

工程地质勘察

(专门工程地质学)

绪 论

一、专门工程地质学的性质与内容

(一)、专门工程地质学的性质

专门工程地质学是工程地质学的一门分支学科。工程地质学是研究人类工程活动与地质环境之间的相互作用及制约，以便正确利用、保护并改造地质环境的学科。

专门工程地质学着重于论述工程地质实践，研究如何有步骤、分阶段地综合运用各种勘察手段，有效地查明建筑区的工程地质条件，论证有关工程地质问题，作出正确的工程地质评价，为工程的规划、设计、施工和正常使用提供地质依据。因而，专门工程地质学是研究工程地质勘察的原理和技术方法的学科，也可称之为工程地质勘察学。

专门工程地质学研究上述作用的首要目的是：保证建筑物的安全与耐用。换句话说，就是根据地质条件确定兴建设计建筑物的技术可能性。

探讨如何对建筑区的工程地质条件进行调查研究，以取得从地质方面保证建筑区工程的技术可能性和经济合理性的必要而充分的地质资料，则是工程地质勘察的任务。

所以，从性质上来说，专门工程地质学是工程地质学中一门方法性学科，其研究重点是各种勘察技术方法的正确选择和配合使用，勘察工作量的合理安排与布局，勘察资料的获取与整理，以及在专门性工程地质勘察中如何选择优良建筑场地，分析工程地质问题等。

同时，专门工程地质学也是一门实用性学科。是如何运用地质、工程地质理论与实践经验，解决工程建设中地质问题的学科，是一门探讨工程地质调查、勘探方法的学科。

(二)、专门工程地质学的研究内容

1、工程地质勘察理论的研究

工程地质勘察的目的主要是查明工程地质条件，分析存在的工程地质问题，对建筑地区作出工程地质评价。这就涉及到广泛的理论。根据勘察成果，阐明工程地质条件的区域性变化规律和建筑场地的工程地质特征，并结合建筑的类型与规模指出存在的工程地质问题，以及解决问题的途径和分析方法。此外还有：各种勘察技术方法的原理、应用条件、相互关系与配合；勘察方向与步骤，不同勘察阶段的工作布置；勘察资料的分析整理，各种工程地质图件的编制原则；场地工程地质评价方法等，都有很多理论问题需要继续深入研究。

2、工程地质勘察技术方法与程序的研究

随着科学技术的发展，新的技术方法和仪器设备不断出现，如何加以引用以提高工程地质勘察质量，取得更精确的测试数据，需要很好地进行研究。

勘察程序反映了认识过程的客观规律，建筑区的工程地质条件不是一次勘察就能认识清楚的，而是需要一个反复的过程。合理地划分勘察阶段，每一阶段的勘察任务和内容、前后阶段间的衔接配合等，都是应当进一步探讨的问题。

3、各类建筑工程地质勘察的研究

各类建筑对工程地质条件的要求不同，其勘察工作也有自身的特殊性。对每类建筑最有效的勘察技术方法、特殊要求、勘察工作的合理总体布置等，都需要进一步研究。

（三）我国专门工程地质学发展简史

二、本教材的内容安排与学习方法

本教材分为工程地质勘察通论和工程地质勘察各论两篇。在通论中首先阐述了勘察的基本问题，其次阐述了各种勘察技术方法的基本原理、适用条件、技术要求、布置原则，以及资料整理和应用等。而在各论中则介绍各类建筑的工程地质勘察方法及不同要求、特点等。

教材中特别强调了以下几点：

- 1、着重建立正确的勘察思想；
- 2、加强对工程地质勘察基本问题的认识；
- 3、通过学习，深刻理解，举一反三；
- 4、把握重点，注重核心，合理选择和安排不同的勘察手段。

第一篇 工程地质勘察通论

第一章工程地质勘察的几个基本问题

第一节 工程地质勘察的任务

探讨如何对建筑区的工程地质条件进行调查研究，以取得从地质方面保证建筑区工程的技术可能性和经济合理性的必要而充分的地质资料，是工程地质勘察的任务。

即，工程地质勘察的任务具体可归纳为以下几个方面：

- 1、查明建筑地区的工程地质条件，指出有利和不利条件；
- 2、分析研究与建筑物有关的工程地质问题，作出定性和定量评价；
- 3、选出在地质条件方面最优的场地，并根据场地的地质条件，合理地配置各个建筑物；
- 4、根据详细查明的场地工程地质条件，以保证建筑物的稳定和正常使用为目的，对建筑物的类型、结构及施工方法提出原则性要求；
- 5、提出能改善场地工程地质条件的措施；
- 6、预测工程兴建后，对地质环境的影响，制定保护地质环境的措施。

以上六项任务，实际上是相辅相成、互相联系，密不可分的。但其最基本的是查明工程地质问题，而中心任务则是对工程地质问题的分析研究。

第二节 工程地质条件

工程地质条件一词在工程地质学中经常地、广泛地应用着。在工程地质勘察的实践中，更是随时都会提到这一术语。究竟工程地质条件的概念是什么？怎样给它下个定义呢？

工程地质条件可以理解为与工程建筑有关的地质因素之综合。包括地形地貌条件、岩土类型及其工程地质性质、地质结构、水文地质条件、物理地质现象及天然建筑材料等六个方面的因素。由此可见，工程地质条件是一个综合概念。在我们提到工程地质条件一词时，实际上是指上述六个因素的总体，而不是指任何单一因素。单独一、两个因素只是工程地质条件的组成部分，还不是工程地质条件总体。所以不能称之为工程地质条件。

还应当注意，并不是所有的地质条件都是工程地质条件的组成部分。而只有那些关系到建筑物稳定与经济的地质条件，即与工程建筑有关的地质条件才是工程地质条件的组成部分。

工程地质条件是客观自然存在的，而不是人为造成的。某地的工程地质条件是该地的自然地质历史塑造而成的。它反映了该地的地质发展过程和后生变化。亦即内、外动力地质作用的性质和强度。工程地质条件的形成，受大地构造、地形地貌、气候、水文、植被等自然因数的控制。但是，随着人类生产活动的日益加强，工程地质条件不会不受到影响。例如，矿山坑道开挖会影响地表；水库蓄水会造成库区地下水位上升，而改变渗漏条件等等。

工程地质条件既是工程地质勘察工作的任务，又是工程地质勘察工作要查明的对象。

但需注意的是，构成工程地质条件的要素都属于地质范畴。至于其他因素，虽然对工程地质条件有影响，但并不是其组成部分。

第三节 工程地质问题

工程地质问题是指工程建筑与地质环境（可由工程地质条件具体表征）相互作用、相互矛盾而引起的、对建筑本身的顺利施工和正常运行或对周围环境可能产生影响的地质问题。

也即，在有关的课程中，我们已经提到过工程地质学研究的对象就是工程地质条件与工程建筑之间的矛盾。这种矛盾表现在建筑物兴建后，它会和地质环境发生联系、发生相互作用，从而引起工程地质条件的变化。而这种变化又会反过来影响建筑物的稳定性。我们把存在于工程地质条件与工程建筑之间的矛盾，称为工程地质问题。既然这是一个矛盾，就必然存在着矛盾的两个方面。而要解决矛盾，就必须抓住矛盾的本质。在工程地质问题中，工程地质条件常常对矛盾起控制作用。所以，在工程建筑中，我们对工程地质条件非常重视。总是力求首先解决它。

分析矛盾就要对矛盾着的两个方面有所了解。对工程地质问题的分析来说，就是既要了解工程地质条件的特点，又要了解建筑的特征。这说明，对工程地质问题的分析研究，具有指导全局的意义，是工程地质勘察的中心环节。

各类建筑物由于在地壳表层所处的部位不同（如表面的、浅层的或深部的）、工作条件不同（承受动荷载、静荷载、挡水、引水等）、规模不同等等。因之，和地质条件相互作用的特性、规模就各不相同。

工程地质勘察必须结合具体建筑对象来进行。其所得的工程地质资料一般只用以回答该项建筑的设计、施工、使用中的地质问题。不服务于既定对象的工程地质勘察是不存在的。

- 1、工业与民用建筑** 此类建筑物基础砌置深度一般不大，为单个及整体基础的框架结构，工作条件简单。以作用于地基不太大的静荷载为特点。但某些类型的工业建筑也可能对地基施加动荷载；
- 2、道路（渠道）建筑** 主要包括“表面的”线状建筑物。除高填路堤外，一般不承受静荷载，而承受临时性动荷载（渠道则主要是受静荷载影响，加之有渗漏问题）。不具备复杂的上部结构；
- 3、桥梁建筑** 它是具有单个深基础的线状建筑物。有复杂的上部结构，往往跨河。因此，工作条件复杂（渡槽即与之相似）。
- 4、地下洞室** 是修建在地壳内部的中空通道及设施。以强烈破坏岩体内部的平衡和考虑区域水文地质条件为特征；
- 5、水工建筑** 包括多类建筑物。规模最大的是深基础整体结构的拦河大坝。所有水工建筑都受到水的作用，其所处的自然环境及工作条件都很复杂。

第四节 工程地质勘察方法及其相互关系

在工程地质勘察中使用的勘察方法或技术手段，可分为以下几类：

- 1、工程地质测绘；
- 2、工程地质勘探；
- 3、工程地质室内试验；
- 4、工程地质野外（现场或原位）试验；
- 5、工程地质长期观测；
- 6、勘察资料的室内整理。

研究建筑区的地质结构、地貌现象等的最好办法是工程地质测绘工作。它不仅可以有效地查明各种岩层的成因、层序和空间分布规律、各种地貌单元的成因、形态、时代及空间分布规律；同时，还可以得出物理地质作用的分布规律及产生条件的概念。研究建筑场地的详细地质结构，除进行测绘外，还必须采用钻探、坑探、物探相互配合的勘探工作。研究岩土的物理力学性质就必须在上述工作的基础上进一步进行野外（现场）试验和实验室研究工作。研究物理地质作用和工程地质作用的发展情况，就需要进行长期观测工作。另外，查明水文地质条件和进行天然建筑材料的普查勘探工作所采用的手段，仍然是测绘、勘探、试（实）验以及长观工作。

上述各种工作，必须满足正确进行工程地质预测所提出来的各种要求。因此，凡属能主动或被动地对设计建筑物有影响的范围内的岩石、地下水、细微的地质构造、各种地质作用等，都必须予以鉴别。

第五节 工程地质勘察阶段的划分

一项建设事业在国民经济中意义愈重大，其结构愈复杂，所处的地质环境愈不利，则此项建设所涉及的经济和技术问题就愈多。所有这些问题都必须在设计中予以解答。解答的程序必须是：先解决原则性问题，再解决具体的技术性问题。

一项工程建设一般是分阶段进行的。而工程地质勘察也就相应地分为各个阶段。

工程建筑设计一般分为①、规划或草图设计阶段；②、初步设计阶段（它通常又分为初步设计第一期和初步设计第二期）；③、施工图设计（或技术施工）阶段。

与之相应的工程地质勘察则分为：

1、规划或草图设计阶段的勘察称为工程地质踏勘或草测，任务在于从地质条件方面论证某项建设的技术可能性和经济合理性。它通常是通过研究资料、路线踏勘及中、小比例尺的区域性工程地质测绘来完成。

2、为编制初步设计所进行的工程地质勘察也分为两期：

①、第一期称为初步勘察（初勘）。其任务是在草图设计中所指定的建筑区域内选定工程地质条件最有利的建筑场地（确定建筑物位置）。

②、第二期称为详细勘察（详勘）。其任务是提供建筑物影响范围内的精确地质结构、水文地质条件及岩土物理力学性质的定量指标，以便通过详细设计计算最终确定建筑物的结构、施工方法及造价。

3、为了编制施工图设计，有时要进行工程地质补充勘察。其任务是解决编制各个建筑物以及它们的各部分的施工详图时的地质问题。

4、在建筑物进行施工阶段，还应进行施工地质工作。其任务是进行施工地质编录与预报，地基或基槽开挖的验收以及解决施工中遇到的各种地质问题。

总之，随着勘察阶段的推移，勘察范围愈来愈小，而对问题的研究程度则愈益深入和详细。

根据以上的理解，可以给工程地质勘察重下一个定义：工程地质勘察就是按一定程序、分阶段地使用一套合适的工作方法，以查明建筑区的工程地质条件、分析所存在的工程地质问题，从而为建筑地点的选择、建筑物类型和规模的确定、处理措施的拟订以及施工方法的采取，提供地质依据和资料的学科。

各种工程地质条件在勘察中所占的比重和各勘察阶段中各种工作类型的相对工作量是不同的。一般讲随勘察阶段的提高，由踏勘到详勘，勘探、野外试验、长观及实验室研究等工作类型的工作量逐渐增多，而测绘工作量则减少。并且，研究地貌、地质结构、地质作用与现象的工作量比重亦减少。但对水文地质条件、岩土物理力学性质、天然建材等的研究工作比重则逐渐增多。至于补充勘察阶段中对工程地质条件研究工作的比重和各种工作类型的工作量，则视具体情况而定。

第一章 工程地质测绘

第一节 工程地质测绘的作用和适用条件

如果地区的自然条件有利，例如切割强烈，岩层出露条件良好，很好地进行工程地质测绘，就有可能较全面地阐明该地区的地表地质结构、地貌特征和水文地质条件，得到岩石物理力学性质的形成和空间变化的储备概念进而对产生这些现象的动力地质作用的形成条件、发育规律做出适当的推断；当岩层出露条件差时，通过测绘工作查明地貌条件，并划分出地貌单元后，就可以有目的地布置勘探工作，以最小的工作量有效地查明地质结构和水文地质条件。

在设计的开始阶段，测绘往往是勘察的主要手段；在初步设计阶段，测绘的工作量仍有所增长，但必须同时进行其它各项工作；在设计的高级阶段，测绘所占的比重就很小了。

第二节 工程地质测绘的主要内容

在工程地质测绘中，应综合研究各种地质条件，调查自然地质现象和工程地质现象，并自始至终结合拟进行的工程活动的特点，预测它与地质环境之间的相互作用。

一、对岩石的研究

对岩石的工程地质研究的特点在于既要查明各种岩石在地表的分布、岩性、岩相、厚度、层序、接触关系和它们的成因；也要测定它们的物理力学性质；并预测它们在建筑作用下的可能变化（即岩石的工程地质特征）。此外，还要确定岩层的地层时代和填图单位。

工程地质测绘中地层划分单元，随比例尺不同而异。小比例尺工程地质测绘，一般分为界、系、统、阶、带或群、组、段、层等地方性单元；中比例尺测绘划分到阶或组；大比例尺测绘区出露的往往是一个统、阶，甚至是带。为适应建筑物的特殊要求，亦可在研究沉积韵律或喷发韵律的基础上，考虑工程地质条件的组合或岩性差异等条件进行更细的划分。

二、对地质构造的研究

地质构造之所以是工程地质测绘的重要研究内容（对象），有以下几点原因：①、决定区域稳定性的首要因素是地质构造，其中尤其是现代构造活动与活断层；②、地质构造限定了各种性质不同的岩体的空间位置。岩体的均一性和完整性，岩体中各种结构面或带的空间位置；③、在选定区内，评价岩体稳定性，就需要先查明岩体结构特征。

三、对地貌的研究

查明地貌特征有几个方面的重要意义。因为地貌是岩性、新构造运动和近期外动力地质作用的结果。所以，研究地貌，有可能判断岩性（如软弱岩层的部位）、构造（如断裂带的部位）、新构造运动的性质和规模、判明表层沉积的成因和结构。据此。就可以了解各种动力地质作用（如滑坡、岩溶等）的发展历史、河流的发育历史等等。在非山区的工程地质测绘中，要着重研究地貌，并常常以地貌作为工程地质分区的基础。

在中、小比例尺测绘研究中，应研究地貌形态特征、成因类型和展布情况。地貌与第四纪地质、岩性、构造、晚近构造等的关系。河谷地貌发育史以及地貌与地表水、地下水的关系等；大比例尺工程地质测绘应着重微地貌的研究。因为它与工程的布置、基础类型及上部结构形式等有直接关系。

进行地貌研究时，应以大地构造、岩性、地质结构等方面研究为基础，并应与水文地质条件、自然（物理）地质作用的研究联系起来。

四、对第四纪地质的研究

对此问题，研究主要有三个方面的内容：

- 1、沉积层年代的确定
- 2、成因类型和相的研究
- 3、工程地质单元的划分

五、对水文地质条件的研究

工程地质测绘中研究水文地质条件也应从岩性特征和地下水露头的分布、性质、水量、水质等入手，查明各个含水层的特性。但是，这一研究应与物理地质现象和对拟建工程的影响密切联系起来。如研究滑坡与某些含水层的关系，以判断滑坡的成因；研究岩溶水的循环交替条件，以判断岩溶的发育程度；结合房屋的修建，研究地下水的埋深、侵蚀性，以判断对基础砌置深度和基坑开挖的影响；兴建水库对水文地质条件的研究，则应与库水外渗的可能性密切结合起来。

六、对自然（物理）地质现象的研究

工程地质测绘时，研究物理地质现象一方面是要阐明建筑区是否会受到现代自然地质作用的威胁；另一方面是研究自然地质现象的发育条件，以预测工程地质作用。要研究物理地质现象的分布、形态、规模类型和发育条件。根据地层岩性、地质构造、地貌、水文地质条件和气候等因素，分析物理地质现象的成因规律和发展趋势以及对建筑物的影响。

七、对程地质现象的研究

建筑区内已有建筑物的调查，是工程地质测绘特有的内容。在某一地质环境内，已兴建的任何建筑物都应被看作是一项重要的试验。研究该建筑物是否“适应”该地质环境，往往可以得到很多在理论和实践方面都极有价值的资料。所以，调查时不能仅限于研究个别受损害的建筑物，而应调查区内所有建筑物。

- 1、** 建筑物位于不良地质环境内，并有变形标志。
- 2、** 建筑物位于不良地质环境内，但无变形标志。
- 3、** 建筑物位于有利地质环境中，但有变形标志。
- 4、** 建筑物位于有利地质环境中，亦无变形标志。

第三节 工程地质测绘的范围、比例尺和精度

一、测绘的范围

工程地质测绘一般不象地质测绘那样按图幅逐步完成全国的区域性测绘。而是根据规划与设计建筑物的要求，在与该项工程活动有关的范围内进行。因此，选定一个合适的测绘范围是一个很重要的问题。选择的根据一方面是根据设计建筑物的类型、规模及设计阶段，另一方面是区域地质条件的复杂程度及研究程度。

任何建设的开始设计阶段都要先选择建筑区或建筑场地。在这一阶段进行较大范围的测绘是有必要的。在后期设计阶段，建筑区已选定。此时，只需要在建筑区的较小范围内进行测绘工作。

地质条件愈复杂，研究程度愈不足，则为了查明这些条件所需进行测绘的范围就愈大。

二、工程地质测绘的比例尺

测绘比例尺的选择也取决于地区地质条件的复杂程度以及设计建筑物的类型、规模和设计阶段。其中设计阶段的要求起最重要的作用。随着设计阶段的提高，建筑物的位置愈来愈具体、范围愈来愈小，而对地质条件详细程度的要求愈来愈高。因此，所采用的测绘比例尺就需要逐步加大。

1、小比例尺测绘（1：50000~1：100000） 一般是在地质构造复杂地区研究坝区外围构造稳定性时采用；

2、中比例尺测绘（1：25000~1：10000） 在初设第一期选择坝址时，如研究地区的范围较大而条件又复杂时采用；

3、大比例尺测绘（1：5000~1：1000） 对选定的坝区工程地质条件进行详细研究或专门研究滑坡、岩溶等动力地质作用时采用。

在施工地质编录或对专门性问题研究时，有时还可采用更大的比例尺（如1：500、1：100甚至1：50）。

通常要求地形底图的比例尺比地质测绘的比例尺大一级。并规定地形底图的比例尺不得小于地质图精度（比例尺）。

三、测绘的精度要求

通常不论其比例尺多大，都以图上每一平方厘米内一个点来控制平均观察点数。

岩层厚度在图上的最小投影宽度或其他单元轮廓线的最窄宽度大于**2mm**时，应按比例尺反映到图上；图上宽度小于此值的重要单元，则用超比例尺的办法表示。

为了保证精确度，还规定，在任何比例尺的图上，界线位置误差不得超过**0.5mm**；地质点在图上的间距一般规定不得大于**2~3cm**。

第四节 工程地质测绘的方法和程序

- 1、路线穿越法
- 2、界线追踪法
- 3、全面查勘法

工程地质测绘的程序和其他地质测绘工作相同。首先是在室内阅读分析已有资料，编制工作计划。并利用航、卫片对工作区作出初步总体评价和判明各种标志。进而进行现场踏勘，选定测制标准剖面位置，确定测绘时岩层的划分原则（单元确定）和标准层。完成上述工作后，即可正式进行测绘。

第五节 航卫片和陆地摄影在工程地质测绘中的应用

第三章 工程地质勘探

第一节 概述

人类工程活动对地壳表层岩土体的影响往往会达到一定深度，而地面以下的工程地质条件是难于用工程地质测绘确切查明的。所以，工程地质勘察中必须采用勘探工作。工程地质勘探的主要任务首先是全面而准确地查明地壳表层与建筑物相互作用的地带内的工程地质条件。即：

1、地质结构：分出基岩与覆盖层，区分出性质、结构、天然状态不同的土层，划分出各种风化程度的岩层。按照岩石性质详细划分岩层，并确定其产状和接触关系。详细研究断层和裂隙、研究地质结构的空问变化规律。

2、地貌特征：查明各种地形，如阶地、洪积扇、平原、斜坡、峡谷、埋藏河谷等的位置、结构及成因。

3、水文地质条件：查明含水层的数目、层位、位置，地下水的水位、水头及其动态变化，地下水的化学成分等。

4、其它：可以为测定岩石的物理力学性质和地下水的水质、水量准备条件。有时还应为长期观测工作准备条件。

工程地质勘探常用的方法有：物探、钻探、坑探（山地工作）三类。物探是一种间接的勘探方法，但是却能经济而迅速地进行三维的探测。即了解空间的地质结构；钻探和坑探是直接勘探方法。却只能了解一个点上的垂直剖面。对于某一需要探测的岩层或结构面，一个勘探点只能得到一维资料；要多个勘探点之间连成勘探线，才能得到二维资料；多条勘探线组成勘探网，才能取得三维资料。正是由于上述特点，所以应综合运用三类勘探方法，注意发挥每一类勘探方法的优点，以取得更好的效果。

在踏勘和初勘阶段，应更多地采用物探，在详勘阶段，最有成效的勘探方法是钻探和坑探。

第二节 工程地质物探

一、物探工作所能解决的主要问题

岩层有不同的物理性质。如导电性、弹性、磁性、放射性和密度等。利用专门仪器测定岩层的物理参数，通过分析地球物理场的异常特征，结合地质资料，了解地下深处地质体情况的方法，称为地球物理勘探，简称物探。只有被测定的地质介质有一定程度的不均一性，亦即测定的地质介质范围内各地质体在物理状态（含水率、破碎程度、裂隙性、岩溶化程度等）、物理性质（致密程度、导电性、弹性波传速、磁性等）方面有较大差别时，才能成功地运用此法。

二、工程地质勘探中常用的物探方法

1、电法勘探 其中常用的是人工电场法中的电阻率法。

2、地震勘探 地震波是一种弹性波。它在性质不同的岩体中传播速度不同。所以，测出地震波在各种岩石中的传播速度变化，就可反知地下岩石的性质和地质结构。根据弹性波频率的不同，它可以分为地震波法、声波法和超声波法。

第三节 工程地质勘探中的钻探及坑探工程

一、钻探及坑探的适用条件

和物探相比，钻探是一种比较直接的勘探方法。可以根据提取出的岩芯（样）来描述岩性，较确切地判断地质结构；并可揭露地下水，采取室内试验用的岩样及水样；在钻孔中可进行各种试验和长观工作，还可利用钻孔进行加固岩石的灌浆工作或施工时用来降低地下水位。与坑探相比，钻探比较轻便，勘探深度不受地下水限制，且可以在地表水下进行。

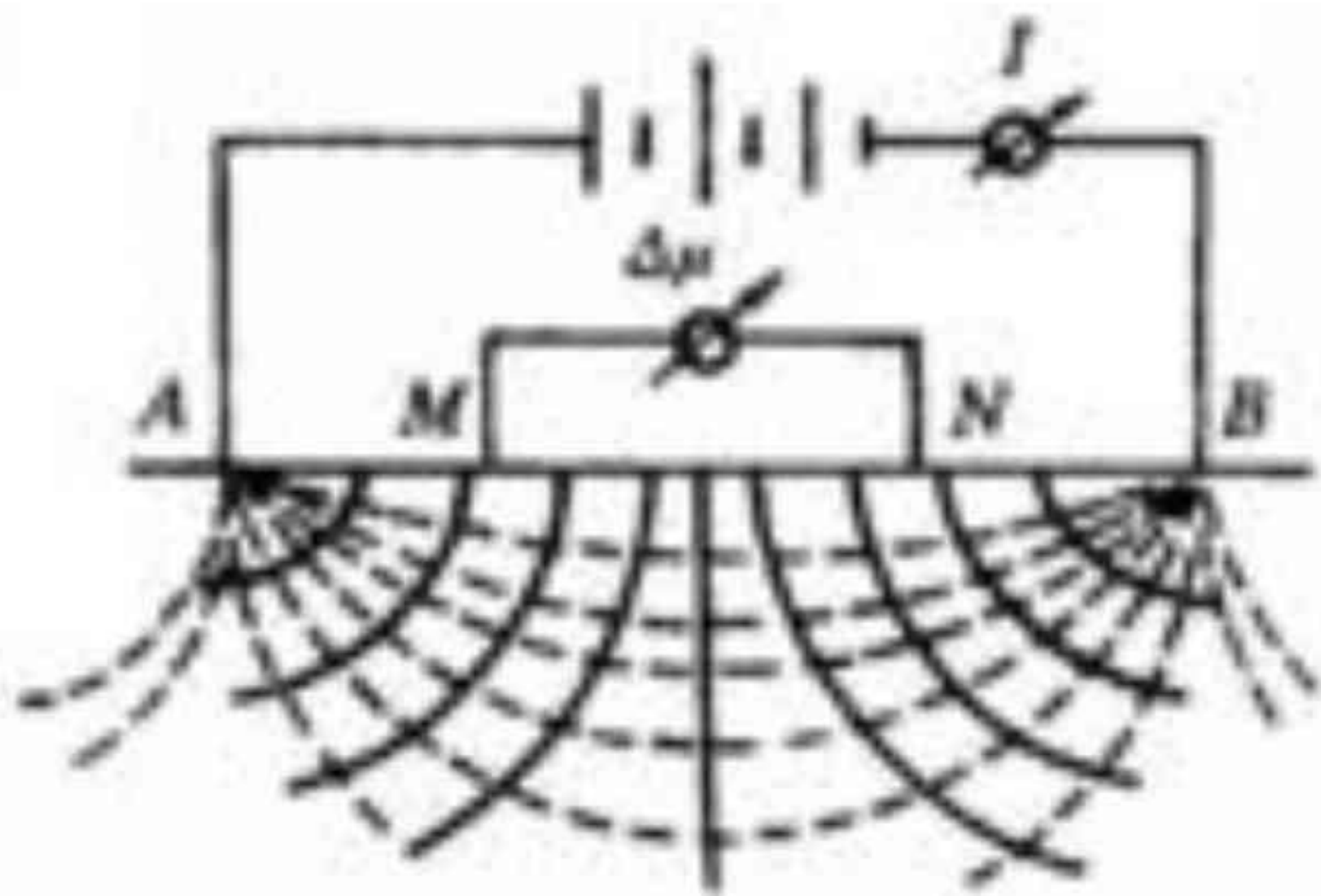


图 8.1 电法勘探原理示意图

虚线表示电流线分布图,实线表示电位线



但一般钻探却不能观察天然产状的岩层。尤其是那些有重大工程意义的软弱夹层和破碎带又往往不易取得岩芯，以至不能探测出来。钻孔也不能用来进行重型野外试验。

坑探工程可以分为轻型和重型坑探两类。前者包括剥土、探槽、试坑等，后者包括竖井、斜井、平硐等。

二、钻探和坑探的特殊要求

正因为工程地质钻探所要研究的是钻孔穿过的整个剖面的地质结构细节，而且要采取保持原始结构的岩土试样和提取水样，要观测地下水和进行试验。所以，就有一系列特殊要求。包括根据特性选择有效的钻进方法、钻孔结构及遵守特定的工艺规程，以保证完成综合地质观测。

一般有，粘性土层用（人力）回转钻进（如土钻、麻花钻等），不用冲洗液；在砂-粘土质土中，采用震动（冲击）钻，砂砾石层中钻进，不能用冲洗液，以防细粒土被冲失，也不能用泥浆固壁。

半坚硬、坚硬岩石广泛使用岩芯回转钻探，以提高岩芯采取率，并保证岩芯完整。

为保证正确及时地观测地下水位和进行地质试验，必须满足水文地质钻探所提出的各种特殊要求。亦即按含水层换径、并分层止水，终孔直径应满足试验要求，并按此确定孔身结构。

工程地质勘察中，坑探需要获得：地质剖面（展示）图，岩石、结构面、软弱带的产状，构造断裂及构造破坏的细节等方面的详细资料。





三、勘探坑孔布置和设计

在布置和设计中，首先应明确每一坑孔的目的，以此确定位置、坑孔间距深度、方向、结构以及勘探方法和工艺等。布置勘探坑孔和设计各个坑孔的深度、方向、孔身结构中起主导作用的仍然是工程地质条件和人类活动的特点这两方面的因数。工程地质勘探既然要查明区域或场地的工程地质条件的特点，那么。首要原则应按自然规律即按已经掌握的工程地质条件的特点布置坑孔。坑孔的方向和深度取决于勘探对象的埋藏深度和产状。总之，工程地质条件愈是复杂多变，建筑区或建筑场地的工程地质条件就愈加不均一，企图将之划分为符合该勘察设计要求要求的比较均一的单元所需要的勘探工作量愈大，而勘探坑孔间的间距也就愈小。

建筑物规模愈大，对地基和围岩影响愈强，则坑孔数量愈多；工程活动影响深度愈大，则勘探深度愈大。决定坑孔布置和设计的上述两类因数究竟以谁为主，取决于勘察设计阶段。早期主要根据工程地质条件的特点布置坑孔，晚期主要根据建筑物设计要求布置坑孔。

四、进行勘探工作的合理程序

每个勘探坑孔都有明确的目的性，是节约勘探工作量、降低成本的基本前提。为此，在勘探之前必须详细作好测绘工作，以便对勘探区作出充分的地质分析和推断，提出需要勘探解决的问题。

总之，每一坑孔进行之前，都必须有经过充分地质分析所作出的工作假设，而在勘探进行中，又必须随时用新的资料充实或修改这些假设。相应地对坑孔布置和个别坑孔设计作必要的修改或补充。

五、钻孔设计书的编制与坑孔编录工作

1、设计书的编制

钻探工作开始之前，工程地质人员除编制整个工程地质勘探设计外，还应逐个编制钻孔设计书（或称任务书），以保证钻探工作达到预定要求，并使钻探人员对各种所需材料提前进行准备。

设计（任务）书的内容包括：①、钻孔目的及钻进中应注意的问题；②、钻孔类型（直孔、斜孔及斜度）及理由；③、钻孔深度及说明可能增减孔深的情况；④、钻孔结构，包括钻进方法，开、终孔径，变径深度，说明可能遇到的地层情况、地质构造、物理地质现象及水文地质条件，并根据已有资料作出钻孔设计理想柱状图；⑤、提出对钻进方法、速度、固壁方式及孔斜、弯曲程度等方面的要求；⑥、地质要求。包括岩芯采取率（一般岩层 $>80\%$ ，软弱夹层、断层破碎带 $>60\%$ ）、取样位置、间距、规格、数量，水文地质试验项目、位置、水位地质观察（如水位稳定标准等）要求及止水的要求等；⑦、钻孔结实后的处理办法；⑧、另外，还应注明孔口高程、坐标位置、钻孔编号等。

2、岩芯观察、描述和编录

确定岩石的成分、状态及产状，描述其矿物及颗粒成分、结构、构造，划分出不同的风化带。

还要尽量可能地得到某些定量概念，以判定岩石的工程地质性质。如岩石的岩芯获得率（**RQD**指标）、裂隙模数等。

对所有岩芯应按其形状和一定比例尺进行素描。





3、钻进动态的观察和记录

钻进动态能提供有关岩石完整程度和裂隙发育程度的重要资料。如进尺速度低于该可钻级别的平均速度且钻进不平稳，一般为裂隙相当发育；如有掉钻，往往是有溶洞或较大的张开裂隙；如有孔壁掉块或卡钻，表明岩石极其破碎或软弱。冲洗液的消耗也由于岩石的完整性不同而有所变化。

4、地下水的观察和记录

它包括系统观察初见水位和稳定水位、记录其高程。记录各压（抽、注）水段单位吸水量或渗透系数。

5、钻孔资料的整理

钻进工作完成后，应进行资料整理。主要成果有：

- ①、钻孔柱状图
- ②、钻孔操作及水文地质试验原始记录
- ③、岩芯素描

6、坑探工程

特别是重型坑探工程，要消耗较多的人力、物力，对它进行全面观测和正确描述及编录，就尤为必要。在掘进过程中，应完成下列工作：

- ①、详尽地观测坑壁岩石的成分、结构、构造、产状、裂隙及风化情况，绘出坑壁展示图和某些现象的素描；
- ②、观察和记录开挖期间及开挖后坑壁岩体动态，并记录掘进方法及速度；
- ③、观察和记录地下水动态。
- ④、在展示图上注明坑口高程、坑深等有关其它问题。

第四章 工程地质现场（野外）试验

第一节 概 述

现场试验工作能在天然条件下，测定较大岩土体的各种性能，所得资料比在实验室内用小块岩土试样所得资料更符合实际情况，更能反映岩体由于裂隙、软弱夹层及各种结构面的切割而造成的非均质性及各向异性。常用的野外试验工作分为四大类：岩土力学性质的野外测定；岩体中应力的测定；水文地质试验和改善岩土性能的试验。

第二节 岩土力学性质的野外测定

一、疏松土的强度及变形性能的野外测定

(一)、载荷试验

1、一般的载荷试验

它可直接得到天然条件下未扰动土在垂直荷载作用下的承载力、压缩模量，并测定膨胀系数等指标。

2、旁压试验

旁压试验是在钻孔内利用旁压器对孔壁施加水平压力，同时量测孔壁的变形。以求得压力与变形两者的相互关系。它相当于钻孔内水平载荷试验，其成果同样可以计算 $[R]$ 及 E_0 值。

(二)、疏松土抗剪强度试验

用小块的试验在实验室测定抗剪强度，不能考虑土体的不均一性。实际上，土体又多属非均质的。为了使所测得的数值更符合实际，常需要进行野外剪切试验。

1、十字板剪力试验

如果粘性土处于软塑到流塑状态，难以取得原状样，则可用十字板剪力仪测定土体抗剪强度。

2、水平挤出法剪力试验

本试验设备及工作原理见图。工作时，在试样土体两边各挖一条形长槽，使试样与侧界土体分离。然后对其施加推力将土体剪断。剪断土体后，确定出滑动弧的位置和形状，并将剪断土体分成条块。即可计算土体的抗剪强度指标 C 、 $tg\varphi$ 值。

(三)、触探试验

触探试验的基本原理是将一个特制的探头用静力压入或用动力冲击穿入土层之中。探头迫使土层被挤开，造成一种复杂的剪切破坏。从而可以从贯入的力（阻力）大小，间接量测贯入范围内任意深度处土层的原位抗剪强度。按贯入力的形式和探头结构不同，触探可分为：静力触探、动力触探和标准贯入试验。

1、静力触探试验

静力触探是将一金属探头用静力压入土层。根据连续测得的探头锥尖阻力大小，来间接地判定土的相对密度、土的承载力和变形模量等指标。

2、动力触探试验

动力触探是利用一定的锤击能量，将一定规格的圆锥形探头打入土中。根据其入土的难易程度来判断土的性质的一种现场测试方法。

目前，常用的动力触探根据锤重分为轻型、中型和重型三种。

3、标准贯入试验

简称“标贯试验”。它实质上仍属动力触探类型之一（特别是与重型动力触探相似）。所不同的是其探头不是实心圆锥形，而是标准规格的空心圆筒形，称为标准贯入器。它利用规定的落锤能量（锤重**63.5kg**、落距**76cm**）将贯入器打入土中，根据贯入指标**N（63.5）**来判定土的物理力学性质。它通常用于砂土和粘性土。

在进行标贯试验时，还需注意：

①、不能跨层进行标贯试验；

②、每次试验时，应预打**15cm**，然后再正式打入土层**30cm**深。
记击数只能记打入**30cm**的击数；

③、每次标贯试验的间距应大于**1米**，不得进行连续标贯。以保证土的原状性和资料的可靠性。

二、岩体的变形性能及抗剪强度测定

（一）、岩体变形性能的测定

在坚硬的岩石上修坝或开挖有压隧洞，需要测定岩石的变形模量、弹性模量及弹性抗力系数。而天然岩体具有各种结构面，要使测定结果符合实际情况，必须在野外进行现场测定。

为测得上述指标，根据施加荷载的特征，试验可分为静力法和动力法两大类。

1、静力法

本方法就其加荷形式，又分为平面法和环形法两种。

2、动力法

它实际上是地震法的一种具体应用。

3、静、动力法资料对比

（二）、岩体的抗剪强度试验

岩体的破坏，主要是剪切破坏。所以，抗剪强度指标是计算重力坝坝基、拱坝支座抗滑稳定及岩质边坡稳定的重要指标。

本试验也叫原位抗剪强度试验。在水利水电工程中，通常采用双千斤顶法。即和平硐中的岩体试件上，用两个千斤顶。一个对试件施加垂直压力，另一个施加在试件侧面，与剪切面（岩层面或欲进行剪切的构造面）成**15°** 夹角，对试件施加斜向推力。

第三节 岩体的应力测定

目前，测定岩体应力的方法主要有：

- 一、应力解除法
- 二、应力恢复法

第四节 钻孔压水试验

钻孔压水试验是用专门的止水设备把一定长度的钻孔段隔离出来，然后用固定的水头向这一段钻孔压水。水将从孔壁的裂隙向四周渗漏。最终渗漏的水量会趋于一个稳定值。根据压水水头（压力）、试段长度和渗入水量，即可确定裂隙岩石的渗透性能。通常以单位压力（米）、单位长度（米）试段和单位时间内的吸水量（升/分）表示。称之为单位吸水量。所以，岩石单位吸水量的定义为：在单位压力值下、单位长度试段内、单位时间岩石的吸入水量。代号： ω ；单位：升/分·米·米。

压水试验由于对试验岩体要施加较大的压力。所以，它适合于较为完整、坚硬的基岩钻孔之内（压力值一般为30米水柱高）。而且，它在地下水位以上或以下均可进行。

应力解除方法

孔底应力解除法

孔底应力解除法测定岩体应力的步骤：

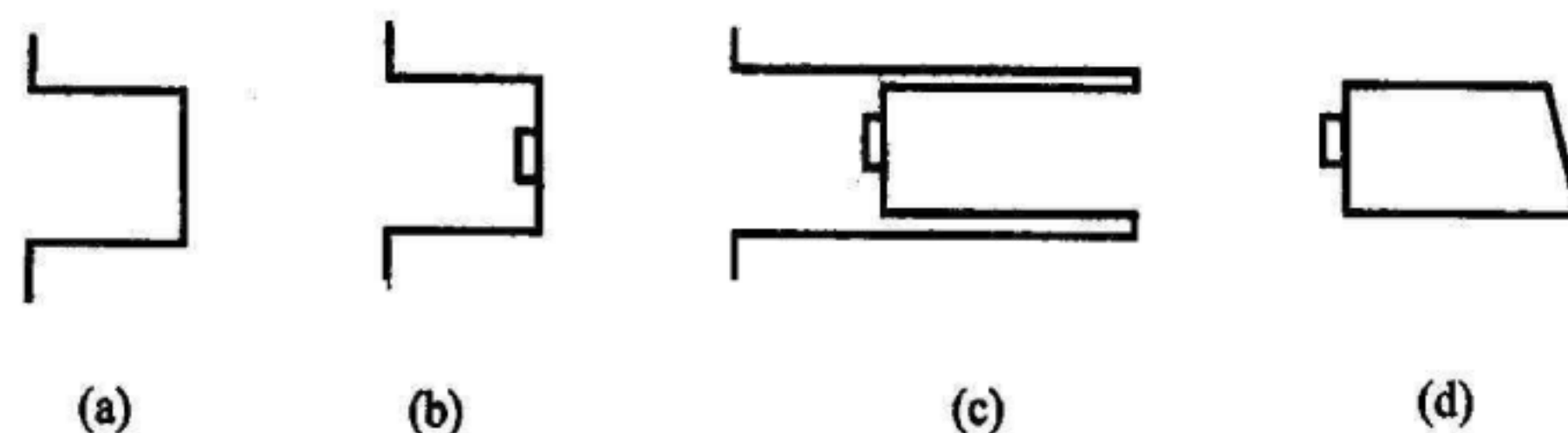


图 孔底应力解除法步骤

- 1、打大孔至测点，磨平孔底。
- 2、在孔底粘贴电阻应变花探头。
- 3、解除应力，测量其应变。
- 4、取出岩心，测其弹性参数。
- 5、计算岩体应力。

第五节 灌浆试验

一、试验目的及应取得的数据

拦河坝基岩体的渗透性及强度不符合设计要求时，就需要用钻孔向岩体内压入某种浆液。以降低渗透性、提高岩石的强度和完整性。

为降低渗透性而进行的灌浆，称为帷幕灌浆；以提高岩体强度和完整性而进行的灌浆，称为固结灌浆。灌浆材料视其目的不同，可用粘土、水泥、沥青、丙凝、环氧树脂等材料。

为使灌浆帷幕有好的连续性及一定的厚度，以达到防渗目的和使固结灌浆能提高坝基岩体的强度及完整性。施工前，必须进行灌浆试验。以找出合理的孔排距和孔间距、灌浆压力及浆液稠度等重要数据。

二、灌浆试验地段选择和试验孔的设计

试验地段应在已经选定的坝轴前后，及坝肩与基岩接触处。在一定条件下向两岸延伸一定距离。试验孔中，灌浆段的位置和长度必须根据工程地质剖面图、钻孔压水试验成果等综合分析确定。

灌浆试验孔径一般不小于**91mm**，深度尽可能达到隔水顶板；但隔水层埋藏很深时，孔深一般定为坝上、下游水头差的一半。

灌浆孔的布置，采用逐渐加密法。为保证帷幕厚度，钻孔排数一般为**2~3**排，排距**2~4m**，孔距一般用**3m**，最密为**1~0.5m**。固结灌浆孔的孔、排距与前一样。但通常采用梅花形或正方形排列布孔。

在两灌浆孔间的检查孔中测定 ω 值，用以判定是否应加密灌浆孔。如为帷幕灌浆，当检查孔 ω 值大于**0.01**时，就需要灌下一序次孔；如为固结灌浆，则以 ω 值大于**0.02**作为需要灌下一序次的标准。

灌浆孔的布置，采用逐渐加密法。为保证帷幕厚度，钻孔排数一般为**2~3**排，排距**2~4m**，孔距一般用**3m**，最密为**1~0.5m**。固结灌浆孔的孔、排距与前一样。但通常采用梅花形或正方形排列布孔。

在两灌浆孔间的检查孔中测定 ω 值，用以判定是否应加密灌浆孔。如为帷幕灌浆，当检查孔 ω 值大于**0.01**时，就需要灌下一序次孔；如为固结灌浆，则以 ω 值大于**0.02**作为需要灌下一序次的标准。

三、灌浆压力的确定及浆液稠度

1、灌浆压力的确定

灌浆允许的最大压力主要取决于灌浆段距地表的深度（**h**）、岩体性质和结构特征。其中岩体的容重（**y**），岩体中透水裂隙的连续性和产状等因数的影响尤为明显。灌浆允许的最大压力（**P**）与上述因数的关系表达式为：

$$P = cyh$$

式中：**c**——岩体阻抗抬动的阻力系数。不同地质情况下的**c**值，应根据代表性地段所作灌浆试验来加以确定。

在试验中，为确定**P**值，通常根据试验时浆液或注水消耗量突然增大时的压力值，或不断增高的灌浆压力突然出现回降时的压力值来判定。一般对软弱岩层应小于**15**个大气压，对岩溶发育岩体，只能用**2~3**个大气压，对于坚硬岩体可采用**50**个大气压。但对同一岩层，由地表到地下应逐渐增大，以提高灌浆效果。

2、浆液稠度的确定

浆液稠度的大小应根据具体的地质条件而定。一般是根据压水试验的 ω 值而定。以水泥浆液为例， ω 值越大，浆液稠度越大。

四、灌浆效果检查

灌浆结束，待浆液凝固后，要进行一些试验。检查灌浆效果。为判定灌浆后岩体渗透性的改善程度和测定浆液渗入的有效半径，需要在灌浆孔邻近布置适当的钻孔进行压水试验。当地下水具有侵蚀性时，还要研究地下水对灌浆成分的溶蚀、侵蚀速度及侵蚀量等。

第五章 工程地质勘察中的长期观察工作

第一节 概 述

长期观测工作就是在长期观测站（点、段）观察某些随时间而变化的工程地质条件与工程活动有关的自然地质作用或人类工程活动引起的工程地质作用随周围有关自然或人为因素的变化而变化的规律性或称其动态，阐明其变化趋势、规模，用以评价它对人类工程活动的危害性。

第二节 孔隙水压力的观测

工程地质分析原理中，已经讲了岩土体中有效应力与孔隙水压力的关系、孔隙水压力在水库诱发地震、地面沉降和斜坡稳定中的重要作用。设计土质堆填的坝、堤等验算其边坡稳定性、评价某些地基稳定性以及粘土斜坡产生滑坡的可能性等等，都需要有孔隙水压力的确切数据及分布情况、孔隙水压力随外荷载增加或外界因素的变化而变化的资料等。为此，需要在现场埋设仪器进行观测。目前，常用的孔隙水压力仪大致有液压式、电气式、气压式、纲弦式等四类。

观测点的布置，视观测目的的不同而异。一般原则是将多个仪器分别埋于不同观测点的不同深度处，形成一个观测剖面，以测量孔隙水压的空间分布状态。

第三节 斜坡岩土体变形及滑坡动态观测

一、观测目的及要求

滑坡或崩塌发生前，对斜坡岩土体的变形发展进行观测，以预报崩塌或滑坡的产生；滑坡发生后，观测其动态规律及与周围因素的关系，准确测定滑动带位置，为滑坡防治提供可靠依据；在整治滑坡过程中，监测滑坡的发展变化情况，预测发展趋势，作出险情预报；整治后，观测的目的在于检查措施的效果以及测定作用于防滑结构上的土压力以检查设计的正确性。

二、斜坡岩土体变形的观测

三、滑坡地面位移观测

四、滑坡面位置观测

第四节 地下硐室围岩变形及山压的观测

对地下硐室进行工程地质评价的中心问题是论证围岩的稳定性、预测山岩压力的大小和分布，以便选择适宜的支护类型、衬砌厚度和施工方法。

观测应选择在地质构造有典型意义的多个地段进行。主要包括围岩变形的观测和实际山压的观测两个方面。

测定围岩相对位移，多采用钻孔多点伸长仪。

沿支护的周边装置多个测力仪，就可以观测山压的分布。开挖后，每隔一定时间进行一次观测，则可获得山压随时间而增长的情况。

第五节 建筑物沉降和变形的观测

建筑物沉降和变形观测所得的资料，可用以准确判定地基岩土变形性及均匀性，检验计算理论、方案和所用资料的可靠性。获得在一定地质条件下，进行建筑时，选择适宜结构的知识。

沉降观测的方法是，在建筑物周边的墙、柱或基础上的相同高程处设置多个固定的测点。测点应分布于转角、纵横墙连续点和沉降缝两侧。点距10~15 m。在相当长时间内，对测点每隔一定时间进行一次测量，得到它们对某一基准点的高程变化值，并绘制出沉降——时间曲线。

综上所述，长观工作的类型、对象是多种多样的。要正确进行长观，取得可靠的分析资料，一般应注意：

- ①、观测位置的选择
- ②、观测间隔时间的选择
- ③、观测仪器的选择
- ④、资料整理

第七章 工程地质勘察中的室内工作

工程地质勘察中除了进行测绘、勘探、现场试验及长观等野外工作外，还要进行大量的室内工作。其中包括野外工作前的室内准备（主要是编写勘察工作大纲）、各项野外工作进行期间的资料统计、整理工作、工程地质图的编制和工程地质报告的编写工作等。

第一节 工程地质勘察大纲的编写

工程地质勘察大纲是工程地质勘察工作的指南，是勘察工作必须遵守的准则。

要完成此项工作，首先要全面搜集和深入研究勘察地区的已有文献、档案资料，必要时还要进行现场踏勘，以便获得勘察区工程地质条件的基本轮廓，找出野外勘察中所应研究的主要问题。这样，才能确定采用哪些类型的工作，以及各项工作的工作量大小等。

工程地质勘察大纲是野外勘察工作进行依据，在内容方面，必须包括以下各点：

- 1、地区一般工程地质条件简述
- 2、本阶段工程地质勘察所应研究的问题
- 3、野外勘察的工作方法及工作量，特殊要求等；
- 4、勘察工作日程表、人员组成及经费预算等等。

第二节 工程地质图的编制

为了将区内各种工程地质条件和现象的空间分布和相互配置定量地表示出来,最好的方法(手段)是编制工程地质图。工程地质图是如实地反映某一研究地区的工程地质条件的图件。它是根据测绘、勘探、试验及长观等所获得的实际资料编制而成的。

一、工程地质图的特征与类型

从工程的规划、设计、施工的要求出发,反映建筑场地工程地质条件、并给予综合评价的图件,称为工程地质图。

按表示的内容和用途,工程地质图可以分为:工程地质分析图、综合工程地质图、工程地质(综合)分区图以及通用和专门工程地质图等。另外,根据各图件所用比例尺的不同,它还可以分为大、中、小比例尺工程地质图。

二、编制工程地质图的一般原则

根据以上讨论,可以认为:编制工程地质图的基本原则是:一方面必须充分地、符合地质规律地反映工程地质条件和动力地质现象;另一方面必须易于为设计人员所理解、且清晰易读。

同时,必须注意到,设计人员往往不善于阅读地质图,并从中得出工程技术上所需要的结论。因此,综合评价制图区域内各个区段的工程地质条件、划分出适宜和不适宜的区段有时是必要的。

在图上,应使用简化而统一的符号、花纹和综合性指标。以便使图件显得更加简明整洁。

三、工程地质图表示的内容及分区

总的来说，工程地质图上都应有工程地质条件的综合表现，并分区作出工程地质评价。图中对工程地质条件所应表示的有以下主要内容：

- 1、地形地貌 图上应划分出地貌形态的等级和地貌单元；
- 2、岩石类型单元的划分及其工程地质特征、厚度变化的表示；
- 3、地质构造；
- 4、水文地质条件；
- 5、物理地质现象。

上述内容在图中均是以一定的线条、花纹、代号、符号、色调等来表示的。这样可以避免图面复杂，不易阅读。但是，它们必须是简明而又统一的。

此外，一张完整的工程地质图上，还应有图例。凡是在工程地质图上出现的一切线条、花纹、代号、符号、色调等，都必须以图例的形式给予说明；同时，图例中也不允许出现图中没有的内容。图例的排列顺序一般是：①、地层代号；②、岩性花纹；③、构造符号；④、勘探试验代号；⑤、水文地质；⑥、各种线条；⑦、其它。

最后，图上应标出图题（或称图铭、图签等）。图题内容包括：勘察单位、部门名称，设计阶段，图件名称，比例尺，精度，批准，审核，校核，制图，测量，描图等的签名，以及图号和顺序号。

四、工程地质图的附件

岩层综合柱状图与地层柱状图
工程地质剖面图
立体投影图等

第三节 工程地质报告的编写

工程地质报告书既是工程地质勘察资料的综合总结，应当有一定科学上的价值，也是设计的地质依据。故它应明确回答该项工程生产所提出的全部实际问题。

工程地质报告书由正文和附件两部分内容组成。

报告书的正文应力求简明扼要，但要足以说明地区工程地质条件的特点。并要对建筑区作出定性或定量的工程地质评价。因而，其内容应当为：**A**、工程地质条件部分（简介及评价）；**B**、结论部分。

工程地质条件部分应全面论述地区所有工程地质条件。包括：①、地区的自然地理概况；②、地区的地质结构（包括地层岩性、地质构造、地质发展史等）；③、地区的地貌、新构造运动特征；④、地区的水文地质条件；⑤、物理地质作用及工程地质作用；⑥、建筑区的天然建筑材料的有关情况等。

结论部分应为工程设计提供全部所需地质资料或数据，以及相应的工程地质结论。内容必须具体明确。此外，还应提出施工过程中注意的事项和长观内容及布置意见。指出尚未解决的工程地质问题和进一步勘察的工作方向及其工作重点等。

报告书的附件包括：

- ①、野外记录本、地质图（平面图、剖面图）、露头素描、照片等；
- ②、钻探、坑探记录、钻孔柱状图、坑道展示图等；
- ③、实验图表、试验记录、长观资料；
- ④、文献、档案的摘录等等。

作业：绘制工程地质图

讲解要点：

- 1、剖面图号（图件大小）的确定；
- 2、图件内、外边框的画法；
- 3、图件比例尺、标高杆的确定和画法；
- 4、图件下方内容的要求；
- 5、图例的要求和画法基本原则；
- 6、图签的基本要求。

第二篇 工程地质勘察各论

第八章 城市规划和工业及民用建筑工程地质勘察

第一节 城市规划工程地质勘察

一、概述

据我国规定，按人口多少把城市的规模划分为四种类型。

城市规划主要是：安排城市的各级建设，指导城市科学地发展，提高城市的经济效益，改善城市环境面貌。它是一项复杂的、多学科进行城市发展的综合手段。具有综合的职能。

二、城市规划的主要工程地质问题

与城市规划有关的主要工程地质问题有：区域稳定性问题，地基稳定性问题，供水水源问题，地质环境的合理利用与保护问题等。

三、城址选择的依据

一个新建城市的城址方案，首先是根据政治和经济发展的需要提出来的，同时，结合考虑当地的自然因素，环境特点，资源情况，进一步确定拟建城市的性质、规模和要求。然后，在几个不同地区，按下列几个方面选择较为优良的城址。

城址的地理环境应优越

城址应尽量靠近自然资源产地

城址应选在地貌单元简单地区

城址应首先选择在地震少而基本烈度低的地区

四、城市规划工程地质勘察要点

根据国务院**1984**年**1**月**5**日颁发的城市规划条例：城市规划设计阶段分为总体规划和详细规划两个阶段，并规定以**20**年为规划期。

总体规划的主要任务是原则地确定城市的性质、发展方针和规模，提出城市总体布局 and 各项建设发展的原则和要求，编制出第一批建筑物及分批建设示意图。与其相应的工程地质勘察任务是根据规划意图、建设规模、城市性质及其它特殊要求，概略查明规划区内各地段的地形、地貌、地层及岩土性质、地质结构、水文地质条件、不良地质现象等工程地质条件诸要素，收集区域性地震的基本烈度以及环境地质资料。

详细规划阶段的主要任务是在近期建设规划范围内对各项建设作出具体布置。与其相应的工程地质勘察任务是根据各项建设的特点，拟建建筑物和构筑物的要求，详细查明各建筑物场地内岩土体的工程地质性质，持力层性状，水文地质条件和不良地质现象等，对各地段的地基稳定性问题作出确切的工程地质评价，为确定规划区内工程建筑的总平面布置，主要建筑物的基础设计方案，施工方法以及对不良地质现象的防治等，提供工程地质资料。

/ 0 1

工 程

第三节 高层建筑工程地质勘察

/
0
1
2
3

第十章 地下建筑工程地质勘察

/

0

1

2

3

/

0

地 察

第四节 有压隧洞围岩及支护结构稳定性的工程地质评价

/

0

1

地地

察察

c

- 1

c.

/...

/
0
1

/
0
1

/

P

/...

0

R

Q

R

P

R

第七节 地下建筑位置和方向选择的 工程地质论证

/

0

1

2

3

/

0

1

第十一章 水利水电工程地质勘察

/
0
1
2

/
0
1

/
0
1

/

0

// %6

1

c

2

/ - / . c / - c 0 / f / f 0 m, / 61,

c c 质

/

0

1

/

0

/

0

1

/

0

/

0

1

2

/

0

1

/

0

1

/

0

/

0

1

2

3

/

0

/

0

1

/
0
1

/

0

1

/

0

1

/

0

/

0

1

/

0

1

