的荷包。

Exception Handling

第2 章最后面我曾简介过 C++ exception handling。这里我要再举一个很容易练习的MFC exception handling 实例。

开档是一件可能产生许多exception 的动作。文件开启不成功，可能是因为文件找不到，或是磁盘空间不足，或是路径不对，或是违反文件共享原则（sharing violation），或是超出了可开档数目限制。你可以在任何一个程序中练习下面这一段码。不需要除错版，基本上exception handling 与除错模式并无瓜葛。下列程序代码中的*Output* 函数只是个代名，并不是真有这样的API 函数，你可以改用*MessageBox*、*TextOut*、*TRACE* 等任何有字符串输出能力的函数。

```
#001 CString str = "Hello World";
#002
#003 TRY {
#004     CFile file("a:hello.txt", CFile::modeCreate | CFile::modeWrite);
#005     file.Write(str, str.GetLength());
#006     file.Close();
#007 }
#008 CATCH(CFileException, e) {
#009     switch(e->m_cause) {
#010         case CFileException::accessDenied :
#011             Output("File Access Denied");
#012             break;
#013         case CFileException::badPath :
#014             Output("Invalid Path");
#015             break;
```

```
#016     case CFileException::diskFull :
#017         Output("Disk Full");
#018         break;
#019     case CFileException::fileNotFound :
#020         Output("File Not Found");
#021         break;
#022     case CFileException::hardIO :
#023         Output("Hardware Error");
#024         break;
#025     case CFileException::lockViolation :
#026         Output("Attemp to lock region already locked");
#027         break;
#028     case CFileException::sharingViolation :
#029         Output("Sharing Violation - load share.exe");
#030         break;
#031     case CFileException::tooManyOpenFiles :
#032         Output("Too Many Open Files");
#033         break;
#034     }
#035 }
```

让我简单地做一个说明。*TRY* 区块中的动作（本例为开档、写档、关档）如果在执行时期有任何exception 发生，就会跳到*CATCH* 区块中执行。*CATCH* 的第一个参数是 exception type：如果是文件方面的exception，就是*CFileException*，如果是内存方面的exception，那么就是*CMemoryException*。*CATCH* 的第二个参数是一个对象，经由其资料成员*m_cause*，我们可以获知exception 的发生原因。这些原因（如accessDenied, badPath, diskFull, FileNoteFound...）都定义于AFX.H 中。

程序代码产生器：AppWizard

有一个Generic 范例程序，号称为「Windows 程序之母」，恐怕大家都是从那里跨出Windows 程序设计的第一步。过去，当我要开始一个新的project，我就把Generic 的所有文件拷贝到新的子目录下，然后改变文件名，然后把makefile 中所有的"GENERIC" 字符串改为新project 名称字符串。我还必须改变C 文件中的窗口类别名称、窗口标题、菜单名称、对话框名称；我必须改变RC 文件中的菜单、对话框等资源；我也得改变DEF 档中的模块名称和DESCRIPTION 叙述句。这些琐碎的事做完，我才开始在DEF、C、RC 档中添骨添肉。

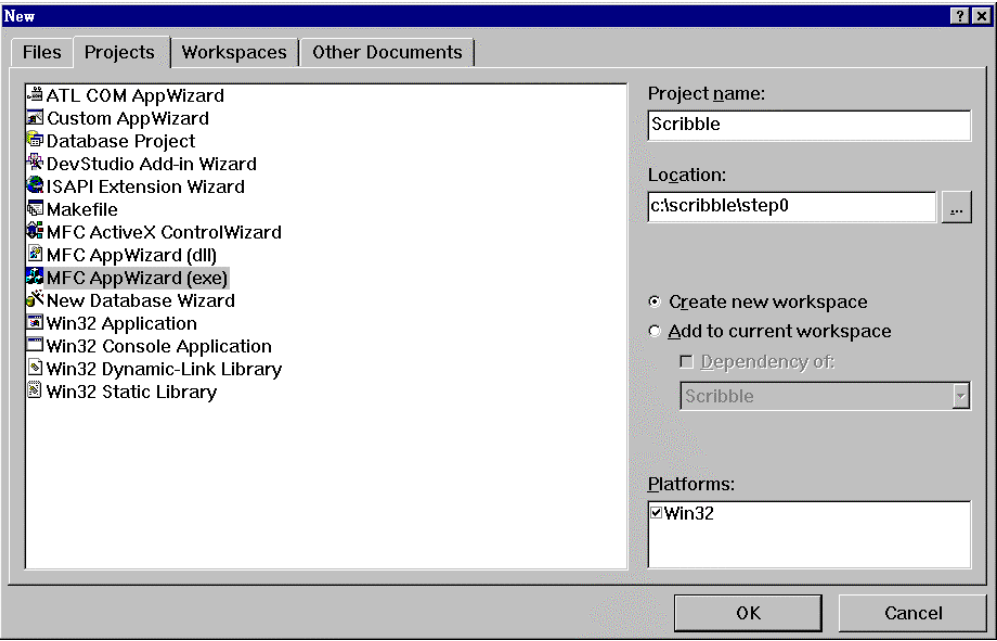
数以打计的小步骤要做!!

有了AppWizard，这些沉闷而令人生厌的琐碎工作都将自动化起来。不止如此，AppWizard 可以为我们做出一致化的骨干程序出来。以此种方式应付（我的意思是产生）标准接口十分合适。

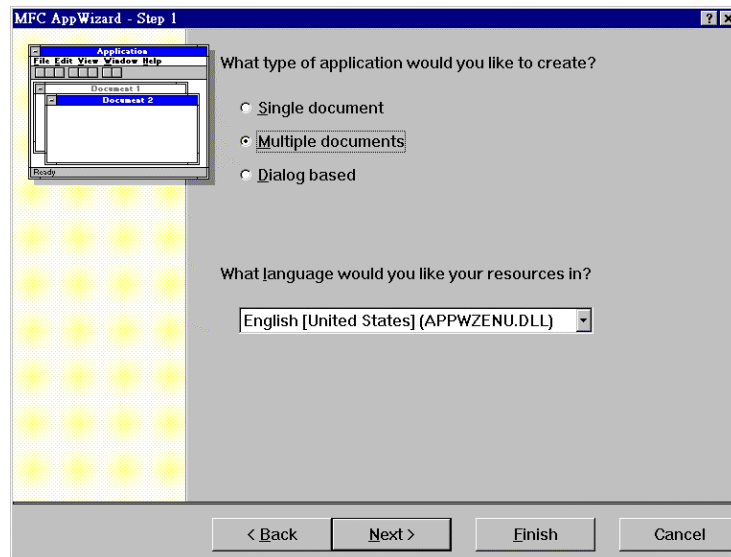
你可以从Visual C++ 整合环境中激活AppWizard。第一次使用时机是当你要展开一个新的project 之时。首先，为project 命名并为它找一个栖身场所（一个磁盘目录），然后选择你想要的程序风格（例如SDI 或MDI）。问答题作完，劈哩啪啦呼噜哗啦，AppWizard 很快为你产生一个骨干程序。这是一个完整的，不需增减任何一行码就可编译执行的程式，虽然它什么大事儿都没做，却保证令你印象深刻。外观（使用者接口）十分华丽，Win32 程序员穷数星期之心力也不见得做得出这样漂亮丰富的接口来。

东圈西点完成 MFC 程序骨干

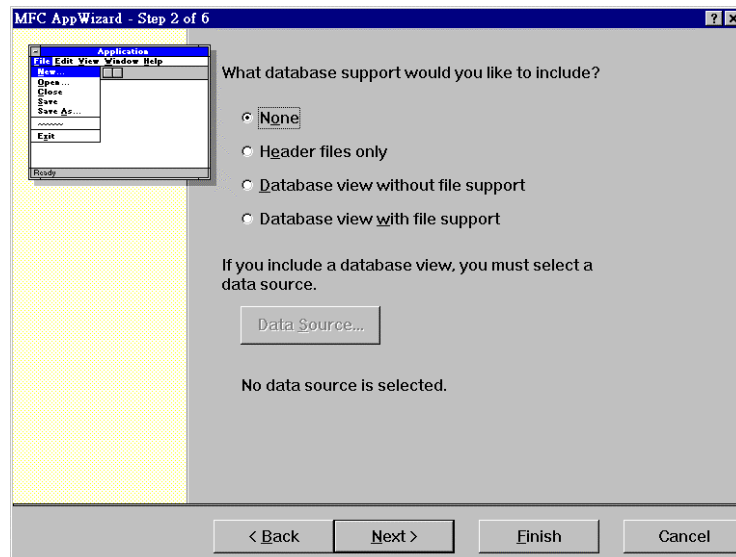
选按【File/New】，并在【New】对话框中选择【Project】附页。然后再在其中选择MFC Application (exe)，于是准备进入AppWizard 建立"Scribble" project。右边的磁盘目录和project 名称亦需填妥。



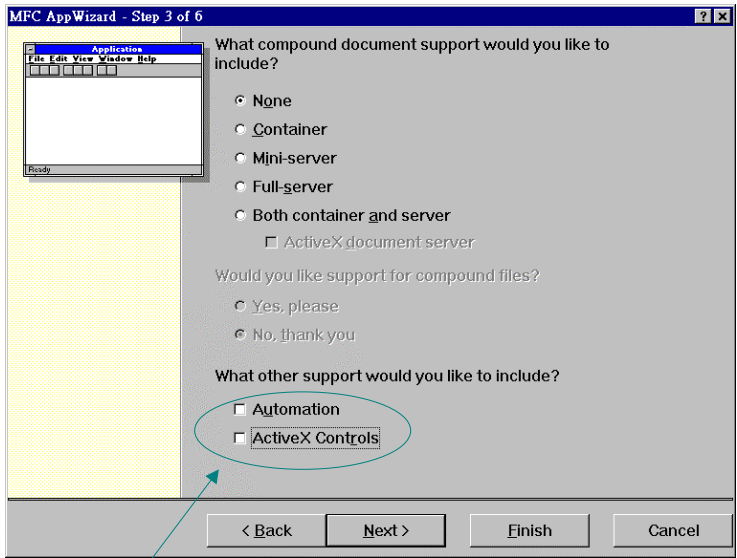
MFC AppWizard 步骤一，选择SDI 或MDI 或Dialog-based 程序风格。预设情况是MDI。



MFC AppWizard 步骤二，选择是否需要数据库支持。预设情况是None。

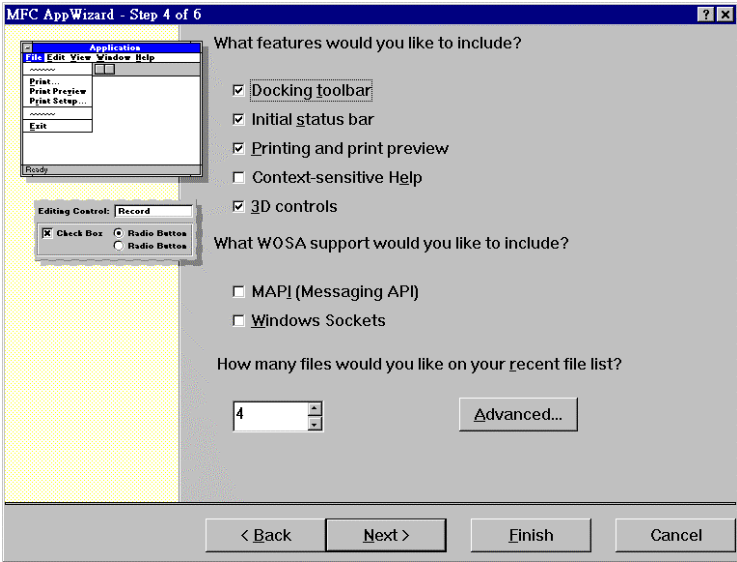


MFC AppWizard 步骤三，选择是否需要compound document 和ActiveX 支持。预设情况下支持ActiveX Controls，本例为求简化，将它关闭。

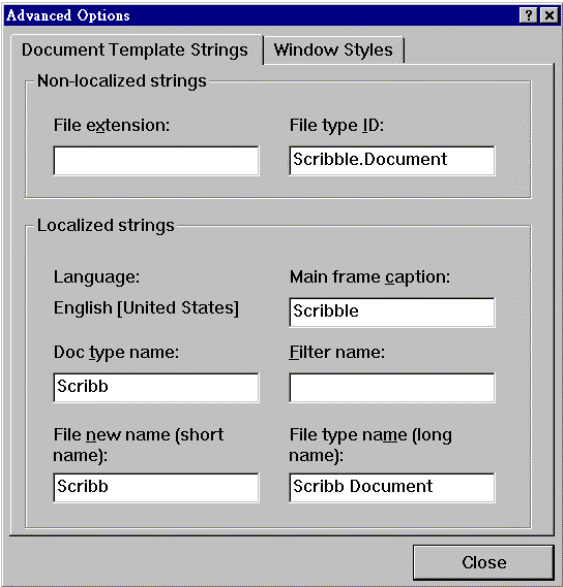


注意，在VC++ 4.x 版中此处为OLE Automation 和OLE controls。

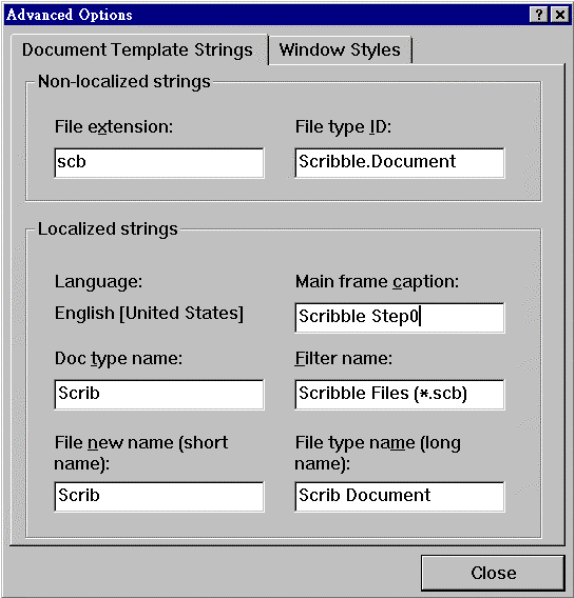
MFC AppWizard 步骤四，选择使用者接口。预设情况下【Context Sensitive Help】未设立。



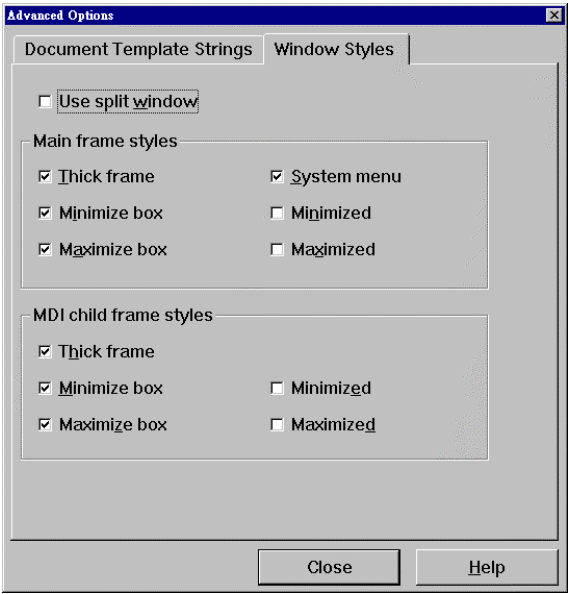
MFC AppWizard 步骤四的【Advanced】带出【Advanced Options】对话框：



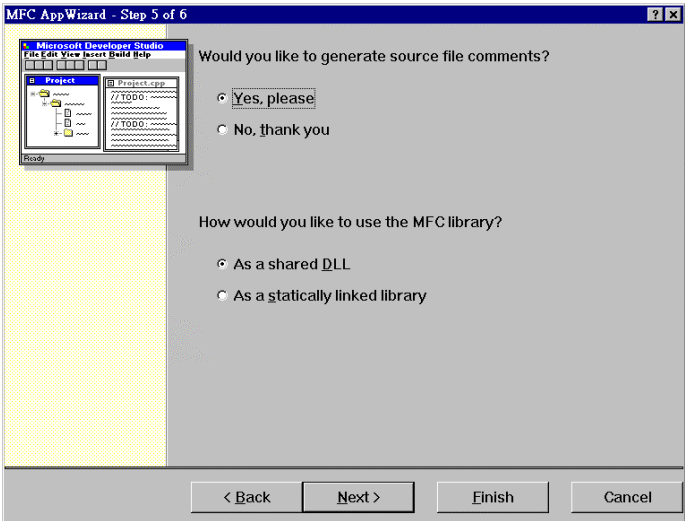
把上图修改为下面这个样子。这些修改对程序代码带来的变化，将在第 7 章中说明。



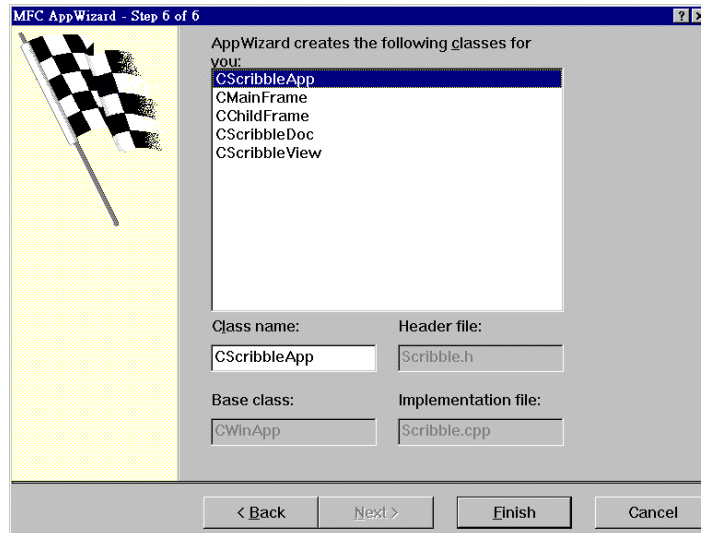
MFC AppWizard 【Advanced Options】的另一附页。其中最上面的一个核示钮【Use split window】预设是关闭状态。如果要制作分裂窗口（如本书第11 章），把它打开就是了。



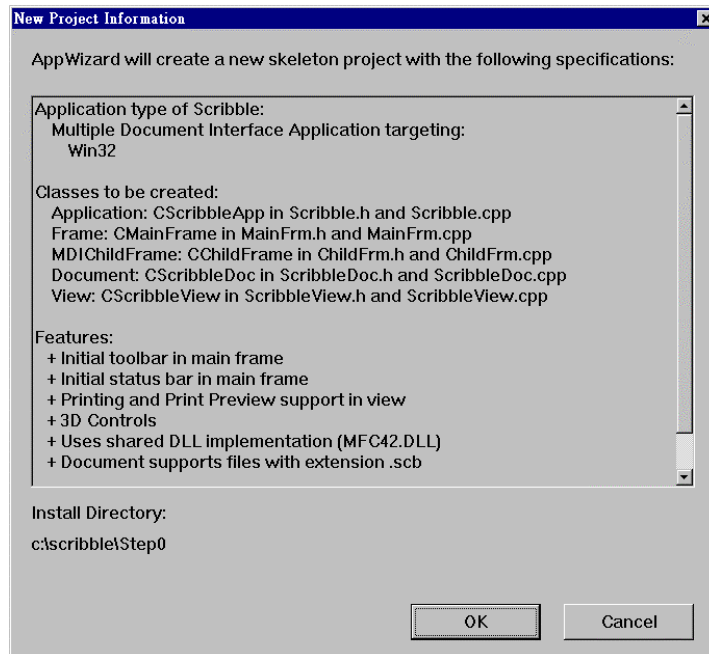
MFC AppWizard 步骤五，提供另一些选项，询问要不要为你的源代码产生一些说明文字。并询问你希望使用的MFC 版本（动态联结版或静态联结版）。



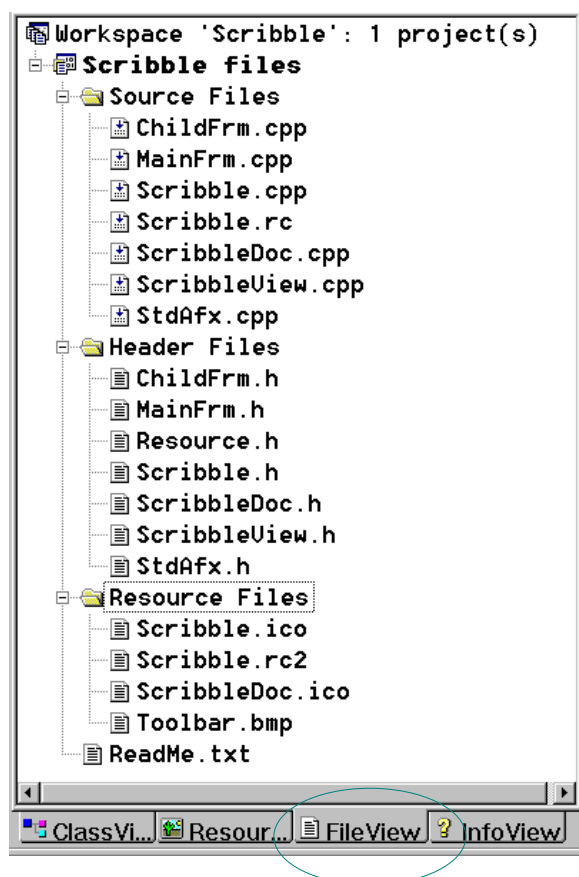
MFC AppWizard 步骤六（最后一步），允许你更改档名或类别名称。完成后按下【Finish】



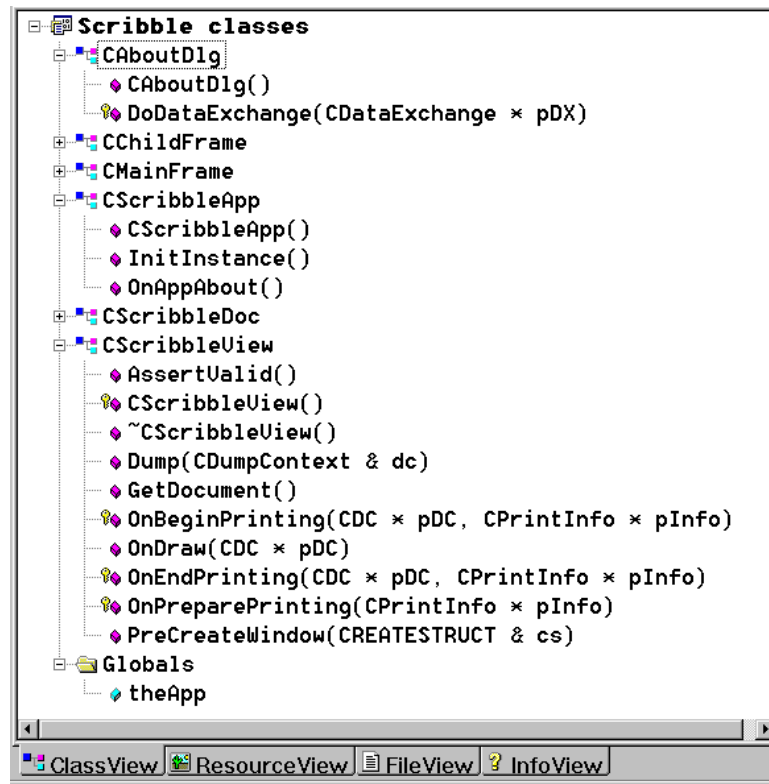
MFC AppWizard 获得的清单（包括文件和类别）：



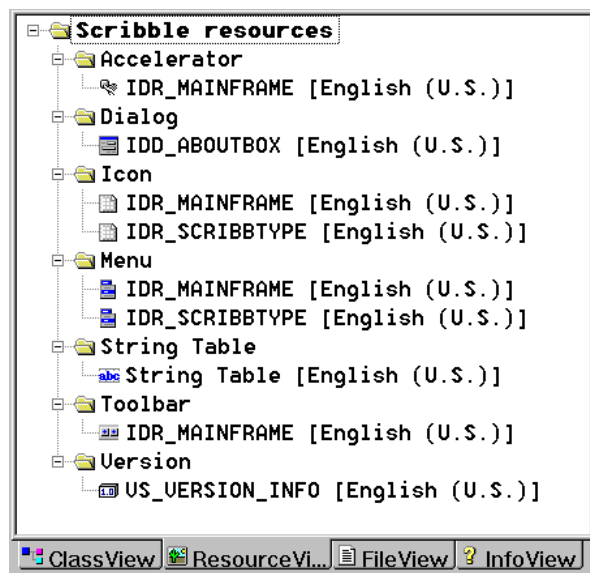
一行程序代码都还没写，就获得了这么多文件。你可以选择【Win32 Debug】或【Win32 Release】来建造（building）程序，获得的二进制文件将放在不同的子目录中。



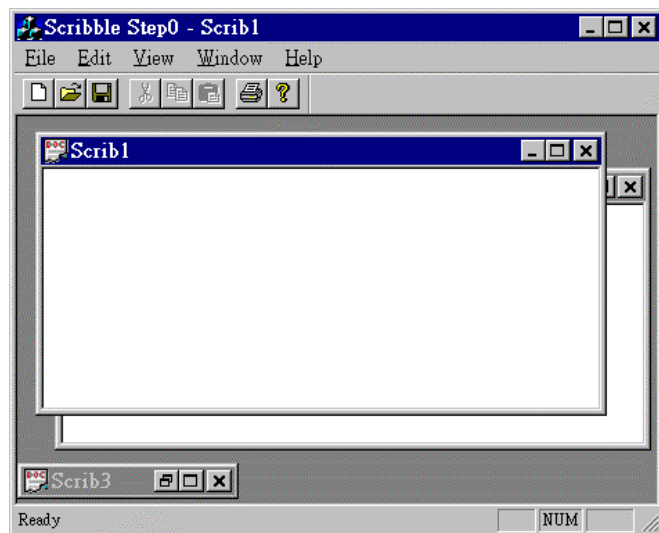
一行程序代码都还没写，就获得了这么多类别。



一行程序代码都还没写，就获得了这么多资源。



一行程序代码都没写，只是点点按按，我们就获得了一个令人惊艳的程序。基本功能一应俱全（文件对话框、打印机设定、Help、工具栏、状态列...），却什么也不能做（那是当然）。



AppWizard 总是为一般的应用程序产生五个类别。我所谓的「一般程序」是指non-OLE 以及non-ODBC 程序。针对上述的Scribble 程序，它产生的类别列于图4-7。

类别名称	基础类别	类别声明于	类别定义于
<i>CScribbleApp</i>	<i>CWinApp</i>	Scribble.h	Scribble.cpp
<i>CMainFrame</i>	<i>CMDIFrameWnd</i>	Mainfrm.h	Mainfrm.cpp
<i>CChildFrame</i>	<i>CMDIChildWnd</i>	Childfrm.h	Childfrm.cpp
<i>CScribbleDoc</i>	<i>CDocument</i>	ScribbleDoc.h	ScribbleDoc.cpp
<i>CScribbleView</i>	<i>CView</i>	ScribbleView.h	ScribbleView.cpp

图4-7 Scribble Step0 (骨干程序) 中，各个类别的相关资料。事实上Scribble 程序中用到了 9 个类别，不过只有上述 5 个类别需要改写 (override)。

你最好把哪一个类别衍生自哪一个MFC 类别弄清楚，并搞懂AppWizard 的命名规则。大致上命名规则是这样的：

```
'C' + ProjectName + Classtype = Class Name
```

所有的类别名称都由AppWizard 自动命名，如果你喜欢，也可以在AppWizard 的步骤六改变之。这些类别名称可以很长很长 (Windows 95 与Windows NT 均支持长档名)。每个类别都对应一个.H (类别声明) 和一个.CPP (类别定义)。

AppWizard 十分周到地为我们产生了一个README.TXT，对各个文件都有解释 (图4-8)。从激活AppWizard 到建立Scribble.exe，如果你是熟手，机器又不慢的话，不需要一分钟。拿着码表算时间其实不具意义 (就像计算程序行数多寡一样地不具意义)，我要说的是它的确便利。

```
=====
MICROSOFT FOUNDATION CLASS LIBRARY : Scribble
=====

AppWizard has created this Scribble application for you. This application
not only demonstrates the basics of using the Microsoft Foundation classes
but is also a starting point for writing your application.

This file contains a summary of what you will find in each of the files that
make up your Scribble application.

Scribble.h
    This is the main header file for the application. It includes other
    project specific headers (including Resource.h) and declares the
    CScribbleApp application class.

Scribble.cpp
    This is the main application source file that contains the application
    class CScribbleApp.

Scribble.rc
    This is a listing of all of the Microsoft Windows resources that the
    program uses. It includes the icons, bitmaps, and cursors that are stored
    in the RES subdirectory. This file can be directly edited in Microsoft
    Developer Studio.

res\Scribble.ico
    This is an icon file, which is used as the application's icon. This
    icon is included by the main resource file Scribble.rc.

res\Scribble.rc2
    This file contains resources that are not edited by Microsoft
    Developer Studio. You should place all resources not
    editable by the resource editor in this file.

Scribble.clw
    This file contains information used by ClassWizard to edit existing
    classes or add new classes. ClassWizard also uses this file to store
    information needed to create and edit message maps and dialog data
    maps and to create prototype member functions.

////////////////////////////////////

For the main frame window:
```

```

MainFrm.h, MainFrm.cpp
    These files contain the frame class CMainFrame, which is derived from
    CMDIFrameWnd and controls all MDI frame features.

res\Toolbar.bmp
    This bitmap file is used to create tiled images for the toolbar.
    The initial toolbar and status bar are constructed in the
    CMainFrame class. Edit this toolbar bitmap along with the
    array in MainFrm.cpp to add more toolbar buttons.

////////////////////////////////////

AppWizard creates one document type and one view:

ScribbleDoc.h, ScribbleDoc.cpp - the document
    These files contain your CScribbleDoc class. Edit these files to
    add your special document data and to implement file saving and loading
    (via CScribbleDoc::Serialize).

ScribbleView.h, ScribbleView.cpp - the view of the document
    These files contain your CScribbleView class.
    CScribbleView objects are used to view CScribbleDoc objects.

res\ScribbleDoc.ico
    This is an icon file, which is used as the icon for MDI child windows
    for the CScribbleDoc class. This icon is included by the main
    resource file Scribble.rc.

////////////////////////////////////

Other standard files:

StdAfx.h, StdAfx.cpp
    These files are used to build a precompiled header (PCH) file
    named Scribble.pch and a precompiled types file named StdAfx.obj.

Resource.h
    This is the standard header file, which defines new resource IDs.
    Microsoft Developer Studio reads and updates this file.

////////////////////////////////////

Other notes:

AppWizard uses "TODO:" to indicate parts of the source code you
should add to or customize.

```

If your application uses MFC in a shared DLL, and your application is in a language other than the operating system's current language, you will need to copy the corresponding localized resources MFC40XXX.DLL from the Microsoft Visual C++ CD-ROM onto the system or system32 directory, and rename it to be MFCLOC.DLL. ("XXX" stands for the language abbreviation. For example, MFC40DEU.DLL contains resources translated to German.) If you don't do this, some of the UI elements of your application will remain in the language of the operating system.

图4-8 Scribble 程序的readme.txt 档。

别忘了，AppWizard 产生的是化学反应而不是物理反应，是不能够还原的。我们很容易犯的错误是像进入糖果店里的小孩一样，每样东西都想要。你应该约束自己，因为错一步已是百年身，不能稍后又回到AppWizard 要求去掉或改变某些选项，例如想把SDI 改为MDI 或是想增加OLE 支持等等，都不能够。欲变更程序，只有两条路可走：要不就令AppWizard 重新产生一组新的程序骨干，然后回到原程序中打捞点什么可以用的，以Copy/Paste 方式移植过来；要不就是直接进入原来程序修修补补。至于修补过程中到底会多么令人厌烦，那就不一而论了。所以，在开始你的程序撰写之前，小心做好系统分析的工作。

Scribble 是第四篇程序的起点。我将在第四篇以每章一个主题的方式，为它加上新的功能。下面是Scribble step0 的源代码。

SCRIBBLE.H

```
#0001 // Scribble.h : main header file for the SCRIBBLE application
#0002 //
#0003
#0004 #ifndef __AFXWIN_H__
#0005 #error include 'stdafx.h' before including this file for PCH
#0006 #endif
#0007
#0008 #include "resource.h" // main symbols
#0009
#0010 //////////////////////////////////////
#0011 // CScribbleApp:
#0012 // See Scribble.cpp for the implementation of this class
#0013 //
```



```

#0014
#0015 class CScribbleApp : public CWinApp
#0016 {
#0017 public:
#0018     CScribbleApp();
#0019
#0020 // Overrides
#0021 // ClassWizard generated virtual function overrides
#0022 //{{AFX_VIRTUAL(CScribbleApp)
#0023 public:
#0024     virtual BOOL InitInstance();
#0025     //}}AFX_VIRTUAL
#0026
#0027 // Implementation
#0028
#0029 //{{AFX_MSG(CScribbleApp)
#0030     afx_msg void OnAppAbout();
#0031     // NOTE - the ClassWizard will add and remove member functions here.
#0032     //      DO NOT EDIT what you see in these blocks of generated code !
#0033     //}}AFX_MSG
#0034     DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0035 };

```

MAINFRM.H

```

#0001 // MainFrm.h : interface of the CMainFrame class
#0002 //
#0003 //////////////////////////////////////
#0004
#0005 class CMainFrame : public CMDIFrameWnd
#0006 {
#0007     DECLARE_DYNAMIC(CMainFrame)
#0008 public:
#0009     CMainFrame();
#0010
#0011 // Attributes
#0012 public:
#0013
#0014 // Operations
#0015 public:
#0016
#0017 // Overrides
#0018 // ClassWizard generated virtual function overrides
#0019 //{{AFX_VIRTUAL(CMainFrame)
#0020     virtual BOOL PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs);
#0021     //}}AFX_VIRTUAL

```

```
#0022
#0023 // Implementation
#0024 public:
#0025     virtual ~CMainFrame();
#0026 #ifdef _DEBUG
#0027     virtual void AssertValid() const;
#0028     virtual void Dump(CDumpContext& dc) const;
#0029 #endif
#0030
#0031 protected: // control bar embedded members
#0032     CStatusBar  m_wndStatusBar;
#0033     CToolBar    m_wndToolBar;
#0034
#0035 // Generated message map functions
#0036 protected:
#0037     //{AFX_MSG(CMainFrame)
#0038     afx_msg int OnCreate(LPCREATESTRUCT lpCreateStruct);
#0039     // NOTE - the ClassWizard will add and remove member functions here.
#0040     //     DO NOT EDIT what you see in these blocks of generated code!
#0041     //}AFX_MSG
#0042     DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0043 };
```

CHILDFRM.H

```
#0001 // ChildFrm.h : interface of the CChildFrame class
#0002 //
#0003 //////////////////////////////////////
#0004
#0005 class CChildFrame : public CMDIChildWnd
#0006 {
#0007     DECLARE_DYNCREATE(CChildFrame)
#0008 public:
#0009     CChildFrame();
#0010
#0011 // Attributes
#0012 public:
#0013
#0014 // Operations
#0015 public:
#0016
#0017 // Overrides
#0018 // ClassWizard generated virtual function overrides
#0019 //{AFX_VIRTUAL(CChildFrame)
#0020 virtual BOOL PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs);
#0021 //}AFX_VIRTUAL
```

```

#0022
#0023 // Implementation
#0024 public:
#0025     virtual ~CChildFrame();
#0026 #ifdef _DEBUG
#0027     virtual void AssertValid() const;
#0028     virtual void Dump(CDumpContext& dc) const;
#0029 #endif
#0030
#0031 // Generated message map functions
#0032 protected:
#0033     //{AFX_MSG(CChildFrame)
#0034         // NOTE - the ClassWizard will add and remove member functions here.
#0035         //      DO NOT EDIT what you see in these blocks of generated code!
#0036     //}AFX_MSG
#0037     DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0038 };

```

SCRIBBLEDOC.H

```

#0001 // ScribbleDoc.h : interface of the CScribbleDoc class
#0002 //
#0003 //////////////////////////////////////
#0004
#0005 class CScribbleDoc : public CDocument
#0006 {
#0007     protected: // create from serialization only
#0008         CScribbleDoc();
#0009         DECLARE_DYNCREATE(CScribbleDoc)
#0010
#0011     // Attributes
#0012     public:
#0013
#0014     // Operations
#0015     public:
#0016
#0017     // Overrides
#0018     // ClassWizard generated virtual function overrides
#0019     //{AFX_VIRTUAL(CScribbleDoc)
#0020     public:
#0021         virtual BOOL OnNewDocument();
#0022         virtual void Serialize(CArchive& ar);
#0023     //}AFX_VIRTUAL
#0024
#0025     // Implementation
#0026     public:

```

```
#0027 virtual ~CScribbleDoc();
#0028 #ifdef _DEBUG
#0029 virtual void AssertValid() const;
#0030 virtual void Dump(CDumpContext& dc) const;
#0031 #endif
#0032
#0033 protected:
#0034
#0035 // Generated message map functions
#0036 protected:
#0037 //{{AFX_MSG(CScribbleDoc)
#0038     // NOTE - the ClassWizard will add and remove member functions here.
#0039     //      DO NOT EDIT what you see in these blocks of generated code !
#0040 //}}AFX_MSG
#0041 DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0042 };
```

SCRIBBLEVIEW.H

```
#0001 // ScribbleView.h : interface of the CScribbleView class
#0002 //
#0003 //////////////////////////////////////
#0004
#0005 class CScribbleView : public CView
#0006 {
#0007 protected: // create from serialization only
#0008     CScribbleView();
#0009     DECLARE_DYNCREATE(CScribbleView)
#0010
#0011 // Attributes
#0012 public:
#0013     CScribbleDoc* GetDocument();
#0014
#0015 // Operations
#0016 public:
#0017
#0018 // Overrides
#0019 // ClassWizard generated virtual function overrides
#0020 //{{AFX_VIRTUAL(CScribbleView)
#0021 public:
#0022     virtual void OnDraw(CDC* pDC); // overridden to draw this view
#0023     virtual BOOL PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs);
#0024 protected:
#0025     virtual BOOL OnPreparePrinting(CPrintInfo* pInfo);
#0026     virtual void OnBeginPrinting(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo);
#0027     virtual void OnEndPrinting(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo);
```

```

#0028  //}}AFX_VIRTUAL
#0029
#0030  // Implementation
#0031  public:
#0032  virtual ~CScribbleView();
#0033  #ifdef _DEBUG
#0034  virtual void AssertValid() const;
#0035  virtual void Dump(CDumpContext& dc) const;
#0036  #endif
#0037
#0038  protected:
#0039
#0040  // Generated message map functions
#0041  protected:
#0042  //{{AFX_MSG(CScribbleView)
#0043  // NOTE - the ClassWizard will add and remove member functions here.
#0044  //      DO NOT EDIT what you see in these blocks of generated code !
#0045  //}}AFX_MSG
#0046  DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0047  };
#0048
#0049  #ifndef _DEBUG // debug version in ScribbleView.cpp
#0050  inline CScribbleDoc* CScribbleView::GetDocument()
#0051  { return (CScribbleDoc*)m_pDocument; }
#0052  #endif

```

STDAFX.H

```

#0001  // stdafx.h : include file for standard system include files,
#0002  // or project specific include files that are used frequently, but
#0003  //      are changed infrequently
#0004  //
#0005
#0006  #define VC_EXTRALEAN // Exclude rarely-used stuff from Windows headers
#0007
#0008  #include <afxwin.h> // MFC core and standard components
#0009  #include <afxext.h> // MFC extensions
#0010  #ifndef _AFX_NO_AFXCMN_SUPPORT
#0011  #include <afxcmn.h> // MFC support for Windows Common Controls
#0012  #endif // _AFX_NO_AFXCMN_SUPPORT

```

RESOURCE.H

```

#0001  //{{NO_DEPENDENCIES}}
#0002  // Microsoft Visual C++ generated include file.

```

```
#0003 // Used by SCRIBBLE.RC
#0004 //
#0005 #define IDR_MAINFRAME            128
#0006 #define IDR_SCRIBTYPE           129
#0007 #define IDD_ABOUTBOX            100
#0008
#0009 // Next default values for new objects
#0010 //
#0011 #ifdef APSTUDIO_INVOKED
#0012 #ifndef APSTUDIO_READONLY_SYMBOLS
#0013 #define _APS_3D_CONTROLS           1
#0014 #define _APS_NEXT_RESOURCE_VALUE   130
#0015 #define _APS_NEXT_CONTROL_VALUE    1000
#0016 #define _APS_NEXT_SYMED_VALUE     101
#0017 #define _APS_NEXT_COMMAND_VALUE    32771
#0018 #endif
#0019 #endif
```

STDAFX.CPP

```
#0001 // stdafx.cpp : source file that includes just the standard includes
#0002 //      Scribble.pch will be the pre-compiled header
#0003 //      stdafx.obj will contain the pre-compiled type information
#0004
#0005 #include "stdafx.h"
```

SCRIBBLE.CPP

```
#0001 // Scribble.cpp : Defines the class behaviors for the application.
#0002 //
#0003
#0004 #include "stdafx.h"
#0005 #include "Scribble.h"
#0006
#0007 #include "MainFrm.h"
#0008 #include "ChildFrm.h"
#0009 #include "ScribbleDoc.h"
#0010 #include "ScribbleView.h"
#0011
#0012 #ifdef _DEBUG
#0013 #define new DEBUG_NEW
#0014 #undef THIS_FILE
#0015 static char THIS_FILE[] = __FILE__;
#0016 #endif
#0017
```

```

#0018 //////////////////////////////////////////////////
#0019 // CScribbleApp
#0020
#0021 BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleApp, CWinApp)
#0022     //{AFX_MSG_MAP(CScribbleApp)
#0023     ON_COMMAND(ID_APP_ABOUT, OnAppAbout)
#0024         // NOTE - the ClassWizard will add and remove mapping macros here.
#0025         //     DO NOT EDIT what you see in these blocks of generated code!
#0026     //}AFX_MSG_MAP
#0027     // Standard file based document commands
#0028     ON_COMMAND(ID_FILE_NEW, CWinApp::OnFileNew)
#0029     ON_COMMAND(ID_FILE_OPEN, CWinApp::OnFileOpen)
#0030     // Standard print setup command
#0031     ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_SETUP, CWinApp::OnFilePrintSetup)
#0032 END_MESSAGE_MAP()
#0033
#0034 //////////////////////////////////////////////////
#0035 // CScribbleApp construction
#0036
#0037 CScribbleApp::CScribbleApp()
#0038 {
#0039     // TODO: add construction code here,
#0040     // Place all significant initialization in InitInstance
#0041 }
#0042
#0043 //////////////////////////////////////////////////
#0044 // The one and only CScribbleApp object
#0045
#0046 CScribbleApp theApp;
#0047
#0048 //////////////////////////////////////////////////
#0049 // CScribbleApp initialization
#0050
#0051 BOOL CScribbleApp::InitInstance()
#0052 {
#0053     // Standard initialization
#0054     // If you are not using these features and wish to reduce the size
#0055     // of your final executable, you should remove from the following
#0056     // the specific initialization routines you do not need.
#0057
#0058     #ifdef _AFXDLL
#0059         Enable3dControls();      // Call this when using MFC in a shared DLL
#0060     #else
#0061         Enable3dControlsStatic(); // Call this when linking to MFC statically
#0062     #endif
#0063

```

```
#0064 // 侯俊杰注：0065~0068 为Visual C++ 5.0 新增
#0065 // Change the registry key under which our settings are stored.
#0066 // You should modify this string to be something appropriate
#0067 // such as the name of your company or organization.
#0068 SetRegistryKey(_T("Local AppWizard-Generated Applications"));
#0069
#0070 LoadStdProfileSettings(); // Load std INI file options (including MRU)
#0071
#0072 // Register the application's document templates. Document templates
#0073 // serve as the connection between documents, frame windows and views.
#0074
#0075 CMultiDocTemplate* pDocTemplate;
#0076 pDocTemplate = new CMultiDocTemplate(
#0077     IDR_SCRIBTYPE,
#0078     RUNTIME_CLASS(CScribbleDoc),
#0079     RUNTIME_CLASS(CChildFrame), // custom MDI child frame
#0080     RUNTIME_CLASS(CScribbleView));
#0081 AddDocTemplate(pDocTemplate);
#0082
#0083 // create main MDI Frame window
#0084 CMainFrame* pMainFrame = new CMainFrame;
#0085 if (!pMainFrame->LoadFrame(IDR_MAINFRAME))
#0086     return FALSE;
#0087 m_pMainWnd = pMainFrame;
#0088
#0089 // Enable drag/drop open
#0090 m_pMainWnd->DragAcceptFiles();
#0091
#0092 // Enable DDE Execute open
#0093 EnableShellOpen();
#0094 RegisterShellFileTypes(TRUE);
#0095
#0096 // Parse command line for standard shell commands, DDE, file open
#0097 CCommandLineInfo cmdInfo;
#0098 ParseCommandLine(cmdInfo);
#0099
#0100 // Dispatch commands specified on the command line
#0101 if (!ProcessShellCommand(cmdInfo))
#0102     return FALSE;
#0103
#0104 // The main window has been initialized, so show and update it.
#0105 pMainFrame->ShowWindow(m_nCmdShow);
#0106 pMainFrame->UpdateWindow();
#0107
#0108 return TRUE;
#0109 }
```



```
#0110
#0111 ///////////////////////////////////////////////////
#0112 // CAboutDlg dialog used for App About
#0113
#0114 class CAboutDlg : public CDialog
#0115 {
#0116 public:
#0117     CAboutDlg();
#0118
#0119 // Dialog Data
#0120 //{{AFX_DATA(CAboutDlg)
#0121 enum { IDD = IDD_ABOUTBOX };
#0122 //}}AFX_DATA
#0123
#0124 // ClassWizard generated virtual function overrides
#0125 //{{AFX_VIRTUAL(CAboutDlg)
#0126 protected:
#0127     virtual void DoDataExchange(CDataExchange* pDX); // DDX/DDV support
#0128 //}}AFX_VIRTUAL
#0129
#0130 // Implementation
#0131 protected:
#0132 //{{AFX_MSG(CAboutDlg)
#0133     // No message handlers
#0134 //}}AFX_MSG
#0135 DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0136 };
#0137
#0138 CAboutDlg::CAboutDlg() : CDialog(CAboutDlg::IDD)
#0139 {
#0140     //{{AFX_DATA_INIT(CAboutDlg)
#0141     //}}AFX_DATA_INIT
#0142 }
#0143
#0144 void CAboutDlg::DoDataExchange(CDataExchange* pDX)
#0145 {
#0146     CDialog::DoDataExchange(pDX);
#0147 //{{AFX_DATA_MAP(CAboutDlg)
#0148 //}}AFX_DATA_MAP
#0149 }
#0150
#0151 BEGIN_MESSAGE_MAP(CAboutDlg, CDialog)
#0152 //{{AFX_MSG_MAP(CAboutDlg)
#0153     // No message handlers
#0154 //}}AFX_MSG_MAP
#0155 END_MESSAGE_MAP()
```

```
#0156
#0157 // App command to run the dialog
#0158 void CScribbleApp::OnAppAbout()
#0159 {
#0160     CAboutDlg aboutDlg;
#0161     aboutDlg.DoModal();
#0162 }
#0163
#0164 //////////////////////////////////////
#0165 // CScribbleApp commands
```

MAINFRM.CPP

```
#0001 // MainFrm.cpp : implementation of the CMainFrame class
#0002 //
#0003
#0004 #include "stdafx.h"
#0005 #include "Scribble.h"
#0006
#0007 #include "MainFrm.h"
#0008
#0009 #ifdef _DEBUG
#0010 #define new DEBUG_NEW
#0011 #undef THIS_FILE
#0012 static char THIS_FILE[] = __FILE__;
#0013 #endif
#0014
#0015 //////////////////////////////////////
#0016 // CMainFrame
#0017
#0018 IMPLEMENT_DYNAMIC(CMainFrame, CMDIFrameWnd)
#0019
#0020 BEGIN_MESSAGE_MAP(CMainFrame, CMDIFrameWnd)
#0021     //{AFX_MSG_MAP(CMainFrame)
#0022         // NOTE - the ClassWizard will add and remove mapping macros here.
#0023         //      DO NOT EDIT what you see in these blocks of generated code !
#0024     ON_WM_CREATE()
#0025     //}AFX_MSG_MAP
#0026 END_MESSAGE_MAP()
#0027
#0028 static UINT indicators[] =
#0029 {
#0030     ID_SEPARATOR,          // status line indicator
#0031     ID_INDICATOR_CAPS,
#0032     ID_INDICATOR_NUM,
#0033     ID_INDICATOR_SCRL,
```

```
#0034 };
#0035
#0036 //////////////////////////////////////
#0037 // CMainFrame construction/destruction
#0038
#0039 CMainFrame::CMainFrame()
#0040 {
#0041     // TODO: add member initialization code here
#0042
#0043 }
#0044
#0045 CMainFrame::~CMainFrame()
#0046 {
#0047 }
#0048
#0049 int CMainFrame::OnCreate(LPCREATESTRUCT lpCreateStruct)
#0050 {
#0051     if (CMDIFrameWnd::OnCreate(lpCreateStruct) == -1)
#0052         return -1;
#0053
#0054     if (!m_wndToolBar.Create(this) ||
#0055         !m_wndToolBar.LoadToolBar(IDR_MAINFRAME))
#0056     {
#0057         TRACE0("Failed to create toolbar\n");
#0058         return -1;    // fail to create
#0059     }
#0060
#0061     if (!m_wndStatusBar.Create(this) ||
#0062         !m_wndStatusBar.SetIndicators(indicators,
#0063         sizeof(indicators)/sizeof(UINT)))
#0064     {
#0065         TRACE0("Failed to create status bar\n");
#0066         return -1;    // fail to create
#0067     }
#0068
#0069     // TODO: Remove this if you don't want tool tips or a resizeable toolbar
#0070     m_wndToolBar.SetBarStyle(m_wndToolBar.GetBarStyle() |
#0071         CBRS_TOOLTIPS | CBRS_FLYBY | CBRS_SIZE_DYNAMIC);
#0072
#0073     // TODO: Delete these three lines if you don't want the toolbar to
#0074     // be dockable
#0075     m_wndToolBar.EnableDocking(CBRS_ALIGN_ANY);
#0076     EnableDocking(CBRS_ALIGN_ANY);
#0077     DockControlBar(&m_wndToolBar);
#0078
#0079     return 0;
```

```
#0080 }
#0081
#0082 BOOL CMainFrame::PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs)
#0083 {
#0084     // TODO: Modify the Window class or styles here by modifying
#0085     // the CREATESTRUCT cs
#0086
#0087     return CMDIFrameWnd::PreCreateWindow(cs);
#0088 }
#0089
#0090 //////////////////////////////////////
#0091 // CMainFrame diagnostics
#0092
#0093 #ifdef _DEBUG
#0094 void CMainFrame::AssertValid() const
#0095 {
#0096     CMDIFrameWnd::AssertValid();
#0097 }
#0098
#0099 void CMainFrame::Dump(CDumpContext& dc) const
#0100 {
#0101     CMDIFrameWnd::Dump(dc);
#0102 }
#0103
#0104 #endif // _DEBUG
#0105
#0106 //////////////////////////////////////
#0107 // CMainFrame message handlers
```

CHILDFRM.CPP

```
#0001 // ChildFrm.cpp : implementation of the CChildFrame class
#0002 //
#0003
#0004 #include "stdafx.h"
#0005 #include "Scribble.h"
#0006
#0007 #include "ChildFrm.h"
#0008
#0009 #ifdef _DEBUG
#0010 #define new DEBUG_NEW
#0011 #undef THIS_FILE
#0012 static char THIS_FILE[] = __FILE__;
#0013 #endif
#0014
#0015 //////////////////////////////////////
```

```
#0016 // CChildFrame
#0017
#0018 IMPLEMENT_DYNCREATE(CChildFrame, CMDIChildWnd)
#0019
#0020 BEGIN_MESSAGE_MAP(CChildFrame, CMDIChildWnd)
#0021     //{AFX_MSG_MAP(CChildFrame)
#0022         // NOTE - the ClassWizard will add and remove mapping macros here.
#0023         // DO NOT EDIT what you see in these blocks of generated code !
#0024     //}AFX_MSG_MAP
#0025 END_MESSAGE_MAP()
#0026
#0027 //////////////////////////////////////
#0028 // CChildFrame construction/destruction
#0029
#0030 CChildFrame::CChildFrame()
#0031 {
#0032     // TODO: add member initialization code here
#0033 }
#0034 }
#0035
#0036 CChildFrame::~CChildFrame()
#0037 {
#0038 }
#0039
#0040 BOOL CChildFrame::PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs)
#0041 {
#0042     // TODO: Modify the Window class or styles here by modifying
#0043     // the CREATESTRUCT cs
#0044
#0045     return CMDIChildWnd::PreCreateWindow(cs);
#0046 }
#0047
#0048 //////////////////////////////////////
#0049 // CChildFrame diagnostics
#0050
#0051 #ifdef _DEBUG
#0052 void CChildFrame::AssertValid() const
#0053 {
#0054     CMDIChildWnd::AssertValid();
#0055 }
#0056
#0057 void CChildFrame::Dump(CDumpContext& dc) const
#0058 {
#0059     CMDIChildWnd::Dump(dc);
#0060 }
#0061
```

```
#0062 #endif //_DEBUG
#0063
#0064 //////////////////////////////////////
#0065 // CChildFrame message handlers
```

SCRIBBLEDOC.CPP

```
#0001 // ScribbleDoc.cpp : implementation of the CScribbleDoc class
#0002 //
#0003
#0004 #include "stdafx.h"
#0005 #include "Scribble.h"
#0006
#0007 #include "ScribbleDoc.h"
#0008
#0009 #ifdef _DEBUG
#0010 #define new DEBUG_NEW
#0011 #undef THIS_FILE
#0012 static char THIS_FILE[] = __FILE__;
#0013 #endif
#0014
#0015 //////////////////////////////////////
#0016 // CScribbleDoc
#0017
#0018 IMPLEMENT_DYNCREATE(CScribbleDoc, CDocument)
#0019
#0020 BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleDoc, CDocument)
#0021     //{AFX_MSG_MAP(CScribbleDoc)
#0022         // NOTE - the ClassWizard will add and remove mapping macros here.
#0023         //      DO NOT EDIT what you see in these blocks of generated code!
#0024     //}AFX_MSG_MAP
#0025 END_MESSAGE_MAP()
#0026
#0027 //////////////////////////////////////
#0028 // CScribbleDoc construction/destruction
#0029
#0030 CScribbleDoc::CScribbleDoc()
#0031 {
#0032     // TODO: add one-time construction code here
#0033
#0034 }
#0035
#0036 CScribbleDoc::~CScribbleDoc()
#0037 {
#0038 }
#0039
```

```
#0040 BOOL CScribbleDoc::OnNewDocument()  
#0041 {  
#0042     if (!CDocument::OnNewDocument())  
#0043         return FALSE;  
#0044  
#0045     // TODO: add reinitialization code here  
#0046     // (SDI documents will reuse this document)  
#0047  
#0048     return TRUE;  
#0049 }  
#0050  
#0051 ///////////////////////////////////////////////////  
#0052 // CScribbleDoc serialization  
#0053  
#0054 void CScribbleDoc::Serialize(CArchive& ar)  
#0055 {  
#0056     if (ar.IsStoring())  
#0057     {  
#0058         // TODO: add storing code here  
#0059     }  
#0060     else  
#0061     {  
#0062         // TODO: add loading code here  
#0063     }  
#0064 }  
#0065  
#0066 ///////////////////////////////////////////////////  
#0067 // CScribbleDoc diagnostics  
#0068  
#0069 #ifdef _DEBUG  
#0070 void CScribbleDoc::AssertValid() const  
#0071 {  
#0072     CDocument::AssertValid();  
#0073 }  
#0074  
#0075 void CScribbleDoc::Dump(CDumpContext& dc) const  
#0076 {  
#0077     CDocument::Dump(dc);  
#0078 }  
#0079 #endif // _DEBUG  
#0080  
#0081 ///////////////////////////////////////////////////  
#0082 // CScribbleDoc commands
```

SCRIBBLEVIEW.CPP

```
#0001 // ScribbleView.cpp : implementation of the CScribbleView class
#0002 //
#0003
#0004 #include "stdafx.h"
#0005 #include "Scribble.h"
#0006
#0007 #include "ScribbleDoc.h"
#0008 #include "ScribbleView.h"
#0009
#0010 #ifdef _DEBUG
#0011 #define new DEBUG_NEW
#0012 #undef THIS_FILE
#0013 static char THIS_FILE[] = __FILE__;
#0014 #endif
#0015
#0016 //////////////////////////////////////
#0017 // CScribbleView
#0018
#0019 IMPLEMENT_DYNCREATE(CScribbleView, CView)
#0020
#0021 BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleView, CView)
#0022     //{AFX_MSG_MAP(CScribbleView)
#0023         // NOTE - the ClassWizard will add and remove mapping macros here.
#0024         //      DO NOT EDIT what you see in these blocks of generated code!
#0025     //}AFX_MSG_MAP
#0026     // Standard printing commands
#0027     ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT, CView::OnFilePrint)
#0028     ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_DIRECT, CView::OnFilePrint)
#0029     ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_PREVIEW, CView::OnFilePrintPreview)
#0030 END_MESSAGE_MAP()
#0031
#0032 //////////////////////////////////////
#0033 // CScribbleView construction/destruction
#0034
#0035 CScribbleView::CScribbleView()
#0036 {
#0037     // TODO: add construction code here
#0038 }
#0039
#0040
#0041 CScribbleView::~CScribbleView()
#0042 {
#0043 }
#0044
```



```
#0045 BOOL CScribbleView::PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs)
#0046 {
#0047     // TODO: Modify the Window class or styles here by modifying
#0048     // the CREATESTRUCT cs
#0049
#0050     return CView::PreCreateWindow(cs);
#0051 }
#0052
#0053 //////////////////////////////////////////////////
#0054 // CScribbleView drawing
#0055
#0056 void CScribbleView::OnDraw(CDC* pDC)
#0057 {
#0058     CScribbleDoc* pDoc = GetDocument();
#0059     ASSERT_VALID(pDoc);
#0060
#0061     // TODO: add draw code for native data here
#0062 }
#0063
#0064 //////////////////////////////////////////////////
#0065 // CScribbleView printing
#0066
#0067 BOOL CScribbleView::OnPreparePrinting(CPrintInfo* pInfo)
#0068 {
#0069     // default preparation
#0070     return DoPreparePrinting(pInfo);
#0071 }
#0072
#0073 void CScribbleView::OnBeginPrinting(CDC* /*pDC*/, CPrintInfo* /*pInfo*/)
#0074 {
#0075     // TODO: add extra initialization before printing
#0076 }
#0077
#0078 void CScribbleView::OnEndPrinting(CDC* /*pDC*/, CPrintInfo* /*pInfo*/)
#0079 {
#0080     // TODO: add cleanup after printing
#0081 }
#0082
#0083 //////////////////////////////////////////////////
#0084 // CScribbleView diagnostics
#0085
#0086 #ifdef _DEBUG
#0087 void CScribbleView::AssertValid() const
#0088 {
#0089     CView::AssertValid();
#0090 }
```

```
#0091
#0092 void CScribbleView::Dump(CDumpContext& dc) const
#0093 {
#0094     CView::Dump(dc);
#0095 }
#0096
#0097 CScribbleDoc* CScribbleView::GetDocument() // non-debug version is
#0098 {                                           // inline
#0099     ASSERT(m_pDocument->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CScribbleDoc)));
#0100     return (CScribbleDoc*)m_pDocument;
#0101 }
#0102 #endif //_DEBUG
#0103
#0104 //////////////////////////////////////
#0105 // CScribbleView message handlers
```

SCRIBBLE.RC (以下之码已经修剪,列出的主要目的是让你了解共有多少资源)

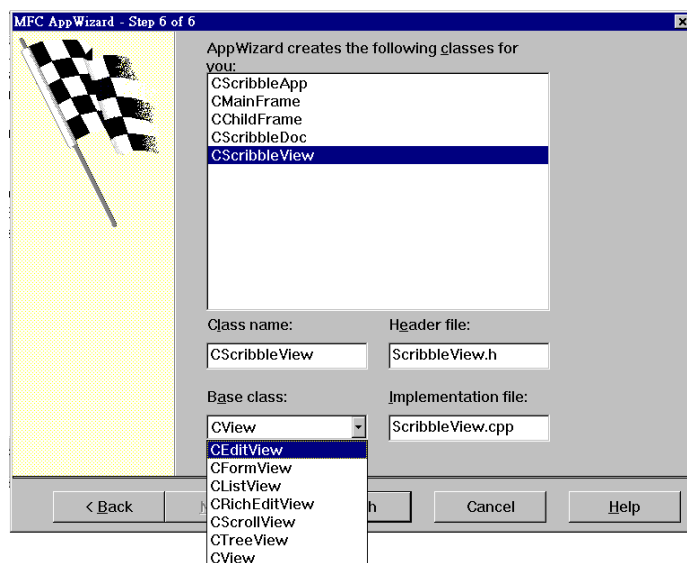
```
#0001 //Microsoft Visual C++ generated resource script.
#0002 //
#0003
#0004 #include "resource.h"
#0005 #include "afxres.h"
#0006
#0007 IDR_MAINFRAME          ICON    DISCARDABLE    "res\\Scribble.ico"
#0008 IDR_SCRIBTYPE          ICON    DISCARDABLE    "res\\ScribbleDoc.ico"
#0009
#0010 IDR_MAINFRAME          BITMAP  MOVEABLE PURE    "res\\Toolbar.bmp"
#0011
#0012 IDR_MAINFRAME TOOLBAR DISCARDABLE 16, 15
#0013 BEGIN
#0014     BUTTON      ID_FILE_NEW
#0015     BUTTON      ID_FILE_OPEN
#0016     BUTTON      ID_FILE_SAVE
#0017     SEPARATOR
#0018     BUTTON      ID_EDIT_CUT
#0019     BUTTON      ID_EDIT_COPY
#0020     BUTTON      ID_EDIT_PASTE
#0021     SEPARATOR
#0022     BUTTON      ID_FILE_PRINT
#0023     BUTTON      ID_APP_ABOUT
#0024 END
#0025
#0026 IDR_MAINFRAME MENU PRELOAD DISCARDABLE
#0027 BEGIN
#0028     POPUP "&File"
```

```
#0029         BEGIN
#0030             ...
#0031         END
#0032         POPUP "&View"
#0033         BEGIN
#0034             ...
#0035         END
#0036         POPUP "&Help"
#0037         BEGIN
#0038             ...
#0039         END
#0040     END
#0041
#0042     IDR_SCRIBTYPE MENU PRELOAD DISCARDABLE
#0043     BEGIN
#0044         POPUP "&File"
#0045         BEGIN
#0046             ...
#0047         END
#0048         POPUP "&Edit"
#0049         BEGIN
#0050             ...
#0051         END
#0052         POPUP "&View"
#0053         BEGIN
#0054             ...
#0055         END
#0056         POPUP "&Window"
#0057         BEGIN
#0058             ...
#0059         END
#0060         POPUP "&Help"
#0061         BEGIN
#0062             ...
#0063         END
#0064     END
#0065
#0066     IDR_MAINFRAME ACCELERATORS PRELOAD MOVEABLE PURE
#0067     BEGIN
#0068         ...
#0069     END
#0070
#0071     IDD_ABOUTBOX DIALOG DISCARDABLE 0, 0, 217, 55
#0072     CAPTION "About Scribble"
#0073     STYLE DS_MODALFRAME | WS_POPUP | WS_CAPTION | WS_SYSMENU
#0074     FONT 8, "MS Sans Serif"
```

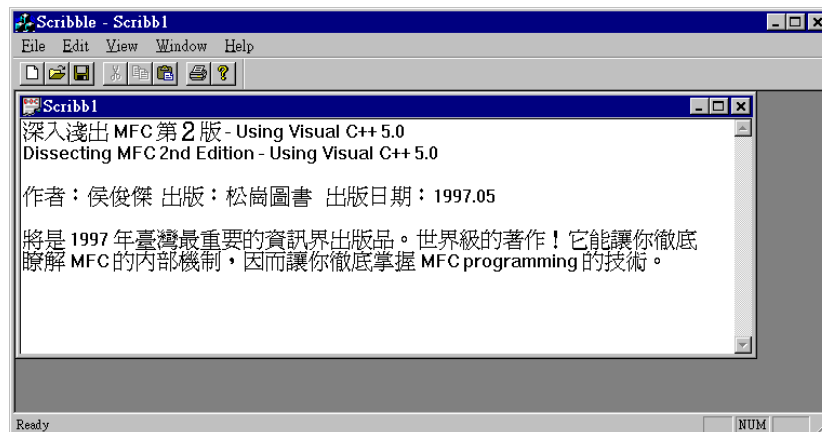
```
#0075 BEGIN
#0076      ...
#0077 END
#0078
#0079 VS_VERSION_INFO      VERSIONINFO
#0080     FILEVERSION      1,0,0,1
#0081     PRODUCTVERSION   1,0,0,1
#0082     FILEFLAGSMASK    0x3fL
#0083     #ifdef _DEBUG
#0084     FILEFLAGS    0x1L
#0085     #else
#0086     FILEFLAGS    0x0L
#0087     #endif
#0088     FILEOS      0x4L
#0089     FILETYPE    0x1L
#0090     FILESUBTYPE 0x0L
#0091 BEGIN
#0092     BLOCK "StringFileInfo"
#0093     BEGIN
#0094         BLOCK "040904B0"
#0095         BEGIN
#0096             VALUE "CompanyName",      "\0"
#0097             VALUE "FileDescription",    "Scribble MFC Application\0"
#0098             VALUE "FileVersion",       "1, 0, 0, 1\0"
#0099             VALUE "InternalName",      "Scribble\0"
#0100             VALUE "LegalCopyright",    "Copyright (C) 1997\0"
#0101             VALUE "LegalTrademarks",   "\0"
#0102             VALUE "OriginalFilename",   "Scribble.EXE\0"
#0103             VALUE "ProductName",       "Scribble Application\0"
#0104             VALUE "ProductVersion",     "1, 0, 0, 1\0"
#0105         END
#0106     END
#0107     BLOCK "VarFileInfo"
#0108     BEGIN
#0109         VALUE "Translation", 0x409, 1200
#0110     END
#0111 END
#0112
#0113 //////////////////////////////////////
#0114 // String Table
#0115
#0116 STRINGTABLE PRELOAD DISCARDABLE
#0117 BEGIN
#0118     IDR_MAINFRAME "Scribble"
#0119     IDR_SCRIBTYPE "\nScrib\nScrib\nScribb Files
(*.scb)\n.scb\nScribble.Document\nScrib Document"
```

```
#0120 END
#0121
#0122 STRINGTABLE PRELOAD DISCARDABLE
#0123 BEGIN
#0124     AFX_IDS_APP_TITLE      "Scribble"
#0125     AFX_IDS_IDLEMESSAGE    "Ready"
#0126 END
#0127
#0128 STRINGTABLE DISCARDABLE
#0129 BEGIN
#0130     ID_INDICATOR_EXT      "EXT"
#0131     ID_INDICATOR_CAPS     "CAP"
#0132     ID_INDICATOR_NUM      "NUM"
#0133     ID_INDICATOR_SCRL     "SCRL"
#0134     ID_INDICATOR_OVR      "OVR"
#0135     ID_INDICATOR_REC      "REC"
#0136 END
#0137
#0138 STRINGTABLE DISCARDABLE
#0139 BEGIN
#0140     ID_FILE_NEW           "Create a new document\nNew"
#0141     ID_FILE_OPEN          "Open an existing document\nOpen"
#0142     ID_FILE_CLOSE         "Close the active document\nClose"
#0143     ID_FILE_SAVE          "Save the active document\nSave"
#0144     ...
#0145 END
```

好，我曾经说过，这个程序漂亮归漂亮，可什么也没做。我知道MFC 中有一个`CEditView` 类别，具有文字编辑功能，我打算从那里继承我的View（现在的你还不了解什么是View，没关系）。于是我重来一次，一切都相同，只在AppWizard 的步骤六中设定`CScribbleView` 的【Base class:】为`CEditView`：



这次我获得这样一个程序：



天啊，它不但有文字编辑功能，更有令人匪夷所思的打印功能和预览功能，也可以读写文字文件。

体会惊人的生产力了吗？

注意：在MFC AppWizard 的步骤6 中把 *CScribbleView* 的基础类别由 *CView* 改为 *CEditView*，会造成源代码如下的变化（粗体部份）：

```
// in ScribbleView.h
class CScribbleView : public CEditView
{
    ...
}

// in ScribbleView.cpp
IMPLEMENT_DYNCREATE(CScribbleView, CEditView)

BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleView, CEditView)
    ...
    ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT, CEditView::OnFilePrint)
    ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_DIRECT, CEditView::OnFilePrint)
    ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_PREVIEW, CEditView::OnFilePrintPreview)
END_MESSAGE_MAP()
// ScribbleView.cpp 中所有原先为CView 的地方，都被更改为CEditView

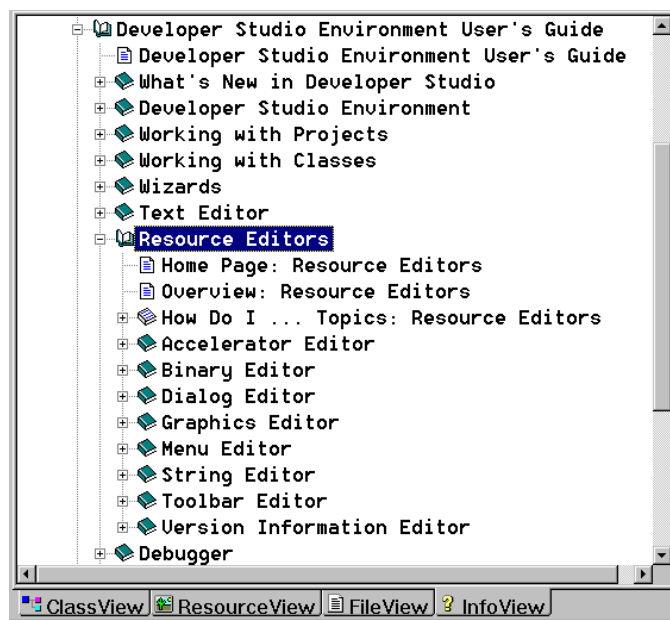
// in ScribbleDoc.cpp
void CScribbleDoc::Serialize(CArchive& ar)
{
    // CEditView contains an edit control which handles all serialization
    ((CEditView*)m_viewList.GetHead())->SerializeRaw(ar);
}
```

威力强大的资源编辑器

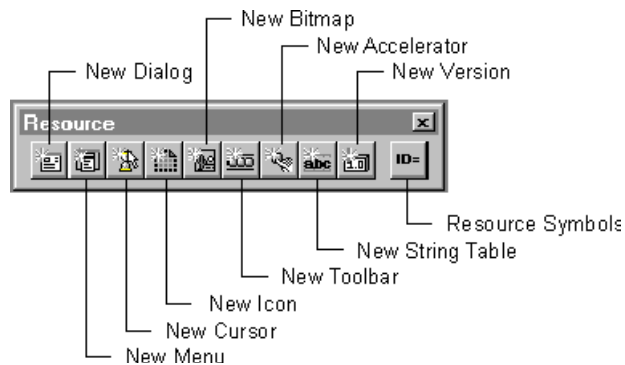
AppWizard 做出来的骨干程序带给我们Windows 程序的标准UI 接口。为了个人需求，你当然会另外加上一些资源，这时候你得准备启用资源编辑工具了。如果你曾经是 Visual C++ 的使用者，当记得曾有一个名为AppStudio 的多效合一资源编辑工具。是了，但现在不再有AppStudio，不再有独立的资源编辑工具，而是与Visual C++ 整合环境做了更密切的结合。

我将对这个工具提供的各种资源编辑功能逐一简介，并以实例展示如何在应用程序中加入新的资源项目。

资源的编辑，虽然与「正统」程序设计扯不上关系，但资源在Windows 程序所占的份量，众所周知。运用这些工具，仍然是你工作中重要的一环。VC++ 的Online 手册上有颇为完整的介绍；本章不能取代它们的地位，只是企图给你一个整体概观。以下是出现在InfoView 窗口中的Developer Studio Environment User's Guide 目录：



打开一个项目后，你可以从其ResourceView 窗口中看到所有的资源。想要编辑哪一个资源，就以鼠标双击之。如果要产生新的资源，整合环境的工具栏上有一整排的按钮等着你按。这个「资源工具栏」是选择性的，你可以按下整合环境的【Tools/Customize】菜单项目，再选择【Toolbar】附页（或是直接在工具栏区域中按下鼠标右键），从中决定要看到或不看到哪些工具栏。



选按其中任何一个钮，立刻会有一个适当的编辑器跳出来向你说哈！

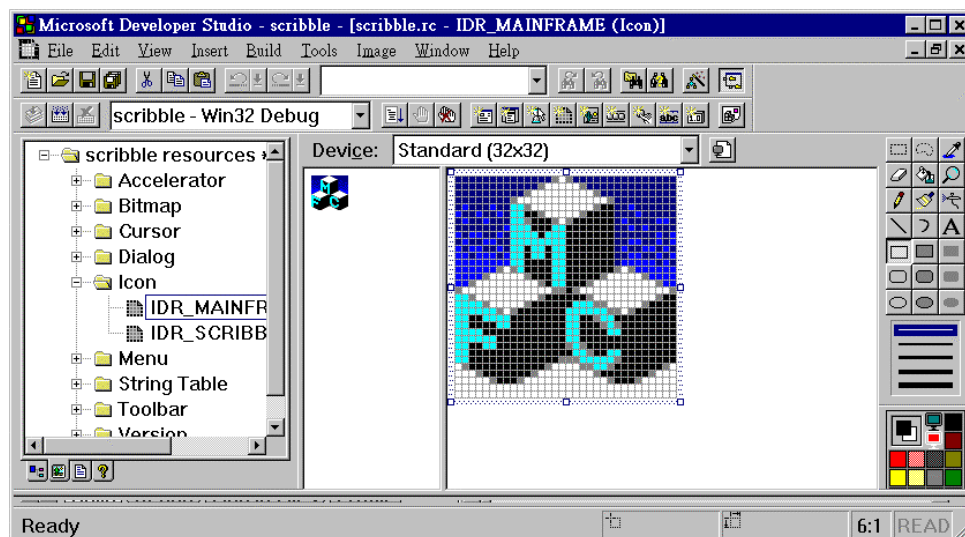
当然你可以用PE2 老古董直接编辑RC 档，但整合环境的好处是它会自动处理ID 号码，避免重复的情况发生，新的ID 并不会自动放到你的RESOURCE.H 档中。总之就如我说过的，这些工具的目的在于使你专注于最主要的工作上，至于各文件间的关联工作，枝枝节节的琐碎事情，都由工具来完成。这，才叫作「整合性」工具环境嘛！

Icon 编辑器

Icon、Cursor、Bitmap 和Toolbar 编辑器使用同一个心脏：它们架构在同一个图形编辑器上，操作大同小异。过去这个心脏曾经遗漏两项重要功能，一是256 色图形支持，一是「敲入文字就出现对应之Bitmap」工具（这种工具允许使用者将文字直接键入一张bitmap 中，而不是一次一个图素慢慢地描）。自从Visual C++ 4.0 之后这两项重要功能就已经完全补齐了。

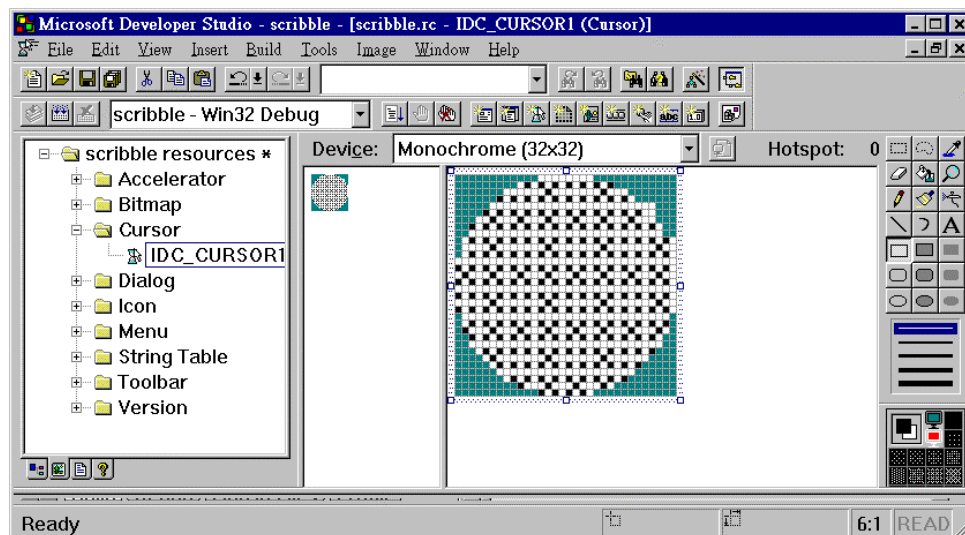
请注意工具箱（图最右侧）在不同的编辑器中稍有变化。

选按图左ResourceView 中的一个Icon，于是右侧出现Icon 编辑器。



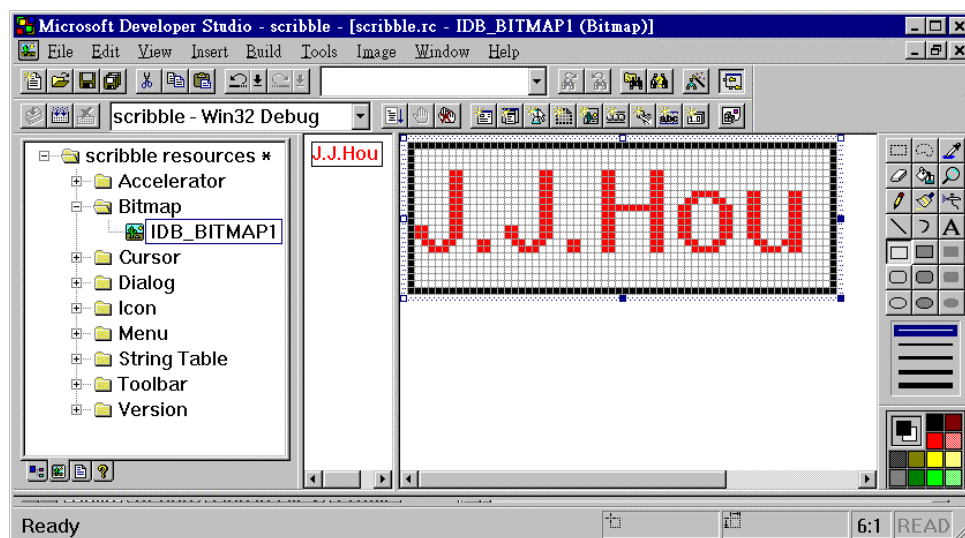
Cursor 编辑器

选按图左ResourceView 中的一个Cursor，于是右侧出现Cursor 编辑器。



Bitmap 编辑器

选按图左ResourceView 中的一张Bitmap，于是右侧出现Bitmap 编辑器。注意，本图的J.J.Hou 字样并非一点一点描绘而成，而是利用绘图工具箱（图最右）中的字形产生器（标有A 字形的那个图标）。它不但能够产生各种字形变化（视你安装的字形种类而定），在中文环境下更能够输入中文字！不过我还没有找到能够调整字形大小的功能。

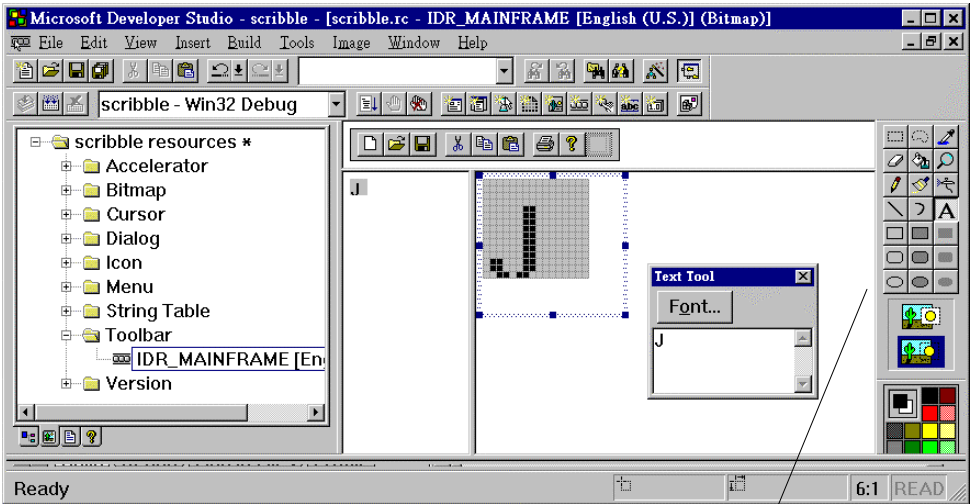


工具栏 (Toolbar) 编辑器

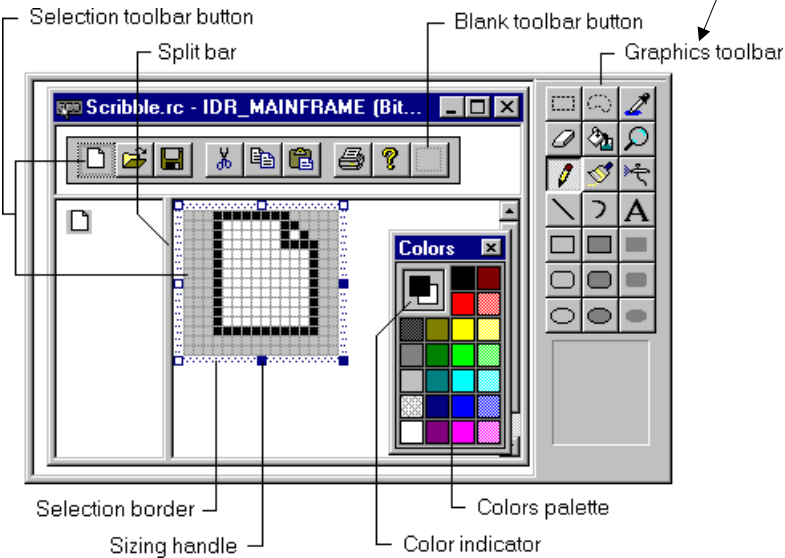
Visual C++ 早期版本没有这个编辑器，因为，工具栏原本不算是RC 档中的一份资源。而且，说穿了工具栏其实只是靠一张由固定大小之格状单元组成的一单张bitmap 构成，编辑工具栏其实就是编辑该张bitmap。但是那样一来，我们就得自己改写程序代码中有关于工具栏的设定部份，编辑程序显得不够一气呵成！

自从Visual C++ 4.0 开始，这中一切琐事就都由工具代劳了。我将在第7 章详细解释「工具列」资源如何在程序中发生效用。

选按图左ResourceView 中的一份Toolbar，于是右侧出现Toolbar 编辑器。



把上图局部放大来看：

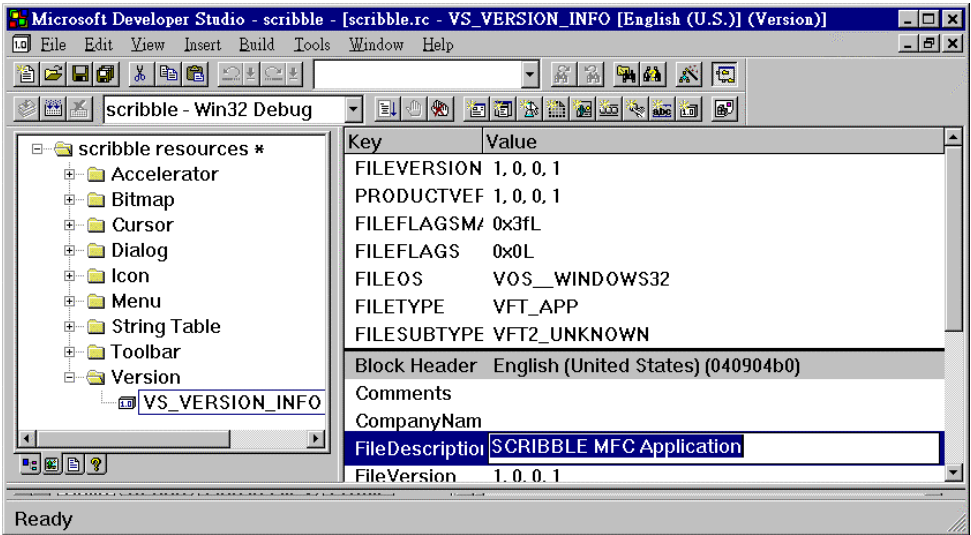


VERSIONINFO 资源编辑器

VERSIONINFO 可帮助程序判断存在于使用者系统中的文件版本号，如此一来就不会发生「以旧版本程序改写新格式之文件」的遗憾了。VERSIONINFO 资源也放在 RC 档，包含的资料可以识别版本、语言、操作系统、或含有资源之 DLL。AppWizard 会为你产生一份 VERSIONINFO 资源，但不强制你用它。下面是 Scribble.rc 档中有关于 VERSIONINFO 的内容：

```
#0001 VS_VERSION_INFO    VERSIONINFO
#0002     FILEVERSION      1,0,0,1
#0003     PRODUCTVERSION   1,0,0,1
#0004     FILEFLAGSMASK    0x3fL
#0005     #ifdef _DEBUG
#0006     FILEFLAGS 0x1L
#0007     #else
#0008     FILEFLAGS 0x0L
#0009     #endif
#0010     FILEOS 0x4L
#0011     FILETYPE 0x1L
#0012     FILESUBTYPE 0x0L
#0013 BEGIN
#0014     BLOCK "StringFileInfo"
#0015     BEGIN
#0016     BLOCK "040904B0"
#0017     BEGIN
#0018         VALUE "CompanyName",      "\0"
#0019         VALUE "FileDescription", "SCRIBBLE MFC Application\0"
#0020         VALUE "FileVersion",      "1, 0, 0, 1\0"
#0021         VALUE "InternalName",     "SCRIBBLE\0"
#0022         VALUE "LegalCopyright",   "Copyright \251 1996\0"
#0023         VALUE "LegalTrademarks",  "\0"
#0024         VALUE "OriginalFilename", "SCRIBBLE.EXE\0"
#0025         VALUE "ProductName",      "SCRIBBLE Application\0"
#0026         VALUE "ProductVersion",   "1, 0, 0, 1\0"
#0027     END
#0028     END
#0029     BLOCK "VarFileInfo"
#0030     BEGIN
#0031         VALUE "Translation", 0x409, 1200
#0032     END
#0033 END
```

选按图左ResourceView 中的一份VersionInfo，于是右侧出现VersionInfo 编辑器。你可以直接在每一个项目上修改字符串内容。



字符串表格（String Table）编辑器

字符串表格编辑器非常好用，允许你编辑RC 文件中的字符串资源（STRINGTABLE），这可增进国际化的脚步。怎么说？我们可以把程序中出现的所有字符串都集中在RC 文件的字符串表格，日后做中文版、日文版、法文版时只要改变RC 文件的字符串表格即可。噢当然，你还得选一套适当的Common Dialog DLL。

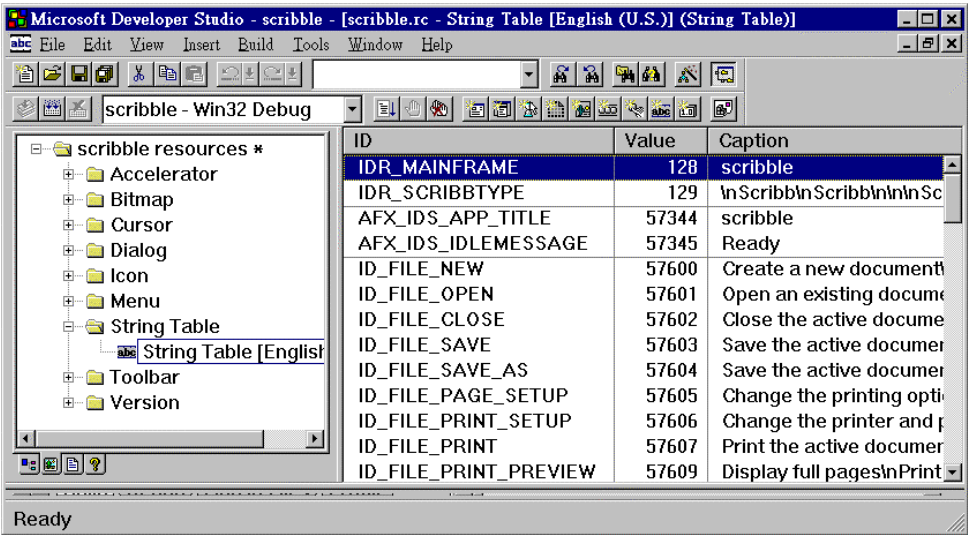
AppWizard 为我们制作骨干程序时不是加了一大套Menu 吗，对应于这些Menu，有数以打计的字符串资源，准备给状态列使用。下面是RC 文件字符串表格的一小部份：

```
STRINGTABLE DISCARDABLE
BEGIN
    ID_INDICATOR_EXT    "EXT"
    ID_INDICATOR_CAPS   "CAP"
    ID_INDICATOR_NUM    "NUM"
    ID_INDICATOR_SCRL   "SCRL"
    ID_INDICATOR_OVR    "OVR"
    ID_INDICATOR_REC    "REC"
END
```

```
STRINGTABLE DISCARDABLE
BEGIN
    ID_FILE_NEW          "Create a new document\nNew"
    ID_FILE_OPEN         "Open an existing document\nOpen"
    ID_FILE_CLOSE        "Close the active document\nClose"
    ID_FILE_SAVE         "Save the active document\nSave"
    ID_FILE_SAVE_AS      "Save the active document with a new name\nSave As"
...

```

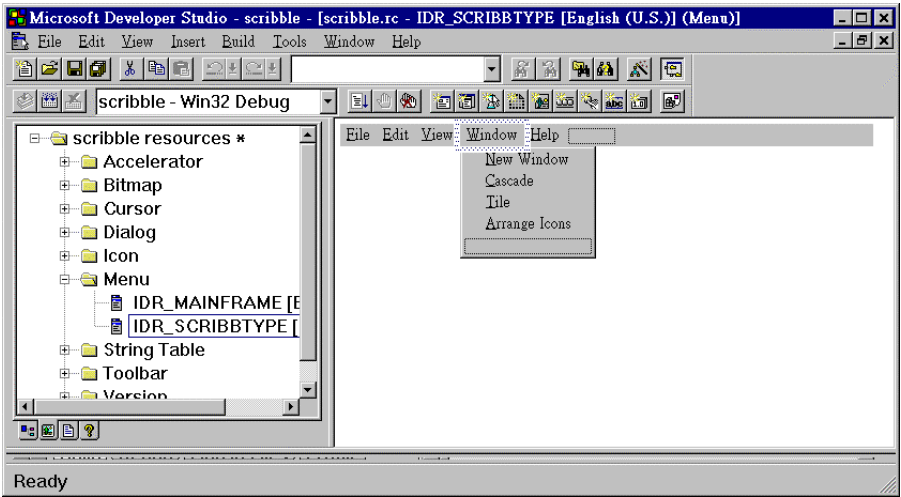
选按图左ResourceView 中的一个String Table , 于是右侧出现String Table 编辑器。你可以直接在每一个字符串上修改内容。



菜单 (Menu) 编辑器

菜单编辑器很好用。你可以一边看到正在建立的菜单，一边直接在适当位置键入菜单项目名称，窗体编辑器会把菜单项目的ID 值（当然是它自动为你产生的）放到RESOURCE.H 的#define 叙述中，就像字符串表格编辑器所做的那样。重新安排菜单项目的位置也很容易，因为所有动作都可以鼠标拖拉方式完成。

选按图左ResourceView 中的一套Menu，于是右侧出现Menu 编辑器。



假设我在菜单上添加一份popup 菜单，内有“JJHou” 和“MJChen” 两个项目。不但RC 档的MENU 资源有了变化：

```
IDR_MYTYPE MENU PRELOAD DISCARDABLE
BEGIN
    ...
    POPUP "MyFamily"
        BEGIN
            MENUITEM "JJHou",    ID_MYFAMILY_JJHOU
            MENUITEM "MJChen",   ID_MYFAMILY_MJCHEN
        END
    END
END
```

STRINGTABLE 也多了两个字符串定义，作为状态列消息：

```
STRINGTABLE DISCARDABLE
BEGIN
    ID_MYFAMILY_JJHOU    "J.J.Hou is a Good man"
    ID_MYFAMILY_MJCHEN   "M.J.Chen is a Good woman"
END
```

此外，RESOURCE.H 也多了两个常数定义：

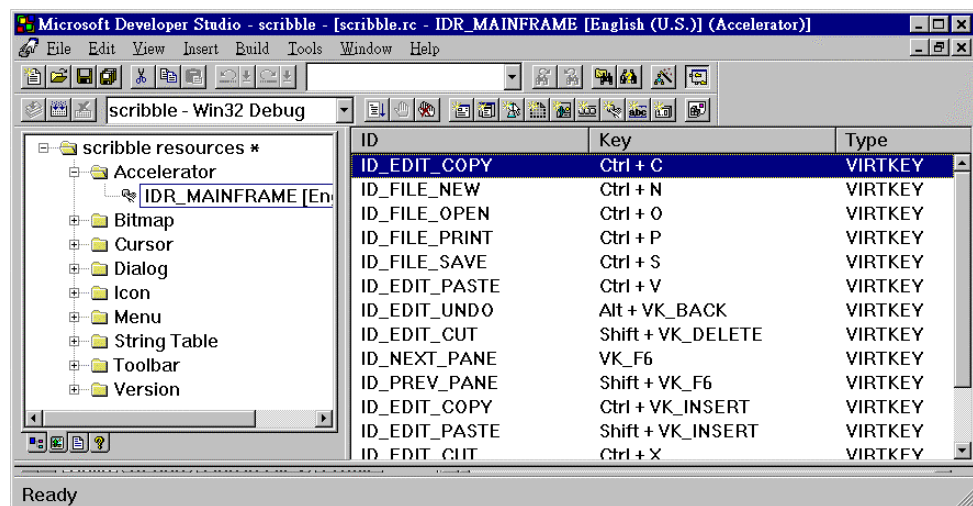
```
#define ID_MYFAMILY_JJHOU    32771
#define ID_MYFAMILY_MJCHEN   32772
```


此外也造成.CLW 档的变化，好让ClassWizard 知悉。ClassWizard 将在稍后介绍。

加速键 (Accelerator) 编辑器

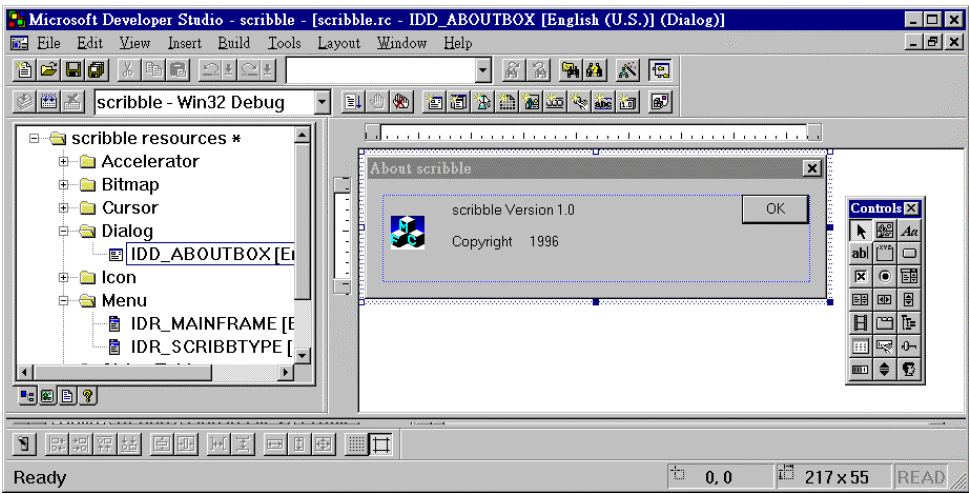
AppWizard 已经为骨干程序中的许多标准菜单项目设计了加速键。通常加速键是两个按键的组合（例如Alt + N），用以取代鼠标在层层菜单中的拉下、选按动作。所有的加速键设定都集中在RC 文件的加速键表格中，双击其中任何一个，就会出现加速键编辑器为你服务。你可以利用它改变加速键的按键组合。

选按图左ResourceView 中的一个Accelerator，于是右侧出现Accelerator 编辑器。你可以直接在每一个项目上修改内容。

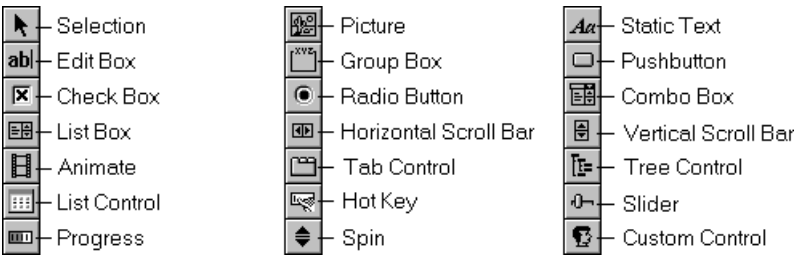


对话框（Dialog）编辑器

任何一个由AppWizard 产生出来的骨干程序，都有一个很简单朴素的"About" 对话框：
选按图左ResourceView 中的IDD_ABOUTBOX，右侧出现Dialog 编辑器并将About 对话框加载。



图右方有一个工具箱，内有许多控制组件（control）：



你可以在编辑器中任意改变对话框及控制组件的大小和位置，也可以任意拖拉工具箱内的组件放入对话框中。这些动作最后组成RC 文件中的对话框模板（Dialog template），也就是对话框外貌的文字描述，像这样：

```

IDD_ABOUTBOX DIALOG DISCARDABLE 0, 0, 217, 55
CAPTION "About Scribble"
STYLE DS_MODALFRAME | WS_POPUP | WS_CAPTION | WS_SYSMENU
FONT 8, "MS Sans Serif"
BEGIN
    ICON        IDR_MAINFRAME, IDC_STATIC, 11, 17, 20, 20
    LTEXT       "Scribble Version 1.0", IDC_STATIC, 40, 10, 119, 8, SS_NOPREFIX
    LTEXT       "Copyright \251 1996", IDC_STATIC, 40, 25, 119, 8
    DEFPUSHBUTTON "OK", IDOK, 178, 7, 32, 14, WS_GROUP
END

```

Console 程序的项目管理

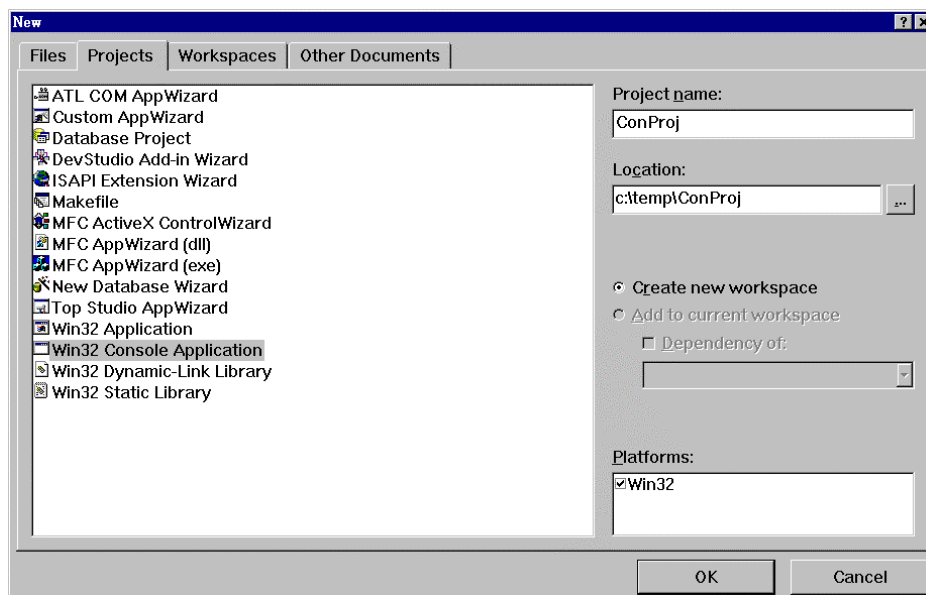
MFC AppWizard 会自动帮我们做出一个骨干程序的所有必须文件，建立起一个项目。但如果你想写一个「血统单纯」的纯粹C++ 程序呢？第1章曾经介绍过所谓的console 程式。第3章的所有范例程序也都是console 程序。

架构单纯的程序，如果文件只有一两个，直接使用命令列就可以了：

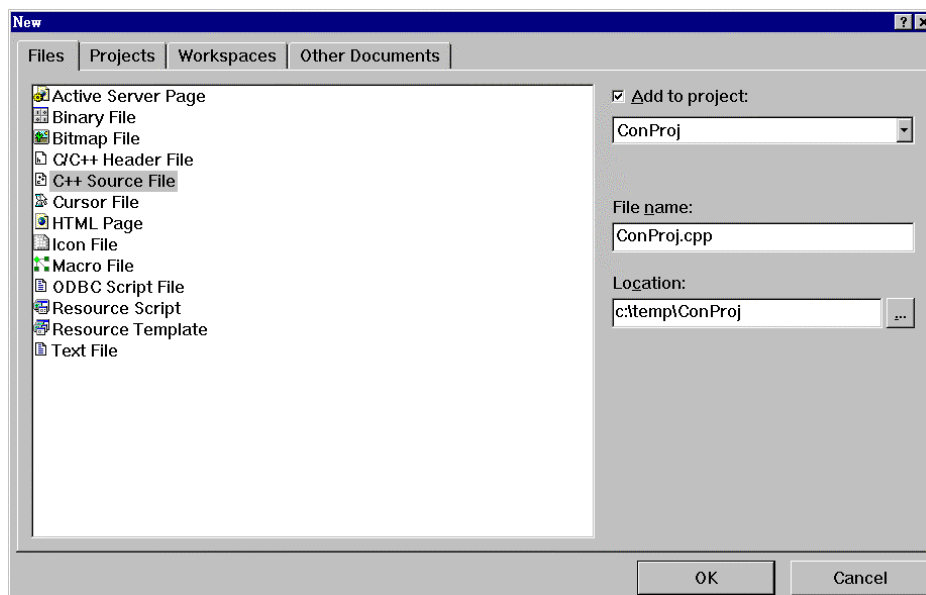
```
CL xxx.CPP <Enter>
```

如果组织架构比较复杂一点，文件有好几个，可以寻求项目管理员的协助。在Visual C++ 整合环境中建立一个conole 程序项目的步骤如下：

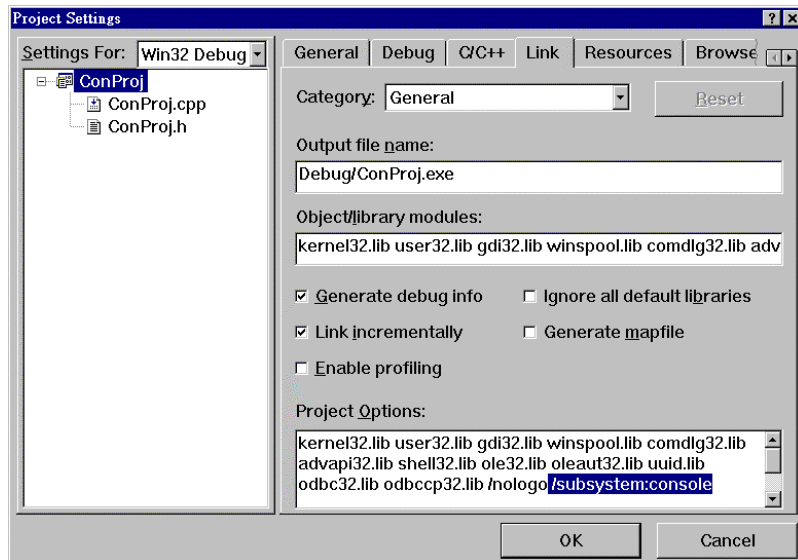
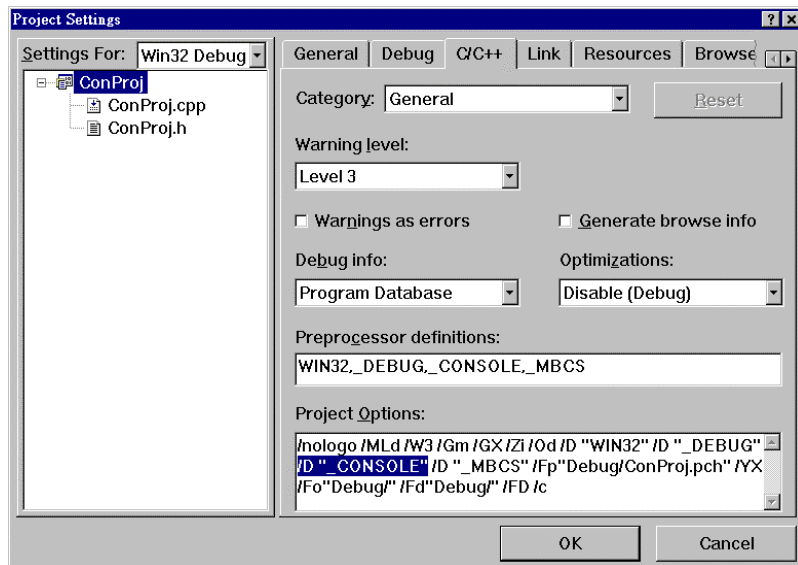
1. 选按整合环境的【File/New】，然后选择【Projects】附页，选按"Win32 Console Application"，并填写画面右端的项目名称和位置：



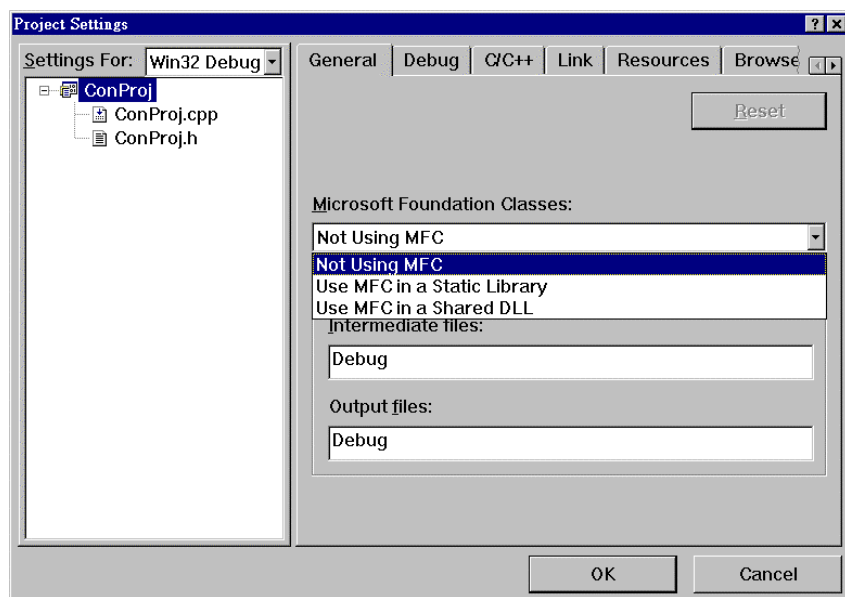
2. 按下【OK】钮，回到整合环境主画面，你可以选按【File/New】并选择【Files】附页，然后选按"C/C++ Header File" 或"C++ Source File" 以开启文件并撰写程序代码。开启的文件会自动加入此项目中。



3. 你可以选按整合环境的【Project/Setting】菜单项目，从中获得并修改整个项目的环境设定。我曾经在第 1 章提过，console 程序必须在编译时指定 `/D_CONSOLE` 常数，并在联结时指定 `subsystem:console`，这在以下两个画面中都可以看到（那是项目管理员自动为我们设定好的）：



第 1 章讨论console 程序时，我曾经说过，程序使用MFC 与否，关系到C runtime library 的单线程版或多线程版。是的，这项设定放在【General】附页之中：



你在这里所做的设定，会自动影响项目所联结的C runtime library 的版本。



浅出 MFC 程序设计



第5章

总观 Application Framework

带艺术气息的软件创作行为将在Application Framework出现后逐渐成为工匠技术，

而我们都将成为软件IC装配厂里的男工女工。

但，不是亨利福特，我们又如何能够享受大众化的汽车？

或许以后会出现「纯手工精制」的软件，可我自己从来不嫌机器馒头难吃。

什么是 Application Framework？

还没有学习任何一套Application Framework 的使用之前，就给你近乎学术性的定义，我可以想象对你而言绝对是「形而上的」（超物质的无形哲理），尤其如果你对对象导向（Object Oriented）也还没有深刻体会的话。形而上者谓之道，形而下者谓之器，我想能够舍器而直接近道者，几稀！但是，「定义」这种东西又似乎宜开宗明义摆在前头。我诚挚地希望你在阅读后续的技术章节时能够时而回来看看这些形而上的叙述。当你有所感受，技术面应该也进入某个层次了。

侯捷怎么说

首先我们看看侯捷在其无责任书评中是怎么说的：

演化(revolution)永远在进行，但这个世界却不是每天都有革命性(revolution)的事物发生。动不动宣称自己（或自己的产品）是划时代的革命性的，带来的影响就像时下满街跑的大师一样使我们渐渐无动于衷（大师不可能满街跑）！但是Application Framework 的确确在我们软件界称得上具有革命精神。

什么是Application Framework？Framework 这个字眼有组织、框架、体制的意思，Application Framework不仅是一般性的泛称，它其实还是对象导向领域中的一个专有名词。

基本上你可以说,Application Framework是一个完整的程序模型，具备标准应用软件所需的一切基本功能，像是文件存取、打印预览、资料交换...，以及这些功能的使用接口（工具栏、状态列、菜单、对话框）。如果更以术语来说,Application Framework 就是由一整组合作无间的「对象」架构起来的大模型。喔不不，当它还没有与你的程序产生火花的时候，它还只是有形无体，应该说是一组合作无间的「类别」架构起来的大模型。这带来什么好处呢？程序员只要带个购物袋到「类别超级市场」采买，随你要买MDI 或 OLE 或 ODBC 或Printing Preview，回家后就可以轻易拼凑出一个色香味俱全的大餐。「类别超级市场」就是C++ 类别库，以产品而言，在Microsoft 是MFC，在Borland 是OWL，在IBM 则是OpenClass。这个类别库不只是类别库而已，传统的函数库（C Runtime 或Windows API）乃至于一类别库提供的是生鲜超市中的一条鱼一支葱一颗大白菜，彼此之间没有什么关联，主掌中馈的你必须自己选材自己调理。能够称得上Application Framework者，提供的是火锅拼盘（就是那种带回家通通丢下锅就好的那种），依你要的是白菜火锅鱼头火锅或是麻辣火锅，菜色带调理包都给你配好。当然这样的火锅拼盘是不能够就地吃的，你得给它加点能量。放把火烧它吧，这火就是所谓的application object（在MFC 程序中就是衍生自CWinApp的一个全域性对象）。是这

个对象引起了连锁反应（一连串的 'new'），使每一个形（类别）有了真正的体（对象），把应用程序以及 Application Framework 整个带动起来。一切因缘全由是起。

Application Framework 带来的革命精神是，程序模型已经存在，程序员只要依个人需求加料就好：在衍生类别中改写虚拟函数，或在衍生类别中加上新的成员函数。这很像你在火锅拼盘中依个人口味加盐添醋。

由于程序代码的初期规模十分一致（什么样风格的程序应该使用什么类别，是一成不变的），而修改程序以符合私人需要的基本动作也很一致（我是指像「开辟一个空的骨干函数」这种事情），你动不了 Application Framework 的大架构，也不需要动。这是福利不是约束。

应用程序代码骨干一致化的结果，使优越的软件开发工具如 CASE (Computer Aid Software Engineering) tool 容易开发出来。你的程序代码大架构掌握在 Application Framework 设计者手上，于是他们就有能力制作出整合开发环境 (Integrated Development Environment, IDE) 了。这也是为什么 Microsoft、Borland、Symantec、Watcom、IBM 等公司的整合开发环境进步得如此令人咋舌的原因了。

有人说工学院中唯一保有文人文气息的只剩建筑系，我总觉得信息系也勉强可以算上。带艺术气息的软件创作行为（我一直是这么认为的）将在 Application Framework 出现后逐渐成为工匠技术，而我们都将只是软件 IC 装配厂里的男工女工。其实也没什么好顾影自怜，功成名就的冠冕从来也不曾落在程序员头上；我们可能像纽约街头的普普 (POP) 工作者，自认为艺术家，可别人怎么看呢？不得而知！话说回来，把开发软件这件事情从艺术降格到工技，对人类只有好处没有坏处。不是亨利福特，我们又如何能够享受大众化的汽车？或许以后会出现「纯手工精制」的软件，谁感兴趣不得而知，我自己嘛...唔...倒是从来不嫌机器馒头难吃。

如果要三言两语点出 Application Framework 的特质，我会这么说：我们挖出别人早写好的一整套模块 (MFC 或 OWL 或 OpenClass) 之中的一部份，给个引子 (application object) 使它们一一具象化动起来，并被允许修改其中某些零件使这程序更符合私人需

求，如是而已。

我怎么说

侯捷的这一段话实在已经点出Application Framework 的精神。凝聚性强、组织化强的类别库就是Application Framework。一组合作无间的对象，彼此藉消息的流动而沟通，并且互相调用对方的函数以求完成任务，这就是Application Framework。对象存在哪里？在MFC 中?! 这样的说法不是十分完善，因为MFC 的各个类别只是「对象属性（行为）的定义」而已，我们不能够说MFC 中有实际的对象存在。唯有当程序被application object（这是一个衍生自MFC *CWinApp* 的全域对象）引爆了，才将我们选用的类别一一具象化起来，产生实体并开始动作。图5-1 是一个说明。

这样子说吧，静态情况下MFC 是一组类别库，但在程序执行时期它就生出了一群有活力的对象组。最重要的一点是，这些对象之间的关系早已建立好，不必我们（程序员）操心。好比说当使用者按下菜单的【File/Open】项，开文件对话框就会打开；使用者选好档名后，Application Framework 就开始对着你的资料类别，唤起一个名为*Serialize* 的特殊函数。这整个机制都埋好了，你只要把心力放在那个叫作*Serialize* 的函数上即可。

选用标准的类别，做出来的产品当然就没有什么特色，因为别人的零件和你的相同，兜起来的成品也就一样。我指的是使用者接口（UI）对象。但你要知道，软件工业发展到现阶段这个世代，着重的已不再是UI 的争奇斗艳，取巧哗众；UI 已经渐渐走上标准化了。软件一决胜负的关键在资料的处理。事实上，在「真正做事」这一点，整个application framework 是无能为力的，也就是说对于数据结构的安排，数据的处理，数据的显示，Application Framework 所能提供的，无一不是单单一个空壳而已-- 在C++ 语言来讲就是个虚拟函数。软件开发人员必须想办法改造（override）这些虚拟函数，才能符合个人所需。基于C++ 语言的特性，我们很容易继承既有之类别并加上自己的特色，这就是物件导向程序设计的主要精神。也因此，C++ 语言中有关于「继承」性质的份量，在MFC 程序设计里头占有很重的比例，在学习使用MFC 的同时，你应该对C++ 的继承性质和虚拟函数有相当的认识。第2 章有我个人对C++ 这两个性质的心得。

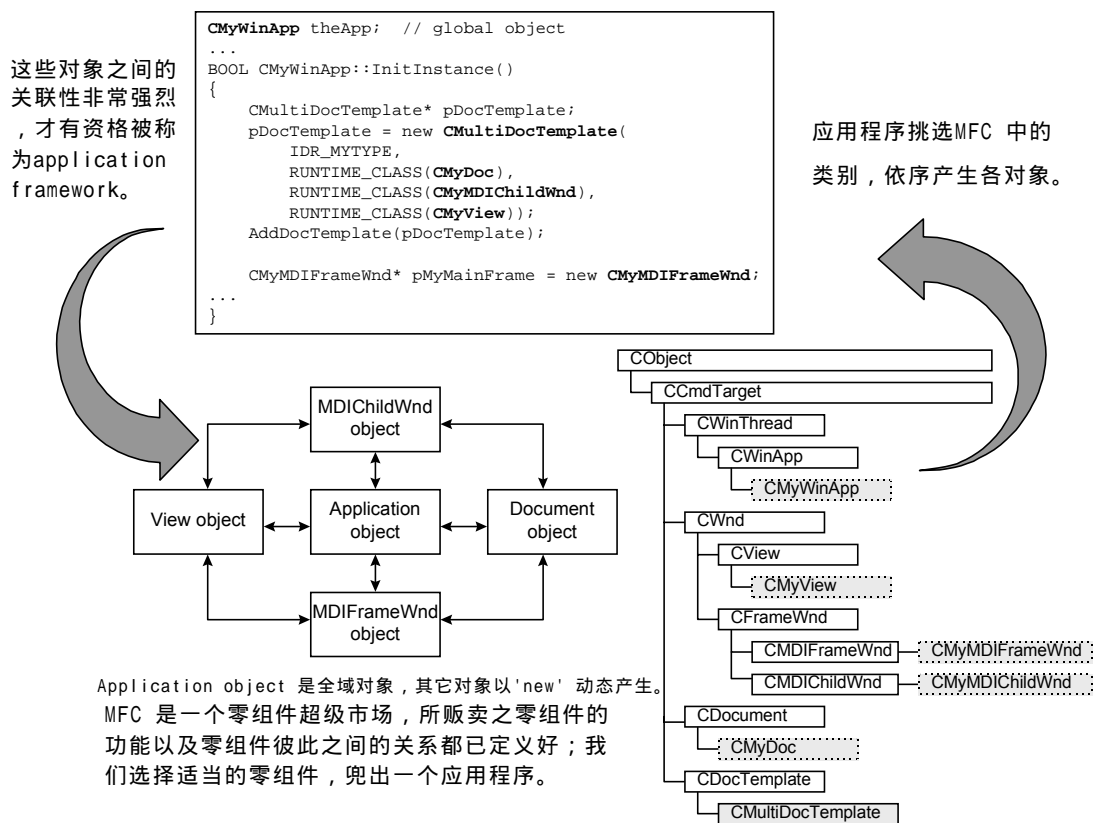


图5-1 MFC 是一个零组件超级市场，所贩卖的零组件功能以及零组件彼此之间的关系都已定义好；我们选择自己喜欢的零件，兜出一个应用程序。

Application Framework 究竟能提供我们多么实用的类别呢？或者我们这么问：哪些工作已经被处理掉了，哪些工作必须由程序员扛下来？比方说一个标准的MFC 程序应该有一个可以读写文件资料的功能，然而应用程序本身有它独特的数据结构，从MFC 得来的零件可能与我的个人需求搭配吗？

我以另一个比喻做回答。

假设你买了一个整厂整线计划，包括仓贮、物料、MIS、生管，各个部门之间的搭配也都建立起来了，包含在整厂整线计划内。这个厂原先是为了生产葡萄酒，现在改变主意主要生产白兰地，难道整个厂都不能用了吗？不！只要把进货原料改一改、发酵程序改一改、瓶装程序改一改、整个厂的其它设备以及设备与设备之间的联机配合（这是顶顶重要的）都可以再利用。物料之后到生管，装瓶之后到仓贮，仓贮之后到出货，再加上MIS监控全厂，这些程序都是不必改变的。

一个整厂整线计划，每一单元之间的联机沟通，合作关系，都已经建立起来，是一种建构好的运作模式。抽换某个单元的性质或部份性质，并不影响整体操作。「整厂整线」最重要最有价值的是各单元之间的流程与控制。

反映到对象导向程序设计里头，Application Framework 就是「整厂整线规划」，Application Framework 提供的类别就是上述工厂中一个一个的单元。最具价值的就是各类别之间的交互运作模式。

虽然文件读写（此动作在MFC 称为Serialize）单元必须改写以符合个人所需，但是单元与单元之间的关系依然存在而且极富价值。当使用者在程序中选按【File/Open】或【File/Save】，主框窗口自动通知Document 对象（内存资料），引发Serialization 动作；而你为了个人的需求，改写了这个Serialize 虚拟函数。你对MFC 的改写范围与程度，视你的程序有多么特异而定。

可是如果酿酒厂想改装为炼钢厂？那就就无能为力了。这种情况不会出现在软件开发上，因为软件的必备功能使它们具有相当的相似性（尤其Windows 又强调接口一致性）。好比说程序想支持MDI 接口，想支持OLE，这基本上是超越程序之专业应用领域之外的一种大格局，一种大架构，最适合Application Framework 发挥。

很明显，Application Framework 是一组超级的类别库。能够被称为Framework 者必须其中的类别性质紧密咬合，互相呼应。因此你也就可以想象，Framework 所提供的类别是一伙的，不是单片包装的。你把这伙东西放入程序里，你也就得乖乖遵循一种特定的（Application Framework 所规定的）程序风格来进展程序设计工作。但是侯捷也告诉我

们，这是福利不是约束。

别人怎么说

其它人又怎么看Application Framework？我将胪列数篇文章中的相关定义。若将原文译为中文，我恐怕力有未逮辞不达意，所以列出原文供你参考。

1985 年，Apple 公司的MacApp 严格而系统化地定义出做为一个商业化Application Framework 所需要的关键理念：

The key ideas of a commercial application framework : a generic app on steroids that provides a large amount of general-purpose functionality within a well-planned, well-tested, cohesive structure.

*cohesive 的意思是强而有力、有凝聚力的。

*steroid 是类固醇。自从加拿大100 公尺名将班强生在汉城奥运吃了这药物而夺得金牌并打破世界记录，相信世人对这个名称不会陌生（当然强生的这块金牌和他的世界记录后来是被取消的）。类固醇俗称美国仙丹，是一种以胆固醇结构为基础，衍生而来的荷尔蒙，对于发炎红肿等症状有极速疗效。然而因为它是透过抑制人类免疫系统而得到疗效，如果使用不当，会带来极不良的副作用。运动员用于短时间内增强身体机能的雄性激素就是类固醇的一种，会影响脂肪代谢，服用过量会导致极大的副作用。

基本上MacApp 以类固醇来比拟Application Framework 虽是妙喻，但类固醇会对人体产生不好的副作用而Application Framework 不会对软件开发产生副作用-- 除非你认为不能随心所欲写你的码也算是一种副作用。

Apple 更进一步更明确地定义一个Application Framework是：

an extended collection of classes that cooperate to support a complete application architecture or application model, providing more complete application development support than a simple set of class libraries.

* 这里所指的support 并不只是视觉性UI 组件如menu、dialog、listbox...，还包括一个应用程序所需要的其它功能设备，像是Document，View，Printing，Debugging。

另一个相关定义出现在Ray Valdes 于1992 年10 月发表于Dr. Dobb's Journal 的"Sizing up Application Frameworks and Class Libraries" 一文之中：

An application framework is an integrated object-oriented software system that offers all the application-level classes (documents, views, and commands) needed by a generic application.

An application framework is meant to be used in its entirety, and fosters both design reuse and code reuse. An application framework embodies a particular philosophy for structuring an application, and in return for a large mass of prebuilt functionality, the programmer gives up control over many architectural-design decisions.

Donald G. Firesmith 在一篇名为"Frameworks : The Golden path of the object Nirvana" 的文章中对Application Framework 有如下定义：

What are frameworks ? They are significant collections of collaborating classes that capture both the small-scale patterns and major mechanisms that, in turn, implement the common requirements and design in a specific application domain.

* Nirvana 是涅槃、最高境界的意思。

Bjarne Stroustrup (C++ 原创者) 在他的The C++ Programming Language 一书中对于 Application Framework 也有如下叙述：

Libraries build out of the kinds of classes described above support design and re-use of code by supplying building blocks and ways of combining them; the application builder designs a framework into which these common building blocks are fitted. An alternative, and sometimes more ambitious, approach to the support of design and re-use is to provide code that establishes a common framework into which the application builder fits application-specific code as building blocks. Such an approach is often called an application framework. The classes establishing such a framework often have such fat interfaces that they are hardly types in the traditional sense. They approximate the ideal of being complete applications, except that they don't do anything. The specific actions are supplied by the application programmer.

Kaare Christian 在1994/02/08 的PC Magazine 中有一篇"C++ Application Frameworks"

文章，其中有下列叙述（节录）：

两年前我在纽约北边的乡村盖了一栋post-and-beam 房子。在我到达之前我的木匠已经把每一根梁的外形设计好并制作好，把一根根的粗糙木材变成一块块锯得漂漂亮亮的零件，一切准备就绪只待安装。（注：所谓post-and-beam 应是指那种梁柱都已规格化，可以邮购回来自己动手盖的DIY ; V Do It Yourself -- 房子）。

使用Application Framework建造一个Windows应用程序也有类似的过程。你使用一组早已做好的零件，它使你行进快速。由于这些零件坚强耐用而且稳固，后面的工作就简单多了。但最重要的是，不论你使用规格化的梁柱框架来盖一栋房子，或是使用Application Framework来建立一个Windows程序，工作类型已然改变，出现了一种完全崭新的做事方法。在我的post-and-beam 房子中，工作类型的改变并不总是带来帮助；贸易商在预制梁柱的技巧上可能会遭遇适应上的困扰。同样的事情最初也发生在Windows 身上，因为你原已具备的某些以C 语言写Windows 程序的能力，现在在以

C++ 和 Application Framework 开发程序的过程中无用武之地。时间过去之后，Windows 程序设计的类型转移终于带来了伟大的利益与方便。Application Framework 本身把 message loops 和其它 Windows 的苦役都做掉了，它促进一个比较秩序井然的程序结构。

Application Framework --建立 Windows 应用软件所用的 C++ 类别库--如今已行之有年，因为对象导向程序设计已经快速地获得了接受度。Windows API 是程序性的，Application Framework 则让你写对象导向式的 Windows 程序。它们提供预先写好的机能（以 C++ 类别型式呈现出来），可以加速应用软件的开发。

Application Framework 提供数种优点。或许最重要的，是它们在对象导向程序设计模式下对 Windows 程序设计过程的影响。你可以使用 Framework 来减轻例行但繁复的琐事，目前的 Application Framework 可以在图形、对话框、打印、求助、OCX 控制组件、剪贴簿、OLE 等各方面帮助我们，它也可以产生漂亮的 UI 接口如工具栏和状态列。借着 Application Framework 的帮助写出来的码往往比较容易组织化，因为 Framework 改变了 Windows 管理消息的方法。也许有一天 Framework 还可以帮你维护单一一套码以应付不同的执行平台。

你必须对 Application Framework 有很好的知识，才能够修改由它附带的软件开发工具制作出来的骨干程序。它们并不像 Visual Basic 那么容易使用。但是对 Application Framework 专家而言，这些程序代码产生器可以省下大量时间。

使用 Application Framework 的主要缺点是，没有单一一套产品广被所有的 C++ 编译器支持。所以当你选定一套 Framework，在某个范围来说，你也等于是选择了一个编译器。

为什么使用Application Framework

虽然Application Framework 并不是新观念，它们却在最近数年才成为PC 平台上软件开发的主流工具。对象导向语言是具体实现Application Framework 的理想载具，而C++ 编译器在PC 平台上的出现与普及终于允许主流PC 程序员能够享受Application Framework 带来的利益。

从八十年代早期到九十年代初始，C++ 大都存在于UNIX 系统和研究人员的工作站中，不在PC 以及商业产品上。C++ 以及其它的对象导向语言（例如Smalltalk-80）使一些大学和研究计划生产出现今商业化Application Framework 的鼻祖。但是这些早期产品并没有明显区隔出应用程序与Application Framework 之间的界线。

今天应用软件的功能愈来愈复杂，建造它们的工具亦复如此。Application Framework、Class Library 和GUI toolkits 是三大类型的软件开发工具（请见方块说明），这三类工具虽然以不同的技术方式逼近目标，它们却一致追求相同而基本的软件开发关键利益：降低写程序代码所花的精力、加速开发效率、加强可维护性、增加坚固性（robustness）、为组合式的软件机能提供杠杆支点（有了这个支点，再大的软件我也举得起来）。

当我们面临软件工业革命，我们的第一个考量点是：我的软件开发技术要从哪一个技术面切入？从raw API 还是从高阶一点的工具？如果答案是后者，第二个考量点是我使用哪一层级的工具？GUI toolkits 还是Class Library 还是Application Framework？如果答案又是后者，第三个考量点是我使用哪一套产品？MFC 或OWL 或Open Class Library？（目前PC 上还没有第四套随编译器附赠的Application Framework 产品）

别认为这是领导者的事情不是我（工程师）的事情，有这种想法你就永远当不成领导者。也别认为这是工程师的事情不是我（学生）的事情，学生的下一步就是工程师；及早想点工业界的激烈竞争，对你在学生阶段规划人生将有莫大助益。

我相信，Application Framework 是最好的杠杆支点。

Application Framework，Class Library，GUI toolkit

一般而言，Class Library 和GUI toolkit 比Application Framework 的规模小，定位也没那么高阶宏观。Class Library 可以定义为「一组具备对象导向性质的类别，它们使应用程序的某些功能实现起来容易一些，这些功能包括数值运算与数据结构、绘图、内存管理等等；这些类别可以一片一片毫无瓜葛地并入应用程序内」。

请特别注意这个定义中所强调的「一片一片毫无瓜葛」，而不像Application Framework 是大伙儿一并加入。因此，你尽可以随意使用Class Library，它并不会强迫你遵循任何特定的程序架构。Class Library 通常提供的不只是UI 功能、也包括一般性质的机能，像数据结构的处理、日期与时间的转换等等。

GUI toolkit 提供的服务类似Class Library，但它的程序接口是程序导向而非对象导向。而且它的功能大都集中在图形与UI 接口上。GUI toolkit 的发展历史早在对象导向语言之前，某些极为成功的产品甚至是以汇编语言（assembly）写成。不要必然地把GUI 联想到Windows，GUI toolkit 也有DOS 版本。我用过的Chatter Box 就是DOS 环境下的GUI 工具（是一个函数库）。

使用Application Framework 的最直接原因是，我们受够了日益暴增的Windows API。把MFC 想象为第四代语言，单单一个类别就帮我们做掉原先要以一大堆APIs 才能完成的事情。

但更深入地想，Application Framework 绝不只是为了降低我们花在浩瀚无涯的Windows API 的时间而已；它所带来的对象导向程序设计观念与方法，使我们能够站在一群优秀工程师（MFC 或OWL 的创造者）的努力心血上，继承其成果而开发自己之所需。同时，因为Application Framework 特殊的工作类型，整体开发工具更容易制作，也制作的更完美。在我们决定使用Application Framework 的同时，我们也获得了这些整合性软件开发环境的支持。在软件开发过程中，这些开发工具角色之吃重不亚于Application Framework 本身。

Application Framework 将成为软件技术中最重要的一环。如果你不知道它是什么，赶快学习它；如果你还没有使用它，赶快开始用。机会之窗不会永远为你打开，在你的竞争者把它关闭之前赶快进入！如果你认为改朝换代还早得很，请注意两件事情。第一，江山什么时候变色可谁也料不准，当你埋首工作时，外面的世界进步尤其飞快；第二，物件导向和Application Framework 可不是那么容易学的，花多少时间才能登堂入室可还得凭各人资质和基础呢。

浩瀚无涯的Windows API

Windows 版本	推出日期	API 个数	消息个数
1.0	1985.11	379	?
2.0	1987.11	458	?
3.0	1990.05	578	?
Multimedia Ex.	1991.12	120	?
3.1	1992.04	973	271
Win32s	1993.08	838	287
Win32	1993.08	1449(持续增加当中)	291(持续增加当中)



Microsoft Foundation Classes (MFC)

PC 世界里出了三套C++ Application Frameworks，并且有愈多愈多的趋势。这三套是 Microsoft 的MFC（Microsoft Foundation Classes），Borland 的OWL（Object WindowLibrary），以及IBM VisualAge C++ 的Open Class Library。至于其它C++ 编译器厂商如Watcom、Symantec、Metaware，只是供应整合开发环境（Integrated Development Environment，IDE），其Application Framework 都是采用微软公司的MFC。

Delphi（Pascal 语言），依我之见，也称得上是一套Application Framework。Java 语言本身内建一套标准类别库，依我之见，也够得上资格被称为Application Framework。Delphi 和Visual Basic，又被称为是一种应用程序快速开发工具（RAD，Rapid Application Development）。它们采用PME（Properties-Method-Event）架构，写程序的过程像是在一张画布上拼凑一个个现成的组件（components）：设定它们的属性（properties）、指定它们应该「有所感」的外来刺激（events），并决定它们面对此刺激时在预设行为之外的行为（methods）。所有动作都以拖拉、设定数值的方式完成，非常简单。只有在设定组件与组件之间的互动关系时才牵涉到程序代码的写作（这一小段码也因此成为顺利成功的关键）。

Borland 公司于1997 年三月推出的C++ Builder 也属于PME 架构，提供一套Visual Component Library（VCL），内有许许多多的组件。因此C++ Builder 也算得上是一套RAD（应用程序快速开发工具）。

早初，开发Windows 应用程序必须使用微软的SDK（Software Development Kit），直接调用Windows API 函数，向Windows 操作系统提出各种要求，例如配置内存、开启窗口、输出图形...

所谓API（Application Programming Interface），就是开放给应用程序调用的系统功能。

数以千计的Windows APIs，每个看起来都好像比重相若（至少你从手册上看不出来孰轻孰重）。有些APIs彼此虽有群组关系，却没有相近或组织化的函数名称。星罗棋布，雾列星驰；又似雪球一般愈滚愈多，愈滚愈大。撰写Windows应用程序需要大量的耐力与毅力，以及大量的小心谨慎！

MFC 帮助我们把这些浩繁的APIs，利用对象导向的原理，逻辑地组织起来，使它们具备抽象化、封装化、继承性、多态性、模块化的性质。

1989 年微软公司成立Application Framework 技术团队，名为AFX 小组，用以开发C++ 对象导向工具给Windows 应用程序开发人员使用。AFX 的"X" 其实没有什么意义，只是为了凑成一个响亮好念的名字。

这个小组最初的「宪章」，根据记载，是要"utilize the latest in object oriented technology to provide tools and libraries for developers writing the most advanced GUI applications on the market"，其中并未画地自限与Windows 操作系统有关。果然，其第一个原型产品，有自己的窗口系统、自己的绘图系统、自己的对象数据库、乃至自己的内存管理系统。当小组成员以此产品开发应用程序，他们发现实在是太复杂，又悖离公司的主流系统-- Windows -- 太遥远。于是他们修改宪章变成"deliver the power of object-oriented solutions to programmers to enable them to build world-class Windows based applications in C++." 这差不多正是Windows 3.0 异军崛起的时候。

C++ 是一个复杂的语言，AFX 小组预期MFC 的使用者不可能人人皆为C++ 专家，所以他们并没有采用所有的C++ 高阶性质（例如多重继承）。许多「麻烦」但「几乎一成不变」的Windows 程序动作都被隐藏在MFC 类别之中，例如WinMain、RegisterClass、Window Procedure 等等。

虽说这些被隐藏的Windows 程序动作几乎是一成不变的，但它们透露了Windows 程序的原型奥秘，这也是为什么我要在本书之中锲而不舍地挖出它们的原因。

为了让MFC 尽可能地小，尽可能地快，AFX 小组不得不舍弃高度的抽象（导致过多的虚拟函数），而引进他们自己发明的机制，尝试在对象导向领域中解决Windows 消息的处理问题。这也就是本书第9章深入探讨的Message Mapping 和Message routing 机制。注意，他们并没有改变C++ 语言本身，也没有扩大语言的功能。他们只是设计了一些令人拍案叫绝的宏，而这些宏背后隐藏着巨大的机制。

了解这些宏（以及它们背后所代表的机制）的意义，以及隐藏在MFC 类别之中的那些足以曝露原型机密的「麻烦事儿」，正是我认为掌握MFC 这套Application Framework 的重要手段。

就如同前面那些形而上的定义，MFC 是一组凝聚性强、组织性强的类别库。如果你要用MFC 发展你的应用程序，必须同时引用数个必要类别，互相搭配奥援。图5-3 是一个标准的MFC 程序外貌。隐藏在精致画面背后更重要的是，就如我在前面说过，对象与对象之间的关系已经存在，消息的流动程序也都已设定。当你要为这个程序设计真正的应用功能，不必在意诸如「我如何得知使用者按左键？左键按下后我如何激活某一个函数？参数如何传递过去…」等琐事，只要专注在左键之后真正要做的功能动作就好。

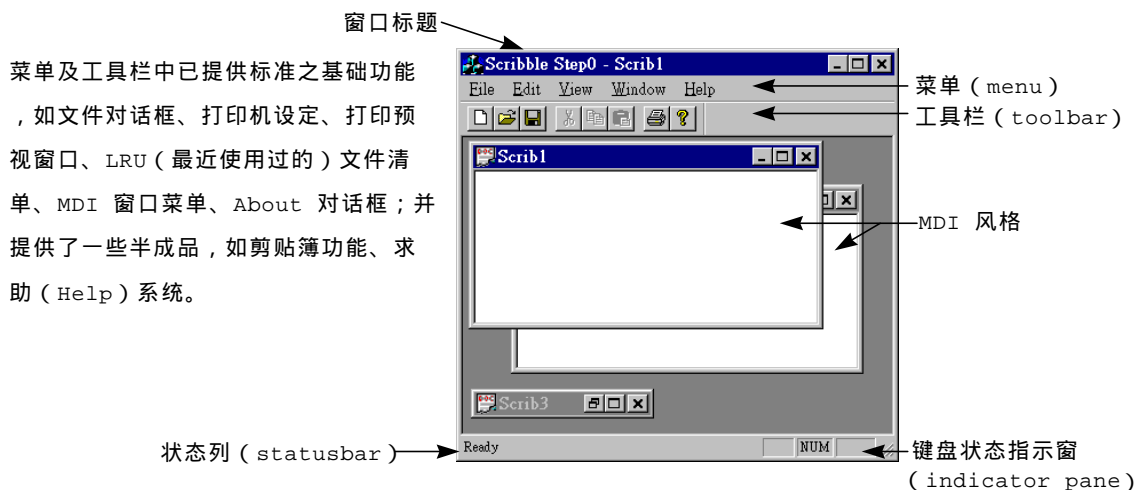


图5-3 标准MFC 程序的风貌。

白头宫女话天宝：Visual C++ 与 MFC

微软公司于1992/04 推出C/C++ 7.0 产品时初次向世人介绍了MFC 1.0，这个初试啼声的产品包含了20,000 行C++ 源代码，60 个以上的Windows 相关类别，以及其它的一般类别如时间、数据处理、文件、内存、诊断、字符串等等。它所提供的，其实是一个"thin and efficient C++ transformation of the Windows API"。其32 位版亦在1992/07 随着Win32 SDK 推出。

MFC 1.0 获得的回响带给AFX 小组不少鼓舞。他们的下一个目标放在：

更高阶的架构支持

罐装组件（尤其在使用者接口上）

前者成就了Document/View 架构，后者成就了工具栏、状态列、打印、预览等极受欢迎的UI 性质。当然，他们并没有忘记兼容性与移植性。虽然AFX 小组并未承诺MFC 可以跨不同操作系统如UNIX XWindow、OS/2 PM、Mac System 7，但在其本家（Windows 产品线）身上，在16 位Windows 3.x 和32 位Windows 95 与Windows NT 之间的移植性是无庸置疑的。虽然其16 位产品和32 位产品是分别包装销售，你的原始码通常只需重新编译联结即可。

Visual C++ 1.0（也就是C/C++ 8.0）搭配MFC 2.0 于1993/03 推出，这是针对Windows 3.x 的16 位产品。接下来又在1993/08 推出在Windows NT 上的Visual C++ 1.1 for Windows NT，搭配的是MFC 2.1。这两个版本有着相同的基本性质。MFC 2.0 内含近60,000 行C++ 程序代码，分散在100 个以上的类别中。Visual C++ 整合环境的数个重要工具（大家熟知的Wizards）本身即以MFC 2.0 设计完成，它们的出现对于软件生产效率的提升有极大贡献。

微软在1993/12 又推出了16 位的Visual C++ 1.5，搭配MFC 2.5。这个版本最大的进步是多了OLE2 和ODBC 两组类别。整合环境也为了支持这两组类别而做了些微改变。

1994/09，微软推出Visual C++ 2.0，搭配MFC 3.0，这个32 位版本主要的特征在于配合目标操作系统（Windows NT 和Windows 95），支持多执行线程。所有类别都是thread-safe。UI 对象方面，加入了属性表（Property Sheet）、miniframe 窗口、可随处停驻的工具栏。MFC collections 类别改良为template-based。联结器有重大突破，原使用的Segmented Executable Linker 改为Incremental Linker，这种联结器在对OBJ 档做联结时，并不每次从头到尾重新来过，而只是把新资料往后加，旧资料加记作废。想当然耳，EXE 档会累积许多不用的垃圾，那没关系，透过Win32 memory-mapped file，操作系统（Windows NT 及Windows 95）只把欲使用的部份加载，丝毫不影响执行速度。必要时程序员也可选用传统方式联结，这些垃圾自然就不见了。对我们这些终日受制于editbuild-run-debug 轮回的程序员，Incremental Linker 可真是个好礼物。

1995/01，微软又加上了MAPI（Messaging API）和WinSock 支持，推出MFC 3.1（32 位元版），并供应13 个通用控制组件，也就是Windows 95 所提供的tree、tooltip、spin、slider、progress、RTF edit 等等控制组件。

1995/07，MFC 有了3.2 版，那是不值一提的小改版。

然后就是1995/09 的32 位MFC 4.0。这个版本纳入了DAO 数据库类别、多执行线程同步控制类别，并允许制作OCX containers。搭配推出的Visual C++ 4.0 编译器，也终于支持了template、RTTI 等C++ 语言特性。IDE 整合环境有重大的改头换面行动，Class View、Resource View、File View 都使得项目的管理更直觉更轻松，Wizardbar 则活脱脱是一个简化的ClassWizard。此外，多了一个极好用的Components Gallery，并允许程序员订制AppWizard。

1996 年上半年又推出了MFC 4.1，最大的焦点在ISAPI（Internet Server API）的支持，提供五个新类别，分别是CHttpServer、CHttpFilter、CHttpServerContext、CHttpFilterContext、CHtmlStream，用以建立交互式Web 应用程序。整合环境方面也对应地提供了一个ISAPI Extension Wizard。在附加价值上，Visual C++ 4.1 提供了Game SDK，帮助开发Windows 95 上的高效率游戏软件。Visual C++ 4.1 还提供不少个由协力

公司完成的OLE 控制组件（OCXs），这些OLE 控制组件技术很快就要全面由桌上跃到网上，称为ActiveX 控制组件。不过，遗憾的是，Visual C++ 4.1 的编译器有些臭虫，不能够制作VxD（虚拟装置驱动程序）。

1996 年下半年推出的MFC 4.2，提供对ActiveX 更多的技术支持，并整合Standard C++ Library。它封包一组新的Win32 Internet 类别（统称为WinInet），使Internet 上的程式开发更容易。它提供22 个新类别和40 个以上的新成员函数。它也提供一些控制元件，可以绑定（binding）近端和远程的资料源（data sources）。整合环境方面，Visual C++ 4.2 提供新的Wizard 给ActiveX 程序开发使用，改善了影像编辑器，使它能够处理在Web 服务器上的两个标准图档格式：GIF 和JPEG。

1997 年五月推出的Visual C++ 5.0，主要诉求在编译器的速度改善，并将Visual C++ 合并到微软整个Visual Tools 的终极管理软件Visual Studio 97 之中。所有的微软虚拟开发工具，包括Visual C++、Visual Basic、Visual J++、Visual InterDev、Visual FoxPro、都在Visual Studio 97 的整合之下有更密切的彼此奥援。至于程序设计方面，MFC 本身没有什么变化（4.21 版），但附了一个ATL（Active Template Library）2.1 版，使ActiveX 控制组件的开发更轻松些。

我想你会发现，微软正不断地为「为什么要使用MFC」加上各式各样的强烈理由，并强烈导引它成为Windows 程序设计的C++ 标准接口。你会看到愈来愈多的MFC/C++ 程式码。对于绝大多数的技术人员而言，Application Framework 的抉择之道无它，「MFC 是微软公司钦定产品」，这个理由就很呛人了。

纵览 MFC

MFC 非常巨大（其它application framework 也不差），在下一章正式使用它之前，让我们先做个浏览。

请同时参考书后所附之MFC 架构图

MFC 类别主要可分为下列数大群组：

General Purpose classes - 提供字符串类别、数据处理类别（如数组与串行），异常情况处理类别、文件类别...等等。

Windows API classes - 用来封包Windows API，例如窗口类别、对话框类别、DC 类别...等等。

Application framework classes - 组成应用程序骨干者，即此组类别，包括 Document/View、消息邦浦、消息映射、消息绕行、动态生成、文件读写等等。

high level abstractions - 包括工具栏、状态列、分裂窗口、卷动窗口等等。

operation system extensions - 包括OLE、ODBC、DAO、MAPI、WinSock、ISAPI 等等。

General Purpose classes

也许你使用MFC 的第一个目标是为了写Windows 程序，但并不是整个MFC 都只为此目的而活。下面这些类别适用于Windows，也适用于DOS。

CObject

绝大部份类别库，往往以一个或两个类别，做为其它绝大部份类别的基础。MFC 亦复如此。*CObject* 是万类之首，凡类别衍生自*CObject* 者，得以继承数个对象导向重要性质，包括RTTI（执行时期型别鉴识）、Persistence（对象保存）、Dynamic Creation（动态生成）、Diagnostic（错误诊断）。本书第3章对于这些技术已有了一份DOS 环境下的模拟，第8章另有MFC 相关源代码的探讨。其中，「对象保存」又牵扯到*CArchive*，「诊断」又牵扯到*CDumpContext*，「执行时期型别鉴识」以及「动态生成」又牵扯到*CRuntimeClass*。

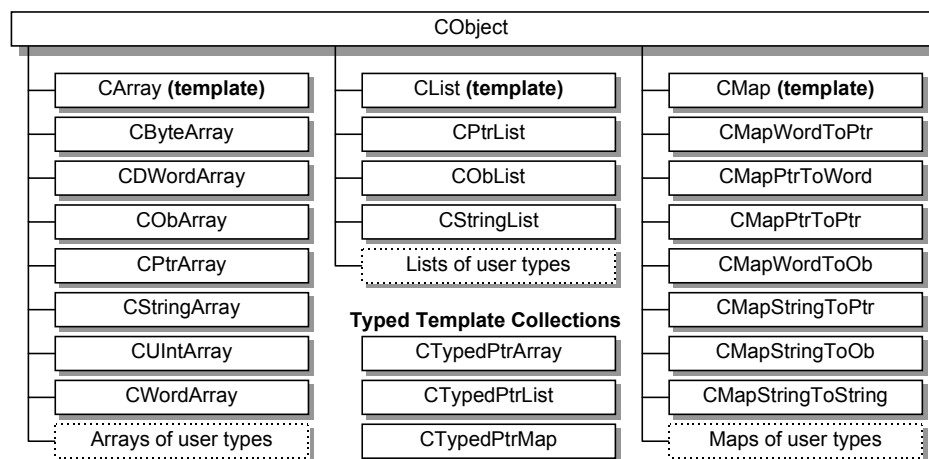
数据处理类别（collection classes）

所谓collection，意指用来管理一「群」对象或标准类型的资料。这些类别像是Array 或

List 或 Map 等等，都内含针对元素的「加入」或「删除」或「巡访」等成员函数。Array（数组）和 List（串行）是数据结构这门课程的重头戏，大家比较熟知，Map（可视之为表格）则是由成双成对的两两对象所构成，使你很容易由某一对象得知成对的另一物件；换句话说一个对象是另一个对象的键值（key）。例如，你可以使用 String-to-String Map，管理一个「电话-人名」数据库；或者使用 Word-to-Ptr Map，以 16 位数值做为一个指针的键值。

最令人侧目的是，由于这些类别都支持 Serialization，一整个数组或串行或表格可以单一一程序代码就写到文件中（或从文件读出）。第 8 章的 Scribble Step1 范例程序中你就会看到它的便利。

MFC 支持的 collection classes 有：



杂项类别

CRect - 封装 Windows 的 *RECT* 结构。这个类别在 Windows 环境中特别有用，因为 *CRect* 常常被用作 MFC 类别成员函数的参数。

CSize - 封装 Windows 的 *SIZE* 结构。

CPoint - 封装 Windows 的 *POINT* 结构。这个类别在 Windows 环境中特别有用，

因为 *CPoint* 常常被用作 MFC 类别成员函数的参数。

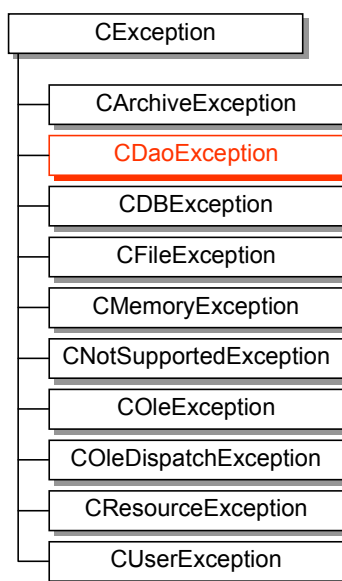
CTime - 表现绝对时间，提供许多成员函数，包括取得目前时间（*static GetCurrentTime*）、将时间资料格式化、抽取特定字段（时、分、秒）等等。它对于 +、-、+=、-= 等运算符都做了多载动作。

CTimeSpan - 以秒数表现时间，通常用于计时码表。提供许多成员函数，包括把秒数转换为日、时、分、秒等等。

CString - 用来处理字符串。支持标准的运算符如 =、+=、< 和 >。

异常处理类别 (exception handling classes)

所谓异常情况 (exception)，是发生在你的程序执行时期的不正常情况，像是文件打不开、内存不足、写入失败等等。我曾经在第 2 章最后面介绍过异常处理的观念及相关的 MFC 类别，并在第 4 章「Exception Handling」一节介绍过一个简单的例子。与「异常处理」有关的 MFC 类别一共有以下 11 种：



Windows API classes

这是MFC 声名最著的一群类别。如果你去看看源代码，就会看到这些类别的成员函数所对应的各个Windows API 函数。

CWinThread - 代表MFC 程序中的一个执行线程。自从3.0 版之后，所有的MFC 类别就都已经是thread-safe 了。SDK 程序中标准的消息循环已经被封装在此一类别之中（你会在第6 章看到我如何把这一部份开膛剖肚）。

CWinApp - 代表你的整个MFC 应用程序。此类别衍生自*CWinThread*；要知道，任何32 位Windows 程序至少由一个执行线程构成。*CWinApp* 内含有用的成员变量如*m_szExeName*，放置执行档档名，以及有用的成员函数如*ProcessShellCommand*，处理命令列选项。

CWnd - 所有窗口，不论是主框窗口、子框窗口、对话框、控制组件、view 视窗，都有一个对应的C++ 类别，你可以想象「窗口handle」和「C++ 对象」结盟。这些C++ 类别统统衍生自*CWnd*，也就是说，凡衍生自*CWnd* 之类别才能收到WM_ 窗口消息（WM_COMMAND 除外）。

所谓「窗口handle」和「C++ 对象」结盟，实际上是*CWnd* 对象有一个成员变数*m_hWnd*，就放着对应的窗口handle。所以，只要你手上有一个*CWnd* 对象或*CWnd* 对象指针，就可以轻易获得其窗口handle：

```
HWND hWnd = pWnd->m_hWnd;
```

CCmdTarget - *CWnd* 的父类别。衍生自它，类别才能够处理命令消息 WM_COMMAND。这个类别是消息映射以及命令消息绕行的大部份关键，我将在第9 章推敲这两大神秘技术。

GDI 类别、DC 类别、Menu 类别。

Application framework classes

这一部份最为人认知的便是Document/View，这也是使MFC 跻身application framework 的关键。Document/View 的观念是希望把资料的本体，和资料的显像分开处理。由于文件产生之际，必须动态生成Document/View/Frame 三种对象，所以又必须有所谓的Document Template 管理之。

CDocTemplate、*CSingleDocTemplate*、*CMultiDocTemplate* - Document Template 扮演黏胶的角色，把Document 和View 和其Frame（外框窗口）胶黏在一块儿。

CSingleDocTemplate 一次只支持一种文件类型，*CMultiDocTemplate* 可同时支持多种文件类型。注意，这和MDI 程序或SDI 程序无关，换句话说，MDI 程序也可以使用*CSingleDocTemplate*，SDI 程序也可以使用*CMultiDocTemplate*。

但是，逐渐地，MDI 这个字眼与它原来的意义有了一些出入（要知道，这个字眼早在SDK 时代即有了）。因此，你可能会看到有些书籍这么说：MDI 程序使用*CMultiDocTemplate*，SDI 程序使用*CSingleDocTemplate*。

CDocument - 当你为自己的程序由*CDocument* 衍生出一个子类别后，应该在其中加上成员变量，以容纳文件资料；并加上成员函数，负责修改文件内容以及读写档。读写文件由虚拟函数*Serialize* 负责。第8 章的Scribble Step1 范例程序有极佳的示范。

CView - 此类别负责将文件内容呈现到显示装置上：也许是屏幕，也许是打印机。文件内容的呈现由虚拟函数*OnDraw* 负责。由于这个类别实际上就是你在屏幕上所看到的窗口（外再罩一个外框窗口），所以它也负责使用者输入的第一线服务。例如第8 章的Scribble Step1 范例，其View 类别便处理了鼠标的按键动作。

High level abstractions

视觉性UI 对象属于此类，例如工具栏*CToolBar*、状态列*CStatusBar*、对话框列*CDialogBar*。加强型的View 也属此类，如可卷动的*ScrollView*、以对话框为基础的

CFormView、小型文字编辑器*CEditView*、树状结构的*CTreeView*，支持RTF 文件格式的*CRichEditView* 等等。

Afx 全域函数

还记得吧，C++ 并不是纯种的对象导向语言（SmallTalk 和Java 才是）。所以，MFC 之中得以存在有不属于任何类别的全域函数，它们统统在函数名称开头冠以*Afx*。

下面是几个常见的Afx 全域函数：

函数名称	说明
<i>AfxWinInit</i>	被 <i>WinMain</i> （由MFC 提供）调用的一个函数，用做MFC GUI 程序初始化的一部份，请看第6 章的「 <i>AfxWinInit</i> - AFX 内部初始化动作」一节。如果你写一个MFC console 程序，就得自行调用此函数（请参考Visual C++ 所附之Tear 范例程序）。
<i>AfxBeginThread</i>	开始一个新的执行线程（请看第14 章，# 756 页）。
<i>AfxEndThread</i>	结束一个旧的执行线程（请看第14 章，# 756 页）。
<i>AfxFormatString1</i>	类似 <i>printf</i> 一般地将字符串格式化。
<i>AfxFormatString2</i>	类似 <i>printf</i> 一般地将字符串格式化。
<i>AfxMessageBox</i>	类似Windows API 函数 <i>MessageBox</i> 。
<i>AfxOutputDebugString</i>	将字符串输往除错装置（请参考附录D，# 924 页）。
<i>AfxGetApp</i>	取得application object（ <i>CWinApp</i> 衍生对象）的指针。
<i>AfxGetMainWnd</i>	取得程序主窗口的指针。
<i>AfxGetInstance</i>	取得程序的instance handle。
<i>AfxRegisterClass</i>	以自定的WNDCLASS 注册窗口类别（如果MFC 提供的数个窗口类别不能满足你的话）。

MFC 宏 (macros)

CObject 和*CRuntimeClass* 之中封装了数个所谓的object services，包括「取得执行时期的类别信息」（RTTI）、Serialization（文件读写）、动态产生对象...等等。所有衍生自*CObject*

的类别，都继承这些机能。我想你对这些名词及其代表的意义已经不再陌生-- 如果你没有错过第 3 章的「MFC 六大技术仿真」的话。

取得执行时期的类别信息 (RTTI)，使你能够决定一个执行时期的对象的类别信息，这样的能力在你需要对函数参数做一些额外的类型检验，或是当你要针对对象属于某种类别而做特别的动作时，份外有用。

Serialization 是指将对象内容写到文件中，或从文件中读出。如此一来对象的生命就可以在程序结束之后还延续下去，而在程序重新激活之后，再被读入。这样的对象可说是"persistent" (永续存在)。

所谓动态的对象生成 (Dynamic object creation)，使你得以在执行时期产生一个特定的对象。例如document、view、和frame 对象就都必须支持动态对象生成，因为framework 需要在执行时期产生它们 (第 8 章有更详细的说明)。

此外，OLE 常常需要在执行时期做对象的动态生成动作。例如一个OLE server 程序必须能够动态产生OLE items，用以反应OLE client 的需求。

MFC 针对上述这些机能，准备了一些宏，让程序能够很方便地继承并实作出上述四大机能。这些宏包括：

宏名称	提供机能	出现章节
DECLARE_DYNAMIC	执行时期类别信息	第 3 章、第 8 章
IMPLEMENT_DYNAMIC	执行时期类别信息	第 3 章、第 8 章
DECLARE_DYNCREATE	动态生成	第 3 章、第 8 章
IMPLEMENT_DYNCREATE	动态生成	第 3 章、第 8 章
DECLARE_SERIAL	对象内容的文件读写	第 3 章、第 8 章
IMPLEMENT_SERIAL	对象内容的文件读写	第 3 章、第 8 章
DECLARE_OLECREATE OLE	对象的动态生成	不在本书范围之内
IMPLEMENT_OLECREATE OLE	对象的动态生成	不在本书范围之内

我也已经在第3章提过MFC的消息映射（Message Mapping）与命令绕行（Command Routing）两个特性。这两个性质系由以下这些MFC宏完成：

宏名称	提供机能	出现章节
DECLARE_MESSAGE_MAP	声明消息映射表数据结构	第3章、第9章
BEGIN_MESSAGE_MAP	开始消息映射表的建置	第3章、第9章
ON_COMMAND	增加消息映射表中的项目	第3章、第9章
ON_CONTROL	增加消息映射表中的项目	本书未举例
ON_MESSAGE	增加消息映射表中的项目	???
ON_OLECMD	增加消息映射表中的项目	本书未举例
ON_REGISTERED_MESSAGE	增加消息映射表中的项目	本书未举例
ON_REGISTERED_THREAD_ MESSAGE	增加消息映射表中的项目	本书未举例
ON_THREAD_MESSAGE	增加消息映射表中的项目	本书未举例
ON_UPDATE_COMMAND_UI	增加消息映射表中的项目	第3章、第9章
END_MESSAGE_MAP	结束消息映射表的建置	第3章、第9章

事实上，与其它MFC Programming 书籍相比较，本书最大的一个特色就是，要把上述这些MFC 宏的来龙去脉交待得非常清楚。我认为这对于撰写MFC 程序是非常重要的。一件事。

MFC 数据类型 (data types)

下面所列的这些数据类型，常常出现在MFC 之中。其中的绝大部份都和一般的Win32 程序（SDK 程序）所用的相同。

下面这些是和Win32 程序（SDK 程序）共同使用的数据类型：

数据类型	意义
BOOL	Boolean 值（布尔值，不是TRUE 就是FALSE）
BSTR	32-bit 字符指针
BYTE	8-bit 整数，未带正负号
COLORREF	32-bit 数值，代表一个颜色值
DWORD	32-bit 整数，未带正负号
LONG	32-bit 整数，带正负号
LPARAM	32-bit 数值，做为窗口函数或callback 函数的一个参数
LPCSTR	32-bit 指针，指向一个常数字符串
LPSTR	32-bit 指针，指向一个字符串
LPCTSTR	32-bit 指针，指向一个常数字符串。此字符串可移植到Unicode 和DBCS（双字节字集）
LPTSTR	32-bit 指针，指向一个字符串。此字符串可移植到Unicode 和DBCS（双位组字集）
LPVOID	32-bit 指针，指向一个未指定类型的资料
LPRESULT	32-bit 数值，做为窗口函数或callback 函数的回返值
UINT	在Win16 中是一个16-bit 未带正负号整数，在Win32 中是一个32-bit 未带正负号整数。
WNDPROC	32-bit 指针，指向一个窗口函数
WORD	16-bit 整数，未带正负号
WPARAM	窗口函数的callback 函数的一个参数。在Win16 中是16 bits，在Win32 中是32 bits。

下面这些是MFC 独特的数据类型：

数据类型	意义
POSITION	一个数值，代表collection 对象（例如数组或串行）中的元素位置。常使用于MFC collection classes。
LPCRECT	32-bit 指针，指向一个不变的RECT 结构。

前面所说那些MFC 数据类型与C++ 语言数据类型之间的对应，定义于WINDEF.H 中。我列出其中一部份，并且将不符合(_MSC_VER >= 800) 条件式的部份略去。

```

#define NULL    0

#define far      // 侯俊杰注：Win32 不再有far 或near memory model ,
#define near    // 而是使用所谓的flat model。pascal 函数调用习惯
#define pascal  __stdcall //也被stdcall 函数调用习惯取而代之。

#define cdecl   _cdecl
#define CDECL  _cdecl

#define CALLBACK __stdcall // 侯俊杰注：在Windows programming演化过程中
#define WINAPI  __stdcall // 曾经出现的PASCAL、CALLBACK、WINAPI
#define WINAPIV __cdecl   // APIENTRY，现在都代表相同的意义，就是stdcall
#define APIENTRY WINAPI   // 函数调用习惯。
#define APIPRIVATE __stdcall
#define PASCAL      __stdcall

#define FAR        far
#define NEAR       near
#define CONST       const

typedef unsigned long    DWORD;
typedef int              BOOL;
typedef unsigned char    BYTE;
typedef unsigned short   WORD;
typedef float            FLOAT;
typedef FLOAT            *PFLOAT;
typedef BOOL near        *PBOOL;
typedef BOOL far         *LPBOOL;
typedef BYTE near        *PBYTE;
typedef BYTE far         *LPBYTE;

```

```
typedef int near      *PINT;
typedef int far       *LPINT;
typedef WORD near     *PWORD;
typedef WORD far      *LPWORD;
typedef long far      *LPLONG;
typedef DWORD near    *PDWORD;
typedef DWORD far     *LPDWORD;
typedef void far      *LPVOID;
typedef CONST void far *LPCVOID;

typedef int           INT;
typedef unsigned int  UINT;
typedef unsigned int  *PUINT;

/* Types use for passing & returning polymorphic values */
typedef UINT WPARAM;
typedef LONG LPARAM;
typedef LONG LRESULT;

typedef DWORD  COLORREF;
typedef DWORD  *LPCOLORREF;

typedef struct tagRECT
{
    LONG    left;
    LONG    top;
    LONG    right;
    LONG    bottom;
} RECT, *PRECT, NEAR *NPRECT, FAR *LPRECT;

typedef const RECT FAR* LPCRECT;

typedef struct tagPOINT
{
    LONG    x;
    LONG    y;
} POINT, *PPOINT, NEAR *NPPOINT, FAR *LPPOINT;

typedef struct tagSIZE
{
    LONG    cx;
    LONG    cy;
} SIZE, *PSIZE, *LPSIZE;
```


MFC 程序的生死因果

理想如果不向实际做点妥协，理想就会归于尘土。

中华民国还得十次革命才得建立，对象导向怎能一切传统都抛开。

以传统的C/SDK 撰写Windows 程序，最大的好处是可以清楚看见整个程序的来龙去脉和消息动向，然而这些重要的动线在MFC 应用程序中却隐晦不明，因为它们被Application Framework 包起来了。这一章主要目的除了解释MFC 应用程序的长像，也要从MFC 源代码中检验出一个Windows 程序原本该有的程序进入点（*WinMain*）、视窗类别注册（*RegisterClass*）、窗口产生（*CreateWindow*）、消息循环（*Message Loop*）、窗口函数（*Window Procedure*）等等动作，抽丝剥茧彻底了解一个MFC 程序的诞生与结束，以及生命过程。

为什么要安排这一章？了解MFC 内部构造是必要的吗？看电视需要知道映射管的原理吗？开汽车需要知道传动轴与变速箱的原理吗？学习MFC 不就是要一举超越烦琐的Windows API 吗？啊，厂商（不管是哪一家）广告给我们的印象就是，藉由可视化的工具我们可以一步登天，基本上这个论点正确，只是有个但书：你得学会操控Application Framework。

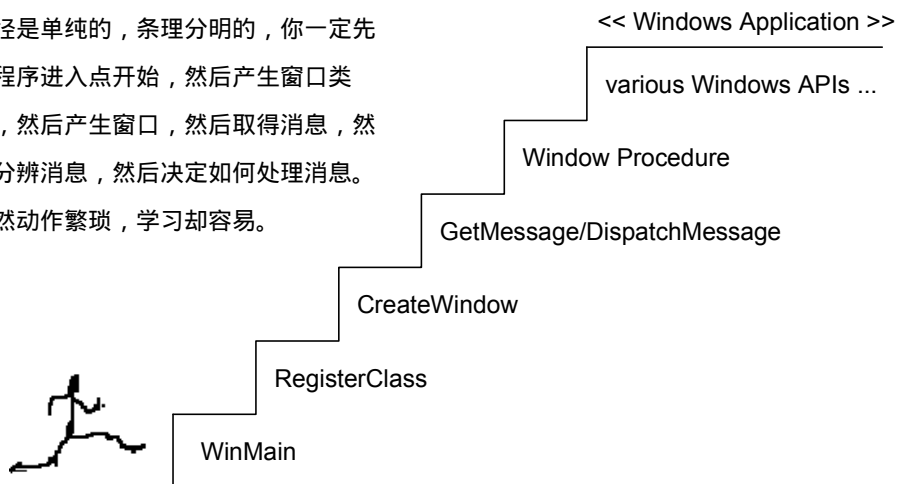
想象你拥有一部保时捷，风驰电掣风光得很，但是引擎盖打开来全傻了眼。如果你懂汽车内部运作原理，那么至少开车时「脚不要老是含着离合器，以免来令片磨损」这个道理背后的原理你就懂了，「踩煞车时绝不可以同时踩离合器，以免失去引擎煞车力」这个道理背后的原理你也懂了，甚至你的保时捷要保养维修时或也可以不假外力自己来。

不要把自己想象成这场游戏中的后座车主，事实上作为这本技术书籍的读者的你，应该是车厂师傅。

好，这个比喻不见得面面俱到，但起码你知道了自己的身份。

题外话：我的朋友曾铭源（现在纽约工作）写信给我说：『最近项目的压力大，人员纷纷离职。接连一个多礼拜，天天有人上门面谈。人事部门不知从哪里找来这些阿哥，号称有三年的SDK/MFC 经验，结果对起话来是鸡同鸭讲，WinMain 和Windows Procedure 都搞不清楚。问他什么是message handler？只会在ClassWizard 上click、click、click !!! 拜Wizard 之赐，人力市场上多出了好几倍的VC/MFC 程序员，但这些「Wizard 通」我们可不敢要』。

以raw Windows API 开发程序，学习的路径是单纯的，条理分明的，你一定先从程序进入点开始，然后产生窗口类别，然后产生窗口，然后取得消息，然后分辨消息，然后决定如何处理消息。虽然动作繁琐，学习却容易。



以 MFC 开发程序，一开始很快速，因为开发工具会为你产生一个骨干程序，一般该有的各种接口一应俱全。但是 MFC 的学习曲线十分陡峭，程序员从骨干程式出发一直到有能力修改程序代码以符合个人的需要，是一段不易攀登的峭壁。

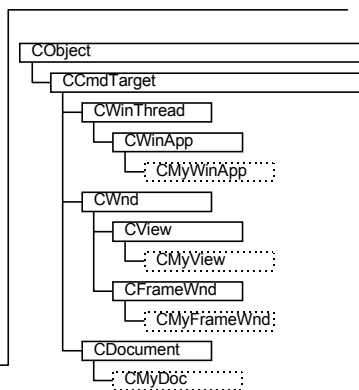


一个 MFC 骨干程序

Visual C++ 各种工具之使用

近乎垂直的学习曲线

<< MFC Application >>



如果我们了解 Windows 程序的基本运作原理，并了解 MFC 如何把这些基础动作整合起来，我们就能够使 MFC 学习曲线的陡峭程度缓和下来。因此能够迅速接受 MFC，进而使用 MFC。呵，一条似远实近的道路！



MFC 骨干程序

Visual C++ 各种工具之使用

WinMain 由 MFC 提供

RegisterClass 包装于 AfxWinInit 中

CreateWindow 应该在 CWinApp::InitInstance 中调用

GetMessage/DispatchMessage 包装在 CWinApp::Run 中

Window Procedure 由 MFC 提供

包装在 MFC 各类别中

Windows APIs

Message Mapping, Message Routing.

Dynamic Creation, Serialization.

<< MFC Application >>

我希望你了解，本书之所以在各个主题中不厌其烦地挖MFC 内部动作，解释骨干程序的每一条指令，每一个环节，是为了让你踏实地接受MFC，进而有能力役使MFC。你以为这是一条远路？呵呵，似远实近！

不二法门：熟记MFC 类别的阶层架构

MFC 在1.0 版时期的诉求是「一组将SDK API 包装得更好用的类别库」，从2.0 版开始更进一步诉求是一个「Application Framework」，拥有重要的Document-View 架构；随后又在更新版本上增加了OLE 架构、DAO 架构...。为了让你有一个最轻松的起点，我把第一个程序简化到最小程度，舍弃Document-View 架构，使你能够尽快掌握C++/MFC 程序的面貌。这个程序并不以AppWizard 制作出来，也不以ClassWizard 管理维护，而是纯手工打造。毕竟Wizards 做出来的程序代码有一大堆批注，某些批注对Wizards 有特殊意义，不能随便删除，却可能会混淆初学者的视听焦点；而且Wizards 所产生的程序骨干已具备Document-View 架构，又有许多奇奇怪怪的宏，初学者暂避为妙。我们目前最想知道的是一个最阳春的MFC 程序以什么面貌呈现，以及它如何开始运作，如何结束生命。

SDK 程序设计的第一要务是了解最重要的数个API 函数的意义和用法，像是 *RegisterClass*、*CreateWindow*、*GetMessage*、*DispatchMessage*，以及消息的获得与分配。MFC 程序设计的第一要务则是熟记MFC 的类别阶层架构，并清楚知晓其中几个一定会用到的类别。本书最后面有一张MFC 4.2 架构图，叠床架屋，令人畏惧，我将挑出单单两个类别，组合成一个"Hello MFC" 程序。这两个类别在MFC 的地位如图6-1 所示。

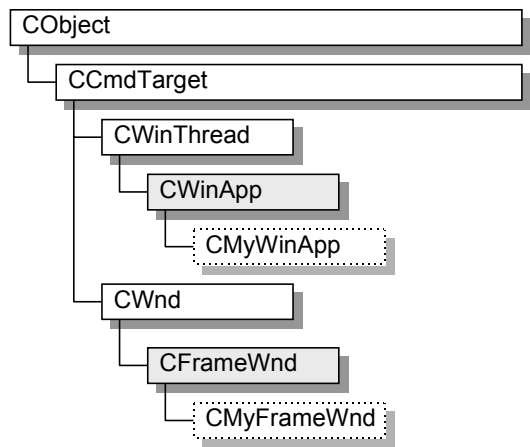


图6-1 本章范例程序所用到的MFC 类别

需要什么函数库？

开始写码之前，我们得先了解程序代码以外的外围环境。第一个必须知道的是，MFC 程序需要什么函数库？SDK 程序联结时期所需的函数库已在第一章显示，MFC 程序一样需要它们：

Windows C Runtime函数库 (VC++ 5.0)		
文件名称	文件大小	说明
LIBC.LIB	898826	C Runtime 函数库的静态联结版本
MSVCRT.LIB	510000	C Runtime 函数库的动态联结版本
MSVCRTD.LIB	803418	'D' 表示使用于Debug 模式

* 这些函数库不再区分Large/Medium/Small 内存模式，因为32 位操作系统不再有记忆体模式之分。这些函数库的多线程版本，请参考本书#38 页。

DLL Import 函数库 (VC++ 5.0)		
文件名称	文件大小	说明
GDI32.LIB	307520	for GDI32.DLL (136704 bytes in Win95)
USER32.LIB	517018	for USER32.DLL (45568 bytes in Win95)
KERNEL32.LIB	635638	for KERNEL32 DLL (413696 bytes in Win95)
...		

此外，应用程序还需要联结一个所谓的MFC 函数库，或称为AFX 函数库，它也就是MFC 这个application framework 的本体。你可以静态联结之，也可以动态联结之，AppWizard 给你选择权。本例使用动态联结方式，所以需要一个对应的MFC import 函数库：

MFC 函数库 (AFX 函数库) (VC++ 5.0 , MFC 4.2)		
文件名称	文件大小	说明
MFC42.LIB	4200034	MFC42.DLL (941840 bytes) 的 import 函数库。
MFC42D.LIB	3003766	MFC42D.DLL (1393152 bytes) 的 import 函数库。
MFCS42.LIB	168364	
MFCS42D.LIB	169284	
MFCN42D.LIB	91134	
MFCD42D.LIB	486334	
MFCO42D.LIB	2173082	
...		

我们如何在联结器 (link.exe) 中设定选项，把这些函数库都联结起来？稍后在 HELLO.MAK 中可以一窥全貌。

如果在Visual C++ 整合环境中工作，这些设定不劳你自己动手，整合环境会根据我们圈选的项目自动做出一个合适的makefile。这些makefile 的内容看起来非常诘屈聱牙，事实上我们也不必太在意它，因为那是整合环境的工作。这一章我不打算依赖任何开发工具，一切自己来，你会在稍后看到一个简洁清爽的makefile。

需要什么头文件？

SDK 程序只要包含WINDOWS.H 就好，所有API 的函数声明、消息定义、常数定义、宏定义、都在WINDOWS.H 档中。除非程序另调用了操作系统提供的新模块（如 CommDlg、ToolHelp、DDEML...），才需要再各别包含对应的.H 档。

WINDOWS.H 过去是一个巨大文件，大约在5000 行上下。现在已拆分为数十个较小的.H 档，再由WINDOWS.H 包含进来。也就是说它变成一个"Master included file for Windows applications"。

MFC 程序不这么单纯，下面是它常常需要面对的另外一些.H 档：

STDAFX.H - 这个文件用来做为Precompiled header file（请看稍后的方块说明），其内只是包含其它的MFC 头文件。应用程序通常会准备自己的

STDAFX.H，例如本章的Hello 程序就在STDAFX.H 中包含AFXWIN.H。

AFXWIN.H - 每一个Windows MFC 程序都必须包含它，因为它以及它所包含的文件声明了所有的MFC 类别。此档内含AFX.H，后者又包含AFXVER_.H，后者又包含AFXV_W32.H，后者又包含WINDOWS.H（啊呼，终于现身）。

AFXEXT.H - 凡使用工具栏、状态列之程序必须包含这个文件。

AFXDLGS.H - 凡使用通用型对话框（Common Dialog）之MFC 程序需包含此档，其内部包含COMMDDL.G.H。

AFXCMN.H - 凡使用Windows 95 新增之通用型控制组件（Common Control）之MFC 程序需包含此文件。

AFXCOLL.H - 凡使用Collections Classes（用以处理数据结构如数组、串行）之程序必须包含此文件。

AFXDLLX.H - 凡MFC extension DLLs 均需包含此档。

AFXRES.H - MFC 程序的RC 文件必须包含此档。MFC 对于标准资源（例如 File、Edit 等菜单项目）的ID 都有默认值，定义于此文件中，例如：

```
// File commands
#define ID_FILE_NEW          0xE100
#define ID_FILE_OPEN        0xE101
#define ID_FILE_CLOSE       0xE102
#define ID_FILE_SAVE        0xE103
#define ID_FILE_SAVE_AS     0xE104
...
// Edit commands
#define ID_EDIT_COPY         0xE122
#define ID_EDIT_CUT          0xE123
...
```

这些菜单项目都有预设的说明文字（将出现在状态列中），但说明文字并不会事先定义于此文件，AppWizard 为我们制作骨干程序时才把说明文字加到应用程序的RC 文件中。第4 章的骨干程序Scribble step0 的RC 档中就有这样的字符串表格：

```
STRINGTABLE DISCARDABLE
BEGIN
    ID_FILE_NEW      "Create a new document"
    ID_FILE_OPEN     "Open an existing document"
    ID_FILE_CLOSE    "Close the active document"
    ID_FILE_SAVE     "Save the active document"
    ID_FILE_SAVE_AS  "Save the active document with a new name"
    ...
    ID_EDIT_COPY     "Copy the selection and puts it on the Clipboard"
    ID_EDIT_CUT      "Cut the selection and puts it on the Clipboard"
    ...
END
```

所有MFC 头文件均置于\Msvc\MFC\INCLUDE 中。这些文件连同Windows SDK 的包含档WINDOWS.H、COMMdlg.H、TOOLHELP.H、DDEML.H... 每每在编译过程中耗费大量的时间，因此你绝对有必要设定Precompiled header。

Precompiled Header
一个应用程序在发展过程中常需要不断地编译。Windows 程序包含的标准.H 文件非常巨大但内容不变，编译器浪费在这上面的时间非常多。Precompiled header 就是将.H 档第一次编译后的结果贮存起来，第二次再编译时就可以直接从磁盘中取出来用。这种观念在Borland C/C++ 早已行之，Microsoft 这边则是一直到Visual C++ 1.0 才具备。

简化的MFC 程序架构－以Hello MFC 为例

现在我们正式进入MFC 程序设计。由于Document/View 架构复杂，不适合初学者，所以我先把它略去。这里所提的程序观念是一般的MFC Application Framework 的子集合。本程序名为Hello，执行时会在窗口中从天而降"Hello, MFC" 字样。Hello 是一个非常简单而具代表性的程序，它的代表性在于：

每一个MFC 程序都想从MFC 中衍生出适当的类别来用（不然又何必以MFC 写程序呢），其中两个不可或缺类别 *CWinApp* 和 *CFrameWnd* 在Hello 程序中会表现出来，它们的意义如图6-2。

MFC 类别中某些函数一定得被应用程序改写（例如 *CWinApp::InitInstance* ），这在Hello 程序中也看得到。

菜单和对话框，Hello 也都具备。

图6-3 是Hello 源文件的组成。第一次接触MFC 程序，我们常常因为不熟悉MFC 的类别分类、类别命名规则，以至于不能在脑中形成具体印象，于是细部讨论时各种信息及说明仿如过眼云烟。相信我，你必须多看几次，并且用心熟记MFC 命名规则。

图6-3 之后是Hello 程序的源代码。由于MFC 已经把Windows API 都包装起来了，源代码再也不能够「说明一切」。你会发现MFC 程序很有点见林不见树的味道：

看不到WinMain，因此不知程序从哪里开始执行。

看不到RegisterClass 和CreateWindow，那么窗口是如何做出来的呢？

看不到Message Loop（ GetMessage/DispatchMessage），那么程序如何推动？

看不到Window Procedure，那么窗口如何运作？

我的目的就在铲除这些困惑。

Hello 程序源代码

HELLO.MAK - makefile

RESOURCE.H - 所有资源ID 都在这里定义。本例只定义一个IDM_ABOUT。

JJHOUR.ICO - 图标文件，用于主窗口和对话框。

HELLO.RC - 资源描述档。本例有一份菜单、一个图标、和一个对话框。

STDAFX.H - 包含AFXWIN.H。

STDAFX.CPP - 包含STDAFX.H，为的是制造出Precompiled header。

HELLO.H - 声明CMyWinApp 和CMyFrameWnd。

HELLO.CPP - 定义CMyWinApp 和CMyFrameWnd。

注意：没有模块定义文件.DEF？是的，如果你不指定模块定义文件，联结器就使用默认值。

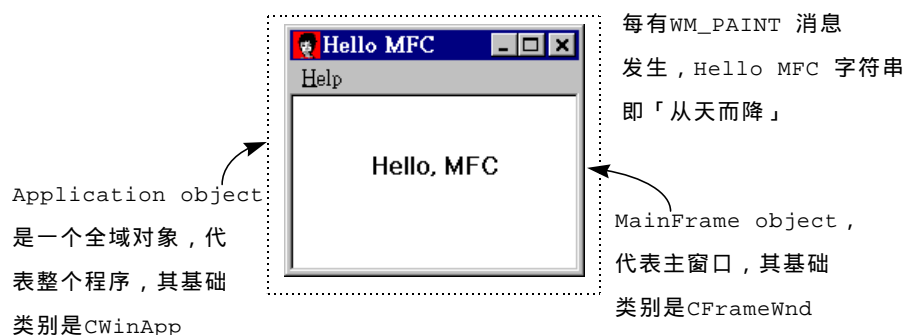


图6-2 Hello 程序中的两个对象

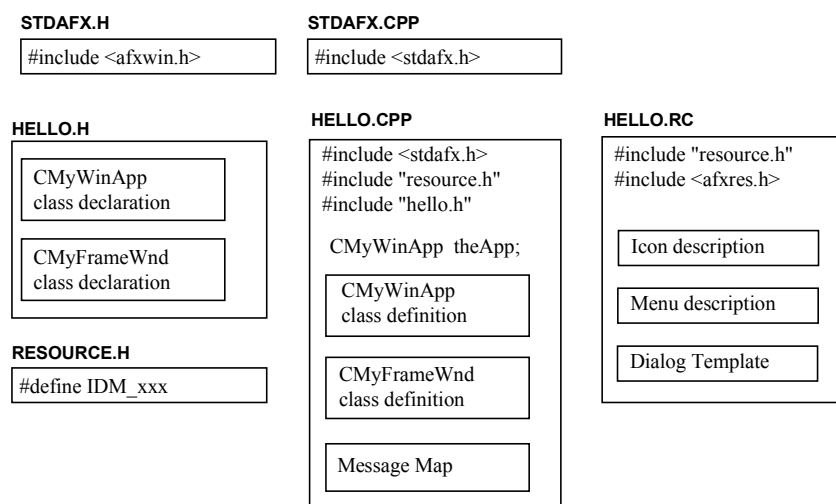


图6-3 Hello 程序的基本文件架构。一般习惯为每个类别准备一个.H (声明) 和一个.CPP (实作), 本例把两类别集中在一起是为了简化。

HELLO.MAK (请在DOS 窗口中执行nmake hello.mak。环境设定请参考p.224)

```

#0001 # filename : hello.mak
#0002 # make file for hello.exe (MFC 4.0 Application)
#0003 # usage : nmake hello.mak (Visual C++ 5.0)
#0004
#0005 Hello.exe : StdAfx.obj Hello.obj Hello.res
#0006     link.exe /nologo /subsystem:windows /incremental:no \
#0007         /machine:I386 /out:"Hello.exe" \
#0008         Hello.obj StdAfx.obj Hello.res \
#0009         msvcrt.lib kernel32.lib user32.lib gdi32.lib mfc42.lib
#0010
#0011 StdAfx.obj : StdAfx.cpp StdAfx.h
#0012     cl.exe /nologo /MD /W3 /GX /O2 /D "WIN32" /D "NDEBUG" /D "_WINDOWS" \
#0013         /D "_AFXDLL" /D "_MBCS" /Fp"Hello.pch" /Yc"stdafx.h" \
#0014         /c StdAfx.cpp
#0015
#0016 Hello.obj : Hello.cpp Hello.h StdAfx.h
#0017     cl.exe /nologo /MD /W3 /GX /O2 /D "WIN32" /D "NDEBUG" /D "_WINDOWS" \
#0018         /D "_AFXDLL" /D "_MBCS" /Fp"Hello.pch" /Yu"stdafx.h" \
#0019         /c Hello.cpp
#0020
#0021 Hello.res : Hello.rc Hello.ico jjhour.ico
#0022     rc.exe /l 0x404 /Fo"Hello.res" /D "NDEBUG" /D "_AFXDLL" Hello.rc

```

RESOURCE.H

```
#0001 // resource.h
#0002 #define IDM_ABOUT 100
```

HELLO.RC

```
#0001 // hello.rc
#0002 #include "resource.h"
#0003 #include "afxres.h"
#0004
#0005 JJHouRIcon          ICON DISCARDABLE "JJHOUR.ICO"
#0006 AFX_IDI_STD_FRAME  ICON DISCARDABLE "JJHOUR.ICO"
#0007
#0008 MainMenu MENU DISCARDABLE
#0009 {
#0010     POPUP "&Help"
#0011     {
#0012         MENUITEM "&About HelloMFC...", IDM_ABOUT
#0013     }
#0014 }
#0015
#0016 AboutBox DIALOG DISCARDABLE 34, 22, 147, 55
#0017 STYLE DS_MODALFRAME | WS_POPUP | WS_CAPTION | WS_SYSMENU
#0018 CAPTION "About Hello"
#0019 {
#0020     ICON          "JJHouRIcon", IDC_STATIC, 11, 17, 18, 20
#0021     LTEXT         "Hello MFC 4.0", IDC_STATIC, 40, 10, 52, 8
#0022     LTEXT         "Copyright 1996 Top Studio", IDC_STATIC, 40, 25, 100, 8
#0023     LTEXT         "J.J.Hou", IDC_STATIC, 40, 40, 100, 8
#0024     DEFPUSHBUTTON "OK", IDOK, 105, 7, 32, 14, WS_GROUP
#0025 }
```

STDAFX.H

```
#0001 // stdafx.h : include file for standard system include files,
#0002 // or project specific include files that are used frequently,
#0003 // but are changed infrequently
#0004
#0005 #include <afxwin.h> // MFC core and standard components
```

STDAFX.CPP

```
#0001 // stdafx.cpp : source file that includes just the standard includes
#0002 //      Hello.pch will be the pre-compiled header
#0003 //      stdafx.obj will contain the pre-compiled type information
#0004
#0005 #include "stdafx.h"
```

HELLO.H

```
#0001 //-----
#0002 //      MFC 4.0 Hello Sample Program
#0003 //      Copyright (c) 1996 Top Studio * J.J.Hou
#0004 // 档名: hello.h
#0005 //
#0006 // 作者: 侯俊杰
#0007 // 编译联结: 请参考hello.mak
#0008 //
#0009 // 声明Hello 程序的两个类别: CMyWinApp 和CMyFrameWnd
#0010 //-----
#0011
#0012 class CMyWinApp : public CWinApp
#0013 {
#0014 public:
#0015     BOOL InitInstance(); // 每一个应用程序都应该改写此函数
#0016 };
#0017
#0018 //-----
#0019 class CMyFrameWnd : public CFrameWnd
#0020 {
#0021 public:
#0022     CMyFrameWnd(); // constructor
#0023     afx_msg void OnPaint(); // for WM_PAINT
#0024     afx_msg void OnAbout(); // for WM_COMMAND (IDM_ABOUT)
#0025
#0026 private:
#0027     DECLARE_MESSAGE_MAP() // Declare Message Map
#0028     static VOID CALLBACK LineDDACallback(int,int,LPARAM);
#0029     // 注意: callback 函数必须是"static", 才能去除隐藏的'this' 指针。
#0030 };
```

HELLO.CPP

```
#0001 //-----
#0002 //          MFC 4.0 Hello sample program
#0003 //          Copyright (c) 1996 Top Studio * J.J.Hou
#0004 //  档名: hello.cpp
#0005 //
#0006 //  作者: 侯俊杰
#0007 //  编译联结: 请参考hello.mak
#0008 //
#0009 //  本例示范最简单之MFC 应用程序, 不含Document/View 架构。程序每收到
#0010 //  WM_PAINT 即利用GDI 函数LineDDA() 让"Hello, MFC" 字符串从天而降。
#0011 //-----
#0012 #include "Stdafx.h"
#0013 #include "Hello.h"
#0014 #include "Resource.h"
#0015
#0016 CMyWinApp theApp; // application object
#0017
#0018 //-----
#0019 // CMyWinApp's member
#0020 //-----
#0021 BOOL CMyWinApp::InitInstance()
#0022 {
#0023     m_pMainWnd = new CMyFrameWnd();
#0024     m_pMainWnd->ShowWindow(m_nCmdShow);
#0025     m_pMainWnd->UpdateWindow();
#0026     return TRUE;
#0027 }
#0028 //-----
#0029 // CMyFrameWnd's member
#0030 //-----
#0031 CMyFrameWnd::CMyFrameWnd()
#0032 {
#0033     Create(NULL, "Hello MFC", WS_OVERLAPPEDWINDOW, rectDefault,
#0034           NULL, "MainMenu"); // "MainMenu" 定义于 RC 档
#0035 }
#0036 //-----
#0037 BEGIN_MESSAGE_MAP(CMyFrameWnd, CFrameWnd)
#0038     ON_COMMAND(IDM_ABOUT, OnAbout)
#0039     ON_WM_PAINT()
#0040 END_MESSAGE_MAP()
#0041 //-----
#0042 void CMyFrameWnd::OnPaint()
#0043 {
#0044     CPaintDC dc(this);
```

```

#0045 CRect rect;
#0046
#0047     GetClientRect(rect);
#0048
#0049     dc.SetTextAlign(TA_BOTTOM | TA_CENTER);
#0050
#0051     ::LineDDA(rect.right/2, 0, rect.right/2, rect.bottom/2,
#0052         (LINEDDAPROC) LineDDACallback, (LPARAM) (LPVOID) &dc);
#0053 }
#0054 //-----
#0055 VOID CALLBACK CMyFrameWnd::LineDDACallback(int x, int y, LPARAM lpdc)
#0056 {
#0057     static char szText[] = "Hello, MFC";
#0058
#0059     ((CDC*)lpdc)->TextOut(x, y, szText, sizeof(szText)-1);
#0060     for(int i=1; i<50000; i++); // 纯粹是为了延迟下降速度，以利观察
#0061 }
#0062 //-----
#0063 void CMyFrameWnd::OnAbout()
#0064 {
#0065     CDialog about("AboutBox", this); // "AboutBox" 定义于RC 档
#0066     about.DoModal();
#0067 }

```

上面这些程序代码中，你看到了一些MFC 类别如CWinApp 和CFrameWnd，一些MFC 数据类型如BOOL 和VOID，一些MFC 宏如DECLARE_MESSAGE_MAP 和 BEGIN_MESSAGE_END 和END_MESSAGE_MAP。这些都曾经在第5 章的「纵览MFC」一节中露过脸。但是单纯从C++ 语言的角度来看，还有一些是我们不能理解的，如HELLO.H 中的afx_msg（#23 行）和CALLBACK（#28 行）。

你可以在WINDEF.H 中发现CALLBACK 的意义：

```
#define CALLBACK __stdcall // 一种函数调用习惯
```

可以在AFXWIN.H 中发现afx_msg 的意义：

```
#define afx_msg // intentional placeholder
// 故意安排的一个空位置。也许以后版本会用到。
```

MFC 程序的来龙去脉 (causal relations)

让我们从第1 章的C/SDK 观念出发，看看MFC 程序如何运作。

第一件事情就是找出MFC程序的进入点。MFC程序也是Windows程序，所以它应该也有一个*WinMain*，但是我们在Hello程序看不到它的踪影。是的，但先别急，在程序进入点之前，更有一个（而且仅有一个）全域对象（本例名为*theApp*），这是所谓的application object，当操作系统将程序加载并激活，这个全域对象获得配置，其构造式会先执行，比*WinMain*更早。所以以时间顺序来说，我们先看看这个application object。

我只借用两个类别：CWinApp 和 CFrameWnd

你已经看过了图6-2，作为一个最最粗浅的MFC程序，Hello是如此单纯，只有一个视窗。回想第一章Generic程序的写法，其主体在于*WinMain*和*WndProc*，而这两个部份其实都有相当程度的不变性。好极了，MFC就把有着相当固定行为之*WinMain*内部动作包装在*CWinApp*中，把有着相当固定行为之*WndProc*内部动作包装在*CFrameWnd*中。也就是说：

CWinApp 代表程序本体

CFrameWnd 代表一个主框窗口（Frame Window）

但虽然我说，*WinMain*内部动作和*WndProc*内部动作都有着相当程度的固定行为，它们毕竟需要面对不同应用程序而有某种变化。所以，你必须以这两个类别为基础，衍生自己的类别，并改写其中一部份成员函数。

```
class CMyWinApp : public CWinApp
{
    ...
};

class CMyFrameWnd : public CFrameWnd
{
    ...
};
```

本章对衍生类别的命名规则是：在基础类别名称的前面加上"*My*"。这种规则真正上战场时不见得适用，大型程序可能会自同一个基础类别衍生出许多自己的类别。不过以教学目的而言，这种命名方式使我们从字面就知道类别之间的从属关系，颇为理想（根据我的经验，初学者会被类别的命名搞得头昏脑胀）。

CWinApp — 取代 WinMain 的地位

CWinApp 的衍生对象被称为 application object，可以想见，CWinApp 本身就代表一个程式本体。一个程式的本体是什么？回想第 1 章的 SDK 程序，与程序本身有关而不与视窗有关的资料或动作有些什么？系统传进来的四个 WinMain 参数算不算？

InitApplication 和 InitInstance 算不算？消息循环算不算？都算，是的，以下是 MFC 4.x 的 CWinApp 声明（节录自 AFXWIN.H）：

```
class CWinApp : public CWinThread
{
// Attributes
// Startup args (do not change)
HINSTANCE m_hInstance;
HINSTANCE m_hPrevInstance;
LPTSTR m_lpCmdLine;
int m_nCmdShow;

// Running args (can be changed in InitInstance)
LPCTSTR m_pszAppName; // human readable name
LPCTSTR m_pszRegistryKey; // used for registry entries

public: // set in constructor to override default
LPCTSTR m_pszExeName; // executable name (no spaces)
LPCTSTR m_pszHelpFilePath; // default based on module path
LPCTSTR m_pszProfileName; // default based on app name

public:
// hooks for your initialization code
virtual BOOL InitApplication();

// overrides for implementation
virtual BOOL InitInstance();
virtual int ExitInstance();
virtual int Run();
virtual BOOL OnIdle(LONG lCount);
...
};
```

几乎可以说 *CWinApp* 用来取代 *WinMain* 在 SDK 程序中的地位。这并不是说 MFC 程序没有 *WinMain*（稍后我会解释），而是说传统上 SDK 程序的 *WinMain* 所完成的工作现在由 *CWinApp* 的三个函数完成：

```
virtual BOOL InitApplication();
virtual BOOL InitInstance();
virtual int Run();
```

WinMain 只是扮演役使它们的角色。

会不会觉得 *CWinApp* 的成员变量中少了点什么东西？是不是应该有个成员变量记录主窗口的 handle（或是主窗口对应之 C++ 对象）？的确，在 MFC 2.5 中的确有 *m_pMainWnd* 这么个成员变量（以下节录自 MFC 2.5 的 AFXWIN.H）：

```
class CWinApp : public CCmdTarget
{
// Attributes
// Startup args (do not change)
HINSTANCE m_hInstance;
HINSTANCE m_hPrevInstance;
LPSTR m_lpCmdLine;
int m_nCmdShow;

// Running args (can be changed in InitInstance)
CWnd* m_pMainWnd; // main window (optional)
CWnd* m_pActiveWnd; // active main window (may not be m_pMainWnd)
const char* m_pszAppName; // human readable name

public: // set in constructor to override default
const char* m_pszExeName; // executable name (no spaces)
const char* m_pszHelpFilePath; // default based on module path
const char* m_pszProfileName; // default based on app name

public:
// hooks for your initialization code
virtual BOOL InitApplication();
virtual BOOL InitInstance();

// running and idle processing
virtual int Run();
virtual BOOL OnIdle(LONG lCount);
```

```

    // exiting
    virtual int ExitInstance();
...
};

```

但从MFC 4.x 开始，*m_pMainWnd* 已经被移往*CWinThread* 中了（它是*CWinApp* 的父类别）。以下内容节录自MFC 4.x 的AFXWIN.H：

```

class CWinThread : public CCmdTarget
{
// Attributes
    CWnd* m_pMainWnd;      // main window (usually same AfxGetApp()->m_pMainWnd)
    CWnd* m_pActiveWnd;    // active main window (may not be m_pMainWnd)

    // only valid while running
    HANDLE m_hThread;      // this thread's HANDLE
    DWORD m_nThreadID;     // this thread's ID

    int GetThreadPriority();
    BOOL SetThreadPriority(int nPriority);

// Operations
    DWORD SuspendThread();
    DWORD ResumeThread();

// Overridables
    // thread initialization
    virtual BOOL InitInstance();

    // running and idle processing
    virtual int Run();
    virtual BOOL PreTranslateMessage(MSG* pMsg);
    virtual BOOL PumpMessage();    // low level message pump
    virtual BOOL OnIdle(LONG lCount); // return TRUE if more idle processing

public:
    // valid after construction
    AFX_THREADPROC m_pfnThreadProc;
...
};

```

熟悉Win32 的朋友，看到*CWinThread* 类别之中的*SuspendThread* 和*ResumeThread* 成员函数，可能会发出会心微笑。

CFrameWnd — 取代 WndProc 的地位

CFrameWnd 主要用来掌握一个窗口，几乎你可以说它是用来取代SDK 程序中的窗口函数的地位。传统的SDK 窗口函数写法是：

```
long FAR PASCAL WndProc(HWND hWnd, UNIT msg, WORD wParam, LONG lParam)
{
    switch(msg) {
        case WM_COMMAND :
            switch(wParam) {
                case IDM_ABOUT :
                    OnAbout(hWnd, wParam, lParam);
                    break;
            }
            break;
        case WM_PAINT :
            OnPaint(hWnd, wParam, lParam);
            break;
        default :
            DefWindowProc(hWnd, msg, wParam, lParam);
    }
}
```

MFC 程序有新的作法，我们在Hello 程序中也为CMyFrameWnd 准备了两个消息处理例程，声明如下：

```
class CMyFrameWnd : public CFrameWnd
{
public:
    CMyFrameWnd();
    afx_msg void OnPaint();
    afx_msg void OnAbout();
    DECLARE_MESSAGE_MAP()
};
```

OnPaint 处理什么消息？OnAbout 又是处理什么消息？我想你很容易猜到，前者处理 WM_PAINT，后者处理 WM_COMMAND 的 IDM_ABOUT。这看起来十分俐落，但让人搞不懂来龙去脉。程序中是不是应该有「把消息和处理函数关联在一起」的设定动作？是的，这些设定在HELLO.CPP 才看得到。但让我先着一鞭：DECLARE_MESSAGE_MAP 宏与此有关。

这种写法非常奇特，原因是MFC 内建了一个所谓的Message Map 机制，会把消息自动送到「与消息对映之特定函数」去；消息与处理函数之间的对映关系由程序员指定。

DECLARE_MESSAGE_MAP 另搭配其它宏，就可以很便利地将消息与其处理函数关联在一起：

```
BEGIN_MESSAGE_MAP(CMyFrameWnd, CFrameWnd)
    ON_WM_PAINT()
    ON_COMMAND(IDM_ABOUT, OnAbout)
END_MESSAGE_MAP()
```

稍后我就来探讨这些神秘的宏。

引爆器 – Application object

我们已经看过HELLO.H 声明的两个类别，现在把目光转到HELLO.CPP 身上。这个档案将两个类别实作出来，并产生一个所谓的application object。故事就从这里展开。下面这张图包括右半部的Hello 源代码与左半部的MFC 源代码。从这一节以降，我将以此图解释MFC 程序的激活、运行、与结束。不同小节的图将标示出当时的程序进行状况。

WINMAIN.CPP

```
int AFXAPI AfxWinMain (...)
{
    CWinApp* pApp = AfxGetApp();

    AfxWinInit(...);

    pApp->InitApplication();
    pApp->InitInstance();
    nReturnCode = pApp->Run();

    AfxWinTerm();
}
```

HELLO.CPP

```
1 CMyWinApp theApp; // application object

BOOL CMyWinApp::InitInstance()
{
    m_pMainWnd = new CMyFrameWnd();
    m_pMainWnd->ShowWindow(m_nCmdShow);
    m_pMainWnd->UpdateWindow();
    return TRUE;
}

CMyFrameWnd::CMyFrameWnd()
{
    Create(NULL, "Hello MFC", ...,
           "MainMenu");
}

void CMyFrameWnd::OnPaint() { ... }
void CMyFrameWnd::OnAbout() { ... }

BEGIN_MESSAGE_MAP(CMyFrameWnd, CFrameWnd)
    ON_COMMAND(IDM_ABOUT, OnAbout)
    ON_WM_PAINT()
END_MESSAGE_MAP()
```

上图的*theApp* 就是Hello 程序的application object，每一个MFC 应用程序都有一个，而且也只有这么一个。当你执行Hello，这个全域对象产生，于是构造式执行起来。我们并没有定义*CMyWinApp* 构造式；至于其父类别*CWinApp* 的构造式内容摘要如下（摘录自APPCORE.CPP）：

```

CWinApp::CWinApp(LPCTSTR lpszAppName)
{
    m_pszAppName = lpszAppName;

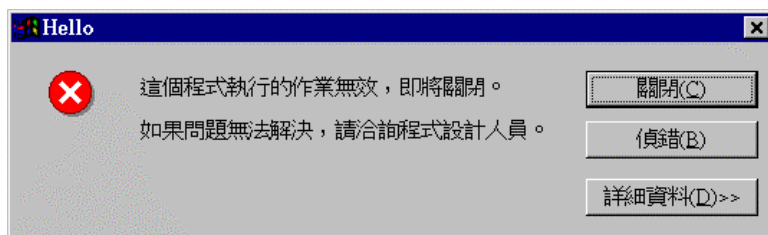
    // initialize CWinThread state
    AFX_MODULE_THREAD_STATE* pThreadState = AfxGetModuleThreadState();
    pThreadState->m_pCurrentWinThread = this;
    m_hThread = ::GetCurrentThread();
    m_nThreadId = ::GetCurrentThreadId();

    // initialize CWinApp state
    AFX_MODULE_STATE* pModuleState = AfxGetModuleState();
    pModuleState->m_pCurrentWinApp = this;

    // in non-running state until WinMain
    m_hInstance = NULL;
    m_pszHelpFilePath = NULL;
    m_pszProfileName = NULL;
    m_pszRegistryKey = NULL;
    m_pszExeName = NULL;
    m_lpCmdLine = NULL;
    m_pCmdInfo = NULL;
    ...
}

```

CWinApp 之中的成员变量将因为 *theApp* 这个全域对象的诞生而获得配置与初值。如果程序中没有 *theApp* 存在，编译联结还是可以顺利通过，但执行时会出现系统错误消息：



隐晦不明的 WinMain

WINMAIN.CPP

```
int AFXAPI AfxWinMain (...)
{
    CWinApp* pApp = AfxGetApp();

    AfxWinInit(...);

    pApp->InitApplication();
    pApp->InitInstance();
    nReturnCode = pApp->Run();

    AfxWinTerm();
}
```

HELLO.CPP

```
1 CMYWinApp theApp; // application object

BOOL CMYWinApp::InitInstance()
{
    m_pMainWnd = new CMYFrameWnd();
    m_pMainWnd->ShowWindow(m_nCmdShow);
    m_pMainWnd->UpdateWindow();
    return TRUE;
}

CMYFrameWnd::CMYFrameWnd()
{
    Create(NULL, "Hello MFC", ...,
           "MainMenu");
}

void CMYFrameWnd::OnPaint() { ... }
void CMYFrameWnd::OnAbout() { ... }

BEGIN_MESSAGE_MAP(CMYFrameWnd, CFrameWnd)
    ON_COMMAND(IDM_ABOUT, OnAbout)
    ON_WM_PAINT()
END_MESSAGE_MAP()
```

theApp 配置完成后，WinMain 登场。我们并未撰写 WinMain 程序代码，这是 MFC 早已准备好并由连接器直接加到应用程序代码中的，其源代码列于图 6-4。_tWinMain 函数的 `!$-t!` 是为了支持 Unicode 而准备的一个宏。

```
// in APPMODUL.CPP
extern "C" int WINAPI
_tWinMain(HINSTANCE hInstance, HINSTANCE hPrevInstance,
          LPTSTR lpCmdLine, int nCmdShow)
{
    // call shared/exported WinMain
    return AfxWinMain(hInstance, hPrevInstance, lpCmdLine, nCmdShow);
}
```

此外，在 DLLMODUL.CPP 中有一个 *DllMain* 函数。本书并未涵盖 DLL 程序设计。


```

// in WINMAIN.CPP
#0001 ///////////////////////////////////////////////////////////////////
#0002 // Standard WinMain implementation
#0003 // Can be replaced as long as 'AfxWinInit' is called first
#0004
#0005 int AFXAPI AfxWinMain (HINSTANCE hInstance, HINSTANCE hPrevInstance,
#0006     LPTSTR lpCmdLine, int nCmdShow)
#0007 {
#0008     ASSERT(hPrevInstance == NULL);
#0009
#0010     int nReturnCode = -1;
#0011     CWinApp* pApp = AfxGetApp();
#0012
#0013     // AFX internal initialization
#0014     if (!AfxWinInit(hInstance, hPrevInstance, lpCmdLine, nCmdShow))
#0015         goto InitFailure;
#0016
#0017     // App global initializations (rare)
#0018     ASSERT_VALID(pApp);
#0019     if (!pApp->InitApplication())
#0020         goto InitFailure;
#0021     ASSERT_VALID(pApp);
#0022
#0023     // Perform specific initializations
#0024     if (!pApp->InitInstance())
#0025     {
#0026         if (pApp->m_pMainWnd != NULL)
#0027         {
#0028             TRACE0("Warning: Destroying non-NULL m_pMainWnd\n");
#0029             pApp->m_pMainWnd->DestroyWindow();
#0030         }
#0031         nReturnCode = pApp->ExitInstance();
#0032         goto InitFailure;
#0033     }
#0034     ASSERT_VALID(pApp);
#0035
#0036     nReturnCode = pApp->Run();
#0037     ASSERT_VALID(pApp);
#0038
#0039     InitFailure:
#0040
#0041     AfxWinTerm();
#0042     return nReturnCode;
#0043 }

```

图6-4 Windows 程序进入点。源代码可从MFC 的WINMAIN.CPP 中获得。

稍加整理去芜存菁，就可以看到这个「程序进入点」主要做些什么事：

```
int AFXAPI AfxWinMain (HINSTANCE hInstance, HINSTANCE hPrevInstance,
                      LPTSTR lpCmdLine, int nCmdShow)
{
    int nReturnCode = -1;
    CWinApp* pApp = AfxGetApp();

    AfxWinInit(hInstance, hPrevInstance, lpCmdLine, nCmdShow);

    pApp->InitApplication();
    pApp->InitInstance();
    nReturnCode = pApp->Run();

    AfxWinTerm();
    return nReturnCode;
}
```

其中，*AfxGetApp* 是一个全域函数，定义于AFXWIN1.INL 中：

```
_AFXWIN_INLINE CWinApp* AFXAPI AfxGetApp()
{ return afxCurrentWinApp; }
```

而*afxCurrentWinApp* 又定义于AFXWIN.H 中：

```
#define afxCurrentWinApp AfxGetModuleState()->m_pCurrentWinApp
```

再根据稍早所述*CWinApp::CWinApp* 中的动作，我们于是知道，*AfxGetApp* 其实就是取得*CMyWinApp* 对象指针。所以，*AfxWinMain* 中这样的动作：

```
CWinApp* pApp = AfxGetApp();
pApp->InitApplication();
pApp->InitInstance();
nReturnCode = pApp->Run();
```

其实就相当于调用：

```
CMyWinApp::InitApplication();
CMyWinApp::InitInstance();
CMyWinApp::Run();
```

因而是调用：

```
CWinApp::InitApplication(); // 因为 CMyWinApp 并没有改写InitApplication
CMyWinApp::InitInstance();  // 因为 CMyWinApp 改写了 InitInstance
CWinApp::Run();             // 因为 CMyWinApp 并没有改写Run
```

根据第1章SDK 程序设计的经验推测，*InitApplication* 应该是注册窗口类别的场所？*InitInstance* 应该是产生窗口并显示窗口的场所？*Run* 应该是攫取消息并分派消息的场所？有对有错！以下数节我将实际带你看看MFC 的源代码，如此一来就可以了解隐藏在MFC 背后的玄妙了。我的终极目标并不在MFC 源代码（虽然那的确是学习设计一个 application framework 的好教材），我只是想拿把刀子把MFC 看似朦胧的内部运作来个解剖，挑出其经脉；有这种扎实的根基，使用MFC 才能知其然并知其所以然。下面小节分别讨论*AfxWinMain* 的四个主要动作以及引发的行为。



AfxWinInit - AFX 内部初始化动作

WINMAIN.CPP

```
int AFXAPI AfxWinMain (...)
{
    CWinApp* pApp = AfxGetApp();

    ❷ AfxWinInit(...);

    pApp->InitApplication();
    pApp->InitInstance();
    nReturnCode = pApp->Run();

    AfxWinTerm();
}
```

HELLO.CPP

```
❶ CMyWinApp theApp; // application object

BOOL CMyWinApp::InitInstance()
{
    m_pMainWnd = new CMyFrameWnd();
    m_pMainWnd->ShowWindow(m_nCmdShow);
    m_pMainWnd->UpdateWindow();
    return TRUE;
}

CMyFrameWnd::CMyFrameWnd()
{
    Create(NULL, "Hello MFC", ...,
           "MainMenu");
}

void CMyFrameWnd::OnPaint() { ... }
void CMyFrameWnd::OnAbout() { ... }

BEGIN_MESSAGE_MAP(CMyFrameWnd, CFrameWnd)
    ON_COMMAND(IDM_ABOUT, OnAbout)
    ON_WM_PAINT()
END_MESSAGE_MAP()
```

我想你已经清楚看到了，*AfxWinInit* 是继 *CWinApp* 构造式之后的第一个动作。以下是它的动作摘要（节录自 APPINIT.CPP）：

```
BOOL AFXAPI AfxWinInit(HINSTANCE hInstance, HINSTANCE hPrevInstance,
                      LPTSTR lpCmdLine, int nCmdShow)
{
    ASSERT(hPrevInstance == NULL);

    // set resource handles
    AFX_MODULE_STATE* pState = AfxGetModuleState();
    pState->m_hCurrentInstanceHandle = hInstance;
    pState->m_hCurrentResourceHandle = hInstance;

    // fill in the initial state for the application
    CWinApp* pApp = AfxGetApp();
    if (pApp != NULL)
    {
        // Windows specific initialization (not done if no CWinApp)
```

```

    pApp->m_hInstance = hInstance;
    pApp->m_hPrevInstance = hPrevInstance;
    pApp->m_lpCmdLine = lpCmdLine;
    pApp->m_nCmdShow = nCmdShow;
    pApp->SetCurrentHandles();
}

// initialize thread specific data (for main thread)
if (!afxContextIsDLL)
    AfxInitThread();

return TRUE;
}

```

其中调用的 *AfxInitThread* 函数的动作摘要如下（节录自 THRD CORE.CPP）：

```

void AFXAPI AfxInitThread()
{
    if (!afxContextIsDLL)
    {
        // attempt to make the message queue bigger
        for (int cMsg = 96; !SetMessageQueue(cMsg) && (cMsg -= 8); )
            ;

        // set message filter proc
        _AFX_THREAD_STATE* pThreadState = AfxGetThreadState();
        ASSERT(pThreadState->m_hHookOldMsgFilter == NULL);
        pThreadState->m_hHookOldMsgFilter = ::SetWindowsHookEx(WH_MSGFILTER,
            _AfxMsgFilterHook, NULL, ::GetCurrentThreadId());

        // initialize CTL3D for this thread
        _AFX_CTL3D_STATE* pCtl3dState = _afxCtl3dState;
        if (pCtl3dState->m_pfnAutoSubclass != NULL)
            (*pCtl3dState->m_pfnAutoSubclass)(AfxGetInstanceHandle());

        // allocate thread local _AFX_CTL3D_THREAD just for automatic termination
        _AFX_CTL3D_THREAD* pTemp = _afxCtl3dThread;
    }
}

```

如果你曾经看过本书前身 Visual C++ **对象导向 MFC 程序设计**，我想你可能对这句话印象深刻：「*WinMain* 一开始即调用 *AfxWinInit*，注册四个窗口类别」。这是一个已成昨日黄花的事实。MFC 的确会为我们注册四个窗口类别，但不再是在 *AfxWinInit* 中完成。稍后我会把注册动作挖出来，那将是窗口诞生前一刻的行为。

CWinApp::InitApplication

WINMAIN.CPP

```
int AFXAPI AfxWinMain (...)
{
    CWinApp* pApp = AfxGetApp();

    ❷ AfxWinInit(...);

    ❸ pApp->InitApplication();
    pApp->InitInstance();
    nReturnCode = pApp->Run();

    AfxWinTerm();
}
```

HELLO.CPP

```
1 CMyWinApp theApp; // application object

BOOL CMyWinApp::InitInstance()
{
    m_pMainWnd = new CMyFrameWnd();
    m_pMainWnd->ShowWindow(m_nCmdShow);
    m_pMainWnd->UpdateWindow();
    return TRUE;
}

CMyFrameWnd::CMyFrameWnd()
{
    Create(NULL, "Hello MFC", ...,
           "MainMenu");
}

void CMyFrameWnd::OnPaint() { ... }
void CMyFrameWnd::OnAbout() { ... }

BEGIN_MESSAGE_MAP(CMyFrameWnd, CFrameWnd)
    ON_COMMAND(IDM_ABOUT, OnAbout)
    ON_WM_PAINT()
END_MESSAGE_MAP()
```

AfxWinInit 之后的动作是 *pApp->InitApplication*。稍早我说过，*pApp* 指向 *CMyWinApp* 对象（也就是本例的 *theApp*），所以，当程序调用：

```
pApp->InitApplication();
```

相当于调用：

```
CMyWinApp::InitApplication();
```

但是你要知道，*CMyWinApp* 继承自 *CWinApp*，而 *InitApplication* 又是 *CWinApp* 的一个虚拟函数；我们并没有改写它（大部份情况下不需改写它），所以上述动作相当于调用：

```
CWinApp::InitApplication();
```

此函数之源代码出现在 APPCORE.CPP 中：

```
BOOL CWinApp::InitApplication()
{
    if (CDocManager::pStaticDocManager != NULL)
    {
        if (m_pDocManager == NULL)
            m_pDocManager = CDocManager::pStaticDocManager;
        CDocManager::pStaticDocManager = NULL;
    }

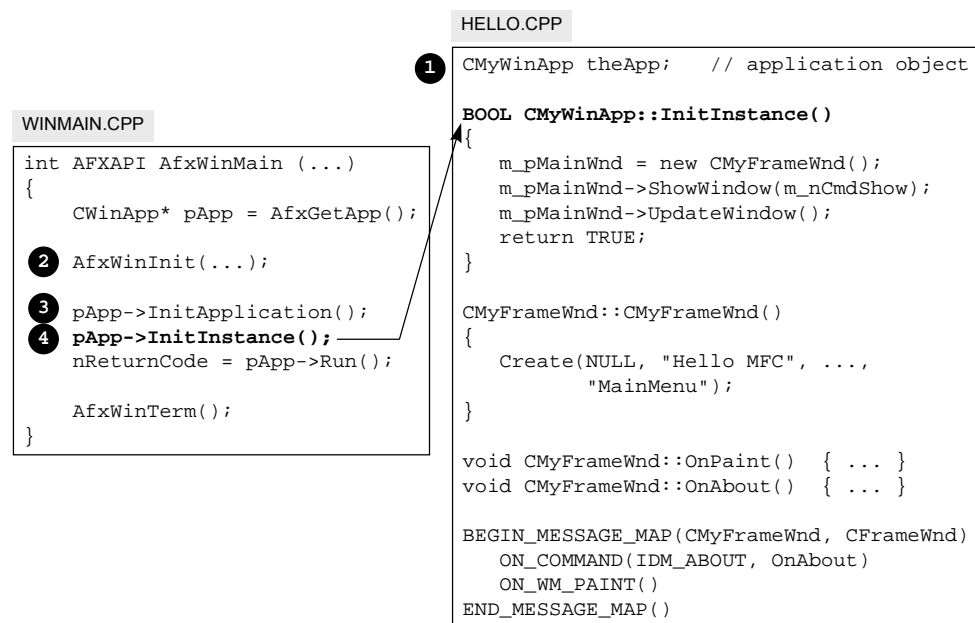
    if (m_pDocManager != NULL)
        m_pDocManager->AddDocTemplate(NULL);
    else
        CDocManager::bStaticInit = FALSE;

    return TRUE;
}
```

这些动作都是MFC 为了内部管理而做的。

关于Document Template 和*CDocManager* , 第7章和第8章另有说明。

CMyWinApp::InitInstance



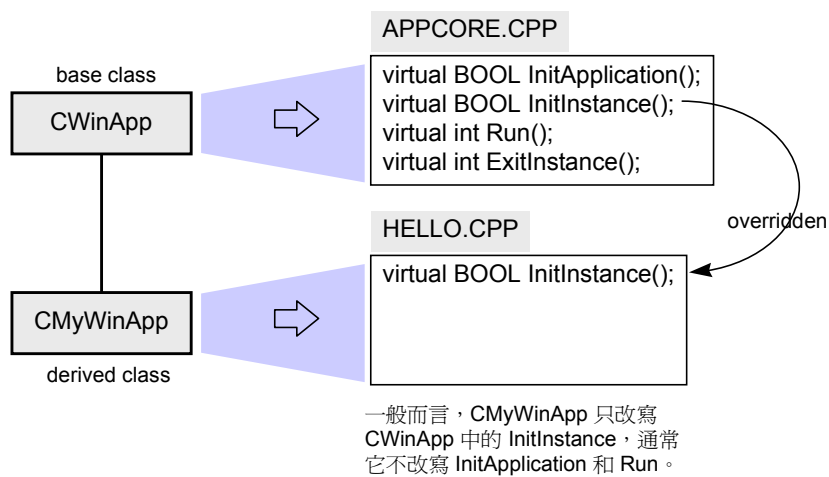
继 *InitApplication* 之后，*AfxWinMain* 调用 *pApp->InitInstance*。稍早我说过，*pApp* 指向 *CMyWinApp* 对象（也就是本例的 *theApp*），所以，当程序调用：

```
pApp->InitInstance();
```

相当于调用

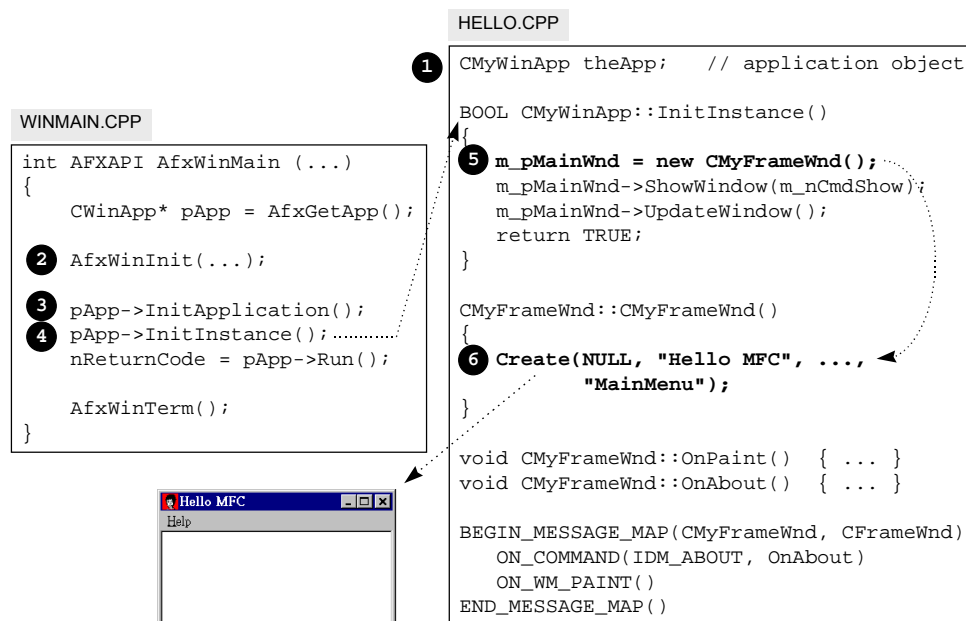
```
CMyWinApp::InitInstance();
```

但是你要知道，*CMyWinApp* 继承自 *CWinApp*，而 *InitInstance* 又是 *CWinApp* 的一个虚拟函数。由于我们改写了它，所以上述动作的确确就是调用我们自己（*CMyWinApp*）的这个 *InitInstance* 函数。我们将在该处展开我们的主窗口生命。



注意：应用程序一定要改写虚拟函数 `InitInstance`，因为它在 `CWinApp` 中只是个空函数，没有任何内建（预设）动作。

CFrameWnd::Create 产生主窗口（并先注册窗口类别）



CMyWinApp::InitInstance 一开始new 了一个CMyFrameWnd 对象，准备用作主框架窗口的C++ 对象。new 会引发构造式：

```
CMyFrameWnd::CMyFrameWnd
{
    Create(NULL, "Hello MFC", WS_OVERLAPPEDWINDOW, rectDefault, NULL,
        "MainMenu");
}
```

其中Create 是CFrameWnd 的成员函数，它将产生一个窗口。但，使用哪一个窗口类别呢？

这里所谓的「窗口类别」是由RegisterClass 所注册的一份数据结构，不是C++ 类别。

根据CFrameWnd::Create 的规格：

```

BOOL Create( LPCTSTR lpszClassName,
             LPCTSTR lpszWindowName,
             DWORD dwStyle = WS_OVERLAPPEDWINDOW,
             const RECT& rect = rectDefault,
             CWnd* pParentWnd = NULL,
             LPCTSTR lpszMenuName = NULL,
             DWORD dwExStyle = 0,
             CCreateContext* pContext = NULL );

```

八个参数中的后六个参数都有默认值，只有前两个参数必须指定。**第一个参数**

lpszClassName 指定 *WNDCLASS* 窗口类别，我们放置 *NULL* 究竟代表什么意思？意思是要以 MFC 内建的窗口类别产生一个标准的外框窗口。但，此时此刻 Hello 程序中根本不存在任何窗口类别呀！噢，*Create* 函数在产生窗口之前会引发窗口类别的注册动作，稍后再解释。

第二个参数 *lpszWindowName* 指定窗口标题，本例指定 "Hello MFC"。**第三个参数**

dwStyle 指定窗口风格，预设是 *WS_OVERLAPPEDWINDOW*，也正是最常用的一种，它被定义为（在 *WINDOWS.H* 之中）：

```

#define WS_OVERLAPPEDWINDOW (WS_OVERLAPPED | WS_CAPTION |
                             WS_SYSMENU | WS_THICKFRAME |
                             WS_MINIMIZEBOX | WS_MAXIMIZEBOX)

```

因此如果你不想要窗口右上角的极大极小钮，就得这么做：

```

Create(NULL,
       "Hello MFC",
       WS_OVERLAPPED | WS_CAPTION | WS_SYSMENU | WS_THICKFRAME,
       rectDefault,
       NULL,
       "MainMenu");

```

如果你希望窗口有垂直滚动条，就得在第三个参数上再加增 *WS_VSCROLL* 风格。

除了上述标准的窗口风格，另有所谓的扩充风格，可以在 *Create* 的**第七个参数**

dwExStyle 指定之。扩充风格唯有以 *::CreateWindowEx*（而非 *::CreateWindow*）函数才能完成。事实上稍后你就会发现，*CFrameWnd::Create* 最终调用的正是 *::CreateWindowEx*。Windows 3.1 提供五种窗口扩充风格：

```
WS_EX_DLGMODALFRAME
WS_EX_NOPARENTNOTIFY
WS_EX_TOPMOST
WS_EX_ACCEPTFILES
WS_EX_TRANSPARENT
```

Windows 95 有更多选择，包括 `WS_EX_WINDOWEDGE` 和 `WS_EX_CLIENTEDGE`，让窗口更具3D 立体感。Framework 已经自动为我们指定了这两个扩充风格。

`Create` 的**第四个参数**`rect` 指定窗口的位置与大小。默认值 `rectDefault` 是 `CFrameWnd` 的一个 static 成员变量，告诉 Windows 以预设方式指定窗口位置与大小，就好象在 SDK 程序中以 `CW_USEDEFAULT` 指定给 `CreateWindow` 函数一样。如果你很有主见，希望窗口在特定位置有特定大小，可以这么做：

```
Create(NULL,
        "Hello MFC",
        WS_OVERLAPPEDWINDOW,
        CRect(40, 60, 240, 460), // 起始位置 (40,60)，寬 200，高 400)
        NULL,
        "MainMenu");
```

第五个参数`pParentWnd` 指定父窗口。对于一个 top-level 窗口而言，此值应为 `NULL`，表示没有父窗口（其实是有的，父窗口就是 desktop 窗口）。

第六个参数`lpzMenuName` 指定菜单。本例使用一份在 RC 中准备好的菜单

`IDS_MainMenu`。 **第八个参数**`pContext` 是一个指向 `CCreateContext` 结构的指针，framework 利用它，在具备 Document/View 架构的程序中初始化外框窗口（第 8 章的「CDocTemplate 管理 CDocument / CView / CFrameWnd」一节中将谈到此一主题）。本例不具备 Document/View 架构，所以不必指定 `pContext` 参数，默认值为 `NULL`。

前面提过，`CFrameWnd::Create` 在产生窗口之前，会先引发窗口类别的注册动作。让我再扮一次 MFC 向导，带你寻幽访胜。你会看到 MFC 为我们注册的窗口类别名称，及注册动作。

◆ WINFRM.CPP

```

BOOL CFrameWnd::Create(LPCTSTR lpszClassName,
                      LPCTSTR lpszWindowName,
                      DWORD dwStyle,
                      const RECT& rect,
                      CWnd* pParentWnd,
                      LPCTSTR lpszMenuName,
                      DWORD dwExStyle,
                      CCreateContext* pContext)
{
    HMENU hMenu = NULL;
    if (lpszMenuName != NULL)
    {
        // load in a menu that will get destroyed when window gets destroyed
        HINSTANCE hInst = AfxFindResourceHandle(lpszMenuName, RT_MENU);
        hMenu = ::LoadMenu(hInst, lpszMenuName);
    }

    m_strTitle = lpszWindowName;    // save title for later

    CreateEx(dwExStyle, lpszClassName, lpszWindowName, dwStyle,
            rect.left, rect.top, rect.right - rect.left, rect.bottom - rect.top,
            pParentWnd->GetSafeHwnd(), hMenu, (LPVOID)pContext);

    return TRUE;
}

```

函数中调用 *CreateEx*。注意，*CWnd* 有成员函数 *CreateEx*，但其衍生类别 *CFrameWnd* 并无，所以这里虽然调用的是 *CFrameWnd::CreateEx*，其实乃是从父类别继承下来的 *CWnd::CreateEx*。

◆ WINCORE.CPP

```

BOOL CWnd::CreateEx(DWORD dwExStyle, LPCTSTR lpszClassName,
                   LPCTSTR lpszWindowName, DWORD dwStyle,
                   int x, int y, int nWidth, int nHeight,
                   HWND hWndParent, HMENU nIDorHMenu, LPVOID lpParam)
{
    // allow modification of several common create parameters
    CREATESTRUCT cs;
    cs.dwExStyle = dwExStyle;
    cs.lpszClass = lpszClassName;
}

```

```

cs.lpszName = lpszWindowName;
cs.style = dwStyle;
cs.x = x;
cs.y = y;
cs.cx = nWidth;
cs.cy = nHeight;
cs.hwndParent = hwndParent;
cs.hMenu = nIDorHMenu;
cs.hInstance = AfxGetInstanceHandle();
cs.lpCreateParams = lpParam;

```

```

PreCreateWindow(cs);
AfxHookWindowCreate(this); // 此动作将在第 9 章探讨。
HWND hWnd = ::CreateWindowEx(cs.dwExStyle, cs.lpszClass,
                             cs.lpszName, cs.style, cs.x, cs.y, cs.cx, cs.cy,
                             cs.hwndParent, cs.hMenu, cs.hInstance, cs.lpCreateParams);
...
}

```

函数中调用的 *PreCreateWindow* 是虚拟函数，*CWnd* 和 *CFrameWnd* 之中都有定义。由于 *this* 指针所指对象的缘故，这里应该调用的是 *CFrameWnd::PreCreateWindow*（还记得第 2 章我说过虚拟函数常见的那种行为模式吗？）

◆ WINFRM.CPP

```

// CFrameWnd second phase creation
BOOL CFrameWnd::PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs)
{
    if (cs.lpszClass == NULL)
    {
        AfxDeferRegisterClass(AFX_WNDFRAMEORVIEW_REG);
        cs.lpszClass = _afxWndFrameOrView; // COLOR_WINDOW background
    }
    ...
}

```

其中 *AfxDeferRegisterClass* 是一个定义于 *AFXIMPL.H* 中的宏。

◆ AFXIMPL.H

```
#define AfxDeferRegisterClass(fClass) \
((afxRegisteredClasses & fClass) ? TRUE : AfxEndDeferRegisterClass(fClass))
```

这个宏表示，如果变量`afxRegisteredClasses`的值显示系统已经注册了`fClass`这种视窗类别，MFC 就啥也不做；否则就调用`AfxEndDeferRegisterClass(fClass)`，准备注册之。
`afxRegisteredClasses`定义于AFXWIN.H，是一个旗标变量，用来记录已经注册了哪些视窗类别：

```
// in AFXWIN.H
#define afxRegisteredClasses AfxGetModuleState()->m_fRegisteredClasses
```

◆ WINCORE.CPP :

```
#0001 BOOL AFXAPI AfxEndDeferRegisterClass(short fClass)
#0002 {
#0003     BOOL bResult = FALSE;
#0004
#0005     // common initialization
#0006     WNDCLASS wndcls;
#0007     memset(&wndcls, 0, sizeof(WNDCLASS)); // start with NULL defaults
#0008     wndcls.lpfnWndProc = DefWindowProc;
#0009     wndcls.hInstance = AfxGetInstanceHandle();
#0010     wndcls.hCursor = afxData.hcurArrow;
#0011
#0012     AFX_MODULE_STATE* pModuleState = AfxGetModuleState();
#0013     if (fClass & AFX_WND_REG)
#0014     {
#0015         // Child windows - no brush, no icon, safest default class styles
#0016         wndcls.style = CS_DBLCLKS | CS_HREDRAW | CS_VREDRAW;
#0017         wndcls.lpszClassName = _afxWnd;
#0018         bResult = AfxRegisterClass(&wndcls);
#0019         if (bResult)
#0020             pModuleState->m_fRegisteredClasses |= AFX_WND_REG;
#0021     }
#0022     else if (fClass & AFX_WNDOLECONTROL_REG)
#0023     {
#0024         // OLE Control windows - use parent DC for speed
#0025         wndcls.style |= CS_PARENTDC | CS_DBLCLKS | CS_HREDRAW | CS_VREDRAW;
#0026         wndcls.lpszClassName = _afxWndOleControl;
#0027         bResult = AfxRegisterClass(&wndcls);
#0028         if (bResult)
```

```
#0029         pModuleState->m_fRegisteredClasses |= AFX_WNDOLECONTROL_REG;
#0030     }
#0031     else if (fClass & AFX_WNDCONTROLBAR_REG)
#0032     {
#0033         // Control bar windows
#0034         wndcls.style = 0; // control bars don't handle double click
#0035         wndcls.lpszClassName = _afxWndControlBar;
#0036         wndcls.hbrBackground = (HBRUSH)(COLOR_BTNFACE + 1);
#0037         bResult = AfxRegisterClass(&wndcls);
#0038         if (bResult)
#0039             pModuleState->m_fRegisteredClasses |= AFX_WNDCONTROLBAR_REG;
#0040     }
#0041     else if (fClass & AFX_WNDMDIFRAME_REG)
#0042     {
#0043         // MDI Frame window (also used for splitter window)
#0044         wndcls.style = CS_DBLCLKS;
#0045         wndcls.hbrBackground = NULL;
#0046         bResult = RegisterWithIcon(&wndcls, _afxWndMDIFrame,
                                     AFX_IDI_STD_MDIFRAME);
#0047         if (bResult)
#0048             pModuleState->m_fRegisteredClasses |= AFX_WNDMDIFRAME_REG;
#0049     }
#0050     else if (fClass & AFX_WNDFRAMEORVIEW_REG)
#0051     {
#0052         // SDI Frame or MDI Child windows or views - normal colors
#0053         wndcls.style = CS_DBLCLKS | CS_HREDRAW | CS_VREDRAW;
#0054         wndcls.hbrBackground = (HBRUSH)(COLOR_WINDOW + 1);
#0055         bResult = RegisterWithIcon(&wndcls, _afxWndFrameOrView,
                                     AFX_IDI_STD_FRAME);
#0056         if (bResult)
#0057             pModuleState->m_fRegisteredClasses |= AFX_WNDFRAMEORVIEW_REG;
#0058     }
#0059     else if (fClass & AFX_WNDCOMMCTLS_REG)
#0060     {
#0061         InitCommonControls();
#0062         bResult = TRUE;
#0063         pModuleState->m_fRegisteredClasses |= AFX_WNDCOMMCTLS_REG;
#0064     }
#0065
#0066     return bResult;
#0067 }
```


出现在上述函数中的六个窗口类别卷标代码，分别定义于AFXIMPL.H 中：

```
#define AFX_WND_REG            (0x0001)
#define AFX_WNDCONTROLBAR_REG (0x0002)
#define AFX_WNDMDIFRAME_REG   (0x0004)
#define AFX_WNDFRAMEORVIEW_REG (0x0008)
#define AFX_WNDCOMMCTLS_REG   (0x0010)
#define AFX_WNDOLECONTROL_REG (0x0020)
```

出现在上述函数中的五个窗口类别名称，分别定义于WINCORE.CPP 中：

```
const TCHAR _afxWnd[] = AFX_WND;
const TCHAR _afxWndControlBar[] = AFX_WNDCONTROLBAR;
const TCHAR _afxWndMDIFrame[] = AFX_WNDMDIFRAME;
const TCHAR _afxWndFrameOrView[] = AFX_WNDFRAMEORVIEW;
const TCHAR _afxWndOleControl[] = AFX_WNDOLECONTROL;
```

而等号右手边的那些AFX_ 常数又定义于AFXIMPL.H 中：

```
#ifndef _UNICODE
#define _UNICODE_SUFFIX
#else
#define _UNICODE_SUFFIX _T("u")
#endif

#ifdef _DEBUG
#define _DEBUG_SUFFIX
#else
#define _DEBUG_SUFFIX _T("d")
#endif

#ifdef _AFXDLL
#define _STATIC_SUFFIX
#else
#define _STATIC_SUFFIX _T("s")
#endif

#define AFX_WNDCLASS(s) \
    _T("Afx") _T(s) _T("42") _STATIC_SUFFIX _UNICODE_SUFFIX _DEBUG_SUFFIX

#define AFX_WND            AFX_WNDCLASS("Wnd")
#define AFX_WNDCONTROLBAR  AFX_WNDCLASS("ControlBar")
#define AFX_WNDMDIFRAME    AFX_WNDCLASS("MDIFrame")
#define AFX_WNDFRAMEORVIEW AFX_WNDCLASS("FrameOrView")
#define AFX_WNDOLECONTROL  AFX_WNDCLASS("OleControl")
```

所以，如果在Windows 95（non-Unicode）中使用MFC 动态联结版和除错版，五个窗口类别的名称将是：

```
"AfxWnd42d"
"AfxControlBar42d"
"AfxMDIFrame42d"
"AfxFrameOrView42d"
"AfxOleControl42d"
```

如果在Windows NT（Unicode 环境）中使用MFC 静态联结版和除错版，五个窗口类别的名称将是：

```
"AfxWnd42sud"
"AfxControlBar42sud"
"AfxMDIFrame42sud"
"AfxFrameOrView42sud"
"AfxOleControl42sud"
```

这五个窗口类别的使用时机为何？稍后再来一探究竟。

让我们再回顾*AfxEndDeferRegisterClass* 的动作。它调用两个函数完成实际的窗口类别注册动作，一个是*RegisterWithIcon*，一个是*AfxRegisterClass*：

```
static BOOL AFXAPI RegisterWithIcon(WNDCLASS* pWndCls,
    LPCTSTR lpszClassName, UINT nIDIcon)
{
    pWndCls->lpszClassName = lpszClassName;
    HINSTANCE hInst = AfxFindResourceHandle(
        MAKEINTRESOURCE(nIDIcon), RT_GROUP_ICON);
    if ((pWndCls->hIcon = ::LoadIcon(hInst, MAKEINTRESOURCE(nIDIcon))) == NULL)
    {
        // use default icon
        pWndCls->hIcon = ::LoadIcon(NULL, IDI_APPLICATION);
    }
    return AfxRegisterClass(pWndCls);
}

↓

BOOL AFXAPI AfxRegisterClass(WNDCLASS* lpWndClass)
{
    WNDCLASS wndcls;
```

```

        if (GetClassInfo(lpWndClass->hInstance,
                        lpWndClass->lpszClassName, &wndcls))
        {
            // class already registered
            return TRUE;
        }

        ::RegisterClass(lpWndClass);
        ...
        return TRUE;
    }

```

注意，不同类别的 *PreCreateWindow* 成员函数都是在窗口产生之前一刻被调用，准备用来注册窗口类别。如果我们指定的窗口类别是 *NULL*，那么就使用系统预设类别。从 *CWnd* 及其各个衍生类别的 *PreCreateWindow* 成员函数可以看出，整个 Framework 针对不同功能的窗口使用了哪些窗口类别：

```

// in WINCORE.CPP
BOOL CWnd::PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs)
{
    {
        AfxDeferRegisterClass(AFX_WND_REG);
        ...
        cs.lpszClass = _afxWnd;      (这表示CWnd 使用的窗口类别是_afxWnd)
    }
    return TRUE;
}

// in WINFRM.CPP
BOOL CFrameWnd::PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs)
{
    if (cs.lpszClass == NULL)
    {
        AfxDeferRegisterClass(AFX_WNDFRAMEORVIEW_REG);
        ...
        cs.lpszClass = _afxWndFrameOrView;    (这表示CFrameWnd 使用的窗口类别是_afxWndFrameOrView)
    }
    ...
}

// in WINMDI.CPP
BOOL CMDIFrameWnd::PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs)

```

```

{
    if (cs.lpszClass == NULL)
    {
        AfxDeferRegisterClass(AFX_WNDMDIFRAME_REG);
        ...
        cs.lpszClass = _afxWndMDIFrame;    ( 这表示CMDIFrameWnd 使用的窗口
                                             类别是_afxWndMDIFrame )
    }
    return TRUE;
}

// in WINMDI.CPP
BOOL CMDIChildWnd::PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs)
{
    ...
    return CFrameWnd::PreCreateWindow(cs); ( 这表示CMDIChildWnd 使用的窗口
                                             类别是_afxWndFrameOrView )
}

// in VIEWCORE.CPP
BOOL CView::PreCreateWindow(CREATESTRUCT & cs)
{
    if (cs.lpszClass == NULL)
    {
        AfxDeferRegisterClass(AFX_WNDFRAMEORVIEW_REG);
        ...
        cs.lpszClass = _afxWndFrameOrView; ( 这表示CView 使用的窗口
                                             类别是_afxWndFrameOrView )
    }
    ...
}

```

题外话：「*Create* 是一个比较粗糙的函数，不提供我们对图标（icon）或鼠标光标的设定，所以在*Create* 函数中我们看不到相关参数」。这样的说法对吗？虽然「不能够让我们指定窗口图标以及鼠标光标」是事实，但这本来就与*Create* 无关。回忆SDK 程序，指定图标和光标形状实为*RegisterClass* 的责任而非*CreateWindow* 的责任！

MFC 程序的*RegisterClass* 动作并非由程序员自己来做，因此似乎难以改变图标。不过，MFC 还是开放了一个窗口，我们可以在HELLO.RC 这么设定图标：

```
AFX_IDI_STD_FRAME ICON DISCARDABLE "HELLO.ICO"
```

你可以从*AfxEndDeferRegisterClass* 的第55 行看出，当它调用*RegisterWithIcon* 时，指定的icon 正是AFX_IDI_STD_FRAME。

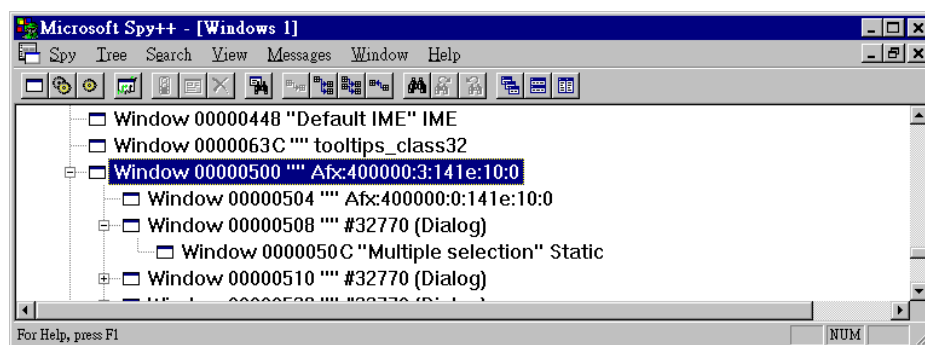
鼠标光标的设定就比较麻烦了。要改变光标形状，我们必须调用 `AfxRegisterWndClass`（其中有 `Cursor` 参数）注册自己的窗口类别；然后再将其传回值（一个字符串）做为 `Create` 的第一个参数。

奇怪的窗口类别名称 Afx:b:14ae:6:3e8f

当应用程序调用 `CFrameWnd::Create`（或 `CMDIFrameWnd::LoadFrame`，第7章）准备产生窗口时，MFC 才会在 `Create` 或 `LoadFrame` 内部所调用的 `PreCreateWindow` 虚拟函数中为你产生适当的窗口类别。你已经在上一节看到了，这些窗口类别的名称分别是（假设在 Win95 中使用 MFC 4.2 动态联结版和除错版）：

```
"AfxWnd42d"
"AfxControlBar42d"
"AfxMDIFrame42d"
"AfxFrameOrView42d"
"AfxOleControl42d"
```

然而，当我们以 Spy++（VC++ 所附的一个工具）观察窗口类别的名称，却发现：



窗口类别名称怎么会变成像 `Afx:b:14ae:6:3e8f` 这副奇怪模样呢？原来是 Application Framework 玩了一些把戏，它把这些窗口类别名称转换为 `Afx:x:y:z:w` 的型式，成为独一无二的窗口类别名称：

x: 窗口风格 (window style) 的hex
 y: 窗口鼠标光标的hex 值
 z: 窗口背景颜色的hex 值
 w: 窗口图标 (icon) 的hex 值

如果你要使用原来的 (MFC 预设的) 那些个窗口类别, 但又希望拥有自己定义的一个有意义的类别名称, 你可以改写 *PreCreateWindow* 虚拟函数 (因为 *Create* 和 *LoadFrame* 的内部都会调用它), 在其中先利用 API 函数 *GetClassInfo* 获得该类别的一个副本, 更改其类别结构中的 *lpszClassName* 字段 (甚至更改其 *hIcon* 字段), 再以 *AfxRegisterClass* 重新注册之, 例如:

```
#0000 #define MY_CLASSNAME "MyClassName"
#0001
#0002 BOOL CMainFrame::PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs)
#0003 {
#0004     static LPCSTR className = NULL;
#0005
#0006     if (!CFrameWnd::PreCreateWindow(cs))
#0007         return FALSE;
#0008
#0009     if (className==NULL) {
#0010         // One-time class registration
#0011         // The only purpose is to make the class name something
#0012         // meaningful instead of "Afx:0x4d:27:32:huplhup:hike!"
#0013         //
#0014         WNDCLASS wndcls;
#0015         ::GetClassInfo(AfxGetInstanceHandle(), cs.lpszClass, &wndcls);
#0016         wndcls.lpszClassName = MY_CLASSNAME;
#0017         wndcls.hIcon = AfxGetApp()->LoadIcon(IDR_MAINFRAME);
#0018         VERIFY(AfxRegisterClass(&wndcls));
#0019         className=TRACEWND_CLASSNAME;
#0020     }
#0021     cs.lpszClass = className;
#0022
#0023     return TRUE;
#0024 }
```

本书附录 D 「以 MFC 重建 Debug Window (DBWIN) 」会运用到这个技巧。

窗口显示与更新

WINMAIN.CPP

```
int AFXAPI AfxWinMain (...)
{
    CWinApp* pApp = AfxGetApp();

    ② AfxWinInit(...);
    ③ pApp->InitApplication();
    ④ pApp->InitInstance(); .....
    nReturnCode = pApp->Run();

    AfxWinTerm();
}
```

HELLO.CPP

```
1 CMyWinApp theApp; // application object

BOOL CMyWinApp::InitInstance()
{
    ⑤ m_pMainWnd = new CMyFrameWnd();
    ⑦ m_pMainWnd->ShowWindow(m_nCmdShow);
    ⑧ m_pMainWnd->UpdateWindow();
    return TRUE;
}

CMyFrameWnd::CMyFrameWnd()
{
    ⑥ Create(NULL, "Hello MFC", ..., "MainMenu");
}

void CMyFrameWnd::OnPaint() { ... }
void CMyFrameWnd::OnAbout() { ... }

BEGIN_MESSAGE_MAP(CMyFrameWnd, CFrameWnd)
    ON_COMMAND(IDM_ABOUT, OnAbout)
    ON_WM_PAINT()
END_MESSAGE_MAP()
```

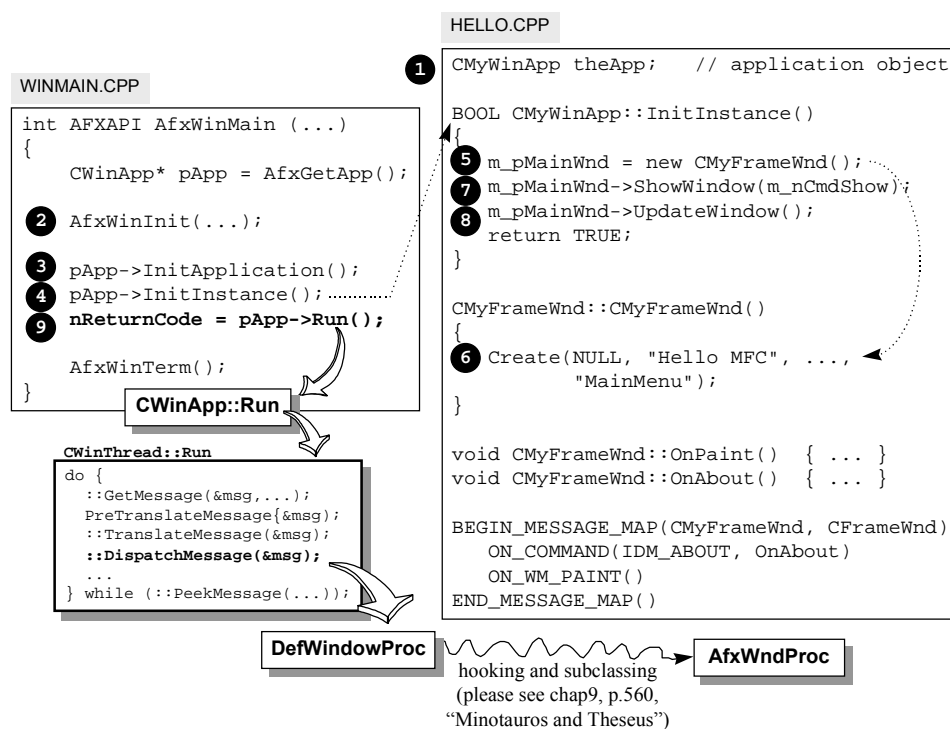
CMyFrameWnd::CMyFrameWnd 结束后，窗口已经诞生出来；程序流程又回到 CMyWinApp::InitInstance，于是调用 ShowWindow 函数令窗口显示出来，并调用 UpdateWindow 函数令 Hello 程序送出 WM_PAINT 消息。

我们很关心这个 WM_PAINT 消息如何送到窗口函数的手中。而且，窗口函数又在哪里？

MFC 程序是不是也像 SDK 程序一样，有一个 GetMessage/DispatchMessage 循环？是否每个窗口也都有一个窗口函数，并以某种方式进行消息的判断与处理？

两者都是肯定的。我们马上来寻找证据。

CWinApp::Run - 程序生命的活水源头



Hello 程序进行到这里，窗口类别注册好了，窗口诞生并显示出来了，*UpdateWindow* 被调用，使得消息队列中出现了一个 *WM_PAINT* 消息，等待被处理。现在，执行的脚步到达 *pApp->Run*。

稍早我说过，*pApp* 指向 *CMyWinApp* 对象（也就是本例的 *theApp*），所以，当程序调用：

```
pApp->Run ( ) ;
```

相当于调用：

```

CMyWinApp::Run( ) ;

```


要知道，*CMyWinApp* 继承自 *CWinApp*，而 *Run* 又是 *CWinApp* 的一个虚拟函数。我们并没有改写它（大部份情况下不需改写它），所以上述动作相当于调用：

```
CWinApp::Run();
```

其源代码出现在 APPCORE.CPP 中：

```
int CWinApp::Run()
{
    if (m_pMainWnd == NULL && AfxOleGetUserCtrl())
    {
        // Not launched /Embedding or /Automation, but has no main window!
        TRACE0("Warning: m_pMainWnd is NULL in CWinApp::Run - quitting\n");
        application.\n");
        AfxPostQuitMessage(0);
    }
    return CWinThread::Run();
}
```

32 位 MFC 与 16 位 MFC 的巨大差异在于 *CWinApp* 与 *CCmdTarget* 之间多出了一个 *CWinThread*，事情变得稍微复杂一些。*CWinThread* 定义于 THRDCORE.CPP：

```
int CWinThread::Run()
{
    // for tracking the idle time state
    BOOL bIdle = TRUE;
    LONG lIdleCount = 0;

    // acquire and dispatch messages until a WM_QUIT message is received.
    for (;;)
    {
        // phase1: check to see if we can do idle work
        while (bIdle &&
            !::PeekMessage(&m_msgCur, NULL, NULL, NULL, PM_NOREMOVE))
        {
            // call OnIdle while in bIdle state
            if (!OnIdle(lIdleCount++))
                bIdle = FALSE; // assume "no idle" state
        }

        // phase2: pump messages while available
        do
        {
            // pump message, but quit on WM_QUIT
```

```

        if (!PumpMessage())
            return ExitInstance();

        // reset "no idle" state after pumping "normal" message
        if (IsIdleMessage(&m_msgCur))
        {
            bIdle = TRUE;
            lIdleCount = 0;
        }
    } while (::PeekMessage(&m_msgCur, NULL, NULL, NULL, PM_NOREMOVE));
}

ASSERT(FALSE); // not reachable
}

BOOL CWinThread::PumpMessage()
{
    if (!::GetMessage(&m_msgCur, NULL, NULL, NULL))
    {
        return FALSE;
    }

    // process this message
    if (m_msgCur.message != WM_KICKIDLE && !PreTranslateMessage(&m_msgCur))
    {
        ::TranslateMessage(&m_msgCur);
        ::DispatchMessage(&m_msgCur);
    }
    return TRUE;
}

```

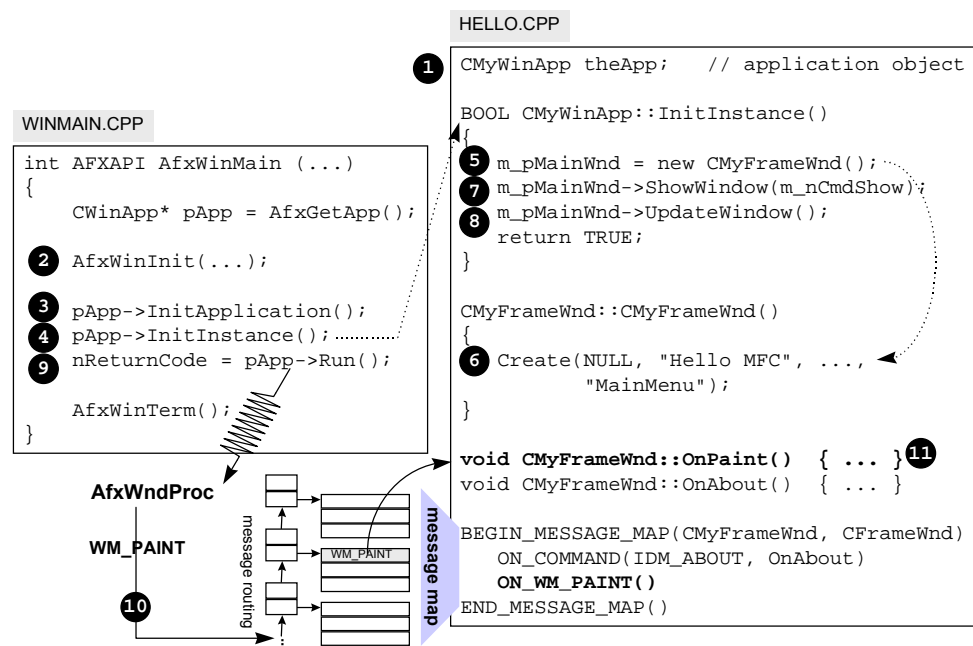
获得的消息如何交给适当的例程去处理呢？SDK 程序的作法是调用 *DispatchMessage*，把消息丢给窗口函数；MFC 也是如此。但我们并未在 Hello 程序 中提供任何窗口函数，是的，窗口函数事实上由 MFC 提供。回头看看前面 *AfxEndDeferRegisterClass* 源代码，它在注册四种窗口类别之前已经指定窗口函数为：

```
wndcls.lpfnWndProc = DefWindowProc;
```

注意，虽然窗口函数被指定为 *DefWindowProc* 成员函数，但事实上消息并不是被唧往该处，而是一个名为 *AfxWndProc* 的全域函数去。这其中牵扯到MFC 暗中做了大挪移的手脚（利用hook 和subclassing），我将在第9章详细讨论这个「乾坤大挪移」。

你看，*WinMain* 已由MFC 提供，窗口类别已由MFC 注册完成、连窗口函数也都由MFC 提供。那么我们（程序员）如何为特定的消息设计特定的处理例程？MFC 应用程序对讯息的辨识与判别是采用所谓的「Message Map 机制」。

把消息与处理函数串接在一起：Message Map 机制



基本上Message Map 机制是为了提供更方便的程序接口（例如宏或表格），让程序员很方便就可以建立起消息与处理例程的对应关系。这并不是什么新发明，我在第 1 章示范了一种风格简明的SDK 程序写法，就已经展现出这种精神。

MFC 提供给应用程序使用的「很方便的接口」是两组宏。以Hello 的主窗口为例，第一个动作是在HELLO.H 的 `CMyFrameWnd` 加上 `DECLARE_MESSAGE_MAP`：

```

class CMyFrameWnd : public CFrameWnd
{
public:
    CMyFrameWnd();
    afx_msg void OnPaint();
    afx_msg void OnAbout();
    DECLARE_MESSAGE_MAP()
};

```

第二个动作是在HELLO.CPP的任何位置（当然不能在函数之内）使用宏如下：

```

BEGIN_MESSAGE_MAP(CMyFrameWnd, CFrameWnd)
    ON_WM_PAINT()
    ON_COMMAND(IDM_ABOUT, OnAbout)
END_MESSAGE_MAP()

```

这么一来就把消息WM_PAINT 导到OnPaint 函数，把WM_COMMAND（IDM_ABOUT）导到OnAbout 函数去了。但是，单凭一个ON_WM_PAINT 宏，没有任何参数，如何使WM_PAINT 流到OnPaint 函数呢？

MFC 把消息主要分为三大类，Message Map 机制中对于消息与函数间的对映关系也明定以下三种：

标准Windows 消息（WM_xxx）的对映规则：

宏名称	对映消息	消息处理函数（名称已由系统预设）
ON_WM_CHAR	WM_CHAR	OnChar
ON_WM_CLOSE	WM_CLOSE	OnClose
ON_WM_CREATE	WM_CREATE	OnCreate
ON_WM_DESTROY	WM_DESTROY	OnDestroy
ON_WM_LBUTTONDOWN	WM_LBUTTONDOWN	OnLButtonDown
ON_WM_LBUTTONUP	WM_LBUTTONUP	OnLButtonUp
ON_WM_MOUSEMOVE	WM_MOUSEMOVE	OnMouseMove
ON_WM_PAINT	WM_PAINT	OnPaint
...		

命令消息 (WM_COMMAND) 的一般性对映规则是：

```
ON_COMMAND(<id>,<memberFxn>)
```

例如：

```
ON_COMMAND(IDM_ABOUT, OnAbout)
ON_COMMAND(IDM_FILENEW, OnFileNew)
ON_COMMAND(IDM_FILEOPEN, OnFileOpen)
ON_COMMAND(IDM_FILESAVE, OnFileSave)
```

「Notification 消息」(由控制组件产生，例如BN_xxx) 的对映机制的宏分为好几种 (因为控制组件本就分为好几种) ，以下各举一例做代表：

控制组件	宏名称	消息处理函数
Button	ON_BN_CLICKED(<id>,<memberFxn>)	memberFxn
ComboBox	ON_CBN_DBLCLK(<id>,<memberFxn>)	memberFxn
Edit	ON_EN_SETFOCUS(<id>,<memberFxn>)	memberFxn
Listbox	ON_LBN_DBLCLK(<id>,<memberFxn>)	memberFxn

各个消息处理函数均应以afx_msg void 为函数型式。

为什么经过这样的宏之后，消息就会自动流往指定的函数去呢？谜底在于Message Map 的结构设计。如果你把第 3 章的Message Map 仿真程序好好研究过，现在应该已是成竹在胸。我将在第 9 章再讨论MFC 的Message Map。

好奇心摆两旁，还是先把实用上的问题放中间吧。如果某个消息在Message Map 中找不到对映记录，消息何去何从？答案是它会往基础类别流窜，这个消息流窜动作称为「Message Routing」。如果一直窜到最基础的类别仍找不到对映的处理例程，自会有预设函数来处理，就像SDK 中的DefWindowProc 一样。

MFC 的CCommandTarget 所衍生下来的每一个类别都可以设定自己的Message Map，因为它们都可能 (可以) 收到消息。

消息流动是个颇为复杂的机制，它和Document/View、动态生成（Dynamic Creation），文件读写（Serialization）一样，都是需要特别留心的地方。

来龙去脉总整理

前面各节的目的就是如何将表面上看来不知所然的MFC 程序对映到我们在SDK 程序设计中学到的消息流动观念，从而清楚地掌握MFC 程序的诞生与死亡。让我对MFC 程序的来龙去脉再做一次总整理。

程序的诞生：

Application object 产生，内存于是获得配置，初值亦设立了。

Afx WinMain 执行*AfxWinInit*，后者又调用*AfxInitThread*，把消息队列尽量加大到96。

Afx WinMain 执行*InitApplication*。这是*CWinApp* 的虚拟函数，但我们通常不改写它。

AfxWinMain 执行*InitInstance*。这是*CWinApp* 的虚拟函数，我们必须改写它。

CMyWinApp::InitInstance 'new' 了一个*CMyFrameWnd* 对象。

CMyFrameWnd 构造式调用*Create*，产生主窗口。我们在*Create* 参数中指定的窗口类别是*NULL*，于是MFC 根据窗口种类，自行为我们注册一个名为"*AfxFrameOrView42d*"的窗口类别。

回到*InitInstance* 中继续执行*ShowWindow*，显示窗口。

执行*UpdateWindow*，于是发出*WM_PAINT*。

回到*AfxWinMain*，执行*Run*，进入消息循环。

程序开始运作：

程序获得*WM_PAINT* 消息（藉由*CWinApp::Run* 中的*::GetMessage* 循环）。

WM_PAINT 经由*::DispatchMessage* 送到窗口函数*CWnd::DefWindowProc* 中。

CWnd::DefWindowProc 将消息绕行过消息映射表格 (Message Map)。

绕行过程中发现有吻合项目，于是调用项目中对应的函数。此函数是应用程序利用 *BEGIN_MESSAGE_MAP* 和 *END_MESSAGE_MAP* 之间的宏设立起来的。

标准消息的处理例程亦有标准命名，例如 *WM_PAINT* 必然由 *OnPaint* 处理。

以下是程序的死亡：

使用者选按【File/Close】，于是发出 *WM_CLOSE*。

CMyFrameWnd 并没有设置 *WM_CLOSE* 处理例程，于是交给预设之处理例程。

预设函数对于 *WM_CLOSE* 的处理方式是调用 *::DestroyWindow*，并因而发出 *WM_DESTROY*。

预设之 *WM_DESTROY* 处理方式是调用 *::PostQuitMessage*，因此发出 *WM_QUIT*。

CWinApp::Run 收到 *WM_QUIT* 后会结束其内部之消息循环，然后调用 *ExitInstance*，这是 *CWinApp* 的一个虚拟函数。

如果 *CMyWinApp* 改写了 *ExitInstance*，那么 *CWinApp::Run* 所调用的就是 *CMyWinApp::ExitInstance*，否则就是 *CWinApp::ExitInstance*。

最后回到 *AfxWinMain*，执行 *AfxWinTerm*，结束程序。

Callback 函数

Hello 的 *OnPaint* 在程序收到 *WM_PAINT* 之后开始运作。为了让 "Hello, MFC" 字样从天而降并有动画效果，程序采用 *LineDDA* API 函数。我的目的一方面是为了示范消息的处理，一方面也为了示范 MFC 程序如何调用 Windows API 函数。许多人可能不熟悉 *LineDDA*，所以我也一并介绍这个有趣的函数。

首先介绍LineDDA：

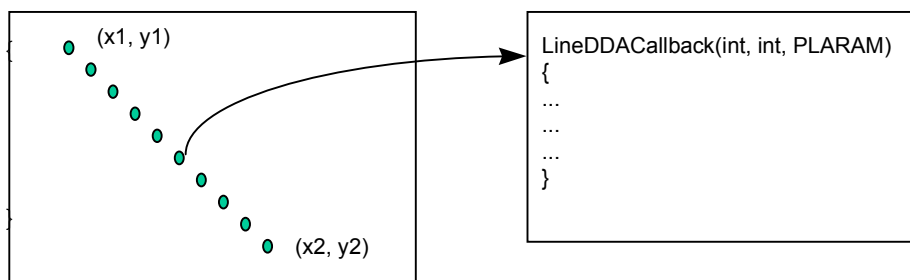
```
void WINAPI LineDDA(int, int, int, int, LINEDDAPROC, LPARAM);
```

这个函数用来做动画十分方便，你可以利用前四个参数指定屏幕上任意两点的(x,y)坐标，此函数将以Bresenham 算法（注）计算出通过两点之直线中的每一个屏幕图素坐标；每计算出一个坐标，就通知由LineDDA 第五个参数所指定的callback 函数。这个callback 函数的型式必须是：

```
typedef void (CALLBACK* LINEDDAPROC)(int, int, LPARAM);
```

通常我们在这个callback 函数中设计绘图动作。玩过Windows 的接龙游戏吗？接龙成功后扑克牌的跳动效果就可以利用LineDDA 完成。虽然扑克牌的跳动路径是一条曲线，但将曲线拆成数条直线并不困难。LineDDA 的第六个（最后一个）参数可以视应用程序的需要传递一个32 位指针，本例中Hello 传的是一个Device Context。

Bresenham 算法是计算机图学中为了「显示器（屏幕或打印机）系由图素构成」的这个特性而设计出来的算法，使得求直线各点的过程中全部以整数来运算，因而大幅提升计算速度。



你可以指定两个坐标点，LineDDA 将以 Bresenham 算法计算出通过两点之直线中每一个屏幕图素的坐标。每计算出一个坐标，就以该坐标为参数，调用你所指定的callback 函数。

图6-6 LineDDA 函数说明

LineDDA 并不属于任何一个MFC 类别，因此调用它必须使用C++ 的"scope operator" (也就是::)：

```
void CMyFrameWnd::OnPaint()
{
    CPaintDC dc(this);
    CRect rect;

    GetClientRect(rect);

    dc.SetTextAlign(TA_BOTTOM | TA_CENTER);

    ::LineDDA(rect.right/2, 0, rect.right/2, rect.bottom/2,
              (LINEDDAPROC) LineDDACallback, (LPARAM) (LPVOID) &dc);
}
```

其中*LineDDACallback* 是我们准备的callback 函数，必须在类别中先有声明：

```
class CMyFrameWnd : public CFrameWnd
{
    ...
private:
    static VOID CALLBACK LineDDACallback(int,int,LPARAM);
};
```

请注意，如果类别的成员函数是一个callback 函数，你必须声明它为"static"，才能把C++ 编译器加诸于函数的一个隐藏参数*this* 去掉（请看方块批注）。

以类别的成员函数作为 Windows callback 函数

虽然现在来讲这个题目，对初学者而言恐怕是过于艰深，但我想毕竟还是个好机会--- 我可以在介绍如何使用callback 函数的场合，顺便介绍一些C++ 的重要观念。

首先我要很快地解释一下什么是callback 函数。凡是由你设计而却由Windows 系统调用的函数，统称为callback 函数。这些函数都有一定的类型，以配合Windows 的调用动作。

某些Windows API 函数会要求以callback 函数作为其参数之一，这些API 例如

SetTimer、*LineDDA*、*EnumObjects*。通常这种API 会在进行某种行为之后或满足某种状态之时调用该callback 函数。图6-6 已解释过*LineDDA*调用callback 函数的时机；下面即将示范的*EnumObjects* 则是在发现某个Device Context 的GDI object 符合我们的指定类型时，调用callback 函数。

好，现在我们要讨论的是，什么函数有资格在C++ 程序中做为callback 函数？这个问题的背后是：C++ 程序中的callback 函数有什么特别的吗？为什么要特别提出讨论？

是的，特别之处在于，C++ 编译器为类别成员函数多准备了一个隐藏参数（程序代码中看不到），这使得函数类型与Windows callback 函数的预设类型不符。

假设我们有一个*CMyclass* 如下：

```
class CMyclass {
private :
    int nCount;
    int CALLBACK _export
        EnumObjectsProc(LPSTR lpLogObject, LPSTR lpData);
public :
    void enumIt(CDC& dc);
}
void CMyclass::enumIt(CDC& dc)
{
    // 注册callback 函数
    dc.EnumObjects(OBJ_BRUSH, EnumObjectsProc, NULL);
}
```

C++ 编译器针对*CMyclass::enumIt* 实际做出来的码相当于：

```
void CMyclass::enumIt(CDC& dc)
{
    // 注册callback 函数
    CDC::EnumObjects(OBJ_BRUSH, EnumObjectsProc,
        NULL, (CDC *)&dc);
}
```

你所看到的最后一个参数，(CDC *)&dc，其实就是*this* 指针。类别成员函数靠着*this*

指针才得以抓到正确对象的资料。你要知道，内存中只会有一份类别成员函数，但却可能有许多份类别成员变量--- 每个对象拥有一份。

C++ 以隐晦的`this` 指针指出正确的对象。当你这么做：

```
nCount = 0;
```

其实是：

```
this->nCount = 0;
```

基于相同的道理，上例中的`EnumObjectsProc` 既然是一个成员函数，C++ 编译器也会为它多准备一个隐藏参数。

好，问题就出在这个隐藏参数。callback 函数是给Windows 调用用的，Windows 并不经由任何对象调用这个函数，也就无由传递`this` 指针给callback 函数，于是导致堆栈中有一个随机变量会成为`this` 指针，而其结果当然是程序的崩溃了。

要把某个函数用作callback 函数，就必须告诉C++ 编译器，不要放`this` 指针作为该函数的最后一个参数。两个方法可以做到这一点：

1. 不要使用类别的成员函数（也就是说，要使用全域函数）做为callback 函数。
2. 使用static 成员函数。也就是在函数前面加上static 修饰词。

第一种作法相当于在C 语言中使用callback 函数。第二种作法比较接近OO 的精神。

我想更进一步提醒你的是，C++ 中的static 成员函数特性是，即使对象还没有产生，static 成员也已经存在（函数或变量都如此）。换句话说对象还没有产生之前你已经可以调用类别的static 函数或使用类别的static 变量了。请参阅第二章。

也就是说，凡声明为static 的东西（不管函数或变量）都不和对象结合在一起，它们是类别的一部份，不属于对象。

空闲时间 (idle time) 的处理: OnIdle

为了让Hello 程序更具体而微地表现一个MFC 应用程序的水准，我打算为它加上空闲时间 (idle time) 的处理。

我已经在第1章介绍过了空闲时间，也简介了Win32 程序如何以`PeekMessage`「偷闲」。Microsoft 业已把这个观念落实到`CWinApp`（不，应该是`CWinThread`）中。请你回头看看本章的稍早的「`CWinApp::Run` - 程序生命的活水源头」一节，那一节已经揭露了MFC 消息循环的秘密：

```
int CWinThread::Run()
{
    ...
    for (;;)
    {
        while (bIdle &&
               !::PeekMessage(&m_msgCur, NULL, NULL, NULL, PM_NOREMOVE))
        {
            // call OnIdle while in bIdle state
            if (!OnIdle(lIdleCount++))
                bIdle = FALSE; // assume "no idle" state
        }
        ... // msg loop
    }
}
```

`CThread::OnIdle` 做些什么事情呢？`CWinApp` 改写了 `OnIdle` 函数，`CWinApp::OnIdle` 又做些什么事情呢？你可以从 `THRD CORE.CPP` 和 `APPCORE.CPP` 中找到这两个函数的源代码，源代码可以说明一切。当然基本上我们可以猜测 `OnIdle` 函数中大概是做一些系统（指的是MFC 本身）的维护工作。这一部份的功能可以说日趋式微，因为低优先权的执行线程可以替代其角色。

如果你的MFC 程序也想处理idle time，只要改写`CWinApp` 衍生类别的`OnIdle` 函数即可。这个函数的类型如下：

```
virtual BOOL OnIdle(LONG lCount);
```

lCount 是系统传进来的一个值，表示自从上次有消息进来，到现在，*OnIdle* 已经被调用了多少次。稍后我将改写Hello 程序，把这个值输出到窗口上，你就可以知道空闲时间是多么地频繁。*lCount* 会持续累增，直到*CWinThread::Run* 的消息循环又获得了一个讯息，此值才重置为0。

注意：Jeff Prosise 在他的Programming Windows 95 with MFC 一书第 7 章谈到*OnIdle* 函数时，曾经说过有几个消息并不会重置*lCount* 为0，包括鼠标消息、*WM_SYSTIMER*、*WM_PAINT*。不过根据我实测的结果，至少鼠标消息是会的。稍后你可在新版的Hello 程序移动鼠标，看看*lCount* 会不会重设为0。

我如何改写Hello 呢？下面是几个步骤：

1. 在*CMyWinApp* 中增加*OnIdle* 函数的声明：

```
class CMyWinApp : public CWinApp
{
public:
    virtual BOOL InitInstance(); // 每一个应用程序都应该改写此函数
    virtual BOOL OnIdle(LONG lCount); // OnIdle 用来处理空闲时间 (idle time)
};
```

2. 在*CMyFrameWnd* 中增加一个*IdleTimeHandler* 函数声明。这么做是因为我希望在窗口中显示*lCount* 值，所以最好的作法就是在*OnIdle* 中调用

CMyFrameWnd 成员函数，这样才容易获得绘图所需的DC。

```
class CMyFrameWnd : public CFrameWnd
{
public:
    CMyFrameWnd(); // constructor
    afx_msg void OnPaint(); // for WM_PAINT
    afx_msg void OnAbout(); // for WM_COMMAND (IDM_ABOUT)
    void IdleTimeHandler(LONG lCount); // we want it call by CMyWinApp::OnIdle
    ...
};
```

3. 在HELLO.CPP 中定义*CMyWinApp::OnIdle* 函数如下：

```

BOOL CMyWinApp::OnIdle(LONG lCount)
{
    CMyFrameWnd* pWnd = (CMyFrameWnd*)m_pMainWnd;
    pWnd->IdleTimeHandler(lCount);

    return TRUE;
}

```

4. 在HELLO.CPP 中定义 *CMyFrameWnd::IdleTimeHandler* 函数如下：

```

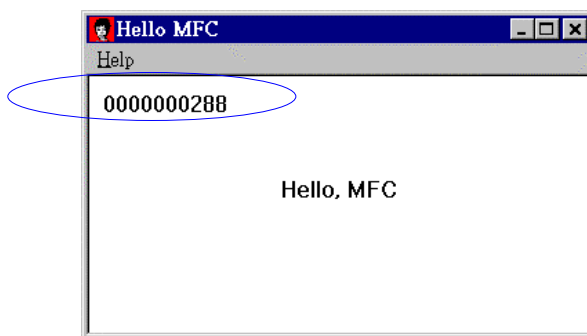
void CMyFrameWnd::IdleTimeHandler(LONG lCount)
{
    CString str;
    CRect rect(10,10,200,30);
    CDC* pDC = new CClientDC(this);

    str.Format("%010d", lCount);
    pDC->DrawText(str, &rect, DT_LEFT | DT_TOP);
}

```

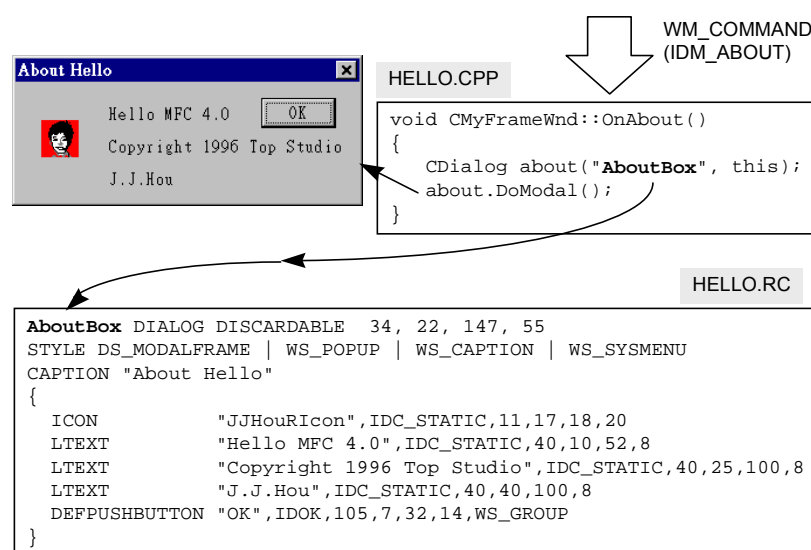
为了输出 *lCount*，我又动用了三个MFC 类别：*CString*、*CRect* 和 *CDC*。前两者非常简单，只是字符串与四方形结构的一层C++ 包装而且，后者是在Windows 系统中绘图所必须的DC（Device Context）的一个包装。

新版Hello 执行结果如下。左上角的 *lCount* 以飞快的速度更迭。移动鼠标看看，看 *lCount* 会不会重置为0。



Dialog 与 Control

回忆SDK 程序中的对话框作法：RC 文件中要准备一个对话框的Template，C 程序中要设计一个对话框函数。MFC 提供的*CDialog* 已经把对话框的窗口函数设计好了，因此在MFC 程序中使用对话框非常地简单：



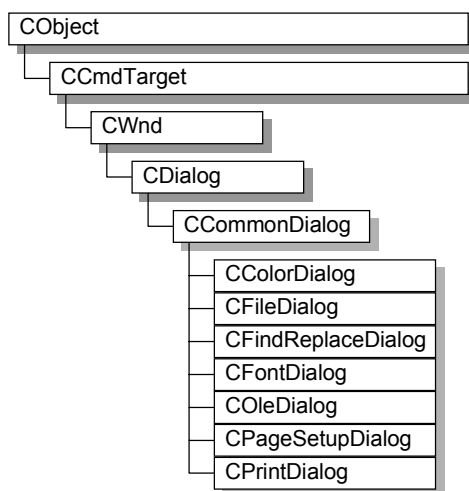
当使用者按下【File/About】菜单，根据Message Map的设定，`WM_COMMAND (IDM_ABOUT)` 被送到`OnAbout` 函数去。我们首先在`OnAbout` 中产生一个*CDialog* 物件，名为`about`。*CDialog* 构造式容许两个参数，第一个参数是对话框的模板资源，第二个参数是`about` 对象的主人。由于我们的"About" 对话框是如此地简单，不需要改写*CDialog* 中的对话框函数，所以接下来直接调用*CDialog::DoModal*，对话框就开始运作了。

通用对话框 (Common Dialogs)

有些对话框，例如【File Open】或【Save As】对话框，出现在每一个程序中的频率是如此之高，使微软公司不得不面对此一事实。于是，自从Windows 3.1 之后，Windows API 多了一组通用对话框（ Common Dialogs ） API 函数，系统也多了一个对应的 COMMDLG.DLL（32 位版则为COMDLG32.DLL）。

MFC 也支持通用对话框，下面是其类别与其类型：

类别	类型
<i>CCommonDialog</i>	以下各类别的父类别
<i>CFileDialog</i>	File 对话框（Open 或Save As）
<i>CPrintDialog</i>	Print 对话框
<i>CFindReplaceDialog</i>	Find and Replace 对话框
<i>CColorDialog</i>	Color 对话框
<i>CFontDialog</i>	Font 对话框
<i>CPageSetupDialog</i>	Page Setup 对话框（MFC 4.0 新增）
<i>COleDialog</i>	Ole 相关对话框



在C/SDK 程序中，使用通用对话框的方式是，首先填充一块特定的结构如 *OPENFILENAME*，然后调用API 函数如*GetOpenFileName*。当函数回返，结构中的某些字段便持有了使用者输入的值。

MFC 通用对话框类别，使用之简易性亦不输Windows API。下面这段码可以激活【Open】对话框并最后获得文件完整路径：

```
char szFileters[] = "Text fiels (*.txt)|*.txt|All files (*.*)|*.*||"
CFileDialog opendlg (TRUE, "txt", "*.txt",
                    OFN_FILEMUSTEXIST | OFN_HIDEREADONLY, szFilters, this);

if (opendlg.DoModal() == IDOK) {
    filename = opendlg.GetPathName();
}
```

opendlg 构造式的第一个参数被指定为*TRUE*，表示我们要的是一个【Open】对话框而不是【Save As】对话框。第二参数"txt" 指定预设扩展名；如果使用者输入的文件没有扩展名，就自动加上此一扩展名。第三个参数"*.txt" 出现在一开始的【file name】字段中。*OFN_* 参数指定文件的属性。第五个参数*szFilters* 指定使用者可以选择的文件型态，最后一个参数是父窗口。

当*DoModal* 回返，我们可以利用*CFileDialog* 的成员函数*GetPathName* 取得完整的档案路径。也可以使用另一个成员函数*GetFileName* 取其不含路径的文件名称，或*GetFileTitle* 取得既不含路径亦不含扩展名的文件名称。

这便是MFC 通用对话框类别的使用。你几乎不必再从其中衍生出子类别，直接用就好了。

本章回顾

乍看MFC 应用程序代码，实在很难推想程序的进行。一开始是一个衍生自CWinApp 的全域对象application object，然后是一个隐藏的WinMain 函数，调用application object 的InitInstance 函数，将程序初始化。初始化动作包括构造一个窗口对象（CFrameWnd 物件），而其构造式又调用CFrameWnd::Create 产生真正的窗口（并在产生之前要求MFC 注册窗口类别）。窗口产生后WinMain 又调用Run 激活消息循环，将WM_COMMAND（IDM_ABOUT）和WM_PAINT 分别交给成员函数OnAbout 和OnPaint 处理。

虽然刨根究底不易，但是我们都同意，MFC 应用程序代码的确比SDK 应用程序代码精简许多。事实上，MFC 并不打算让应用程序代码比较容易理解，毕竟raw Windows API 才是最直接了当的动作。许许多多细碎动作被包装在MFC 类别之中，降低了你写程序的负担，当然，这必须建立在一个事实之上：你永远可以改变MFC 的预设行为。这一点是无庸置疑的，因为所有你可能需要改变的性质，都被设计为MFC 类别中的虚拟函数了，你可以从MFC 衍生出自己的类别，并改写那些虚拟函数。

MFC 的好处在更精巧更复杂的应用程序中显露无遗。至于复杂如OLE 者，那就更是非MFC 不为功了。本章的Hello 程序还欠缺许多Windows 程序完整功能，但它毕竟是一个好起点，有点晦涩但不太难。下一章范例将运用MDI、Document/View、各式各样的UI 对象....。

第7章

简单而完整：MFC 骨干程序

当技术愈来愈复杂，
入门愈来愈困难，
我们的困惑愈来愈深，
犹豫愈来愈多。

上一章的Hello 范例，对于MFC 程序设计导入很适合。但它只发挥了MFC 的一小部份特性，只用了三个MFC 类别（*CWinApp*、*CFrameWnd* 和 *CDialog*）。这一章我们要看一个完整的MFC 应用程序骨干（注），其中包括丰富的UI 对象（如工具栏、状态列）的生成，以及很重要的Document/View 架构观念。

注：我所谓的MFC 应用程序骨干，指的是由AppWizard 产生出来的MFC 程序，也就是像第4 章所产生的Scribble step0 那样的程序。

不二法门：熟记MFC 类别阶层架构

我还是要重复这一句话：MFC 程序设计的第一要务是熟记各类别的阶层架构，并清楚了解其中几个一定会用到的类别。一个MFC 骨干程序（不含ODBC 或OLE 支持）运用到的类别如图7-1 所示，请与图6-1 做个比较。

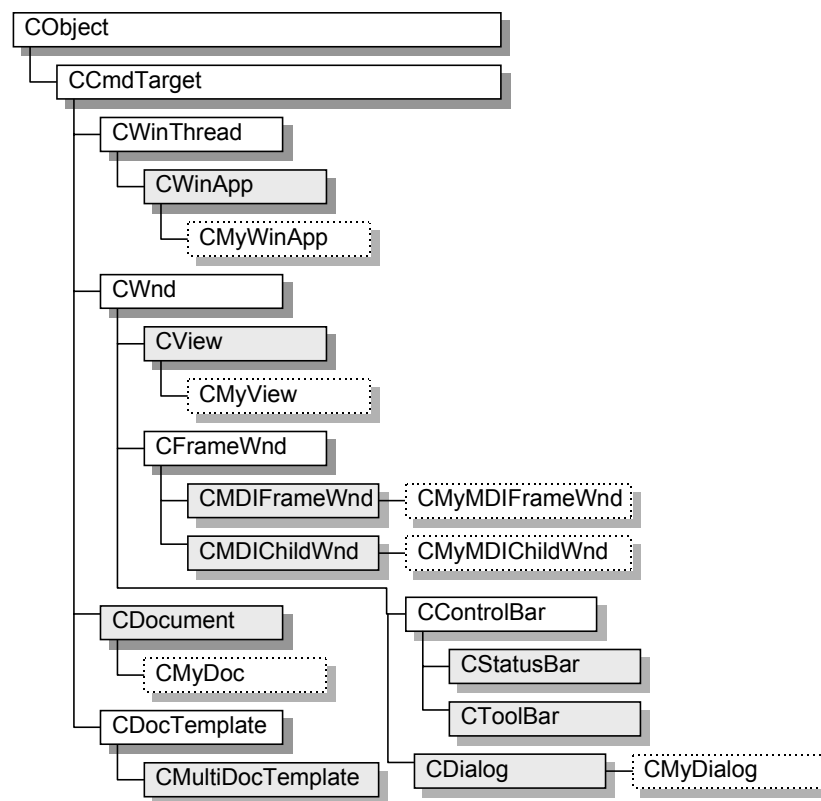


图7-1 本章范例程序所使用的MFC 类别。请与图6-1 做比较。

MFC 程序的UI 新风貌

一套好软件少不得一幅漂亮的使用者接口。图7-2 是信手拈来的几个知名Windows 软体，它们一致具备了工具栏和状态列等视觉对象，并拥有MDI 风格。利用MFC，我们很轻易就能够做出同等级的UI 接口。

第 7 章简单而完整：MFC 骨干程序



图7-2a Microsoft Word for Windows，允许使用者同时编辑多份文件，每一份文件就是所谓的document，这些document 窗口總不会脱 Word 主窗口的管辖。

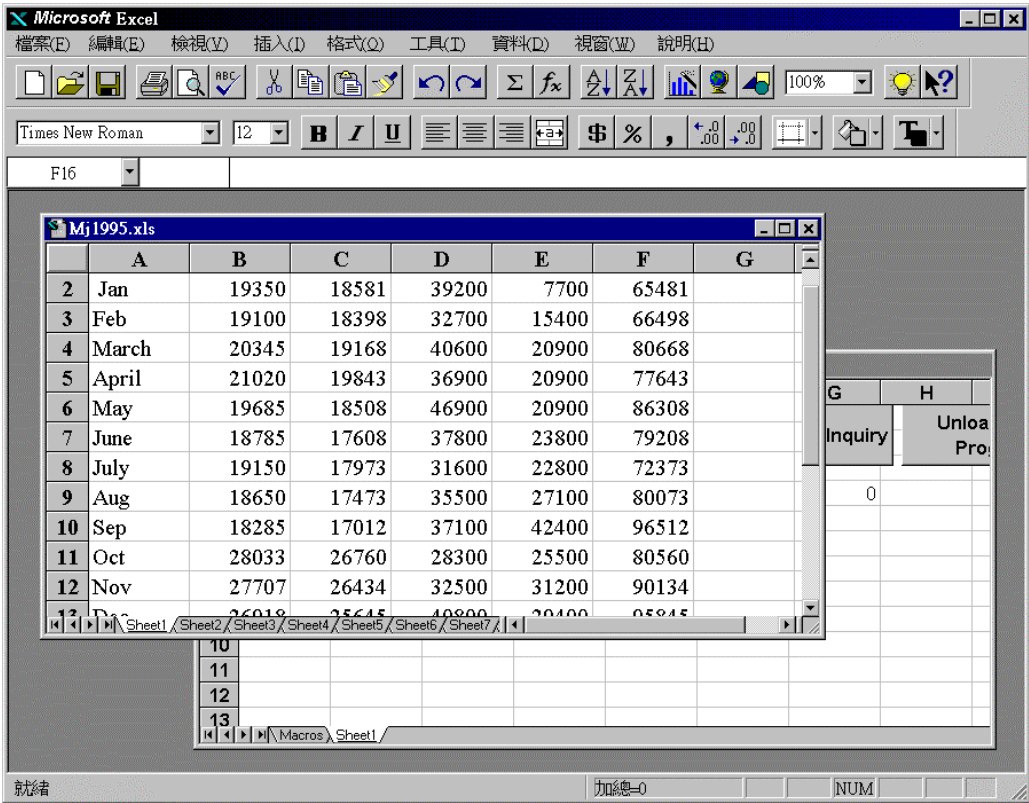


图7-2b Microsoft Excel，允许同时制作多份报表。每一份报表就是一份 document。

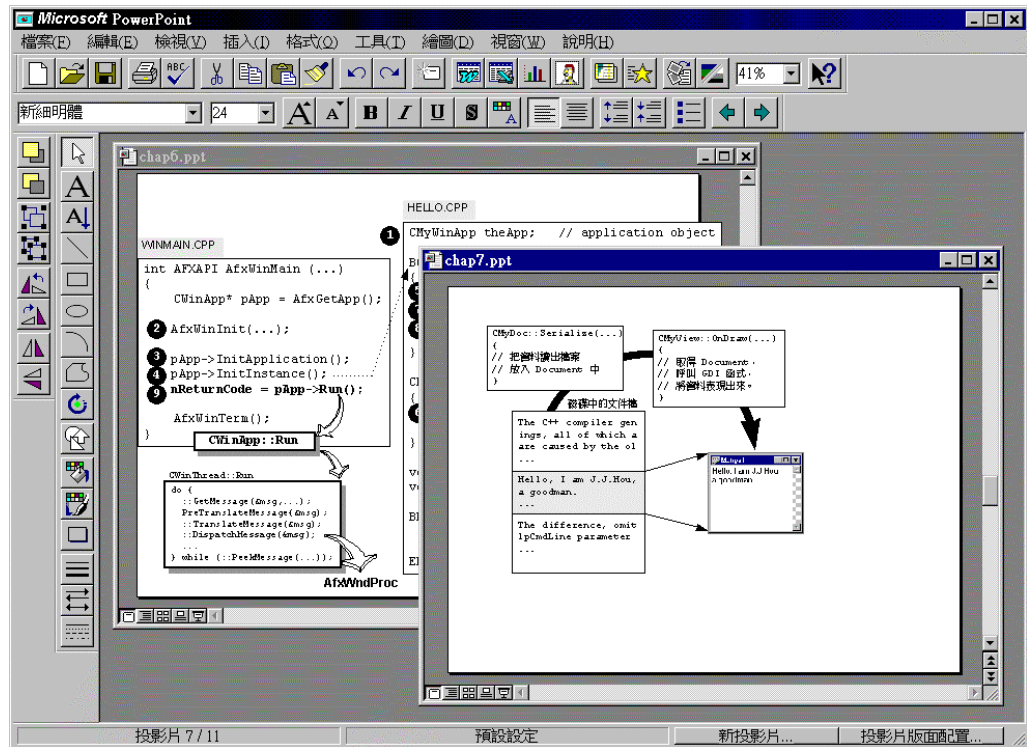
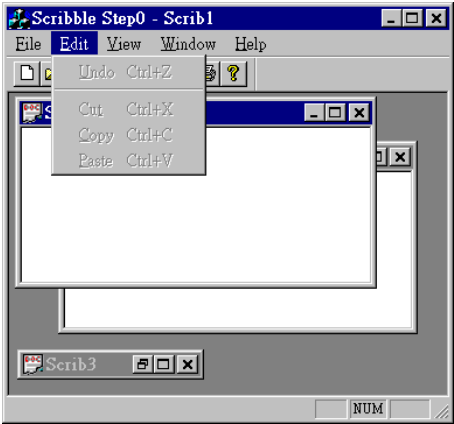


图7-2c Microsoft PowerPoint 允许同时制作多份演示文稿资料，每一份演示文稿就是一份document

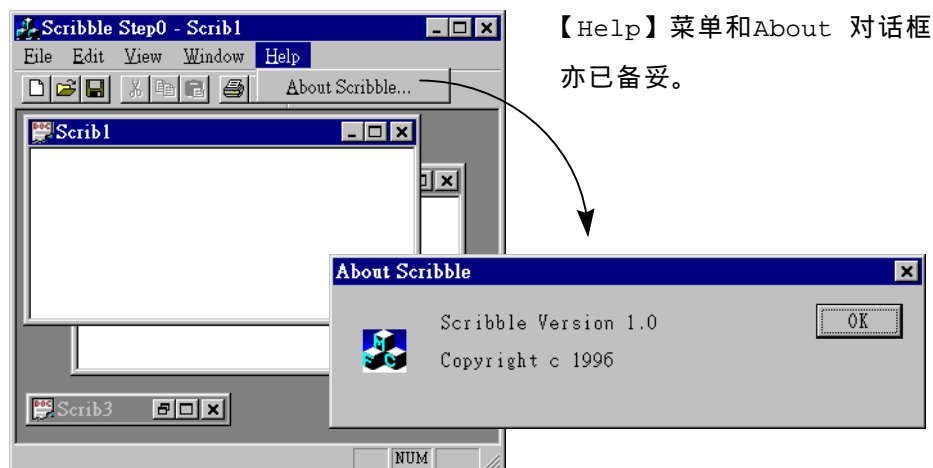
撰写MFC 程序，我们一定要放弃传统的「纯手工打造」方式，改用Visual C++ 提供的各种开发工具。AppWizard 可以为我们制作出MFC 程序骨干；只要选择某些按钮，不费吹灰之力你就可以获得一个很漂亮的程序。这个全自动生产线做出来的程序虽不具备任何特殊功能（那正是我们程序员的任务），但已经拥有以下的特征：



标准的【Edit】菜单（剪贴簿功能）。这份菜单是否一开始就有功效，必须视你选用哪一种View 而定，例如CEditView 就内建有剪贴簿功能。



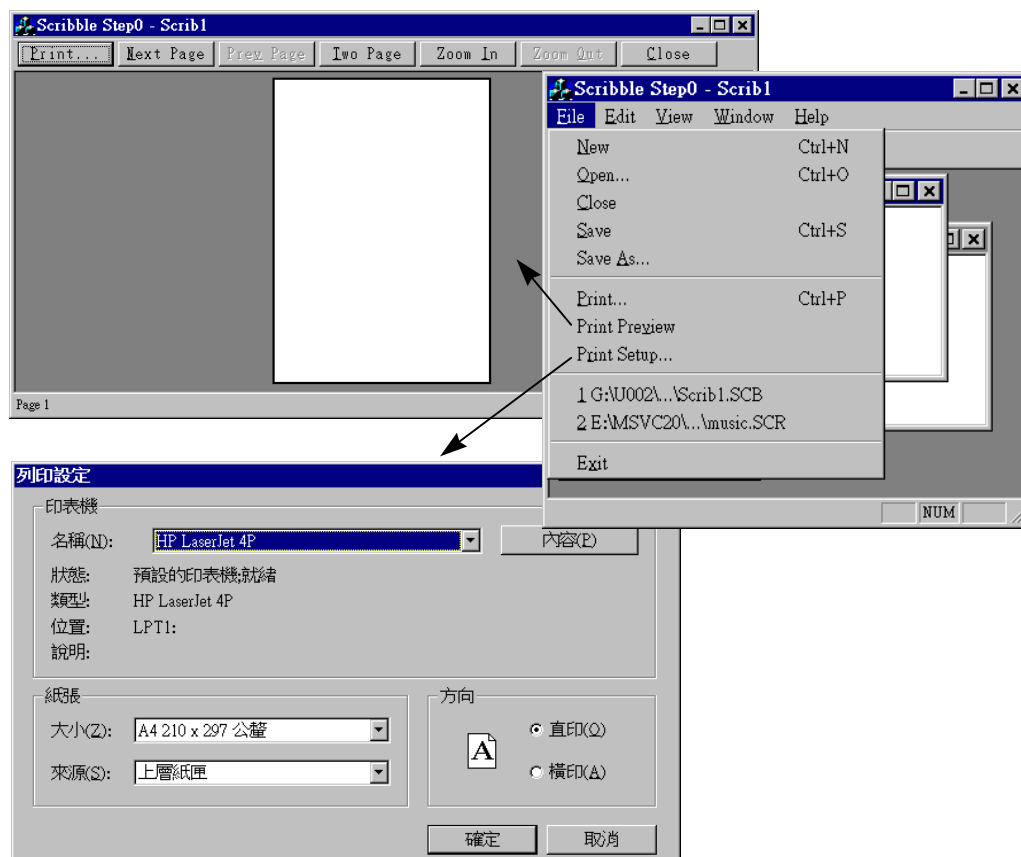
标准MDI 程序应该具备的
【Window】菜单



【Help】菜单和About 对话框
亦已备妥。

此外，标准的工具栏和状态列也已备妥，并与菜单内容建立起映射关系。所谓工具栏，是将某几个常用的菜单项目以按钮型式呈现出来，有一点热键的味道。这个工具栏可以随处停驻（dockable）。所谓状态列，是主窗口最下方的文字显示区；只要菜单拉下，状态列就会显示鼠标座落的菜单项目的说明文字。状态列右侧有三个小窗口（可扩充个数），用来显示一些特殊按键的状态。

打印与预览功能也已是半成品。【File】菜单拉下来可以看到【Print...】和【Print Preview】两项目：



骨干程序的Document 和View 目前都还是白纸一张，需要我们加工，所以一开始看不出打印与预览的真正功能。但如果我们在AppWizard 中选用的View 类别是`CEditView`（如同第4章292页），使用者就可以打印其编辑成果，并可以在打印之前预览。也就是说，一进程序代码都不必写，我们就获得了一个可以同时编辑多份文件的文字编辑软件。

Document/View 支撐你的应用程序

我已经多次强调，Document/View 是MFC 进化为Application Framework 的灵魂。这个特征表现于程序设计技术上远多于表现在使用者接口上，因此使用者可能感觉不到什么是Document/View。程序员呢？程序员将因陌生而有一段阵痛期，然后开始享受它带来的便利。

我们在OLE 中看到各对象（注）的集合称为一份Document；在MDI 中看到子窗口所掌握的资料称为一个Document；现在在MFC 又看到Document。"Document" 如今处处可见，再过不多久八成也要和"Object" 一样地泛滥了。

OLE 对象指的是PaintBrush 完成的一张bitmap、SoundRecorder 完成的一段Wave 声音、Excel 完成的一份电子表格、Word 完成的一份文字等等等。为了恐怕与C++ 的「对象」混淆，有些书籍将OLE object 称为OLE item。

在MFC 之中，你可以把Document 简单想作是「资料」。是的，只是资料，那么MFC 的CDocument 简单地说就是负责处理资料的类别。

问题是，一个预先写好的类别怎么可能管理未知的资料呢？MFC 设计之际那些伟大的天才们并不知道我们的数据结构，不是吗？! 他怎么知道我的程序要处理的资料是简单如：

```
char name[20];
char address[30];
int age;
bool sex;
```

或是复杂如：

```
struct dbllistnode
{
    struct dbllistnode *next, *prev;
    struct info_t
    {
        int left;
        int top;
    }
};
```

```

        int width;
        int height;
        void (*cursor)();
    } *item;
};

```

的确，预先处理未知的资料根本是不可能的。*CDocument* 只是把空壳做好，等君入瓮。它可以内嵌其它对象（用来处理基层数据类型如串行、数组等等），所以程序员可以在 Document 中拼拼凑凑出实际想要表达的文件完整格式。下一章进入 *Scribble* 程序的实际设计时，你就能够感受这一点。

CDocument 的另一价值在于它搭配了另一个重要的类别：*CView*。

不论什么型式，数据总是有体有面。实际的资料数值就是体，显示在屏幕上（甚而打印机上）的画面就是面（图7-3a）。「数值的处理」应该使用字节、整数、浮点数、串列、数组等数据结构，而「数值的表现」应该使用绘图工具如坐标系统、笔刷颜色、点线圆弧、字形...。*CView* 就是为了资料的表现而设计的。

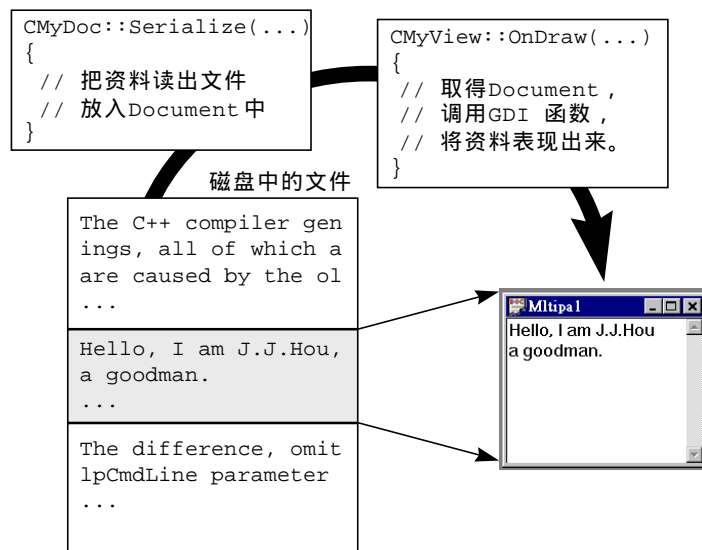


图7-3a Document 是资料的体，View 是资料的面。

除了负责显示，View 还负责程序与使用者之间的交谈接口。使用者对资料的编辑、修改都需仰赖窗口上的鼠标与键盘动作才得完成，这些消息都将由View 接受后再通知 Document (图7-3b)。

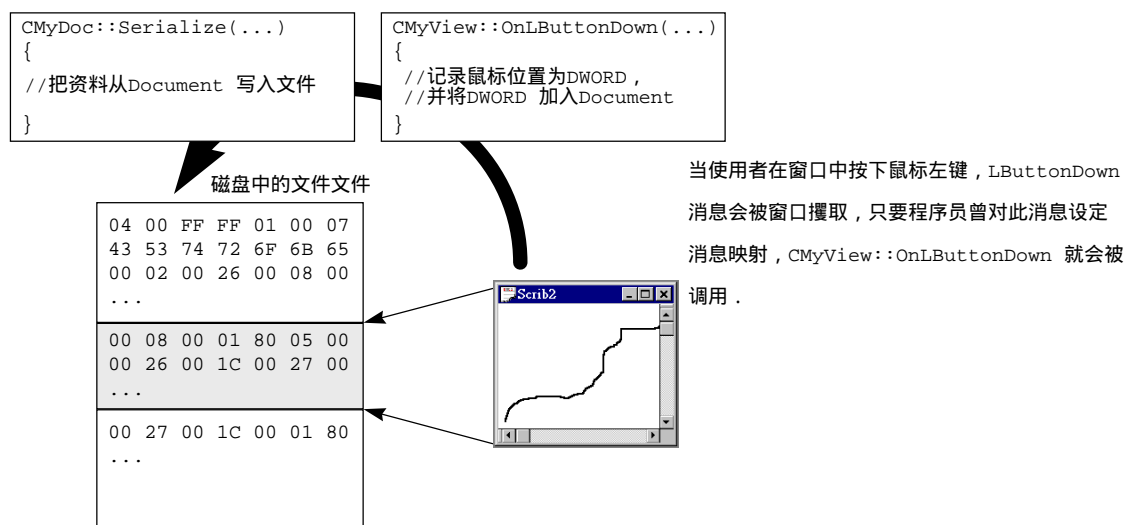


图7-3b View 是Document 的第一线，负责与使用者接触。

Document/View 的价值在于，这些MFC 类别已经把一個应用程序所需的「数据处理与显示」的函数空壳都设计好了，这些函数都是虚拟函数，所以你可以（也应该）在衍生类别中改写它们。有关文件读写的动作在CDocument 的Serialize 函数进行，有关画面显示的动作在CView 的OnDraw 或OnPaint 函数进行。当我为自己衍生两个类别CMyDoc 和CMyView，我只要把全付心思花在CMyDoc::Serialize 和CMyView::OnDraw 身上，其它琐事一概不必管，整个程序自动会运作得好好的。

什么叫做「整个程序会自动运作良好」？以下是三个例子：

如果按下【File/Open】，Application Framework 会激活对话框让你指定文件名，然后自动调用 *CMyDoc::Serialize* 读档。Application Framework 还会调用 *CMyView::OnDraw*，把资料显示出来。

如果屏幕状态改变，产生了 *WM_PAINT*，Framework 会自动调用你的 *CMyView::OnDraw*，传一个 Display DC 让你重新绘制窗口内容。

如果按下【File/Print...】，Framework 会自动调用你的 *CMyView::OnDraw*，这次传进去的是个 Printer DC，因此绘图动作的输出对象就成了打印机。

MFC 已经把程序大架构完成了，模块与模块间的消息流动路径以及各函数的功能职司都已确定好（这是MFC 之所以够格称为一个Framework 的原因），所以我们写程序的焦点就放在那些必须改写的虚拟函数身上即可。软件界当初发展GUI 系统时，目的也是希望把程序员的心力导引到应用软件的真正目标去，而不必花在使用者接口上。MFC 的 Document/View 架构希望更把程序员的心力导引到真正的数据结构设计以及真正的数据显示动作上，而不要花在模块的沟通或消息的流动传递上。今天，程序员都对GUI 称便，Document/View 也即将广泛地证明它的贡献。

Application Framework 使我们的程序写作犹如做填空题；Visual C++ 的软件开发工具则使我们的程序写作犹如做选择题。我们先做选择题，再在骨干程序中做填空题。的确，程序员的生活愈来愈像侯捷所言「只是软件IC 装配厂里的男工女工」了。

现在让我们展开MFC 深度之旅，彻底把MFC 骨干程序的每一行都搞清楚。你应该已经从上一章具体了解了MFC 程序从激活到结束的生命过程，这一章的例子虽然比较复杂，程序的生命过程是一样的。我们看看新添了什么内容，以及它们如何运作。我将以 AppWizard 完成的Scribble Step0（第4章）为解说对象，一行不改。然后我会做一点点修改，使它成为一个多窗口文字编辑器。

利用Visual C++ 工具完成Scribble step0

我已经在第4章示范过AppWizard的使用方法，并实际制作出Scribble Step0程序，这里就不再重复说明了。完整的骨干程序源代码亦已列于第4章。

这些由「生产线」做出来的程序代码其实对初学者并不十分合适，原因之一是容易眼花缭乱，有许多`#if...#endif`、批注、奇奇怪怪的符号（例如`//{` 和`//}`）；原因之二是每一个类别有自己的.H档和.CPP文件，整个程序因而幅员辽阔（六个.CPP档和六个.H档）。

图7-4 是Scribble step0 程序中各类别的相关资料。

类别名称	基础类别	类别声明于	类别定义于
<i>CScribbleApp</i>	<i>CWinApp</i>	Scribble.h	Scribble.cpp
<i>CMainFrame</i>	<i>CMDIFrameWnd</i>	Mainfrm.h	Mainfrm.cpp
<i>CChildFrame</i>	<i>CMDIChildWnd</i>	Childfrm.h	Childfrm.cpp
<i>CScribbleDoc</i>	<i>CDocument</i>	ScribbleDoc.h	ScribbleDoc.cpp
<i>CScribbleView</i>	<i>CView</i>	ScribbleView.h	ScribbleView.cpp
<i>CAboutDlg</i>	<i>CDialog</i>	Scribble.cpp	Scribble.cpp

图7-4 Scribble 骨干程序中的重要组成份子

骨干程序使用哪些MFC 类别？

对，你看到的Scribble step0 就是一个完整的MFC 应用程序，而我保证你一定昏头转向茫无头绪。没有关系，我们才刚启航。

如果把标准图形接口（工具栏和状态列）以及Document/View 考虑在内，一个标准的MFC MDI 程序使用这些类别：

MFC 类别名称	我的类别名称	功能
<i>CWinApp</i>	<i>CScribbleApp</i>	application object
<i>CMDIFrameWnd</i>	<i>CMainFrame</i>	MDI 主窗口
<i>CMultiDocTemplate</i>	直接使用	管理 Document/View
<i>CDocument</i>	<i>CScribbleDoc</i>	Document ，负责数据结构与文件动作
<i>CView</i>	<i>CScribbleView</i>	View ，负责资料的显示与打印
<i>CMDIChildWnd</i>	<i>CChildFrame</i>	MDI 子窗口
<i>CToolBar</i>	直接使用	工具栏
<i>CStatusBar</i>	直接使用	状态列
<i>CDialog</i>	<i>CAboutDlg</i>	About 对话框

应用程序各显身手的地方只是各个可被改写的虚拟函数。这九个类别在MFC 的地位请看图7-1。下一节开始我会逐项解释每一个对象的产生时机及其重要性质。

Document/View 不只应用在MDI 程序，也应用在SDI 程序上。你可以在AppWizard 的「Options 对话框」（图4-2b）选择SDI 风格。本书以MDI 程序为讨论对象。

为了对标准的MFC 程序有一个大局观，图7-4 显示Scribble step0 中各重要组成份子（类别），这些组成份子在执行时期的意义与主从关系显示于图7-5。

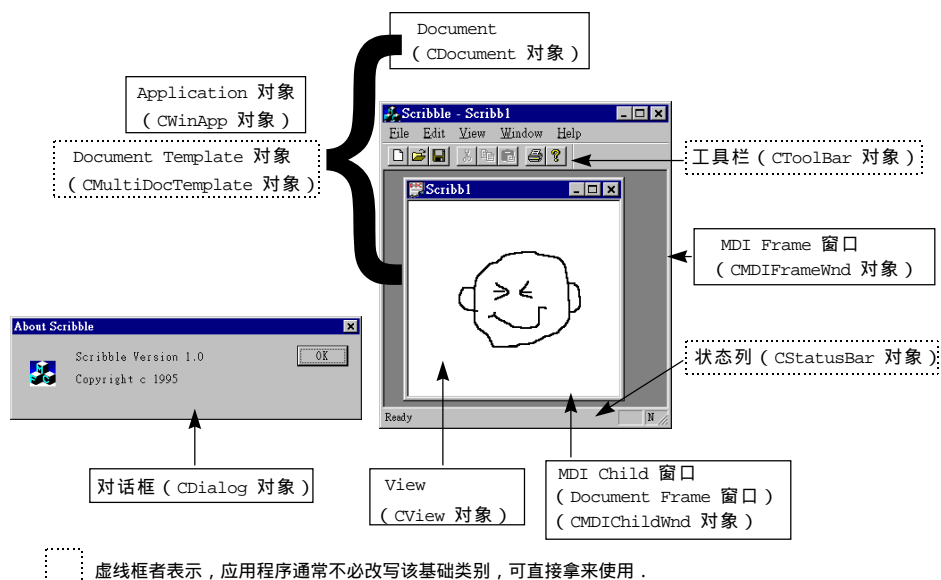


图 7-5 Scribble step0 程序中的九个对象（几乎每个MFC MDI 程序都如此）。

图7-6 是Scribble step0 程序缩影，我把执行时序标上去，对于整体概念的形成将有帮助。

```
#0001 class CScribbleApp : public CWinApp
#0002 {
#0003     virtual BOOL InitInstance(); // 注意：第6章的HelloMFC 程序是在
#0004     afx_msg void OnAppAbout(); // 类别中处理"About" 命令，这里的
#0005     DECLARE_MESSAGE_MAP() // 程序却在CWinApp 衍生类别中处理之。到底，
#0006 }; // 一个消息可以（或应该）在哪里被处理才是合理？
#0007 // 第9章「消息映射与命令绕行」可以解决这个疑惑。
#0008 class CMainFrame : public CMDIFrameWnd
#0009 {
#0010     DECLARE_DYNAMIC(CMainFrame)
#0011     CStatusBar m_wndStatusBar;
#0012     CToolBar m_wndToolBar;
#0013     afx_msg int OnCreate(LPCREATESTRUCT lpCreateStruct);
#0014     DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0015 };
#0016
#0017 class CChildFrame : public CMDIChildWnd
#0018 {
```

```

#0019     DECLARE_DYNCREATE(CChildFrame)
#0020     DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0021 };
#0022
#0023 class CScribbleDoc : public CDocument
#0024 {
#0025     DECLARE_DYNCREATE(CScribbleDoc)
#0026     virtual void Serialize(CArchive& ar);
#0027     DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0028 };
#0029
#0030 class CScribbleView : public CView
#0031 {
#0032     DECLARE_DYNCREATE(CScribbleView)
#0033     CScribbleDoc* GetDocument();
#0034
#0035     virtual void OnDraw(CDC* pDC);
#0036     DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0037 };
#0038
#0039 class CAboutDlg : public CDialog
#0040 {
#0041     DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0042 };
#0043
#0044 //-----
#0045
#0046 CScribbleApp theApp; ①
#0047
#0048 BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleApp, CWinApp)
#0049     ON_COMMAND(ID_APP_ABOUT, OnAppAbout) ④
#0050     ON_COMMAND(ID_FILE_NEW, CWinApp::OnFileNew)
#0051     ON_COMMAND(ID_FILE_OPEN, CWinApp::OnFileOpen) ②
#0052     ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_SETUP, CWinApp::OnFilePrintSetup)
#0053 END_MESSAGE_MAP()
#0054
#0055 BOOL CScribbleApp::InitInstance() ⑤
#0056 {
#0057     ...
#0058     CMultiDocTemplate* pDocTemplate;
#0059     pDocTemplate = new CMultiDocTemplate( ⑥
#0060         IDR_SCRIBTYPE,
#0061         RUNTIME_CLASS(CScribbleDoc),
#0062         RUNTIME_CLASS(CChildFrame),
#0063         RUNTIME_CLASS(CScribbleView));
#0064     AddDocTemplate(pDocTemplate);

```

// MFC 內部

```

Int AfxAPI AfxWinMain(¡K
{
    CWinApp* pApp = AfxGetApp();
    AfxWinInit(¡K; ②
    pApp->InitApplication(); ③
    pApp->InitInstance(); ④
    nReturnCode = pApp->Run(); ①
}

```

```

#0065
#0066 CMainFrame* pMainFrame = new CMainFrame; ⑦
#0067 pMainFrame->LoadFrame(IDR_MAINFRAME); ⑧
#0068 m_pMainWnd = pMainFrame;
#0069 i K
#0070 pMainFrame->ShowWindow(m_nCmdShow); ⑩
#0071 pMainFrame->UpdateWindow();
#0072 return TRUE;
#0073 }
#0074
#0075 BEGIN_MESSAGE_MAP(CAboutDlg, CDialog)
#0076 END_MESSAGE_MAP()
#0077
#0078 void CScribbleApp::OnAppAbout() ⑤
#0079 {
#0080     CAboutDlg aboutDlg;
#0081     aboutDlg.DoModal();
#0082 }
#0083
#0084 IMPLEMENT_DYNAMIC(CMainFrame, CMDIFrameWnd)
#0085
#0086 BEGIN_MESSAGE_MAP(CMainFrame, CMDIFrameWnd)
#0087     ON_WM_CREATE()
#0088 END_MESSAGE_MAP()
#0089
#0090 static UINT indicators[] =
#0091 {
#0092     ID_SEPARATOR,
#0093     ID_INDICATOR_CAPS,
#0094     ID_INDICATOR_NUM,
#0095     ID_INDICATOR_SCRL,
#0096 };
#0097
#0098 int CMainFrame::OnCreate(LPCREATESTRUCT lpCreateStruct) ⑨
#0099 {
#0100     m_wndToolBar.Create(this);
#0101     m_wndToolBar.LoadToolBar(IDR_MAINFRAME);
#0102     m_wndStatusBar.Create(this);
#0103     m_wndStatusBar.SetIndicators(indicators,
#0104         sizeof(indicators)/sizeof(UINT));
#0105
#0106     m_wndToolBar.SetBarStyle(m_wndToolBar.GetBarStyle() |
#0107         CBRS_TOOLTIPS | CBRS_FLYBY | CBRS_SIZE_DYNAMIC);
#0108
#0109     m_wndToolBar.EnableDocking(CBRS_ALIGN_ANY);

```

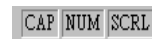
// MFC 內部

```

CFrameWnd::Create
    ↓
CWnd::CreateEx
    ↓
::CreateWindowEx

```

WM_CREATE



```
#0110     EnableDocking(CBRS_ALIGN_ANY);
#0111     DockControlBar(&m_wndToolBar);
#0112     return 0;
#0113 }
#0114
#0115 IMPLEMENT_DYNCREATE(CChildFrame, CMDIChildWnd)
#0116
#0117 BEGIN_MESSAGE_MAP(CChildFrame, CMDIChildWnd)
#0118 END_MESSAGE_MAP()
#0119
#0120 IMPLEMENT_DYNCREATE(CScribbleDoc, CDocument)
#0121
#0122 BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleDoc, CDocument)
#0123 END_MESSAGE_MAP()
#0124
#0125 void CScribbleDoc::Serialize(CArchive& ar) ❸
#0126 {
#0127     if (ar.IsStoring())
#0128     {
#0129         // TODO: add storing code here
#0130     }
#0131     else
#0132     {
#0133         // TODO: add loading code here
#0134     }
#0135 }
#0136
#0137 IMPLEMENT_DYNCREATE(CScribbleView, CView)
#0138
#0139 BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleView, CView)
#0140     ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT, CView::OnFilePrint)
#0141     ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_DIRECT, CView::OnFilePrint)
#0142     ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_PREVIEW, CView::OnFilePrintPreview)
#0143 END_MESSAGE_MAP()
#0144
#0145 void CScribbleView::OnDraw(CDC* pDC)
#0146 {
#0147     CScribbleDoc* pDoc = GetDocument();
#0148     // TODO: add draw code for native data here
#0149 }
```

图7-6 Scribble step0 执行时序。这是一张简图，有一些次要动作（例如鼠标拉曳功能、设定对话框底色）并未列出，但是在稍后的细部讨论中会提到。

以下是图7-6 程序流程之说明：

- ①~④ 动作与流程和前一章的Hello 程序如出一辙。
- ⑤ 我们改写*InitInstance* 这个虚拟函数。
- ⑥ *new* 一个*CMultiDocTemplate* 对象，此对象规划Document、View 以及Document Frame 窗口三者之关系。
- ⑦ *new* 一个*CMyMDIFrameWnd* 对象，做为主窗口对象。
- ⑧ 调用*LoadFrame*，产生主窗口并加挂菜单等诸元，并指定窗口标题、文件标题、文件档扩展名等（关键在IDR_MAINFRAME 常数）。*LoadFrame* 内部将调用*Create*，后者将调用*CreateWindowEx*，于是触发WM_CREATE 消息。
- ⑨ 由于我们曾于*CMainFrame* 之中拦截WM_CREATE（利用ON_WM_CREATE 宏），所以WM_CREATE 产生之际Framework 会调用*OnCreate*。我们在此为主窗口挂上工具列和状态列。
- ⑩ 回到*InitInstance*，执行*ShowWindow* 显示窗口。
- ❶ *InitInstance* 结束，回到*AfxWinMain*，执行*Run*，进入消息循环。其间的黑盒子已在上一章的Hello 范例中挖掘过。
- ❷ 消息经由Message Routing 机制，在各类别的Message Map 中寻求其处理例程。
WM_COMMAND/ID_FILE_OPEN 消息将由*CWinApp::OnFileOpen* 函数处理。此函数由MFC 提供，它在显示过【File Open】对话框后调用*Serialize* 函数。
- ❸ 我们改写*Serialize* 函数以进行我们自己的文件读写动作。
- ❹ WM_COMMAND/ID_APP_ABOUT 消息将由*OnAppAbout* 函数处理。
- ❺ *OnAppAbout* 函数利用*CDialog* 的性质很方便地产生一个对话框。

Document Template 的意义

Document Template 是一个全新的观念。

稍早我已提过Document/View 的概念，它们互为表里。View 本身虽然已经是一个窗口，其外围却必须再包装一个外框窗口做为舞台。这样的切割其实是为了让View 可以非常独立地放置于「MDI Document Frame 窗口」或「SDI Document Frame 窗口」或「OLE Document Frame 窗口」等各种应用之中。也可以说，Document Frame 窗口是View 窗口的一个容器。资料的内容、资料的表象、以及「容纳资料表象之外框窗口」三者是一体的，换言之，程序每打开一份文件（资料），就应该产生三份对象：

1. 一份Document 对象，
2. 一份View 对象，
3. 一份C*MDIChildWnd* 对象（做为外框窗口）

这三份对象由一个所谓的Document Template 对象来管理。让这三份对象产生关系的关键在于C*MultiDocTemplate*：

```
BOOL CScribbleApp::InitInstance()  
{  
    ...  
    CMultiDocTemplate* pDocTemplate;  
    pDocTemplate = new CMultiDocTemplate(  
        IDR_SCRIBTYPE,  
        RUNTIME_CLASS(CScribbleDoc),  
        RUNTIME_CLASS(CChildFrame),  
        RUNTIME_CLASS(CScribbleView));  
    AddDocTemplate(pDocTemplate);  
    ...  
}
```

如果程序支持不同的资料格式（例如一为TEXT 一为BITMAP），那么就需要不同的Document Template：


```

BOOL CMyWinApp::InitInstance()
{
    ...
    CMultiDocTemplate* pDocTemplate;

    pDocTemplate = new CMultiDocTemplate(
        IDR_TEXTTYPE,
        RUNTIME_CLASS(CTextDoc),
        RUNTIME_CLASS(CChildFrame),
        RUNTIME_CLASS(CTextView));
    AddDocTemplate(pDocTemplate);

    pDocTemplate = new CMultiDocTemplate(
        IDR_BMPTYPE,
        RUNTIME_CLASS(CBmpDoc),
        RUNTIME_CLASS(CChildFrame),
        RUNTIME_CLASS(CBmpView));
    AddDocTemplate(pDocTemplate);

    ...
}

```

这其中有许多值得讨论的地方，而 *CMultiDocTemplate* 的构造式参数透露了一些端倪：

```

CMultiDocTemplate::CMultiDocTemplate(UINT nIDResource,
                                     CRuntimeClass* pDocClass,
                                     CRuntimeClass* pFrameClass,
                                     CRuntimeClass* pViewClass);

```

1. *nIDResource*：这是一个资源ID，表示此一文件类型（文件格式）所使用的资源。本例为 *IDR_SCRIBTYPE*，在RC 档中代表多种资源（不同种类的资源可使用相同的ID）：

```

IDR_SCRIBTYPE ICON DISCARDABLE "res\\ScribbleDoc.ico"
IDR_SCRIBTYPE MENU PRELOAD DISCARDABLE
{ ... }
STRINGTABLE PRELOAD DISCARDABLE
BEGIN
    IDR_MAINFRAME "Scribble Step0"
    IDR_SCRIBTYPE "\nScrib\nScrib\nScribble Files (*.scb)\n.SCB\nScribble.Document\nScrib Document"
END

```

原码太长，我把它截为两半，实际上是一整行。有七个子字符串各以'\n'分隔。这些子字符串完整描述文件的类型。第一个子字符串于MDI程序中用不着，故本例省略（成为空字符串）。

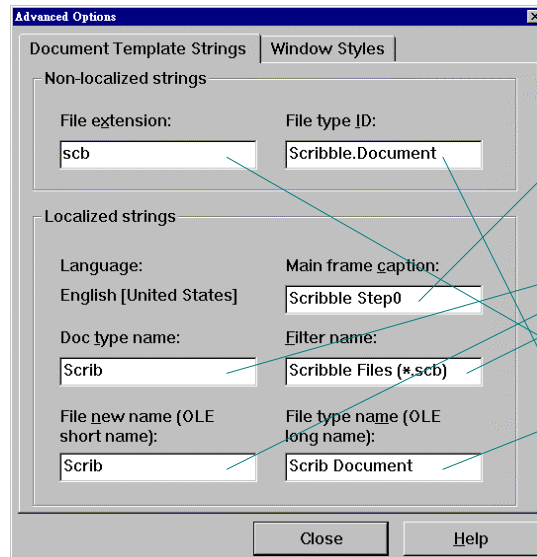
其中的ICON 是文件窗口被最小化之后的图标；MENU 是当程序存在有任何文件窗口时所使用的菜单（如果没有开启任何文件窗口，菜单将是另外一套，稍后再述）。至于字符串表格（STRINGTABLE）中的字符串，稍后我有更进一步的说明。

- 2. *pDocClass*。这是一个指针，指向Document 类别（衍生自*CDocument*）之「*CRuntimeClass* 对象」。
- 3. *pFrameClass*。这是一个指针，指向Child Frame 类别（衍生自*CMDIChildWnd*）之「*CRuntimeClass* 对象」。
- 4. *pViewClass*。这是一个指针，指向View 类别（衍生自*CView*）之「*CRuntimeClass* 对象」。

CRuntimeClass
我曾经在第 3 章「自制RTTI」一节解释过什么是 <i>CRuntimeClass</i> 。它就是「类别型录网」串行中的元素类型。任何一个类别只要在声明时使用 <i>DECLARE_DYNAMIC</i> 或 <i>DECLARE_DYNCREATE</i> 或 <i>DECLARE_SERIAL</i> 宏，就会拥有一个静态的（static） <i>CRuntimeClass</i> 内嵌对象。

好，你看，Document Template 接受了三种类别的*CRuntimeClass* 指针，于是每当使用者打开一份文件，Document Template 就能够根据「类别型录网」（第 3 章所述），动态生成三个对象（document、view、document frame window）。如果你不记得MFC 的动态生成是怎么一回事儿，现在正是复习第 3 章的时候。我将在第 8 章带你实际看看 Document Template 的内部动作。

前面曾提到，我们在*CMultiDocTemplate* 构造式的第一个参数置入*IDR_SCRIBTYPE*，代表RC 文件中的菜单（MENU）、图标（ICON）、字符串（STRING）三种资源，其中又以字符串资源大有学问。这个字符串以'\n' 分隔为七个子字符串，用以完整描述文件类型。七个子字符串可以在AppWizard 的步骤四的【Advanced Options】对话框中指定：



RC 文件中的字符串资源

IDR_MAINFRAME :

"Scribble Step0"

IDR_SCRIBTYPE (7 个子字符串) :

\n

Scrib\n

Scrib\n

Scribble Files (*.scb)\n

.SCB\n

Scribble.Document\n

Scrib Document

每一个子字符串都可以在程序进行过程中取得，只要调用 `CDocTemplate::GetDocString` 并在其第二参数中指定索引值 (1~7) 即可，但最好是以 `CDocTemplate` 所定义的七个常数代替没有字面意义的索引值。下面就是 `CDocTemplate` 的 7 个常数定义：

```
// in AFXWIN.H
class CDocTemplate : public CCmdTarget
{
    ...
    enum DocStringIndex
    {
        windowTitle, // default window title
        docName,     // user visible name for default document
        fileNewName, // user visible name for FileNew

        // for file based documents:
        filterName,  // user visible name for FileOpen
        filterExt,   // user visible extension for FileOpen

        // for file based documents with Shell open support:
        regFileTypeId, // REGEDIT visible registered file type identifier
        regFileName,  // Shell visible registered file type name
    };
    ...
};
```

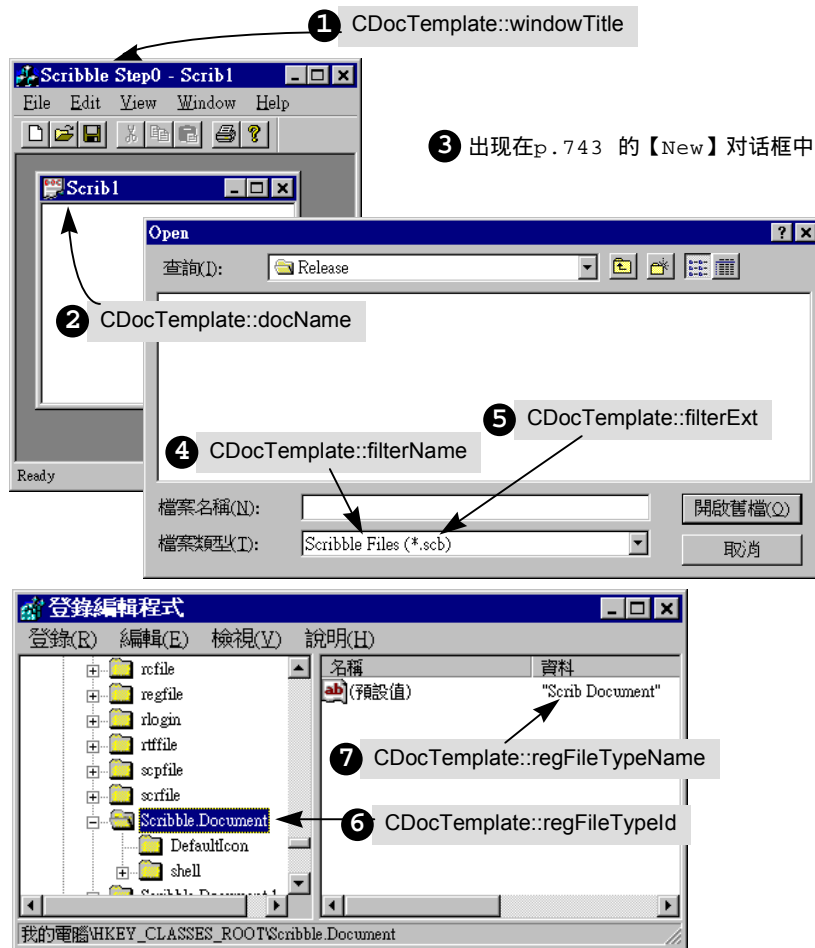
所以，你可以这么做：

```
CString strDefExt, strDocName;  
pDocTemplate->GetDocString(strDefExt, CDocTemplate::filterExt);  
pDocTemplate->GetDocString(strDocName, CDocTemplate::docName);
```

七个子字符串意义如下：

index	意义
1. <i>CDocTemplate::windowTitle</i>	主窗口标题栏上的字符串。SDI 程序才需要指定它，MDI 程式不需要指定，将以 <i>IDR_MAINFRAME</i> 字符串为默认值。
2. <i>CDocTemplate::docName</i>	文件基底名称（本例为"Scrib"）。这个名称再加上一个流水号码，即成为新文件的名称（例如"Scrib1"）。如果此字符串未被指定，文件预设名称为"Untitled"。
3. <i>CDocTemplate::fileNewName</i>	文件类型名称。如果一个程序支持多种文件，此字符串将显示在【File/New】对话框中。如果没有指明，就不能够在【File/New】对话框中处理此种文件。本例只支持一种文件类型，所以当你选按【File/New】，并不会出现对话框。第13章将示范「一个程序支持多种文件」的作法（#743页）。
4. <i>CDocTemplate::filterName</i>	文件类型以及一个适用于此类型之万用过滤字符串（wildcard filter string）。本例为"Scribble(*.scb)"。这个字符串将出现在【File Open】对话框中的【List Files Of Type】列示盒中。
5. <i>CDocTemplate::filterExt</i>	文件档之扩展名，例如".scb"。如果没有指明，就不能够在【File Open】对话框中处理此种文件档。
6. <i>CDocTemplate::regFileTypeId</i>	如果你以::RegisterShellFileTypes 对系统的登录数据库（Registry）注册文件类型，此值会出现在 HKEY_CLASSES_ROOT 之下成为其子机码（subkey）并仅供Windows 内部使用。如果未指定，此种文件类型就无法注册，鼠标拖放(drag and drop) 功能就会受影响。
7. <i>CDocTemplate::regFileName</i>	这也是储存在登录数据库（Registry）中的文件类型名称，并且是给人（而非只给系统）看的。它也会显示于程序中用以处理登录数据库之对话框内。

以下是Scribble 范例中各个字符串出现的位置：



我必须再强调一次，AppWizard 早已帮我们产生出这些字符串。把这些来龙去脉弄清楚，只是为了知其所以然。当然，同时也为了万一你不喜欢AppWizard 准备的字符串内容，你知道如何去改变它。

Scribble 的 Document/View 设计

用最简单的一句话描述，Document 就是资料的体，View 就是资料的面。我们藉 *CDocument* 管理资料，藉 Collections Classes（MFC 中的一组专门用来处理资料的类别）处理实际的资料数据；我们藉 *CView* 负责资料的显示，藉 *CDC* 和 *CGdiObject* 实际绘图。人们常说一体两面一体两面，在 MFC 中一体可以多面：同一份资料可以文字描述之，可以长条图描述之，亦可以曲线图描述之。

Document/View 之间的关系可以图7-3 说明。View 就像一个观景器（我避免使用「窗口」这个字眼，以免引起不必要的联想），使用者透过 View 看到 Document，也透过 View 改变 Document。View 是 Document 的外显接口，但它并不能完全独立，它必须依存在一个所谓的 Document Frame 窗口内。

一份 Document 可以映射给许多个 Views 显示，不同的 Views 可以对映到同一份巨大 Document 的不同区域。总之，请把 View 想象是一个镜头，可以观看大画布上的任何区域（我们可以选用 *CScrollView* 使之具备滚动条）；在镜头上加特殊的偏光镜、柔光镜、十字镜，我们就会看到不同的影像-- 虽然观察的对象完全相同。

资料的管理动作有哪些？读档和写档都是必要的，文件存取动作称为 Serialization，由 *Serialize* 函数负责。我们可以（而且也应该）在 *CMyDoc* 中改写 *Serialize* 函数，使它符合个人需求。资料格式的建立以及文件读写功能将在 Scribble step1 中加入，本例（step0）的 *CScribbleDoc* 中并没有什么成员变量（也就是说容纳不了什么数据），*Serialize* 则简直是个空函数：

```

void CScribbleDoc::Serialize(CArchive& ar)
{
    if (ar.IsStoring())
    {
        // TODO: add storing code here
    }
    else
    {
        // TODO: add loading code here
    }
}

```

这也是我老说骨干程序啥大事也没做的原因。

除了文件读写，资料的显示也是必要的动作，资料的接受编辑也是必要的动作。两者都由View负责。使用者对Document的任何编辑动作都必须透过Document Frame 窗口，消息随后传到CView。我们来想想我们的View 应该改写哪些函数？

1. 当Document Frame 窗口收到WM_PAINT，窗口内的View 的OnPaint 函数会被呼叫，OnPaint 又调用OnDraw。所以为了显示资料，我们必须改写OnDraw。至于OnPaint，主要是做「只输出到屏幕而不到打印机」的动作。有关打印机，我将在第12章提到。
2. 为了接受编辑动作，我们必须在View 类别中接受鼠标或键盘消息并处理之。
如果要接受鼠标左键，我们应该改写View 类别中的三个虚拟函数：

```

afx_msg void OnLButtonDown(UINT nFlags, CPoint point);
afx_msg void OnLButtonUp(UINT nFlags, CPoint point);
afx_msg void OnMouseMove(UINT nFlags, CPoint point);

```

上述两个动作在Scribble step0 都看不到，因为它是个啥也没做的程序：

```

void CScribbleView::OnDraw(CDC* pDC)
{
    CScribbleDoc* pDoc = GetDocument();
    ASSERT_VALID(pDoc);

    // TODO: add draw code for native data here
}

```

主窗口的诞生

上一章那个极为简单的Hello 程序，主窗口采用 *CFrameWnd* 类别。本例是MDI 风格，将采用 *CMDIFrameWnd* 类别。

构造MDI 主窗口，有两个步骤。第一个步骤是 *new* 一个 *CMDIFrameWnd* 对象，第二个步骤是调用其 *LoadFrame* 函数。此函数内容如下：

```
// in WNDFRM.CPP
BOOL CFrameWnd::LoadFrame(UINT nIDResource, DWORD dwDefaultStyle,
                          CWnd* pParentWnd, CCreateContext* pContext)
{
    CString strFullString;
    if (strFullString.LoadString(nIDResource))
        AfxExtractSubString(m_strTitle, strFullString, 0); // first sub-string

    if (!AfxDeferRegisterClass(AFX_WNDFRAMEORVIEW_REG))
        return FALSE;

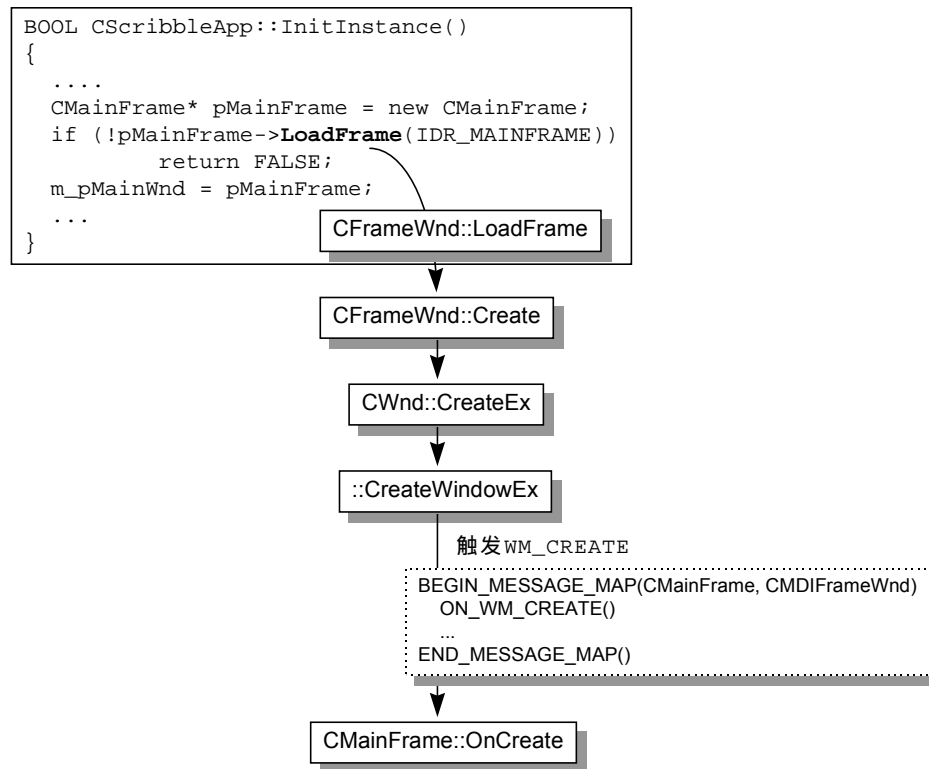
    // attempt to create the window
    LPCTSTR lpszClass = GetIconWndClass(dwDefaultStyle, nIDResource);
    LPCTSTR lpszTitle = m_strTitle;
    if (!Create(lpszClass, lpszTitle, dwDefaultStyle, rectDefault,
               pParentWnd, MAKEINTRESOURCE(nIDResource), 0L, pContext))
    {
        return FALSE; // will self destruct on failure normally
    }

    // save the default menu handle
    m_hMenuDefault = ::GetMenu(m_hWnd);

    // load accelerator resource
    LoadAccelTable(MAKEINTRESOURCE(nIDResource));

    if (pContext == NULL) // send initial update
        SendMessageToDescendants(WM_INITIALUPDATE, 0, 0, TRUE, TRUE);

    return TRUE;
}
```

窗口产生之际会发出 `WM_CREATE` 消息，因此 `CMainFrame::OnCreate` 会被执行起来，那里将进行工具栏和状态列的建立工作（稍后描述）。`LoadFrame` 函数的参数（本例为 `IDR_MAINFRAME`）用来设定窗口所使用的各种资源，你可以从前一页的 `CFrameWnd::LoadFrame` 源代码中清楚看出。这些同名的资源包括：

```
// defined in SCRIBBLE.RC
```

```

IDR_MAINFRAME ICON DISCARDABLE "res\\Scribble.ico"
IDR_MAINFRAME MENU PRELOAD DISCARDABLE { ... }
IDR_MAINFRAME ACCELERATORS PRELOAD MOVEABLE PURE { ... }
STRINGTABLE PRELOAD DISCARDABLE
BEGIN
    IDR_MAINFRAME "Scribble Step0" (这个字符串将成为主窗口的标题)
    ..
END
  
```



这种作法（使用 `LoadFrame` 函数）与第6章的作法（使用 `Create` 函数）不相同，请注意。

工具栏和状态列的诞生 (Toolbar & Status bar)

工具栏和状态列分别由 *CToolBar* 和 *CStatusBar* 掌管。两个对象隶属于主窗口，所以我们在 *CMainFrame* 中以两个变量（事实上是两个对象）表示之：

```
class CMainFrame : public CMDIFrameWnd
{
protected: // control bar embedded members
    CStatusBar m_wndStatusBar;
    CToolBar m_wndToolBar;
    ...
};
```

主窗口产生之际立刻会发出 *WM_CREATE*，我们应该利用这时机把工具栏和状态列建立起来。为了拦截 *WM_CREATE*，首先需在 Message Map 中设定「映射项目」：

```
BEGIN_MESSAGE_MAP(CMyMDIFrameWnd, CMDIFrameWnd)
    ON_WM_CREATE()
END_MESSAGE_MAP()
```

ON_WM_CREATE 这个宏表示，只要 *WM_CREATE* 发生，我的 *OnCreate* 函数就应该被调用。下面是由 AppWizard 产生的 *OnCreate* 标准动作：

```
int CMainFrame::OnCreate(LPCREATESTRUCT lpCreateStruct)
{
    if (CMDIFrameWnd::OnCreate(lpCreateStruct) == -1)
        return -1;

    if (!m_wndToolBar.Create(this) ||
        !m_wndToolBar.LoadToolBar(IDR_MAINFRAME))
    {
        TRACE0("Failed to create toolbar\n");
        return -1; // fail to create
    }

    if (!m_wndStatusBar.Create(this) ||
        !m_wndStatusBar.SetIndicators(indicators,
            sizeof(indicators)/sizeof(UINT)))
    {
        TRACE0("Failed to create status bar\n");
        return -1; // fail to create
    }
}
```

```

// TODO: Remove this if you don't want tool tips or a resizable toolbar
m_wndToolBar.SetBarStyle(m_wndToolBar.GetBarStyle() |
    CBRS_TOOLTIPS | CBRS_FLYBY | CBRS_SIZE_DYNAMIC);

// TODO: Delete these three lines if you don't want the toolbar to
// be dockable
m_wndToolBar.EnableDocking(CBRS_ALIGN_ANY);
EnableDocking(CBRS_ALIGN_ANY);
DockControlBar(&m_wndToolBar);

return 0;
}

```

其中有四个动作与工具栏和状态列的产生及设定有关：

- `m_wndToolBar.Create(this)` 表示要产生一个隶属于 *this*（也就是目前这个对象，也就是主窗口）的工具栏。
- `m_wndToolBar.LoadToolBar(IDR_MAINFRAME)` 将RC 档中的工具栏资源载入。`IDR_MAINFRAME` 在RC 档中代表两种与工具栏有关的资源：

```
IDR_MAINFRAME BITMAP MOVEABLE PURE "RES\\TOOLBAR.BMP"
```



```
IDR_MAINFRAME TOOLBAR DISCARDABLE 16, 15
```

```

BEGIN
    BUTTON        ID_FILE_NEW
    BUTTON        ID_FILE_OPEN
    BUTTON        ID_FILE_SAVE
    SEPARATOR
    BUTTON        ID_EDIT_CUT
    BUTTON        ID_EDIT_COPY
    BUTTON        ID_EDIT_PASTE
    SEPARATOR
    BUTTON        ID_FILE_PRINT
    BUTTON        ID_APP_ABOUT
END

```

`LoadToolBar` 函数一举取代了前一版的 `LoadBitmap` + `SetButtons` 两个动作。

`LoadToolBar` 知道如何把 `BITMAP` 资源和 `TOOLBAR` 资源搭配起来，完成工具栏的设定。当然啦，如果你不是使用 VC++ 资源工具来编辑工具栏，`BITMAP` 资源和 `TOOLBAR` 资源就可能格数不符，那是不被允许的。`TOOLBAR` 资源中的各 ID 值就

是菜单项目的子集合，因为所谓工具栏就是把比较常用的菜单项目集合起来以按钮方式提供给使用者。

- `m_wndStatusBar.Create(this)` 表示要产生一个隶属于 *this* 对象（也就是目前这个对象，也就是主窗口）的状态列。
- `m_wndStatusBar.SetIndicators(...)` 的第一个参数是个数组；第二个参数是数组元素个数。所谓Indicator 是状态列最右侧的「指示窗口」，用来表示大写键、数字键等的On/Off 状态。AFXRES.H 中定义有七种indicators：

```
#define ID_INDICATOR_EXT    0xE700 // extended selection indicator
#define ID_INDICATOR_CAPS  0xE701 // cap lock indicator
#define ID_INDICATOR_NUM    0xE702 // num lock indicator
#define ID_INDICATOR_SCRL   0xE703 // scroll lock indicator
#define ID_INDICATOR_OVR    0xE704 // overtype mode indicator
#define ID_INDICATOR_REC    0xE705 // record mode indicator
#define ID_INDICATOR_KANA   0xE706 // kana lock indicator
```

本例使用其中三种：

```
static UINT indicators[] =
{
    ID_SEPARATOR, // status line indicator
    ID_INDICATOR_CAPS,
    ID_INDICATOR_NUM,
    ID_INDICATOR_SCRL,
};
```



CAP NUM SCRL

鼠标拖放 (Drag and Drop)

MFC 程序很容易拥有Drag and Drop 功能。意思是，你可以从Shell（例如Windows 95 的文件总管）中以鼠标拉动一个文件，拖到你的程序中，你的程序因而打开此文件并读其内容，将内容放到一个Document Frame 窗口中。甚至，使用者在Shell 中以鼠标对某个文件文件（你的应用程序的文件文件）快按两下，也能激活你这个程序，并自动完成开档，读档，显示等动作。

在SDK 程序中要做到Drag and Drop，并不算太难，这里简单提一下它的原理以及作法。当使用者从Shell 中拖放一个文件到程序 A，Shell 就配置一块全域内存，填入被拖曳的文件名称（包含路径），然后发出WM_DROPFILES 传到程序 A 的消息队列。程式 A 取得此消息后，应该把内存的内容取出，再想办法开档读档。

并不是张三和李四都可以收到WM_DROPFILES，只有具备WS_EX_ACCEPTFILES 风格的窗口才能收到此一消息。欲让窗口具备此一风格，必须使用CreateWindowEx（而不是传统的CreateWindow），并指定第一个参数为WS_EX_ACCEPTFILES。

剩下的事情就简单了：想办法把内存中的文件名和其它信息取出（内存handle 放在WM_DROPFILES 消息的wParam 中）。这件事情有DragQueryFile 和DragQueryPoint 两个API 函数可以帮助我们完成。

SDK 的方法真的不难，但是MFC 程序更简单：

```

BOOL CScribbleApp::InitInstance()
{
    ...
    // Enable drag/drop open
    m_pMainWnd->DragAcceptFiles();

    // Enable DDE Execute open
    EnableShellOpen();
    RegisterShellFileTypes(TRUE);
    ...
}

```

这三个函数的用途如下：

- CWnd::DragAcceptFile(BOOL bAccept=TRUE); 参数TRUE 表示你的主窗口以及每一个子窗口（文件窗口）都愿意接受来自Shell 的拖放文件。CFrameWnd 内有一个OnDropFiles 成员函数，负责对WM_DROPFILES 消息做出反应，它会通知application 对象的OnOpenDocument（此函数将在第8章介绍），并夹带被拖放的文件的名称。

- `CWinApp::EnableShellOpen()`; 当使用者在Shell 中对着本程序的文件文件快按两下时，本程序能够打开文件并读内容。如果当时本程序已执行，Framework 不会再执行起程序的另一副本，而只是以DDE (Dynamic Data Exchange, 动态资料交换) 通知程序把文件 (文件) 读进来。DDE 处理例程内建在 *CDocManager* 之中 (第8章会谈到这个类别)。也由于DDE 的能力，你才能够很方便地把文件图标拖放到打印机图标上，将文件打印出来。

通常此函数后面跟随着 *RegisterShellFileTypes*。

- `CWinApp::RegisterShellFileTypes()`; 此函数将向Shell 注册本程序的文件型态。有了这样的注册动作，使用者在Shell 的双击动作才有着力点。这个函数搜寻Document Template 串行中的每一种文件类型，然后把它加到系统所维护的registry (登录数据库) 中。

在传统的Windows 程序中，对Registry 的注册动作不外乎两种作法，一是准备一个.reg 档，由使用者利用Windows 提供的一个小工具regedit.exe，将.reg 合并到系统的Registry 中。第二种方法是利用 `::RegCreateKey`、`::RegSetValue` 等Win32 函数，直接编辑Registry。MFC 程序的作法最简单，只要调用 `CWinApp::RegisterShellFileTypes` 即可。

必须注意的是，如果某一种文件类型已经有其对应的应用程序 (例如.txt 对应Notepad，.bmp 对应PBrush，.ppt 对应PowerPoint，.xls 对应Excel)，那么你的程序就不能够横刀夺爱。如果本例Scribble 的文件档扩展名为.txt，使用者在Shell 中双击这种文件，激活的将是Notepad 而不是Scribble。

另一个要注意的是，拖放动作可以把任何类型的文件文件拉到你的窗口中，并不只限于你所注册的文件类型。你可以把.bmp 文件从Shell 拉到Scribble 窗口，Scribble 程序一样会读它并为它准备一个窗口。想当然耳，那会是个无言的结局：



消息映射 (Message Map)

每一个衍生自 *CCmdTarget* 的类别都可以有自己的 Message Map 以处理消息。首先你应该在类别声明处加上 *DECLARE_MESSAGE_MAP* 宏，然后在 .CPP 档中使用 *BEGIN_MESSAGE_MAP* 和 *END_MESSAGE_MAP* 两个宏，宏中间夹带的就是「讯息与函数对映关系」的一笔笔记录。

你可以从图7-6 那个浓缩的 Scribble 源代码中看到各类别的 Message Map。

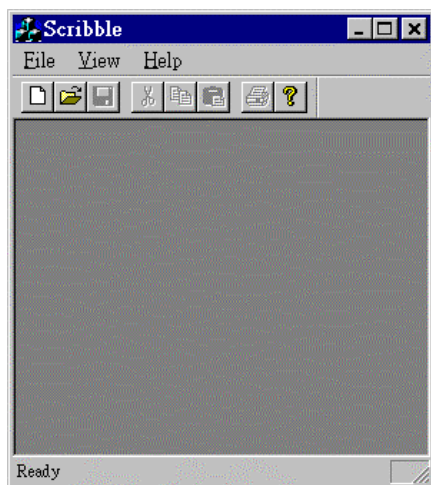
本例 *CScribbleApp* 类别接受四个 *WM_COMMAND* 消息：

```
BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleApp, CWinApp)
    ON_COMMAND(ID_APP_ABOUT, OnAppAbout)
    ON_COMMAND(ID_FILE_NEW, CWinApp::OnFileNew)
    ON_COMMAND(ID_FILE_OPEN, CWinApp::OnFileOpen)
    ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_SETUP, CWinApp::OnFilePrintSetup)
END_MESSAGE_MAP()
```

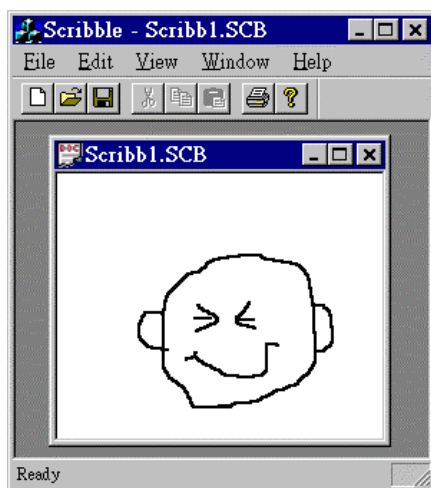
除了 *ID_APP_ABOUT* 是由我们自己设计一个 *OnAppAbout* 函数处理之，其它三个讯息都交给 *CWinApp* 成员函数去处理，因为那些动作十分制式，没什么好改写的。到底有哪些制式动作呢？看下一节！

标准菜单File / Edit / View / Window / Help

仔细观察你能搜集到的各种MDI 程序，你会发现它们几乎都有两组菜单。一组是当没有任何子窗口（文件窗口）存在时出现（本例代码是`IDR_MAINFRAME`）：



另一组则是当有任何子窗口（文件窗口）存在时出现（本例代码是`IDR_SCRIBTYPE`）：



前者多半只有【File】、【View】、【Help】等选项，后者就复杂了，程序所有的功能都在上面。本例的`IDR_MAINFRAME`和`IDR_SCRIBTYPE`就代表RC档中的两组菜单。

当使用者打开一份文件文件，程序应该把主窗口上的菜单换掉，这个动作在SDK程序中由程序员负责，在MFC程序中则由Framework代劳了。

拉下这些菜单仔细瞧瞧，你会发现Framework真的已经为我们做了不少琐事。凡是菜单项目会引起对话框的，像是Open对话框、Save As对话框、Print对话框、Print Setup对话框、Find对话框、Replace对话框，都已经恭候差遣；Edit菜单上的每一项功能都已经可以应用在由`CEditView`掌控的文字编辑器上；File菜单最下方记录着最近使用过的（所谓LRU）四个文件名称（个数可在Appwizard中更改），以方便再开启；View选单允许你把工具栏和状态列设为可见或隐藏；Window菜单提供重新排列子窗口图标的能力，以及对子窗口的排列管理，包括卡片式（Cascade）或拼贴式（Tile）。

下表是预设之菜单命令项及其处理例程的摘要整理。最后一个字段「是否预有关联」如果是Yes，意指只要你的程序菜单中有此命令项，当它被选按，自然就会引发命令处理例程，应用程序不需要在任何类别的Message Map中拦截此命令消息。但如果是No，表示你必须在应用程序中拦截此消息。

菜单内容	命令项ID	预设的处理函数	预有关联
File			
New	<code>ID_FILE_NEW</code>	<code>CWinApp::OnFileNew</code>	No
Open	<code>ID_FILE_OPEN</code>	<code>CWinApp::OnFileOpen</code>	No
Close	<code>ID_FILE_CLOSE</code>	<code>CDocument::OnFileClose</code>	Yes
Save	<code>ID_FILE_SAVE</code>	<code>CDocument::OnFileSave</code>	Yes
Save As	<code>ID_FILE_SAVEAS</code>	<code>CDocument::OnFileSaveAs</code>	Yes
Print	<code>ID_FILE_PRINT</code>	<code>CView::OnFilePrint</code>	No
Print Pre&view	<code>ID_FILE_PRINT_PREVIEW</code>	<code>CView::OnFilePrintPreview</code>	No
Print Setup	<code>ID_FILE_PRINT_SETUP</code>	<code>CWinApp::OnFilePrintSetup</code>	No
"Recent File Name"	<code>ID_FILE_MRU_FILE1~4</code>	<code>CWinApp::OnOpenRecentFile</code>	Yes

菜单内容	命令项ID	预设的处理函数	预有关联
Exit	ID_APP_EXIT	CWinApp::OnFileExit	Yes
Edit			
Undo	ID_EDIT_UNDO	None	
Cut	ID_EDIT_CUT	None	
Copy	ID_EDIT_COPY	None	
Paste	ID_EDIT_PASTE	None	
View			
Toolbar	ID_VIEW_TOOLBAR	FrameWnd::OnBarCheck	Yes
Status Bar	ID_VIEW_STATUS_BAR	FrameWnd::OnBarCheck	Yes
Window (MDI only)			
New Window	ID_WINDOW_NEW	MDIFrameWnd::OnWindowNew	Yes
Cascade	ID_WINDOW_CASCADE	MDIFrameWnd::OnWindowCmd	Yes
Tile	ID_WINDOW_TILE_HORZ	MDIFrameWnd::OnWindowCmd	Yes
Arrange Icons	ID_WINDOW_ARRANGE	MDIFrameWnd::OnWindowCmd	Yes
Help			
About AppName	ID_APP_ABOUT	None	

上表的最后一字段为No 者有五笔，表示虽然那些命令项有预设的处理例程，但你必须在自己的Message Map 中设定映射项目，它们才会起作用。噢，AppWizard 此时又表现出了它的善体人意，自动为我们做出了这些码：

```
BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleApp, CWinApp)
    ...
    ON_COMMAND(ID_FILE_NEW, CWinApp::OnFileNew)
    ON_COMMAND(ID_FILE_OPEN, CWinApp::OnFileOpen)
    ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_SETUP, CWinApp::OnFilePrintSetup)
END_MESSAGE_MAP()

BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleView, CView)
    ...
    ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT, CView::OnFilePrint)
    ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_PREVIEW, CView::OnFilePrintPreview)
END_MESSAGE_MAP()
```

对话框

Scribble 可以激活许多对话框，前一节提了许多。唯一要程序员自己动手（我的意思是出现在我们的程序代码中）的只有About 对话框。

为了拦截WM_COMMAND 的ID_APP_ABOUT 项目，首先我们必须设定其Message

Map：

```
BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleApp, CWinApp)
    ON_COMMAND(ID_APP_ABOUT, OnAppAbout)
    ON_COMMAND(ID_FILE_NEW, CWinApp::OnFileNew)
    ON_COMMAND(ID_FILE_OPEN, CWinApp::OnFileOpen)
    ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_SETUP, CWinApp::OnFilePrintSetup)
END_MESSAGE_MAP()
```

当消息送来，就由OnAppAbout 处理：

```
void CScribbleApp::OnAppAbout()
{
    CAboutDlg aboutDlg;
    aboutDlg.DoModal();
}
```

其中CAboutDlg 是CDialog 的衍生类别：

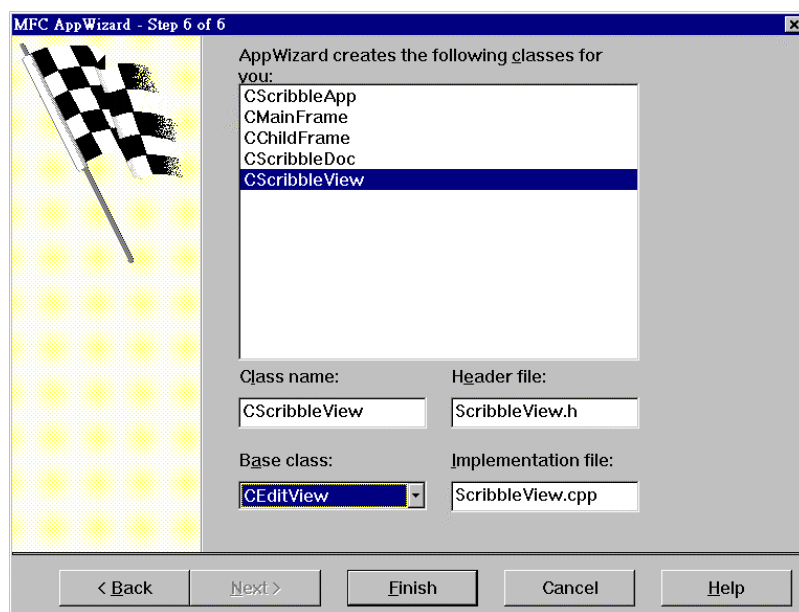
```
class CAboutDlg : public CDialog
{
    enum { IDD = IDD_ABOUTBOX }; // IDD_ABOUTBOX 是RC 文件中的对话框模板资源
    ...
    DECLARE_MESSAGE_MAP()
};
```

比之于SDK 程序中的对话框，这真是方便太多了。传统SDK 程序要在RC 文件中定义对话框模板（dialog template，也就是其外形），在C 程序中设计对话框函数。现在只需从CDialog 衍生出一个类别，然后产生该类别之对象，并指定RC 文件中的对话框面板资源，再调用对话框对象的DoModal 成员函数即可。

第10 章一整章将讨论所谓的对话框数据交换（DDX）与对话框数据确认（DDV）。

改用CEditView

Scribble step0 除了把一个应用程序的空壳做好，不能再贡献些什么。如果我们在 AppWizard 步骤六中把 *CScribbleView* 的基础类别从 *CView* 改为 *CEditView*，那就就有大妙用了：



CEditView 是一个已具备文字编辑能力的类别，它所使用的窗口是Windows 的标准控制组件之一Edit，其 *SerializeRaw* 成员函数可以把Edit 控制组件中的raw text（而非「对象」所持有的资料）写到文件中。当我们在AppWizard 步骤六选择了它，程序代码中所有的 *CView* 统统变成 *CEditView*，而最重要的两个虚拟函数则变成：

```
void CScribbleDoc::Serialize(CArchive& ar)
{
    // CEditView contains an edit control which handles all serialization
    ((CEditView*)m_viewList.GetHead())->SerializeRaw(ar);
}

void CScribbleView::OnDraw(CDC* pDC)
{

```

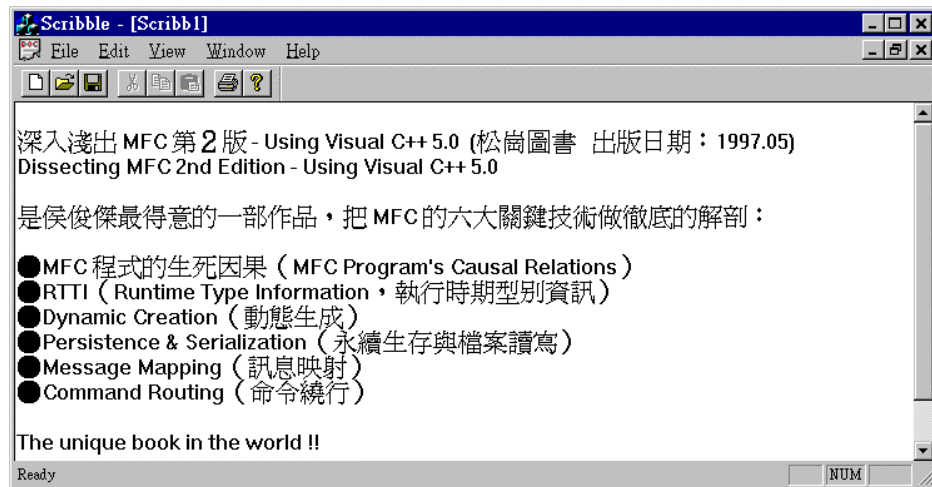
```

CScribbleDoc* pDoc = GetDocument();
ASSERT_VALID(pDoc);

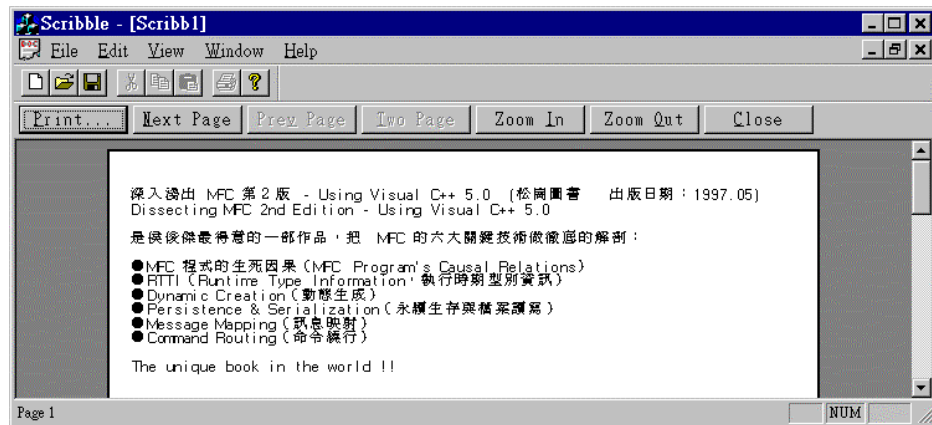
// TODO: add draw code for native data here
}

```

就这样，我们不费吹灰之力获得了一个多窗口的文字编辑器：



并拥有读写档能力以及预览能力：



4

深入MFC 程序设计



Document-View 深入探讨

形而上者谓之道，形而下者谓之器。

对于Document/View 而言，很少有人能够先道而后器。

完全由AppWizard 代劳做出的Scribble step0，应用程序的整个架构（空壳）都已经建构起来了，但是Document 和View 还空着好几个最重要的函数（都是虚拟函数）等着你设计其实体。这就像一部汽车外面的车体以及内部的油路电路都装配好了，但还等着最重要的发动机（引擎）植入，才能够产生动力，开始「有所为」。

我已经在第 7 章概略介绍了Document/View 以及Document Template，还有更多的秘密将在本章揭露。

为什么需要 Document -View(形而上)

MFC 之所以为Application Framework，最重要的一个特征就是它能够管理资料的程序码和负责资料显示的程序代码分离开来，这种能力由MFC 的Document/View 提供。

Document/View 是MFC 的基石，了解它，对于有效运用MFC 有极关键的影响。甚至OLE 复合文件（compound document）都是建筑在Document/View 的基础上呢！

几乎每一个软件都致力于资料的处理，毕竟信息以及资料的管理是计算机技术的主要用途。把数据管理和显示方法分离开来，需要考虑下列几个议题：

1. 程序的哪一部份拥有资料
2. 程序的哪一部份负责更新资料
3. 如何以多种方式显示资料
4. 如何让资料的更改有一致性
5. 如何储存资料（放到永久储存装置上）
6. 如何管理使用者接口。不同的数据类型可能需要不同的使用者接口，而一个程序可能管理多种类型的资料。

其实Document / View 不是什么新主意，Xerox PARC 实验室是这种观念的滥觞。它是Smalltalk 环境中的关键性部份，在那里它被称为**Model-View-Controller (MVC)**。其中的Model 就是MFC 的Document，而Controller 相当于MFC 的Document Template。

回想在没有Application Framework 帮助的时代（并不太久以前），你如何管理资料？只要程序需要，你就必须想出各种表现资料的方法；你有责任把资料的各种表现方法和资料本体调解出一种关系出来。100 位程序员，有100 种作法！如果你的程序只处理一种数据类型，情况还不至于太糟。举个例，字处理软件可以使用巨大的字符串数组，把文字统统含括进来，并以ASCII 型式显示之，顶多嘛，变换一下字形！

但如果你必须维护一种以上的数据类型，情况又当如何？想象得到，每一种数据类型可能需要独特的处理方式，于是需要一套功能菜单；每一种数据类型显现在窗口中，应该有独特的窗口标题以及缩小图标；当资料编辑完毕要存盘，应该有独特的扩展名；登录在Registry 之中应该有独特的型号。再者，如果你以不同的窗口，不同的显现方式，秀出一份资料，当资料在某一窗口中被编辑，你应该让每一窗口的资料显像与实际资料之间常保一致。吧啦吧啦吧啦！K，繁杂事务不胜枚举。

很快地，问题就浮显出来了。程序不仅要作数据管理，更要作「与数据类型相对应的UI 的管理。幸运的是，解决之道亦已浮现，那就是对象导向观念中的Model-View-Controller (MVC)，也就是MFC 的Document / View。

Document

名称有点令人惧怕-- Document 令我们想起文字处理软件或电子表格软件中所谓的「文件」。但，这里的Document 其实就是资料。的确是，不必想得过份复杂。有人用data set 或data source 来表示它的意义，都不错。

Document 在MFC 的*CDocument* 里头被具体化。*CDocument* 本身并无实务贡献，它只是提供一个空壳。当你开发自己的程序，应该从*CDocument* 衍生出一个属于自己的Document 类别，并且在类别中声明一些成员变量，用以承载（容纳）数据。然后再（至少）改写专门负责文件读写动作的*Serialize* 函数。事实上，AppWizard 为我们把空壳都准备好了，以下是Scribble step0 的部份内容：

```
class CScribbleDoc : public CDocument
{
    DECLARE_DYNCREATE(CScribbleDoc)
    ...
    virtual void Serialize(CArchive& ar);
    DECLARE_MESSAGE_MAP()
};

void CScribbleDoc::Serialize(CArchive& ar)
{
    if (ar.IsStoring())
    {
        // TODO: add storing code here
    }
    else
    {
        // TODO: add loading code here
    }
}
```

由于*CDocument* 衍生自*CObject*，所以它就有了*CObject* 所支持的一切性质，包括执行时期型别信息（RTTI）、动态生成（Dynamic Creation）、文件读写（Serialization）。又由于它也衍生自*CCmdTarget*，所以它可以接收来自菜单或工具栏的WM_COMMAND 讯息。

View

View 负责描述（呈现）Document 中的资料。

View 在MFC 的 *CView* 里头被具体化。*CView* 本身亦无实务贡献，它只是提供一个空壳。当你开发自己的程序，应该从 *CView* 衍生出一个属于自己的View 类别，并且在类别中（至少）改写专门负责显示资料的 *OnDraw* 函数（针对屏幕）或 *OnPrint* 函数（针对打印机）。事实上，AppWizard 为我们把空壳都准备好了，以下是Scribble step0 的部份内容：

```
class CScribbleView : public CView
{
    DECLARE_DYNCREATE(CScribbleView)
    ...
    virtual void OnDraw(CDC* pDC);
    DECLARE_MESSAGE_MAP()
};

void CScribbleView::OnDraw(CDC* pDC)
{
    CScribbleDoc* pDoc = GetDocument();
    ASSERT_VALID(pDoc);

    // TODO: add draw code for native data here
}
```

由于 *CView* 衍生自 *CWnd*，所以它可以接收一般Windows 消息（如 *WM_SIZE*、*WM_PAINT* 等等），又由于它也衍生自 *CCommandTarget*，所以它可以接收来自菜单或工具列的 *WM_COMMAND* 消息。

在传统的C/SDK 程序中，当窗口函数收到 *WM_PAINT*，我们（程序员）就调用 *BeginPaint*，获得一个Device Context（DC），然后在这个DC 上作画。这个DC 代表萤幕装置。在MFC 里头，一旦 *WM_PAINT* 发生，Framework 会自动调用 *OnDraw* 函数。

View 事实上是个没有边框的窗口。真正出现时，其外围还有一个有边框的窗口，我们称为Frame 窗口。

Document Frame (View Frame)

如果你的程序管理两种不同类型的资料，譬如说一个是TEXT，一个是BITMAP，作为一位体贴的程序设计者，我想你很愿意为你的使用者考虑多一些：你可能愿意在使用者操作TEXT资料时，换一套TEXT专属的使用者接口，在使用者操作BITMAP资料时，换一套BITMAP专属的使用者接口。这份工作正是由Frame窗口负责。

乍见这个观念，我想你会惊讶为什么UI的管理不由View直接负责，却要交给Frame窗口？你知道，有时候机能与机能之间要有点黏又不太黏才好，把UI管理机能隔离出来，可以降低彼此之间的依存性，也可以使机能重复使用于各种场合如SDI、MDI、OLE in-place editing（即地编辑）之中。如此一来View的弹性也会大一些。

Document Template

MFC把Document/View/Frame视为三位一体。可不是吗！每当使用者欲打开（或新增）一份文件，程序应该做出Document、View、Frame各一份。这个「三口组」成为一个运作单元，由所谓的Document Template掌管。MFC有一个`CDocTemplate`负责此事。它又有两个衍生类别，分别是`CMultiDocTemplate`和`CSingleDocTemplate`。

所以我在上一章说了，如果你的程序能够处理两种数据类型，你必须制造两个Document Template出来，并使用`AddDocTemplate`函数将它们一一加入系统之中。这和程序是不是MDI并没有关系。如果你的程序支持多种数据类型，但却是个SDI，那只不过表示你每次只能开启一份文件罢了。

但是，逐渐地，MDI这个字眼与它原来的意义有了一些出入（要知道，这个字眼早在SDK时代即有了）。因此，你可能会看到有些书籍这么说：『MDI程序使用`CMultiDocTemplate`，SDI程序使用`CSingleDocTemplate`』，那并不是很精准。

`CDocTemplate`是个抽象类别，定义了一些用来处理「Document/View/Frame三口组」的基础函数。

CDocTemplate 管理 CDocument / CView / CFrameWnd

好，我们说Document Template 管理「三口组」，谁又来管理Document Template 呢？

答案是CWinApp。下面就是InitInstance 中应有的相关作为：

```

BOOL CScribbleApp::InitInstance()
{
    ...
    CMultiDocTemplate* pDocTemplate;
    pDocTemplate = new CMultiDocTemplate(
        IDR_SCRIBTYPE,
        RUNTIME_CLASS(CScribbleDoc),
        RUNTIME_CLASS(CChildFrame),
        RUNTIME_CLASS(CScribbleView));
    AddDocTemplate(pDocTemplate);
    ...
}
    
```

想一想文件是怎么开启的：使用者选按【File/New】或【File/Open】（前者开启一份空文件，后者读档放到文件中），然后在View 窗口内展现出来。我们很容易误以为是CWinApp 直接产生Document：

```

BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleApp, CWinApp)
    ON_COMMAND(ID_APP_ABOUT, OnAppAbout)
    ON_COMMAND(ID_FILE_NEW, CWinApp::OnFileNew)
    ON_COMMAND(ID_FILE_OPEN, CWinApp::OnFileOpen)
    ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_SETUP, CWinApp::OnFilePrintSetup)
END_MESSAGE_MAP()
    
```

其实才不，是Document Template 的杰作：

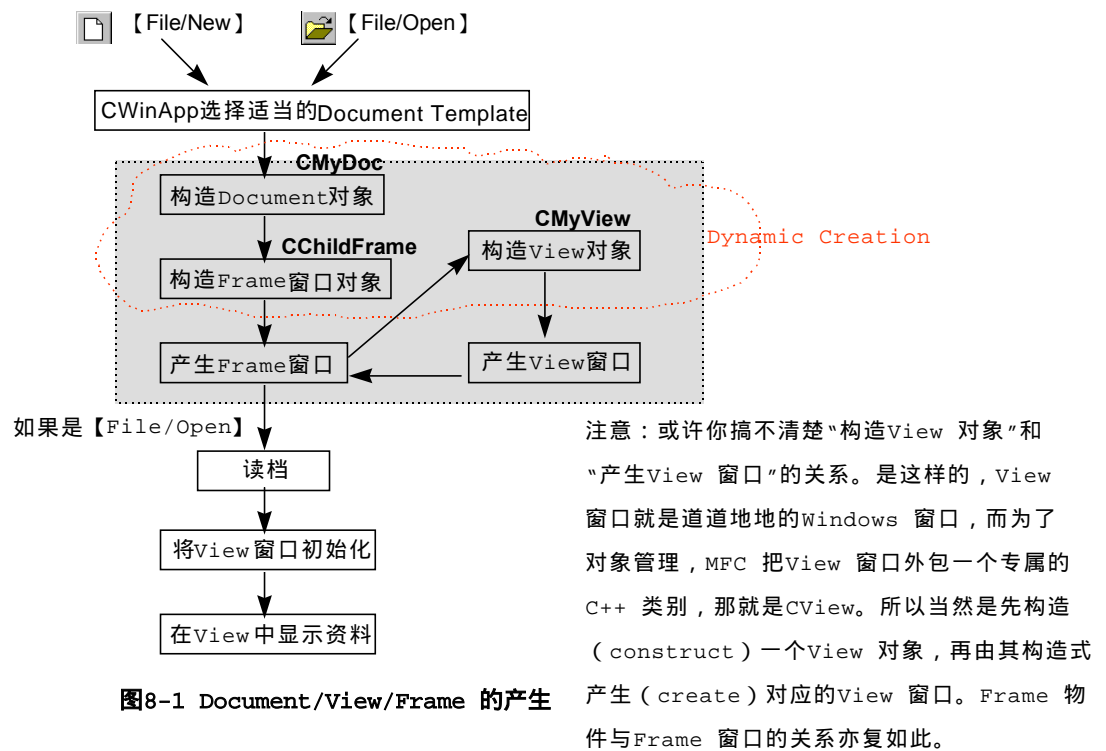


图8-1 的灰色部份，正是Document Template 动态产生「三位一体之

Document/View/Frame」的行动。下面的流程以及MFC 源代码足以澄清一切疑虑。在

CMultiDocTemplate::OpenDocumentFile（注）出现之前的所有流程，我只做文字叙述，不显示其源代码。本章稍后有一节「台面下的Serialize 读档奥秘」，则会将每一环节的原始码呈现在你眼前，让你无所挂虑。

注：如果是SDI 程序，那么就是*CSingleDocTemplate::OpenDocumentFile* 被调用。但「多」比「单」有趣，而且本书范例Scribble 程序也使用*CMultiDocTemplate*，所以我就以此为说明对象。

CSingleDocTemplate 只支持一种文件类型，所以它的成员变量是：

```
class CSingleDocTemplate : public CDocTemplate
{
...
protected: // standard implementation
    CDocument* m_pOnlyDoc;
};
```

CMultiDocTemplate 支持多种文件类型，所以它的成员变量是：

```
class CMultiDocTemplate : public CDocTemplate
{
...
protected: // standard implementation
    CPtrList m_docList;
};
```

当使用者选按【File/New】命令项，根据AppWizard 为我们所做的Message Map，此一命令由CWinApp::OnFileNew 接手处理。后者调用CDocManager::OnFileNew，后者再呼叫CWinApp::OpenDocumentFile，后者再调用CDocManager::OpenDocumentFile，后者再调用CMultiDocTemplate::OpenDocumentFile（这是观察MFC 源代码所得结果）：

```
// in AFXWIN.H
class CDocTemplate : public CCmdTarget
{
...
    UINT m_nIDResource; // IDR_ for frame/menu/accel as well
    CRuntimeClass* m_pDocClass; // class for creating new documents
    CRuntimeClass* m_pFrameClass; // class for creating new frames
    CRuntimeClass* m_pViewClass; // class for creating new views
    CString m_strDocStrings; // '\n' separated names
...
}

// in DOCMULTI.CPP
CDocument* CMultiDocTemplate::OpenDocumentFile(LPCTSTR lpszPathName,
    BOOL bMakeVisible)
{
    CDocument* pDocument = CreateNewDocument();
    ...
    CFrameWnd* pFrame = CreateNewFrame(pDocument, NULL);
    ...
    if (lpszPathName == NULL)
    {
        // create a new document - with default document name
    }
}
```



```

        ...
    }
    else
    {
        // open an existing document
        ...
    }
    InitialUpdateFrame(pFrame, pDocument, bMakeVisible);
    return pDocument;
}

```

顾名思义，我们很容易作出这样的联想：*CreateNewDocument* 动态产生Document，*CreateNewFrame* 动态产生Document Frame。的确是这样没错，它们利用*CRuntimeClass* 的*CreateObject* 做「动态生成」动作：

```

// in DOCTEMPL.CPP
CDocument* CDocTemplate::CreateNewDocument()
{
    ...
    CDocument* pDocument = (CDocument*)m_pDocClass->CreateObject();
    ...
    AddDocument(pDocument);
    return pDocument;
}

CFrameWnd* CDocTemplate::CreateNewFrame(CDocument* pDoc, CFrameWnd* pOther)
{
    // create a frame wired to the specified document
    CCreateContext context;
    context.m_pCurrentFrame = pOther;
    context.m_pCurrentDoc = pDoc;
    context.m_pNewViewClass = m_pViewClass;
    context.m_pNewDocTemplate = this;
    ...
    CFrameWnd* pFrame = (CFrameWnd*)m_pFrameClass->CreateObject();
    ...
    // create new from resource
    pFrame->LoadFrame(m_nIDResource,
        WS_OVERLAPPEDWINDOW | FWS_ADDTOTITLE, // default frame styles
        NULL, &context)
    ...
    return pFrame;
}

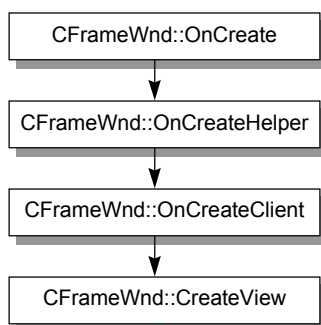
```

在*CreateNewFrame* 函数中，不仅Frame 被动态生成出来了，其对应窗口也以

LoadFrame 产生出来了。但有两件事情令人不解。第一，我们没有看到View的动态生成动作；第二，出现一个奇怪的家伙*CCreateContext*，而前一个不解似乎能够着落到这个奇怪家伙的身上，因为*CDocTemplate::m_pViewClass* 被塞到它的一个字段中。

但是线索似乎已经中断，因为我们已经看不到任何可能的调用动作了。等一等！context 被用作*LoadFrame* 的最后一个参数，这意味什么？还记得第六章「*CFrameWnd::Create* 产生主窗口（并先注册窗口类别）」那一节提过*Create* 的最后一个参数吗，正是这context。那么，是不是Document Frame 窗口产生之际由于*WM_CREATE* 的发生而刺激了什么动作？

虽然其结果是正确的，但这样的联想也未免太天马行空了些。我只能说，经验累积出判断力！是的，*WM_CREATE* 引发*CFrameWnd::OnCreate* 被唤起，下面是相关的调用次序（经观察MFC 源代码而得知）：



```

// in WINFRM.CPP
CWnd* CFrameWnd::CreateView(CCreateContext* pContext, UINT nID)
{
    ...
    CWnd* pView = (CWnd*)pContext->m_pNewViewClass->CreateObject();
    ...
    // views are always created with a border!
    pView->Create(NULL, NULL, AFX_WS_DEFAULT_VIEW,
                  CRect(0,0,0,0), this, nID, pContext))
    ...
    if (afxData.bWin4 && (pView->GetExStyle() & WS_EX_CLIENTEDGE))
    {

```

```

        // remove the 3d style from the frame, since the view is
        // providing it.
        // make sure to recalc the non-client area
        ModifyStyleEx(WS_EX_CLIENTEDGE, 0, SWP_FRAMECHANGED);
    }
    return pView;
}

```

不仅View 对象被动态生成出来了，其对应的实际Windows 窗口也以`Create` 函数产生出来。

正因为MFC 把View 对象的动态生成动作包装得如此诡谲奇险，所以我在图8-1 中把「构造View 对象」和「产生View 窗口」这两个动作特别另立一旁：

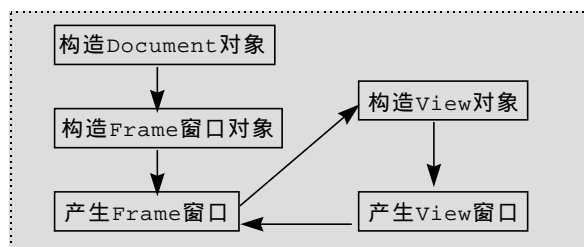


图8-2 解释CDocTemplate、CDocument、CView、CFrameWnd 之间的关系。下面则是一份文字整理：

CWinApp 拥有一个对象指针：CDocManager* m_pDocManager。

CDocManager 拥有一个指针串行CPtrList m_templateList，用来维护一系列的Document Template。一个程序若支持两「种」文件类型，就应该有两份Document Templates，应用程序应该在CMyWinApp::InitInstance 中以AddDocTemplate 将这些Document Templates 加入由CDocManager 所维护的串行之中。

CDocTemplate 拥有三个成员变量，分别持有Document、View、Frame 的CRuntimeClass 指针，另有一个成员变量m_nIDResource，用来表示此Document 显现时应该采用的UI 对象。这四份资料应该在CMyWinApp::InitInstance 函数构造CDocTemplate（注1）时指定之，成为构造式的参数。当使用者欲打开一份文件（通常是借着【File/Open】或【File/New】命令项），CDocTemplate 即可藉由Document/View/Frame 之CRuntimeClass 指针（注2）进行动态生成。

注1：在此我们必须有所选择，要不就使用CSingleDocTemplate，要不就使用CMultiDocTemplate，两者都是CDocTemplate 的衍生类别。如果你选用CSingleDocTemplate，它有一个成员变量CDocument* m_pOnlyDoc，亦即它一次只能打开一份Document。如果你选用CMultiDocTemplate，它有一个成员变量CPtrList m_docList，表示它能同时打开多个Documents。

注2：关于CRuntimeClass 与动态生成，我在第3章已经以DOS 程序仿真之，本章稍后亦另有说明。

CDocument 有一个成员变量CDocTemplate* m_pDocTemplate，回指其Document Template；另有一个成员变量CPtrList m_viewList，表示它可以同时维护一系列的Views。

CFrameWnd 有一个成员变量CView* m_pViewActive，指向目前正作用中的View

CView 有一个成员变量CDocument* m_pDocument，指向相关的Document。

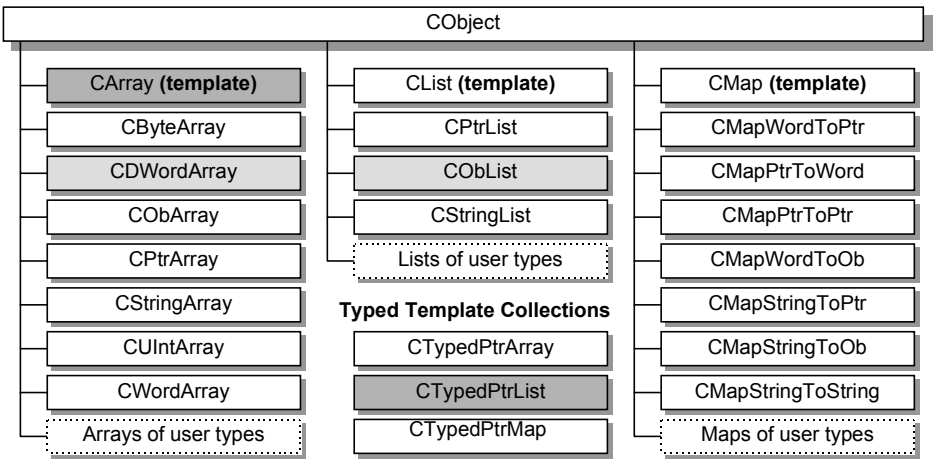


我把Document/View/Frame 的观念以狂风骤雨之势对你做了一个交待。模糊？晦暗？没有关系，马上我们就开始实作Scribble Step1，你会从实作过程中慢慢体会上述观念。

Scribble Step1 的Document - 数据结构设计

Scribble 允许使用者在窗口中画图，画图的方式是以鼠标做为画笔，按下左键拖曳拉出线条。每次按下鼠标左键后一直到放开为止的连续坐标点构成线条（stroke）。整张图（整份文件）由线条构成，线条可由点、笔宽、笔色等等资料构成（但本例并无笔色资料）。

MFC 的Collections Classes 中有许多适用于各种数据类型（如Byte、Word、DWord、Ptr）以及各种数据结构（如数组、串行）的现成类别。如果我们尽可能把这些现成的类别应用到程序的数据结构上面，就可以节省许多开发时间：



我们的设计最高原则就是尽量使用MFC 已有的类别，提高软件IC 的重复使用性。上图浅色部份是Scribble 范例程序在16 位MFC 中采用的两个类别。深色部份是Scribble 范例程序在32 位MFC 中采用的两个类别。

MFC Collection Classes 的选用

第 5 章末尾我曾经大致提过MFC Collection Classes。它们分为三种类型，用来管理一大群对象：

- Array：数组，有次序性（需依序处理），可动态增减大小，索引值为整数。
- List：双向串行，有次序性（需依序处理），无索引。串行有头尾，可从头尾或从串行的任何位置安插元素，速度极快。
- Map：又称为Dictionary，其内对象成对存在，一为键值对象（key object），一为实值对象（value object）。

下面是其特性整理：

类型	有序	索引	插入元素	搜寻特定元素	复制元素
List	Yes	No	快	慢	可
Array	Yes	Yes (利用整数索引值)	慢	慢	可
Map	No	Yes (利用键值)	快	快	键值（key）不可复制， 实值（value）可复制。

MFC Collection classes 所收集的对象中，有两种特别需要说明，一是Ob 一是Ptr：

- Ob 表示衍生自CObject 的任何对象。MFC 提供CObList、CObArray 两种类别。
- Ptr 表示对象指针。MFC 提供CPtrList、CPtrArray 两种类别。

当我们考虑使用MFC collection classes 时，除了考虑上述三种类型的特性，还要考虑以下几点：

- 是否使用C++ template（对于type-safe 极有帮助）。
- 储存于collection class 之中的元素是否要做文件读写动作（Serialize）。
- 储存于collection class 之中的元素是否要有倾印（dump）和错误诊断能力。

下表是对所有collection classes 性质的一份摘要整理（参考自微软的官方手册：

Programming With MFC and Win32）：

类别	C++ template	Serializable	Dumpable	type-safe
<i>CArray</i>	Yes	Yes ①	Yes ①	No
<i>CTypedPtrArray</i>	Yes	Depends ②	Yes	Yes
<i>CByteArray</i>	No	Yes	Yes	Yes ③
<i>CDWordArray</i>	No	Yes	Yes	Yes ③
<i>CObArray</i>	No	Yes	Yes	No
<i>CPtrArray</i>	No	No	Yes	No
<i>CStringArray</i>	No	Yes	Yes	Yes ③
<i>CWordArray</i>	No	Yes	Yes	Yes ③
<i>CUIntArray</i>	No	No ④	Yes	Yes ③
<i>CList</i>	Yes	Yes ①	Yes ①	No
<i>CTypedPtrList</i>	Yes	Depends ②	Yes	Yes
<i>CObList</i>	No	Yes	Yes	No
<i>CPtrList</i>	No	No	Yes	No
<i>CStringList</i>	No	Yes	Yes	Yes ③
<i>CMap</i>	Yes	Yes ①	Yes ①	No
<i>CTypedPtrMap</i>	Yes	Depends ②	Yes	Yes
<i>CMapPtrToWord</i>	No	No	Yes	No
<i>CMapPtrToPtr</i>	No	No	Yes	No
<i>CMapStringToOb</i>	No	Yes	Yes	No
<i>CMapStringToPtr</i>	No	No	Yes	No
<i>CMapStringToString</i>	No	Yes	Yes	Yes ③
<i>CMapWordToOb</i>	No	Yes	Yes	No
<i>CMapWordToPtr</i>	No	No	Yes	No

① 若要文件读写，你必须明白调用collection object 的Serialize 函数；若要内容倾印，你必须明白调用其Dump 函数。不能够使用archive << obj 或dmp << obj 这种型式。

- ② 究竟是否Serializable，必须视其内含对象而定。举个例，如果一个typed pointer array 是以COBArray 为基础，那么它是Serializable；如果它是以CPtrArray 为基础，那么它就不是Serializable。一般而言，Ptr 都不能够被Serialized。
- ③ 虽然它是non-template，但如果照预定计划去使用它（例如以CByteArray 储存bytes，而不是用来储存char），那么它还是type-safe 的。
- ④ 手册上说它并非Serializable，但我存疑。各位不妨试验之。

Template-Based Classes

本书第2章末尾已经介绍过所谓的C++ template。MFC 的collection classes 里头有一些是template-based，对于类型检验的功夫做得比较好。这些类别区分为：

简单型- *CArray*、*CList*、*CMap*。它们都衍生自*CObject*，所以它们都具备了文件读写、执行时期型别鉴识、动态生成等性质。

类型指针型- *CTypedPtrArray*、*CTypedPtrList*、*CTypedPtrMap*。这些类别要求你在参数中指定基础类别，而基础类别必须是MFC 之中的non-template pointer collections，例如*COBList* 或*CPtrArray*。你的新类别将继承基础类别的所有性质。

Template-Based Classes 的使用方法 (注意：需包含afxtempl.h，如p.903 stdafx.h)

简单型template-based classes 使用时需要指定参数：

```
CArray<TYPE, ARG_TYPE>
CList<TYPE, ARG_TYPE>
CMap<KEY, ARG_KEY, VALUE, ARG_VALUE>
```

其中TYPE 用来指定你希望收集的对象的类型，它们可以是：

C++ 基础型别，如*int*、*char*、*long*、*float* 等等。
C++ 结构或类别。

ARG_TYPE 则用来指定函数的参数类型。举个例，下面程序码表示我们需要一个 *int* 阵列，数组成员函数（例如 *Add*）的参数是 *int*：

```
CArray<int, int> m_intArray;  
m_intArray.Add(15);
```

再举一例，下面程序码表示我们需要一个由 *int* 组成的串行，串行成员函数（例如 *AddTail*）的参数是 *int*：

```
CList<int, int> m_intList;  
m_intList.AddTail(36);  
m_intList.RemoveAll();
```

再举一例，下面程序码表示我们需要一个由 *CPoint* 组成的数组，数组成员函数（例如 *Add*）的参数是 *CPoint*：

```
CArray<CPoint, CPoint> m_pointArray;  
CPoint point(18, 64);  
m_pointArray.Add(point);
```

「类型指针」型的 template-based classes 使用时亦需指定参数：

```
CTypedPtrArray<BASE_CLASS, TYPE>  
CTypedPtrList<BASE_CLASS, TYPE>  
CTypedPtrMap<BASE_CLASS, KEY, VALUE>
```

其中 TYPE 用来指定你希望收集的对象类型，它们可以是：

C++ 基础型别，如 *int*、*char*、*long*、*float* 等等。

C++ 结构或类别。

BASE_CLASS 则用来指定基础类别，它可以是任何用来收集指针的 non-template collection classes，例如 *CObList* 或 *CObArray* 或 *CPtrList* 或 *CPtrArray* 等等。举个例子，下面程序码表示我们需要一个衍生自 *CObList* 的类别，用来管理一个串行，而串行组成份子为 *CStroke**：

```
CTypedPtrList<CObList, CStroke*> m_strokeList;  
CStroke* pStrokeItem = new CStroke(20);  
m_strokeList.AddTail(pStrokeItem);
```

CScribbleDoc 的修改

了解了Collection Classes 中各类别的特性以及所谓template/nontemplate 版本之后，以本例之情况而言，很显然：

不定量的线条数可以利用串行（linked list）来表示，那么MFC 的`COBList` 恰可用来表现这样的串行。`COBList` 规定其每个元素必须是一个「`CObject` 衍生类别」的对象实体，好啊，没问题，我们就设计一个名为`CStroke` 的类别，衍生自`CObject`，代表一条线条。为了type-safe，我们选择template 版本，所以设计出这样的Document：

```
class CScribbleDoc : public CDocument
{
...
public:
    CTypedPtrList<COBList,CStroke*> m_strokeList;
...
}
```

线条由笔宽和坐标点构成，所以`CStroke` 应该有`m_nPenWidth` 成员变量，但一长串的坐标点以什么来管理好呢？数组是个不错的选择，至于数组内要放什么类型的资料，我们不妨先着一鞭，想想这些坐标是怎么获得的。这些坐标显然是在鼠标左键按下时进入程序之中，也就是利用`OnLButtonDown` 函数的参数`CPoint`。`CPoint` 符合前一节所说的数组元素类型条件，所以`CStroke` 的成员变量可以这么设计：

```
protected:
    UINT m_nPenWidth;
public:
    CArray<CPoint,CPoint> m_pointArray;
...
}
```

至于`CPoint` 实际内容是什么，就甭管了吧。

事实上`CPoint` 是一个由两个`long` 组成的结构，两个`long` 各代表x 和y 坐标。

C Scribble Step1 Document (本图为了说明方便，以CObList 代替实际使用之CTypedPtrList)

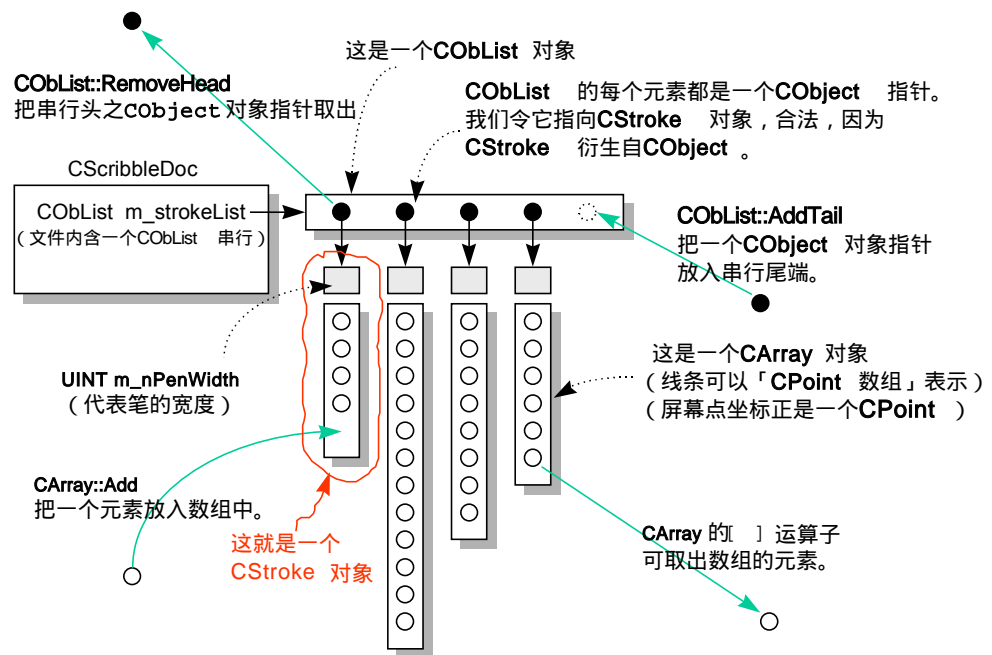


图8-3a Scribble Step1 的文件由线条构成，线条又由点数组构成

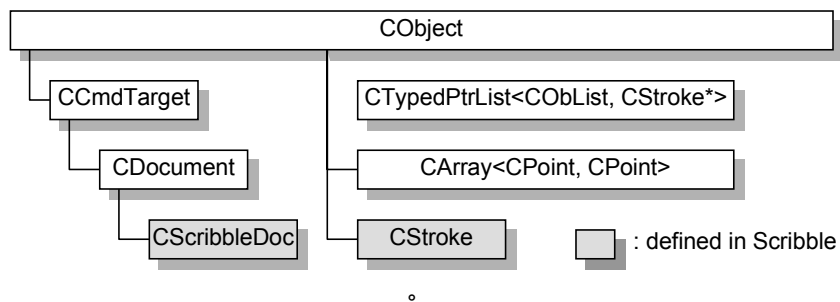


图8-3b Scribble Step1 文件所使用的类别

CScribbleDoc 内嵌一个 *CObList* 对象，*CObList* 串行中的每个元素都是一个 *CStroke* 对象指针，而 *CStroke* 又内嵌一个 *CArray* 对象。下面是 Step1 程序的 Document 设计。

SCRIBBLEDOC.H (阴影表示与 Step0 的差异)

```
#0001 ////////////////////////////////////////
#0002 // class CStroke
#0003 //
#0004 // A stroke is a series of connected points in the scribble drawing.
#0005 // A scribble document may have multiple strokes.
#0006
#0007 class CStroke : public CObject
#0008 {
#0009 public:
#0010     CStroke(UINT nPenWidth);
#0011
#0012 protected:
#0013     CStroke();
#0014     DECLARE_SERIAL(CStroke)
#0015
#0016 // Attributes
#0017 protected:
#0018     UINT m_nPenWidth;    // one pen width applies to entire stroke
#0019 public:
#0020     CArray<CPoint,CPoint> m_pointArray;    // series of connected
points
#0021
#0022 // Operations
#0023 public:
#0024     BOOL DrawStroke(CDC* pDC);
#0025
#0026 public:
#0027     virtual void Serialize(CArchive& ar);
#0028 };
#0029
#0030 ////////////////////////////////////////
#0031
#0032 class CScribbleDoc : public CDocument
#0033 {
#0034 protected: // create from serialization only
#0035     CScribbleDoc();
#0036     DECLARE_DYNCREATE(CScribbleDoc)
#0037
#0038 // Attributes
#0039 protected:
```

```
#0040         // The document keeps track of the current pen width on
#0041         // behalf of all views. We'd like the user interface of
#0042         // Scribble to be such that if the user chooses the Draw
#0043         // Thick Line command, it will apply to all views, not just
#0044         // the view that currently has the focus.
#0045
#0046         UINT  m_nPenWidth;    // current user-selected pen width
#0047         CPen  m_penCur;      // pen created according to
#0048                               // user-selected pen style (width)
#0049     public:
#0050         CTypedPtrList<CObList,CStroke*>    m_strokeList;
#0051         CPen*      GetCurrentPen() { return &m_penCur; }
#0052
#0053     // Operations
#0054     public:
#0055         CStroke* NewStroke();
#0056
#0057     // Overrides
#0058         // ClassWizard generated virtual function overrides
#0059         //{{AFX_VIRTUAL(CScribbleDoc)
#0060     public:
#0061         virtual BOOL OnNewDocument();
#0062         virtual void Serialize(CArchive& ar);
#0063         virtual BOOL OnOpenDocument(LPCTSTR lpszPathName);
#0064         virtual void DeleteContents();
#0065         //}}AFX_VIRTUAL
#0066
#0067     // Implementation
#0068     public:
#0069         virtual ~CScribbleDoc();
#0070     #ifdef _DEBUG
#0071         virtual void AssertValid() const;
#0072         virtual void Dump(CDumpContext& dc) const;
#0073     #endif
#0074
#0075     protected:
#0076         void InitDocument();
#0077
#0078     // Generated message map functions
#0079     protected:
#0080         //{{AFX_MSG(CScribbleDoc)
#0081         // NOTE - the ClassWizard will add and remove member functions here.
#0082         //      DO NOT EDIT what you see in these blocks of generated code !
#0083         //}}AFX_MSG
#0084         DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0085     };
```

如果你把本书第一版（使用VC++ 4.0）的Scribble step1 原封不动地在VC++ 4.2 或

VC++ 5.0 中编译，你会获得好几个编译错误。问题出在SCRIBBLEDOC.H 文件：

```
// forward declaration of data structure class
class CStroke;

class CScribbleDoc : public CDocument
{
    ...
};

class CStroke : public CObject
{
    ...
};
```

并不是程序设计上有什么错误，你只要把 *CStroke* 的声明由 *CScribbleDoc* 之后搬移到 *CScribbleDoc* 之前即可。由此观之，VC++ 4.2 和 VC++ 5.0 的编译器似乎不支持 forward declaration。真是没道理！

SCRIBBLEDOC.CPP（阴影表示与Step0 的差异）

```
#0001 #include "stdafx.h"
#0002 #include "Scribble.h"
#0003
#0004 #include "ScribbleDoc.h"
#0005
#0006 #ifdef _DEBUG
#0007 #define new DEBUG_NEW
#0008 #undef THIS_FILE
#0009 static char THIS_FILE[] = __FILE__;
#0010 #endif
#0011
#0012 //////////////////////////////////////////////////
#0013 // CScribbleDoc
#0014
#0015 IMPLEMENT_DYNCREATE(CScribbleDoc, CDocument)
#0016
#0017 BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleDoc, CDocument)
#0018     //{AFX_MSG_MAP(CScribbleDoc)
#0019     // NOTE - the ClassWizard will add and remove mapping macros here.
#0020     // DO NOT EDIT what you see in these blocks of generated code!
#0021     //}AFX_MSG_MAP
#0022 END_MESSAGE_MAP()
#0023
#0024 //////////////////////////////////////////////////
```

```
#0025 // CScribbleDoc construction/destruction
#0026
#0027 CScribbleDoc::CScribbleDoc()
#0028 {
#0029     // TODO: add one-time construction code here
#0030
#0031 }
#0032
#0033 CScribbleDoc::~CScribbleDoc()
#0034 {
#0035 }
#0036
#0037 BOOL CScribbleDoc::OnNewDocument()
#0038 {
#0039     if (!CDocument::OnNewDocument())
#0040         return FALSE;
#0041     InitDocument();
#0042     return TRUE;
#0043 }
#0044
#0045 ///////////////////////////////////////////////////
#0046 // CScribbleDoc serialization
#0047
#0048 void CScribbleDoc::Serialize(CArchive& ar)
#0049 {
#0050     if (ar.IsStoring())
#0051     {
#0052     }
#0053     else
#0054     {
#0055     }
#0056     m_strokeList.Serialize(ar);
#0057 }
#0058
#0059 ///////////////////////////////////////////////////
#0060 // CScribbleDoc diagnostics
#0061
#0062 #ifdef _DEBUG
#0063 void CScribbleDoc::AssertValid() const
#0064 {
#0065     CDocument::AssertValid();
#0066 }
#0067
#0068 void CScribbleDoc::Dump(CDumpContext& dc) const
#0069 {
#0070     CDocument::Dump(dc);
#0071 }
#0072 #endif // _DEBUG
```



```

#0073
#0074 //////////////////////////////////////////////////
#0075 // CScribbleDoc commands
#0076
#0077 BOOL CScribbleDoc::OnOpenDocument(LPCTSTR lpszPathName)
#0078 {
#0079     if (!CDocument::OnOpenDocument(lpszPathName))
#0080         return FALSE;
#0081     InitDocument();
#0082     return TRUE;
#0083 }
#0084
#0085 void CScribbleDoc::DeleteContents()
#0086 {
#0087     while (!m_strokeList.IsEmpty())
#0088     {
#0089         delete m_strokeList.RemoveHead();
#0090     }
#0091     CDocument::DeleteContents();
#0092 }
#0093
#0094 void CScribbleDoc::InitDocument()
#0095 {
#0096     m_nPenWidth = 2; // default 2 pixel pen width
#0097     // solid, black pen
#0098     m_penCur.CreatePen(PS_SOLID, m_nPenWidth, RGB(0,0,0));
#0099 }
#0100
#0101 CStroke* CScribbleDoc::NewStroke()
#0102 {
#0103     CStroke* pStrokeItem = new CStroke(m_nPenWidth);
#0104     m_strokeList.AddTail(pStrokeItem);
#0105     SetModifiedFlag(); // Mark the document as having been modified, for
#0106                       // purposes of confirming File Close.
#0107     return pStrokeItem;
#0108 }
#0109
#0110
#0111
#0112
#0113 //////////////////////////////////////////////////
#0114 // CStroke
#0115
#0116 IMPLEMENT_SERIAL(CStroke, CObject, 1)
#0117 CStroke::CStroke()
#0118 {
#0119     // This empty constructor should be used by serialization only
#0120 }

```

```
#0121
#0122 CStroke::CStroke(UINT nPenWidth)
#0123 {
#0124     m_nPenWidth = nPenWidth;
#0125 }
#0126
#0127 void CStroke::Serialize(CArchive& ar)
#0128 {
#0129     if (ar.IsStoring())
#0130     {
#0131         ar << (WORD)m_nPenWidth;
#0132         m_pointArray.Serialize(ar);
#0133     }
#0134     else
#0135     {
#0136         WORD w;
#0137         ar >> w;
#0138         m_nPenWidth = w;
#0139         m_pointArray.Serialize(ar);
#0140     }
#0141 }
#0142
#0143 BOOL CStroke::DrawStroke(CDC* pDC)
#0144 {
#0145     CPen penStroke;
#0146     if (!penStroke.CreatePen(PS_SOLID, m_nPenWidth, RGB(0,0,0)))
#0147         return FALSE;
#0148     CPen* pOldPen = pDC->SelectObject(&penStroke);
#0149     pDC->MoveTo(m_pointArray[0]);
#0150     for (int i=1; i < m_pointArray.GetSize(); i++)
#0151     {
#0152         pDC->LineTo(m_pointArray[i]);
#0153     }
#0154
#0155     pDC->SelectObject(pOldPen);
#0156     return TRUE;
#0157 }
```

为了了解线条的产生经历了哪些成员函数，使用了哪些成员变量，我把图8-3 所显示的各类别的成员整理于下。让我们以top-down 的方式看看文件组成份子的运作。

文件：一连串的线条

Scribble 文件本身由许多线条组合而成。而你知道，以串行 (linked list) 表示不定个数的东西最是理想了。MFC 有没有现成的「串行」类别呢？有，*CObList* 就是。它的每一个元素都必须是 *CObject**。回想一下我在第二章介绍的「职员」例子：

我们有一个职员串行，串行的每一个元素的类型是「指向最基础类别之指针」。如果基础类别有一个「计薪」方法（虚拟函数），那么我们就可以一个「一般性」的循环把串列巡访一遍；巡到不同的职员型别，就调用该型别的计薪方法。

如今我们选用 *CObList*，情况不就和上述职员例子如出一辙吗？*CObject* 的许多好性质，如 *Serialization*、*RTTI*、*Dynamic Creation*，可以非常简便地应用到我们极为「一般性」的操作上。这一点在稍后的 *Serialization* 动作上更表现得淋漓尽致。

CScribbleDoc 的成员变量

m_strokeList：这是一个 *CObList* 对象，代表一个串行。串行中的元素是什么型态？答案是 *CObject**。但实际运作时，我们可以把基础类别之指针指向衍生类别之对象（还记得第 2 章我介绍虚拟函数时特别强调的吧）。现在我们想让这个串行成为「由 *CStroke* 对象构成的串行」，因此显然 *CStroke* 必须衍生自 *CObject* 才行，而事实上它的确是。

m_nPenWidth：每一线条都有自己的笔宽，而目前使用的笔宽记录于此。

m_penCur：这是一个 *CPen* 对象。程序依据上述的笔宽，配置一支笔，准备用来画线条。笔宽可以指定，但那是第 10 章的事。注意，笔宽的设定对象是线条，不是单一点，也不是一整张图。

CObList

这是 MFC 的内建类别，提供我们串行服务。串行的每个元素都必须是 *CObject**。本处将用到四个成员函数：

AddTail：在串行尾端加上一个元素。

IsEmpty：串行是否为空？

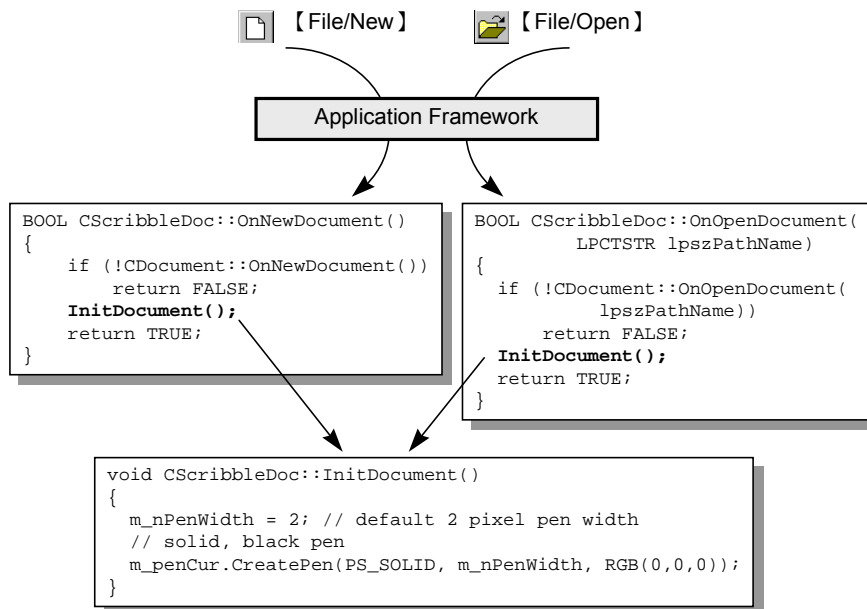
RemoveHead：把串行整个拿掉。

Serialize：文件读写。这是个空的虚拟函数，改写它正是我们稍后要做的努力。

CScrubbleDoc 的成员函数

OnNewDocument、*OnOpenDocument*、*InitDocument*。产生Document的时机有二，一是使用者选按【File/New】，一是使用者选按【File/Open】。当这两种情况发生，Application Framework 会分别调用Document类别的*OnNewDocument* *OnOpenDocument*。为了应用程序本身的特性考量（例如本例画笔的产生以及笔宽的设定），我们应该改写这些虚拟函数。

本例把文件初始化工作（画笔以及笔宽的设定）分割出来，独立于*InitDocument*式中，因此上述的*OnNew_*和*OnOpen_*两函数都调用*InitDocument*。



- *NewStroke*。这个函数将产生一个新的 *CStroke* 对象，并把它加到串行之中。

很显然这应该在鼠标左键按下时发生（我们将在 *CScribbleView* 之中处理鼠标消息）。本函数动作如下：

```
CStroke* CScribbleDoc::NewStroke()
{
    CStroke* pStrokeItem = new CStroke(m_nPenWidth);
    m_strokeList.AddTail(pStrokeItem);
    SetModifiedFlag(); // Mark the document as having been modified, for
                      // purposes of confirming File Close.
    return pStrokeItem;
}
```

这就产生了一个新线条，设定了线条宽度，并将新线条加入串行尾端。

- *DeleteContent*。利用 *CObList::RemoveHead* 把串行的最前端元素拿掉。

```
void CScribbleDoc::DeleteContents()
{
    while (!m_strokeList.IsEmpty())
    {
        delete m_strokeList.RemoveHead();
    }
    CDocument::DeleteContents();
}
```

- *Serialize*。这个函数负责文件读写。由于文件掌管线条串行，线条串行又掌管各线条，我们可以善用这些阶层关系：

```
void CScribbleDoc::Serialize(CArchive& ar)
{
    if (ar.IsStoring())
    {
    }
    else
    {
    }
    m_strokeList.Serialize(ar);
}
```

我们有充份的理由认为，*CObList::Serialize* 的内部动作，一定是以一个循环巡访所有的元素，一一调用各元素（是个指针）所指向的对象的 *Serialize* 函数。就好象第2章「职员」串行中的计薪方法一样。

马上我们就会看到，*Serialize* 如何层层下达。那是很深入的探讨，你要先有心理准备。

线条与坐标点

Scribble 的文件资料由线条构成，线条又由点数组构成，点又由 (x,y) 坐标构成。我们将设计 *CStroke* 用以描述线条，并直接采用 MFC 的 *CArray* 描述点数组。

CStroke 的成员变量

- *m_pointArray*：这是一个 *CArray* 对象，用以记录一系列的 *CPoint* 对象，这些 *CPoint* 对象由鼠标坐标转化而来。
- *m_nPenWidth*：一个整数，代表线条宽度。虽然 *Scribble Step1* 的线条宽度是固定的，但第10章允许改变宽度。

CArray<*CPoint*, *CPoint*>

CArray 是 MFC 内建类别，提供数组的各种服务。本例利用其 *template* 性质，指定数组内容为 *CPoint*。本例将用到 *CArray* 的两个成员函数和一个运算符：

- *GetSize*：取得数组中的元素个数。
- *Add*：在数组尾端增加一个元素。必要时扩大数组的大小。这个动作会在鼠标左键按下后被持续调用，请看 *ScribbleView::OnLButtonDown*。
- *operator[]*：以指定之索引值取得或设定数组元素内容。
它们的详细规格请参考 MFC Class Library Reference。

CStroke 的成员函数

- *DrawStroke*：绘图原本是 *View* 的责任，为什么却在 *CStroke* 中有一个 *DrawStroke*？因为线条的内容只有 *CStroke* 自己知道，当然由 *CStroke* 的成员函数把它画出来最是理想。这么一来，*View* 就可以一一调用线条自己的绘图函数，很轻松。

此函数把点坐标从数组之中一个一个取出，画到窗口上，所以你会看到整个原始绘图过程的重现，而不是一整张图啪一下子出现。想当然耳，这个函数内会有 *CreatePen*、*SelectObject*、*MoveTo*、*LineTo* 等GDI 动作，以及从数组中取坐标点的动作。取点动作直接利用 *CArray* 的 *operator[]* 运算符即可办到：

```

BOOL CStroke::DrawStroke(CDC* pDC)
{
    CPen penStroke;
    if (!penStroke.CreatePen(PS_SOLID, m_nPenWidth, RGB(0,0,0)))
        return FALSE;
    CPen* pOldPen = pDC->SelectObject(&penStroke);
    pDC->MoveTo(m_pointArray[0]);
    for (int i=1; i < m_pointArray.GetSize(); i++)
    {
        pDC->LineTo(m_pointArray[i]);
    }
    pDC->SelectObject(pOldPen);
    return TRUE;
}

```

■ *Serialize*：让我们这么想象写档动作：使用者下命令给程序，程序发命令给文件，文件发命令给线条，线条发命令给点数组，点数组于是把一个个的坐标点写入磁盘中。请注意，每一线条除了拥有数组之外，还有一个笔划宽度，读写文件时可不要忘了这份资料。

```

void CStroke::Serialize(CArchive& ar)
{
    if (ar.IsStoring())
    { // 写档
        ar << (WORD)m_nPenWidth;
        m_pointArray.Serialize(ar);
    }
    else
    { // 读档
        WORD w;
        ar >> w;
        m_nPenWidth = w;
        m_pointArray.Serialize(ar);
    }
}

```

肯定你会产生两个疑问：

1. 为什么点数组的读文件写文件动作完全一样，都是Serialize(ar)呢？
2. 线条串行的Serialize函数如何能够把命令交派到线条的Serialize函数呢？

第一个问题的答案很简单，第二个问题的答案很复杂。稍后我对此有所解释。

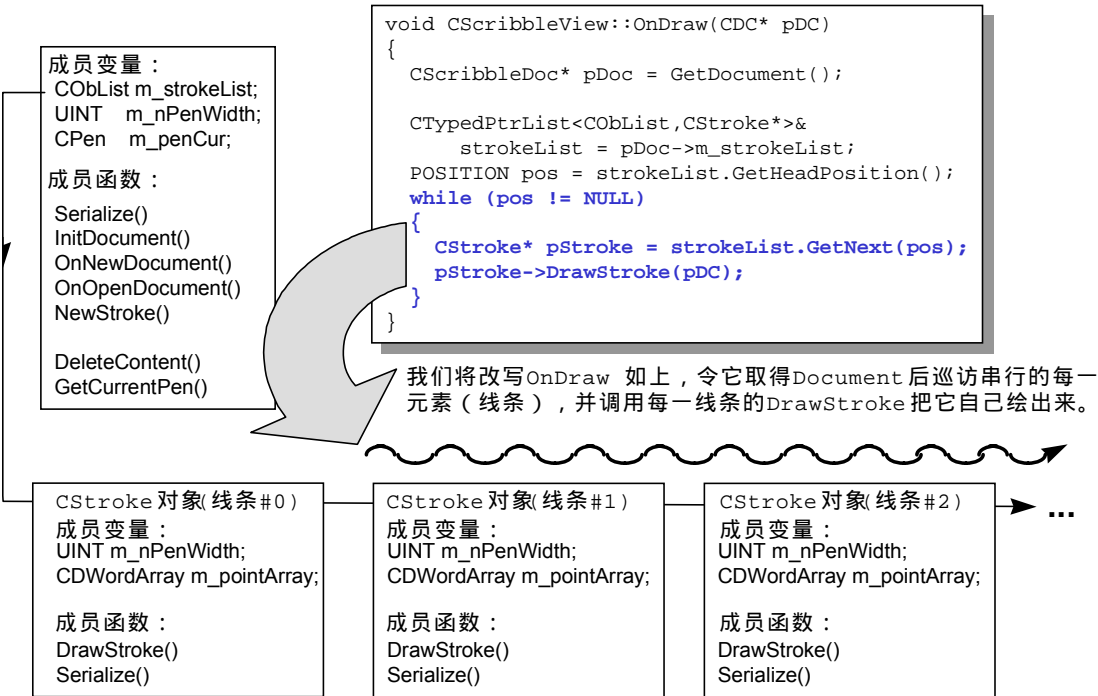


图8-4 Scribble 的Document/View 成员鸟瞰

图8-4把Scribble Step1 的Document/View 重要成员集中在一起显示，帮助你做大局观。请注意，虽然本图把「成员函数」和「成员变量」画在每一个对象之中，但你知道，事实上C++ 类别的成员函数另放在对象内存以外，并不是每一个对象都有一份函数码。只有non-static 成员变量，才会每个对象各有一份。这个观念我曾在第 2 章强调过。

Scribble Step1 的View: 资料重绘与编辑

View 有两个最重要的任务，一是负责资料的显示，另一是负责资料的编辑（透过键盘或鼠标）。本例的 *CScribbleView* 包括以下特质：

- 解读 *CScribbleDoc* 中的资料，包括笔宽以及一系列的 *CPoint* 对象，画在 View 窗口上。
- 允许使用者以鼠标左键充当画笔在 View 窗口内涂抹，换句话说 *CScribbleView* 必须接受并处理 *WM_LBUTTONDOWN*、*WM_MOUSEMOVE*、*WM_LBUTTONUP* 三个消息。

当 Framework 收到 *WM_PAINT*，表示画面需要重绘，它会调用 *OnDraw*（注），由 *OnDraw* 执行真正的绘图动作。什么时候会产生重绘消息 *WM_PAINT* 呢？当使用者改变窗口大小，或是将窗口图标化之后再恢复原状，或是来自程序（自己或别人）刻意的制造。除了在必须重绘时重绘之外，做为一个绘图软件，Scribble 还必须「实时」反应鼠标左键在窗口上移动的轨迹，不能等到 *WM_PAINT* 产生了才有所反应。所以，我们必须在 *OnMouseMove* 中也做绘图动作，那是针对一个点一个点的绘图，而 *OnDraw* 是大规模的全部重绘。

注：其实 Framework 是先调用 *OnPaint*，*OnPaint* 再调用 *OnDraw*。关于 *OnPaint*，第12章谈到打印机时再说。

绘图前当然必须获得资料内容，调用 *GetDocument* 即可获得，它传回一个 *CScribbleDoc* 对象指针。别忘了 View 和 Document 以及 Frame 窗口早在注册 Document Template 时就建立彼此间的关联了。所以，从 *CScribbleView* 发出的 *GetDocument* 函数当然能够获得 *CScribbleDoc* 的对象指针。View 可以藉此指针取得 Document 的资料，然后显示。

CScrubbleView 的修改

以下是Step1 程序的View 的设计。其中有鼠标接口，也有资料显示功能*OnDraw*

SCRIBBLEVIEW.H (阴影表示与Step0的差异)

```
#0001 class CScrubbleView : public CView
#0002 {
#0003 protected: // create from serialization only
#0004     CScrubbleView();
#0005     DECLARE_DYNCREATE(CScrubbleView)
#0006
#0007 // Attributes
#0008 public:
#0009     CScrubbleDoc* GetDocument();
#0010
#0011 protected:
#0012     CStroke* m_pStrokeCur; // the stroke in progress
#0013     CPoint m_ptPrev; // the last mouse pt in the stroke in progress
#0014
#0015 // Operations
#0016 public:
#0017
#0018 // Overrides
#0019     // ClassWizard generated virtual function overrides
#0020     //{AFX_VIRTUAL(CScrubbleView)
#0021     public:
#0022     virtual void OnDraw(CDC* pDC); // overridden to draw this view
#0023     virtual BOOL PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs);
#0024     protected:
#0025     virtual BOOL OnPreparePrinting(CPrintInfo* pInfo);
#0026     virtual void OnBeginPrinting(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo);
#0027     virtual void OnEndPrinting(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo);
#0028     //}}AFX_VIRTUAL
#0029
#0030 // Implementation
#0031 public:
#0032     virtual ~CScrubbleView();
#0033 #ifdef _DEBUG
#0034     virtual void AssertValid() const;
#0035     virtual void Dump(CDumpContext& dc) const;
#0036 #endif
#0037
#0038 protected:
#0039
```

```

#0040 // Generated message map functions
#0041 protected:
#0042     //{AFX_MSG(CScribbleView)
#0043     afx_msg void OnLButtonDown(UINT nFlags, CPoint point);
#0044     afx_msg void OnLButtonUp(UINT nFlags, CPoint point);
#0045     afx_msg void OnMouseMove(UINT nFlags, CPoint point);
#0046     //}}AFX_MSG
#0047     DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0048 };
#0049
#0050 #ifndef _DEBUG // debug version in ScribVw.cpp
#0051 inline CScribbleDoc* CScribbleView::GetDocument()
#0052     { return (CScribbleDoc*)m_pDocument; }
#0053 #endif

```

SCRIBBLEVIEW.CPP (阴影表示与Step0的差异)

```

#0001 #include "stdafx.h"
#0002 #include "Scribble.h"
#0003
#0004 #include "ScribbleDoc.h"
#0005 #include "ScribbleView.h"
#0006
#0007 #ifdef _DEBUG
#0008 #define new DEBUG_NEW
#0009 #undef THIS_FILE
#0010 static char THIS_FILE[] = __FILE__;
#0011 #endif
#0012
#0013 //////////////////////////////////////
#0014 // CScribbleView
#0015
#0016 IMPLEMENT_DYNCREATE(CScribbleView, CView)
#0017
#0018 BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleView, CView)
#0019     //{AFX_MSG_MAP(CScribbleView)
#0020     ON_WM_LBUTTONDOWN()
#0021     ON_WM_LBUTTONUP()
#0022     ON_WM_MOUSEMOVE()
#0023     //}}AFX_MSG_MAP
#0024     // Standard printing commands
#0025     ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT, CView::OnFilePrint)
#0026     ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_DIRECT, CView::OnFilePrint)
#0027     ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_PREVIEW, CView::OnFilePrintPreview)
#0028 END_MESSAGE_MAP()

```

```
#0029
#0030 //////////////////////////////////////////////////
#0031 // CScribbleView construction/destruction
#0032
#0033 CScribbleView::CScribbleView()
#0034 {
#0035     // TODO: add construction code here
#0036
#0037 }
#0038
#0039 CScribbleView::~CScribbleView()
#0040 {
#0041 }
#0042
#0043 BOOL CScribbleView::PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs)
#0044 {
#0045     // TODO: Modify the Window class or styles here by modifying
#0046     // the CREATESTRUCT cs
#0047
#0048     return CView::PreCreateWindow(cs);
#0049 }
#0050
#0051 //////////////////////////////////////////////////
#0052 // CScribbleView drawing
#0053
#0054 void CScribbleView::OnDraw(CDC* pDC)
#0055 {
#0056     CScribbleDoc* pDoc = GetDocument();
#0057     ASSERT_VALID(pDoc);
#0058
#0059     // The view delegates the drawing of individual strokes to
#0060     // CStroke::DrawStroke().
#0061     CTypedPtrList<CObList,CStroke*>& strokeList = pDoc->m_strokeList;
#0062     POSITION pos = strokeList.GetHeadPosition();
#0063     while (pos != NULL)
#0064     {
#0065         CStroke* pStroke = strokeList.GetNext(pos);
#0066         pStroke->DrawStroke(pDC);
#0067     }
#0068 }
#0069
#0070 //////////////////////////////////////////////////
#0071 // CScribbleView printing
#0072
#0073 BOOL CScribbleView::OnPreparePrinting(CPrintInfo* pInfo)
#0074 {
#0075     // default preparation
#0076     return DoPreparePrinting(pInfo);
```

```

#0077 }
#0078
#0079 void CScribbleView::OnBeginPrinting(CDC* /*pDC*/, CPrintInfo* /*pInfo*/)
#0080 {
#0081     // TODO: add extra initialization before printing
#0082 }
#0083
#0084 void CScribbleView::OnEndPrinting(CDC* /*pDC*/, CPrintInfo* /*pInfo*/)
#0085 {
#0086     // TODO: add cleanup after printing
#0087 }
#0088
#0089 ///////////////////////////////////////////////////
#0090 // CScribbleView diagnostics
#0091
#0092 #ifdef _DEBUG
#0093 void CScribbleView::AssertValid() const
#0094 {
#0095     CView::AssertValid();
#0096 }
#0097
#0098 void CScribbleView::Dump(CDumpContext& dc) const
#0099 {
#0100     CView::Dump(dc);
#0101 }
#0102
#0103 CScribbleDoc* CScribbleView::GetDocument() // non-debug version is inline
#0104 {
#0105     ASSERT(m_pDocument->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CScribbleDoc)));
#0106     return (CScribbleDoc*)m_pDocument;
#0107 }
#0108 #endif // _DEBUG
#0109
#0110 ///////////////////////////////////////////////////
#0111 // CScribbleView message handlers
#0112
#0113 void CScribbleView::OnLButtonDown(UINT, CPoint point)
#0114 {
#0115     // Pressing the mouse button in the view window starts a new stroke
#0116
#0117     m_pStrokeCur = GetDocument()->NewStroke();
#0118     // Add first point to the new stroke
#0119     m_pStrokeCur->m_pointArray.Add(point);
#0120
#0121     SetCapture(); // Capture the mouse until button up.
#0122     m_ptPrev = point; // Serves as the MoveTo() anchor point
#0123                     // for the LineTo() the next point,
#0124                     // as the user drags the mouse.

```

```
#0125
#0126     return;
#0127 }
#0128
#0129 void CScribbleView::OnLButtonUp(UINT, CPoint point)
#0130 {
#0131     // Mouse button up is interesting in the Scribble application
#0132     // only if the user is currently drawing a new stroke by dragging
#0133     // the captured mouse.
#0134
#0135     if (GetCapture() != this)
#0136         return; // If this window (view) didn't capture the mouse,
#0137                 // then the user isn't drawing in this window.
#0138
#0139     CScribbleDoc* pDoc = GetDocument();
#0140
#0141     CClientDC dc(this);
#0142
#0143     CPen* pOldPen = dc.SelectObject(pDoc->GetCurrentPen());
#0144     dc.MoveTo(m_ptPrev);
#0145     dc.LineTo(point);
#0146     dc.SelectObject(pOldPen);
#0147     m_pStrokeCur->m_pointArray.Add(point);
#0148
#0149     ReleaseCapture(); // Release the mouse capture established at
#0150                     // the beginning of the mouse drag.
#0151     return;
#0152 }
#0153
#0154 void CScribbleView::OnMouseMove(UINT, CPoint point)
#0155 {
#0156     // Mouse movement is interesting in the Scribble application
#0157     // only if the user is currently drawing a new stroke by dragging
#0158     // the captured mouse.
#0159
#0160     if (GetCapture() != this)
#0161         return; // If this window (view) didn't capture the mouse,
#0162                 // then the user isn't drawing in this window.
#0163
#0164     CClientDC dc(this);
#0165     m_pStrokeCur->m_pointArray.Add(point);
#0166
#0167     // Draw a line from the previous detected point in the mouse
#0168     // drag to the current point.
#0169     CPen* pOldPen = dc.SelectObject(GetDocument()->GetCurrentPen());
#0170     dc.MoveTo(m_ptPrev);
#0171     dc.LineTo(point);
#0172     dc.SelectObject(pOldPen);
```

```
#0173         m_ptPrev = point;
#0174         return;
#0175     }
```

View 的重绘动作：GetDocument 和OnDraw

以下是CScrubbleView 中与重绘动作有关的成员变量和成员函数。

CScrubbleView 的成员变量

- m_pStrokeCur：一个指针，指向目前正在工作的线条。
- m_ptPrev：线条中的前一个工作点。我们将在这个点与目前鼠标按下的点之间画一条直线。虽说理想情况下鼠标轨迹的每一个点都应该被记录下来，但如果鼠标移动太快来不及记录，只好在两点之间拉直线。

CScrubbleView 的成员函数

- OnDraw：这是一个虚拟函数，负责将Document 的数据显示出来。改写它是程序员最大的责任之一。
- GetDocument：AppWizard 为我们做出这样的码，以inline 方式定义于头文件：

```
inline CScrubbleDoc* CScrubbleView::GetDocument()
{ return (CScrubbleDoc*)m_pDocument; }
```

其中m_pDocument 是CView 的成员变量。我们可以推测，当程序设定好Document Template 之后，每次Framework 动态产生View 对象，其内的m_pDocument 已经被Framework 设定指向对应之Document 了。

View 对象何时被动态产生？答案是当使用者选按【File/Open】或【File/New】。每当产生一个Document，就会产生一组Document/View/Frame「三口组」。

- OnPreparePrinting，OnBeginPrinting，OnEndPrinting：这三个CView 虚拟函数将用来改善打印行为。AppWizard 只是先帮我们做出空函数。第12 章才会用到它们。

我们来看看 *CView* 之中居最重要地位的 *OnDraw*，面对 *Scribble Document* 的数据结构，将如何进行绘图动作。为了获得资料，*OnDraw* 一开始先以 *GetDocument* 取得 *Document* 对象指针；然后以 *while* 循环一一取得各线条，再调用 *CStroke::DrawStroke* 绘图。想象中绘图函数应该放在 *View* 类别之内（绘图不正是 *View* 的责任吗），但是 *DrawStroke* 却否！原因是把线条的资料和绘图动作一并放在 *CStroke* 中是最好的包装方式。

```
void CScribbleView::OnDraw(CDC* pDC)
{
    CScribbleDoc* pDoc = GetDocument();
    ASSERT_VALID(pDoc);

    // The view delegates the drawing of individual strokes to
    // CStroke::DrawStroke().
    CTypedPtrList<CObList, CStroke*>& strokeList = pDoc->m_strokeList;
    POSITION pos = strokeList.GetHeadPosition();
    while (pos != NULL)
    {
        CStroke* pStroke = strokeList.GetNext(pos);
        pStroke->DrawStroke(pDC);
    }
}
```

其中用到两个 *CObList* 成员函数：

- *GetNext*：取得下一个元素。
- *GetHeadPosition*：传回串行之第一个元素的「位置」。传回来的「位置」是一个类型为 *POSITION* 的数值，这个数值可以被使用于 *CObList* 的其它成员函数中，例如 *GetAt* 或 *SetAt*。你可以把「位置」想象是串行中用以标示某个节点（node）的指针。当然，它并不真正是指针。

View 与使用者的交谈(鼠标消息处理实例)

为了实现「以鼠代笔」的功能，*CScribbleView* 必须接受并处理三个消息：

```
BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleView, CView)
    ON_WM_LBUTTONDOWN()
    ON_WM_LBUTTONUP()
    ON_WM_MOUSEMOVE()
    ...
END_MESSAGE_MAP()
```

三个消息处理例程的内容总括来说就是追踪鼠标轨迹、在窗口上绘图、以及调用 *CStroke* 成员函数以修正线条内容--- 包括产生一个新的线条空间以及不断把坐标点加上去。三个函数的重要动作摘记于下。这些函数的骨干及其在 Message Map 中的映射项目，不劳我们动手，有 Class Wizard 代劳。下一个小节我会介绍其操作方法。

```
void CScribbleView::OnLButtonDown(UINT nFlags, CPoint point)
{
    // 当鼠标左键按下，
    // 利用CScribbleDoc::NewStroke 产生一个新的线条空间；
    // 利用CArray::Add 把这个点加到线条上去；
    // 调用SetCapture 取得鼠标捕捉权 (mouse capture)；
    // 把这个点记录为「上一点」(m_ptPrev)；
}

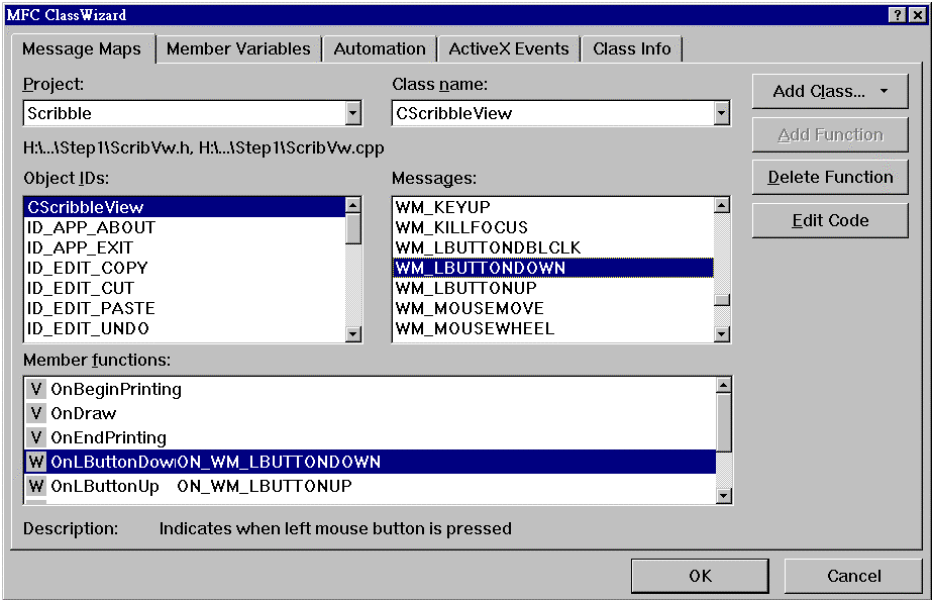
void CScribbleView::OnMouseMove(UINT, CPoint point)
{
    // 当鼠标左键按住并开始移动，
    // 利用CArray::Add 把新坐标点加到线条上；
    // 在上一点 (m_ptPrev) 和这一点之间画直线；
    // 把这个点记录为「上一点」(m_ptPrev)；
}

void CScribbleView::OnLButtonUp(UINT, CPoint point)
{
    // 当鼠标左键放开，
    // 在上一点 (m_ptPrev) 和这一点之间画直线；
    // 利用CArray::Add 把新的点加到线条上；
    // 调用ReleaseCapture() 释放鼠标捕捉权 (mouse capture)。
}
```

ClassWizard 的辅佐

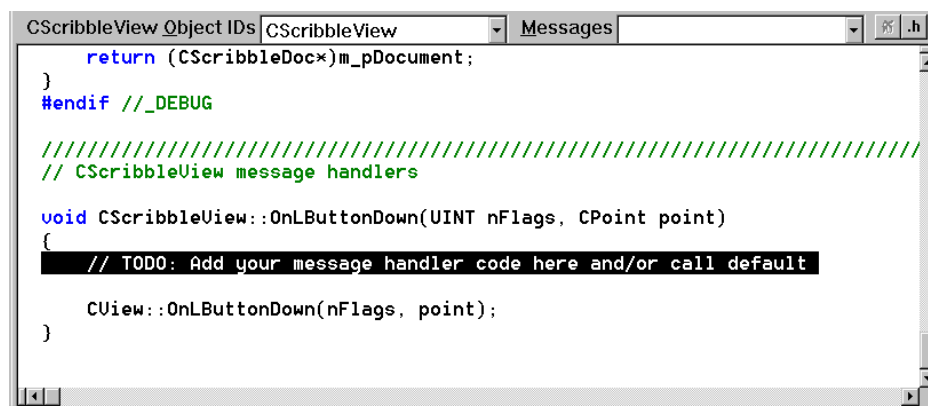
前述三个 *CScribbleView* 成员函数 (*OnLButtonDown* , *OnLButtonUp* , *OnMouseMove*) 是 Message Map 的一部份 , ClassWizard 可以很方便地帮助我们完成相关的 Message Map 设定工作。

首先 , 选按【View/ClassWizard】激活 ClassWizard , 选择其【Message Map】附页 :



在图右上侧的【Class Name】清单中选择 *CScribbleView* , 然后在图左侧的【Object IDs】清单中选择 *CScribbleView* , 再在图右侧的【Messages】清单中选择 *WM_LBUTTONDOWN* , 然后选按图右的【Add Function】钮 , 于是图下侧的【Member functions】清单中出现一笔新项目。

然后 , 选按【Edit Code】钮 , 文字编辑器会跳出来 , 你获得了一个 *OnLButtonDown* 函数空壳 , 请在这里键入你的程序代码 :



另两个消息处理例程的实作作法雷同。

Message Map 因此有什么变化呢？ClassWizard 为我们自动加上了三笔映射项目：

```

BEGIN_MESSAGE_MAP(CScrubbleView, CView)
    //{{AFX_MSG_MAP(CScrubbleView)
    ON_WM_LBUTTONDOWN()
    ON_WM_LBUTTONUP()
    ON_WM_MOUSEMOVE()
    //}}AFX_MSG_MAP
    // Standard printing commands
    ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT, CView::OnFilePrint)
    ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_DIRECT, CView::OnFilePrint)
    ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_PREVIEW, CView::OnFilePrintPreview)
END_MESSAGE_MAP()

```

此外ScrubbleView 的类别声明中也自动有了三个成员函数的声明：

```

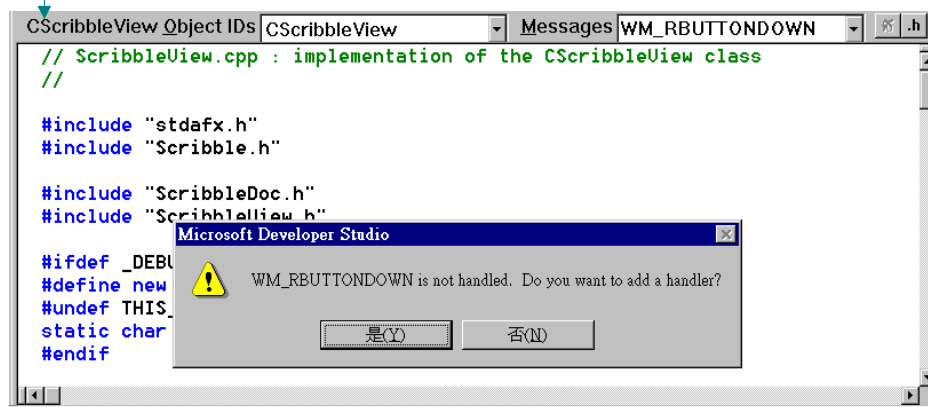
class CScrubbleView : public CView
{
...
// Generated message map functions
protected:
    //{{AFX_MSG(CScrubbleView)
    afx_msg void OnLButtonDown(UINT nFlags, CPoint point);
    afx_msg void OnLButtonUp(UINT nFlags, CPoint point);
    afx_msg void OnMouseMove(UINT nFlags, CPoint point);
    //}}AFX_MSG
...
};

```

WizardBar 的辅佐

WizardBar 是 Visual C++ 4.0 之后的新增工具，也就是文字编辑器上方那个有着【Object IDs】和【Messages】清单的横杆。关于修改 Message Map 这件事，WizardBar 可以取代 ClassWizard 这个大家伙。

首先，进入 ScribbleView.cpp（因为我们确定要在这里加入三个鼠标消息处理例程），选择 WizardBar 上的【Object IDs】为 *CScribbleView*，再选择【Messages】为 *WM_LBUTTONDOWN*，出现以下画面：



回答 Yes，于是你获得一个 *OnLButtonDown* 函数空壳，一如在 ClassWizard 中所得。请在函数空壳中输入你的程序代码。

Serialize：对象的文件读写

你可能对 Serialization 这个名词感觉陌生，事实上它就是对象导向世界里的 Persistence（永续生存），只是后者比较抽象一些。对象必须能够永续生存，也就是它们必须能够在程式结束时储存到文件中，并且在程序重新激活时再恢复回来。储存和恢复对象的过程在 MFC 之中就称为 serialization。负责这件重要任务的，是 MFC *CObject* 类别中一个名为 *Serialize* 的虚拟函数，文件的「读」「写」动作均透过它。

如果文件内容是借着层层类别向下管理（一如本例），那么只要每一层把自己份内的工作做好，层层交待下来就可以完成整份资料的文件动作。

Serialization 以外的文件读写动作

其实有时候我们希望在重重包装之中返璞归真一下，感受一些质朴的动作。在介绍 Serialization 的重重包装之前，这里给你一览文件实际读写动作的机会。

文件I/O 服务是任何操作系统的主要服务。Win32 提供了许多文件相关APIs：开档、关文件、读文件、写文件、搜寻资料…。MFC 把这些操作都包装在 *CFile* 之中。可想而知，它必然有 *Open*、*Close*、*Read*、*Write*、*Seek*... 等等成员函数。下面这段程序代码示范 *CFile* 如何读档：

```
char* pBuffer = new char[0x8000];
CFile file("mydoc.doc", CFile::modeRead); // 打开mydoc.doc 文件，使用只读模式。
UINT nBytesRead = file.Read(pBuffer, 0x8000); // 读取8000h 个字节到pBuffer 中。
```

上述程序片段中，对象 *file* 的构造式将打开 *mydoc.doc* 档。并且由于此对象产生于函数的堆栈之中，当函数结束，*file* 的析构式将自动关闭 *mydoc.doc* 档。

开文件模式有许多种，都定义在 *CFile* (AFX.H) 之中：

```
enum OpenFlags {
    modeRead = 0x0000, // 只读
    modeWrite = 0x0001, // 唯写
    modeReadWrite = 0x0002, // 可读可写
    shareCompat = 0x0000,
    shareExclusive = 0x0010, // 唯我使用
    shareDenyWrite = 0x0020,
    shareDenyRead = 0x0030,
    shareDenyNone = 0x0040,
    modeNoInherit = 0x0080,
    modeCreate = 0x1000, // 产生新档（甚至即使已有相同名称之文件存在）
    modeNoTruncate = 0x2000,
    typeText = 0x4000, // typeText and typeBinary are used in
    typeBinary = (int)0x8000 // derived classes only
};
    typeText = 0x4000, // typeText and typeBinary are used in
    typeBinary = (int)0x8000 // derived classes only
};
```

再举一例，下面这段程序代码可将文件mydoc.doc的所有文字转换为小写：

```
char* pBuffer = new char[0x1000];
CFile file("mydoc.doc", CFile::modeReadWrite);
DWORD dwBytesRemaining = file.GetLength();
UINT nBytesRead;
DWORD dwPosition;

while (dwBytesRemaining) {
    dwPosition = file.GetPosition();
    nBytesRead = file.Read(pBuffer, 0x1000);
    ::CharLowerBuff(pBuffer, nBytesRead);
    file.Seek((LONG)dwPosition, CFile::begin);
    file.Write(pBuffer, nBytesRead);
    dwBytesRemaining -= nBytesRead;
}
delete[] pBuffer;
```

文件的操作常需配合对异常情况（exception）的处理，因为文件的异常情况特别多：档案找不到啦、文件handles不足啦、读写失败啦...。上一例加入异常情况处理后如下：

```
char* pBuffer = new char[0x1000];

try {
    CFile file("mydoc.doc", CFile::modeReadWrite);
    DWORD dwBytesRemaining = file.GetLength();
    UINT nBytesRead;
    DWORD dwPosition;

    while (dwBytesRemaining) {
        dwPosition = file.GetPosition();
        nBytesRead = file.Read(pBuffer, 0x1000);
        ::CharLowerBuff(pBuffer, nBytesRead);
        file.Seek((LONG)dwPosition, CFile::begin);
        file.Write(pBuffer, nBytesRead);
        dwBytesRemaining -= nBytesRead;
    }
}
catch (CFileException* e) {
    if (e->cause == CFileException::fileNotFound)
        MessageBox("File not found");
    else if (e->cause == CFileException::tooManyOpenFiles)
        MessageBox("File handles not enough");
    else if (e->cause == CFileException::hardIO)
```

```

        MessageBox("Hardware error");
    else if (e->cause == CFileException::diskFull)
        MessageBox("Disk full");
    else if (e->cause == CFileException::badPath)
        MessageBox("All or part of the path is invalid");
    else
        MessageBox("Unknown file error");
    e->Delete();
}
delete[] pByffer;

```

台面上的Serialize 动作

让我以Scribble 为例，向你解释台面上的（应用程序代码中可见的）serialization 动作。根据图8-3 的数据结构，Scribble 程序的文件读写动作是这么分工的：

- Framework 调用 *CScribbleDoc::Serialize*，用以对付文件。
- *CScribbleDoc* 再往下调用 *CStroke::Serialize*，用以对付线条。
- *CStroke* 再往下调用 *CArray::Serialize*，用以对付点数组。

读也由它，写也由它，究竟 *Serialize* 是读还是写？这一点不必我们操心。Framework 呼 *Serialize* 时会传来一个 *CArchive* 对象（稍后我会解释 *CArchive*），你可以想象它代表一个文件，透过其 *IsStoring* 成员函数，即可知道究竟要读还是写。图8-5 是各层级的 *Serialize* 动作示意图，文字说明已在图片之中。

注意：Scribble 程序使用 *CArray<CPoint, CPoint>* 储存鼠标位置坐标，而 *CArray* 是一个 template class，解释起来比较复杂。所以稍后我挖给各位看的 *Serialize* 函数原始码，采用 *CDWordArray* 的成员函数而非 *CArray* 的成员函数。Visual C++ 1.5 版的 Scribble 范例程序就是使用 *CDWordArray*（彼时还未有 template class）。

然而，为求完备，我还是在此先把 *CArray* 的 *Serialize* 函数源代码列出：

```

template<class TYPE>
void AFXAPI SerializeElements(CArchive& ar, TYPE* pElements, int nCount)
{
    ASSERT(nCount == 0 ||

```

```

        AfxIsValidAddress(pElements, nCount * sizeof(TYPE));

        // default is bit-wise read/write
        if (ar.IsStoring())
            ar.Write((void*)pElements, nCount * sizeof(TYPE));
        else
            ar.Read((void*)pElements, nCount * sizeof(TYPE));
    }

template<class TYPE, class ARG_TYPE>
void CArray<TYPE, ARG_TYPE>::Serialize(CArchive& ar)
{
    ASSERT_VALID(this);
    CObject::Serialize(ar);
    if (ar.IsStoring())
    {
        ar.WriteCount(m_nSize);
    }
    else
    {
        DWORD nOldSize = ar.ReadCount();
        SetSize(nOldSize, -1);
    }
    SerializeElements(ar, m_pData, m_nSize);
}

```

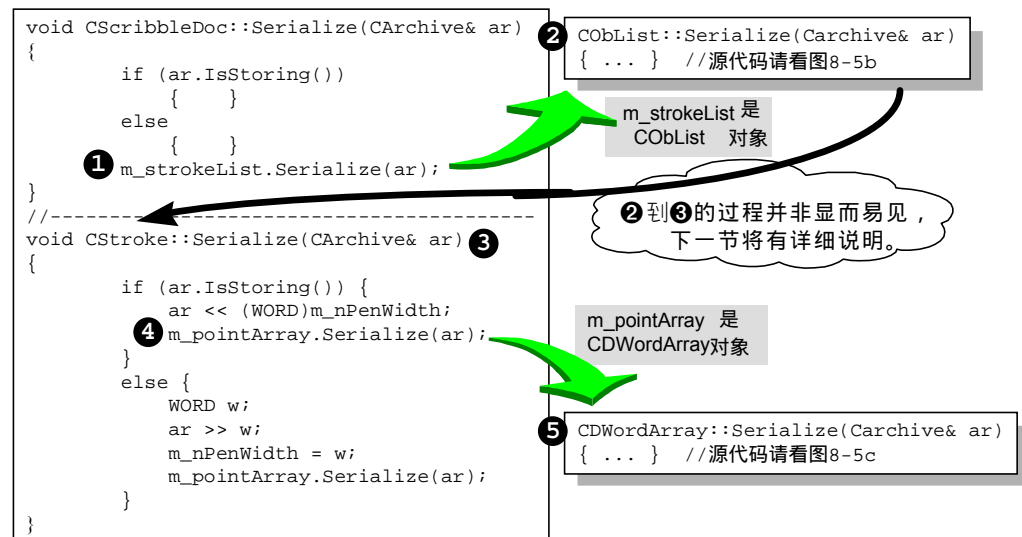


图8-5a Scribble Step1 的文件读写（档）动作


```

void CObList::Serialize(CArchive& ar)
{
    ASSERT_VALID(this);
    COBJECT::Serialize(ar);
    if (ar.IsStoring())
    {
        ar.WriteCount(m_nCount);
        for (CNode* pNode = m_pNodeHead; pNode != NULL;
             pNode = pNode->pNext)
        {
            // J.J.Hou 针对串行中的每一个元素写文件
            ASSERT(AfxIsValidAddress(pNode, sizeof(CNode)));
            ar << pNode->data;
        }
    }
    else
    {
        DWORD nNewCount = ar.ReadCount();
        COBJECT* newData;
        while (nNewCount-->0)
        {
            // J.J.Hou : 读入文件内容，加入串行
            ar >> newData;
            AddTail(newData);
        }
    }
}

```

这将引发CArchive 的多载
else 运算符，稍后有深入说明。

图8-5b CObList::Serialize 源代码

```

void CDWordArray::Serialize(CArchive& ar)
{
    ASSERT_VALID(this);
    COBJECT::Serialize(ar);
    if (ar.IsStoring())
    {
        ar.WriteCount(m_nSize); // 把数组大小(元素个数)写入ar
        ar.Write(m_pData, m_nSize * sizeof(DWORD)); // 把整个数组写入ar
    }
    else
    {
        DWORD nOldSize = ar.ReadCount();
        SetSize(nOldSize); // 从 ar 中读出数组大小(元素个数)
        ar.Read(m_pData, m_nSize * sizeof(DWORD)); // 从 ar 中读出整个数组
    }
}

```

图8-5c CDWordArray::Serialize 源代码

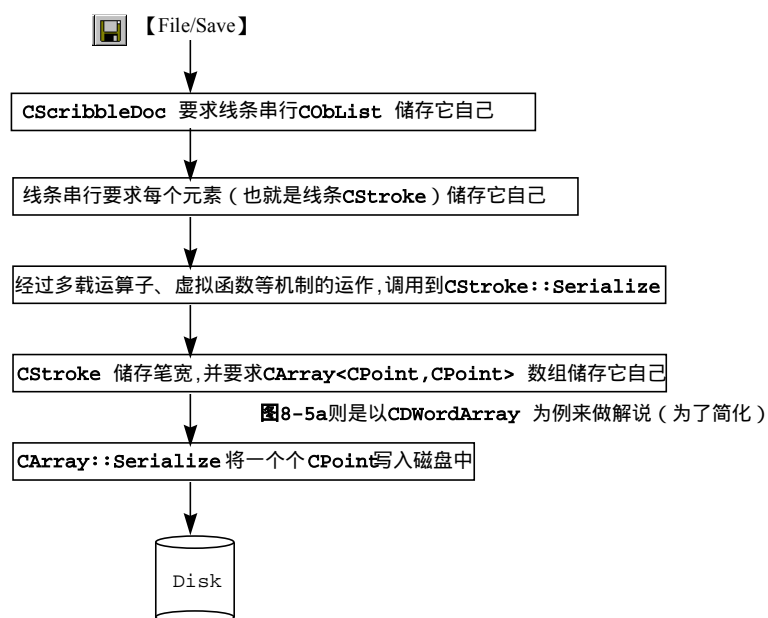


图8-5d Scribble Document 的Serialize 动作细部分解。

实际看看储存在磁盘中的.SCB 文件内容，对Serialize 将会有深刻的体会。图8-6a 是使用者在Scribble Step1 程序的绘图画面及存盘内容（以Turbo Dump 观察获得），图8-6b 是文件内容的解释。我们必须了解隐藏在MFC 机制中的serialization 细部动作，才能清楚这些二进制数据的产生原由。如果你认为看倾印码（dump code）是件令人头晕的事情，那么你会错失许多美丽事物。真的，倾印码使我们了解许多深层结构。

我在Scribble 中作画并存盘。为了突显笔宽的不同，我用了第10 章的Step3 版本，该版本的Document 格式与Step1 的相同，但允许使用者设定笔宽。图8-6a 第一条线条的笔宽是2，第二条是5，第三条是10，第四条是20。文件储存于PENWIDTH.SCB 文件中。

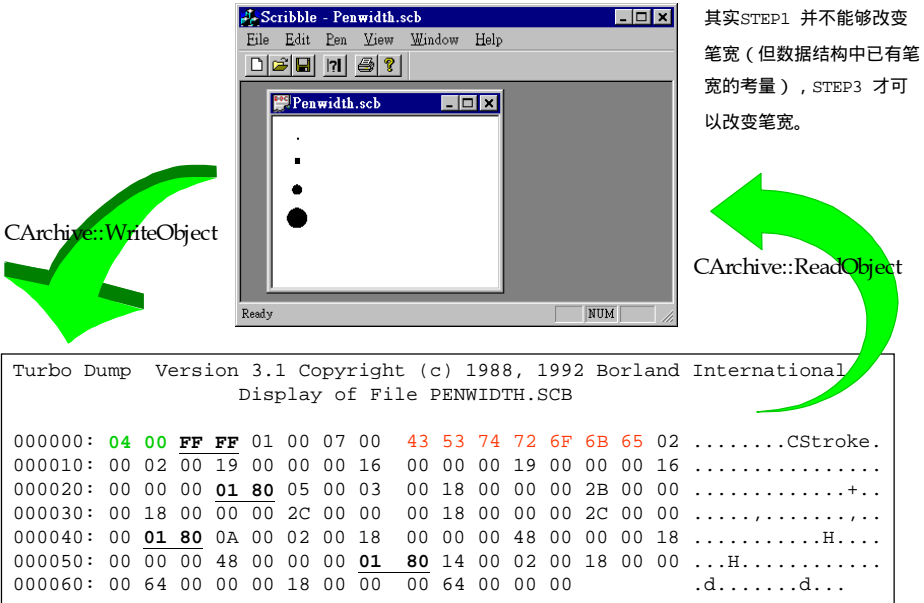


图8-6a 在Scribble 中作画并存盘。PENWIDTH.SCB 文件全长109 个字节。

数值 (hex)	说明
0004	表示此文件有四个COBList 元素。
FFFF	FFFF 亦即-1，表示New Class Tag（稍后详述）。既然是新类别，就得记录一些相关信息（版本号码和类别名称）
0001	这是Schema no.，代表对象的版本号码。此数值由IMPLEMENT_SERIAL 宏的第三个参数指定。
0007	表示后面接着的「类别名称」有7 个字符。
43 53 74 72 6F 6B 65	"CStroke"（类别名称）的ASCII 码。
0002	第一条线条的宽度。
0002	第一条线条的点数组大小（点数）。
00000019,00000016	第一条线条的第一个点坐标（CPoint 对象）。
00000019,00000016	第一条线条的第二个点坐标（CPoint 对象）。

数值 (hex)	说明
8001	这是 (<i>wOldClassTag</i> <i>nClassIndex</i>) 的组合结果 , 表示接下来的对象 仍旧使用旧类别 (稍后详述)
0005	第二条线条的宽度。
0003	第二条线条的点数组大小 (点数) 。
00000018,0000002B	第二条线条的第一个点坐标 (<i>CPoint</i> 对象) 。
00000018,0000002C	第二条线条的第二个点坐标 (<i>CPoint</i> 对象) 。
00000018,0000002C	第二条线条的第三个点坐标 (<i>CPoint</i> 对象) 。
8001	表示接下来的对象仍旧使用旧类别。
000A	第三条线条的宽度。
0002	第三条线条的点数组大小 (点数) 。
00000018,00000048	第三条线条的第一个点坐标 (<i>CPoint</i> 对象) 。
00000018,00000048	第三条线条的第二个点坐标 (<i>CPoint</i> 对象) 。
8001	表示接下来的对象仍旧使用旧类别。
0014	第四条线条的宽度。
0002	第四条线条的点数组大小 (点数) 。
00000018,00000064	第四条线条的第一个点坐标 (<i>CPoint</i> 对象) 。
00000018,00000064	第四条线条的第二个点坐标 (<i>CPoint</i> 对象) 。

图8-6b PENWIDTH.SCB 文件内容剖析。别忘了Intel 采用"little-endian"
字节排列方式 , 每一个字组的前后字节系颠倒放置。

台面下的Serialize 写档奥秘

你属于打破砂锅问到底，不到黄河心不死那一型吗？我会满足你的好奇心。

从应用程序代码的层面来看，关于文件的读写，我们有许多环节无法打通，类别的层层呼叫动作似乎有几个缺口，而图8-6a 文件档倾印码中神秘的FF FF 01 00 07 00 43 53 74 72 6F 6B 65 也暧昧难明。现在让我来抽丝剥茧。

在挖宝过程之中，我们当然需要一些工具。我不选用昂贵的电钻、空压机或怪手（因为你可能没有），我只选用简单的鹤嘴锄和铲子：一个文字搜寻工具，一个文件倾印工具，一个Visual C++ 内含的除错器。

GREP.COM：UNIX 上赫赫有名的文字搜寻工具，Borland C++ 编译器套件附了一个DOS 版。此工具可以为我们搜寻文件中是否有特定字符串。PC Tools 也有这种功能，但PC Tools 属于重量级装备，不符合我的选角要求。GREP 的使用方式如下：

```
E:\MSDEV\MFC\SRC> grep -d Serialize *.cpp <Enter>
```

→ 搜寻对象

→ 欲搜寻之字符串（如果中有空白，可用双含号整个括起来）

→ -d 表示子目录一并搜寻（此为选项）

TDUMP.EXE：Turbo Dump，Borland C++ 所附工具，可将任何文件以16 进位码显示。使用方式如下：

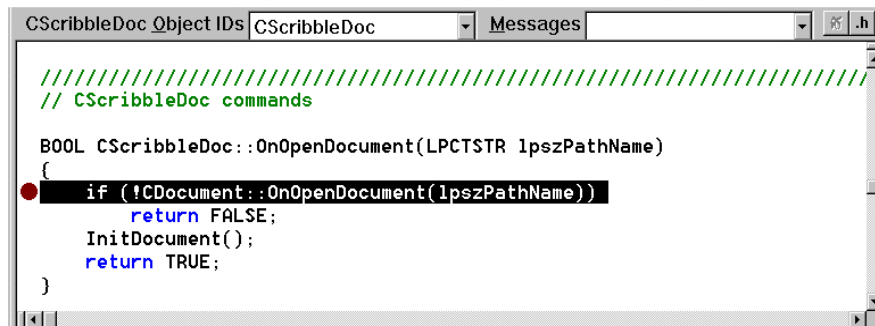
```
C:\> tdump penwidth.scb （输出结果将送往屏幕）
```

或

```
C:\> tdump penwidth.scb > filename （输出结果将送往文件）
```

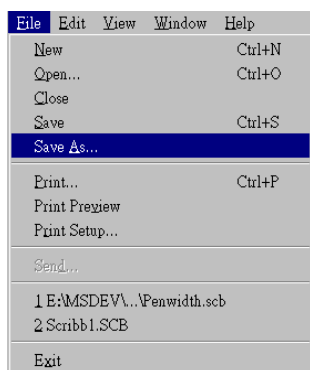
Visual C++ 除错器：我已在第4 章介绍过这个除错器。我假设你已经懂得如何设定断点、观察变量值，并以Go、Step Into、Step Over、Step Out、Step to Cursor 进行除错。这里我要补充的是如何观察"Call Stack"。

如果我把断点设在 *CScribbleDoc::OnOpenDocument* 函数中的第一行，



然后以Go进入除错程序，当我在Scribble中打开一份文件（首先面对一个对话框，然后指定文件名），程序停留在断点上，然后我选按【View/Call Stack】，出现【Call Stack】窗口，把断点之前所有未结束的函数列出来。这份资料可以帮助我们挖掘MFC。

好，图8-5a的函数流程使图8-6a的文件档倾印码曙光乍现，但是其中有些关节仍还模模糊糊，旋明旋暗。那完全是因为 *CObList* 在处理每一个元素（一个 *CObject* 衍生类别之对象实体）的文件动作时，有许多幕后的、不易观察到的机制。让我们从使用者按下【Save As】菜单项目开始，追踪程序的进行。



遍寻Scribble程序，并没有发现曾经在哪里拦截过【Save As】命令消息，那么必是某个「CCommandTarget 衍生类别」曾经在其Message Map 中设定过对此消息之处理函数。我猜想CDocument 最有这个可能：

```
BEGIN_MESSAGE_MAP(CDocument, CCommandTarget)
    //{{AFX_MSG_MAP(CDocument)
    ON_COMMAND(ID_FILE_CLOSE, OnFileClose)
    ON_COMMAND(ID_FILE_SAVE, OnFileSave)
    ON_COMMAND(ID_FILE_SAVE_AS, OnFileSaveAs)
    //}}AFX_MSG_MAP
END_MESSAGE_MAP()
```

宾果！于是【Save As】引发CDocument::OnFileSaveAs 被调用。

```
void CDocument::OnFileSaveAs()
{
    if (!DoSave(NULL))
        TRACE0("Warning: File save-as failed.\n");
}
```

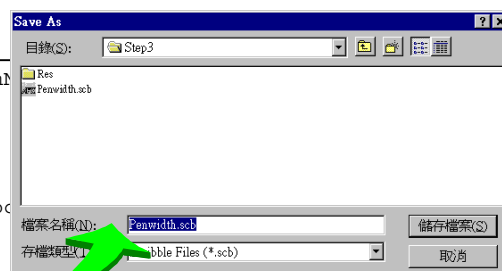
```
BOOL CDocument::DoSave(LPCTSTR lpszPathName)
{
    CString newName = lpszPathName;
    if (newName.IsEmpty())
    {
        CDocTemplate* pTemplate = GetDocTemplate();
        newName = m_strPathName;
        ...

        if (!AfxGetApp()->DoPromptFileName(newName,
            bReplace ? AFX_IDS_SAVEFILE : AFX_IDS_SAVEFILECOPY,
            OFN_HIDEREADONLY | OFN_PATHMUSTEXIST, FALSE, pTemplate))
            return FALSE;    // don't even attempt to save
    }

    CWaitCursor wait;

    if (!OnSaveDocument(newName))
    { ... }

    ...
}
```



下页

```

BOOL CDocument::OnSaveDocument(LPCTSTR lpszPathName)
{
    CFileException fe;
    CFile* pFile = NULL;
    pFile = GetFile(lpszPathName, CFile::modeCreate |
        CFile::modeReadWrite | CFile::shareExclusive, &fe);

    CArchive saveArchive(pFile, CArchive::store |
        CArchive::bNoFlushOnDelete);
    saveArchive.m_pDocument = this;
    saveArchive.m_bForceFlat = FALSE;
    TRY
    {
        CWaitCursor wait;
        Serialize(saveArchive);
        saveArchive.Close();
        ReleaseFile(pFile, FALSE);
    }
    ...
}
    
```

虽然看起来像是调用CDocument::Serialize,但事实上因为Serialize是虚拟函数,而CScribbleDoc已改写它,而且目前的this指针是指向CScribbleDoc对象(别忘了整个追踪路线的起源是Scribble Document我会在下一章消息绕行这一主题中解释更详尽一些),所以这里调用的是CScribbleDoc::Serialize函数,哈,这就是虚拟函数的妙用!

```

void CScribbleDoc::Serialize(CArchive& ar)
{
    ...
    m_strokeList.Serialize(ar);
}
    
```

m_strokeList 是个CObList对象

```

void CObList::Serialize(CArchive& ar)
{
    CObject::Serialize(ar);
    if (ar.IsStoring())
    {
        ar.WriteCount(m_nCount);
        for (CNode* pNode = m_pNodeHead;
            pNode != NULL; pNode = pNode->pNext)
        {
            ar << pNode->data;
        }
    }
    else
    {
        _AFX_INLINE CArchive& AFXAPI operator<<(CArchive& ar,
            const CObject* pObj)
        {
            { ar.WriteObject(pObj); return ar; }
        }
    }
}
    
```

本例之CObList 对象内有 4 个元素,所以输出资料0004

CArchive 已针对<< 运算符做了多载 (overloading) 动作。

下页

调用CArchive::WriteObject


```
void CArchive::WriteObject(const CObject* pObj)
{
    DWORD nObIndex;
    // make sure m_pStoreMap is initialized
    MapObject(NULL);

    if (pObj == NULL)
    { ... }
    else if ((nObIndex = (DWORD)(*m_pStoreMap)[(void*)pObj]) != 0)
    { ... }
    else
    {
        // write class of object first
        CRuntimeClass* pClassRef = pObj->GetRuntimeClass();
        WriteClass(pClassRef);

        B // enter in stored object table, checking for overflow
        CheckCount();
        (*m_pStoreMap)[(void*)pObj] = (void*)A m_nMapCount++;

        // cause the object to serialize itself
        ((CObject*)pObj)->Serialize(*this);
    }
}
```

欲写入类别信息到文件中，首先要从「类别型录网」中取出CRuntimeClass 资料（还记得第3章的仿真吗？）

C

```
#define wNullTag      ((WORD)0)
#define wNewClassTag  ((WORD)0xFFFF)
#define wClassTag     ((WORD)0x8000)
#define dwBigClassTag ((DWORD)0x80000000)
#define wBigObjectTag ((WORD)0x7FFF)
#define nMaxMapCount  ((DWORD)0x3FFFFFFE)
```

A

```
void CArchive::WriteClass(const CRuntimeClass* pClassRef)
{
```

```
    if (pClassRef->m_wSchema == 0xFFFF)
    {
        TRACE1("Warning: Cannot call WriteClass/WriteObject for %hs.\n",
            pClassRef->m_lpszClassName);
        AfxThrowNotSupportedException();
    }
    ...
```

```
    DWORD nClassIndex;
```

本例CObList 串行内之元素种类 (也就是「CObject 衍生类别」) 只有一种 (CStroke), 所以nClassIndex 永远为1。于是输出资料8001。

```
    if ((nClassIndex = (DWORD)(*m_pStoreMap)[(void*)pClassRef]) != 0)
    {
```

```
        // previously seen class, write out the index tagged by high bit
        if (nClassIndex < wBigObjectTag)
```

```
            *this << (WORD)(wClassTag | nClassIndex);
```

```
        else
```

```
        {
```

```
            *this << wBigObjectTag;
```

```
            *this << (dwBigClassTag | nClassIndex);
```

```
        }
```

```
    }
    else
```

```
    {
```

```
        // store new class
```

遇到串行中的新元素 (新类别), 就输出资料FFFF。

```
        *this << wNewClassTag;
```

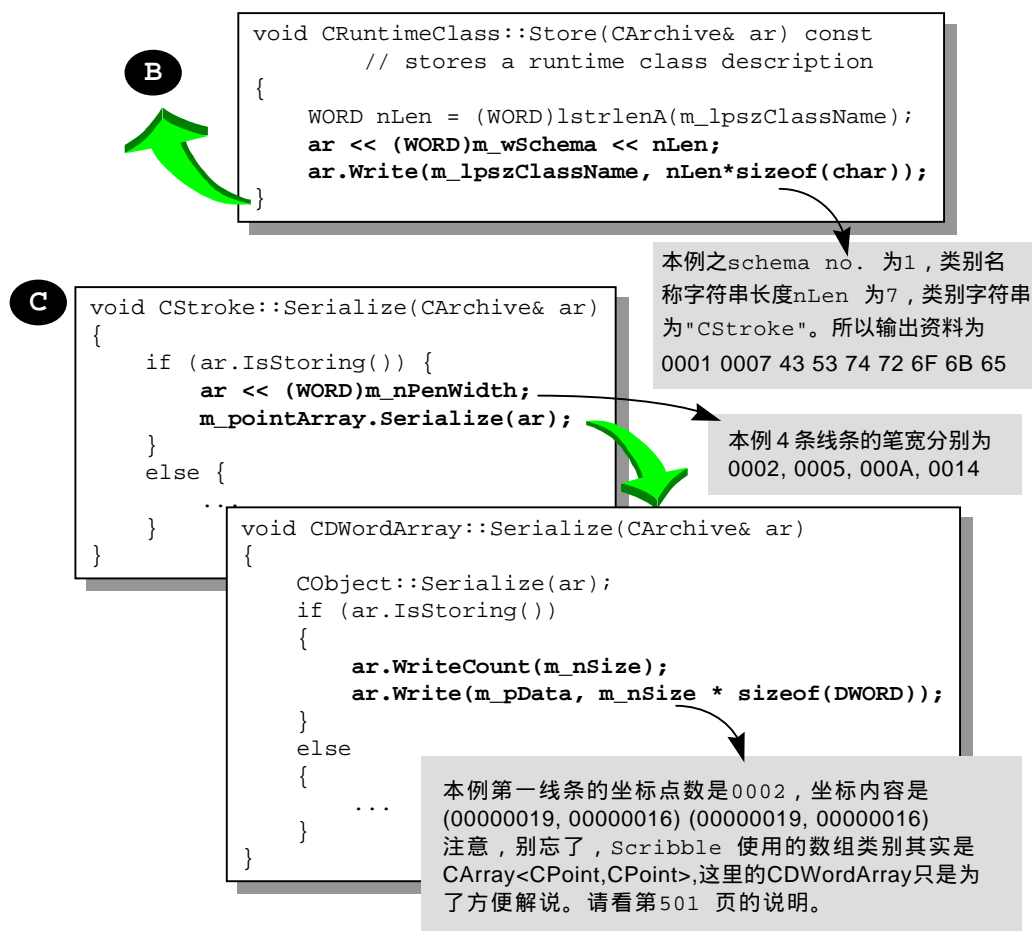
```
        pClassRef->Store(*this);
```

```
        ...
```

```
    }
```

```
}
```

下页



你属于打破砂锅问到底，不到黄河心不死那一型吗？这段刨根究底的过程应能解你疑惑。根据我的经验，经过这么一次巡礼，我们就能够透析MFC的内部运作并确实掌握MFC的类别运用了。换言之，我们现在到达知其所以然的境界了。

台面下的Serialize 读档奥秘

大大地喘口气吧，能够把MFC 的*Serialize* 写档动作完全摸透，是件值得慰劳自己的「功绩」。但是你只能轻松一下下，因为读档动作还没有讨论过，而读档绝不只是「写档的逆向操作」而已。

把对象从文件中读进来，究竟技术关键在哪里？读取资料当然没问题，问题是「Document/View/Frame 三口组」怎么产生？从文件中读进一个类别名称，又如何动态产生其对象？当我从文件读到"CStroke" 这个字符串，并且知道它代表一个类别名称，然后我怎么办？我能够这么做吗：

```
CString aStr;
... // read a string from file to aStr
CStroke* pStroke = new aStr;
```

不行！这是语言版的动态生成；没有任何一个C++ 编译器支持这种能力。那么我能够这么做吗：

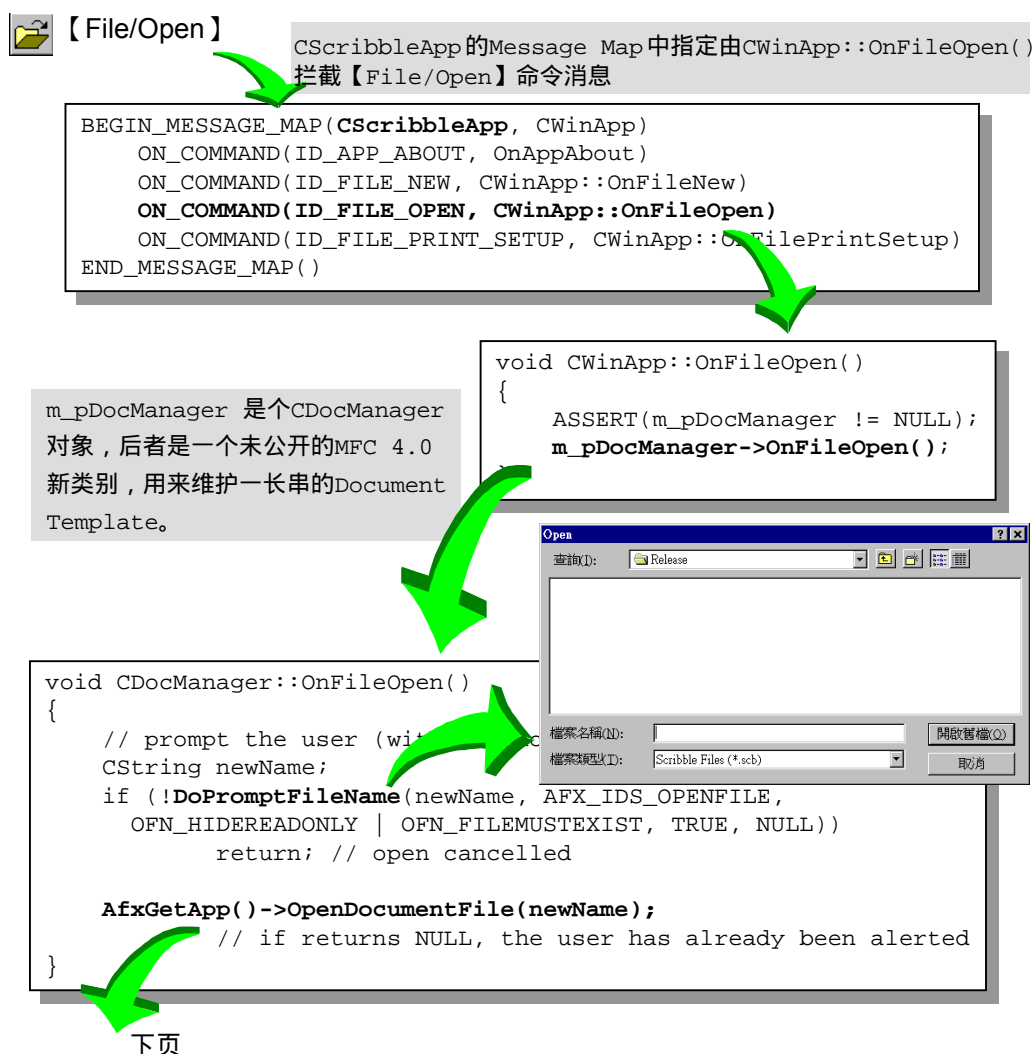
```
CString aStr;
CStroke* pStroke;
... // read a string from file to aStr
if (aStr == CString("CStroke"))
    CStroke* pStroke = new CStroke;
else if (aStr == CString("C1"))
    C1* pC1 = new C1;
else if (aStr == CString("C2"))
    C2* pC2 = new C2;
else if (aStr == CString("C3"))
    C1* pC3 = new C3;
else ...
```

可以，但真是粗糙啊。万一再加上一种新类别呢？万一又加上一种新类别呢？不胜其扰也！

第3章已经提出动态生成的观念以及实作方式了。主要关键还在于一个「类别型录网」。这个型录网就是*CRuntimeClass* 组成的一个串行。每一个想要享有动态生成机能的类别，都应该在「类别型录网」上登记有案，登记资料包括对象的构造函数的指针。也就是说，上述那种极不优雅的比对动作，被MFC 巧妙地埋起来了；应用程序可以风姿优雅地，

单单使用`DECLARE_SERIAL`和`IMPLEMENT_SERIAL`两个宏，就获得文件读写以及动态生成两种机制。

我将仿效前面对于写档动作的探索，看看读文件的程序如何。



```
CDocument* CWinApp::OpenDocumentFile(LPCTSTR lpszFileName)
{
    ASSERT(m_pDocManager != NULL);
    return m_pDocManager->OpenDocumentFile(lpszFileName);
}
```

很多原先在CWinApp 中做掉的有关于Document Template 的工作，如AddDocTemplate、OpenDocumentFile 和NewDocumentFile，自从MFC 4.0 之后已隔离出来由CDocManager 负责。

```
CDocument* CDocManager::OpenDocumentFile(LPCTSTR lpszFileName)
{
    // find the highest confidence
    CDocTemplate* pBestTemplate = NULL;
    CDocument* pOpenDocument = NULL;
    TCHAR szPath[_MAX_PATH];
    ... //从「Document Template 串行」中找出最适当之template，
    ... //放到pBestTemplate 中。
    return pBestTemplate->OpenDocumentFile(szPath);
}
```

由于CMultiDocTemplate改写了OpenDocumentFile，所以调用的是CMultiDocTemplate::OpenDocumentFile。

下页

```

CDocument* CMultiDocTemplate::OpenDocumentFile(LPCTSTR lpszPathName,
        BOOL bMakeVisible)
{
    CDocument* pDocument = CreateNewDocument();
    ...
    CFrameWnd* pFrame = CreateNewFrame(pDocument, NULL);
    ...

    if (lpszPathName == NULL)
    {
        // create a new document - with default document name
        ...
    }
    else
    {
        // open an existing document
        CWaitCursor wait;
        if (!pDocument->OnOpenDocument(lpszPathName))
        {
            ...
        }
        pDocument->InitDocument(lpszPathName);
    }

    BOOL CScribbleDoc::OnOpenDocument(LPCTSTR lpszPathName)
    {
        if (!CDocument::OnOpenDocument(lpszPathName))
            return FALSE;
        InitDocument();
        return TRUE;
    }

    InitialUpdateFrame(pFrame, pDocument, bMakeVisible);
    return pDocument;
}

```

由于CScribbleDoc 改写了OnOpenDocument，
所以调用的是CScribbleDoc::OnOpenDocument

源代码请见本章前部之“CDocTemplate管理
CDocument/CView/CFrameWnd”一节。

下页

```

BOOL CDocument::OnOpenDocument(LPCTSTR lpszPathName)
{
    CFileException fe;
    CFile* pFile = GetFile(lpszPathName,
        CFile::modeRead|CFile::shareDenyWrite, &fe);

    DeleteContents();
    SetModifiedFlag(); // dirty during de-serialize

    CArchive loadArchive(pFile, CArchive::load |
        CArchive::bNoFlushOnDelete);
    loadArchive.m_pDocument = this;
    loadArchive.m_bForceFlat = FALSE;
    TRY
    {
        CWaitCursor wait;
        if (pFile->GetLength() != 0)
            Serialize(loadArchive); // load me
        loadArchive.Close();
        ReleaseFile(pFile, FALSE);
    }
    ...
}
    
```

由于 CScribbleDoc 改写了Serialize
所以调用的是CScribbleDoc::Serialize

```

void CScribbleDoc::Serialize(CArchive& ar)
{
    ...
    m_strokeList.Serialize(ar);
}
    
```

```

void CObList::Serialize(CArchive& ar)
{
    CObject::Serialize(ar);
    if (ar.IsStoring())
    {
        ...
    }
    else
    {
        DWORD nNewCount = ar.ReadCount();
        CObject* newData;
        while (nNewCount--)
        {
            ar >> newData;
            AddTail(newData);
        }
    }
}
    
```

本例读入 0004

for
loop

operator>> 被多载 (overloading) 化

```

_AFX_INLINE CArchive& AFXAPI operator>>(CArchive& ar,
    CObject*& pObj)
{ pObj = ar.ReadObject(NULL); return ar; }
    
```

调用 CArchive::ReadObject

下页


```

CObject* CArchive::ReadObject(const CRuntimeClass*
pClassRefRequested)
{
    ...
    // attempt to load next stream as CRuntimeClass
    UINT nSchema;
    DWORD obTag;
    CRuntimeClass* pClassRef = ReadClass(pClassRefRequested,
&nSchema, &obTag);

    // check to see if tag to already loaded object
    CObject* pObj;
    if (pClassRef == NULL)
    { ... }
    else
    {
        // allocate a new object based on the class
        pObj = pClassRef->CreateObject();

        // Add to mapping array BEFORE de-serialize
        CheckCount();
        m_pLoadArray->InsertAt(pObj);

        // Serialize the object
        UINT nSchemaSave = m_nObjectSchema;
        m_nObjectSchema = nSchema;
        pObj->Serialize(*this);
        m_nObjectSchema = nSchemaSave;
    }

    return pObj;
}

```

IMPLEMENT_SERIAL(CStroke,...)
曾展开出一个函数如下，此即动态生
成的奥秘：

```

CObject* PASCAL CStroke::CreateObject()
{
    return new CStroke;
}

```

调用 CStroke::Serialize

```

CRuntimeClass* CArchive::ReadClass(const CRuntimeClass* pClassRefRequested,
UINT* pSchema, DWORD* pObTag)
{
    WORD wTag;
    *this >> wTag;

    ...
    CRuntimeClass* pClassRef;
    UINT nSchema;
    if (wTag == wNewClassTag)
    {
        // new object follows a new class id
        if ((pClassRef = CRuntimeClass::Load(*this, &nSchema)) == NULL)
        { ... }
    }
    else
    {
        DWORD nClassIndex;
        // 判断nClassIndex 为旧类别，于是从类别型录网中取出
        // 其CRuntimeClass，放在pClassRef 中。
        ...
    }
    ...
    return pClassRef;
}

```

本例读入FFFF

```

B CRuntimeClass* PASCAL CRuntimeClass::Load(CArchive& ar,
      UINT* pwSchemaNum) // loads a runtime class description
{
    WORD nLen;
    char szClassName[64];
    CRuntimeClass* pClass;

    WORD wTemp;
    ar >> wTemp;
    *pwSchemaNum
    ar >> nLen;

    if (nLen >= _countof(szClassName) ||
        ar.Read(szClassName, nLen*sizeof(char)) != nLen*sizeof(char))
    {
        return NULL;
    }
    szClassName[nLen] = '\0';

    // search app specific classes
    AFX_MODULE_STATE* pModuleState = AfxGetModuleState();
    AfxLockGlobals(CRIT_RUNTIMECLASSLIST);
    for (pClass = pModuleState->m_classList; pClass != NULL;
        pClass = pClass->m_pNextClass)
    {
        if (lstrcmpA(szClassName, pClass->m_lpszClassName) == 0)
        {
            AfxUnlockGlobals(CRIT_RUNTIMECLASSLIST);
            return pClass;
        }
    }
    ...
}

```

本例读入 0001

本例读入 0007

本例读入 "CStroke"

检验整个「类别型录网」

D

```

void CStroke::Serialize(CArchive& ar)
{
    if (ar.IsStoring())
    {
        ...
    }
    else
    {
        WORD w;
        ar >> w;
        m_nPenWidth = w;
        m_pointArray.Serialize(ar);
    }
}

```

本例读入 0002

```

void CDWordArray::Serialize(CArchive& ar)
{
    CObject::Serialize(ar);

    if (ar.IsStoring())
    {
        ...
    }
    else
    {
        DWORD nOldSize = ar.ReadCount();
        SetSize(nOldSize);
        ar.Read(m_pData, m_nSize * sizeof(DWORD));
    }
}

```

本例读入 0002

本例读入 00000019, 00000016, 00000019, 00000016
 注意，别忘了，Scribble 使用的数组类别其实是
 CArray<CPoint, CPoint>，这里的 CDWordArray
 只是为了方便解说。请看本章“台面上的Serialize 动作(#501页)”中的方块说明。

DYNAMIC / DYNCREATE / SERIAL 三“宏”

我猜你被三组看起来难分难解的宏困扰着，它们是：

- *DECLARE_DYNAMIC / IMPLEMENT_DYNAMIC*
- *DECLARE_DYNCREATE / IMPLEMENT_DYNCREATE*
- *DECLARE_SERIAL / IMPLEMENT_SERIAL*

事实上我已经在第 3 章揭露其源代码及其观念了。这里再以图8-7 三张图片把宏原始码、展开结果、以及带来的影响做个整理。*SERIAL* 宏中比较令人费解的是它对>> 运算子的多载动作。稍后我有一个*CArchive* 小节，会交待其中细节。

你将在图8-7abc 中看到几个令人困惑的大写常数，像是AFXAPI、AFXDATA 等等。它们的意义可以在VC++ 5.0 的\DEVSTUDIO\VC\MFC\INCLUDE\AFXVER.H 中获得：

```
// AFXAPI is used on global public functions
#ifndef AFXAPI
    #define AFXAPI __stdcall
#endif

#define AFX_DATA
#define AFX_DATADEF
```

后二者就像afx_msg 一样（我曾经在第 6 章的Hello MFC 源代码一出现之后解释过），是一个"intentional placeholder"，可能在将来会用到，目前则为「无物」。尔曰显浅，彼云艰深，唯其深入，所以浅出

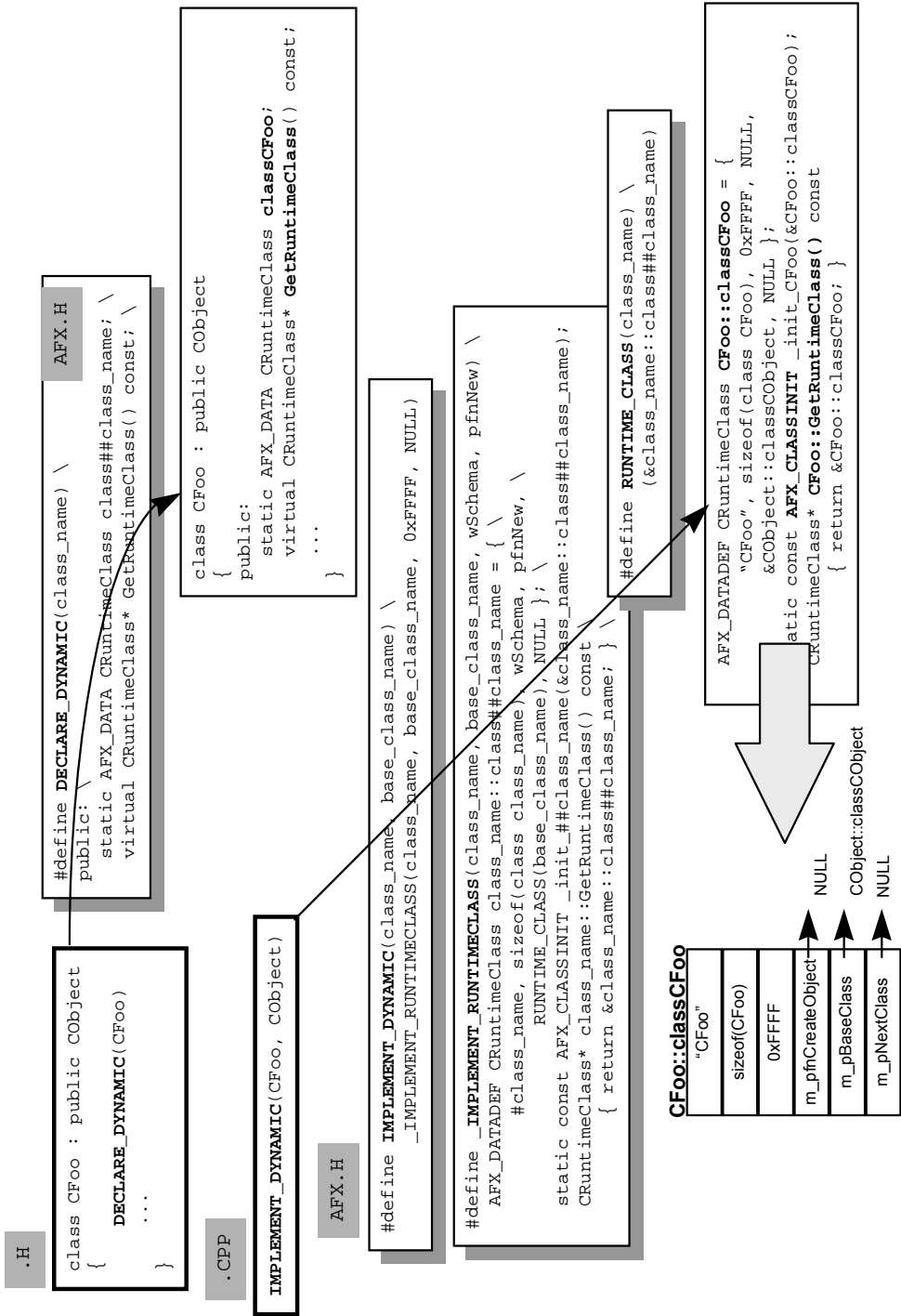


圖 8-7a DECLARE_DYNAMIC / IMPLEMENT_DYNAMIC

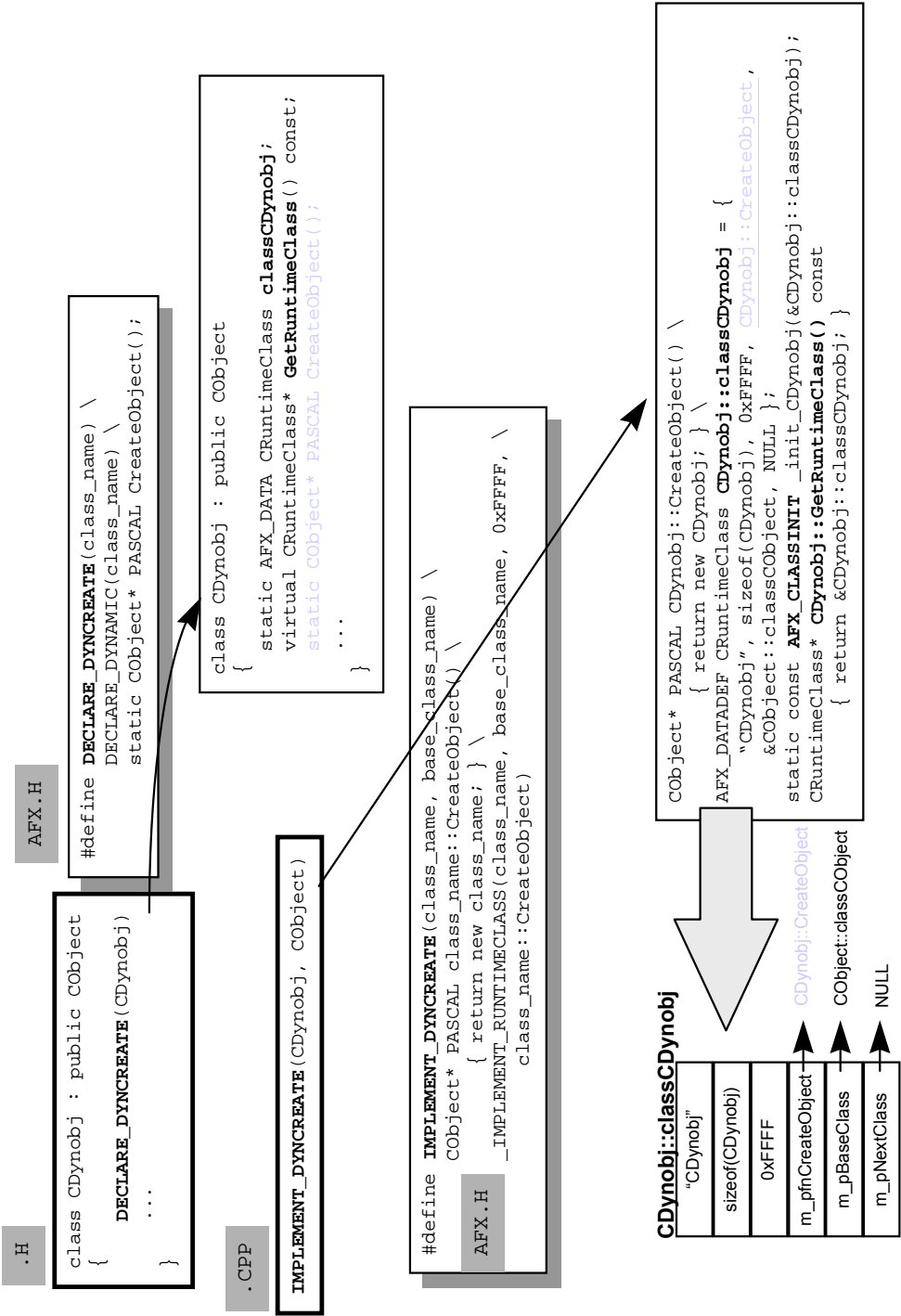


圖8-7b DECLARE_DYNCREATE / IMPLEMENT_DYNCREATE

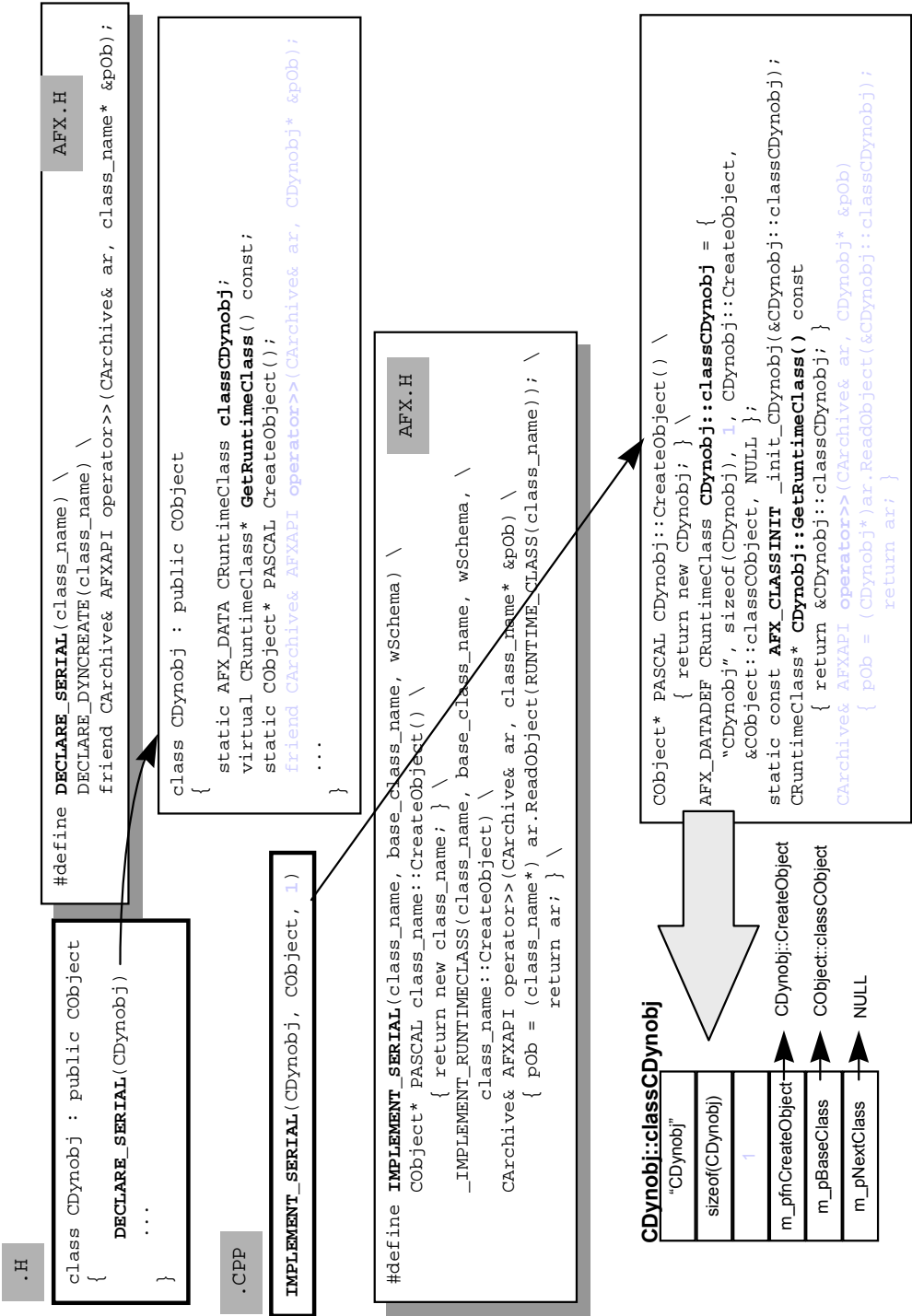


圖 8-7c DECLARE_SERIAL / IMPLEMENT_SERIAL

DYNAMIC / DYNCREATE / SERIAL 三套宏分别在 *CRuntimeClass* 所组成的「类类型录网」中填写不同的记录，使MFC 类别（以及你自己的类别）分别具备三个等级的性能：

- 基础机能以及对象诊断（可利用 *afxDump* 输出诊断消息），以及Run Time Type Information（RTTI）。也有人把RTTI 称为Run Time Class Information（RTCI）。
- 动态生成（Dynamic Creation）
- 文件读写（Serialization）

你的类别究竟拥有什么等级的性能，得视其所使用的宏而定。三组宏分别实现不同等级的功能，如图8-8。

宏 \ 功能	RTTI CObject::IsKindOf	Dynamic Creation CRuntimeClass::CreateObject	Serialize CArchive::operator>> CArchive::operator<<
DYNAMIC	Yes	No	No
DYNCREATE	Yes	Yes	No
SERIAL	Yes	Yes	Yes

图8-8 三组宏分别实现不同等级的功能。

Scribble Step1 程序中与主结构相关的六个类别，所使用的各式宏整理如下：

类别名称	基础类别	使用之宏
CScribbleApp	CWinApp	None
CMainFrame	CMDIFrameWnd	DECLARE_DYNAMIC(CMainFrame) IMPLEMENT_DYNAMIC(CMainFrame, CMDIFrameWnd)
CChildFrame	CMDIChildWnd	DECLARE_DYNCREATE(CChildFrame) IMPLEMENT_DYNCREATE(CChildFrame, CMDIChildWnd)
CScribbleDoc	CDocument	DECLARE_DYNCREATE(CScribbleDoc) IMPLEMENT_DYNCREATE(CscribbleDoc, CDocument)
CStroke	CObject	DECLARE_SERIAL(CStroke) IMPLEMENT_SERIAL(Cstroke, Cobject, 1)
CScribbleView	CView	DECLARE_DYNCREATE(CScribbleView) IMPLEMENT_DYNCREATE(CscribbleView, CView)

Serializable 的必要条件

欲让一个对象有Serialize 能力，它必须衍生自一个Serializable 类别。一个类别意欲成为Serializable，必须有下列五大条件；至于其原因，前面的讨论已经全部交待过了。

1. 从CObject 衍生下来。如此一来可保有RTTI、Dynamic Creation 等机能。
2. 类别的声明部份必须有DECLARE_SERIAL 宏。此宏需要一个参数：类别名称。
3. 类别的实作部份必须有IMPLEMENT_SERIAL 宏。此宏需要三个参数：一是类别名称，二是父类别名称，三是schema no.。
4. 改写Serialize 虚拟函数，使它能够适当地把类别的成员变量写入文件中。
5. 为此类别加上一个default 构造式（也就是无参数之构造式）。这个条件常为人所忽略，但它是必要的，因为若一个对象来自文件，MFC 必须先动态生成它，而且在没有任何参数的情况下调用其构造式，然后才从文件中读出对象资料。

如此，让我们再复习一次本例之 *CStroke*，看看是否符合上述五大条件：

```
// in SCRIBBLEDOC.H
class CStroke : public CObject //衍生自CObject (条件1)
{
public:
    CStroke(UINT nPenWidth);

protected:
    CStroke(); //拥有一个default constructor (条件5)
    DECLARE_SERIAL(CStroke) //使用SERIAL 宏 (条件2)

protected:
    UINT m_nPenWidth;
public:
    CArray<CPoint,CPoint> m_pointArray;

public:
    virtual void Serialize(CArchive& ar); //改写Serialize 函数 (条件4)
};

// in SCRIBBLEDOC.CPP
IMPLEMENT_SERIAL(CStroke, CObject, 1) //使用 SERIAL 宏 (条件3)

CStroke::CStroke() //拥有一个default constructor (条件5)
{
    // This empty constructor should be used by serialization only
}

void CStroke::Serialize(CArchive& ar) // 改写Serialize 函数 (条件4)
{
    CObject::Serialize(ar); // 手册上告诉我们最好先调用此函数。
                           // 目前MFC 版本中它是空函数，所以不调用也没关系。
    if (ar.IsStoring())
    {
        ar << (WORD)m_nPenWidth;
        m_pointArray.Serialize(ar);
    }
    else
    {
        WORD w;
        ar >> w;
        m_nPenWidth = w;
        m_pointArray.Serialize(ar);
    }
}
```

CObject 类别

为什么绝大部份的MFC 类别，以及许多你自己的类别，都要从*CObject* 衍生下来呢？因为当一个类别衍生自*CObject*，它也就继承了许多重要的性质。*CObject* 这个「老祖宗」至少提供两个机能（两个虚拟函数）：*IsKindOf*和*IsSerializable*。

IsKindOf

当Framework 掌握「类别型录网」这张王牌，要设计出*IsKindOf*根本不是问题。所谓*IsKindOf*就是RTTI 的化身，用白话说就是「xxx 对象是一种xxx 类别吗？」例如「长臂猿是一种哺乳类吗？」「蓝鲸是一种鱼类吗？」凡支持RTTI 的程序就必须接受这类询问，并对前者回答Yes，对后者回答No。

下面是*CObject::IsKindOf* 虚拟函数的源代码：

```
// in OBJCORE.CPP
BOOL CObject::IsKindOf(const CRuntimeClass* pClass) const
{
    // simple SI case
    CRuntimeClass* pClassThis = GetRuntimeClass();
    return pClassThis->IsDerivedFrom(pClass);
}

                                ↓
BOOL CRuntimeClass::IsDerivedFrom(const CRuntimeClass* pBaseClass) const
{
    // simple SI case
    const CRuntimeClass* pClassThis = this;
    while (pClassThis != NULL)
    {
        if (pClassThis == pBaseClass)
            return TRUE;
        pClassThis = pClassThis->m_pBaseClass;
    }
    return FALSE;           // walked to the top, no match
}
```

这项作为，也就是在图8-9 中借着*m_pBaseClass* 寻根。只要在寻根过程中比对成功，就传回*TRUE*，否则传回*FALSE*。而你知道，图8-9 的「类别型录网」是靠 *DECLARE_DYNAMIC* 和 *IMPLEMENT_DYNAMIC* 宏构造起来的。第3 章的

「RTTI」一节对此多有说明。

IsSerializable

一个类别若要能够进行Serialization 动作，必须准备Serialize 函数，并且在「类别型录网」中自己的那个CRuntimeClass 元素里的schema 字段里设立0xFFFF 以外的号码，代表资料格式的版本（这样才能提供机会让设计较佳的Serialize 函数能够区分旧版资料或新版资料，避免牛头不对马嘴的困惑）。这些都是DECLARE_SERIAL 和 IMPLEMENT_SERIAL 宏的责任范围。

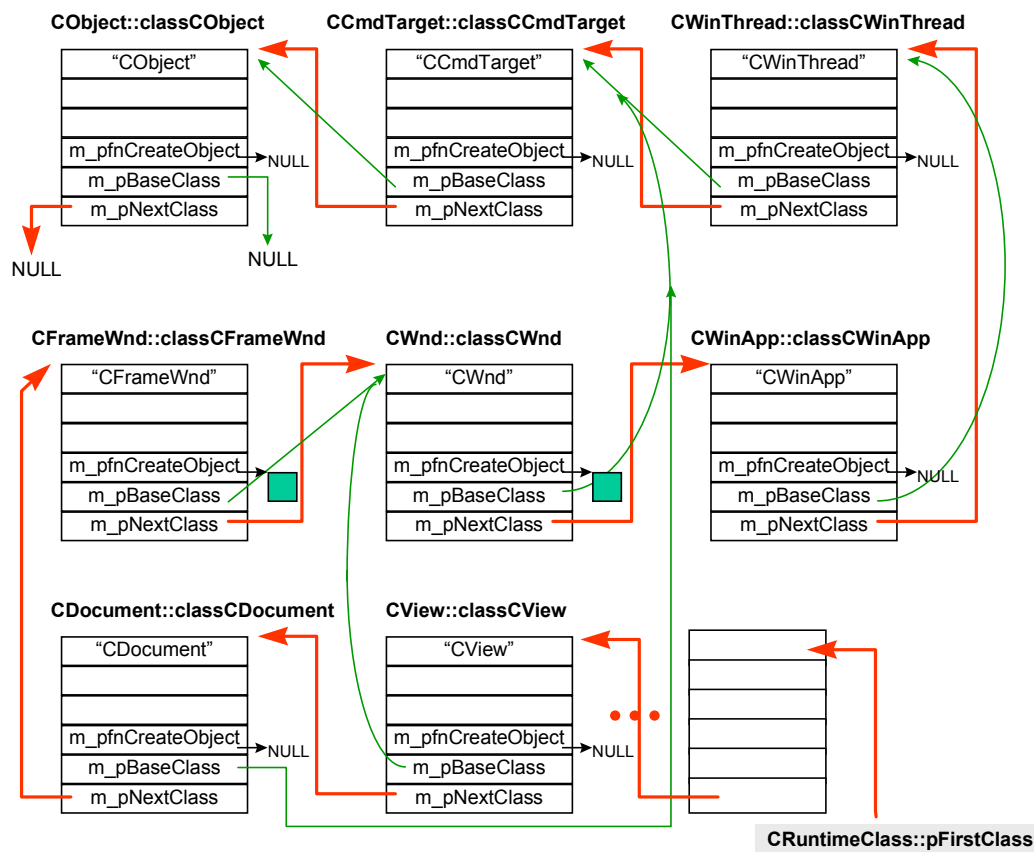


图8-9 DECLARE_ 和IMPLEMENT_ 宏合力构造起这张网。于是RTTI

和Dynamic Creation 和Serialization 等机能便可轻易达成。

CObject 提供了一个虚拟函数，让程序在执行时期判断某类别的schema 号码是否为 0xFFFF，藉此得知它是否可以Serialize：

```

BOOL CObject::IsSerializable() const
{
    return (GetRuntimeClass()->m_wSchema != 0xffff);
}

```

CObject::Serialize

这是一个虚拟函数。每一个希望具备Serialization 能力的类别都应该改写它。事实上 Wizard 为我们做出来的程序代码中也都会自动加上这个函数的调用动作。MFC 手册上总是说，每一个你所改写的*Serialize* 函数都应该在第一时间调用此一函数，那么是不是 *CObject::Serialize* 之中有什么重要的动作？

```

// in AFX.INL
_AFX_INLINE void CObject::Serialize(CArchive&)
{ /* CObject does not serialize anything by default */ }

```

不，什么也没有。所以，现阶段（至少截至MFC 4.0）你可以不必理会手册上的谆谆告诲。然而，Microsoft 很有可能改变*CObject::Serialize* 的内容，届时没有遵循告诲的人恐怕就后悔了。

CArchive 类别

谈到Serialize 就不能不谈*CArchive*，因为serialize 的对象（无论读或写）是一个 *CArchive* 对象，这一点相信你已经从上面数节讨论中熟悉了。基本上你可以想象archive 相当于文件，不过它其实是文件之前的一个内存缓冲区。所以我们才会在前面的「台面下的Serialize 奥秘」中看到这样的动作：

```

BOOL CDocument::OnSaveDocument(LPCTSTR lpszPathName)
{
    CFile* pFile = NULL;
    pFile = GetFile(lpszPathName, CFile::modeCreate |
        CFile::modeReadWrite | CFile::shareExclusive, &fe);
    // 令file 和archive 产生关联
}

```

```

        CArchive saveArchive(pFile, CArchive::store |
                               CArchive::bNoFlushOnDelete);
        ...
        Serialize(saveArchive);    //对着 archive 做serialize 动作
        ...
        saveArchive.Close();
        ReleaseFile(pFile, FALSE);
    }

    BOOL CDocument::OnOpenDocument(LPCTSTR lpszPathName)
    {
        CFile* pFile = GetFile(lpszPathName,
                                CFile::modeRead|CFile::shareDenyWrite, &fe);

        // 令file 和archive 产生关联
        CArchive loadArchive(pFile, CArchive::load |
                               CArchive::bNoFlushOnDelete);
        ...
        Serialize(loadArchive);    // 对着archive 做serialize 动作
        ...
        loadArchive.Close();
        ReleaseFile(pFile, FALSE);
    }

```

operator<< 和 operator>>

CArchive 针对许多C++ 数据类型、Windows 数据类型以及CObject 衍生类别，定义 operator<< 和operator>> 多载运算符：

```

// in AFX.H
class CArchive
{
public:
    // Flag values
    enum Mode { store = 0, load = 1, bNoFlushOnDelete = 2, bNoByteSwap = 4 };
    CArchive(CFile* pFile, UINT nMode, int nBufSize = 4096, void* lpBuf = NULL);
    ~CArchive();

    // Attributes
    BOOL IsLoading() const;
    BOOL IsStoring() const;
    BOOL IsByteSwapping() const;
    BOOL IsBufferEmpty() const;

    CFile* GetFile() const;

```

```

UINT GetObjectSchema(); // only valid when reading a CObject*
void SetObjectSchema(UINT nSchema);

// pointer to document being serialized -- must set to serialize
// COleClientItems in a document!
CDocument* m_pDocument;

// Operations
UINT Read(void* lpBuf, UINT nMax);
void Write(const void* lpBuf, UINT nMax);
void Flush();
void Close();
void Abort(); // close and shutdown without exceptions

// reading and writing strings
void WriteString(LPCTSTR lpsz);
LPTSTR ReadString(LPTSTR lpsz, UINT nMax);
BOOL ReadString(CString& rString);

public:
    // Object I/O is pointer based to avoid added construction overhead.
    // Use the Serialize member function directly for embedded objects.
    friend CArchive& AFXAPI operator<<(CArchive& ar, const CObject* pObj);

    friend CArchive& AFXAPI operator>>(CArchive& ar, CObject*& pObj);
    friend CArchive& AFXAPI operator>>(CArchive& ar, const CObject*& pObj);

    // insertion operations
    CArchive& operator<<(BYTE by);
    CArchive& operator<<(WORD w);
    CArchive& operator<<(LONG l);
    CArchive& operator<<(DWORD dw);
    CArchive& operator<<(float f);
    CArchive& operator<<(double d);

    CArchive& operator<<(int i);
    CArchive& operator<<(short w);
    CArchive& operator<<(char ch);
    CArchive& operator<<(unsigned u);

    // extraction operations
    CArchive& operator>>(BYTE& by);
    CArchive& operator>>(WORD& w);
    CArchive& operator>>(DWORD& dw);
    CArchive& operator>>(LONG& l);
    CArchive& operator>>(float& f);
    CArchive& operator>>(double& d);

```

```

CArchive& operator>>(int& i);
CArchive& operator>>(short& w);
CArchive& operator>>(char& ch);
CArchive& operator>>(unsigned& u);

// object read/write
CObject* ReadObject(const CRuntimeClass* pClass);
void WriteObject(const CObject* pObj);
// advanced object mapping (used for forced references)
void MapObject(const CObject* pObj);

// advanced versioning support
void WriteClass(const CRuntimeClass* pClassRef);
CRuntimeClass* ReadClass(const CRuntimeClass* pClassRefRequested = NULL,
    UINT* pSchema = NULL, DWORD* pObjTag = NULL);
void SerializeClass(const CRuntimeClass* pClassRef);
...
protected:
    // array/map for CObject* and CRuntimeClass* load/store
    UINT m_nMapCount;
    union
    {
        CPtrArray* m_pLoadArray;
        CMapPtrToPtr* m_pStoreMap;
    };
    // map to keep track of mismatched schemas
    CMapPtrToPtr* m_pSchemaMap;
    ...
};

```

这些多载运算符均定义于AFX.INL 文件中。另有些函数可能你会觉得眼熟，没错，它们在稍早的「台面下的Serialize 奥秘」中已经出现过了，它们是*ReadObject*、*WriteObject*、*ReadClass*、*WriteClass*。

各种类型的operator>> 和operator<< 多载运算符，正是为什么你可以将各种类型的资料（甚至包括*CObject*）读出或写入archive 的原因。一个「C++ 类别」（而非一般资料类型）如果希望有Serialization 机制，它的第一要件就是直接或间接衍生自*CObject*，为的是希望自*CObject* 继承下列三个运算符：

```

// in AFX.INL
_AFX_INLINE CArchive& AFXAPI operator<<(CArchive& ar, const CObject* pObj)
{ ar.WriteObject(pObj); return ar; }
_AFX_INLINE CArchive& AFXAPI operator>>(CArchive& ar, CObject*& pObj)

```



```

        { pOb = ar.ReadObject(NULL); return ar; }
_AFX_INLINE CArchive& AFXAPI operator>>(CArchive& ar, const CObject*& pOb)
        { pOb = ar.ReadObject(NULL); return ar; }

```

其中 *CArchive::WriteObject* 先把类别的 *CRuntimeClass* 信息写出，再调用类别的 *Serialize* 函数。*CArchive::ReadObject* 的行为类似，先把类别的 *CRuntimeClass* 信息读入，再调用类别的 *Serialize* 函数。*Serialize* 是 *CObject* 的虚拟函数，因此你必须确定你的类别改写的 *Serialize* 函数的回返值和参数类型都符合 *CObject* 中的声明：传回值为 *void*，唯一一个参数为 *CArchive&*。

注意：*CString*、*CRect*、*CSize*、*CPoint* 并不衍生自 *CObject*，但它们也可以直接使用针对 *CArchive* 的 << 和 >> 运算符，因为它们自己设计了一套：

```

// in AFX.H
class CString
{
    friend CArchive& AFXAPI operator<<(CArchive& ar, const CString& string);
    friend CArchive& AFXAPI operator>>(CArchive& ar, CString& string);
    ...
};

// in AFXWIN.H
// Serialization
CArchive& AFXAPI operator<<(CArchive& ar, SIZE size);
CArchive& AFXAPI operator<<(CArchive& ar, POINT point);
CArchive& AFXAPI operator<<(CArchive& ar, const RECT& rect);
CArchive& AFXAPI operator>>(CArchive& ar, SIZE& size);
CArchive& AFXAPI operator>>(CArchive& ar, POINT& point);
CArchive& AFXAPI operator>>(CArchive& ar, RECT& rect);

```

一个类别如果希望有 *Serialization* 机制，它的第二要件就是使用 *SERIAL* 宏。这个巨集包容 *DYNCREATE* 宏，并且在类别的声明之中加上：

```
friend CArchive& AFXAPI operator>>(CArchive& ar, class_name* &pOb);
```

在类别的实作档中加上：

```

CArchive& AFXAPI operator>>(CArchive& ar, class_name* &pOb) \
    { pOb = (class_name*) ar.ReadObject(RUNTIME_CLASS(class_name)); \
      return ar; } \

```

如果我的类别名为 *CStroke*，那么经由

```
class CStroke : public CObject
{
    ...
    DECLARE_SERIAL(CStroke)
}
```

和

```
IMPLEMENT_SERIAL(CStroke, CObject, 1)
```

我就获得了两组和 *CArchive* 读写动作的关键性程序代码：

```
class CStroke : CObject
{
    ...
    friend CArchive& AFXAPI operator>>(CArchive& ar, CStroke* &pOb);
}

CArchive& AFXAPI operator>>(CArchive& ar, CStroke* &pOb)
{ pOb = (CStroke*) ar.ReadObject(RUNTIME_CLASS(CStroke));
  return ar; }
```

好，你看到了，为什么只改写 *operator>>*，而没有改写 *operator<<*？原因是 *WriteObject* 并不需要 *CRuntimeClass* 信息，但 *ReadObject* 需要，因为在读完文件后还要做动态生成的动作。

效率考量

我想你一定在前面解剖文件档倾印码时就注意到了，当文件文件内含有许多对象资料时，凡对象隶属同一类别者，只有第一个对象才连同类别的 *CRuntimeClass* 信息一并写入，此后同类别之对象仅以一个代码表示，例如图8-6c 中时而出现的8001 代码。为了效率的考量，这是有必要的。想想看，如果一张 *Scribble* 图形有成千上万个线条，难不成要写入成千上万个 *CStroke* 信息不成？在哈滴（Hard Disk）极为便宜的今天，考虑的重点并不是文件的大小，而是文件大小背后所影响的读写时间，以及网络传输时间。别忘了，一切桌上的东西都将跃于网上。

CArchive 维护类别信息的作法是，当它做输出动作，对象名称以及参考值被维护在一个 map 之中；当它做读入动作，它把对象维护在一个 array 之中。*CArchive* 中的成员变量

m_pSchemaMap 就是为此而来：

```
union
{
    CPtrArray* m_pLoadArray;
    CMapPtrToPtr* m_pStoreMap;
};
// map to keep track of mismatched schemas
CMapPtrToPtr* m_pSchemaMap;
```

自定 SERIAL 宏给抽象类别使用

你是知道的，所谓抽象类别就是包含纯虚拟函数的类别，所谓纯虚拟函数就是只有声明没有定义的虚拟函数。所以，你不可能将抽象类别具现化（instantiated）
IMPLEMENT_SERIAL 展开所得的这段码：

```
CObject* PASCAL class_name::CreateObject() \
{ return new class_name; } \
```

面对如果一个抽象类别 *class_name* 就行不通了，编译时会产生错误消息。这时你得自行定义宏如下：

```
#define IMPLEMENT_SERIAL_MY(class_name, base_class_name, wSchema) \
    _IMPLEMENT_RUNTIMECLASS(class_name, base_class_name, wSchema, NULL) \
    CArchive& AFXAPI operator>>(CArchive& ar, class_name* &pOb) \
    { pOb = (class_name*) ar.ReadObject(RUNTIME_CLASS(class_name)); \
      return ar; } \
```

也就是，令 *CreateObject* 函数为 *NULL*，这才能够使用于抽象类别之中。

在 CObList 中加入 CStroke 以外的类别

Scribble Document 倾印码中的那个代表「旧类别」的8001 一直令我如坐针毡。不知道什么情况下会出现8002？或是8003？或是什么其它东东。因此，我打算做点测试。除了 *CStroke*，我打算再加上 *CRectangle* 和 *CCircle* 两个类别，并把其对象挂到 *CObList* 中。这个修改纯粹为了测试不同类别写到文件档中会造成什么后果，没有考虑使用者介面或任何外围因素，我并不是真打算为 Scribble 加上画四方形和画圆形的功能（不过如

果你喜欢，这倒是能够给你作为一个导引），所以我把Step1 拷贝一份，在拷贝版上做文章。

首先我必须声明 *CCircle* 和 *CRectangle*。在新文件中做这件事当然可以，但考虑到简化问题，以及它们与 *CStroke* 可能会有彼此前置参考的情况，我还是把它们放在原有的 *ScribbleDoc.h* 中好了。为了能够§ *Serialize*”，它们都必须衍生自 *CObject*，使用 *DECLARE_SERIAL* 宏，并改写 *Serialize* 虚拟函数，而且拥有 default constructor。

CRectangle 有一个成员变量 *CRect m_rect*，代表四方形的四个点；*CCircle* 有一个成员变量 *CPoint m_center* 和一个成员变量 *UINT m_radius*，代表圆心和半径：

```
#0001 class CRectangle : public CObject
#0002 {
#0003 public:
#0004     CRectangle(CRect rect);
#0005
#0006 protected:
#0007     CRectangle();
#0008     DECLARE_SERIAL(CRectangle)
#0009
#0010 // Attributes
#0011     CRect m_rect;
#0012
#0013 public:
#0014     virtual void Serialize(CArchive& ar);
#0015 };
#0016
#0017 class CCircle : public CObject
#0018 {
#0019 public:
#0020     CCircle(CPoint center, UINT radius);
#0021
#0022 protected:
#0023     CCircle();
#0024     DECLARE_SERIAL(CCircle)
#0025
#0026 // Attributes
#0027     CPoint      m_center;
#0028     UINT        m_radius;
#0029
#0030 public:
#0031     virtual void Serialize(CArchive& ar);
#0032 };
```

接下来我必须在ScribbleDoc.cpp 中使用*IMPLEMENT_SERIAL* 宏，并定义成员函数。

手册上要求每一个Serializable 类别都应该准备一个空的构造式（default constructor）。

照着做吧，免得将来遗憾：

```
#0001 IMPLEMENT_SERIAL(CRectangle, CObject, 1)
#0002
#0003 CRectangle::CRectangle()
#0004 {
#0005     // this empty constructor should be used by serialization only
#0006 }
#0007
#0008 CRectangle::CRectangle(CRect rect)
#0009 {
#0010     m_rect = rect;
#0011 }
#0012
#0013 void CRectangle::Serialize(CArchive& ar)
#0014 {
#0015     if (ar.IsStoring())
#0016     {
#0017         ar << m_rect;
#0018     }
#0019     else
#0020     {
#0021         ar >> m_rect;
#0022     }
#0023 }
#0024
#0025 IMPLEMENT_SERIAL(CCircle, CObject, 1)
#0026
#0027 CCircle::CCircle()
#0028 {
#0029     // this empty constructor should be used by serialization only
#0030 }
#0031
#0032 CCircle::CCircle(CPoint center, UINT radius)
#0033 {
#0034     m_radius = radius;
#0035     m_center = center;
#0036 }
#0037
#0038 void CCircle::Serialize(CArchive& ar)
#0039 {
#0040     if (ar.IsStoring())
```

```

#0041      {
#0042          ar << m_center;
#0043          ar << m_radius;
#0044      }
#0045      else
#0046      {
#0047          ar >> m_center;
#0048          ar >> m_radius;
#0049      }
#0050  }

```

接下来我应该改变使用者接口，加上菜单或工具栏，以便在涂鸦过程中得随时加上一个四方形或一个圆圈。但我刚才说了，我只是打算做个小小的文件档格式测试而已，所以简单化是我的最高指导原则。我打算搭现有之使用者接口的便车，也就是每次鼠标左键按下开始一条线条之后，再`new`一个四方形和一个圆形，并和线条一起加入`CObList`之中，然后才开始接受左键的坐标...

所以，我修改`CScribDoc::NewStroke` 函数如下：

```

#0001 CStroke* CScribDoc::NewStroke()
#0002 {
#0003     CStroke* pStrokeItem = new CStroke(m_nPenWidth);
#0004     CRectangle* pRectItem = new CRectangle(CRect(0x11,0x22,0x33,0x44));
#0005     CCircle* pCircleItem = new CCircle(CPoint(0x55,0x66),0x77);
#0006     m_strokeList.AddTail(pStrokeItem);
#0007     m_strokeList.AddTail(pRectItem);
#0008     m_strokeList.AddTail(pCircleItem);
#0009
#0010     SetModifiedFlag(); // Mark the document as having been modified,
#0011                       // for purposes of confirming File Close.
#0012     return pStrokeItem;
#0013 }

```

并将`scribbledoc.h` 中的`m_strokeList` 修改为：

```
CTypedPtrList<CObList, CObject*> m_strokeList;
```

重新编译联结，获得结果如图8-10a。图8-10b 对此结果有详细的剖析。

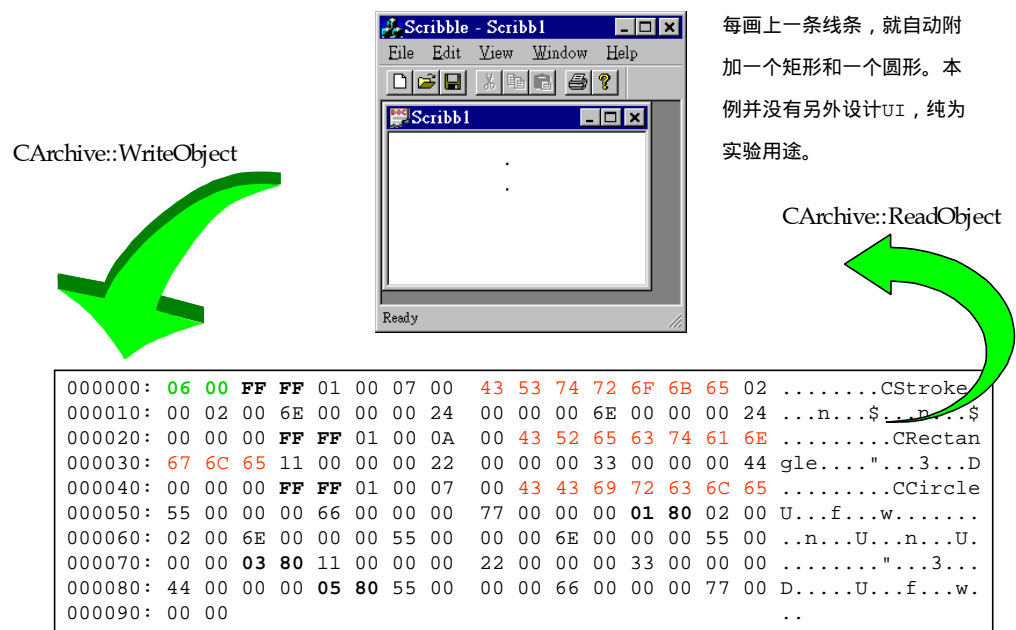
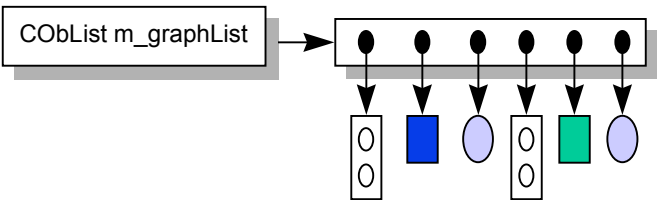


图8-10a TEST.SCB 文件内容，文件全长146 个字节。



每次鼠标左键按下，开始一条线条，图8-10a 中的程序立刻new 一个四方形和一个圆形，并和线条一起加入CObList 之中，然后才开始接受左键的坐标。所以图8-10a 的执行画面造成本图的数据结构。

数值 (hex)	说明
0006	表示此文件有六个 <i>COBList</i> 元素
FFFF	FFFF 亦即-1, 表示New Class Tag
0001	这是Schema no., 代表资料的版本号码
0007	表示后面接着的「类别名称」有7个字符
43 53 74 72 6F 6B 65	"CStroke" (类别名称) 的ASCII 码
0002	第一条线条的宽度
0002	第一条线条的点数组大小 (点数)
00000066,0000001B	第一条线条的第一个点坐标
00000066,0000001B	第一条线条的第二个点坐标
FFFF	FFFF 亦即-1, 表示New Class Tag
0001	这是Schema no., 代表资料的版本号码。
000A	后面接着的「类别名称」有Ah个字符。
43 52 65 63 74 61 6E 67 6C 65	"CRectangle" (类别名称) 的ASCII 码。
00000011	第一个四方形的左
00000022	第一个四方形的上
00000033	第一个四方形的右
00000044	第一个四方形的下
FFFF	FFFF 亦即-1, 表示New Class Tag
0001	这是Schema no., 代表资料的版本号码。
0007	后面接着的「类别名称」有7个字符。
43 43 69 72 63 6C 65	"CCircle" (类别名称) 的ASCII 码。
00000055	第一个圆形的中心点X 坐标
00000066	第一个圆形的中心点Y 坐标
00000077	第一个圆形的半径
8001	这是(wOldClassTag nClassIndex) 的组合结果, 表示接下来的对象使用索引为1 的旧类别。
0002	第二条线条的宽度
0002	第二条线条的点数组大小(点数)

数值 (hex)	说明
00000066,00000031	第二条线条的第一个点坐标
00000066,00000031	第二条线条的第二个点坐标
8003	这是(wOldClassTag nClassIndex) 的组合结果，表示接下来的对象使用索引为3 的旧类别。
00000011	第二个四方形的左
00000022	第二个四方形的上
00000033	第二个四方形的右
00000044	第二个四方形的下
8005	这是(wOldClassTag nClassIndex) 的组合结果，表示接下来的对象使用索引为5 的旧类别。
00000055	第二个圆形的中心点X 坐标
00000066	第二个圆形的中心点Y 坐标
00000077	第二个圆形的半径

图8-10b TEST.SCB 文件内容剖析。别忘了Intel 采用"little-endian" 位组排列方式，每一字组的前后字节系颠倒放置。本图已将之摆正。

Document 与View 交流- 为Step4 做准备

虽然Scribble Step1 已经可以正常工作，有些地方仍值得改进。

在一个子窗口上作画，然后选按【Window/New Window】，会蹦出一个新的子窗口，内有第一个子窗口的图形，同时，第一个子窗口的标题加上:1 字样，第二个子窗口的标题则有:2 字样。这是Document/View 架构带给我们的礼物，换句话说，想以多个窗口观察同一份资料，程序员不必负担什么任务。但是，如果此后使用者在其中一个子窗口上作画而不缩放窗口尺寸的话（也就是没有产生WM_PAINT），另一个子窗口内看不到新的绘图内容：



这不是好现象！一体的两面怎么可以不一致呢?!

那么，让「作用中的View 窗口」以消息通知隶属同一份Document 的其它「兄弟窗口」，是不是就可以解决这个问题？是的，而且Framework 已经把这样的机制埋伏下去了。

CView 之中的三个虚拟函数：

- *CView::OnInitialUpdate* - 负责View 的初始化。
- *CView::OnUpdate* - 当Framework 调用此函数，表示Document 的内容已有变化。
- *CView::OnDraw* - Framework 将在 *WM_PAINT* 发生后，调用此函数。此函数应负责更新View 窗口的内容。

这些函数往往成为程序员改写的目标。Scribble 第一版就是因为只改写了其中的 *OnDraw* 函数，所以才有「多个View 窗口不能同步更新」的缺失。想要改善这项缺失，我们必须改写 *OnUpdate*。

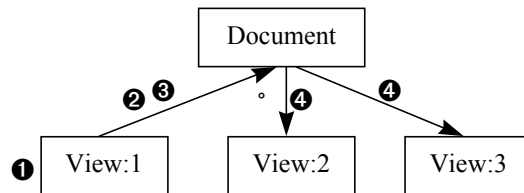
让所有的View 窗口「同步」更新资料的关键在于两个函数：

- *CDocument::UpdateAllViews* - 如果这个函数执行起来，它会巡访所有隶属同一 Document 的各个Views，找到一个就通知一个，而所谓「通知」就是调用View 的 *OnUpdate* 函数。

- *CView::OnUpdate* - 这是一个虚拟函数，我们可以改写它，在其中设计绘图动作，也许全部重绘（这比较笨一点），也许想办法只绘必要的一小部份（这样速度比较快，但设计上比较复杂些）。

因此，当一个Document的资料改变时，我们应该设法调用其*UpdateAllViews*，通知所有的Views。什么时候Scribble的资料会改变？答案是鼠标左键按下时！所以你可能猜测到，我打算在*CView::OnLButtonDown*内调用*CDocument::UpdateAllViews*。这个猜测的立论点是对的而结果是错的，Scribble Step4的作法是在*CView::OnButtonUp*内部调用它。

*CView::OnUpdate*被调用，代表着View被告知：「嘿，Document的内容已经改变了，请你准备修改你的显示画面」。如果你想节省力气，利用*Invalidate(TRUE)*把窗口整个设为重绘区（无效区）并产生*WM_PAINT*，再让*CView::OnDraw*去伤脑筋算了。但是全部重绘的效率低落，程序看起来很笨拙，Step4将有比较精致的作法。



- 1 使用者在View:1做动作（View扮演使用者接口的第一线）。
- 2 View:1调用GetDocument，取得Document指针，更改资料内容。
- 3 View:1调用Document的UpdateAllViews
- 4 View:2和View:3的OnUpdate——被调用起来，这是更新画面的时机。

图8-11 假设一份Document 联结了三个Views

注意：在MFC手册或其它书籍中，你可能会看到像「View1以消息通知Document」或「Document以消息通知View2、View3」的说法。这里所谓的「消息」是对象导向学术界的术语，不要和Windows的消息混淆了。事实上整个过程中并没有任何一个Windows消息参与其中。

消息映射与命令绕行 Message Mapping and Command Routing

消息映射机制与命令绕行，活像是米诺托斯的迷宫，
是MFC最曲折幽深的神秘地带。

你已经从前一章中彻底了解了MFC 程序极端重要的Document/View 架构。本章的重点有两个，第一个是修改程序的人机接口，增添菜单项目和工具栏按钮。这一部份藉Visual C++ 工具之助，非常简单，但是我们往往不知道该在程序的什么地方（哪一个类别之中）处理来自菜单和工具栏的消息（也就是`WM_COMMAND` 消息）。本章第二个重点就是要解决这个迷惑，我将对所谓的消息映射（Message Map）和命令绕行（Command Routing）机制做深入的讨论。这两个机制宛如MFC 最曲折幽深的神秘地带，是把杂乱无章的Windows API 函数和Windows 消息对象导向化的大功臣。

到底要解决什么

Windows 程序的本质系借着消息来维持脉动。每一个消息都有一个代码，并以`WM_` 开头的常数表示之。消息在传统SDK 程序方法中的流动以及处置方式，在第 1 章已经交待得很清楚。

各种消息之中，来自菜单或工具栏者，都以`WM_COMMAND` 表示，所以这一类消息我们又称之为命令消息（Command Message），其`wParam` 记录着此一消息来自哪一个菜单项目。

除了命令消息，还有一种消息也比较特殊，出现在对话框函数中，是控制组件（controls）传送给父窗口（即对话框）的消息。虽然它们也是以 `WM_COMMAND` 为外衣，但特别归类为「notification 消息」。

注意：Windows 95 新的控制组件（所谓的common controls）不再传送 `WM_COMMAND` 消息给对话框，而是送 `WM_NOTIFY`。这样就不会纠缠不清了。但为了回溯兼容，旧有的控制组件（如edit、list box、combo box...）都还是传送 `WM_COMMAND`。

消息会循着Application Framework 规定的路线，游走于各个对象之间，直到找到它的依归（消息处理函数）。找不到的话，Framework 最终就把它交给 `::DefWindowProc` 函数去处理。

但愿你记忆犹新，第 6 章曾经挖掘MFC 源代码，得知MFC 在为我们产生窗口之前，如果我所指定的窗口类别是NULL，MFC 会自动先注册一个适当的窗口类别。这个类别在动态联结、除错版、非Unicode 环境的情况下，可能是下列五种窗口类别之一：

- "AfxWnd42d"
- "AfxControlBar42d"
- "AfxMDIFrame42d"
- "AfxFrameOrView42d"
- `_AFXOLECONTROL42D_`

每一个窗口类别有它自己的窗口函数。根据SDK 的基础，我们推想，不同窗口所获得的消息，应该由不同的窗口函数来处理。如果都没有能够处理，最后再交由Windows API 函数 `::DefWindowProc` 处理。

这是很直觉的想法，而且对于一般消息（如 `WM_MOVE`、`WM_SIZE`、`WM_CREATE` 等）也是天经地义的。但是今天Application Framework 比传统的SDK 程序多出了一个 Document/View 架构，试想，如果菜单上有个命令项关乎文件的处理，那么让这个命令

消息流到Document 类别去不是最理想吗？一旦流入Document 大本营，我们（程序员）就可以很方便地取得Document 成员变量、调用Document 成员函数，做爱做的事。

但是Document 不是窗口，也没有对应的窗口类别，怎么让消息能够七拐八弯地流往Document 类别去？甚至更往上流向Application 类别去？这就是所谓的命令绕行机制！而为了让消息的流动有线路可循，MFC 必须做出一个巨大的网，实现所有可能的路线，这个网就是所谓的消息映射地图（Message map）。最后，MFC 还得实现一个消息推动引擎，让消息依Framework 的意旨前进，该拐的时候拐，该弯的时候弯，这个邦浦机制埋藏在各个类别的WindowProc、OnCommand、OnCmdMsg、DefWindowProc 虚拟函数中。

没有命令绕行机制，Document/View 架构就像断了条胳膊，会少掉许多功用。

很快你就会看到所有的秘密。很快地，它们统统不再对你构成神秘。

消息分类

Windows 的消息都是以WM_xxx 为名，WM_ 的意思是"Windows Message"。消息可以是来自硬件的「输入消息」，例如WM_LBUTTONDOWN，也可以是来自USER 模块的「窗口管理消息」，例如WM_CREATE。这些消息在MFC 程序中都是隐晦的（我的意思是不像在SDK 程序中那般显明），我们不必在MFC 程序中撰写switch case 指令，不必一一识别并处理由系统送过来的消息；所有消息都将依循Framework 制定的路线，并参照路中是否有拦路虎（你的消息映射表格）而流动。WM_PAINT 一定流往你的OnPaint 函数去，WM_SIZE 一定流往你的OnSize 函数去。

所有的消息在MFC 程序中都是暗潮汹涌，但是表面无波。

MFC 把消息分为三大类：

命令消息（WM_COMMAND）：命令消息意味着「使用者命令程序做某些动作」。

凡由UI 对象产生的消息都是这种命令消息，可能来自菜单或加速键或工具栏

按钮，并且都以 `WM_COMMAND` 呈现。如何分辨来自各处的命令消息？SDK 程序主要靠消息的 `wParam` 辨识之，MFC 程序则主要靠菜单项目的识别码（menu ID）辨识之-- 两者其实是相同的。

什么样的类别有资格接受命令消息？凡衍生自 `CCmdTarget` 之类别，皆有资格。从 `command target` 的字面意义可知，这是命令消息的目的地。也就是说，凡衍生自 `CCmdTarget` 者，它的骨子里就有了一种特殊的机制。把整张 MFC 类别阶层图摊开来看，几乎构造应用程序的最重要的几个类别都衍生自 `CCmdTarget`，剩下的不能接收消息的，是像 `CFile`、`CArchive`、`CPoint`、`CDao`（数据库）、Collection Classes（纯粹数据处理）、GDI 等等「非主流」类别。

标准消息- 除 `WM_COMMAND` 之外，任何以 `WM_` 开头的都算是这一类。任何衍生自 `CWnd` 之类别，均可接收此消息。

Control Notification - 这种消息由控制组件产生，为的是向其父窗口（通常是对话盒）通知某种情况。例如当你在 `ListBox` 上选择其中一个项目，`ListBox` 就会产生 `LBN_SELCHANGE` 传送给父窗口。这类消息也是以 `WM_COMMAND` 形式呈现。

万流归宗 Command Target (CCmdTarget)

你可以在程序的许多类别之中设计拦路虎（我是指「消息映射表格」），接收并处理讯息。只要是 `CWnd` 衍生类别，就可以拦下任何 Windows 消息。与窗口无关的 MFC 类别（例如 `CDocument` 和 `CWinApp`）如果也想处理消息，必须衍生自 `CCmdTarget`，并且只可能收到 `WM_COMMAND` 命令消息。

会产生命令消息的，不外就是 UI 对象：菜单项目和工具栏按钮都是。命令消息必须有一个对应的处理函数，把消息和其处理函数「绑」在一块儿，这动作称为 Command Binding，这个动作将由一堆宏完成。通常我们不直接手工完成这些宏内容，也就是说我们并不以文字编辑器一行一行地撰写相关的码，而是藉助于 `ClassWizard`。

一个 Command Target 对象如何知道它可以处理某个消息？答案是它会看看自己的消息映

射表。消息映射表使得消息和函数的对映关系形成一份表格，进而全体形成一张网，当 Command Target 对象收到某个消息，便可由表格得知其处理函数的名称。

三个奇怪的宏，一张巨大的网

早在本书第1章我就介绍过消息映射的雏形了，不过那是小把戏，不登大雅之堂。第3章以DOS程序仿真消息映射，就颇有可观之处，因为那是「偷」MFC的源代码完成的，可以说具体而微。

试着思考这个问题：C++的继承与多态性质，使衍生类别与基础类别的成员函数之间有着特殊的关联。但这当中并没有牵扯到Windows消息。的确，C++语言完全没有考虑Windows消息这一回事（那当然）。如何让Windows消息也能够在对象导向以及继承性质中扮演一个角色？既然语言没有支持，只好自求多福了。消息映射机制的三个相关宏就是MFC自求多福的结果。

「消息映射」是MFC内建的一个消息分派机制，只要利用数个宏以及固定形式的写法，类似填表格，就可以让Framework知道，一旦消息发生，该循哪一条路递送。每一个类别只能拥有一个消息映射表格，但也可以没有。下面是Scribble Document建立消息映射表的动作：

- 首先你必须在类别声明档（.H）声明拥有消息映射表格：

```
class CScribbleDoc : public CDocument
{
    ...
    DECLARE_MESSAGE_MAP()
};
```

- 然后在类别实作档（.CPP）实现此一表格：

```
BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleDoc, CDocument)
    //{AFX_MSG_MAP(CScribbleDoc)
    ON_COMMAND(ID_EDIT_CLEAR_ALL, OnEditClearAll)
    ON_COMMAND(ID_PEN_THICK_OR_THIN, OnPenThickOrThin)
    ...
    //}}AFX_MSG_MAP
END_MESSAGE_MAP()
```

这其中出现三个宏。第一个宏`BEGIN_MESSAGE_MAP`有两个参数，分别是拥有此消息映射表之类别，及其父类别。第二个宏是`ON_COMMAND`，指定命令讯息的处理函数名称。第三个宏`END_MESSAGE_MAP`作为结尾记号。至于夹在`BEGIN_`和`END_`之中奇奇怪怪的说明符号`//}`和`//{`，是ClassWizard产生的，也是用来给它自己看的。记住，前面我就说了，很少人会自己亲手键入每一行码，因为ClassWizard的表现相当不俗。

夹在`BEGIN_`和`END_`之中的宏，除了`ON_COMMAND`，还可以有许多种。标准的Windows消息并不需要由我们指定处理函数的名称。标准消息的处理函数，其名称也是「标准」的（预设的），像是：

宏名称	对映消息	消息处理函数
<code>ON_WM_CHAR</code>	<code>WM_CHAR</code>	<code>OnChar</code>
<code>ON_WM_CLOSE</code>	<code>WM_CLOSE</code>	<code>OnClose</code>
<code>ON_WM_CREATE</code>	<code>WM_CREATE</code>	<code>OnCreate</code>
<code>ON_WM_DESTROY</code>	<code>WM_DESTROY</code>	<code>OnDestroy</code>
<code>ON_WM_LBUTTONDOWN</code>	<code>WM_LBUTTONDOWN</code>	<code>OnLButtonDown</code>
<code>ON_WM_LBUTTONUP</code>	<code>WM_LBUTTONUP</code>	<code>OnLButtonUp</code>
<code>ON_WM_MOUSEMOVE</code>	<code>WM_MOUSEMOVE</code>	<code>OnMouseMove</code>
<code>ON_WM_PAINT</code>	<code>WM_PAINT</code>	<code>OnPaint</code>
...		

DECLARE_MESSAGE_MAP 宏

消息映射的本质其实是一个巨大的数据结构，用来为诸如`WM_PAINT`这样的标准消息决定流动路线，使它得以流到父类别去；也用来为`WM_COMMAND`这个特殊消息决定流动路线，使它能够七拐八弯地流到类别阶层结构的旁支去。

观察机密的最好方法就是挖掘源代码：

```
// in AFXWIN.H
#define DECLARE_MESSAGE_MAP() \
private: \
    static const AFX_MSGMAP_ENTRY _messageEntries[]; \
protected: \
    static AFX_DATA const AFX_MSGMAP messageMap; \
    virtual const AFX_MSGMAP* GetMessageMap() const; \
```

注意：static 修饰词限制了资料的配置，使得每个「类别」仅有一份资料，而不是每一个「对象」各有一份资料。

我们看到两个陌生的类型：*AFX_MSGMAP_ENTRY*和*AFX_MSGMAP*。继续挖源代码，发现前者是一个*struct*：

```
// in AFXWIN.H
struct AFX_MSGMAP_ENTRY
{
    UINT nMessage;    // windows message
    UINT nCode;       // control code or WM_NOTIFY code
    UINT nID;         // control ID (or 0 for windows messages)
    UINT nLastID;     // used for entries specifying a range of control id's
    UINT nSig;        // signature type (action) or pointer to message #
    AFX_PMSG pfn;     // routine to call (or special value)
};
```

很明显你可以看出它的最主要作用，就是让消息*nMessage* 对应于函数*pfn*。其中*pfn* 的数据类型*AFX_PMSG* 被定义为一个函数指针：

```
typedef void (AFX_MSG_CALL CCmdTarget::*AFX_PMSG)(void);
```

出现在*DECLARE_MESSAGE_MAP* 宏中的另一个*struct*，*AFX_MSGMAP*，定义如下：

```
// in AFXWIN.H
struct AFX_MSGMAP
{
    const AFX_MSGMAP* pBaseMap;
    const AFX_MSGMAP_ENTRY* lpEntries;
};
```

其中*pBaseMap* 是一个指向「基础类别之消息映射表」的指针，它提供了一个走访整个继承串链的方法，有效地实作出消息映射的继承性。衍生类别将自动地「继承」其基础

类别中所处理的消息，意思是，如果基础类别处理过 A 消息，其衍生类别即使未设计 A 消息之消息映射表项目，也具有对 A 消息的处理能力。当然啦，衍生类别也可以针对 A 消息设计自己的消息映射表项。

喝，真像虚拟函数！但Message Map 没有虚拟函数所带来的巨大的overhead（额外负担）

透过`DECLARE_MESSAGE_MAP` 这么简单的一个宏，相当于为类别声明了图9-1 的数据类型。注意，只是声明而已，还没有真正的实体。

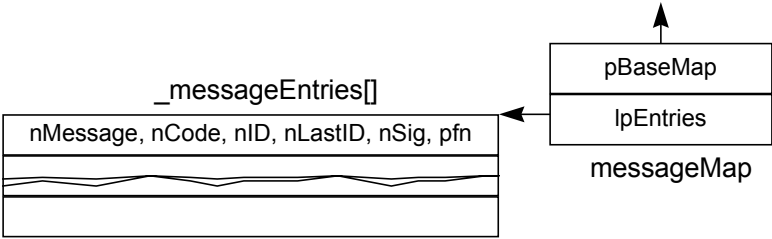


图9-1 `DECLARE_MESSAGE_MAP` 宏相当于声明了这样的数据结构。

消息映射网的形成：`BEGIN_/ON_/END_` 宏

前置准备工作完成了，接下来的课题是如何实现并填充图 9-1的数据结构内容。当然你马上就猜到了，使用的是另一组宏：

```
BEGIN_MESSAGE_MAP(CMyView, CView)
    ON_WM_PAINT()
    ON_WM_CREATE()
    ...
END_MESSAGE_MAP()
```

奥秘还是在源代码中：

// 以下源代碼在AFXWIN.H

```
#define BEGIN_MESSAGE_MAP(theClass, baseClass) \
    const AFX_MSGMAP* theClass::GetMessageMap() const \
    { return &theClass::messageMap; } \
    AFX_DATADEF const AFX_MSGMAP theClass::messageMap = \
    { &baseClass::messageMap, &theClass::_messageEntries[0] }; \
    const AFX_MSGMAP_ENTRY theClass::_messageEntries[] = \
    { \

#define END_MESSAGE_MAP() \
    {0, 0, 0, 0, AfxSig_end, (AFX_PMSG)0 } \
}; \
```

注意：AfxSig_end 在AFXMSG_.H 中被定義為0

// 以下源代碼在AFXMSG_.H

```
#define ON_COMMAND(id, memberFxn) \
    { WM_COMMAND, CN_COMMAND, (WORD)id, (WORD)id, AfxSig_vv, (AFX_PMSG)memberFxn },

#define ON_WM_CREATE() \
    { WM_CREATE, 0, 0, 0, AfxSig_is, \
      (AFX_PMSG)(AFX_PMSGW)(int (AFX_MSG_CALL CWnd::*)(LPCREATESTRUCT))OnCreate },
#define ON_WM_DESTROY() \
    { WM_DESTROY, 0, 0, 0, AfxSig_vv, \
      (AFX_PMSG)(AFX_PMSGW)(void (AFX_MSG_CALL CWnd::*)(void))OnDestroy },
#define ON_WM_MOVE() \
    { WM_MOVE, 0, 0, 0, AfxSig_vvii, \
      (AFX_PMSG)(AFX_PMSGW)(void (AFX_MSG_CALL CWnd::*)(int, int))OnMove },
#define ON_WM_SIZE() \
    { WM_SIZE, 0, 0, 0, AfxSig_vwii, \
      (AFX_PMSG)(AFX_PMSGW)(void (AFX_MSG_CALL CWnd::*)(UINT, int, int))OnSize },
#define ON_WM_ACTIVATE() \
    { WM_ACTIVATE, 0, 0, 0, AfxSig_vwWb, \
      (AFX_PMSG)(AFX_PMSGW)(void (AFX_MSG_CALL CWnd::*)(UINT, CWnd*, \
      BOOL))OnActivate },
#define ON_WM_SETFOCUS() \
    { WM_SETFOCUS, 0, 0, 0, AfxSig_vW, \
      (AFX_PMSG)(AFX_PMSGW)(void (AFX_MSG_CALL CWnd::*)(CWnd*))OnSetFocus },
#define ON_WM_PAINT() \
    { WM_PAINT, 0, 0, 0, AfxSig_vv, \
      (AFX_PMSG)(AFX_PMSGW)(void (AFX_MSG_CALL CWnd::*)(void))OnPaint },
#define ON_WM_CLOSE() \
    { WM_CLOSE, 0, 0, 0, AfxSig_vv, \
      (AFX_PMSG)(AFX_PMSGW)(void (AFX_MSG_CALL CWnd::*)(void))OnClose },
...
```

于是，这样的宏：

```
BEGIN_MESSAGE_MAP(CMyView, CView)
    ON_WM_CREATE()
    ON_WM_PAINT()
END_MESSAGE_MAP()
```

便被展开成为这样的码：

```
const AFX_MSGMAP* CMyView::GetMessageMap() const
{ return &CMyView::messageMap; }
AFX_DATADEF const AFX_MSGMAP CMyView::messageMap =
{ &CView::messageMap, &CMyView::_messageEntries[0] };
const AFX_MSGMAP_ENTRY CMyView::_messageEntries[] =
{
    { WM_CREATE, 0, 0, 0, AfxSig_is, \
      (AFX_PMSG)(AFX_PMSGW)(int (AFX_MSG_CALL CWnd::*)(LPCREATESTRUCT))OnCreate },
    { WM_PAINT, 0, 0, 0, AfxSig_vv, \
      (AFX_PMSG)(AFX_PMSGW)(void (AFX_MSG_CALL CWnd::*)(void))OnPaint },
    { 0, 0, 0, 0, AfxSig_end, (AFX_PMSG)0 }
};
```

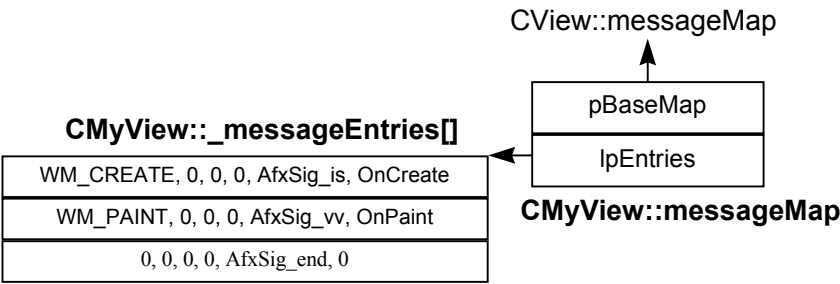
其中`AFX_DATADEF`和`AFX_MSG_CALL`又是两个看起来很奇怪的常数。你可以在两个文件中找到它们的定义：

```
// in \DEVSTUDIO\VC\MFC\INCLUDE\AFXVER_.H
#define AFX_DATA
#define AFX_DATADEF

// in \DEVSTUDIO\VC\MFC\INCLUDE\AFXWIN.H
#define AFX_MSG_CALL
```

显然它们就像`afx_msg`一样（我曾经在第 6 章的HelloMFC 源代码一出现之后解释过），都只是个“intentional placeholder”（刻意保留的空间），可能在将来会用到，目前则为「无物」。

以图表示`BEGIN_``K/ON_``K/END_``K` 宏的结果为：



注意：图中的`AfxSig_vv` 和`AfxSig_is` 都代表签名符号（Signature）。这些常数在`AFXMSG.H` 中定义，稍后再述。

前面我说过了，所有能够接收消息的类别，都应该衍生自`CCmdTarget`。那么我们这么推论应该是合情合理的：每一个衍生自`CCmdTarget` 的类别都应该有`DECLARE_BEGIN_END` 宏组？

唔，错了，`CWinThread` 就没有！

可是这么一来，`CWinApp` 通往`CCmdTarget` 的路径不就断掉了吗？呵呵，难道`CWinApp` 不能跳过`CWinThread` 直接连上`CCmdTarget` 吗？看看下面的MFC 源代码：

```
// in AFXWIN.H
class CWinApp : public CWinThread
{
...
    DECLARE_MESSAGE_MAP()
};

// in APPCORE.CPP
BEGIN_MESSAGE_MAP(CWinApp, CCmdTarget) // 注意第二个参数是CCmdTarget，
// {AFX_MSG_MAP(CWinApp)              // 而不是CWinThread。
// Global File commands
```

```
ON_COMMAND(ID_APP_EXIT, OnAppExit)
// MRU - most recently used file menu
ON_UPDATE_COMMAND_UI(ID_FILE_MRU_FILE1, OnUpdateRecentFileMenu)
ON_COMMAND_EX_RANGE(ID_FILE_MRU_FILE1, ID_FILE_MRU_FILE16, OnOpenRecentFile)
//}}AFX_MSG_MAP
END_MESSAGE_MAP()
```

让我们看看具体的情况。图9-2 就是MFC 的消息映射表。当你的衍生类别使用了 *DECLARE_BEGIN_END* 宏，你也就把自己的消息映射表挂上去了-- 当然是挂在尾端。

如果没有把 *BEGIN_MESSAGE_MAP* 宏中的两个参数（也就是类别本身及其父类别的名称）按照规矩来写，可能会发生什么结果呢？消息可能在不应该流向某个类别时流了过去，在应该被处理时却又跳离了。总之，完美的机制有了破绽。程序没当掉算你幸运！

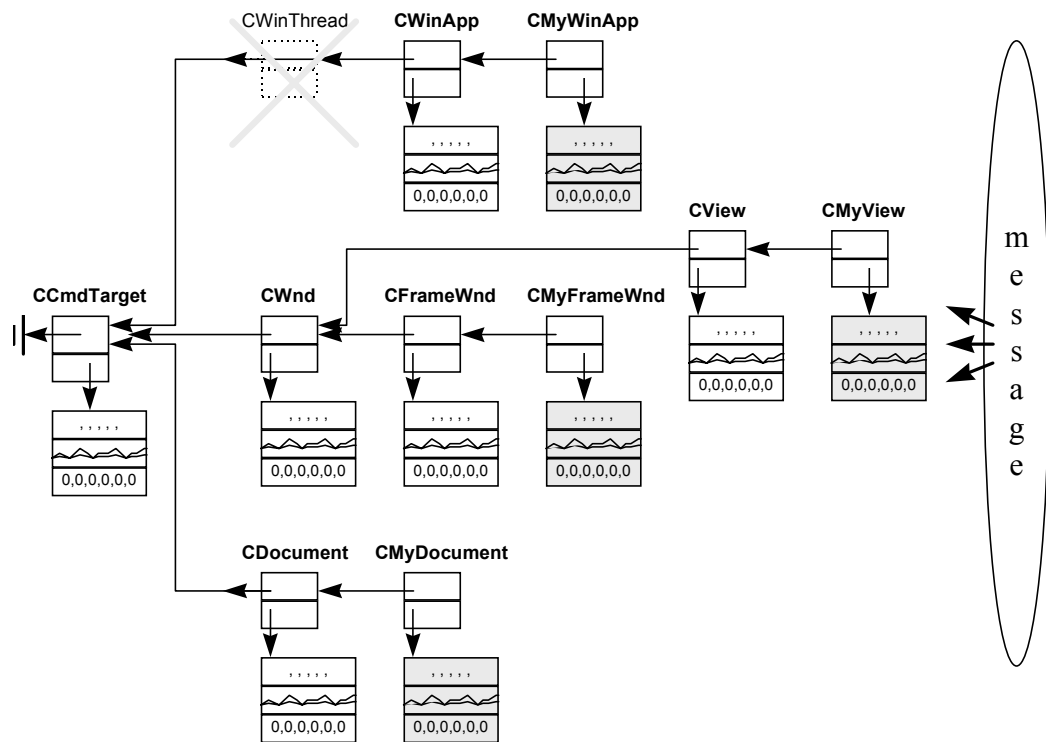


图9-2 MFC 消息映射表（也就是消息流动网）

我们终于了解，Message Map 既可说是一套宏，也可以说是宏展开后所代表的一套数据结构；甚至也可以说Message Map 是一种动作，这个动作，就是在刚刚所提的资料结构中寻找与消息相吻合的项目，从而获得消息的处理例程的函数指针。

虽然，C++ 程序员看到多态（Polymorphism），直觉的反应就是虚拟函数，但请注意，各个Message Map 中的各个同名函数虽有多态的味道，却不是虚拟函数。乍想之下使用虚拟函数是合理的：你产生一个与窗口有关的C++ 类别，然后为此窗口所可能接收的任何消息都提供一个对应的虚拟函数。这的确散发着C++ 的味道和对对象导向的精神，但现实与理想之间总是有些距离。

要知道，虚拟函数必须经由一个虚拟函数表（virtual function table，vtable）实作出来，每一个子类别必须有它自己的虚拟函数表，其内至少有父类别之虚拟函数表的内容复本（请参考第2章「类别与对象大解剖」一节）。好哇，虚拟函数表中的每一个项目都是一个函数指针，价值4字节，如果基础类别的虚拟函数表有100个项目，经过10层继承，开枝散叶，总共需耗费多少内存在其中？最终，系统会被巨大的额外负担（overhead）拖垮！

这就是为什么MFC采用独特的消息映射机制而不采用虚拟函数的原因。

米诺托斯（Minotaurus）与西修斯（Theseus）

截至目前我还有一些细节没有交待清楚，像是消息的比对动作、消息处理例程的调用动作、以及参数的传递等等，但至少现在可以先继续进行下去，我的目标瞄准消息唧筒（叫邦浦也可以啦）。

窗口接收消息后，是谁把消息唧进消息映射网中？是谁决定消息该直直往父映射表走去？还是拐向另一条路（请回头看看图9-2）？消息的绕行路线，以及MFC的消息唧筒的设计，活像是米诺托斯的迷宫。不过别担心，我将扮演西修斯，让你免遭毒手。

米诺托斯（Minotaurus），希腊神话里牛头人身的怪兽，为克里特岛国王迈诺斯之妻所生。迈诺斯造迷宫将米诺托斯藏于其中，每有人误入迷宫即遭吞噬。怪兽后为雅典王子西修斯（Theseus）所杀。

MFC 2.5（注意，是2.5而非4.x）曾经在*WinMain*的第一个重要动作*AfxWinInit*之中，自动为程序注册四个Windows窗口类别，并且把窗口函数一致设为 *AfxWndProc*：

```

//in APPINIT.CPP (MFC 2.5)
BOOL AFXAPI AfxWinInit(HINSTANCE hInstance, HINSTANCE hPrevInstance,
                      LPSTR lpCmdLine, int nCmdShow)
{
    ...
    // register basic WndClasses (以下开始注册窗口类别)
    WNDCLASS wndcls;
    wndcls.lpfWndProc = AfxWndProc;

    // Child windows - no brush, no icon, safest default class styles
    ...
    wndcls.lpszClassName = _afxWnd;
    ❶ if (!::RegisterClass(&wndcls))
        return FALSE;

    // Control bar windows
    ...
    wndcls.lpszClassName = _afxWndControlBar;
    ❷ if (!::RegisterClass(&wndcls))
        return FALSE;

    // MDI Frame window (also used for splitter window)
    ...
    ❸ if (!RegisterWithIcon(&wndcls, _afxWndMDIFrame, AFX_IDI_STD_MDIFRAME))
        return FALSE;

    // SDI Frame or MDI Child windows or views - normal colors
    ...
    ❹ if (!RegisterWithIcon(&wndcls, _afxWndFrameOrView, AFX_IDI_STD_FRAME))
        return FALSE;
    ...
}

```

下面是AfxWndProc的內容：

```

// in WINCORE.CPP (MFC 2.5)
LRESULT CALLBACK AFX_EXPORT
AfxWndProc(HWND hWnd, UINT message, WPARAM wParam, LPARAM lParam)
{
    CWnd* pWnd;

    pWnd = CWnd::FromHandlePermanent(hWnd);
    ASSERT(pWnd != NULL);
    ASSERT(pWnd->m_hWnd == hWnd);
}

```

```

LRESULT lResult = _AfxCallWndProc(pWnd, hWnd, message, wParam, lParam);
return lResult;
}

// Official way to send message to a CWnd
LRESULT PASCAL _AfxCallWndProc(CWnd* pWnd, HWND hWnd, UINT message,
                              WPARAM wParam, LPARAM lParam)
{
    LRESULT lResult;
    ...
    TRY
    {
        ...
        lResult = pWnd->WindowProc(message, wParam, lParam);
    }
    ...
    return lResult;
}

```

MFC 2.5 的 *CWinApp::Run* 调用 *PumpMessage*，后者又调用 *DispatchMessage*，把消息源推往 *AfxWndProc*（如上），最后流向 *pWnd->WindowProc* 去。拿 SDK 程序的本质来做比对，这样的逻辑十分容易明白。

MFC 4.x 仍旧使用 *AfxWndProc* 作为消息唧筒的起点，但其间却隐藏了许多关节。

但愿你记忆犹新，第 6 章曾经说过，MFC 4.x 适时地为我们注册 Windows 窗口类别（在第一次产生该种型式之窗口之前）。这些个 Windows 窗口类别的窗口函数各是「窗口所对应之 C++ 类别中的 *DefWindowProc* 成员函数」，请参考第 6 章「**CFrameWnd::Create 产生主窗口**」一节。这就和 MFC 2.5 的作法（所有窗口类别共享同一个窗口函数）有了明显的差异。那么，推动消息的心脏，也就是 *CWinThread::PumpMessage* 中调用的 *DispatchMessage*（请参考第 6 章「**CWinApp::Run 程序生命的活水源头**」一节），照说应该把消息唧到对应之 C++ 类别的 *DefWindowProc* 成员函数去。但是，我们发现 MFC 4.x 中仍然保有和 MFC 2.5 相同的 *AfxWndProc*，仍然保有 *AfxCallWndProc*，而且它们扮演的角色也没有变。

事实上，MFC 4.x 利用hook，把看似无关的动作全牵联起来了。所谓hook，是Windows 程序设计中的一种高阶技术。通常消息都是停留在消息队列中等待被所隶属之窗口抓取，如果你设立hook，就可以更早一步抓取消息，并且可以抓取不属于你的消息，送往你设定的一个所谓「滤网函数（filter）」。

请查阅Win32 API 手册中有关于*SetWindowsHook* 和*SetWindowsHookEx* 两函数，以获得更多的hook 信息。（可参考Windows 95 A Developers Guide 一书第6章Hooks）

MFC 4.x 的hook 动作是在每一个CWnd 衍生类别之对象产生之际发生，步骤如下：

```
// in WINCORE.CPP (MFC 4.x)
// 请回顾第6章「CFrameWnd::Create产生主窗口」一节

BOOL CWnd::CreateEx(...)
{
    ...
    PreCreateWindow(cs); // 第6章曾经详细讨论过此一函数。
    AfxHookWindowCreate(this);
    HWND hWnd = ::CreateWindowEx(...);
    ...
}

// in WINCORE.CPP (MFC 4.x)
void AFXAPI AfxHookWindowCreate(CWnd* pWnd)
{
    ...
    pThreadState->m_hHookOldCbtFilter = ::SetWindowsHookEx(WH_CBT,
        _AfxCbtFilterHook, NULL, ::GetCurrentThreadId());
    ...
}
```

WH_CBT 是众多hook 类型中的一种，意味着安装一个Computer-Based Training (CBT) 滤网函数。安装之后，Windows 系统在进行以下任何一个动作之前，会先调用你的滤网函数：

- 令一个窗口成为作用中的窗口 (HCBT_ACTIVATE)
- 产生或摧毁一个窗口 (HCBT_CREATEWND、HCBT_DESTROYWND)
- 最大化或最小化一个窗口 (HCBT_MINMAX)

- 搬移或缩放一个窗口 (*HCBT_MOVESIZE*)
- 完成一个来自系统菜单的系统命令 (*HCBT_SYSTEMCOMMAND*)
- 从系统队列中移去一个鼠标或键盘消息 (*HCBT_KEYSKIPPED*、
HCBT_CLICKSKIPPED)

因此，经过上述hook 安装之后，任何窗口即将产生之前，滤网函数 *_AfxCbtFilterHook* 一定会先被调用：

```
_AfxCbtFilterHook(int code, WPARAM wParam, LPARAM lParam)
{
    _AFX_THREAD_STATE* pThreadState = AfxGetThreadState();
    if (code != HCBT_CREATEWND)
    {
        // wait for HCBT_CREATEWND just pass others on...
        return CallNextHookEx(pThreadState->m_hHookOldCbtFilter, code,
                               wParam, lParam);
    }
    ...
    if (!afxData.bWin31)
    {
        // perform subclassing right away on Win32
        _AfxStandardSubclass((HWND)wParam);
    }
    else
    {
        ...
    }
    ...
    LRESULT lResult = CallNextHookEx(pThreadState->m_hHookOldCbtFilter, code,
                                     wParam, lParam);
    return lResult;
}

void AFXAPI _AfxStandardSubclass(HWND hWnd)
{
    ...
    // subclass the window with standard AfxWndProc
    oldWndProc = (WNDPROC)SetWindowLong(hWnd, GWL_WNDPROC,
                                         (DWORD)AfxGetAfxWndProc());
}

WNDPROC AFXAPI AfxGetAfxWndProc()
{

```

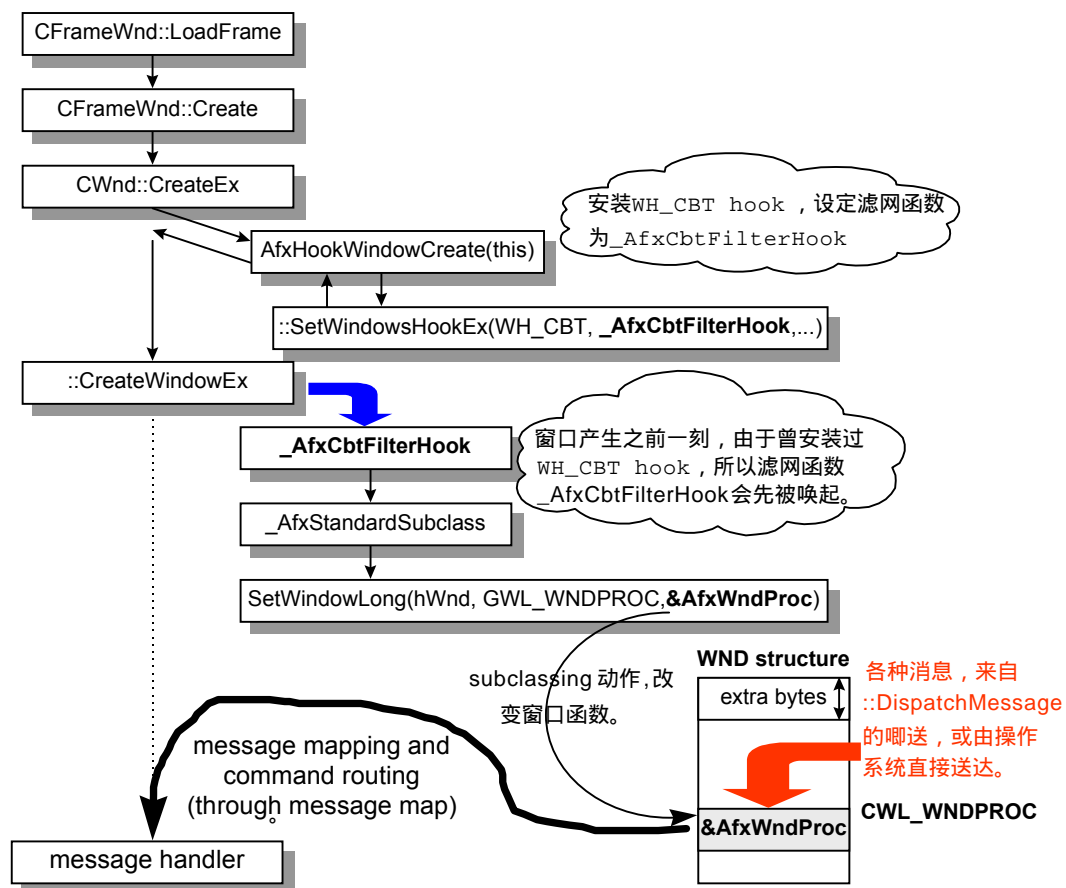
```

...
return &AfxWndProc;
}

```

啊，非常明显，上面的函数合力做了偷天换日的勾当：把「窗口所属之Windows 窗口类别」中所记录的窗口函数，改换为 *AfxWndProc*。于是，*::DispatchMessage* 就把消息源源推向 *AfxWndProc* 去了。

这种看起来很迂回又怪异的作法，是为了包容新的3D Controls（细节就容我省略了吧），并与MFC 2.5 兼容。下图把前述的hook 和subclassing 动作以流程图显示出来：



不能稍息，我们还没有走出迷宫！*AfxWndProc* 只是消息两万五千里长征的第一站！

两万五千里长征-消息的流动

一个消息从发生到被攫取，直至走向它的归宿，是一条漫漫长路。上一节我们来到了漫长路的起头*AfxWndProc*，这一节我要带你看看消息实际上如何推动。

消息的流动路线已隐隐有脉络可寻，此脉络是指由*BEGIN_MESSAGE_MAP* 和 *END_MESSAGE_MAP* 以及许许多多*ON_WM_xxx* 宏所构成的消息映射网。但是唧筒与方向盘是如何设计的？一切的线索还是要靠源代码透露：

```
// in WINCORE.CPP (MFC 4.x)
LRESULT CALLBACK AfxWndProc(HWND hWnd, UINT nMsg, WPARAM wParam, LPARAM lParam)
{
    ...
    // messages route through message map
    CWnd* pWnd = CWnd::FromHandlePermanent(hWnd);
    return AfxCallWndProc(pWnd, hWnd, nMsg, wParam, lParam);
}

LRESULT AFXAPI AfxCallWndProc(CWnd* pWnd, HWND hWnd, UINT nMsg,
    WPARAM wParam = 0, LPARAM lParam = 0)
{
    ...
    // delegate to object's WindowProc
    lResult = pWnd->WindowProc(nMsg, wParam, lParam);
    ...
    return lResult;
}
```

整个MFC 中，拥有虚拟函数*WindowProc* 者包括*CWnd*、*CControlBar*、*COleControl*、*COlePropertyPage*、*CDialog*、*CReflectorWnd*、*CParkingWnd*。一般窗口（例如Frame 视窗、View 窗口）都衍生自*CWnd*，所以让我们看看*CWnd::WindowProc*。这个函数相当于C++ 中的窗口函数：

```
// in WINCORE.CPP (MFC 4.x)
LRESULT CWnd::WindowProc(UINT message, WPARAM wParam, LPARAM lParam)
```




```

{
    // OnWndMsg does most of the work, except for DefWindowProc call
    LRESULT lResult = 0;
    if (!OnWndMsg(message, wParam, lParam, &lResult))
        lResult = DefWindowProc(message, wParam, lParam);
    return lResult;
}

LRESULT CWnd::DefWindowProc(UINT nMsg, WPARAM wParam, LPARAM lParam)
{
    if (m_pfnSuper != NULL)
        return ::CallWindowProc(m_pfnSuper, m_hWnd, nMsg, wParam, lParam);

    WNDPROC pfnWndProc;
    if ((pfnWndProc = *GetSuperWndProcAddr()) == NULL)
        return ::DefWindowProc(m_hWnd, nMsg, wParam, lParam);
    else
        return ::CallWindowProc(pfnWndProc, m_hWnd, nMsg, wParam, lParam);
}

```



直线上溯（一般Windows 消息）

CWnd::WindowProc 调用的 *OnWndMsg* 是用来分辨并处理消息的专职机构；如果是命令消息，就交给 *OnCommand* 处理，如果是通告消息（Notification），就交给 *OnNotify* 处理。WM_ACTIVATE 和 WM_SETCURSOR 也都有特定的处理函数。而一般的Windows 讯息，就直接在消息映射表中上溯，寻找其归宿（消息处理例程）。为什么要特别区隔出命令消息 WM_COMMAND 和通告消息 WM_NOTIFY 两类呢？因为它们的上溯路径不是那么单纯地只往父类别去，它们可能需要拐个弯。

```

#0001 // in WINCORE.CPP (MFC 4.0)
#0002 BOOL CWnd::OnWndMsg(UINT message, WPARAM wParam, LPARAM lParam, LRESULT* pResult)
#0003 {
#0004     LRESULT lResult = 0;
#0005
#0006     // special case for commands
#0007     if (message == WM_COMMAND)
#0008     {
#0009         OnCommand(wParam, lParam);
#0010         ...
#0011     }
#0012

```

```
#0013     // special case for notifies
#0014     if (message == WM_NOTIFY)
#0015     {
#0016         OnNotify(wParam, lParam, &lResult);
#0017         ...
#0018     }
#0019     ...
#0020     const AFX_MSGMAP* pMessageMap; pMessageMap = GetMessageMap();
#0021     UINT iHash; iHash = (LOWORD((DWORD)pMessageMap) ^ message) & (iHashMax-1);
#0022     AfxLockGlobals(CRIT_WINMSGCACHE);
#0023     AFX_MSG_CACHE msgCache; msgCache = _afxMsgCache[iHash];
#0024     AfxUnlockGlobals(CRIT_WINMSGCACHE);
#0025
#0026     const AFX_MSGMAP_ENTRY* lpEntry;
#0027     if (...) //检查是否在cache 之中
#0028     {
#0029         // cache hit
#0030         lpEntry = msgCache.lpEntry;
#0031         if (lpEntry == NULL)
#0032             return FALSE;
#0033
#0034         // cache hit, and it needs to be handled
#0035         if (message < 0xC000)
#0036             goto LDispatch;
#0037         else
#0038             goto LDispatchRegistered;
#0039     }
#0040     else
#0041     {
#0042         // not in cache, look for it
#0043         msgCache.nMsg = message;
#0044         msgCache.pMessageMap = pMessageMap;
#0045
#0046         for (/* pMessageMap already init'ed */; pMessageMap != NULL;
#0047              pMessageMap = pMessageMap->pBaseMap)
#0048         {
#0049             // 利用AfxFindMessageEntry 寻找消息映射表中
#0050             // 对应的消息处理例程。如果找到，再依nMsg 为一般消息
#0051             // (< 0xC000) 或自行注册之消息 (> 0xC000) 分别跳到
#0052             // LDispatch: 或LDispatchRegistered: 去执行。
#0053
#0054             // Note: catch not so common but fatal mistake!!
#0055             //     BEGIN_MESSAGE_MAP(CMyWnd, CMyWnd)
#0056
#0057             if (message < 0xC000)
#0058             {
```

```

#0059          // constant window message
#0060          if ((lpEntry = AfxFindMessageEntry(pMessageMap->lpEntries,
#0061              message, 0, 0)) != NULL)
#0062              {
#0063                  msgCache.lpEntry = lpEntry;
#0064                  goto LDispatch;
#0065              }
#0066          }
#0067          else
#0068          {
#0069              // registered windows message
#0070              lpEntry = pMessageMap->lpEntries;
#0071              while ((lpEntry = AfxFindMessageEntry(lpEntry, 0xC000, 0, 0))
#0072                  != NULL)
#0073              {
#0074                  UINT* pnID = (UINT*)(lpEntry->nSig);
#0075                  ASSERT(*pnID >= 0xC000);
#0076                  // must be successfully registered
#0077                  if (*pnID == message)
#0078                  {
#0079                      msgCache.lpEntry = lpEntry;
#0080                      goto LDispatchRegistered;
#0081                  }
#0082                  lpEntry++;      // keep looking past this one
#0083              }
#0084          }
#0085      }
#0086      msgCache.lpEntry = NULL;
#0087      return FALSE;
#0088  }
#0089  ASSERT(FALSE);      // not reached
#0090
#0091  LDispatch:
#0092      union MessageMapFunctions mmf;
#0093      mmf.pfn = lpEntry->pfn;
#0094
#0095      switch (lpEntry->nSig)
#0096      {
#0097      case AfxSig_bd:
#0098          lResult = (this->*mmf.pfn_bd)(CDC::FromHandle((HDC)wParam));
#0099          break;
#0100
#0101      case AfxSig_bb:      // AfxSig_bb, AfxSig_bw, AfxSig_bh
#0102          lResult = (this->*mmf.pfn_bb)((BOOL)wParam);
#0103          break;
#0104

```

```
#0105     case AfxSig_bWww: // really AfxSig_bWiw
#0106         lResult = (this->*mmf.pfn_bWww)(CWnd::FromHandle((HWND)wParam),
#0107             (short)LOWORD(lParam), HIWORD(lParam));
#0108         break;
#0109
#0110     case AfxSig_bHELPINFO:
#0111         lResult = (this->*mmf.pfn_bHELPINFO)((HELPINFO*)lParam);
#0112         break;
#0113
#0114     case AfxSig_is:
#0115         lResult = (this->*mmf.pfn_is)((LPTSTR)lParam);
#0116         break;
#0117
#0118     case AfxSig_lwl:
#0119         lResult = (this->*mmf.pfn_lwl)(wParam, lParam);
#0120         break;
#0121
#0122     case AfxSig_vv:
#0123         (this->*mmf.pfn_vv)();
#0124         break;
#0125     ...
#0126     }
#0127     goto LReturnTrue;
#0128
#0129 LDispatchRegistered: // for registered windows messages
#0130     ASSERT(message >= 0xC000);
#0131     mmf.pfn = lpEntry->pfn;
#0132     lResult = (this->*mmf.pfn_lwl)(wParam, lParam);
#0133
#0134 LReturnTrue:
#0135     if (pResult != NULL)
#0136         *pResult = lResult;
#0137     return TRUE;
#0138 }

#0001 AfxFindMessageEntry(const AFX_MSGMAP_ENTRY* lpEntry,
#0002     UINT nMsg, UINT nCode, UINT nID)
#0003 {
#0004     #if defined(_M_IX86) && !defined(_AFX_PORTABLE)
#0005     // 32-bit Intel 386/486 version.
#0006     ... // 以汇编语言码处理，加快速度。
#0007     #else // _AFX_PORTABLE
#0008     // C version of search routine
#0009     while (lpEntry->nSig != AfxSig_end)
#0010     {
#0011         if (lpEntry->nMessage == nMsg && lpEntry->nCode == nCode &&
```

```
#0012         nID >= lpEntry->nID && nID <= lpEntry->nLastID)
#0013     {
#0014         return lpEntry;
#0015     }
#0016     lpEntry++;
#0017 }
#0018     return NULL;    // not found
#0019 #endif // _AFX_PORTABLE
#0020 }
```

直线上溯的逻辑实在是相当单纯的了，唯一做的动作就是比对消息映射表，如果吻合就调用表中项目所记录的函数。比对的对象有二，一个是原原本本的消息映射表（那个巨大的结构），另一个是MFC 为求快速所设计的一个cache（cache 的实作太过复杂，我并没有把它的源代码表现出来）。比对成功后，调用对应之函数时，有一个巨大的switch/case 动作，那是为了确保类型安全（type-safe）。稍后我有一个小节详细讨论之。

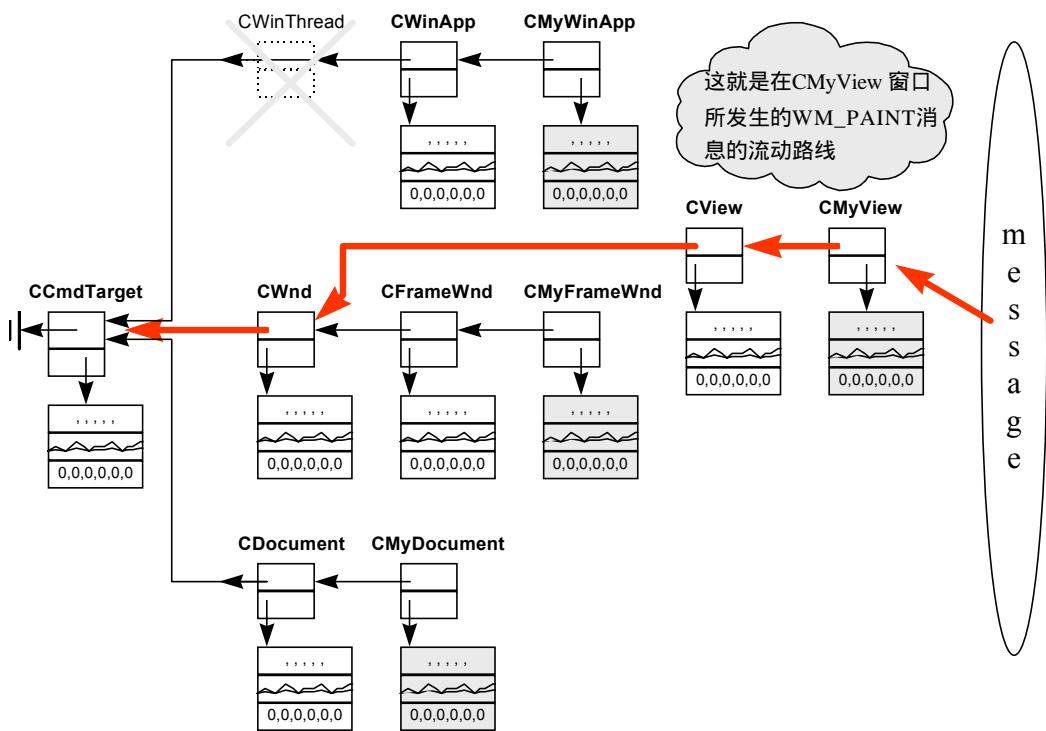


图9-3 当WM_PAINT 发生于View 窗口，消息的流动路线。

拐弯上溯 (WM_COMMAND 命令消息)

如果消息是 `WM_COMMAND`，你看到了，`CWnd::OnWndMsg`（上节所述）另辟蹊径，交由 `OnCommand` 来处理。这并不一定就指的是 `CWnd::OnCommand`，得视 `this` 指针指向哪一种对象而定。在 MFC 之中，以下数个类别都改写了 `OnCommand` 虚拟函数：

```
class CWnd : public CCmdTarget
class CFrameWnd : public CWnd
class CMDIFrameWnd : public CFrameWnd
class CSplitterWnd : public CWnd
class CPropertySheet : public CWnd
class COlePropertyPage : public CDialog
```

我们挑一个例子来看。假设消息是从 `CFrameWnd` 进来的好了，于是：

```
// in FRMWND.CPP (MFC 4.0)
BOOL CFrameWnd::OnCommand(WPARAM wParam, LPARAM lParam)
{
    ...

    // route as normal command
    return CWnd::OnCommand(wParam, lParam);
}
// in WINCORE.CPP (MFC 4.0)
BOOL CWnd::OnCommand(WPARAM wParam, LPARAM lParam)
{
    ...
    return OnCmdMsg(nID, nCode, NULL, NULL);
}
```

这里调用的 `OnCmdMsg` 并不一定就是指 `CWnd::OnCmdMsg`，得看 `this` 指针指向哪一种对象而定。目前情况是指向一个 `CFrameWnd` 对象，而 MFC 之中「拥有」`OnCmdMsg` 的类别（注意，此话有语病，我应该说 MFC 之中「曾经改写」过 `OnCmdMsg` 的类别）是：

```
class CCmdTarget: public CObject
class CFrameWnd : public CWnd
class CMDIFrameWnd : public CFrameWnd
class CView : public CWnd
class CPropertySheet : public CWnd
class CDialog : public CWnd
class CDocument : public CCmdTarget
class COleDocument : public CDocument
```

显然我们应该往CFrameWnd 追踪：

```
// in FRMWND.CPP (MFC 4.0)
BOOL CFrameWnd::OnCmdMsg(UINT nID, int nCode, void* pExtra,
    AFX_CMDHANDLERINFO* pHandlerInfo)
{
    // pump through current view FIRST
    CView* pView = GetActiveView();
    if (pView != NULL && pView->OnCmdMsg(nID, nCode, pExtra, pHandlerInfo))
        return TRUE;

    // then pump through frame
    if (CWnd::OnCmdMsg(nID, nCode, pExtra, pHandlerInfo))
        return TRUE;

    // last but not least, pump through app
    CWinApp* pApp = AfxGetApp();
    if (pApp != NULL && pApp->OnCmdMsg(nID, nCode, pExtra, pHandlerInfo))
        return TRUE;

    return FALSE;
}
```

这里非常明显地兵分三路，正是为了实践MFC 这个Application Framework 对于命令讯息的绕行路线的规划：

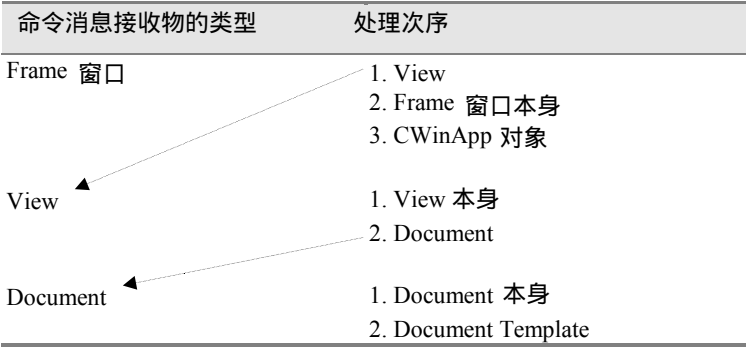


图9-4 MFC 对于命令消息WM_COMMAND 的特殊处理顺序。

让我们锲而不舍地追踪下去：

```
// in VIEWCORE.CPP (MFC 4.0)
BOOL CView::OnCmdMsg(UINT nID, int nCode, void* pExtra,
    AFX_CMDHANDLERINFO* pHandlerInfo)
{
    // first pump through pane
    if (CWnd::OnCmdMsg(nID, nCode, pExtra, pHandlerInfo))
        return TRUE;

    // then pump through document
    BOOL bHandled = FALSE;
    if (m_pDocument != NULL)
    {
        // special state for saving view before routing to document
        _AFX_THREAD_STATE* pThreadState = AfxGetThreadState();
        CView* pOldRoutingView = pThreadState->m_pRoutingView;
        pThreadState->m_pRoutingView = this;
        bHandled = m_pDocument->OnCmdMsg(nID, nCode, pExtra, pHandlerInfo);
        pThreadState->m_pRoutingView = pOldRoutingView;
    }

    return bHandled;
}
```

这反应出图9-4 搜寻路径中「先View 而后Document」的规划。由于CWnd 并未改写OnCmdMsg，所以函数中调用的CWnd::OnCmdMsg，其实就是CCmdTarget::OnCmdMsg：

```
// in CMDTARG.CPP (MFC 4.0)
BOOL CCmdTarget::OnCmdMsg(UINT nID, int nCode, void* pExtra,
    AFX_CMDHANDLERINFO* pHandlerInfo)
{
    ...
    // look through message map to see if it applies to us
    for (pMessageMap = GetMessageMap(); pMessageMap != NULL;
        pMessageMap = pMessageMap->pBaseMap)
    {
        lpEntry = AfxFindMessageEntry(pMessageMap->lpEntries, nMsg, nCode, nID);
        if (lpEntry != NULL)
        {
            // found it
            return DispatchCmdMsg(this, nID, nCode,
                lpEntry->pfn, pExtra, lpEntry->nSig, pHandlerInfo);
        }
    }
    return FALSE; // not handled
}
```


其中的 *AfxFindMessageEntry* 动作稍早我已列出。

当命令消息兵分三路的第一路走到消息映射网的末尾一个类别 *CCmdTarget*，没有办法再「节外生枝」，只能乖乖比对 *CCmdTarget* 的消息映射表。如果没有发现吻合者，传回 *FALSE*，引起 *CView::OnCmdMsg* 接下去调用 *m_pDocument->OnCmdMsg*。如果有吻合者，调用全域函数 *DispatchCmdMsg*：

```
static BOOL DispatchCmdMsg(CCmdTarget* pTarget, UINT nID, int nCode,
    AFX_PMSG pfn, void* pExtra, UINT nSig, AFX_CMDHANDLERINFO* pHandlerInfo)
    // return TRUE to stop routing
{
    ASSERT_VALID(pTarget);
    UNUSED(nCode); // unused in release builds

    union MessageMapFunctions mmf;
    mmf.pfn = pfn;
    BOOL bResult = TRUE; // default is ok
    ...
    switch (nSig)
    {
    case AfxSig_vv:
        // normal command or control notification
        (pTarget->*mmf.pfn_COMMAND)();
        break;

    case AfxSig_bv:
        // normal command or control notification
        bResult = (pTarget->*mmf.pfn_bCOMMAND)();
        break;

    case AfxSig_vw:
        // normal command or control notification in a range
        (pTarget->*mmf.pfn_COMMAND_RANGE)(nID);
        break;

    case AfxSig_bw:
        // extended command (passed ID, returns bContinue)
        bResult = (pTarget->*mmf.pfn_COMMAND_EX)(nID);
        break;

    ...
    default: // illegal
        ASSERT(FALSE);
    }
```

```
        return 0;
    }
    return bResult;
}
```

以下是另一路 *CDocument* 的动作：

```
// in DOCCORE.CPP
BOOL CDocument::OnCmdMsg(UINT nID, int nCode, void* pExtra,
    AFX_CMDHANDLERINFO* pHandlerInfo)
{
    if (CCmdTarget::OnCmdMsg(nID, nCode, pExtra, pHandlerInfo))
        return TRUE;

    // otherwise check template
    if (m_pDocTemplate != NULL &&
        m_pDocTemplate->OnCmdMsg(nID, nCode, pExtra, pHandlerInfo))
        return TRUE;

    return FALSE;
}
```

图9-5 画出FrameWnd 窗口收到命令消息后的四个尝试路径。第 3 章曾经以一个简单的 DOS 程序仿真出这样的绕行路线。

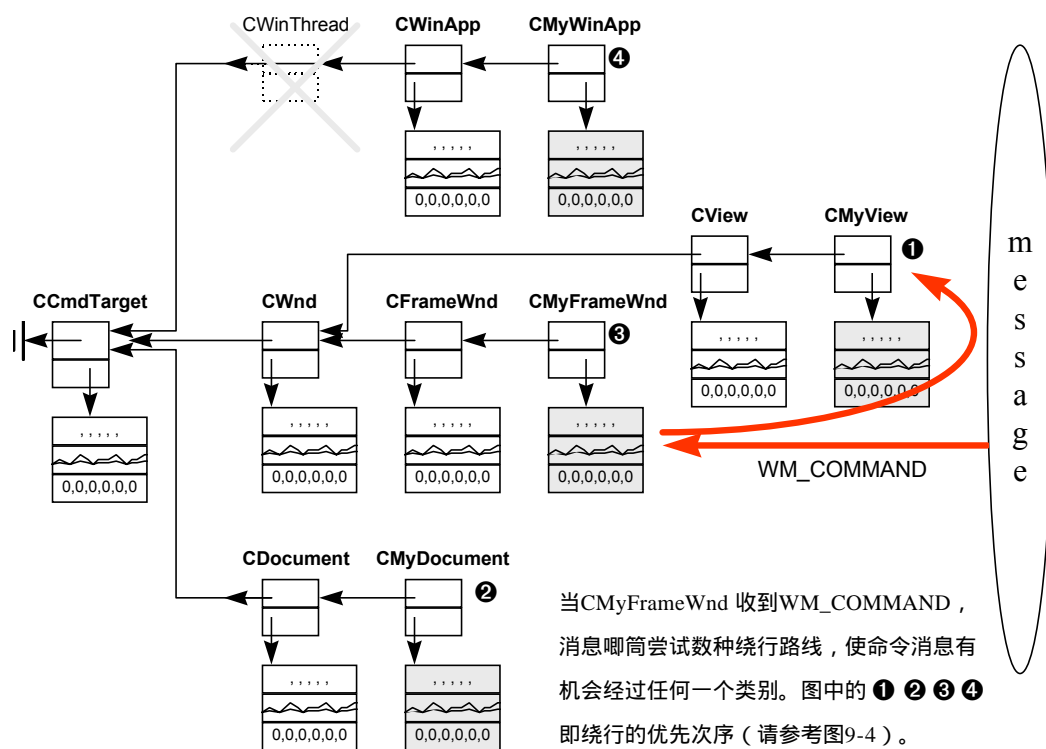


图9-5 FrameWnd 窗口收到命令消息后的四个尝试路径。第3章曾经以一个简单的DOS 程序仿真出这样的绕行路线。

OnCmdMsg 是各类别专门用来对付命令消息的函数。每一个「可接受命令消息之对象」（Command Target）在处理命令消息时都会（都应该）遵循一个游戏规则：调用另一个目标类别的*OnCmdMsg*。这才能够将命令消息传下去。如果说*AfxWndProc* 是消息流动的「唧筒」，各类别的*OnCmdMsg* 就是消息流动的「转辙器」。

以下我举一个具体例子。假设命令消息从Scribble 的【Edit/Clear All】发出，其处理常驻位在C*ScribbleDoc*，下面是这个命令消息的流浪过程：

1. MDI 主窗口 (*CMDIFrameWnd*) 收到命令消息 *WM_COMMAND* , 其ID 为 *ID_EDIT_CLEAR_ALL*。
2. MDI 主窗口把命令消息交给目前作用中的MDI 子窗口 (*CMDIChildWnd*)。
3. MDI 子窗口给它自己的子窗口 (也就是View) 一个机会。
4. View 检查自己的Message Map。
5. View 发现没有任何处理例程可以处理此命令消息, 只好把它传给Document。
6. Document 检查自己的Message Map, 它发现了一个吻合项:

```
BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleDoc, CDocument)
    ON_COMMAND(ID_EDIT_CLEAR_ALL, OnEditClearAll)
    ...
END_MESSAGE_MAP()
```

于是调用该函数, 命令消息的流动路线也告终止。

如果上述的步骤6 仍没有找到处理函数, 那么就:

7. Document 把这个命令消息再送到Document Template 对象去。
8. 还是没被处理, 于是命令消息回到View。
9. View 没有处理, 于是又回给MDI 子窗口本身。
10. 传给 *CWinApp* 对象-- 无主消息的终极归属。

图9-6 是构成「消息邦浦」之各个函数的调用次序。此图可以对前面所列之各个源代码组织出一个大局观来。

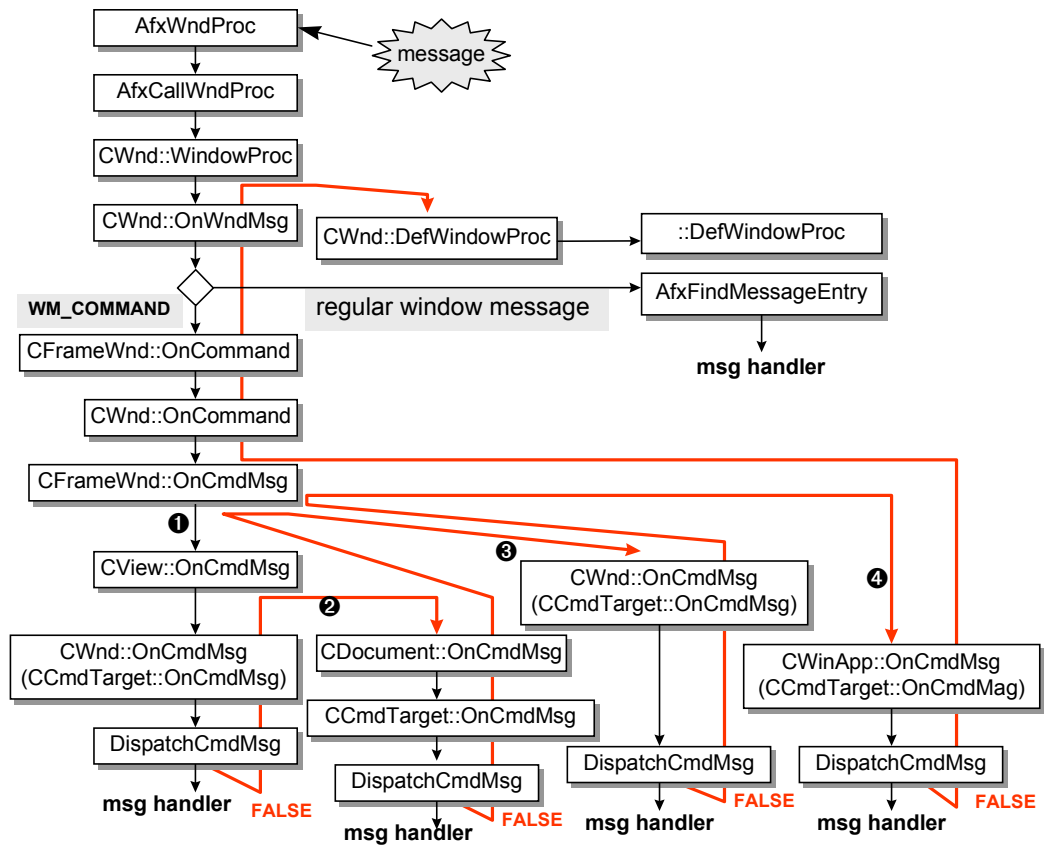


图9-6 构成「消息邦浦」之各个函数的调用次序

罗塞达碑石：AfxSig_xx 的奥秘

大架构建立起来了，但我还没有很仔细地解释在消息映射「网」中的 `_messageEntries[]` 数组内容。为什么消息经由推动引擎（上一节谈的那整套家伙）推过这些数组，就可以找到它的处理例程？

Paul DiLascia 在他的文章（*“Meandering Through the Maze of MFC Message and Command Routing”*，Microsoft Systems Journal，1995/07）中形容这些数组之内一笔一笔的记录像是罗塞达碑石，呵呵，就靠它们揭开消息映射的最后谜底了。

罗塞达碑石（Rosetta Stone），1799 年拿破仑远征埃及时，由一名官员在尼罗河口罗塞达发现，揭开了古埃及象形文字之谜。石碑是黑色玄武岩，高114 公分，厚28 公分，宽72 公分。经法国学者Jean-Francois Champollion 研究后，世人因得顺利研读古埃及文献。

消息映射表的每一笔记录是这样的形式：

```
struct AFX_MSGMAP_ENTRY
{
    UINT nMessage;    // windows message
    UINT nCode;       // control code or WM_NOTIFY code
    UINT nID;         // control ID (or 0 for windows messages)
    UINT nLastID;     // used for entries specifying a range of control id's
    UINT nSig;        // signature type (action) or pointer to message #
    AFX_PMSG pfn;     // routine to call (or special value)
};
```

内中包括一个Windows 消息、其控制组件ID 以及通告码（notification code，对消息的更多描述，例如 `EN_CHANGED` 或 `CBN_DROPDOWN` 等）、一个签名记号、以及一个 `CCmdTarget` 衍生类别的成员函数。任何一个 `ON_` 宏会把这六个项目初始化起来。例如：

```
#define ON_WM_CREATE() \
{ WM_CREATE, 0, 0, 0, AfxSig_is, \
  (AFX_PMSG)(AFX_PMSGW)(int (AFX_MSG_CALL CWnd::*)(LPCREATESTRUCT))OnCreate },
```

你看到了可怕的类型转换动作，这完全是为了保持类型安全（type-safe）。

有一个很莫名其妙的东西：*AfxSig_*。要了解它作什么用，你得先停下来几分钟，想想另一个问题：当上一节的推动引擎比对消息并发现吻合之后，就调用对应的处理例程，但它怎么知道要交给消息处理例程哪些参数呢？要知道，不同的消息处理例程需要不同的参数（包括个数和类型），而其函数指针（*AFX_PMSG*）却都被定义为这付德行：

```
typedef void (AFX_MSG_CALL CCmdTarget::*AFX_PMSG)(void);
```

这么简陋的信息无法表现应该传递什么样的参数，而这正是*AfxSig_*要贡献的地方。当推动引擎比对完成，欲调用某个消息处理例程*lpEntry->pfn*时，动作是这样子地（出现在*CWnd::OnWndMsg*和*DispatchCmdMsg*中）：

```
union MessageMapFunctions mmf;
mmf.pfn = lpEntry->pfn;

switch (lpEntry->nSig)
{
case AfxSig_is:
    lResult = (this->*mmf.pfn_is)((LPTSTR)lParam);
    break;

case AfxSig_lwl:
    lResult = (this->*mmf.pfn_lwl)(wParam, lParam);
    break;

case AfxSig_vv:
    (this->*mmf.pfn_vv)();
    break;

...
}
```

注意两样东西：*MessageMapFunctions*和*AfxSig_*。*AfxSig_*定义于*AFXMSG.H*档：

```
enum AfxSig
{
    AfxSig_end = 0,    // [marks end of message map]

    AfxSig_bD,        // BOOL (CDC*)
    AfxSig_bb,        // BOOL (BOOL)
    AfxSig_bWww,      // BOOL (CWnd*, UINT, UINT)
    AfxSig_hDWw,      // HBRUSH (CDC*, CWnd*, UINT)
    AfxSig_hDw,        // HBRUSH (CDC*, UINT)
```

```

AfxSig_iwWw,    // int (UINT, CWnd*, UINT)
AfxSig_iww,     // int (UINT, UINT)
AfxSig_iWww,    // int (CWnd*, UINT, UINT)
AfxSig_is,      // int (LPTSTR)
AfxSig_lwl,     // LRESULT (WPARAM, LPARAM)
AfxSig_lwwM,    // LRESULT (UINT, UINT, CMenu*)
AfxSig_vv,      // void (void)

AfxSig_vw,      // void (UINT)
AfxSig_vww,     // void (UINT, UINT)
AfxSig_vvii,    // void (int, int) // wParam is ignored
AfxSig_vwww,    // void (UINT, UINT, UINT)
AfxSig_vwii,    // void (UINT, int, int)
AfxSig_vwl,     // void (UINT, LPARAM)
AfxSig_vbWW,    // void (BOOL, CWnd*, CWnd*)
AfxSig_vD,      // void (CDC*)
AfxSig_vM,      // void (CMenu*)
AfxSig_vMwb,    // void (CMenu*, UINT, BOOL)

AfxSig_vW,      // void (CWnd*)
AfxSig_vWww,    // void (CWnd*, UINT, UINT)
AfxSig_vWp,     // void (CWnd*, CPoint)
AfxSig_vWh,     // void (CWnd*, HANDLE)
AfxSig_vwW,     // void (UINT, CWnd*)
AfxSig_vwWb,    // void (UINT, CWnd*, BOOL)
AfxSig_vwwW,    // void (UINT, UINT, CWnd*)
AfxSig_vwwx,    // void (UINT, UINT)
AfxSig_vs,      // void (LPTSTR)
AfxSig_vOWNER,  // void (int, LPTSTR), force return TRUE
AfxSig_iis,     // int (int, LPTSTR)
AfxSig_wp,      // UINT (CPoint)
AfxSig_wv,      // UINT (void)
AfxSig_vPOS,    // void (WINDOWPOS*)
AfxSig_vCALC,   // void (BOOL, NCCALCSIZE_PARAMS*)
AfxSig_vNMHDRpl, // void (NMHDR*, LRESULT*)
AfxSig_bNMHDRpl, // BOOL (NMHDR*, LRESULT*)
AfxSig_vvNMHDRpl, // void (UINT, NMHDR*, LRESULT*)
AfxSig_bwNMHDRpl, // BOOL (UINT, NMHDR*, LRESULT*)
AfxSig_bHELPINFO, // BOOL (HELPINFO*)
AfxSig_vwSIZING, // void (UINT, LPRECT) -- return TRUE

// signatures specific to CCmdTarget
AfxSig_cmdui,   // void (CCmdUI*)
AfxSig_cmduiw,  // void (CCmdUI*, UINT)
AfxSig_vpv,     // void (void*)
AfxSig_bpv,     // BOOL (void*)

```



```

// Other aliases (based on implementation)
AfxSig_vwwh,          // void (UINT, UINT, HANDLE)
AfxSig_vwvp,          // void (UINT, CPoint)
AfxSig_bw = AfxSig_bb, // BOOL (UINT)
AfxSig_bh = AfxSig_bb, // BOOL (HANDLE)
AfxSig_iw = AfxSig_bb, // int (UINT)
AfxSig_ww = AfxSig_bb, // UINT (UINT)
AfxSig_bv = AfxSig_wv, // BOOL (void)
AfxSig_hv = AfxSig_wv, // HANDLE (void)
AfxSig_vb = AfxSig_vw, // void (BOOL)
AfxSig_vbh = AfxSig_vww, // void (BOOL, HANDLE)
AfxSig_vbw = AfxSig_vww, // void (BOOL, UINT)
AfxSig_vhh = AfxSig_vww, // void (HANDLE, HANDLE)
AfxSig_vh = AfxSig_vw, // void (HANDLE)
AfxSig_viSS = AfxSig_vwl, // void (int, STYLESTRUCT*)
AfxSig_bwl = AfxSig_lwl,
AfxSig_vwMOVING = AfxSig_vwSIZING, // void (UINT, LPRECT) -- return TRUE
};

```

MessageMapFunctions 定义于 WINCORE.CPP 档：

```

union MessageMapFunctions
{
    AFX_PMSG pfn; // generic member function pointer

    // specific type safe variants
    BOOL (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_bD)(CDC*);
    BOOL (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_bb)(BOOL);
    BOOL (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_bWww)(CWnd*, UINT, UINT);
    BOOL (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_bHELPINFO)(HELPINFO*);
    HBRUSH (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_hDWw)(CDC*, CWnd*, UINT);
    HBRUSH (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_hDw)(CDC*, UINT);
    int (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_iwWw)(UINT, CWnd*, UINT);
    int (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_iww)(UINT, UINT);
    int (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_iWww)(CWnd*, UINT, UINT);
    int (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_is)(LPTSTR);
    LRESULT (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_lwl)(WPARAM, LPARAM);
    LRESULT (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_lwwM)(UINT, UINT, CMenu*);
    void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vv)(void);

    void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vw)(UINT);
    void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vww)(UINT, UINT);
    void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vvii)(int, int);
    void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vwww)(UINT, UINT, UINT);
    void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vwii)(UINT, int, int);

```

```

void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vw1)(WPARAM, LPARAM);
void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vbWW)(BOOL, CWnd*, CWnd*);
void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vD)(CDC*);
void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vM)(CMenu*);
void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vMwb)(CMenu*, UINT, BOOL);

void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vW)(CWnd*);
void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vWww)(CWnd*, UINT, UINT);
void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vWp)(CWnd*, CPoint);
void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vWh)(CWnd*, HANDLE);
void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vwW)(UINT, CWnd*);
void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vwWb)(UINT, CWnd*, BOOL);
void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vwwW)(UINT, UINT, CWnd*);
void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vwwx)(UINT, UINT);
void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vs)(LPTSTR);
void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vOWNER)(int, LPTSTR); // force return TRUE
int (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_iis)(int, LPTSTR);
UINT (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_wp)(CPoint);
UINT (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_wv)(void);
void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vPOS)(WINDOWPOS*);
void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vCALC)(BOOL, NCCALCSIZE_PARAMS*);
void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vwp)(UINT, CPoint);
void (AFX_MSG_CALL CWnd::*pfn_vwwh)(UINT, UINT, HANDLE);
};

```

其实呢，真正的函数只有一个 *pfn*，但通过 *union*，它有许多类型不同的形象。*pfn_vv* 代表「参数为 *void*，传回值为 *void*」；*pfn_hwl* 代表「参数为 *wParam* 和 *lParam*，传回值为 *LRESULT*」；*pfn_is* 代表「参数为 *LPTSTR* 字符串，传回值为 *int*」。

相当精致，但是也有点儿可怖，是不是？使用 MFC 或许应该像吃蜜饯一样；蜜饯很好吃，但你最好不要看到蜜饯的生产过程！唔，我真的不知道！

无论如何，我把所有的神秘都揭开在你面前了。

山高月小 水落石出

Scribble Step2: UI 对象的变化

理论基础建立完毕，该是实作的时候。Step2 将新增三个菜单命令项，一个工具栏按钮，并维护这些UI对象的使用状态。

改变菜单

Step2 将增加一个【Pen】菜单，其中有两个命令项目；并在【Edit】菜单中增加一个【Clear All】命令项目：

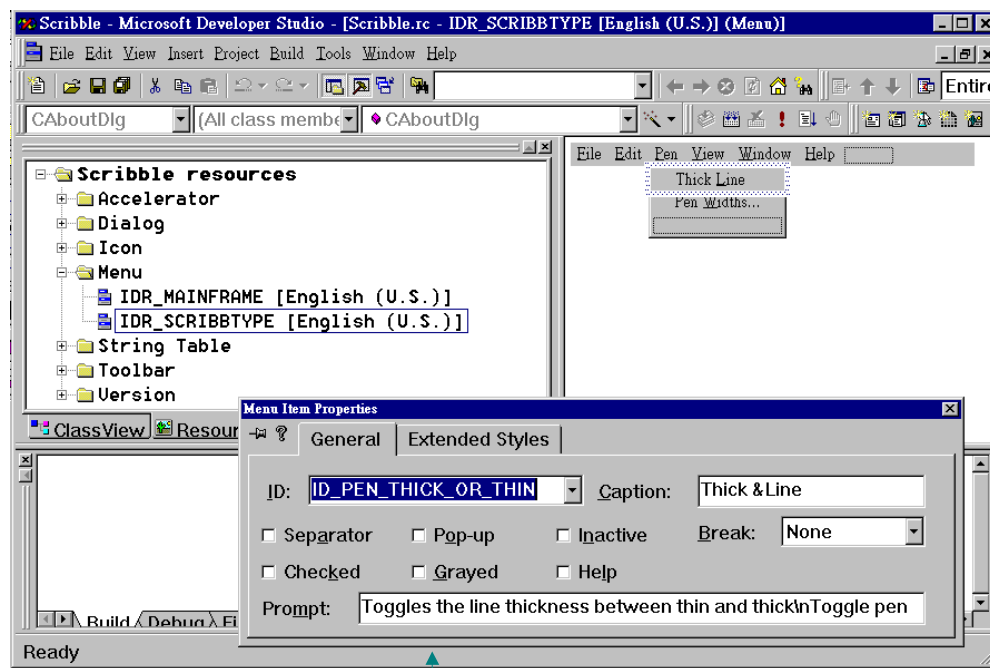


- 【Pen/Thick Line】：这是一个切换开关，允许设定使用粗笔或细笔。如果使用者设定粗笔，我们将在这项目的旁边打个勾（所谓的checked）；如果使用者选择细笔（也就是在打勾的本项目上再按一下），我们就把勾号去除（所谓的unchecked）。
- 【Pen/Pen Widths】：这会唤起一个对话框，允许设定笔的宽度。对话框的设计并不在本章范围，那是下一章的事。
- 【Edit/Clear All】：清除目前作用之Document 资料。当然对应之View 窗口内容也应该清干净。

Visual C++ 整合环境中的菜单编辑器拥有非常方便的鼠标拖放（drag and drop）功能，所以做出上述的菜单命令项不是难事。不过这些命令项目还得经过某些动作，才能与程序码关联起来发生作用，这方面ClassWizard 可以帮助我们。稍后我会说明这一切。

以下利用Visual C++ 整合环境中的菜单编辑器修改菜单：

- 激活菜单编辑器（请参考第 4 章）。Scribble 有两份菜单，IDR_MAINFRAME 适用于没有任何子窗口的情况，IDR_SCRIBBTYPE 适用于有子窗口的情况。我们选择后者。



- IDR_SCRIBBTYPE 菜单内容出现于画面右半侧。加入新增的三个命令项。每个命令项会获得一个独一无二的识别码，定义于RESOURCE.H 或任何你指定的文件中。图下方的【Menu Item Properties】对话框在你双击某个命令项后出现，允许你更改命令项的识别码与提示字符串（将出现在状态列中）。如果你对操作过程不熟练，请参考[Visual C++ User's Guide](#)（Visual C++ Online 上附有此书之电子版）。
- 三个新命令项的ID 值以及提示字符串整理于下：

```

【Pen/Thick Line】
ID : ID_PEN_THICK_OR_THIN
prompt : "Toggles the line thickness between thin and thick\nToggle pen"
    
```

【Pen/Pen Widths】

ID : ID_PEN_WIDTHS

prompt : "Sets the size of the thin and thick pen\n**Pen thickness**"

【Edit/Clear All】

ID : ID_EDIT_CLEAR_ALL (这是一个预先定义的ID, 有预设的提示字符串, 请更改如下)

prompt : "Clears the drawing\n**Erase All**"

注意：每一个提示字符串都有一个\n 子字符串，那是作为工具栏按钮的「小黄卷标」的卷标内容。「小黄卷标」（学名叫作tool tips）是Windows 95 新增的功能。

对Framework 而言，命令项的ID 是用以识别命令消息的唯一依据。你只需在【Properties】对话框中键入你喜欢的ID 名称（如果你不满意菜单编辑器自动给你的那个），至于它真正的数值不必在意，菜单编辑器会在你的RESOURCE.H 档中加上定义值。

经过上述动作，菜单编辑器影响我们的程序代码如下：

```
// in RESOURCE.H
#define ID_PEN_THICK_OR_THIN      32772
#define ID_PEN_WIDTHS            32773
(注：另一个ID ID_EDIT_CLEAR_ALL 已预先定义于AFXRES.H 中)

// in SCRIBBLE.RC
IDR_SCRIBBTYPE MENU PRELOAD DISCARDABLE
BEGIN
    ...
    POPUP "&Edit"
    BEGIN
        ...
        MENUITEM "Clear &All",      ID_EDIT_CLEAR_ALL
    END
    POPUP "&Pen"
    BEGIN
        MENUITEM "Thick &Line",      ID_PEN_THICK_OR_THIN
        MENUITEM "Pen &Widths...",    ID_PEN_WIDTHS
    END
    ...
END
```

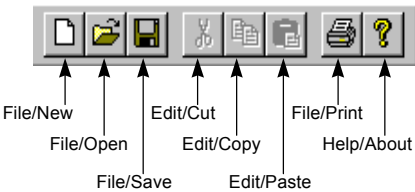
```
STRINGTABLE DISCARDABLE
BEGIN
    ID_PEN_THICK_OR_THIN  "Toggles the line thickness between thin and thick\nToggle pen"
    ID_PEN_WIDTHS         "Sets the size of the thin and thick pen\nPen thickness"
END

STRINGTABLE DISCARDABLE
BEGIN
    ID_EDIT_CLEAR_ALL     "Clears the drawing\nErase All"
    ...
END
```

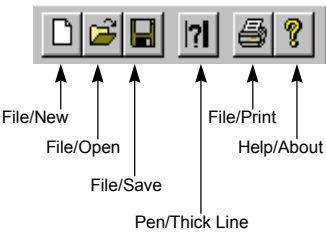
改变工具栏

过去，也就是Visual C++ 4.0 之前，改变工具栏有点麻烦。你必须先以图形编辑器修改工具列对应之bitmap 图形，然后更改程序代码中对应的工具栏按钮识别码。现在可就轻松多了，工具栏编辑器让我们一气呵成。主要原因是，工具栏现今也成为了资源的一种。

下面是Scribble Step1 的工具栏：

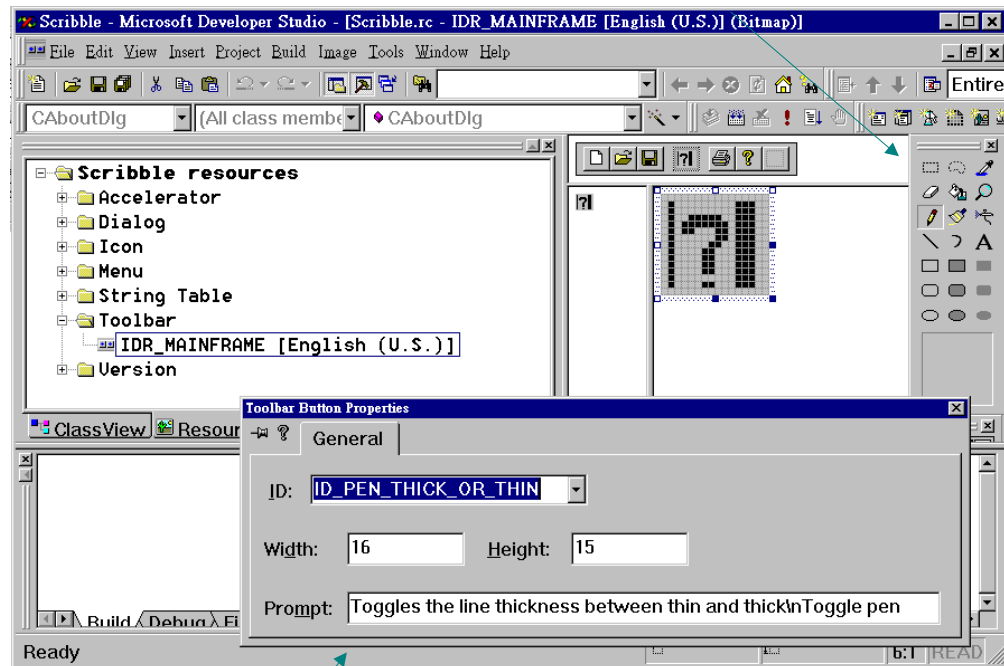


现在我希望为【Pen/Thick Line】命令项设计一个工具栏按钮，并且把Scribble 用不到的三个预设按钮去除（分别是Cut、Copy、Paste）：



编辑动作如下：

- 激活工具栏编辑器，选择 `IDR_MAINFRAME`。有一个绘图工具箱出现在最右侧。



- 将三个用不着的按钮除去：以鼠标拖拉这些按钮，拉到工具栏以外即可。
- 在工具栏最右侧的空白按钮上作画，并将它拖拉到适当位置。
- 为了让这个新的按钮起作用，必须指定一个ID 给它。我们希望这个按钮相当于【Pen/Thick Line】命令项，所以它的ID 当然应该与该命令项的ID 相同，也就是 `ID_PEN_THICK_OR_THIN`。双击这个新按钮，出现【Toolbar Button Properties】对话框，请选择正确的ID。注意，由于此一ID 先前已定义好，所以其提示字符串以及小黄卷标也就与此一工具栏按钮产生了关联。

- 存盘。

- 工具栏编辑器为我们修改了工具栏的bitmap 图形文件内容：

```
IDR_MAINFRAME BITMAP MOVEABLE PURE "res\\Toolbar.bmp"
```

同时，工具栏项目也由原来的：

```
IDR_MAINFRAME TOOLBAR DISCARDABLE 16, 15
BEGIN
    BUTTON      ID_FILE_NEW
    BUTTON      ID_FILE_OPEN
    BUTTON      ID_FILE_SAVE
    SEPARATOR
    BUTTON      ID_EDIT_CUT
    BUTTON      ID_EDIT_COPY
    BUTTON      ID_EDIT_PASTE
    SEPARATOR
    BUTTON      ID_FILE_PRINT
    BUTTON      ID_APP_ABOUT
END
```

改变为：

```
IDR_MAINFRAME TOOLBAR DISCARDABLE 16, 15
BEGIN
    BUTTON      ID_FILE_NEW
    BUTTON      ID_FILE_OPEN
    BUTTON      ID_FILE_SAVE
    SEPARATOR
    BUTTON      ID_PEN_THICK_OR_THIN
    SEPARATOR
    BUTTON      ID_FILE_PRINT
    BUTTON      ID_APP_ABOUT
END
```

利用ClassWizard 连接命令项识别码与命令处理函数

新增的三个命令项和一个工具栏按钮，都会产生命令消息。接下来的任务就是为它们指定一个对应的命令消息处理例程。下面是一份整理：

UI 对象（命令项） 项目识别码处理例程		
【Pen/Thick Line】□	ID_PEN_THICK_OR_THIN□	OnPenThickOrThin
【Pen/Pen Widths】□	ID_PEN_WIDTHS□	OnPenWidths(第10 章再处理)

【Edit/Clear All】	<i>ID_EDIT_CLEAR_ALL</i>	<i>OnEditClearAll</i>
------------------	--------------------------	-----------------------

消息与其处理例程的连接关系是在程序的Message Map 中确立，而Message Map 可藉由ClassWizard 或WizardBar 完成。第8章已经利用这两个工具成功地为三个标准的Windows 消息（*WM_LBUTTONDOWN*、*WM_LBUTTONUP*、*WM_MOUSEMOVE*）设立其消息处理函数，现在我们要为Step2 新增的命令消息设立消息处理例程。过程如下：

- 首先你必须决定，在哪里拦截【Edit/Clear All】才好？本章前面对于消息映射与命令绕行的深度讨论这会儿派上了用场。【Edit/Clear All】这个命令的目的是要清除文件，文件的根本是在资料的「体」，而不在资料的「面」，所以把文件的命令处理例程放在Document 类别中比放在View 类别来得高明。命令讯息会不会流经Document 类别？经过前数节的深度之旅，你应该自有定论了。
- 所以，让我们在*CScribbleDoc* 的WizardBar 选择【Object IDs】为 *ID_EDIT_CLEAR_ALL*，并选择【Messages】为COMMAND。
- 猜猜看，如果你在【Object IDs】中选择*CScribbleDoc*，右侧的【Messages】清单会出现什么？什么都没有！因为Document 类别只可能接受 *WM_COMMAND*，这一点你应该已经从前面所说的消息递送过程中知道了。如果你在*CScribbleApp* 的WizardBar 上选择【Object IDs】为*CScribbleApp*，右侧的【Messages】清单中也是什么都没有，道理相同。
- 你会获得一个对话框，询问你是否接受一个新的处理例程。选择Yes，于是文字编辑器中出现该函数之骨干，等待你的幸临...

这样就完成了命令消息与其处理函数的连接工作。这个工作称为"command binding"。我们的源代码获得以下修改：

- Document 类别之中多了一个函数声明：
- ```
class CScribbleDoc : public CDocument
{
protected:
 afx_msg void OnEditClearAll();
 ...
}
```

- Document 类别的Message Map 中多了一笔记录：

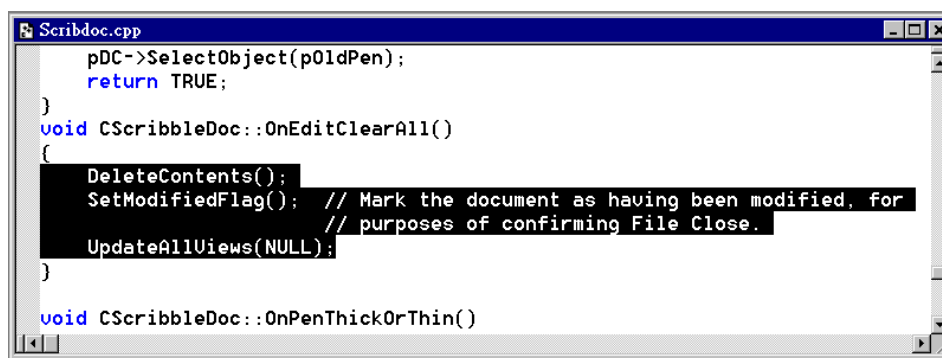
```
BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleDoc, CDocument)
 ON_COMMAND(ID_EDIT_CLEAR_ALL, OnEditClearAll)
 ...
END_MESSAGE_MAP()
```

- Document 类别中多了一个函数空壳：

```
void CScribbleDoc::OnEditClearAll()
{
}

```

- 现在请写下 *OnEditClearAll* 函数码：



依此要领，我们再设计 *OnPenThickOrThin* 函数。此一函数用来更改现行的笔宽，与 Document 有密切关系，所以在 Document 类别中放置其消息处理例程是适当的：

```
void CScribbleDoc::OnPenThickOrThin()
{
 // Toggle the state of the pen between thin or thick.
 m_bThickPen = !m_bThickPen;

 // Change the current pen to reflect the new user-specified width.
 ReplacePen();
}
```

```

void CScribbleDoc::ReplacePen()
{
 m_nPenWidth = m_bThickPen? m_nThickWidth : m_nThinWidth;

 // Change the current pen to reflect the new user-specified width.
 m_penCur.DeleteObject();
 m_penCur.CreatePen(PS_SOLID, m_nPenWidth, RGB(0,0,0)); // solid black
}

```

注意，*ReplacePen* 并非由 WizardBar (或 Class Wizard) 加上去，所以我们必须自行在

*CScribbleDoc* 类别中加上这个函数的声明：

```

class CScribbleDoc : public CDocument
{
protected:
 void ReplacePen();
 ...
}

```

*OnPenThickOrThin* 函数用来更换笔的宽度，所以 *CScribbleDoc* 势必需要加些新的成员变量。变量 *m\_bThickPen* 用来记录目前笔的状态（粗笔或细笔），变量 *m\_nThinWidth* 和 *m\_nThickWidth* 分别记录粗笔和细笔的笔宽-- 在 Step2 中此二者固定为 2 和 5，原本并不需要变量的设置，但下一章的 Step3 中粗笔和细笔的笔宽可以更改，所以这里未雨绸缪：

```

class CScribbleDoc : public CDocument
{
 // Attributes
protected:
 UINT m_nPenWidth; // current user-selected pen width
 BOOL m_bThickPen; // TRUE if current pen is thick
 UINT m_nThinWidth;
 UINT m_nThickWidth;
 CPen m_penCur; // pen created according to
 ...
}

```

现在重新考虑文件初始化的动作，将Step1 的：

```
void CScribbleDoc::InitDocument()
{
 m_nPenWidth = 2; // default 2 pixel pen width
 // solid, black pen
 m_penCur.CreatePen(PS_SOLID, m_nPenWidth, RGB(0,0,0));
}
```

改变为Step2 的：

```
void CScribbleDoc::InitDocument()
{
 m_bThickPen = FALSE;
 m_nThinWidth = 2; // default thin pen is 2 pixels wide
 m_nThickWidth = 5; // default thick pen is 5 pixels wide
 ReplacePen(); // initialize pen according to current width
}
```

## 维护UI 对象状态 (UPDATE\_COMMAND\_UI)

上一节我曾提过WizardBar 右侧的【Messages】清单中，针对各个命令项，会出现COMMAND 和UPDATE\_COMMAND\_UI 两种选择。后者做什么用？

一个菜单拉下来，使用者可以从命令项的状态（打勾或没打勾、灰色或正常）得到一些状态提示。如果Document 中没有任何资料的话，【Edit/Clear All】照道理就不应该起作用，因为根本没资料又如何"Clear All" 呢?! 这时候我们应该把这个命令项除能（disable）。又例如在粗笔状态下，程序的【Pen/Thick Line】命令项应该打一个勾（所谓的check mark），在细笔状态下不应该打勾。此外，菜单命令项的状态应该同步影响到对应之工具栏按钮状态。

所有UI 对象状态的维护可以依赖所谓的UPDATE\_COMMAND\_UI 消息。

传统SDK 程序中要改变菜单命令项状态，可以调用EnableMenuItem 或是 CheckMenuItem，但这使得程序杂乱无章，因为你没有一个固定的位置和固定的原则处理命令项状态。MFC 提供一种直觉并且仍旧依赖消息观念的方式，解决这个问题，这就

是`UPDATE_COMMAND_UI`消息。其设计理念是，每当菜单被拉下并尚未显示之前，其命令项（以及对应之工具栏按钮）都会收到`UPDATE_COMMAND_UI`消息，这个消息和`WM_COMMAND` 一样的绕行路线，我们（程序员）只要在适当的类别中放置其处理函数，并在函数中做某些判断，便可决定如何显示命令项。

这种方法的最大好处是，不但把问题的解决方式统一化，更因为Framework 传给`UPDATE_COMMAND_UI` 处理例程的参数是一个「指向`CCmdUI` 对象的指针」，而`CCmdUI` 对象就代表着对应的菜单命令项，因此你只需调用`CCmdUI` 所准备的，专门用来处理命令项外观的函数（如`Enable` 或`SetCheck`）即可。我们的工作量大为减轻。

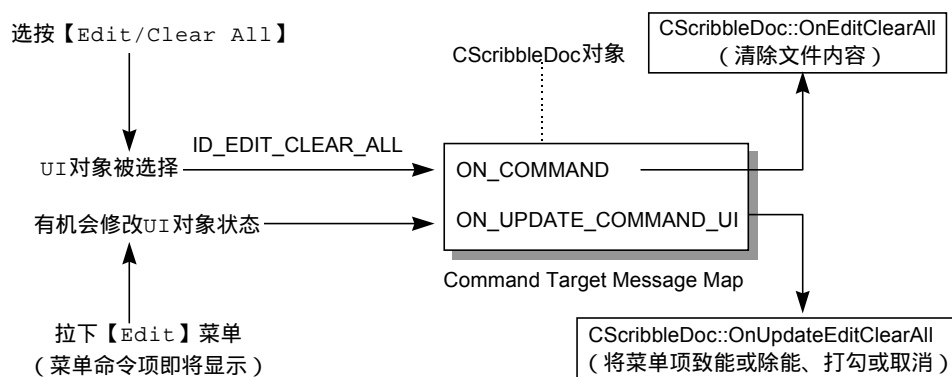


图9-7 `ON_COMMAND` 和`ON_UPDATE_COMMAND_UI` 的运作

图9-7 以【Edit/Clear All】实例说明`ON_COMMAND` 和`ON_UPDATE_COMMAND_UI` 的运作。为了拦截`UPDATE_COMMAND_UI` 消息，你的Command Target 对象（也许是Application，也许是windows，也许是Views，也许是Documents）要做两件事情：

1. 利用WizardBar（或ClassWizard）加上一笔Message Map 项目如下：

```
ON_UPDATE_COMMAND_UI (ID_xxx, OnUpdatexxx)
```

2. 提供一个 *OnUpdatexxx* 函数。这个函数的写法十分简单，因为 Framework 传来一个代表 UI 对象（也就是菜单命令项或工具栏按钮）的 *CCmdUI* 对象指标，而对 UI 对象的各种操作又都已设计在 *CCmdUI* 成员函数中。举个例子：

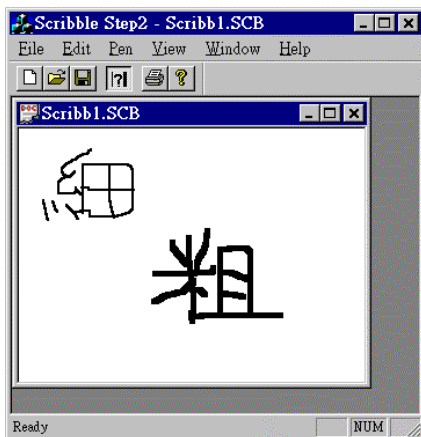
```
void CScribbleDoc::OnUpdateEditClearAll(CCmdUI* pCmdUI)
{
 pCmdUI->Enable(!m_strokeList.IsEmpty());
}

void CScribbleDoc::OnUpdatePenThickOrThin(CCmdUI* pCmdUI)
{
 pCmdUI->SetCheck(m_bThickPen);
}
```

如果命令项与某个工具栏按钮共享同一个命令 ID，上述的 *Enable* 动作将不只影响命令项，也影响按钮。命令项的打勾（checked）即是按钮的按下（depressed），命令项没有打勾（unchecked）即是按钮的正常化（松开）。

现在，Scribble 第二版全部修改完毕，制作并测试之：

- 在整合环境中按下【Build/Build Scribble】编译并联结。
- 按下【Build/Execute】执行 Scribble。测试细笔粗笔的运作情况，以及【Edit /Clear All】是否生效。



从写程序（而不是挖背后意义）的角度去看Message Map，我把Step2 所进行的菜单改变对Message Map 造成的影响做个总整理。一共有四个相关成份会被ClassWizard（或WizardBar）产生出来，下面就是相关源代码，其中只有第4 项的函数内容是我们撰写的，其它都由工具自动完成。

### 1. CSRIBBLEDOC.CPP

```
BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleDoc, CDocument)
 //{AFX_MSG_MAP(CScribbleDoc)
 ON_COMMAND(ID_EDIT_CLEAR_ALL, OnEditClearAll)
 ON_COMMAND(ID_PEN_THICK_OR_THIN, OnPenThickOrThin)
 ON_UPDATE_COMMAND_UI(ID_EDIT_CLEAR_ALL, OnUpdateEditClearAll)
 ON_UPDATE_COMMAND_UI(ID_PEN_THICK_OR_THIN, OnUpdatePenThickOrThin)
 //}AFX_MSG_MAP
END_MESSAGE_MAP()
```

不要去掉//{{ 和//}}，否则下次ClassWizard 或WizardBar 不能正常工作。

### 2. CSRIBBLEDOC.H

```
class CScribbleDoc : public CDocument
{
...
// Generated message map functions
protected:
 //{AFX_MSG(CScribbleDoc)
 afx_msg void OnEditClearAll();
 afx_msg void OnPenThickOrThin();
 afx_msg void OnUpdateEditClearAll(CCmdUI* pCmdUI);
 afx_msg void OnUpdatePenThickOrThin(CCmdUI* pCmdUI);
 //}AFX_MSG
...
};
```

### 3. RESOURCE.H

```
#define ID_PEN_THICK_OR_THIN 32772
#define ID_PEN_WIDTHS 32773
```

（另一个项目ID\_EDIT\_CLEAR\_ALL 已经在AFXRES.H 中定义了）

#### 4. SCRIBBLED0C.CPP

```
void CScribbleDoc::OnEditClearAll()
{
 DeleteContents();
 SetModifiedFlag(); // Mark the document as having been modified, for
 // purposes of confirming File Close.
 UpdateAllViews(NULL);
}

void CScribbleDoc::OnPenThickOrThin()
{
 // Toggle the state of the pen between thin or thick.
 m_bThickPen = !m_bThickPen;

 // Change the current pen to reflect the new user-specified width.
 ReplacePen();
}

void CScribbleDoc::ReplacePen()
{
 m_nPenWidth = m_bThickPen? m_nThickWidth : m_nThinWidth;

 // Change the current pen to reflect the new user-specified width.
 m_penCur.DeleteObject();
 m_penCur.CreatePen(PS_SOLID, m_nPenWidth, RGB(0,0,0)); // solid black
}

void CScribbleDoc::OnUpdateEditClearAll(CCmdUI* pCmdUI)
{
 // Enable the command user interface object (menu item or tool bar
 // button) if the document is non-empty, i.e., has at least one stroke.
 pCmdUI->Enable(!m_strokeList.IsEmpty());
}

void CScribbleDoc::OnUpdatePenThickOrThin(CCmdUI* pCmdUI)
{
 // Add check mark to Draw Thick Line menu item, if the current
 // pen width is "thick".
 pCmdUI->SetCheck(m_bThickPen);
}
```



## 本章回顧

这一章主要为Scribble Step2 增加新的菜单命令项。在这个过程中我们使用了工具栏编辑器和ClassWizard (或Wizardbar) 等工具。工具的使用很简单,但是把消息的处理常式加在什么地方却是关键。因此本章一开始先带你深入探索MFC 源代码,了解消息的递送以及所谓Message Map 背后的意义,并且也解释了命令消息 (WM\_COMMAND) 特异的绕行路线及其原因。

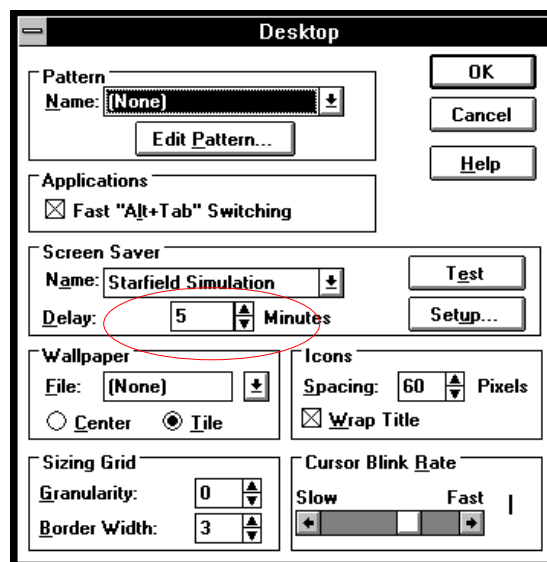
我在本章中挖出了许多MFC 源代码,希望藉由源代码的自我说明能力,加深你对消息映射与消息绕行路径的了解。这是对MFC「知其所以然」的重要关键。这个知识基础不会因为MFC 的源代码更动而更动,我要强调的,是其原理。



## MFC 与对话框

上一章我们为Scribble 新增了一个【Pen】菜单，其中第二个命令项【Pen Width...】准备用来提供一个对话框，让使用者设定笔的宽度。每一线条都可以拥有自己的笔宽。原预设粗笔是 5 个图素宽，细笔是 2 个图素宽。

为了这样的目的，在对话框中放个Spin 控制组件是极佳的选择。Spin 就是那种有着上下小三角形箭头、可搭配一个文字显示器的控制组件，有点像转轮，用来选择数字最合适：



但是，Scribble Step3 只是想示范如何在MFC 程序中经由菜单命令项唤起一个对话框，并示范所谓的资料交换与资料检验（DDX/DDV）。所以，笔宽对话框中只选用两个小小的Edit 控制组件而已。

本章还可以学习到如何利用对话框编辑器设计对话框的模板，并利用ClassWizard 制作一个对话框类别，定义消息处理函数，把它们与对话框「绑」在一块儿。

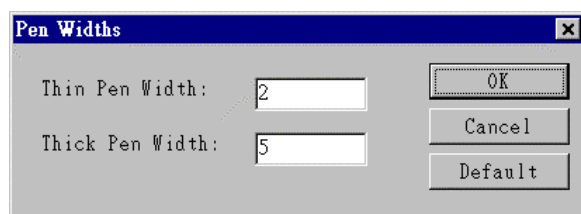


图10-1 【Pen widths】对话框

## 对话框编辑器

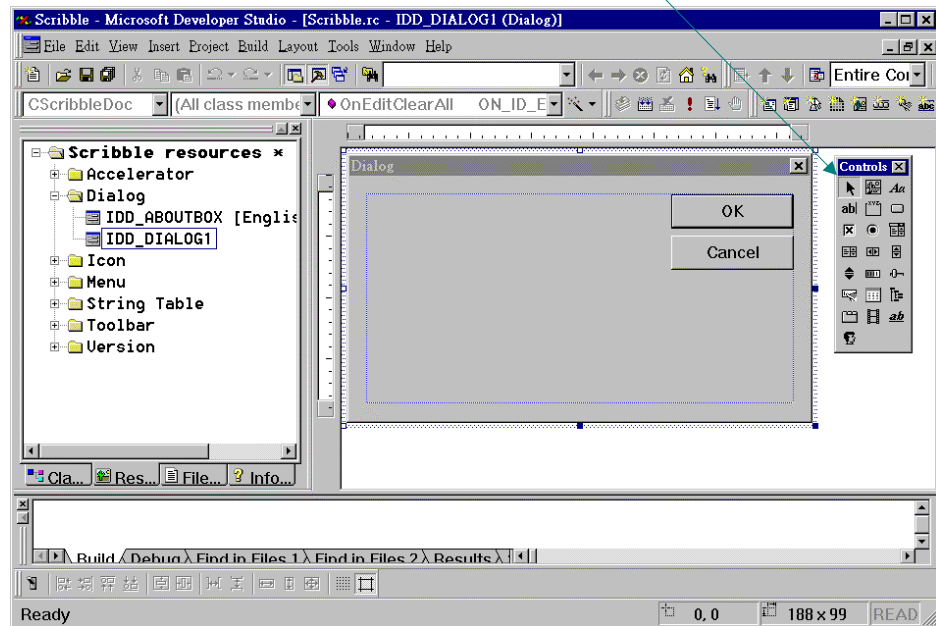
把对话框函数 在一旁，把所有程序烦恼 在一旁，我们先享受Visual C++ 整合环境中的对话框编辑器带来的对话框模板（Dialog Template）设计快感。

设计对话框模板，有两个重要的步骤，第一是从工具箱中选择控制组件（control，功能各异的小小零组件）加到对话框中，第二是填写此一控制组件的标题、ID、以及其它性质。

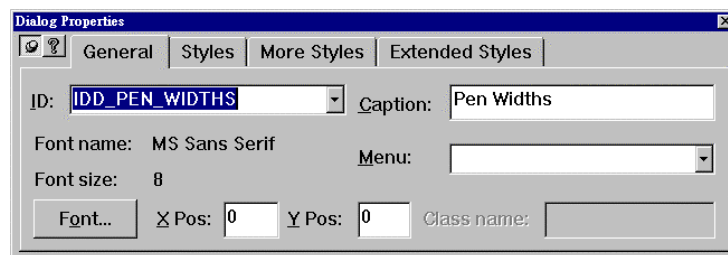
以下就是利用对话框编辑器设计【Pen Widths】对话框的过程。

- 在Visual C++ 整合环境中选按【Insert/Resource】命令项，并在随后而来的【Insert Resource】对话框中，选择【resource types】为Dialog。
- 或是直接在Visual C++ 整合环境中按下工具栏的【New Dialog】按钮。

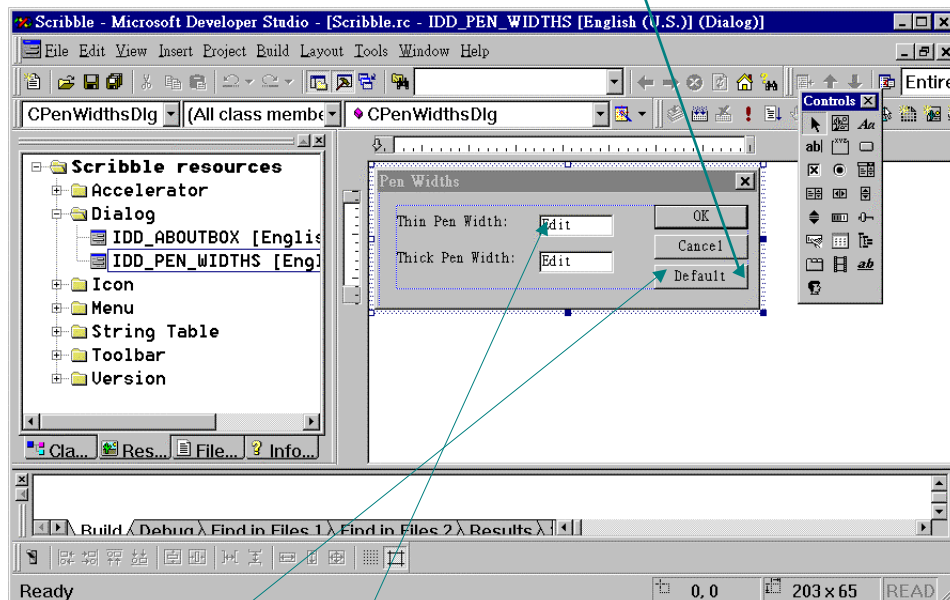
- Scribble.rc 文件会被打开，对话框编辑器出现，自动给我们一个空白对话框，内含两个按钮，分别是【OK】和【Cancel】。控制组件工具箱出现在画面右侧，内含许多控制组件。



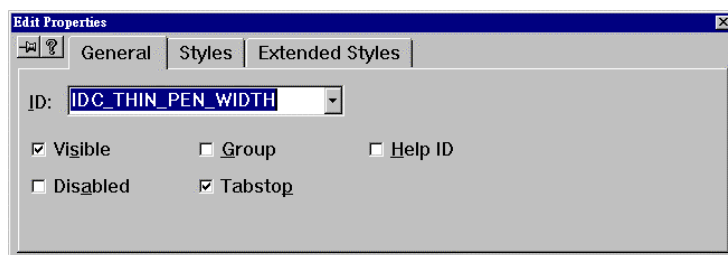
- 为了设定控制组件的属性，必须用到【Dialog Properties】对话框。如果它最初没有出现，只要以右键选按对话框的任何地方，就会跑出一份菜单，再选择其中的「Properties」，即会出现此对话框。按下对话框左上方的push-pin 钮（大头针）可以常保它浮现为最上层窗口。现在把对话框ID 改为 `IDD_PEN_WIDTHS`，把标题改为"Pen Widths"。



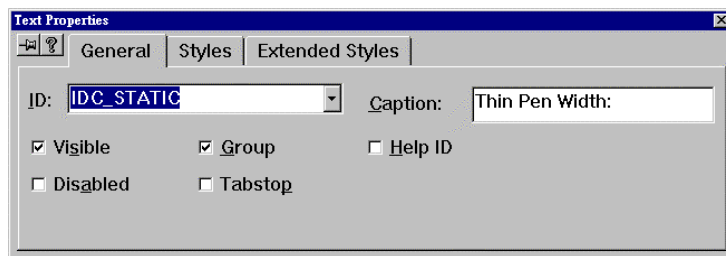
- 为对话框加入两个Edit 控制组件，两个Static 控制组件，以及一个按钮。



- 右键选按新增的按钮，在Property page 中把其标题改为"Default"，并把ID 改为IDC\_DEFAULT\_PEN\_WIDTHS
- 右键选按第一个Edit 控制组件，在Property page 中把ID 改为 IDC\_THIN\_PEN\_WIDTH。以同样的方式把第二个Edit 控制组件的ID 改为 IDC\_THICK\_PEN\_WIDTH。

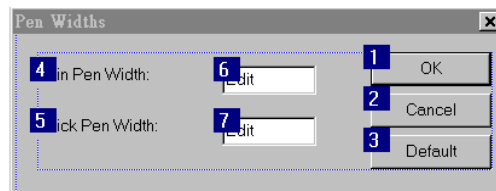


右键选按第一个Static 控制组件，Property page 中出现其属性，现在把文字内容改为"Thin Pen Width: "。以同样的方式把第二个Static 控制组件的文字内容改为"Thick Pen Width: "。不必在意Static 控制组件的ID 值，因为我们根本不可能在程序中用到Static 控制组件的ID。



调整每一个控制组件的大小位置，使之美观整齐。

调整tab order。所谓tab order 是使用者在操作对话框时，按下Tab 键后，键盘输入焦点在各个控制组件上的巡回次序。调整方式是选按Visual C++ 整合环境中的【Layout/Tab Order】命令项，出现带有标号的对话框如下，再依你所想要的次序以鼠标点选一遍即可。



测试对话框。选按Visual C++ 整合环境中的【Layout/Test】命令项，出现运作状态下的对话框。你可以在这种状态下测试tab order 和预设按钮（ default button ）。若欲退出，请选按【OK】或【Cancel】或按下ESC 键。

注意：所谓default button，是指与<Enter> 键相通的那个按钮。

所有调整都完成之后，存盘。于是SCRIBBLE.RC 增加了下列内容（一个对话框模板）：

```
IDD_PEN_WIDTHS DIALOG DISCARDABLE 0, 0, 203, 65
STYLE DS_MODALFRAME | WS_POPUP | WS_VISIBLE | WS_CAPTION | WS_SYSMENU
CAPTION "Pen Widths"
FONT 8, "MS Sans Serif"
BEGIN
 DEFPUSHBUTTON "OK",IDOK,148,7,50,14
 PUSHBUTTON "Cancel",IDCANCEL,148,24,50,14
 PUSHBUTTON "Default",IDC_DEFAULT_PEN_WIDTHS,148,41,50,14
 LTEXT "Thin Pen Width:",IDC_STATIC,10,12,70,10
 LTEXT "Thick Pen Width:",IDC_STATIC,10,33,70,10
 EDITTEXT IDC_THIN_PEN_WIDTH,86,12,40,13,ES_AUTOHSCROLL
 EDITTEXT IDC_THICK_PEN_WIDTH,86,33,40,13,ES_AUTOHSCROLL
END
```

## 利用ClassWizard 连接对话框与其专属类别

一旦完成了对话框的外貌设计，再来就是设计其行为。我们有两件事要做：

1. 从MFC 的`CDialog` 中衍生出一个类别，用来负责对话框行为。
2. 利用ClassWizard 把这个类别和先前你产生的对话框资源连接起来。通常这意味着你必须声明某些函数，用以处理你感兴趣的对话框消息，并将对话框中的控制组件对应到类别的成员变量上，这也就是所谓的Dialog Data eXchange (DDX)。如果你对这些变量内容有任何「确认规则」的话，ClassWizard 也允许你设定之，这就是所谓的Dialog Data Validation (DDV)。

注意：所谓「确认规则」是指对某些特殊用途的变量进行内容查验工作。例如月份一定只可能在1~12 之间，日期一定只可能在1~31 之间，人名一定不会有数字夹杂其中，金钱数额不能夹带文字，新竹的电话号码必须是03 开头后面再加 7 位数... 等等等。



所有动作当然都可以手工完成，然而ClassWizard 的表现非常好，让我们快速又轻松地完成这些事样。它可以为你的对话框产生一个.H 档，一个.CPP 文件，内有你的对话框类别、函数骨干、一个Message Map、以及一个Data Map。哎呀，我们又看到了新东西，稍后我会解释所谓的Data Map。

回忆Scribble 诞生之初，程序中有一个About 对话框，寄生于SCRIBBLE.CPP 中。

AppWizard 并没有询问我们有关这个对话框的任何意见，就自作主张地放了这些码：

```
#0001 //
#0002 // CAboutDlg dialog used for App About
#0003
#0004 class CAboutDlg : public CDialog
#0005 {
#0006 public:
#0007 CAboutDlg();
#0008
#0009 // Dialog Data
#0010 //{AFX_DATA(CAboutDlg)
#0011 enum { IDD = IDD_ABOUTBOX };
#0012 //}AFX_DATA
#0013
#0014 // ClassWizard generated virtual function overrides
#0015 //{AFX_VIRTUAL(CAboutDlg)
#0016 protected:
#0017 virtual void DoDataExchange(CDataExchange* pDX); // DDX/DDV support
#0018 //}AFX_VIRTUAL
#0019
#0020 // Implementation
#0021 protected:
#0022 //{AFX_MSG(CAboutDlg)
#0023 // No message handlers
#0024 //}AFX_MSG
#0025 DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0026 };
#0027
#0028 CAboutDlg::CAboutDlg() : CDialog(CAboutDlg::IDD)
#0029 {
#0030 //{AFX_DATA_INIT(CAboutDlg)
#0031 //}AFX_DATA_INIT
#0032 }
#0033
#0034 void CAboutDlg::DoDataExchange(CDataExchange* pDX)
```

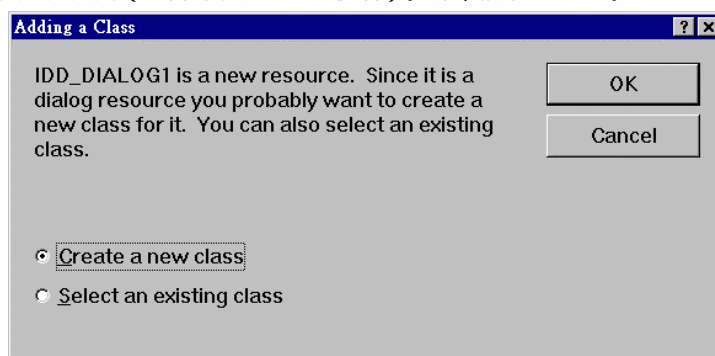
```

#0035 {
#0036 CDialog::DoDataExchange(pDX);
#0037 //{{AFX_DATA_MAP(CAboutDlg)
#0038 //}}AFX_DATA_MAP
#0039 }
#0040
#0041 BEGIN_MESSAGE_MAP(CAboutDlg, CDialog)
#0042 //{{AFX_MSG_MAP(CAboutDlg)
#0043 // No message handlers
#0044 //}}AFX_MSG_MAP
#0045 END_MESSAGE_MAP()
#0046
#0047 // App command to run the dialog
#0048 void CScribbleApp::OnAppAbout()
#0049 {
#0050 CAboutDlg aboutDlg;
#0051 aboutDlg.DoModal();
#0052 }

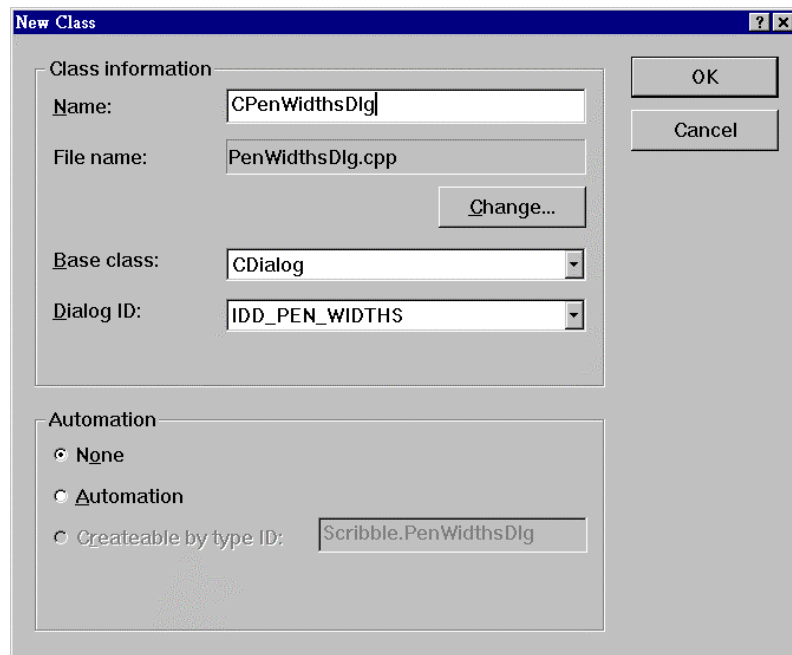
```

*CAboutDlg* 虽然衍生自 *CDialog*，但太简陋，不符合我们新增的这个【Pen Width】对话框所需，所以我们首先必须另为【Pen Width】对话框产生一个类别，以负责其行径。步骤如下：

- 接续刚才完成对话框模板的动作，选按整合环境的【View/ClassWizard】命令项（或是直接在对话框模板上快按两下），进入ClassWizard。这时候【Adding a Class】对话框会出现，并以刚才的 *IDD\_PEN\_WIDTHS* 为新资源，这是因为ClassWizard 知道你已在对话框编辑器中设计了一个对话框模板，却还未设计其对应类别（整合环境就是这么便利）。好，按下【OK】。



- 在【Create New Class】对话框中设计新类别。键入"CPenWidthsDlg" 做为类别名称。请注意类别的基础类型为 *CDialog* , 因为ClassWizard 知道目前是由对话框编辑器过来：



- ClassWizard 把类别名称再加上.cpp 和.h , 作为预设档名。毫无问题 , 因为 Windows 95 和Windows NT 都支持长档名。如果你不喜欢 , 按下上图右侧的【Change】钮去改它。本例改用PENDLG.CPP 和PENDLG.H 两个档名。
- 按下上图的【OK】钮 , 于是类别产生 , 回到ClassWizard 画面。

这样 , 我们就进账了两个新文件 :

## PENDLG.H

```
#0001 // PenDlg.h : header file
#0002 //
#0003
#0004 //////////////////////////////////////
#0005 // CPenWidthsDlg dialog
#0006
#0007 class CPenWidthsDlg : public CDialog
#0008 {
#0009 // Construction
#0010 public:
#0011 CPenWidthsDlg(CWnd* pParent = NULL); // standard constructor
#0012
#0013 // Dialog Data
#0014 //{AFX_DATA(CPenWidthsDlg)
#0015 enum { IDD = IDD_PEN_WIDTHS };
#0016 // NOTE: the ClassWizard will add data members here
#0017 //}AFX_DATA
#0018
#0019
#0020 // Overrides
#0021 // ClassWizard generated virtual function overrides
#0022 //{AFX_VIRTUAL(CPenWidthsDlg)
#0023 protected:
#0024 virtual void DoDataExchange(CDataExchange* pDX); // DDX/DDV support
#0025 //}AFX_VIRTUAL
#0026
#0027 // Implementation
#0028 protected:
#0029
#0030 // Generated message map functions
#0031 //{AFX_MSG(CPenWidthsDlg)
#0032 afx_msg void OnDefaultPenWidths();
#0033 //}AFX_MSG
#0034 DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0035 };
```

## PENDLG.CPP

```
#0001 // PenDlg.cpp : implementation file
#0002 //
#0003
#0004 #include "stdafx.h"
#0005 #include "Scribble.h"
```

```
#0006 #include "PenDlg.h"
#0007
#0008 #ifdef _DEBUG
#0009 #define new DEBUG_NEW
#0010 #undef THIS_FILE
#0011 static char THIS_FILE[] = __FILE__;
#0012 #endif
#0013
#0014 //
#0015 // CPenWidthsDlg dialog
#0016
#0017
#0018 CPenWidthsDlg::CPenWidthsDlg(CWnd* pParent /*=NULL*/)
#0019 : CDialog(CPenWidthsDlg::IDD, pParent)
#0020 {
#0021 //{{AFX_DATA_INIT(CPenWidthsDlg)
#0022 // NOTE: the ClassWizard will add member initialization here
#0023 //}}AFX_DATA_INIT
#0024 }
#0025
#0026
#0027 void CPenWidthsDlg::DoDataExchange(CDataExchange* pDX)
#0028 {
#0029 CDialog::DoDataExchange(pDX);
#0030 //{{AFX_DATA_MAP(CPenWidthsDlg)
#0031 // NOTE: the ClassWizard will add DDX and DDV calls here
#0032 //}}AFX_DATA_MAP
#0033 }
#0034
#0035
#0036 BEGIN_MESSAGE_MAP(CPenWidthsDlg, CDialog)
#0037 //{{AFX_MSG_MAP(CPenWidthsDlg)
#0038 ON_BN_CLICKED(IDC_DEFAULT_PEN_WIDTHS, OnDefaultPenWidths)
#0039 //}}AFX_MSG_MAP
#0040 END_MESSAGE_MAP()
#0041
#0042 //
#0043 // CPenWidthsDlg message handlers
#0044
#0045 void CPenWidthsDlg::OnDefaultPenWidths()
#0046 {
#0047 // TODO: Add your control notification handler code here
#0048
#0049 }
```

稍早我曾提过，ClassWizard 会为我们做出一个Data Map。此一Data Map 将放在 *DoDataExchange* 函数中。目前Data Map 还没有什么内容，*CPenWidthsDlg* 的Message Map 也是空的，因为我们还未透过ClassWizard 加料呢。

请注意，*CPenWidthsDlg* 构造式会先引发基础类别*CDialog* 的构造式，后者会产生一个modal 对话框。*CDialog* 构造式的两个参数分别是对话框ID 以及父窗口指针：

```
#0018 CPenWidthsDlg::CPenWidthsDlg(CWnd* pParent /*=NULL*/)
#0019 : CDialog(CPenWidthsDlg::IDD, pParent)
#0020 {
#0021 //{AFX_DATA_INIT(CPenWidthsDlg)
#0022 // NOTE: the ClassWizard will add member initialization here
#0023 //}}AFX_DATA_INIT
#0024 }
```

ClassWizard 帮我们把*CPenWidthsDlg::IDD* 塞给第一个参数，这个值定义于 *PENDLG.H* 的AFX\_DATA 区中，其值为*IDD\_PEN\_WIDTHS*：

```
#0013 // Dialog Data
#0014 //{AFX_DATA(CPenWidthsDlg)
#0015 enum { IDD = IDD_PEN_WIDTHS };
#0016 // NOTE: the ClassWizard will add data members here
#0017 //}}AFX_DATA
```

也就是【Pen Widths】对话框资源的ID：

```
// in SCRIBBLE.RC
IDD_PEN_WIDTHS DIALOG DISCARDABLE 0, 0, 203, 65
STYLE DS_MODALFRAME | WS_POPUP | WS_VISIBLE | WS_CAPTION | WS_SYSMENU
CAPTION "Pen Widths"
FONT 8, "MS Sans Serif"
BEGIN
 DEFPUSHBUTTON "OK",IDOK,148,7,50,14
 PUSHBUTTON "Cancel",IDCANCEL,148,24,50,14
 PUSHBUTTON "Default",IDC_DEFAULT_PEN_WIDTHS,148,41,50,14
 LTEXT "Thin Pen Width:",IDC_STATIC,10,12,70,10
 LTEXT "Thick Pen Width:",IDC_STATIC,10,33,70,10
 EDITTEXT IDC_THIN_PEN_WIDTH,86,12,40,13,ES_AUTOHSCROLL
 EDITTEXT IDC_THICK_PEN_WIDTH,86,33,40,13,ES_AUTOHSCROLL
END
```

对话框类别*CPenWidthsDlg* 因此才有办法取得「RC 文件中的对话框资源」。

## 对话框的消息处理函数

CDialog 本就定义有两个按钮【OK】和【Cancel】，【Pen Widths】对话框又新增一个【Default】钮，当使用者按下此钮时，粗笔与细笔都必须回复为预设宽度（分别是 5 个图素和 2 个图素）。那么，我们显然有两件工作要完成：

1. 在 *CPenWidthsDlg* 中增加两个变量，分别代表粗笔与细笔的宽度。
2. 在 *CPenWidthsDlg* 中增加一个函数，负责【Default】钮被按下后的动作。

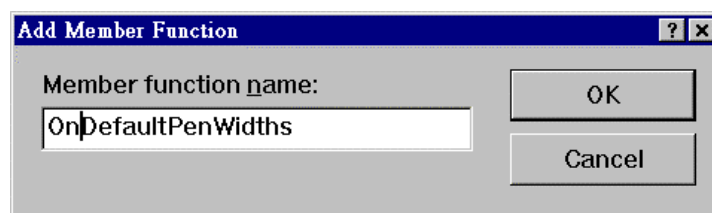
以下是ClassWizard 的操作步骤（增加一个函数）：

进入ClassWizard，选择【Message Maps】附页，再选择【Class name】清单中的 *CPenWidthsDlg*。

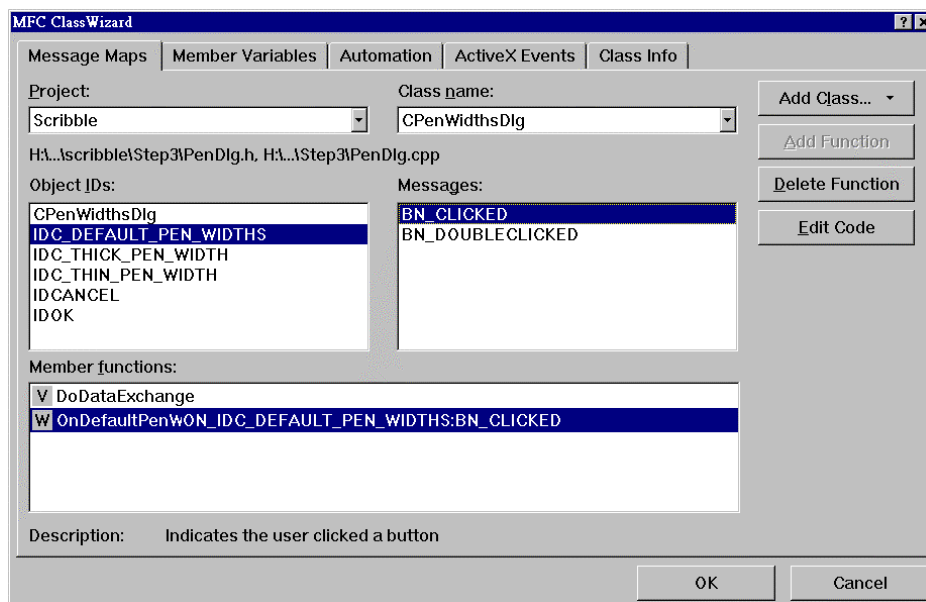
左侧的【Object IDs】清单列出对话框中各个控制组件的ID。请选择其中的 *IDC\_DEFAULT\_PEN\_WIDTHS*（代表【Default】钮）。

在右侧的【Messages】中选择 *BN\_CLICKED*。这和我们在前两章的经验不同，如今我们处理的是控制组件，它所产生的消息是特别的一类，称为Notification 消息，这种消息是控制组件用来通知其父窗口（通常是个对话框）某些状况发生了，例如 *BN\_CLICKED* 表示按钮被按下。至于不同的Notification 所代表的意义，画面最下方的“Description”会显示出来。

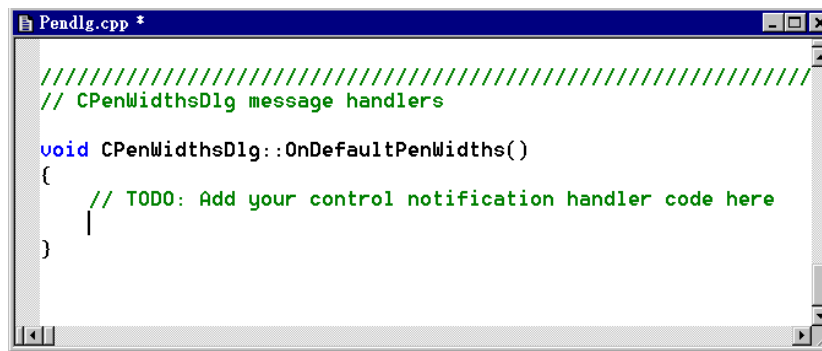
按下【Add Function】钮，接受预设的 *OnDefaultPenWidths* 函数（也可以改名）：



现在，【Member Functions】清单中出现了新函数，以及它所对映之控制组件与Notification 消息。



- 按下【Edit Code】钮，光标落在 *OnDefaultPenWidths* 函数身上，我们看到以下内容：





上述动作对源代码造成的影响是：

```
// in PENDLG.H
class CPenWidthsDlg : public CDialog
{
protected:
 afx_msg void OnDefaultPenWidths();
 ...
};

// in PENDLG.CPP
BEGIN_MESSAGE_MAP(CPenWidthsDlg, CDialog)
 ON_BN_CLICKED(IDC_DEFAULT_PEN_WIDTHS, OnDefaultPenWidths)
END_MESSAGE_MAP()

void CPenWidthsDlg::OnDefaultPenWidths()
{
 // TODO : Add your control notification handler here
}
```

### MFC 中各式各样的MAP

如果你以为MFC 中只有Message Map 和Data Map，那你就错了。另外还有一个 Dispatch Map，使用于OLE Automation，下面是其形式：

```
DECLARE_DISPATCH_MAP() // .H 文件中的宏，声明 Dispatch Map。

BEGIN_DISPATCH_MAP(CClickDoc, CDocument) // .CPP 档中的 Dispatch Map
 //{AFX_DISPATCH_MAP(CClickDoc)
 DISP_PROPERTY(CClickDoc, "text", m_str, VT_BSTR)
 DISP_PROPERTY_EX(CClickDoc, "x", GetX, SetX, VT_I2)
 DISP_PROPERTY_EX(CClickDoc, "y", GetY, SetY, VT_I2)
 //}}AFX_DISPATCH_MAP
END_DISPATCH_MAP()
```

此外还有Event Map，使用于OLE Custom Control（也就是OCX），下面是其形式：

DECLARE\_EVENT\_MAP() // .H 档中的宏，声明 Event Map。

```
BEGIN_EVENT_MAP(CSmileCtrl, COleControl) // .CPP 档中的 Event Map
 //{AFX_EVENT_MAP(CSmileCtrl)
 EVENT_CUSTOM("Inside", FireInside, VTS_I2 VTS_I2)
 EVENT_STOCK_CLICK()
 //}AFX_EVENT_MAP
END_EVENT_MAP()
```

至于 Message Map，我想你一定已经很熟悉了：

DECLARE\_MESSAGE\_MAP() // .H 文件中的宏，声明 Message Map

```
BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribDoc, CDocument) // .CPP 档中的 Message Map
 //{AFX_MSG_MAP(CScribDoc)
 ON_COMMAND(ID_EDIT_CLEAR_ALL, OnEditClearAll)
 ON_COMMAND(ID_PEN_THICK_OR_THIN, OnPenThickOrThin)
 ON_COMMAND(ID_PEN_WIDTHS, OnPenWidths)
 //}AFX_MSG_MAP
END_MESSAGE_MAP()
```

MFC 所谓的 Map，其实就是一种类似表格的东西，它的背后是什么？可能是一个巨大的数据结构（例如 Message Map）。最和其它 Map 形式不同的，就属 Data Map 了，它的形式是：

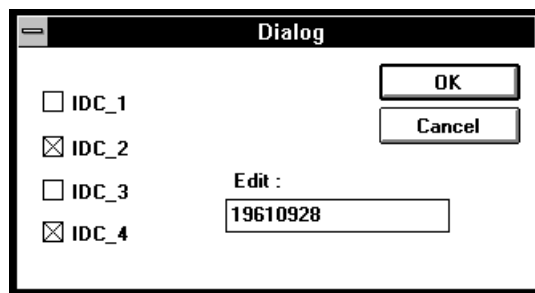
```
//{AFX_DATA_MAP(CPenWidthsDlg) // .CPP
DDX_Text(pDX, IDC_THIN_PEN_WIDTH, m_nThinWidth);
DDV_MinMaxInt(pDX, m_nThinWidth, 1, 20);
DDX_Text(pDX, IDC_THICK_PEN_WIDTH, m_nThickWidth);
DDV_MinMaxInt(pDX, m_nThickWidth, 1, 20);
//}AFX_DATA_MAP
```

针对同一个资料目标（成员变量），Data Map 之中每组有两笔记录，一笔负责 DDX 一笔负责 DDV。

## 对话框数据交换与查核 (DDX & DDV)

在解释DDX/DDV 的来龙去脉之前，我想先描述一下SDK 程序处理对话框资料的作法。

如果你设计一个对话框如下图：



当【OK】钮被按下，程序应该一一取得按钮状态以及Edit 内容：

```
char _OpenName[128];
GetDlgItemText(hwndDlg, IDC_EDIT, _OpenName, 128);

If (IsDlgButtonChecked(hDlg, IDC_1))
 ...;
If (IsDlgButtonChecked(hDlg, IDC_2))
 ...;
If (IsDlgButtonChecked(hDlg, IDC_3))
 ...;
If (IsDlgButtonChecked(hDlg, IDC_4))
 ...;
// hDlg 代表对话框的窗口handle
```

虽然Windows 95 和Windows NT 有所谓的通用型对话框（Common Dialog，第 6 章末尾曾介绍过），某些个标准对话框的设计因而非常简单，但非标准的对话框还是得像上面那样自己动手。

MFC 的方式就简单多了。它提供的DDX（X 表示eXchange），允许程序员事先设定控制组件与变量的对应关系。我们不但可以令控制组件的内容一有改变就自动传送到变量去，也可以藉MFC 提供的DDV（V 表示Validation）设定字段的合理范围。如果使用

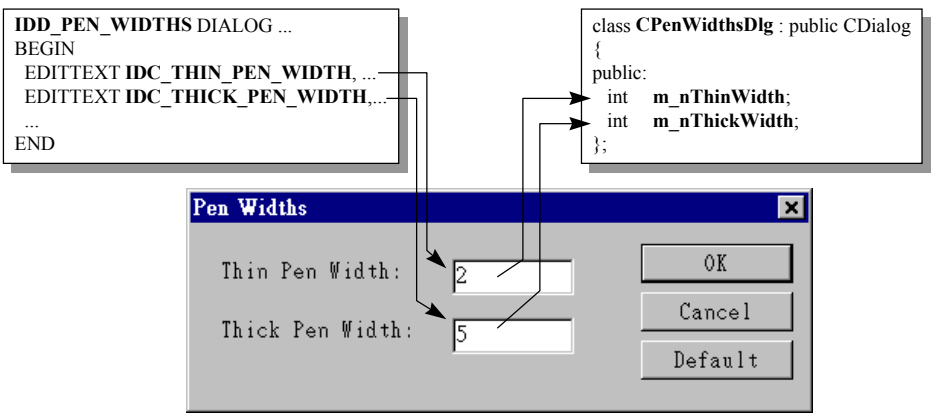
者在字段上键入超出合理范围的数字，就会在按下【OK】后出现类似以下的画面：



资料的查核（Data Validation）其实是一件琐碎又耗人力的事情，各式各样的资料都应该要检查其合理范围，程序才算面面俱到。例如日期字段绝不能允许12 以上的月份以及31 以上的日子（如果程序还能自动检查2 月份只有28 天而遇闰年有29 天那就更棒了）；金额字段里绝不能允许文字出现，电话号码字段一定只有9 位（至少台湾目前是如此）。为了解决这些琐碎又累人的工作，市售有一些链接库，专门做资料查核工作。

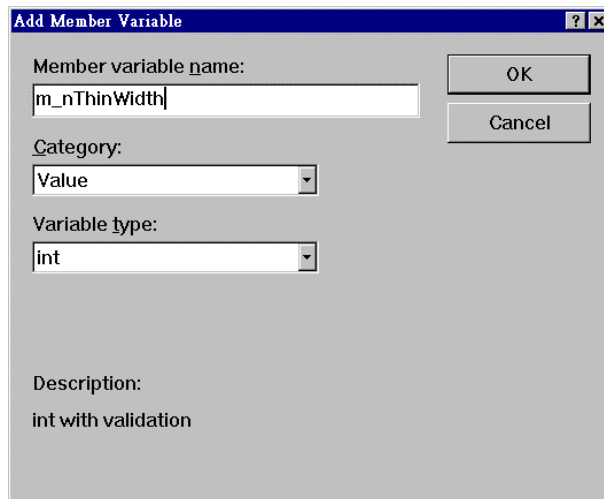
然而不要对MFC 的DDV 能力期望过高，稍后你就会看到，它只能满足最低层次的要求而已。就DDV 而言，Borland 的OWL 表现较佳。

现在我打算以两个成员变量映射到对话框上的两个Edit 字段。我希望当使用者按下【OK】钮，第一个Edit 字段的内容自动储存到`m_nThinWidth` 变量中，第二个Edit 栏位的内容自动储存到`m_nThickWidth` 变量中：

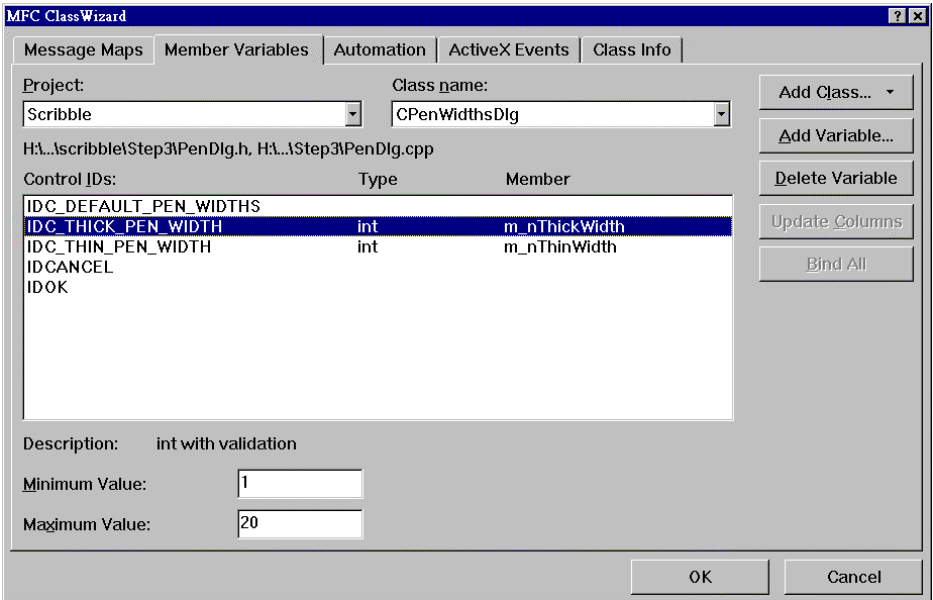


下面是ClassWizard 的操作步骤（为对话框类别增加两个成员变量，并设定DDX / DDV）：

- 进入ClassWizard，选择【Member Variables】附页，再选择`CPenWidthsDlg`。  
对话框中央部份有一大块区域用来显示控制组件与变量间的对映关系（见下一页图）。
- 选择`IDC_THIN_PEN_WIDTH`，按下【Add Variable...】钮，出现对话框如下。
- 键入变量名称为`m_nThinWidth`。
- 选择变量型别为`int`。



- 按下【OK】键，于是ClassWizard 为`CPenWidthsDlg` 增加了一个变量 `m_nThinWidth`。
- 在ClassWizard 对话框最下方（见下一页图）填入变量的数值范围，以为DDV 之用。
- 重复前述步骤，为`IDC_THICK_PEN_WIDTH` 也设定一个对应变数，范围也是 1~20。



上述动作影响我们的程序代码如下：

```
class CPenWidthsDlg : public CDialog
{
// Dialog Data
//{{AFX_DATA(CPenWidthsDlg)
enum { IDD = IDD_PEN_WIDTHS };
int m_nThinWidth;
int m_nThickWidth;
//}}AFX_DATA
...

CPenWidthsDlg::CPenWidthsDlg(CWnd* pParent /*=NULL*/)
: CDialog(CPenWidthsDlg::IDD, pParent)
{
 m_nThickWidth = 0;
 m_nThinWidth = 0;
 ...
}

void CPenWidthsDlg::DoDataExchange(CDataExchange* pDX)
{
 CDialog::DoDataExchange(pDX);
 //{{AFX_DATA_MAP(CPenWidthsDlg)
```

```

 DDX_Text(pDX, IDC_THIN_PEN_WIDTH, m_nThinWidth);
 DDV_MinMaxInt(pDX, m_nThinWidth, 1, 20);
 DDX_Text(pDX, IDC_THICK_PEN_WIDTH, m_nThickWidth);
 DDV_MinMaxInt(pDX, m_nThickWidth, 1, 20);
 //}}AFX_DATA_MAP
}

```

只要资料「有必要」在成员变量与控制组件之间搬移，Framework 就会自动调用 *DoDataExchange*。我所说的「有必要」是指，对话框初次显示在屏幕上，或是使用者按下【OK】离开对话框等等。*CPenWidthsDlg::DoDataExchange* 由一组一组的DDX/DDV 函数完成之。先做DDX，然后做DDV，这是游戏规则。如果你纯粹借助Class Wizard，就不必在意此事，如果你要自己动手完成，就得遵循规则。

该是完成上一节的*OnDefaultPenWidths*的时候了。当【Default】钮被按下，Framework 会调用*OnDefaultPenWidths*，我们应该在此设定粗笔细笔两种宽度的默认值：

```

void CPenWidthsDlg::OnDefaultPenWidths()
{
 m_nThinWidth = 2;
 m_nThickWidth = 5;
 UpdateData(FALSE); // causes DoDataExchange()
 // bSave=FALSE means don't save from screen,
 // rather, write to screen
}

```

### MFC 中各式各样的DDx\_ 函数

如果你以为MFC 对于对话框的照顾，只有DDX 和DDV，那你就又错了，另外还有一个DDP，使用于OLE Custom Control（也就是OCX）的Property page 中，下面是它的形式：

```

//{{AFX_DATA_MAP(CSmilePropPage)
 DDP_Text(pDX, IDC_CAPTION, m_caption, _T("Caption"));
 DDX_Text(pDX, IDC_CAPTION, m_caption);
 DDP_Check(pDX, IDC_SAD, m_sad, _T("sad"));
 DDX_Check(pDX, IDC_SAD, m_sad);
//}}AFX_DATA_MAP

```

什么是Property page？这是最新流行（Microsoft 强力推销？）的接口。这种接口用来解决过于拥挤的对话框。ClassWizard 就有四个Property page，我们又称为tag（附页）。拥有property page 的对话框称为property sheet，也就是tagged dialog（带有附页的对话框）。

## 如何唤起对话框

【Pen Widths】对话框是一个所谓的Modal 对话框，意思是除非它关闭（结束），否则它会紧抓住这个程序的控制权，但不影响其它程序。相对于Modal 对话框，有一种Modeless 对话框就不会影响程序其它动作的进行；通常你在文字处理软件中看到的文字搜寻对话框就是Modeless 对话框。

过去，MFC 有两个类别，分别负责Modal 对话框和Modeless 对话框，它们是 *CModalDialog* 和 *CDialog*。如今已经合并为一，就是 *CDialog*。不过为了回溯兼容，MFC 有这么一个定义：

```
#define CModalDialog Cdialog
```

要做出Modal 对话框，只要调用 *CDialog::DoModal* 即可。

我们希望Step3 的命令项【Pen/Pen Widths】被按下时，【Pen Widths】对话框能够执行起来。要唤起此一对话框，得做到两件事情：

1. 产生一个 *CPenWidthsDlg* 对象，负责管理对话框。
2. 显示对话框窗口。这很简单，调用 *DoModal* 即可办到。

为了把命令消息连接上 *CPenWidthsDlg*，我们再次使用ClassWizard，这一次要为 *CScribbleDoc* 加上一个命令处理例程。为什么选择在 *CScribbleDoc* 而不是其它类别中处理此一命令呢？因为不论是粗笔或细笔，乃至目前正使用的笔，其宽度都被记录在 *CScribbleDoc* 中成为它的一个成员变量：

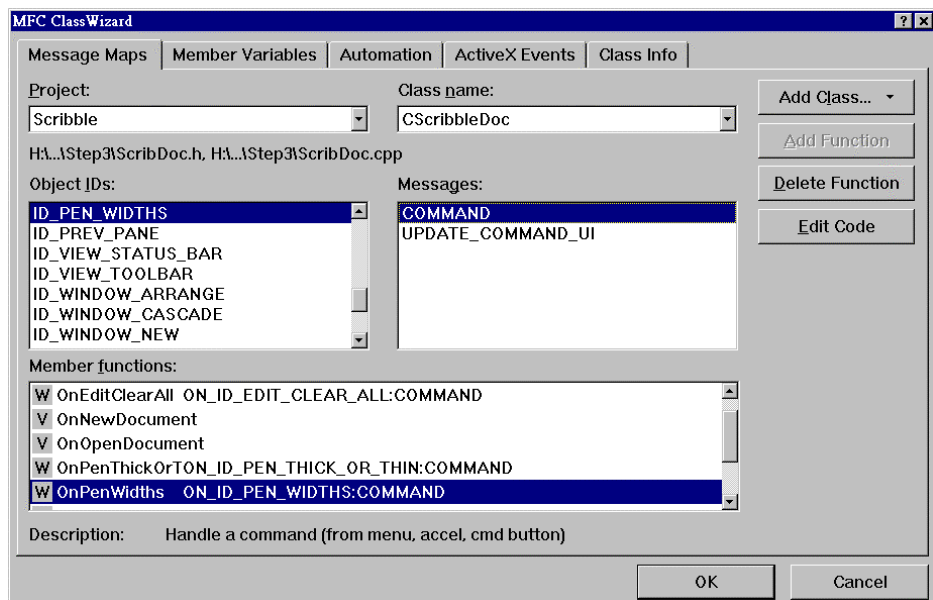


```
// in SCRIBDOC.H
class CScribbleDoc : public CDocument
{
protected:
 UINT m_nPenWidth; // current user-selected pen width
 UINT m_nThinWidth;
 UINT m_nThickWidth;
 ...
}
```

所以由 *CScribDoc* 负责唤起对话框，接受笔宽设定，是很合情合理的事。

如果命令消息处理例程名为 *OnPenWidths*，我们在这个函数中先唤起对话框，由对话框取得粗笔和细笔的宽度，然后再把这两个值设定给 *CScribbleDoc* 中的两个对应变数。下面是设计步骤。

- 执行ClassWizard，选择【Message Map】附页，并选择*CScribbleDoc*。
- 在【Object IDs】清单中选择 *ID\_PEN\_WIDTHS*。
- 在【Messages】清单中选择 *COMMAND*。
- 按下【Add Function】钮并接受ClassWizard 给予的函数名称 *OnPenWidths*。



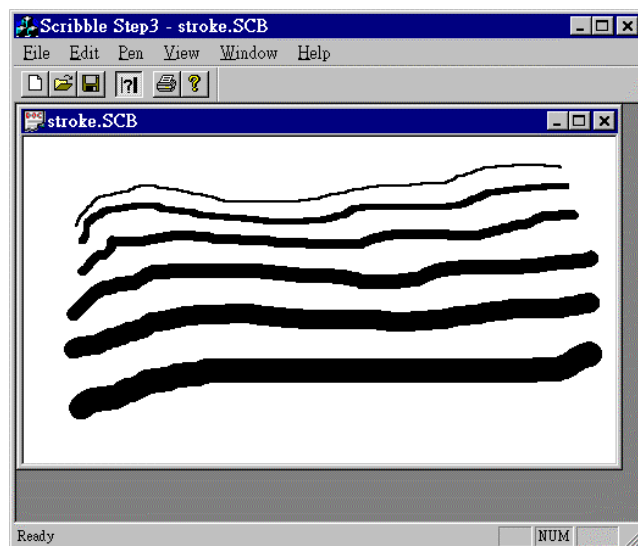
■ 按下【Edit Code】鈕，光标落在 *OnPenWidths* 函数内，键入以下内容：

```
// SCRIBDOC.CPP
#include "pendlg.h"
...
void CScribbleDoc::OnPenWidths()
{
 CPenWidthsDlg dlg;
 // Initialize dialog data
 dlg.m_nThinWidth = m_nThinWidth;
 dlg.m_nThickWidth = m_nThickWidth;

 // Invoke the dialog box
 if (dlg.DoModal() == IDOK)
 {
 // retrieve the dialog data
 m_nThinWidth = dlg.m_nThinWidth;
 m_nThickWidth = dlg.m_nThickWidth;

 // Update the pen that is used by views when drawing new strokes,
 // to reflect the new pen width definitions for "thick" and "thin".
 ReplacePen();
 }
}
```

现在，Scribble Step3 全部完成，制作并测试之。



## 本章回顾

上一章我们为Scribble 加上三个新的菜单命令项。其中一个命令项【Pen/Pen Widths...】将引发对话框，这个目标在本章实现。

制作对话框，我们需要为此对话框设计模板（Dialog Template），这可藉Visual C++ 整合环境之对话框编辑器之助完成。我们还需要一个衍生自`CDialog` 的类别（本例为`CPenWidthsDlg`）。ClassWizard 可以帮助我们新增类别，并增加该类别的成员变量，以及设定对话框之DDX/DDV。以上都是透过ClassWizard 以鼠标点点选选而完成，过程中不需要写任何一进程序代码。

所谓DDX 是让我们把对话框类别中的成员变量与对话框中的控制组件产生关联，于是当对话框结束时，控制组件的内容会自动传输到这些成员变量上。

所谓DDV 是允许我们设定对话框控制组件的内容类型以及资料（数值）范围。

对话框的写作，在MFC 程序设计中轻松无比。你可以尝试练习一个比较复杂的对话框。



## View 功能之加強 与 重绘效率之提升

前面数章中，我们已经看到了View 如何扮演Document 与使用者之间的媒介：View 显示Document 的资料内容，并且接受鼠标在窗口上的行为（左键按下、放开、鼠标移动），视为对Document 的操作。

Scribble 可以对同一份Document 产生一个以上的Views，这是MDI 程序的「天赋」MDI 程序标准的【Window/New Window】窗体项目就是为达此目标而设计的。但有一个缺点还待克服，那就是你在窗口 A 的绘图动作不能实时影响窗口 B，也就是说它们之间并没有所谓的同步更新-- 即使它们是同一份资料的一体两面！

Scribble Step4 解决上述问题。主要关键在于想办法通知所有相同血源（同一份Document）的各兄弟（各个Views），让它们一起行动。但却因此必须考虑这个问题：

如果使用者的一个鼠标动作引发许许多多的程序绘图动作，那么「同步更新」的绘图效率就变得非常重要。因此在考量如何加强显示能力时，我们就得设计所谓的「必要绘图区」，也就是所谓的Invalidate Region，或称「不再适用的区域」或「重绘区」。每当使用者增加新的线条，Scribble Step4 便把「包围该线条之最小四方形」设定为「必要绘图区」。为了记录这项资料，从Step1 延用至今的Document 数据结构必须有所改变。

Step4 的同步更新，是以一笔画为单位，而非以一个点为单位。换句话说在一笔画未完

成之前，不打算让同源的多个View 窗口同步更新-- 那毕竟太伤效率了。

Scribble Step4 的另一项改善是为Document Frame 窗口增加垂直和水平滚动条，并且示范一种所谓的分裂窗口（Splitter window），如图11-1。这种窗口的主要功能是当使用者欲对文件做一体两面（或多面）观察时，各个观察子窗口可以集中在一个大的母窗口中。在这里，子窗口被称为「窗口」（pane）。

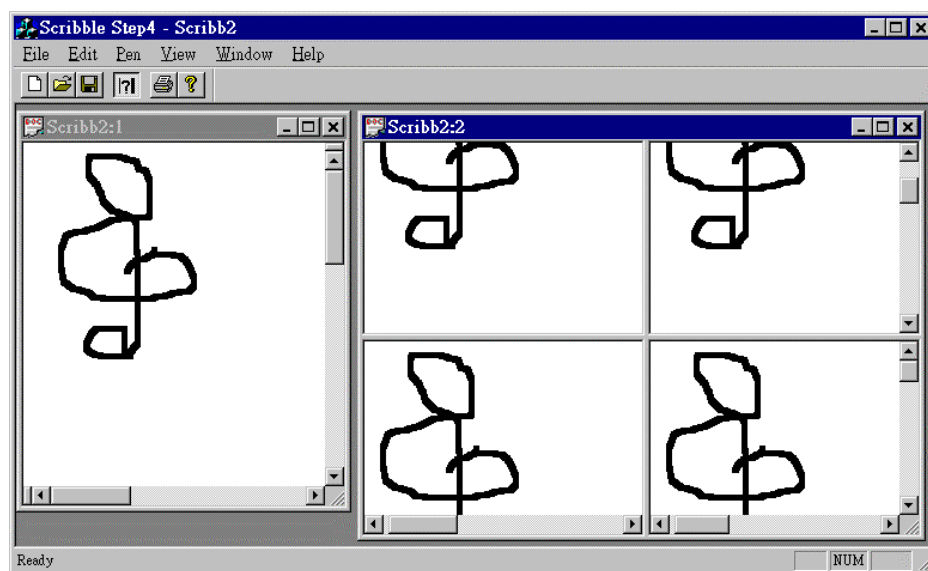


图11-1 Scribble Step4，同源（同一份Document）之各个View 窗口  
具备同步更新的能力。Document Frame 窗口具备分裂窗口与卷轴。

## 同時修改多个 Views：UpdateAllViews 和 OnUpdate

在Scribble View 上绘图，然后选按【Window/New Window】，会蹦出另一个新的View，其内的图形与前一个View 相同。这两个Views 就是同一份文件的两个「观景窗」。新窗口的产生导致WM\_PAINT 产生，于是OnDraw 发生效用，把文件内容画出来：

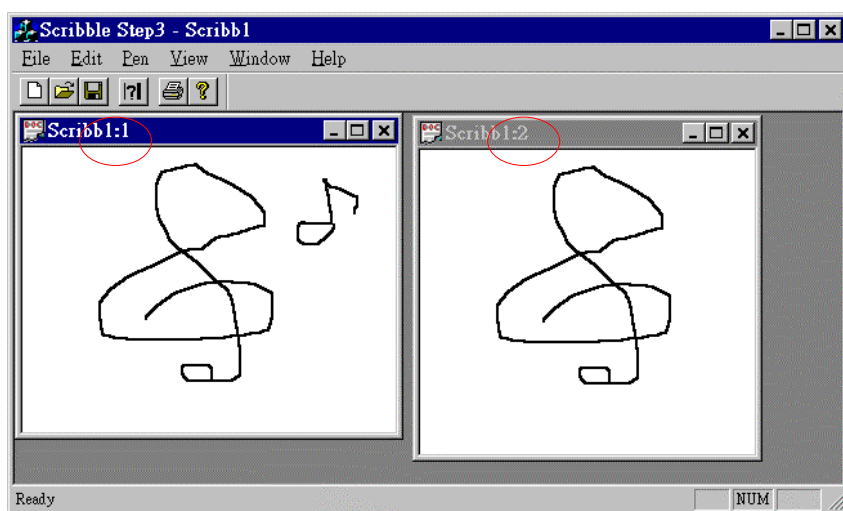


图11-2 一份Document 连结两个Views，没有同步修正画面。

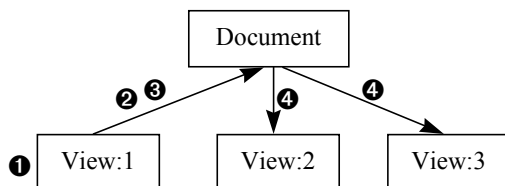
但是，此后如果你在Scribb1:1 窗口上绘图而未缩放其尺寸的话（也就是不产生WM\_PAINT），Scribb1:2 窗口内看不到后续绘图内容。我们并不希望如此，不幸的是上一章的Scribble Step3 正是如此。

不能同步更新的关键在于，没有人通知所有的兄弟们（Views）一起动手-- 动手调用OnDraw。你是知道的，只有当WM\_PAINT 产生，OnDraw 才会被调用。因此，解决方法是对每一个兄弟都发出WM\_PAINT，或任何其它方法-- 只要能通知到就好。也就是说，让附属于同一Document 的所有Views 都能够立即反应Document 内容变化的方法就是，始作俑者（被使用者用来修改Document 内容的那个View）必须想办法通知其他兄弟。

经由 `CDocument::UpdateAllViews`，MFC 提供了这样的一个标准机制。

让所有的 Views 同步更新资料的关键在于两个函数：

1. `CDocument::UpdateAllViews` - 这个函数会巡访所有隶属同一份 Document 的各个 Views，找到一个就通知一个，而所谓「通知」就是调用其 `OnUpdate` 函数。
2. `CView::OnUpdate` - 我们可以在这个函数中设计绘图动作。或许是全部重绘（这比较笨一点），或许想办法只绘必要的一小部份（这比较聪明一些）。



- 1 使用者在 View:1 做动作（View 扮演使用者接口的第一线）。
- 2 View:1 调用 `GetDocument`，取得 Document 指针，更改资料内容。
- 3 View:1 调用 Document 的 `UpdateAllViews`。
- 4 View:2 和 View:3 的 `OnUpdate` 一一被调用起来，这是更新画面的时机。

如果想让绘图程序聪明一些，不要每次都全部重绘，而是只择「必须重绘」的区域重绘，那么 `OnUpdate` 需要被提示什么是「必须重绘的区域」，这就必须借助于 `UpdateAllViews` 的参数：

```
virtual void UpdateAllViews(CView* pSender,
 LPARAM lHint,
 CObject* pHint);
```

■ 第一个参数代表发出此一通牒的始作俑者。这个参数的设计无非是希望避免重复而无谓的通牒，因为始作俑者自己已经把画面更新过了（在鼠标消息处理常式中），不需要再被通知。



后面两个参数 *lHint* 和 *pHint* 是所谓的提示参数 (Hint)，它们会被传送到同一 Document 所对应的每一个 Views 的 *OnUpdate* 函数去。*lHint* 可以是一些特殊的提示值，*pHint* 则是一个衍生自 *CObject* 的对象指针。靠着设计良好的「提示」，*OnUpdate* 才有机会提高绘图效率。要不然直接通知 *OnDraw* 就好了，也不需要再搞出一个 *OnUpdate*。

另一方面，*OnUpdate* 收到三个参数（由 *CDocument::UpdateAllViews* 发出）：

```
virtual void OnUpdate(CView* pSender,
 LPARAM lHint,
 CObject* pHint);
```

因此，一旦 Document 资料改变，我们应该调用 *CDocument::UpdateAllViews* 以通知所有相关的 Views。而在 *CMyView::OnUpdate* 函数中我们应该以效率为第一考量，利用参数中的 hint 设定重绘区，使后续被唤起的 *OnDraw* 有最快的工作速度。注意，通常你不应该在 *OnUpdate* 中执行绘图动作，所有的绘图动作最好都应该集中在 *OnDraw*；你在 *OnUpdate* 函数中的行为应该是计算哪一块区域需要重绘，然后调用 *CWnd::InvalidateRect*，发出 *WM\_PAINT* 让 *OnDraw* 去画图。

结论是，改善同步更新以及绘图效率的前置工作如下：

1. 定义 hint 的数据类型，用以描述已遭修改的资料区域。
2. 当使用者透过 View 改变了 Document 内容，程序应该产生一个 hint，描述此一修改，并以它做为参数，调用 *UpdateAllViews*。
3. 改写 *CMyView::OnUpdate*，利用 hint 设计高效率绘图动作，使 hint 描述区之外的区域不要重画。

## 在 View 中定义一个 hint

以 *Scribble* 为例，当使用者加上一段线条，如果我们计算出包围此一线条之最小四方形，那么只有与此四方形有交集的其它线条才需要重画，如图 11-3。因此在 Step4 中把 hint 设计为 *RECT* 类型，差堪为用。

效率考量上，当然我们还可以精益求精取得各线条与此四方形的交点，然后只重绘四方形内部的那一部份即可，但这么做是否动用太多计算，是否使工程太过复杂以至于不划算，你可得谨慎评估。

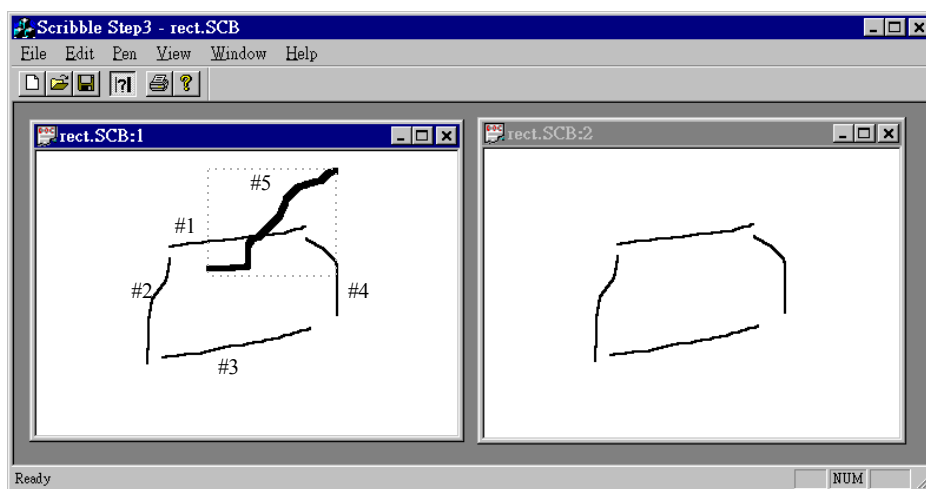


图11-3 在rect.SCB:1 窗口中新增一线条#5，那么，只有与虚线四方形（此四方形将#5 包起来）有交集之其它线条，也就是#1 和#4，才有必要在rectSCB:2 窗口中重画。

前面曾说`UpdateAllViews` 函数的第三个参数必须是 *CObject* 衍生对象之指针。由于本例十分单纯，与其为了Hint 特别再设计一个类别，勿宁在 *CStroke* 中增加一个变量（事实上是一个 *CRect* 对象），用以表示前述之hint 四方形，那么每一条线条就外罩了一个小小的四方壳。但是我们不能把 *CRect* 对象指针直接当做参数来传，因为 *CRect* 并不衍生自 *CObject*。稍后我会说明该怎么做。

可以预期的是，日后一定需要一一从每一线条中取出这个「外围四方形」，所以现在先声明并定义一个名为 `GetBoundingRect` 的函数。另外再声明一个 `FinishStroke` 函数，其作用主要是计算这四方形尺寸。稍后我会详细解释这些函数的行为。

```
// in SCRIBBLEDRAW.H
class CStroke : public CObject
{
...
public:
 UINT m_nPenWidth;
 CDWordArray m_pointArray;
 CRect m_rectBounding; // smallest rect that surrounds all
 // of the points in the stroke

public:
 CRect& GetBoundingRect() { return m_rectBounding; }
 void FinishStroke();
...
};
```

我想你早已熟悉了Scribble Document 的数据结构。为了应付Step4 的需要，现在每一线条必须多一个成员变量，那是一个CRect 对象，如图11-4 所示。

#### CScribble Step4 Document :

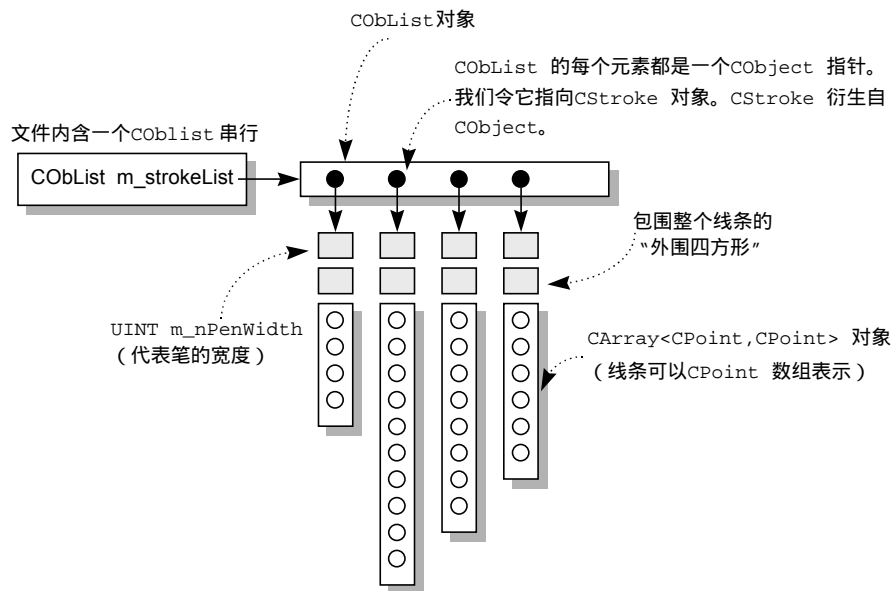


图11-4 CScribbleDoc 对象中的各项资料

设计观念分析完毕，现在动手吧。我们必须在SCRIBDOC.CPP 中的Document 初始化动作以及文件读写动作都加入`m_rectBounding` 这个新成员：

```
// in SCRIBDOC.CPP
IMPLEMENT_SERIAL(CStroke, CObject, 2) //注意schema no. 改变为2

CStroke::CStroke(UINT nPenWidth)
{
 m_nPenWidth = nPenWidth;
 m_rectBounding.SetRectEmpty();
}

void CStroke::Serialize(CArchive& ar)
{
 if (ar.IsStoring())
 {
 ar << m_rectBounding;
 ar << (WORD)m_nPenWidth;
 m_pointArray.Serialize(ar);
 }
 else
 {
 ar >> m_rectBounding;
 WORD w;
 ar >> w;
 m_nPenWidth = w;
 m_pointArray.Serialize(ar);
 }
}
```

如果我们改变了文件读写的格式，我们就应该改变schema number（可视为版本号码）。由于Scribble 资料文件（.SCB）格式改变了，多了一个`m_rectBounding`，所以我们在`IMPLEMENT_SERIAL` 宏中改变Document 的Schema no.，以便让不同版本的Scribble 程序识得不同版本的文件档。如果你以Scribble Step3 读取Step4 所产生的文件，会因为Schema 号码的不同而得到这样的消息：



我们还需要一个函数，用以计算「线条之最小外包四方形」，这件事情当然是在线条完成后进行之，所以此一函数命名为`FinishStroke`。每当一笔画结束（鼠标左键放开，产生`WM_LBUTTONUP`），`OnLButtonUp`就调用`FinishStroke`让它计算边界。计算方法很直接，取出线条中的坐标点，比大小而已：

```
// in SCRIBDOC.CPP
void CStroke::FinishStroke()
{
 // 计算外围四方形。为了灵巧而高效率的重绘动作，这是必要的。
 if (m_pointArray.GetSize()==0)
 {
 m_rectBounding.SetRectEmpty();
 return;
 }
 CPoint pt = m_pointArray[0];
 m_rectBounding = CRect(pt.x, pt.y, pt.x, pt.y);

 for (int i=1; i < m_pointArray.GetSize(); i++)
 {
 // 如果点在四方形之外，那么就将四方形膨胀，以包含该点。
 pt = m_pointArray[i];
 m_rectBounding.left = min(m_rectBounding.left, pt.x);
 m_rectBounding.right = max(m_rectBounding.right, pt.x);
 m_rectBounding.top = min(m_rectBounding.top, pt.y);
 m_rectBounding.bottom = max(m_rectBounding.bottom, pt.y);
 }

 // 在四方形之外再加上笔的宽度。
 m_rectBounding.InflateRect(CSize(m_nPenWidth, m_nPenWidth));
 return;
}
```

## 把hint 传给OnUpdate

下一步骤是想办法把hint 交给`UpdateAllViews`。让我们想想什么时候Scribble 的资料开始产生改变？答案是鼠标左键按下时！或许你会以为要在`OnLButtonDown`中调用`CDocument::UpdateAllViews`。这个猜测的论点可以成立但是结果错误，因为左键按下后还

有一连串的鼠标轨迹移动，每次移动都导致资料改变，新的点不断被加上去。如果我们等左键放开，线条完成，再来调用 *UpdateAllViews*，事情会比较单纯。因此 *Scribble Step4* 是在 *OnButtonUp* 中调用 *UpdateAllViews*。当然我们现在就可以预想得到，一笔画完成之前，同一 *Document* 的其它 *Views* 没有办法实时显示最新资料。

下面是 *OnButtonUp* 的修改内容：

```
void CScribbleView::OnLButtonUp(UINT, CPoint point)
{
 ...
 m_pStrokeCur->m_pointArray.Add(point);

 // 已完成加点的动作，现在可以计算外围四方形了
 m_pStrokeCur->FinishStroke();

 // 通知其它的views，使它们得以修改它们的图形。
 pDoc->UpdateAllViews(this, 0L, m_pStrokeCur);
 ...
 return;
}
```

程序逻辑至为简单，唯一需要说明的是 *UpdateAllViews* 的第三个参数（hint），原本我们只需设此参数为 *m\_rectBounding*，即可满足需求，但 MFC 规定，第三参数必须是一个 *CObject* 指针，而 *CRect* 并不衍生自 *CObject*，所以我们干脆就把目前正作用中的整个线条（也就是 *m\_pStrokeCur*）传过去算了。*CStroke* 的确是衍生自 *CObject*！

```
// in SCRIBBLEVIEW.H
class CScribbleView : public CScrollView
{
protected:
 CStroke* m_pStrokeCur; // the stroke in progress
 ...
};

// in SCRIBBLEVIEW.CPP
void CScribbleView::OnLButtonDown(UINT, CPoint point)
{
 ...
 m_pStrokeCur = GetDocument()->NewStroke();
 m_pStrokeCur->m_pointArray.Add(point);
}
```

```

 ...
}
void CScribbleView::OnMouseMove(UINT, CPoint point)
{
 ...
 m_pStrokeCur->m_pointArray.Add(point);
 ...
}
void CScribbleView::OnLButtonUp(UINT, CPoint point)
{
 ...
 m_pStrokeCur->m_pointArray.Add(point);
 m_pStrokeCur->FinishStroke();
 pDoc->UpdateAllViews(this, 0L, m_pStrokeCur);
 ...
}

```

*UpdateAllViews* 会巡访 *CScribbleDoc* 所连接的每一个 Views (始作俑者那个 View 除外), 调用它们的 *OnUpdate* 函数, 并把 hint 做为参数之一传递过去。

## 利用 hint 增加重绘效率

预设情况下, *OnUpdate* 所收到的无效区 (也就是重绘区), 是 Document Frame 窗口的整个内部。但谁都知道, 原已存在而且没有变化的图形再重绘也只是浪费时间而已。上一节你已看到 Scribble 每加上一整个线条, 就在 *OnLButtonUp* 函数中调用 *UpdateAllViews* 函数, 并且把整个线条 (内含其四方边界) 传过去, 因此我们可以想办法在 *OnUpdate* 中重绘这个四方形小区域就好。

话说回来, 如何能够只重绘一个小区域就好呢? 我们可以一一取出 Document 中每一线条的四方边界, 与新线条的四方边界比较, 若有交点就重绘该线条。 *CRect* 有一个 *IntersectRect* 函数正适合用来计算四方形交集。

但是有一点必须注意, 绘图动作不是集中在 *OnDraw* 吗? 因此 *OnUpdate* 和 *OnDraw* 之间的分工有必要厘清。前面数个版本中这两个函数的动作是:

- *OnUpdate* - 啥也没做。事实上 *CScribbleView* 原本根本没有改写此一函数。
- *OnDraw* - 迭代取得 *Document* 中的每一线条，并调用 *CStroke::DrawStroke* 将线条绘出。

*Scribble Step4* 之中，这两个函数的动作如下：

- OnUpdate* - 判断 *Framework* 传来的 *hint* 是否为 *CStroke* 对象。如果是，设定无效区域（重绘区域）为该线条的外围四方形；如果不是，设定无效区域为整个窗口区域。「设定无效区域」（也就是调用 *CWnd::InvalidateRect*）会引发 *WM\_PAINT*，于是引发 *OnDraw*。

- OnDraw* - 迭代取得 *Document* 中的每一线条，并调用 *CStroke::GetBoundingRect*
- 取线条之外围四方形，如果与「无效区域」有交集，就调用 *CStroke::DrawStroke* 绘出整个线条。如果没有交集，就跳过不画。

以下是新增的 *OnUpdate* 函数：

```
// in SCRIBVW.CPP
void CScribbleView::OnUpdate(CView* /* pSender */, LPARAM /* lHint */,
 CObject* pHint)
{
 // Document 通知view 说，某些资料已经改变了

 if (pHint != NULL)
 {
 if (pHint->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CStroke)))
 {
 // hint 提示我们哪一线条被加入（或被修改），所以我们要把该线条的
 // 外围四方形设为无效区。
 CStroke* pStroke = (CStroke*)pHint;
 CClientDC dc(this);
 OnPrepareDC(&dc);
 CRect rectInvalid = pStroke->GetBoundingRect();
 dc.LPtoDP(&rectInvalid);
 InvalidateRect(&rectInvalid);
 return;
 }
 }
 // 如果我们不能解释hint 内容（也就是说它不是我们所预期的
```



```
// CStroke 对象)，那就让整个窗口重绘吧（把整个窗口设为无效区）。
Invalidate(TRUE);
return;
}
```

为什么 *OnUpdate* 之中要调用 *OnPrepareDC*？这关系到滚动条，我将在介绍分裂窗口时再说明。另，*GetBoundingRect* 动作如下：

```
CRect& GetBoundingRect() { return m_rectBounding; }
```

*OnDraw* 函数也为了高效能重绘动作之故，做了以下修改。阴影部份是与 *Scribble Step3* 不同之处：

```
// SCRIBVW.CPP
void CScribbleView::OnDraw(CDC* pDC)
{
 CScribbleDoc* pDoc = GetDocument();
 ASSERT_VALID(pDoc);

 // 取得窗口的无效区。如果是在打印状态情况下，则取
 // printer DC 的截割区 (clipping region)。
 CRect rectClip;
 CRect rectStroke;
 pDC->GetClipBox(&rectClip);

 // 注意：CScrollView::OnPrepare 已经在 OnDraw 被调用之前先一步
 // 调整了 DC 原点，用以反应出目前的卷动位置。关于 CScrollView，
 // 下一节就会提到。

 // 调用 CStroke::DrawStroke 完成无效区中各线条的绘图动作
 CTypedPtrList<CObList, CStroke*> &strokeList = pDoc->m_strokeList;
 POSITION pos = strokeList.GetHeadPosition();
 while (pos != NULL)
 {
 CStroke* pStroke = strokeList.GetNext(pos);
 rectStroke = pStroke->GetBoundingRect();
 if (!rectStroke.IntersectRect(&rectStroke, &rectClip))
 continue;
 pStroke->DrawStroke(pDC);
 }
}
```

## 可卷动的窗口：CScrollView

到目前为止我们还没有办法观察一张比窗口还大的图，因为我们没有滚动条。

一个View 窗口没有滚动条，是很糟糕的事，因为通常Document 范围大而观景窗范围小。我们不能老让Document 与View 窗口一样大。一个具备滚动条的View 窗口更具有「观景窗」的意义。

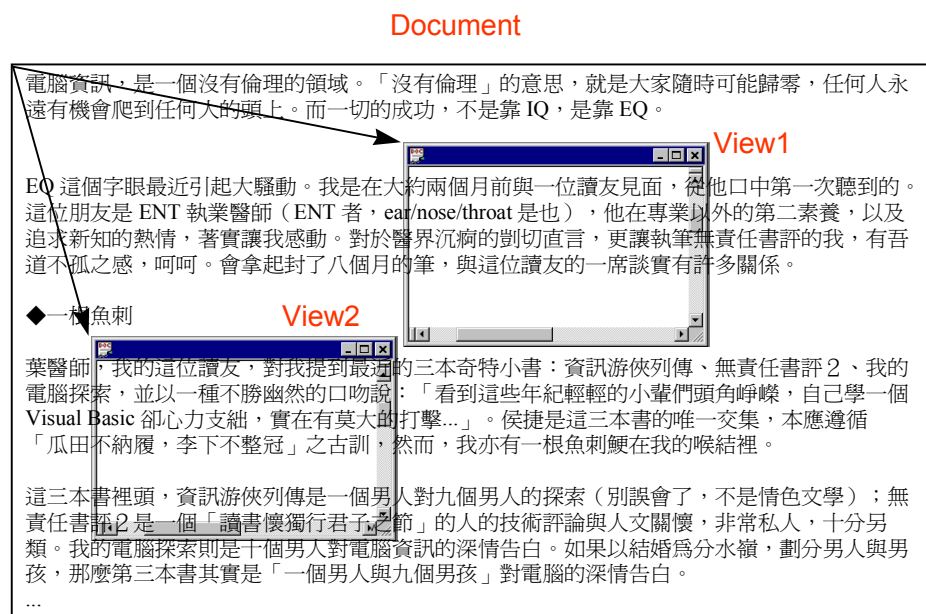


图11-5a 一个具备滚动条的view 窗口更具「观景窗」的意义

如果你有SDK 程序设计经验，你就会知道设计一个可卷动的窗口是多么烦琐的事（文字的卷动还算好，图形的卷动更惨）。MFC 当然不可能对此一般性功能坐视不管，事实上它已设计好一个CScrollView，其中的滚动条有实时卷动（边拉卷动杆边跑）的效果。

基本上要使View 窗口具备滚动条，你必须做到下列事情：

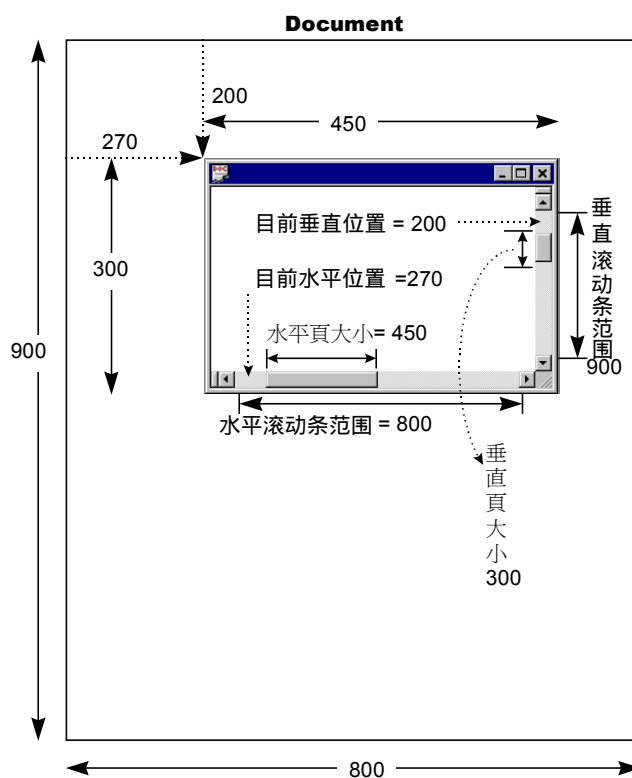
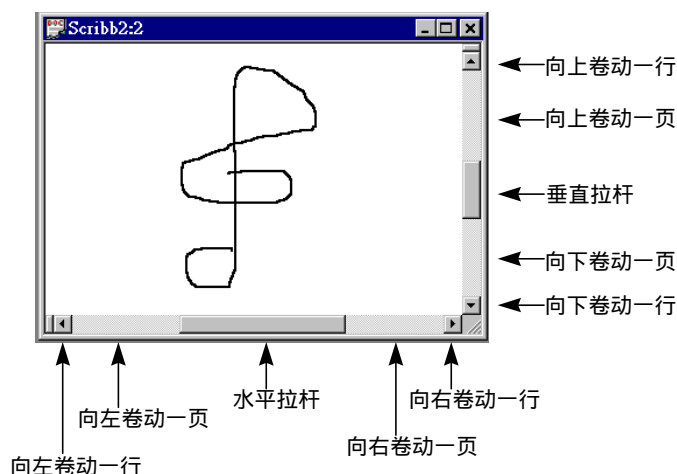


图11-5b 滚动条View 窗口与Document 之间的关系

- 定义Document 大小。如果没有大小，Framework 就没有办法计算滚动条尺寸，以及卷动比例。这个大小可以是常数，也可以是个储存在每一Document 中的变量，随着执行时期变动。
- 以CScrollView 取代CView。
- 只要Document 的大小改变，就将尺寸传给CScrollView 的SetScrollSizes 函式。如果程序设定Document 为固定大小（本例就是如此），那么当然只要一开始做一次滚动条设定动作即可。
- 注意装置坐标（窗口坐标）与逻辑坐标（Document 坐标）的转换。关于此点稍后另有说明。

Application Framework 对滚动条的贡献是：

处理 `WM_HSCROLL` 和 `WM_VSCROLL` 消息，并相对地卷动 Document（其实是移动 View 落在 Document 上的位置）以及移动「滚动条拉杆」（所谓的 thumb）。拉杆位置可以表示出目前窗口中显示的区域在整个 Document 的位置。如果你按下滚动条两端箭头，卷动的幅度是一行（line），至于一行代表多少，由程序员自行决定。如果你按下的是拉杆两旁的杆子，卷动的幅度是一页（page），一页到底代表多少，也由程序员自行决定。



■ 窗口一旦被放大缩小，立刻计算窗口的宽度高度与滚动条长度的比例，以重新设定卷动比例，也就是一行或一页的大小。

以下分四个步骤修改 Scribble 源代码：

- 1 定义 Document 的大小。我们的作法是设定一个变量，代表大小，并在 Document 初始化时设定其值，此后全程不再改变（以简化问题）。MFC 中有一个 `CSize` 很适合当作此一变量类型。这个成员变量在文件进行文件读写（Serialization）时也应该并入文件内容中。回忆一下，上一章讲到笔宽时，由于每一线条有自己的一个宽度，所以笔宽资料应该在 `CStroke::Serialize` 中读写，现在我们所讨论的文件大小却是属于整份文件的资料，所以应该在 `CScribbleDoc::Serialize` 中读写：

```

// in SCRIBBLEDOK.H
class CScribbleDoc : public CDocument
{
protected:
 CSize m_sizeDoc;
public:
 CSize GetDocSize() { return m_sizeDoc; }
 ...
};

// in SCRIBBLEDOK.CPP
void CScribbleDoc::InitDocument()
{
 m_bThickPen = FALSE;
 m_nThinWidth = 2; // default thin pen is 2 pixels wide
 m_nThickWidth = 5; // default thick pen is 5 pixels wide
 ReplacePen(); // initialize pen according to current width

 //预设Document 大小为800 x 900 个屏幕图素
 m_sizeDoc = CSize(800,900);
}

void CScribbleDoc::Serialize(CArchive& ar)
{
 if (ar.IsStoring())
 {
 ar << m_sizeDoc;
 }
 else
 {
 ar >> m_sizeDoc;
 }
 m_strokeList.Serialize(ar);
}

```

2 将 *CScribbleView* 的父类别由 *CView* 改变为 *CScrollView*。同时准备改写其虚拟函数

*OnInitialUpdate*，为的是稍后我们要在其中，根据 Document 的大小，设定卷动范围。

```

// in SCRIBBLEVIEW.H
class CScribbleView : public CScrollView
{
public:
 virtual void OnInitialUpdate();
 ...
}

```

```
};

// in SCRIBBLEVIEW.CPP
IMPLEMENT_DYNCREATE(CScribbleView, CScrollView)

BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleView, CScrollView)
 ...
END_MESSAGE_MAP()
```

3 改写 *OnInitialUpdate*，在其中设定滚动条范围。这个函数的被调用时机是在 View 第一次附着到 Document 但尚未显现时，由 Framework 调用之。它会调用 *OnUpdate*，不带任何 Hint 参数（于是 *lHint* 是 0 而 *pHint* 是 *NULL*）。如果你需要做任何「只做一次」的初始化动作，而且初始化时需要 Document 的资料，那么在这里做就最合适了：

```
// in SCRIBVW.CPP
void CScribbleView::OnInitialUpdate()
{
 SetScrollSizes(MM_TEXT, GetDocument()->GetDocSize());
 //这是CScrollView 的成员函数。
}
```

*SetScrollSizes* 总共有四个参数：

- int nMapMode：代表映射模式（Mapping Mode）
- SIZE sizeTotal：代表文件大小
- const SIZE& sizePage：代表一页大小（预设是文件大小的1/10）
- const SIZE& sizeLine：代表一行大小（预设是文件大小的1/100）

本例的文件大小是固定的。另一种比较复杂的情况是可变大小，那么你就必须在文件大小改变之后立刻调用 *SetScrollSizes*。

窗口上增加滚动条并不会使 View 的 *OnDraw* 负担加重。我们并不因为滚动条把观察镜头移动到 Document 的中段或尾段，而就必须在 *OnDraw* 中重新计算绘图原点与平移向量，原因是绘图坐标与我们所使用的 DC 有关。当滚动条移动了 DC 原点，*CScrollView* 自动

会做调整，让资料的某一部份显示而某一部份隐藏。

让我做更详细的说明。「GDI 原点」是DC（注）的重要特征，许许多多CDC 成员函数的绘图结果都会受它的影响。如果我们在绘图之前（也就是进入OnDraw 之前）调整DC，我们可以改写虚拟函数OnPrepareDC，因为Framework 是先调用OnPrepareDC，然后才调用OnDraw 并把DC 传进去。好，窗口由无滚动条到增设滚动条的过程中，之所以不必修改OnDraw 函数内容，就是因为CScrollView 已经改写了CView 的OnPrepareDC 虚拟函数。Framework 先调用CScrollView::OnPrepareDC 再调用CScribbleView::OnDraw，所有因为滚动条而必须做的特别处理都已经在进入OnDraw 之前完成了。

注意上面的叙述，别把CScrollView 和CScribbleView 混淆了。下图是个整理。



DC 就是Device Context，在Windows 中凡绘图动作之前一定要先获得一个DC，它可能代表屏幕，也可能代表一个窗口，或一块内存，或打印机…。DC 中有许多绘图所需的元素，包括坐标系统（映射模式）、原点、绘图工具（笔、刷、颜色…）等等。它还连接到低阶的输出装置驱动程序。由于DC，我们在程序中对屏幕作画和对打印机作画的动作才有可能完全相同。

4 修正鼠标坐标。虽说 *OnDraw* 不必因为坐标原点的变化而有任何改变，但是幕后出力的 *CScrollView::OnPrepareDC* 却不知道什么是 Windows 消息！这话看似牛头和马嘴，但我一点你就明白了。*CScrollView::OnPrepareDC* 虽然能够因着滚动条行为而改变 GDI 原点，但「改变 GDI 原点」这个动作却不会影响你所接收的 *WM\_LBUTTONDOWN* 或 *WM\_LBUTTONUP* 或 *WM\_MOUSEMOVE* 的坐标值，原因是 Windows 消息并非 DC 的一个成份。因此，我们作画的基础，也就是鼠标移动产生的轨迹点坐标，必须由「以视窗绘图区左上角为原点」的窗口坐标系，改变为「以文件左上角为原点」的逻辑坐标系。文件中储存的，也应该是逻辑坐标。

下面是修改坐标的程序动作。其中调用的 *OnPrepareDC* 是哪一个类别的成员函数？想看，*CScrubbleView* 衍生自 *CScrollView*，而我们并未在 *CScrubbleView* 中改写此一函式，所以程序中调用的是 *CScrollView::OnPrepareDC*。

```
// in SCRIBVW.CPP
void CScrubbleView::OnLButtonDown(UINT, CPoint point)
{
 由于CScrollView 改变了DC 原点和映射模式，所以必须先把
 //装置坐标转换为逻辑坐标，再储存到Document 中。
 CClientDC dc(this);
 OnPrepareDC(&dc);
 dc.DPtoLP(&point);

 m_pStrokeCur = GetDocument()->NewStroke();
 m_pStrokeCur->m_pointArray.Add(point);

 SetCapture(); // 抓住鼠标
 m_ptPrev = point; // 做为直线绘图的第一个点

 return;
}
void CScrubbleView::OnLButtonUp(UINT, CPoint point)
{
 ...
 if (GetCapture() != this)
 return;

 CScrubbleDoc* pDoc = GetDocument();

 CClientDC dc(this);
```



```

 OnPrepareDC(&dc); // 设定映射模式和DC 原点
 dc.DPtoLP(&point);
 ...
 }
void CScribbleView::OnMouseMove(UINT, CPoint point)
{
 ...
 if (GetCapture() != this)
 return;

 CClientDC dc(this);
 OnPrepareDC(&dc);
 dc.DPtoLP(&point);

 m_pStrokeCur->m_pointArray.Add(point);
 ...
}

```

除了上面三个函数，还有什么函数牵扯到坐标？是的，线条四周有一个外围四方形，那将在 *OnUpdate* 中出现，也必须做坐标系统转换：

```

void CScribbleView::OnUpdate(CView* /* pSender */, LPARAM /* lHint */,
 CObject* pHint)
{
 if (pHint != NULL)
 {
 if (pHint->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CStroke)))
 {
 // hint 的确是一个CStroke 对象。现在将其外围四方形设为重绘区
 CStroke* pStroke = (CStroke*)pHint;
 CClientDC dc(this);
 OnPrepareDC(&dc);
 CRect rectInvalid = pStroke->GetBoundingRect();
 dc.LPtoDP(&rectInvalid);
 InvalidateRect(&rectInvalid);
 return;
 }
 }
 // 无法识别hint,只好假设整个画面都需重绘。
 Invalidate(TRUE);
 return;
}

```

注意，上面的LPtoDP 所受参数竟然不是CPoint\*，而是CRect\*，那是因为LPtoDP 有多载函数（overloaded function），既可接受点，也可接受四方形。DPtoLP 也有类似的多载能力。

线条的外围四方形还可能出现在CStroke::FinishStroke 中，不过那里只是把线条数组中的点拿出来比大小，决定外围四方形罢了；而你知道，线条数组的点已经在加入时做过坐标转换了（分别在OnLButtonDown、 OnMouseMove、 OnLButtonUp 函数中的AddPoint 动作之前）。

至此，Document 的资料格式比起Step1，有了大幅的变动。让我们再次分析文件档的格式，以期获得更深入的认识与印证。我以图11-6a 为例，共四条线段，宽度分别是2, 5, 10, 20（十进制）。分析内容显示在图11-6b。

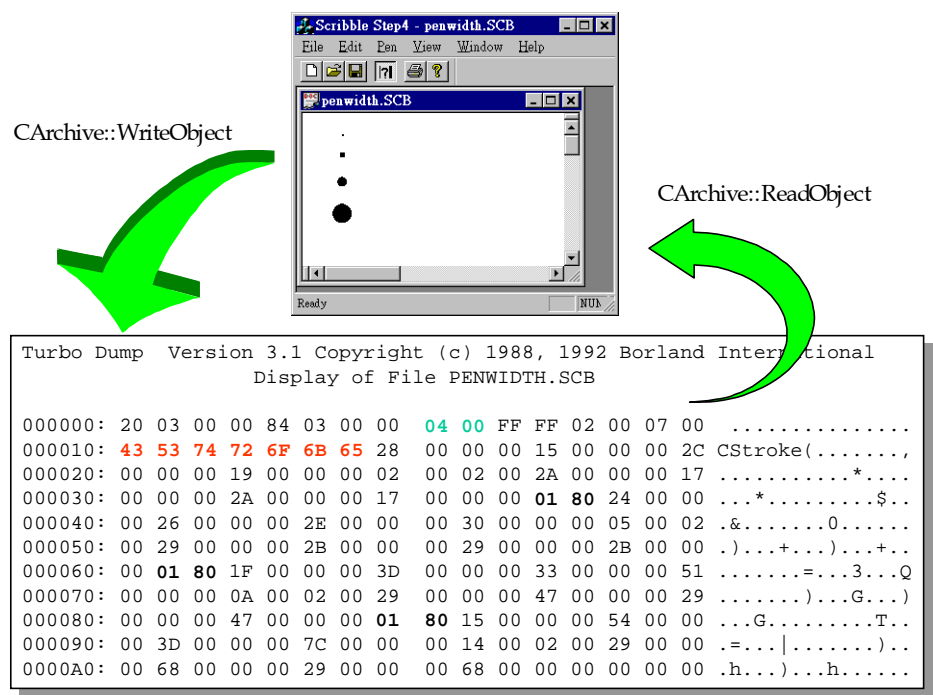


图11-6a 四条线段的图形与文件文件倾印码。

| 数值 ( hex )           | 说明 ( 共173 bytes )            |
|----------------------|------------------------------|
| 00000320             | Document 宽度 ( 800 )          |
| 00000384             | Document 高度 ( 900 )          |
| 0004                 | 表示此文件有四个 <i>COBList</i> 元素   |
| FFFF                 | FFFF 亦即-1, 表示New Class Tag   |
| 0002                 | Scheme no. , 代表Document 版本号码 |
| 0007                 | 表示后面接着的「类别名称」有7 个字符          |
| 43 53 74 72 6F 6B 65 | 类别名称"CSStroke" 的ASCII 码      |
| 00000028 00000015    | 外围四方形的左上角坐标 ( 膨胀一个笔宽 )       |
| 0000002C 00000019    | 外围四方形的右下角坐标 ( 膨胀一个笔宽 )       |
| 0002                 | 第一条线条的宽度                     |
| 0002                 | 第一条线条的点数                     |
| 0000002A,00000017    | 第一条线条的第一个点坐标                 |
| 0000002A,00000017    | 第一条线条的第二个点坐标                 |
| 8001                 | 表示接下来的对象仍旧使用旧的类别             |
| 00000024 00000026    | 外围四方形的左上角坐标 ( 膨胀一个笔宽 )       |
| 0000002E 00000030    | 外围四方形的右下角坐标 ( 膨胀一个笔宽 )       |
| 0005                 | 第二条线条的宽度                     |
| 0002                 | 第二条线条的点数                     |
| 00000029,0000002B    | 第二条线条的第一个点坐标                 |
| 00000029,0000002B    | 第二条线条的第二个点坐标                 |
| 8001                 | 表示接下来的对象仍旧使用旧的类别             |
| 0000001F 0000003D    | 外围四方形的左上角坐标 ( 膨胀一个笔宽 )       |
| 00000033 00000051    | 外围四方形的右下角坐标 ( 膨胀一个笔宽 )       |
| 000A                 | 第三条线条的宽度                     |
| 0002                 | 第三条线条的点数                     |
| 00000029,00000047    | 第三条线条的第一个点坐标                 |
| 00000029,00000047    | 第三条线条的第二个点坐标                 |

| 数值 ( hex )        | 说明 ( 共173 bytes )      |
|-------------------|------------------------|
| 8001              | 表示接下来的对象仍旧使用旧的类别       |
| 00000015 00000054 | 外围四方形的左上角坐标 ( 膨胀一个笔宽 ) |
| 0000003D 0000007C | 外围四方形的右下角坐标 ( 膨胀一个笔宽 ) |
| 0014              | 第四条线条的宽度               |
| 0002              | 第四条线条的点数               |
| 00000029 00000068 | 第四条线条的第一个点坐标           |
| 00000029 00000068 | 第四条线条的第二个点坐标           |

图11-6b 文件档 ( 图11-6a ) 的分析

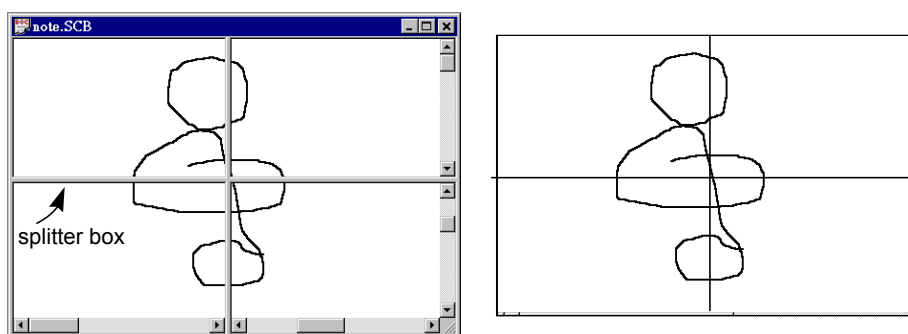
## 大窗口中的小窗口：Splitter

MDI 程序的标准功能是允许你为同一份Document 开启一个以上的Views。这种情况类似我们以多个观景窗观看同一份资料。我们可以开启任意多个Views，各有滚动条，那么我们就可以在屏幕上同时观察一份资料的不同区域。这许多个View 窗口各自独立运作，因此它们的观看区可能互相重叠。

如果这些隶属同一Document 的Views 能够结合在一个大窗口之内，又各自有独立的行  
为（譬如说有自己的滚动条），似乎可以带给使用者更好的感觉和更方便的使用，不是吗？

### 分裂窗口的功能

把View 做成所谓的「分裂窗口 ( splitter )」是一种不错的想法。这种窗口可以分裂出  
数个窗口，如图11-7，每一个窗口可以映射到Document 的任何位置，窗口与窗口之间  
彼此独立运作。



在 Splitter Box 上以鼠标左键快按两下，就可以将窗口分裂开来。Splitter Box 有水平和垂直两种。分裂窗口的窗口个数，由程序而定，本例是 2x2。不同的窗口可以观察同一份 Document 的不同区域。本例虽然很巧妙地安排出一张完整的图出来，其实四个窗口各自看到原图的某一部份。

图11-7 分裂窗口 (splitter window)

在 Splitter Box 上以鼠标左键快按两下，就可以将窗口分裂开来。Splitter Box 有水平和垂直两种。分裂窗口的窗口个数，由程序而定，本例是 2x2。不同的窗口可以观察同一份 Document 的不同区域。本例虽然很巧妙地安排出一张完整的图出来，其实四个窗口各自看到原图的某一部份。

## 分裂窗口的程序概念

回忆第 8 章所说的 Document/View 架构，每次打开一个 Document，需有两个窗口通力合作才能完成显示任务，一是 *CMDIChildWnd* 窗口，负责窗口的框架与一般行为，一是 *CView* 窗口，负责资料的显示。但是当分裂窗口引入，这种结构被打破。现在必须有三个窗口通力合作完成显示任务（图 11-8）：

1. Document Frame 窗口：负责一般性窗口行为。其类别衍生自 *CMDIChildWnd*。
2. Splitter 窗口：负责管理各窗口。通常直接使用 *CSplitterWnd* 类别。
3. View 窗口：负责资料的显示。其类别衍生自 *CView*。

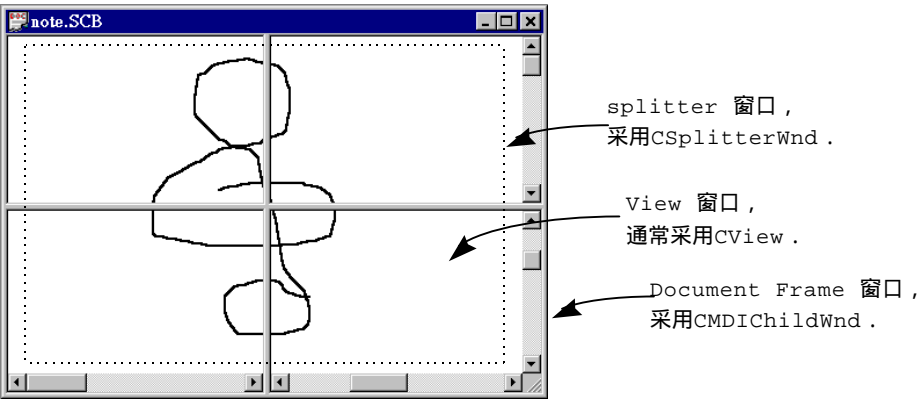
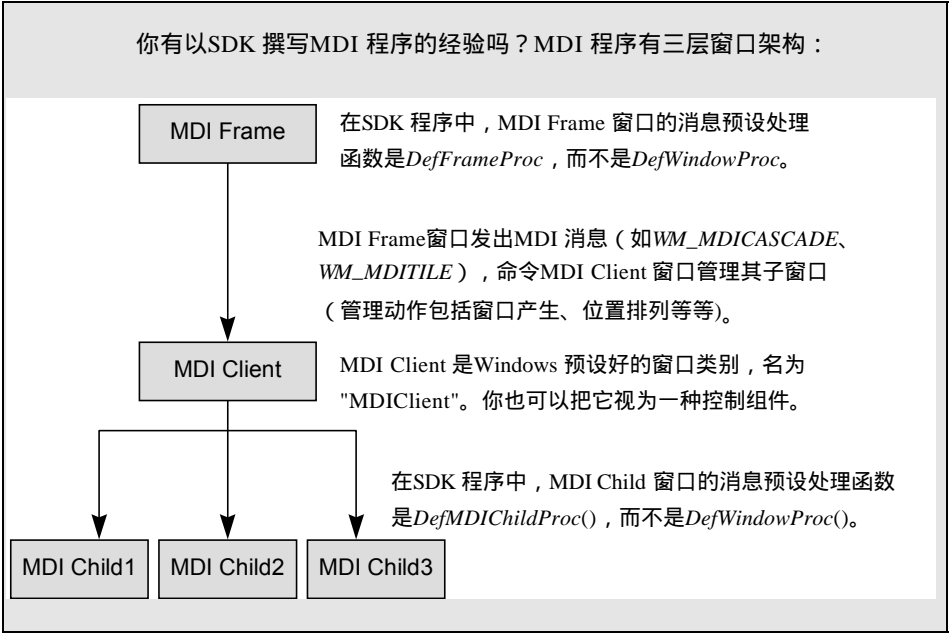


图11-8 欲使用分裂窗口，必须三个对象合作才能完成显示任务，一是 Document Frame 窗口，负责一般性窗口行为；二是 C splitterWnd 窗口，管理窗口内部空间（各个窗口）；三是CView 窗口，负责显示资料。

给SDK 程序员



程序员想要控制MDI Child 窗口的大小、位置、排列状态，必须藉助另一个已经由 Windows 系统定义好的窗口，此窗口称为MDI Client 窗口，其类别名称为 "MDICLIENT"。

Frame 窗口、Client 窗口和Child 窗口构成MDI 的三层架构。Frame 窗口产生之后，通常在WM\_CREATE 时机就以CreateWindow("MDICLIENT",...); 的方式建立Client 视窗，此后几乎所有对Child 窗口的管理工作，诸如产生新的Child 窗口、重新排列窗口、重新排列图标、在菜单上列出已开启窗口...等等，都由Client 代劳，只要Frame 窗口向Client 窗口下命令（送MDI 消息如WM\_MDICREATE 或WM\_MDITILE 就去）即可。

你可以把CSplitterWnd 对象视为MDI Client，观念上比较容易打通。

## 分裂窗口之实作

让我先把Scribble 目前使用的类别之中凡与本节主题有关的，做个整理。

Visual C++ 4.0 以前的版本，AppWizard 为Scribble 产生的类别是这样子的：

| 用途             | 类别名称                           | 基础类别（MFC 类别）        |
|----------------|--------------------------------|---------------------|
| main frame     | <i>CMainFrame</i>              | <i>CMDIFrameWnd</i> |
| document frame | 直接使用MFC 类别 <i>CMDIChildWnd</i> | <i>CMDIChildWnd</i> |
| view           | <i>CScribbleView</i>           | <i>CView</i>        |
| document       | <i>CScribbleDoc</i>            | <i>CDocument</i>    |

而其 *CMultiDocTemplate* 对象是这样子的：

```
pDocTemplate = new CMultiDocTemplate(
 IDR_SCRIBTYPE,
 RUNTIME_CLASS(CScribbleDoc),
 RUNTIME_CLASS(CMDIChildWnd),
 RUNTIME_CLASS(CScribbleView));
```

为了加上分裂窗口，我们必须利用ClassWizard 新增一个类别（在Scribble 程序中名为

*CScribbleFrame*），衍生自*CMDIChildWnd*，并让它拥有一个*CSplitterWnd* 对象，名为 *m\_wndSplitter*。然后为*CScribbleFrame* 改写*OnCreateClient* 虚拟函数，在其中调用 *m\_wndSplitter.Create* 以产生分裂窗口、设定窗口个数、设定窗口的最初尺寸等初始状态。最后，当然，我们不能够再直接以*CMDIChildWnd* 负责document frame 窗口，而必须以 *CScribbleFrame* 取代之。也就是说，得改变*CMultiDocTemplate* 构造式的第三个参数：

```
pDocTemplate = new CMultiDocTemplate(
 IDR_SCRIBTYPE,
 RUNTIME_CLASS(CScribbleDoc),
 RUNTIME_CLASS(CScribbleFrame),
 RUNTIME_CLASS(CScribbleView));
```

俱往矣！Visual C++ 4.0 之后的AppWizard 为Scribble 产生的类别是这个样子：

| 用途             | 类别名称                 | 基础类别                |
|----------------|----------------------|---------------------|
| main frame     | <i>CMainFrame</i>    | <i>CMDIFrameWnd</i> |
| document frame | <i>CChildFrame</i>   | <i>CMDIChildWnd</i> |
| view           | <i>CScribbleView</i> | <i>CView</i>        |
| document       | <i>CScribbleDoc</i>  | <i>CDocument</i>    |

而其*CMultiDocTemplate* 对象是这样子的：

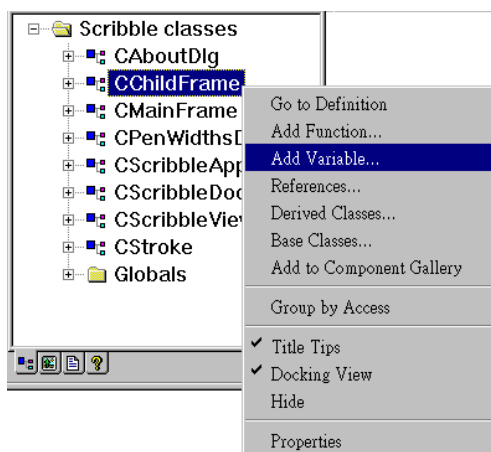
```
pDocTemplate = new CMultiDocTemplate(
 IDR_SCRIBTYPE,
 RUNTIME_CLASS(CScribbleDoc),
 RUNTIME_CLASS(CChildFrame),
 RUNTIME_CLASS(CScribbleView));
```

这就方便多了，*CChildFrame* 相当于以前（MFC 4.0 之前）你自力完成的 *CScribbleFrame*。现在，我们可以从「为此类别新添成员变量」开始作为。

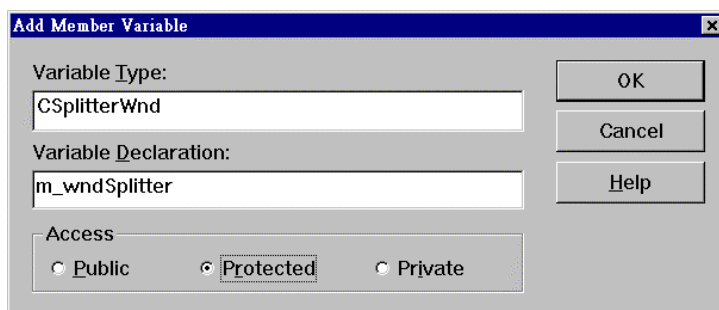


以下是加上分裂窗口的步骤：

- 在ClassView（注意，不是ClassWizard）中选择*CChildFrame*。按下右键，选择突冒式菜单中的【Add Variable】



- 出现【Add Member Variable】对话框。填充如下，然后选按【OK】。



现在你可以从ClassView 画面中实时看到*CChildFrame* 的新变量。

- 打开ChildFrm.cpp，在WizardBar 的【Messages】清单中选择*OnCreateClient*。
- 以Yes 回答WizardBar 的询问，产生处理例程。
- 在函数空壳中键入以下内容：

```
return m_wndSplitter.Create(this, 2, 2, CSize(10, 10), pContext);
```

■ 回到ClassView 之中，你可以看到新的函数。

*CSplitterWnd::Create* 正是产生分裂窗口的关键，它有七个参数：

1. 表示父窗口。这里的*this* 代表的是*CChildFrame* 窗口。
2. 分裂窗口的水平窗口数 ( row )
3. 分裂窗口的垂直窗口数 ( column )
4. 窗口的最小尺寸 ( 应该是一个*CSize* 对象 )
5. 在窗口上使用哪一个View 类别。此参数直接取用Framework 交给 *OnCreateClient* 的第二个参数即可。
6. 指定分裂窗口的风格。默认值是： *WS\_CHILD|WS\_VISIBLE|WS\_HSCROLL|WS\_VSCROLL|SPLS\_DYNAMIC\_SPLIT*，意思就是一个可见的子窗口，有着水平卷轴和垂直滚动条，并支持动态分裂。关于动态分裂（以及所谓的静态分裂），第 13 章将另有说明。
7. 分裂窗口的ID。默认值是*AFX\_IDW\_PANE\_FIRST*，这将成为第一个窗口的ID。

我们的源代码有了下列变化：

```
// in CHILDFRM.H
class CChildFrame : public CMDIChildWnd
{
protected:
 CSplitterWnd m_wndSplitter;
protected:
 virtual BOOL OnCreateClient(LPCREATESTRUCT lpcs, CCreateContext* pContext);
 ...
};

// in CHILDFRM.CPP
BOOL CChildFrame::OnCreateClient(LPCREATESTRUCT /* lpcs */,
 CCreateContext* pContext
{
 return m_wndSplitter.Create(this,
 2, 2, // TODO: adjust the number of rows, columns
 CSize(10, 10), // TODO: adjust the minimum pane size
```

```
pContext);
}
```

## 本章回顾

这一章里我们追求的是精致化。

Scribble Step3 已经有绘图、文件读写、变化笔宽的基本功能，但是「连接到同一份 Document 的不同的 Views」之间却不能够做到同步更新的视觉效果，此外 View 窗口中没有滚动条也是遗憾的事情。

Scribble Step4 弥补了上述遗憾。它让「连接到同一份 Document 的不同的 Views」之间做到同步更新-- 关键在于 *CDocument::UpdateAllViews* 和 *CView::Update* 两个虚拟函数。而由于同步更新引发的绘图效率问题，所以我们又学会了如何设计所谓的 hint，让绘图动作更聪敏些。也因为 hint 缘故，我们改变了 Document 的格式，为每一线条加上一个外围四方形记录。

在滚动条方面，MFC 提供了一个名为 *CScrollView* 的类别，内有滚动条功能，因此直接拿来用就好了。我们唯一要担心的是，从 *CView* 改为 *CScrollView*，原先的 *OnDraw* 绘图动作要不要修改？毕竟，卷来卷去把原点都不知卷到哪里去了，何况还有映射模式（坐标系）的问题。这一点是甭担心了，因为 application framework 在调用 *OnDraw* 之前，已经先调用了 *OnPrepareDC*，把问题解决掉了。唯一要注意的是，送进 *OnDraw* 的鼠标坐标点应该改为逻辑坐标，以文件左上角为原点。 *DP2LP* 函数可以帮我们这个忙。

此外，我们接触了另一种新而且更精致的 UI 接口：分裂窗口，让一个窗口分裂为数个窗口，每一个窗口容纳一个 View。MFC 提供 *CSplitterWnd* 做此服务。

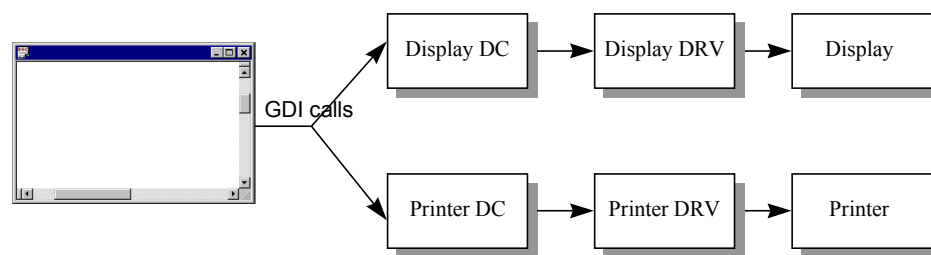


## 打印与预览

「打印」绝对是个大工程，「打印预览」是个更大的工程。如果你是一位 SDK 程序员，而你分配到的工作是为公司的绘图软件写一个印前预测系统，那么我真的替你感到忧郁。可如果你使用 MFC，情况又大不相同了。

### 概观

Windows 的 DC 观念，在程序的绘图动作与实际设备的驱动程序之间做了一道隔离，使得绘图动作完全不需修改就可以输出到不同的设备上：



即便如此，打印仍然有其琐碎的工作需要由程序员承担。举个例子，屏幕窗口有滚动杆，打印机没有，于是「分页」就成了一门学问。另外，如何中断打印？如何设计水平方向

(landscape) 或垂直方向 (portrait) 的打印输出？

landscape，风景画，代表横向打印；portrait，人物画，代表纵向打印。

如果曾经有过SDK 程序经验，你一定知道，把资料输出到屏幕上和输出到打印机上几乎是相同的一件事，只要换个DC（注）就好了。MFC 甚至不要求程序员的任何动作，即自动供应打印功能和预览功能。拿前面各版本的Scribble 为例，我们可曾为了输出任何东西到打印机上而特别考虑什么程序代码？完全没有！但它的确已拥有打印和预览功能，你不妨执行Step4 的【File/Print...】以及【File/Print Preview】看看，结果如图12-1a。

注：DC 就是Device Context，在Windows 中凡绘图动作之前一定要先获得一个DC，它可能代表全屏幕，也可能代表一个窗口，或一块内存，或打印机...。DC 中有许多绘图所需的元素，包括坐标系统（映射模式）、原点、绘图工具（笔、刷、颜色...）等等。它还连接到低阶的输出装置驱动程序。由于DC，我们在程序中对屏幕作画和对打印机作画的动作才有可能完全相同。

Scribble 程序之所以不费吹灰之力即拥有打印与预览功能，是因为负责资料显示的 *CScribbleView::OnDraw* 函数接受了一个DC 参数，此DC 如果是display DC，所有的输出就往屏幕送，如果是printer DC，所有输出就往打印机送。至于 *OnDraw* 到底收到什么样的DC，则由Framework 决定-- 想当然耳Framework 会依使用者的动作决定之。

MFC 把整个打印机制和预览机制都埋在application framework 之中了，我们因此也有了标准的UI 接口可以使用，如标准的【打印】对话框、【打印设定】对话框、【打印中】对话框等等，请看图12-1。

我将在这一章介绍MFC 的打印与预览机制，以及如何强化它。

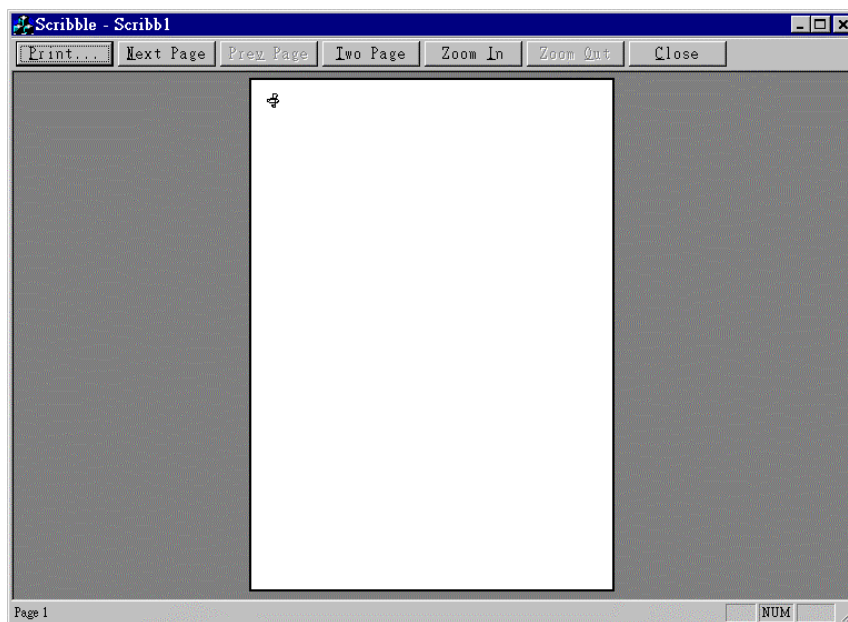


图12-1a 不需考虑任何与打印相关的程序动作，Scribble 即已具备打印与预览功能（只要我们一开始在AppWizard 的步骤四对话框中选择【Printing and Print Preview】项目）。打印出来的图形大小并不符合理想，从预览画面中就可察知。这正是本章要改善的地方。

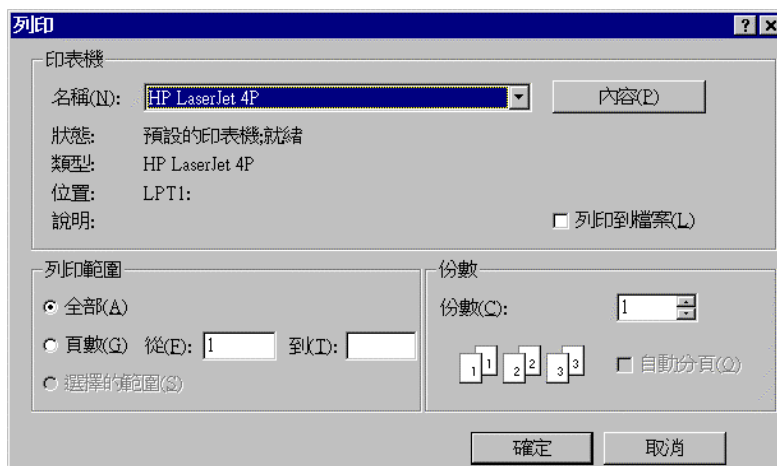


图12-1b 标准的打印UI 接口。本图是选按Scribble 的【File/Print...】命令项之后获得的【打印】对话框。

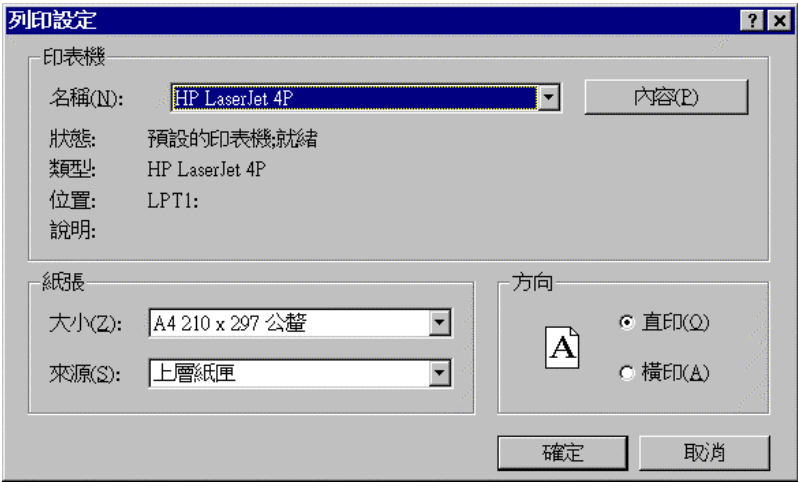


图12-1c 你可以选按Scribble 的【File/Print Setup...】命令项，获得设定打印机的机会。

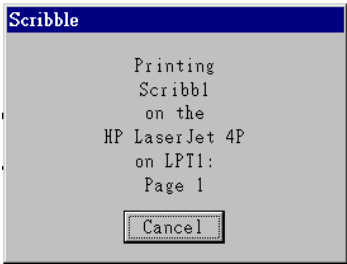


图12-1d 打印过程中会出现一个标准的【打印状态】对话框，允许使用者中断打印动作。

Scribble Step5 加强了打印功能以及预览功能。MFC 各现成类别之中已有打印和预览机制，我要解释的是它的运作模式、执行效果、以及改善之道。图12-2 就是Scribble Step5 的预览效果，UI 方面并没有什么新东西，主要的改善是，图形的输出大小比较能够被接受了，每一份文件并且分为两页，第一页是文件名称（文件名称），第二页才是真正的文件内容，上有一表头。



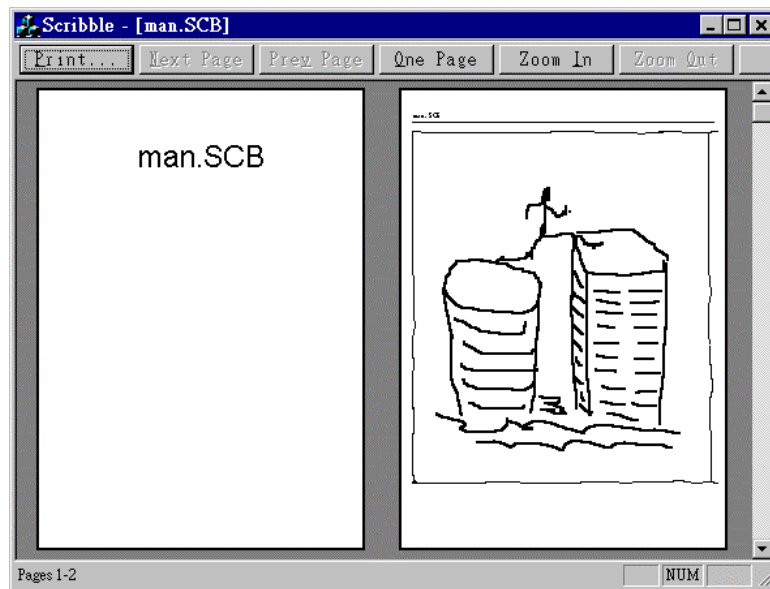


图12-2 Scribble Step5 打印预览。第一页是文件名称，第二页是文件内容。

## 打印动作的背景原理

开始介绍MFC 的打印机制之前，我想，如果先让你了解打印的背后原理，可以帮助你掌握其本质。

Windows 的所有绘图指令，都集中在GDI 模块之中，称为GDI 绘图函数，例如：

```
TextOut(hPr, 50, 50, szText, strlen(szText)); // 输出一字符串
Rectangle(hPr, 10, 10, 50, 40); // 画一个四方形
Ellipse(hPr, 200, 50, 250, 80); // 画一个椭圆形
Pie(hPr, 350, 50, 400, 100, 400, 50, 400, 100); // 画一个圆饼图
MoveTo(hPr, 50, 100); // 将画笔移动到新位置
LineTo(hPr, 400, 50); // 从前一位置画直线到新位置
```

图形输往何方？关键在于DC，这是任何GDI 绘图函数的第一个参数，可以是*GetDC* 或*BeginPaint* 函数所获得的「显示屏DC」（以下是SDK 程序写法）：

```
HDC hDC;
PAINTSTRUCT ps; // paint structure
hDC = BeginPaint(hWnd, &ps);
```

也可以是利用 *CreateDC* 获得的一个「打印机DC」：

```
HDC hPr;
hPr = CreateDC(lpPrintDriver, lpPrintType, lpPrintPort, (LPSTR) NULL);
```

其中前三个参数分别是与打印机有关的信息字符串，可以从WIN.INI 的【windows】section 中获得，各以逗号分隔，例如：

```
device=HP LaserJet 4P/4MP, HPPCL5E, LPT1:
```

代表三项意义：

- Print Driver = HP LaserJet 4P/4MP
- Print Type = HPPCL5E
- Print Port = LPT1:

SDK 程序中对于打印所需做的努力，最低限度到此为止。显然，困难度并不高，但是其中尚未参杂对打印机的控制，而那是比较麻烦的事儿。换句话说我们还得考虑「分页」的问题。以文字为例，我们必须取得一页（一张纸）的大小，以及字形的高度，从而计算扣除留白部份之后，一页可容纳几行：

```
TEXTMETRIC TextMetric;
int LineSpace;
int nPageSize;
int LinesPerPage;

GetTextMetrics(hPr, &TextMetric); // 取得字形数据
LineSpace = TextMetric.tmHeight + TextMetric.tmExternalLeading; // 计算字高
nPageSize = GetDeviceCaps(hPr, VERTRES); // 取得纸张大小
LinesPerPage = nPageSize / LineSpace - 1; // 一页容纳多少行
```

然后再以循环将每一行文字送往打印机：

```
Escape(hPr, STARTDOC, 4, "PrntFile text", (LPSTR) NULL);
CurrentLine = 1;
for (...) {
 ... // 取得一行文字，放在char pLine[128] 中，长度为LineLength。
```

```

 TextOut(hPr, 0, CurrentLine*LineSpace, (LPSTR)pLine, LineLength);
 if (++CurrentLine > LinesPerPage) {
 CurrentLine = 1; //重设行号
 IOStatus = Escape(hPr, NEWFRAME, 0, 0L, 0L); // 换页
 if (IOStatus < 0 || bAbort)
 break;
 }
}
if (IOStatus >= 0 && !bAbort) {
 Escape(hPr, NEWFRAME, 0, 0L, 0L);
 Escape(hPr, ENDDOC, 0, 0L, 0L);
}

```

其中的 *Escape* 用来传送命令给打印机（打印机命令一般称为 escape code），它是一个 Windows API 函数。

打印过程中我们还应该提供一个中断机制给使用者。Modeless 对话框可以完成此一使命，我们可以让它出现在打印过程之中。这个对话框应该在打印程序开始之前先做起来，外形类似图12-1d：

```

HWND hPrintingDlgWnd; // 这就是【Printing】对话框
FARPROC lpPrintingDlg; // 【Printing】对话框的窗口函数

lpPrintingDlg = MakeProcInstance(PrintingDlg, hInst);
hPrintingDlgWnd = CreateDialog(hInst, "PrintingDlg", hWnd, lpPrintingDlg);
ShowWindow(hPrintingDlgWnd, SW_NORMAL);

```

负责此一中断机制的对话框函数很简单，只检查【OK】钮有没有被按下，并据以改变 *bAbort* 的值：

```

int FAR PASCAL PrintingDlg(HWND hDlg, unsigned msg, WORD wParam, LONG lParam)
{
 switch(msg) {
 case WM_COMMAND:
 return (bAbort = TRUE);

 case WM_INITDIALOG:
 SetFocus(GetDlgItem(hDlg, IDCANCEL));
 SetDlgItemText(hDlg, IDC_FILENAME, FileName);
 return (TRUE);
 }
 return (FALSE);
}

```

从应用程序的眼光来看，这样就差不多了。然而资料真正送到打印机上，还有一段曲折过程。每一个送往打印机DC的绘图动作，其实都只被记录为metafile（注）储存在你的TEMP目录中。当你调用`Escape(hPr, NEWFRAME, ...)`，打印机驱动程序（.DRV）会把这些metafile转换为打印机语言（control sequence 或Postscript），然后通知GDI模组，由GDI把它储存为~SPL文件，也放在TEMP目录中，并删除对应之metafile。之后，GDI模块再送出消息给打印管理器Print Manager，由后者调用`OpenComm`、`WriteComm`等低阶通讯函数（也都是Windows API函数），把打印机命令传给打印机。整个流程请参考图12-3。

注：metafile也是一种图形记录规格，但它记录的是绘图动作，不像bitmap记录的是真正的图形资料。所以播放metafile比播放bitmap慢，因为多了一层绘图函数解读动作；但它的大小比bitmap小很多。用在有许多四形、圆形、工程几何图形上最为方便。

这个曲折过程之中就产生了一个问题。~SPL这种文件很大，如果你的TEMP目录空间不够充裕，怎么办？如果Printer Manager把积存的~SPL内容消化掉后能够空出足够磁碟空间的话，那么GDI模块就可以下命令（送消息）给Printer Manager，先把积存的~SPL档处理掉。问题是，在Windows 3.x之中，我们的程序此刻正忙着做绘图动作，GDI没有机会送消息给Printer Manager（因为Windows 3.x是个非强制性多任务系统）。解决方法是你先准备一个callback函数，名称随你取，通常名为`AbortProc`：

```
FARPROC lpAbortProc;

lpAbortProc = MakeProcInstance(AbortProc, hInst);

Escape(hPr, SETABORTPROC, NULL, (LPSTR)(long)lpAbortProc, (LPSTR)NULL);
```

GDI模块在执行`Escape(hPr, NEWFRAME...)`的过程中会持续调用这个callback函数，想办法让你的程序释放出控制权：

```
int FAR PASCAL AbortProc(hDC hPr, int Code)
{
 MSG msg;

 while (!bAbort && PeekMessage(&msg, NULL, NULL, NULL, TRUE))
 if (!IsDialogMessage(hAbortDlgWnd, &msg)) {
 TranslateMessage(&msg);
```

```

 DispatchMessage(&msg);
 }

 return (!bAbort);
}

```

你可以从VC++ 4.0 所附的这个范例程序获得有关打印的极佳实例：

\\MSDEV\\SAMPLES\\SDK\\WIN32\\PRINTER

也可以在Charles Petzold 所着的*Programming Windows 3.1*第15 章，或是其新版*Programming Windows 95*第15 章，获得更深入的资料。

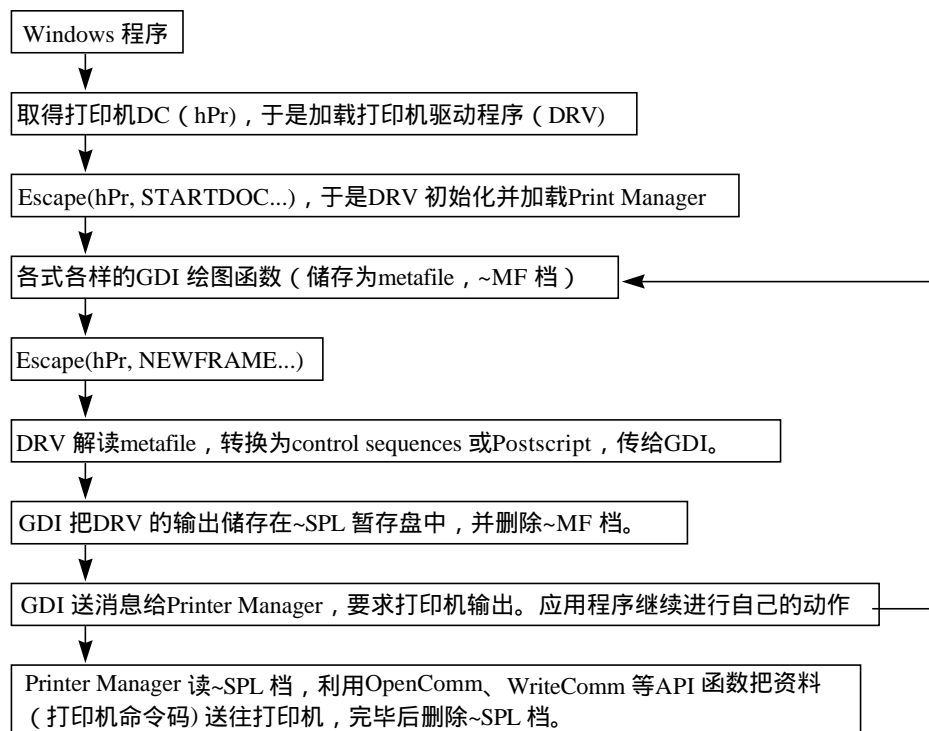


图12-3 Windows 程序的打印机输出动作详解

以下就是SDK 程序中有关打印程序的一个实际片段。

```
#01 hSaveCursor = SetCursor(hHourGlass); // 把鼠标光标设为砂漏状
#02 hPr = CreateDC("HP LaserJet 4P/4MP", "HPPCL5E", "LPT1:", (LPSTR) NULL);
#03
#04 // 设定AbortProc callback 函数
#05 lpAbortProc = MakeProcInstance(AbortProc, hInst);
#06 Escape(hPr, SETABORTPROC, NULL, (LPSTR) (long) lpAbortProc, (LPSTR) NULL);
#07 bAbort = FALSE;
#08
#09 Escape(hPr, STARTDOC, 4, "PrntFile text", (LPSTR) NULL);
#10
#11 // 设定Printing 对话框及其窗口函数
#12 lpPrintingDlg = MakeProcInstance(PrintingDlg, hInst);
#13 hPrintingDlgWnd = CreateDialog(hInst, "PrintingDlg", hWnd, lpPrintingDlg);
#14 ShowWindow (hPrintingDlgWnd, SW_NORMAL);
#15 EnableWindow(hWnd, FALSE); // 令其父窗口 (也就是程序的主窗口) 除能
#16 SetCursor(hSaveCursor); // 鼠标光标形状还原
#17
#18 GetTextMetrics(hPr, &TextMetric);
#19 LineSpace = TextMetric.tmHeight + TextMetric.tmExternalLeading;
#20 nPageSize = GetDeviceCaps (hPr, VERTRES);
#21 LinesPerPage = nPageSize / LineSpace - 1;
#22 dwLines = SendMessage(hEditWnd, EM_GETLINECOUNT, 0, 0L);
#23 CurrentLine = 1;
#24
#25 for (dwIndex = IOStatus = 0; dwIndex < dwLines; dwIndex++) {
#26 pLine[0] = 128;
#27 pLine[1] = 0;
#28 LineLength = SendMessage(hEditWnd, EM_GETLINE,
#29 (WORD)dwIndex, (LONG)((LPSTR)pLine));
#30 TextOut(hPr, 0, CurrentLine*LineSpace, (LPSTR)pLine, LineLength);
#31 if (++CurrentLine > LinesPerPage) {
#32 CurrentLine = 1;
#33 IOStatus = Escape(hPr, NEWFRAME, 0, 0L, 0L);
#34 if (IOStatus<0 || bAbort)
#35 break;
#36 }
#37 }
#38
#39 if (IOStatus >= 0 && !bAbort) {
#40 Escape(hPr, NEWFRAME, 0, 0L, 0L);
#41 Escape(hPr, ENDDOC, 0, 0L, 0L);
#42 }
```

```
#43
#44 EnableWindow(hWnd, TRUE);
#45
#46 DestroyWindow(hPrintingDlgWnd);
#47 FreeProcInstance(lpPrintingDlg);
#48 FreeProcInstance(lpAbortProc);
#49 DeleteDC(hPr);
```

上述各个*Escape* 调用，是在Windows 3.0 下的传统作法，在Windows 3.1 以及Win32 之中有对应的API 函数如下：

| Windows 3.0 作法                 | Windows 3.1 作法                               |
|--------------------------------|----------------------------------------------|
| Escape(hPr, SETABORTPROC, ...) | SetAbortProc(HDC hdc, ABORTPROC lpAbortProc) |
| Escape(hPr, STARTDOC, ...)     | StartDoc(HDC hdc, CONST DOCINFO* lpdi)       |
| Escape(hPr, NEWFRAME, ...)     | EndPage(HDC hdc)                             |
| Escape(hPr, ENDDOC, ...)       | EndDoc(HDC hdc)                              |

## MFC 预设的打印机制

好啦，关于打印，其实有许多一成不变的动作！为什么开发工具不帮我们做掉呢？好比说，从WIN.INI 中取得目前打印机的资料然后利用*CreateDC* 取得打印机DC，又好比说设计标准的【打印中】对话框，以及标准的打印中断函数*AbortProc*。

事实上MFC 的确已经帮我们做掉了一大部份的工作。MFC 已内含打印机制，那么将Framework 整个纳入EXE 文件中的你当然也就不费吹灰之力得到了打印功能。只要*OnDraw* 函数设计好了，不但可以在屏幕上显示资料，也可以在打印机上显示资料。有什么是我们要负担的？没有了！Framework 传给*OnDraw* 一个DC，视情况的不同这个DC 可能是显示屏DC，也可能是打印机DC，而你知道，Windows 程序中的图形输出对象完全取决于DC：

- 当你改变窗口大小，产生 *WM\_PAINT*，*OnDraw* 会收到一个「显示屏DC」。
- 当你选按【File/Print...】，*OnDraw* 会收到一个「打印机DC」。

数章之前讨论 *CView* 时我曾经提过，*OnDraw* 是 *CView* 类别中最重要的成员函数，所有的绘图动作都应该放在其中。请注意，*OnDraw* 接受一个「CDC 对象指针」做为它的参数。当窗口接受 *WM\_PAINT* 消息，Framework 就调用 *OnDraw* 并把一个「显示屏DC」传过去，于是 *OnDraw* 输出到屏幕上。

Windows 的图形装置接口(GDI)完全与硬件无关，相同的绘图动作如果送到「显示屏DC」，就是在屏幕上绘图，如果送到「打印机DC」，就是在打印机上绘图。这个道理很容易就解释了为什么您的程序代码没有任何特殊动作却具备打印功能：当使用者按下【File/Print】，application framework 送给 *OnDraw* 的是一个「打印机DC」而不再是「显示屏DC」。

在MFC 应用程序中，View 和application framework 分工合力完成打印工作。Application framework 的责任是：

- 显示【Print】对话框，如图12-1b。
- 为打印机产生一个CDC 对象。
- 调用CDC 对象的 *StartDoc* 和 *EndDoc* 两函数。
- 持续不断地调用CDC 对象的 *StartPage*，通知View 应该输出哪一页；一页打印完毕则调用CDC 对象的 *EndPage*。

我们（程序员）在View 对象上的责任是：

- 通知application framework 总共有多少页要打印。
- application framework 要求打印某特定页时，我们必须将Document 中对应的部份输出到打印机上。
- 配置或释放任何GDI 资源，包括笔、刷、字形...等等。
- 如果需要，送出任何escape 码改变打印机状态，例如走纸、改变打印方向等等。



送出escape 码的方式是，调用CDC 对象的Escape 函数。

现在让我们看看这两组工作如何交叉在一起。为实现上述各项交互动作，CView 定义了几个相关的成员函数，当你在AppWizard 中选择【Printing and Print Preview】选项之后，除了OnDraw，你的View 类别内还被加入了三个虚拟函数空壳：

```
// in SCRIBBLEVIEW.H
class CScribbleView : public CScrollView
{
 ...
protected:
 virtual BOOL OnPreparePrinting(CPrintInfo* pInfo);
 virtual void OnBeginPrinting(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo);
 virtual void OnEndPrinting(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo);
 ...
};

// in SCRIBBLEVIEW.CPP
BOOL CScribbleView::OnPreparePrinting(CPrintInfo* pInfo)
{
 // default preparation
 return DoPreparePrinting(pInfo);
}

void CScribbleView::OnBeginPrinting(CDC* /*pDC*/, CPrintInfo* /*pInfo*/)
{
 // TODO: add extra initialization before printing
}

void CScribbleView::OnEndPrinting(CDC* /*pDC*/, CPrintInfo* /*pInfo*/)
{
 // TODO: add cleanup after printing
}
```

改写这些函数有助于我们在framework 的打印机制与应用程序的View 对象之间架起沟通桥梁。

为了了解MFC 中的打印机制，我又动用了我的法宝：Visual C++ Debugger。我发现，AppWizard 为我的View 做出这样的Message Map：

```
BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleView, CScrollView)
...
// Standard printing commands
ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT, CView::OnFilePrint)
ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_PREVIEW, CView::OnFilePrintPreview)
END_MESSAGE_MAP()
```

显然，当【File/Print...】被按下，命令消息将流往CView::OnFilePrint 去处理，于是我以Debugger 进入该位置并且一步一步执行，得到图12-4 的结果。

```
// in VIEWPRNT.CPP
#0001 void CView::OnFilePrint()
#0002 {
#0003 // get default print info
#0004 ❶ CPrintInfo printInfo;
#0005 ASSERT(printInfo.m_pPD != NULL); // must be set
#0006
#0007 if (GetCurrentMessage()->wParam == ID_FILE_PRINT_DIRECT)
#0008 {
#0009 CCommandLineInfo* pCmdInfo = AfxGetApp()->m_pCmdInfo;
#0010
#0011 if (pCmdInfo != NULL)
#0012 {
#0013 ❷ if (pCmdInfo->m_nShellCommand == CCommandLineInfo::FilePrintTo)
#0014 {
#0015 printInfo.m_pPD->m_pd.hDC = ::CreateDC(pCmdInfo->m_strDriverName,
#0016 pCmdInfo->m_strPrinterName, pCmdInfo->m_strPortName, NULL);
#0017 if (printInfo.m_pPD->m_pd.hDC == NULL)
#0018 {
#0019 AfxMessageBox(AFX_IDP_FAILED_TO_START_PRINT);
#0020 return;
#0021 }
#0022 }
#0023 }
#0024
#0025 printInfo.m_bDirect = TRUE;
#0026 }
#0027
#0028 ❸ if (OnPreparePrinting(&printInfo))
#0029 {
#0030 // hDC must be set (did you remember to call DoPreparePrinting?)
#0031 ASSERT(printInfo.m_pPD->m_pd.hDC != NULL);
#0032
#0033 ❹ // gather file to print to if print-to-file selected
```

```

#0034 CString strOutput;
#0035 if (printInfo.m_pPD->m_pd.Flags & PD_PRINTTOFILE)
#0036 {
#0037 // construct CFileDialog for browsing
#0038 CString strDef(MAKEINTRESOURCE(AFX_IDS_PRINTDEFAULTTEXT));
#0039 CString strPrintDef(MAKEINTRESOURCE(AFX_IDS_PRINTDEFAULT));
#0040 CString strFilter(MAKEINTRESOURCE(AFX_IDS_PRINTFILTER));
#0041 CString strCaption(MAKEINTRESOURCE(AFX_IDS_PRINTCAPTION));
#0042 CFileDialog dlg(FALSE, strDef, strPrintDef,
#0043 OFN_HIDEREADONLY|OFN_OVERWRITEPROMPT, strFilter);
#0044 dlg.m_ofn.lpstrTitle = strCaption;
#0045
#0046 if (dlg.DoModal() != IDOK)
#0047 return;
#0048
#0049 // set output device to resulting path name
#0050 strOutput = dlg.GetPathName();
#0051 }
#0052
#0053 ⑤ // set up document info and start the document printing process
#0054 CString strTitle;
#0055 CDocument* pDoc = GetDocument();
#0056 if (pDoc != NULL)
#0057 strTitle = pDoc->GetTitle();
#0058 else
#0059 GetParentFrame()->GetWindowText(strTitle);
#0060 if (strTitle.GetLength() > 31)
#0061 strTitle.ReleaseBuffer(31);
#0062 DOCINFO docInfo;
#0063 memset(&docInfo, 0, sizeof(DOCINFO));
#0064 docInfo.cbSize = sizeof(DOCINFO);
#0065 docInfo.lpszDocName = strTitle;
#0066 CString strPortName;
#0067 int nFormatID;
#0068 if (strOutput.IsEmpty())
#0069 {
#0070 docInfo.lpszOutput = NULL;
#0071 strPortName = printInfo.m_pPD->GetPortName();
#0072 nFormatID = AFX_IDS_PRINTONPORT;
#0073 }
#0074 else
#0075 {
#0076 docInfo.lpszOutput = strOutput;
#0077 AfxGetFileTitle(strOutput,
#0078 strPortName.GetBuffer(_MAX_PATH), _MAX_PATH);
#0079 nFormatID = AFX_IDS_PRINTTOFILE;

```

```

#0080 }
#0081
#0082 ⑥ // setup the printing DC
#0083 CDC dcPrint;
#0084 dcPrint.Attach(printInfo.m_ppd->m_pd.hDC); // attach printer dc
#0085 dcPrint.m_bPrinting = TRUE;
#0086 ⑦ OnBeginPrinting(&dcPrint, &printInfo);
#0087 ⑧ dcPrint.SetAbortProc(_AfxAbortProc);
#0088
#0089 // disable main window while printing & init printing status dialog
#0090 ⑨ AfxGetMainWnd()->EnableWindow(FALSE);
#0091 CPrintingDialog dlgPrintStatus(this);
#0092
#0093 CString strTemp;
#0094 dlgPrintStatus.SetDlgItemText(AFX_IDC_PRINT_DOCNAME, strTitle);
#0095
#0096 dlgPrintStatus.SetDlgItemText(AFX_IDC_PRINT_PRINTERNAME,
#0097 printInfo.m_ppd->GetDeviceName());
#0098 AfxFormatString1(strTemp, nFormatID, strPortName);
#0099 dlgPrintStatus.SetDlgItemText(AFX_IDC_PRINT_PORTNAME, strTemp);
#0100
#0101 dlgPrintStatus.ShowWindow(SW_SHOW);
#0102 dlgPrintStatus.UpdateWindow();
#0103
#0104 // start document printing process
#0105 ⑩ if (dcPrint.StartDoc(&docInfo) == SP_ERROR)
#0106 {
#0107 // enable main window before proceeding
#0108 AfxGetMainWnd()->EnableWindow(TRUE);
#0109
#0110 // cleanup and show error message
#0111 OnEndPrinting(&dcPrint, &printInfo);
#0112 dlgPrintStatus.DestroyWindow();
#0113 dcPrint.Detach(); // will be cleaned up by CPrintInfo destructor
#0114 AfxMessageBox(AFX_IDP_FAILED_TO_START_PRINT);
#0115 return;
#0116 }
#0117
#0118 // Guarantee values are in the valid range
#0119 UINT nEndPage = printInfo.GetToPage();
#0120 UINT nStartPage = printInfo.GetFromPage();
#0121
#0122 if (nEndPage < printInfo.GetMinPage())
#0123 nEndPage = printInfo.GetMinPage();
#0124 if (nEndPage > printInfo.GetMaxPage())
#0125 nEndPage = printInfo.GetMaxPage();

```

```

#0126
#0127 if (nStartPage < printInfo.GetMinPage())
#0128 nStartPage = printInfo.GetMinPage();
#0129 if (nStartPage > printInfo.GetMaxPage())
#0130 nStartPage = printInfo.GetMaxPage();
#0131
#0132 int nStep = (nEndPage >= nStartPage) ? 1 : -1;
#0133 nEndPage = (nEndPage == 0xffff) ? 0xffff : nEndPage + nStep;
#0134
#0135 VERIFY(strTemp.LoadString(AFX_IDS_PRINTPAGENUM));
#0136
#0137 // begin page printing loop
#0138 BOOL bError = FALSE;
#0139 ① for (printInfo.m_nCurPage = nStartPage;
#0140 printInfo.m_nCurPage != nEndPage; printInfo.m_nCurPage += nStep)
#0141 {
#0142 ② OnPrepareDC(&dcPrint, &printInfo);
#0143
#0144 // check for end of print
#0145 if (!printInfo.m_bContinuePrinting)
#0146 break;
#0147
#0148 // write current page
#0149 TCHAR szBuf[80];
#0150 wsprintf(szBuf, strTemp, printInfo.m_nCurPage);
#0151 ③ dlgPrintStatus.SetDlgItemText(AFX_IDC_PRINT_PAGENUM, szBuf);
#0152
#0153 // set up drawing rect to entire page (in logical coordinates)
#0154 printInfo.m_rectDraw.SetRect(0, 0,
#0155 dcPrint.GetDeviceCaps(HORZRES),
#0156 dcPrint.GetDeviceCaps(VERTRES));
#0157 dcPrint.DPtoLP(&printInfo.m_rectDraw);
#0158
#0159 // attempt to start the current page
#0160 ④ if (dcPrint.StartPage() < 0)
#0161 {
#0162 bError = TRUE;
#0163 break;
#0164 }
#0165
#0166 // must call OnPrepareDC on newer versions of Windows because
#0167 // StartPage now resets the device attributes.
#0168 if (afxData.bMarked4)
#0169 OnPrepareDC(&dcPrint, &printInfo);
#0170
#0171 ASSERT(printInfo.m_bContinuePrinting);

```

```

#0172
#0173 // page successfully started, so now render the page
#0174 ⑤ OnPrint(&dcPrint, &printInfo);
#0175 ⑥ if (dcPrint.EndPage() < 0 || !_AfxAbortProc(dcPrint.m_hDC, 0))
#0176 {
#0177 bError = TRUE;
#0178 break;
#0179 }
#0180 }
#0181
#0182 // cleanup document printing process
#0183 if (!bError)
#0184 ⑦ dcPrint.EndDoc();
#0185 else
#0186 dcPrint.AbortDoc();
#0187
#0188 AfxGetMainWnd()->EnableWindow(); // enable main window
#0189
#0190 ⑧ OnEndPrinting(&dcPrint, &printInfo); // clean up after printing
#0191 ⑨ dlgPrintStatus.DestroyWindow();
#0192
#0193 ⑩ dcPrint.Detach(); // will be cleaned up by CPrintInfo destructor
#0194 }
#0195 }

```

图12-4 CView::OnFilePrint 源代码，这是打印命令的第一战场。标出号码的是重要动作，稍后将有补充说明。

以下是CView::OnFilePrint 函数之中重要动作的说明。你可以将这份说明与上一节「列印动作的背景原理」做一比对，就能够明白MFC 在什么地方为我们做了什么事情，也才因此能够体会，究竟我们该在什么地方改写虚拟函数，放入我们自己的补强程序代码。

- ❶ *OnFilePrint* 首先在堆棧中產生一個 *CPrintInfo* 對象，並構造之，使其部份成員變量擁有初值。*CPrintInfo* 是一個用來記錄打印機資料的結構，其構造式配置了一個 Win32 通用打印對話框（common print dialog）並將其指定給 *m\_pPD*：

```
// in AFXEXT.H
struct CPrintInfo // Printing information structure
{
 CPrintDialog* m_pPD; // pointer to print dialog
 BOOL m_bPreview; // TRUE if in preview mode
 BOOL m_bDirect; // TRUE if bypassing Print Dialog
 ...
};
```

上述的成員變量 *m\_bPreview* 如果是 *TRUE*，表示處於預覽模式，*FALSE* 表示處於打印模式；成員變量 *m\_bDirect* 如果是 *TRUE*，表示省略【打印】對話框，*FALSE* 表示需顯示【打印】對話框。

上面出現過的 *CPrintDialog*，用來更貼近描述打印對話框：

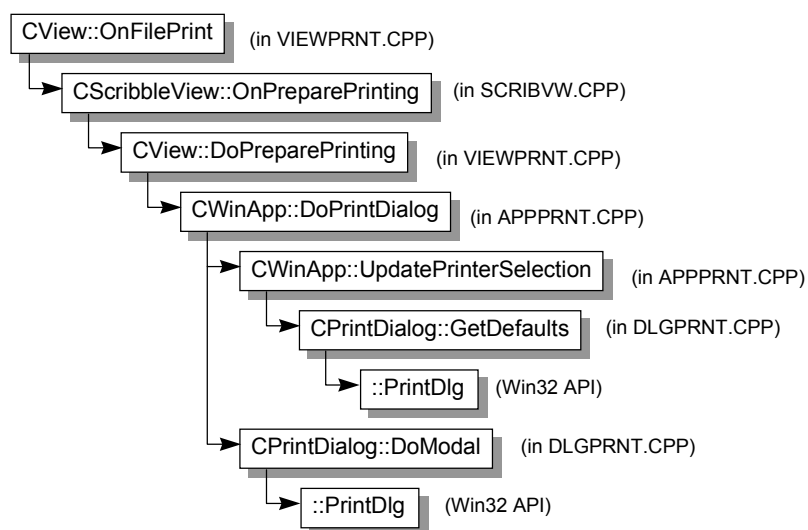
```
class CPrintDialog : public CCommonDialog
{
public:
 PRINTDLG& m_pd;

 BOOL GetDefaults();
 LPDEVMODE GetDevMode() const; // return DEVMODE
 CString GetDriverName() const; // return driver name
 CString GetDeviceName() const; // return device name
 CString GetPortName() const; // return output port name
 HDC GetPrinterDC() const; // return HDC (caller must delete)
 HDC CreatePrinterDC();
 ...
};
```

- ❷ 如果必要（從命令列參數中得知要直接打印某個文件到打印機上），利用 *::CreateDC* 產生一個「打印機 DC」，並做打印動作。注意，*printInfo.m\_bDirect* 被設為 *TRUE*，表示跳過打印對話框，直接打印。

- ③ *OnPreparePrinting* 是一个虚拟函数，所以如果 *CView* 的衍生类别改写了它，控制权就转移到衍生类别手中。本例将转移到 *CScribbleView* 手中。

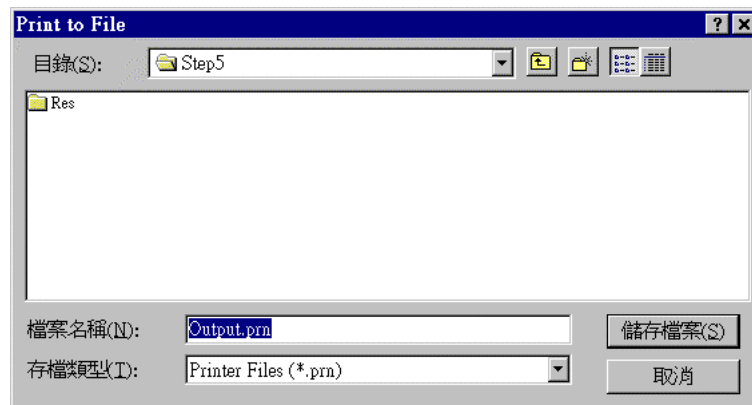
*CScribbleView::OnPreparePrinting* 的预设内容（AppWizard 自动为我们产生）是调用 *DoPreparePrinting*，它并不是虚拟函数，而是 *CView* 的一个辅助函数。以下是其调用堆叠，直至【打印】对话框出现为止。



*CView::DoPreparePrinting* 将贮存在 *CPrintInfo* 结构中的对话框 *CPrintDialog\* m\_pPD* 显示出来，借此收集使用者对打印机的各种设定，然后产生一个「打印机DC」，储存在 *printinfo.m\_pPD->m\_pd.hDC* 之中。

- ④ 如果使用者在【打印】对话框中选按【打印到文件】，则再显示一个【Print to File】对话框，让使用者设定档名。





- ⑤ 接下来取文件名称和输出设备的名称（可能是打印机也可能是个文件），并产生一个 *DOCINFO* 结构，设定其中的 *lpszDocName* 和 *lpszOutput* 字段。此一 *DOCINFO* 结构将在稍后的 *StartDoc* 动作中用到。

- ⑥ 如果使用者在【打印】对话框中按下【确定】钮，*OnFilePrint* 就在堆栈中制造出一个 *CDC* 对象，并把前面所完成的「打印机DC」附着到 *CDC* 对象上：

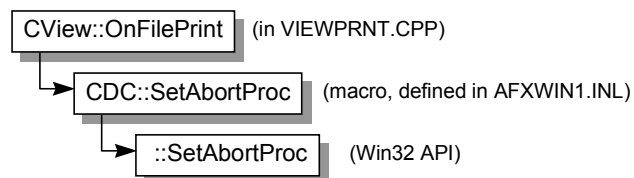
```

CDC dcPrint;
dcPrint.Attach(printInfo.m_pPD->m_pd.hDC);
dcPrint.m_bPrinting = TRUE;

```

- ⑦ 一旦 *CDC* 完成，*OnFilePrint* 把 *CDC* 对象以及前面的 *CPrintInfo* 对象传给 *OnBeginPrinting* 作为参数。*OnBeginPrinting* 是 *CView* 的一个虚拟函数，原本什么也没做。你可以改写它，设定打印前的任何初始状态。

- ⑧ 设定 *AbortProc*。这应该是一个 callback 函数，MFC 有一个预设的简易函数 *\_AfxAbortProc* 可兹利用。

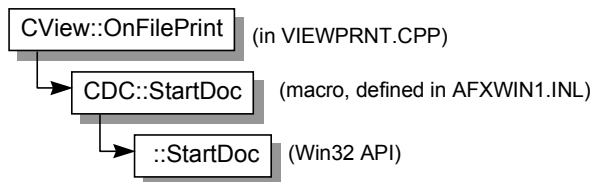


- ⑨ 把父窗口除能，产生【打印状态】对话框，根据文件名称以及输出设备名称，设定对话框内容，并显示之：

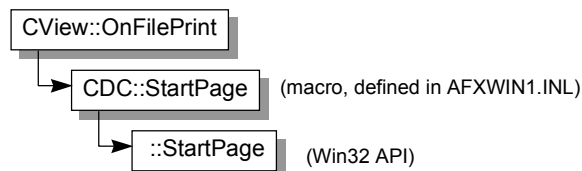
```
AfxGetMainWnd()->EnableWindow(FALSE);
CPrintingDialog dlgPrintStatus(this);
... // 设定对话框内容
dlgPrintStatus.ShowWindow(SW_SHOW);
dlgPrintStatus.UpdateWindow();
```



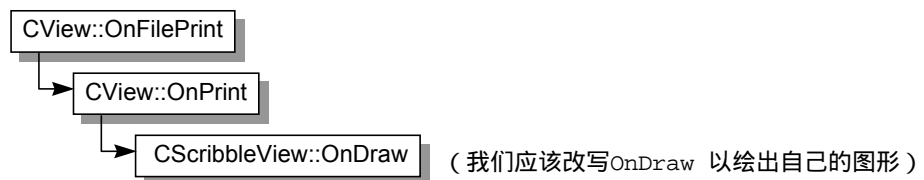
- ⑩ `StartDoc` 通知打印机开始崭新的打印工作。这个函数其实就是激活Windows 打印引擎。



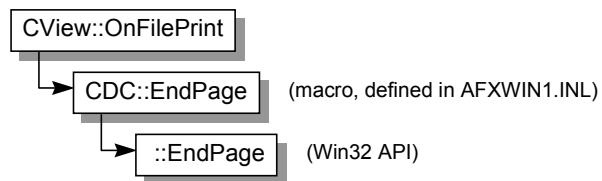
- ① 以 `for` 循环针对文件中的每一页开始做打印动作。
- ② 调用 `CView::OnPrepareDC`。此函数什么也没做。如果你要在每页前面加表头，就请改写这个虚拟函数。
- ③ 修改【打印状态】对话框中的页次。
- ④ `StartPage` 开始新的一页。



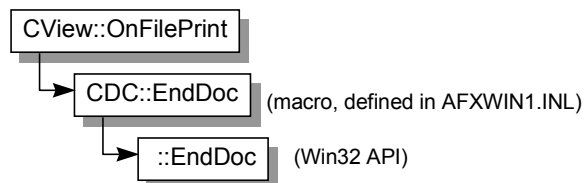
调用 *CView::OnPrint* , 它的内部只有一个动作 : 调用 *OnDraw*。我们应该在 *CScribbleView* 中改写 *OnDraw* 以绘出自己的图形。



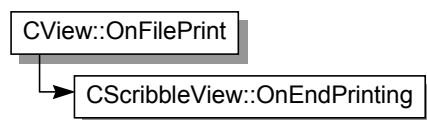
⑥ 一页结束 , 调用 *dcPrint.EndPage*



⑦ 文件结束 , 调用 *EndDoc*



⑧ 整个打印工作结束。如果有什么绘图资源需要释放 , 你应该改写 *OnEndPrinting* 函数并在其中释放之。



- ⑨ 去除【打印状态】对话框。
- ⑩ 将「打印机DC」解除附着，*CPrintInfo* 的析构式会把DC 还给Windows。  
从上面这些分析中归纳出来的结论是，一共有六个虚拟函数可以改写，请看图12-5。

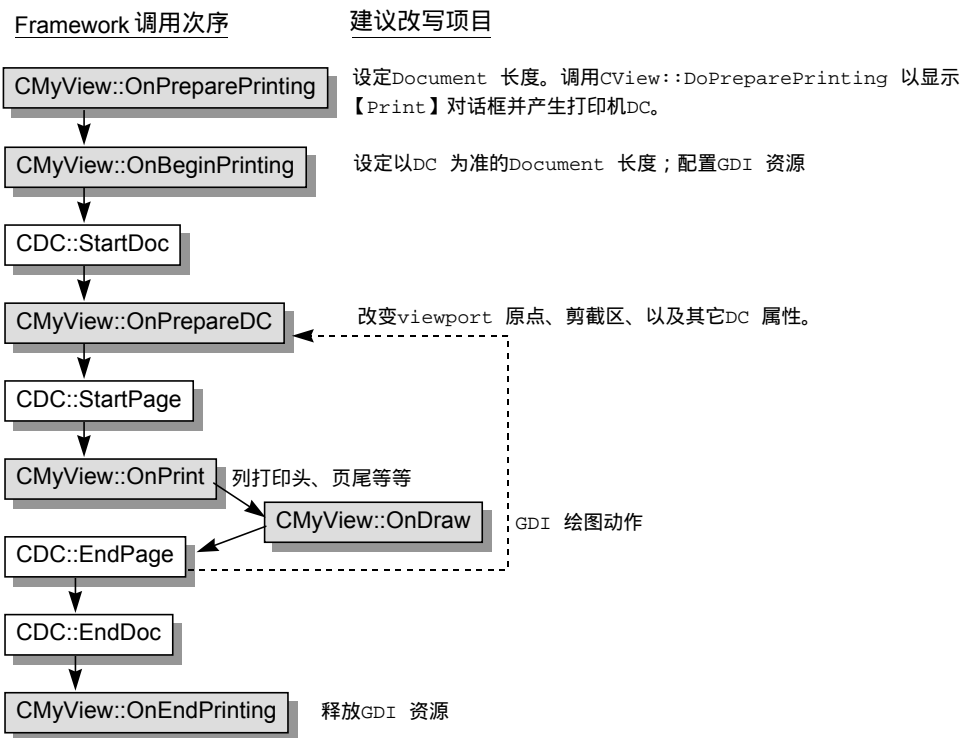


图12-5 MFC 打印流程与我们的着力点

以下是图12-5 的补充说明。

当使用者按下【File/Print】命令项，Application Framework 首先调用 *CMyView::OnPreparePrinting*。这个函数接受一个 *CPrintInfo* 指针做为参数，允许使用者设定 Document 的打印长度（从第几页到第几页）。预设页码是 1 至 0xFFFF，程序员应该在 *OnPreparePrinting* 中调用 *SetMaxPage* 预设页数。*SetMaxPage* 之后，程序应该调用 *CView::DoPreparePrinting*，它会显示【打印】对话框，并产生一个打印机 DC。当对话框结束，*CPrintInfo* 也从中获得了使用者设定的各个打印项目（例如从第 n1 页印到第 n2 页）。

Framework 如何得知使用者对于打印状态的设定？*CPrintInfo* 有五个函数可用，下一节有更详细的说明。

针对每一页，Framework 会调用 *CMyView::OnPrepareDC*，这函数在前一章介绍 *CScrollView* 时也曾提过，当时是因为我们使用卷动窗口，而由于卷动的关系，绘图之前必须先设定 DC 的映射模式和原点等性质。这次稍有不同的是，它收到打印机 DC 做为第一参数，*CPrintInfo* 对象做为第二参数。我们改写这个函数，使它依目前的页码来调整 DC，例如改变打印原点和截割区域以保证印出来的 Document 内容的合适性等等。

稍早我一再强调所有绘图动作都应该集中在 *OnDraw* 函数中，Framework 会自动调用它。更精确地说，Framework 其实是先调用 *OnPrint*，传两个参数进去，第一参数是个 DC，第二参数是个 *CPrintInfo* 指针。*OnPrint* 内部再调用 *OnDraw*，这次只传 DC 过去，做为唯一参数：

```
// in VIEWCORE.CPP
void CView::OnPrint(CDC* pDC, CPrintInfo*)
{
 ASSERT_VALID(pDC);
 // Override and set printing variables based on page number
 OnDraw(pDC); // Call Draw
}
```

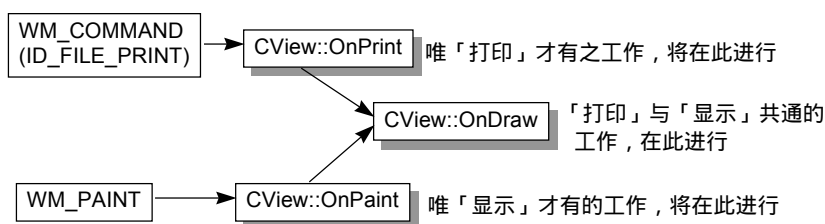
有了这样的差异，我们可以这么区分这两个函数的功能：

- *OnPrint*：负责「只在打印时才做（屏幕显示时不做）」的动作。例如印出表头和页尾。
- *OnDraw*：共通性绘图动作（包括输出到屏幕或打印机上）都在此完成。

看看另一个函数 *OnPaint*：

```
// in VIEWCORE.CPP
void CView::OnPaint()
{
 // standard paint routine
 CPaintDC dc(this);
 OnPrepareDC(&dc);
 OnDraw(&dc);
}
```

你会发现原来它们是这么分工的：



所谓「显示」是指输出到屏幕上，「打印」是指输出到打印机上。

由同一函数完成显示（display）与打印（print）动作，才能够达到「所见即所得」（What You See Is What You Get，WYSIWYG）的目的。如果你不需要一个WYSIWYG程序，可以改写 *OnPrint* 使它不要调用 *OnDraw*，而调用另一个绘图例程。

不要认为什么情况下都需要WYSIWYG。一个文字编辑器可能使用粗体字打印但使用控制码在屏幕上代表这粗体字。

## Scribble 打印机制的增强

MFC 预设的打印机制够聪敏了，但还没有聪敏到解决所有的问题。这些问题包括：

- 打印出来的影像可能不是你要的大小

- 不会分页

- 没有表头 (header)

- 没有页尾 (footer)

毕竟屏幕输出和打印机输出到底还是有着重大的差异。窗口有卷动杆而打印机没有，这伴随而来的就是必须计算 Document 的大小和纸张的大小，以解决分页的问题；此外，我们必须想想，在 MFC 预设的打印机制中，改写哪一个地方，才能让我们有办法在 Document 的输出页加上表头或页尾。

### 打印机的页和文件的页

首先，我们必须区分「页」对于 Document 和对于打印机的不同意义。从打印机观点来看，一页就是一张纸，然而一张纸并不一定容纳 Document 的一页。例如你想印一些通讯资料，这些资料可能是要被折叠起来的，因此一张纸印的是 Document 的第一页和最后一页（亲爱的朋友，想想你每天看的报纸）。又例如印一个巨大的电子表格，它可能是 Document 上的一页，却占据两张 A4 纸。

MFC 这个 Application Framework 把关于打印的大部份信息都记录在 *CPrintInfo* 中，其中数笔资料与分页有密切关系。下表是取得分页资料的相关成员，其中只有 *SetMaxPage* 和 *m\_nCurPage* 和 *m\_nNumPreviewPages* 在 Scribble 程序中会用到，原因是 Scribble 程序对许多问题做了简化。

| CPrintInfo 成员名称       | 参考到的打印页                     |
|-----------------------|-----------------------------|
| GetMinPage/SetMinPage | Document 中的第一页              |
| GetMaxPage/SetMaxPage | Document 中的最后一页             |
| GetFromPage           | 将被印出的第一页（出现在【打印】对话框，图12-1b） |
| GetToPage             | 将被印出的最后一页（出现在【打印】对话框）       |
| m_nCurPage            | 目前正被印出的一页（出现在【打印状态】对话框）     |
| m_nNumPreviewPages    | 预览窗口中的页数（稍后将讨论之）            |

注：页码从1（而不是0）开始。

*CPrintInfo* 结构中记录的「页」数，指的是打印机的页数；Framework 针对每一「页」调用*OnPrepareDC* 以及*OnPrint* 时，所指的「页」也是打印机的页。当你改写 *OnPreparePrinting* 时指定Document 的长度，所用的单位也是打印机的「页」。如果 Document 的一页恰等于打印机的一页（一张纸），事情就单纯了；如果不是，你必须在两者之间做转换。

Scribble Step5 设定让每一份Document 使用打印机的两页。第一页只是单纯印出文件名称（文件名称），第二页才是文件内容。假设我利用View 窗口滚动杆在整个Document 四周画一四方圈的话，我希望这一四方圈落入第二页（第二张纸）中。当然，边界留白必须考虑在内，如图12-6。除此之外，我希望第二页（文件内容）最顶端留一点空间，做为表头。本例在表头中放的是文件名称。



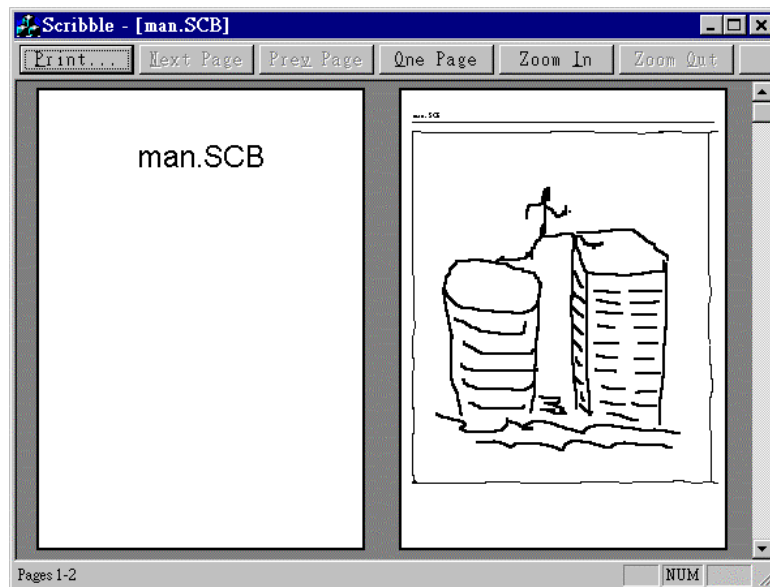


图12-6 Scribble Step5 的每一份文件打印时有两页，第一页是文件名称，第二页是文件内容，最顶端留有一个表头。

## 配置GDI 绘图工具

绘图难免需要各式各样的笔、刷、颜色、字形、工具。这些GDI 资源都会占用内存，而且是GDI 模块的heap。虽说Windows 95 对于USER 模块和GDI 模块的heap 已大幅改善，使用32 位heap，不再局限64KB，但我们当然仍然不希望看到浪费的情况发生，因此最好的方式就是在打印之前配置这些GDI 绘图对象，并在打印后立刻释放。看看图12-5，配置GDI 对象的最理想时机显然是*OnBeginPrinting*，两个理由：

1. 每当Framework 开始一份新的打印工作，它就会调用此函数一次，因此不同打印工作所需的不同工具可在此有个替换。
2. 此函数的参数是一个和「打印机DC」有附着关系的CDC 对象指针，我们直接从此一CDC 对象中配置绘图工具即可。

配置得来的GDI对象可以储存在View的成员变量中，供整个打印过程使用。使用时机当然是`OnPrint`。如果你必须对不同的打印页使用不同的GDI对象，`CPrintInfo`中的`m_nCurPage`可以帮你做出正确的决定。

释放GDI对象的最理想时机当然是在`OnEndPrinting`，这是每当一份打印工作结束后，Application Framework会调用的函数。

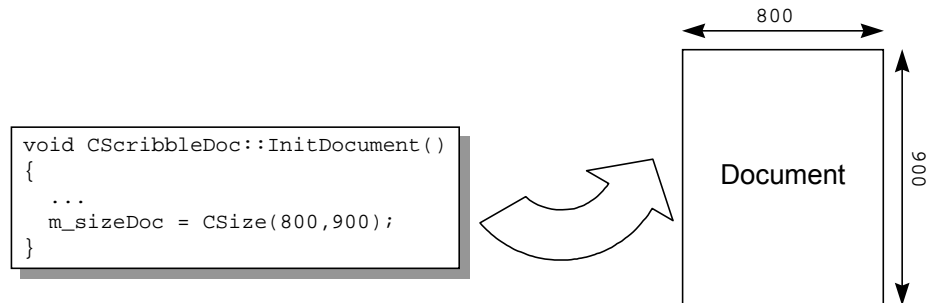
Scribble没有使用什么特殊的绘图工具，因此下面这两个虚拟函数也就没有修改，完全保留AppWizard当初给我们的样子：

```
void CScribbleView::OnBeginPrinting(CDC* /*pDC*/, CPrintInfo* /*pInfo*/)\n{\n // TODO: add extra initialization before printing\n}\n\nvoid CScribbleView::OnEndPrinting(CDC* /*pDC*/, CPrintInfo* /*pInfo*/)\n{\n // TODO: add cleanup after printing\n}
```

## 尺寸与方向：关于映射模式（坐标系统）

回忆所谓的坐标系统，我已经在上一章描述过`CScrollView`如何为了滚动效果而改变坐标系统的原点。除了改变原点，我们甚至可以改变坐标系统的单位长度，乃至改变坐标系统的纵横比例（scale）。这些就是这一节要讨论的重点。

Document有大小可言吗？有的，在打印过程中，为了计算Document对应到打印机的页数，我们需要Document的尺寸。`CScribbleDoc`的成员变量`m_sizeDoc`，就是用来记录Document的大小。它是一个`CSize`对象：



事实上，所谓「逻辑坐标」原本是没有大小的，如果我们说一份Document 宽800 高900,那么若逻辑坐标的单位是英寸,这就是 8 英寸宽 9 英寸高;若逻辑座标的单位是公分，这就是8 公分宽9 公分高。如果逻辑单位是图素（Pixel）呢？那就是800 个图素宽900 个图素高。图素的大小随着输出装置而改变，在14 Super VGA（1024x768）显示器上，800x900 个图素大约是21.1 公分宽23.6 公分高，而在一部300 DPI（Dot Per Inch，每英 嫉阅ý）的激光打印机上，将是2-2/3 英 伎 3 英 几摺

预设情况下GDI 绘图函数使用`MM_TEXT`映射模式（Mapping Mode，也就是坐标系，注），于是逻辑坐标等于装置坐标，也就是说一个逻辑单位是一个图素。如果不重新设定映射模式，可以想见屏幕上的图形一放到300 DPI 打印机上都嫌太小。

解决的方法很简单：设定一种与真实世界相符的逻辑坐标系统。Windows 提供的八种映像模式中有七种是所谓的metric 映射模式，它们的逻辑单位都建立在公分或英 嫉幕上，这正是我们所要的。如果把`OnDraw` 内的绘图动作都设定在`MM_LOENGLISH` 映射模式上（每单位0.01 英 迹 敲床宦凶涑咆狡聊簧匣虻酱蛱 隙蓟辣孟嗤 某叨取 真正要为「多少图点才能画出一英 汲 股四越晚氛亲爸们y 动程序，不是我们。

注：GDI 的八种映射模式及其意义如下：

- ◆ MM\_TEXT：以图素 ( pixel ) 为单位，Y 轴向下为正，X 轴向右为正。
- ◆ MM\_LOMETRIC：以0.1 公分为单位，Y 轴向上为正，X 轴向右为正。
- ◆ MM\_HIMETRIC：以0.01 公分为单位，Y 轴向上为正，X 轴向右为正。
- ◆ MM\_LOENGLISH：以0.01 英 嘉5 ノ唬Y 轴向上为正，X 轴向右为正。
- ◆ MM\_HIENGLISH：以0.001 英 嘉5 ノ唬Y 轴向上为正，X 轴向右为正。
- ◆ MM\_TWIPS：以1/1440 英 嘉5 ノ唬Y 轴向上为正，X 轴向右为正。
- ◆ MM\_ISOTROPIC：单位长度可任意设定，Y 轴向上为正，X 轴向右为正。
- ◆ MM\_ANISOTROPIC：单位长度可任意设定，且X 轴单位长可以不同于Y 轴单位长（因此圆可能变形）。Y 轴向上为正，X 轴向右为正。

回忆上一章为了卷动窗口，曾有这样的动作：

```
void CScribbleView::OnInitialUpdate()
{
 SetScrollSizes(MM_TEXT, GetDocument()->GetDocSize());
 CScrollView::OnInitialUpdate();
}
```

映射模式可以在 *SetScrollSizes* 的第一个参数指定。现在我们把它改为：

```
void CScribbleView::OnInitialUpdate()
{
 SetScrollSizes(MM_LOENGLISH, GetDocument()->GetDocSize());
 CScrollView::OnInitialUpdate();
}
```

注意，*OnInitialUpdate* 更在 *OnDraw* 之前被调用，也就是说我们在真正绘图动作 *OnDraw* 之前完成了映射模式的设定。

映射模式不仅影响逻辑单位的尺寸，也影响Y 轴坐标方向。*MM\_TEXT* 是Y 轴向下，*MM\_LOENGLISH*（以及其它任何映射模式）是Y 轴向上。但，虽然有此差异，我们的 Step5 程序代码却不需为此再做更动，因为 *DPtoLP* 已经完成了这个转换。别忘了，鼠标

左键传来的点坐标是先经过 *DPtoLP* 才储存到 *CStroke* 对象并且然后才由 *LineTo* 画出的。

然而，程序的某些部份还是受到了 Y 轴方向改变的冲击。映射模式只会改变 GDI 各相关函数，不使用 DC 的地方，就不受映射模式的影响，例如 *CRect* 的成员函数就不知晓所谓的映射模式。于是，本例中凡使用到 *CRect* 的地方，要特别注意做些调整：

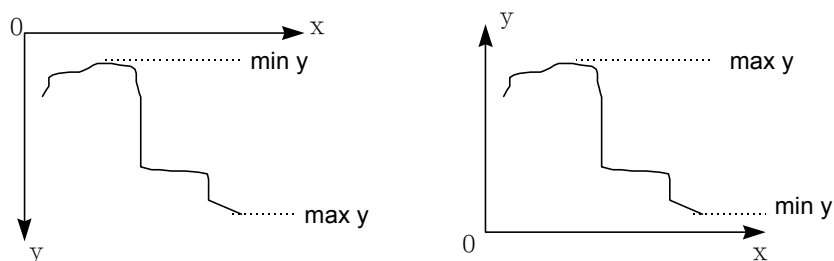
1. 修正「线条外围四方形」的计算方式。原计算方式是在 *FinishStroke* 中这么做：

```
for (int i=1; i < m_pointArray.GetSize(); i++)
{
 pt = m_pointArray[i];
 m_rectBounding.left = min(m_rectBounding.left, pt.x);
 m_rectBounding.right = max(m_rectBounding.right, pt.x);
 m_rectBounding.top = min(m_rectBounding.top, pt.y);
 m_rectBounding.bottom = max(m_rectBounding.bottom, pt.y);
}
m_rectBounding.InflateRect(CSize(m_nPenWidth, m_nPenWidth));
```

新的计算方式是：

```
for (int i=1; i < m_pointArray.GetSize(); i++)
{
 pt = m_pointArray[i];
 m_rectBounding.left = min(m_rectBounding.left, pt.x);
 m_rectBounding.right = max(m_rectBounding.right, pt.x);
 m_rectBounding.top = max(m_rectBounding.top, pt.y);
 m_rectBounding.bottom = min(m_rectBounding.bottom, pt.y);
}
m_rectBounding.InflateRect(CSize(m_nPenWidth, -(int)m_nPenWidth));
```

这是因为在 Y 轴向下的系统中，四方的最顶点位置应该是找 Y 坐标最小者；而在 Y 轴向上的系统中，四方的最顶点位置应该是找 Y 坐标最大者；同理，对于四方的最底点亦然。



2. 我们在 *OnDraw* 中曾经以 *IntersectRect* 计算两个四方形是否有交集。这个函数也是 *CRect* 成员函数，它假设：一个四方形的底坐标 Y 值必然大于顶坐标的 Y 值（这是从装置坐标，也就是 *MM\_TEXT*，的眼光来看）；如果事非如此，它根本不可能找出两个四方形的交集。因此我们必须在 *OnDraw* 中做以下修改，把逻辑坐标改为装置坐标：

```
void CScribbleView::OnDraw(CDC* pDC)
{
 CScribbleDoc* pDoc = GetDocument();
 ASSERT_VALID(pDoc);

 // Get the invalidated rectangle of the view, or in the case
 // of printing, the clipping region of the printer dc.
 CRect rectClip;
 CRect rectStroke;
 pDC->GetClipBox(&rectClip);
 pDC->LPtoDP(&rectClip);
 rectClip.InflateRect(1, 1); // avoid rounding to nothing

 // Note: CScrollView::OnPaint() will have already adjusted the
 // viewport origin before calling OnDraw(), to reflect the
 // currently scrolled position.

 // The view delegates the drawing of individual strokes to
 // CStroke::DrawStroke().
 CTypedPtrList<CObList, CStroke*> strokeList = pDoc->m_strokeList;
 POSITION pos = strokeList.GetHeadPosition();
 while (pos != NULL)
 {
 CStroke* pStroke = strokeList.GetNext(pos);
 rectStroke = pStroke->GetBoundingRect();
 }
}
```

```

 pDC->LPtoDP(&rectStroke);
 rectStroke.InflateRect(1, 1); // avoid rounding to nothing
 if (!rectStroke.IntersectRect(&rectStroke, &rectClip))
 continue;
 pStroke->DrawStroke(pDC);
 }
}

```

## 分页

Scribble 程序的 Document 大小固定是 800x900，而且我们让它填满打印机的一页。因此 Scribble 并没有「将 Document 分段打印」这种困扰。如果真要分段打印，Scribble 应该改写 *OnPrepareDC*，在其中视打印的页数调整 DC 的原点和截割区域。

即便如此，Scribble 还是在分页方面加了一些动作。本例一份 Document 打印时被视为一张标题和一张图片的组合，因此打印一份 Document 固定要耗掉两张打印纸。我们可以这么设计：

```

BOOL CScribbleView::OnPreparePrinting(CPrintInfo* pInfo)
{
 pInfo->SetMaxPage(2); // 文件总共有两页经线：
 // 第一页是标题页(title page)
 // 第二页是文件页(图形)
 BOOL bRet = DoPreparePrinting(pInfo); // default preparation
 pInfo->m_nNumPreviewPages = 2; // Preview 2 pages at a time
 // Set this value after calling DoPreparePrinting to override
 // value read from .INI file
 return bRet;
}

```

接下来打算设计一个函数用以输出标题页，一个函数用以输出文件页。后者当然应该由 *OnDraw* 负责，但标题页不是单纯的 Document 内容，还有所谓的表头，而这是打印时才做的东西，屏幕显示时并不需要的，所以我们希望把列打印头的工作独立于 *OnDraw* 之外，那么最好的安置地点就是 *OnPrint* 了（请参考图 12-5 之后的补充说明的最后一点）。

Scribble Step5 把列印頭的工作獨立為一個函數。总共这三个额外的函数应该声明于 SCRIBBLEVIEW.H 中，其中的 *PrintPageHeader* 在下一节列出。

```
class CScribbleView : public CScrollView
{
public:
 virtual void OnPrint(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo);
 void PrintTitlePage(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo);
 void PrintPageHeader(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo, CString& strHeader);
 ...
}

#0001 void CScribbleView::OnPrint(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo)
#0002 {
#0003 if (pInfo->m_nCurPage == 1) // page no. 1 is the title page
#0004 {
#0005 PrintTitlePage(pDC, pInfo);
#0006 return; // nothing else to print on page 1 but the page title
#0007 }
#0008 CString strHeader = GetDocument()->GetTitle();
#0009
#0010 PrintPageHeader(pDC, pInfo, strHeader);
#0011 // PrintPageHeader() subtracts out from the pInfo->m_rectDraw the
#0012 // amount of the page used for the header.
#0013
#0014 pDC->SetWindowOrg(pInfo->m_rectDraw.left, -pInfo->m_rectDraw.top);
#0015
#0016 // Now print the rest of the page
#0017 OnDraw(pDC);
#0018 }
#0019
#0020 void CScribbleView::PrintTitlePage(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo)
#0021 {
#0022 // Prepare a font size for displaying the file name
#0023 LOGFONT logFont;
#0024 memset(&logFont, 0, sizeof(LOGFONT));
#0025 logFont.lfHeight = 75; // 3/4th inch high in MM_LOENGLISH
#0026 // (1/100th inch)
#0027 CFont font;
#0028 CFont* pOldFont = NULL;
#0029 if (font.CreateFontIndirect(&logFont))
#0030 pOldFont = pDC->SelectObject(&font);
#0031
#0032 // Get the file name, to be displayed on title page
#0033 CString strPageTitle = GetDocument()->GetTitle();
```



```

#0034
#0035 // Display the file name 1 inch below top of the page,
#0036 // centered horizontally
#0037 pDC->SetTextAlign(TA_CENTER);
#0038 pDC->TextOut(pInfo->m_rectDraw.right/2, -100, strPageTitle);
#0039
#0040 if (pOldFont != NULL)
#0041 pDC->SelectObject(pOldFont);
#0042 }

```

## 表头与页尾

文件名称以及文件内容的页码应该有地方呈现出来。屏幕上没有问题，文件名称可以出现在窗口标题，页码可以出现在状态列；但输出到打印机上时，我们就应该设计文件的表头与页尾，分别用来放置文件名称与页码，或其它任何你想要放的资料。显然，即使是「所见即所得」，在打印机输出与屏幕输出两方面仍然存在至少这样的差异。

我们设计了另一个辅助函数，专门负责列打印头，并将 *OnPrint* 的参数（一个打印机 DC）传给它。有一点很容易被忽略，那就是你必得在 *OnPrint* 调用 *OnDraw* 之前调整窗口的原点 and 范围，以避免该页的主内容把表头页尾给盖掉了。

要补偿被表头页尾占据的空间，可以利用 *CPrintInfo* 结构中的 *m\_rectDraw*，这个字段记录着本页的可绘图区域。我们可以在输出主内容之前先输出表头页尾，然后扣除 *m\_rectDraw* 四方形的一部份，代表表头页尾所占空间。*OnPrint* 也可以根据 *m\_rectDraw* 的数值决定有多少内容要放在打印页的主体上。

我们甚至可能因为表头页尾的加入，而需要修改 *OnDraw*，因为能够放到一张打印纸上的文件内容势必因为表头页尾的出现而减少。不过，还好本例并不是这个样子。本例不设页尾，而文件大小在 *MM\_LOENGLISH* 映射模式下是 8 英 吋 x 11 英 吋 旁编挥页 A4 纸张（210 x 297 公厘）或 Letter Size（8-1/2 x 11 英 吋 迹 粘胖卸即麓掠杏唷

```

#0001 void CScribbleView::PrintPageHeader(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo,
#0002 CString& strHeader)
#0003 {
#0004 // Print a page header consisting of the name of
#0005 // the document and a horizontal line
#0006 pDC->SetTextAlign(TA_LEFT);
#0007 pDC->TextOut(0,-25, strHeader); // 1/4 inch down
#0008
#0009 // Draw a line across the page, below the header
#0010 TEXTMETRIC textMetric;
#0011 pDC->GetTextMetrics(&textMetric);
#0012 int y = -35 - textMetric.tmHeight; // line 1/10th inch below text
#0013 pDC->MoveTo(0, y); // from left margin
#0014 pDC->LineTo(pInfo->m_rectDraw.right, y); // to right margin
#0015
#0016 // Subtract out from the drawing rectangle the space used by the header.
#0017 y -= 25; // space 1/4 inch below (top of) line
#0018 pInfo->m_rectDraw.top += y;
#0019 }

```

## 动态计算页码

某些情况下View 类别在开始打印之前没办法事先知道Document 的长度。

假设你的程序并不支持「所见即所得」，那么屏幕上的Document 就不会对应到它打印时真正的长度。这就引起了一个问题，你没有办法在改写*OnPreparePrinting* 时，利用*SetMaxPage* 为*CPrintInfo* 结构设定一个最大页码，因为这时候的你根本不知道Document 的长度。而如果使用者不能够在【打印】对话框中指定「结束页码」，Framework 也就不知道何时才停止打印的循环。唯一的方法就是边印边看，View 类别必须检查是否目前已经印到Document 的尾端，并在确定之后通知Framework。

那么我们的当务之急是找出在哪个点上检查Document 结束与否，以及如何通知Framework 停止打印。从图12-5 可知，打印的循环动作的第一个函数是*OnPrepareDC*，我们可以改写此一函数，在此设一道关卡，如果检查出Document 已到尾端，就要求中止打印。

Framework 是否结束打印，其实全赖 *CPrintInfo* 的 *m\_bContinuePrinting* 字段。此字段如果是 *FALSE*，Framework 就中止打印。预设情况下 *OnPrepareDC* 把此字段设为 *FALSE*。小心，这表示如果 Document 长度没有指明，Framework 就假设这份 Document 只有一页长。因此你在调用基础类别的 *OnPrepareDC* 时需格外注意，可别总以为 *m\_bContinuePrinting* 是 *TRUE*。

## 打印预览(Print Preview)

什么是打印预览？简单地说，把屏幕仿真为打印机，将图形输出于其上就是了。预览的目的是为了让使用者在打印机输出之前，先检查他即将获得的成果，检查的重要项目包括图案的布局以及分页是否合意。

为了完成预览功能，MFC 在 *CDC* 之下设计了一个子类别，名为 *CPreviewDC*。所有其他的 *CDC* 对象都拥有两个 DC，它们通常井水不犯河水；然而 *CPreviewDC* 就不同，它的第一个 DC 表示被仿真的打印机，第二个 DC 是真正的输出目的地，也就是屏幕（预览结果输出到屏幕，不是吗?!）

一旦你选择【File/Print Preview】命令项，Framework 就产生一个 *CPreviewDC* 对象。只要你的程序曾经设定打印机 DC 的特征（即使没有动手设定，也有其默认值），Framework 就会把同样的性质也设定到 Preview DC 上。举个例子，你的程序选择了某种打印字形，Framework 也会对屏幕选择一个仿真打印机输出的字形。一旦程序要做打印预览，Framework 就透过仿真的打印机 DC，再把结果送到显示屏 DC 去。

为什么我不再像前面那样去看整个预览过程中的调用堆栈并追踪其源代码呢？因为预览对我们而言太完善了，几乎不必改写什么虚拟函数。唯一在 *Scribble Step5* 中与打印预览有关系的，就是下面这一行：

```
BOOL CScribbleView::OnPreparePrinting(CPrintInfo* pInfo)
{
 pInfo->SetMaxPage(2); // the document is two pages long:
 // the first page is the title page
 // the second is the drawing
```

```
 BOOL bRet = DoPreparePrinting(pInfo); // default preparation
 pInfo->m_NumPreviewPages = 2; // Preview 2 pages at a time
 // Set this value after calling DoPreparePrinting to override
 // value read from .INI file
 return bRet;
 }
```

现在，Scribble Step5 全部完成。

## 本章回顾

前面数章中早就有了打印功能，以及预览功能。我们什么也没做，只不过在AppWizard 的第四个步骤中选了【Printing and Print Preview】项目而已。这足可说明MFC 为我们做掉了多少工作。想想看，一整个打印与预览系统耶。

然而我们还是要为打印付出写码代价，原因是预设的打印大小不符理想，再者当我们想加点标题、表头、页尾时，必得亲自动手。

延续前面的风格，我还是把MFC 提供的打印系统的背后整个原理挖了出来，使你能够清楚知道在哪里下药。在此之前，我也把Windows 的打印原理（非关MFC）整理出来，这样你才有循序渐进的感觉。然后，我以各个小节解释我们为MFC 打印系统所做的补充工作。

现在的Scribble，具备了绘图能力，文件读写能力，打印能力，预览能力，丰富的窗口表现能力。除了Online Help 以及OLE 之外，所有大型软件该具备的能力都有了。我并不打算在本书之中讨论Online Help，如果你有兴趣，可以参考Visual C++ Tutorial（可在Visual C++ 的Online 资料中获得）第10 章。

我也不打算在本书之中讨论OLE，那牵扯太多技术，不在本书的设定范围。

Scribble Step5 的完整源代码，列于附录 B。





## 多重文件与多重显示

你可能会以【Window/New Window】为同一份文件制造出另一个View 窗口，也可能设计分裂窗口，以多个窗口呈现文件的不同角落（如第11 章所为）。但，这两种情况都是以相同的显示方式表达文件的内容。

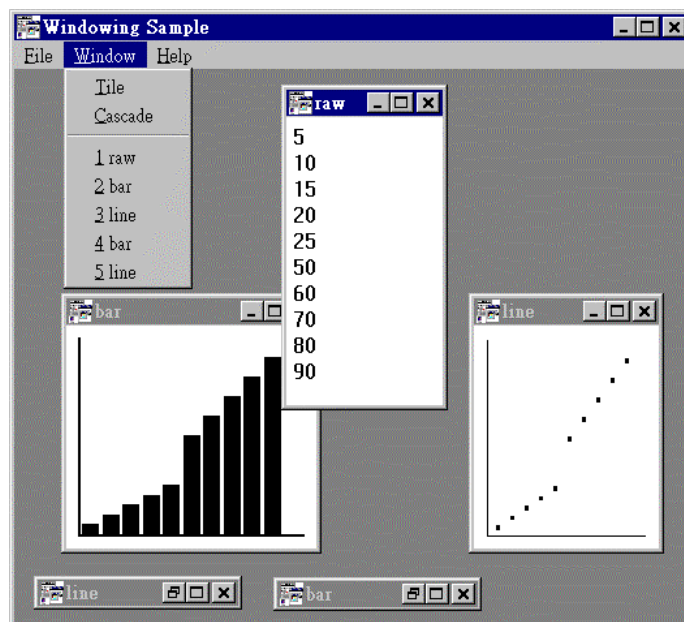
如何突破一成不变的显示方法，达到丰富的表现效果？

这一章我将对于Document/View 再作各种深入应用。重要放在显象技术以及多重文件的技术上。

### MDI 和 SDI

首先再让我把MDI 和SDI 的观念厘清楚。

在传统的SDK 程序设计中，所谓MDI 是指「一个大外框窗口，内部可容纳许多小子窗口」的这种程序风格。内部的小子窗口即是「Document 窗口」-- 虽然当时并未有如MFC 所谓的Document 观念。此外，「MDI 风格」还包括程序必须有一个Window 选单，提供对于小子窗口的管理，包括tile、cascade、icon arrange 等命令项：



至于SDI 程序，就是一般的、没有上述风格的non-MDI 程序。

在MFC 的定义中，MDI 表示可「同时」开启一份以上的Documents，这些Documents 可以是相同类型，也可以是不同类型。许多份Documents 同时存在，必然需要许多个子窗口容纳之，每个子窗口其实是Document 的一个View。即使你在MDI 程序中只开启一份Document，但以【Window/New Window】的方式打开第二个view、第三个view...，亦需占用多个子窗口。因此这和SDK 所定义的MDI 有异曲同工的意义。

至于SDI 程序，同一时间只能开启一份Document。一份Document 只占用一个子窗口（亦即其View 窗口），因此这也与SDK 所定义的SDI 意义相同。当你要在SDI 程式中开启第二份Document，必须先把第一份Document 关闭。

MDI 程序未必一定得提供一个以上的Document 类型。所谓不同的Document 类型是指程序提供不同的CDocument 衍生类别，亦即有不同的Document Template。软件工业早期曾经流行一种「全效型」软件，既处理电子表格、又作文书处理、又能绘图作画；K，伟大得不得了，这种软件就需要数种文件类型：电子表格、文书、图形；K。



## 多重显像 (Multiple Views)

只要是具备MDI 性质的MFC 程序（也就是你曾在AppWizard 步骤一中选择【Multiple Documents】项目），天生就具备了「多重显像」能力。「天生」的意思是你不必动手，application framework 已经内含了这项功能：随便执行任何一版的Scribble，你都可以在【Window】菜单中找到【New Window】这个命令项，按下它，就可以获得「同源子视窗」如图13-1。

我将以「多重显像」来称呼Multiple Views。多重显像的意思是资料可以不同的类型显现出来。并以「同源子窗口」代表「显示同一份Document 而又各自分离的View 窗口」。

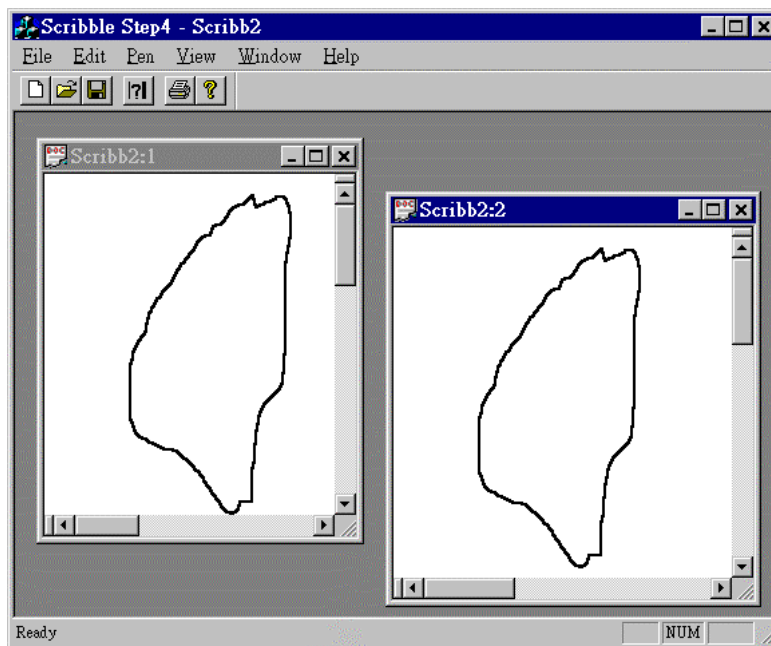


图13-1 【Window/New Window】可以为「目前作用中的view 所对应的 Document 再开一个View 窗口。

另外，第11章也介绍了一种变化，是利用分裂窗口的各个窗口，显示Document内容。这些窗口虽然集中在一个大窗口中，但它们的视野却可以各自独立，也就是说它们可以看到Document中的不同区域，如图13-2。

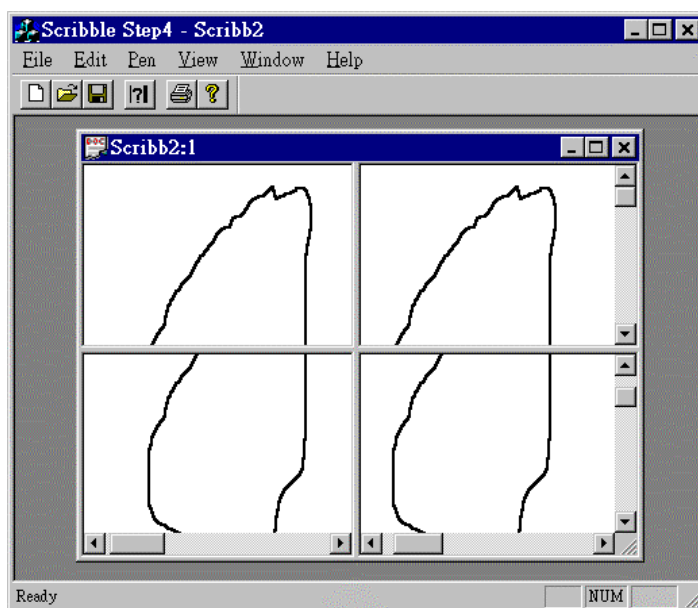


图13-2 分裂窗口的不同窗口可以观察同一Document 资料的不同区域。

但是我们发现，不论是同源子窗口或分裂窗口的窗口，都是以相同的方式（也就是同一个 *CMyView::OnDraw*）表现Document内容。如果我们希望表达力丰富一些，如何是好？到现在为止我们并没有看到任何一个Scribble版本具备了多种显像能力。

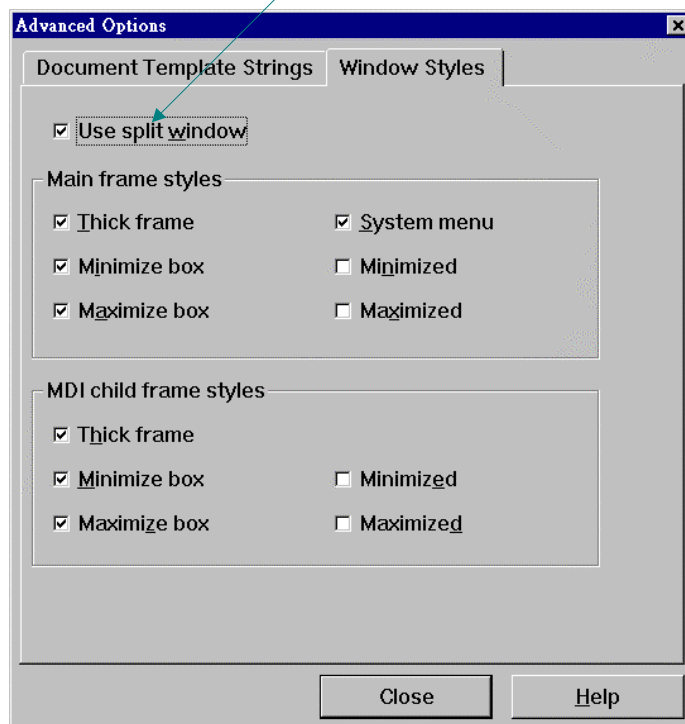
## 窗口的动态分裂

动态分裂窗口由 *CSplitterWnd* 提供服务。这项技术已经在第11章的Scribble Step4示范过了。它并没有多重显像的能力，因为每一个窗口所使用的View类别完全相同。当第

一个窗口形成（也就是分裂窗口初产生的时候），它将使用Document Template 中登记的View 类别，作为其View 类别。尔后当分裂发生，也就是当使用者拖拉滚动条之上名为分裂棒（splitter box）的横杆，导至新窗口诞生，程序就以「动态生成」的方式产生出新的View 窗口。

因此，View 类别一定必须支持动态生成，也就是必须使用`DECLARE_DYNCREATE` 和 `IMPLEMENT_DYNCREATE` 宏。请回顾第 8 章。

AppWizard 支持动态分裂窗口。当你在AppWizard 步骤四的【Advanced】对话框的【Windows Styles】附页中选中【Use split window】选项：



你的程序比起一般未选【Use split window】选项者有如下差异（阴影部份）：

```
// in CHILDFRM.H
class CChildFrame : public CMDIChildWnd
{
...
protected:
 CSplitterWnd m_wndSplitter;

public:
 // Overrides
 // ClassWizard generated virtual function overrides
 //{AFX_VIRTUAL(CChildFrame)
 public:
 virtual BOOL OnCreateClient(LPCREATESTRUCT lpcs, CCreateContext* pContext);
 virtual BOOL PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs);
 //}AFX_VIRTUAL
...
};

// in CHILDFRM.CPP
BOOL CChildFrame::OnCreateClient(LPCREATESTRUCT /*lpcs*/,
 CCreateContext* pContext)
{
 return m_wndSplitter.Create(this,
 2, 2, // TODO: adjust the number of rows, columns
 CSize(10, 10), // TODO: adjust the minimum pane size
 pContext);
}
```

CSplitterWnd::Create 的详细规格请回顾第11 章。

这些其实也就是我们在第11 章为Scribble Step4 亲手加上的码。如果你一开始就打定主意要使用动态分裂窗口，如上便是了。

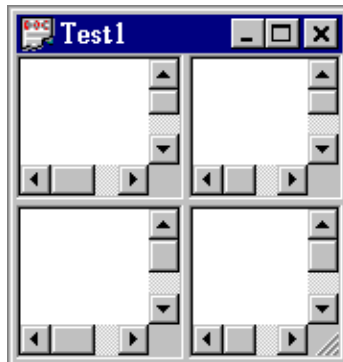
窗口（Panels）之间的同步更新，其机制着落在两个虚拟函数CDocument::UpdateAllViews和CView::OnUpdate 身上，与第11 章的情况完全相同。

动态分裂的实作，非常简单。但它实在称不上「怎么样」！除了拥有「动态」增减窗口的长处之外，短处有二：第一，每一个窗口都使用相同的View 类别，因此显示出来的东西千篇一律；第二，窗口之间并非完全独立。同一水平列的窗口，使用同一个垂直卷轴；同一垂直行的窗口，使用同一个水平滚动条，如图13-2。

## 窗口的静态分裂

动态分裂窗口的短处正是静态分裂窗口的长处，动态分裂窗口的长处正是静态分裂窗口的短处。

静态分裂窗口的窗口个数一开始就固定了，窗口所使用的view 必须在分裂窗口诞生之际就准备好。每一个窗口的活动完全独立自主，有完全属于自己的水平滚动条和垂直滚动条。



静态分裂窗口的窗口个数限制是16 列x 16 行，  
动态分裂窗口的窗口个数限制是2 列x 2 行。

欲使用静态分裂窗口，最方便的办法就是先以AppWizard 产生出动态分裂码（如上一节所述），再修改其中部份程序。

不论动态分裂或静态分裂，分裂窗口都由 *CSplitterWnd* 提供服务。动态分裂窗口的诞生是靠 *CSplitterWnd::Create*，静态分裂窗口的诞生则是靠 *CSplitterWnd::CreateStatic*。为了静态分裂，我们应该把上一节由AppWizard 产生的函数码改变如下：

```

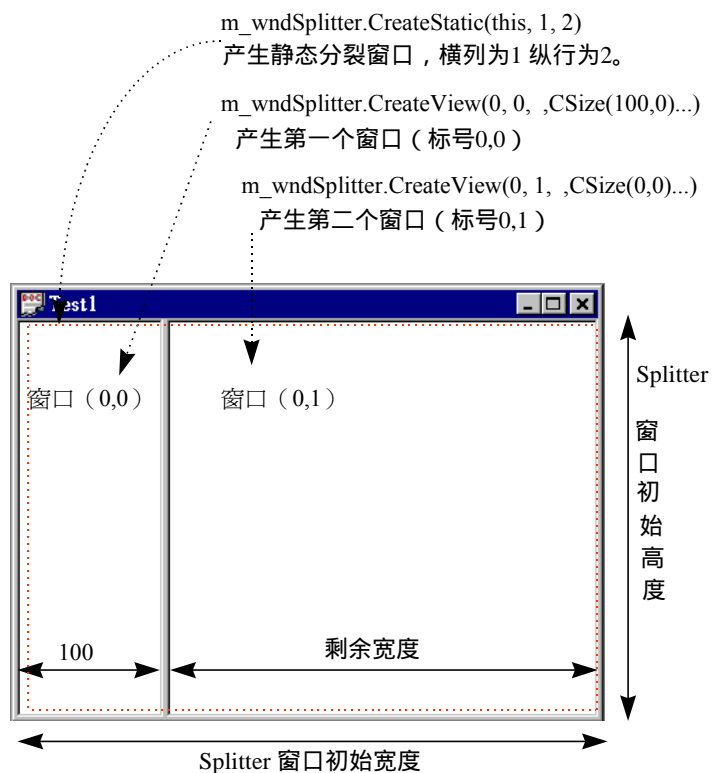
BOOL CChildFrame::OnCreateClient(LPCTSTR /*lpcs*/,
 CCreateContext* pContext)
{
 //产生静态分裂窗口，横列为1，纵行为2。
 m_wndSplitter.CreateStatic(this, 1, 2);

 //产生第一个窗口（标号0,0）的view 窗口。
 m_wndSplitter.CreateView(0, 0, RUNTIME_CLASS(CTextView),
 CSize(100, 0), pContext);

 //产生第二个窗口（标号0,1）的view 窗口。
 m_wndSplitter.CreateView(0, 1, RUNTIME_CLASS(CBarView),
 CSize(0, 0), pContext);
}

```

这会产生如下的分裂窗口：



## CreateStatic 和 CreateView

静态分裂用到两个 *CSplitterWnd* 成员函数：

### ◆ CreateStatic：

这个函数的规格如下：

```
BOOL CreateStatic(CWnd* pParentWnd, int nRows, int nCols,
 DWORD dwStyle = WS_CHILD | WS_VISIBLE,
 UINT nID = AFX_IDW_PANE_FIRST);
```

第一个参数代表此分裂窗口之父窗口。第二和第三参数代表横列和纵行的个数。第四个参数是窗口风格，预设为 *WS\_CHILD | WS\_VISIBLE*，第五个同时也是最后一个参数代表窗口（也是一个窗口）的ID 起始值。

### ◆ CreateView

这个函数的规格如下：

```
virtual BOOL CreateView(int row, int col, CRuntimeClass* pViewClass,
 SIZE sizeInit, CCreateContext* pContext);
```

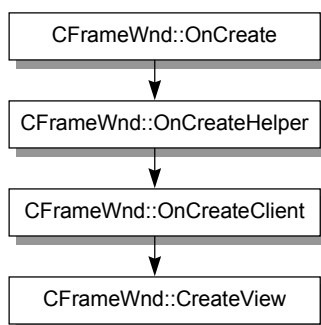
第一和第二参数代表窗口的标号（从0 起算）。第三参数是View 类别的 *CRuntimeClass* 指针，你可以利用 *RUNTIME\_CLASS* 宏（第 3 章和第 8 章提过）取此指针，也可以利用 *OnCreateClient* 的第二个参数 *CCreateContext\* pContext* 所储存的一个成员变量 *m\_pNewViewClass*。你大概已经忘了这个变量吧，但我早提过它了，请看第 8 章的「*CDocTemplate* 管理 *CDocument / CView / CFrameWnd*」一节。所以，对于已在 *CMultiDocTemplate* 中登记过的View 类别，此处可以这么写：

```
// 产生第一个窗口（标号0,0）的view 窗口。
m_wndSplitter.CreateView(0, 0, RUNTIME_CLASS(CMyView),
 CSize(100, 0), pContext);
```

也可以这么写：

```
m_wndSplitter.CreateView(0, 0, pContext->m_pNewViewClass,
 CSize(100, 0), pContext);
```

让我再多提醒你一些，第 8 章的「CDocTemplate 管理 CDocument / CView / CFrameWnd」一节主要是说明当使用者打开一份文件，MFC 内部有关于 Document / View / Frame「三位一体」的动态生成过程。其中 View 的动态生成是在 *CFrameWnd::OnCreate* 被唤起后，经历一连串动作，最后才在 *CFrameWnd::CreateView* 中完成的：



而我们现在，为了分裂窗口，正在改写其中第三个虚拟函数 *CFrameWnd::OnCreateClient* 呢！

好了，回过头来，*CreateView* 的第四参数是窗口的初始大小，*CSize(100, 0)* 表示窗口宽度为 100 个图素。高度倒是不为 0，对于横列为 1 的分裂窗口而言，窗口高度永远为窗口高度，Framework 并不理会你在 *CSize* 中写了什么高度。至于第二个窗口的大小 *CSize(0, 0)* 道理雷同，Framework 并不加理会其值，因为对于纵行为 2 的分裂窗口而言，右边窗口的宽度永远是窗口总宽度减去左边窗口的宽度。

程序进行中如果需要窗口的大小，只要在 *OnDraw* 函数（通常是这里需要）中这么写即可：

```
RECT rc; this->GetClientRect(&rc);
```

*CreateView* 的第五参数是 *CCreateContext* 指针。我们只要把 *OnCreateClient* 获得的第二个参数依样画葫芦地传下去就是了。



## 窗口的静态三叉分裂

分裂的方向可以无限延伸。我们可以把一个静态分裂窗口的窗口再做静态分裂，下面的程序代码展现了这种可能性：

```
// in header file
class CChildFrame : public CMDIChildWnd
{
 ...
protected:
 CSplitterWnd m_wndSplitter1;
 CSplitterWnd m_wndSplitter2;

public:
 // Overrides
 // ClassWizard generated virtual function overrides
 //{{AFX_VIRTUAL(CChildFrame)
 public:
 virtual BOOL OnCreateClient(LPCREATESTRUCT lpcs, CCreateContext* pContext);
 virtual BOOL PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs);
 //}}AFX_VIRTUAL
 ...
};

// in implementation file
BOOL CChildFrame::OnCreateClient(LPCREATESTRUCT /*lpcs*/,
 CCreateContext* pContext)
{
 // 产生静态分裂窗口，横列为 1，纵行为 2。
 m_wndSplitter1.CreateStatic(this, 1, 2);

 // 产生分裂窗口的第一个窗口（标号 0,0）的view 窗口。
 m_wndSplitter1.CreateView(0, 0, RUNTIME_CLASS(CTextView),
 CSize(300, 0), pContext);

 // 产生第二个分裂窗口，横列为 2，纵行为 1。位在第一个分裂窗口的（0,1）窗口
 m_wndSplitter2.CreateStatic(&m_wndSplitter1, 2, 1,
 WS_CHILD | WS_VISIBLE, m_wndSplitter1.IdFromRowCol(0, 1));

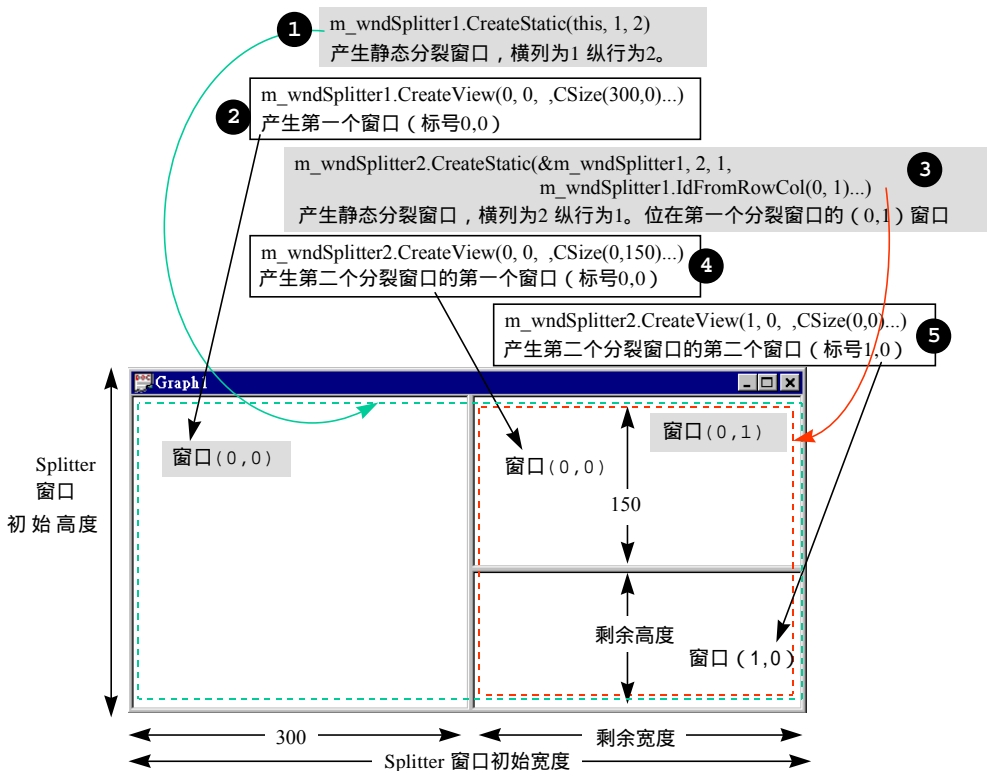
 // 产生第二个分裂窗口的第一个窗口（标号 0,0）的view 窗口。
 m_wndSplitter2.CreateView(0, 0, RUNTIME_CLASS(CBarView),
 CSize(0, 150), pContext);

 // 产生第二个分裂窗口的第二个窗口（标号 1,0）的view 窗口。
```

```
m_wndSplitter2.CreateView(1, 0, RUNTIME_CLASS(CCurveView),
 CSize(0, 0), pContext);

return TRUE;
}
```

这会产生如下的分裂窗口：



第二个分裂窗口的ID 起始值可由第一个分裂窗口的窗口之一获知（利用`IdFromRowCol` 成员函数），一如上述程序代码中的动作。

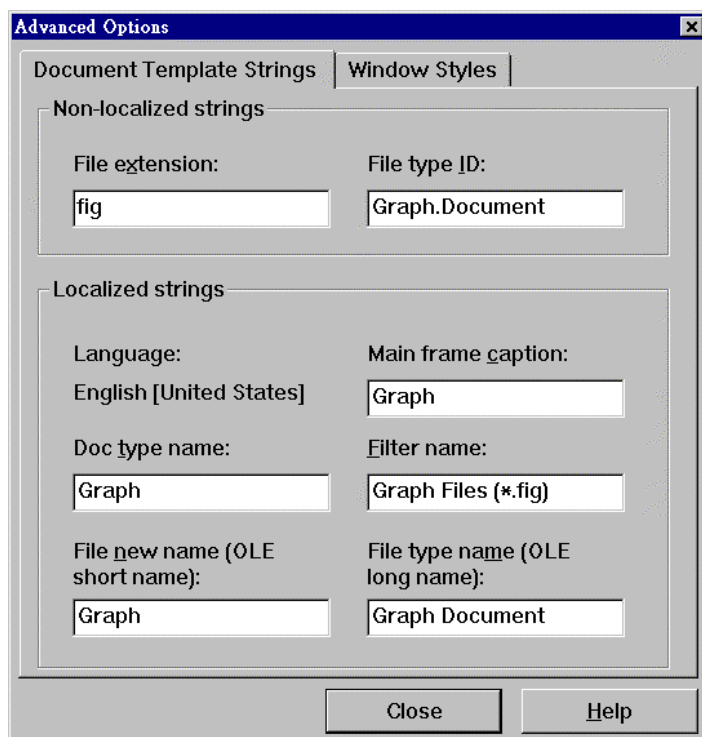
剩下的问题，就是如何设计许多个View 类别了。

## Graph 范例程序

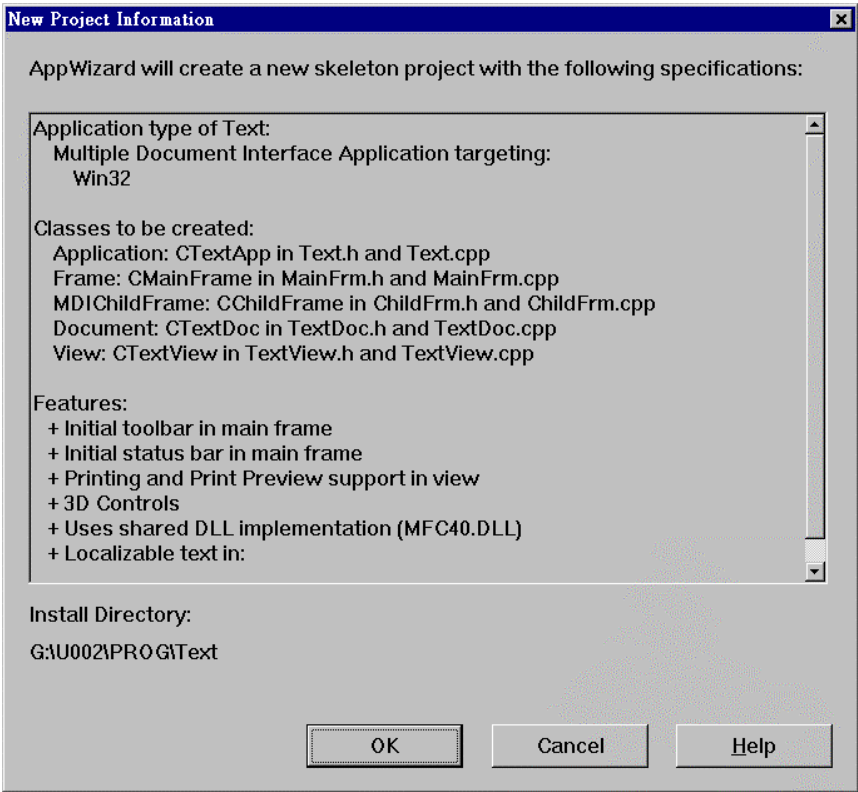
Graph 是一个具备静态三叉分裂能力的程序。左侧窗口以文字方式显示10 笔整数资料，右上侧窗口显示该10 笔数据的长条图，右下侧窗口显示对应的曲线图。

进行至这一章，相信各位对于工具的基本操作技术都已经都熟练了，这里我只列出Graph 程序的制作大纲：

- 进入AppWizard，制造一个Graph 项目。采用预设的选项，但在第四步骤的【Advanced】对话框的【Window Styles】附页中，将【Use split window】致能（enabled）起来。并填写【Documents Template Strings】附页如下：



最后，AppWizard 给我们这样一份清单：



我们获得的主要类别整理如下：

| 类别                 | 基础类别                | 文件            |             |
|--------------------|---------------------|---------------|-------------|
| <i>CGraphApp</i>   | <i>CWinApp</i>      | GRAPH.CPP     | GRAPH.H     |
| <i>CMainFrame</i>  | <i>CMDIFrameWnd</i> | MAINFRM.CPP   | MAINFRM.H   |
| <i>CChildFrame</i> | <i>CMDIChildWnd</i> | CHILDFRM.CPP  | CHILDFRM.H  |
| <i>CGraphDoc</i>   | <i>CDocument</i>    | GRAPHDOC.CPP  | GRAPHDOC.H  |
| <i>CGraphView</i>  | <i>CView</i>        | GRAPHVIEW.CPP | GRAPHVIEW.H |

- 进入整合环境的Resource View 窗口中，选择IDR\_GRAPHTYPE 菜单，在【Window】之前加入一个【Graph Data】菜单，并添加三个项目，分别是：

| 菜单项目名称       | 识别码 (ID)       | 提示字符串          |
|--------------|----------------|----------------|
| Graph Data&1 | ID_GRAPH_DATA1 | "Graph Data 1" |
| Graph Data&2 | ID_GRAPH_DATA2 | "Graph Data 2" |
| Graph Data&3 | ID_GRAPH_DATA3 | "Graph Data 3" |

于是GRAPH.RC 的菜单资源改变如下：

```
IDR_GRAPHTYPE MENU PRELOAD DISCARDABLE
BEGIN
 ...
 POPUP "&Graph Data"
 BEGIN
 MENUITEM "Data&1", ID_GRAPH_DATA1
 MENUITEM "Data&2", ID_GRAPH_DATA2
 MENUITEM "Data&3", ID_GRAPH_DATA3
 END
 ...
END
```

■ 回到整合环境的Resource View 窗口，选择IDR\_MAINFRAME 工具栏，增加三个按钮，放在Help 按钮之后，并使用工具箱上的Draws Text 功能，为三个按钮分别涂上1, 2, 3 画面：



这三个按钮的IDs 采用先前新增的三个菜单项目的IDs

于是，GRAPH.RC 的工具栏资源改变如下：

```
IDR_MAINFRAME TOOLBAR DISCARDABLE 16, 15
BEGIN
 ...
 BUTTON ID_FILE_PRINT
 BUTTON ID_APP_ABOUT
 BUTTON ID_GRAPH_DATA1
 BUTTON ID_GRAPH_DATA2
 BUTTON ID_GRAPH_DATA3
END
```

■ 进入ClassWizard，为新增的这些UI对象制作Message Map。由于这些命令项会影响到我们的Document内容（当使用者按下Data1，我们必须为他准备一份相关资料；按下Data2，我们必须再为他准备一份相关资料），所以在

*CGraphDoc* 中处理这些命令消息甚为合适：

| UI 对象                 | Messages                 | 消息处理例程                    |
|-----------------------|--------------------------|---------------------------|
| <i>ID_GRAPH_DATA1</i> | <i>COMMAND</i>           | <i>OnGraphData1</i>       |
|                       | <i>UPDATE_COMMAND_UI</i> | <i>OnUpdateGraphData1</i> |
| <i>ID_GRAPH_DATA2</i> | <i>COMMAND</i>           | <i>OnGraphData2</i>       |
|                       | <i>UPDATE_COMMAND_UI</i> | <i>OnUpdateGraphData2</i> |
| <i>ID_GRAPH_DATA3</i> | <i>COMMAND</i>           | <i>OnGraphData3</i>       |
|                       | <i>UPDATE_COMMAND_UI</i> | <i>OnUpdateGraphData3</i> |

源代码改变如下：

```
// in GRAPHDOC.H
class CGraphDoc : public CDocument
{
...
// Generated message map functions
protected:
 //{AFX_MSG(CGraphDoc)
 afx_msg void OnGraphData1();
 afx_msg void OnGraphData2();
 afx_msg void OnGraphData3();
 afx_msg void OnUpdateGraphData1(CCmdUI* pCmdUI);
 afx_msg void OnUpdateGraphData2(CCmdUI* pCmdUI);
 afx_msg void OnUpdateGraphData3(CCmdUI* pCmdUI);
 //}AFX_MSG
 DECLARE_MESSAGE_MAP()
};

// in GRAPHDOC.CPP
BEGIN_MESSAGE_MAP(CGraphDoc, CDocument)
 //{AFX_MSG_MAP(CGraphDoc)
 ON_COMMAND(ID_GRAPH_DATA1, OnGraphData1)
 ON_COMMAND(ID_GRAPH_DATA2, OnGraphData2)
 ON_COMMAND(ID_GRAPH_DATA3, OnGraphData3)
 ON_UPDATE_COMMAND_UI(ID_GRAPH_DATA1, OnUpdateGraphData1)
```

```
ON_UPDATE_COMMAND_UI(ID_GRAPH_DATA2, OnUpdateGraphData2)
ON_UPDATE_COMMAND_UI(ID_GRAPH_DATA3, OnUpdateGraphData3)
//}}AFX_MSG_MAP
END_MESSAGE_MAP()
```

■ 利用ClassWizard 产生两个新类别，做为三叉分裂窗口中的另两个窗口的 View 类别：

| 类别名称      | 基础类别  | 文件                      |
|-----------|-------|-------------------------|
| CTextView | CView | TEXTVIEW.CPP TEXTVIEW.H |
| CBarView  | CView | BARVIEW.CPP BARVIEW.H   |

■ 改写CChildFrame::OnCreateClient 函数如下（这是本节的技术重点）：

```
#include "stdafx.h"
#include "Graph.h"

#include "ChildFrm.h"
#include "TextView.h"
#include "BarView.h"
...
BOOL CChildFrame::OnCreateClient(LPCREATESTRUCT /*lpcs*/,
 CCreateContext* pContext)
{
 //产生静态分裂窗口，横列为1，纵行为2。
 m_wndSplitter1.CreateStatic(this, 1, 2);

 // 产生分裂窗口的第一个窗口（标号0,0）的view 窗口，采用CTextView。
 m_wndSplitter1.CreateView(0, 0, RUNTIME_CLASS(CTextView),
 CSize(300, 0), pContext);

 // 产生第二个分裂窗口，横列为2 纵行为1。位在第一个分裂窗口的（0,1）窗口
 m_wndSplitter2.CreateStatic(&m_wndSplitter1, 2, 1,
 WS_CHILD | WS_VISIBLE, m_wndSplitter1.IdFromRowCol(0, 1));

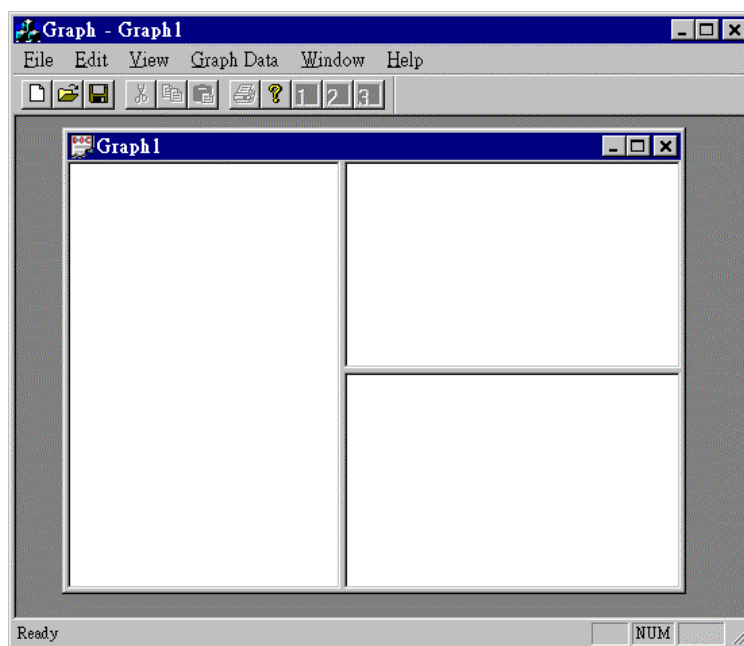
 // 产生第二个分裂窗口的第一个窗口（标号0,0）的view 窗口，采用CBarView。
 m_wndSplitter2.CreateView(0, 0, RUNTIME_CLASS(CBarView),
 CSize(0, 150), pContext);

 // 产生第二个分裂窗口的第二个窗口（标号1,0）的view 窗口，采用CGraphView。
 m_wndSplitter2.CreateView(1, 0, pContext->m_pNewViewClass,
 CSize(0, 0), pContext);
}
```

```
// 设定active pane
SetActiveView((CView*)m_wndSplitter1.GetPane(0,0));
return TRUE;
}
```

为什么最后一次`CreateView` 时我以`pContext->m_pNewViewClass` 取代 `RUNTIME_CLASS(CGraphView)` 呢？ 后者当然也可以， 但却因此必须包含 `CGraphView` 的声明；而如果你因为这个原因而包含`GraphView.h` 档，又会产生三个编译错误，挺麻烦！

- 至此，Document 中虽然没有任何资料，但程序的UI 已经完备，编译联结后可得以下执行画面：



- 修改`CGraphDoc`，增加一个整数数组`m_intArray`，这是真正存放资料的地方，我采用MFC 内建的`CArray<int,int>`，为此，必须在`STDAFX.H` 中加上一行：

```
#include <afxtempl.h> // MFC templates
```



为了设定数组内容，我又增加了一个 *SetValue* 成员函数，并且在【Graph Data】菜单命令被执行时，为 *m\_intArray* 设定不同的初值：

```
// in GRAPHDOC.H
class CGraphDoc : public CDocument
{
...
public:
 CArray<int,int> m_intArray;

public:
 void SetValue(int i0, int i1, int i2, int i3, int i4,
 int i5, int i6, int i7, int i8, int i9);
...
};

// in GRAPHDOC.CPP
CGraphDoc::CGraphDoc()
{
 SetValue(5, 10, 15, 20, 25, 78, 64, 38, 29, 9);
}

void CGraphDoc::SetValue(int i0, int i1, int i2, int i3, int i4,
 int i5, int i6, int i7, int i8, int i9)
{
 m_intArray.SetSize(DATANUM, 0);
 m_intArray[0] = i0;
 m_intArray[1] = i1;
 m_intArray[2] = i2;
 m_intArray[3] = i3;
 m_intArray[4] = i4;
 m_intArray[5] = i5;
 m_intArray[6] = i6;
 m_intArray[7] = i7;
 m_intArray[8] = i8;
 m_intArray[9] = i9;
}

void CGraphDoc::OnGraphData1()
{
 SetValue(5, 10, 15, 20, 25, 78, 64, 38, 29, 9);
 UpdateAllViews(NULL);
}

void CGraphDoc::OnGraphData2()
{
 SetValue(50, 60, 70, 80, 90, 23, 68, 39, 73, 58);
}
```

```

 UpdateAllViews(NULL);
 }
 void CGraphDoc::OnGraphData3()
 {
 SetValue(12, 20, 8, 17, 28, 37, 93, 45, 78, 29);
 UpdateAllViews(NULL);
 }
 void CGraphDoc::OnUpdateGraphData1(CCmdUI* pCmdUI)
 {
 pCmdUI->SetCheck(m_intArray[0] == 5);
 }
 void CGraphDoc::OnUpdateGraphData2(CCmdUI* pCmdUI)
 {
 pCmdUI->SetCheck(m_intArray[0] == 50);
 }
 void CGraphDoc::OnUpdateGraphData3(CCmdUI* pCmdUI)
 {
 pCmdUI->SetCheck(m_intArray[0] == 12);
 }

```

各位看到，为了方便，我把`m_intArray`的数据封装属性设为`public`而非`private`，检查「`m_intArray`内容究竟是哪一份资料」所用的方法也非常粗糙，呀，不要非难我，重点不在这里呀！

■ 在RESOURCE.H 文件中加上两个常数定义：

```

#define DATANUM 10
#define DATAMAX 100

```

■ 修改`CGraphView`，在`OnDraw`成员函数中取得`Document`，再透过`Document`

对象指针取得整数数组，然后将10笔数据的曲线图绘出：

```

#0001 void CGraphView::OnDraw(CDC* pDC)
#0002 {
#0003 CGraphDoc* pDoc = GetDocument();
#0004 ASSERT_VALID(pDoc);
#0005
#0006 int cxDot,cxDotSpacing,cyDot, cxGraph,cyGraph, x,y, i;
#0007 RECT rc;
#0008
#0009 CPen pen (PS_SOLID, 1, RGB(255, 0, 0)); // red pen
#0010 CBrush brush(RGB(255, 0, 0)); // red brush

```

```

#0011 CBrush* pOldBrush = pDC->SelectObject(&brush);
#0012 CPen* pOldPen = pDC->SelectObject(&pen);
#0013
#0014 cxGraph = 100;
#0015 cyGraph = DATAMAX; // defined in resource.h
#0016
#0017 this->GetClientRect(&rc);
#0018 pDC->SetMapMode(MM_ANISOTROPIC);
#0019 pDC->SetWindowOrg(0, 0);
#0020 pDC->SetViewportOrg(10, rc.bottom-10);
#0021 pDC->SetWindowExt(cxGraph, cyGraph);
#0022 pDC->SetViewportExt(rc.right-20, -(rc.bottom-20));
#0023
#0024 // 我们希望图形占满窗口的整个可用空间（以水平方向为准）
#0025 // 并希望曲线点的宽度是点间距宽度的1.2，
#0026 // 所以(dot_spacing + dot_width)*num_datapoints=graph_width
#0027 // 亦即dot_spacing * 3/2 * num_datapoints = graph_width
#0028 // 亦即dot_spacing = graph_width / num_datapoints * 2/3
#0029
#0030 cxDotSpacing = (2 * cxGraph) / (3 * DATANUM);
#0031 cxDot = cxDotSpacing/2;
#0032 if (cxDot<3) cxDot = 3;
#0033 cyDot = cxDot;
#0034
#0035 // 坐标轴
#0036 pDC->MoveTo(0, 0);
#0037 pDC->LineTo(0, cyGraph);
#0038 pDC->MoveTo(0, 0);
#0039 pDC->LineTo(cxGraph, 0);
#0040
#0041 // 画出资料点
#0042 pDC->SelectObject(::GetStockObject (NULL_PEN));
#0043 for (x=0+cxDotSpacing,y=0,i=0; i<DATANUM; i++,x+=cxDot+cxDotSpacing)
#0044 pDC->Rectangle(x, y+pDoc->m_intArray[i],
#0045 x+cxDot, y+pDoc->m_intArray[i]-cyDot);
#0046
#0047 pDC->SelectObject(pOldBrush);
#0048 pDC->SelectObject(pOldPen);
#0049 }

```

■ 修改CTextView 程序代码，在OnDraw 成员函数中取得Document，再透过

Document 对象指针取得整数数组，然后将10 笔资料以文字方式显示出来：

```

#0001 #include "stdafx.h"
#0002 #include "Graph.h"

```

```
#0003 #include "GraphDoc.h"
#0004 #include "TextView.h"
#0005 ...
#0006 void CTextView::OnDraw(CDC* pDC)
#0007 {
#0008 CGraphDoc* pDoc = (CGraphDoc*)GetDocument();
#0009
#0010 TEXTMETRIC tm;
#0011 int x,y, cy, i;
#0012 char sz[20];
#0013 pDC->GetTextMetrics(&tm);
#0014 cy = tm.tmHeight;
#0015 pDC->SetTextColor(RED); // red text
#0016 for (x=5,y=5,i=0; i<DATANUM; i++,y+=cy)
#0017 {
#0018 wsprintf (sz, "%d", pDoc->m_intArray[i]);
#0019 pDC->TextOut (x,y, sz, lstrlen(sz));
#0020 }
#0021 }
```

- 修改 *CBarView* 程式碼，在 *OnDraw* 成員函式中取得 *Document*，再透過 *Document* 物件指標取得整數陣列，然後將 10 筆資料以長條圖繪出：

```
#0001 #include "stdafx.h"
#0002 #include "Graph.h"
#0003 #include "GraphDoc.h"
#0004 #include "TextView.h"
#0005 ...
#0006 void CBarView::OnDraw(CDC* pDC)
#0007 {
#0008 CGraphDoc* pDoc = (CGraphDoc*)GetDocument();
#0009
#0010 int cxBar,cxBarSpacing, cxGraph,cyGraph, x,y, i;
#0011 RECT rc;
#0012
#0013 CBrush brush(RED); // red brush
#0014 CBrush* pOldBrush = pDC->SelectObject(&brush);
#0015 CPen pen(PEN_SOLID, 1, RED); // red pen
#0016 CPen* pOldPen = pDC->SelectObject(&pen);
#0017
#0018 cxGraph = 100;
#0019 cyGraph = DATAMAX; // defined in resource.h
#0020
#0021 this->GetClientRect(&rc);
#0022 pDC->SetMapMode(MM_ANISOTROPIC);
```

```

#0023 pDC->SetWindowOrg(0, 0);
#0024 pDC->SetViewportOrg(10, rc.bottom-10);
#0025 pDC->SetWindowExt(cxGraph, cyGraph);
#0026 pDC->SetViewportExt(rc.right-20, -(rc.bottom-20));
#0027
#0028 // 长条图的条状物之间距离是条状物宽度的1/3。
#0029 // 我们希望条状物能够填充窗口的整个可用空间。
#0030 // 所以(bar_spacing + bar_width) * num_bars = graph_width
#0031 // 亦即bar_width * 4/3 * num_bars = graph_width
#0032 // 亦即bar_width = graph_width / num_bars * 3/4
#0033
#0034 cxBar = (3 * cxGraph) / (4 * DATANUM);
#0035 cxBarSpacing = cxBar/3;
#0036 if (cxBar<3) cxBar=3;
#0037
#0038 // 坐标轴
#0039 pDC->MoveTo(0, 0);
#0040 pDC->LineTo(0, cyGraph);
#0041 pDC->MoveTo(0, 0);
#0042 pDC->LineTo(cxGraph, 0);
#0043
#0044 // 长条图
#0045 for (x=0+cxBarSpacing,y=0,i=0; i< DATANUM; i++,x+=cxBar+cxBarSpacing)
#0046 pDC->Rectangle(x, y, x+cxBar, y+pDoc->m_intArray[i]);
#0047
#0048 pDC->SelectObject(pOldPen);
#0049 pDC->SelectObject(pOldBrush);
#0050 }

```

- 如果你要令三个view 都有打印预览能力，必须在每一个 view 类别中改写以下三个虚拟函数：

```

virtual BOOL OnPreparePrinting(CPrintInfo* pInfo);
virtual void OnBeginPrinting(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo);
virtual void OnEndPrinting(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo);

```

至于其函数内容，从CGraphView 的同名函数中依样画葫芦拷贝一份过来即可。

- 本例不示范文件读写动作，所以CGraphDoc 没有改写 Serialize 虚拟函数。

图13-3 是Graph 程序的执行画面。

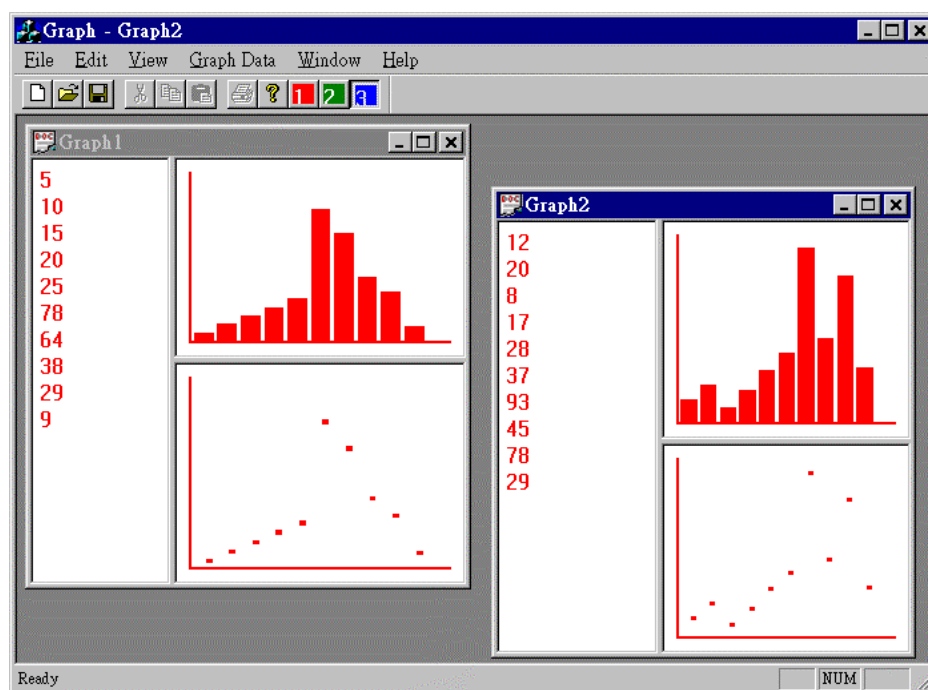


图13-3 Graph 执行画面。每当选按【File/New】（或工具栏上的对应按钮）打开一份新文件，其内就有10 笔整数资料。你可选按【Graph Data】（或工具栏上的对应按钮）改变资料内容。

## 静态分裂窗口之观念整理

我想你已经从前述的 *OnCreateClient* 函数中认识了静态分裂窗口的相关函数。我可以用图13-4 解释各个类别的关系与运用。

基本上图13-4 三个窗口可以视为三个完全独立的view 窗口，有各自的类别，以各自的方式显示资料。不过，资料倒是来自同一份Document。试试看预览效果，你会发现，哪一个窗口为「作用中」，哪一个窗口的绘图动作就主宰预览窗口。你可以利用 *SetActivePane* 设定作用中的窗口，也可以调用 *GetActivePane* 获得作用中的窗口。但是，你会发现，从外观上很难看出哪一个窗口是「作用中的」窗口。

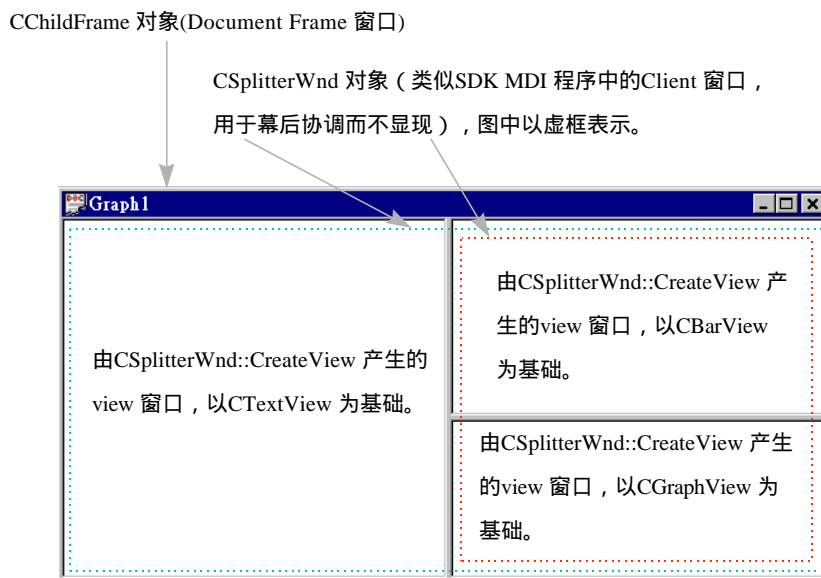


图13-4 静态分裂窗口的类别运用(以Graph 为例)

## 同源子窗口

虽然我说静态分裂窗口的窗口可视为完全独立的view 窗口，但毕竟它们不是！它们还框在一个大窗口中。如果你不喜欢分裂窗口（谁知道呢，当初我也不太喜欢），我们来试点新鲜的。

点子是从【Window/New Window】开始。这个菜单项目令Framework 为我们做出目前作中的view 窗口的另一份拷贝。如果我们能够知道Framework 是如何动作，是不是可以引导它使用另一个view 类别，以不同的方式表现同一份资料？

这就又有偷窥源代码的需要了。MFC 并没有提供正常的管道让我们这么做，我们需要MFC 源代码。

## CMDIFrameWnd::OnWindowNew

如果你想在程序中设计断点，一步一步找出【Window/New Window】的动作，就像我在第12章对付*OnFilePrint*和*OnFilePrintPreview*一样，那么你会发现没有着力点，因为AppWizard并不会做出像这样的消息映射表格：

```
BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleView, CScrollView)
...
ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT, CView::OnFilePrint)
ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_PREVIEW, CView::OnFilePrintPreview)
END_MESSAGE_MAP()
```

你根本不知道【Window/New Window】这个命令流到哪里去了。第7章的「标准菜单File / Edit / View / Window / Help」一节，也曾说过这个命令项是属于「与Framework预有关联型」的。

那么我如何察其流程？1/3用猜的，1/3靠字符串搜寻工具GREP（第8章介绍过），1/3靠勤读书。然后我发现，【New Window】命令流到*CMDIFrameWnd::OnWindowNew*去了。

图13-5是其源代码（MFC 4.0的版本）。

```
#0001 void CMDIFrameWnd::OnWindowNew()
#0002 {
#0003 CMDIChildWnd* pActiveChild = MDIGetActive();
#0004 CDocument* pDocument;
#0005 if (pActiveChild == NULL ||
#0006 (pDocument = pActiveChild->GetActiveDocument()) == NULL)
#0007 {
#0008 TRACE0("Warning: No active document for WindowNew command.\n");
#0009 AfxMessageBox(AFX_IDP_COMMAND_FAILURE);
#0010 return; // command failed
#0011 }
#0012
#0013 // otherwise we have a new frame !
#0014 CDocTemplate* pTemplate = pDocument->GetDocTemplate();
#0015 ASSERT_VALID(pTemplate);
#0016 CFrameWnd* pFrame = pTemplate->CreateNewFrame(pDocument, pActiveChild);
#0017 if (pFrame == NULL)
#0018 {
#0019 TRACE0("Warning: failed to create new frame.\n");
```



```

#0020 return; // command failed
#0021 }
#0022
#0023 pTemplate->InitialUpdateFrame(pFrame, pDocument);
#0024 }

```

图13-5 `CMDIFrameWnd::OnWindowNew` 源代码 ( in WINMDI.CPP )

我们的焦点放在 `CMDIFrameWnd::OnWindowNew` 函数的第14行，该处取得我们在 `InitInstance` 函数中做好的 Document Template，而你知道，Document Template 中记录有 View 类别。好，如果我们能够另准备一个崭新的 View 类别，有着不同的 `OnDraw` 显示方式，并再准备好另一份 Document Template，记录该新的 View 类别，然后改变图 13-5 的第14行，让它使用这新的 Document Template，大功成矣。

当然，我们绝不是要去改 MFC 源代码，而是要改写虚拟函数 `OnWindowNew`，使为我们所用。这很简单，我只要把【Window / New Window】命令项改变名称，例如改为【Window / New Hex Window】，然后为它撰写命令处理函数，函数内容完全仿照图 13-5，但把第 14 行改设定为新的 Document Template 即可。

## Text 范例程序

Text 程序提供【Window / New Text Window】和【Window / New Hex Window】两个新的菜单命令项目，都可以产生出 view 窗口，一个以 ASCII 型式显示资料，一个以 Hex 型式显示资料，资料来自同一份 Document。

以下 Text 程序的是制作过程：

进入 AppWizard，制造一个 Text 项目，采用各种预设的选项。获得的主要类别如下：

| 类别                 | 基础类别                | 文件           |            |
|--------------------|---------------------|--------------|------------|
| <i>CTextApp</i>    | <i>CWinApp</i>      | TEXT.CPP     | TEXT.H     |
| <i>CMainFrame</i>  | <i>CMDIFrameWnd</i> | MAINFRM.CPP  | MAINFRM.H  |
| <i>CChildFrame</i> | <i>CMDIChildWnd</i> | CHILDFRM.CPP | CHILDFRM.H |
| <i>CTextDoc</i>    | <i>CDocument</i>    | TEXTDOC.CPP  | TEXTDOC.H  |
| <i>CTextView</i>   | <i>CView</i>        | TEXTVIEW.CPP | TEXTVIEW.H |

- 进入整合环境中的Resource View 窗口，选择IDR\_TEXTTYPE 菜单，在【Window】菜单中加入两个新命令项：

| 命令项目名称          | 识别码 (ID)       | 提示字符串                                  |
|-----------------|----------------|----------------------------------------|
| New Text Window | ID_WINDOW_TEXT | New a Text Window with Active Document |
| New Hex Window  | ID_WINDOW_HEX  | New a Hex Window with Active Document  |

- 再在Resource View 窗口中选择IDR\_MAINFRAME 工具栏，增加两个按钮，安排在Help 按钮之后：



这两个按钮分别对应于新添加的两个菜单命令项目。

- 进入ClassWizard，为两个UI 对象制作 Message Map。这两个命令消息并不会影响Document 内容（不像上一节的GRAPH 例那样），我们在CMainFrame 中处理这两个命令消息颇为恰当。

| UI 对象          | 消息      | 消息处理函数       |
|----------------|---------|--------------|
| ID_WINDOW_TEXT | COMMAND | OnWindowText |
| ID_WINDOW_HEX  | COMMAND | OnWindowHex  |

■ 利用ClassWizard 产生一个新类别，准备做为同源子窗口的第二个View 类别：

| 类别名称            | 基础类别         | 文件                       |
|-----------------|--------------|--------------------------|
| <i>CHexView</i> | <i>CView</i> | HEXVIEW.CPP    HEXVIEW.H |

■ 修改程序代码，分别为两个view 类别都做出对应的Docment Template：

```
// in TEXT.H
class CTextApp : public CWinApp
{
public:
 CMultiDocTemplate* m_pTemplateTxt;
 CMultiDocTemplate* m_pTemplateHex;
 ...
public:
 virtual BOOL InitInstance();
 virtual int ExitInstance();
 ...
};

// in TEXT.CPP
...
#include "TextView.h"
#include "HexView.h"
...
BOOL CTextApp::InitInstance()
{
 ...
 CMultiDocTemplate* pDocTemplate;
 pDocTemplate = new CMultiDocTemplate(
 IDR_TEXTTYPE,
 RUNTIME_CLASS(CTextDoc),
 RUNTIME_CLASS(CChildFrame), // custom MDI child frame
 RUNTIME_CLASS(CTextView));
 AddDocTemplate(pDocTemplate);

 m_pTemplateTxt = new CMultiDocTemplate(
 IDR_TEXTTYPE,
 RUNTIME_CLASS(CTextDoc),
 RUNTIME_CLASS(CChildFrame), // custom MDI child frame
 RUNTIME_CLASS(CTextView));

 m_pTemplateHex = new CMultiDocTemplate(
```

```

 IDR_TEXTTYPE,
 RUNTIME_CLASS(CTextDoc),
 RUNTIME_CLASS(CChildFrame), // custom MDI child frame
 RUNTIME_CLASS(CHexView));

 ...
}

int CTextApp::ExitInstance()
{
 delete m_pTemplateTxt;
 delete m_pTemplateHex;
 return CWinApp::ExitInstance();
}

```

- 修改 *CTextDoc* 程序代码，添加成员变量。Document 的数据是10 笔字符串：

```

// in TEXTDOC.H
class CTextDoc : public CDocument
{
public:
 CStringArray m_stringArray;
 ...
};

// in TEXTDOC.CPP
BOOL CTextDoc::OnNewDocument()
{
 if (!CDocument::OnNewDocument())
 return FALSE;

 m_stringArray.SetSize(10);
 m_stringArray[0] = "If you love me let me know, ";
 m_stringArray[1] = "if you don't then let me go, ";
 m_stringArray[2] = "I can take another minute ";
 m_stringArray[3] = " of day without you in it. ";
 m_stringArray[4] = " ";
 m_stringArray[5] = "If you love me let it be, ";
 m_stringArray[6] = "if you don't then set me free";
 m_stringArray[7] = "... ";
 m_stringArray[8] = "SORRY, I FORGET IT! ";
 m_stringArray[9] = " J.J.Hou 1995.03.22 19:26";

 return TRUE;
}

```

- 修改 *CTextView::OnDraw* 函数码，在其中取得 Document 对象指针，然后把文字显现出来：

```
// in TEXTVIEW.CPP
void CTextView::OnDraw(CDC* pDC)
{
 CTextDoc* pDoc = GetDocument();
 ASSERT_VALID(pDoc);

 int i, j, nHeight;
 TEXTMETRIC tm;

 pDC->GetTextMetrics(&tm);
 nHeight = tm.tmHeight + tm.tmExternalLeading;

 j = pDoc->m_stringArray.GetSize();
 for (i = 0; i < j; i++) {
 pDC->TextOut(10, i*nHeight, pDoc->m_stringArray[i]);
 }
}
```

- 修改 *CHexView* 程序代码，在 *OnDraw* 函数中取得 Document 对象指针，把 ASCII 转换为 Hex 码，再以文字显示出来：

```
#0001 #include "stdafx.h"
#0002 #include "Text.h"
#0003 #include "TextDoc.h"
#0004 #include "HexView.h"
#0005 ...
#0006 void CHexView::OnDraw(CDC* pDC)
#0007 {
#0008 // CDocument* pDoc = GetDocument();
#0009 CTextDoc* pDoc = (CTextDoc*)GetDocument();
#0010
#0011 int i, j, k, l, nHeight;
#0012 long n;
#0013 char temp[10];
#0014 CString Line;
#0015 TEXTMETRIC tm;
#0016
#0017 pDC->GetTextMetrics(&tm);
#0018 nHeight = tm.tmHeight + tm.tmExternalLeading;
#0019
#0020 j = pDoc->m_stringArray.GetSize();
```

```

#0021 for(i = 0; i < j; i++) {
#0022 wsprintf(temp, "%02x ", i);
#0023 Line = temp;
#0024 l = pDoc->m_stringArray[i].GetLength();
#0025 for(k = 0; k < l; k++) {
#0026 n = pDoc->m_stringArray[i][k] & 0x00FF;
#0027 wsprintf(temp, "%02lx ", n);
#0028 Line += temp;
#0029 }
#0030 pDC->TextOut(10, i*nHeight, Line);
#0031 }
#0032 }

```

- 定义 *CMainFrame* 的两个命令处理例程：*OnWindowText* 和 *OnWindowHex*，使选单命令项目和工具栏按钮得以发挥效用。函数内容直接拷贝自图13-5，只要修改其中第14行即可。**这两个函数是本节的技术重点。**

```

#0001 void CMainFrame::OnWindowText()
#0002 {
#0003 CMDIChildWnd* pActiveChild = MDIGetActive();
#0004 CDocument* pDocument;
#0005 if (pActiveChild == NULL ||
#0006 (pDocument = pActiveChild->GetActiveDocument()) == NULL)
#0007 {
#0008 TRACE0("Warning: No active document for WindowNew command\n");
#0009 AfxMessageBox(AFX_IDP_COMMAND_FAILURE);
#0010 return; // command failed
#0011 }
#0012
#0013 // otherwise we have a new frame!
#0014 CDocTemplate* pTemplate = ((CTextApp*) AfxGetApp())->m_pTemplateTxt;
#0015 ASSERT_VALID(pTemplate);
#0016 CFrameWnd* pFrame = pTemplate->CreateNewFrame(pDocument, pActiveChild);
#0017 if (pFrame == NULL)
#0018 {
#0019 TRACE0("Warning: failed to create new frame\n");
#0020 AfxMessageBox(AFX_IDP_COMMAND_FAILURE);
#0021 return; // command failed
#0022 }
#0023
#0024 pTemplate->InitialUpdateFrame(pFrame, pDocument);
#0025 }
#0026
#0027 void CMainFrame::OnWindowHex()

```

```

#0028 {
#0029 CMDIChildWnd* pActiveChild = MDIGetActive();
#0030 CDocument* pDocument;
#0031 if (pActiveChild == NULL ||
#0032 (pDocument = pActiveChild->GetActiveDocument()) == NULL)
#0033 {
#0034 TRACE0("Warning: No active document for WindowNew command\n");
#0035 AfxMessageBox(AFX_IDP_COMMAND_FAILURE);
#0036 return; // command failed
#0037 }
#0038
#0039 // otherwise we have a new frame!
#0040 CDocTemplate* pTemplate = ((CTextApp*) AfxGetApp())->m_pTemplateHex;
#0041 ASSERT_VALID(pTemplate);
#0042 CFrameWnd* pFrame = pTemplate->CreateNewFrame(pDocument, pActiveChild);
#0043 if (pFrame == NULL)
#0044 {
#0045 TRACE0("Warning: failed to create new frame\n");
#0046 AfxMessageBox(AFX_IDP_COMMAND_FAILURE);
#0047 return; // command failed
#0048 }
#0049
#0050 pTemplate->InitialUpdateFrame(pFrame, pDocument);
#0051 }

```

- 如果你要两个view 都有打印预览的能力，必须在CHexView 中改写下面三个虚拟函数，至于它们的内容，可以依样画葫芦地从CTextView 的同名函数中拷贝一份过来：

```

// in HEXVIEW.H
class CHexView : public CView
{
...
// Overrides
 // ClassWizard generated virtual function overrides
 //{{AFX_VIRTUAL(CHexView)
protected:
 virtual void OnDraw(CDC* pDC); // overridden to draw this view
protected:
 virtual BOOL OnPreparePrinting(CPrintInfo* pInfo);
 virtual void OnBeginPrinting(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo);
 virtual void OnEndPrinting(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo);
 //}}AFX_VIRTUAL
...
};

```

```
// in HEXVIEW.CPP
BEGIN_MESSAGE_MAP(CHexView, CView)
 //{{AFX_MSG_MAP(CHexView)
 // NOTE - the ClassWizard will add and remove mapping macros here.
 //}}AFX_MSG_MAP
 // Standard printing commands
 ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT, CView::OnFilePrint)
 ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_DIRECT, CView::OnFilePrint)
 ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_PREVIEW, CView::OnFilePrintPreview)
END_MESSAGE_MAP()

////////////////////////////////////
// CTextView printing

BOOL CHexView::OnPreparePrinting(CPrintInfo* pInfo)
{
 // default preparation
 return DoPreparePrinting(pInfo);
}

void CHexView::OnBeginPrinting(CDC* /*pDC*/, CPrintInfo* /*pInfo*/)
{
 // TODO: add extra initialization before printing
}

void CHexView::OnEndPrinting(CDC* /*pDC*/, CPrintInfo* /*pInfo*/)
{
 // TODO: add cleanup after printing
}
```

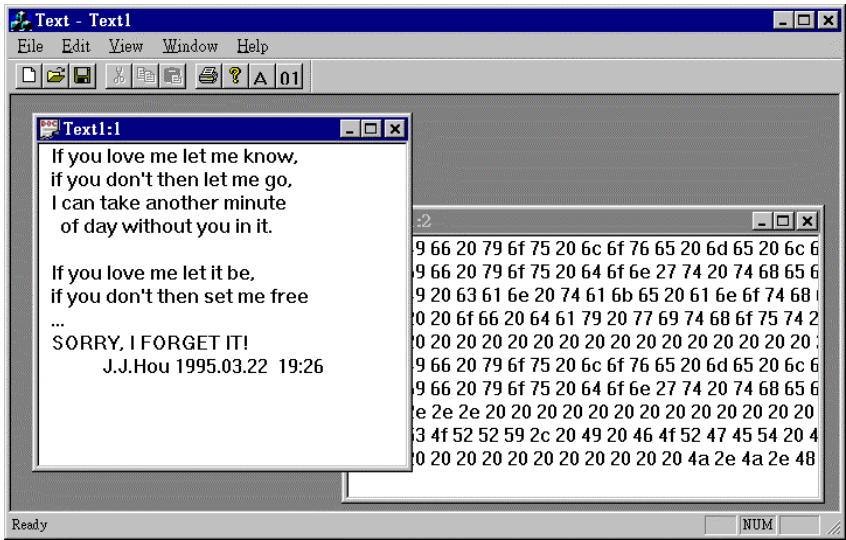
■ 本例并未示范Serialization 动作。

## 非制式作法的缺点

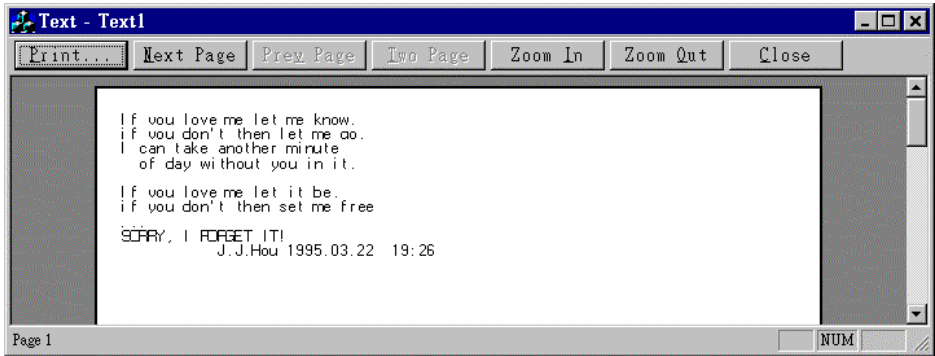
既然是走后门,就难保哪一天出问题。如果MFC 的版本变动,  
*CMDIFrameWnd::OnWindowNew* 内容改了,你就得注意本节这个方法还能适用否。



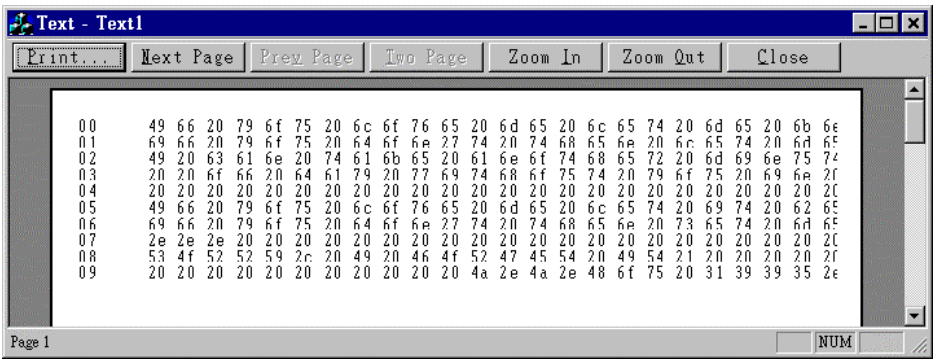
下面是Text 程序的执行画面。我先开启一个Text 窗口，再选按【Window/New Hex Window】或工具栏上的对应按钮，开启另一个Hex 窗口。两个View 窗口以不同的方式显示同一份文件资料。



当你选按【File/Preview】命令项，哪一个窗口为active 窗口，那个窗口的内容就出现在预览画面中。以下是Text 窗口的打印预览画面：



以下是Hex 窗口的打印预览画面：



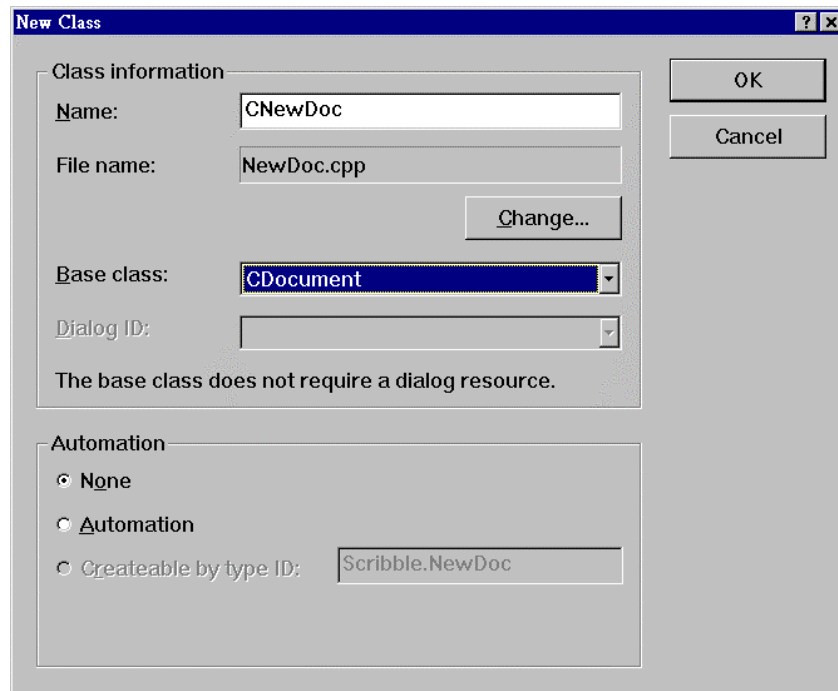
## 多重文件

截至目前，我所谈的都是如何以不同的方式在不同的窗口中显示同一份文件资料。如果我想写那种「多功能」软件，必须支持许多种文件类型，该怎么办？

就以前一节的Graph 程序为基础，继续我们的探索。Graph 的文件类型原本是一个整数数组，数量有10 笔。我想在上面再多支持一种功能：文字编辑能力。

## 新的 Document 类别

首先，我应该利用ClassWizard 新添一个Document 类别，并以CDocument 为基础。激活ClassWizard，选择【Member Variables】附页，按下【Add Class...】钮，出现对话框，填写如下：



下面是 ClassWizard 为我们做出來的碼：

```
#0001 // NewDoc.cpp : implementation file
#0002 //
#0003
#0004 #include "stdafx.h"
#0005 #include "Graph.h"
#0006 #include "NewDoc.h"
#0007
#0008 #ifdef _DEBUG
#0009 #define new DEBUG_NEW
#0010 #undef THIS_FILE
#0011 static char THIS_FILE[] = __FILE__;
#0012 #endif
#0013
#0014 //////////////////////////////////////
#0015 // CNewDoc
#0016
```

```

#0017 IMPLEMENT_DYNCREATE(CNewDoc, CDocument)
#0018
#0019 CNewDoc::CNewDoc()
#0020 {
#0021 }
#0022
#0023 BOOL CNewDoc::OnNewDocument()
#0024 {
#0025 if (!CDocument::OnNewDocument())
#0026 return FALSE;
#0027 return TRUE;
#0028 }
#0029
#0030 CNewDoc::~CNewDoc()
#0031 {
#0032 }
#0033
#0034
#0035 BEGIN_MESSAGE_MAP(CNewDoc, CDocument)
#0036 //{AFX_MSG_MAP(CNewDoc)
#0037 // NOTE - the ClassWizard will add and remove mapping macros here.
#0038 //}AFX_MSG_MAP
#0039 END_MESSAGE_MAP()
#0040
#0041 //////////////////////////////////////
#0042 // CNewDoc diagnostics
#0043
#0044 #ifdef _DEBUG
#0045 void CNewDoc::AssertValid() const
#0046 {
#0047 CDocument::AssertValid();
#0048 }
#0049
#0050 void CNewDoc::Dump(CDumpContext& dc) const
#0051 {
#0052 CDocument::Dump(dc);
#0053 }
#0054 #endif // _DEBUG
#0055
#0056 //////////////////////////////////////
#0057 // CNewDoc serialization
#0058
#0059 void CNewDoc::Serialize(CArchive& ar)
#0060 {
#0061 if (ar.IsStoring())
#0062 {

```

```

#0063 // TODO: add storing code here
#0064 }
#0065 else
#0066 {
#0067 // TODO: add loading code here
#0068 }
#0069
#0070 // CEditView contains an edit control which handles all serialization
#0071 ((CEditView*)m_viewList.GetHead())->SerializeRaw(ar);
#0072 }
#0073
#0074 //////////////////////////////////////
#0075 // CNewDoc commands

```

注：阴影中的这两行码（#0070 和#0071）不是ClassWizard 产生的，是我自己加的，提前与你见面。稍后我会解释为什么加这两行。

## 新的 Document Template

然后，我应该为此新的文件类型产生一个Document Template，并把它加到系统所维护的DocTemplate 串行中。注意，为了享受现成的文字编辑能力，我选择`CEditView` 做为与此Document 搭配之View 类别。还有，由于`CChildFrame` 已经因为第一个文件类型Graph 的三叉静态分裂而被我们改写了`OnCreateClient` 函数，已不再适用于这第二个文件类型（NewDoc），所以我决定直接采用`CMDIChildWnd` 做为NewDoc 文件类型的MDI Child Frame 窗口：

```

#include "stdafx.h"
#include "Graph.h"
#include "MainFrm.h"
#include "ChildFrm.h"
#include "GraphDoc.h"
#include "GraphView.h"
#include "NewDoc.h"
...
BOOL CGraphApp::InitInstance()
{
 ...
 CMultiDocTemplate* pDocTemplate;
 pDocTemplate = new CMultiDocTemplate(
 IDR_GRAPHTYPE,
 RUNTIME_CLASS(CGraphDoc),
 RUNTIME_CLASS(CChildFrame), // custom MDI child frame

```

```

 RUNTIME_CLASS(CGraphView));
AddDocTemplate(pDocTemplate);

 pDocTemplate = new CMultiDocTemplate(
 IDR_NEWTYPE,
 RUNTIME_CLASS(CNewDoc),
 RUNTIME_CLASS(CMDIChildWnd), // use directly
 RUNTIME_CLASS(CEditView));
 AddDocTemplate(pDocTemplate);
 ...
}

```

*CMultiDocTemplate* 的第一个参数 (resource ID) 也不能再延用 Graph 文件类型所使用的 *IDR\_GRAPHTYPE* 了。要知道, 这个 ID 值关系非常重大。我们得自行设计一套适用于 NewDoc 文件类型的 UI 系统出来 (包括菜单、工具栏、文件存取对话框的内容、文件图标、窗口标题... )。

怎么做? 第 7 章的深入讨论将在此开花结果! 请务必回头复习复习「Document Template 的意义」一节, 我将直接动作, 不再多做说明。

## 新的 UI 系统

下面就是为了这新的 NewDoc 文件型态所对应的 UI 系统, 新添的文件内容 (没有什么好工具可以帮忙, 一般文字编辑器的 copy/paste 最快) :

```

// in RESOURCE.H
#define IDD_ABOUTBOX 100
#define IDR_MAINFRAME 128
#define IDR_GRAPHTYPE 129
#define IDR_NEWTYPE 130
...

// in GRAPH.RC
IDR_NEWTYPE ICON DISCARDABLE "res\\NewDoc.ico" // 此 icon 需自行备妥

IDR_NEWTYPE MENU PRELOAD DISCARDABLE
BEGIN
 POPUP "&File"
 BEGIN

```

```

 MENUITEM "&New\tCtrl+N", ID_FILE_NEW
 MENUITEM "&Open...\tCtrl+O", ID_FILE_OPEN
 MENUITEM "&Close", ID_FILE_CLOSE
 MENUITEM "&Save\tCtrl+S", ID_FILE_SAVE
 MENUITEM "Save &As...", ID_FILE_SAVE_AS
 MENUITEM SEPARATOR
 MENUITEM "&Print...\tCtrl+P", ID_FILE_PRINT
 MENUITEM "Print Pre&view", ID_FILE_PRINT_PREVIEW
 MENUITEM "P&rint Setup...", ID_FILE_PRINT_SETUP
 MENUITEM SEPARATOR
 MENUITEM "Recent File", ID_FILE_MRU_FILE1, GRAYED
 MENUITEM SEPARATOR
 MENUITEM "E&xit", ID_APP_EXIT
 END
 POPUP "&Edit"
 BEGIN
 MENUITEM "&Undo\tCtrl+Z", ID_EDIT_UNDO
 MENUITEM SEPARATOR
 MENUITEM "Cu&t\tCtrl+X", ID_EDIT_CUT
 MENUITEM "&Copy\tCtrl+C", ID_EDIT_COPY
 MENUITEM "&Paste\tCtrl+V", ID_EDIT_PASTE
 END
 POPUP "&View"
 BEGIN
 MENUITEM "&Toolbar", ID_VIEW_TOOLBAR
 MENUITEM "&Status Bar", ID_VIEW_STATUS_BAR
 END
 POPUP "&Window"
 BEGIN
 MENUITEM "&New Window", ID_WINDOW_NEW
 MENUITEM "&Cascade", ID_WINDOW_CASCADE
 MENUITEM "&Tile", ID_WINDOW_TILE_HORZ
 MENUITEM "&Arrange Icons", ID_WINDOW_ARRANGE
 MENUITEM "S&plit", ID_WINDOW_SPLIT
 END
 POPUP "&Help"
 BEGIN
 MENUITEM "&About Graph...", ID_APP_ABOUT
 END
END

STRINGTABLE PRELOAD DISCARDABLE
BEGIN
 IDR_MAINFRAME "Graph"
 IDR_GRAPHTYPE "Graph\nGraph\nGraph\nGraph Files
 (*.fig)\n.FIG\nGraph.Document\nGraph Document"

```

```
IDR_NEWTYPE "NewDoc\nNewDoc\nNewDoc\nNewDoc Files
(*.txt)\n.TXT\nNewDoc.Document\nNewDoc Document"
END
```

## 新文件的文件读写动作

你大概还没有忘记，第 7 章最后曾经介绍过，当我们在 AppWizard 中选择 *CEditView*（而不是 *CView*）作为我们的 View 类别基础时，AppWizard 会为我们在 *CMyDoc::Serialize* 函数中放入这样的码：

```
void CMyDoc::Serialize(CArchive& ar)
{
 // CEditView contains an edit control which handles all serialization
 ((CEditView*)m_viewList.GetHead()->SerializeRaw(ar);
}
```

当你使用 *CEditView*，编辑器窗口所承载的文字是放在 Edit 控制组件自己的一个内存区块中，而不是切割到 Document 中。所以，文件的文件读写动作只要调用 *CEditView* 的 *SerializeRaw* 函数即可。

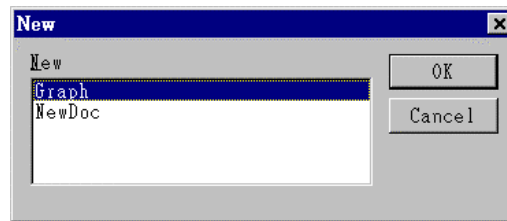
为了这 NewDoc 文件类型能够读写文件，我们也依样画葫芦地把上一段码阴影部份加到 Graph 程序新的 Document 类别去：

```
void CNewDoc::Serialize(CArchive& ar)
{
 if (ar.IsStoring())
 {
 // TODO: add storing code here
 }
 else
 {
 // TODO: add loading code here
 }

 // CEditView contains an edit control which handles all serialization
 ((CEditView*)m_viewList.GetHead()->SerializeRaw(ar);
}
```



現在一切完備，重新編輯聯結並執行。一開始，由於 *InitInstance* 函數會自動為我們 New 一個新文件，而 Graph 程序不知道該 New 哪一種文件類型才好，所以會給我們這樣的對話框：

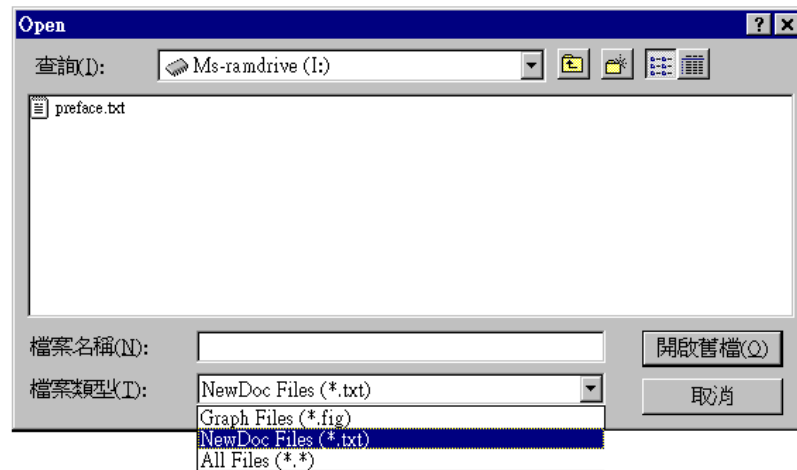


往后每一次選按【File/New】，都會出現上述對話框。

以下是我們打開 Graph 文件和 NewDoc 文件各一份的畫面。注意，當 active 窗口是 NewDoc 文件，工具欄上屬於 Graph 文件所用的最後三個按鈕是不起作用的：



以下是【Open】对话框（用来开档）。注意，文件有.fig 和.txt 和\*. \* 三种选择：



这个新的Graph 版本放在书附光盘片的\GRAPH2.13 目录中。

## MFC 多线程程序设计

### Multi-threaded Programming in MFC

线程 (thread)，是执行线程 (thread of execution) 的简单称呼。"Thread" 这个字的原意是「线」。中文字里头的「线程」也有「线」的意思，所以我采用「线程」、「执行线程」这样的中文名称。如果你曾经看过「多线」这个名词，其实就是本章所谓的「多线程」。

我曾经在第 1 章以三两个小节介绍 Win32 环境下的进程与执行线程观念，并且以程序直接调用 *CreateThread* 的形式，示范了几个 Win32 小例子。现在我要更进一步从操作系统的层面谈谈执行线程的学理基础，然后带引各位看看 MFC 对于「执行线程」支持了什么样的类别。然后，实际写个 MFC 多线程程序。

### 从操作系统层面看执行线程

书籍推荐：如果要从操作系统层面来了解执行线程，Matt Pietrek 的 Windows 95 System Programming SECRETS (Windows 95 系统程序设计大奥秘/侯俊杰译/旗标出版) 无疑是最佳知识来源。Matt 把操作系统核心模块 (KERNEL32.DLL) 中用来维护执行线程生存的数据结构都挖掘出来，非常详尽。这是对执行线程的最基础认识，直达其灵魂深处。

你已经知道，*CreateThread* 可以产生一个执行线程，而「线程」的本身就是 *CreateThread* 第 3 个参数所指定的一个函数（一般我们称之为「执行线程函数」）。这个函数将与目前的「执行事实」同时并行，成为另一个「执行事实」。执行线程函数的执行期，也就是该执行线程的生命期。

操作系统如何造成这种多任务并行的现象？执行线程对于操作系统的意义到底是什么？系统如何维护许多个执行线程？执行线程与其父亲大人（进程）的关系如何维持？CPU 只有一个，执行线程却有好几个，如何摆平优先权与排程问题？这些疑问都可以在下面各节中获得答案。

## 三个观念：模块、进程、执行线程

试着回答这个问题：进程（process）是什么？给你一分钟时间。

z z z Z Z ...

你的回答可能是：『一个可执行档执行起来，就是一个进程』。唔，也不能算错。但不能有更具体的答案？再问你一个问题：模块（module）是什么？可能你的回答还是：『一个可执行档执行起来，就是一个模块』。这也不能够算错。但是你明明知道，模块不等于进程。KERNEL32 DLL 是一个模块，但不是一个进程；Scribble EXE 是一个模块，也是一个进程。

我们需要更具体的资料，更精准的答案。

如果我们能够知道操作系统如何看待模块和进程，就能够给出具体的答案了。一段可执行的程序（包括 EXE 和 DLL），其程序代码、资料、资源被加载到内存中，由系统建置一个数据结构来管理它，就是一个模块。这里所说的数据结构，名为 Module Database（MDB），其实就是 PE 格式中的 PE 表头，你可以从 WINNT.H 档中找到一个 *IMAGE\_NT\_HEADER* 结构，就是它。

好，解释了模块，那么进程是什么？这就比较抽象一点了。这样说，进程就是一大堆拥有权（ownership）的集合。进程拥有地址空间（由memory context 决定）、动态配置而来的内存、文件、执行线程、一系列的模块。操作系统使用一个所谓的Process Database（PDB）数据结构，来记录（管理）它所拥有的一切。

执行线程呢？执行线程是什么？进程主要表达「拥有权」的观念，执行线程则主要表达模块中的程序代码的「执行事实」。系统也是以一个特定的数据结构（Thread Database，TDB）记录执行线程的所有相关资料，包括执行线程区域储存空间（Thread Local Storage，TLS）、讯息队列、handle 表格、地址空间（Memory Context）等等。

最初，进程是以一个执行线程（称为主执行线程，primary thread）做为开始。如果需要，线程可以产生更多的执行线程（利用`CreateThread`），让CPU 在同一时间执行不同段落的码。当然，我们都知道，在只有一颗CPU 的情况下，不可能真正有多任务的情况发生，「多个执行线程同时工作」的幻觉主要是靠排程器来完成-- 它以一个硬件定时器和一组复杂的游戏规则，在不同的执行线程之间做快速切换动作。以Windows 95 和Windows NT 而言，在非特殊的情况下，每个执行线程被CPU 照顾的时间（所谓的timeslice）是20 个milliseconds。

如果你有一部多CPU 计算机，又使用一套支持多CPU 的操作系统（如Windows NT），那么一个CPU 就可以分配到一个执行线程，真正做到实实在在的多任务。这种操作系统特性称为symmetric multiprocessing（SMP）。Windows 95 没有SMP 性质，所以即使多CPU 计算机上跑，也无法发挥其应有的高效能。

图14-1 表现出一个进程（PDB）如何透过「MODREF 串行」连接到其所使用的所有模组。图14-2 表现出一个模块数据结构（MDB）的细部内容，最后的`DataDirectory[16]` 记录着16 个特定节区（sections）的地址，这些sections 包括程序代码、资料、资源。图14-3 表现出一个执行线程数据结构（PDB）的细部内容。

当Windows 加载器将程序加载内存中，KERNEL32 挖出一些内存，构造出一个 PDB、一个TDB、一个以上的MDBs（视此程序使用到多少DLL 而定）。针对TDB，操作系统又要产生出memory context（就是在操作系统书籍中提到的那些所谓page tables）、消息队列、handle 表格、环境数据结构（EDB）…。当这些系统内部数据结构都构造完毕，指令指位器（Instruction Pointer）移到程序的进入点，才开始程序的执行。

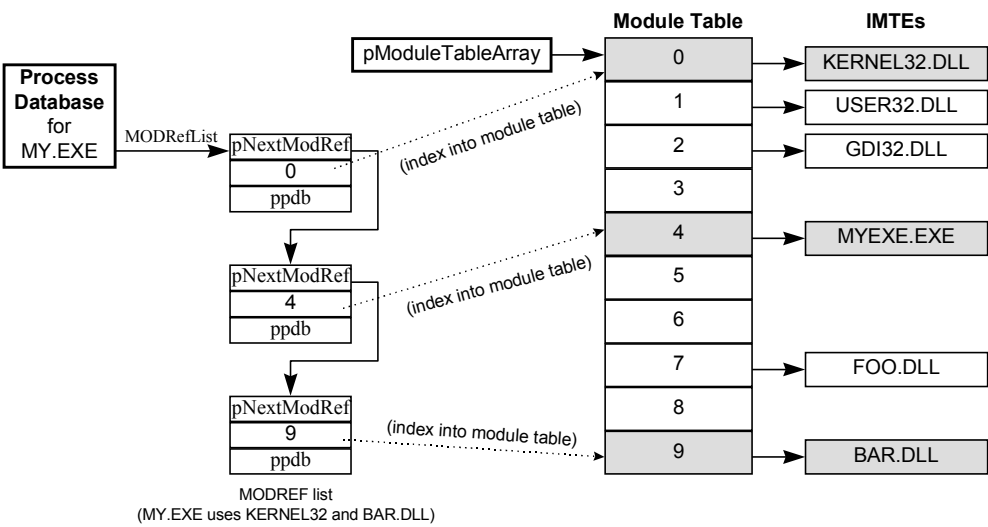


图14-1 进程（PDB）透过「MODREF 串行」连接到其所使用的所有模块

执行线程优先权 (Priority)

我想我们现在已经能够用很具体的形象去看所谓的进程、模块、执行线程了。「执行事实」发生在执行线程身上，而不在进程身上。也就是说，CPU 排程单位是执行线程而非进程。排程器据以排序的，是每个执行线程的优先权。

优先权的设定分为两个阶段。我已经在第 1 章介绍过。执行线程的「父亲大人」（进程）

拥有所谓的优先权等级 (priority class, 图1-7), 可以在 *CreateProcess* 的参数中设定。执行线程基本上继承自其「父亲大人」的优先权等级, 然后再加上 *CreateThread* 参数中的微调差额 (-2~+2)。获得的结果 (图1-8) 便是执行线程的所谓base priority, 范围从0~31 数值愈高优先权愈高。::*SetThreadPriority* 是调整优先权的工具, 它所指定的也是微调差额 (-2~+2)。

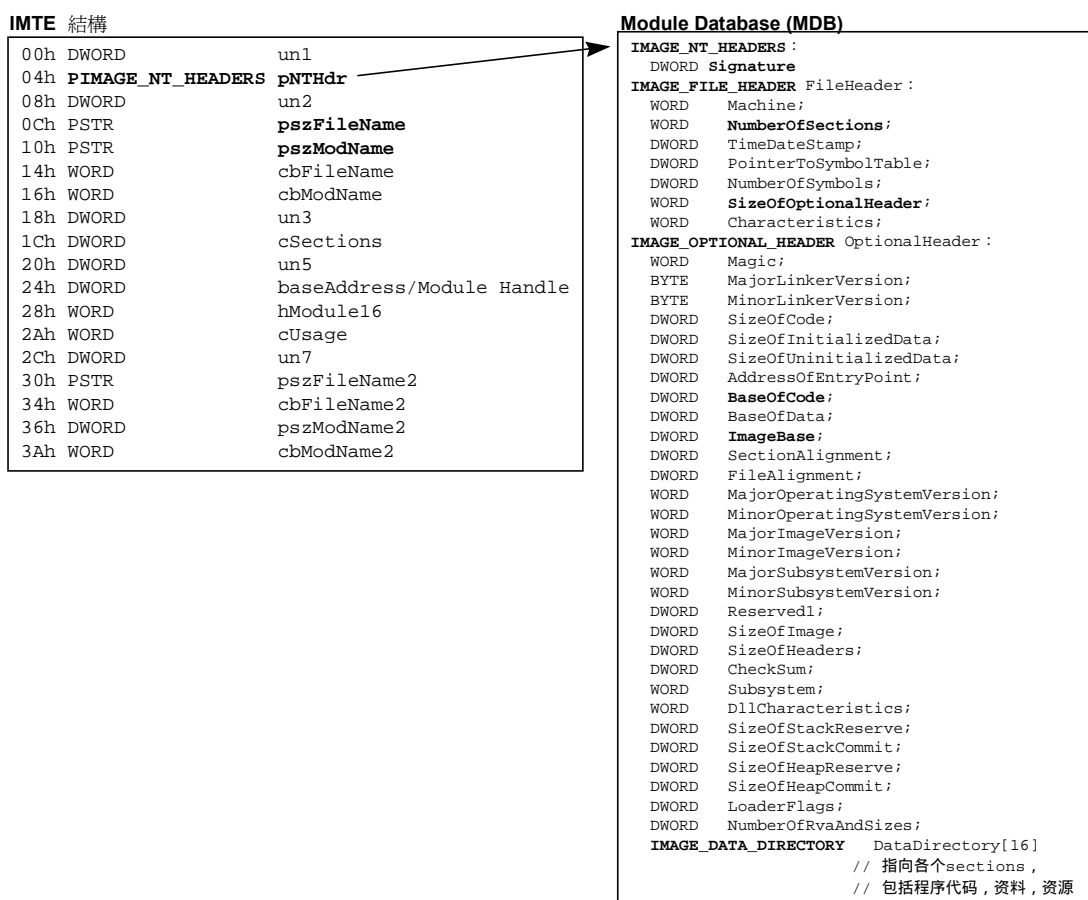


图14-2 模块数据结构MDB 的细部内容 ( 资料整理自 *Windows 95 System*

*Programming SECRETS*, Matt Pietrek, IDG Books )

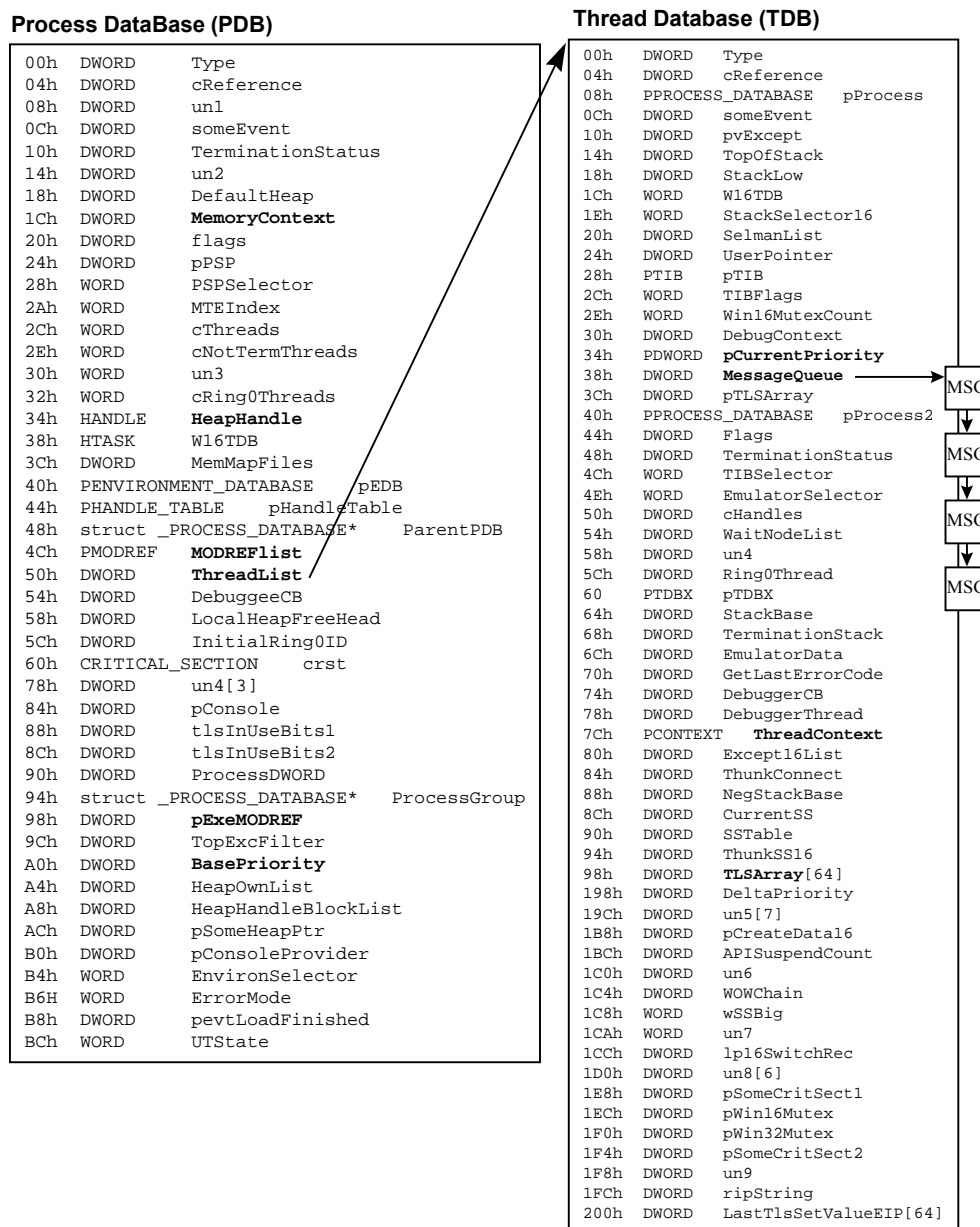


图14-3 执行线程数据结构 (PDB) 的细部内容 (资料整理自 Windows 95

System Programming SECRETS, Matt Pietrek, IDG Books)



## 执行线程排程(Scheduling)

排程器挑选「下一个获得CPU时间的执行线程」的唯一依据就是：执行线程优先权。如果所有等待被执行的执行线程中，有一个是优先权16，其它所有执行线程都是优先权15（或更低），那么优先权16者便是下一个夺标者。如果执行线程A和B同为优先权16，排程器会挑选等待比较久的那个（假设为执行线程A）。当A的时间切片（timeslice）终了，如果B以外的其它执行线程的优先权仍维持在15（以下），执行线程B就会获得执行权。

「如果B以外的其它执行线程的优先权仍维持在15（以下）...」，唔，这听起来仿佛优先权会变动似的。的确是。为了避免朱门酒肉臭、路有冻死骨的不公平情况发生，排程器会弹性调整执行线程优先权，以强化系统的反应能力，并且避免任何一个执行线程一直未能接受CPU的润泽。一般的执行线程优先权是7，如果它被切换到前景，排程系统可能暂时地把它调到8或9或更高。对于那些有着输入消息等待被处理的执行线程，排程系统也会暂时调高其优先权。

对于那些优先权本来就高的执行线程，也并不是有永久的保障权利。别忘了Windows毕竟是个消息驱动系统，如果某个执行线程调用`::GetMessage`而其消息队列却是空的，这个执行线程便被冻结，直到再有消息进来为止。冻结的意思就是不管你的优先权有多高，暂时退出排班行列。执行线程也可能被以`::SuspendThread`强制冻结住（`::ResumeThread`可以解除冻结）。

会被冻结，表示这个执行线程「要去抓取消息，而执行线程所附带的消息队列中却没有消息」。如果一个执行线程完全和UI无关呢？是否它就没有消息队列？倒不是，但它的程序代码中没有消息循环倒是事实。是的，这种执行线程称为worker thread。正因它不可能被冻结，所以它绝对不受Win16Mutex或其它因素而影响其强制性多任务性质，及其优先权。

## Thread Context

Context一词，我不知道有没有什么好译名，姑且就用原文吧。它的直接意思是「前后关系、脉络；环境、背景」。所以我们可以说Thread Context是构成执行线程的「背景」。

那是指什么呢？狭义来讲是指一组缓存器值（包括指令指位器IP）。因为执行线程常常会被暂停，被要求把CPU 拥有权让出来，所以它必须将暂停之前一刻的状态统统记录下来，以备将来还可以恢复。

你可以在WINNT.H 中找到一个CONTEXT 数据结构，它可以用来储存Thread Context。::GetThreadContext 和::SetThreadContext 可以取得和设定某个执行线程的context，因而改变该执行线程的状态。这已经是非常低阶的行为了。Matt Pietrek 在其Windows 95 System Programming SECRETS 一书第10 章，写了一个Win32 API Spy 程式，就充份运用了这两个函数。

我想我们在操作系统层面上的执行线程学理基础已经足够了，现在让我们看看比较实际一点的东西。

## 从程序设计层面看执行线程

书籍推荐：如果要从程序设计层面来了解执行线程，Jim Beveridge 和Robert Wiener 合着的Multithreading Applications in Win32（Win32 多线程程序设计/侯俊杰译/ 峰出版）是很值得推荐的一份知识来源。这本书介绍执行线程的学理观念、程序方法、同步控制、资料一致性的保持、C runtime library的多线程版本、C++ 的多线程程序方法、MFC 中的多线程程序方法、除错、进程通讯（IPC）、DLLs...，以及约50 页的实际应用。

书籍推荐：Jeffrey Richter 的Advanced Windows 在进程与执行线程的介绍上（第2 章和第3 章），也有非常好的表现。他的切入方式是详细而深入地叙述相关Win32 API 的规格与用法。并举实例左证。

如何产生执行线程？我想各位都知道了，::CreateThread 可以办到。图14-4 是与执行线程有关的Win32 API。

| 与执行线程有关的Win32 API      | 功能                               |
|------------------------|----------------------------------|
| AttachThreadInput      | 将某个执行线程的输入导向另一个执行线程              |
| CreateThread           | 产生一个执行线程                         |
| ExitThread             | 结束一个执行线程                         |
| GetCurrentThread       | 取得目前执行线程的handle                  |
| GetCurrentThreadId     | 取得目前执行线程的ID                      |
| GetExitCodeThread      | 取得某一执行线程的结束代码（可用以决定执行线程是否已结束）    |
| GetPriorityClass       | 取得某一进程的优先权等级                     |
| GetQueueStatus         | 传回某一执行线程的消息队列状态                  |
| GetThreadContext       | 取得某一执行线程的context                 |
| GetThreadDesktop       | 取得某一执行线程的desktop 对象              |
| GetThreadPriority      | 取得某一执行线程的优先权                     |
| GetThreadSelectorEntry | 除错器专用，传回指定之执行线程的某个selector 的     |
| LDT                    | 记录项                              |
| ResumeThread           | 将某个冻结的执行线程恢复执行                   |
| SetPriorityClass       | 设定优先权等级                          |
| SetThreadPriority      | 设定执行线程的优先权                       |
| Sleep                  | 将某个执行线程暂时冻结。其它执行线程将获得执行权。        |
| SuspendThread          | 冻结某个执行线程                         |
| TerminateThread        | 结束某个执行线程                         |
| TlsAlloc               | 配置一个TLS（Thread Local Storage）    |
| TlsFree                | 释放一个TLS（Thread Local Storage）    |
| TlsGetValue            | 取得某个TLS（Thread Local Storage）的内容 |
| TlsSetValue            | 设定某个TLS（Thread Local Storage）的内容 |
| WaitForInputIdle       | 等待，直到不再有输入消息进入某个执行线程中            |

图14-4 与执行线程有关的win32 API 函数

注意，多执行线程并不能让程序执行得比较快（除非是在多CPU 机器上，并且使用支持 symmetric multiprocessing 的操作系统），只是能够让程序比较「有反应」。试想某个程式在某个菜单项目被按下后要做一个小时的运算工作，如果这份工作在主执行线程中做，而且没有利用 *PeekMessage* 的技巧时时观看消息队列的内容并处理之，那么这一个小时内这个程序的使用者接口可以说是被冻结住了，将毫无反应。但如果沉重的运算工作是由另一个执行线程来负责，使用者接口将依然灵活，不受影响。

## Worker Threads 和 UI Threads

从Windows 操作系统的角度来看，执行线程就是执行线程，并未再有什么分类。但从MFC 的角度看，则把执行线程划分为和使用者接口无关的worker threads，以及和使用者接口（UI）有关的UI threads。

基本上，当我们以 *::CreateThread* 产生一个执行线程，并指定一个执行线程函数，它就是一个worker thread，除非在它的生命中接触到了输入消息-- 这时候它应该有一个消息回路，以抓取消息，于是该执行线程摇身一变而为UI thread。

注意，执行线程本来就带有消息队列，请看图14-3 的TDB 结构。而如果执行线程程序代码中带有消息循环，就称为UI thread。

## 错误观念

我记得曾经在微软的技术文件中，也曾经在微软的范例程序中，看到他们鼓励这样的作法：为程序中的每一个窗口产生一个执行线程，负责窗口行为。这种错误的示范尤其存在于MDI 程序中。是的，早期我也沾沾自喜地为MDI 程序的每一个子窗口设计一个执行线程。基本上这是错误的行为，要付出昂贵的代价。因为子窗口一切换，上述作法会导至执行线程也切换，而这却要花费大量的系统资源。比较好的作法是把所有UI（User Interface）动作都集中在主执行线程中，其它的「纯种运算工作」才考虑交给worker threads 去做。

## 正确态度

什么是使用多执行线程的好时机呢？如果你的程序有许多事要忙，但是你还要随时保持注意某些外部事件（可能来自硬件或来自使用者），这时就适合使用多执行线程来帮忙。

以通讯程序为例。你可以让主执行线程负责使用者接口，并保持中枢的地位。而以一个分离的执行线程处理通讯端口，

## MFC 多线程程序设计

我已经在第 1 章以一个小节介绍了 Win32 多线程程序的写法，并给了一个小范例 MltiThrd。这一节，我要介绍 MFC 多线程程序的写法。

### 探索 CWinThread

就像 *CWinApp* 对象代表一个程序本身一样，*CWinThread* 对象代表一个执行线程本身。这个 MFC 类别我们曾经看过，第 6 章讲「MFC 程序的生死因果」时，讲到「*CWinApp::Run* - 程序生命的活水源头」，曾经追踪过 *CWinApp::Run* 的源头 *CWinThread::Run*（里面有一个消息循环）。可见程序的「执行事实」系发生在 *CWinThread* 对象身上，而 *CWinThread* 对象必须要（必然会）产生一个执行线程。

我希望「*CWinThread* 对象必须要（必然会）产生一个执行线程」这句话不会引起你的误会，以为程序在 application object（*CWinApp* 对象）的构造式必然有个动作最终调用到 *CreateThread* 或 *\_beginthreadex*。不，不是这样。想想看，当你的 Win32 程序执行起来，你的程序并没有调用 *CreateProcess* 为自己做出代表自己的那个进程，也没有调用 *CreateThread* 为自己做出代表自己的主执行线程（primary thread）的那个执行线程。为你的程序产生第一个进程和执行线程，是系统加载器以及核心模块（*KERNEL32*）合作的结果。

所以，再次循着第 6 章一步步剖析的步骤，MFC 程序的第一个动作是 *CWinApp::CWinApp*（比 *WinMain* 还早），在那里没有「产生执行线程」的动作，而是已经开始在收集执行线程

的相关信息了：

```
// in MFC 4.2 APPCORE.CPP
CWinApp::CWinApp(LPCTSTR lpszAppName)
{
 ...
 // initialize CWinThread state
 AFX_MODULE_STATE* pModuleState = _AFX_CMDTARGET_GETSTATE();
 AFX_MODULE_THREAD_STATE* pThreadState = pModuleState->m_thread;
 ASSERT(AfxGetThread() == NULL);
 pThreadState->m_pCurrentWinThread = this;
 ASSERT(AfxGetThread() == this);
 m_hThread = ::GetCurrentThread();
 m_nThreadID = ::GetCurrentThreadId();
 ...
}
```

虽然MFC 程序只会有一个 *CWinApp* 对象，而 *CWinApp* 衍生自 *CWinThread*，但并不是说一个MFC 程序只能有一个 *CWinThread* 对象。每当你需要一个额外的执行线程，不应该在MFC 程序中直接调用 *::CreateThread* 或 *\_beginthreadex*，应该先产生一个 *CWinThread* 对象，再调用其成员函数 *CreateThread* 或全域函数 *AfxBeginThread* 将执行线程产生出来。当然，现在你必然已经可以推测到，*CWinThread::CreateThread* 或 *AfxBeginThread* 内部调用了 *::CreateThread* 或 *\_beginthreadex*（事实上答案是 *\_beginthreadex*）。

这看起来颇有值得商议之处：为什么 *CWinThread* 构造式不帮我们调用 *AfxBeginThread* 呢？似乎 *CWinThread* 为德不卒。

图14-5 就是 *CWinThread* 的相关源代码。

```
#0001 // in MFC 4.2 THRD CORE.CPP
#0002 CWinThread::CWinThread(AFX_THREADPROC pfnThreadProc, LPVOID pParam)
#0003 {
#0004 m_pfnThreadProc = pfnThreadProc;
#0005 m_pThreadParams = pParam;
#0006
#0007 CommonConstruct();
#0008 }
#0009
#0010 CWinThread::CWinThread()
#0011 {
#0012 m_pThreadParams = NULL;
#0013 m_pfnThreadProc = NULL;
#0014
#0015 CommonConstruct();
#0016 }
#0017
#0018 void CWinThread::CommonConstruct()
#0019 {
#0020 m_pMainWnd = NULL;
#0021 m_pActiveWnd = NULL;
#0022
#0023 // no HTHREAD until it is created
#0024 m_hThread = NULL;
#0025 m_nThreadID = 0;
#0026
#0027 // initialize message pump
#0028 #ifdef _DEBUG
#0029 m_nDisablePumpCount = 0;
#0030 #endif
#0031 m_msgCur.message = WM_NULL;
#0032 m_nMsgLast = WM_NULL;
#0033 ::GetCursorPos(&m_ptCursorLast);
#0034
#0035 // most threads are deleted when not needed
#0036 m_bAutoDelete = TRUE;
#0037
#0038 // initialize OLE state
#0039 m_pMessageFilter = NULL;
#0040 m_lpfnOleTermOrFreeLib = NULL;
#0041 }
#0042
#0043 CWinThread* AFXAPI AfxBeginThread(AFX_THREADPROC pfnThreadProc, LPVOID pParam,
#0044 int nPriority, UINT nStackSize, DWORD dwCreateFlags,
#0045 LPSECURITY_ATTRIBUTES lpSecurityAttrs)
#0046 {
```

```
#0047 CWinThread* pThread = DEBUG_NEW CWinThread(pfnThreadProc, pParam);
#0048
#0049 if (!pThread->CreateThread(dwCreateFlags|CREATE_SUSPENDED, nStackSize,
#0050 lpSecurityAttrs))
#0051 {
#0052 pThread->Delete();
#0053 return NULL;
#0054 }
#0055 VERIFY(pThread->SetThreadPriority(nPriority));
#0056 if (!(dwCreateFlags & CREATE_SUSPENDED))
#0057 VERIFY(pThread->ResumeThread() != (DWORD)-1);
#0058
#0059 return pThread;
#0060 }
#0061
#0062 CWinThread* AFXAPI AfxBeginThread(CRuntimeClass* pThreadClass,
#0063 int nPriority, UINT nStackSize, DWORD dwCreateFlags,
#0064 LPSECURITY_ATTRIBUTES lpSecurityAttrs)
#0065 {
#0066 ASSERT(pThreadClass != NULL);
#0067 ASSERT(pThreadClass->IsDerivedFrom(RUNTIME_CLASS(CWinThread)));
#0068
#0069 CWinThread* pThread = (CWinThread*)pThreadClass->CreateObject();
#0070
#0071 pThread->m_pThreadParams = NULL;
#0072 if (!pThread->CreateThread(dwCreateFlags|CREATE_SUSPENDED, nStackSize,
#0073 lpSecurityAttrs))
#0074 {
#0075 pThread->Delete();
#0076 return NULL;
#0077 }
#0078 VERIFY(pThread->SetThreadPriority(nPriority));
#0079 if (!(dwCreateFlags & CREATE_SUSPENDED))
#0080 VERIFY(pThread->ResumeThread() != (DWORD)-1);
#0081
#0082 return pThread;
#0083 }
#0084
#0085 BOOL CWinThread::CreateThread(DWORD dwCreateFlags, UINT nStackSize,
#0086 LPSECURITY_ATTRIBUTES lpSecurityAttrs)
#0087 {
#0088 // setup startup structure for thread initialization
#0089 _AFX_THREAD_STARTUP startup; memset(&startup, 0, sizeof(startup));
#0090 startup.pThreadState = AfxGetThreadState();
#0091 startup.pThread = this;
#0092 startup.hEvent = ::CreateEvent(NULL, TRUE, FALSE, NULL);
```



```

#0093 startup.hEvent2 = ::CreateEvent(NULL, TRUE, FALSE, NULL);
#0094 startup.dwCreateFlags = dwCreateFlags;
#0095 ...
#0096 // create the thread (it may or may not start to run)
#0097 m_hThread = (HANDLE)_beginthreadex(lpSecurityAttrs, nStackSize,
#0098 &_AfxThreadEntry, &startup, dwCreateFlags | CREATE_SUSPENDED, (UINT*)&m_nThreadID);
#0099 ...
#0100 }

```

图14-5 CWinThread 的相关源代码

产生执行线程，为什么不直接用 `::CreateThread` 或 `_beginthreadex`？为什么要透过 `CWinThread` 对象？我想你可以轻易从 MFC 源代码中看出，因为 `CWinThread::CreateThread` 和 `AfxBeginThread` 不只是 `::CreateThread` 的一层包装，更做了一些 application framework 所需的内部数据初始化工作，并确保使用正确的 C runtime library 版本。源代码中有：

```

#ifdef _MT
 ... // 做些设定工作，不产生执行线程，回返。
#else
 ... // 真正产生执行线程，回返。
#endif // !_MT

```

的动作，只是被我删去未列出而已。

接下来我要把 worker thread 和 UI thread 的产生步骤做个整理。它们都需要调用 `AfxBeginThread` 以产生一个 `CWinThread` 对象，但如果要产生一个 UI thread，你还必须先定义一个 `CWinThread` 衍生类别。

## 产生一个 Worker Thread

Worker thread 不牵扯使用者接口。你应该为它准备一个执行线程函数，然后调用 `AfxBeginThread`：

```

CWinThread* pThread = AfxBeginThread(ThreadFunc, &Param);
...
UINT ThreadFunc (LPVOID pParam)
{
 ...
}

```

*AfxBeginThread* 事实上一共可以接受六个参数，分别是：

```

CWinThread* AFXAPI AfxBeginThread(AFX_THREADPROC pfnThreadProc,
 LPVOID pParam,
 int nPriority = THREAD_PRIORITY_NORMAL,
 UINT nStackSize = 0,
 DWORD dwCreateFlags = 0,
 LPSECURITY_ATTRIBUTES lpSecurityAttrs = NULL);

```

参数一 *pfnThreadProc* 表示执行线程函数。参数二 *pParam* 表示要传给执行线程函数的参数。参数三 *nPriority* 表示优先权的微调值，预设为 *THREAD\_PRIORITY\_NORMAL*，也就是没有微调。参数四 *nStackSize* 表示堆栈的大小，默认值 0 则表示堆栈最大容量为 1MB。参数五 *dwCreateFlags* 如果为默认值 0，就表示执行线程产生后立刻开始执行；如果其值为 *CREATE\_SUSPENDED*，就表示执行线程产生后先暂停执行。之后你可以使用 *CWinThread::ResumeThread* 重新执行它。参数六 *lpSecurityAttrs* 代表新执行线程的安全防护属性。默认值 *NULL* 表示此一属性与其产生者（也是个执行线程）的属性相同。

在这里我们遭遇到一个困扰。执行线程函数是由系统调用的，也就是个 callback 函数，不容许有 *this* 指针参数。所以任何一般的 C++ 类别成员函数都不能够拿来当做执行线程函数。它必须是个全域函数，或是个 C++ 类别的 static 成员函数。其原因我已经在第 6 章的「Callback 函数」一节中描述过了，而采用全域函数或是 C++ static 成员函数，其间的优劣因素我也已经在该节讨论过。

执行线程函数的类型 *AFX\_THREADPROC* 定义于 *AFXWIN.H* 之中：

```

// in AFXWIN.H
typedef UINT (AFX_CDECL *AFX_THREADPROC)(LPVOID);

```

所以你应该把本身的执行线程函数声明如下（其中的 *pParam* 是个指针，在实用上可以指向程序员自定的数据结构）：

```

UINT ThreadFunc (LPVOID pParam);

```

否则，编译时会获得这样的错误消息：

```
error C2665: 'AfxBeginThread' : none of the 2 overloads can convert
parameter 1 from type 'void (unsigned long *)'
```

有时候我们会让不同的执行线程使用相同的执行线程函数，这时候你就得特别注意到执行线程函数使用全域变量或静态变量时，数据共享所引发的严重性（有好有坏）。至于放置在堆栈中的变量或对象，都不会有问题，因为每一个执行线程自有一个堆栈。

## 产生一个UI Thread

UI thread 可不能够光由一个执行线程函数来代表，因为它要处理消息，它需要一个消息回路。好得很，*CWinThread::Run* 里头就有一个消息循环。所以，我们应该先从 *CWinThread* 衍生一个自己的类别，再调用 *AfxBeginThread* 产生一个 *CWinThread* 对象：

```
class CMyThread : public CWinThread
{
 DECLARE_DYNCREATE(CMyThread)

public:
 void BOOL InitInstance();
};

IMPLEMENT_DYNCREATE(CMyThread, CWinThread)

BOOL CMyThread::InitInstance()
{
 ...
}
```

```
CWinThread *pThread = AfxBeginThread(RUNTIME_CLASS(CMyThread));
```

我想你对 *RUNTIME\_CLASS* 宏已经不陌生了，第 3 章和第 8 章都有这个宏的源代码展现以及意义解释。*AfxBeginThread* 是上一小节同名函数的一个 overloaded 函数，一共可以接受五个参数，分别是：

```
CWinThread* AFXAPI AfxBeginThread(CRuntimeClass* pThreadClass,
 int nPriority = THREAD_PRIORITY_NORMAL,
 UINT nStackSize = 0,
 DWORD dwCreateFlags = 0,
 LPSECURITY_ATTRIBUTES lpSecurityAttrs = NULL);
```

最后四个参数的意义和默认值比上一节同名函数相同，但是少接受一个LPVOID pParam 参数。

你可以在AFXWIN.H 中找到CWinThread 的定义：

```
class CWinThread : public CCmdTarget
{
 DECLARE_DYNAMIC(CWinThread)

 BOOL CreateThread(DWORD dwCreateFlags = 0, UINT nStackSize = 0,
 LPSECURITY_ATTRIBUTES lpSecurityAttrs = NULL);
 ...
 int GetThreadPriority();
 BOOL SetThreadPriority(int nPriority);
 DWORD SuspendThread();
 DWORD ResumeThread();
 BOOL PostThreadMessage(UINT message, WPARAM wParam, LPARAM lParam);
 ...
};
```

其中有许多成员函数和图14-4 中的Win32 API 函数有关。在CWinThread 的成员函数中，有五个函数只是非常单纯的Win32 API 的包装而已，它们被定义于AFXWIN2.INL 文件中：

```
// in AFXWIN2.INL
// CWinThread
_AFXWIN_INLINE BOOL CWinThread::SetThreadPriority(int nPriority)
{ ASSERT(m_hThread != NULL); return ::SetThreadPriority(m_hThread, nPriority); }
_AFXWIN_INLINE int CWinThread::GetThreadPriority()
{ ASSERT(m_hThread != NULL); return ::GetThreadPriority(m_hThread); }
_AFXWIN_INLINE DWORD CWinThread::ResumeThread()
{ ASSERT(m_hThread != NULL); return ::ResumeThread(m_hThread); }
_AFXWIN_INLINE DWORD CWinThread::SuspendThread()
{ ASSERT(m_hThread != NULL); return ::SuspendThread(m_hThread); }
_AFXWIN_INLINE BOOL CWinThread::PostThreadMessage(UINT message, WPARAM wParam, LPARAM lParam)
{ ASSERT(m_hThread != NULL); return ::PostThreadMessage(m_nThreadID, message, wParam, lParam); }
```

## 执行线程的结束

既然worker thread 的生命就是执行线程函数本身，函数一旦return，执行线程也就结束了，自然得很。或者执行线程函数也可以调用*AfxEndThread*，结束一个执行线程。

UI 执行线程因为有消息循环的关系，必须在消息队列中放一个*WM\_QUIT*，才能结束执行线程。放置的方式和一般Win32 程序一样，调用*::PostQuitMessage* 即可办到。亦或者，在执行线程的任何一个函数中调用*AfxEndThread*，也可以结束执行线程。

*AfxEndThread* 其实也是个外包装，其内部调用*\_endthreadex*，这个动作才真正把执行线程结束掉。

别忘了，不论worker thread 或UI thread，都需要一个*CWinThread* 对象，当执行线程结束，记得把该对象释放掉（利用*delete*）。

## 执行线程与同步控制

看起来执行线程的诞生与结束，以及对它的优先权设定、冻结、重新激活，都很容易。但是我必须警告你，多线程程序的设计成功关键并不在此。如果你的每一个执行线程都非常独立，彼此没有干联，也就罢了。但如果许多个执行线程互有关联呢？有经验的人说多线程程式设计有多复杂多困难，他们说的并不是执行线程本身，而是指执行线程与执行线程之间的同步控制。

原因在于，没有人能够预期执行线程的被执行。在一个合作型多任务系统中（例如Windows 3.x），操作系统必须得到程序的允许才能够改变执行线程。但是在强制性多任务系统中（如Win95 或WinNT），控制权被排程器强制移转，也因此两个执行线程之间的执行次序变得不可预期。这不可预期性造成了所谓的race conditions。

假设你正在一个文件服务器中编辑一串电话号码。文件打开来内容如下：

```
Charley 572-7993
Graffie 573-3976
Dennis 571-4219
```

现在你打算为Sue 加上一笔新资料。正当你输入Sue 电话号码的时候，另一个人也打开文件并输入另一笔有关于Jason 的资料。最后你们两人也都做了存盘动作。谁的资料会留下来？答案是比较晚存盘的那个人，而前一个人的输入会被覆盖掉。这两个人面临的的就是race condition。

再举一个例子。你的程序产生两个执行线程，A 和 B。执行线程 B 的任务是设定全域变量 X。执行线程 A 则要去读取 X。假设执行线程 B 先完成其工作，设定了 X，然后执行线程 A 才执行，读取 X，这是一种好的情况，如图14-6a。但如果执行线程 A 先执行起来并读取全域变量 X，它会读到一个不适当的值，因为执行线程 B 还没有完成其工作并设定适当的 X。如图 14-6b。这也是race condition。

另一种执行线程所造成的可能问题是：死结（deadlock）。图14-7 可以说明这种情况。

图14-6a race condition (good)

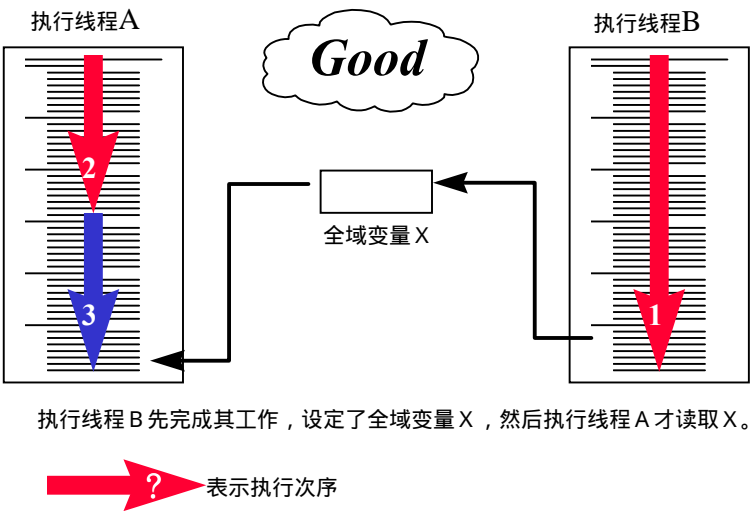


图 14-6a race condition (good)

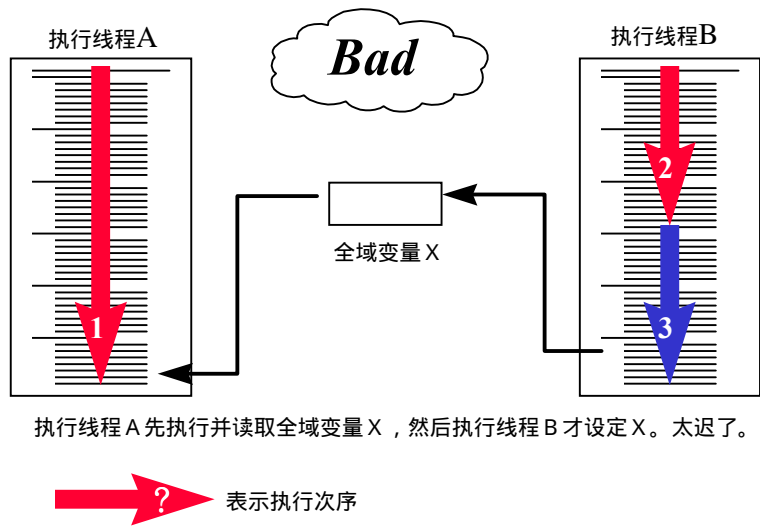


圖 14-6b race condition ( bad )

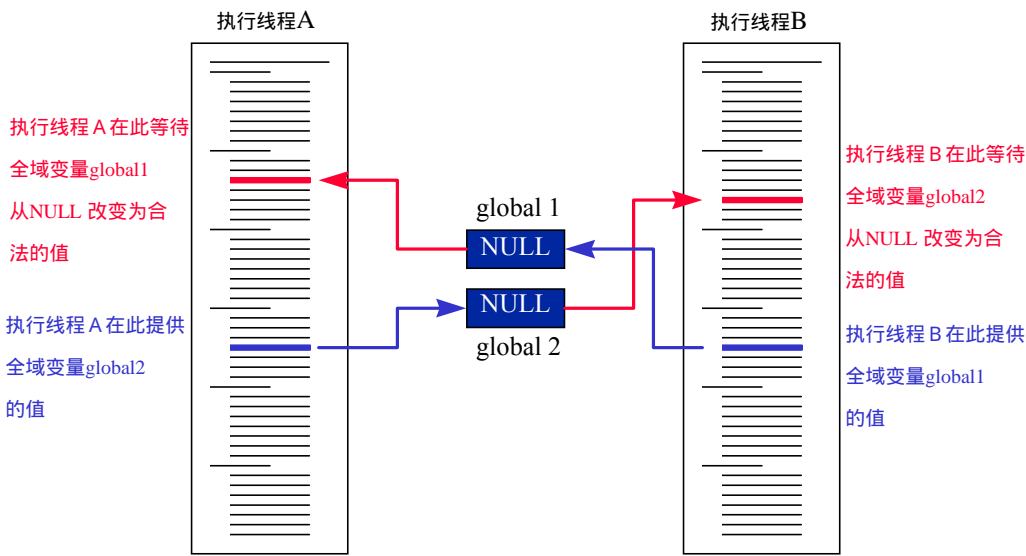


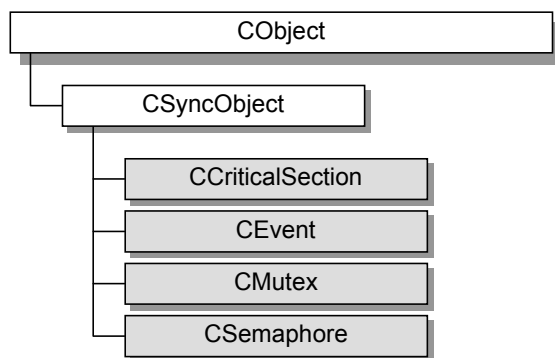
圖14-7 死結 ( deadlock )

要解决这些问题，必须有办法协调各个执行线程的执行次序，让某个线程等待某个线程。

Windows 系统提供四种同步化机制，帮助程序进行这种工作：

1. Critical Section（关键区域）
2. Semaphore（号志）
3. Event（事件）
4. Mutex（Mutual Exclusive，互斥器）

MFC 也提供了四个对应的类别：



一想到本书的厚度，我就打消介绍同步机制的念头了。你可以在许多 Visual C++ 或 MFC 程序设计书籍中得到这个主题的知识。

## MFC 多线程程序实例

我将在此示范如何把第 1 章最后的一个 Win32 多线程程序 `MltiThrd` 改装为 MFC 程序。我只示范主架构（与 `CWinThread`、`AfxBeginThread`、`ThreadFunc` 有关的部份），程序绘图部份留给您做练习。



首先我利用MFC AppWizard 产生一个Mltithrd 项目，放在书附盘片的Mltithrd.14 子目录中，并接受MFC AppWizard 的所有预设选项。

接下来我在resource.h 中加上一些定义，做为执行线程函数的参数，以便在绘图时能够把代表各执行线程的各个长方形涂上不同的颜色：

```
#define HIGHEST_THREAD 0x00
#define ABOVE_AVE_THREAD 0x3F
#define NORMAL_THREAD 0x7F
#define BELOW_AVE_THREAD 0xBF
#define LOWEST_THREAD 0xFF
```

然后我在Mltithrd.cpp 中加上一些全域变量（你也可以把它们放在C*MltithrdApp* 之中。我只是为了图个方便）：

```
CMltithrdApp theApp;
CWinThread* _pThread[5];
DWORD _ThreadArg[5] = { HIGHEST_THREAD, // 0x00
 ABOVE_AVE_THREAD, // 0x3F
 NORMAL_THREAD, // 0x7F
 BELOW_AVE_THREAD, // 0xBF
 LOWEST_THREAD // 0xFF
 }; // 用来调整四方形颜色
```

然后在C*MltithrdApp::InitInstance* 函数最后面加上一些码：

```
// create 5 threads and suspend them
int i;
for (i= 0; i< 5; i++)
{
 _pThread[i] = AfxBeginThread(CMltithrdView::ThreadFunc,
 &_ThreadArg[i],
 THREAD_PRIORITY_NORMAL,
 0,
 CREATE_SUSPENDED,
 NULL);
}
```

```
// setup relative priority of threads
_pThread[0]->SetThreadPriority(THREAD_PRIORITY_HIGHEST);
_pThread[1]->SetThreadPriority(THREAD_PRIORITY_ABOVE_NORMAL);
_pThread[2]->SetThreadPriority(THREAD_PRIORITY_NORMAL);
_pThread[3]->SetThreadPriority(THREAD_PRIORITY_BELOW_NORMAL);
_pThread[4]->SetThreadPriority(THREAD_PRIORITY_LOWEST);
```

这样一来我就完成了五个worker threads 的产生，并且将其优先权做了-2~+2 范围之间的微调。

接下来我应该设计执行线程函数。就如我在第 1 章已经说过，这个函数的五个执行线程可以使用同一个执行线程函数。本例中是设计为全域函数好呢？还是static 成员函数好？如果是后者，应该成为哪一个类别的成员函数好？

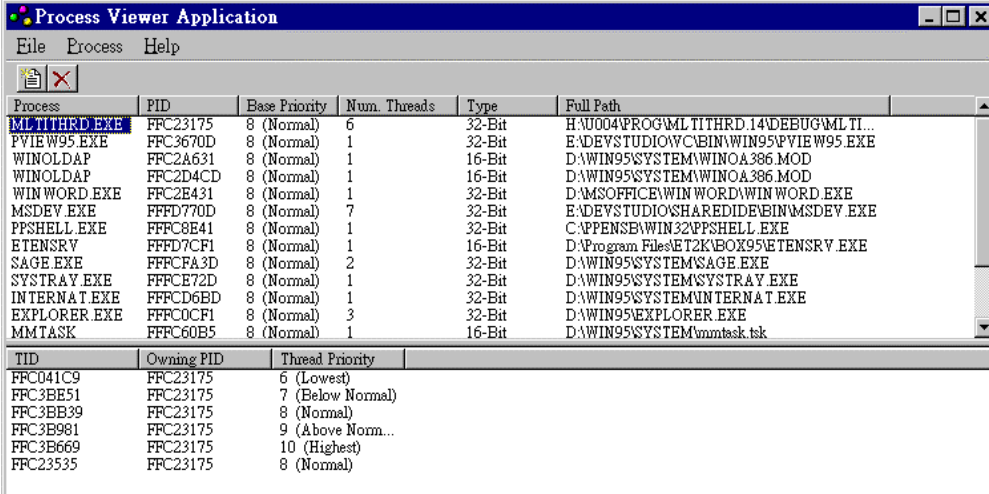
为了「要在执行线程函数做窗口绘图动作」的考量，我把执行线程函数设计为 *CMLtithrdView* 的一个static 成员函数，并遵循应有的函数类型：

```
// in MltithrdView.h
class CMLtithrdView : public CView
{
...
public:
 CMLtithrdDoc* GetDocument();
 static UINT ThreadFunc(LPVOID);
...
};

// in MltithrdView.cpp
UINT CMLtithrdView::ThreadFunc(LPVOID ThreadArg)
{
 DWORD dwArg = *(DWORD*)ThreadArg;

 // ...在这里做如同第 1 章的MltitThrd 一样的绘图动作
 return 0;
}
```

好，到此为止，编译联结，获得的程序将在执行后产生五个执行线程，并全部冻结。以Process Viewer ( Visual C++ 5.0 所附工具 ) 观察之，证明它的确有六个执行线程（包括一个主执行线程以及我们所产生的另五个执行线程）：



The screenshot shows the 'Process Viewer Application' window. It has a menu bar with 'File', 'Process', and 'Help'. Below the menu bar is a toolbar with icons for file operations. The main area contains two tables. The first table lists running processes with columns: Process, PID, Base Priority, Num. Threads, Type, and Full Path. The second table lists threads for the selected process (MLTITHRD.EXE) with columns: TID, Owning PID, and Thread Priority.

| Process      | PID      | Base Priority | Num. Threads | Type   | Full Path                                  |
|--------------|----------|---------------|--------------|--------|--------------------------------------------|
| MLTITHRD.EXE | FFC23175 | 8 (Normal)    | 6            | 32-Bit | H:\004\PROG\MLTITHRD.14\DEBUG\MLTITHRD.EXE |
| PVIEW95.EXE  | FFC3670D | 8 (Normal)    | 1            | 32-Bit | E:\DEVSTUDIO\WC\BIN\WIN95\PVIEW95.EXE      |
| WINOLDAP     | FFC2A631 | 8 (Normal)    | 1            | 16-Bit | D:\WIN95\SYSTEM\WINOA386.MOD               |
| WINOLDAP     | FFC2D4CD | 8 (Normal)    | 1            | 16-Bit | D:\WIN95\SYSTEM\WINOA386.MOD               |
| WINWORD.EXE  | FFC2E431 | 8 (Normal)    | 1            | 32-Bit | D:\MSOFFICE\WINWORD\WINWORD.EXE            |
| MSDEV.EXE    | FFFD770D | 8 (Normal)    | 7            | 32-Bit | E:\DEVSTUDIO\SHARED\IDE\BIN\MSDEV.EXE      |
| PPSHELL.EXE  | FFFC8E41 | 8 (Normal)    | 1            | 32-Bit | C:\PPENSB\WIN32\PPSHELL.EXE                |
| ETENSRV      | FFFD7CF1 | 8 (Normal)    | 1            | 16-Bit | D:\Program Files\ET2K\BOX95\ETENSRV.EXE    |
| SAGE.EXE     | FFFCFA3D | 8 (Normal)    | 2            | 32-Bit | D:\WIN95\SYSTEM\SAGE.EXE                   |
| SYSTRAY.EXE  | FFFCF72D | 8 (Normal)    | 1            | 32-Bit | D:\WIN95\SYSTEM\SYSTRAY.EXE                |
| INTERNAT.EXE | FFCD6BD  | 8 (Normal)    | 1            | 32-Bit | D:\WIN95\SYSTEM\INTERNAT.EXE               |
| EXPLORER.EXE | FFC0CF1  | 8 (Normal)    | 3            | 32-Bit | D:\WIN95\EXPLORER.EXE                      |
| MMTASK       | FFFC60B5 | 8 (Normal)    | 1            | 16-Bit | D:\WIN95\SYSTEM\mmtask.tsk                 |

| TID      | Owning PID | Thread Priority   |
|----------|------------|-------------------|
| FFC041C9 | FFC23175   | 6 (Lowest)        |
| FFC3BE51 | FFC23175   | 7 (Below Normal)  |
| FFC3BB39 | FFC23175   | 8 (Normal)        |
| FFC3B981 | FFC23175   | 9 (Above Norm...) |
| FFC3B669 | FFC23175   | 10 (Highest)      |
| FFC23535 | FFC23175   | 8 (Normal)        |

接下来，留给你的操作是：

1. 利用资源编辑器为程序加上各菜单项目，如图1-9。
2. 设计上述菜单项目的命令处理例程。
3. 在执行线程函数 *ThreadFunc* 内加上计算与绘图能力。并判断使用者选择何种延迟方式，做出适当反应。



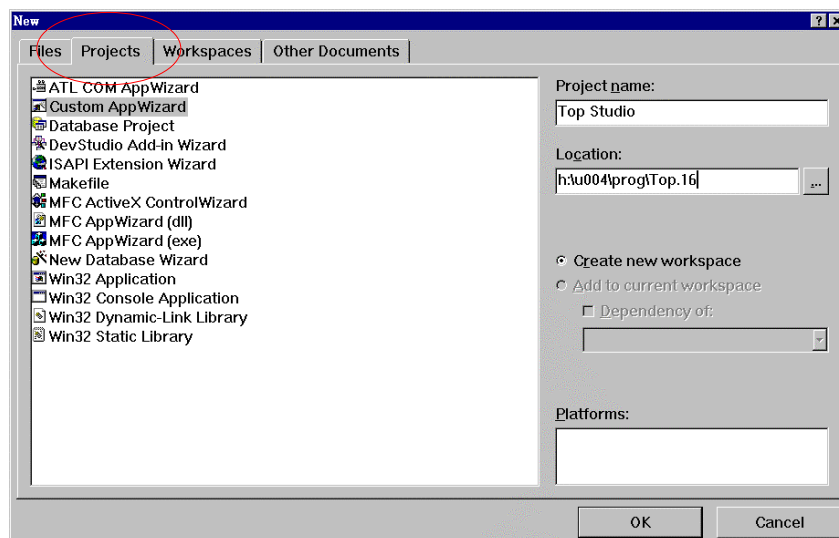
## 第15 章

## 定制一个 AppWizard

我们的Scribble 程序一路走来，大家可还记得它一开始并不是平地而起，而是由 AppWizard 以「程序代码产生器」的身份，自动为我们做出一个我所谓的「骨干程序」来？

Developer's Studio 提供了一个开放的AppWizard 接口。现在，我们可以轻易地扩充 AppWizard：从小规模的扩充，到几乎改头换面成为一种全新类型的程序代码产生器。

Developer's Studio 提供了许多种不同的项目类型，供你选择。当你选接Visual C++ 5.0 整合环境中的【File/New】命令项，并选择【Projects】附页，便得到这样的对话框画面：



除了上述这些内建的程序类型，它还可以显示出任何自定程序类型（custom types）。Developer's Studio（整合环境）和AppWizard 之间的接口借着一组类别和一些组件表现出来，使我们能够轻易订制合乎自己需求的AppWizard。制造出来的所谓custom AppWizard（一个扩展名为.AWX 的动态联结函数库，注），必须被放置于磁盘目录\DevStudio\SharedIDE\Template 中，才能发挥效用。Developers Studio 和AppWizard 和 AWX 之间的基本架构如图15-1。

注：我以DUMPBIN（Visual C++ 附的一个观察文件类型的工具）观察.AWX 档，得到结果如下：

```
E:\DevStudio\SharedIDE\BIN\IDE>dumpbin addinwz.awx
Microsoft (R) COFF Binary File Dumper Version 5.00.7022
Copyright (C) Microsoft Corp 1992-1997. All rights reserved.
```

```
Dump of file addinwz.awx
```

```
File Type: DLL <--- 这证明.AWX 的确是个动态联结函数库。
```

```
Summary
 1000 .data
 1000 .reloc
 3A000 .rsrc
 3000 .text
```

事实上AWX（Application Wizard eXtension）就是一个32 位的MFC extension DLL。

是不是Visual C++ 系统中早已存在有一些.AWX 档了呢？当然，它们是：

```
Directory of E:\DevStudio\SharedIDE\BIN\IDE
```

```
ADDINWZ AWX 255,872 03-29-97 16:43 ADDINWZ.AWX
ATLWIZ AWX 113,456 03-29-97 16:43 ATLWIZ.AWX
CUSTMWZ AWX 278,528 03-29-97 16:43 CUSTMWZ.AWX
INETAWZ AWX 91,408 03-29-97 16:43 INETAWZ.AWX
MFCTLWZ AWX 146,272 03-29-97 16:43 MFCTLWZ.AWX
 5 file(s) 885,536 bytes
```

请放心，你只能够扩充（新增）项目类型，不会一不小心取代了某一个原已存在的项目类型。

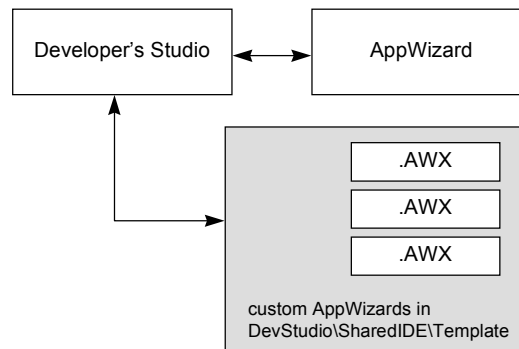


图15-1 Developers Studio 和AppWizard 和\*.AWX 之间的基本架构。

## 到底 Wizard 是什么？

所谓Wizard，就是一个扩展名为.AWX 的动态联结函数库。Visual C++ 的"project manager" 会检查整合环境中的Template 子目录（\DevStudio\SharedIDE\Template），然后显示其图标于【New Project】对话框中，供使用者选择。

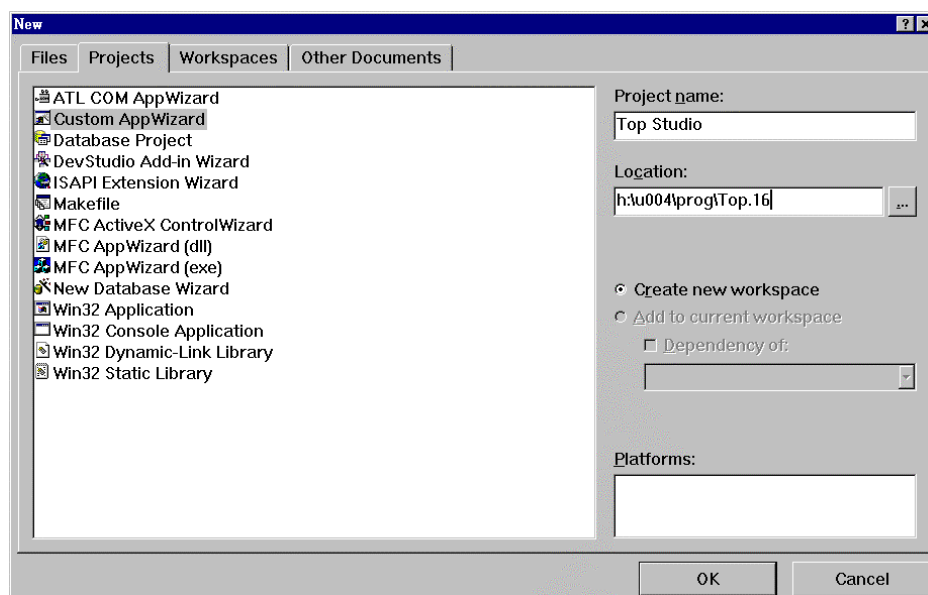
Wizard 本身是一个所谓的「template 直译器」。这里所谓的"template" 是一些文字文件，内有许多特殊符号（也就是本章稍后要介绍的macros 和directives）。Wizard 读取这些template，对于正常文字，就以正常的output stream 输出到另一个文件中；对于特殊符号或保留字，就解析它们然后再把结果以一般的output stream 输出到文件中。Wizard 所显示给使用者看的「步骤对话框」可以接受使用者的指定项目或文字输出，于是会影响template 中的特殊符号的内容或解析，连带也就影响了Wizard 的stream 输出。这些stream 输出，最后就成为你的项目的源文件。

## Custom AppWizard 的基本操作

Developers Studio 提供了一个让我们制作custom AppWizard 的Wizard，就叫作Custom AppWizard。让我们先实地操作一下这个工具，再来谈程序技术问题。

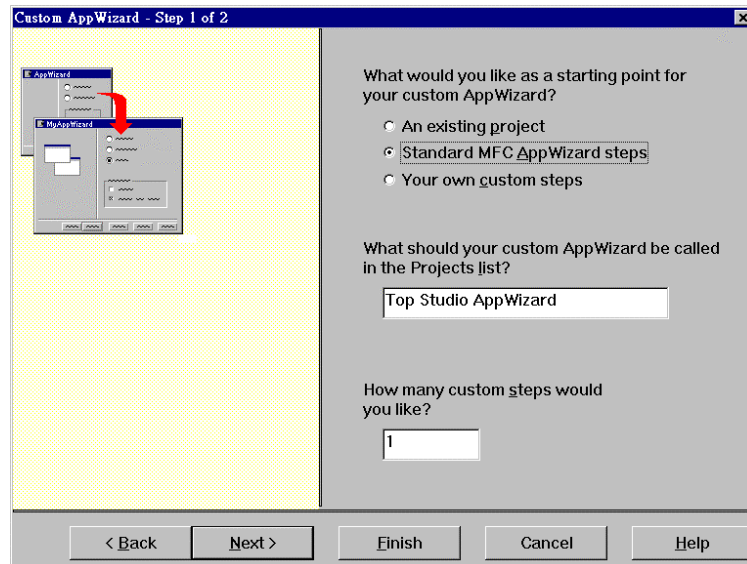
注意：以下我以Custom AppWizard 表示Visual C++ 所附的工具，custom AppWizard 表示我们希望做出来的「订制型AppWizard」。

选按【File/New】，在对话框中选择Custom AppWizard，然后在右边填写你的项目名称：



按下【OK】钮，进入步骤一画面：



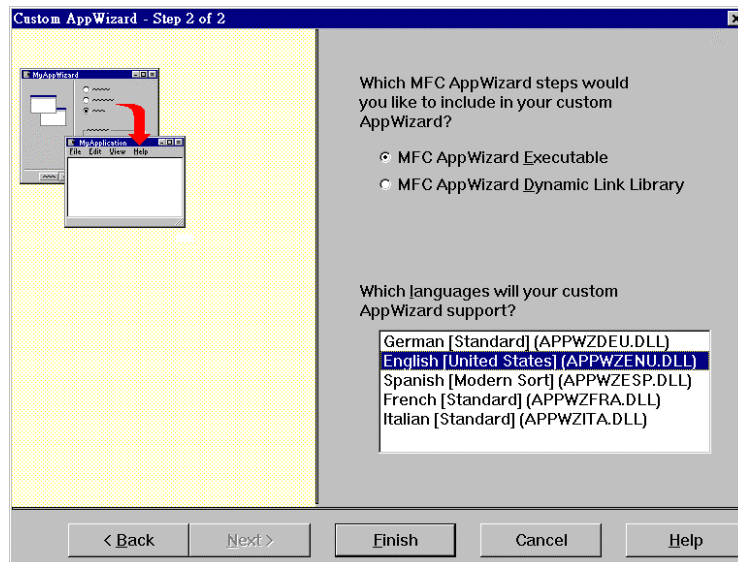


你可以选择三种可能的扩充型式：

1. An existing project：根据一个原已存在的项目档（\*.dsp）来产生一个custom AppWizard。
2. Standard MFC AppWizard steps：根据某个原有的AppWizard，为它加上额外的几个步骤，成为一个新的custom AppWizard。这是一般最被接受的一种方式。
3. Your own custom steps：有全新的步骤和全新的对话框画面。这当然是最大弹性的展现啦，并同时也是最困难的一种作法，因为你要自行负责所有的工作。哪些工作呢？稍后我有一个例子使用第二种型式，将介绍所谓的macros 和 directievs，你可以从中推而想之这第三种型式的繁重负担。

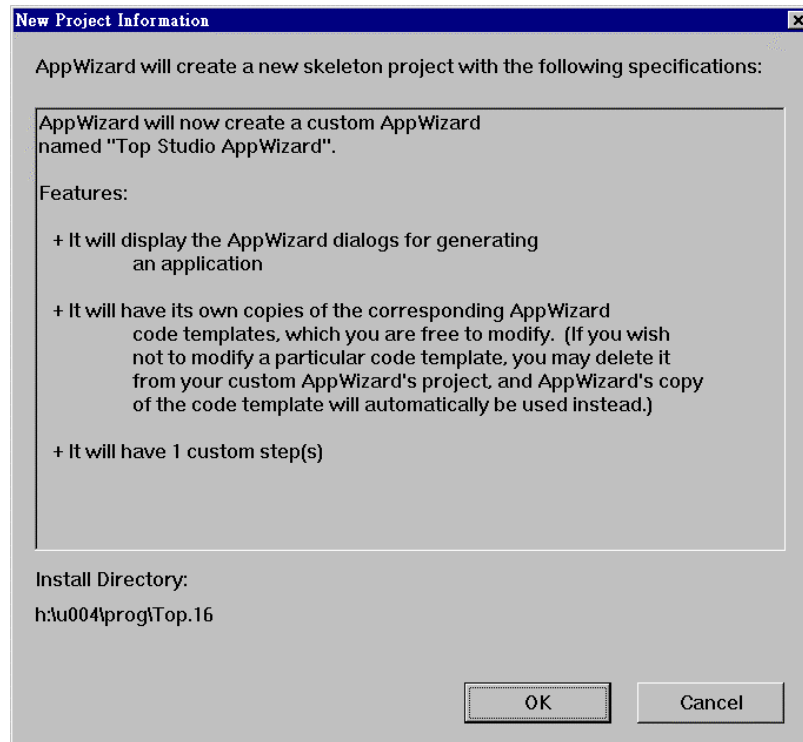
我的目的是做出一个属于我个人研究室（"Top Studio"）专用的custom AppWizard，以原本的MFC AppWizard（（（exe）））为基础（有六个步骤），再加上一页（一个步骤），让程序员填入姓名、简易说明，然后Top Studio AppWizard 能够把这些资料加到每一个原始码文件最前端。所以，我应该选择上述三种情况的第二种：Standard MFC AppWizard steps，并在上图下方选择欲增加的步骤数量。本例为1。

接下来按【Next】进入Custom AppWizard 的第二页：



既然刚刚选择的是Standard MFC AppWizard steps，这第二页便问你要制造出MFC Exe或MFC DLL。我选择MFC Exe。并在对话框下方选择使用的文字：英文。很可惜目前这里没有中文可供选择。

这样就完成了订制的程序。按下【Finish】钮，你获得一张清单：



再按下【OK】鈕，开始产生程序代码。然后点选整合环境中的【Build/Top Studio.awx】。整合环境下方出现"Making help file..."字样。这时候你要注意了，上个厕所喝杯咖啡后它还是那样，一点动静都没有。原来，整合环境激活了Microsoft Help Workshop，而且把它极小化；你得把它叫出来，让它动作才行。

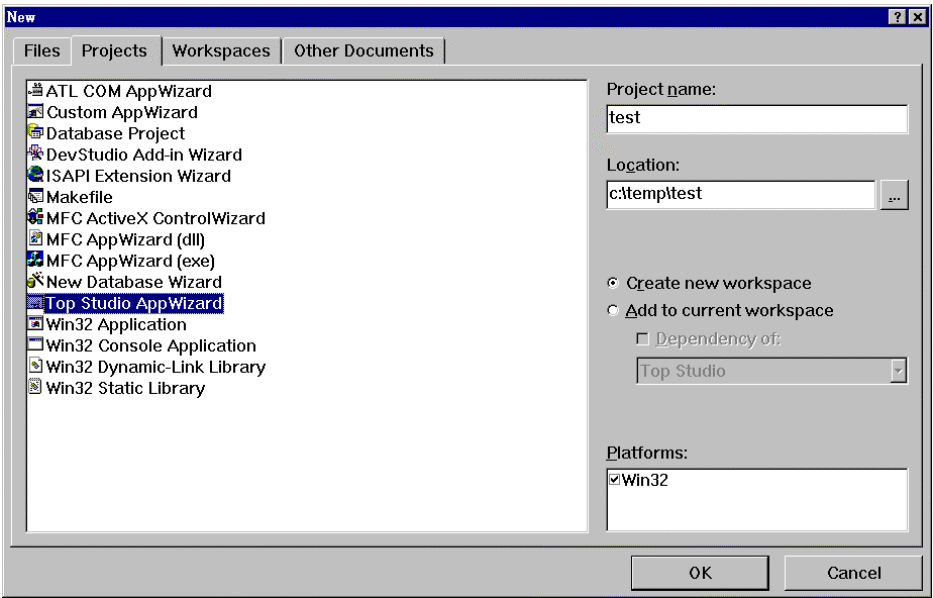
如果你不想要那些占据很大磁盘空间的HLP文件和HTM档，也可以把Microsoft Help Workshop关掉，控制权便会回到整合环境来，开始进行编译联结的工作。

建造过程完毕，我们获得了一个j§ Top Studio.Awxj文件。这个文件会被整合环境自动拷贝到\DevStudio\SharedIDE\Template磁盘目录中：

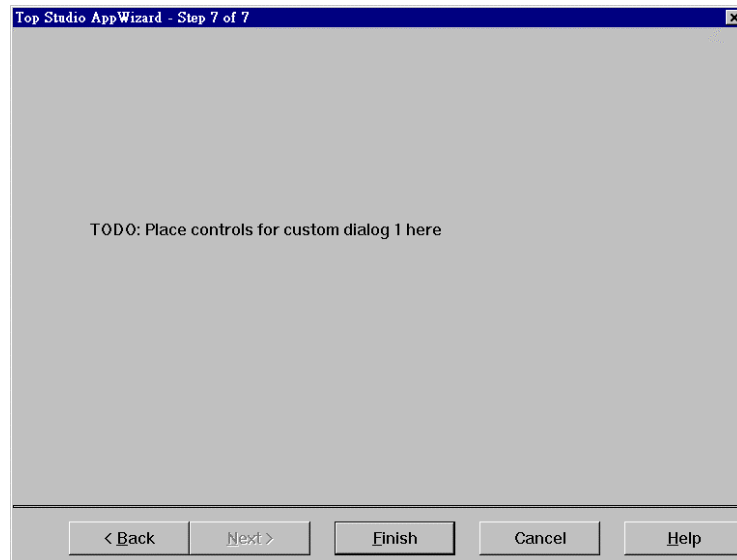
Directory of E:\DevStudio\SharedIDE\Template

|          |       |          |          |                      |
|----------|-------|----------|----------|----------------------|
| ATL      | <DIR> | 03-29-97 | 14:12    | ATL                  |
| MFC      | RCT   | 4,744    | 12-04-95 | 16:09 MFC.RCT        |
| README   | TXT   | 115      | 10-30-96 | 17:54 README.TXT     |
| TOPSTU~1 | AWX   | 523,776  | 04-07-97 | 17:01 Top Studio.awx |
| TOPSTU~1 | PDB   | 640,000  | 04-07-97 | 17:01 Top Studio.pdb |

现在，再一次选按整合环境的【File/New】，在【Projects】对话框中看到Top Studio AppWizard 出现了：



试试它的作用。请像使用一般的MFC AppWizard 那样使用它（像第 4 章那样），你会发现它有 7 个步骤。前 6 个和MFC AppWizard 完全一样，第 7 个画面如下：



哇喔，怎么会这样？当然是这样，因为你还没有做任何程序动作嘛！目前Top Studio AppWizard 产生出来的程序代码和第 4 章的Scribble step0 完全相同。

## 剖析 AppWizard Components

图15-2 是AppWizard components 的架构图。所谓AppWizard components，就是架构出一个AppWizard 的所有「东西」，包括：

1. Dialog Templates ( Dialog Resources )
2. Dialog Classes
3. Text Templates ( Template 子目录中的所有.H 档和.CPP 档 )
4. Macro Dictionary
5. Information Files

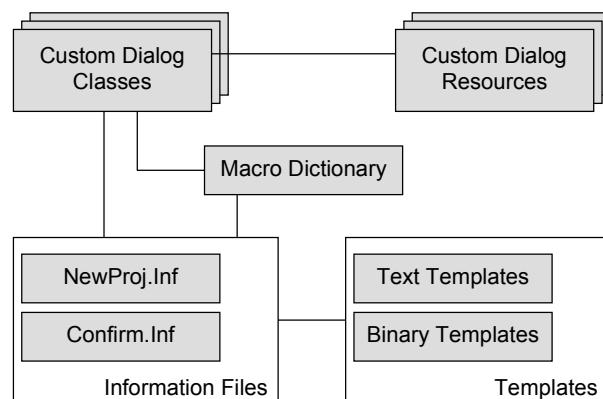


图15-2 用以产生一个custom AppWizard 的各种components。

## Dialog Templates 和 Dialog Classes

以Top Studio AppWizard 为例，由于多出一个对话框画面，我们势必需要产生一个对话框模板（template），还要为这模板产生一个对应的C++ 类别，并以DDX/DDV（第10章）取得使用者的输入资料。这些技术我们已经在第10章中学习过。

获得的使用者输入资料如何放置到程序代码产生器所产生的项目源代码中？

喔，到底谁是程序代码产生器？老实说我也没有办法明确指出是哪个模块，哪个文件（也许就是AWX 本身）。但是我知道，程序代码产生器会读取.AWX 档，做出适当的源代码来。而.AWX 不正是前面才刚由Custom AppWizard 做出来吗？里面有些什么蹊跷呢？是的，有许多所谓的macros 和directives 存在于Custom AppWizard 所产生的"text template"（也就是template 子目录中的所有.CPP 和.H 档）中。以Top Studio AppWizard 为例，我们获得这些文件：

```

H:\U004\PROG\TOP.15 :
Top Studio.h
StdAfx.h
Top StudioAw.h
Debug.h
Resource.h

```

```

Chooser.h
CstmlDlg.h <----稍后要修改此档内容
Top_Studio.cpp
StdAfx.cpp
Top_StudioAw.cpp
Debug.cpp
Chooser.cpp
CstmlDlg.cpp <----稍后要修改此档内容
; K

H:\U004\PROG\TOP.15\TEMPLATE: <----稍后要修改所有这些文件的内容
DlgRoot.h
Dialog.h
Root.h
StdAfx.h
Frame.h
ChildFrm.h
Doc.h
View.h
RecSet.h
SrvrItem.h
IpFrame.h
CntrItem.h
DlgRes.h
Resource.h
DlgRoot.cpp
Dialog.cpp
Root.cpp
StdAfx.cpp
Frame.cpp
ChildFrm.cpp
Doc.cpp
View.cpp
RecSet.cpp
SrvrItem.cpp
IpFrame.cpp
CntrItem.cpp
NewProj.inf
Confirm.inf

```

## Macros

我们惯常所说的程序中的macro，通常带有「动作」。这里的macro则是用来代表一个常数。前后以\$\$包夹起来的字符串即为一个macro名称，例如：

```
class $$FRAME_CLASS$$: public $$FRAME_BASE_CLASS$$
```

程序代码产生器看到这样的句子，如果发现\$\$FRAME\_CLASS\$\$ 被定义为 "CMDIFrameWnd"，\$\$FRAME\_BASE\_CLASS\$\$ 被定义为"CFrameWnd"，就产生出这样的句子：

```
class CMDIFrameWnd : public CFrameWnd
```

Developer Studio 系统已经内建一组标准的macros 如下，给AppWizard 所产生的每一个项目使用：

| 宏名称         | 意义                                               |
|-------------|--------------------------------------------------|
| APP         | 应用程序的CWinApp-driven class.                       |
| FRAME       | 应用程序的main frame class.                           |
| DOC         | 应用程序的document class.                             |
| VIEW        | 应用程序的view class.                                 |
| CHILD_FRAME | 应用程序的MDI child frame class ( 如果有的话 )             |
| DLG         | 应用程序的main dialog box class ( 在dialog-based 程序中 ) |
| RECSER      | 应用程序的recordset class ( 如果有的话 )                   |
| SRVITEM     | 应用程序的main server-item class ( 如果有的话 )            |
| CNTRITEM    | 应用程序的main container-item class ( 如果有的话 )         |
| IPFRAME     | 应用程序的in-place frame class ( 如果有的话 )              |

另外还有一组macro，可以和前面那组搭配运用：

| 宏名称        | 意义                            |
|------------|-------------------------------|
| class      | 类别名称 ( 小写 )                   |
| CLASS      | 类别名称 ( 大写 )                   |
| base_class | 基础类别的名称 ( 小写 )                |
| BASE_CLASS | 基础类别的名称 ( 大写 )                |
| ifile      | 实作档名称 ( .CPP 档，不含扩展名 ) ( 小写 ) |



|       |                         |
|-------|-------------------------|
| IFILE | 实作档名称（.CPP 档，不含扩展名）（大写） |
| hfile | 头文件名称（.H 档，不含扩展名）（小写）   |
| HFILE | 头文件名称（.H 档，不含扩展名）（大写）   |
| ROOT  | 应用程序的项目名称（全部大写）         |
| root  | 应用程序的项目名称（全部小写）         |
| Root  | 应用程序的项目名称（可以引大小写）       |

图15-3 列出项目名称为Scribble 的某些个标准宏内容。

| 宏          | 实际内容         |
|------------|--------------|
| APP_CLASS  | CScribbleApp |
| VIEW_IFILE | SCRIBBLEVIEW |
| DOC_HFILE  | SCRIBBLEDOC  |
| doc_hfile  | scribbledoc  |
| view_hfile | scribbleview |

图15-3 项目名称为Scribble 的数个标准宏内容。

Directives

所谓directives，类似程序语言中的条件控制句（像是if、else 等等），用来控制text templates 中的流程。字符串前面如果以\$\$ 开头，就是一个directive，例如：

```
$$IF (PROJTYPE_MDI)
...
$$ELSE
...
$$ENDIF
```

每一个directive 必须出现在每一行的第一个字符。

系统提供了一组标准的directives 如下：

```

$$IF
$$ELIF
$$ELSE
$$ENDIF
$$BEGINLOOP
$$ENDLOOP
$$SET_DEFAULT_LANG
$$//
$$INCLUDE

```

## 动手修改Top Studio AppWizard

我的目的是做出一个属于我个人研究室专用的Top Studio AppWizard，以原本的MFC AppWizard（（（（exe））））为基础，加上第7个步骤，让程序员填入姓名、简易说明，然后TopStudio AppWizard 就能够把这些资料加到每一个源代码文件最前端。

看来我们已经找到出口了。我们应该先为Top Studio AppWizard 产生一个对话框，当做步骤7的画面，再产生一个对应的C++ 类别，于是DDX 功能便能够取得对话框所接收到的输入字符串（程序员姓名和程序主旨）。然后我们设计一些macros，再撰写一小段码（其中用到那些macros），把这一小段码加到每一个.CPP 和.H 档的最前面。大功告成。

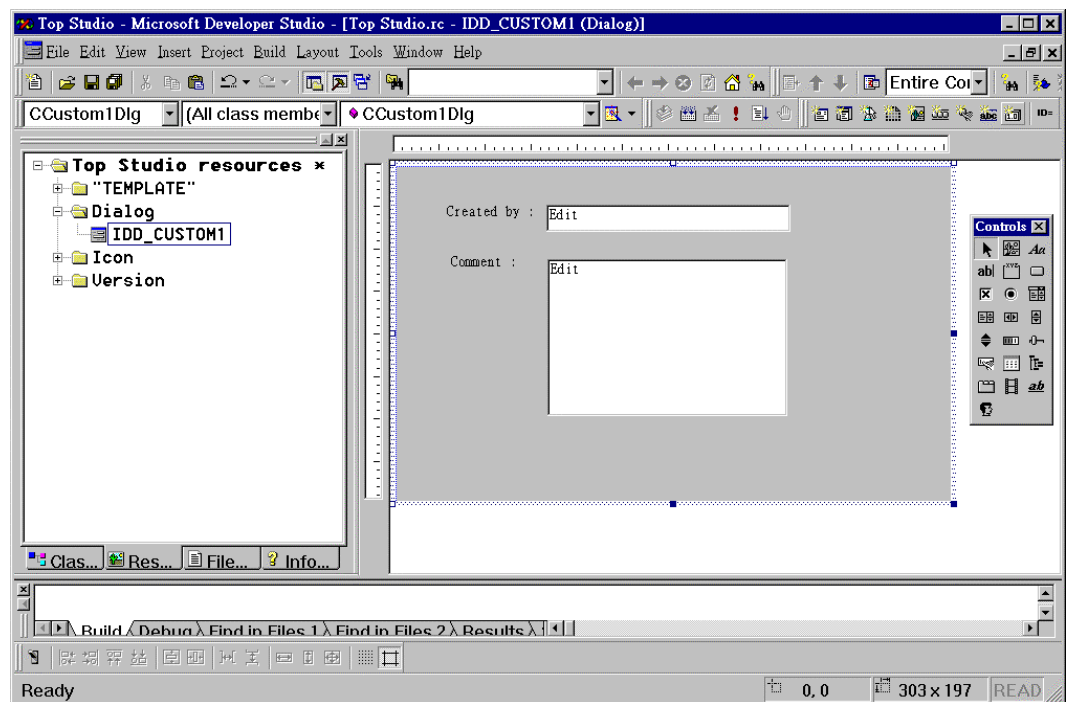
本例不需要我们动手写directives。

我想我遗漏了一个重要的东西。Macros 如何定义？放在什么地方？我曾经在本书第8章介绍Scribble 的数据结构时，谈到collection classes。其中有一种数据结构名为Map（也就是Dictionary）。Macros 正是被定义并储存在一个Map 之中，并以macro 名称做为键值（key）。

让我们一步一步来。

## 利用资源编辑器修改IDD\_CUSTOM1 对话框画面

请参考第 4 章和第 10 章，修改IDD\_CUSTOM1 对话框画面如下：



两个edit 控制组件的ID 如图15-4 所示。

## 利用ClassWizard 修改IDD\_CUSTOM1 对话框的对应类别CCustom1Dlg

图15-4 列出每一个控制组件的类型、识别码及其对应的变量名称等资料。变量将做为 DDX 所用。修改动作如图15-5。

| control ID       | 名称          | 种类    | 变量类型    |
|------------------|-------------|-------|---------|
| IDC_EDIT_AUTHOR  | m_szAuthor  | Value | CString |
| IDC_EDIT_COMMENT | m_szComment | Value | CString |

图15-4 IDD\_CUSTOM1 对话框控制组件的类型、ID、对应的变量名称

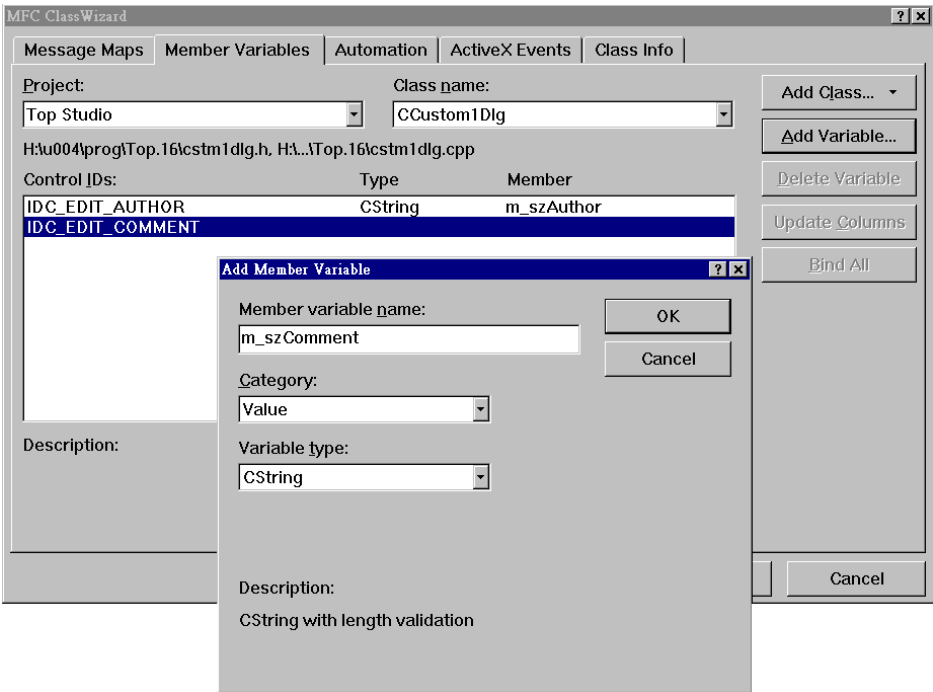


图15-5 利用ClassWizard 为IDD\_CUSTOM1 对话框的两个edit 控制组件加上两个对应的变量m\_szAuthor 和m\_szComment，以为DDX 所用。

Custom AppWizard 为我们做出来的这个CCustom1Dlg 必定衍生自CAppWizStepDlg。你不会在MFC 类别架构档中发现CAppWizStepDlg，它是Visual C++ 的mfcapwz.dll 所提供的一个类别。此类别有一个虚拟函数OnDismiss，当AppWizard 的使用者选择【Back】或【Next】或【Finish】钮时就会被唤起。如果它传回TRUE，AppWizard 就可

以切换对话框；如果传回的是`FALSE`，就不能。我们可以在这个函数中做数值检验的工作，更重要的是做macros 的设定工作。

改写`OnDismiss` 虚拟函数，在其中定义macros

前面我已经说过，macros 的定义储存在一个Map 结构中。它在哪里？

整个Top Studio AppWizard（以及其它所有的custom AppWizard）的主类别系衍生自系统提供的`CCustomAppWiz`：

```
// in Top StudioAw.h
class CTopStudioAppWiz : public CCustomAppWiz
{

};

// in "Top StudioAw.cpp"
CTopStudioAppWiz TopStudioaw; // 类似application object。
 // 对象命名规则是"项目名称" + "aw"。
```

你不会在MFC 类别架构档中发现`CCustomAppWiz`，它是Visual C++ 的`mfcapwz.dll` 所提供的一个类别。此类别拥有一个`CMapStringToString` 对象，名为`m_Dictionary`，所以`TopStudioaw` 自然就继承了`m_Dictionary`。这便是储存macros 定义的地方。我们可以利用`TopStudioaw.m_Dictionary[xxx] = xxx` 的方式来加入一个个的macros。

现在，改写`OnDismiss` 虚拟函数如下：

```
#0001 // This is called whenever the user presses Next, Back, or Finish with this step
#0002 // present. Do all validation & data exchange from the dialog in this function.
#0003 BOOL CCustom1Dlg::OnDismiss()
#0004 {
#0005 if (!UpdateData(TRUE))
#0006 return FALSE;
#0007
#0008 if(m_szAuthor.IsEmpty() == FALSE)
#0009 TopStudioaw.m_Dictionary["PROJ_AUTHOR"] = m_szAuthor;
#0010 else
```

```
#0011 TopStudioaw.m_Dictionary["PROJ_AUTHOR"] = "";
#0012
#0013 if(m_szComment.IsEmpty() == FALSE)
#0014 TopStudioaw.m_Dictionary["PROJ_COMMENT"] = m_szComment;
#0015 else
#0016 TopStudioaw.m_Dictionary["PROJ_COMMENT"] = "";
#0017
#0018 CTime date = CTime::GetCurrentTime();
#0019 CString szDate = date.Format("%A, %B %d, %Y");
#0020 TopStudioaw.m_Dictionary["PROJ_DATE"] = szDate;
#0021
#0022 return TRUE; // return FALSE if the dialog shouldn't be dismissed
#0023 }
```

这么一来我们就定义了三个macros：

| macro 名称     | macro 内容    |
|--------------|-------------|
| PROJ_AUTHOR  | m_szAuthor  |
| PROJ_DATE    | szDate      |
| PROJ_COMMENT | m_szComment |

修改 text template

现在，为Top Studio AppWizard 的template 子目录中的每一个.H 档和.CPP 档增加一小段码，放在文件最前端：

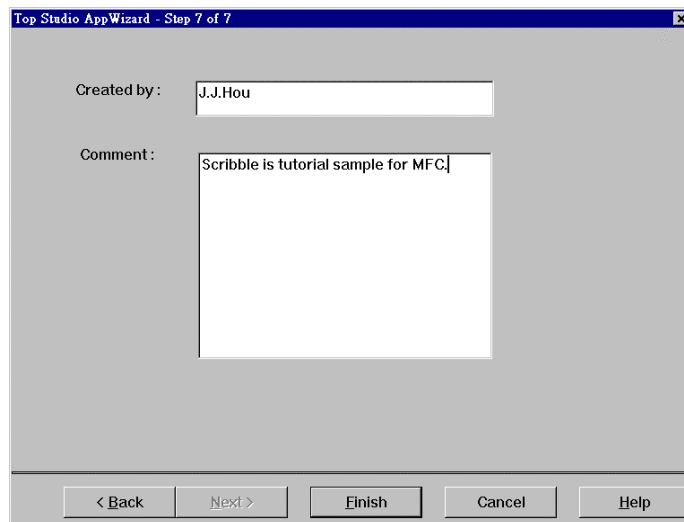
```
/*
 This project was created using the Top Studio AppWizard

 $$PROJ_COMMENT$$

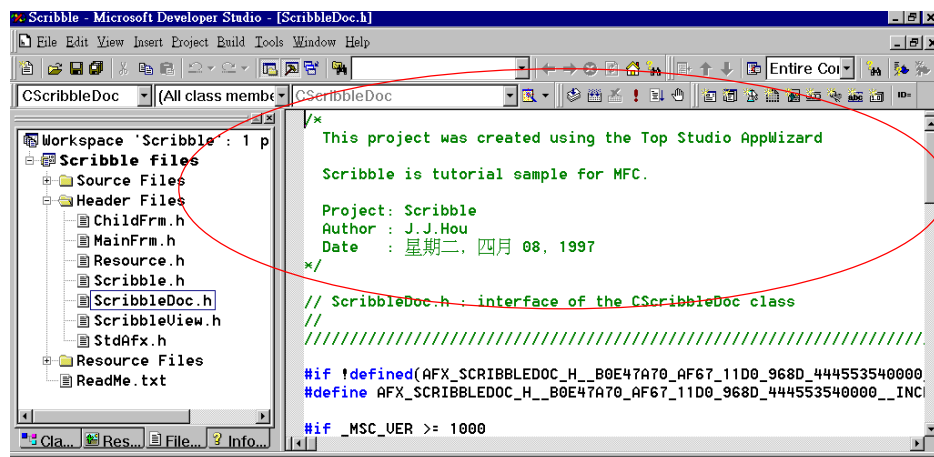
 Project: $$Root$$
 Author : $$PROJ_AUTHOR$$
 Date : $$PROJ_DATE$$
*/
```

## Top Studio AppWizard执行结果

重新编译联结，然后使用Top Studio AppWizard 产生一个项目。第 7 个步骤的画面如下：



由Top Studio AppWizard 产生出来的程序代码中，每一个.CPP 和.H 档最前面果然有下面数行文字，大功告成。



## 更多的信息

我在本章中只是简单示范了一下「继承自原有之Wizard，再添加新功能」的作法。这该算是半自助吧。全自助的作法就复杂许多。Walter Oney 有一篇"Pay No Attention to the Man Behind the Curtain! Write Your Own C++ AppWizards" 文章，发表于Microsoft Systems Journal 的1997 三月号，里面详细描述了全自助的作法。请注意，他是以Visual C++ 4.2 为演练对象。不过，除了画面不同，技术上完全适用于Visual C++ 5.0。

Dino Esposito 有一篇文章"a new assistant"，发表于Windows Tech Journal 的1997 三月号，也值得参考。1997 年五月份的Dr. Dobb's Journal 也有一篇名为"Extending Visual C++ : Custom AppWizards make it possible" 的文章，作者是John Roberts。



## 第16 章

# 站上众人的肩膀 - 使用 Components & ActiveX Controls

从Visual Basic 开始，可以说一个以components（软件组件）为中心的程序设计时代，逐渐拉开了序幕。随后Delphi 和C++ Builder 陆续登场。Visual Basic 使用VBX（Visual Basic eXtension）组件，Delphi 和C++ Builder 使用VCL（Visual Component Library）组件，Visual C++ 则使用OCX（OLE Control eXtension）组件。如今OCX 又演化到所谓ActiveX 组件（其实和OCX 大同小异）。

Microsoft 的Visual Basic（使用Basic 语言），Borland 的Delphi（使用Pascal 语言），以及 Borland 的 C++ Builder（使用 C++ 语言），都称得上是一种快速开发工具（RAD，Rapid Application Development）。它们所使用的组件都是PME（Properties-Method-Event 架构）。这使得它们的整合环境（IDE）能够做出非常可视化的开发工具，以拖放、填单的方式完成绝大部份的程序设计工作。它们的应用程序开发程序大约是这个样子：

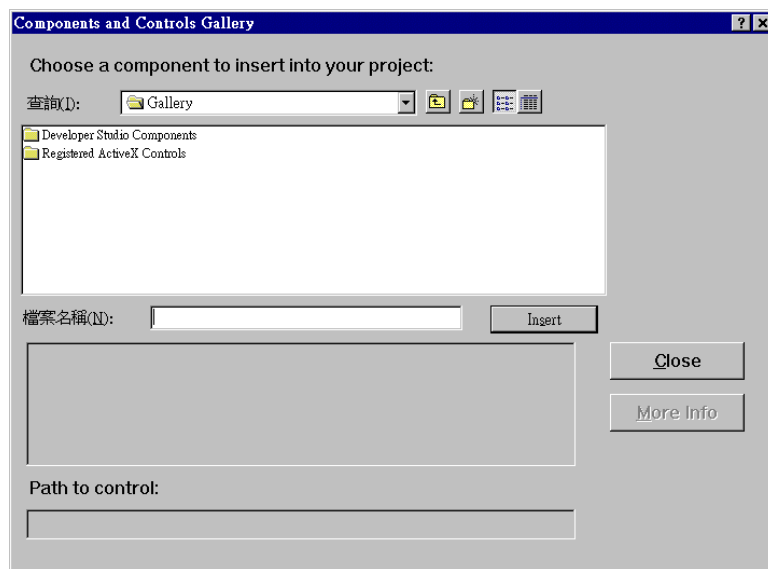
1. 选择一些适当的软件组件（VBX 或VCL）。
2. 打开一个form，把那些软件组件拖放到form 中适当的位置。
3. 在Properties 清单中填写适当的属性。例如精确位置、宽度高度、或是让 A 组件的某个属性连接到 B 组件...等等。
4. 撰写程序代码（method），做为某种event 发生时的处理例程。

依我的看法，Visual C++ 还不能够算是RAD。虽然，MFC 程序所能够使用的OCX 也是PME（Properties-Method-Event）架构，但Visual C++ 整合环境没有能够提供适当工具让我们以那么可视化的方式（像VB 或Delphi 或C++ Builder 那样拖放、填单）就几乎完成一个程序。

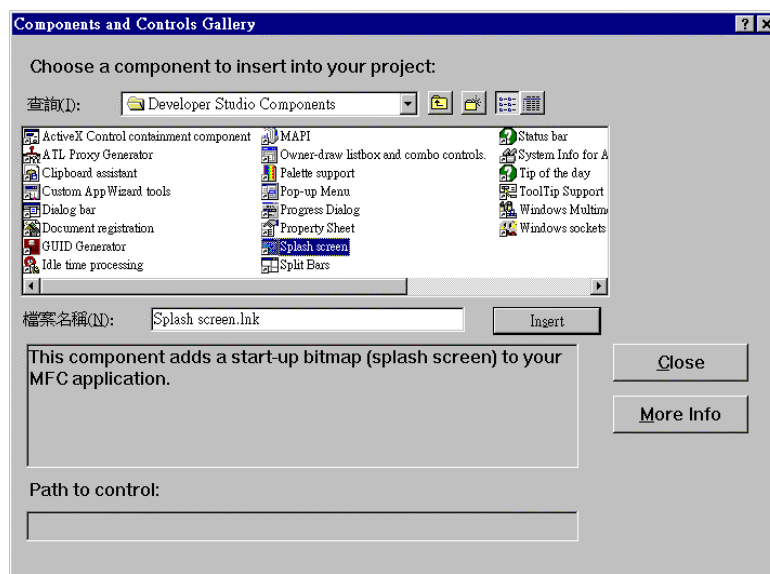
## 什么是Component Gallery

Component Gallery 是自从Visual C++ 4.0 之后，整合环境中新增的一个东西。你可以把它想象成一个数据库，储存着ActiveX controls 和可重复使用的C++ 类别（也就是本章所谓的components）。VC++ 5.0 的Component Gallery 的使用接口和VC++ 4.x 有某种程度的不同，不过操控原则基本上是一致的。

当你安装了Visual C++ 5.0，Component Gallery 已经内含了一些微软所提供的components 和ActiveX controls（注：以下我将把这两样东西统称为「组件」）。选按整合环境的【Project / Add To Project / Components and Controls...】菜单项目，你就可以看到Component Gallery：



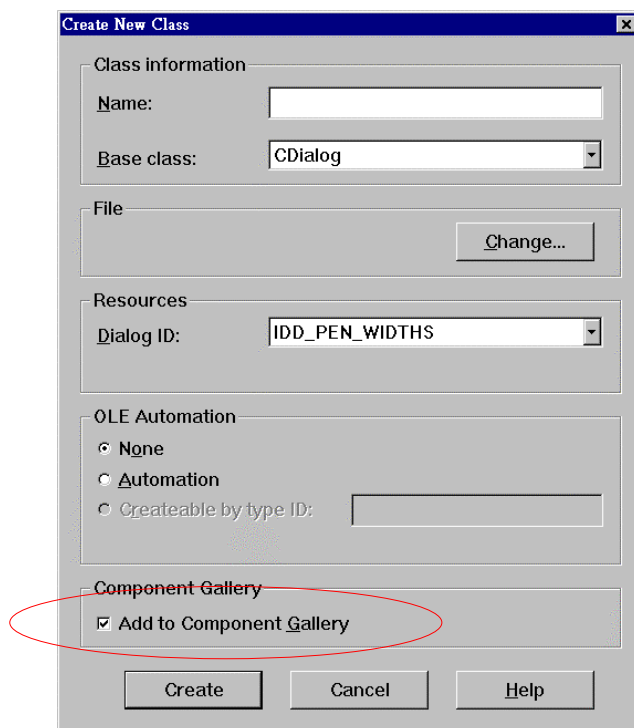
其中有Developer Studio Components 和Registered ActiveX Controls 两个资料夹，打开任何一个，就会出现目前系统所拥有的「货色」：



如果你以为这些组件储存在两个地方（一个是它本来的位置，另一份拷贝放在Component Gallery 之中），那你就错了。Component Gallery 只是存放那些组件的位置资料而已。你可以说，只是存放一个「联结」而已。

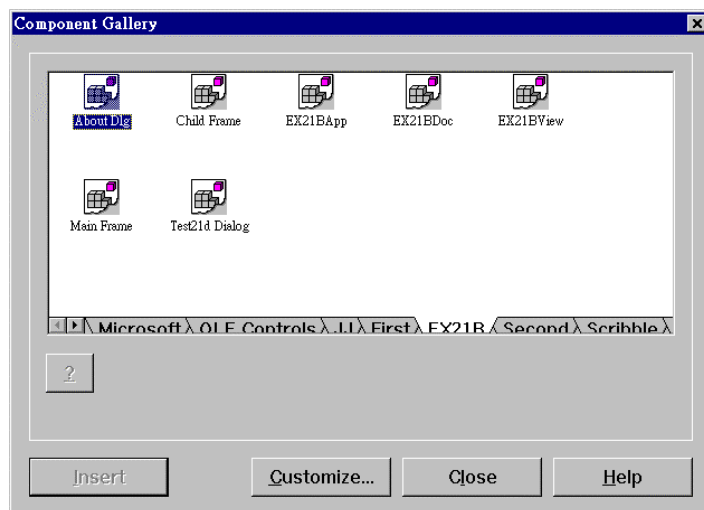
为什么组件在此分为Components 和ActiveX controls 两种？有什么不同。简单地说，Components 是一些已写好的C++ 类别。基本上C++ 类别本来就具有重复使用性，Component Gallery 只是把它们多做一些必要的包装，连同其它资源放在一起成为一个包裹。当你需要某个component，Component Gallery 给你的是该components 的源代码。ActiveX controls 不一样。当你选用某个ActiveX controls，Component Gallery 当然也会为你填入一些码，但它们不是组件的本体。那些码只是使用组件时所必须的码，组件本身在.OCX 文件中（通常注册后的OCX 文件都放在Windows\System 磁盘子目录）。

ActiveX controls 是很完整的一个有着PME ( Properties-Method-Event ) 架构的控制组件，但一般欲被重复使用的C++ 类别却不会有那么完整的设计或包装。要把一个C++ 类别做成完好的包装，放到Component Gallery 中，它必须变为一个单一文件，内含类别资讯以及任何必须的资源。这在过去的Visual C++ 4.x 中是很容易的事情，因为每次你使用ClassWizard 新增一个类别，就有一个核示盒询问你要不要加到Component Gallery：



Visual C++ 4.x 的ClassWizard 新增类别对话框

但这一选项已在Visual C++ 5.0 中拿掉（你可以在第10 章增加对话框类别时看到新的画面）。看来似乎要增加components 不再是那么方便了。这倒也不是坏事，我想许多人在设计程序时忽略了上图那个选项，于是每一个项目中的每一个类别，都被包装到Component Gallery 去，而其中许多根本是没有价值的：



Visual C++ 4.x 的Component Gallery。常常因为程序员的疏忽，而产生了一大堆没有价值的components。

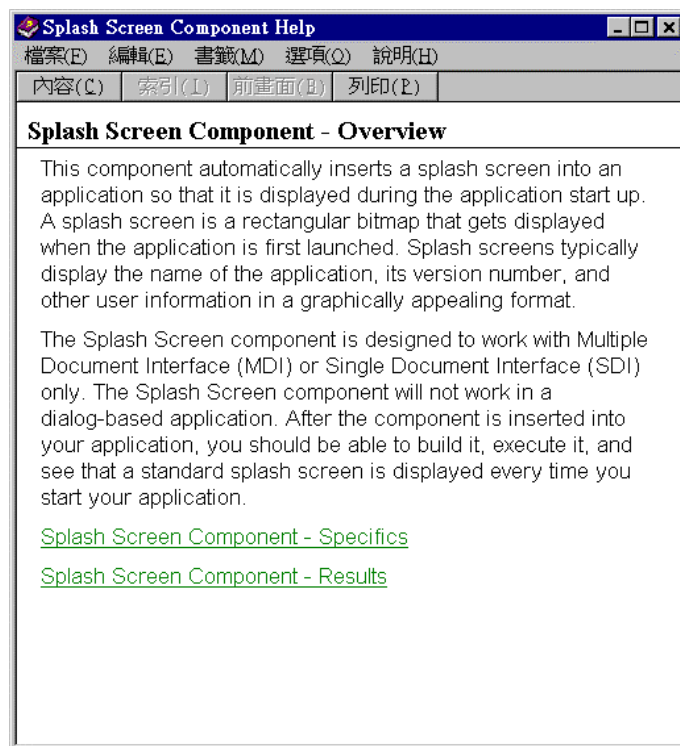
## 使用 Components

当你选择Component Gallery 中的Developer Studio Components 资料夹，出现许多的components。面对形形色色的「货」，你的心里一定嘀咕着：怎么用嘛？幸好画面上有一个【More Info】按钮，可以提供你比较多的信息。以下我挑三个最简单的components 做示范。

### Splash screen

所谓Splash Screen，你可以说它是一个「炫耀画面」。玩过微软的Office 吗？每一个Office 软件一出场，在它做初始化的那段时间里，都会出现一个画面，就是Splash screen。

Splash Screen 的【More Info】出现这样的画面：



选按上图下方的"Splash Screen Component - Specifics"，你会获得一张使用规格说明，大意如下：

欲插入splash Screen component，你必须：

1. 打开你希望安插Splash Screen component 的那个项目。
2. 选择整合环境中的【Project/Add To Project/Components and Controls】菜单项目。
3. 选择"Developer's Studio Components" 资料夹。
4. 选择资料夹中的Splash Screen component 并按下【Insert】钮。
5. 设定必要的Splash Screen 选项然后按下【OK】钮。
6. 重建（重新编译联结）项目。

如果要把Splash Screen 加到一个以对话框为主（dialog-based）的程序中，你必须在插

入这个component 之后做以下事情：

1. 找到你的`InitInstance` 函数。

2. 在你调用：

```
int nResponse = dlg.DoModal();
```

之前，加上一行：

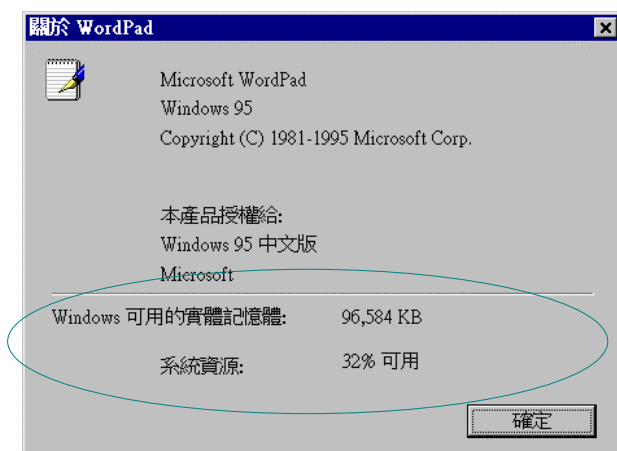
```
spl.ShowSplashScreen(FALSE);
```

增加这一行码，可以确保Splash Screen 在主对话框被显示之前，会被清除掉。

看来很简单的样子 😊

## System Info for About Dlg

看过WordPad 的【About】对话框吗：



如果你也想让自己的对话框有点系统信息的显示能力，可以采用Component Gallery 提供的这个System Info for About Dlg component。它的规格说明文字如下：

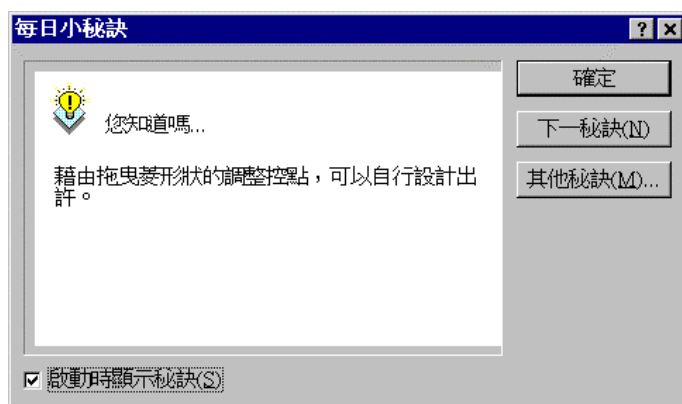
SysInfo component 可以为你的程序的About 对话框中加上一些系统信息（可用内存数量以及磁盘剩余空间）。你的程序必须以MFC AppWizard 完成。请参考WordPad 说

明文件以获得更多信息。

这份规格书不够详细。稍后我会在修改程序代码时加上我自己的说明。

## Tip of the Day

看过这种画面吗（微软的Office 软件就有）：



这就是「每日小秘诀」。Component Gallery 提供的Tips for the Day component 让你很方便地为自己加上「每日小秘诀」。这个component 的使用规格是：

小秘诀文字文件（TIPS.TXT）：

拥有Tips for the Day component 的程序将搜寻磁盘中的工作子目录，企图寻找TIPS.TXT 读取秘诀内容。如果你希望这个秘诀文字文件有不同的名称或是放在不同的位置，你可以修改CTIP.CPP 中的CTIP 类别构造式。CTIP 是预设的类别名称。

（侯俊杰注：最后这句话是错误的。我使用这个component，接受所有的预设项目，获得的类别名称却是CTIPDLG，文件则为TIPDLG.CPP）

TIPS.TXT 的格式如下：

1. 文件必须是ASCII 文字，每一个秘诀以一行文字表示。



2. 如果某一行文字以分号 (;) 开头, 表示这是一行说明文字, 不生实效。说明文字必须有自己单独的一行。
3. 空白行会被忽略。
4. 每一个小秘诀最多 1000 个字符。
5. 每一行不能够以空白或定位符号 (tab) 开始。

小秘诀显示次序:

预设情况下, 小秘诀的出现次序和它们在文件中的排列次序相同。如果全部都出现过了, 就再循环一遍。如果文件被更改过了, 显示次序就会从头开始。

错误情况:

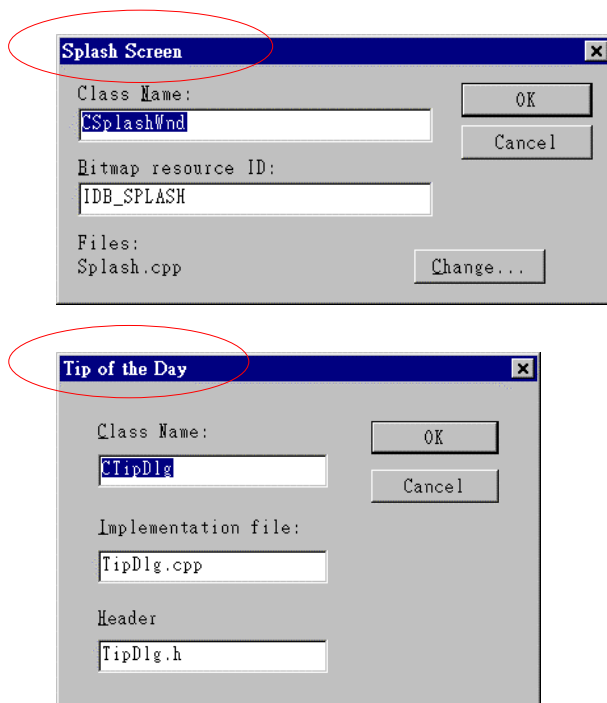
这个组件希望在 MFC 程序中被使用。你的程序应该只有一个衍生自 *CWinApp* 的类别。如果有许多个 *CWinApp* 衍生类别, 此组件会选择其中第一个做为实作的对象。其他的错误情况包括秘诀文字文件不存在, 或格式不对等等。

在程序的【Help】菜单中加上 Tip of The Day 项目:

这个组件会修改主框窗口的 *OnInitMenu* 函数, 并且在你的【Help】菜单下加挂一个 Tip of The Day 项目。如果你的程序原本没有【Help】菜单, 此组件就自动为你产生一个。

## Components 实际运用: ComTest 程序

现在, 动手吧。首先利用 MFC AppWizard 产生一个项目, 就像第 4 章的 Scribble step0 那样。我把它命名为 ComTest (放在书附光盘的 ComTest.17 子目录中)。然后, 不要离开这个项目, 激活 Component Gallery, 进入 Developer Studio Components 资料夹, 分别选择 Splash Screen 和 System Info for AboutDlg 和 Tips of the Day 三个组件, 分别按下【Insert】钮。Splash Screen 和 Tips of the Day 组件会要求我们再指定一些消息:



## 新增文件

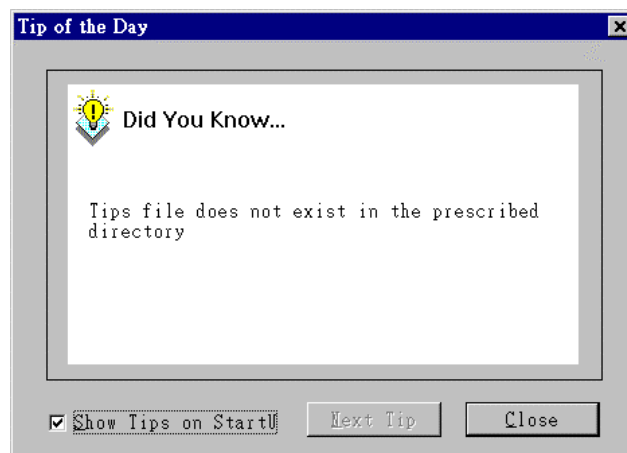
这时候ComTest 项目中的源代码有了一些变动（被Component Gallery 改变）。被改变的文件是：

```
STDAFX.H
RESOURCE.H
COMTEST.H
COMTEST.CPP
COMTEST.RC
MAINFRM.H
MAINFRM.CPP
SPLASH.H
SPLASH.CPP
SPLSH16.BMP
TIPDLG.CPP
TIPDLG.H
```

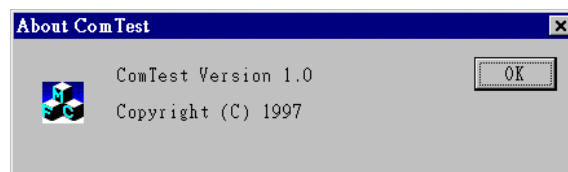
选按整合环境的【Build / Build ComTest.Exe】，把这个程序建造出来。建造完毕试执行之，你会发现在主窗口出现之前，一开始先有一张画面显现：



然后是每日小秘诀：



然后才是主窗口。至于About 对话框，画面如下（没啥变化）：



看来，我们只要修改一下 Splash Screen 画面，并增加一个 TIPS.TXT 文字文件，再变化一下 About 对话框，就成了。程序编修动作的确很简单，不过我还是要把这三个组件加诸于你的程序的每一条痕印都揭发出来。

## 相关变化

让我们分析分析 Component Gallery 为我们做了些什么事情。

### STDAFX.H (阴影部份为新增内容)

```
...
#include <afxwin.h> // MFC core and st
#include <afxext.h> // MFC extensions
#include <afxdisp.h> // MFC OLE automat
#ifndef _AFX_NO_AFXCMN_SUPPORT
#include <afxcmn.h> // MFC
#endif // _AFX_NO_AFXCMN_SUPPORT
#include <H:\u002p\prog\ComTest.16\TipDlg.h>
...
```

### RESOURCE.H

下面是针对三个组件新增的一些常数定义。凡是稍后修改程序时会用到的常数，我都加上批注，提醒您特别注意。

```
...
#define IDB_SPLASH 102 // Splash screen 所加，代表一张 16 色 bitmap 画面
#define CG_IDS_PHYSICAL_MEM 103
#define CG_IDS_DISK_SPACE 104
#define CG_IDS_DISK_SPACE_UNAVAIL 105
#define IDB_LIGHTBULB 106
#define IDD_TIP 107
#define CG_IDS_TIPOFTHEDAY 108 // Tips 所加，一个字符串。稍后我要把它改为中文内容。
#define CG_IDS_TIPOFTHEDAYMENU 109
#define CG_IDS_DIDYOUKNOW 110 // Tips 所加，一个字符串。稍后我要把它改为中文内容。
#define CG_IDS_FILE_ABSENT 111
#define CG_IDP_FILE_CORRUPT 112
#define CG_IDS_TIPOFTHEDAYHELP 113
#define IDC_PHYSICAL_MEM 1000 // SysInfo 所加，代表「可用内存」这个 static 字段
```

```

#define IDC_BULB 1000
#define IDC_DISK_SPACE 1001 // SysInfo所加, 代表「磁盘剩余空间」这个static 字段
#define IDC_STARTUP 1001
#define IDC_NEXTTIP 1002
#define IDC_TIPSTRING 1004
...

```

#### COMTEST.H (阴影部份为新增内容)

```

class CComTestApp : public CWinApp
{
public:
 virtual BOOL PreTranslateMessage(MSG* pMsg);
 CComTestApp();

...

private:
 void ShowTipAtStartup(void);
private:
 void ShowTipOfTheDay(void);
}

```

#### COMTEST.CPP (阴影部份为新增内容)

```

#0001 ...
#0002 #include "Splash.h"
#0003 #include <dos.h>
#0004 #include <direct.h>
#0005
#0006 BEGIN_MESSAGE_MAP(CComTestApp, CWinApp)
#0007 ON_COMMAND(CG_IDS_TIPOFTHEDAY, ShowTipOfTheDay)
#0008 //{AFX_MSG_MAP(CComTestApp)
#0009 ON_COMMAND(ID_APP_ABOUT, OnAppAbout)
#0010 // NOTE - the ClassWizard will add and remove mapping macros here.
#0011 // DO NOT EDIT what you see in these blocks of generated code!
#0012 //}AFX_MSG_MAP
#0013 // Standard file based document commands
#0014 ON_COMMAND(ID_FILE_NEW, CWinApp::OnFileNew)
#0015 ON_COMMAND(ID_FILE_OPEN, CWinApp::OnFileOpen)
#0016 // Standard print setup command
#0017 ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_SETUP, CWinApp::OnFilePrintSetup)
#0018 END_MESSAGE_MAP()
#0019
#0020 BOOL CComTestApp::InitInstance()
#0021 {
#0022 // CG: The following block was added by the Splash Screen component.

```

```

#0023 {
#0024 CCommandLineInfo cmdInfo;
#0025 ParseCommandLine(cmdInfo);
#0026 CSplashWnd::EnableSplashScreen(cmdInfo.m_bShowSplash);
#0027 }
#0028
#0029 AfxEnableControlContainer();
#0030 ...
#0031
#0032 // CG: This line inserted by 'Tip of the Day' component.
#0033 ShowTipAtStartup();
#0034
#0035 return TRUE;
#0036 }
#0037 ...
#0038 BOOL CComTestApp::PreTranslateMessage(MSG* pMsg)
#0039 {
#0040 // CG: The following lines were added by the Splash Screen component.
#0041 if (CSplashWnd::PreTranslateAppMessage(pMsg))
#0042 return TRUE;
#0043
#0044 return CWinApp::PreTranslateMessage(pMsg);
#0045 }
#0046
#0047 BOOL CAboutDlg::OnInitDialog()
#0048 {
#0049 CDialog::OnInitDialog(); // CG: This was added by System Info Component.
#0050
#0051 // CG: Following block was added by System Info Component.
#0052 {
#0053 CString strFreeDiskSpace;
#0054 CString strFreeMemory;
#0055 CString strFmt;
#0056
#0057 // Fill available memory
#0058 MEMORYSTATUS MemStat;
#0059 MemStat.dwLength = sizeof(MEMORYSTATUS);
#0060 GlobalMemoryStatus(&MemStat);
#0061 strFmt.LoadString(CG_IDS_PHYSICAL_MEM);
#0062 strFreeMemory.Format(strFmt, MemStat.dwTotalPhys / 1024L);
#0063
#0064 //TODO: Add a static control to your About Box to receive the memory
#0065 // information. Initialize the control with code like this:
#0066 // SetDlgItemText(IDC_PHYSICAL_MEM, strFreeMemory);
#0067
#0068 // Fill disk free information

```

```

#0069 struct _diskfree_t diskfree;
#0070 int nDrive = _getdrive(); // use current default drive
#0071 if (_getdiskfree(nDrive, &diskfree) == 0)
#0072 {
#0073 strFmt.LoadString(CG_IDS_DISK_SPACE);
#0074 strFreeDiskSpace.Format(strFmt,
#0075 (DWORD)diskfree.avail_clusters *
#0076 (DWORD)diskfree.sectors_per_cluster *
#0077 (DWORD)diskfree.bytes_per_sector / (DWORD)1024L,
#0078 nDrive-1 + _T('A'));
#0079 }
#0080 else
#0081 strFreeDiskSpace.LoadString(CG_IDS_DISK_SPACE_UNAVAIL);
#0082
#0083 //TODO: Add a static control to your About Box to receive the memory
#0084 // information. Initialize the control with code like this:
#0085 // SetDlgItemText(IDC_DISK_SPACE, strFreeDiskSpace);
#0086 }
#0087
#0088 return TRUE; // CG: This was added by System Info Component.
#0089 }

```

### COMTEST.RC (阴影部份为新增内容)

```

IDB_SPLASH BITMAP DISCARDABLE "Splsh16.bmp"
...
IDD_TIP_DIALOG DISCARDABLE 0, 0, 231, 164
STYLE DS_MODALFRAME | WS_POPUP | WS_CAPTION | WS_SYSMENU
CAPTION "Tip of the Day"
FONT 8, "MS Sans Serif"
BEGIN
 CONTROL "-", -1, "Static", SS_BLACKFRAME, 12, 11, 207, 123
 LTEXT "Some String", IDC_TIPSTRING, 28, 63, 177, 60
 CONTROL "&Show Tips on StartUp", IDC_STARTUP, "Button",
 BS_AUTOCHECKBOX | WS_GROUP | WS_TABSTOP, 13, 146, 85, 10
 PUSHBUTTON "&Next Tip", IDC_NEXTTIP, 109, 143, 50, 14, WS_GROUP
 DEFPUSHBUTTON "&Close", IDOK, 168, 143, 50, 14, WS_GROUP
 CONTROL "", IDC_BULB, "Static", SS_BITMAP, 20, 17, 190, 111
END
...
STRINGTABLE DISCARDABLE
BEGIN
 CG_IDS_PHYSICAL_MEM "%lu KB"
 CG_IDS_DISK_SPACE "%lu KB Free on %c:"
 CG_IDS_DISK_SPACE_UNAVAIL "Unavailable"
 CG_IDS_TIPOFTHEDAY "Displays a Tip of the Day."

```

```

CG_IDS_TIPOFTHEDAYMENU "Ti&p of the Day..."
CG_IDS_DIDYOUKNOW "Did You Know..."
CG_IDS_FILE_ABSENT "Tips file does not exist in the prescribed directory;"
END

STRINGTABLE DISCARDABLE
BEGIN
 CG_IDP_FILE_CORRUPT "Trouble reading the tips file"
 CG_IDS_TIPOFTHEDAYHELP "&Help"
END

```

#### MAINFRM.H (阴影部份为新增内容)

```

class CMainFrame : public CMDIFrameWnd
{
...
// Overrides
 // ClassWizard generated virtual function overrides
 //{{AFX_VIRTUAL(CMainFrame)
 virtual BOOL PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs);
 //}}AFX_VIRTUAL
...
// Generated message map functions
protected:
 afx_msg void OnInitMenu(CMenu* pMenu);
 ...
};

```

#### MAINFRM.CPP (阴影部份为新增内容)

```

#0001 ...
#0002 #include "Splash.h"
#0003 ...
#0004 int CMainFrame::OnCreate(LPCREATESTRUCT lpCreateStruct)
#0005 {
#0006 ...
#0007 // CG: The following line was added by the Splash Screen component.
#0008 CSplashWnd::ShowSplashScreen(this);
#0009
#0010 return 0;
#0011 }
#0012 ...
#0013 //////////////////////////////////////
#0014 // CMainFrame message handlers
#0015

```



```
#0016 void CMainFrame::OnInitMenu(CMenu* pMenu)
#0017 {
#0018 CMDIFrameWnd::OnInitMenu(pMenu);
#0019
#0020 // CG: This block added by 'Tip of the Day' component.
#0021 {
#0022 // TODO: This code adds the "Tip of the Day" menu item
#0023 // on the fly. It may be removed after adding the menu
#0024 // item to all applicable menu items using the resource
#0025 // editor.
#0026
#0027 // Add Tip of the Day menu item on the fly!
#0028 static CMenu* pSubMenu = NULL;
#0029
#0030 CString strHelp; strHelp.LoadString(CG_IDS_TIPOFTHEDAYHELP);
#0031 CString strMenu;
#0032 int nMenuCount = pMenu->GetMenuItemCount();
#0033 BOOL bFound = FALSE;
#0034 for (int i=0; i < nMenuCount; i++)
#0035 {
#0036 pMenu->GetMenuString(i, strMenu, MF_BYPOSITION);
#0037 if (strMenu == strHelp)
#0038 {
#0039 pSubMenu = pMenu->GetSubMenu(i);
#0040 bFound = TRUE;
#0041 ASSERT(pSubMenu != NULL);
#0042 }
#0043 }
#0044
#0045 CString strTipMenu;
#0046 strTipMenu.LoadString(CG_IDS_TIPOFTHEDAYMENU);
#0047 if (!bFound)
#0048 {
#0049 // Help menu is not available. Please add it!
#0050 if (pSubMenu == NULL)
#0051 {
#0052 // The same pop-up menu is shared between mainfrm and
frame
#0053
#0054 // with the doc.
#0055 static CMenu popUpMenu;
#0056 pSubMenu = &popUpMenu;
#0057 pSubMenu->CreatePopupMenu();
#0058 pSubMenu->InsertMenu(0, MF_STRING|MF_BYPOSITION,
CG_IDS_TIPOFTHEDAY, strTipMenu);
#0059 }
#0060 pMenu->AppendMenu(MF_STRING|MF_BYPOSITION|MF_ENABLED|MF_POPUP,
```

```
#0061 (UINT)pSubMenu->m_hMenu, strHelp);
#0062 DrawMenuBar();
#0063 }
#0064 else
#0065 {
#0066 // Check to see if the Tip of the Day menu has already been
added.
#0067 pSubMenu->GetMenuString(0, strMenu, MF_BYPOSITION);
#0068
#0069 if (strMenu != strTipMenu)
#0070 {
#0071 // Tip of the Day submenu has not been added to the
#0072 // first position, so add it.
#0073 pSubMenu->InsertMenu(0, MF_BYPOSITION); // Separator
#0074 pSubMenu->InsertMenu(0, MF_STRING|MF_BYPOSITION,
#0075 CG_IDS_TIPOFTHEDAY, strTipMenu);
#0076 }
#0077 }
#0078 }
#0080 }
```

#### SPLASH.H (全新內容)

```
#0001 // CG: This file was added by the Splash Screen component.
#0002
#0003 #ifndef _SPLASH_SCRN_
#0004 #define _SPLASH_SCRN_
#0005
#0006 // Splash.h : header file
#0007
#0008 //////////////////////////////////////
#0009 // Splash Screen class
#0010
#0011 class CSplashWnd : public CWnd
#0012 {
#0013 // Construction
#0014 protected:
#0015 CSplashWnd();
#0016
#0017 // Attributes:
#0018 public:
#0019 CBitmap m_bitmap;
#0020
#0021 // Operations
#0022 public:
#0023 static void EnableSplashScreen(BOOL bEnable = TRUE);
```

```

#0024 static void ShowSplashScreen(CWnd* pParentWnd = NULL);
#0025 static BOOL PreTranslateAppMessage(MSG* pMsg);
#0026
#0027 // Overrides
#0028 // ClassWizard generated virtual function overrides
#0029 //{AFX_VIRTUAL(CSplashWnd)
#0030 //{AFX_VIRTUAL
#0031
#0032 // Implementation
#0033 public:
#0034 ~CSplashWnd();
#0035 virtual void PostNcDestroy();
#0036
#0037 protected:
#0038 BOOL Create(CWnd* pParentWnd = NULL);
#0039 void HideSplashScreen();
#0040 static BOOL c_bShowSplashWnd;
#0041 static CSplashWnd* c_pSplashWnd;
#0042
#0043 // Generated message map functions
#0044 protected:
#0045 //{AFX_MSG(CSplashWnd)
#0046 afx_msg int OnCreate(LPCREATESTRUCT lpCreateStruct);
#0047 afx_msg void OnPaint();
#0048 afx_msg void OnTimer(UINT nIDEvent);
#0049 //{AFX_MSG
#0050 DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0051 };
#0052
#0053 #endif

```

#### SPLASH.CPP (全新內容)

```

#0001 // CG: This file was added by the Splash Screen component.
#0002 // Splash.cpp : implementation file
#0003
#0004 #include "stdafx.h" // e. g. stdafx.h
#0005 #include "resource.h" // e.g. resource.h
#0006
#0007 #include "Splash.h" // e.g. splash.h
#0008
#0009 #ifdef _DEBUG
#0010 #define new DEBUG_NEW
#0011 #undef THIS_FILE
#0012 static char BASED_CODE THIS_FILE[] = __FILE__;
#0013 #endif

```

```

#0014
#0015 //
#0016 // Splash Screen class
#0017
#0018 BOOL CSplashWnd::c_bShowSplashWnd;
#0019 CSplashWnd* CSplashWnd::c_pSplashWnd;
#0020 CSplashWnd::CSplashWnd()
#0021 {
#0022 }
#0023
#0024 CSplashWnd::~CSplashWnd()
#0025 {
#0026 // Clear the static window pointer.
#0027 ASSERT(c_pSplashWnd == this);
#0028 c_pSplashWnd = NULL;
#0029 }
#0030
#0031 BEGIN_MESSAGE_MAP(CSplashWnd, CWnd)
#0032 //{AFX_MSG_MAP(CSplashWnd)
#0033 ON_WM_CREATE()
#0034 ON_WM_PAINT()
#0035 ON_WM_TIMER()
#0036 //}AFX_MSG_MAP
#0037 END_MESSAGE_MAP()
#0038
#0039 void CSplashWnd::EnableSplashScreen(BOOL bEnable /*= TRUE*/)
#0040 {
#0041 c_bShowSplashWnd = bEnable;
#0042 }
#0043
#0044 void CSplashWnd::ShowSplashScreen(CWnd* pParentWnd /*= NULL*/)
#0045 {
#0046 if (!c_bShowSplashWnd || c_pSplashWnd != NULL)
#0047 return;
#0048
#0049 // Allocate a new splash screen, and create the window.
#0050 c_pSplashWnd = new CSplashWnd;
#0051 if (!c_pSplashWnd->Create(pParentWnd))
#0052 delete c_pSplashWnd;
#0053 else
#0054 c_pSplashWnd->UpdateWindow();
#0055 }
#0056
#0057 BOOL CSplashWnd::PreTranslateAppMessage(MSG* pMsg)
#0058 {
#0059 if (c_pSplashWnd == NULL)

```

```
#0060 return FALSE;
#0061
#0062 // If we get a keyboard or mouse message, hide the splash screen.
#0063 if (pMsg->message == WM_KEYDOWN ||
#0064 pMsg->message == WM_SYSKEYDOWN ||
#0065 pMsg->message == WM_LBUTTONDOWN ||
#0066 pMsg->message == WM_RBUTTONDOWN ||
#0067 pMsg->message == WM_MBUTTONDOWN ||
#0068 pMsg->message == WM_NCLBUTTONDOWN ||
#0069 pMsg->message == WM_NCRBUTTONDOWN ||
#0070 pMsg->message == WM_NCMBUTTONDOWN)
#0071 {
#0072 c_pSplashWnd->HideSplashScreen();
#0073 return TRUE; // message handled here
#0074 }
#0075
#0076 return FALSE; // message not handled
#0077 }
#0078
#0079 BOOL CSplashWnd::Create(CWnd* pParentWnd /*= NULL*/)
#0080 {
#0081 if (!m_bitmap.LoadBitmap(IDB_SPLASH))
#0082 return FALSE;
#0083
#0084 BITMAP bm;
#0085 m_bitmap.GetBitmap(&bm);
#0086
#0087 return CreateEx(0,
#0088 AfxRegisterWndClass(0, AfxGetApp()->LoadStandardCursor(IDC_ARROW)),
#0089 NULL, WS_POPUP | WS_VISIBLE, 0, 0, bm.bmWidth, bm.bmHeight,
#0090 pParentWnd->GetSafeHwnd(), NULL);
#0091 }
#0092 void CSplashWnd::HideSplashScreen()
#0093 {
#0094 // Destroy the window, and update the mainframe.
#0095 DestroyWindow();
#0096 AfxGetMainWnd()->UpdateWindow();
#0097 }
#0098
#0099 void CSplashWnd::PostNcDestroy()
#0100 {
#0101 // Free the C++ class.
#0102 delete this;
#0103 }
#0104
```

```
#0105 int CSplashWnd::OnCreate(LPCREATESTRUCT lpCreateStruct)
#0106 {
#0107 if (CWnd::OnCreate(lpCreateStruct) == -1)
#0108 return -1;
#0109
#0110 // Center the window.
#0111 CenterWindow();
#0112
#0113 // Set a timer to destroy the splash screen.
#0114 SetTimer(1, 750, NULL);
#0115
#0116 return 0;
#0117 }
#0118
#0119 void CSplashWnd::OnPaint()
#0120 {
#0121 CPaintDC dc(this);
#0122
#0123 CDC dcImage;
#0124 if (!dcImage.CreateCompatibleDC(&dc))
#0125 return;
#0126
#0127 BITMAP bm;
#0128 m_bitmap.GetBitmap(&bm);
#0129
#0130 // Paint the image.
#0131 CBitmap* pOldBitmap = dcImage.SelectObject(&m_bitmap);
#0132 dc.BitBlt(0, 0, bm.bmWidth, bm.bmHeight, &dcImage, 0, 0, SRCCOPY);
#0133 dcImage.SelectObject(pOldBitmap);
#0134 }
#0135
#0136 void CSplashWnd::OnTimer(UINT nIDEvent)
#0137 {
#0138 // Destroy the splash screen window.
#0139 HideSplashScreen();
#0140 }
```

#### TIPDLG.H (全新內容)

```
#0001 #if !defined(TIPDLG_H_INCLUDED_)
#0002 #define TIPDLG_H_INCLUDED_
#0003
#0004 // CG: This file added by 'Tip of the Day' component.
#0005
#0006 //////////////////////////////////////
#0007 // CTipDlg dialog
```

```

#0008
#0009 class CTipDlg : public CDialog
#0010 {
#0011 // Construction
#0012 public:
#0013 CTipDlg(CWnd* pParent = NULL); // standard constructor
#0014
#0015 // Dialog Data
#0016 //{AFX_DATA(CTipDlg)
#0017 // enum { IDD = IDD_TIP };
#0018 BOOL m_bStartup;
#0019 CString m_strTip;
#0020 //}AFX_DATA
#0021
#0022 FILE* m_pStream;
#0023
#0024 // Overrides
#0025 // ClassWizard generated virtual function overrides
#0026 //{AFX_VIRTUAL(CTipDlg)
#0027 protected:
#0028 virtual void DoDataExchange(CDataExchange* pDX); // DDX/DDV support
#0029 //}AFX_VIRTUAL
#0030
#0031 // Implementation
#0032 public:
#0033 virtual ~CTipDlg();
#0034
#0035 protected:
#0036 // Generated message map functions
#0037 //{AFX_MSG(CTipDlg)
#0038 afx_msg void OnNextTip();
#0039 afx_msg HBRUSH OnCtlColor(CDC* pDC, CWnd* pWnd, UINT nCtlColor);
#0040 virtual void OnOK();
#0041 virtual BOOL OnInitDialog();
#0042 afx_msg void OnPaint();
#0043 //}AFX_MSG
#0044 DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0045
#0046 void GetNextTipString(CString& strNext);
#0047 };
#0048
#0049 #endif // !defined(TIPDLG_H_INCLUDED_)

```

**TIPDLG.CPP (全新內容)**

```
#0001 #include "stdafx.h"
```

```
#0002 #include "resource.h"
#0003
#0004 // CG: This file added by 'Tip of the Day' component.
#0005
#0006 #include <winreg.h>
#0007 #include <sys\stat.h>
#0008 #include <sys\types.h>
#0009
#0010 #ifdef _DEBUG
#0011 #define new DEBUG_NEW
#0012 #undef THIS_FILE
#0013 static char THIS_FILE[] = __FILE__;
#0014 #endif
#0015
#0016 //////////////////////////////////////
#0017 // CTipDlg dialog
#0018
#0019 #define MAX_BUFLen 1000
#0020
#0021 static const TCHAR szSection[] = _T("Tip");
#0022 static const TCHAR szIntFilePos[] = _T("FilePos");
#0023 static const TCHAR szTimeStamp[] = _T("TimeStamp");
#0024 static const TCHAR szIntStartup[] = _T("Startup");
#0025
#0026 CTipDlg::CTipDlg(CWnd* pParent /*=NULL*/)
#0027 : CDialog(IDD_TIP, pParent)
#0028 {
#0029 //{AFX_DATA_INIT(CTipDlg)
#0030 m_bStartup = TRUE;
#0031 //}AFX_DATA_INIT
#0032
#0033 // We need to find out what the startup and file position parameters are
#0034 // If startup does not exist, we assume that the Tips on startup is checked TRUE.
#0035 CWinApp* pApp = AfxGetApp();
#0036 m_bStartup = !pApp->GetProfileInt(szSection, szIntStartup, 0);
#0037 UINT iFilePos = pApp->GetProfileInt(szSection, szIntFilePos, 0);
#0038
#0039 // Now try to open the tips file
#0040 m_pStream = fopen("tips.txt", "r");
#0041 if (m_pStream == NULL)
#0042 {
#0043 m_strTip.LoadString(CG_IDS_FILE_ABSENT);
#0044 return;
#0045 }
#0046
#0047 // If the timestamp in the INI file is different from the timestamp of
```



```
#0048 // the tips file, then we know that the tips file has been modified
#0049 // Reset the file position to 0 and write the latest timestamp to the
#0050 // ini file
#0051 struct _stat buf;
#0052 _fstat(_fileno(m_pStream), &buf);
#0053 CString strCurrentTime = ctime(&buf.st_ctime);
#0054 strCurrentTime.TrimRight();
#0055 CString strStoredTime =
#0056 pApp->GetProfileString(szSection, szTimeStamp, NULL);
#0057 if (strCurrentTime != strStoredTime)
#0058 {
#0059 iFilePos = 0;
#0060 pApp->WriteProfileString(szSection, szTimeStamp, strCurrentTime);
#0061 }
#0062
#0063 if (fseek(m_pStream, iFilePos, SEEK_SET) != 0)
#0064 {
#0065 AfxMessageBox(CG_IDP_FILE_CORRUPT);
#0066 }
#0067 else
#0068 {
#0069 GetNextTipString(m_strTip);
#0070 }
#0071 }
#0072
#0073 CTipDlg::~CTipDlg()
#0074 {
#0075 // This destructor is executed whether the user had pressed the escape key
#0076 // or clicked on the close button. If the user had pressed the escape key,
#0077 // it is still required to update the filepos in the ini file with the
#0078 // latest position so that we don't repeat the tips!
#0079
#0080 // But make sure the tips file existed in the first place....
#0081 if (m_pStream != NULL)
#0082 {
#0083 CWinApp* pApp = AfxGetApp();
#0084 pApp->WriteProfileInt(szSection, szIntFilePos, ftell(m_pStream));
#0085 fclose(m_pStream);
#0086 }
#0087 }
#0088
#0089 void CTipDlg::DoDataExchange(CDataExchange* pDX)
#0090 {
#0091 CDialog::DoDataExchange(pDX);
#0092 //{{AFX_DATA_MAP(CTipDlg)
#0093 DDX_Check(pDX, IDC_STARTUP, m_bStartup);
```

```
#0094 DDX_Text(pDX, IDC_TIPSTRING, m_strTip);
#0095 //}}AFX_DATA_MAP
#0096 }
#0097
#0098 BEGIN_MESSAGE_MAP(CTipDlg, CDialog)
#0099 //{AFX_MSG_MAP(CTipDlg)
#0100 ON_BN_CLICKED(IDC_NEXTTIP, OnNextTip)
#0101 ON_WM_CTLCOLOR()
#0102 ON_WM_PAINT()
#0103 //}}AFX_MSG_MAP
#0104 END_MESSAGE_MAP()
#0105
#0106 //////////////////////////////////////
#0107 // CTipDlg message handlers
#0108
#0109 void CTipDlg::OnNextTip()
#0110 {
#0111 GetNextTipString(m_strTip);
#0112 UpdateData(FALSE);
#0113 }
#0114
#0115 void CTipDlg::GetNextTipString(CString& strNext)
#0116 {
#0117 LPTSTR lpsz = strNext.GetBuffer(MAX_BUFLEN);
#0118
#0119 // This routine identifies the next string that needs to be
#0120 // read from the tips file
#0121 BOOL bStop = FALSE;
#0122 while (!bStop)
#0123 {
#0124 if (_fgetts(lpsz, MAX_BUFLEN, m_pStream) == NULL)
#0125 {
#0126 // We have either reached EOF or encountered some problem
#0127 // In both cases reset the pointer to the beginning of the file
#0128 // This behavior is same as VC++ Tips file
#0129 if (fseek(m_pStream, 0, SEEK_SET) != 0)
#0130 AfxMessageBox(CG_IDP_FILE_CORRUPT);
#0131 }
#0132 else
#0133 {
#0134 if (*lpsz != ' ' && *lpsz != '\t' &&
#0135 *lpsz != '\n' && *lpsz != ';')
#0136 {
#0137 // There should be no space at the beginning of the tip
#0138 // This behavior is same as VC++ Tips file
#0139 // Comment lines are ignored and they start with a semicolon
```

```
#0140 bStop = TRUE;
#0141 }
#0142 }
#0143 }
#0144 strNext.ReleaseBuffer();
#0145 }
#0146
#0147 HBRUSH CTipDlg::OnCtlColor(CDC* pDC, CWnd* pWnd, UINT nCtlColor)
#0148 {
#0149 if (pWnd->GetDlgCtrlID() == IDC_TIPSTRING)
#0150 return (HBRUSH)GetStockObject(WHITE_BRUSH);
#0151
#0152 return CDialog::OnCtlColor(pDC, pWnd, nCtlColor);
#0153 }
#0154
#0155 void CTipDlg::OnOK()
#0156 {
#0157 CDialog::OnOK();
#0158
#0159 // Update the startup information stored in the INI file
#0160 CWinApp* pApp = AfxGetApp();
#0161 pApp->WriteProfileInt(szSection, szIntStartup, !m_bStartup);
#0162 }
#0163
#0164 BOOL CTipDlg::OnInitDialog()
#0165 {
#0166 CDialog::OnInitDialog();
#0167
#0168 // If Tips file does not exist then disable NextTip
#0169 if (m_pStream == NULL)
#0170 GetDlgItem(IDC_NEXTTIP)->EnableWindow(FALSE);
#0171
#0172 return TRUE; // return TRUE unless you set the focus to a control
#0173 }
#0174
#0175 void CTipDlg::OnPaint()
#0176 {
#0177 CPaintDC dc(this); // device context for painting
#0178
#0179 // Get paint area for the big static control
#0180 CWnd* pStatic = GetDlgItem(IDC_BULB);
#0181 CRect rect;
#0182 pStatic->GetWindowRect(&rect);
#0183 ScreenToClient(&rect);
#0184
#0185 // Paint the background white.
```

```

#0186 CBrush brush;
#0187 brush.CreateStockObject(WHITE_BRUSH);
#0188 dc.FillRect(rect, &brush);
#0189
#0190 // Load bitmap and get dimensions of the bitmap
#0191 CBitmap bmp;
#0192 bmp.LoadBitmap(IDB_LIGHTBULB);
#0193 BITMAP bmpInfo;
#0194 bmp.GetBitmap(&bmpInfo);
#0195
#0196 // Draw bitmap in top corner and validate only top portion of window
#0197 CDC dcTmp;
#0198 dcTmp.CreateCompatibleDC(&dc);
#0199 dcTmp.SelectObject(&bmp);
#0200 rect.bottom = bmpInfo.bmHeight + rect.top;
#0201 dc.BitBlt(rect.left, rect.top, rect.Width(), rect.Height(),
#0202 &dcTmp, 0, 0, SRCCOPY);
#0203
#0204 // Draw out "Did you know..." message next to the bitmap
#0205 CString strMessage;
#0206 strMessage.LoadString(CG_IDS_DIDYOUKNOW);
#0207 rect.left += bmpInfo.bmWidth;
#0208 dc.DrawText(strMessage, rect, DT_VCENTER | DT_SINGLELINE);
#0209
#0210 // Do not call CDialog::OnPaint() for painting messages
#0211 }

```

## 修改ComTest 程序内容

以下是对于上述新增文件的分析与修改。稍早我曾分析过，只要修改一下Splash Screen 画面，增加一个TIPS.TXT 文字文件，再变化一下About 对话框，就成了。

### COMTEST.RC

要把自己准备的图片做为「炫耀画面」，有两个还算方便的作法。其一是直接编修Splash Screen 组件带给我们的Splsh16.bmp 的内容，其二是修改RC 档中的IDB\_SPLASH 所对应的文件名称。我选择后者。所以我修改RC 档中的一行：

```
IDB_SPLASH BITMAP DISCARDABLE "Dissect.bmp"
```

Dissect.bmp 图档内容如下：



此外我也修改RC 文件中的一些字符串，使它们呈现中文：

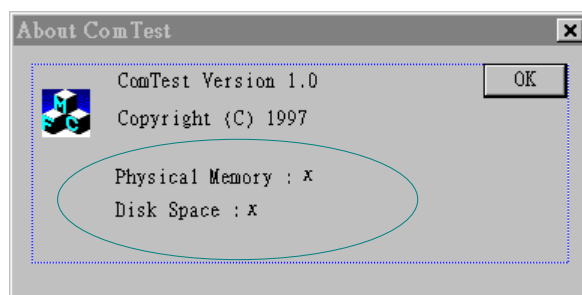
```
IDD_TIP_DIALOG DISCARDABLE 0, 0, 231, 164
STYLE DS_MODALFRAME | WS_POPUP | WS_CAPTION | WS_SYSMENU
CAPTION "今日小秘訣"
FONT 8, "MS Sans Serif"
BEGIN
 CONTROL "", -1, "Static", SS_BLACKFRAME, 12, 11, 207, 123
 LTEXT "Some String", IDC_TIPSTRING, 28, 63, 177, 60
 CONTROL "程式啟動時顯示小秘訣", IDC_STARTUP, "Button",
 BS_AUTOCHECKBOX | WS_GROUP | WS_TABSTOP, 13, 146, 85, 10
 PUSHBUTTON "下一個小秘訣", IDC_NEXTTIP, 109, 143, 50, 14, WS_GROUP
 DEFPUSHBUTTON "關閉", IDOK, 168, 143, 50, 14, WS_GROUP
 CONTROL "", IDC_BULB, "Static", SS_BITMAP, 20, 17, 190, 111
END

STRINGTABLE DISCARDABLE
BEGIN
 ...
 // CG_IDS_DIDYOUKNOW "Did You Know..."
 CG_IDS_DIDYOUKNOW "侯俊傑著作年表..."
END
```

## 增加一个TIPS.TXT

这很简单，使用任何一种文字编辑工具，遵循前面说过的TIPS.TXT 文件格式，做出你的每日小秘诀。

## 修改RC 文件中的About 对话框画面



我增加了四个static 控制组件，其中两个做为卷标使用，不必在乎其ID。另两个准备给 ComTest 程序在【About】对话框出现时设定系统信息使用，ID 分别设定为 *IDC\_PHYSICAL\_MEM* 和 *IDC\_DISK\_SPACE*，配合System Info for About Dlg 组件的建议。

## COMTEST.CPP

在 *CAboutDlg::OnInitDialog* 中利用 *SetDlgItemText* 设定稍早我们为对话框画面新增的两个static 控制组件的文字内容（Component Gallery 已经为我们做出这段程序代码，只是暂时把它标记为说明文字。我只要把标记符号// 去除即可）：

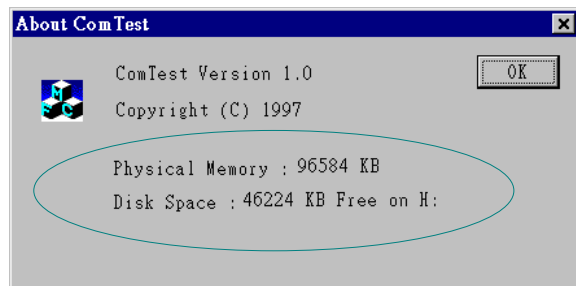
```
BOOL CAboutDlg::OnInitDialog()
{
 ...
 SetDlgItemText(IDC_PHYSICAL_MEM, strFreeMemory);
 ...
 SetDlgItemText(IDC_DISK_SPACE, strFreeDiskSpace);
}
return TRUE; // CG: This was added by System Info Component.
}
```

## ComTest修改结果

一切尽如人意。现在我们有了理想的Splash Screen 画面如前所述，也有了Tips of the Day 对话框：



以及一个内含系统信息的About 对话框：



## 使用ActiveX Controls

Microsoft 的 Visual Basic 自1991 年推出以来，已经成为Windows 应用软件开发环境中的佼佼者。它的成功极大部份要归功于其开放性：它所提供的VBXs 被认为是一种极佳的对象导向程序设计架构。VBX 是一种动态联结函数库（DLL），类似Windows 的订制型控制组件（custom control）。

VBX 不适用于32 位环境。于是Microsoft 再推出另一规格OCX。不论是VBX 或 OCX，或甚至Borland 的VCL，都提供Properties-Method-Event（PME）接口。Visual Basic 之于VBX，以及Borland C++ Builder 和Delphi 之于VCL，都提供了整合开发环境（IDE）与PME 接口之间的极密切结合，使得程序设计更进一步到达「以拖拉、填单等简易动作就能够完成」的可视化境界。也因此没有人会反对把Visual Basic 和Delphi 和 C++ Builder 归类为RAD（Rapid Application Development，快速软件开发工具）的行列。但是Visual C++ 之于OCX，还没有能够有这么好的整合。

我怎么会谈到OCX 呢？本节不是ActiveX Control 吗？噢，OCX 就是ActiveX Control！由于微软把它所有的Internet 技术都称为ActiveX，所以OLE Controls 就变成了ActiveX Controls。

我不打算讨论ActiveX Control 的撰写，我打算把全部篇幅用到ActiveX Control 的使用上。

如果对ActiveX Control 的开发感兴趣，Adam Denning 的ActiveX Control Inside Out 是一本很不错的书（ActiveX 控制组件彻底研究，侯俊杰译/ 松岗）



ActiveX Control 基础观念：Properties、Methods、Event

你必须了解ActiveX Control 三种接口的意义，并且充份了解你打算使用的某个ActiveX Control 有什么特殊的接口，然后才能够使用它。

基本上你可以拿你已经很熟悉的C++ 类别来比较ActiveX control。类别也是一个包装良好的组件，有它自己的成员变量，以及处理这些成员变量的所谓成员函数，是个自给自足的体系。ActiveX control 的三个接口也有类似性质：

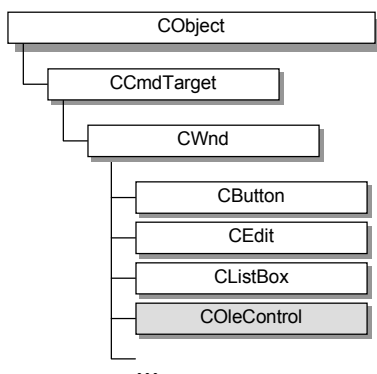
property - 相当于C++ 类别的成员变量

method - 相当于C++ 类别的成员函数

event - 相当于Windows 控制组件发出的notification 消息

ActiveX Control 规格中定有一些标准的（库存的）接口，例如*BackColor* 和*FontName* 等properties，*AddItem* 和*Move* 和*Refresh* 等methods，以及*CLICK* 和*KEYDOWN* 等events。也就是说，任何一个ActiveX Control 大致上都会有一些必备的、基础的性质和能力。

以下针对ActiveX Control 的三种接口与C++ 类别做个比较。至于它们的具体展现以及如何使用，稍后在实例中可以看到。



## methods

设计自己的C++ 类别，你当然可以在其中设计成员函数。此一函数之调用者必须在编译时期知道此一函数的功能以及它的参数。搭配Windows 内建之控制组件（如Edit、Button）而设计的类别（如CEdit、CButton），内部固定会设计一些成员函数。某些成员函数（如CEdit::GetLineCount）只适用于特定类别，但某些根类别的成员函数（例如CWnd::GetDlgItemText）则适用于所有的子类别。

ActiveX Control 的method 极类似C++ 类别中的成员函数。但它们被限制在一个有限的集合之中，集合内的名单包括AddItem、RemoveItem、Move 和Refresh 等等。并不是所有的ActiveX Controls 都对每一个method 产生反应，例如Move 就不能够在每一个ActiveX Control 中运作自如。

## properties

基本上properties 用来表达ActiveX Control 的属性或数据。一个名为Date 的组件可能会定义一个所谓的DateValue，内放日期，这就表现了组件的资料。它还可能定义一个所谓的DateFormat，允许使用者取得或设定日期表现形式，这就表现了组件的属性。

你可以说ActiveX Control 的properties 相当于C++ 类别的成员变量。每一个ActiveX Control 可以定义属于它自己的properties，可以是一个字符串，可以是一个长整数，也可以是一个浮点数。有一组所谓的properties 标准集合（被称为stock properties），内含BackColor、FontName、Caption 等等properties，是每个ActiveX control 都会拥有的。一般而言properties 可分为四种类型：

- Ambient properties
- Extended properties
- Stock properties
- Custom properties

## events

Windows 控制组件以所谓的notification (通告) 消息送给其父窗口 (通常是对话窗), 例如按钮组件可能传送出一个 *BN\_CLICKED*。ActiveX Control 使用完全相同的方法, 不过现在notification 消息被称为event, 用来表示某种状况发生了。Events 的发射可以使 ActiveX Control 有能力通知其宿主 (container, 也就是VB 或VC 程序), 于是对方有机会处理。大部份ActiveX Controls 送出标准的events, 例如 *CLICK*、*KEYDOWN*、*KEYUP* 等等, 某些ActiveX Controls 会送出独一无二的消息 (例如 *ROWCOLCHANGE*)。

一般而言events 可分为两种类型:

- Stock events
- Custom events

## ActiveX Controls的五大使用步骤

欲在程序中加上ActiveX Controls, 基本上需要五个步骤:

1. 建立新项目时, 在AppWizard 的步骤 3 中选择【ActiveX Controls】。这会  
使程序代码多出一行:

```
BOOL COcxTestApp::InitInstance()
{
 AfxEnableControlContainer();
 ...
}
```

2. 进入Component Gallery, 把ActiveX Controls 安插到你的程序中。

3. 使用ActiveX Controls。通常我们在对话框中使用它。我们可以把资源编辑器的工具箱里头的ActiveX Controls 拖放到目标对话框中。

4. 利用ClassWizard 产生对话框类别, 并处理相关的Message Maps、消息处理例程、变量定义、对话框函数等等。

5. 编译联结。

我将以系统内建（已注册过）的Grid ActiveX Control 做为示范的对象。Grid 具有小型电子表格能力，当然它远比不上Excel（不然Excel 怎么卖），不过你至少可以获得一个中规中矩的7x14 电子表格，并且有基本的编辑和运算功能。

容我先解释我的目标。图16-1 是我期望的结果，这个电子表格完全为了家庭记账而量身设计，假设你有五种收入（真让人羡慕），这个表格可以让你登录每个月的每一种收入，并计算月总收入和年总收入，以及各分项总收入。

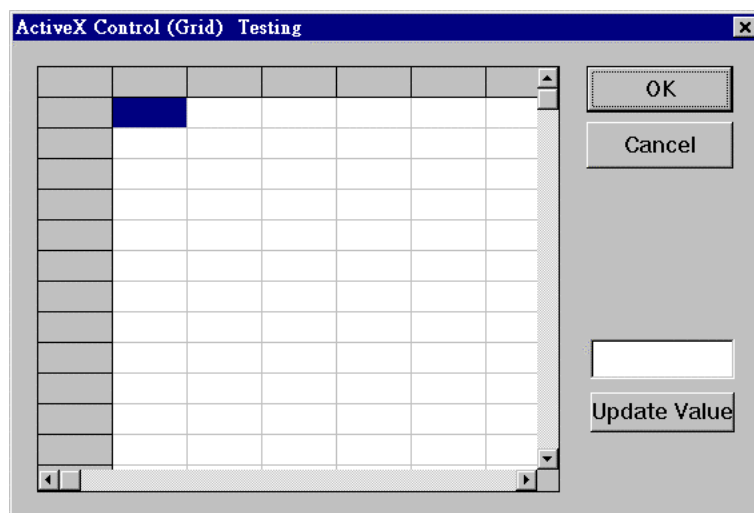


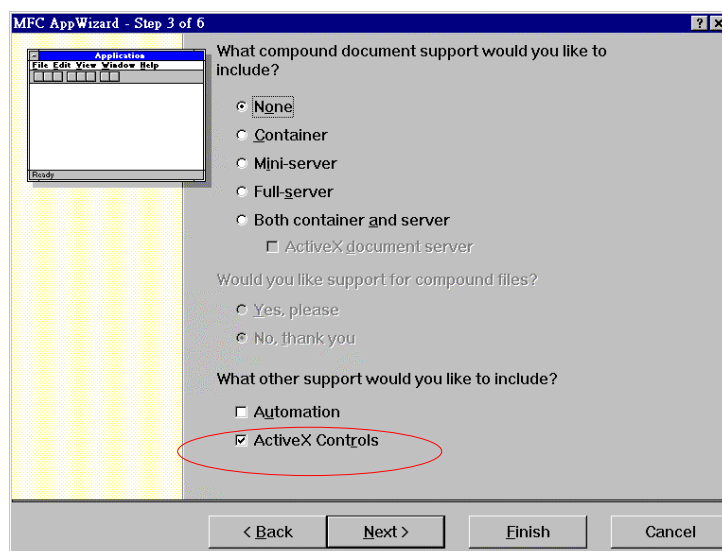
图16-1 在对话框中使用Grid ActiveX control。每一横列或纵行的最后一栏都是总和。

由于Grid 本身并不提供编辑能力，我们以电子表格右侧的一个edit 字段做为编辑区域。使用者所选择的方格的内容会显示在这edit 字段中，并且允许被编辑内容。数值填入后必须按下<Enter> 键，或是在【Update Value】钮上按一下，电子表格内容才会更新。如果要直接在电子表格字段上做编辑动作，并不是不可以，把edit 不偏不倚贴到字段就是了！

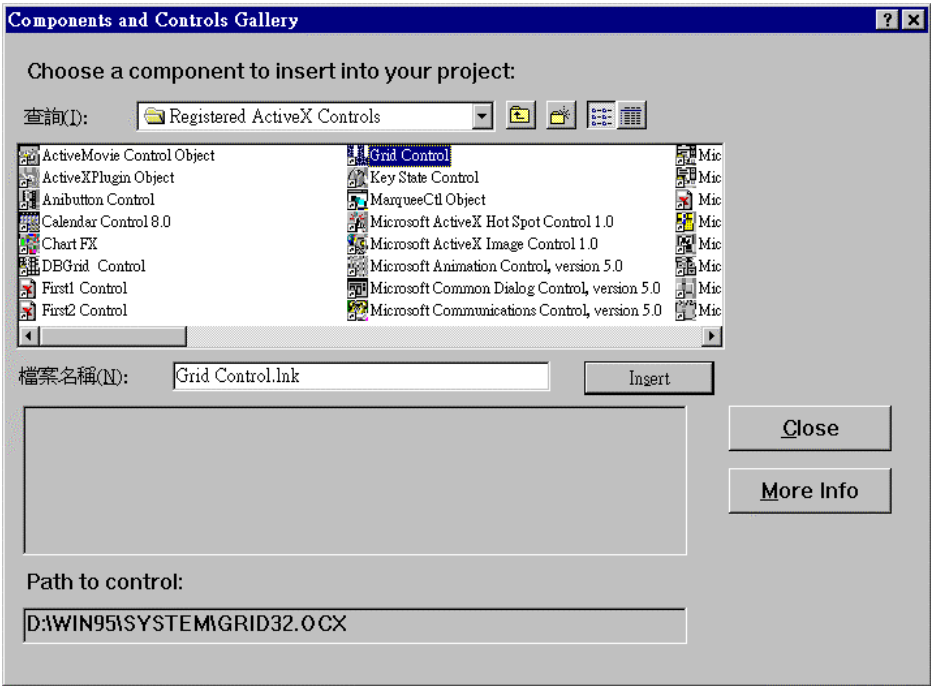
本书进行到这里，我想你对于工具的使用应该已经娴熟了，我将假设你对于像「利用 ClassWizard 为 *CMainFrame* 拦截一个 *ID\_GridTest* 命令，并指名其处理例程为 *OnGridTest*」这样的叙述，知道该怎么去动手。

## 使用Grid ActiveX Control：OcxTest程序

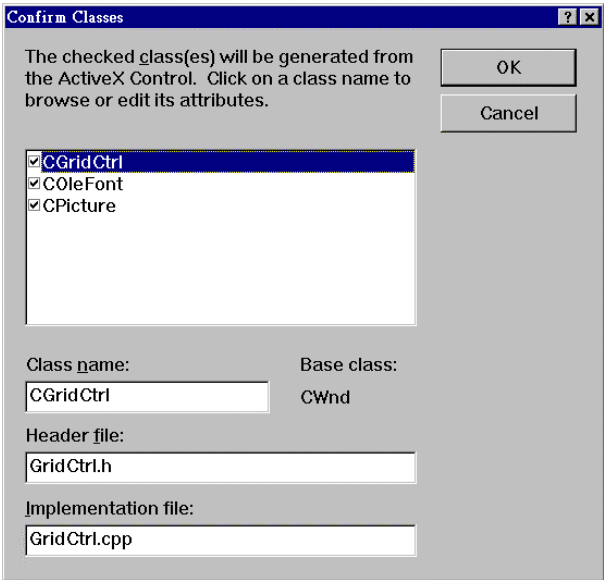
首先利用MFC AppWizard 做出一个OcxTest 项目。记得在步骤 3 选择【ActiveX Controls】：



然后进入Component Gallery，将Grid 安插到项目中：



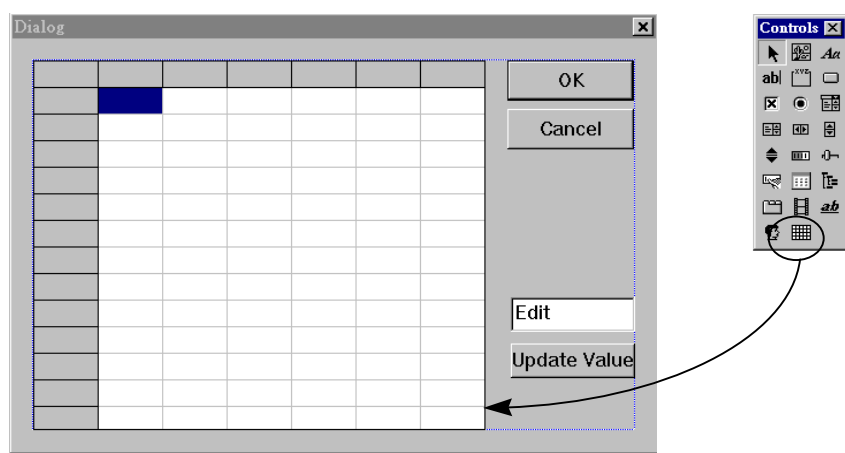
你必须回答一个对话框：



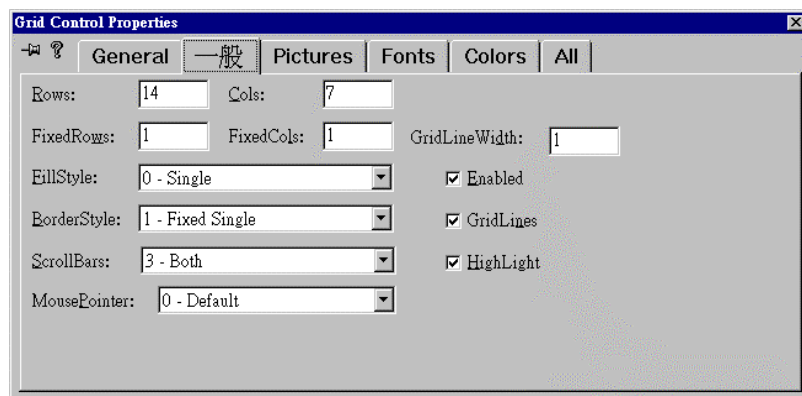
## 对话框的设计

产生一个崭新的对话框。这个动作与你在第10 章为Scribble 加上"Pen Width" 对话框的步骤完全一样。请把新对话框的ID 从`IDD_DIALOG1` 改变为`IDD_GRID`。

从工具箱中抓出控制组件来，把对话框布置如下。



虽然你把Grid 拉大，它却总是只有2x2 个方格。你必须使用右键把它的Control Properties 引出来（如下），进入Control 附页，这时候会出现各个properties：



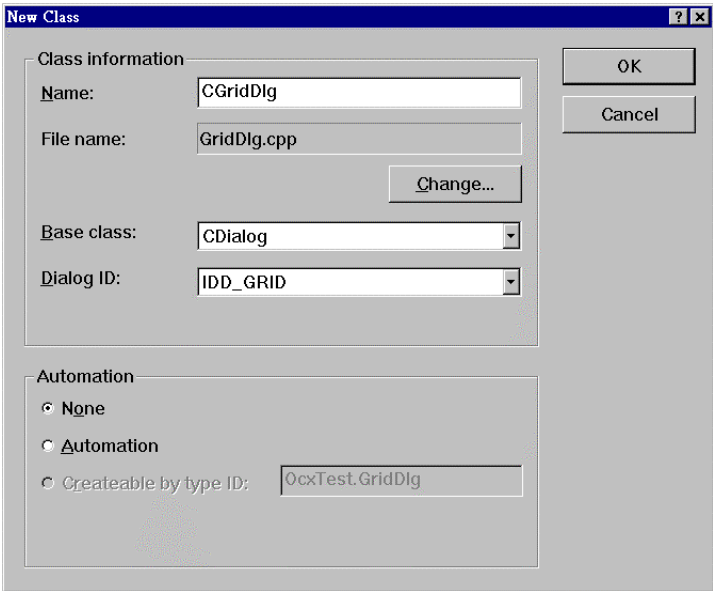
“Grid Control” 附页在中文Windows 中竟然变成「一般」。这是否也算是一只臭虫？

现在选择*Rows*，设定为14，再选择*Cols*，设定为7。你还可以设定行的宽度和列的高度，以及方格初值…。噢，记得给这个Grid 组件一个ID，叫做*IDC\_GRID* 好了。

整个对话框的设计规格如下：

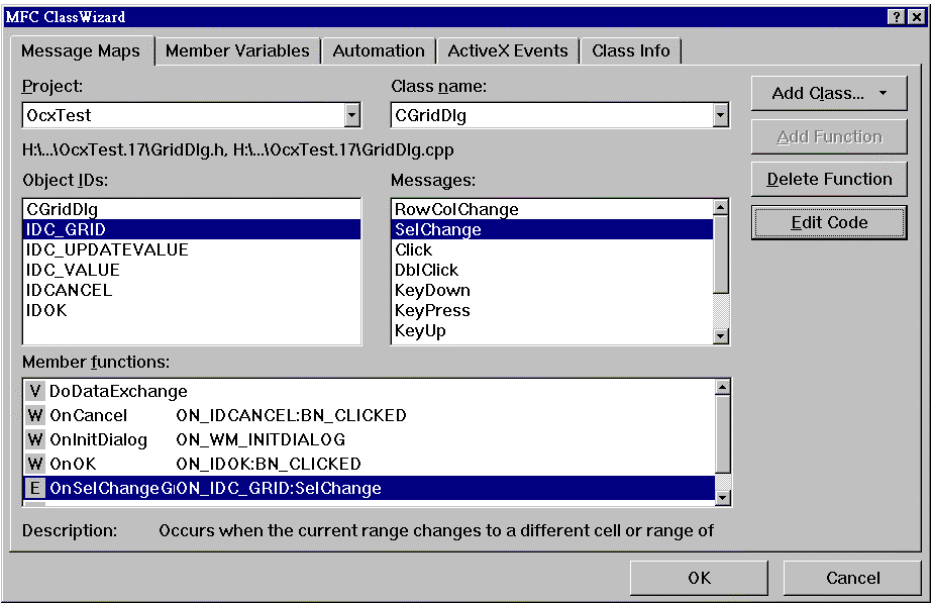
| 对象              | ID              | 文字内容                           |
|-----------------|-----------------|--------------------------------|
| 对话框             | IDD_GRID        | ActiveX Control (Grid) Testing |
| OK 按钮           | IDOK            | OK                             |
| Cancel 按钮       | IDCANCEL        | Cancel                         |
| Edit            | IDC_VALUE       |                                |
| Update Value 按钮 | IDC_UPDATEVALUE | Update Value                   |
| Grid            | IDC_GRID        |                                |

现在准备设计*IDD\_GRID* 的对话框类别。这件事我们在第10 章也做过。进入 *ClassWizard*，填写【Add Class】对话框如下，然后按下【OK】钮：





回到ClassWizard 主画面，准备为组件们设计消息处理例程。步骤是先选择一个组件 ID，再选择一个消息，然后按下【Add Function】钮。注意，如果你选择到一个ActiveX Control，“Messages” 清单中列出的就是该组件所能发出的events。



本例的消息处理例程的设计规格如下：

| 对象ID            | 消息            | 处理函数名称          |
|-----------------|---------------|-----------------|
| CGridDlg        | WM_INITDIALOG | OnInitDialog    |
| IDOK            | BN_CLICK      | OnOk            |
| IDCANCEL        | BN_CLICK      | OnCancel        |
| IDC_VALUE       |               |                 |
| IDC_UPDATEVALUE | BN_CLICK      | OnUpdatevalue   |
| IDC_GRID        | VBN_SELCHANGE | OnSelchangeGrid |

到此为止，我们获得这些新文件：

```
RESOURCE.H
OCXTEST.RC
GRIDCTRL.H <--本例不处理这个文件
GRIDCTRL.CPP <--本例不处理这个文件
FONT.H <--本例不处理这个文件
FONT.CPP <--本例不处理这个文件
PICTURE.H <--本例不处理这个文件
PICTURE.CPP <--本例不处理这个文件
GRIDDLG.H <--本例不处理这个文件
GRIDDLG.CPP <--本例不处理这个文件
```

其中重要的相关程序代码我特别挑出来做个认识：

#### OCXTEST.RC

```
IDD_GRID_DIALOG DISCARDABLE 0, 0, 224, 142
STYLE DS_MODALFRAME | WS_POPUP | WS_CAPTION | WS_SYSMENU
CAPTION "ActiveX Control (Grid) Testing"
FONT 10, "System"
BEGIN
 DEFPUSHBUTTON "OK",IDOK,172,7,44,14
 PUSHBUTTON "Cancel",IDCANCEL,172,24,44,14
 CONTROL "",IDC_GRID,"{A8C3B720-0B5A-101B-B22E-00AA0037B2FC}",
 WS_TABSTOP,7,7,157,128
 PUSHBUTTON "Update Value",IDC_UPDATEVALUE,173,105,43,12
 EDITTEXT IDC_VALUE,173,89,43,12,ES_AUTOHSCROLL
END
```

#### GRIDDLG.H

```
class CGridDlg : public CDialog
{
...
// Implementation
protected:

 // Generated message map functions
 //{{AFX_MSG(CGridDlg)
 virtual BOOL OnInitDialog();
 virtual void OnOK();
 virtual void OnCancel();
 afx_msg void OnUpdatevalue();
```

```

afx_msg void OnSelChangeGrid();
DECLARE_EVENTSINK_MAP()
//}}AFX_MSG
DECLARE_MESSAGE_MAP()
};

```

## GRIDDLG.CPP

```

BEGIN_MESSAGE_MAP(CGridDlg, CDialog)
 //{{AFX_MSG_MAP(CGridDlg)
 ON_BN_CLICKED(IDC_UPDATEVALUE, OnUpdatevalue)
 //}}AFX_MSG_MAP
END_MESSAGE_MAP()

////////////////////////////////////
////
// CGridDlg message handlers

BEGIN_EVENTSINK_MAP(CGridDlg, CDialog)
 //{{AFX_EVENTSINK_MAP(CGridDlg)
 ON_EVENT(CGridDlg, IDC_GRID, 2 /* SelChange */, OnSelChangeGrid, VTS_NONE)
 //}}AFX_EVENTSINK_MAP
END_EVENTSINK_MAP()

BOOL CGridDlg::OnInitDialog()
{
 CDialog::OnInitDialog();

 // TODO: Add extra initialization here

 return TRUE; // return TRUE unless you set the focus to a control
 // EXCEPTION: OCX Property Pages should return FALSE
}

void CGridDlg::OnOK()
{
 // TODO: Add extra validation here

 CDialog::OnOK();
}

void CGridDlg::OnCancel()
{
 // TODO: Add extra cleanup here

 CDialog::OnCancel();
}

```

```

}

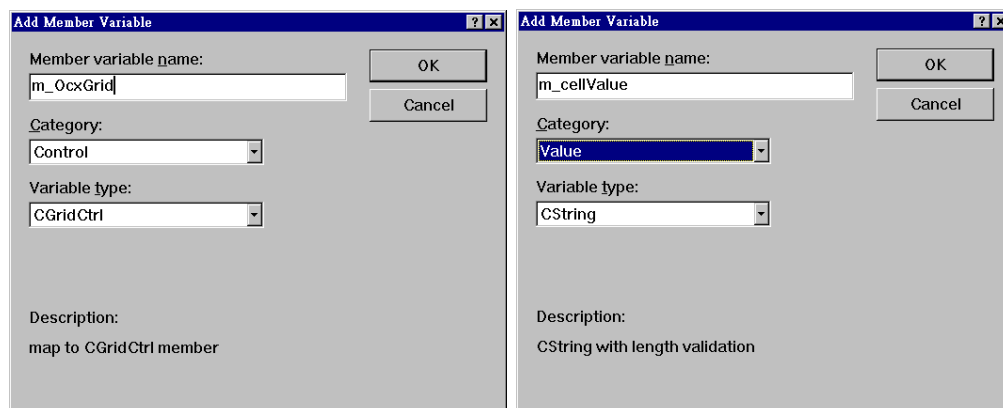
void CGridDlg::OnUpdatevalue()
{
 // TODO: Add your control notification handler code here
}

void CGridDlg::OnSelChangeGrid()
{
 // TODO: Add your control notification handler code here
}

```

### 为对话框加上一些变量

进入ClassWizard，进入【Member Variables】附页，选按其中的【Add Variable】钮，为OcxTest 加上两笔成员变量。其中一笔用来储存目前被选中的电子表格方格内容，另一笔资料用来做为Grid 对象，其变量类型是CGridCtrl：



这两个动作为我们带来这样的程序代码：

#### GRIDDLG.H

```

class CGridDlg : public CDialog
{
// Dialog Data
 //{AFX_DATA(CGridDlg)
 enum { IDD = IDD_GRID };

```

```

CGridCtrl m_OcxGrid;
CString m_cellValue;
//}}AFX_DATA

...
};

```

#### GRIDDLG.CPP

```

CGridDlg::CGridDlg(CWnd* pParent /*=NULL*/)
: CDialog(CGridDlg::IDD, pParent)
{
 //{{AFX_DATA_INIT(CGridDlg)
 m_cellValue = _T("");
 //}}AFX_DATA_INIT
}

void CGridDlg::DoDataExchange(CDataExchange* pDX)
{
 CDialog::DoDataExchange(pDX);
 //{{AFX_DATA_MAP(CGridDlg)
 DDX_Control(pDX, IDC_GRID, m_OcxGrid);
 DDX_Text(pDX, IDC_VALUE, m_cellValue);
 //}}AFX_DATA_MAP
}

```

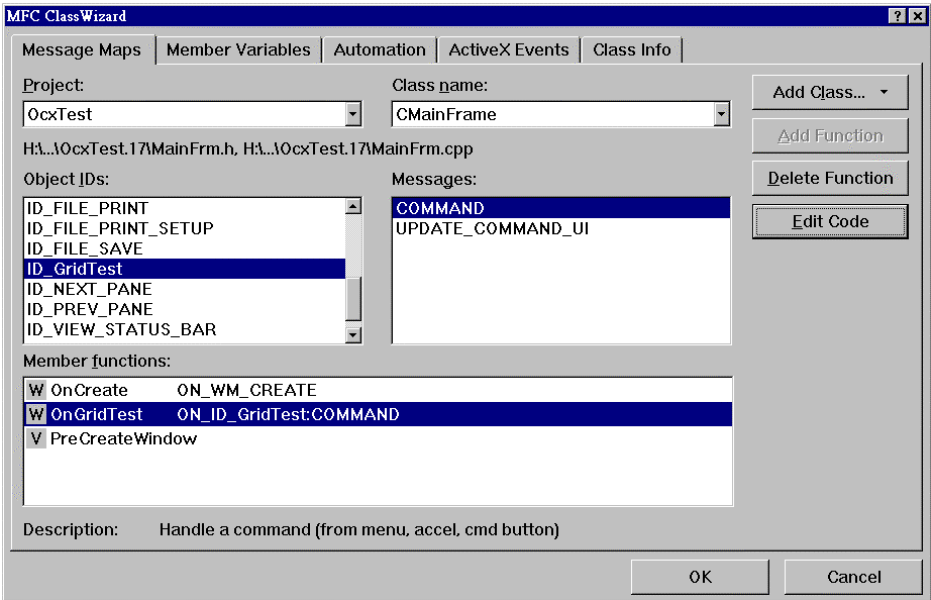
### 新增一个菜单项目

利用资源编辑器，将菜单修改如下：



注意，我所改变的菜单是 *IDR\_MAINFRAME*，这是在没有任何子窗口存在时才会出现的菜单。所以如果你要执行 *OcxTest* 并看到 *Grid* 组件，你必须先将所有的子窗口关闭。

现在利用 *ClassWizard* 在主窗口的消息映射表中拦截它的命令消息：



获得对应的程序代码如下：

MAINFRM.H

```
class CMainFrame : public CMDIFrameWnd
{
...
protected:
 //{AFX_MSG(CMainFrame)
 afx_msg int OnCreate(LPCREATESTRUCT lpCreateStruct);
 afx_msg void OnGridTest();
 //}AFX_MSG
 DECLARE_MESSAGE_MAP()
};
```

MAINFRM.CPP

```
BEGIN_MESSAGE_MAP(CMainFrame, CMDIFrameWnd)
 //{AFX_MSG_MAP(CMainFrame)
 ON_WM_CREATE()
 ON_COMMAND(ID_GridTest, OnGridTest)
 //}AFX_MSG_MAP
END_MESSAGE_MAP()
```

```
void CMainFrame::OnGridTest()
{
 // TODO:
}
```

为了让这个新增菜单命令真正发挥效用，将Grid 对话框唤起，我在`OnGridTest` 函数加两行：

```
#include "GridDlg.h"
...
void CMainFrame::OnGridTest()
{
 CGridDlg dlg; // constructs the dialog
 dlg.DoModal(); // starts the dialog
}
```

现在，将OcxTest 编译连结一遍，得到一个可以顺利执行的程序，但Grid 之中全无内容。

## Grid 相关程序设计

现在我要开始设计Grid 相关函数。我的主要的工作是：

- 准备一个二维（7x14）的DWORD 数组，用来储存Grid 的方格内容。
- 程序初始化时就把二维数组的初值设定好（本例不进行文件读写），并产生Grid 对话框。
- 对话框一出现，程序立刻把电子表格的行、列、宽、高，以及字段名称都设定好，并且把二维数组的数值放到对应方格中。初值的总和也一并计算出来。
- 把计算每一列每一行总和的工作独立出来，成立一个`ComputeSums` 函数。

为了放置电子表格内容，必须设计一个7x14 二维数组。虽然电子表格中某些方格（如列标题或行标题）不必有内容，不过为求简化，还是完全配合电子表格的大小来设计数值数组好了。注意，不能把这个变量放在`AFX_DATA` 之内，因为我并非以ClassWizard 加入此变量。

## GRIDDLG.H

```
#define MAXCOL 7
#define MAXROW 14

class CGridDlg : public CDialog
{
...
// Dialog Data
 double m_dArray[MAXCOL][MAXROW];

private:
 void ComputeSums();
};
```

为了设定Grid 中的表头以及初值，我在*OnInitDialog* 中先以一个for loop 设定横列表头再以一个for loop 设定纵行表头，最后再以巢状（两层）for loop 设定每一个方格内容，然后才调用*ComputeSums* 计算总和。

当使用者选择一个方格，其值就被*OnSelchangeGrid* 拷贝一份到edit 字段中，这时候就可以开始输入了。

*OnUpdatevalue*（【Update Value】按钮的处理例程）有两个主要任务，一是把edit 字段内容转化为数值放到目前被选择的方格上，一是修正总和。

*OnOk* 必须能够把每一个方格内容（一个字符串）取出，利用*atof* 转换为数值，然后储存在*m\_dArray* 二维数组中。

## GRIDDLG.CPP

```
#0001
#0002 BOOL CGridDlg::OnInitDialog()
#0003 {
#0004 CString str;
#0005 int i, j;
```



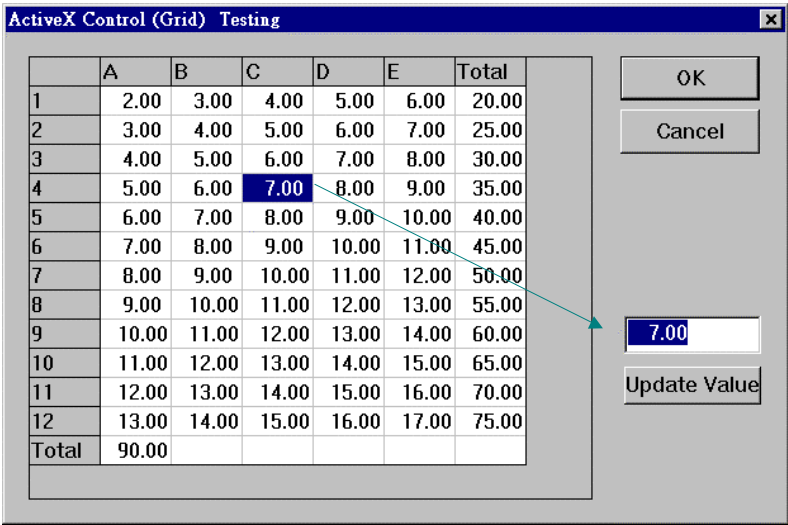
```
#0006 CRect rect;
#0007
#0008 CDialog::OnInitDialog();
#0009
#0010 VERIFY(m_OcxGrid.GetCols() == (long)MAXCOL);
#0011 VERIFY(m_OcxGrid.GetRows() == (long)MAXROW);
#0012
#0013 m_OcxGrid.SetRow(0); // #0 Row
#0014 for (i = 0; i < MAXCOL; i++) { // 所有的 Cols
#0015 if (i) { // column headings
#0016 m_OcxGrid.SetCol(i);
#0017 if (i == (MAXCOL-1))
#0018 m_OcxGrid.SetText(CString("Total"));
#0019 else
#0020 m_OcxGrid.SetText(CString('A' + i - 1));
#0021 }
#0022 }
#0023
#0024 m_OcxGrid.SetCol(0); // #0 Col
#0025 for (j = 0; j < MAXROW; j++) { // 所有的 Rows
#0026 if (j) { // row headings
#0027 m_OcxGrid.SetRow(j);
#0028 if (j == (MAXROW-1))
#0029 m_OcxGrid.SetText(CString("Total"));
#0030 else {
#0031 str.Format("%d", j);
#0032 m_OcxGrid.SetText(str);
#0033 }
#0034 }
#0035 }
#0036
#0037 // sets the spreadsheet values from m_dArray
#0038 for (i = 1; i < (MAXCOL-1); i++) {
#0039 m_OcxGrid.SetCol(i);
#0040 for (j = 1; j < (MAXROW-1); j++) {
#0041 m_OcxGrid.SetRow(j);
#0042 str.Format("%8.2f", m_dArray[i][j]);
#0043 m_OcxGrid.SetText(str);
#0044 }
#0045 }
#0046
#0047 ComputeSums();
#0048
#0049 // be sure there's a selected cell
#0050 m_OcxGrid.SetCol(1);
#0051 m_OcxGrid.SetRow(1);
```

```
#0052 m_cellValue = m_OcxGrid.GetText();
#0053 UpdateData(FALSE); // calls DoDataExchange to update edit control
#0054 return TRUE;
#0055 }
#0056
#0057 void CGridDlg::OnOK()
#0058 {
#0059 int i, j;
#0060
#0061 for (i = 1; i < (MAXCOL-1); i++) {
#0062 m_OcxGrid.SetCol(i);
#0063 for (j = 1; j < (MAXROW-1); j++) {
#0064 m_OcxGrid.SetRow(j);
#0065 m_dArray[i][j] = atof(m_OcxGrid.GetText());
#0066 }
#0067 }
#0068 CDialog::OnOK();
#0069 }
#0070
#0071 void CGridDlg::OnUpdatevalue()
#0072 {
#0073 CString str;
#0074 double value;
#0075 // LONG lRow, lCol;
#0076 int Row, Col;
#0077
#0078 if (m_OcxGrid.GetCellSelected() == 0) {
#0079 AfxMessageBox("No cell selected");
#0080 return;
#0081 }
#0082
#0083 UpdateData(TRUE);
#0084 value = atof(m_cellValue);
#0085 str.Format("%.2f", value);
#0086
#0087 // saves current cell selection
#0088 Col = m_OcxGrid.GetCol();
#0089 Row = m_OcxGrid.GetRow();
#0090
#0091 m_OcxGrid.SetText(str); // copies new value to
#0092 // the selected cell
#0093 ComputeSums();
#0094
#0095 // restores current cell selection
#0096 m_OcxGrid.SetCol(Col);
#0097 m_OcxGrid.SetRow(Row);
```

```
#0098 }
#0099
#0100 void CGridDlg::OnSelChangeGrid()
#0101 {
#0102 if (m_OcxGrid) {
#0103 m_cellValue = m_OcxGrid.GetText();
#0104 UpdateData(FALSE); // calls DoDataExchange to update edit
control
#0105 GotoDlgCtrl(GetDlgItem(IDC_VALUE)); // position edit control
#0106 }
#0107 }
#0108
#0109 void CGridDlg::ComputeSums()
#0110 {
#0111 int i, j, nRows, nCols;
#0112 double sum;
#0113 CString str;
#0114
#0115 // adds up each row and puts the sum in the right col
#0116 // col count could have been changed by add row/delete row
#0117 nCols = (int) m_OcxGrid.GetCols();
#0118 for (j = 1; j < (MAXROW-1); j++) {
#0119 m_OcxGrid.SetRow(j);
#0120 sum = 0.0;
#0121 for (i = 1; i < nCols - 1; i++) {
#0122 m_OcxGrid.SetCol(i);
#0123 sum += atof(m_OcxGrid.GetText());
#0124 }
#0125 str.Format("%8.2f", sum);
#0126 m_OcxGrid.SetCol(nCols - 1);
#0127 m_OcxGrid.SetText(str);
#0128 }
#0129
#0130 // adds up each column and puts the sum in the bottom row
#0131 // row count could have been changed by add row/delete row
#0132 nRows = (int) m_OcxGrid.GetRows();
#0133 for (i = 1; i < MAXCOL; i++) {
#0134 m_OcxGrid.SetCol(i);
#0135 sum = 0.0;
#0136 for (j = 1; j < nRows - 1; j++) {
#0137 m_OcxGrid.SetRow(j);
#0138 sum += atof(m_OcxGrid.GetText());
#0139 }
#0140 str.Format("%8.2f", sum);
#0141 m_OcxGrid.SetRow(nRows - 1);
#0142 m_OcxGrid.SetText(str);
```

```
#0143 }
#0144 }
```

下图是 OcxTest 的执行画面。





## 附录





附錄 A 無責任書評

## 從搖籃到墳塋 Windows 的完全學習

侯捷 / 1996.08.12 整理

侯俊傑先生邀請我為他嘔心瀝血的新作 **深入浅出 MFC** 寫點東西。我未寫文章久矣，但是你知道，要拒絕一個和你住在同一個大腦同一個軀殼的人日日夜夜旦旦夕夕的請求，是很困難的 ☺。不，簡直是不可能。於是，我只好重作馮婦！

事實上也不全然是因為躲不過日日夜夜的轟炸，一部份原因是，當初我還在雜誌上主持無責任書評時，就有讀者來信希望書評偶而變換口味，其中一個建議就是談談如何養成 Windows 程式設計的全面性技術。說到全面性，那又是一個 impossible mission！真的，Windows 程式技術的領域實在是太廣了，我們從來不會說遊戲軟體設計、多媒體程式設計、通訊軟體設計... 是屬於 DOS 程式技術的範疇，但，它們通常都被理所當然地歸類屬於 Windows 程式設計領域。為什麼？因為幾乎所有的題目都拜倒在 Windows 作業系統的大傘之下，幾乎每一種技術都被涵蓋在千百計（並且以驚人速度繼續增加中）的 Windows API 之中。

我的才智實不足以涵蓋這麼大面積的學問，更遑論從中精挑細選經典之作介紹給你。那麼，本文題目大刺刺的「完全學習」又怎麼說？呃，我指的是 Windows 作業系統的核心觀念以及程式設計的本質學能這一路，至於遊戲、多媒體、通訊、Web Server、資料庫、統統被我歸類為「應用」領域。而 Visual Basic、Delphi、Java 雖也都可以開發 Windows 程式，卻又被我屏棄在 C/C++ 的主流之外。

以下謹就我的視野，分門別類地把我心目中認為必備的相關好書介紹出來。你很容易就可以從我所列出的書名中看出我的淺薄：在作業系統方面，我只涉獵 Windows 3.1 和 Windows 95（Windows NT 4.0 是我的下一波焦點），在 Application Framework 方面，我只涉獵 MFC（OWL 和 Java 是我的下一個獵物）。

## Windows 作業系統

### ◆ Windows Internals / Matt Pietrek / Addison Wesley

最能夠反應作業系統奧秘的，就是作業系統內部資料結構以及 API 的內部動作了。本書藉著對這兩部份所做的逆向工程，剖析 Windows 的核心。

一個設計良好的應用程式介面（API）應該是一個不必讓程式員擔心的黑盒子。本書的主要立意並不在爲了對 API 運作原理的討論而獲得更多程式寫作方面的利益（雖然那其實是個必然的額外收穫），而是藉由 API 虛擬碼，揭露出 Windows 作業系統的運作原理。時光漸漸過去，程式員漸漸成長，我們開始對 How 感到不足而想知道 Why 了，這就是本書要給我們的東西。

本書不談 Windows 官方手冊上已有的資訊，它談「新資訊」。如何才能獲得手冊上沒有記載的資訊？呵，原始碼說明一切。看原始碼當然是不錯，問題是 Windows 的原始碼刻正鎖在美國 WA, Redmond（微軟公司總部所在地）的保險庫裡，搞不好就在比爾·蓋茲的桌下。我們唯一能夠取得的 Windows 原始碼大概只是 SDK 磁片上的 defwnd.c 和 defdlg.c（這是 *DefWindowProc* 和 *DefDlgProc* 的原始碼），以及 DDK 磁片中的一大堆驅動程式原始碼。那麼作者如何獲得比你我更多的秘密呢？

Matt Pietrek 是軟體反組譯逆向工程的個中翹楚。本書藉由一個他自己開發的反組譯工具，把獲得的結果再以 C 虛擬碼表現出來。我們在書中看到許許多多的 Windows API 虛擬碼都是這麼來的。Pietrek 還有一個很有名的產品叫做 BoundsChecker，和 SOFT-ICE/W（功能強大的 Windows Debugger，以企鵝爲形象）搭配銷售。

本書主要探討 Windows 3.1 386 加強模式，必要時也會提及標準模式以及 Windows



3.0。書中並沒有涵蓋虛擬驅動程式、虛擬機器、網路 API、多媒體、DDE/OLE、dialog/control 等主題，而是集中在 Windows 啟動程序、記憶體管理系統、視窗管理系統、訊息管理系統、排程管理系統、繪圖系統身上。本書對讀者有三大要求：

- 對 Intel CPU 的保護模式定址方式、segmentation、selector 已有基本認識。
- 擁有 Windows SDK 手冊。
- 對作業系統有基礎觀念，例如什麼是多工，什麼是虛擬記憶體...等等。

作者常借用物件導向的觀念解釋 Windows，如果你懂 C++ 語言，知道類別與物件，知道成員函式和成員變數的意義與其精神，對他的比喻當能心領神會。

對系統感興趣的人，本書一定讓你如魚得水。你唯一可能的抱怨就是：一大堆 API 函式的虛擬碼令人心煩氣燥。文字瀚海圖片沙漠的情形也一再考驗讀者的定力與耐力。然而小瑕不掩大瑜。我向來認為釀了一瓶好酒的人不必聲嘶力竭地廣告它，這本書就是一瓶好酒。作者 Pietrek 自 1993/10 起已登上 *Microsoft Systems Journal* 的 Windows Q&A 主持人寶座，沒兩把刷子的人上這位子可是如坐針氈。現在他又主持同一本刊物的另一個專欄：Under The Hood。*Dr. Dobbs's Journal* 的 Undocumented Corner 專欄也時有 Pietrek 的蹤影。

#### ◆ **Undocumented Windows** / Andrew Schulman, David Maxey, Matt Pietrek / Addison Wesley

朋友們在書店裡選書的方式如何？看不看序？看不看前言？別抓起書像數鈔票般一頁頁流覽，漫無目的的跳躍。從序中可以看出作者的創作心路歷程，作者的抱負理想，還可以看出作者的文筆斤兩。書序，好看得很呢。

大抵你可以從外文書的 Preface 或 Acknowledge 或 Introduction 或 Foreword 看到些類似「序」這樣的輕鬆小品。上一本書 *Windows Internals* 的作者在其 Introduction 部份，提到他的感謝，其中對於該書編輯有這麼一段感性談話：

首先我要謝謝的，當然是我的編輯。沒有他，這本書幾乎不可能完成。當我們開始為這本書築夢時，它看起來是那麼可怖，令人畏縮。只因為我知道他可以助我一臂之力我才有勇氣進行下去。幾乎我所寫的每一筆資料他都有令人驚訝的豐富知識，而且他也注意不讓太多細節扼殺了想像空間。每次當我認為我已經鉅細靡遺地涵蓋了一整章細部討論，他會以數百個毫不誇張的意見把我推回原點，促使我完成更詳細的討論。我不能夠想像是否還有更好的編輯如他了。

備受 Matt Pietrek 推崇的這位編輯，正是人稱「Mr. Undocumented」的知名作家 Andrew Schulman，也正是我現在要介紹的 *Undocumented Windows* 一書作者。

任何人看到這本書，再看到作者名字，恐怕都有這樣的疑惑：此書和 *Windows Internals* 有何區別又有何關係？Schulman 提出了本書的目標設定：*Windows Internals* 探討的是 Windows APIs 的內部工作情況，這些 APIs 都是公開的，正式的；*Undocumented Windows* 探討的則是沒有出現在 Windows 正式文件上的資料。

想學點絕招現買現賣立刻用到自己軟體上的人可能會失望。搞清楚，本書名叫 *Undocumented Windows* 而不是 *Undocumented Windows API*。雖然它對 250 個以上的未公開函式都有描述，然而有一半以上的篇幅是在介紹如何以各種工具窺視 Windows 系統，幫助我們了解什麼是 Module、什麼是 Task、什麼是 Instance，這三者是 KERNEL 模組中最重要的成份。當然它也對 GDI 模組和 USER 模組開膛剖腹一番。書裡附了許多軟體工具對 Windows 的偵測報告。這些程式有的是 Phar Lap 公司的正式出品，有的是 Schulman 的私貨。Phar Lap 公司做這類工具軟體真是輕而易舉，別忘記了他們是 DOS Extender 的著名廠商。

本書第一章漫談許多主題，花了相當的篇幅討論 Windows 未公開祕密所引發的美國聯邦交易委員會（U.S. FTC）的關切。第二章至第四章分別介紹一些工具。第五章到第八章是本書第一個重點，介紹 Windows（其實就是 KERNEL、GDI、USER 三大模組）的各個未公開結構、訊息、函式。很多資料不會在 SDK 中公佈，卻出現在 DDK，想深入了解 Windows 的人不妨有空注意一下 DDK 的文件。這四章佔據 412 頁。

第十章介紹的 ToolHelp 是本書第二個重點。ToolHelp 是 Windows 3.1 新添的一個動態聯結函式庫，可以滿足程式對 Windows 內部資料的查詢。本章對 ToolHelp 的每一個 API 用法、參數、結構、訊息都描述十分詳細。這些 API 允許我們取得 Global Heap、Local Heap、Module Database、Task Database、以及一些系統資訊。

本書附錄 B 是參考書目。難得的是 Schulman 對每一本書籍都有短評，足見博覽群書，腹笥豐富。我看簡直是在火力展示！

這本書被我看重的地方，在於它提供了許多作業系統的核心資料，至於想撿幾個 Undocumented API 來用的朋友，我要澆你一盆冷水：雖然應用軟體的世界級大廠也都或多或少使用 Undocumented API，但我們的重點不在安全性而在未來性與即時性。你認為你能夠像上述國際級軟體公司一樣得到微軟公司的第一手資料嗎？這是一件不公平的事，但實力才是後盾。孤臣無力可回天。

著名的 *Dr. Dobbs' Journal*（老字號的天王期刊）在 1992/11 給了本書一個書評，評者是天王巨星 Ray Duncan。Duncan 對於本書作者讚譽有加，事實上他的一本天王巨構 *Extending DOS* 曾收錄有 Schulman 的一章。我把精采的幾句摘譯給各位，春風沐雨一下。

技術文件寫作者（technical writer）是一種被過份苛求而且沒有受到應得尊敬的職業。如果你把焦點再集中到商業雜誌或專業書籍出版社在作業系統、程式介面、發展工具方面的技術文件作者，你就會發現這份職業不但苛求、沒有受到應得的尊敬，而且它還十分地奇特乖僻。再沒有什麼其他領域會像技術文件作者一樣要接受那麼大量的、高水準的讀者的考驗，而且還得和不斷創新的技術拼命，和短的不能再短的產品週期賽跑，和粗劣不堪的產品說明、令人髮指的同意書保證書、模糊的事實、可憐而不可知的市場力量拔河」的技術書籍寫作領域。

其實這是十分公平的！技術文件作者在程式員這一領域的地位如此低落的理由之一是，從業人員的素質良窳不齊。至少 90% 的文章和書籍靠著剪刀和漿糊就做出來了，簡直像是挖泥機一樣，賣力地挖，卻挖出一堆爛泥巴。有的在產品手冊上亂砍幾刀，絲毫沒有加上個人的看法；或是一些半調子學徒為滿足編輯策劃者的大綱要求，硬拼硬湊，文章中充斥

毫無意義的冗詞贅言。只有 10% 的文章以及書籍，是濁世中的一股清流。這些文章書籍的作者分爲兩個類型：一種是流星型的人物，出了一、兩本有意義的書，如流星畫過天際，閃亮！然後...沒了，徒留懷念；另一種是一小族群的所謂超級巨星，他們有穩定而質佳的好作品，日復一日，年復一年。

這種超級巨星的特徵是什麼？他們通常都有數年的實際程式經驗，才不至於光說不練；他們對於程式寫作有一股近乎狂熱的感情；他們寫他們所做的，不寫他們所聽的；他們能夠很快認知並接受別人的觀念；他們心胸開闊、博覽群書、通情達理，特別擅長在散亂的斷簡殘篇中理出邏輯結構，並且擅長將此邏輯介紹給別人。他們擁有的最後一個共同特質就是，都有一支生花妙筆。我所指的是 Jeff Proise、Charles Petzold、Michael Abrash、Jeff Duntemann、Andrew Schulman 等人。

Andrew Schulman 的寫作方式並不是直接給你事實，而是揪著你的衣領讓你自己看事實在哪裡，爲什麼產生這種事實。並且解釋爲什麼這個事實重要，以及如何安全地運用這個事實。第一代 Windows 書籍的代表作品是 Petzold、Yao、Richter、Heller 的書，這一本 Undocumented Windows 將是第二代作品。雖然這本書在表達上還不是盡善盡美，但瑕不掩瑜，它的推出仍是 1992 年此一領域中最重要的一件事情。

痛快之極，痛快之至！

### ◆ **Windows 95 System Programming Secrets** / Matt Pietrek / IDG Books

注意，前兩本書（*Windows Internals* 和 *Undocumented Windows*）都是以 Windows 3.1 為對探討對象，它們都沒有針對 Windows 95 或 Windows NT 的新版計劃。（微軟曾請 Schulman 寫一本 *Undocumented Windows NT*，他老兄說，等 Windows NT 賣了一千萬套再說。酷！）

本書在作業系統的深度探索方面，可說是對於同一作者的前一本書 *Windows Internals* 克紹其裘，但方向不太一樣。本書不再以 Windows API 的內部運作為出發點，而是以作業系統的大題目為分野，包括 Modules、Processes、Threads、USER and GDI subsystems、記憶體管理、Win16 模組與其 tasks、Portable Executable 檔案格式與 COFF OBJ 檔案格式。最後兩章頗具實用性質，一是教我們如何自行探勘 Windows 95 的秘密，一是教我們寫出一個 Win32 API Spy 程式（簡直是鬼斧神工）。

## Win32 程式設計

### ◆ **Programming Windows 95** / Charles Petzold / Microsoft Press

文人相輕，中外古今皆然。我們很難看到有一個人，有一本書，受到所有的讀者、同行、媒體、評論一致的推崇。尤其是，一如 Duncan 所言，在這個「必須接受大量高水準的讀者的考驗，和不斷創新的技術拼命，和短的不能再短的產品週期賽跑，和粗劣不堪的產品說明、令人髮指的同意書保證書、模糊的事實、可憐而不可知的市場力量拔河」的技術書籍寫作領域。

但是，有這麼一個例外，那就是 Charles Petzold 及其名著 *Programming Windows*。BYTE 雜誌稱此書「鉅細靡遺，任何在 Windows 環境下的嚴謹工作者必備」。Dr. Dobb's Journal 的書評則說此書「毫無疑問，是 Windows 程式設計方面舉足輕重的一本書」。我對它

的評價是兼具深度與廣度，不論對初學者或是入門者，此書都值得放在你的書架上，絕不會只是佔據空間而已（不過厚達 1100 頁的它也的確佔了不少空間）。

本書有一個特色，範例很多，而且都很簡潔，旁蕪枝節一概濾除。各位知道，結構化程式設計常會衍生出許多函式，Petzold 的程式儘量不這麼做，這種風格使讀者容易看到程式的重心，不至於跳來跳去。這種方式（短小而直接切入主題，不加太多包裝）的缺點是每一個函式大約沒有什麼重複使用的價值。不過以教育眼光來看，這應該是比較好的作法。一本好書應該教我們釣魚的方法，而不是給我們一條魚。

這本書和所有 Windows 程式設計書籍一樣不能免俗地從 "Hello World !" 開始講起。順流而下的是視窗捲動，基本繪圖，硬體輸入（滑鼠、鍵盤與計時器），子視窗控制元件，各式資源（圖示、游標、圖檔、字串、選單、加速鍵），對話盒，通用型控制元件（Common Controls），屬性表（帶附頁之對話盒），記憶體管理與檔案 I/O，多工與多執行緒，印表機輸出，剪貼簿，動態資料交換（DDE），多文件介面（MDI），動態連結函式庫（DLL），OLE。

最後一章 OLE，我必須提點看法。依我之見，此章除了讓本書能夠大聲說「我涵蓋了 OLE」之外，一無用處。這其實怪不得執筆人 Paul Yao，在這麼短小的篇幅裡談 OLE，就像在狗籠子裡揮舞丈八蛇矛一樣。

本書文字平易近人，閱讀堪稱順暢。範例程式行雲流水，直接扼要。若要說缺點的話，就是示意圖太少。

此書目前已是第五版，前數版分別針對 Windows 1.0、Windows 2.0、Windows 3.0、Windows 3.1 等版本而作。Petzold 另有為 OS/2 撰寫的一本 *OS/2 Presentation Manager Programming*，ZD Press 出版。單從聲勢以及銷售量，你無法想像是同一位作者寫的書。古人母以子貴，今之電腦作家則以寫作對象而揚！嗚乎，有人幸甚，有人哀哉！

◆ **Windows 95 : A Developer's Guide** / Jeffrey Richter,  
Jonathan Locke / M&T Books

此書誠為異數。所以這麼說，乃因它是少數不從 Hello、Menu、Dialog、Control... 等初級內容講起的書，可它也不是 DDE 或 OLE 或 DLL 或 Memory 的特殊秀，它講的還是視窗的產生、對話盒技巧、控制元件...，只是深度又多了十幾米。本書的訴求對象是已經具備基本功的人。

本書已是同一系列的第三版，前兩版分別是就 Windows 3.0 和 Windows 3.1 撰寫。新版本在章節的挑選上與前版有相當大的差異，全書主講視窗與視窗類別之深入分析、對話盒的進階技術、訂製型控制元件 (custom controls)、Subclassing 與 Superclassing、Hook、檔案拖放技術、鍵盤進階技術和版本控制。原本有的印表機設定、Task and Queues、MDI 程式設計、軟體安裝技術則遭割愛。

有些觀念，看似平凡，其實深入而重要。例如作者在第一章中介紹了許多取得 Windows 內部資訊的 API 函式，並且介紹這些資料的實際意義，從而導出 Windows 作業系統的核心問題。字裡行間曝露許多系統原理，而不只是應用程式的撰寫技巧，這是許多 Windows 程式設計的書難望項背的。

在實作技巧上，Richter 絕對是位高手，每一個程式都考慮極為週詳。

本書前版曾製作了數幅精巧的示意圖，令人印象深刻，忍不住擊節讚賞。新書未能續此良績，實感遺憾。這是所有書籍的通病：惜圖如金。

◆ **Advanced Windows** / Jeffrey Richter / Microsoft Press

若以出書時機而言，這本書搶在眾多 Windows 95 名書之前出版，拔了個頭籌。封面上烏漆麻黑的法國軍官畫像，令人印象深刻。舊版名曰 *Advanced Windows NT*，封面上肯定是拿破崙畫像，這新版我就看不出誰是誰來了。

不僅在出書時機拔得頭籌，本書在高階技術（尤其牽扯到作業系統核心）方面也居崇高地位。不少名書也常推薦此書以補不足。

本書基本上以作業系統觀念為主，輔以範例驗證之。從章名可以發現，全都是作業系統的大題目，包括行程（Process）、執行緒（Thread）、記憶體架構、虛擬記憶體、記憶體映射檔（Memory Mapped File）、堆積（Heap）、執行緒同步控制、Windows 訊息與非同步輸入、動態連結函式庫、執行緒區域性儲存空間（Thread-Local Storage，TLS）、檔案系統與 I/O、異常現象與處理、Unicode。讀者群設定在具備 32 位元 Windows 程式經驗者。範例程式以 C 寫成。Richter 說他自己發展大計劃時用的是 C++，但他不願意喪失最大的讀者群。

老實說我也很想知道臺灣有多少人真正以 C++ 開發商用軟體。學生不能算，學生是工業體系的種子，卻還不是其中一環。

我曾說 Richter 在實作技巧上是位高手。諸君，試安裝本書所附光碟片你就知道了。我只能用華麗兩字來形容。

#### ◆ Writing Windows VxD and Device Driver / Karen Hazzah / R&D Publications

對於想學習 VxD 的人，等待一本「完整的書」而不是「斷簡殘篇」已經很久了。這個主題的書極難求，如果設置金銀銅三面獎牌，大概全世界相關書籍俱有所獲，皆大歡喜。本書穩獲金牌獎給無問題，而金牌和銀牌之間的距離，我看是差得很遠唷。

不少人害怕 VxD，其實它只是新，並不難。VxD 之所以重要，在於 Windows 程式與硬體間的所有溝通都應該透過它；只有透過 VxDs 才能最快最安全地與硬體打交道。VxD 才是你在 Windows 環境中與硬體共舞的最佳選擇。VxD 讓我們做許多 Windows 原不打算讓我們做的事，突破重重嚴密的束縛。你可以乘著 VxD 這部擁有最高特權（Ring0）的黑頭車直闖戒護深嚴的博愛特區（作業系統內部）。有了 VxD，你可以看



到系統上所有的記憶體、攔截或產生任何你希望的中斷、讓硬體消失、或讓根本不存在於你的電腦中的硬體出現。VxD 使你 "go anywhere and do anything"。

本書從最基礎講起，從 VxD 的程式寫法，到 Windows 的虛擬世界，到如何對硬體中斷提供服務，再到效率的提升，DMA 驅動程式，真實模式與標準模式的情況（哦，我忘了說，本書乃針對 Windows 3.1），以及計時器與軟體中斷。所有範例皆以 Assembly 語言完成。

很少書籍在以圖代言這方面令我滿意。本書有許多用心良苦的好圖片，實在太讓我感動了。我真的很喜歡它們。本書已有第二版，可是臺灣未進口（事實上第一版亦無進口），嗚乎，哀哉！

### ◆ **System Programming for Windows 95** / Walter Oney / Microsoft Press

教導 Windows API 程式寫作的書，車載斗量；涉及系統層面者，寥若晨星。

本書介紹「如何」以及「為什麼」軟體開發者可以整合各式各樣的低階系統呼叫，完成高檔效果。範例程式不使用令人畏懼的 assembly 語言，而是 C/C++ 語言（別懷疑，C/C++ 也可以寫 VxD）。本書打開對微軟作業系統架構的一個全盤視野，並滿足你撰寫系統層面應用程式的需求。它的副標是：C/C++ programmer's guide to VxDs, I/O devices, and operating system extensions.

像前述的 *Writing Windows VxD and Device Driver* 那麼好的書，遲遲未見進口臺灣，令人扼腕。這一本 *System Programming for Windows 95* 可以稍解我們的遺憾。作者 Oney 曾經在不少期刊雜誌上發表不少深入核心的文章，相當令吾等振奮。他當初一篇發表在 *Microsoft Systems Journal* 上的文章：Extend Your Application with Dynamically Loaded VxDs under Windows 95，就已經讓我對這此書充滿信心與期待。想學習 VxD programming 的人，嘿，此書必備。

無責任書評

## MFC 江湖

關於 MFC 這一主題，在「滄海書訊」版上曾經被討論過的書籍有四本，正是我所列出的這四大天王。看來我心目中的好書頗能吻合市場的反應。

侯捷 / 1997.02 發表於 Run!PC 雜誌

我還記得，無責任書評是在四年前（1993）開春時和大家第一次見面。雖然不是每個月都出貨，但斷斷續續總保持著訊息。在明確宣佈的情況下這個專欄曾經停過兩次，第一次停了三個月，於 1994 年開春復工；第二次停了十五個月，於 1997 年開春的今天，重新與各位說哈囉。

休息整整一個年頭又三個月，寫作上的疲倦固然是因素之一，另外也是因為這個專欄直接間接引起的讓人意興闌珊的俗人俗務。讀者寫信來說，『總把無責任書評當成休閒散文看。或許您可以考慮寫些休閒小品，定會暢銷』，是呀，我正構思把因這個專欄而獲得的人生經驗寫成一本「現形記」。可是不知道手上「正當」工作什麼時間才能告一段落，也不知道出版社在哪裡。

倦勤過去了，滿腔讀書心得沛然欲發。所以，我又拿起筆「無責任」了。感覺有點陌生，但是回顧讀者們這一年寫來的上百封信，讓我意氣昂揚。這個月我談的是 Visual C++ 與 MFC。此題目我已提過兩次。一來它十分重要，演化的過程也十分快速而明顯，二來這個領域又有一些重量級書籍出現，所以我必須再談一次。

另外，我還是得再強調，侯捷的專長領域有限，離我火力太遠的書我只能遠觀不敢近玩。這個專欄用在拋磚引玉，讓談書成爲一種風氣。《Windows Developer's Journal》(WDJ) 的 Books in Brief 專欄原先也是主持人 Ron Burk 唱獨角戲，後來（現在）就有了許多讀者的互動。我也希望這樣的事情在這裡發生。

#### ◆ 必也正名乎

常在 BBS 的程式設計相關版面上看到，許多人把 Visual C++ 和 C++ 混淆不清，另則是把 Visual C++ 和 MFC 混爲一談，實在有必要做個釐清。C++ 是語言，Visual C++ 是產品。『我們學校開了一門 Visual C++ 課程』這種說法就有點奇怪，實際意義是『我們學校開了一門 C++ 課程，以 Visual C++ 爲軟體開發環境』。『我會寫 Visual C++ 程式』這種說法也很怪，因爲 Visual C++ 是一種 C/C++ 編譯器，你可以在這套整合開發環境中使用 C 語言或 C++ 語言寫出 DOS 程式或 Windows 程式；如果是 Windows 程式，還可以分爲 Windows API programming 或 MFC programming。所以「我會寫 Visual C++ 程式」表達不出你真正的程度和意思。

Visual C++ 是一套 C/C++ 編譯器產品，內含一套整合開發環境（Integrated Development Environment，IDE），也就是 AppWizard、ClassWizard、編譯器、聯結器、資源編輯器等工具的大集合。你知道，真正的 C++ 程式（而不是披著 C++ 外衣的 C 程式）是以一個個類別（classes）堆砌起來的，爲了節省程式員的負擔，幾乎每一家編譯器廠商都會提供一套現成的類別庫（class libraries），讓程式員站在這個基礎開發應用軟體。MFC 就是這樣一套類別庫。如果以物件導向的嚴格眼光來看，MFC 是比類別庫更高一級的所謂 application framework。PC 上另兩套與 MFC 同等地位的產品是 Borland 的 OWL 和 IBM 的 Open Class Library，前者搭配的開發環境是 Borland C++，後者搭配的是 VisualAge C++。其他的 C++ 編譯器大廠如 Watcom 和 Symantec 和 Metaware，並沒有開發自己的類別庫，他們向微軟取得 MFC 的使用授權，提供 MFC 的原始碼、含入檔、相容的編譯器和聯結器。噢是的，他們要求授權的對象是 MFC，而不是 OWL，這就多少說明了 MFC 和 OWL 的市場佔有率。

| 產品名稱          | 廠商        | application framework   |
|---------------|-----------|-------------------------|
| Visual C++    | Microsoft | MFC                     |
| Borland C++   | Borland   | OWL (BC++ 最新版據說也支援 MFC) |
| VisualAge C++ | IBM       | Open Class Library      |
| Symantec C++  | Symantec  | MFC                     |

#### ◆ 滄海書訊

清大 BBS 站台（楓橋驛站，IP 位址為 140.114.87.5），在「分類討論區」的「電腦與資訊」區之下，有一個「滄海書訊」版，對電腦書籍有興趣的朋友可以去看看。這裡並沒有（還沒有）類似正規書評之類的文章出現，比較多的是讀者們對於坊間書籍的閱後感，以及新鮮讀者的求助函（找某一主題的好書啦、誰要賣書啦、誰要買書啦等等）。

關於 MFC 這一主題，在滄海書訊版上曾經被討論過的書籍有四本，正是我所列出的這四大天王。看來我心目中的好書頗能吻合市場反應。這四本書各有特點，色彩鮮明，系統值得收藏。

#### ◆ 四大天王

一本書能夠有被收藏的價值，可不簡單喲，我不能亂說嘴。諸君，看看我列的理由吧。這四大天王是：

##### □ *Inside Visual C++ 4.0*

四大天王之中本書名列老大哥，這排名和天王的「色藝」無關，敬老尊賢的成份多一些。它已是同一本書的第三版，所以才會在書名冠上軟體版本號碼（上一版名為 *Inside Visual C++ 1.5*）。書名冠上軟體版本號碼的另一個因素是，本書在教導我們開發程式時，是 "tool-oriented"（以工具為導向），你會看到像「先按下這個鈕，然後填寫這一小段碼，然後在清單中選擇這一項，再回到右邊的視窗上...」這樣的文字說明，所以 Visual C++ 的版本更迭攸關全書內容。

這就引出了本書在程式誘導方面的一個特徵：工具的使用佔了相當吃重的角色。工具的使用難度不高，但非常繁多（從 Visual C++ 新鮮人的眼光看可能是...呃...非常雜亂）。又要學習 MFC，又要配合工具的使用，對初學者而言是雙倍負擔。我曾經在 BBS 上看到一封信，抱怨 *Inside Visual C++* 雖是名著，他卻完全看不懂。呵，我完全能夠了解，我不是那種自己懂了之後就忘記痛苦的人。

入選原因：老字號，範例程式內容豐富，220 頁的 OLE 和 110 頁的 Database 是本地唯一的大獨家，別處難找。

#### □ *Programming Windows 95 with MFC*

Ray Duncan（侯捷極為尊敬的一位老牌作家，近年似乎淡出，沒有什麼新作品）曾經說，這本書是 "the Petzold for MFC programming"，儼然有 Petzold（註）接班人之勢。從其主題的安排，甚至從書籍封面的安排，在在顯示「接班人」的訊息。而它的內容可以證明 Ray Duncan 的推薦並不虛佞。

註：Charles Petzold 是 *Programming Windows 95* 一書的作者。該書是 SDK 程式設計寶典。這本書近來沒有那麼轟動以及人手一冊了，因為 MFC 或 OWL 這類 framework 產品不斷精進，Visual Basic、Delphi、C++ Builder 這類快速程式開發工具（Rapid Application Development，RAD）不斷進逼，SDK 程式設計的角色有點像組合語言了。不過我告訴你，學會它，絕對讓你層次不同 -- 不只在程式設計的層次，還在對作業系統的了解層次。

這本書在程式設計的誘導方面，與 *Inside Visual C++* 一書有極大的作法差異。本書沒有任何一個程式以 Wizards 完成（我想作者必然曾經借重工具，只是最後再清理一遍），所以你不曾看到像 `//{ 和 } //` 這樣的奇怪符號，以及一堆 `#ifdef`、`#undef`、`#endif`。「程式碼是我們自己一行一行寫出來」的這種印象，可能對於消除初學者的焦灼有點幫助。

入選原因：文字簡易，觀念清楚。從章節目錄上你看不到非常特殊的主题，但隱含在各個小節之中有不少珠玉之言。平實穩健。對 MFC 核心觀念如 Document/View、Message Map 的討論雖然淺嚐即止，但表現不俗。

#### □ *MFC Internals*

這是四大天王之中唯一不以教導 MFC 程式設計為目的的書。它的目的是挖掘 MFC 的黑箱作業內容，從而讓讀者對 application framework 有透徹的認識。這樣的認識對於 MFC 的應用面其實也是有幫助的，而且不小。

這本書挖掘 MFC 的原始碼至深至多，最後還在附錄 A 列出 MFC 原始碼的搜尋導引。由於解釋 MFC 的內部運作原理，少不得就有一長串的「誰呼叫誰，誰又呼叫誰」的敘述。這種敘述是安眠藥的最佳藥引，所幸作者大多能夠適時地補上一張流程圖，對於讀者的意識恢復有莫大幫助。

入選原因：獨特而唯一。雖然並非初學者乃至中級程度者所能一窺堂奧，卻是所有資深的 MFC 程式員應該嘗試讀一讀的書籍。

#### □ *Dissecting MFC*

這本書是應用面（各種 MFC classes 之應用）和核心面（隱藏在 MFC 內的各種奇妙機制）的巧妙混合。前半篇幅為讀者紮基礎，包括 Win32、C++、MFC 程式的基礎技術環節。後半篇幅以著名的 Scribble 程式（隨附於 Visual C++ 之中）為例，從應用面出發，卻以深掘原理的核心技術面收場。看不到豐富絢麗的各種應用技巧，著重在厚植讀者對於 MFC 核心技術的基礎。

入選原因：本書挖掘的 Runtime Class、Dynamic Creation、Message Mapping、Command Routing、Persistence 等主題，解說詳實圖片精采，有世界級水準。並有簡化模擬（使用 console 程式），降低入門門檻。SDK 程式員如果想進入 MFC 領域，這本書是最佳選擇。看過 *Inside Visual C++* 和 *Programming Windows 95 with MFC* 的讀者，這本書會讓你更上層樓，「知其然並知其所以然」。

#### ◆ **Inside Visual C++ 4.0**

作者：David J. Kruglinski  
出版公司：Microsoft Press  
出版日期：1996 年初  
頁數：29 章，896 頁  
售價：US\$ 45.00。含光碟一片。

PartI：Windows、Visual C++、and Application Framework Fundamentals

1. Microsoft Windows and Visual C++
  2. The MFC Application Framework
- PartII：The MFC Library View Class
3. Getting Started with AppWizard - Hello World!
  4. Basic Event Handling, Mapping Modes, and a Scrolling View
  5. The Graphics Device Interface (GDI), Colors, and Fonts
  6. The Modal Dialog and Windows 95 Common Controls
  7. The Modeless Dialog and Windows 95 Common Dialogs
  8. Using OLE Controls (OCXs)
  9. Win32 Memory Management
  10. Bitmaps
  11. Windows Message Processing and Multithreaded Programming

PartIII：The Document-View Architecture

12. Menus, Keyboard Accelerators, the Rich Edit Control, and Property Sheets
13. Toolbars and Status Bars
14. A Reusable Frame Window Base Class
15. Separating the Document from Its View
16. Reading and Writing Documents - SDI
17. Reading and Writing Documents - MDI
18. Printing and Print Preview
19. Splitter Windows and Multiple Views
20. Context-Sensitive Help
21. Dynamic Link Libraries (DLLs)
22. MFC Programs Without Document or View Classes

PartIV：OLE

23. The OLE Component Object Model (COM)
24. OLE Automation
25. OLE Uniform Data Transfer - Clipboard Transfer and Drag and Drop
26. OLE Structure Storage
27. OLE Embedded Servers and Containers

PartIV：Database Management

28. Database Management with Microsoft ODBC
  29. Database Management with Microsoft Data Access Object (DAO)
- Appendix A: A Crash Course in the C++ Language

Appendix B: Message Map Functions in MFC  
Appendix C: MFC Library Runtime Class Identification and Dynamic Object Creation

自從 application framework 興起，在 raw API 程式設計之外，Windows 程式員又找到了一條新的途徑。MFC「系出名門，血統純正」，比之其他的 application framework 產品自然是聲勢浩大，MFC 書籍也就因此比其他同等級產品的書籍來得多得多。

群雄並起之勢維持沒有太久，真正的好東西很快就頭角崢嶸了。*Inside Visual C++* 是最早出線的一本。此書至今已至第三版，前兩版分別針對 MFC 2.0(Visual C++ 1.0)和 MFC 2.5 (Visual C++ 1.5)撰寫。已有評論把此書與 *Programming Windows* 並提，稱之為 MFC/C++ 中的 Petzold 書籍（聽起來猶如錶界中的勞力士，車界中的勞斯萊斯）。Kruglinski 本人為了卡住這個尊崇的位置，甚至「於數年前的一個冬天，有著風雪的傍晚，冒險進入紐約的 East Village，拜訪 Windows 大師 Charles Petzold，問他關於撰寫 *Programming Windows* 的想法...」（語見此書之 Introduction）。

Kruglinski 毫不隱藏他對 MFC 的熱愛，他說這是他等了十年才盼到的軟體開發環境。十年有點誇張，PC 的歷史才多久？但 MFC 與 Visual C++ 整合環境之功能強大卻是不假。這本書劃分為四大篇。第一篇介紹 application framework 的觀念以及 Visual C++ 整合環境的各個工具元件。第二篇真正進入 MFC 程式設計，不能免俗地從 "Hello World" 開始，焦點放在視窗顯示身上（也就是 *CView* 的運用）。作者嘗試以 C++ 和 MFC 完成一些功能簡單的程式，像是簡易繪圖、圖形捲動、字形輸出、通用對話盒與通用控制元件、OCX 之使用等等。

第三篇才真正進入 MFC 的核心，也就是 Document-View 架構，這也是所謂 application framework 的最大特質。當你學會如何使用 Document 並且把它和 View 連接起來後，你會驚訝資料的檔案動作和印表動作（包括預視功能）是多麼容易加入。這一篇文章節包括漂亮迷人的 UI 元件如工具列、狀態列、分裂視窗、求助系統、屬性對話盒，以及 SDI、MDI、列印、預視、動態聯結函式庫等主題。

第四篇的五章談的全部都是 OLE。不像一般書籍對於 OLE 蜻蜓點水，這一篇是道道地



地的硬扎貨色，範圍包括 COM( Component Object Model )、OLE Automation、Uniform Data Transfer、Structured Storage、Embedded Servers and Containers。

第五篇談的全部是資料庫管理。一章談 ODBC ( Open Database Connectivity )，另一章談 DAO ( Data Access Objects )。

網路上一位讀者抱怨說，本書雖是名著，他卻完全看不懂。呵啊，一切都在意料之內。作者一開始就顧著給我們完全正規的作法，用 AppWizard 產生程式碼，用 ClassWizard 改寫虛擬函式、攔截訊息並撰寫訊息處理常式。剛開始學習 Windows 程式設計的人，甚至已經有 SDK 經驗但沒有物件導向經驗的人，根本昏頭轉向摸不著頭緒。是的，學習 MFC ( 或其他 Application Framework )，先得有許多基礎。包括 C++ 語言基礎、Windows 作業系統基礎、物件導向程式觀念的基礎。

最新消息：本書第五版已有預告，書目上寫的出版日期是 97 年三月。以我對 Microsoft Press 出書進度的瞭解，屆時可能咱們還需再等一等。新書內容針對 Visual C++ 5.0 ( 仍是以 MFC 4.x 為程式架構核心 ) 但加了不少網路技術，如 Basic TCP/IP、Winsock programming for clients and servers、MFC WinInet、DocObjects and ActiveX controls 等主題。

#### ◆ Programming Windows 95 with MFC

作者：Jeff Prosise  
出版公司：Microsoft Press  
出版日期：1996 第二季  
頁數：14 章，998 頁  
售價：US\$ 49.95。含光碟一片。

##### Part I：MFC Basics

1. Hello, MFC
2. Drawing in a Window
3. The Mouse and the Keyboard
4. Menus
5. Controls
6. Dialog Boxes and Property Sheets

- 7. Timers and Idle Processing
- PartII : The Document/View Architecture
- 8. Documents, Views, and Single Document Interface
- 9. Multiple Documents and Multiple Views
- 10. Printing and Print Previewing
- 11. Toolbars, Status Bars, and Versionable Schemas
- PartIII : Advanced Topics
- 12. Bitmaps, Palettes, and Regions
- 13. The Common Controls
- 14. Threads and Thread Synchronization

每一位 MFC 書籍作者，最大的夢想就是其作品被譽為「C++ 中的 Petzold 書籍」。有人親訪 Petzold，有人則搬出老天王來說幾句話。老天王 Ray Duncan 這麼說："Jeff Prosize has written the definitive introduction to Windows software development in the era of 32 bits and application frameworks. This book is the Petzold for MFC programming"。這段話被當作本書的廣告主打詞。有趣的是，儘管萬方爭取，Petzold 本人倒是從來沒有說過什麼話。也許他想說的是『我自己來寫本 MFC 經典』，呵呵。

本書有沒有接班人的能耐呢？有！和 *Inside Visual C++* 比較，本書在低階部份照顧得多些，程式細節則非常完備。別誤會，我的意思並非說它是那種「把五句話可以說清楚的一段文字，以十句話來表達」的書籍（註），我是說它把各個技術主題挖得很深入，旁徵博引的功夫很好，資料準備得很齊全。

註：另一位大師 Matt Pietrek 的書就有點這種拖拉味道，不過書仍然很棒就是了。他有兩本經典作品：*Windows Internals* 和 *Windows 95 System Programming SECRETS*。

本書在導入部份比 *Inside Visual C++* 好。作者先安排一個極小的 SDK 程式，解釋 message-based、event-driven 的程式模型，然後再安排一個極小的 MFC 程式，解釋 framework 的運作，告訴你應該改寫什麼函式，標準作法如何，應該攔截什麼訊息，標準作法又如何。雖然程式運行的脈絡仍然不是十分清晰可尋，不過總算是表現不錯了。

從章節目錄可以看出，這本書選題中規中矩，該有的沒遺漏，大獨家倒也沒有。注意，

所有的範例程式都沒有說明其製作過程，只是列出原始碼並以文字解釋原始碼的意義。你知道，視覺性軟體開發過程中，工具的參與絕對少不了，而且角色日形吃重，因此，本書讀者要自己想辦法補足「工具的使用」這一節。*Inside Visual C++* 就不一樣了，幾乎對於每一個程式，都詳列出工具參與的足跡。

究竟工具的使用要在什麼時候進場，才能夠帶來利益而不是沉重的盲與茫呢？我以為作者最好先給一個純手工製造的 MFC 程式，用來解釋 MFC 程式的來龍去脈以及程式和 application framework 的互動關係，然後再引進工具的使用說明，然後就安排讓工具強力介入程式設計過程。畢竟，正規的、大型的 MFC 程式開發過程中少不了工具的運用。*Inside Visual C++* 的作者操之過急，工具一下子全面介入，*Programming Win95 with MFC* 的作者又避若蛇蠍，完全捨棄工具。

過猶不及！這方面 *Dissecting MFC* 的作者就處理得不錯。

這本書沒有談到當紅的 OLE 和 ActiveX。關於這一點，*Windows Developer's Journal* (*WDJ*) 的 Books in Brief 專欄（主持人是 Ron Burk）在 1996.10 有這麼一段讀者與評論者的對話：

讀者來函：『我還忘了說，Prosise 的這本書完全沒有討論 OLE。雖然我了解這是這本一般性、介紹性書籍的抉擇，我還是認為這和書名之間存在著一種矛盾。畢竟，Win95 程式設計一定會牽扯到某些 COM 和 OLE。實際情況的確如此，現在再也不可能和 shell 交談而沒有使用 COM 物件了，Uniform Data Transfer 似乎也已經成為實作拖放（drag and drop）和剪貼（copy and paste）功能的最佳途徑了。所以，忽略這個主題實在令人有點驚訝。』

Burk 回答：『我同意你的大部份觀點。程式設計書籍的名稱沒有恰如其份地反應出書籍內容是出了名的，所以我無法不同意你的觀點。然而，我絕對不贊成這本書涵蓋 OLE。OLE 複雜到足夠成為一本書。要在這一本已經過胖的書籍中加入一章 OLE，可想而知必然內容膚淺，就像其他為了滿足市場因素而強加一章 OLE 的其他書籍一樣。那樣的

書籍在我的架上有一大堆。與其加一章膚淺的 OLE，我寧願作者多花時間讓其他章節更有深度些。...我比任何人忍耐了更多的爛書，所以我寧願看到涵蓋主題不多但是內容十分紮實的書籍。」

「與其加一章膚淺的 OLE，我寧願作者多花時間讓其他章節更有深度些」，唔，就連我當初閱讀 Carles Petzold 的世界名著 *Programming Windows 95* 的最後一章（OLE）時，也有相同的感受。如果 Prosise 來到臺灣，發現他的大作被改了名稱，加上了在他抉擇之外的 ActiveX，讓我們猜猜他臉上的表情。這本書的中譯本在原著之外增加了第零章 ActiveX，我願意相信是出版者的用心，而不是如 Ron Burk 所說「爲了滿足市場因素而強加一章膚淺的 OLE」。我不願評論中文版新加的一章內容如何，畢竟用心良苦。但是把書名也給改了，掛上斗大的 ActiveX，這種行徑曾經在 BBS 上引起讀者的強烈抗議，他們說這是「掛羊頭賣狗肉」。

Ron Burk 說「程式設計書籍的名稱沒有恰當反應出其內容，是出了名的」，嗯...嗯...我也曾感受深刻，但沒有這次這麼深刻。

#### ◆ MFC Internals

作者：George Shepherd, Scot Wingo

出版公司：Addison Wesley

出版日期：1996 第二季

頁數：15 章，709 頁

售價：US\$ 39.95

1. A Conceptual Overview of MFC
2. Basic Windows Support
3. Message Handling in MFC
4. The MFC Utility Classes
5. All Roads lead to CObject
6. MFC Dialog and Control Classes
7. MFC's Document/View Architecture
8. Advanced Document/Vieww Internals
9. MFC's Enhanced User-Interface Classes
10. MFC DLLs and Threads
11. How MFC Implements COM

12. Uniform Data Transfer and MFC  
13. OLE Documents the MFC Way  
14. MFC and Automation  
15. OLE Controls  
Appendix A: A Field Guide to the MFC Source Code  
Appendix B: The MFC Internals Floppy

Addison Wesley 出版公司似乎最喜歡出一些未公開秘密、內部運作奧秘之類的書籍。這是繼 *Windows Internals* 和 *DOS Internals* 之後又一本黑箱書。

本書挖盡 MFC 原始碼，解釋 MFC 的黑箱作業原理與動作流程。這書的訴求對象已經不是想以 MFC 撰寫一般程式的人，而是 MFC 玩了相當一段時間，欲有所突破的人。

應用技術欲有所突破，核心技術就得加強。很多人對於「了解 MFC 的黑箱作業」心存疑惑，總認為這違反物件導向的封裝繼承性以及 application framework 的精神。啊，不是這麼說！你買一本汽車百科，了解汽車的構造原理，並不妨礙你「希望在沒有任何機械背景的情況下，學會駕馭這一堆鐵」的心願。然而，當你看過汽車的解剖圖，知道變速箱、離合器、萬向傳動軸、引擎燃料系統、動力傳達裝置、懸吊裝置、煞車裝置...，是否開起車來比較實實在在？了解構造原理之後，要來個甩尾大迴旋，比較知道該怎麼做吧，基本操作也比較不會出錯（很多人煞車時順帶把離合器踏板給踩下去，怕熄火。這習慣養成之後，高速公路上就會要你的命）。

依我之見，了解 MFC 原始碼是有必要的，尤其在導入部份 -- 這是影響一個人能否學成 MFC 的關鍵。一本好的 MFC 書籍應該讓程式員完全了解每一個奇怪巨集（像是 DECLARE\_MESSAGE\_MAP、BEGIN\_MESSAGE\_MAP、END\_MESSAGE\_MAP、DECLARE\_SERIAL、IMPLEMENT\_SERIAL 等等）的背後所代表的機制，以及每一個必須改寫的虛擬函式（例如 CWinApp::InitInstance、CDocument::Serialize、CView::OnDraw 等等）背後所代表的意義與動作。但是當程式的主軸精神完全掌握之後，旁支應用（例如對話盒、控制元件、列印、預視）就不需要再那麼深入探究原始碼了。當然，這是指一般性質的 MFC 書籍而言，*MFC Internals* 本來就是要把 MFC 整個翻兩翻的，所以它照挖不誤。

◆ **Dissecting MFC 2<sup>nd</sup> Edition**

作者：侯俊傑

出版公司：松崗

出版日期：1996/10

頁數：13 章，778 頁

售價：NT\$ 860.00。含光碟一片。

第一篇 勿在浮砂築高臺 - 技術前提

1. Win32 程式基本觀念

2. C++ 的重要性質

3. MFC 六大關鍵技術之模擬

第二篇 Visual C++ v4.0 開發工具

4. Visual C++ - 整合性軟體開發環境

第三篇 淺出 MFC 程式設計

5. 總觀 Application Framework

6. MFC 程式設計導論 - MFC 程式的生與死

7. 一個簡單而完整的 MFC 骨幹程式

第四篇 深入 MFC 程式設計

8. Document-View 深入探討

9. 訊息映射與繞行

10. 對話盒與 DDX/DDV

11. View 功能之加強與重繪效率之提昇

12. 印表與預視

13. 多重文件與多重顯示

14. MFC 多緒程式設計

15. 定製一個 AppWizard

16. 站上眾人的肩膀 - 使用 Components 和 ActiveX Controls

Appendix A 從搖籃到墳墓 - Windows 的完全學習

無責任書評/侯捷：MFC 四大天王

Appendix B Scribble Step5 程式原始碼列表

Appendix C Visual C++ 所附範例程式一覽

Appendix D 以 MFC 重建 Debug Window (DBWIN)

我談這本書，可能會被譏以「分身替本尊說話」，但爲了舉薦好書，以及秉持外舉不避仇、內舉不避親的原則，我不想閃躲。

這本書目前只有中文版。已經有國內出版社積極表達爭取出版英文本的意願。大陸方面，則有多家出版社亟願將此書譯為簡體版，甚至直接 email 與作者聯絡。這本就是前陣子在 BBS 上引起眾多討論的 **深入浅出 MFC**，*Dissecting MFC*。

依我看，本書橫亙在 *Inside Visual C++* 和 *MFC Internals* 兩書之間，有 *Inside Visual C++* 的實用面，而在核心技術更擅勝場。有 *MFC Internals* 的深入面，而無其過於晦澀。

所謂核心技術，本書指的是：

1. 應用程式和 MFC framework 的因果關係。這一部份是你學習 MFC 程式設計的成敗關鍵。因為太多人上不了第一個台階。本書把隱藏的 *WinMain* 函式、視窗類別註冊、視窗誕生、訊息迴路等動作統統挖掘出來，讓屬於 framework 的那半邊曝光，和你的應用程式碼這半邊拼湊出一張完整的邏輯脈絡圖。才不會堆積木老是少一塊。
2. 訊息映射（Message Mapping）和命令繞行（Command Routing）。「物件導向」從來沒有考慮過 Windows 訊息（那當然）。MFC 程式有四大類別（application、frame、document、view），程式員最容易陷入的苦惱是不知道在哪一個類別中攔截並處理命令訊息。那是因為沒有能夠看清楚訊息在類別中的流動路線。流動路線的整個地圖隱在巍巍山巔：在由 `DECLARE_MESSAGE_MAP`、`BEGIN_MESSAGE_MAP`、`END_MESSAGE_MAP` 巨集以及其他各式各樣的 `ON_COMMAND`、`ON_WM_PAINT` 等巨集架構起來的巨大網絡中。當你的程式一開始執行，整個 MFC 的絕大部份類別，都已經貢獻出一些資料，組成這張巨幅網絡（噢，是的，當然也耗用了你的記憶體）。
3. Document/View/Template 之間的關係。一個程式如果支援兩份以上的 Documents，應該如何管理？對應的使用者介面應該如何設定？Document Template 究竟是何用途？這是這個主題要探討的題目。
4. Runtime Type Information（RTTI）和 Dynamic Creation。把一份 document 寫入檔案之中，連同類別名稱和成員變數的值，沒有問題。是的，一點問題也沒有，但是讀出

來就有問題了，因為你不可能讀一個類別名稱到一個字串中然後對這個字串做 `new` 動作。「從檔案讀出類別名稱然後產生其物件」，就是 "dynamic creation" 的具體表現。C++ 不支援這項能力，但 MFC 非要不可，因為有太多時候需要 dynamic creation。其實你只要使用笨方法如下，就可以解決 dynamic creation 的問題：

```
// pseudo code
read ClassName to str
if (str == "Class1")
 new Class1;
else if (str == "Class2")
 new Class2;
else if (str == "Class3")
 new Class3;
else if (str == "Class4")
 new Class4;
; K
```

MFC 小組比我們聰明嗎？不會。但是他們比我們懂得包裝。他們在 MFC framework 中架構起一個由所有類別相關資訊（包括類別名稱及建構函式）組成的類別型錄網絡（一個串列），然後把類別名稱的比對動作埋藏在 `Serialize` 虛擬函式中。類別型錄網絡中的每一個成員就是 `CRuntimeClass` 物件，網絡的組成則是藉由類別宣告時的 `DECLARE_DYNCREATE` 和 `IMPLEMENT_DYNCREATE` 巨集完成。`RUNTIME_CLASS` 巨集就是取出「類別型錄網絡」中的一個元素（代表一個類別）。所以，當你的程式一開始執行，整個 MFC 的絕大部份類別，都已經放在這個「類別型錄網絡」之中（噢，是的，當然也耗用了你的記憶體）。有了這網絡，RTTI（執行時期型別辨識）和 Dynamic Creation 都不是問題。

5. **Persistence**。文件內容要用什麼型式寫到檔案去，才能夠再從檔案讀出來恢復為一個個的物件？這就是 persistence（MFC 稱之為 `serialization`）要探討的題目。本書把 `Serialize` 虛擬函式的內部行為全部挖掘出來，並且實際觀察一個文件檔的 hex 傾印內容。

這五個部份是本書最精華的地方，也是它獨步全球的地方。要有這麼深入的了解，非得觀察 MFC 原始碼不可。本書把相關的 MFC 碼整理出來，加上相當多的示意圖，**MFC**



***Internals*** 雖然挖得更廣，整理的功夫卻沒有這本好。

這本書用詞相當精準。用詞精準在容易歧路的物件導向領域中至為重要，許多細微的觀念就在字句推敲中成形。

實例方面，希望看到琳琅滿目的範例程式的讀者，將會大失所望。這本書使用 Visual C++ 的標準範例 *Scribble*。只有 13~16 章才有幾個作者自己設計的程式，而且教育價值雖有，實在有點其貌不揚。然而以 *Scribble* 為範例主軸，有一個意想不到的好處：常看 *Microsoft Systems Journal* 或 *Windows Developer's Journal* 的朋友就知道，許多作家喜歡在示範新技術或新構想時，以 *Scribble* 為載具。如果你對 *Scribble* 十分熟悉，閱讀那些文章可就駕輕就熟了。

本書的許多精心插圖，是令人驚喜的地方。一圖解千言萬語，在這裡獲得最佳註腳。

一鍋湯，要放多少鹽才叫好？有人喜歡重口味，有人雅好清如水。

一本程式設計書籍，究竟要放多少碼，才能夠雅俗共賞，人人點頭？

關於這一點，有兩種完全迥異的看法。第一種看法似乎頗佔上風，他們說書籍應該是解釋程式的邏輯，程式人的意念，程式設計的...呃...境界。因此出現在書中的碼應該只能是小小的、片段的、簡捷的。但凡有一大落一大落的碼出現，那便是不入流、難登大雅之堂。我看過好多書評對於那種有著許多程式碼的書明嘲暗諷，甚而大加撻伐（呵呵，外文期刊上的書評很毒的）。

如果程式碼用來充篇幅，那就罵得好。

如果完整的碼用來給予完整的面觀，我就認為值得。

其實，程式碼是贅餘還是適得其所，完全視讀者的個人情況而定。

Scribble 範例程式從第 4 章的 Step0 出發之後，陸陸續續只有片片斷斷的一個一個函式碼。我認為有必要把本書所涵蓋的最後一個版本 Step5 的完整原始碼列出，以為 Step0 之比對。

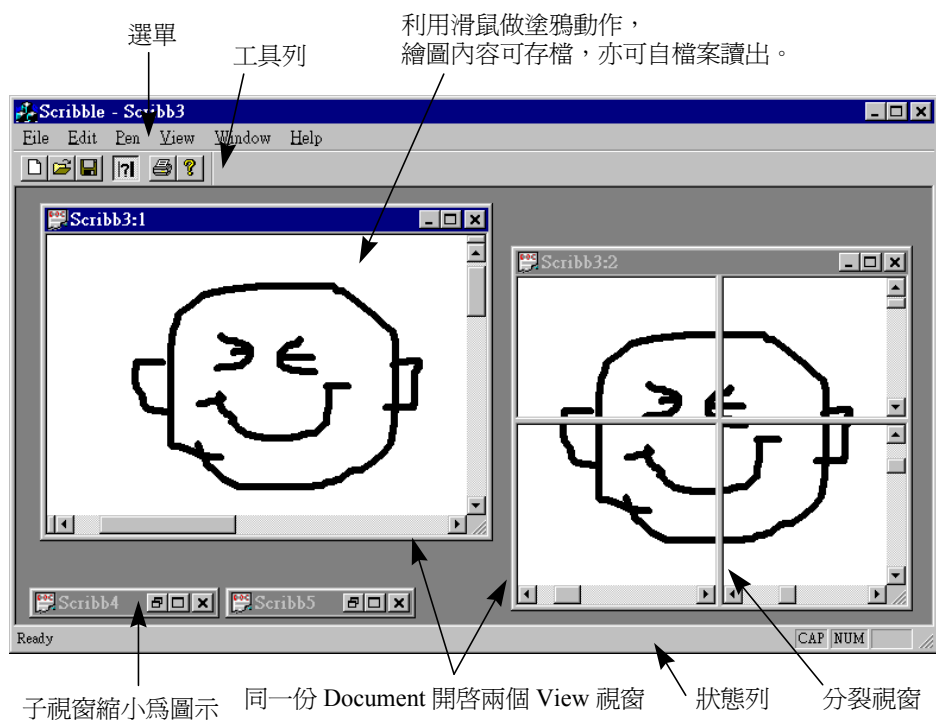
它來了。

|                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------|
| 抱怨程式碼太多的人，可能是認為頁數多寡會反應在書籍售價上。有些書是這樣。但這本書，真的，我說，1000 頁或 700 頁，都不會影響它的價格（與價值）。 |
|------------------------------------------------------------------------------|

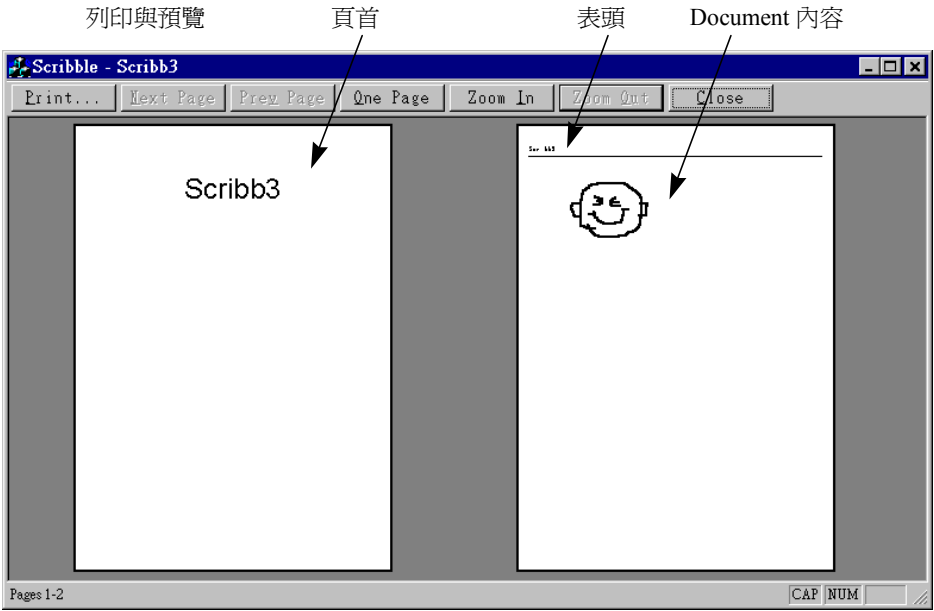
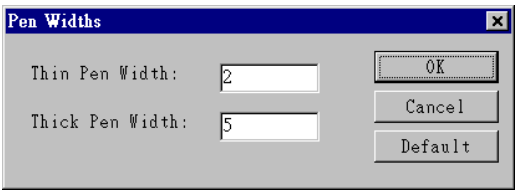
## 附錄 B

# Scribble Step 5 完整原始碼

Scribble Step 5 是一個擁有如下功能的 MDI 塗鴉程式：



對話盒可設定繪筆粗細



## SCRIBBLE.H

```
#0001 #ifndef __AFXWIN_H__
#0002 #error include 'stdafx.h' before including this file for PCH
#0003 #endif
#0004
#0005 #include "resource.h" // main symbols
#0006
#0007 //////////////////////////////////////
#0008 // CScribbleApp:
```

```
#0009 // See Scribble.cpp for the implementation of this class
#0010 //
#0011
#0012 class CScribbleApp : public CWinApp
#0013 {
#0014 public:
#0015 CScribbleApp();
#0016
#0017 // Overrides
#0018 // ClassWizard generated virtual function overrides
#0019 //{AFX_VIRTUAL(CScribbleApp)
#0020 public:
#0021 virtual BOOL InitInstance();
#0022 //}AFX_VIRTUAL
#0023
#0024 // Implementation
#0025
#0026 //{AFX_MSG(CScribbleApp)
#0027 afx_msg void OnAppAbout();
#0028 // NOTE - the ClassWizard will add and remove member functions here.
#0029 // DO NOT EDIT what you see in these blocks of generated code !
#0030 //}AFX_MSG
#0031 DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0032 };
```

#### SCRIBBLE.CPP

```
#0001 #include "stdafx.h"
#0002 #include "Scribble.h"
#0003
#0004 #include "MainFrm.h"
#0005 #include "ChildFrm.h"
#0006 #include "ScribDoc.h"
#0007 #include "ScribVw.h"
#0008
#0009 #ifdef _DEBUG
#0010 #define new DEBUG_NEW
#0011 #undef THIS_FILE
#0012 static char THIS_FILE[] = __FILE__;
#0013 #endif
#0014
#0015 //////////////////////////////////////
#0016 // CScribbleApp
#0017
#0018 BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleApp, CWinApp)
#0019 //{AFX_MSG_MAP(CScribbleApp)
```

```
#0020 ON_COMMAND(ID_APP_ABOUT, OnAppAbout)
#0021 // NOTE - the ClassWizard will add and remove mapping macros here.
#0022 // DO NOT EDIT what you see in these blocks of generated code!
#0023 //{AFX_MSG_MAP
#0024 // Standard file based document commands
#0025 ON_COMMAND(ID_FILE_NEW, CWinApp::OnFileNew)
#0026 ON_COMMAND(ID_FILE_OPEN, CWinApp::OnFileOpen)
#0027 // Standard print setup command
#0028 ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_SETUP, CWinApp::OnFilePrintSetup)
#0029 END_MESSAGE_MAP()
#0030
#0031 //////////////////////////////////////
#0032 // CScribbleApp construction
#0033
#0034 CScribbleApp::CScribbleApp()
#0035 {
#0036 // TODO: add construction code here,
#0037 // Place all significant initialization in InitInstance
#0038 }
#0039
#0040 //////////////////////////////////////
#0041 // The one and only CScribbleApp object
#0042
#0043 CScribbleApp theApp;
#0044
#0045 //////////////////////////////////////
#0046 // CScribbleApp initialization
#0047
#0048 BOOL CScribbleApp::InitInstance()
#0049 {
#0050 // Standard initialization
#0051 // If you are not using these features and wish to reduce the size
#0052 // of your final executable, you should remove from the following
#0053 // the specific initialization routines you do not need.
#0054
#0055 #ifdef _AFXDLL
#0056 Enable3dControls(); // Call this when using MFC in a shared DLL
#0057 #else
#0058 Enable3dControlsStatic(); // Call this when linking to MFC statically
#0059 #endif
#0060
#0061 LoadStdProfileSettings(); // Load standard INI file options (including MRU)
#0062
#0063
#0064 // Register the application's document templates. Document templates
#0065 // serve as the connection between documents, frame windows and views.
```

```

#0066
#0067 CMultiDocTemplate* pDocTemplate;
#0068 pDocTemplate = new CMultiDocTemplate(
#0069 IDR_SCRIBBTYPE,
#0070 RUNTIME_CLASS(CScribbleDoc),
#0071 RUNTIME_CLASS(CChildFrame), // custom MDI child frame
#0072 RUNTIME_CLASS(CScribbleView));
#0073
#0074 AddDocTemplate(pDocTemplate);
#0075
#0076 // create main MDI Frame window
#0077 CMainFrame* pMainFrame = new CMainFrame;
#0078 if (!pMainFrame->LoadFrame(IDR_MAINFRAME))
#0079 return FALSE;
#0080 m_pMainWnd = pMainFrame;
#0081
#0082 // Enable drag/drop open. We don't call this in Win32, since a
#0083 // document file extension wasn't chosen while running AppWizard.
#0084 m_pMainWnd->DragAcceptFiles();
#0085
#0086 // Enable DDE Execute open
#0087 EnableShellOpen();
#0088 RegisterShellFileTypes(TRUE);
#0089
#0090 // Parse command line for standard shell commands, DDE, file open
#0091 CCommandLineInfo cmdInfo;
#0092 ParseCommandLine(cmdInfo);
#0093
#0094 // Dispatch commands specified on the command line
#0095 if (!ProcessShellCommand(cmdInfo))
#0096 return FALSE;
#0097
#0098
#0099 // The main window has been initialized, so show and update it.
#0100 pMainFrame->ShowWindow(m_nCmdShow);
#0101 pMainFrame->UpdateWindow();
#0102
#0103 return TRUE;
#0104 }
#0105
#0106 //////////////////////////////////////
#0107 // CAboutDlg dialog used for App About
#0108
#0109 class CAboutDlg : public CDialog
#0110 {
#0111 public:

```

```

#0112 CAboutDlg();
#0113
#0114 // Dialog Data
#0115 //{AFX_DATA(CAboutDlg)
#0116 enum { IDD = IDD_ABOUTBOX };
#0117 }AFX_DATA
#0118
#0119 // ClassWizard generated virtual function overrides
#0120 //{AFX_VIRTUAL(CAboutDlg)
#0121 protected:
#0122 virtual void DoDataExchange(CDataExchange* pDX); // DDX/DDV support
#0123 }AFX_VIRTUAL
#0124
#0125 // Implementation
#0126 protected:
#0127 //{AFX_MSG(CAboutDlg)
#0128 // No message handlers
#0129 }AFX_MSG
#0130 DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0131 };
#0132
#0133 CAboutDlg::CAboutDlg() : CDialog(CAboutDlg::IDD)
#0134 {
#0135 //{AFX_DATA_INIT(CAboutDlg)
#0136 }AFX_DATA_INIT
#0137 }
#0138
#0139 void CAboutDlg::DoDataExchange(CDataExchange* pDX)
#0140 {
#0141 CDialog::DoDataExchange(pDX);
#0142 //{AFX_DATA_MAP(CAboutDlg)
#0143 }AFX_DATA_MAP
#0144 }
#0145
#0146 BEGIN_MESSAGE_MAP(CAboutDlg, CDialog)
#0147 //{AFX_MSG_MAP(CAboutDlg)
#0148 // No message handlers
#0149 }AFX_MSG_MAP
#0150 END_MESSAGE_MAP()
#0151
#0152 // App command to run the dialog
#0153 void CScribbleApp::OnAppAbout()
#0154 {
#0155 CAboutDlg aboutDlg;
#0156 aboutDlg.DoModal();
#0157 }

```



**MAINFRAME.H**

```
#0001 class CMainFrame : public CMDIFrameWnd
#0002 {
#0003 DECLARE_DYNAMIC(CMainFrame)
#0004 public:
#0005 CMainFrame();
#0006
#0007 // Attributes
#0008 public:
#0009
#0010 // Operations
#0011 public:
#0012
#0013 // Overrides
#0014 // ClassWizard generated virtual function overrides
#0015 //{AFX_VIRTUAL(CMainFrame)
#0016 virtual BOOL PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs);
#0017 //}AFX_VIRTUAL
#0018
#0019 // Implementation
#0020 public:
#0021 virtual ~CMainFrame();
#0022 #ifdef _DEBUG
#0023 virtual void AssertValid() const;
#0024 virtual void Dump(CDumpContext& dc) const;
#0025 #endif
#0026
#0027 protected: // control bar embedded members
#0028 CStatusBar m_wndStatusBar;
#0029 CToolBar m_wndToolBar;
#0030
#0031 // Generated message map functions
#0032 protected:
#0033 //{AFX_MSG(CMainFrame)
#0034 afx_msg int OnCreate(LPCREATESTRUCT lpCreateStruct);
#0035 // NOTE - the ClassWizard will add and remove member functions here.
#0036 // DO NOT EDIT what you see in these blocks of generated code!
#0037 //}AFX_MSG
#0038 DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0039 };
```

## MAINFRAME.CPP

```
#0001 #include "stdafx.h"
#0002 #include "Scribble.h"
#0003
#0004 #include "MainFrm.h"
#0005
#0006 #ifdef _DEBUG
#0007 #define new DEBUG_NEW
#0008 #undef THIS_FILE
#0009 static char THIS_FILE[] = __FILE__;
#0010 #endif
#0011
#0012 ///
#0013 // CMainFrame
#0014
#0015 IMPLEMENT_DYNAMIC(CMainFrame, CMDIFrameWnd)
#0016
#0017 BEGIN_MESSAGE_MAP(CMainFrame, CMDIFrameWnd)
#0018 //{AFX_MSG_MAP(CMainFrame)
#0019 // NOTE - the ClassWizard will add and remove mapping macros here.
#0020 // DO NOT EDIT what you see in these blocks of generated code !
#0021 ON_WM_CREATE()
#0022 //}AFX_MSG_MAP
#0023 END_MESSAGE_MAP()
#0024
#0025 static UINT indicators[] =
#0026 {
#0027 ID_SEPARATOR, // status line indicator
#0028 ID_INDICATOR_CAPS,
#0029 ID_INDICATOR_NUM,
#0030 ID_INDICATOR_SCRL,
#0031 };
#0032
#0033 ///
#0034 // CMainFrame construction/destruction
#0035
#0036 CMainFrame::CMainFrame()
#0037 {
#0038 // TODO: add member initialization code here
#0039 }
#0040
#0041
#0042 CMainFrame::~CMainFrame()
#0043 {
#0044 }
```

```
#0045
#0046 int CMainFrame::OnCreate(LPCREATESTRUCT lpCreateStruct)
#0047 {
#0048 if (CMDIFrameWnd::OnCreate(lpCreateStruct) == -1)
#0049 return -1;
#0050
#0051 if (!m_wndToolBar.Create(this) ||
#0052 !m_wndToolBar.LoadToolBar(IDR_MAINFRAME))
#0053 {
#0054 TRACE0("Failed to create toolbar\n");
#0055 return -1; // fail to create
#0056 }
#0057
#0058 if (!m_wndStatusBar.Create(this) ||
#0059 !m_wndStatusBar.SetIndicators(indicators,
#0060 sizeof(indicators)/sizeof(UINT)))
#0061 {
#0062 TRACE0("Failed to create status bar\n");
#0063 return -1; // fail to create
#0064 }
#0065
#0066 // TODO: Remove this if you don't want tool tips
#0067 m_wndToolBar.SetBarStyle(m_wndToolBar.GetBarStyle() |
#0068 CBRS_TOOLTIPS | CBRS_FLYBY | CBRS_SIZE_DYNAMIC);
#0069
#0070 // TODO: Delete these three lines if you don't want the toolbar to
#0071 // be dockable
#0072 m_wndToolBar.EnableDocking(CBRS_ALIGN_ANY);
#0073 EnableDocking(CBRS_ALIGN_ANY);
#0074 DockControlBar(&m_wndToolBar);
#0075
#0076
#0077 return 0;
#0078 }
#0079
#0080 BOOL CMainFrame::PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs)
#0081 {
#0082 // TODO: Modify the Window class or styles here by modifying
#0083 // the CREATESTRUCT cs
#0084
#0085 return CMDIFrameWnd::PreCreateWindow(cs);
#0086 }
#0087
#0088 //
#0089 // CMainFrame diagnostics
#0090
```

```
#0091 #ifdef _DEBUG
#0092 void CMainFrame::AssertValid() const
#0093 {
#0094 CMDIFrameWnd::AssertValid();
#0095 }
#0096
#0097 void CMainFrame::Dump(CDumpContext& dc) const
#0098 {
#0099 CMDIFrameWnd::Dump(dc);
#0100 }
#0101
#0102 #endif //_DEBUG
#0103
#0104 //////////////////////////////////////
#0105 // CMainFrame message handlers
```

## CHILDFRM.H

```
#0001 class CChildFrame : public CMDIChildWnd
#0002 {
#0003 DECLARE_DYNCREATE(CChildFrame)
#0004 public:
#0005 CChildFrame();
#0006
#0007 // Attributes
#0008 protected:
#0009 CSplitterWnd m_wndSplitter;
#0010 public:
#0011
#0012 // Operations
#0013 public:
#0014
#0015 // Overrides
#0016 // ClassWizard generated virtual function overrides
#0017 //{AFX_VIRTUAL(CChildFrame)
#0018 public:
#0019 virtual BOOL PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs);
#0020 protected:
#0021 virtual BOOL OnCreateClient(LPCREATESTRUCT lpcs, CCreateContext* pContext);
#0022 //}AFX_VIRTUAL
#0023
#0024 // Implementation
#0025 public:
#0026 virtual ~CChildFrame();
#0027 #ifdef _DEBUG
#0028 virtual void AssertValid() const;
```

```

#0029 virtual void Dump(CDumpContext& dc) const;
#0030 #endif
#0031
#0032 // Generated message map functions
#0033 protected:
#0034 //{AFX_MSG(CChildFrame)
#0035 // NOTE - the ClassWizard will add and remove member functions here.
#0036 // DO NOT EDIT what you see in these blocks of generated code!
#0037 //}AFX_MSG
#0038 DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0039 };

```

#### CHILDFRM.CPP

```

#0001 #include "stdafx.h"
#0002 #include "Scribble.h"
#0003
#0004 #include "ChildFrm.h"
#0005
#0006 #ifdef _DEBUG
#0007 #define new DEBUG_NEW
#0008 #undef THIS_FILE
#0009 static char THIS_FILE[] = __FILE__;
#0010 #endif
#0011
#0012 //////////////////////////////////////
#0013 // CChildFrame
#0014
#0015 IMPLEMENT_DYNCREATE(CChildFrame, CMDIChildWnd)
#0016
#0017 BEGIN_MESSAGE_MAP(CChildFrame, CMDIChildWnd)
#0018 //{AFX_MSG_MAP(CChildFrame)
#0019 // NOTE - the ClassWizard will add and remove mapping macros here.
#0020 // DO NOT EDIT what you see in these blocks of generated code !
#0021 //}AFX_MSG_MAP
#0022 END_MESSAGE_MAP()
#0023
#0024 //////////////////////////////////////
#0025 // CChildFrame construction/destruction
#0026
#0027 CChildFrame::CChildFrame()
#0028 {
#0029 // TODO: add member initialization code here
#0030
#0031 }
#0032

```

```
#0033 CChildFrame::~CChildFrame()
#0034 {
#0035 }
#0036
#0037 BOOL CChildFrame::PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs)
#0038 {
#0039 // TODO: Modify the Window class or styles here by modifying
#0040 // the CREATESTRUCT cs
#0041
#0042 return CMDIChildWnd::PreCreateWindow(cs);
#0043 }
#0044
#0045 //////////////////////////////////////
#0046 // CChildFrame diagnostics
#0047
#0048 #ifdef _DEBUG
#0049 void CChildFrame::AssertValid() const
#0050 {
#0051 CMDIChildWnd::AssertValid();
#0052 }
#0053
#0054 void CChildFrame::Dump(CDumpContext& dc) const
#0055 {
#0056 CMDIChildWnd::Dump(dc);
#0057 }
#0058
#0059 #endif //_DEBUG
#0060
#0061 //////////////////////////////////////
#0062 // CChildFrame message handlers
#0063
#0064 BOOL CChildFrame::OnCreateClient(LPCREATESTRUCT /* lpcs */,
 CCreateContext* pContext)
#0065 {
#0066 return m_wndSplitter.Create(this,
#0067 2, 2, // TODO: adjust the number of rows, columns
#0068 CSize(10, 10), // TODO: adjust the minimum pane size
#0069 pContext);
#0070 }
```

## SCRIBBLEDOT.H

```
#0001 //////////////////////////////////////
#0002 // class CStroke
#0003 //
#0004 // A stroke is a series of connected points in the scribble drawing.
```

```
#0005 // A scribble document may have multiple strokes.
#0006
#0007 class CStroke : public CObject
#0008 {
#0009 public:
#0010 CStroke(UINT nPenWidth);
#0011
#0012 protected:
#0013 CStroke();
#0014 DECLARE_SERIAL(CStroke)
#0015
#0016 // Attributes
#0017 protected:
#0018 UINT m_nPenWidth; // one pen width applies to entire stroke
#0019 public:
#0020 CArray<CPoint,CPoint> m_pointArray; // series of connected points
#0021 CRect m_rectBounding; // smallest rect that surrounds all
#0022 // of the points in the stroke
#0023 // measured in MM_LOENGLISH units
#0024 // (0.01 inches, with Y-axis inverted)
#0025 public:
#0026 CRect& GetBoundingRect() { return m_rectBounding; }
#0027
#0028 // Operations
#0029 public:
#0030 BOOL DrawStroke(CDC* pDC);
#0031 void FinishStroke();
#0032
#0033 public:
#0034 virtual void Serialize(CArchive& ar);
#0035 };
#0036
#0037 ///
#0038
#0039 class CScribbleDoc : public CDocument
#0040 {
#0041 protected: // create from serialization only
#0042 CScribbleDoc();
#0043 DECLARE_DYNCREATE(CScribbleDoc)
#0044
#0045 // Attributes
#0046 protected:
#0047 // The document keeps track of the current pen width on
#0048 // behalf of all views. We'd like the user interface of
#0049 // Scribble to be such that if the user chooses the Draw
#0050 // Thick Line command, it will apply to all views, not just
```

```
#0051 // the view that currently has the focus.
#0052
#0053 UINT m_nPenWidth; // current user-selected pen width
#0054 BOOL m_bThickPen; // TRUE if current pen is thick
#0055 UINT m_nThinWidth;
#0056 UINT m_nThickWidth;
#0057 CPen m_penCur; // pen created according to
#0058 // user-selected pen style (width)
#0059 public:
#0060 CTypedPtrList<CObList,CStroke*> m_strokeList;
#0061 CPen* GetCurrentPen() { return &m_penCur; }
#0062
#0063 protected:
#0064 CSize m_sizeDoc;
#0065 public:
#0066 CSize GetDocSize() { return m_sizeDoc; }
#0067
#0068 // Operations
#0069 public:
#0070 CStroke* NewStroke();
#0071
#0072 // Overrides
#0073 // ClassWizard generated virtual function overrides
#0074 //{AFX_VIRTUAL(CScribbleDoc)
#0075 public:
#0076 virtual BOOL OnNewDocument();
#0077 virtual void Serialize(CArchive& ar);
#0078 virtual BOOL OnOpenDocument(LPCTSTR lpszPathName);
#0079 virtual void DeleteContents();
#0080 //}AFX_VIRTUAL
#0081
#0082 // Implementation
#0083 protected:
#0084 void ReplacePen();
#0085
#0086 public:
#0087 virtual ~CScribbleDoc();
#0088 #ifdef _DEBUG
#0089 virtual void AssertValid() const;
#0090 virtual void Dump(CDumpContext& dc) const;
#0091 #endif
#0092
#0093 protected:
#0094 void InitDocument();
#0095
#0096 // Generated message map functions
```



```

#0097 protected:
#0098 //{AFX_MSG(CScribbleDoc)
#0099 	afx_msg void OnEditClearAll();
#0100 	afx_msg void OnPenThickOrThin();
#0101 	afx_msg void OnUpdateEditClearAll(CCmdUI* pCmdUI);
#0102 	afx_msg void OnUpdatePenThickOrThin(CCmdUI* pCmdUI);
#0103 	afx_msg void OnPenWidths();
#0104 //}}AFX_MSG
#0105 	DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0106 };

```

#### SCRIBBLEDOC.CPP

```

#0001 #include "stdafx.h"
#0002 #include "Scribble.h"
#0003
#0004 #include "ScribDoc.h"
#0005 #include "PenDlg.h"
#0006
#0007 #ifdef _DEBUG
#0008 #define new DEBUG_NEW
#0009 #undef THIS_FILE
#0010 static char THIS_FILE[] = __FILE__;
#0011 #endif
#0012
#0013 //////////////////////////////////////
#0014 // CScribbleDoc
#0015
#0016 IMPLEMENT_DYNCREATE(CScribbleDoc, CDocument)
#0017
#0018 BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleDoc, CDocument)
#0019 //{AFX_MSG_MAP(CScribbleDoc)
#0020 	ON_COMMAND(ID_EDIT_CLEAR_ALL, OnEditClearAll)
#0021 	ON_COMMAND(ID_PEN_THICK_OR_THIN, OnPenThickOrThin)
#0022 	ON_UPDATE_COMMAND_UI(ID_EDIT_CLEAR_ALL, OnUpdateEditClearAll)
#0023 	ON_UPDATE_COMMAND_UI(ID_PEN_THICK_OR_THIN, OnUpdatePenThickOrThin)
#0024 	ON_COMMAND(ID_PEN_WIDTHS, OnPenWidths)
#0025 //}}AFX_MSG_MAP
#0026 END_MESSAGE_MAP()
#0027
#0028 //////////////////////////////////////
#0029 // CScribbleDoc construction/destruction
#0030
#0031 CScribbleDoc::CScribbleDoc()
#0032 {

```

```
#0033 // TODO: add one-time construction code here
#0034
#0035 }
#0036
#0037 CScribbleDoc::~CScribbleDoc()
#0038 {
#0039 }
#0040
#0041 BOOL CScribbleDoc::OnNewDocument()
#0042 {
#0043 if (!CDocument::OnNewDocument())
#0044 return FALSE;
#0045 InitDocument();
#0046 return TRUE;
#0047 }
#0048
#0049 ///
#0050 // CScribbleDoc serialization
#0051
#0052 void CScribbleDoc::Serialize(CArchive& ar)
#0053 {
#0054 if (ar.IsStoring())
#0055 {
#0056 ar << m_sizeDoc;
#0057 }
#0058 else
#0059 {
#0060 ar >> m_sizeDoc;
#0061 }
#0062 m_strokeList.Serialize(ar);
#0063 }
#0064
#0065 ///
#0066 // CScribbleDoc diagnostics
#0067
#0068 #ifdef _DEBUG
#0069 void CScribbleDoc::AssertValid() const
#0070 {
#0071 CDocument::AssertValid();
#0072 }
#0073
#0074 void CScribbleDoc::Dump(CDumpContext& dc) const
#0075 {
#0076 CDocument::Dump(dc);
#0077 }
#0078 #endif // _DEBUG
```

```
#0079
#0080 //
#0081 // CScribbleDoc commands
#0082
#0083 BOOL CScribbleDoc::OnOpenDocument(LPCTSTR lpszPathName)
#0084 {
#0085 if (!CDocument::OnOpenDocument(lpszPathName))
#0086 return FALSE;
#0087 InitDocument();
#0088 return TRUE;
#0089 }
#0090
#0091 void CScribbleDoc::DeleteContents()
#0092 {
#0093 while (!m_strokeList.IsEmpty())
#0094 {
#0095 delete m_strokeList.RemoveHead();
#0096 }
#0097 CDocument::DeleteContents();
#0098 }
#0099
#0100 void CScribbleDoc::InitDocument()
#0101 {
#0102 m_bThickPen = FALSE;
#0103 m_nThinWidth = 2; // default thin pen is 2 pixels wide
#0104 m_nThickWidth = 5; // default thick pen is 5 pixels wide
#0105 ReplacePen(); // initialize pen according to current width
#0106
#0107 // default document size is 800 x 900 screen pixels
#0108 m_sizeDoc = CSize(800,900);
#0109 }
#0110
#0111 CStroke* CScribbleDoc::NewStroke()
#0112 {
#0113 CStroke* pStrokeItem = new CStroke(m_nPenWidth);
#0114 m_strokeList.AddTail(pStrokeItem);
#0115 SetModifiedFlag(); // Mark the document as having been modified, for
#0116 // purposes of confirming File Close.
#0117 return pStrokeItem;
#0118 }
#0119
#0120
#0121
#0122
#0123 //
#0124 // CStroke
```

```
#0125
#0126 IMPLEMENT_SERIAL(CStroke, CObject, 2)
#0127 CStroke::CStroke()
#0128 {
#0129 // This empty constructor should be used by serialization only
#0130 }
#0131
#0132 CStroke::CStroke(UINT nPenWidth)
#0133 {
#0134 m_nPenWidth = nPenWidth;
#0135 m_rectBounding.SetRectEmpty();
#0136 }
#0137
#0138 void CStroke::Serialize(CArchive& ar)
#0139 {
#0140 if (ar.IsStoring())
#0141 {
#0142 ar << m_rectBounding;
#0143 ar << (WORD)m_nPenWidth;
#0144 m_pointArray.Serialize(ar);
#0145 }
#0146 else
#0147 {
#0148 ar >> m_rectBounding;
#0149 WORD w;
#0150 ar >> w;
#0151 m_nPenWidth = w;
#0152 m_pointArray.Serialize(ar);
#0153 }
#0154 }
#0155
#0156 BOOL CStroke::DrawStroke(CDC* pDC)
#0157 {
#0158 CPen penStroke;
#0159 if (!penStroke.CreatePen(PS_SOLID, m_nPenWidth, RGB(0,0,0)))
#0160 return FALSE;
#0161 CPen* pOldPen = pDC->SelectObject(&penStroke);
#0162 pDC->MoveTo(m_pointArray[0]);
#0163 for (int i=1; i < m_pointArray.GetSize(); i++)
#0164 {
#0165 pDC->LineTo(m_pointArray[i]);
#0166 }
#0167 pDC->SelectObject(pOldPen);
#0168 return TRUE;
#0169 }
#0170 }
```

```
#0171 void CScribbleDoc::OnEditClearAll()
#0172 {
#0173 DeleteContents();
#0174 SetModifiedFlag(); // Mark the document as having been modified, for
#0175 // purposes of confirming File Close.
#0176 UpdateAllViews(NULL);
#0177 }
#0178
#0179 void CScribbleDoc::OnPenThickOrThin()
#0180 {
#0181 // Toggle the state of the pen between thin or thick.
#0182 m_bThickPen = !m_bThickPen;
#0183
#0184 // Change the current pen to reflect the new user-specified width.
#0185 ReplacePen();
#0186 }
#0187
#0188 void CScribbleDoc::ReplacePen()
#0189 {
#0190 m_nPenWidth = m_bThickPen? m_nThickWidth : m_nThinWidth;
#0191
#0192 // Change the current pen to reflect the new user-specified width.
#0193 m_penCur.DeleteObject();
#0194 m_penCur.CreatePen(PS_SOLID, m_nPenWidth, RGB(0,0,0)); // solid black
#0195 }
#0196
#0197 void CScribbleDoc::OnUpdateEditClearAll(CCmdUI* pCmdUI)
#0198 {
#0199 // Enable the command user interface object (menu item or tool bar
#0200 // button) if the document is non-empty, i.e., has at least one stroke.
#0201 pCmdUI->Enable(!m_strokeList.IsEmpty());
#0202 }
#0203
#0204 void CScribbleDoc::OnUpdatePenThickOrThin(CCmdUI* pCmdUI)
#0205 {
#0206 // Add check mark to Draw Thick Line menu item, if the current
#0207 // pen width is "thick".
#0208 pCmdUI->SetCheck(m_bThickPen);
#0209 }
#0210
#0211 void CScribbleDoc::OnPenWidths()
#0212 {
#0213 CPenWidthsDlg dlg;
#0214 // Initialize dialog data
#0215 dlg.m_nThinWidth = m_nThinWidth;
#0216 dlg.m_nThickWidth = m_nThickWidth;
```

```
#0217
#0218 // Invoke the dialog box
#0219 if (dlg.DoModal() == IDOK)
#0220 {
#0221 // retrieve the dialog data
#0222 m_nThinWidth = dlg.m_nThinWidth;
#0223 m_nThickWidth = dlg.m_nThickWidth;
#0224
#0225 // Update the pen that is used by views when drawing new strokes,
#0226 // to reflect the new pen width definitions for "thick" and "thin".
#0227 ReplacePen();
#0228 }
#0229 }
#0230
#0231 void CStroke::FinishStroke()
#0232 {
#0233 // Calculate the bounding rectangle. It's needed for smart
#0234 // repainting.
#0235
#0236 if (m_pointArray.GetSize()==0)
#0237 {
#0238 m_rectBounding.SetRectEmpty();
#0239 return;
#0240 }
#0241 CPoint pt = m_pointArray[0];
#0242 m_rectBounding = CRect(pt.x, pt.y, pt.x, pt.y);
#0243
#0244 for (int i=1; i < m_pointArray.GetSize(); i++)
#0245 {
#0246 // If the point lies outside of the accumulated bounding
#0247 // rectangle, then inflate the bounding rect to include it.
#0248 pt = m_pointArray[i];
#0249 m_rectBounding.left = min(m_rectBounding.left, pt.x);
#0250 m_rectBounding.right = max(m_rectBounding.right, pt.x);
#0251 m_rectBounding.top = max(m_rectBounding.top, pt.y);
#0252 m_rectBounding.bottom = min(m_rectBounding.bottom, pt.y);
#0253 }
#0254
#0255 // Add the pen width to the bounding rectangle. This is necessary
#0256 // to account for the width of the stroke when invalidating
#0257 // the screen.
#0258 m_rectBounding.InflateRect(CSize(m_nPenWidth, -(int)m_nPenWidth));
#0259 return;
#0260 }
```

**SCRIBBLEVIEW.H**

```

#0001 class CScribbleView : public CScrollView
#0002 {
#0003 protected: // create from serialization only
#0004 CScribbleView();
#0005 DECLARE_DYNCREATE(CScribbleView)
#0006
#0007 // Attributes
#0008 public:
#0009 CScribbleDoc* GetDocument();
#0010
#0011 protected:
#0012 CStroke* m_pStrokeCur; // the stroke in progress
#0013 CPoint m_ptPrev; // the last mouse pt in the stroke in progress
#0014
#0015 // Operations
#0016 public:
#0017
#0018 // Overrides
#0019 // ClassWizard generated virtual function overrides
#0020 //{AFX_VIRTUAL(CScribbleView)
#0021 public:
#0022 virtual void OnDraw(CDC* pDC); // overridden to draw this view
#0023 virtual BOOL PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs);
#0024 virtual void OnInitialUpdate();
#0025 protected:
#0026 virtual BOOL OnPreparePrinting(CPrintInfo* pInfo);
#0027 virtual void OnBeginPrinting(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo);
#0028 virtual void OnEndPrinting(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo);
#0029 virtual void OnUpdate(CView* pSender, LPARAM lHint, CObject* pHint);
#0030 virtual void OnPrint(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo);
#0031 //}AFX_VIRTUAL
#0032
#0033 // Implementation
#0034 public:
#0035 void PrintTitlePage(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo);
#0036 void PrintPageHeader(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo, CString& strHeader);
#0037 virtual ~CScribbleView();
#0038 #ifdef _DEBUG
#0039 virtual void AssertValid() const;
#0040 virtual void Dump(CDumpContext& dc) const;
#0041 #endif
#0042
#0043 protected:
#0044

```

```
#0045 // Generated message map functions
#0046 protected:
#0047 //{AFX_MSG(CScribbleView)
#0048 	afx_msg void OnLButtonDown(UINT nFlags, CPoint point);
#0049 	afx_msg void OnLButtonUp(UINT nFlags, CPoint point);
#0050 	afx_msg void OnMouseMove(UINT nFlags, CPoint point);
#0051 //}}AFX_MSG
#0052 	DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0053 };
#0054
#0055 #ifndef _DEBUG // debug version in ScribVw.cpp
#0056 inline CScribbleDoc* CScribbleView::GetDocument()
#0057 { return (CScribbleDoc*)m_pDocument; }
#0058 #endif
```

## SCRIBBLEVIEW.CPP

```
#0001 #include "stdafx.h"
#0002 #include "Scribble.h"
#0003
#0004 #include "ScribDoc.h"
#0005 #include "ScribVw.h"
#0006
#0007 #ifdef _DEBUG
#0008 #define new DEBUG_NEW
#0009 #undef THIS_FILE
#0010 static char THIS_FILE[] = __FILE__;
#0011 #endif
#0012
#0013 //////////////////////////////////////
#0014 // CScribbleView
#0015
#0016 IMPLEMENT_DYNCREATE(CScribbleView, CScrollView)
#0017
#0018 BEGIN_MESSAGE_MAP(CScribbleView, CScrollView)
#0019 //{AFX_MSG_MAP(CScribbleView)
#0020 	ON_WM_LBUTTONDOWN()
#0021 	ON_WM_LBUTTONUP()
#0022 	ON_WM_MOUSEMOVE()
#0023 //}}AFX_MSG_MAP
#0024 // Standard printing commands
#0025 	ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT, CView::OnFilePrint)
#0026 	ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_DIRECT, CView::OnFilePrint)
#0027 	ON_COMMAND(ID_FILE_PRINT_PREVIEW, CView::OnFilePrintPreview)
#0028 END_MESSAGE_MAP()
#0029
```



```

#0030 //
#0031 // CScribbleView construction/destruction
#0032
#0033 CScribbleView::CScribbleView()
#0034 {
#0035 // TODO: add construction code here
#0036
#0037 }
#0038
#0039 CScribbleView::~CScribbleView()
#0040 {
#0041 }
#0042
#0043 BOOL CScribbleView::PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs)
#0044 {
#0045 // TODO: Modify the Window class or styles here by modifying
#0046 // the CREATESTRUCT cs
#0047
#0048 return CView::PreCreateWindow(cs);
#0049 }
#0050
#0051 //
#0052 // CScribbleView drawing
#0053
#0054 void CScribbleView::OnDraw(CDC* pDC)
#0055 {
#0056 CScribbleDoc* pDoc = GetDocument();
#0057 ASSERT_VALID(pDoc);
#0058
#0059 // Get the invalidated rectangle of the view, or in the case
#0060 // of printing, the clipping region of the printer dc.
#0061 CRect rectClip;
#0062 CRect rectStroke;
#0063 pDC->GetClipBox(&rectClip);
#0064 pDC->LPtoDP(&rectClip);
#0065 rectClip.InflateRect(1, 1); // avoid rounding to nothing
#0066
#0067 // Note: CScrollView::OnPaint() will have already adjusted the
#0068 // viewport origin before calling OnDraw(), to reflect the
#0069 // currently scrolled position.
#0070
#0071 // The view delegates the drawing of individual strokes to
#0072 // CStroke::DrawStroke().
#0073 CTypedPtrList<CObList, CStroke*> strokeList = pDoc->m_strokeList;
#0074 POSITION pos = strokeList.GetHeadPosition();
#0075 while (pos != NULL)

```

```
#0076 {
#0077 CStroke* pStroke = strokeList.GetNext(pos);
#0078 rectStroke = pStroke->GetBoundingRect();
#0079 pDC->LPtoDP(&rectStroke);
#0080 rectStroke.InflateRect(1, 1); // avoid rounding to nothing
#0081 if (!rectStroke.IntersectRect(&rectStroke, &rectClip))
#0082 continue;
#0083 pStroke->DrawStroke(pDC);
#0084 }
#0085 }
#0086
#0087 //
#0088 // CScribbleView printing
#0089
#0090 BOOL CScribbleView::OnPreparePrinting(CPrintInfo* pInfo)
#0091 {
#0092 pInfo->SetMaxPage(2); // the document is two pages long:
#0093 // the first page is the title page
#0094 // the second is the drawing
#0095 BOOL bRet = DoPreparePrinting(pInfo); // default preparation
#0096 pInfo->m_nNumPreviewPages = 2; // Preview 2 pages at a time
#0097 // Set this value after calling DoPreparePrinting to override
#0098 // value read from .INI file
#0099 return bRet;
#0100 }
#0101
#0102 void CScribbleView::OnBeginPrinting(CDC* /*pDC*/, CPrintInfo* /*pInfo*/)
#0103 {
#0104 // TODO: add extra initialization before printing
#0105 }
#0106
#0107 void CScribbleView::OnEndPrinting(CDC* /*pDC*/, CPrintInfo* /*pInfo*/)
#0108 {
#0109 // TODO: add cleanup after printing
#0110 }
#0111
#0112 //
#0113 // CScribbleView diagnostics
#0114
#0115 #ifdef _DEBUG
#0116 void CScribbleView::AssertValid() const
#0117 {
#0118 CScrollView::AssertValid();
#0119 }
#0120
#0121 void CScribbleView::Dump(CDumpContext& dc) const
```

```
#0122 {
#0123 CScrollView::Dump(dc);
#0124 }
#0125
#0126 CScribbleDoc* CScribbleView::GetDocument() // non-debug version is inline
#0127 {
#0128 ASSERT(m_pDocument->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CScribbleDoc)));
#0129 return (CScribbleDoc*)m_pDocument;
#0130 }
#0131 #endif // _DEBUG
#0132
#0133 //
#0134 // CScribbleView message handlers
#0135
#0136 void CScribbleView::OnLButtonDown(UINT, CPoint point)
#0137 {
#0138 // Pressing the mouse button in the view window starts a new stroke
#0139
#0140 // CScrollView changes the viewport origin and mapping mode.
#0141 // It's necessary to convert the point from device coordinates
#0142 // to logical coordinates, such as are stored in the document.
#0143 CClientDC dc(this);
#0144 OnPrepareDC(&dc);
#0145 dc.DPtoLP(&point);
#0146
#0147 m_pStrokeCur = GetDocument()->NewStroke();
#0148 // Add first point to the new stroke
#0149 m_pStrokeCur->m_pointArray.Add(point);
#0150
#0151 SetCapture(); // Capture the mouse until button up.
#0152 m_ptPrev = point; // Serves as the MoveTo() anchor point for the
#0153 // LineTo() the next point, as the user drags the
#0154 // mouse.
#0155
#0156 return;
#0157 }
#0158
#0159 void CScribbleView::OnLButtonUp(UINT, CPoint point)
#0160 {
#0161 // Mouse button up is interesting in the Scribble application
#0162 // only if the user is currently drawing a new stroke by dragging
#0163 // the captured mouse.
#0164
#0165 if (GetCapture() != this)
#0166 return; // If this window (view) didn't capture the mouse,
#0167 // then the user isn't drawing in this window.
```

```
#0168
#0169 CScribbleDoc* pDoc = GetDocument();
#0170
#0171 CClientDC dc(this);
#0172
#0173 // CScrollView changes the viewport origin and mapping mode.
#0174 // It's necessary to convert the point from device coordinates
#0175 // to logical coordinates, such as are stored in the document.
#0176 OnPrepareDC(&dc); // set up mapping mode and viewport origin
#0177 dc.DPtoLP(&point);
#0178
#0179 CPen* pOldPen = dc.SelectObject(pDoc->GetCurrentPen());
#0180 dc.MoveTo(m_ptPrev);
#0181 dc.LineTo(point);
#0182 dc.SelectObject(pOldPen);
#0183 m_pStrokeCur->m_pointArray.Add(point);
#0184
#0185 // Tell the stroke item that we're done adding points to it.
#0186 // This is so it can finish computing its bounding rectangle.
#0187 m_pStrokeCur->FinishStroke();
#0188
#0189 // Tell the other views that this stroke has been added
#0190 // so that they can invalidate this stroke's area in their
#0191 // client area.
#0192 pDoc->UpdateAllViews(this, 0L, m_pStrokeCur);
#0193
#0194 ReleaseCapture(); // Release the mouse capture established at
#0195 // the beginning of the mouse drag.
#0196 return;
#0197 }
#0198
#0199 void CScribbleView::OnMouseMove(UINT, CPoint point)
#0200 {
#0201 // Mouse movement is interesting in the Scribble application
#0202 // only if the user is currently drawing a new stroke by dragging
#0203 // the captured mouse.
#0204
#0205 if (GetCapture() != this)
#0206 return; // If this window (view) didn't capture the mouse,
#0207 // then the user isn't drawing in this window.
#0208
#0209 CClientDC dc(this);
#0210 // CScrollView changes the viewport origin and mapping mode.
#0211 // It's necessary to convert the point from device coordinates
#0212 // to logical coordinates, such as are stored in the document.
#0213 OnPrepareDC(&dc);
```

```
#0214 dc.DPtoLP(&point);
#0215
#0216 m_pStrokeCur->m_pointArray.Add(point);
#0217
#0218 // Draw a line from the previous detected point in the mouse
#0219 // drag to the current point.
#0220 CPen* pOldPen = dc.SelectObject(GetDocument()->GetCurrentPen());
#0221 dc.MoveTo(m_ptPrev);
#0222 dc.LineTo(point);
#0223 dc.SelectObject(pOldPen);
#0224 m_ptPrev = point;
#0225 return;
#0226 }
#0227
#0228 void CScribbleView::OnUpdate(CView* /* pSender */, LPARAM /* lHint */,
#0229 CObject* pHint)
#0230 {
#0231 // The document has informed this view that some data has changed.
#0232
#0233 if (pHint != NULL)
#0234 {
#0235 if (pHint->IsKindOf(RUNTIME_CLASS(CStroke)))
#0236 {
#0237 // The hint is that a stroke as been added (or changed).
#0238 // So, invalidate its rectangle.
#0239 CStroke* pStroke = (CStroke*)pHint;
#0240 CClientDC dc(this);
#0241 OnPrepareDC(&dc);
#0242 CRect rectInvalid = pStroke->GetBoundingRect();
#0243 dc.LPtoDP(&rectInvalid);
#0244 InvalidateRect(&rectInvalid);
#0245 return;
#0246 }
#0247 }
#0248 // We can't interpret the hint, so assume that anything might
#0249 // have been updated.
#0250 Invalidate(TRUE);
#0251 return;
#0252 }
#0253
#0254 void CScribbleView::OnInitialUpdate()
#0255 {
#0256 SetScrollSizes(MM_LOENGLISH, GetDocument()->GetDocSize());
#0257 CScrollView::OnInitialUpdate();
#0258 }
#0259
```

```
#0260 void CScribbleView::OnPrint(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo)
#0261 {
#0262 if (pInfo->m_nCurPage == 1) // page no. 1 is the title page
#0263 {
#0264 PrintTitlePage(pDC, pInfo);
#0265 return; // nothing else to print on page 1 but the page title
#0266 }
#0267 CString strHeader = GetDocument()->GetTitle();
#0268
#0269 PrintPageHeader(pDC, pInfo, strHeader);
#0270 // PrintPageHeader() subtracts out from the pInfo->m_rectDraw the
#0271 // amount of the page used for the header.
#0272
#0273 pDC->SetWindowOrg(pInfo->m_rectDraw.left, pInfo->m_rectDraw.top);
#0274
#0275 // Now print the rest of the page
#0276 OnDraw(pDC);
#0277 }
#0278
#0279 void CScribbleView::PrintTitlePage(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo)
#0280 {
#0281 // Prepare a font size for displaying the file name
#0282 LOGFONT logFont;
#0283 memset(&logFont, 0, sizeof(LOGFONT));
#0284 logFont.lfHeight = 75; // 3/4th inch high in MM_LOENGLISH
#0285 // (1/100th inch)
#0286 CFont font;
#0287 CFont* pOldFont = NULL;
#0288 if (font.CreateFontIndirect(&logFont))
#0289 pOldFont = pDC->SelectObject(&font);
#0290
#0291 // Get the file name, to be displayed on title page
#0292 CString strPageTitle = GetDocument()->GetTitle();
#0293
#0294 // Display the file name 1 inch below top of the page,
#0295 // centered horizontally
#0296 pDC->SetTextAlign(TA_CENTER);
#0297 pDC->TextOut(pInfo->m_rectDraw.right/2, -100, strPageTitle);
#0298
#0299 if (pOldFont != NULL)
#0300 pDC->SelectObject(pOldFont);
#0301 }
#0302
#0303 void CScribbleView::PrintPageHeader(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo,
#0304 CString& strHeader)
#0305 {
```

```

#0306 // Print a page header consisting of the name of
#0307 // the document and a horizontal line
#0308 pDC->SetTextAlign(TA_LEFT);
#0309 pDC->TextOut(0,-25, strHeader); // 1/4 inch down
#0310
#0311 // Draw a line across the page, below the header
#0312 TEXTMETRIC textMetric;
#0313 pDC->GetTextMetrics(&textMetric);
#0314 int y = -35 - textMetric.tmHeight; // line 1/10th inch below text
#0315 pDC->MoveTo(0, y); // from left margin
#0316 pDC->LineTo(pInfo->m_rectDraw.right, y); // to right margin
#0317
#0318 // Subtract out from the drawing rectangle the space used by the header.
#0319 y -= 25; // space 1/4 inch below (top of) line
#0320 pInfo->m_rectDraw.top += y;
#0321 }

```

## PENDLG.H

```

#0001 class CPenWidthsDlg : public CDialog
#0002 {
#0003 // Construction
#0004 public:
#0005 CPenWidthsDlg(CWnd* pParent = NULL); // standard constructor
#0006
#0007 // Dialog Data
#0008 //{AFX_DATA(CPenWidthsDlg)
#0009 enum { IDD = IDD_PEN_WIDTHS };
#0010 int m_nThinWidth;
#0011 int m_nThickWidth;
#0012 //}AFX_DATA
#0013
#0014
#0015 // Overrides
#0016 // ClassWizard generated virtual function overrides
#0017 //{AFX_VIRTUAL(CPenWidthsDlg)
#0018 protected:
#0019 virtual void DoDataExchange(CDataExchange* pDX); // DDX/DDV support
#0020 //}AFX_VIRTUAL
#0021
#0022 // Implementation
#0023 protected:
#0024
#0025 // Generated message map functions
#0026 //{AFX_MSG(CPenWidthsDlg)
#0027 afx_msg void OnDefaultPenWidths();

```

```
#0028 //{AFX_MSG
#0029 DECLARE_MESSAGE_MAP()
#0030 };
```

## PENDLG.CPP

```
#0001 #include "stdafx.h"
#0002 #include "Scribble.h"
#0003 #include "PenDlg.h"
#0004
#0005 #ifdef _DEBUG
#0006 #undef THIS_FILE
#0007 static char THIS_FILE[] = __FILE__;
#0008 #endif
#0009
#0010 //////////////////////////////////////
#0011 // CPenWidthsDlg dialog
#0012
#0013
#0014 CPenWidthsDlg::CPenWidthsDlg(CWnd* pParent /*=NULL*/)
#0015 : CDialog(CPenWidthsDlg::IDD, pParent)
#0016 {
#0017 //{AFX_DATA_INIT(CPenWidthsDlg)
#0018 m_nThinWidth = 0;
#0019 m_nThickWidth = 0;
#0020 //{AFX_DATA_INIT
#0021 }
#0022
#0023
#0024 void CPenWidthsDlg::DoDataExchange(CDataExchange* pDX)
#0025 {
#0026 CDialog::DoDataExchange(pDX);
#0027 //{AFX_DATA_MAP(CPenWidthsDlg)
#0028 DDX_Text(pDX, IDC_THIN_PEN_WIDTH, m_nThinWidth);
#0029 DDV_MinMaxInt(pDX, m_nThinWidth, 1, 20);
#0030 DDX_Text(pDX, IDC_THICK_PEN_WIDTH, m_nThickWidth);
#0031 DDV_MinMaxInt(pDX, m_nThickWidth, 1, 20);
#0032 //{AFX_DATA_MAP
#0033 }
#0034
#0035
#0036 BEGIN_MESSAGE_MAP(CPenWidthsDlg, CDialog)
#0037 //{AFX_MSG_MAP(CPenWidthsDlg)
#0038 ON_BN_CLICKED(IDC_DEFAULT_PEN_WIDTHS, OnDefaultPenWidths)
#0039 //{AFX_MSG_MAP
#0040 END_MESSAGE_MAP()
```



```
#0041
#0042 //
#0043 // CPenWidthsDlg message handlers
#0044
#0045 void CPenWidthsDlg::OnDefaultPenWidths()
#0046 {
#0047 m_nThinWidth = 2;
#0048 m_nThickWidth = 5;
#0049 UpdateData(FALSE); // causes DoDataExchange()
#0050 // bSave=FALSE means don't save from screen,
#0051 // rather, write to screen
#0052 }
```

#### STDAFX.H

```
#0001 #include <afxwin.h> // MFC core and standard components
#0002 #include <afxext.h> // MFC extensions
#0003 #include <afxtempl.h> // MFC templates
#0004
#0005 #ifndef _AFX_NO_AFXCMN_SUPPORT
#0006 #include <afxcmn.h> // MFC support for Windows 95 Common Controls
#0007 #endif // _AFX_NO_AFXCMN_SUPPORT
```

#### STDAFX.CPP

```
#0001 #include "stdafx.h"
```

#### RESOURCE.H

```
#0001 //{NO_DEPENDENCIES}
#0002 // Microsoft Visual C++ generated include file.
#0003 // Used by SCRIBBLE.RC
#0004 //
#0005 #define IDD_ABOUTBOX 100
#0006 #define IDR_MAINFRAME 128
#0007 #define IDR_SCRIBBTYPE 129
#0008 #define IDD_PEN_WIDTHS 131
#0009 #define IDC_THIN_PEN_WIDTH 1000
#0010 #define IDC_THICK_PEN_WIDTH 1001
#0011 #define IDC_DEFAULT_PEN_WIDTHS 1002
#0012 #define ID_PEN_THICK_OR_THIN 32772
#0013 #define ID_PEN_WIDTHS 32773
#0014
#0015 // Next default values for new objects
#0016 //
```

```
#0017 #ifdef APSTUDIO_INVOKED
#0018 #ifndef APSTUDIO_READONLY_SYMBOLS
#0019 #define _APS_3D_CONTROLS 1
#0020 #define _APS_NEXT_RESOURCE_VALUE 132
#0021 #define _APS_NEXT_COMMAND_VALUE 32774
#0022 #define _APS_NEXT_CONTROL_VALUE 1003
#0023 #define _APS_NEXT_SYMED_VALUE 101
#0024 #endif
#0025 #endif
```

## SCRIBBLE.RC

```
#0001 //Microsoft Developer Studio generated resource script.
#0002 //
#0003 #include "resource.h"
#0004
#0005 #define APSTUDIO_READONLY_SYMBOLS
#0006 //////////////////////////////////////
#0007 //
#0008 // Generated from the TEXTINCLUDE 2 resource.
#0009 //
#0010 #include "afxres.h"
#0011
#0012 //////////////////////////////////////
#0013 #undef APSTUDIO_READONLY_SYMBOLS
#0014
#0015 //////////////////////////////////////
#0016 // English (U.S.) resources
#0017
#0018 #if !defined(AFX_RESOURCE_DLL) || defined(AFX_TARG_ENU)
#0019 #ifdef _WIN32
#0020 LANGUAGE LANG_ENGLISH, SUBLANG_ENGLISH_US
#0021 #pragma code_page(1252)
#0022 #endif // _WIN32
#0023
#0024 #ifdef APSTUDIO_INVOKED
#0025 //////////////////////////////////////
#0026 //
#0027 // TEXTINCLUDE
#0028 //
#0029
#0030 1 TEXTINCLUDE DISCARDABLE
#0031 BEGIN
#0032 "resource.h\0"
#0033 END
#0034
```

```
#0035 2 TEXTINCLUDE DISCARDABLE
#0036 BEGIN
#0037 "#include "afxres.h"\r\n"
#0038 "\0"
#0039 END
#0040
#0041 3 TEXTINCLUDE DISCARDABLE
#0042 BEGIN
#0043 "#define _AFX_NO_SPLITTER_RESOURCES\r\n"
#0044 "#define _AFX_NO_OLE_RESOURCES\r\n"
#0045 "#define _AFX_NO_TRACKER_RESOURCES\r\n"
#0046 "#define _AFX_NO_PROPERTY_RESOURCES\r\n"
#0047 "\r\n"
#0048 "#include "res\\Scribble.rc2" // non-MS VC++ edited resources\r\n"
#0049 "#include "afxres.rc" // Standard components\r\n"
#0050 "#include "afxprint.rc" // printing/print preview resources\r\n"
#0051 "\0"
#0052 END
#0053
#0054 #endif // APSTUDIO_INVOKED
#0055
#0056
#0057 //////////////////////////////////////
#0058 //
#0059 // Icon
#0060 //
#0061
#0062 // Icon with lowest ID value placed first to ensure application icon
#0063 // remains consistent on all systems.
#0064 IDR_MAINFRAME ICON DISCARDABLE "res\\Scribble.ico"
#0065 IDR_SCRIBBTYPE ICON DISCARDABLE "res\\ScribDoc.ico"
#0066
#0067 //////////////////////////////////////
#0068 //
#0069 // Bitmap
#0070 //
#0071
#0072 IDR_MAINFRAME BITMAP MOVEABLE PURE "res\\Toolbar.bmp"
#0073
#0074 //////////////////////////////////////
#0075 //
#0076 // Toolbar
#0077 //
#0078
#0079 IDR_MAINFRAME TOOLBAR DISCARDABLE 16, 15
#0080 BEGIN
```

```
#0081 BUTTON ID_FILE_NEW
#0082 BUTTON ID_FILE_OPEN
#0083 BUTTON ID_FILE_SAVE
#0084 SEPARATOR
#0085 BUTTON ID_PEN_THICK_OR_THIN
#0086 SEPARATOR
#0087 BUTTON ID_FILE_PRINT
#0088 BUTTON ID_APP_ABOUT
#0089 END
#0090
#0091
#0092 //////////////////////////////////////
#0093 //
#0094 // Menu
#0095 //
#0096
#0097 IDR_MAINFRAME MENU PRELOAD DISCARDABLE
#0098 BEGIN
#0099 POPUP "&File"
#0100 BEGIN
#0101 MENUITEM "&New\tCtrl+N", ID_FILE_NEW
#0102 MENUITEM "&Open...\tCtrl+O", ID_FILE_OPEN
#0103 MENUITEM SEPARATOR
#0104 MENUITEM "P&rint Setup...", ID_FILE_PRINT_SETUP
#0105 MENUITEM SEPARATOR
#0106 MENUITEM "Recent File", ID_FILE_MRU_FILE1, GRAYED
#0107 MENUITEM SEPARATOR
#0108 MENUITEM "E&xit", ID_APP_EXIT
#0109 END
#0110 POPUP "&View"
#0111 BEGIN
#0112 MENUITEM "&Toolbar", ID_VIEW_TOOLBAR
#0113 MENUITEM "&Status Bar", ID_VIEW_STATUS_BAR
#0114 END
#0115 POPUP "&Help"
#0116 BEGIN
#0117 MENUITEM "&About Scribble...", ID_APP_ABOUT
#0118 END
#0119 END
#0120
#0121 IDR_SCRIBBTYPE MENU PRELOAD DISCARDABLE
#0122 BEGIN
#0123 POPUP "&File"
#0124 BEGIN
#0125 MENUITEM "&New\tCtrl+N", ID_FILE_NEW
#0126 MENUITEM "&Open...\tCtrl+O", ID_FILE_OPEN
```

```
#0127 MENUITEM "&Close", ID_FILE_CLOSE
#0128 MENUITEM "&Save\tCtrl+S", ID_FILE_SAVE
#0129 MENUITEM "Save &As...", ID_FILE_SAVE_AS
#0130 MENUITEM SEPARATOR
#0131 MENUITEM "&Print...\tCtrl+P", ID_FILE_PRINT
#0132 MENUITEM "Print Pre&view", ID_FILE_PRINT_PREVIEW
#0133 MENUITEM "P&rint Setup...", ID_FILE_PRINT_SETUP
#0134 MENUITEM SEPARATOR
#0135 MENUITEM "Sen&d...", ID_FILE_SEND_MAIL
#0136 MENUITEM SEPARATOR
#0137 MENUITEM "Recent File", ID_FILE_MRU_FILE1, GRAYED
#0138 MENUITEM SEPARATOR
#0139 MENUITEM "E&xit", ID_APP_EXIT
#0140 END
#0141 POPUP "&Edit"
#0142 BEGIN
#0143 MENUITEM "&Undo\tCtrl+Z", ID_EDIT_UNDO
#0144 MENUITEM SEPARATOR
#0145 MENUITEM "Cu&t\tCtrl+X", ID_EDIT_CUT
#0146 MENUITEM "&Copy\tCtrl+C", ID_EDIT_COPY
#0147 MENUITEM "&Paste\tCtrl+V", ID_EDIT_PASTE
#0148 MENUITEM "Clear &All", ID_EDIT_CLEAR_ALL
#0149 END
#0150 POPUP "&Pen"
#0151 BEGIN
#0152 MENUITEM "Thick &Line", ID_PEN_THICK_OR_THIN
#0153 MENUITEM "Pen &Widths...", ID_PEN_WIDTHS
#0154 END
#0155 POPUP "&View"
#0156 BEGIN
#0157 MENUITEM "&Toolbar", ID_VIEW_TOOLBAR
#0158 MENUITEM "&Status Bar", ID_VIEW_STATUS_BAR
#0159 END
#0160 POPUP "&Window"
#0161 BEGIN
#0162 MENUITEM "&New Window", ID_WINDOW_NEW
#0163 MENUITEM "&Cascade", ID_WINDOW_CASCADE
#0164 MENUITEM "&Tile", ID_WINDOW_TILE_HORZ
#0165 MENUITEM "&Arrange Icons", ID_WINDOW_ARRANGE
#0166 END
#0167 POPUP "&Help"
#0168 BEGIN
#0169 MENUITEM "&About Scribble...", ID_APP_ABOUT
#0170 END
#0171 END
#0172
```

```
#0173
#0174 ///
#0175 //
#0176 // Accelerator
#0177 //
#0178
#0179 IDR_MAINFRAME ACCELERATORS PRELOAD MOVEABLE PURE
#0180 BEGIN
#0181 "N", ID_FILE_NEW, VIRTKEY, CONTROL
#0182 "O", ID_FILE_OPEN, VIRTKEY, CONTROL
#0183 "S", ID_FILE_SAVE, VIRTKEY, CONTROL
#0184 "P", ID_FILE_PRINT, VIRTKEY, CONTROL
#0185 "Z", ID_EDIT_UNDO, VIRTKEY, CONTROL
#0186 "X", ID_EDIT_CUT, VIRTKEY, CONTROL
#0187 "C", ID_EDIT_COPY, VIRTKEY, CONTROL
#0188 "V", ID_EDIT_PASTE, VIRTKEY, CONTROL
#0189 VK_BACK, ID_EDIT_UNDO, VIRTKEY, ALT
#0190 VK_DELETE, ID_EDIT_CUT, VIRTKEY, SHIFT
#0191 VK_INSERT, ID_EDIT_COPY, VIRTKEY, CONTROL
#0192 VK_INSERT, ID_EDIT_PASTE, VIRTKEY, SHIFT
#0193 VK_F6, ID_NEXT_PANE, VIRTKEY
#0194 VK_F6, ID_PREV_PANE, VIRTKEY, SHIFT
#0195 END
#0196
#0197
#0198 ///
#0199 //
#0200 // Dialog
#0201 //
#0202
#0203 IDD_ABOUTBOX DIALOG DISCARDABLE 0, 0, 217, 55
#0204 STYLE DS_MODALFRAME | WS_POPUP | WS_CAPTION | WS_SYSMENU
#0205 CAPTION "About Scribble"
#0206 FONT 8, "MS Sans Serif"
#0207 BEGIN
#0208 ICON IDR_MAINFRAME,IDC_STATIC,11,17,20,20
#0209 LTEXT "Scribble Version 1.0",IDC_STATIC,40,10,119,8
#0210 LTEXT "Copyright * 1995",IDC_STATIC,40,25,119,8
#0211 DEFPUSHBUTTON "OK",IDOK,178,7,32,14,WS_GROUP
#0212 END
#0213
#0214 IDD_PEN_WIDTHS DIALOG DISCARDABLE 0, 0, 203, 65
#0215 STYLE DS_MODALFRAME | WS_POPUP | WS_VISIBLE | WS_CAPTION | WS_SYSMENU
#0216 CAPTION "Pen Widths"
#0217 FONT 8, "MS Sans Serif"
#0218 BEGIN
```

```
#0219 DEFPUSHBUTTON "OK",IDOK,148,7,50,14
#0220 PUSHBUTTON "Cancel",IDCANCEL,148,24,50,14
#0221 PUSHBUTTON "Default",IDC_DEFAULT_PEN_WIDTHS,148,41,50,14
#0222 LTEXT "Thin Pen Width:",IDC_STATIC,10,12,70,10
#0223 LTEXT "Thick Pen Width:",IDC_STATIC,10,33,70,10
#0224 EDITTEXT IDC_THIN_PEN_WIDTH,86,12,40,13,ES_AUTOHSCROLL
#0225 EDITTEXT IDC_THICK_PEN_WIDTH,86,33,40,13,ES_AUTOHSCROLL
#0226 END
#0227
#0228
#0229 #ifndef _MAC
#0230 //////////////////////////////////////
#0231 //
#0232 // Version
#0233 //
#0234
#0235 VS_VERSION_INFO VERSIONINFO
#0236 FILEVERSION 1,0,0,1
#0237 PRODUCTVERSION 1,0,0,1
#0238 FILEFLAGSMASK 0x3fL
#0239 #ifdef _DEBUG
#0240 FILEFLAGS 0x1L
#0241 #else
#0242 FILEFLAGS 0x0L
#0243 #endif
#0244 FILEOS 0x4L
#0245 FILETYPE 0x1L
#0246 FILESUBTYPE 0x0L
#0247 BEGIN
#0248 BLOCK "StringFileInfo"
#0249 BEGIN
#0250 BLOCK "040904B0"
#0251 BEGIN
#0252 VALUE "CompanyName", "\0"
#0253 VALUE "FileDescription", "SCRIBBLE MFC Application\0"
#0254 VALUE "FileVersion", "1, 0, 0, 1\0"
#0255 VALUE "InternalName", "SCRIBBLE\0"
#0256 VALUE "LegalCopyright", "Copyright * 1995\0"
#0257 VALUE "LegalTrademarks", "\0"
#0258 VALUE "OriginalFilename", "SCRIBBLE.EXE\0"
#0259 VALUE "ProductName", "SCRIBBLE Application\0"
#0260 VALUE "ProductVersion", "1, 0, 0, 1\0"
#0261 END
#0262 END
#0263 BLOCK "VarFileInfo"
#0264 BEGIN
```

```

#0265 VALUE "Translation", 0x409, 1200
#0266 END
#0267 END
#0268
#0269 #endif // !_MAC
#0270
#0271
#0272 //////////////////////////////////////
#0273 //
#0274 // DESIGNINFO
#0275 //
#0276
#0277 #ifdef APSTUDIO_INVOKED
#0278 GUIDELINES DESIGNINFO DISCARDABLE
#0279 BEGIN
#0280 IDD_ABOUTBOX, DIALOG
#0281 BEGIN
#0282 LEFTMARGIN, 7
#0283 RIGHTMARGIN, 210
#0284 TOPMARGIN, 7
#0285 BOTTOMMARGIN, 48
#0286 END
#0287
#0288 IDD_PEN_WIDTHS, DIALOG
#0289 BEGIN
#0290 LEFTMARGIN, 10
#0291 RIGHTMARGIN, 198
#0292 VERTGUIDE, 1
#0293 TOPMARGIN, 7
#0294 BOTTOMMARGIN, 55
#0295 END
#0296 END
#0297 #endif // APSTUDIO_INVOKED
#0298
#0299
#0300 //////////////////////////////////////
#0301 //
#0302 // String Table
#0303 //
#0304
#0305 STRINGTABLE PRELOAD DISCARDABLE
#0306 BEGIN
#0307 IDR_MAINFRAME "Scribble Step5"
#0308 IDR_SCRIBBTYPE "\nScribb\nScribb\nScribble Files
(*.scb)\n.SCB\nScribble.Document\nScribb Document"
#0309 END

```



```
#0310
#0311 STRINGTABLE PRELOAD DISCARDABLE
#0312 BEGIN
#0313 AFX_IDS_APP_TITLE "Scribble"
#0314 AFX_IDS_IDLEMESSAGE "Ready"
#0315 END
#0316
#0317 STRINGTABLE DISCARDABLE
#0318 BEGIN
#0319 ID_INDICATOR_EXT "EXT"
#0320 ID_INDICATOR_CAPS "CAP"
#0321 ID_INDICATOR_NUM "NUM"
#0322 ID_INDICATOR_SCRL "SCRL"
#0323 ID_INDICATOR_OVR "OVR"
#0324 ID_INDICATOR_REC "REC"
#0325 END
#0326
#0327 STRINGTABLE DISCARDABLE
#0328 BEGIN
#0329 ID_FILE_NEW "Create a new document\nNew"
#0330 ID_FILE_OPEN "Open an existing document\nOpen"
#0331 ID_FILE_CLOSE "Close the active document\nClose"
#0332 ID_FILE_SAVE "Save the active document\nSave"
#0333 ID_FILE_SAVE_AS "Save the active document with a new name\nSave As"
#0334 ID_FILE_PAGE_SETUP "Change the printing options\nPage Setup"
#0335 ID_FILE_PRINT_SETUP "Change the printer and printing options\nPrint Setup"
#0336 ID_FILE_PRINT "Print the active document\nPrint"
#0337 ID_FILE_PRINT_PREVIEW "Display full pages\nPrint Preview"
#0338 ID_FILE_SEND_MAIL "Send the active document through electronic
mail\nSend Mail"
#0339 END
#0340
#0341 STRINGTABLE DISCARDABLE
#0342 BEGIN
#0343 ID_APP_ABOUT "Display program information, version No. and copyright\nAbout"
#0344 ID_APP_EXIT "Quit the application; prompts to save documents\nExit"
#0345 END
#0346
#0347 STRINGTABLE DISCARDABLE
#0348 BEGIN
#0349 ID_FILE_MRU_FILE1 "Open this document"
#0350 ID_FILE_MRU_FILE2 "Open this document"
#0351 ID_FILE_MRU_FILE3 "Open this document"
#0352 ID_FILE_MRU_FILE4 "Open this document"
#0353 END
#0354
```

```
#0355 STRINGTABLE DISCARDABLE
#0356 BEGIN
#0357 ID_NEXT_PANE "Switch to the next window pane\nNext Pane"
#0358 ID_PREV_PANE "Switch back to the previous window pane\nPrevious Pane"
#0359 END
#0360
#0361 STRINGTABLE DISCARDABLE
#0362 BEGIN
#0363 ID_WINDOW_NEW "Open another window for the active document\nNew Window"
#0364 ID_WINDOW_ARRANGE "Arrange icons at the bottom of the window\nArrange Icons"
#0365 ID_WINDOW_CASCADE "Arrange windows so they overlap\nCascade Windows"
#0366 ID_WINDOW_TILE_HORZ "Arrange windows as non-overlapping tiles\nTile Windows"
#0367 ID_WINDOW_TILE_VERT "Arrange windows as non-overlapping tiles\nTile Windows"
#0368 ID_WINDOW_SPLIT "Split the active window into panes\nSplit"
#0369 END
#0370
#0371 STRINGTABLE DISCARDABLE
#0372 BEGIN
#0373 ID_EDIT_CLEAR "Erase the selection\nErase"
#0374 ID_EDIT_CLEAR_ALL "Clears the drawing"
#0375 ID_EDIT_COPY "Copy the selection and put it on the Clipboard\nCopy"
#0376 ID_EDIT_CUT "Cut the selection and put it on the Clipboard\nCut"
#0377 ID_EDIT_FIND "Find the specified text\nFind"
#0378 ID_EDIT_PASTE "Insert Clipboard contents\nPaste"
#0379 ID_EDIT_REPEAT "Repeat the last action\nRepeat"
#0380 ID_EDIT_REPLACE "Replace specific text with different text\nReplace"
#0381 ID_EDIT_SELECT_ALL "Select the entire document\nSelect All"
#0382 ID_EDIT_UNDO "Undo the last action\nUndo"
#0383 ID_EDIT_REDO "Redo the previously undone action\nRedo"
#0384 END
#0385
#0386 STRINGTABLE DISCARDABLE
#0387 BEGIN
#0388 ID_VIEW_TOOLBAR "Show or hide the toolbar\nToggle ToolBar"
#0389 ID_VIEW_STATUS_BAR "Show or hide the status bar\nToggle StatusBar"
#0390 END
#0391
#0392 STRINGTABLE DISCARDABLE
#0393 BEGIN
#0394 AFX_IDS_SCSIZE "Change the window size"
#0395 AFX_IDS_SCMOVE "Change the window position"
#0396 AFX_IDS_SCMINIMIZE "Reduce the window to an icon"
#0397 AFX_IDS_SCMAXIMIZE "Enlarge the window to full size"
#0398 AFX_IDS_SCNEXTWINDOW "Switch to the next document window"
#0399 AFX_IDS_SCPREVWINDOW "Switch to the previous document window"
#0400 AFX_IDS_SCCLOSE "Close the active window and prompts to save the documents"
```

```
#0401 END
#0402
#0403 STRINGTABLE DISCARDABLE
#0404 BEGIN
#0405 AFX_IDS_SCRESTORE "Restore the window to normal size"
#0406 AFX_IDS_SCTASKLIST "Activate Task List"
#0407 AFX_IDS_MDICHILD "Activate this window"
#0408 END
#0409
#0410 STRINGTABLE DISCARDABLE
#0411 BEGIN
#0412 AFX_IDS_PREVIEW_CLOSE "Close print preview mode\nCancel Preview"
#0413 END
#0414
#0415 STRINGTABLE DISCARDABLE
#0416 BEGIN
#0417 AFX_IDS_DESKACCESSORY "Opens the selected item"
#0418 END
#0419
#0420 STRINGTABLE DISCARDABLE
#0421 BEGIN
#0422 ID_PEN_THICK_OR_THIN "Toggles the line thickness between thin and
thick\nToggle pen"
#0423 ID_PEN_WIDTHS "Sets the size of the thin and thick pen"
#0424 END
#0425
#0426 #endif // English (U.S.) resources
#0427 //////////////////////////////////////
#0428
#0429
#0430
#0431 #ifndef APSTUDIO_INVOKED
#0432 //////////////////////////////////////
#0433 //
#0434 // Generated from the TEXTINCLUDE 3 resource.
#0435 //
#0436 #define _AFX_NO_SPLITTER_RESOURCES
#0437 #define _AFX_NO_OLE_RESOURCES
#0438 #define _AFX_NO_TRACKER_RESOURCES
#0439 #define _AFX_NO_PROPERTY_RESOURCES
#0440
#0441 #include "res\Scribble.rc2" // non-Microsoft Visual C++ edited resources
#0442 #include "afxres.rc" // Standard components
#0443 #include "afxprint.rc" // printing/print preview resources
#0444
#0445 #endif // not APSTUDIO_INVOKED
```

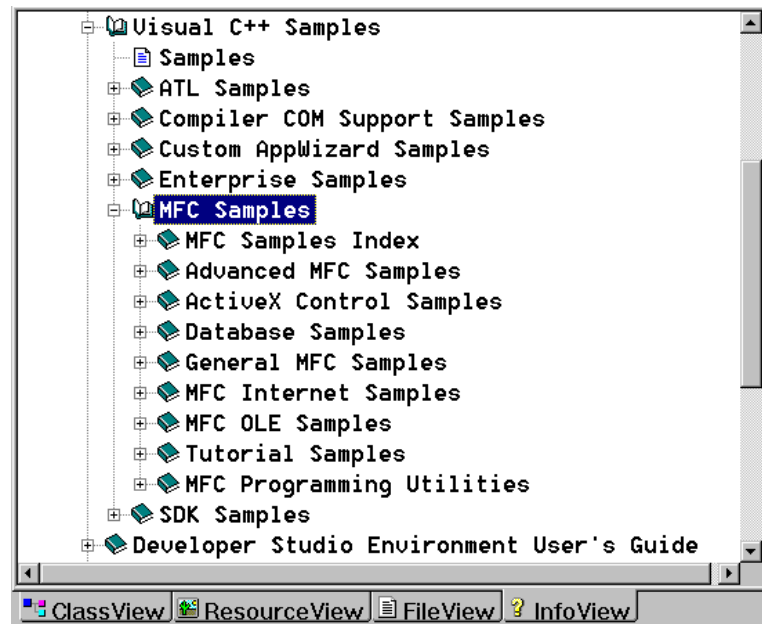


## 附錄 C

# Visual C++ 5.0 MFC 範例程式一覽

經過整本書的鍛鍊，我想你已經對於整個 MFC 的架構有了相當紮實的瞭解，對於我所謂的「程式設計主軸」已經能夠掌握。接下來，就是學習十八般武藝的 MFC classes。

Visual C++ 附有極為豐富的範例程式，包括各種主題如下：



其中使用 MFC 來設計程式的例子極多（其他部份使用 SDK 工具），是一個大寶庫。我把所有以 MFC 開發的範例程式以字母為序，列於下表供你參考。

| 程式名稱      | 說明                                                                                                                         |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ACDUAL    | Demonstrates how to add dual interface support to an MFC-based Automation server.                                          |
| AUTOCLIK  | Tutorial example illustrating Automation features in Visual C++ Tutorials.                                                 |
| AUTODRIV  | A simple Automation client application that drives the AUTOCLIK tutorial sample application.                               |
| BINDENRL  | Databound controls in a dialog-based application with property pages.                                                      |
| BINDSCRIB | Illustration of the use of new COM interfaces to components currently supported by the Microsoft Office suite of products. |
| CALCDRIV  | Automation client.                                                                                                         |
| CATALOG   | Illustration of direct calls to ODBC functions in general, and the ODBC functions SQLTables and SQLColumns in particular.  |
| CATALOG2  | Illustration of direct calls to ODBC functions in general using Windows Common Controls.                                   |
| CHATSRVR  | Discussion server application for CHATTER.                                                                                 |
| CHATTER   | Client application that uses Windows Sockets.                                                                              |
| CHKBOOK   | Record-based (nonserialized) document.                                                                                     |
| CIRC      | Tutorial sample that teaches you how to create a simple ActiveX control called Circle.                                     |
| CMNCTRLS  | Demonstrates how to create and change the styles of 7 of the Windows Common Controls.                                      |
| COLLECT   | MFC C++ template-based collection classes, and standard prebuilt collection classes.                                       |
| CONTAINER | Tutorial example illustrating ActiveX Visual Editing container features in Visual C++ Tutorials.                           |
| COUNTER   | Using an ISAPI DLL to send image data (rather than HTML data) back to a Web browser.                                       |
| CTRLBARS  | Custom toolbar and status bar, dialog bar, and floating palette.                                                           |

| 程式名稱     | 說明                                                                                                                                                       |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CTRLTEST | Owner-draw list box and menu, custom control, bitmap button, spin control.                                                                               |
| CUBE     | OpenGL application using MFC device contexts along with OpenGL's resource contexts.                                                                      |
| DAOCTL   | DAO database class functionality and ActiveX controls let you examine a database.                                                                        |
| DAOENROL | Based on ENROLL, but migrated to the DAO database classes. Also serves as Step 4 of the DaoEnrol tutorial.                                               |
| DAOTABLE | Creates a Microsoft Access database (.MDB file) and its tables, fields, queries, and indexes using MFC DAO database classes.                             |
| DAOVIEW  | DAO database classes and Windows Common Controls let you view the schema of a database.                                                                  |
| DBFETCH  | Demonstrates the use of bulk row fetching in the ODBC database classes.                                                                                  |
| DIBLOOK  | Device-independent bitmap and color palette.                                                                                                             |
| DLGCBR32 | Adding a toolbar and a status bar to a dialog-based application.                                                                                         |
| DLGTEMPL | Shows how to create dialog templates dynamically.                                                                                                        |
| DLLHUSK  | Sharing the DLL version of the Foundation class library with an application and custom DLL.                                                              |
| DLLTRACE | Statically linking the MFC library to a custom DLL.                                                                                                      |
| DOCKTOOL | Dragging and floating toolbars that are "dockable".                                                                                                      |
| DRAWCLI  | Full-featured object-oriented drawing application that is also an ActiveX Visual Editing container.                                                      |
| DRAWPIC  | Getting a Windows handle to a bitmap or icon from an LPPICTUREDISP.                                                                                      |
| DYNABIND | Dynamic binding of database columns to a recordset.                                                                                                      |
| DYNAMENU | Dynamically modifying list of items in menus; handling commands not known at compile time; and updating the status bar command prompt for such commands. |
| ENROLL   | Tutorial example illustrating database features in Visual C++ Tutorials.                                                                                 |

| 程式名稱     | 說明                                                                                                                                          |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EXTBIND  | Shows how to bind data-aware controls across a dialog box boundary.                                                                         |
| FIRE     | Dialog-based application that demonstrates five Windows Common Controls.                                                                    |
| FTPTREE  | Displays the contents of an FTP site in a tree control.                                                                                     |
| GUIDGEN  | A dialog-based MFC application used to generate globally unique identifiers, or GUIDs, which identify OLE classes, objects, and interfaces. |
| HELLO    | Simple application with frame window but no document or view.                                                                               |
| HELLOAPP | Minimal "Hello World" application.                                                                                                          |
| HIERSVR  | ActiveX Visual Editing server application with drag and drop.                                                                               |
| HTTPSVR  | Uses MFC Windows Socket classes to implement an Internet HTTP server.                                                                       |
| IMAGE    | Demonstrates an ActiveX control that is capable of downloading data asynchronously.                                                         |
| INPROC   | An in-process Automation server that can be loaded as a DLL in the client's address space.                                                  |
| IPDRIVE  | A simple Automation client application that drives the INPROC sample application.                                                           |
| MAKEHM   | Command line utility for associating resources with Help contexts.                                                                          |
| MDI      | MDI application that does not use documents and views.                                                                                      |
| MDIBIND  | Demonstrates data binding in <i>CWnd</i> -derived windows, but only at run time.                                                            |
| MDIDOCVW | New version of the MDI sample that uses the document/view architecture.                                                                     |
| MFCCALC  | An Automation server that implements a simple calculator.                                                                                   |
| MFCUCASE | Demonstrates MFC support for Internet Server filter DLLs.                                                                                   |
| MODELESS | Demonstrates the use of an MFC <i>CDialog</i> object as a modeless dialog.                                                                  |
| MTGDI    | Multithread illustration, where GDI resources are converted to MFC objects and back.                                                        |
| MTMDI    | Multithread illustration, where user-interface events are processed in a separate user-interface thread.                                    |



| 程式名稱     | 說明                                                                                                                                                                      |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MTRECALC | Multithread illustration, where recalculations are done in a worker thread.                                                                                             |
| MULTIPAD | Simple MDI text editor using the <i>CEditView</i> class.                                                                                                                |
| MUTEXES  | Demonstrates the use of the <i>Cmutex</i> class for multithreading.                                                                                                     |
| NPP      | Editor demonstrating toolbars, status bars, and other controls.                                                                                                         |
| OCLIENT  | ActiveX Visual Editing container application, with drag and drop.                                                                                                       |
| ODBCINFO | Shows how to determine various ODBC driver capabilities at run time.                                                                                                    |
| OLEVIEW  | Implementing an OLE object browser through custom OLE interfaces.                                                                                                       |
| PROPDLG  | Property sheets (dialogs).                                                                                                                                              |
| ROWLIST  | Illustrates full row selection in a list-view common control.                                                                                                           |
| SAVER    | Screen saver written with MFC.                                                                                                                                          |
| SCRIBBLE | Main tutorial example in Visual C++ Tutorials.                                                                                                                          |
| SMILEY   | Modifying properties, calling methods, and handling events from the SMILE control in the SMILEY container.                                                              |
| SNAPVW   | Shows how to use property pages in a MDI child frame window.                                                                                                            |
| SPEAKN   | Multimedia sound using user-defined resources.                                                                                                                          |
| STDREG   | Tool for populating the Student Registration database (used by the Enroll database tutorial) in any format supported by an ODBC driver. Illustrates SQL table creation. |
| SUPERPAD | ActiveX Visual Editing server that edits text using <i>CEditView</i> .                                                                                                  |
| TEAR     | MFC console application that uses the WININET.DLL.                                                                                                                      |
| TEMPLDEF | Command line tool that expands source files similar to C++ templates.                                                                                                   |
| TESTHELP | An ActiveX control that has its own help file and tooltips.                                                                                                             |
| TRACER   | Tool that sets the Foundation class application trace flags kept in AFX.INI.                                                                                            |
| TRACKER  | Illustration of the various <i>CRectTracker</i> styles and options.                                                                                                     |

| 程式名稱     | 說明                                                                                                      |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VCTERM   | Simple terminal emulation program illustrating the use of the MSCOMM32.OCX ActiveX control.             |
| VIEWEX   | Multiple views, scroll view, splitter windows.                                                          |
| WORDPAD  | Uses MFC's support for rich edit controls to create a basic word processor.                             |
| WWWQUOTE | Retrieves information from a database and provides it to the user via an HTTP connection to the server. |

## 附錄 D

# 以 MFC 重建 DBWIN

沒有 DBWIN，TRACE 唱什麼獨角戲？Visual C++ 的 TRACE 字串輸出必須在整合環境的除錯視窗中看到。這太過份了。我們只不過想在射擊遊樂場玩玩，微軟卻要我們扛一尊 155 加農砲。

侯俊傑 / 1997.01 發表於 Run!PC 雜誌

---

我自己常喜歡在程式加個 *printf*，觀察程式的流程或變數的內容。簡簡單單，不必驚動除錯器之類的大傢伙。

## printf、AfxMessageBox 與 TRACE

*printf* 是 C 語言的標準函式，但只能在文字模式（text mode）下執行。Windows 圖形介面中差可比擬的是 *AfxMessageBox*，可以輕輕鬆鬆地在對話盒中列印出你的字串。然而 *AfxMessageBox* 有個缺點：它會打斷程式的行進，非得使用者按下【OK】按鈕不可。再者，如果 *AfxMessageBox* 對話盒畫面侵佔了原程式的視窗畫面，一旦對話盒結束，系統會對程式視窗發出原本不必要的 *WM\_PAINT*，於是 View 類別的 *OnDraw* 會被呼叫。如果你的 *AfxMessageBox* 正是放在 *OnDraw* 函式中，這惡性循環可有得瞧了。

*TRACE* 沒有這種缺點，它的輸出集中到一個特定視窗中，它不會打斷你測試程式的雅

興，不會在你全神貫注思考程式邏輯時還要你分神來按【OK】鈕。更重要的是，它不會干擾到程式的視窗畫面。

Visual C++ 1.5 時代，*TRACE* 的字串輸出是送到一個名為 DBWIN 的視窗上。你可以一邊執行程式，一邊即時觀察其 *TRACE* 輸出。許多人早已發現一件不幸的事實：Visual C++ 4.x 之中沒有 DBWIN，生活的步調因此亂了，寫程式的生命有些狼狽不堪。

沒有 DBWIN，*TRACE* 唱什麼獨角戲？Visual C++ 的 *TRACE* 字串輸出必須在整合環境的除錯視窗中看到。*TRACE* 巨集只在除錯模式的程式碼中才能生效，而 Visual C++ 竟還要求程式必須在整合環境的除錯器內執行，內含的 *TRACE* 巨集才有效。這太過份了。我只不過想在遊樂場玩點射擊遊戲，他們卻要我扛一尊 155 加農砲來。不少朋友都對這種情況相當不滿。

## Paul DiLascia

*Microsoft Systems Journal* (*MSJ*) 上的兩篇文章，彌補了 *TRACE* 的這一點小小遺憾：第一篇文章出現在 *MSJ* 1995.10 的 C/C++ 專欄，第二篇文章出現在 *MSJ* 1996.01 的 C/C++ 專欄。兩篇都出自 Paul DiLascia 之手，這位先生在 C++ / MFC 享有盛名，著有 *Windows++* 一書。

Paul DiLascia 發明了一種方法，讓你的 *TRACE* 巨集輸出到一個視窗中（他把它命名為 Tracewin 視窗），這個視窗就像 Visual C++ 1.5 的 DBWIN 一樣，可以收集來自八方的 *TRACE* 字串，可以把內容清除，或存檔，或做其他任何文字編輯上的處理。你的程式只要是除錯模式就行。至於除錯器，把它丟開，至少在這個時刻。

我將在這篇文章中敘述 Paul DiLascia 的構想和作法，並引用部份程式碼。完整程式碼可以從 *MSJ* 的 ftp site(ftp.microsoft.com)免費下載，也可以從 MSDN(Microsoft Developer's Network)光碟片中獲得。

此法富有巧思，可以豐富我們的 MFC 技術經驗。所有榮耀都屬於作者 Paul DiLascia。

我呢，我只是向大家推薦並介紹這兩篇文章、這個人、這個好工具，並且儘量豐富稍嫌簡陋的兩篇原文。當文章中使用第一人稱來描述 Tracewin 的程式設計理念時，那個「我」代表的是 Paul DiLascia 而不是侯俊傑。

## 摻賊摻王

要把 TRACE 的輸出字串導向，得先明白 TRACE 巨集到底是怎麼回事。TRACE 事實上呼叫了 Win32 API 函式 *OutputDebugString*。好，可能你會想到以類似 hooking Win32 API 的作法，把 *OutputDebugString* 函式導到你的某個函式來，再予取予求。這種方法在 Windows NT 中不能湊效，因為 Windows NT 的 copy-on-write 分頁機制（註）使得我一旦修改了 *OutputDebugString*，我就擁有了一份屬於自己的 *OutputDebugString* 副本。我可以高高興興地盡情使用這副本（渾然不覺地），但其他程式呼叫的卻仍然是那未經雕琢的，身處 KRNL386 模組的 *OutputDebugString*。這樣就沒有什麼大用處啦！

註：所謂 copy-on-write 機制，Matt Pietrek 的 *Windows 95 System Programming SECRETS* 第 5 章（#290 頁）解釋得相當好。我大略說明一下它的意義。

當作業系統極儘可能地共享程式碼，對除錯器會帶來什麼影響？如果除錯器寫入中斷點指令的那個 code page 是被兩個行程共享的話，就會有潛在問題。要知道，除錯器只對一個行程除錯，另一個行程即使碰到中斷點，也不應該受影響。

高級作業系統對付此問題的方法是所謂的 "copy on write" 機制：記憶體管理器使用 CPU 的分頁機制，儘可能將記憶體共享出來，而在必要的時候又將某些 RAM page 複製一份。

假設某個程式的兩個個體（instance）都正在執行，共享相同的 code pages（都是唯讀性質）。其中之一處於除錯狀態，使用者告訴除錯器在程式某處放上一個中斷點（breakpoint）。當除錯器企圖寫入中斷點指令，會觸發一個 page fault（因為 code page 擁有唯讀屬性）。作業系統一看到這個 page fault，首先斷定是除錯器企圖讀記憶體內容，這是合法的。然而，隨後寫入到共享記憶體中的動作就不被允許了。系統於是會先將受影響的各頁拷貝一份，並改變被除錯者的 page table，使映射關係轉變到這份拷貝版。一旦記憶體被拷貝並被映射，系統就可以讓寫入動作過關了。寫入動作只影響拷貝內容，

不影響原先內容。

Copy on write 機制的最大好處就是儘可能讓記憶體獲得共享效益。只有在必要時刻，系統才會對共享記憶體做出新的拷貝。

在 MFC 程式中，所有的診斷指令或巨集(包括 TRACE)事實上都流經一個名為 *afxDump* 的物件之中，那是一個 *CDumpContext* 物件。所有的診斷動作都進入 *CDumpContext::OutputString* 成員函式，然後才進入全域函式 *AfxOutputDebugString*，把字串送往除錯器。

攔截除錯器是很困難的啦，但是你知道，字串也可以被送往檔案。如果我們能夠把送往檔案的字串攔截下來，大功就完成了一半。這個通往檔案的奧秘在哪裡呢？看看 MFC 的原始碼(圖一)。啊哈，我們發現，如果 *m\_pFile* 有所指定，字串就流往檔案。*m\_pFile* 是一個 *CFile* 物件(圖二)。

```
// in MFC 4.x DUMPCONT.CPP
#0001 void CDumpContext::OutputString(LPCTSTR lpsz)
#0002 {
#0003 #ifdef _DEBUG
#0004 // all CDumpContext output is controlled by afxTraceEnabled
#0005 if (!afxTraceEnabled)
#0006 return;
#0007 #endif
#0008
#0009 // use C-runtime/OutputDebugString when m_pFile is NULL
#0010 if (m_pFile == NULL)
#0011 {
#0012 AfxOutputDebugString(lpsz);
#0013 return;
#0014 }
#0015
#0016 // otherwise, write the string to the file
#0017 m_pFile->Write(lpsz, lstrlen(lpsz)*sizeof(TCHAR));
#0018 }
```

圖一 *CDumpContext::OutputString* 原始碼

```
// in MFC 4.x AFX.H
#0001 class CDumpContext
#0002 {
#0003 ...
#0004 public:
#0005 CFile* m_pFile;
#0006 };
```

圖二 CDumpContext 原始碼

好，如果我們能夠設計一個類別 *CMfxTrace*（圖三），衍生自 *CFile*，然後為它設計一個初始化成員函式，令函式之中檢查 *afxDump.m\_pFile* 內容，並且如果是 *NULL*，就將它指向我們的新類別，那麼 *CDumpContext::OutputString* #17 行的 *m\_pFile->Write* 就會因此指向新類別 *CMfxTrace* 的 *Write* 函式，於是我們就可以在其中予取予求啦。

注意，*theTracer* 是一個 *static* 成員變數，需要做初始化動作（請參考深入淺出 MFC（侯俊傑 / 松崗）第 2 章「靜態成員」一節），因此你必須在類別之外的任何地方加這一行：

```
CMfxTrace CMfxTrace::theTracer;

#0001 class CMfxTrace : public CFile
#0002 {
#0003 static CMfxTrace theTracer; // one-and-only tracing object
#0004 CMfxTrace(); // private constructor
#0005 public:
#0006 virtual void Write(const void* lpBuf, UINT nCount);
#0007 static void Init();
#0008 };

#0001 // Initialize tracing. Replace global afxDump.m_pFile with me.
#0002 void CMfxTrace::Init()
#0003 {
#0004 if (afxDump.m_pFile == NULL) {
#0005 afxDump.m_pFile = &theTracer;
#0006 } else if (afxDump.m_pFile != &theTracer) {
#0007 TRACE("afxDump is already using a file: TRACEWIN not installed.\n");
#0008 }
#0009 }
```

圖三 CMfxTrace

## 行程通訊 (InterProcess Communication, IPC)

把 TRACE 輸出字符串攔截到 *CMfxTrace::Write* 之後，我們得想辦法在 *Write* 函式中把字符串丟給 Tracewin 程式視窗。在 Windows 3.1 之中這不是難事，因為所有的行程（process）共同在同一個位址空間中生存，直接把字符串指標（代表一個邏輯位址）丟給對方就是了。在 Windows 95 和 Windows NT 中困難度就高了許多，因為每一個行程擁有自己的位址空間，你把字符串指標丟給別的行程，對別的行程而言是沒有用的。如果你為此使用到記憶體映射檔（Memory Map File，Win32 之下唯一的一種行程通訊方法），又似乎有點小題大作。

Paul DiLascia 的方法是，利用所謂的 global atom。atom 並不是 Win32 下的新產物，有過 Win16 DDE（Dynamic Data Exchange，動態資料交換）程式經驗的人就知道，atom 被用來當作行程之間傳遞字符串的識別物。說穿了它就是一個 handle。global atom 可以跨越 Win32 行程間的位址空間隔離。下面是 *CMfxTrace::Write* 函式的動作步驟：

1. 利用 *FindWindow* 找出 Tracewin 視窗。
2. 利用 *GlobalAddAtom* 把字符串轉換為一個 global atom。
3. 送出一個特定訊息給 Tracewin，並以上述的 global atom 為參數。
4. 刪除 global atom。
5. 萬一沒有找到 Tracewin 視窗，呼叫 *::OutputDebugString*，讓 TRACE 巨集擁有原本該有的行為。

圖 4 就是 *CMfxTrace::Write* 函式碼。其中的兩個常數分別定義為：

```
#define TRACEWND_CLASSNAME "MfxTraceWindow" // 視窗類別名稱
#define TRACEWND_MESSAGE "WM_TRACE_MSG" // 自行註冊的 Windows 訊息
```

```
#0001 // Override Write function to Write to TRACEWIN applet instead of file.
#0002 //
#0003 void CMfxTrace::Write(const void* lpBuf, UINT nCount)
#0004 {
#0005 if (!afxTraceEnabled)
```



```

#0006 return;
#0007
#0008 CWnd *pTraceWnd = CWnd::FindWindow(TRACEWND_CLASSNAME, NULL);
#0009 if (pTraceWnd) {
#0010 static UINT WM_TRACE_MSG =
RegisterWindowMessage(TRACEWND_MESSAGE);
#0011
#0012 // Found Trace window: send message there as a global atom.
#0013 // Delete atom after use.
#0014 //
#0015 ATOM atom = GlobalAddAtom((LPCSTR)lpBuf);
#0016 pTraceWnd->SendMessage(WM_TRACE_MSG, (WPARAM)atom);
#0017 GlobalDeleteAtom(atom);
#0018
#0019 } else {
#0020 // No trace window: do normal debug thing
#0021 //
#0022 ::OutputDebugString((LPCSTR)lpBuf);
#0023 }
#0024 }

```

圖四 CMfxTrace::Write 函式碼

## 如何使用 TRACEWIN.H

雖然除錯工具的最高原則是，不要動用被除錯對象的原始碼，但爲了讓方法簡單一些，力氣少用一些，看得懂的人多一些，Paul DiLascia 還是決定妥協，他設計了上述的 *CMfxTrace* 類別以及一個 *Tracewin* 工具程式，你必須把 *CMfxTrace* 類別含入到自己的程式中，像這樣：

```
#include "tracewin.h"
```

並在程式的任何地方（通常是 *InitInstance* 函式內）做此動作：

```
CMfxTrace::Init();
```

然後所有的 *TRACE* 字串輸出就會流到 *Tracewin* 視窗上。太好了！

注意，TRACEWIN.H 中不但有類別宣告，還有類別定義，和一般的表頭檔不太一樣，所以你只能夠在你的程式中含入一次 TRACEWIN.H。

## Tracewin 視窗

這是一個隨時等待接受訊息的小程式。它所接受的訊息，夾帶著 `global atom` 作為參數。Tracewin 只要把 `atom` 解碼，丟到一個由它管轄的 Edit 視窗中即可。Paul DiLascia 設計的這個小程式，功能面面俱到，可以把接受的 *TRACE* 輸出字串顯示在視窗中，或放到某個檔案中；也可以把 EDIT 緩衝區內容拷貝到剪貼簿上，或是清除整個 EDIT 緩衝區內容。功能與 Visual C++ 1.5 的 DBWIN 幾乎不相上下，只差沒能夠把除錯字串輸出到 COM1 和 COM2。

Tracewin 並不動用 Document/View 架構。主視窗內含一個 Edit 控制元件作為其子視窗，事實上，那是一個衍生自 *CEdit* 的 *CBufWnd* 類別，有點像 *CEditView*。

當應用程式以 *TRACE* 巨集送出字串，經過 *CDumpContext::OutputString* 的作用，送往 *CMfxTrace::Write*，我們在其中以 *FindWindow* 找到 Tracewin 視窗：

```
CWnd *pTraceWnd = CWnd::FindWindow(TRACEWND_CLASSNAME, NULL);
```

要知道，如果 Tracewin 使用的類別是 MFC 預先建立的四個類別，那麼它的類別名稱可能是像 `Afx:b:14ae:6:3e8f` 這種不太有意義的字串，而且可能在不同的機器不同的時間有不同的名稱。如此一來如何為 *FindWindow* 指定第一個參數？我們必須有個什麼方法避免使用 MFC 預先建立的四個類別，但又能夠使用其類別設定。

## 視窗類別名稱 Afx:x:y:z:w

MFC 2.5 在應用程式一開始執行時，便在 *AfxWinInit* 中先行註冊了 5 個視窗類別備用。MFC 4.x 的行為稍有修改，它在應用程式呼叫 *LoadFrame* 準備產生視窗時，才在 *LoadFrame* 所呼叫的 *PreCreateWindow* 虛擬函式中為你產生視窗類別。5 個可能的視窗類別分別是：

```
const TCHAR _afxWnd[] = AFX_WND;
const TCHAR _afxWndControlBar[] = AFX_WNDCONTROLBAR;
const TCHAR _afxWndMDIFrame[] = AFX_WNDMDIFRAME;
const TCHAR _afxWndFrameOrView[] = AFX_WNDFRAMEORVIEW;
const TCHAR _afxWndOleControl[] = AFX_WNDOLECONTROL;
```

這些 AFX\_xxx 常數定義於 AFXIMPL.H 中，依不同的聯結狀態（除錯模式與否、動態聯結與否）而有不同的值。如果使用 MFC 動態聯結版和除錯版，5 個視窗類別的名稱將是：

```
"AfxWnd42d"
"AfxControlBar42d"
"AfxMDIFrame42d"
"AfxFrameOrView42d"
"AfxOleControl42d"
```

如果是使用 MFC 靜態聯結版和除錯版，5 個視窗類別的名稱將是：

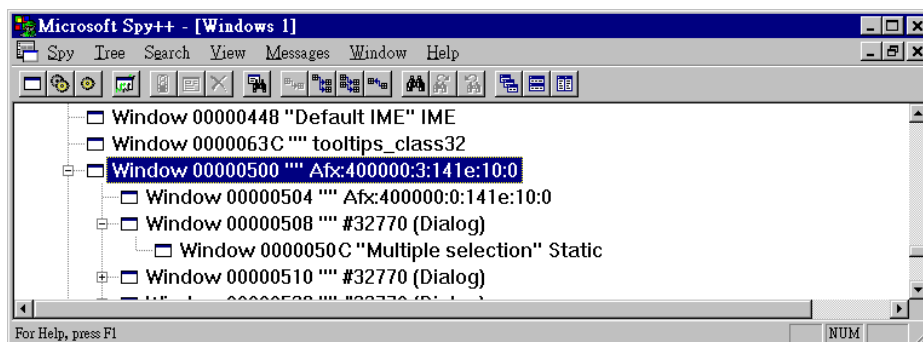
```
"AfxWnd42sd"
"AfxControlBar42sd"
"AfxMDIFrame42sd"
"AfxFrameOrView42sd"
"AfxOleControl42sd"
```

這些名稱的由來，以及它們的註冊時機，請參考**深入浅出 MFC**（侯俊傑 / 松崗）第 6 章。

然而，這些視窗類別名稱又怎麼會變成像 Afx:b:14ae:6:3e8f 這副奇怪模樣呢？原來是 Framework 玩的把戲，它把這些視窗類別名稱轉換為 Afx:x:y:z:w 型式，成為獨一無二之視窗類別名稱：

```
x: 視窗風格 (window style) 的 hex 值
y: 滑鼠游標的 hex 值
z: 背景顏色的 hex 值
w: 圖示的 hex 值
```

為了讓 CMfxTrace 能夠以 FindWindow 函式找到 Tracewin，Tracewin 的視窗類別名稱（也就是那個 Afx:x:y:z:w）必須完全在我們的控制之中才行。那麼，我們勢必得改寫 Tracewin 的 frame 視窗的 PreCreateWindow 虛擬函式。



圖五 以 Spy 觀察視窗。請注意每一個視窗類別的名稱都是 Afx:x:y:z:w 型式。fig5.bmp

## PreCreateWindow 和 GetClassInfo

圖六是 Tracewin 的 *PreCreateWindow* 內容，利用 *GetClassInfo* 把 MFC 的視窗類別做出一份副本，然後改變其類別名稱以及程式圖示，再重新註冊。是的，重新註冊是必要的。這麼一來，*CMfxTrace::Write* 中呼叫的 *FindWindow* 就有明確的搜尋目標了。

```
#0001 BOOL CMainFrame::PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs)
#0002 {
#0003 static LPCSTR className = NULL;
#0004
#0005 if (!CFrameWnd::PreCreateWindow(cs))
#0006 return FALSE;
#0007
#0008 if (className==NULL) {
#0009 // One-time class registration
#0010 // The only purpose is to make the class name something
#0011 // meaningful instead of "Afx:0x4d:27:32:huplhup:hike!"
#0012 //
#0013 WNDCLASS wndcls;
#0014 ::GetClassInfo(AfxGetInstanceHandle(), cs.lpszClass, &wndcls);
#0015 wndcls.lpszClassName = TRACEWND_CLASSNAME;
#0016 wndcls.hIcon = AfxGetApp()->LoadIcon(IDR_MAINFRAME);
#0017 VERIFY(AfxRegisterClass(&wndcls));
#0018 className=TRACEWND_CLASSNAME;
```

```

#0019 }
#0020 cs.lpszClass = className;
#0021
#0022 // Load window position from profile
#0023 CWinApp *pApp = AfxGetApp();
#0024 cs.x = pApp->GetProfileInt(PROFILE, "x", CW_USEDEFAULT);
#0025 cs.y = pApp->GetProfileInt(PROFILE, "y", CW_USEDEFAULT);
#0026 cs.cx = pApp->GetProfileInt(PROFILE, "cx", CW_USEDEFAULT);
#0027 cs.cy = pApp->GetProfileInt(PROFILE, "cy", CW_USEDEFAULT);
#0028
#0029 return TRUE;
#0030 }

```

圖六 Tracewin 的 frame 視窗的 PreCreateWindow 函式內容

## Tracewin 取出字串並顯示

如果 Tracewin 欲接收由除錯端傳來的自定訊息 *WM\_TRACE\_MSG*，並交由 *OnTraceMsg* 函式去處理，它就必須在其訊息映射表中有所表示：

```

BEGIN_MESSAGE_MAP(CMainFrame, CFrameWnd)
 //{AFX_MSG_MAP(CMainFrame)
 ON_REGISTERED_MESSAGE(WM_TRACE_MSG, OnTraceMsg)
 ...
 //}AFX_MSG_MAP
END_MESSAGE_MAP()

```

並且設計 *OnTraceMsg* 函式如圖 7。

```

#0001 LRESULT CMainFrame::OnTraceMsg(WPARAM wParam, LPARAM)
#0002 {
#0003 if (!wParam || m_nOutputWhere==ID_OUTPUT_OFF)
#0004 return 0;
#0005
#0006 char buf[256];
#0007 UINT len = GlobalGetAtomName((ATOM)wParam, buf, sizeof(buf));
#0008
#0009 if (m_nOutputWhere==ID_OUTPUT_TO_WINDOW) {
#0010
#0011 // Convert \n to \n\r for Windows edit control

```

```
#0012 ...
#0013 // Append string to contents of trace buffer
#0014 ...
#0015 } else if (m_nOutputWhere==ID_OUTPUT_TO_FILE) {
#0016 m_file.Write(buf, len);
#0017 }
#0018 return 0;
#0019 }
```

圖七 CMainFrame::OnTraceMsg 函式內容。

## 改用 WM\_COPYDATA 進行行程通訊 (IPC)

Paul DiLascia 的第一篇文章發表後，收到許多讀者的來信，指出以 `global atom` 完成行程通訊並不是最高明的辦法，可以改用 `WM_COPYDATA`。於是 Paul 從善如流地寫了第二篇文章。

`WM_COPYDATA` 是 Win32 的新訊息，可以提供一個簡單又方便的方法，把字串送往另一個程式。這正符合 Tracewin 之所需。這個訊息的兩個參數意義如下：

```
wParam = (WPARAM) (HWND) wnd; // handle of sending window
lParam = (LPARAM) (PCOPYDATASTRUCT) pcds; // pointer to structure with data
```

其中 COPYDATASTRUCT 結構定義如下：

```
typedef struct tagCOPYDATASTRUCT { // cds
 DWORD dwData; // 隨便你指定任何你需要的額外資訊
 DWORD cbData; // 資料長度
 PVOID lpData; // 資料指標
} COPYDATASTRUCT;
```

`dwData` 在本例應用中被指定為 `ID_COPYDATA_TRACEMSG`；Tracewin 將檢查這個識別碼，如果不合格，就忽略該次的 `WM_COPYDATA` 訊息。

Tracewin 新版本的內容我就不再列出了，請直接下載其原始碼看個究竟。

## 我的使用經驗

現在讓我來談點我使用 Tracewin 的經驗。

我早就需要在 Visual C++ 中使用 DBWIN 了，也早就看到了 Paul DiLascia 的兩篇文章，但是真正研讀它並使用其成果，是在我撰寫 COM/OLE/ActiveX 一書（我最新的一本書，還在孵化之中）的時候。也許當你讀到該書，會感嘆侯俊傑怎麼能夠對 OLE container 和 server 之間的交叉動作瞭若指掌。沒有什麼，我只是在 container 和 server 之中的每一個我感興趣的函式的一開始處，利用 *TRACE* 輸出一些訊息，這樣我就可以從容地從 Tracewin 視窗中觀察那些函式的被呼喚時機了。

所以我在 OLE container 中這麼做：

```
#include "tracewin.h"
...
BOOL CContainerApp::InitInstance()
{
 ...
 pMainFrame->ShowWindow(m_nCmdShow);
 pMainFrame->UpdateWindow();

 CMfxTrace::Init(); // add by J.J.Hou
 return TRUE;
}
```

也在 OLE server 中這麼做：

```
#include "tracewin.h"
...
BOOL CScribbleApp::InitInstance()
{
 ...
 pMainFrame->ShowWindow(m_nCmdShow);
 pMainFrame->UpdateWindow();

 CMfxTrace::Init();
 return TRUE;
}
```

然後我就可以使用 *TRACE* 巨集並搭配 Tracewin 看個過癮了。

很好，當這兩個程式獨立執行的時候，一切盡如人意！但是當我在 `container` 中即地編輯 `Scribble item`，我發現沒有任何 `Scribble TRACE` 字串被顯示在 `Tracewin` 視窗上。這麼一來我就觀察不到 `Scribble` 的交叉作用了呀！於是我想，莫不是兩個程式爭用 `afxDump`？或是因為兩個 `Win32` 行程使用不同的位址空間？或是因為...

胡說！沒道理呀。如果我交叉使用各自獨立的 `Container` 和 `Scribble`（不牽扯即地編輯），它們的 `TRACE` 結果會交叉出現在 `Tracewin` 視窗上，這就推翻了上述的胡思亂想。

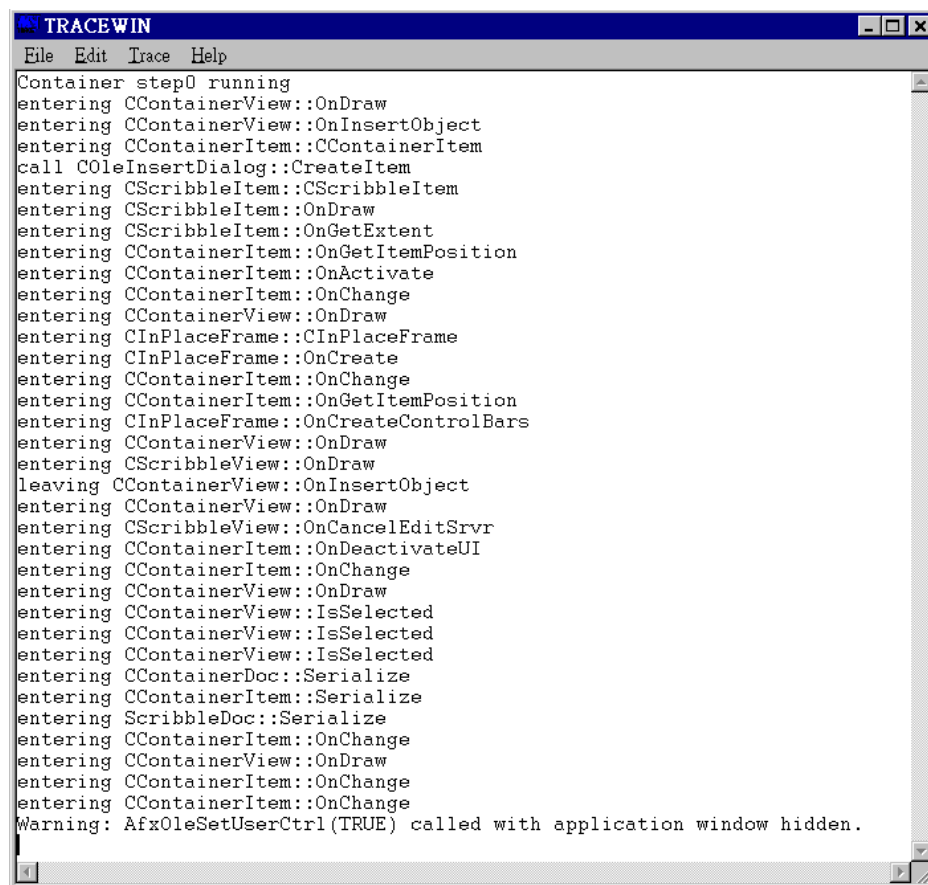
然後我想，會不會是即地編輯時根本沒有進入 `server` 的 `InitInstance`？如果 `CMfxTrace::Init` 沒有先執行過，`TRACE` 當然就不會輸出到 `Tracewin` 視窗囉。於是我把 `CMfxTrace::Init` 改設在...唔...什麼地方才是即地編輯時 `server` 的第一個必經之地？`server item` 是也。於是我這麼做：

```
CScribbleItem::CScribbleItem(CScribbleDoc* pContainerDoc)
 : COleServerItem(pContainerDoc, TRUE)
{
 CMfxTrace::Init();

 // TODO: add one-time construction code here
 // (eg, adding additional clipboard formats
 // to the item's data source)
}
```

賓果！我看到了預期的東西。圖八就是 `Tracewin` 視窗畫面。這些輸出結果幫助我分析出 `OLE container` 和 `server` 的一舉一動。





圖八 Tracewin 視窗畫面

## 新的視野

好的除錯工具，不應該要求應用程式碼本身做任何配合性的動作。Paul DiLascia 的 Tracewin 小工具是一個權宜之計。使用上稱不上太方便（你得含入一個 `tracewin.h`），而且你得有某種程度的技術背景才能把它用得好。不過，說真的，我還是很感謝 Paul DiLascia 的創意，讓我們的視野有了新的角度。

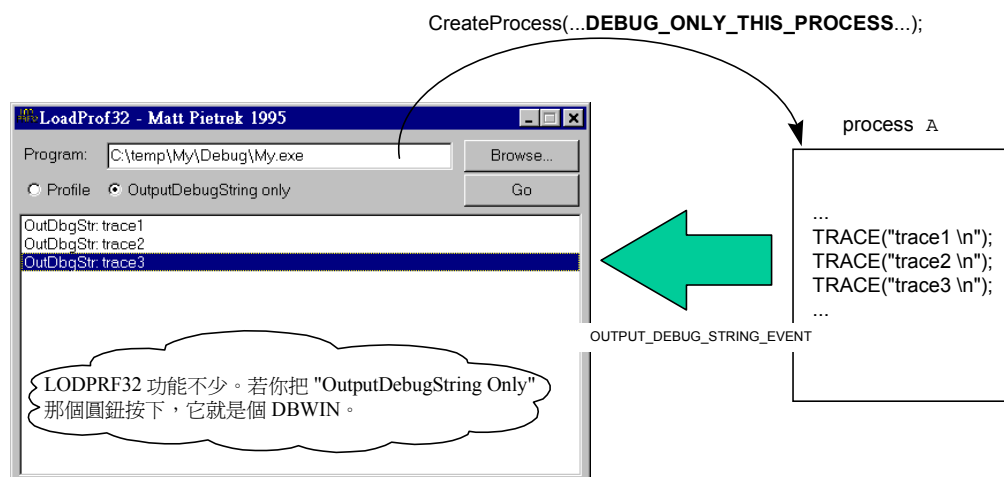
我想你也是。

## 重建 DBWIN 的 Debug Event 篇

自從我開始注意到 DBWIN 之後，我就更加注意期刊上有關於 DBWIN 技巧的文章。這才發現，好像大家滿喜歡在這個題目上展現自己傲人的功力。像 Paul Dilascia 這樣，以高階的 MFC 來寫 DBWIN，當然也就不可能太過「威力」-- 雖然從 MFC programming 的技巧來看，我們是學了不少。你知道，Paul 的方法要求你改變你的原始碼，含入一個 .h 檔，並在你的 .cpp 檔中加上一兩行。這在使用的方便性上不怎麼高明。

要高明一點，不落痕跡地抓到 TRACE 輸出，就必須懂得 Windows 作業系統內部，以及 Windows system programming。是的，這方面的大師 Matt Pietrek 也寫了一個 DBWIN，不必影響你的原始碼。不過，他用到 debug event，以及許多系統知識，不應該是一本 MFC 書籍適合涵蓋的主題。所以，我只能在這裡告訴你，可以到 *Microsoft Systems Journal* 1995.07 的 Windows Q/A 專欄上學習。程式名稱爲 LODPRF32。此程式的主要功能其實是讓你觀察目前所有映射到記憶體中的 DLLs。你可以從中知道你的 EXE 直接或間接使用的所有 DLLs。它還會記錄「最後一次 implicitly loading」至「EXE entry point 執行」之間的經過時間。此期間正是 Win32 載入器呼叫 implicitly loaded DLLs 的初始化程式碼（程式進入點）的時間。最後，它允許使用者濾掉所有的 debug event，只記錄被除錯端的 *OutputDebugString* 輸出的字串 -- 這功能可不正是 DBWIN !?

使用真簡單，不是嗎！這程式若說還有什麼缺點，那就是「只有被此 DBWIN 載入之程式，其 TRACE 輸出字串才能夠被觀察」。有沒有可能像 Win16 的 DBWIN 那樣，做一個系統層面的 "global" DBWIN，像常駐程式那樣隨時偵測等候任何程式發出的任何 TRACE 字串呢？可能，但我們還要再下一層地獄，進入 ring0 層次。



圖九 LODPRF32 功能不少。若你把 "OutputDebugString Only" 那個圓鈕按下，它就是個 DBWIN。

## 重建 DBWIN 於 VxD 端

若想要寫一個 global DBWIN，困難度陡增。不過，已經有人做出來了。請參考 Ton Plooy 發表於 *Windows Developer's Journal* 1996.12 的 "A DBWIN Utility for Win95" 一文。

前一個 DBWIN 之所以不能夠做到 "global"，是因為行程有獨立的位址空間。如欲接收除錯訊息，又必須一一建立「除錯器」與「被除錯端」的關係。那麼，有沒有什麼辦法可以建立一個「系統除錯器」，把所有執行起來的程式統統視為我的除錯對象？如果這個問題有肯定答案，global DBWIN 就有希望了。

有，VMM 提供了一個 INT 41h 介面。此介面作用起來的條件是，必須有一個「系統除錯器」存在。而「系統除錯器」存在的條件是：當 VMM 以 int41h/AX=DS\_DebLoaded 發出訊息時，必須有程式以 AX=DS\_DebPresent 回覆之。

可是 *OutputDebugString* 和「系統除錯器」有沒有什麼牽連？如果沒有則一切白搭。幸運的是 *OutputDebugString* 最終會牽動 VMM 的 *Exec\_PM\_Int41h* service。如果我們能

夠寫一個程式，與 *Exec\_PM\_Int41h* 掛勾（hooking），使 *Exec\_PM\_Int41h* 能夠先來呼叫我自己的函式，我就可以悠游自在地在其中處理 TRACE 的除錯字串了。

這個技術最大的難點在於，要與 VMM 打交道，我們得寫 ring0 程式。在 Windows 95 中這意味著要寫 VxD（NT 不支援 VxD）。VxD 的架構其實不太難，**DOS/Windows 虛擬機運作環境**（侯俊傑 / 旗標，1993）曾經有過詳細的探討。問題在於 VMM 的許多 services 常常要合著用，尤其是面對中斷模擬、事件處理、與 ring3 通訊過程、乃至於 hooking 的處理等等，而這方面的資料與範例相當稀少。此外，ring0 和 ring3 間的同步（synchronous）處理，也很令人頭痛。



圖十 global DBWIN 的執行畫面。它是一個 Console 程式，在接受任何按鍵之前，將一直存在。

## 不甘示弱

Paul DiLascia 看到百家爭鳴，大概是不甘示弱，在 *Microsoft Systems Journal* 1997.04 的

C/C++ Q/A 專欄又發表了一篇文章。他說「理想上 TraceWin 應該無臭無味，如影隨形。沒有 #include，沒有 init 函式...」

於是他又想到一種方法，此法只能在 MFC 動態連結版身上有效。幸運的是大部份程式都動態連結到 MFC。要點非常簡單：寫一個 DLL 並在它被載入時設定 `afxDump.m_pFile = new CFileTrace`。然後讓每個程式載入此 DLL。簡單！

不幸的是，沒有想像中簡單。要讓 DLL 能夠被每一個程式載入，需要用到 Jeffrey Richter 於其名著 *Advanced Windows* 第 16 章的 Inject 技術，或是 Matt Pietrek 於其名著 *Windows 95 System Programming SECRETS* 第 10 章的 Spy 技術。或是，Paul DiLascia 所採用的 system-wide hook 技術。

好吧，到此為止。我知道我們每個人都已經頭皮發麻了。有興趣的人，自己去找那些文章和書籍來看。

## 榮譽

我真希望這些巧奪天工的榮譽都屬於我，可惜都不是，它們分屬於 Matt Pietrek、Paul DiLascia、Ton Plooy。

我喜歡的四本期刊雜誌與四家電腦圖書出版公司的網址

|                                   |                                                                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Microsoft Systems Journal (MSJ)   | <a href="http://www.msj.com/">http://www.msj.com/</a>                             |
| Windows Developer's Journal (WDJ) | <a href="http://www.wdj.com/">http://www.wdj.com/</a>                             |
| Dr. Dobb's Journal (DDJ)          | <a href="http://www.ddj.com/">http://www.ddj.com/</a>                             |
| PC Magazine                       | <a href="http://www.pcmag.com/">http://www.pcmag.com/</a>                         |
| R&D Books                         | <a href="http://www.rdbooks.com/">http://www.rdbooks.com/</a>                     |
| Microsoft Press                   | <a href="http://www.microsoft.com/mspress/">http://www.microsoft.com/mspress/</a> |
| Addison Wesley                    | <a href="http://www.aw.com/devpress/">http://www.aw.com/devpress/</a>             |
| O'reilly                          | <a href="http://www.ora.com/">http://www.ora.com/</a>                             |