



**T/CECS 562-2018**

---

中国工程建设标准化协会标准

# 城市综合管廊防水工程 技术规程

Technical specification for waterproofing of  
urban utility tunnel

中国计划出版社

中国工程建设标准化协会标准

城市综合管廊防水工程  
技术规程

Technical specification for waterproofing of  
urban utility tunnel

**T/CECS 562-2018**

主编单位：中 国 建 筑 防 水 协 会

中国建筑标准设计研究院有限公司

批准单位：中 国 工 程 建 设 标 准 化 协 会

施行日期：2 0 1 9 年 5 月 1 日

中国计划出版社

2019 北 京



中国工程建设标准化协会标准

# 城市综合管廊防水工程

## 技术规程

T/CECS 562-2018



中国计划出版社出版发行

网址: [www.jhpress.com](http://www.jhpress.com)

地址:北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座3层

邮政编码:100038 电话:(010)63906433(发行部)

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

---

850mm×1168mm 1/32 5.375印张 137千字

2019年3月第1版 2019年3月第1次印刷

印数1—1380册



统一书号:155182·0454

定价:64.00元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话:(010)63906404

如有印装质量问题,请寄本社出版部调换

# 中国工程建设标准化协会公告

第 396 号

## 关于发布《城市综合管廊防水工程技术规程》的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2016 年第一批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2016〕038 号)的要求,由中国建筑防水协会、中国建筑标准设计研究院有限公司等单位编制的《城市综合管廊防水工程技术规程》,经本协会建筑与市政工程产品应用分会组织审查,现批准发布,编号为 T/CECS 562-2018,自 2019 年 5 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会  
二〇一八年十二月十六日

# 前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2016 年第一批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2016〕038 号)的要求,编制组经过广泛调查研究,认真总结经验,参考国内外有关标准,并在广泛征求意见的基础上,编制本规程。

本规程共分 9 章和 2 个附录,主要技术内容包括:总则、术语和符号、基本规定、混凝土结构自防水、明挖法现浇混凝土结构城市综合管廊、明挖法预制装配式混凝土结构城市综合管廊、矿山法城市综合管廊、盾构法城市综合管廊、顶管与箱涵顶进法城市综合管廊等。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑与市政产品应用分会归口管理,由中国建筑防水协会负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送解释单位(地址:北京市海淀区紫竹院南路 2 号,邮政编码:100044),以供今后修订时参考。

**主 编 单 位:** 中国建筑防水协会

中国建筑标准设计研究院有限公司

**参 编 单 位:** 上海市隧道工程轨道交通设计研究院

上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司

中冶京诚工程技术有限公司

中冶建筑研究总院有限公司

北京市市政工程设计研究总院有限公司

中国建材检验认证集团苏州有限公司

军事科学院国防工程研究院工程防护研究所

中国建筑股份有限公司技术中心

北京东方雨虹防水技术股份有限公司

深圳市卓宝科技股份有限公司  
科顺防水科技股份有限公司  
辽宁大禹防水科技发展有限公司  
盘锦禹王防水建材集团有限公司  
宏源防水科技集团有限公司  
西牛皮防水科技有限公司  
江苏凯伦建材股份有限公司  
深圳蓝盾控股有限公司  
北京中建友建筑材料有限公司  
四川蜀羊防水材料有限公司  
广东普赛达密封粘胶有限公司  
广州市白云化工实业有限公司  
河南金拇指防水材料有限公司  
河南科丽奥高新材料有限公司  
进军新科科技(北京)有限公司  
北京市建国伟业防水材料有限公司  
广东鼎新高新科技股份有限公司  
北京金盾建材有限公司  
四川佳世特橡胶有限公司  
大禹伟业(北京)国际科技有限公司  
北京中核北研科技发展股份有限公司  
中城建第十八工程局有限公司  
北京大胡子混凝土外加剂有限公司  
辽宁女娲防水建材科技集团有限公司  
北京宇阳泽丽防水材料有限责任公司  
天津市禹神建筑防水材料有限公司  
北京圣洁防水材料有限公司  
山东北方创信防水科技股份有限公司  
秦皇岛市松岩建材有限公司

北京京禹新材料科技有限公司  
雨中情防水技术集团有限责任公司  
山东汇源建材集团有限公司  
上海豫宏(金湖)建筑防水材料有限公司  
福建中意铁科新型材料有限公司

**主要起草人：**朱冬青 张 勇 郭 景 陆 明 王恒栋  
刘 勇 李跃飞 蔡昭昀 杜 博 余奕帆  
潘水艳 刘铁群 尚华胜 油新华 许 宁  
林旭涛 叶 吉 苑 冰 王 颖 王玉芬  
伍盛江 黄 亮 王 丹 李晋玲 李冬凤  
袁 梅 陈建军 李孝存 许闯阵 高进军  
范增昌 李军政 邵增峰 严 林 李延伟  
华卫东 张 鹏 王新民 孙雪钊 王书苓  
刘 涛 杜 昕 王荣博 张雪松 李英军  
向 创 朱明起 袁 瑞 张振勇 石九龙  
丁培祥

**主要审查人：**叶林标 朱祖熹 冀文政 张道真 霍瑞琴  
朱志远 张仁瑜 曲 慧 杨思忠 曹征富  
刘丙宇 胡勇红

# 目 次

1	总 则 .....	( 1 )
2	术语和符号 .....	( 2 )
2.1	术语 .....	( 2 )
2.2	符号 .....	( 3 )
3	基本规定 .....	( 4 )
4	混凝土结构自防水 .....	( 8 )
4.1	构造设计 .....	( 8 )
4.2	防水混凝土 .....	( 9 )
4.3	混凝土施工 .....	( 11 )
4.4	施工缝 .....	( 13 )
4.5	变形缝 .....	( 17 )
4.6	后浇带 .....	( 22 )
4.7	穿墙管 .....	( 24 )
4.8	桩头和锚杆 .....	( 26 )
4.9	引出接头 .....	( 29 )
4.10	质量验收 .....	( 29 )
5	明挖法现浇混凝土结构城市综合管廊 .....	( 34 )
5.1	一般规定 .....	( 34 )
5.2	卷材防水层 .....	( 35 )
5.3	涂料防水层 .....	( 42 )
5.4	砂浆防水层 .....	( 46 )
5.5	耐根穿刺防水措施 .....	( 46 )
5.6	保护层 .....	( 47 )
5.7	回填作业 .....	( 47 )
5.8	质量验收 .....	( 48 )

6	明挖法预制装配式混凝土结构城市综合管廊 .....	( 51 )
6.1	一般规定 .....	( 51 )
6.2	预制拼装城市综合管廊 .....	( 51 )
6.3	装配整体式城市综合管廊 .....	( 57 )
6.4	质量验收 .....	( 59 )
7	矿山法城市综合管廊 .....	( 61 )
7.1	一般规定 .....	( 61 )
7.2	塑料防水板防水层 .....	( 63 )
7.3	高分子自粘胶膜预铺卷材防水层 .....	( 67 )
7.4	涂膜防水层 .....	( 68 )
7.5	保护及二衬施工 .....	( 68 )
7.6	质量验收 .....	( 70 )
8	盾构法城市综合管廊 .....	( 72 )
8.1	设计 .....	( 72 )
8.2	施工 .....	( 73 )
8.3	质量验收 .....	( 77 )
9	顶管与箱涵顶进法城市综合管廊 .....	( 79 )
9.1	设计 .....	( 79 )
9.2	施工 .....	( 80 )
9.3	质量验收 .....	( 82 )
附录 A	城市综合管廊防水工程所用材料主要性能 .....	( 83 )
附录 B	防水材料进场抽样检验 .....	( 101 )
	本规程用词说明 .....	( 105 )
	引用标准名录 .....	( 106 )
	附:条文说明 .....	( 110 )

# Contents

1	General provisions .....	( 1 )
2	Terms and symbols .....	( 2 )
2.1	Terms .....	( 2 )
2.2	Symbols .....	( 3 )
3	Basic requirements .....	( 4 )
4	Integral concrete structure waterproofing .....	( 8 )
4.1	Structural design .....	( 8 )
4.2	Waterproof concrete .....	( 9 )
4.3	Concrete casting and curing .....	( 11 )
4.4	Construction joint .....	( 13 )
4.5	Deformation joint .....	( 17 )
4.6	Post-poured strip .....	( 22 )
4.7	Penetrations and pre-embedded pieces .....	( 24 )
4.8	Pile cap and anchor .....	( 26 )
4.9	Junctions .....	( 29 )
4.10	Quality acceptance .....	( 29 )
5	Utility tunnel by cut and cover method .....	( 34 )
5.1	General requirements .....	( 34 )
5.2	Sheet membrane waterproof layer .....	( 35 )
5.3	Liquid applied membrane waterproof layer .....	( 42 )
5.4	Mortar waterproof layer .....	( 46 )
5.5	Root penetration resistant layer .....	( 46 )
5.6	Protection layer .....	( 47 )
5.7	Back-filling .....	( 47 )



5.8	Quality acceptance .....	( 48 )
6	Precast concrete utility tunnel .....	( 51 )
6.1	General requirements .....	( 51 )
6.2	Segmented precast concrete utility tunnel .....	( 51 )
6.3	Monolithic precast concrete utility tunnel .....	( 57 )
6.4	Quality acceptance .....	( 59 )
7	Utility tunnel by mining method .....	( 61 )
7.1	General requirements .....	( 61 )
7.2	Plastic sheet waterproofing layer .....	( 63 )
7.3	Pre-applied self-adhesive waterproofing membrane with polymer carrier .....	( 67 )
7.4	Liquid applied membrane waterproof layer .....	( 68 )
7.5	Protection and concrete casting .....	( 68 )
7.6	Quality acceptance .....	( 70 )
8	Utility tunnel by shielding .....	( 72 )
8.1	Design .....	( 72 )
8.2	Construction .....	( 73 )
8.3	Quality acceptance .....	( 77 )
9	Utility tunnel by pipe-jacking or box-culvert jacking .....	( 79 )
9.1	Design .....	( 79 )
9.2	Construction .....	( 80 )
9.3	Quality acceptance .....	( 82 )
	Appendix A Quality of waterproof materials .....	( 83 )
	Appendix B In situ inspection of materials .....	( 101 )
	Explanation of wording in this specification .....	( 105 )
	List of quoted standards .....	( 106 )
	Addition: Explanation of provisions .....	( 110 )

# 1 总 则

**1.0.1** 为使城市综合管廊工程的防水设计和施工符合技术先进、安全环保、经济合理的要求、确保工程质量,制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于混凝土结构城市综合管廊防水工程的设计、施工和质量验收。

**1.0.3** 城市综合管廊防水工程的设计、施工和质量验收除应符合本规程外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术 语

**2.1.1 混凝土结构自防水** integral concrete structure water-proofing

主体结构采用具有抗裂、抗渗性能的防水混凝土,通过采取设置变形缝、后浇带或跳仓法施工等技术措施,控制结构沉降、收缩等变形影响,同时对变形缝、后浇带、施工缝等细部构造部位进行防水密封处理,形成的独立于柔性外设防水层的刚性防水体系。

**2.1.2 防水混凝土** water-resistant concrete

具有抗渗、抗开裂性能的混凝土。

**2.1.3 叠合式结构** superimposed structure

围护结构和内衬结构通过钢筋连成整体,形成结合面传递剪力、整体受力的侧墙结构形式。

**2.1.4 复合式结构** composite structure

围护结构和内衬结构之间设置柔性防水层,不传递剪力的侧墙结构形式。

**2.1.5 分离式结构** unattached structure

围护结构和主体结构侧墙之间预留一定的空间,可在此空间直接施作侧墙迎水面防水层的结构形式。

**2.1.6 装配式混凝土城市综合管廊** precast concrete assembled utility tunnel

构件在工厂预制,现场采用拼装工艺施工成为整体的城市综合管廊,分为预制拼装城市综合管廊和装配整体式城市综合管廊。

**2.1.7 预制拼装城市综合管廊** composite precast assembled utility tunnel

城市综合管廊分段在工厂预制成型,运至建设现场,采用拼装工艺施工成为整体。拼接缝部位采用可靠密封措施,但无钢筋连接的装配式混凝土城市综合管廊。

### 2.1.8 装配整体式城市综合管廊      monolithic precast assembled utility tunnel

预制混凝土构件的拼接部位钢筋,通过可靠的方式连接并在现场浇筑混凝土形成整体的城市综合管廊。

### 2.1.9 抗窜水性      anti-lateral water migration property

通过防水层与主体结构满粘,阻止水在压力作用下沿粘结界面不定方向流动的性能。

### 2.1.10 预埋分区注浆系统      pre-partition and back-filling grout system

用外贴式止水带将防水层与衬砌结构之间的界面分割成独立区域,后期通过预设在防水板表面的注浆嘴回填注浆封闭界面空间,提高矿山法城市综合管廊防水系统可靠性的措施。

## 2.2 符 号

$A$ ——密封垫沟槽截面积;

$A_0$ ——密封垫截面积;

$b$ ——承插口接口间隙;

$D$ ——混凝土基层相邻两凸面间凹进去的深度;

$d_r$ ——圆形截面的直径或楔形截面的高度;

$D_R$ ——安装前弹性橡胶密封圈的环向周长;

$D_W$ ——插口工作面周长或插口预留槽周长;

$D_{RCM}$ ——混凝土氯离子扩散系数(RCM法);

$K_j$ ——环(周)径系数;

$L$ ——混凝土基层相邻两凸面间的距离;

$Q_s$ ——混凝土电通量(电通量法);

$\rho$ ——弹性橡胶密封圈压缩率。

### 3 基本规定

**3.0.1** 城市综合管廊工程的规划、设计、施工和维护应符合现行国家标准《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838 的有关规定。

**3.0.2** 城市综合管廊防水工程的设计和施工应遵循以防为主、刚柔相济、多道设防、因地制宜、综合治理的技术原则。

**3.0.3** 根据城市综合管廊工程的特点和需要,宜搜集下列技术资料:

1 地下水水位变化规律、地下水类型、腐蚀性介质的种类及含量等水文地质资料;

2 工程地质资料;

3 基础、结构特点及施工工艺;

4 城市综合管廊规划、设计及工艺;

5 现场施工条件和周边环境;

6 相关设施资料。

**3.0.4** 城市综合管廊工程的防水等级应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的有关规定。防水等级不应低于二级,干线管廊或上部有种植绿化要求的城市综合管廊,防水等级宜为一级。

**3.0.5** 城市综合管廊防水工程设计方案内容宜包括:

1 防水等级和设防要求;

2 防水混凝土的抗渗等级和结构耐久性技术指标;

3 外设防水层材料名称、类别及其技术指标;

4 细部节点的防水措施、选用材料及其技术指标;

5 地面挡水、截水系统及工程各种洞口的防倒灌措施。

**3.0.6** 城市综合管廊工程宜采用连续封闭的防水系统,出地面设

施的防水设防高度应高出室外地坪不少于 300mm。

**3.0.7** 城市综合管廊工程应以混凝土结构自防水为基础,并应根据防水等级采取相应的外设防水措施。

**3.0.8** 外设防水层的设置应符合下列规定:

1 宜采用能使防水层与主体结构满粘并具有抗窜水性能的材料及施工工艺;

2 柔性外设防水层宜连续满粘于结构迎水面;

3 卷材-卷材相邻使用时,卷材防水层之间宜满粘;

4 不同种类的防水材料相邻使用时,材料之间应具有相容性。

**3.0.9** 干旱少雨地区且地下水丰水期水位低于工程底板标高,并处于一般环境中的城市综合管廊工程,在相同防水等级下可降低设防要求。

**3.0.10** 城市综合管廊的吊装口、通风口、人员逃生口等露出地面的构筑物应满足城市防洪要求,并应设置防止地表水倒灌的设施。

**3.0.11** 对管线支座、吊架等预埋固定件应采取防水防腐措施。

**3.0.12** 处于冻融环境、海洋氯化物环境及化学腐蚀环境等条件下的城市综合管廊工程,应依据环境特性采取相应的防腐和防水措施。

**3.0.13** 不宜将多舱城市综合管廊中的舱室直接作为雨水排水通道。

**3.0.14** 城市综合管廊防水工程所用防水材料及配套材料的品种、规格、性能应符合相关现行国家、行业标准的规定及设计要求。

**3.0.15** 防水材料的进场验收应符合下列规定:

1 对材料的外观、品种、规格、包装、尺寸和数量等进行检查验收,并经监理单位或建设单位代表检查确认,形成相应验收记录;

2 对材料的质量证明文件进行检查,并经监理单位或建设单位代表检查确认,纳入工程技术档案;

**3** 材料进场后应按本规程附录 A 和附录 B 的规定抽样检验,检验应执行见证取样送检制度,并出具材料进场检验报告,其性能应符合本规程附录 A 的规定;

**4** 材料的主要性能检验项目全部指标达到标准规定时,即为合格;若有一项指标不符合标准规定时,可在受检产品中重新取样进行全项复验,复验结果符合标准规定,则判定该批材料为合格。严禁使用不合格的防水材料。

**3.0.16** 城市综合管廊工程使用的防水涂料中有害物质限量应符合现行行业标准《建筑防水涂料中有害物质限量》JC 1066 的有关规定。防水材料的施工不得对周围环境造成污染。

**3.0.17** 防水材料的施工环境条件应符合下列规定:

**1** 严禁在雨天、雪天、五级及以上大风时露天施工;

**2** 防水卷材冷粘法、自粘法施工时的环境温度不宜低于  $10^{\circ}\text{C}$ ,防水卷材热熔法、焊接法施工时的环境温度不宜低于  $-10^{\circ}\text{C}$ ;

**3** 聚合物水泥防水涂料、聚氨酯、聚脲、喷涂速凝橡胶沥青防水涂料和丙烯酸盐喷膜防水涂料的施工环境温度宜为  $5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ ,非固化橡胶沥青防水涂料的施工环境温度不宜低于  $-10^{\circ}\text{C}$ ;

**4** 防水卷材施工过程中如遇雨、雪时,应做好已铺卷材的收头密封和防护工作;涂膜固化前,应采取保护措施;

**5** 密封胶施工温度宜为  $10^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 。

**3.0.18** 城市综合管廊防水工程施工的安全与环境保护应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的有关规定。

**3.0.19** 城市综合管廊防水工程的分项工程检验批划分和抽样检验数量应符合下列规定:

**1** 混凝土原材料及拌合物、现浇混凝土结构及预制装配式混凝土结构的检验批划分应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定;

**2** 细部构造防水应按变形缝或后浇带等施工段划分检验批,并应全数检查;

**3** 卷材防水层、涂料防水层、砂浆防水层等外设防水层应按照变形缝、后浇带等施工段划分检验批；

**4** 盾构法、顶管法及箱涵顶进法施工的城市综合管廊防水工程应按变形缝、施工距离等施工段划分检验批；

**5** 各检验批的抽样检验数量应符合本规程的规定。

**3.0.20** 城市综合管廊防水工程的施工，应建立各道工序的自检、交接检和专职人员检查的“三检”制度，并应有完整的检查记录；工程隐蔽前，应由施工单位通知监理或建设单位进行验收，并形成隐蔽工程验收记录；未经监理工程师或建设单位代表对上道工序的检查确认，不得进行下道工序的施工。

**3.0.21** 竣工验收前应进行全面检查，并应对渗漏水缺陷部位进行治疗，治理后的防水效果应符合工程设计防水等级的要求。

**3.0.22** 城市综合管廊防水工程应按设计的防水等级标准进行验收，渗漏水的调查与检测应符合现行国家标准《地下防水工程施工质量验收规范》GB 50208 的有关规定。

**3.0.23** 建造和运营期间的渗漏水治理设计、选材和施工应符合现行行业标准《地下工程渗漏治理技术规程》JGJ/T 212 的有关规定。



## 4 混凝土结构自防水

### 4.1 构造设计

4.1.1 城市综合管廊结构迎水面应采用防水混凝土。

4.1.2 现浇钢筋混凝土城市综合管廊结构设计应符合下列规定：

1 底板及侧墙结构厚度不应小于 250mm，顶板、非承重侧壁和隔墙等构件的厚度不宜小于 200mm；

2 纵向受力筋的配筋率不应低于 0.2%；

3 裂缝控制等级应为三级，结构构件的最大裂缝宽度限值不应大于 0.2mm，且不应贯通。

4.1.3 钢筋的混凝土保护层厚度应根据结构类型、环境条件和耐久性要求等确定，一般环境作用下混凝土结构构件钢筋净保护层最小厚度应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 的有关规定。

4.1.4 现浇混凝土结构施工缝与后浇带的设置应符合下列规定：

1 留设位置应在混凝土浇筑前确定，并应符合设计要求；

2 侧墙水平施工缝位置宜高出底板上表面或水平楼板顶面 200mm~300mm，或宜留在板墙或拱墙接缝线以下 150mm~300mm 处；侧墙有预留洞口时，施工缝距孔洞边缘不应小于 300mm；

3 施工缝及后浇带宜采取钢筋防锈或阻锈等保护措施。

4.1.5 变形缝的设置应符合下列规定：

1 变形缝的间距可根据围岩条件、施工工艺、使用要求以及运营期间管廊内部温度相对于结构施工时的变化等因素，按类似工程的经验确定；

2 干线管廊引出段结合部位宜设置变形缝；

3 变形缝宽度宜为 20mm~30mm，变形缝处的混凝土结构

厚度不应小于 300mm；

4 用于伸缩的变形缝宜少设或不设，可根据结构特点、工程地质条件、结构施工工艺等情况，采用跳仓法施工或设置后浇带等替代措施。

4.1.6 明挖法现浇混凝土结构城市综合管廊接缝防水设防要求应符合表 4.1.6 的规定。

表 4.1.6 明挖法现浇混凝土结构城市综合管廊工程接缝防水设防要求

工程部位	施工缝				后浇带				变形缝						
	结构断面内		结构迎水面		结构断面内		结构迎水面		结构断面内	结构背水面	结构迎水面				
防水措施	中埋式钢板止水带或自粘丁基橡胶钢板止水带	遇水膨胀止水胶(条)	预埋注浆管	水泥基渗透结晶型防水涂料	防水涂料	防水卷材	聚合物水泥防水砂浆	补偿收缩混凝土	中埋式自粘丁基橡胶钢板止水带	水泥基渗透结晶型防水涂料	预埋注浆管	遇水膨胀止水胶	外贴式橡胶止水带	防水涂料	防水卷材
设防要求	应选两种		可选	宜选一种		应选	应选一种		应选一种		应选	可选	可选	宜选一种	

4.1.7 现浇混凝土结构底板混凝土垫层的强度等级不应小于 C15，厚度不应小于 100mm，在软土层中不宜小于 150mm。

## 4.2 防水混凝土

4.2.1 防水混凝土宜采用预拌混凝土，其质量应符合现行国家标

准《预拌混凝土》GB/T 14902 和《混凝土质量控制标准》GB 50164 等的有关规定。

**4.2.2** 防水混凝土抗压强度等级不应低于 C35,抗渗等级不应小于 P8,试配混凝土的抗渗等级应比设计要求提高 0.2MPa。

**4.2.3** 防水混凝土除应满足设计抗压强度等级及抗渗等级要求外,尚应根据城市综合管廊工程所处的环境和工作条件,采取抗裂、抗冻和抗侵蚀性等提高耐久性措施。当结构处于侵蚀性地层中时,防水混凝土的氯离子扩散系数  $D_{\text{RCM}}$  不宜大于  $3.5 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$  或电通量  $Q$  宜小于 2000C。

**4.2.4** 入廊热力管线应采取保温隔热措施,防水混凝土的最高使用环境温度不应高于 100℃。

**4.2.5** 用于防水混凝土的水泥应符合下列规定:

1 宜采用符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥;

2 在受侵蚀性介质作用时,应按介质的性质选用相应的水泥品种;

3 不应使用过期或受潮结块的水泥,并不应将不同品种或强度等级的水泥混合使用;

4 水泥的比表面积不宜大于  $350 \text{ m}^2/\text{kg}$ ;

5 混凝土拌合时,不宜使用温度大于 60℃ 的水泥。

**4.2.6** 用于防水混凝土的骨料应符合下列规定:

1 粗骨料宜选用坚固耐久、粒形良好的洁净石子;泵送时其最大粒径不应大于输送管径的 1/4,且不应大于钢筋间最小净距的 3/4;吸水率不应大于 1.5%;最大粒径不宜大于 40mm,含泥量不应大于 1.0%,泥块含量不应大于 0.5%;粗骨料的质量要求应符合国家现行标准《建设用卵石、碎石》GB/T 14685 的有关规定;

2 细骨料宜选用坚硬、抗风化性强、洁净的中粗砂,不应使用未经净化处理的海砂;细骨料含泥量不应大于 3.0%,泥块含量不应大于 1.0%;细骨料的质量要求应符合国家现行标准《建设用

砂》GB/T 14684 的有关规定；

**3** 细骨料中氯离子含量应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

**4.2.7** 防水混凝土选用矿物掺合料时应符合现行国家标准《矿物掺合料应用技术规范》GB/T 51003 的有关规定。

**4.2.8** 防水混凝土可根据工程需要掺入减水剂、膨胀剂、防水剂、引气剂等外加剂,其品种和用量应经试验确定,所用外加剂的技术性能应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的有关规定。不同品种外加剂复合使用时,应检验其相容性。不应使用含有氯盐的外加剂。

**4.2.9** 拌合及养护用水,应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定。

**4.2.10** 防水混凝土可根据工程抗裂需要掺入合成纤维或钢纤维,纤维的品种及掺量应通过试验确定,并应符合现行行业标准《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T 221 的有关规定。

**4.2.11** 当使用碱活性骨料时,防水混凝土中各类材料的总碱量( $\text{Na}_2\text{O}$ 当量)不应大于  $3.0\text{kg}/\text{m}^3$ ,其应用应符合现行国家标准《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T 50733 的有关规定。拌合物中水溶性氯离子含量应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的有关规定。

**4.2.12** 防水混凝土的水胶比不应大于 0.50,胶凝材料用量不应小于  $320\text{kg}/\text{m}^3$ ,配合比设计应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的有关规定。

**4.2.13** 补偿收缩混凝土配合比设计应符合现行行业标准《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T 178 的有关规定。

**4.2.14** 大体积混凝土配合比设计应符合现行国家标准《大体积混凝土施工标准》GB 50496 的有关规定。

### **4.3 混凝土施工**

**4.3.1** 防水混凝土的拌合、运输、输送、浇筑和养护应符合现行国

家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

**4.3.2** 防水混凝土施工前应做好降排水工作,不应在有积水的环境中浇筑混凝土。

**4.3.3** 用于防水混凝土的模板应拼缝严密、支撑牢固。

**4.3.4** 混凝土结构钢筋保护层厚度控制宜采用预制钢筋间隔件,其技术指标应符合现行行业标准《混凝土结构用钢筋间隔件应用技术规程》JGJ/T 219 的有关规定。其中,水泥基类钢筋间隔件应符合下列规定:

1 水泥砂浆间隔件的强度不应小于防水混凝土的强度;

2 混凝土间隔件的混凝土强度应比构件混凝土的强度等级至少提高一级。

**4.3.5** 防水混凝土结构内部设置的各种钢筋或绑扎铁丝,不应进入保护层。用于固定模板的工具式螺栓必须穿过防水混凝土结构时,螺栓上应满焊止水环或采取其他止水构造措施。拆模后应清理螺栓头凹坑,并用聚合物水泥砂浆抹平。

**4.3.6** 防水混凝土应采用机械振捣,避免漏振、欠振和过振。

**4.3.7** 底板和顶板混凝土浇筑后,在初凝前和终凝前,宜分别对裸露的混凝土表面进行抹面处理。

**4.3.8** 混凝土的拆模时间应考虑气候条件、工程部位和养护龄期等,必须达到有关规范对混凝土拆模时强度的要求;侧墙混凝土的拆模时间不宜少于 3d。

**4.3.9** 混凝土浇筑后应及时进行保湿养护,保湿养护可采用洒水、覆盖、喷涂养护剂等方式。养护方式应根据现场条件、环境温湿度、构件特点、技术要求、施工操作等因素确定。

**4.3.10** 防水混凝土的保湿养护应符合下列规定:

1 采用洒水养护时,宜在混凝土裸露表面覆盖塑料薄膜、麻袋或草帘,也可采用直接洒水或蓄水等养护方式;洒水养护应保证混凝土表面处于润湿状态;当日最低温度低于 5℃ 时,不应采用洒水养护;

2 采用覆盖养护时,宜在混凝土裸露表面覆盖塑料薄膜、塑料薄膜加麻袋或塑料薄膜加草帘等方式;塑料薄膜应紧贴混凝土裸露表面,塑料薄膜内应保持有凝结水;覆盖物应严密,覆盖物的层数应按施工方案确定;

3 采用喷洒养护剂养护时,养护剂应均匀喷涂在结构表面,不应漏喷;养护剂应具有可靠的保湿效果,保湿效果可通过试验确定;养护剂的使用方法应符合产品说明书的有关要求。

4.3.11 防水混凝土的保湿养护时间不应小于 14d;大体积混凝土养护时间应根据施工方案确定。

4.3.12 冬期、高温和雨期施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

## 4.4 施 工 缝

4.4.1 施工缝和后浇带处浇筑混凝土应符合下列规定:

1 结合面处应为粗糙面,应清除结合面上的浮浆、松动石子、软弱混凝土层;

2 结合面处应洒水润湿,但不应有积水,并宜涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料;

3 施工缝处已浇筑混凝土的抗压强度不应小于 1.2MPa;

4 润滑输送管的水泥砂浆用于润湿结构水平施工缝时,水泥砂浆应与混凝土浆液成分相同;接浆厚度不应大于 30mm。

4.4.2 施工缝的密封防水措施应符合下列规定:

1 中埋式钢板止水带、钢边橡胶止水带或自粘丁基橡胶钢板止水带应在结构断面的中部对称埋设;钢板止水带宽度不应小于 300mm,厚度不宜小于 3mm;自粘丁基橡胶钢板止水带宽度不应小于 150mm,厚度不应小于 5mm,单面丁基橡胶厚度不应小于 2mm;

2 遇水膨胀止水条或遇水膨胀止水胶应设置在结构断面的中部;遇水膨胀止水条的宽度和厚度均不宜小于 15mm;遇水膨胀

止水胶的宽度不宜小于 10mm,厚度不宜小于 5mm;当与中埋式止水带复合使用时,遇水膨胀止水条(胶)宜设置在中埋式止水带的背水面;

**3** 预埋注浆管应设置在结构断面的中部,且离结构表面距离不应小于 70mm;

**4** 水泥基渗透结晶型防水涂料可涂刷在结构断面上,其用量及厚度应符合本规程第 5.3.2 条的规定;

**5** 施工缝部位的卷材、涂料加强层应施做在迎水面,并应以缝为中心对称铺设,宽度不应小于 500mm,厚度应符合本规程表 5.1.4 的规定;

**6** 聚合物水泥防水砂浆宜用于施工缝的迎水面,并应以缝为中心对称抹压,宽度不宜小于 400mm,厚度应符合本规程第 5.4.4 条的规定。

**4.4.3** 用于施工缝的密封止水材料应符合下列规定:

**1** 遇水膨胀止水条应选用具有缓膨胀性能的腻子型产品,浸水 7d 的膨胀率不应大于最终膨胀率的 60%;

**2** 中埋式钢板止水带宜采用 Q235 钢或 Q345 钢制作,其质量应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的有关规定,并应做表面除锈及防腐处理。当采用热镀锌防腐措施时,单面镀锌层公称重量不应小于  $80\text{g}/\text{m}^2$ 。

**4.4.4** 中埋式橡胶钢边止水带的施工应符合本规程第 4.5.5 条的规定。

**4.4.5** 中埋式钢板止水带的施工应符合下列规定:

**1** 中埋式钢板止水带应垂直于基层设置,埋设位置应准确,固定应牢固;

**2** 当用于水平向的垂直施工缝时,应采取有利于止水带下部气体排出的措施;

**3** 接头应满焊,并宜打磨并涂刷防锈漆。

**4.4.6** 自粘丁基橡胶钢板止水带的施工应符合下列规定:

1 止水带应与施工缝混凝土表面垂直设置,固定应牢固,垂直偏差角度不应大于 $10^{\circ}$ ;

2 止水带在转弯处应做成转角半径不小于200mm的圆弧形;

3 止水带采用自粘搭接连接,搭接宽度不应小于200mm;搭接部位两侧止水带的纵向轴线偏差不应大于10mm;搭接完成后,应将止水带的隔离膜重新覆盖在搭接部位,必要时可在搭接部位用铁丝捆绑或不锈钢螺丝固定加强;

4 止水带表面一侧的隔离膜应在浇筑混凝土前撕掉;严禁过早除掉止水带表面的隔离膜。

#### 4.4.7 遇水膨胀止水条的施工应符合下列规定:

1 施工缝结合面应坚实、基本平整,不应有蜂窝或起砂等缺陷;当采用腻子型遇水膨胀止水条时,结合面可不凿毛;

2 止水条任意一侧混凝土的厚度不应小于70mm;

3 止水条与施工缝基面应密贴,中间不应有空鼓、脱离等现象;

4 腻子型遇水膨胀止水条应固定在缝表面,制品型遇水膨胀橡胶止水条应固定在预留凹槽内;

5 止水条宜采用平行错搭的方式进行搭接,搭接长度不应小于50mm;

6 制品型遇水膨胀止水条接头处应重叠搭接后再粘结固定,沿施工缝形成闭合环路,其间不应有断点;

7 应采取防止过早遇水膨胀的措施。

#### 4.4.8 遇水膨胀止水胶的施工应符合下列规定:

1 应采用专用注胶器挤出并粘结在施工缝表面,胶体应连续、均匀、饱满、无气泡和孔洞;

2 胶体的宽度和厚度应符合设计要求;

3 打胶后固化期内应采取临时保护措施;

4 止水胶固化前不应浇筑混凝土;

5 应割除破损、脱开或提前膨胀的胶体并重新打胶;

6 接头部位应连续、密实。



#### 4.4.9 预埋注浆管的安装应符合下列规定：

1 注浆管与施工缝基面应密贴并固定牢靠，固定间距宜为 200mm~300mm，中间不应有悬空现象；

2 每段注浆管长度不应大于 6m，注浆管采用搭接法连接，注浆管间的搭接宽度宜为 20mm~30mm，搭接部位应与基层固定牢固；

3 注浆管的转弯半径不宜小于 150mm，转弯部位应平缓，不应出现折角；

4 注浆导管与注浆管的连接应牢固、严密；

5 注浆导管埋入混凝土内的部分至少应有一处与结构钢筋绑扎牢固；注浆导管引出混凝土外部的长度不应小于 150mm；注浆导管引出端应设置在易于接近的部位，导管开孔端应收纳于专用的预埋盒中，并应临时封堵；

6 注浆管任意一侧混凝土的厚度不得小于 50mm；

7 在注浆管附近绑扎或焊接钢筋作业时，应采取临时遮挡措施；

8 注浆管破损部位应割除，并在割除部位重新设置已经安装好注浆导管的注浆管，并与两端原有注浆管进行过渡搭接。

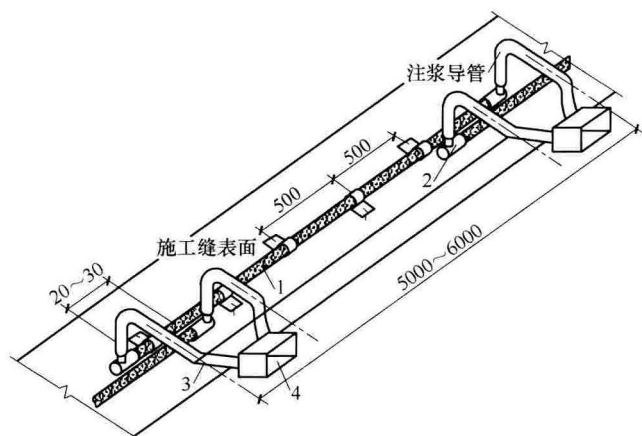


图 4.4.9 预埋注浆管的设置

1—预埋注浆管；2—连接管；3—注浆导管；4—注浆导管保护盒

**4.4.10** 预埋注浆管的后注浆施工应符合下列规定：

1 可选用水泥基注浆材料，也可采用聚氨酯、改性环氧树脂等化学注浆材料。注浆应在结构施工完毕、停止降水后进行；所有预埋的注浆管均应进行注浆封堵；

2 注浆时宜采取较低的压力从一端向另一端、由低到高逐个进行；

3 需要重复注浆时，应在固化前将注浆管中的浆液清除干净。

**4.4.11** 涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料时，结合面应凿毛并清理干净，并应保持坚实、干净、润湿。涂刷后，应按要求进行保湿养护。

## **4.5 变 形 缝**

**4.5.1** 变形缝采用的中埋式止水带和外贴式止水带应为中孔型或 $\Omega$ 型，中埋式止水带宜采用中埋式钢边橡胶止水带。

**4.5.2** 变形缝采用的中埋式或外贴式止水带宽度不应小于350mm。

**4.5.3** 变形缝的密封防水措施应符合下列规定：

1 变形缝宜采用中埋式钢边橡胶止水带与外贴式止水带复合密封止水的措施(图4.5.3-1～图4.5.3-3)；分离式结构侧墙和顶板迎水面变形缝内可嵌填密封胶；

2 当采用密封胶时，结构迎水面宜采用低模量建筑密封胶，胶体厚度宜为缝宽的0.5～0.7倍；结构背水面宜采用高模量建筑密封胶，胶体厚度宜大于接缝宽度；

3 顶板和侧墙变形缝部位可预留安装排水盒的凹槽，并应做好密封处理；

4 顶板变形缝不宜设置外贴式止水带；侧墙上的外贴式止水带保留长度应高出顶板迎水面500mm以上，并应进行收头密封处理；

5 矩形截面的城市综合管廊结构变形缝的背水面防水可设

置无穿孔可卸式橡胶止水带(图 4.5.3-4);

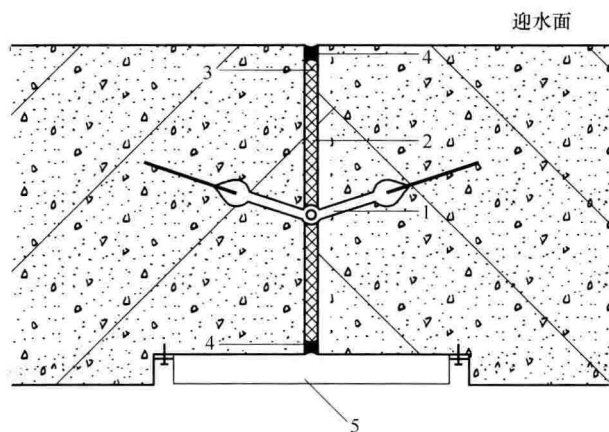


图 4.5.3-1 结构顶板中埋式止水带和密封胶、排水盒的复合使用  
1—中埋式止水带;2—衬垫板;3—背衬材料;4—密封胶;5—排水盒

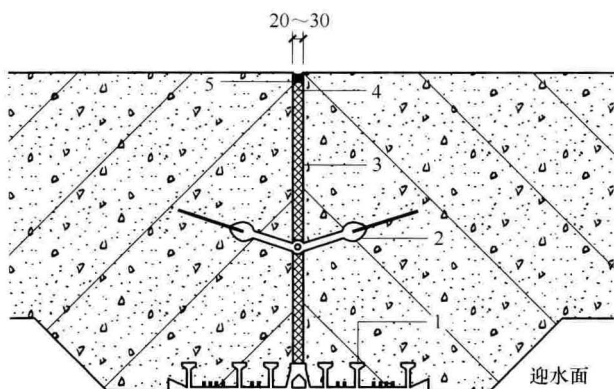


图 4.5.3-2 结构底板中埋式止水带和密封胶、外贴式止水带的复合使用  
1—外贴式止水带;2—中埋式钢边橡胶止水带;3—衬垫板;4—背衬材料;5—密封材料

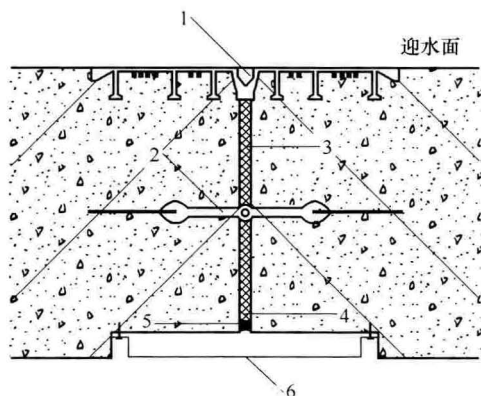


图 4.5.3-3 结构侧墙中埋式止水带、外贴式止水带、密封胶和排水盒防水构造

1—外贴式止水带；2—中埋式钢边橡胶止水带；3—衬垫板；

4—背衬材料；5—密封胶；6—排水盒

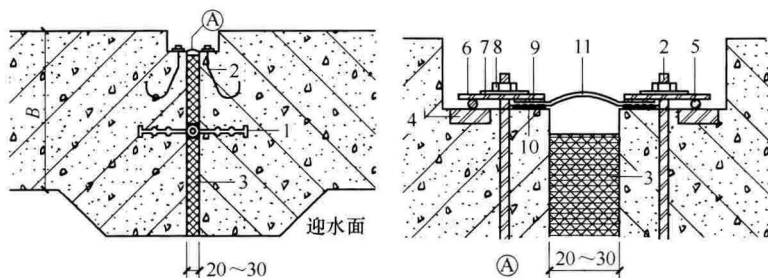


图 4.5.3-4 中埋式止水带与可卸式止水带复合使用

1—中埋式止水带；2—预埋螺栓；3—衬垫板；4—预埋钢板；5—紧固件圆钢；

6—紧固件压板；7—垫片；8—螺母；9—紧固件压块；

10—丁基橡胶防水密封胶带；11—Ω型橡胶止水带

6 底板外设柔性防水层的混凝土保护层可在变形缝处断开，断开宽度宜与变形缝宽度相同，断开部位宜嵌填聚乙烯泡沫棒，外设柔性防水层在断开部位应设置成Ω型。

4.5.4 变形缝遇永久性围檩结构时，止水带应在围檩施工前预先

埋设,止水带伸出围檩的长度,应满足与后续施工变形缝止水带的搭接要求。施工过程中应对预埋止水带进行保护。

#### 4.5.5 中埋式橡胶止水带施工应符合下列规定:

1 止水带埋设位置应准确,其纵向轴线(中间空心圆环)应与变形缝中心线重合,偏差不应大于 10mm;止水带宜设置在结构厚度的中心线部位,任意一侧混凝土的厚度不应小于 150mm;

2 止水带水平设置时,宜采用盆式安装,盆式开口向上,止水带与水平面夹角宜为  $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ ;其他部位的止水带应与变形缝内混凝土表面垂直设置,偏差角度不应大于  $15^{\circ}$ ;

3 止水带应根据现场具体情况选择可靠的固定方法,固定件间距不宜大于 400mm,固定应牢固、可靠;止水带的固定宜选用配套的支撑定位固定件,不应穿孔或用铁钉固定;

4 止水带安装时不应出现扭曲、翻转等影响止水带止水效果的现象;

5 止水带在转弯处应做成圆弧形,橡胶和塑料止水带的转角半径不应小于 200mm,钢边橡胶止水带转角半径不应小于 300mm,转角半径应随止水带的宽度增大而相应加大;转角的两边各增设一套定位固定件;

6 止水带先施工一侧混凝土时,其端模应支撑牢固,避免漏浆;

7 混凝土浇筑前应校正止水带位置,表面应清理干净;

8 止水带部位的混凝土应振捣充分,不应出现欠振、过振和漏振部位,振捣棒严禁接触止水带;

9 止水带部位的混凝土振捣时,应有专人看护,当止水带出现脱落、扭曲、偏移、变形时,应及时纠正;

10 顶、底板止水带的下侧混凝土应振捣密实,侧墙止水带内外侧混凝土应均匀,保持止水带位置正确、平直,无卷曲现象;

11 在止水带附近绑扎和焊接钢筋时,应采取保护措施;

12 对外露部分的止水带应采取保护措施;

**13** 止水带的接头不应设在距结构转角两侧各 500mm 范围内。橡胶钢边止水带现场接头宜采用热硫化对接,钢边部分可采用焊接或机械锚固连接;塑料类止水带现场接头应采用热熔对接;接头应牢固、密实、不透水。接缝两侧的止水带纵向轴线应位于同一直线上,当出现偏差时,两侧止水带轴线间距不应大于 10mm;

**14** 安装完毕的止水带出现破损部位时,应进行修补。橡胶类止水带可在破损部位粘贴未硫化橡胶片热硫化焊接或丁基橡胶防水密封胶带冷粘的方法进行修补;塑料类止水带可采用同材质、厚度不应小于 1.5mm 的片材进行修补,补丁与止水带应满焊,补丁边缘超出破损边缘不应小于 50mm。

#### **4.5.6 外贴式止水带施工应符合下列规定:**

**1** 止水带埋设位置应准确,止水带纵向轴线与变形缝中心线间的偏差不应大于 10mm;

**2** 止水带应根据现场具体情况选择合理的固定方法;宜采用胶粘法,不应采用穿透防水层的固定方法;固定应牢固、可靠,并应与固定止水带的基层密贴;

**3** 止水带的接头不应设在距结构转角两侧各 500mm 范围内;

**4** 变形缝与施工缝均用外贴式止水带时,其相交部位宜采用专用的十字配件或直角配件;

**5** 外贴式塑料止水带相交部位宜采用对接焊接,背面再增加盖缝条;盖缝条宽度不应小于 50mm;如采用搭接焊接,搭接宽度不应小于 30mm,搭接范围内应满焊;齿条间焊接应严密,并应采取加强措施;

**6** 橡胶类外贴式止水带现场接头应采用热硫化对接;接头应牢固、严密、不透水;接缝两侧的止水带纵向轴线应位于同一直线上,当出现偏差时,两侧止水带轴线间距不应大于 10mm;

**7** 安装完毕的止水带齿条不应出现倒伏;

**8** 浇筑结构混凝土前,止水带表面不应有碎石、砂浆等影响

齿突与现浇混凝土咬合的杂物；止水带上不应施做细石混凝土或水泥砂浆等永久保护层。

**4.5.7 可卸式橡胶止水带施工应符合下列规定：**

- 1 所需配件应提前设计、加工；
- 2 结构转角处应做成  $135^{\circ}$  角，并宜增加紧固件的数量；
- 3 变形缝两侧混凝土基层应坚实、平整、干净、干燥；
- 4 先在止水带与钢板的接触基层上粘贴丁基橡胶防水密封胶粘带，厚度不宜小于 2mm，然后固定止水带。紧固件的间距不宜大于 200mm，转角部位的间距应适当加密至不大于 100mm。

**4.5.8 嵌填密封胶应符合下列规定：**

- 1 缝内两侧基面应坚实、平整、干净、干燥，并应刷涂基层处理剂；
- 2 接缝中应设置泡沫背衬材料；
- 3 胶体应连续、均匀、饱满，与缝内两侧基面粘结牢固。

## **4.6 后 浇 带**

**4.6.1** 后浇带间距和位置应按结构设计要求确定，宽度宜为 600mm~1000mm。

**4.6.2** 后浇带混凝土强度等级及性能应符合设计要求；当设计无具体要求时，后浇带混凝土强度等级宜比两侧混凝土提高一级，并宜采用减少收缩的技术措施。后浇带封闭时间不应少于 14d，并经设计单位确认。

**4.6.3** 后浇带防水构造应根据结构形式、可操作性及施工条件进行设计，并应符合下列规定：

- 1 混凝土结构断面内可采用自粘丁基橡胶钢板止水带、钢板止水带、预埋注浆管、遇水膨胀止水胶等防水措施；
- 2 后浇带两侧混凝土竖向断面可采用竖直、凹凸企口或台阶等形式；
- 3 底板及侧墙后浇带部位的柔性外防水层应采取保护措施。

4.6.4 后浇带需超前止水时,应设置临时变形缝并应符合下列规定:

1 底板后浇带留置深度应大于底板厚度 50mm~100mm,侧墙后浇带深度可与结构侧墙厚度相同;

2 后浇带下部用于封底的混凝土厚度不应小于 200mm,配筋应经结构计算确定,混凝土强度等级应与底板混凝土相同;

3 封底混凝土的临时变形缝宽度宜为 30mm~50mm,宜采用中埋式橡胶止水带或外贴式橡胶止水带作防水措施(图 4.6.4-1 和图 4.6.4-2);

4 超前止水后浇带位置可根据工程情况设置,底板超前止水后浇带应在端部做好封头防水措施。

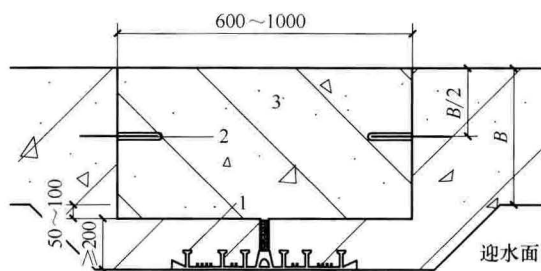


图 4.6.4-1 采用中埋式钢板止水带的超前止水后浇带防水构造

1—外贴式止水带;2—自粘丁基橡胶钢板止水带;3—后浇带补偿收缩混凝土

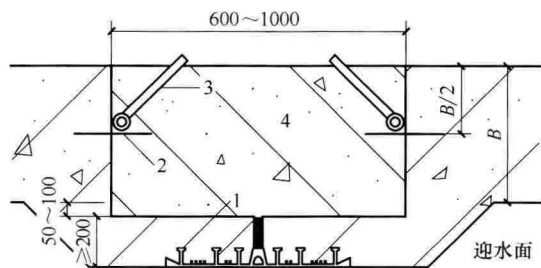


图 4.6.4-2 中埋式钢板止水带与预埋灌浆管复合使用的

后浇带超前止水、防水构造

1—外贴式止水带;2—中埋式钢板止水带;3—预埋灌浆管;4—后浇带补偿收缩混凝土



- 4.6.5** 后浇带留置期间,应对水平部位的后浇带进行覆盖和保护。
- 4.6.6** 用于封堵后浇带两侧混凝土的封挡材料在后续防水施工前应拆除。
- 4.6.7** 后浇带混凝土宜一次浇筑;混凝土浇筑后应及时养护,养护时间不应少于 28d。
- 4.6.8** 后浇带施工应符合下列规定:
- 1 止水带、预埋注浆管、遇水膨胀止水胶等定位应正确,安装应符合本规程第 4.4 节的规定;
  - 2 水泥基渗透结晶型防水涂料的施工应符合本规程第 5.3.12 条的规定;
  - 3 浇筑混凝土施工前,应将后浇带内残留的积水、垃圾等清理干净。

## **4.7 穿 墙 管**

- 4.7.1** 穿墙套管或直埋穿墙短管应在浇筑混凝土前预埋。浇筑混凝土时,应采取措施防止水泥浆进入套管内。
- 4.7.2** 预埋套管式穿墙管防水构造应符合下列规定:
- 1 预埋套管可采用翼环、丁基橡胶防水密封胶带或遇水膨胀止水胶止水(图 4.7.2-1 和图 4.7.2-2);
  - 2 穿墙管与套管、套管与混凝土之间,应在内外两侧端口进行密封处理。密封材料嵌入深度不应小于 20mm,且应大于间隙的 1.5 倍;中间间隙宜采用聚氨酯泡沫填缝剂填实;
  - 3 侧墙外设防水层与金属套管应进行搭接及密封处理。
- 4.7.3** 同一部位多管穿墙时,宜采用穿墙套管群盒。穿墙套管群盒应与结构钢筋焊接固定,空腔内宜浇注柔性密封材料或无收缩水泥基灌浆料(图 4.7.3)。
- 4.7.4** 穿墙套管防水施工应符合下列规定:
- 1 金属翼环宽度不应小于 50mm,厚度不应小于管壁厚度,并与套管双面满焊,并应在施工前将套管内表面清理干净;

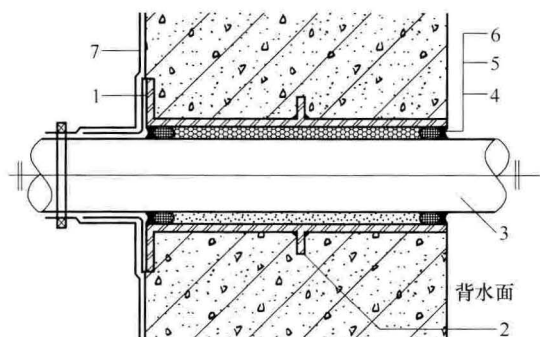


图 4.7.2-1 带翼环套管穿墙管防水构造

1—预埋穿墙套管;2—止水环;3—穿墙管道;4—填缝材料;  
5—背衬材料;6—密封胶;7 防水层

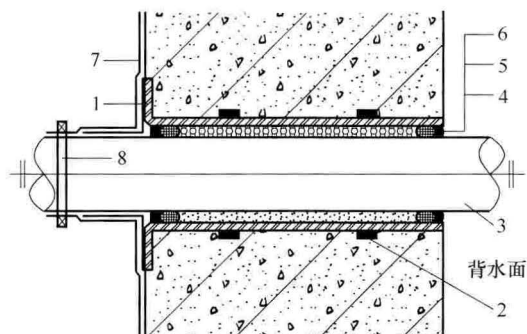


图 4.7.2-2 止水胶条套管穿墙管防水构造

1—预埋穿墙套管;2—遇水膨胀止水胶;3—穿墙管道;4—填缝材料;  
5—背衬材料;6—密封胶;7 防水层;8—金属箍

2 采用遇水膨胀止水胶防水的套管,遇水膨胀止水胶宽度宜为 12mm~18mm,厚度宜为 8mm~10mm,并应双道设置;

3 采用丁基橡胶防水密封胶带防水的套管,丁基橡胶防水密封胶带宽度不应小于 20mm,厚度不应小于 2mm,并应平行搭接,搭接宽度不应小于 50mm。

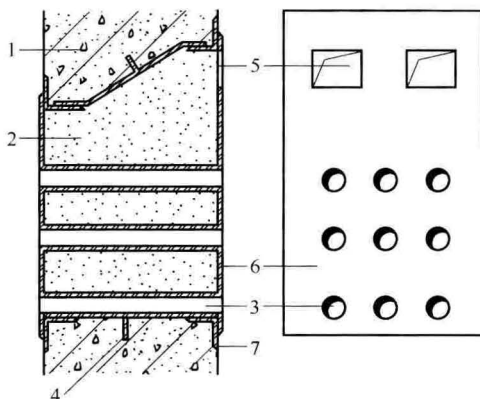


图 4.7.3 穿墙套管群盒防水构造

- 1—混凝土侧墙；2—无收缩自流平水泥灌浆料；3—穿墙群管；  
4—止水环、止水钢板；5—浇注孔；6—穿墙套管群盒；7—固定角钢

**4.7.5** 穿过套管的电缆宜采用配套的密封配件从结构迎水面进行封堵。

## 4.8 桩头和锚杆

**4.8.1** 桩头防水设计应符合下列规定：

1 桩头顶面、侧面及桩边的混凝土垫层面不应小于 150mm 内，应涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料，厚度不应小于 1.0mm，用量不应小于  $1.5\text{kg}/\text{m}^2$ ；

2 桩头防水材料应与底板防水层连为一体；

3 桩头钢筋的根部可嵌填遇水膨胀止水胶，遇水膨胀止水胶的宽度不宜小于 10mm；

4 严禁在桩头顶部涂覆柔性防水材料。

**4.8.2** 底板桩头部位的防水构造应符合下列规定：

1 当底板部位采用防水卷材层时，卷材应贴近桩头切割，并用防水涂料或密封胶进行密封处理；防水涂料与卷材的搭接宽度

不应少于 150mm, 桩侧涂刷高度不应超过细石混凝土保护层上表面(图 4.8.2);

2 当底板部位采用涂料防水层时, 桩头根部应增设同材质的防水涂料加强层; 加强层的平面涂刷宽度不宜小于 150mm, 高度不应超过细石混凝土保护层上表面, 涂膜厚度不宜小于 2.0mm(图 4.8.2)。

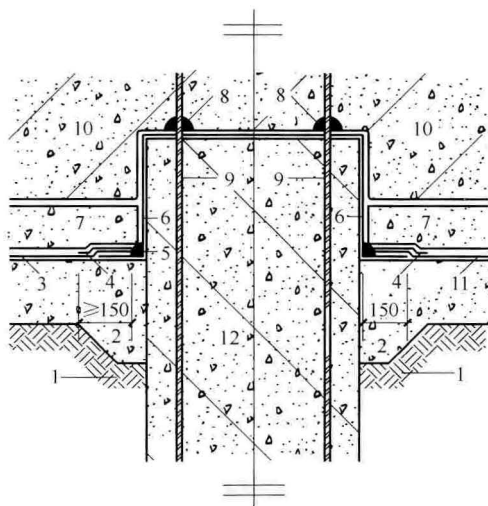


图 4.8.2 桩头防水构造

- 1—基底土; 2—混凝土垫层; 3—卷材防水层; 4—涂料防水层加强层; 5—密封胶;  
6—水泥基渗透结晶型防水涂料; 7—细石混凝土保护层; 8—遇水膨胀止水胶;  
9—桩头钢筋; 10—结构底板; 11—涂料防水层; 12—桩头

#### 4.8.3 桩头防水施工应符合下列规定:

- 1 应按设计要求将桩顶剔凿至混凝土密实处, 并清洗干净;
- 2 破桩后如发现渗漏水, 应采取堵漏措施;
- 3 水泥基渗透结晶型防水涂料涂刷应连续、均匀, 不应少涂或漏涂, 并应及时进行养护。

#### 4.8.4 抗浮锚杆防水的设计与施工应符合下列规定:

- 1 施工前应将锚固体顶部剔凿至与混凝土垫层上表面平齐,

并应清除锚筋上的浮灰、泥浆等杂物；当锚杆处存在渗漏时，应先进行注浆封堵至周围无明水；

2 施工混凝土垫层时，应围绕锚杆立面预留凹槽，其宽度不宜小于 100mm、深度不宜小于 10mm，表面应平整；

3 凹槽及锚杆表面应涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料，涂膜厚度不应小于 1.0mm，用量不应小于  $1.5\text{kg}/\text{m}^2$ ，并应保湿养护 7d；

4 预留凹槽及锚杆表面宜采用非固化橡胶沥青防水涂料满填，并宜采用与底板防水层相容的卷材复合做防水加强层，加强层宽度不应小于 500mm；

5 底板防水层与防水加强层的搭接宽度不应小于 150mm（图 4.8.4）。

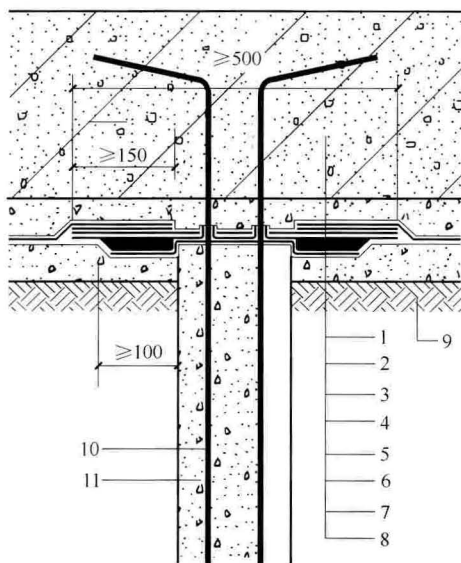


图 4.8.4 抗浮锚杆防水构造

1—结构底板；2—细石混凝土保护层；3—底板防水层；4—过渡层（必要时）；

5—自粘聚合物改性沥青防水卷材；6—非固化橡胶沥青防水涂料；

7—水泥基渗透结晶型防水涂料；8—混凝土垫层；9—基底土；

10—锚杆主筋；11—锚杆体

## 4.9 引出接头

**4.9.1** 现浇混凝土结构城市综合管廊引出接头的设计与施工应符合下列规定:

1 接头处宜采用变形缝防水构造,变形缝防水构造应符合本规程第4.5节的规定;也可采用后浇带方式进行连接,后浇带防水措施应符合本规程第4.6节的规定;

2 从结构主体引出的接头结构长度及厚度均不应小于300mm;

3 在引出接头接驳施工前,预留引出接头应采用临时封堵的防水措施,在其附近应设置集水坑或排水沟。

**4.9.2** 预留引出段新旧混凝土接头施工缝部位宜采取缓膨胀型遇水膨胀类止水条(胶)、预埋注浆管等密封防水措施。

**4.9.3** 通道接口先施工部位的柔性防水层的甩槎部分、中埋式止水带、外贴式止水带等与防水相关的预埋件应采取有效的保护措施,确保止水带、防水层甩槎部分清洁,预埋件不锈蚀。

**4.9.4** 中埋式止水带、遇水膨胀止水胶(条)、预埋注浆管及密封胶的施工应符合本规程第4.4节~第4.6节的有关规定。

## 4.10 质量验收

### 主控项目

**4.10.1** 水泥、混凝土外加剂、矿物掺合料、骨料以及拌合养护用水等防水混凝土原材料的性能应符合设计和本规程的规定。

检查数量:应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定。

检验方法:检查质量证明文件和进场抽样检验报告。

**4.10.2** 预拌混凝土进场时的质量应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902的有关规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查质量证明文件。

#### **4.10.3 混凝土不应离析。**

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

#### **4.10.4 防水混凝土中氯离子含量和碱总含量应符合设计要求和本规程的规定。**

检查数量:同一配合比的混凝土检查不应少于一次。

检验方法:检查原材料试验报告和氯离子、碱总含量计算书。

#### **4.10.5 首次使用的防水混凝土配合比应进行开盘鉴定,其原材料、强度、凝结时间、稠度等满足设计配合比的要求。**

检查数量:同一配合比的混凝土检查不应少于一次。

检验方法:检查开盘鉴定资料和强度试验报告。

#### **4.10.6 防水混凝土的抗压强度等级应符合设计要求。用于检验混凝土强度的试件应在浇筑地点随机抽取。**

检查数量:应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

检验方法:检查施工记录、混凝土强度试验报告和评定报告。

#### **4.10.7 防水混凝土的抗渗性能应符合设计要求。试件抽取、制作和养护应符合现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB 50208 的有关规定。**

检查数量:应符合现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB 50208 的有关规定。

检验方法:检查混凝土抗渗性能试验报告。

#### **4.10.8 施工缝、变形缝、后浇带、穿墙管、桩头、抗浮锚杆及引出接头等的防水构造应符合设计要求。**

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

#### **4.10.9 中埋式止水带、外贴式止水带、遇水膨胀止水条或遇水膨胀止水胶、水泥基渗透结晶型防水涂料、预埋注浆管、密封胶等产**

品性能应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:应符合本规程附录 B 的规定。

检验方法:检查产品合格证、产品性能检测报告和材料进场检验报告。

**4.10.10** 中埋式止水带埋设位置应准确,其中间空心圆环与变形缝的中心线应重合。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

**4.10.11** 补偿收缩混凝土的原材料、配合比以及抗压强度、抗渗性能和限制膨胀率应符合设计要求。

检查数量:符合现行行业标准《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T 178 的有关规定。

检验方法:检查产品合格证、产品性能检测报告、混凝土抗压强度及抗渗强度试验报告 and 水中养护 14d 后的限制膨胀率检验报告。

#### 一般项目

**4.10.12** 防水混凝土拌合稠度应满足施工方案的要求。

检查数量:应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

检验方法:检查稠度抽样检验记录。

**4.10.13** 防水混凝土有氯离子扩散系数或电通量等耐久性指标要求时,应在施工现场随机抽取试件进行耐久性检验,其检验结构应符合国家现行有关标准的规定和设计要求。

检查数量:同一配合比的混凝土,取样不应少于一次,留置试件数量应符合国家现行标准《普通混凝土长期性能和耐久性性能试验方法标准》GB/T 50082 及《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 的有关规定。

检验方法:检查试件耐久性试验报告。

**4.10.14** 防水混凝土有抗冻要求时,应在施工现场进行混凝土含



气量检验,其检验结果应符合国家现行有关标准的规定和设计要求。

检查数量:同一配合比的混凝土,取样不应少于一次,取样数量应符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 的有关规定。

检验方法:检查混凝土含气量检验报告。

#### **4.10.15 施工缝基面处理应符合设计要求及本规程的规定。**

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

#### **4.10.16 施工缝基面处理应符合设计要求及本规程的规定。**

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

#### **4.10.17 遇水膨胀止水条、遇水膨胀止水胶、预埋注浆管、内装可卸式止水带及密封胶的施工应符合本规程的规定。**

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

#### **4.10.18 中埋式止水带、外贴式止水带及内装可卸式止水带的搭接应符合本规程的规定。**

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

#### **4.10.19 防水混凝土的养护时间以及养护方法应符合施工方案要求。**

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查和检查混凝土养护记录。

#### **4.10.20 现浇混凝土结构表面应坚实平整,外观质量不应有严重和一般缺陷。**

检查数量:全数检查。

检验方法:观察和检查处理记录。

#### **4.10.21 现浇混凝土结构表面的裂缝宽度不应大于 0.2mm,并**

不得贯通。

检查数量:全数检查。

检验方法:用刻度放大镜检查。

**4.10.22** 现浇混凝土结构厚度应符合设计及本规程要求,其允许偏差为 $+8\text{mm}$ 、 $-5\text{mm}$ ;主体结构迎水面钢筋保护层厚度不应小于 $50\text{mm}$ ,其允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ 。

检查数量:混凝土外露面积每 $100\text{m}^2$ 抽查1处,每处 $10\text{m}^2$ ,且不得少于3处。

检验方法:尺量检查和检查隐蔽工程验收记录。

## 5 明挖法现浇混凝土结构城市综合管廊

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 明挖法现浇混凝土结构城市综合管廊结构自防水应符合本规程第4章的规定。外设排水系统的设计和施工应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108的有关规定。

**5.1.2** 明挖法现浇混凝土结构城市综合管廊工程主体结构侧墙迎水面的防水设计应符合下列规定：

1 当采用分离式结构、复合式结构时，应设置外设柔性防水层，并应与结构顶板及底板防水层形成整体封闭的外设防水系统；

2 当采用叠合式结构时，可设置刚性防水层或直接浇筑防水混凝土。

**5.1.3** 明挖法现浇混凝土结构城市综合管廊外设防水层设防要求应符合表5.1.3的规定。

表 5.1.3 明挖法现浇混凝土结构城市综合管廊外设防水层设防要求

防水等级	外设防水层 <sup>1</sup>		
	卷材防水层	涂料防水层	砂浆防水层
一级	不应少于两道 <sup>2</sup>		
二级	不应少于一道		—

注：1 应至少有一道柔性外设防水层。

2 当采用两道设防时，宜采用卷材-卷材、卷材-涂料、卷材-砂浆、涂料-砂浆叠合使用的设防措施；当采用高分子自粘胶膜预铺防水卷材时，可为一道；当涂料-砂浆叠合使用时，不应采用水泥基渗透结晶型防水涂料。

**5.1.4** 城市综合管廊主体结构的施工缝、变形缝、后浇带、穿墙管（盒）、桩头、人员出入口、通风口、吊装口等细部构造宜设置防水层加强层。加强层材料应与外设防水层材料相容，宽度宜为300mm～

500mm,厚度应符合表 5.1.4 的规定。

**表 5.1.4 加强层最小厚度**

材料名称				最小厚度 (mm)
防水卷材	改性沥青类	弹性体改性沥青防水卷材(PY类)		3.0
		自粘聚合物改性沥青防水卷材	PY类	3.0
			N类	1.5
		自粘聚合物改性沥青湿铺防水卷材	PY类	3.0
			H类和E类	1.5
		聚合物改性沥青聚乙烯胎防水卷材	热熔型	3.0
	自粘型		2.0	
自粘三元乙丙橡胶防水卷材			1.5	
防水涂料	聚合物水泥防水涂料			1.0
	聚氨酯防水涂料			1.0
	喷涂聚脲防水涂料			1.0
	非固化橡胶沥青防水涂料			1.5
	喷涂速凝橡胶沥青防水涂料			1.5

**5.1.5** 防水层的基层应坚实、平整、清洁,无孔洞、无裂缝、无灰尘、无油脂,阴角处宜做成圆弧或 45°坡角,干燥程度应符合所选择材料的施工要求。

## 5.2 卷材防水层

**5.2.1** 不同品种卷材防水层的最小厚度应符合表 5.2.1 的规定。防水材料叠合使用时的厚度尚应符合下列规定:

1 不同品种卷材叠合使用时,每层防水卷材厚度应符合一道设防厚度的规定;

2 同种防水卷材相邻叠合使用时,其厚度应符合两道设防厚度的规定;

3 防水卷材与防水涂料叠合使用时,涂料防水层厚度应符合本规程表 5.3.1 的规定。

表 5.2.1 卷材防水层最小厚度(mm)

卷材品种		改性沥青类防水卷材							合成高分子类防水卷材			
		弹性体 改性沥 青防水 卷材	聚合物改性 沥青聚乙 烯胎防水 卷材		自粘聚合物改性沥青 防水卷材		自粘聚合物改性沥青 湿铺防水卷材		自粘三 元乙丙 橡胶防 水卷材	聚氯乙 烯防水 卷材、热 塑性聚 烯烃防 水卷材 <sup>①</sup>	聚乙烯丙纶复合 防水卷材	高分子 自粘胶 膜预铺 防水卷 材
			热熔 型	自粘 型	聚酯胎基 (PY类)	高分子膜 基(N类)	聚酯胎基 (PY类)	高分子膜 基(H类和 E类)				
一道设防		4.0	4.0	3.0	3.0	1.5	3.0	1.5	1.5	1.2	(卷材 0.7+聚合 物水泥防水粘 结料 1.3)×2, 芯材 厚度 0.5 卷材 0.7+非固 化橡胶沥青防 水涂料 2.0, 芯材厚 度 0.5	1.2
两道设防	卷材 + 卷材	4.0 + 3.0	4.0 + 3.0	2.0 + 2.0	3.0 + 3.0	1.5 + 1.5	3.0 + 3.0	1.5 + 1.5	1.2 + 1.2	—	(卷材 0.8+聚合 物水泥防水粘 结料 1.3)×2, 卷材 芯材厚度 0.6	—
	卷材 + 涂料	3.0	3.0	2.0	3.0	1.5	3.0	1.5	—	—	(卷材 0.8+非固 化橡胶沥青防 水涂料 1.5)×2, 卷 材芯材厚度 0.6	—
		防水涂料的厚度应符合本规程表 5.3.1 的规定							—			

注:① 宜用作耐根穿刺防水层,其中带自粘层的热塑性聚烯烃防水卷材可用作普通防水层,搭接边宜采用热焊接。

**5.2.2** 铺贴防水卷材的基面除符合本规程第 5.1.5 条的规定外，顶板、底板以及外防外贴施工的混凝土侧墙的平整度偏差不应大于 8mm/2m；外防内贴施工时的混凝土侧墙，基面平整度  $D/L$  不应大于 1/20。

**5.2.3** 防水卷材的最小搭接宽度应符合表 5.2.3 的规定。

**表 5.2.3 防水卷材最小搭接宽度**

卷材品种	最小搭接宽度(mm)
弹性体改性沥青防水卷材	100
聚合物改性沥青聚乙烯胎防水卷材	80
自粘聚合物改性沥青防水卷材	80
自粘聚合物改性沥青湿铺防水卷材	80
自粘三元乙丙橡胶防水卷材	60
聚氯乙烯防水卷材、热塑性聚烯烃防水卷材	单焊缝:80,且有效焊接宽度不应小于 25; 双焊缝:80,且有效焊接宽度 $15 \times 2 + \text{空腔宽}$ ; 管根、阴阳角等细部节点处的有效焊接宽度不应小于 10mm。
高分子自粘胶膜预铺防水卷材	搭接:70(自粘胶)/80(热风焊接); 对接:120(胶粘带)。
聚乙烯丙纶复合防水卷材	100(粘结料)

**5.2.4** 采用热熔法、冷自粘法满粘铺贴改性沥青类防水卷材时，基层应干燥，并应涂刷基层处理剂。基层处理剂的配制与施工应符合下列要求：

- 1 基层处理剂应与卷材或粘结材料相配套；
- 2 基层处理剂喷涂或刷涂应均匀，不应露底，表面干燥后方可铺贴卷材。

**5.2.5** 防水卷材铺贴应符合下列规定：

- 1 铺贴前应在基层上弹线、定位，并宜将卷材展开放置 0.5h 以上；
- 2 同一层相邻两幅卷材短边搭接缝应错开 500mm 以上；

3 T形搭接部位的处理应符合下列规定:

1) 热熔法施工弹性体改性沥青防水卷材,中间一层卷材在搭接部位宜做  $45^{\circ}$  剪角,卷材竖直边剪角长度宜为 80mm;

2) 冷自粘施工无胎自粘改性沥青防水卷材时宜采取  $45^{\circ}$  剪角;

3) 合成高分子防水卷材焊接时应剪角并减薄,必要时可覆盖补丁。

4 铺贴双层卷材时,上下两层和相邻两幅卷材的接缝应错开  $1/3 \sim 1/2$  幅宽,且两层卷材不应相互垂直铺贴;

5 热熔法铺设的卷材甩槎端头超过结构预留搭接钢筋端部不应小于 400mm;其他做法不应小于 200mm;

6 采用水泥基粘结料铺贴防水卷材时,应避开夏季高温时段作业并应采取在粘结料中添加保水剂等措施;

7 底板卷材防水层可空铺或点粘;侧墙采用外防外贴法时,卷材与基层粘结应紧密、牢固;

8 侧墙部位外防外贴法铺贴防水卷材时,应由下往上铺贴,搭接边处上幅卷材应压盖下幅卷材,并应采取防止卷材下滑的临时固定措施,收头部位应固定和密封;对底板-侧墙卷材甩槎搭接部位,应先拆除甩槎部位的临时保护措施,清理干净并修补后再进行搭接;两层或多层卷材接槎时,应错槎搭接;

9 侧墙部位外防内贴法铺贴防水卷材时,围护结构表面基层平整度应符合第 5.2.2 条的规定,宜按照自上而下的顺序铺贴,顶部收头部位应做好固定,侧边临时机械固定点宜位于搭接部位且离卷材边部距离不宜大于 30mm,并应被下幅卷材覆盖。绑扎钢筋及浇筑混凝土时,应避免造成卷材防水层破坏;

10 卷材搭接应牢固,搭接尺寸应准确;

11 铺贴完成的卷材防水层应平整顺直,不应有扭曲、皱折现象。

### 5.2.6 热粘法铺贴卷材应符合下列规定：

- 1 熔化热熔型改性沥青胶结料时，加热温度不应高于 170℃；
- 2 粘贴卷材的热熔型改性沥青胶结料厚度宜为 1.0mm～1.5mm；
- 3 应随刮随滚铺，并应展平压实，搭接边应采用热熔或自粘搭接。

### 5.2.7 热熔法铺贴卷材应符合下列规定：

- 1 大面人工铺设前应先将预先试铺的卷材从短边搭接部位向后临时取卷再铺贴；
- 2 喷枪喷嘴距卷材面的距离应适中，幅宽内加热应均匀，应以卷材表面熔融至光亮黑色为度，不得加热不足或烧穿卷材；
- 3 卷材表面沥青热熔后应立即滚铺卷材，滚铺时应排除卷材下面的空气；
- 4 搭接缝部位宜以溢出热熔的改性沥青胶结料为度，溢出的改性沥青胶结料宽度不宜小于 5mm，不应采用压刮方法密封；当接缝处的卷材上有矿物颗粒时，应先将搭接区域的矿物颗粒沉于沥青涂盖料中，然后再进行搭接处理；
- 5 双层铺设时，在铺设第二层卷材前，可先用喷枪火焰沿“Z”字形走向清除第一层卷材表面的塑料膜；
- 6 立面上双层铺设时，第一层卷材可在热熔铺贴的同时采取机械固定措施，固定部位应做好密封。

### 5.2.8 自粘聚合物改性沥青防水卷材铺贴时应符合下列规定：

- 1 铺贴时应沿卷材展开铺贴方向不断揭除卷材表面的隔离膜，同时用辊压排除卷材下部的空气；
- 2 环境温度较低时，可采用热风辅助加热；严禁使用明火加热；
- 3 当与非固化橡胶沥青防水涂料复合使用时，搭接边不应采用涂料粘结；



4 对于自重较重的聚酯胎自粘改性沥青防水卷材,在立面上双层铺设时,第一层卷材可采用辅助机械固定措施,固定部位应做好密封处理。

**5.2.9** 自粘聚合物改性沥青湿铺防水卷材用水泥基粘结料铺贴时应符合下列规定:

1 基层表面应坚实、平整、干净、无明水和尖锐突起物,并保持湿润;

2 拌制的水胶比不应大于 0.45;

3 卷材搭接边隔离膜与卷材大面隔离膜应断开;卷材的长边和短边应采用自粘或自粘胶带搭接;搭接部位胎体或高分子膜基的重叠宽度不应小于 30mm;

4 铺贴时,拌制均匀的水泥基粘结料应均匀涂布在基层表面,并应沿卷材展开方向向前铺贴;应在撕除卷材大面隔离膜的同时,辊压排除卷材下部空气,并应保留搭接边的隔离膜;

5 水泥粘结料终凝后 24h 以内,不应在卷材表面行走和进行后续作业;

6 待卷材铺贴完毕、粘结料终凝 24h 后,应撕除搭接边的隔离膜,并应清理残留的硬化粘结料后,进行搭接边自粘胶层的粘合;

7 双层铺设时,两层卷材之间应采用自粘粘结。

**5.2.10** 铺贴自粘三元乙丙橡胶防水卷材时,卷材搭接部位应采用自粘或胶粘带搭接方式。

**5.2.11** 聚氯乙烯防水卷材、热塑性聚烯烃防水卷材、高密度聚乙烯土工膜的搭接边应采用焊接搭接,收头部位应固定密封。焊接施工应符合下列规定:

1 接缝可采用单焊缝或双焊缝;

2 在正式焊接前,应根据卷材的厚度、气温、风速及焊机速度,调整焊接温度及焊机速度等参数,试焊接应取试样进行剪切和剥离强度检验,检验合格后依次焊接;

3 应先焊长边,后焊短边;焊接带自粘层的热塑性聚烯烃防

防水卷材的短边时,应先清除搭接区域的自粘胶;

4 管根、桩头、收头等细部节点处理应符合设计和施工要求;

5 搭接宽度应符合本标准的要求,接缝应严密,不应有漏焊、跳焊或焊接不牢。

**5.2.12** 采用聚合物水泥防水粘结料铺贴聚乙烯丙纶复合防水卷材应符合下列规定:

1 聚合物水泥防水粘结料应按使用说明书要求控制加水量,基层应保持湿润;

2 卷材与基层应采用满粘法粘贴,粘结料应刮涂均匀,不应露底、堆积;

3 固化后的粘结料厚度不应小于 1.3mm;

4 卷材搭接缝表面应采用同类的粘结料密封覆盖,宽度不应小于 100mm,厚度不应小于 1.3mm。

**5.2.13** 高分子自粘胶膜预铺防水卷材施工应符合下列规定:

1 基面应坚实、平整、无明水;

2 卷材应单层铺设,阴、阳角部位不宜设置加强层;

3 管根、阴阳角等细部构造部位可采用同材质的预制配件,并应与大面防水层搭接牢固;

4 卷材长边可采用焊接或自粘胶粘带搭接。焊接搭接后,接缝处主体材料外露部位宜粘贴表面带有防粘保护措施的高分子自粘胶带,胶带性能应符合表 A.4.10 的规定,宽度不宜小于 50mm。短边可采用胶粘带搭接、对接或焊接;当采用焊接搭接时,应先清除搭接部位卷材表面的胶层;卷材端部搭接区应相互错开;

5 立面施工时,在自粘边位置距离卷材边缘 10mm~20mm 内,应每隔 400mm~600mm 采取临时机械固定措施,并应保证固定件被卷材搭接边完全覆盖;

6 绑扎、焊接钢筋时应采取保护措施,破损部位应及时修补,并应及时浇筑结构混凝土。

**5.2.14** 防水卷材的甩槎、接槎(图 5.2.14)应符合下列规定:

1 临时保护墙宜采用低标号砂浆砌筑,内表面宜采用低标号砂浆找平;用模板代替临时性保护墙时,应在模板表面涂刷隔离剂;

2 从底面折向立面的卷材与永久性保护墙的接触部位,应采用空铺法施工;卷材与临时性保护墙或围护结构模板的接触部位,应将卷材临时固定在墙体上或模板上;

3 当不设保护墙时,从底面折向立面的卷材甩槎部位应采取可靠的保护措施;

4 卷材甩槎在临时性保护墙高度不应小于 200mm,接槎搭接宽度不应小于 150mm;两层或多层卷材甩槎时,层间甩槎长度应错开 100mm;

5 当采用高分子自粘胶膜预铺防水卷材时,阴角部位不宜设置加强层。

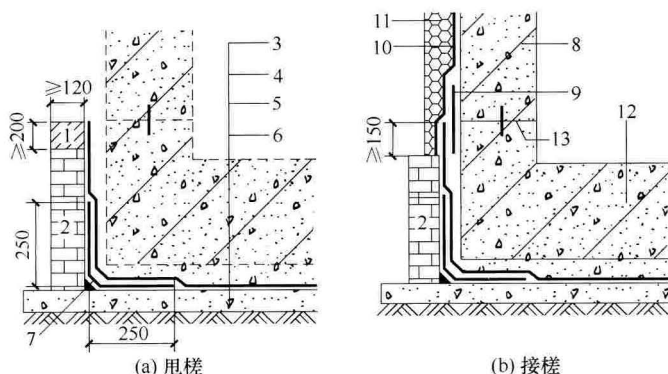


图 5.2.14 卷材防水层甩槎、接槎构造

- 1—临时保护墙;2—永久保护墙;3—细石混凝土保护层;4—卷材防水层;  
5—水泥砂浆找平层;6—混凝土垫层;7—卷材加强层;8—现浇结构侧墙;  
9—防水加强层;10—卷材防水层;11—保护层;12—现浇结构底板;13—施工缝

## 5.3 涂料防水层

5.3.1 涂料防水层的选择及最小厚度应符合表 5.3.1 及下列规定:

1 水泥基渗透结晶型防水涂料及聚合物水泥防水涂料可用

于潮湿基层；

2 聚合物水泥防水涂料宜使用丙烯酸酯乳液配制，并应符合耐水性要求；

3 非固化橡胶沥青防水涂料宜与改性沥青类防水卷材叠合使用；

4 严禁直接在聚氨酯、聚合物水泥、喷涂速凝橡胶沥青及喷涂聚脲等柔性涂料防水层上热熔施工防水卷材。

表 5.3.1 涂料防水层的最小厚度(mm)

涂料品种	聚氨酯防水涂料		聚合物水泥防水涂料		非固化橡胶沥青防水涂料		喷涂速凝橡胶沥青防水涂料	喷涂聚脲防水涂料
	立面	平面	立面	平面	立面	平面		
一道设防	1.5	2.0	1.5	2.0	2.0	2.5	2.0	1.5
两道设防(涂料+卷材叠合使用)	—		1.5	1.5	1.5	2.0	—	—
			防水卷材厚度应符合本规程表 5.2.1 的规定					

注：单道设防可为一级。

5.3.2 水泥基渗透结晶型防水涂料宜用于不便设置外设柔性防水层的防水工程，也可用于结构背水面防水。其用量不应小于  $1.5\text{kg}/\text{m}^2$ ，涂膜厚度不应小于 1.0mm。

5.3.3 基层处理剂配制与施工应符合下列规定：

1 基层处理剂应与防水涂料相容，宜使用涂料制造商提供的配套产品；

2 基层处理剂应配比准确，并应搅拌均匀；

3 基层处理剂应均匀一致，表干后应及时进行防水涂料施工。

5.3.4 防水涂料的施工应符合下列规定：

1 应先做细部构造处理，再进行大面积防水涂料施工；

2 细部构造部位加强层应加铺胎体增强材料；

3 宜多遍均匀涂布，不应漏涂，立面施工时宜采用抗流坠措施；

4 两次作业的接槎宽度不应小于 100mm；

5 大面施工时可铺贴胎体增强材料；

6 涂膜厚度应符合设计要求,外观应均匀,不应有起鼓、针孔、漏涂。

5.3.5 涂层内铺设胎体增强材料应符合下列规定:

1 宜选用与涂料浸润性较好的无纺布做胎体增强材料,其克重宜为  $30\text{g}/\text{m}^2 \sim 60\text{g}/\text{m}^2$ ;

2 铺贴应平整,不应起泡、折皱;

3 涂料应浸透胎体,不应有胎体外露现象;

4 同层相邻的胎体增强材料搭接宽度不应小于  $100\text{mm}$ ,上下层接缝应错开  $1/3$  幅宽。

5.3.6 聚氨酯防水涂料的施工应符合下列规定:

1 基层应坚实、平整、干燥、干净;

2 多组分聚氨酯防水涂料应按配合比均匀混合搅拌,不应随意添加助剂;

3 大面积施工时,宜采用机械喷涂,刷涂时应多遍涂覆成膜;

4 深基坑或密闭环境下应加强通风措施;

5 涂膜固化后应尽快采取保护措施,避免暴晒。

5.3.7 聚合物水泥防水涂料施工应符合下列规定:

1 基层表面应坚实、干净,无明水;

2 大面积施工时宜设置胎体增强材料,胎体增强材料的施工应符合第 5.3.5 条的规定;

3 大面积施工时宜采用机械喷涂,当采用刷涂施工时应多遍涂刷。

5.3.8 喷涂速凝橡胶沥青防水涂料施工时应符合下列规定:

1 对易污染部位应先采取遮挡措施;

2 不应使用水溶性无机氯盐做破乳剂;

3 喷涂作业前应施做基层处理剂;

4 应使用专用喷涂设备连续作业,喷枪宜垂直于基层,多次、交叉喷涂达到设计厚度要求;

5 立面应按照自下而上、由低到高的顺序喷涂;

6 施工过程中应避开阳光照射的高温时段,喷涂后应干燥48h以上方可进行下道工序施工。

5.3.9 非固化橡胶沥青防水涂料的施工应符合下列规定:

- 1 应采用具有加热和计量等功能的专用设备施工;
- 2 对工地周边易污染部位应采取遮挡措施;
- 3 低温施工时,基层表面应保持干燥,不应有结冰;
- 4 卷材铺贴宜与涂料施工同步进行;
- 5 卷材自重较大、立面上施工时,应采取机械固定措施,固定部位应密封。

5.3.10 喷涂聚脲防水涂料的施工应符合现行行业标准《喷涂聚脲防水工程技术规程》JGJ/T 200 的有关规定。

5.3.11 涂料防水层的甩槎、接槎构造应符合下列规定:

- 1 甩槎部位宜做临时保护措施,保护层宽度不应小于350mm;
- 2 甩槎部位涂料防水层表面应设置隔离层;
- 3 接槎施工前,应清除保护层及隔离层,侧墙防水层与底板防水层宜在底板部位搭接,搭接宽度不应小于150mm(图5.3.11)。

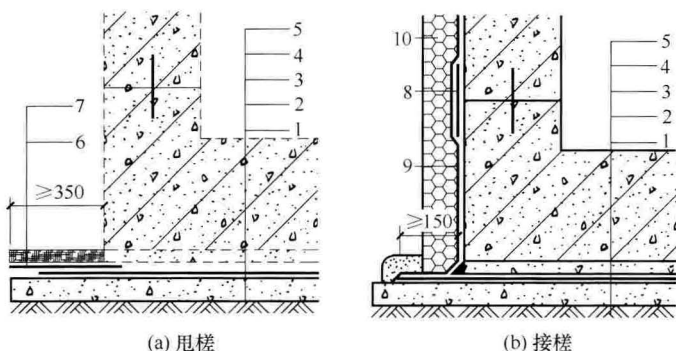


图 5.3.11 涂料防水层甩槎、接槎构造

- 1—混凝土结构底板;2—细石混凝土保护层;3—涂料防水层;  
4—混凝土垫层;5—基底土;6—隔离层;7—搭接部位临时保护措施;  
8—防水涂料加强层;9—侧墙防水层;10—保护层

**5.3.12** 水泥基渗透结晶型防水涂料的施工应符合下列规定：

- 1 现场拌合时,其用水量应符合产品说明书的要求;
- 2 施工前应确保基层清洁、潮湿无明水;
- 3 应分层施工,每层施工间隔时间应符合产品说明书的规定;
- 4 涂料终凝后应及时进行保湿养护,养护时间不应少于72h,不应采用浇水或蓄水养护。

## **5.4 砂浆防水层**

**5.4.1** 砂浆防水层可用于城市综合管廊主体结构的迎水面或背水面。

**5.4.2** 应采用聚合物水泥防水砂浆、掺外加剂的防水砂浆,防水砂浆宜采用多层抹压的方法施工。

**5.4.3** 砂浆防水层的品种和配合比应根据防水工程要求确定,宜采用预拌防水砂浆。预拌砂浆性能应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181 的有关规定。

**5.4.4** 聚合物水泥防水砂浆的厚度不应小于6mm;掺外加剂的防水砂浆厚度不应小于18mm。

**5.4.5** 砂浆防水层施工前应预埋件、穿墙管周边嵌填密实。

**5.4.6** 砂浆防水层应分层施工,各层应紧密粘合,每层宜连续施工。应采用坡形阶梯接槎,但离阴阳角处的距离不应小于200mm。铺抹时应压实、抹平,最后一层表面应提浆压光。

**5.4.7** 砂浆终凝后,应及时养护,养护时间不应少于14d。聚合物水泥防水砂浆未达到硬化状态时,不应浇水养护或直接受雨水冲刷,硬化后应采用干湿交替的养护方法。潮湿环境中,可在自然条件下养护。

## **5.5 耐根穿刺防水措施**

**5.5.1** 上部有种植绿化要求的城市综合管廊,当覆土厚度不足3.0m时,顶板及相关部位应采取耐根穿刺防水措施。

**5.5.2** 当采取耐根穿刺防水措施时,防水设防不应少于两道,且应有一道耐根穿刺防水层。耐根穿刺防水层周边应采取可靠的收头固定、密封措施。

**5.5.3** 耐根穿刺防水层的设计与施工应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的有关规定,耐根穿刺防水卷材的性能应符合现行国家标准《种植屋面用耐根穿刺防水卷材》GB/T 35468 的有关规定。

## **5.6 保护层**

**5.6.1** 施工完成的防水层在验收合格后应及时采取保护措施。

**5.6.2** 保护层施工时应避免损坏防水层。

**5.6.3** 柔性外防水层的保护层的设计与施工应符合下列规定:

**1** 顶板防水层应设置细石混凝土保护层,并应符合下列规定:

- 1) 回填土采用机械碾压时,保护层厚度不宜小于 70mm;
- 2) 回填土仅采用人工夯填时,保护层厚度不宜小于 50mm;
- 3) 防水层与保护层之间应设置隔离层。

**2** 底板防水层宜设置细石混凝土保护层,厚度不应小于 50mm;高分子自粘胶膜预铺卷材防水层可不作保护层;

**3** 侧墙外防外贴防水层宜采用砌体保护,也可采用软质材料保护。当采用软质材料保护时,聚乙烯泡沫板的拉伸强度不应小于 0.8MPa,厚度不应小于 20mm;挤塑聚苯板压缩强度不应小于 0.25MPa,厚度不应小于 50mm。

## **5.7 回填作业**

**5.7.1** 明挖法施工城市综合管廊防水层保护层验收合格后,应及时回填。

**5.7.2** 回填作业应符合下列规定:

- 1 基坑内杂物应清理干净,无积水;
- 2 城市综合管廊两侧应对称、分层、均匀回填,结构两侧



800mm 以内宜采用灰土、黏土或粉质黏土、素混凝土回填,回填土中不应含有石块、碎砖、灰渣、有机杂物以及冻土;

3 城市综合管廊顶板上部 1000mm 范围内应采用人工分层夯实回填。回填土压实系数不应小于 0.94。

## 5.8 质量验收

5.8.1 混凝土结构自防水的质量验收应符合本规程第 4.10 节的规定。

### 主控项目

5.8.2 外设防水系统的构造应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.8.3 防水层基层应符合本规程的要求。

检查数量:每  $100\text{m}^2$  抽查 1 处,每处  $10\text{m}^2$ ,且不应少于 3 处。

检验方法:观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.8.4 卷材防水层、涂料防水层及砂浆防水层所用卷材、涂料、砂浆及主要配套材料性能,多组分防水涂料及防水砂浆的配合比等应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:每批抽查。

检验方法:检查产品合格证、产品性能检测报告和材料进场检验报告。

5.8.5 卷材防水层及涂料防水层在转角处、变形缝、施工缝、后浇带、穿墙管、桩头、抗浮锚杆、引出接头等细部节点的做法应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.8.6 热熔法、冷粘法、湿铺法施工的卷材防水层搭接边应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

**5.8.7** 焊接法施工的卷材防水层搭接边焊接质量应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:单焊缝宜采用钩针检查,双焊缝宜采用充气检测或抽真空检测,检查隐蔽工程验收记录。

**5.8.8** 涂料防水层的厚度应符合设计要求及本规程的规定,最小厚度不得小于设计厚度的 90%。

检查数量:每 100m<sup>2</sup>抽查 1 处,每处 10m<sup>2</sup>,且不应少于 3 处。

检验方法:宜用超声波法或割开法检测,并应符合现行行业标准《建筑防水工程现场检测技术规范》JGJ/T 299 的有关规定。

**5.8.9** 涂料防水层应与结构混凝土基层应粘结牢固。

检查数量:每 100m<sup>2</sup>抽查 1 处,每处 10m<sup>2</sup>,且不应少于 3 处。

检验方法:检查隐蔽工程验收记录,粘结强度检测应符合现行行业标准《建筑防水工程现场检测技术规范》JGJ/T 299 的有关规定。

**5.8.10** 防水砂浆的粘结强度和抗渗性能应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:每批抽查。

检验方法:检查防水砂浆粘结强度、抗渗性能检验报告。

**5.8.11** 砂浆防水层的平均厚度应符合设计要求及本规程的规定,最小厚度不得小于设计值的 85%。

检查数量:每 100m<sup>2</sup>抽查 1 处,每处 10m<sup>2</sup>,且不应少于 3 处。

检验方法:用针测法检查。

**5.8.12** 耐根穿刺防水卷材及其配套材料的质量应符合设计要求。

检查数量:每批抽查。

检验方法:检查质量证明文件、进场抽样检验报告和防水卷材耐根穿刺性能检测合格报告。

**5.8.13** 耐根穿刺防水层施工方式应与防水卷材耐根穿刺性能

检测报告一致。

检查数量:每批抽查。

检验方法:观察检查。

### 一般项目

**5.8.14** 卷材防水层接缝应粘结牢固、封闭严密。防水层不应有破损、空鼓、皱折等缺陷。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

**5.8.15** 防水层甩槎、接槎做法应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

**5.8.16** 卷材收头处理应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

**5.8.17** 涂层间夹铺胎体增强材料时,防水涂料胎体应充分浸透,不得露胎体、翘边和皱折。

检查数量:每  $100\text{m}^2$  抽查 1 处,每处  $10\text{m}^2$ ,且不应少于 3 处。

检验方法:检查现场施工记录及隐蔽工程验收记录。

**5.8.18** 涂料防水层外观应均匀,不应有流坠、鼓泡、针孔等现象。

检查数量:每  $100\text{m}^2$  抽查 1 处,每处  $10\text{m}^2$ ,且不应少于 3 处。

检验方法:观察检查并检查隐蔽工程验收记录。

**5.8.19** 砂浆防水层表面应密实、平整,不应有空鼓、裂纹、起砂、麻面等缺陷。

检查数量:每  $100\text{m}^2$  抽查 1 处,每处  $10\text{m}^2$ ,且不应少于 3 处。

检验方法:观察检查并用 2m 靠尺和楔形塞尺检查。

**5.8.20** 保护层的厚度应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:每  $100\text{m}^2$  抽查 1 处,每处  $10\text{m}^2$ ,且不应少于 3 处。

检验方法:观察和尺量检查。

## 6 明挖法预制装配式混凝土结构 城市综合管廊

### 6.1 一般规定

- 6.1.1** 预制构件制作精度应符合设计及相关国家规范的规定。
- 6.1.2** 明挖法预制装配式城市综合管廊的拼装应由经过培训的专业化施工队伍完成。
- 6.1.3** 预制混凝土构件的混凝土强度等级不宜低于 C35；预应力混凝土构件的混凝土强度等级不宜低于 C40，且不应低于 C35；耐久性设计应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 的有关规定。
- 6.1.4** 装配式混凝土结构城市综合管廊应加强接缝部位的密封防水措施，并宜按防水设防等级的要求设置外防水层。外防水层的施工应符合本规程第 5.1 节～第 5.3 节的规定。
- 6.1.5** 外防水层施工前，应将吊装孔等用砂浆进行填充，砂浆性能应符合现行行业标准《混凝土结构修复用聚合物水泥砂浆》JG/T 336 的有关规定。
- 6.1.6** 预制构件与现浇混凝土连接部位应按本规程第 4.4 节的规定，在预留的施工缝中采取密封防水措施，界面处的混凝土应设置粗糙面或键槽。
- 6.1.7** 预制装配式城市综合管廊外防水层的保护及回填作业应符合本规程第 5.6 节和第 5.7 节的规定。

### 6.2 预制拼装城市综合管廊

- 6.2.1** 预制拼装混凝土结构城市综合管廊外防水层及拼接缝的设计除应符合表 6.2.1 的规定外，尚应符合下列规定：

- 1 防水混凝土的设计与配制应符合本规程第 4.2 节的规定；

2 卷材防水层、涂料防水层的设计应分别符合本规程第 5.2.1 条及第 5.3.1 条的规定。不应采用高分子自粘胶膜预铺防水卷材,迎水面不宜单独采用水泥基渗透结晶型防水涂料;

3 当采用纵向锁紧承插接头的预制拼装城市综合管廊时,宜设置变形缝,变形缝的间距应符合设计要求;变形缝可按本规程第 4.5 节进行处置。

表 6.2.1 预制拼装混凝土结构城市综合管廊防水设防

工程部位		主 体 结 构			拼 接 缝			
		预制钢筋混 凝土管节	外设防水层					
防水措施		防水混凝土	卷材防水层	涂料防水层	承插式企口构造	工作面及(或)端面双道密封	嵌填密封胶	外贴防水卷材或外涂防水涂料
防水等级	一级	应选	不应少于一道		应选	应选	可选	应选
	二级	应选	宜选一道					宜选

6.2.2 垫层混凝土抗压强度等级不宜低于 C25,厚度不应小于 100mm,平整度不应大于  $\pm 5\text{mm}$ 。

6.2.3 承插式接口的密封应符合下列规定:

1 承口及插口尺寸应符合设计要求;

2 当采用柔性矩形(弧形)承插接头时,宜在插口工作面上设置两道弹性橡胶密封圈,并应在其间预留检测孔(图 6.2.3-1);

3 当采用纵向锁紧承插接头时,可采用在插口工作面上设置两道弹性橡胶密封圈,或宜在承口端面上设置一道遇水膨胀橡胶-弹性橡胶复合密封条或自粘丁基橡胶-泡沫橡胶复合密封条,同时在插口工作面上设置一道弹性橡胶密封圈的双道密封措施。两道

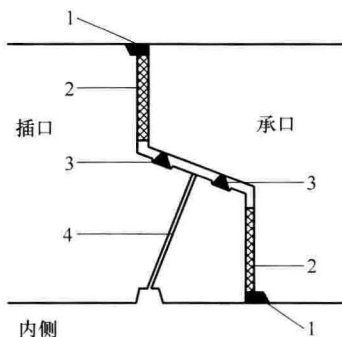


图 6.2.3-1 双胶圈柔性承插接头密封防水构造

1—建筑密封胶;2—聚乙烯泡沫嵌缝板;3—弹性橡胶密封圈;4—预留检测孔

密封措施之间应预留检测孔(图 6.2.3-2);

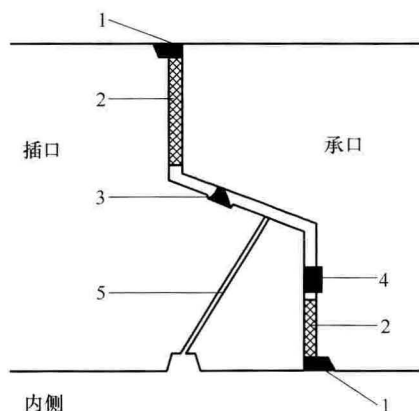


图 6.2.3-2 纵向锁紧承插接头密封防水构造

1—建筑密封胶;2—聚乙烯泡沫嵌缝板;3—弹性橡胶密封圈;4—遇水膨胀橡胶-弹性橡胶复合密封条或自粘丁基橡胶-泡沫橡胶复合密封条;5—预留检测孔

**4** 当采用钢承插口接头时,承口钢环和插口钢环所用钢板厚度不宜小于 10mm,材质应符合现行国家标准《碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带》GB/T 3274 的规定,并应采取防腐措施。承口钢套环与混凝土之间宜设置遇水膨胀止水条/止水

胶等防水措施,插口部位宜设置双道弹性橡胶密封圈,并宜在其间预留检测孔(图 6.2.3-3);

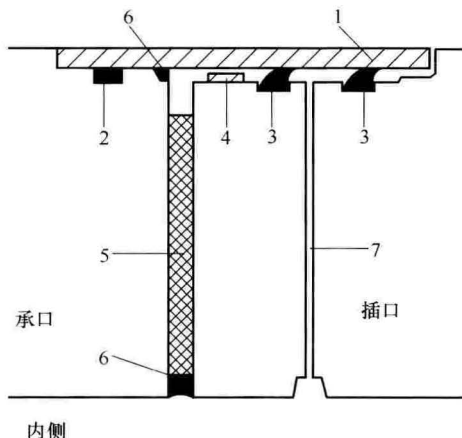


图 6.2.3-3 钢承口承插接头密封防水构造

1—钢套环;2—遇水膨胀橡胶止水条(胶);3—弹性橡胶密封圈;4—插口钢环;  
5—聚乙烯泡沫嵌缝板;6—建筑密封胶;7—预留检测孔

5 插口端面宜按设计要求设置聚乙烯泡沫嵌缝板衬垫,其性能应符合现行行业标准《混凝土接缝密封嵌缝板》JC/T 2255 的有关规定。衬垫的厚度、铺设面积、压缩率等应符合设计要求;

6 弹性橡胶密封圈、遇水膨胀橡胶-弹性橡胶复合密封条、自粘丁基橡胶-泡沫橡胶复合密封条等应预先安装在承口预留的沟槽中,并应环向闭合;

7 沟槽的形式、截面尺寸应与密封条的形式和尺寸相匹配;

8 接缝迎水面可嵌填低模量建筑密封胶,背水面宜嵌填高模量建筑密封胶;

9 预制混凝土城市综合管廊拼装前,密封圈(条)和聚乙烯泡沫嵌缝板等应安装完毕;密封胶宜在接缝密闭性检测合格后再施工。

6.2.4 弹性橡胶密封圈的设计应符合下列规定:

1 弹性橡胶密封圈的性能应符合设计和现行国家标准《橡胶密封件 给、排水管及污水管道用接口密封圈 材料规范》GB/T 21873 的有关规定。

2 弹性橡胶密封圈截面厚度或高度宜按式 6.2.4-1 进行计算：

$$d_r = \frac{b}{(1-\rho)\sqrt{K_j}} \quad (6.2.4-1)$$

式中： $d_r$ ——圆形截面的直径或楔形截面高度(mm)；

$b$ ——承插口接口间隙(mm)；

$\rho$ ——弹性橡胶密封圈压缩率；

$K_j$ ——环(周)径系数，一般取 0.8~0.9。

3 弹性橡胶密封圈环向周长宜按式 6.2.4-2 进行计算：

$$D_R = K_j \times D_w \quad (6.2.4-2)$$

式中： $D_R$ ——安装前弹性橡胶密封圈的环向周长(mm)；

$D_w$ ——插口工作面周长或插口预留槽周长(mm)。

4 弹性橡胶密封圈截面形状应符合设计要求，并宜在工厂中按设计尺寸预制成环。

**6.2.5** 遇水膨胀橡胶-弹性橡胶复合密封条性能应符合设计要求，遇水膨胀橡胶性能应符合现行国家标准《高分子防水材料 第3部分：遇水膨胀橡胶》GB/T 18173.3 的有关规定。自粘丁基橡胶-泡沫橡胶复合密封条性能应符合本规程附录 A.4.11 条的规定。

**6.2.6** 密封圈(条)的施工应符合下列规定：

1 基层应坚实，表面应平整、密实、干燥，不应有疏松、起皮、起砂；

2 预留凹槽宽度及截面积应符合设计要求；

3 弹性橡胶密封圈应紧贴混凝土基层，安装位置偏差不应超过 2mm，应无下垂现象；

4 遇水膨胀橡胶-弹性橡胶复合密封条和自粘丁基橡胶-泡沫橡胶复合密封条应紧贴混凝土基层，不得有空鼓、脱离现象。接



头部位应采用对接,接口应紧密,一环接头不宜超过 2 处。应采取措施避免遇水膨胀橡胶提前遇水膨胀。

#### **6.2.7 嵌填密封胶应符合下列规定:**

1 基层应坚实,表面应平整、密实、干燥,不应有疏松、起皮、起砂;

2 接缝中应设置背衬材料,并宜涂刷基层处理剂,涂刷应均匀,不应漏涂;

3 接缝两侧基层应粘贴防粘隔离胶带;

4 多组分密封胶应根据规定的比例准确计量,并应拌合均匀。每次拌合量、拌合时间和拌合温度,应按所用密封材料的要求严格控制;

5 采用胶枪嵌填时,应根据接缝的宽度选用口径合适的挤出嘴,应均匀挤出密封胶,并应由底部逐渐充满整个接缝;

6 嵌填密封胶后,表干前应用腻子刀进行修整;

7 对嵌填完毕的密封胶,应避免碰损及污染;

8 密封胶嵌填应密实、连续、饱满,应与基层粘结牢固;表面应平滑,缝边应顺直,不应有气泡、孔洞、开裂、剥离等现象。

#### **6.2.8 预制管节拼装接缝密闭性的检测宜符合下列规定:**

1 采用注水加压的方式检测接缝密闭性时,应先通过预留检测孔向拼接缝中注水并充满,加压至设计压力,关闭水源后观察压降变化。当 10min 内压力损失不大于设计压力的 10% 时为合格;

2 当采用遇水膨胀橡胶-弹性橡胶复合密封条时,不宜采用注水加压的方式检测接缝密闭性;

3 宜根据现场施工技术水平、质量控制措施等因素确定检测频率。当无明确要求时,应符合本规程 6.4.11 条的规定。

#### **6.2.9 柔性外设防水层的施工应符合下列规定:**

1 侧墙及顶板部位的柔性外设防水层的施工宜拼接缝检漏合格后进行;

2 大面柔性卷材、涂料防水层的施工应分别符合本规程第

5.2 节及第 5.3 节的规定；

3 底板防水层的甩槎宜设置在混凝土垫层上,垫层混凝土厚度不应小于 100mm,抗压强度等级不应低于 C20,甩槎部位的防水层表面应设置隔离膜及临时保护措施,保护层宽度不应小于 350mm。底板-侧墙部位防水层的搭接宽度不应小于 150mm(图 6.2.9)；

4 拼接缝底板部位可不设柔性外防水层的加强层,侧墙及顶板部位宜设置加强层,加强层的宽度不宜小于 300mm,变形缝部位应设置加强层。加强层的材质及厚度应符合本规程第 5.1.4 条的规定；

5 底板柔性防水层应采用双向加筋混凝土为保护层,保护层厚度不应小于 75mm,混凝土抗压强度等级不应低于 C30,平整度不应大于  $\pm 2\text{mm}$ 。侧墙及顶板部位外防水层的保护层应符合本规程第 5.6.3 条的规定。

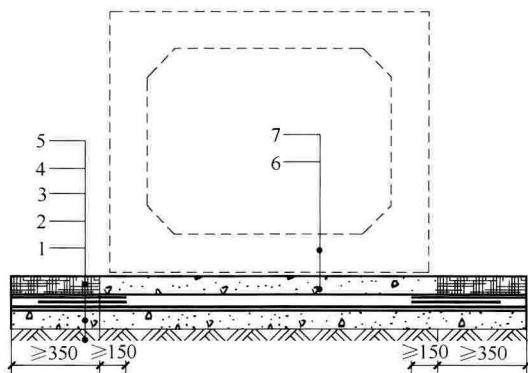


图 6.2.9 预制拼装城市综合管廊底板防水层的甩槎

1—基底土;2—混凝土垫层;3—外防水层;4—隔离层;5—临时保护措施;

6—细石混凝土保护层;7—预制拼装城市综合管廊

## 6.3 装配整体式城市综合管廊

6.3.1 装配整体式城市综合管廊的防水设计除应符合表 6.3.1

之外,尚应符合下列规定:

- 1 防水混凝土的设计与配制应符合本规程第 4.2 节的规定;
- 2 卷材防水层、涂料防水层和砂浆防水层的设计应分别符合本规程第 5.2.1 条、第 5.3.1 条及第 5.4.4 条的规定。迎水面不宜单独采用水泥基渗透结晶型防水涂料;
- 3 变形缝的设置及密封防水措施应符合本规程第 4.1.5 条及 4.1.6 条的规定。

**表 6.3.1 装配整体式城市综合管廊防水设防**

工程部位		主体结构				拼接缝(施工缝)					
		混凝土	外设防水层 <sup>1</sup>			结构断面中			结构迎水面		
防水措施		防水混凝土	卷材防水层	涂料防水层	砂浆防水层	遇水膨胀止水胶(条)	中埋式钢板止水带或自粘丁基橡胶钢板止水带	水泥基渗透结晶型防水涂料	嵌填密封胶或聚合物水泥砂浆	防水卷材	防水涂料
防水等级	一级	应选	不应少于一道 <sup>2</sup>			可选	可选	可选	可选	应选一种	
	二级	应选	宜选一道								

注:1 外设防水层应至少有一道柔性防水层。

- 2 当采用两道设防时,宜采用卷材-卷材、卷材-涂料、卷材-砂浆、涂料-砂浆叠合使用的设防措施;当涂料-砂浆叠合使用时,不应采用水泥基渗透结晶型防水涂料。

### 6.3.2 拼接缝(施工缝)及变形缝的施工应符合下列规定:

- 1 遇水膨胀止水胶(条)应在预制叠合板拼装定位前安装到

位,施工应符合本规程第 4.4.7 条及第 4.4.8 条的规定;

2 嵌填密封胶施工应符合本规程第 6.2.7 条的规定;

3 加强层的材质及厚度应符合本规程第 5.1.4 条的规定;

4 变形缝的施工应符合本规程第 4.5 节的规定。

**6.3.3** 外设防水层的施工应符合本规程第 5.1 节~5.5 节的规定。

## **6.4 质量验收**

**6.4.1** 外设防水层的质量验收应符合本规程第 5.8 节的规定。

### **主控项目**

**6.4.2** 预制构件的外观质量不应有严重缺陷,且不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查产品合格证、检测报告和进场检验报告。

**6.4.3** 预制构件接缝处防水材料性能应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:每批抽查。

检验方法:检查产品合格证、产品性能检测报告和材料进场检验报告。

**6.4.4** 预制构件接缝密封防水构造应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查及检查隐蔽工程验收记录。

**6.4.5** 预制叠合板密封防水构造应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查及检查隐蔽工程验收记录。

**6.4.6** 外设防水系统的构造应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

## 一般项目

**6.4.7** 垫层及保护层的混凝土质量及平整度应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

检验方法:检查施工记录及混凝土检测报告。

**6.4.8** 预制构件拼装接缝水密性应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:每 100 环为一批,每批检查一次。

检验方法:检查出厂前接缝水密性检测报告。

**6.4.9** 弹性橡胶密封圈的尺寸及定位应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:每批抽查。

检验方法:尺量检查。

**6.4.10** 预制构件拼装精度应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:每 10 环为一批,每批抽查不应少于 4 环。

检验方法:靠尺、塞尺尺量。

**6.4.11** 预制构件接缝密闭性应符合设计要求。

检查数量:每 10 条环缝为一批,每批抽检数量不应少于 3 条。

检验方法:注水加压检测或其他检测方法。

**6.4.12** 装配式混凝土结构施工后,外观质量不应有一般缺陷,且不应有影响结构性能的尺寸偏差。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察,量测,并检查处理记录。

## 7 矿山法城市综合管廊

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 应根据城市综合管廊的使用功能、地质状况、结构特点、环境条件等因素综合确定矿山法城市综合管廊的防排水形式、材料和施工工法。

**7.1.2** 矿山法现浇混凝土结构综合管廊结构自防水应符合本规程第4章的规定。

**7.1.3** 矿山法开挖期间的岩体加固注浆及初衬渗漏水治理注浆、矿山法城市综合管廊排水系统的设计和施工应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108的有关规定。

**7.1.4** 矿山法城市综合管廊的防水设防要求应符合表7.1.4-1和表7.1.4-2的规定。

**表 7.1.4-1 矿山法城市综合管廊二次衬砌防水设防要求**

工程部位		二次衬砌结构		
		主体结构	外设防水层	
防水措施		混凝土结构自防水	塑料防水板防水层+预埋分区注浆系统	卷材防水层 涂料防水层
防水等级	一级	应选	应选一道或两道	
	二级	应选	应选一道	

**表 7.1.4-2 矿山法城市综合管廊接缝防水设防要求**

工程部位	施工缝			变形缝		
	结构断面内			结构迎水面	结构断面内	结构迎水面
防水措施	预埋注浆管	遇水膨胀止水胶(条)	中埋式橡胶止水带、钢边橡胶止水带、钢板止水带或自粘丁基橡胶钢板止水带	外贴式塑料止水带或外贴式橡胶止水带	中埋式橡胶止水带或钢边橡胶止水带	外贴式塑料止水带或外贴式橡胶止水带
设防要求	应选两种			可选	应选	宜选

### 7.1.5 外设防水层的设计应符合下列规定：

1 防水层宜选用塑料防水板，也可选用高分子自粘胶膜预铺防水卷材或丙烯酸盐喷膜防水涂料、喷涂速凝橡胶沥青防水涂料等喷涂成膜类防水涂料；

2 塑料防水板、高分子自粘胶膜预铺防水卷材或喷涂成膜防水涂料应与缓冲材料结合使用；

3 防水层应设置在复合式衬砌的初期支护和二次衬砌之间；

4 防水层宜在初期支护结构基本稳定后进行施工；

5 塑料防水板铺设后，应在其内表面设置注浆嘴及注浆导管等预埋注浆系统。

### 7.1.6 应在初期支护表面无线状流水的条件下，施工防水层和二次衬砌混凝土。

### 7.1.7 初期支护基层应符合下列规定：

1 表面应平整、无尖锐突出物，阴角处宜做成圆弧或  $45^\circ$  坡角，符合所选择材料的施工要求；

2 防水板铺设时，初期支护表面  $D/L$  不应大于  $1/10$ ；高分子自粘胶膜预铺防水卷材、喷涂防水涂料的基面平整度  $D/L$  不应大于  $1/20$ ；

3 喷涂防水涂料的基层不应有滴水 and 流水。

### 7.1.8 暗钉圈应采用与塑料防水板同材质或可与塑料防水板熔焊在一起的材料制成，其直径不应小于 80mm。

7.1.9 防水层施工前应先铺土工布缓冲层。土工布单位面积质量不应小于  $300\text{g/m}^2$ ，厚度不应小于 2.0mm，并应具有适应初期支护由于荷载和温度变化引起的变形能力，以及良好的导水性、化学稳定性和耐久性，其性能应符合现行国家标准《土工合成材料 短纤针刺非织造土工布》GB/T 17638、《土工合成材料 长丝纺粘针刺非织造土工布》GB/T 17639 及《土工合成材料 非织造复合土工膜》GB/T 17642 的有关规定。

### 7.1.10 土工布缓冲层应采用暗钉圈固定在初支基面上。钉头不

得超过暗钉圈平面,间距应符合第 7.2.5 条的规定。缓冲层应与基层密贴,严禁拉得过紧(图 7.1.10),并应采用搭接法连接,搭接宽度不应小于 50mm。

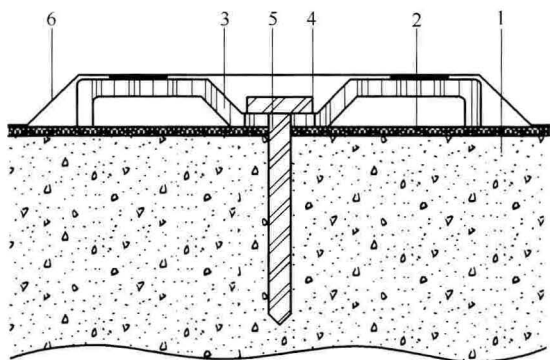


图 7.1.10 暗钉圈固定缓冲层

1—初期支护;2—土工布缓冲层;3—暗钉圈;4—金属垫圈;5—固定钉;6—塑料防水板

## 7.2 塑料防水板防水层

7.2.1 塑料防水板的性能应符合下列规定:

- 1 幅宽不应小于 2.0m;
- 2 厚度不应小于 1.5mm;
- 3 应具有良好的耐穿刺性、耐低温、耐久性、耐腐蚀性;
- 4 可选用乙烯-醋酸乙烯共聚物(EVA)防水板、乙烯-醋酸乙烯共聚物-沥青共混(ECB)防水板、聚乙烯(PE)防水板、聚氯乙烯(PVC)防水板或其他性能相近的材料,其性能应符合本规程表 A.1.9 的规定。

7.2.2 塑料防水板的铺设应符合下列规定:

- 1 铺设塑料防水板时,仰拱部位宜沿隧道设计轴线方向铺设,边墙及仰拱部位宜环向铺设;宜由拱顶向两侧展铺,并应边铺



边用压焊机将塑料板与暗钉圈焊接牢靠,不应有漏焊、假焊和焊穿现象;

2 两幅塑料防水板的搭接宽度不应小于 100mm,长边搭接缝应采用双焊缝热楔焊,每条焊缝的有效宽度不应小于 15mm,短边应采用热熔单焊缝焊接,有效焊接宽度不应小于 30mm;

3 环向铺设时,先拱后墙,下部防水板接头应压住上部防水板;防水板纵向搭接和环向搭接处应采用“T”型接头,中间一层防水板应做剪角处理;

4 塑料防水板铺设时,预埋的分区塑料止水带及注浆盘宜采用热熔或粘结固定在防水板表面;

5 分段设置塑料防水板时,两端应采取封闭措施。

7.2.3 接缝焊接时,塑料板的搭接层数不应超过三层。

7.2.4 塑料防水板的预留搭接接头应超过钢筋端部不小于 400mm,并采取必要的保护措施。再次焊接时应将接头处的塑料防水板擦拭干净。

7.2.5 塑料防水板应采用无钉孔铺设,并应牢固地固定在基面上,固定点间距应根据基面平整情况确定并应留有余量。顶拱宜为 0.3m~0.5m,边墙宜为 0.5m~0.8m,仰拱宜为 1.0m~1.5m,固定点应按梅花形布置,阴阳角两侧应适当加密。局部凹凸不平时,应加密固定点。

7.2.6 塑料防水板表面的破损部位应采用相同材质的补丁满焊修补,焊接应牢固、密实。补丁边缘与破损边缘的最小距离不应小于 70mm。

7.2.7 塑料防水板防水层铺设完毕后,应进行质量检查,验收合格后,方可进行下道工序的施工。

7.2.8 预埋分区注浆系统的设置应符合下列规定:

1 应以外贴式塑料止水带作为分区界限,分区内部应设置一定数量的注浆底座和注浆管;

2 分区界限应尽量靠近施工缝、变形缝和穿墙管等特殊部位;

3 一级防水设防时,分区间距宜为 3m~4m;二级防水设防时,分区间距宜为 4m~5m,顶拱部位应加密(图 7.2.8)。

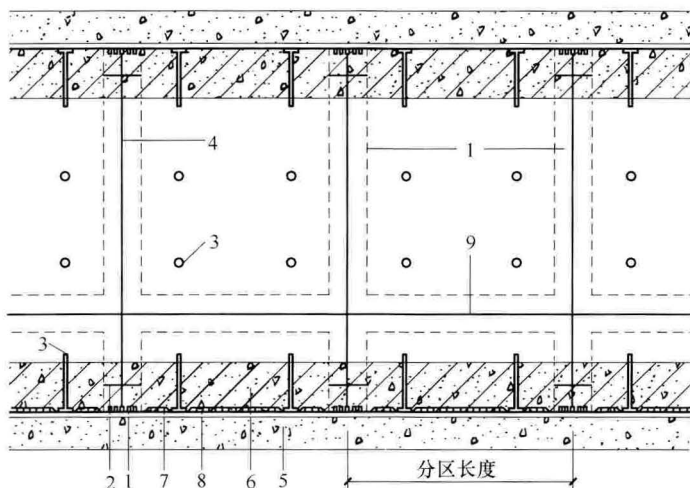


图 7.2.8 矿山法城市综合管廊分区注浆防水示意图

- 1—外贴式塑料止水带;2—中埋式钢边橡胶止水带;3—注浆底座及注浆导管;  
4—施工缝或变形缝;5—初期支护;6—二衬混凝土;7—防水层及缓冲层;  
8—仰拱细石混凝土保护层;9—水平施工缝

### 7.2.9 外贴式塑料止水带的施工应符合下列规定:

1 止水带纵向轴线两侧 250mm 范围内的防水板表面应干净、干燥、无油污、灰尘等现象;

2 止水带与防水板焊接的焊缝,不应与防水板的同向焊缝叠合。与防水板的焊缝形成交叉时,应将交叉范围内的防水板搭接缝外露边缘从根部裁剪干净;

3 止水带应采用专用焊接机热熔焊接在塑料防水板表面,每道焊缝宽度不应小于 30mm(图 7.2.9)。焊接应牢固、可靠,不应有翘边、空鼓和漏焊。无法保证焊接质量时,应采用塑料焊条对焊缝进行补强焊接。

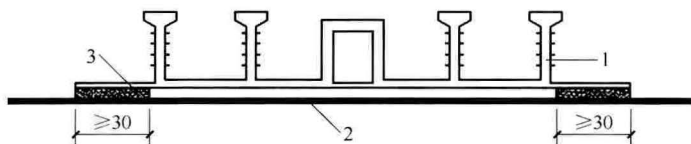


图 7.2.9 外贴式塑料止水带在塑料防水板表面的安装

1—外贴式塑料止水带；2—塑料防水板；3—焊接部位

#### 7.2.10 注浆底座及注浆导管的安装应符合下列规定：

1 注浆底座应与防水板同材质，与防水板焊接牢固，焊接点应对称位于底座四周，不宜超过四处，每处焊接面积不宜大于  $20\text{mm} \times 20\text{mm}$  (图 7.2.10)；

2 注浆导管与注浆底座应连接牢固、紧密；注浆导管埋入结构内的部分应牢固地固定在结构钢筋上；

3 注浆导管应采用厚壁高强度管；

4 注浆导管端部应临时封堵保护。

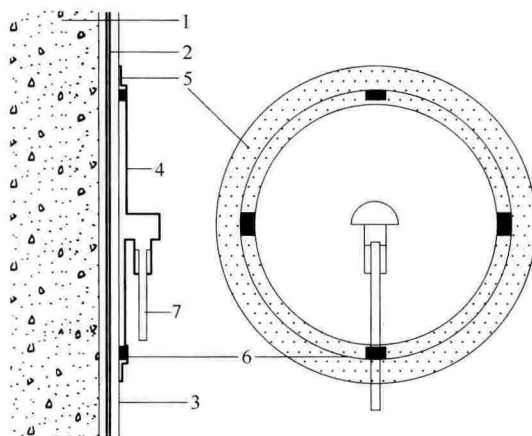


图 7.2.10 注浆底座安装示意图

1—初期支护；2—土工布缓冲层；3—塑料防水板；4—注浆底座；5—出浆孔

6—手工焊接点；7—注浆导管

**7.2.11** 塑料防水板的铺设应超前混凝土施工,超前距离宜为5m~20m。

### **7.3 高分子自粘胶膜预铺卷材防水层**

**7.3.1** 高分子自粘胶膜预铺防水卷材的性能应符合下列规定:

- 1 幅宽不应小于1m;
- 2 卷材主体材料厚度不应小于1.2mm,卷材全厚度不应小于1.5mm;
- 3 应具有良好的耐穿刺性、耐低温、耐水性、耐腐蚀性;
- 4 卷材长边未涂胶的搭接边宽度不应小于80mm;
- 5 产品性能应符合本规程表 A.1.5 的规定。

**7.3.2** 缓冲层的选材及施工应符合本规程第7.1.9条和7.1.10条的规定。

**7.3.3** 高分子自粘胶膜预铺卷材防水层的施工除应符合本规程第7.2.2条第1~3款的规定外,尚应符合下列规定:

1 长边焊接搭接后,接缝处主体材料外露部位宜粘贴表面带级配细砂或有机涂层等减粘保护措施的高分子自粘胶带,胶带宽度不应小于50mm,胶带性能应符合本规程表 A.4.10 的规定;

2 短边焊接搭接时,应先清除搭接部位卷材表面的胶层;焊接完成后,搭接区域主体材料外露部位宜覆盖表面带级配细砂或有机涂层等减粘保护措施的高分子自粘胶带;

3 两幅卷材间的搭接区应相互错开,搭接层数不应超过三层;

4 卷材施工的接头部位保护及超前混凝土的距离应符合本规程第7.2.4条及第7.2.11条的规定。

**7.3.4** 卷材表面的破损部位应采用相同材质的补丁修补,可采用粘接或焊接,补丁应牢固、密实。补丁边缘与破损边缘的最小距离不应小于70mm。修补前,应去除破损部位及周边80mm宽卷材表面的胶层。

**7.3.5** 拱顶钻孔回填注浆时,不应打穿防水层。

## 7.4 涂膜防水层

**7.4.1** 喷涂防水涂料种类及厚度应根据施工方法和使用条件等确定,喷涂速凝橡胶沥青防水涂料膜厚度不应小于 2.5mm,喷涂丙烯酸盐防水涂料膜厚度不应小于 3.0mm。

**7.4.2** 喷涂成膜类防水涂料的施工应符合下列规定:

1 施工环境温度不应低于 5℃,基层表面不应有明水;

2 涂料应与无纺布缓冲层复合使用,缓冲层的选材及施工应符合本规程第 7.1.9 条和 7.1.10 条的规定;

3 当两次喷涂作业时间间隔较长时,应对搭接部位进行保护,搭接宽度不应小于 100mm。

**7.4.3** 丙烯酸盐喷膜防水涂料的施工应符合协会标准《丙烯酸盐喷膜防水应用技术规程》CECS 342 的规定。

**7.4.4** 喷涂速凝橡胶沥青防水涂料的施工应符合下列规定:

1 对易污染部位应先采取遮挡措施;

2 不应使用水溶性无机氯盐做破乳剂;

3 应使用专用喷涂设备连续作业,喷枪宜垂直于基层,多次、交叉喷涂达到设计厚度要求;

4 应按照自下而上、由低到高的顺序喷涂;

5 喷涂后应干燥 72h 以上、涂膜实干以后,方可进行下道工序施工。

## 7.5 保护及二衬施工

**7.5.1** 仰拱部位的防水层宜应采用土工布、PE 泡沫塑料片材或厚度不小于 50mm 的细石混凝土保护层,其他部位应采取防止破坏防水层的管理措施。当采用细石混凝土保护层时,不应覆盖塑料止水带及预埋注浆底座周边。

**7.5.2** 二衬混凝土施工应符合下列规定:

1 绑扎、焊接钢筋时应有防刺穿、灼伤防水层的措施;

2 混凝土出料口和振捣棒不应直接接触防水层。

**7.5.3** 二次衬砌回填注浆宜选用水泥基注浆材料,并宜符合下列规定:

1 具有良好的可灌性;凝胶(固化)时间应可调;固化时收缩应小;固结体强度应满足加固要求;在侵蚀性环境中,固结体应具有抗侵蚀性;

2 不应采用影响结构安全和对环境产生污染的注浆材料;

3 水泥类浆液宜选用普通硅酸盐水泥,其他浆液材料应符合有关规定。浆液的配合比应经试验室内和现场试验确定;

4 注浆压力不应大于 0.5MPa;

5 后期需要钻孔时,不应穿透防水层。

**7.5.4** 矿山法城市综合管廊引出段洞口周边宜采用厚度不小于 10mm 的发泡聚乙烯泡沫板为防水层的临时保护措施,并应在转角部位设置宽度不小于 500mm 的防水加强层。新、旧混凝土二衬结构之间的施工缝宜采用缓膨胀型遇水膨胀类止水条(胶)、预留注浆管等密封防水措施。防水层之间应做好搭接(图 7.5.4)。

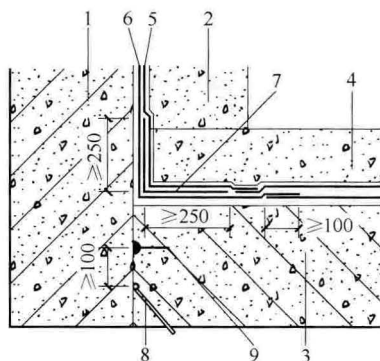


图 7.5.4 矿山法城市综合管廊引出接头部位防水构造

1—干线管廊二衬混凝土结构;2—干线管廊初衬;3—支线管廊二衬混凝土结构;

4—支线管廊初衬;5—无纺布缓冲层;6—防水层;7—防水层加强层;

8—预埋注浆管及注浆导管;9—遇水膨胀止水条(胶)

## 7.6 质量验收

### 主控项目

**7.6.1** 塑料防水板、防水卷材、喷膜防水材料 & 主要配套材料性能应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:每批抽查。

检验方法:检查产品合格证、产品性能检测报告和材料进场检验报告。

**7.6.2** 塑料防水板及防水卷材的固定点间距、搭接宽度应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:每  $200\text{m}^2$  抽查 1 处,每处  $10\text{m}^2$ ,且不应少于 3 处。

检验方法:观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

**7.6.3** 双缝焊接的每条焊缝有效宽度不应小于  $15\text{mm}$ 。

检查数量:全数检查。

检验方法:双焊缝间空腔内充气检查和尺量检查。

**7.6.4** 喷膜防水层构造应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:每  $100\text{m}^2$  抽查 1 处,每处  $10\text{m}^2$ ,且不应少于 3 点。

检验方法:观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

**7.6.5** 喷膜防水层的厚度应均匀,最小厚度不得小于设计厚度的 90%。

检查数量:每  $100\text{m}^2$  抽查 1 处,每处  $10\text{m}^2$ ,且不应少于 3 点。

检验方法:用超声测厚法或割开法检测,并应符合现行行业标准《建筑防水工程现场检测技术规范》JGJ/T 299 的有关规定。

**7.6.6** 变形缝、施工缝、引出接头等细部节点的做法应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

### 一般项目

**7.6.7** 塑料防水板及防水卷材应采用无钉孔铺设,其固定点的间

距应符合本规程的规定。

检查数量:每  $100\text{m}^2$  抽查 1 处,每处  $10\text{m}^2$ ,且不应少于 3 处。

检验方法:观察和尺量检查。

**7.6.8** 塑料防水板或防水卷材与暗钉圈应焊接牢靠,不得漏焊、虚焊和焊穿。

检查数量:每  $200\text{m}^2$  抽查 1 处,每处  $10\text{m}^2$ ,且不应少于 3 处。

检验方法:观察检查。

**7.6.9** 塑料防水板及防水卷材的铺设应平顺,不得有下垂、绷紧和破损现象。

检查数量:每  $100\text{m}^2$  抽查 1 处,每处  $10\text{m}^2$ ,且不应少于 3 处。

检验方法:观察检查。

**7.6.10** 塑料防水板及防水卷材搭接宽度的允许偏差为  $-10\text{mm}$ 。

检查数量:每  $100\text{m}^2$  抽查 1 处,每处  $10\text{m}^2$ ,且不应少于 3 处。

检验方法:尺量检查。

**7.6.11** 涂料防水层应与衬垫层粘结牢固,涂刷均匀,不得鼓泡、露槎、露胎。

检查数量:每  $100\text{m}^2$  抽查 1 处,每处  $10\text{m}^2$ ,且不应少于 3 处。

检验方法:观察检查。

**7.6.12** 预埋分区注浆系统设置应符合设计要求。

检查数量:每  $100\text{m}^2$  抽查 1 处,每处  $10\text{m}^2$ ,且不应少于 3 处。

检验方法:观察检查和检查隐蔽工程验收记录。



## 8 盾构法城市综合管廊

### 8.1 设 计

**8.1.1** 盾构法施工的城市综合管廊的衬砌混凝土管片应采用防水混凝土制作。管道支吊架固定件应预埋在管片中。

**8.1.2** 盾构法城市综合管廊应根据管廊的功能、使用要求、构造特点、施工条件等进行防水设计,且应符合下列规定:

1 处于中等以上腐蚀性地层的混凝土管片迎水面应涂布外防水涂层;

2 衬砌接缝中应设置弹性橡胶密封垫,螺栓孔应设置密封圈;

3 盾构法城市综合管廊宜施行整环嵌缝作业并封闭手孔,管廊内部可施作混凝土内衬或其他内衬。

**8.1.3** 衬砌结构的耐久性应根据设计使用年限、环境类别及其作用等级进行设计,并应符合相关标准的规定。管片防水混凝土的抗压强度等级不应低于 C50、抗渗等级不应小于 P10。混凝土的密实度、抗碳化性、抗裂性等耐久性的检测应符合现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的有关规定。混凝土氯离子扩散系数  $D_{RCM}$  不应大于  $3.5 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ , 电通量  $Q_s$  不应大于 1000C。

**8.1.4** 管片应设置密封垫沟槽。密封垫沟槽的道数、位置、形式、尺寸,应根据隧道类型、设计水压、接缝允许的张开量、错位量、接缝面构造等确定,并应与弹性橡胶密封垫形式、尺寸相匹配;砌接缝密封垫沟槽可为单道或双道沟槽;衬砌接缝至少应设置一道密封垫沟槽。

**8.1.5** 弹性橡胶密封垫应被完全压入密封垫沟槽内。密封垫沟槽的截面积应大于或等于弹性橡胶密封垫的截面积,其关系宜符

合下式规定：

$$A=(1\sim 1.15)A_0 \quad (8.1.5)$$

式中： $A$ ——密封垫沟槽截面积；

$A_0$ ——弹性橡胶密封垫截面积。

**8.1.6** 弹性橡胶密封垫宜选择具有合理的构造形式、良好的弹性或遇水膨胀性、耐久性、耐水性的橡胶类材料，其外形应与沟槽相匹配。弹性橡胶密封垫材料、遇水膨胀橡胶密封垫胶料除防霉等级不作要求外，其他性能应符合本规程表 A.4.8 的规定。

**8.1.7** 弹性橡胶密封垫应满足在计算的接缝最大张开量和估算的错台量情况下，承受埋深水头的 2~3 倍水压不渗漏的技术要求；接缝密封垫应进行 T 字缝或十字缝水密性试验检测，试验方法应符合现行国家标准《高分子防水材料 第 4 部分：盾构法隧道管片用橡胶密封垫》GB/T 18173.4 的有关规定。

**8.1.8** 弹性橡胶密封垫的闭合压缩力数值应满足水密性与管片拼装的双重要求。

**8.1.9** 弹性橡胶密封垫的外侧可设置挡砂条，挡砂条的材质宜为遇水膨胀橡胶条或闭孔型泡沫条。管片设计时宜预留定位槽。

**8.1.10** 螺孔防水应符合下列规定：

1 管片肋腔的螺孔口应设置锥形倒角的螺孔密封圈沟槽；

2 螺孔密封圈的外形应与沟槽相匹配，并应有利于压密止水或膨胀止水。在满足止水的要求下，螺孔密封圈的断面宜小。

3 螺孔密封圈的技术指标要求应符合现行国家标准《高分子防水材料 第 4 部分：盾构法隧道管片用橡胶密封垫》GB/T 18173.4 的有关规定。

## 8.2 施 工

**8.2.1** 弹性密封垫的粘贴应符合下列规定：

1 管片表面应干燥、无灰尘，雨天不应进行粘贴施工；冬季进行密封垫粘贴需经烘箱预热处理；

2 采用单面涂胶法粘贴,将胶料均匀涂刷在管片凹槽内,根据环境温度和湿度进行晾胶,待手指接触不粘后才可进行粘贴;

3 粘贴前应再次检查粘结面涂胶的均匀程度;

4 密封垫的粘贴应牢固、紧密,不应有空鼓部位,密封垫表面应在一个平面上,严禁歪斜、扭曲;

5 角部密封垫不得出现“耸肩”“塌肩”;

6 密封垫粘贴后 24h 内,不应进行拼装;

7 当采用遇水膨胀橡胶密封垫时,其表面应涂刷缓膨胀剂。涂刷缓膨胀剂后 12h 内,不应进行管片拼装;

8 粘贴好密封垫的管片在进场、吊装、拼装前要逐块进行检查,发现问题及时修补。拼装过程中应避免出现弹性密封垫损坏、脱槽、扭曲和移位等现象。

#### 8.2.2 嵌缝防水应符合下列规定:

1 在管片内侧环纵向边沿设置嵌缝槽,其深宽比不应小于 2.5,槽深宜为 25mm~55mm,单面槽宽宜为 5mm~10mm,断面宜采用平底型、单侧型、斜底型或倒“退拔”型等构造形式(图 8.2.2);

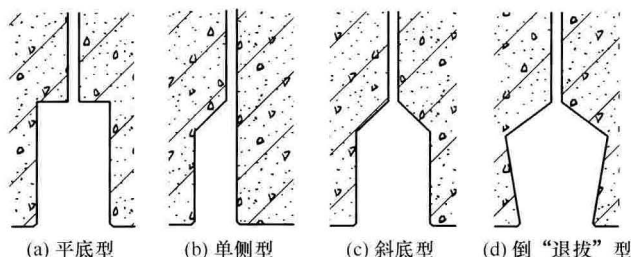


图 8.2.2 管片嵌缝槽断面构造形式

2 嵌缝材料应有良好的不透水性、潮湿基面粘结性、耐久性、弹性和抗下坠性;

3 嵌缝应为整环作业,并根据嵌缝槽断面构造形式和城市综合管廊的衬砌接缝形式确定嵌缝材料的材质及嵌缝细部构造;

4 嵌缝防水施工应在盾构千斤顶顶力影响范围外进行;同

时,应根据盾构施工方法、城市综合管廊的沉降稳定性确定嵌缝作业开始的时间;

5 嵌缝作业应在接缝堵漏和无明显渗水后进行,嵌缝槽表面混凝土如有缺损,应采用聚合物水泥砂浆或特种水泥修补。嵌缝材料嵌填时,应先刷涂基层处理剂,嵌填应密实、平整。

8.2.3 螺栓手孔应采用防腐蚀水泥砂浆充填封闭。

8.2.4 衬砌环、纵缝之间如需设置传力衬垫,其材质宜为软木橡胶,主要性能应符合现行国家标准《盾构法隧道管片用软木橡胶衬垫》GB/T 31061 的有关规定。

8.2.5 复合式衬砌的内层衬砌混凝土浇筑前,应将外层管片的渗漏水引排或封堵。采用塑料防水板等夹层防水层的复合式衬砌,应根据城市综合管廊的排水情况选用相应的缓冲层和塑料防水板。

8.2.6 管片外防水涂料应符合下列规定:

1 对有中等以上腐蚀性介质的地层应采用外防水涂料;

2 具有良好的耐化学腐蚀性、抗微生物侵蚀性、耐磨性,并应无毒或低毒;

3 涂层应能在盾构密封用钢丝刷与钢板挤压条件下不损伤、不渗水;

4 防水涂料宜采用环氧、改性环氧、水泥基渗透结晶型等材料;

5 在管片外弧面混凝土裂缝宽度达到 0.2mm 时,仍能在最大埋深处的水压或 0.8MPa 水压下不渗漏;

6 涂料应涂刷在衬砌背面和环、纵缝橡胶密封垫外侧的混凝土上。

8.2.7 盾构法城市综合管廊始发井部位的管片与混凝土主体结构之间宜采用后浇混凝土环梁进行连接,管片与后浇混凝土之间的施工缝部位宜设置遇水膨胀类止水材料及预埋注浆管,并宜加固盾构工作井洞圈周围土体,后浇混凝土应采用防水混凝土(图 8.2.7)。

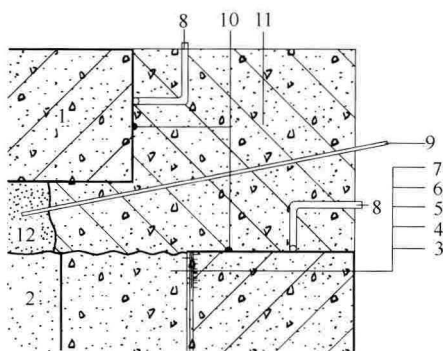


图 8.2.7 盾构出发井部位防水构造

1—管片；2—土体；3—围护结构；4—外设防水层；5—胶粘带；6—外贴式止水带；

7—工作井内衬混凝土结构；8—预埋注浆管及注浆导管；9—预埋注浆钢管；

10—遇水膨胀止水胶；11—后浇混凝土环梁；12—填充注浆固结体

**8.2.8 盾构法城市综合管廊采用矿山法引出支线时，引出段接口部位的环向施工缝应采用遇水膨胀止水胶和预埋注浆管的方法进行防水处理。软弱地层中，引出段宜设置变形缝及分区注浆系统（图 8.2.8）。**

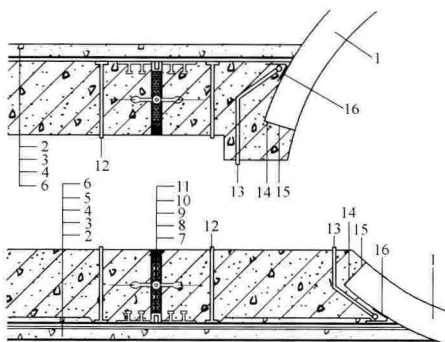


图 8.2.8 盾构法城市综合管廊引出支线接头防水构造

1—盾构隧道管片；2—初期支护；3—土工布缓冲层；4—塑料防水板；5—细石混凝土保护层；6—二衬混凝土结构；7—外贴式（分区）止水带；8—嵌缝板；9—中埋式止水带；

10—背衬材料；11—密封胶；12—防水板预埋注浆系统；13—预埋注浆管及注浆导管；

14—纵缝弹性密封垫；15—遇水膨胀止水胶；16—防水过渡层

## 8.3 质量验收

### 主控项目

**8.3.1** 盾构法城市综合管廊衬砌所用防水材料应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:每批抽查。

检验方法:检查产品合格证、产品性能检测报告和材料进场检验报告。

**8.3.2** 钢筋混凝土管片的抗压强度和抗渗性能应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:应符合现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB 50208 的有关规定。

检验方法:检查混凝土抗压强度、抗渗性能检验报告和管片单块检漏测试报告。

**8.3.3** 管片环纵缝密封构造应符合设计要求。

检查数量:直径 8.0m 以下,每 400~500 环抽查一次;直径 8.0m 以上,每 200~250 环抽查一次。

检验方法:检查隐蔽工程验收记录。

**8.3.4** 盾构法城市综合管廊衬砌与工作井接头、引出支线接头防水构造应符合设计要求。

检查数量:每个接头检查一次。

检验方法:观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

### 一般项目

**8.3.5** 管片接缝弹性密封垫及其沟槽的断面尺寸应符合设计要求。

检查数量:每 10 环为一组,每组抽查不应少于一次,每次抽查一环。

检验方法:测量和检查隐蔽工程验收记录。

**8.3.6** 密封垫在沟槽内应套箍和粘贴牢固,不得歪斜、扭曲。

检查数量:每 10 环为一组,每组抽查不应少于一次,每次抽查一环。

检验方法:观察检查。

**8.3.7** 管片嵌缝槽的深宽比及断面构造形式、尺寸应符合设计要求。

检查数量:每 10 环为一组,每组抽查不应少于一次,每次抽查一环。

检验方法:测量和检查隐蔽工程验收记录。

**8.3.8** 嵌缝材料嵌填应密实、连续、饱满,表面平整,密贴牢固。

检查数量:每 10 环为一组,每组抽查不应少于两次,每次抽查一环。

检验方法:观察检查。

**8.3.9** 管片的环向及纵向螺栓应全部穿进并拧紧;衬砌内表面的外露铁件防腐处理应符合设计要求。

检查数量:每 10 环为一组,每组抽查不应少于两次,每次抽查一环。

检验方法:观察检查。

**8.3.10** 当有氯离子扩散系数或电通量等耐久性指标要求时,应在工场随机抽取试件进行耐久性检验,其检验结构应符合国家现行有关标准的规定和设计要求。

检查数量:同一配合比的混凝土,取样不应少于一次,留置试件数量应符合国家现行标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 及《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 的有关规定。

检验方法:检查试件耐久性试验报告。

**8.3.11** 支吊架固定件宜预先埋设在管片中。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

## 9 顶管与箱涵顶进法城市综合管廊

### 9.1 设 计

**9.1.1** 顶管与箱涵顶进法城市综合管廊应根据地质条件、环境条件、防水等级、使用功能、接口形式等进行综合防水设计。

**9.1.2** 大体积混凝土箱涵结的制作应符合现行国家标准《大体积混凝土施工标准》GB 50496 的有关规定。

**9.1.3** 钢筋混凝土顶管与箱涵应采用防水混凝土,顶管管节混凝土强度等级不宜低于 C50,抗渗等级不应低于 P10;箱涵管节混凝土强度等级不应低于 C40,抗渗等级不应低于 P8。

**9.1.4** 处于中等以上腐蚀性地层的管节和箱涵混凝土、钢构件应在其与腐蚀性介质接触面做防腐处理。砂性地层顶进的管节或箱涵,外表面宜设耐磨涂层。

**9.1.5** 顶管接头应设置密封圈。密封圈在施工和运营中,应保持在设计水压作用下不渗漏。

**9.1.6** 混凝土顶管接头宜采用钢承口接头和双插口接头,钢承口和双插口的套环宜采用 Q235B 材质,钢承口接头等钢构件的防腐要求应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》GB 50046 的有关规定。

**9.1.7** 钢承口接头的钢套环一端与混凝土管节的结合面应设置遇水膨胀止水条(胶)。钢套环的另一端与后续管节外弧面的槽口内应设置密封圈(图 9.1.7)。

**9.1.8** 密封圈材料应符合现行国家标准《橡胶密封件 给、排水管及污水管道用接口密封圈 材料规范》GB/T 21873 的有关规定,密封圈品种的选择应符合下列规定:

1 施工环境温度低于 5℃ 时宜选用三元乙丙橡胶;



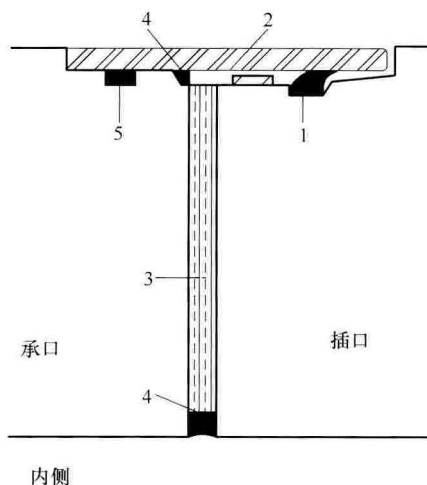


图 9.1.7 钢承口接头防水构造

1—弹性橡胶密封圈;2—钢套环;3—传力衬垫;  
4—弹性密封胶;5—遇水膨胀止水条(胶)

2 当地下水含油时,宜选用丁腈橡胶;

3 当地下水为弱酸性或弱碱性时,宜选用氯丁橡胶。

9.1.9 密封圈的展开长度应为预留凹槽周长的 80%~90%。

## 9.2 施 工

9.2.1 密封圈插入前,表面宜涂润滑油脂或止水润滑剂。不应采用使橡胶圈产生变形、腐蚀的润滑材料。

9.2.2 直线顶管施工中,管节之间的衬垫宜采用胶合板;曲线顶管施工中,管节之间的衬垫宜采用松木板。

9.2.3 顶进箱涵宜采用半刚性或柔性防水接缝。半刚性接缝中宜设置中埋式止水带、遇水膨胀止水条(胶)、部分贯通的钢筋或剪力杆;柔性接缝应采用钢承口构造形式,缝中宜设置中埋式止水带和弹性橡胶密封垫(图 9.2.3)。

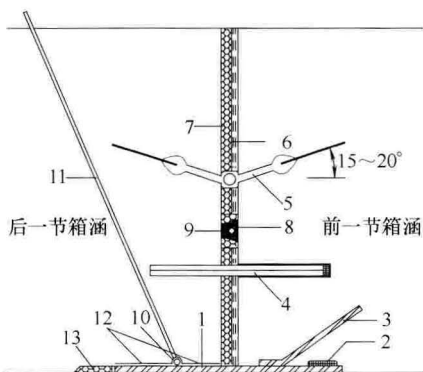


图 9.2.3 顶进箱涵半刚性或柔性接缝防水构造

1—钢套环；2—遇水膨胀止水条(胶)；3—固定钢筋；4—剪力杆；5—中埋式橡胶钢边止水带；6—松木板衬垫；7—弹性泡沫衬垫；8—三元乙丙橡胶弹性密封圈；9—遇水膨胀橡胶(与 8 复合)；10—预埋注浆管；11—注浆导管；12—隔离层；13—泡沫垫块

**9.2.4 顶进箱涵中继环的行程应小于 200mm, 接缝中宜设置  $\Omega$  型橡胶止水带(图 9.2.4)。**

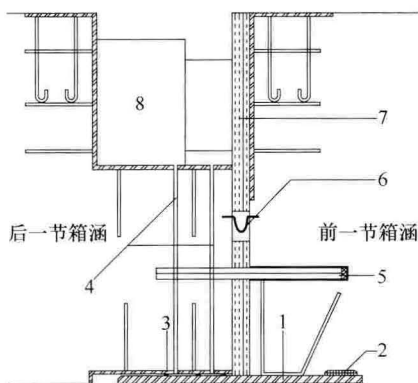


图 9.2.4 顶进箱涵中继环接缝防水构造

1—钢套环；2—遇水膨胀止水条(胶)；3—弹性橡胶密封圈；4—预留注浆管；5—剪力杆；6— $\Omega$  型橡胶止水带；7—松木板衬垫；8—千斤顶

### 9.3 质量验收

**9.3.1** 顶管与箱涵顶进法城市综合管廊衬砌所用防水材料应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:每批抽查。

检验方法:检查产品合格证、产品性能检测报告和材料进场检验报告。

**9.3.2** 钢筋混凝土管节的抗压强度和抗渗性能应符合设计要求及本规程的规定。

检查数量:应符合现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB 50208 的有关规定。

检验方法:检查混凝土抗压强度、抗渗性能检验报告。

**9.3.3** 顶管与箱涵顶进法城市综合管廊衬砌与工作井接头防水构造应符合设计要求。

检查数量:每个接头检查一次。

检验方法:观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

**9.3.4** 顶管与箱涵顶进法城市综合管廊完工后,应对其接头进行检漏试验,并应检测接口的允许偏差,其允许偏差值应符合表 9.3.4 的规定。

表 9.3.4 顶管施工接口的允许偏差

序号	检验项目	允许偏差或允许值(mm)	检查数量		检测方法
			范围	点数	
1	相邻管节间错口	10%壁厚且 $\leq 2$	每个接口	1点	尺量
		15%壁厚且不大于 15			
2	对顶时两端错口	50	每个接口	1点	尺量
3	弹性橡胶密封圈	不脱出、轴向位移 $< 6$	每个接口	4点	尺量
4	接口内表面	无渗漏	每个接口	整环	目测

**9.3.5** 支吊架固定件宜预先埋设在管片中。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

# 附录 A 城市综合管廊防水工程 所用材料主要性能

## A.1 防水卷材

**A.1.1 聚酯胎弹性体改性沥青防水卷材的主要性能应符合表 A.1.1 的规定。**

**表 A.1.1 聚酯胎弹性体改性沥青防水卷材的主要性能**

项 目		性 能 要 求	试 验 方 法
可溶物含量(g/m <sup>2</sup> )		3.0mm 厚≥2100 4.0mm 厚≥2900	现行国家标准 《弹性体改性沥青防水卷材》 GB 18242
拉伸 性能	拉力(纵、横向,N/50mm)	≥800	
	延伸率(纵、横向,%)	最大拉力时,≥40	
低温柔性		-25℃,无裂纹	
热老化后低温柔性		-20℃,无裂纹	
卷材-卷材剥离强度(N/mm)		≥1.5	
尺寸变化率(%)		±0.7	

**A.1.2 聚合物改性沥青聚乙烯胎防水卷材的主要性能应符合表 A.1.2 的规定。**

**表 A.1.2 聚合物改性沥青聚乙烯胎防水卷材的主要性能**

项    目		性    能    要    求		试验方法
		热熔型	自粘型	
拉伸性能	拉力(纵、横向,N/50mm)	≥600	≥200	现行国家标准 《改性沥青聚乙 烯胎防水卷材》 GB 18967
	断裂延伸率(纵、横向,%)	≥120		
低温柔性		-25℃,无裂纹		
热老化后低温柔性		-20℃,无裂纹		
卷材-卷材剥离强度(N/mm)		≥1.0		
尺寸变化率(%)		±1.0	±1.5	

**A.1.3** 自粘聚合物改性沥青防水卷材的主要性能应符合表 A.1.3 的规定。

**表 A.1.3 自粘聚合物改性沥青防水卷材的主要性能**

项 目		性 能 要 求		试验方法
		PY 类	N 类	
可溶物含量(g/m <sup>2</sup> )		3.0mm 厚≥2100 4.0mm 厚≥2900	—	现行国家标准 《自粘聚合物改 性沥青防水卷 材》GB 23441
拉伸 性能	拉力(纵、横向,N/50mm)	≥600	≥200	
	延伸率(纵、横向,%)	最大拉力时, ≥40	断裂时,≥200	
低温柔性		-25℃,无裂纹		
热老化后低温柔性		-20℃,无裂纹		
持粘性(min)		≥30	≥20	
卷材-卷材剥离强度(N/mm)		≥1.0		
热老化后卷材-铝板剥离强度(N/mm)		≥1.5		
尺寸变化率(%)		±1.0	±1.5	

**A.1.4** 自粘聚合物改性沥青湿铺防水卷材的主要性能应符合表 A.1.4 的规定。

**表 A.1.4 自粘聚合物改性沥青湿铺防水卷材的主要性能**

项    目		性 能 要 求			试验方法
		PY 类	E 类	H 类	
可溶物含量(g/m <sup>2</sup> )		3.0mm 厚, ≥2100	—	—	现行国家标准 《湿铺防水卷 材》GB/T 35467
拉伸 性能	拉力(纵、横向,N/50mm)	≥500	≥200	≥300	
	断裂延伸率(纵、横向,%)	最大拉力时, ≥30	≥180	≥50	
	拉伸时现象	胶层与高分子膜或胎基无分离			
撕裂力(N)		≥200	≥25	≥20	
低温柔性		-20℃,无裂纹			
持粘性(min)		≥30			

续表 A.1.4

项 目		性 能 要 求			试验方法
		PY 类	E 类	H 类	
卷材-卷材剥离强度(N/mm)	无处理	≥1.0			现行国家标准 《湿铺防水卷材》GB/T 35467
	热处理	≥0.8			
	浸水处理	≥0.8			
与水泥砂浆剥离强度(N/mm)	无处理	≥1.5			
	热处理	≥1.0			
与水泥砂浆浸水后剥离强度(N/mm)		≥1.5			
热老化(80℃, 168h)	拉力保持率(%)	≥90			
	伸长率保持率(%)	≥80			
	低温柔性(-18℃)	无裂纹			
尺寸变化率(%)		±1.5	±1.5	±1.0	

**A.1.5** 高分子自粘胶膜预铺防水卷材的主要性能应符合表 A.1.5 的规定。

表 A.1.5 高分子自粘胶膜预铺防水卷材的主要性能

项 目		性 能 要 求	试验方法
拉伸强度(MPa)		$\geq 16$	现行国家标准 《预铺防水卷材》GB/T 23457
拉力(N/50mm)		$\geq 600$	
膜断裂伸长率(%)		$\geq 400$	
抗穿刺强度(N)		$\geq 350$	
钉杆撕裂强度(N)		$\geq 400$	
低温弯折性		主体材料, -35℃, 无裂纹	
低温柔性		胶层, -25℃, 无裂纹	
抗冲击性能(0.5kg·m)		无渗漏	
抗窜水性(水力梯度)		0.8MPa/35mm, 4h 不窜水	
与后浇混凝土剥离强度(N/mm)	无处理	$\geq 1.5$	
	浸水处理	$\geq 1.0$	
	泥沙污染表面	$\geq 1.0$	
	紫外线老化	$\geq 1.0$	
	热老化	$\geq 1.0$	

续表 A.1.5

项 目			性 能 要 求	试验方法
与后浇混凝土浸水后剥离强度 (N/mm)			≥1.0	现行国家标准 《预铺防水卷材》 GB/T 23457
卷材与卷材 剥离强度 (N/mm)	自粘 搭接	无处理	≥0.8	
		浸水处理	≥0.8	
		热老化	≥0.8	
	焊接搭接		≥4.0 或卷材破坏	
热老化 (80℃， 168h)	主体 材料	拉力保持率(%)	≥90	
		断裂伸长率保持率 (%)	≥80	
		低温弯折性	-32℃，无裂纹	
	胶层低温柔性		-23℃，无裂纹	
尺寸变化率(%)			±1.5	

**A.1.6 三元乙丙橡胶(EPDM)防水卷材的主要性能应符合表 A.1.6 的规定。**

表 A.1.6 三元乙丙橡胶(EPDM)防水卷材的主要性能

项 目		性 能 要 求	试验方法
拉伸强度(MPa)		≥7.5	现行国家标准 《高分子防水材料 第1部分： 片材》GB/T 18173.1
断裂伸长率(%)		≥450	
低温弯折性(℃)		-40,无裂纹	
撕裂强度(kN/m)		≥25	
加热伸缩 量(mm)	延伸	≤2	
	收缩	≤4	
卷材与卷材剥离强度(N/mm)		≥1.0	
与水泥砂浆 粘结剥离强度(N/mm) <sup>注</sup>	标准条件	≥1.5	
	浸水 23℃×168h 后保持 率(%)	≥80	

注:仅自粘三元乙丙橡胶防水卷材检测。

**A.1.7 热塑性聚烯烃(TPO)防水卷材的主要性能应符合表 A.1.7 的规定。**

**表 A.1.7 热塑性聚烯烃(TPO)防水卷材的主要性能**

项 目	性 能 要 求	试验方法
拉伸强度(MPa)	$\geq 12$	现行国家标准 《热塑性聚烯烃 (TPO)防水卷材》 GB 27789
断裂伸长率(%)	$\geq 500$	
低温弯折性	-40℃, 无裂纹	
撕裂强度(kN/m)	$\geq 60$	
尺寸变化率(%)	$\pm 1.5$	
接缝剥离强度(N/mm)	$\geq 4.0$ 或卷材破坏	

**A.1.8 聚乙烯丙纶复合防水卷材及其专用的聚合物水泥粘结料的主要性能应符合表 A.1.8-1 及表 A.1.8-2 的规定。**

**表 A.1.8-1 聚乙烯丙纶复合防水卷材的主要性能**

项 目	性 能 要 求	试验方法
拉伸强度(N/10mm)	$\geq 50$	现行国家标准 《高分子防水材料 第1部分: 片材》GB/T 18173.1
断裂伸长率(%)	$\geq 300$	
低温弯折性	-20℃, 无裂纹	
撕裂强度(N)	$\geq 50$	
加热伸缩量 (mm)	延伸 $\leq 2$ 收缩 $\leq 4$	

**表 A.1.8-2 聚合物水泥防水粘结材料主要性能**

项 目		性 能 要 求	试 验 方 法
潮湿基层 粘结强度	标准状态(7d,MPa)	$\geq 0.6$	现行行业标准 《聚乙烯丙纶防 水卷材用聚合 物水泥防水粘 结料》JC/T 2377
	浸水处理(7d,MPa)	$\geq 0.4$	
剪切状态下 的粘结性	卷材-卷材(N/mm)	$\geq 3.0$ 或卷材破坏	
	卷材-砂浆基层(N/mm)	$\geq 3.0$ 或卷材破坏	
粘结层抗渗压力(MPa)		$\geq 0.3$	

**A.1.9 塑料防水板主要性能应符合表 A.1.9 的规定。**



表 A.1.9 塑料防水板主要性能

项 目		产 品 类 型				试验方法
		乙烯-醋酸 乙烯共聚 物(EVA) 防水板	乙烯-醋酸 乙烯共聚 物-沥青共 混(ECB) 防水板	聚乙烯 (PE)防 水板	聚氯乙烯 (PVC) 防水板	
拉伸强度(MPa)		≥18	≥17	≥18	≥14	现行国家标准 《高分子防水材料 第1部分: 片材》GB/T 18173.1
断裂伸长率(%)		≥650	≥600	≥600	≥250	
撕裂强度(kN/m)		≥100	≥95	≥95	≥55	
加热伸缩 量(mm)	延伸	≤2	≤2	≤2	≤2	
	收缩	≤6	≤6	≤6	≤6	
低温弯折性		-35℃, 无裂纹	-35℃, 无裂纹	-35℃, 无裂纹	-20℃, 无裂纹	
刺破强度 (N)	防水板 厚度 (mm)	1.5	≥300	≥300	≥300	
		2.0	≥400	≥400	≥400	
热空气老 化(80℃× 168h)	断裂拉伸强 度(MPa)	≥16	≥14	≥15	≥12	
	断裂伸长 率(%)	≥600	≥550	≥550	≥220	
耐碱性(饱 和 Ca(OH) <sub>2</sub> 溶液 ×168h)	断裂拉伸强 度(MPa)	≥17	≥16	≥16	≥13	
	断裂伸长 率(%)	≥600	≥600	≥550	≥230	

## A.2 防 水 涂 料

A.2.1 聚氨酯防水涂料的主要性能应符合表 A.2.1 的规定。

表 A.2.1 聚氨酯防水涂料主要性能

项 目	性能要求	试验方法
表干时间(h)	≤12	现行国家标准《聚氨酯 防水涂料》GB/T 19250
实干时间(h)	≤24	
干燥基面粘结强度(MPa)	≥1.0	
不透水性(0.3MPa,120min)	不透水	
拉伸强度(MPa)	≥2.0	
断裂伸长率(%)	≥500	
吸水率(%)	≤5.0	
耐水性(%)	≥80	现行国家标准《地下工程 防水技术规范》GB 50108

**A.2.2 聚合物水泥防水涂料的主要性能应符合表 A.2.2 的规定。**

**表 A.2.2 聚合物水泥防水涂料主要性能**

项 目		性能要求	试 验 方 法
基面粘结强度 (MPa)	干燥基面	$\geq 0.7$	现行国家标准《聚合物水泥防水涂料》GB/T 23445
	潮湿基面	$\geq 0.7$	
不透水性 (0.3MPa, 120min)		不透水	
砂浆背水面抗渗性 (MPa)		$\geq 0.6$	
拉伸强度 (MPa)		$\geq 1.8$	
断裂伸长率 (%)		$\geq 80$	
耐水性 (%)		$\geq 80$	现行国家标准《地下工程防水技术标准》GB 50108

**A.2.3 喷涂速凝橡胶沥青防水涂料的主要性能应符合表 A.2.3 的规定。**

**表 A.2.3 喷涂速凝橡胶沥青防水涂料主要性能**

项 目		性能要求	试 验 方 法
固体含量 (%)		$\geq 55$	现行国家标准《建筑防水涂料试验方法》GB/T 16777
实干时间 (h)		$\leq 24$	
基面粘结强度 (A 法, MPa)	干燥基面	$\geq 0.4$	
	潮湿基面	$\geq 0.4$	
不透水性 (0.3MPa, 120min)		不透水	
低温柔性		-20℃, 无断裂	
拉伸强度 (MPa)		$\geq 0.8$	
断裂伸长率 (%)		$\geq 1000$	
吸水率 (%)		$\leq 2.0$	
耐水性 (%)		$\geq 80$	现行国家标准《地下工程防水技术标准》GB 50108

**A.2.4 非固化橡胶沥青防水涂料的主要性能应符合表 A.2.4 的规定。**

表 A.2.4 非固化橡胶沥青防水涂料主要性能

项 目		性 能 要 求	试验方法
固体含量(%)		≥98	现行行业标准 《非固化橡胶沥青防水涂料》 JC/T 2428
基面粘结性能	干燥基面	100%内聚破坏	
	潮湿基面	100%内聚破坏	
耐热性(70℃×2h)		无滑动、流淌、滴落	
低温柔性		-20℃,无断裂	
延伸性(mm)		≥15	
自愈性		无渗水	
抗窜水		0.6MPa,无窜水	
应力松弛(%)	无处理	≤35	
	热老化(70℃×168h)	≤35	

A.2.5 喷涂聚脲防水涂料的主要性能应符合表 A.2.5 的规定。

表 A.2.5 喷涂聚脲防水涂料主要性能

项 目		性 能 要 求	试验方法
干燥基面粘结强度(MPa)		≥2	现行国家标准 《喷涂聚脲防水涂料》GB/T 23446
不透水性(0.3MPa,120min)		不透水	
拉伸强度(MPa)		≥10	
断裂伸长率(%)		≥300	
吸水率(%)		≤5	

A.2.6 水泥基渗透结晶型防水涂料的主要性能应符合表 A.2.6 的规定。

表 A.2.6 水泥基渗透结晶型防水涂料主要性能

项 目		性 能 要 求	试验方法
抗折强度(MPa,28d)		≥2.8	现行国家标准 《水泥基渗透结晶型防水材料》 GB 18445
抗压强度(MPa,28d)		≥15	
潮湿基面粘结强度(MPa)		≥1	
砂浆抗渗性能	抗渗压力比(带涂层)(%,28d)	≥250	
	抗渗压力比(去除涂层)(%,28d)	≥175	

**A.2.7** 丙烯酸盐喷膜防水涂料的主要性能应符合表 A.2.7 的规定。

**表 A.2.7 丙烯酸盐喷膜防水涂料成膜主要性能**

项 目		性能指标	试验方法
拉伸强度 (MPa)		$\geq 1.2$	现行协会标准《丙烯酸盐喷膜防水应用技术规程》 CECS 342
断裂伸长率 (%)		$\geq 250$	
撕裂强度 (kN/m)		$\geq 5$	
粘结强度 (MPa)	干燥基层	$\geq 0.4$	
	潮湿基层	$\geq 0.5$	
低温柔性		$-20^{\circ}\text{C}$ , 无断裂	
不透水性 (0.4MPa, 120min)		不透水	

### A.3 防水砂浆

**A.3.1** 聚合物水泥防水砂浆的主要性能应符合表 A.3.1 的规定。

**表 A.3.1 聚合物水泥防水砂浆主要性能**

项 目			性 能 要 求		试验方法
			I 型	Ⅱ 型	
抗渗压力(MPa)	涂层(7d)		≥0.4	≥0.5	现行行业标准 《聚合物水泥防 水砂浆》JC/T 984
	砂浆试件	7d	≥0.8	≥1.0	
		28d	≥1.5	≥1.5	
抗压强度(MPa)			≥18.0	≥24.0	
抗折强度(MPa)			≥6.0	≥8.0	
粘结强度(MPa)	7d		≥0.8	≥1.0	
	28d		≥1.0	≥1.2	
收缩率(%)			≤0.30	≤0.15	
吸水率(%)			≤6.0	≤4.0	
抗冻性(50次冻融循环)			无开裂、剥落		

**A.3.2** 掺外加剂防水砂浆的主要性能应符合表 A.3.2 的规定。

表 A.3.2 掺外加剂的防水砂浆主要性能

项 目	性 能 要 求	试验方法
粘结强度(7d,MPa)	$\geq 1.0$	现行行业标准《聚合物水泥防水砂浆》JC/T 984
抗渗性(28d,MPa)	$\geq 1.5$	
抗冻性(50次冻融循环)	无开裂、剥落	

## A.4 密封材料

A.4.1 变形缝和施工缝用的橡胶止水带的主要性能应符合表 A.4.1 的规定。

表 A.4.1 橡胶止水带的主要性能

项 目		性 能 要 求		试验方法
		变形缝用	施工缝用	
硬度(邵尔 A,度)		60±5	60±5	现行国家标准 《高分子防水材料 第 2 部分： 止水带》GB/T 18173.2
拉伸强度(MPa)		≥10	≥12	
断裂伸长率(%)		≥380	≥380	
压缩永久变形(%)	70℃×24h,25%	≤35	≤35	
	23℃×168h,25%	≤20	≤20	
撕裂强度(kN/m)		≥30	≥25	
脆性温度(℃)		≤-45	≤-40	
热空气老化 (70℃×168h)	硬度变化(邵尔 A,度)	+8	+8	
	拉伸强度(MPa)	≥10	≥10	
	断裂伸长率(%)	≥300	≥300	
橡胶与金属粘合(仅钢边橡胶止水带检测)		断面在弹性体内		

A.4.2 聚氯乙烯(PVC)、乙烯-醋酸乙烯(EVA)和乙烯-醋酸乙烯共聚物-沥青共混(ECB)止水带的主要性能应符合表 A.4.2 的规定。

表 A.4.2 聚氯乙烯(PVC)、乙烯-醋酸乙烯(EVA)和乙烯-醋酸乙  
共聚物-沥青共混(ECB)止水带的主要性能

项 目		性 能 要 求		试验方法
		聚氯乙 烯 (PVC)止 水 带	乙 烯-醋酸 乙 烯(EVA) 和乙 烯-醋 酸 乙 烯共 聚物-沥青 共 混(ECB) 止 水 带	
拉伸强度(MPa)		≥12		现行国家标准 《高分子防水材料 第1部分：片材》GB/T 18173.1
断裂伸长率(%)		≥300	≥400	
撕裂强度(kN/m)		≥40	≥50	
低温弯折性		-25℃， 无裂纹	-35℃， 无裂纹	
硬度(邵尔 A,度)		70±5		
热空气老化 (80℃×168h)	拉伸强度保持率(%)	≥80		
	断裂伸长率保持率(%)	≥70		
	100%伸长率外观	无裂纹		
耐碱性(饱和 Ca(OH) <sub>2</sub> 溶液 浸泡 168h)	拉伸强度保持率(%)	≥80		
	断裂伸长率保持率(%)	≥90		

A.4.3 自粘丁基橡胶钢板止水带的主要性能应符合表 A.4.3 的规定。

表 A.4.3 自粘丁基橡胶钢板止水带主要性能

项 目	性 能 要 求	试 验 方 法
橡胶层不挥发物(%)	$\geq 98$	现行国家标准《建筑防水涂料试验方法》GB/T 16777
橡胶层低温柔性(-40℃)	无裂纹	现行国家标准《高分子防水材料第1部分:片材》GB/T 18173.1
橡胶层耐热度(90℃ $\times$ 2h)	无滑移、无流淌、无滴落、无集中性气泡	现行国家标准《建筑防水卷材试验方法》GB/T 328
止水带间剪切强度(无处理,N/mm)	$\geq 3.5$ ,且橡胶层内聚破坏	现行行业标准《丁基橡胶防水密封胶粘带》JC/T 942
与后浇砂浆正拉粘结强度(无处理,MPa)	$\geq 0.20$ ,且橡胶层内聚破坏	现行国家标准《建筑防水涂料试验方法》GB/T 16777

A.4.4 混凝土接缝用密封胶的主要性能应符合表 A.4.4 的规定。

表 A.4.4 混凝土接缝用密封胶的主要性能

项 目		性 能 要 求				试验方法
		25LM	25HM	20LM	20HM	
流动性	下垂度(仅非下垂型产品)	≤3				现行行业标准 《混凝土接缝用建筑密封胶》 JC/T 881 及 现行国家标准 《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》 GB/T 14683
	流平性(仅自流平型产品)	光滑平整				
挤出性(mL/min) (仅单组分产品)		≥150				
适用期(min)(仅多组分产品)		≥30				
弹性恢复率(%)		≥80/≥70(MS胶)		≥60		
拉伸模量 (MPa)	23℃ -20℃	≤0.4 和 ≤0.6	>0.4 或 >0.6	≤0.4 和 ≤0.6	>0.4 或 >0.6	
定伸粘结性		无破坏				
浸水后定伸粘结性		无破坏				
冷拉-热压后粘结性		无破坏				
质量损失率(%)		≤5				

A.4.5 制品型遇水膨胀橡胶止水条及遇水膨胀橡胶-弹性橡胶复合密封条(垫)胶料的主要性能应符合表 A.4.5 的规定,弹性橡胶的胶料性能应符合本规程表 A.4.9 的规定。当从成品中取样测试时,切片应达到表 A.4.5 规定值的 80%。

表 A.4.5 制品型遇水膨胀橡胶止水条及遇水膨胀橡胶-弹性橡胶复合密封条(垫)胶料主要性能

项 目		性 能 要 求		试验方法
		PZ-150	PZ-250	
硬度(邵尔 A,度)		$42 \pm 7$	$42 \pm 7$	现行国家标准 《高分子防水材料 第3部分:遇水膨胀橡胶》 GB/T 18173.3
拉伸强度(MPa)		$\geq 3.5$	$\geq 3.5$	
断裂伸长率(%)		$\geq 450$	$\geq 450$	
体积膨胀倍率(%)		$\geq 150$	$\geq 250$	
反复浸水试验	拉伸强度(MPa)	$\geq 3$	$\geq 3$	
	断裂伸长率(%)	$\geq 350$	$\geq 350$	
	体积膨胀倍率(%)	$\geq 150$	$\geq 250$	
低温弯折(-20℃×2h)		无裂纹		

**A.4.6** 腻子型遇水膨胀止水条的主要性能应符合表 A.4.6 的要求。

**表 A.4.6 腻子型遇水膨胀止水条的主要性能**

项 目	性 能 要 求	试验方法
硬度(C 型微孔材料硬度计,度)	$\leq 40$	现行行业标准 《膨润土橡胶遇 水膨胀止水条》 JG/T 141
7d 膨胀率	不大于最终膨胀率的 60%	
最终膨胀率(21d,%)	$\geq 220$	
耐热性(80℃×2h)	无流淌	
低温柔性(-20℃×2h,绕 Φ10 圆棒)	无裂纹	
耐水性(浸泡 15h)	整体膨胀无碎块	

**A.4.7** 遇水膨胀止水胶的主要性能应符合表 A.4.7 的要求。

**表 A.4.7 遇水膨胀止水胶的主要性能**

项 目		性 能 要 求		试验方法
		PJ220	PJ400	
固含量(%)		≥85		现行行业标准 《遇水膨胀止水 胶》JG/T 312
密度(g/cm <sup>3</sup> )		规定值±0.1		
下垂度(mm)		≤2		
表干时间(h)		≤24		
7d 拉伸粘结强度(MPa)		≥0.4	≥0.2	
低温柔性(-20℃)		无裂纹		
拉伸性能	拉伸强度(MPa)	≥0.5		
	断裂伸长率(%)	≥400		
体积膨胀倍率(%)		≥220	≥400	
长期浸水体积膨胀倍率保持率(%)		≥90		
抗水压(MPa)		1.5,不渗水	2.5,不渗水	

**A.4.8** 用于盾构法城市综合管廊的弹性橡胶密封垫的主要性能应符合表 A.4.8 的规定。



表 A.4.8 弹性橡胶密封垫材料的主要性能

项 目		性 能 要 求			试验方法
		氯丁橡胶	三元乙丙橡胶		
			无孔 密封垫	有孔 密封垫	
硬度(邵尔 A,度)		50~60	50~60	60~70	现行国家标准 《高分子防水材料 第 4 部分: 盾构法隧道管片 用橡胶密封垫》 GB/T 18173.4
硬度偏差		±5	±5		
断裂伸长率(%)		≥350	≥350	≥330	
拉伸强度(MPa)		≥10.5	≥9.5	≥10	
热空气老 化后性能 (70℃×96h)	硬度变化值 (邵尔 A,度)	≤8	≤6		
	拉伸强度变化率(%)	≤20	≤15		
	断裂伸长率变化率 (%)	≤25	≤25		
压缩永久 变形(%)	70℃×24h,25%	≤30	≤25		
	23℃×72h,25%	≤20	≤20	≤15	

注:本表所列指标均为成品切片测试的数据,若只能以胶料制成试样测试,则其伸长率、拉伸强度的性能数据应达到本规定的 120%。供需双方可根据实际使用条件选择压缩永久变形的试验条件,仲裁检验时选择 70℃×24h,压缩 25%试验条件。

**A.4.9 预制拼装城市综合管廊接缝用的弹性橡胶密封圈主要性能应符合表 A.4.9 的规定。**

表 A.4.9 弹性橡胶密封圈胶料主要性能

项 目		性 能 要 求				试验方法
		40 级	50 级	60 级	70 级	
硬度(邵氏 A,度)		40 <sup>+5</sup> <sub>-4</sub>	50 <sup>+5</sup> <sub>-4</sub>	60 <sup>+5</sup> <sub>-4</sub>	70 <sup>+5</sup> <sub>-4</sub>	现行国家标准 《高分子防水材料 第 4 部分: 盾构法隧道管片 用橡胶密封垫》 GB/T 18173.4
拉伸强度(MPa)		≥9.0	≥9.0	≥10.0	≥11.0	
断裂伸长率(%)		≥400	≥375	≥350	≥300	
压缩永久 变形(%)	23℃×72h,25%	≤12				
	70℃×24h,25%	≤20		≤20		
	-10℃×72h,25%	≤40		≤50		

续表 A.4.9

项 目		性 能 要 求				试验方法
		40 级	50 级	60 级	70 级	
热空气老化后性能 (70℃×7d)	硬度变化/IRHD	-5~+8				现行国家标准 《高分子防水材料 第4部分： 盾构法隧道管片用橡胶密封垫》 GB/T 18173.4
	拉伸强度变化率 (%)	-15~+10				
	断裂伸长率变化率(%)	≥-30				
压缩应力松弛(23℃×7d,%)		≤13	≤13	≤14	≤15	
浸水后体积变化(蒸馏水, 70℃×7d,%)		-1~+8				
接头结合强度(拉伸度 100% 后转 360°)		拼接区无剥落、无裂缝、无分离现象				

注:本表所列指标均为成品切片测试的数据,若只能以胶料制成试样测试,则其伸长率、拉伸强度的性能数据应达到本规定的 120%。

**A.4.10 丁基橡胶防水密封胶粘带的主要性能应符合表 A.4.10 的要求。**

表 A.4.10 丁基橡胶防水密封胶带的主要性能

项 目			性 能 要 求	试验方法
持粘性(min)			≥20	现行行业标准 《丁基橡胶防水密封胶粘带》 JC/T 942
耐热性(80℃×2h)			无流淌、无滴落	
低温柔性(-40℃,绕Φ10圆棒)			无裂纹	
剪切状态下的粘合性(仅用于双面自粘胶带, N/mm)			≥2.0	
剥离强度 (N/mm)	与高分子防水卷材		≥0.8	
	与水泥砂浆板		≥0.6	
剥离强度 保持率(%)	热处理(80℃×168h)	与高分子防水卷材	≥80	
		与水泥砂浆板		
	碱处理(饱和Ca(OH) <sub>2</sub> 溶液, 168h)	与高分子防水卷材	≥80	
		与水泥砂浆板		
	浸水处理(23℃×168h)		与高分子防水卷材	

**A.4.11** 用于预制拼装城市综合管廊拼装接缝密封的自粘丁基橡胶-泡沫橡胶复合密封条中间泡沫橡胶海绵层和表面丁基橡胶粘结层的性能应分别符合表 A.4.11-1 和表 A.4.11-2 的规定。

**A.4.11-1 中间泡沫橡胶海绵层主要性能**

项 目	技术指标	试验方法
拉伸强度 (MPa)	$\geq 1.0$	现行行业标准《混凝土接缝密封嵌缝板》JC/T 2255
断裂伸长率 (%)	$\geq 250$	

**A.4.11-2 表面丁基橡胶粘结层主要性能**

项 目	技术指标	试验方法
与砂浆正拉粘结强度 (无处理, MPa)	$\geq 0.20$	现行国家标准《建筑防水涂料试验方法》GB/T 16777
耐热性 (80℃ × 24h)	无流淌、龟裂、变形	现行行业标准《丁基橡胶防水密封胶粘带》JC/T 942
低温柔性 (-40℃)	无裂纹	现行国家标准《高分子防水材料 第 1 部分: 片材》GB/T 18173.1

## A.5 其他材料

**A.5.1** 预埋注浆管的主要性能应符合表 A.5.1 的规定。

**表 A.5.1-1 不锈钢弹簧骨架注浆管物理力学性能**

项 目	性能要求	试验方法
注浆管外径 (mm)	$12 \pm 1.0$	现行国家标准《混凝土接缝防水用预埋注浆管》GB/T 31538
注浆管内径 (mm)	$8 \pm 1.0$	
不锈钢弹簧丝直径 (mm)	$\geq 1.0$	
滤布等效孔径 $Q_{95}$ (mm)	$< 0.074$	
滤布渗透系数 $K_{20}$ (mm/s)	$\geq 0.05$	
抗压强度 (N/mm)	$\geq 70$	
不锈钢弹簧丝间距, 圈/10cm	$\geq 12$	

表 A.5.1-2 硬质塑料或硬质橡胶骨架注浆管物理力学性能

项 目	性 能 要 求	试验方法
注浆管外径(mm)	$18 \pm 1.0$	现行国家标准《混凝土接缝 防水用预埋注浆管》 GB/T 31538
注浆管内径(mm)	$8 \pm 1.0$	
出浆孔间距(mm)	$\leq 20$	
出浆孔直径(mm)	$3 \sim 5$	
抗压变形量(mm)	$\leq 2.0$	
覆盖材料断裂永久变形(%)	$\leq 10$	
骨架低温弯曲性能	$-10^{\circ}\text{C}$ , 无脆裂	

A.5.2 聚乙烯泡沫嵌缝板的物理力学性能应满足表 A.5.2 的要求。

表 A.5.2 聚乙烯泡沫嵌缝板物理力学性能

项 目	性 能 要 求	试验方法
表观密度( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	$90 \sim 140$	现行行业标准《混凝土接缝 密封嵌缝板》JC/T 2255
吸水率(%)	$\leq 4.0$	
拉伸强度(MPa)	$\geq 0.8$	
断裂伸长率(%)	$\geq 80$	
压缩强度(压缩 50%, MPa)	$\geq 0.5$	
复原率(压缩 50%, %)	$\geq 90$	
挤出量(压缩 50%, mm)	$\leq 5.0$	
压缩永久变形(50%, 22h, $70^{\circ}\text{C}$ )	$\leq 3.0$	现行国家标准《软质泡沫聚合 材料 压缩永久变形的测定》 GB/T 6669

A.5.3 用作缓冲材料的土工布的主要性能应符合表 A.5.3 的规定。

表 A.5.3 土工布主要技术性能

项 目	性 能 要 求	试验方法
纵横向断裂强度( $\text{kN}/\text{m}$ )	$\geq 10$	现行国家标准《土工合成材 料 长丝纺粘针刺非织造 土工布》GB/T 17639
纵横向标准强度对应伸长率(%)	$40 \sim 80$	
CBR 顶破强力(kN)	$\geq 1.9$	
纵横向撕裂强度(kN)	$\geq 0.28$	
垂直渗透系数 $K \times (10^{-1} \sim 10^{-3}) \text{cm}/\text{s}$	$\leq 2.0$	

**A.5.4** 用作涂膜防水层胎体增强材料的无纺布的主要性能应符合表 A.5.4 的规定。

**表 A.5.4 胎体增强材料的主要性能指标**

项 目	性 能 要 求	试验方法
纵横向断裂强度(kN/m)	$\geq 3.0$	现行国家标准《土工合成材料 短纤针刺非织造土工布》 GB/T 17638
纵横向标准强度对应伸长率(%)	40~100	
顶破强力(kN)	$\geq 0.6$	
纵横向撕裂强度(kN)	$\geq 0.10$	

## 附录 B 防水材料进场抽样检验

**B.0.1** 城市综合管廊工程用防水材料进场抽样检验应符合表 B.0.1 的规定。

**表 B.0.1 城市综合管廊工程用防水材料进场抽样检验**

序号	材料名称	抽样数量	外观质量检验	主要性能检验
1	弹性体改性沥青类防水卷材	大于 1000 卷抽 5 卷,每 500~1000 卷抽 4 卷,100~499 卷抽 3 卷,100 卷以下抽 2 卷,进行规格尺寸和外观质量检验。在外观质量检验合格的卷材中,任取一卷作主要性能检验	断裂、皱折、孔洞、剥离、边缘不整齐,胎体露白、未浸透,撒布材料粒度、颜色,每卷卷材的接头	可溶物含量,拉力,延伸率,低温柔性,热老化后低温柔度,不透水性
2	自粘聚合物改性沥青防水卷材、自粘聚合物改性沥青湿铺防水卷材、聚合物改性沥青聚乙烯胎防水卷材	大于 1000 卷抽 5 卷,每 500~1000 卷抽 4 卷,100~499 卷抽 3 卷,100 卷以下抽 2 卷,进行规格尺寸和外观质量检验。在外观质量检验合格的卷材中,任取一卷作主要性能检验	PY 类:断裂、皱折、孔洞、剥离、边缘不整齐,胎体露白、未浸透,每卷卷材的接头 N/H/E 类:断裂、皱折、孔洞、剥离、边缘不整齐,每卷卷材的接头	可溶物含量,拉力,延伸率,低温柔性,热老化后低温柔度,持粘性 拉力,延伸率,低温柔度,热老化后低温柔性,持粘性,尺寸稳定性
3	高分子自粘胶膜预铺防水卷材	大于 1000 卷抽 5 卷,每 500~1000 卷抽 4 卷,100~499 卷抽 3 卷,100 卷以下抽 2 卷,进行规格尺寸和外观质量检验。在外观质量检验合格的卷材中,任取一卷作主要性能检验	折痕、杂质、凹痕,每卷卷材的接头	断裂拉伸强度,断裂伸长率,低温弯折性,撕裂强度,与后浇混凝土粘结强度,抗窜水性

续表 B.0.1

序号	材料名称	抽样数量	外观质量检验	主要性能检验
4	聚氯乙烯、热塑性聚烯烃及三元乙丙橡胶等合成高分子类防水卷材及 EVA、ECB、PE、PVC 等塑料防水板	大于 1000 卷抽 5 卷,每 500~1000 卷抽 4 卷,100~499 卷抽 3 卷,100 卷以下抽 2 卷,进行规格尺寸和外观质量检验。在外观质量检验合格的卷材中,任取一卷作主要性能检验	折痕、杂质、胶块、凹痕,每卷卷材的接头	断裂拉伸强度,断裂伸长率,低温弯折性,撕裂强度
5	聚乙烯丙纶复合防水卷材	同上	皱折、剥离,每卷卷材的接头	断裂拉伸强度,断裂伸长率,低温弯折性,撕裂强度
6	聚合物水泥防水涂料	每 20t 为一批,不足 10t 按一批抽样	液体组分:无杂质、凝胶的均匀乳液 固体组分:无杂质、结块的粉末	粘结强度,浸水 168h 后拉伸强度,浸水 168h 后断裂伸长率,耐水性,抗渗性,不透水性
7	聚氨酯防水涂料、喷涂聚脲防水涂料、喷涂速凝橡胶沥青防水涂料、	每 20t 为一批,不足 10t 按一批抽样	均匀黏稠体,无凝胶,无结块	拉伸强度,断裂伸长率,粘结强度,涂膜抗渗性,浸水 168h 后拉伸强度,浸水 168h 后断裂伸长率,耐水性,不透水性
8	非固化橡胶沥青防水涂料	每 20t 为一批,不足 10t 按一批抽样	均匀黏稠体,无凝胶,无结块	固体含量,耐热性,粘结性能,自愈性,抗窜水性
9	丙烯酸盐喷膜防水涂料	每 20t 为一批,不足 10t 按一批抽样	均匀黏稠体,无凝胶,无结块	拉伸强度,断裂伸长率,撕裂强度,粘结强度,低温柔性,不透水性

续表 B.0.1

序号	材料名称	抽样数量	外观质量检验	主要性能检验
10	水泥基渗透结晶型防水涂料	每 20t 为一批,不足 10t 按一批抽样	均匀粉体,无结块	28d 带涂层抗渗压力压力比,28d 去除涂层抗渗压力比,潮湿基面粘结强度
11	橡胶止水带	每月同标记的止水带产量为一批抽样	尺寸公差,开裂,缺胶,海绵状,中心孔偏心,凹痕,气泡,杂质,明疤	硬度,拉伸强度,断裂伸长率,撕裂强度
12	塑料止水带	每月同标记的止水带产量为一批抽样	尺寸公差;开裂,中心孔偏心,气泡	拉伸强度,断裂伸长率,撕裂强度,低温弯折性
13	自粘丁基橡胶钢板止水带	每 2000m 为一批,不足 2000m 按一批抽样	尺寸公差,橡胶层均匀性,钢板无外露	低温柔性,橡胶层耐热度,止水带间剪切强度
14	混凝土接缝用密封胶	每 2t 为一批,不足 2t 按一批抽样	细腻、均匀膏状物或黏稠液体,无气泡、结皮和凝胶现象	流动性、挤出性、定伸粘结性,断裂伸长率
15	遇水膨胀橡胶密封垫胶料	每月同标记的膨胀橡胶产量为一批抽样	尺寸公差,开裂,缺胶,凹痕,气泡,杂质,明疤	硬度,拉伸强度,断裂伸长率,体积膨胀倍率,低温弯折
16	腻子型遇水膨胀止水条	每 5000m 为一批,不足 5000m 按一批抽样	尺寸公差,柔软、弹性匀质,色泽均匀,无明显凹凸	硬度,7d 膨胀率,最终膨胀率,低温柔性,耐水性
17	遇水膨胀止水胶	每 100L 为一批,不足 100L 按一批抽样	包装完好无损,且标明材料名称、生产日期、生产厂家、产品有效期。	固含量,表干时间,延伸率,拉伸性能,体积膨胀倍率



续表 B.0.1

序号	材料名称	抽样数量	外观质量检验	主要性能检验
18	盾构管片弹性橡胶密封垫	每 100 环为一批,不足 100 环按一批抽样	尺寸公差,开裂,凹痕,气泡,杂质,明疤	邵氏硬度,拉伸强度,断裂伸长率,热空气老化后性能,压缩永久形变
19	预制拼装综合管廊用弹性橡胶密封圈	每月同标记的密封垫材料产量为一批抽样	尺寸公差,开裂,缺胶,凹痕,气泡,杂质,明疤	硬度,拉伸强度,伸长率,压缩永久变形,热空气老化后性能
20	自粘丁基橡胶-泡沫橡胶复合密封条	每 5000m 为一批,不足 5000m 按一批抽样	尺寸公差,缺胶	拉伸强度,断裂伸长率,耐热性,低温柔性
21	预埋注浆管	每 2000m 为一批,不足 2000m 按一批抽样	尺寸公差,破损,塌陷	不锈钢弹簧骨架注浆管:不锈钢弹簧丝直径,抗压强度;硬质塑料或硬质橡胶骨架注浆管:抗压变形量,骨架低温弯曲性能,出浆孔间距和直径
22	聚乙烯泡沫嵌缝板	每 1000m <sup>2</sup> 为一批,不足 1000m <sup>2</sup> 按一批抽样	尺寸公差;开裂,凹痕	拉伸强度、断裂伸长率、压缩强度、复原率、吸水率
23	土工布缓冲材料	每 20000m <sup>2</sup> 为一批,不足 20000m <sup>2</sup> 按一批抽样	外观均匀,破损,孔洞,开裂	单位面积质量,纵横向断裂强度及对应伸长率,CBR 顶破强力,纵横向撕裂强度
24	聚合物水泥防水砂浆	每 30t 为一批,不足 30t 按一批抽样	干粉类:均匀,无结块;乳胶类:液料经搅拌后均匀无沉淀,粉料均匀、无结块	7d 粘结强度,7d 抗渗性,耐水性

## 本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 《工业建筑防腐蚀设计标准》GB 50046
- 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
- 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082
- 《地下工程防水技术规范》GB 50108
- 《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
- 《混凝土质量控制标准》GB 50164
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 《地下防水工程质量验收规范》GB 50208
- 《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476
- 《大体积混凝土施工标准》GB 50496
- 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
- 《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T 50733
- 《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838
- 《矿物掺合料应用技术规范》GB/T 51003
- 《通用硅酸盐水泥》GB 175
- 《建筑防水卷材试验方法》GB/T 328
- 《碳素结构钢》GB/T 700
- 《低合金高强度结构钢》GB/T 1591
- 《碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带》GB/T 3274
- 《软质泡沫聚合材料 压缩永久变形的测定》GB/T 6669
- 《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB/T 14683
- 《建设用砂》GB/T 14684
- 《建设用卵石、碎石》GB/T 14685
- 《预拌混凝土》GB/T 14902

《建筑防水涂料试验方法》GB/T 16777

《土工合成材料 短纤针刺非织造土工布》GB/T 17638

《土工合成材料 长丝纺粘针刺非织造土工布》GB/T 17639

《土工合成材料 非织造布复合土工膜》GB/T 17642

《高分子防水材料 第1部分:片材》GB/T 18173.1

《高分子防水材料 第2部分:止水带》GB/T 18173.2

《高分子防水材料 第3部分:遇水膨胀橡胶》GB/T 18173.3

《高分子防水材料 第4部分:盾构法隧道管片用橡胶密封垫》GB/T 18173.4

《弹性体改性沥青防水卷材》GB 18242

《水泥渗透结晶型防水材料》GB 18445

《改性沥青聚乙烯胎防水卷材》GB 18967

《聚氨酯防水涂料》GB/T 19250

《橡胶密封件 给、排水管及污水管道用接口密封圈 材料规范》GB/T 21873

《自粘聚合物改性沥青防水卷材》GB 23441

《聚合物水泥防水涂料》GB/T 23445

《喷涂聚脲防水涂料》GB/T 23446

《预铺防水卷材》GB/T 23457

《预拌砂浆》GB/T 25181

《热塑性聚烯烃(TPO)防水卷材》GB 27789

《盾构法隧道管片用软木橡胶衬垫》GB/T 31061

《混凝土接缝防水用预埋注浆管》GB/T 31538

《湿铺防水卷材》GB/T 35467

《种植屋面用耐根穿刺防水卷材》GB/T 35468

《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55

《混凝土用水标准》JGJ 63

《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T 178

《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193

《喷涂聚脲防水技术规程》JGJ/T 200  
《地下工程渗漏治理技术规程》JGJ/T 212  
《混凝土结构用钢筋间隔件应用技术规程》JGJ/T 219  
《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T 221  
《建筑防水工程现场检测技术规范》JGJ/T 299  
《混凝土接缝用建筑密封胶》JC/T 881  
《丁基橡胶防水密封胶粘带》JC/T 942  
《聚合物水泥防水砂浆》JC/T 984  
《建筑防水涂料中有害物质限量》JC 1066  
《混凝土接缝密封嵌缝板》JC/T 2255  
《聚乙烯丙纶防水卷材用聚合物水泥防水粘结料》JC/T 2377  
《非固化橡胶沥青防水涂料》JC/T 2428  
《膨润土橡胶遇水膨胀止水条》JG/T 141  
《遇水膨胀止水胶》JG/T 312  
《混凝土结构修复用聚合物水泥砂浆》JG/T 336  
《丙烯酸盐喷膜防水应用技术规程》CECS 342

中国工程建设标准化协会标准

城市综合管廊防水工程  
技术规程

**T/CECS 562-2018**

条文说明

# 目 次

1	总 则 .....	(113)
2	术 语 .....	(115)
3	基本规定 .....	(116)
4	混凝土结构自防水 .....	(122)
4.1	构造设计 .....	(122)
4.2	防水混凝土 .....	(123)
4.3	混凝土施工 .....	(125)
4.4	施工缝 .....	(126)
4.5	变形缝 .....	(128)
4.6	后浇带 .....	(129)
4.8	桩头和锚杆 .....	(130)
5	明挖法现浇混凝土结构城市综合管廊 .....	(132)
5.1	一般规定 .....	(132)
5.2	卷材防水层 .....	(133)
5.3	涂料防水层 .....	(136)
5.5	耐根穿刺防水措施 .....	(137)
5.6	保护层 .....	(138)
5.7	回填作业 .....	(138)
6	明挖法预制装配式混凝土结构城市综合管廊 .....	(140)
6.1	一般规定 .....	(140)
6.2	预制拼装城市综合管廊 .....	(141)
6.3	装配整体式城市综合管廊 .....	(147)
7	矿山法城市综合管廊 .....	(148)
7.1	一般规定 .....	(148)
7.2	塑料防水板防水层 .....	(150)

7.3	高分子自粘胶膜预铺卷材防水层 .....	(151)
7.4	涂膜防水层 .....	(152)
7.5	保护及二衬施工 .....	(152)
7.6	质量验收 .....	(152)
8	盾构法城市综合管廊 .....	(153)
8.1	设计 .....	(153)
8.2	施工 .....	(155)
9	顶管与箱涵顶进法城市综合管廊 .....	(157)
9.1	设计 .....	(157)
9.2	施工 .....	(158)



# 1 总 则

**1.0.1** 城市综合管廊是指建于城市地下用于容纳两类及以上城市工程管线的构筑物及附属设施。根据纳入管线种类和规模又可分为:干线城市综合管廊、支线城市综合管廊和缆线管廊。城市综合管廊属于城市基础设施。其起源和发展已有近 200 年的历史,在我国也应用也有近 40 年的时间。但长期以来,受经济状况、城市发展理念、规划、管理等方方面面的影响,城市综合管廊在我国的发展非常缓慢。因电力、通信、热力、天然气、广电、供水、排水等市政管网系统由不同部门管理和运行,各自为政现象突出,造成马路拉链、空中蜘蛛网等现象层出不穷,影响城市功能及人民正常生产生活。

为从根本上解决这类城市病,并通过投资带动经济发展、结构调整,改善民生,国务院及相关政府部门于 2013 年起,接连出台了《国务院关于加强城市基础设施建设的意见》(国发〔2013〕36 号)、《关于加强城市地下管线建设管理的指导意见》(国办发〔2014〕27 号)、《关于开展中央财政支持地下城市综合管廊试点工作的通知》(财建〔2014〕839 号)和《关于组织申报 2015 年地下城市综合管廊试点城市的通知》(财办建〔2015〕1 号)文,确定包头、沈阳、哈尔滨、苏州、厦门、十堰、长沙、海口、六盘水、白银等十个城市为城市综合管廊建设试点城市。“十三五”期间,将有近 2000km 城市综合管廊建成投入使用,在此基础上,面向全国进行推广。2016 年 5 月,住建部印发《城市综合管廊和海绵城市建设国家建筑标准设计体系的通知》(建质函〔2016〕18 号)更提高了城市综合管廊的推广力度。

现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 虽然规定

了明挖法、矿山法、盾构法、顶管法等工法地下工程的防水设计和施工,但城市综合管廊工法的多样性(包括明挖现浇、明挖预制拼装、明挖装配整体以及矿山法、盾构法、顶管法等),构造的复杂性(与轨道交通隧道并线,交汇、分支和连接通道繁多)以及用途的多样性(多种不同功能管线共存)都增加了城市综合管廊防水工程的特殊性。有必要在相关规范的基础上,制定专门的城市综合管廊工程防水技术标准,以减轻或避免渗漏水对其使用功能及设计使用寿命的不利影响。

## 2 术 语

**2.1.3** 本条规定的叠合式结构特指围护结构与主体结构两墙合一,两者之间无外设柔性防水层的侧墙结构形式,与本规程第 6.3 节规定的预制钢筋混凝土桁架叠合板(墙)的概念、范围等完全不同。

### 3 基本规定

**3.0.2** 本标准提出的城市综合管廊防水工程设计和施工原则与现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 基本一致。以防水系统的可靠性和耐久性为基础,以保证城市综合管廊的正常使用功能和结构设计使用寿命为目标,以混凝土结构自防水为基础,与外设柔性防水系统共同作用,多道设防,保证防水工程质量。

“以防为主”是因为城市综合管廊工程通常建造在人口密集、建设项目复杂的城市空间,防排水系统的设计除了要考虑防水功能之外,还应重视长期排水可能带来的环境和安全问题。考虑到发生渗漏后对城市综合管廊使用功能和结构耐久性的不利影响及维修困难,提出“以防为主”的设计理念,通过各种措施将地下水阻隔于结构外部。

“刚柔相济”是要求在城市综合管廊工程中混凝土结构自防水和柔性外设防水系统的结合使用。

“多道设防”是指以优势互补为原则,提高城市综合管廊工程防水措施的可靠性。

“因地制宜、综合治理”是指勘察、设计、施工、管理和维护保养每个环节都要考虑防水要求,应根据工程及水文地质条件、结构形式及工艺、施工技术水平、防水等级、材料性能和造价等因素,因地制宜地选择相适应的防水措施。

**3.0.3** 水文地质资料和工程地质资料对基础、结构和防水系统的设计与施工密切相关,如混凝土强度等级、抗渗等级、变形缝的设置、外设防水系统的构造和选材等。

基础信息包含了地基处理、基础形式、支护结构特点等,结构特点包括混凝土结构或钢结构、结构侧墙与支护结构的关系,施工

工艺如明挖现浇或预制装配、暗挖法(包括矿山法、盾构法和顶管法)等信息。一条城市综合管廊可能会采用多种结构及施工工艺,了解每个标段的上述信息,对防水系统的设计大有裨益。

城市综合管廊的规划和设计资料包括断面形式、分舱情况、舱室用途、建造工艺、使用要求、吊装口及通风口设置、干-支线分布等信息。

现场施工条件和周边环境资料包括施工期间可能的季节和天气状况,以及现场通风条件、水、电及运输条件等,对混凝土施工和防水卷材、防水涂料的施工可行性都有显著影响。

**3.0.4** 国家标准《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838—2015是目前管廊设计、施工和验收的主要依据。其中第 8.1.3 条(强制性条文)规定“城市综合管廊工程的结构设计使用年限应为 100 年”、第 8.1.8 条规定“城市综合管廊应根据气候条件、水文地质状况、结构特点、施工方法和使用条件等因素进行防水设计,防水等级标准应为二级,并应满足结构安全、耐久性和使用要求。城市综合管廊的变形缝、施工缝和预制构件接缝等部位应加强防水和防火措施”,这足见防水系统对管廊工程设计寿命的重要作用和影响。

国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108—2008 中,第 3.2.1 条(强制性条文)规定除工业与民用建筑以外的二级防水设防判定标准为“总湿渍面积不应大于总防水面积的  $2/1000$ ;任意  $100\text{m}^2$  防水面积上的湿渍不超过 3 处,单个湿渍的最大面积不大于  $0.2\text{m}^2$ ;其中,隧道工程还要求平均渗水量不大于  $0.05\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ ,任意  $100\text{m}^2$  防水面积上的渗水量不大于  $0.15\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ ”,即允许一定程度上的渗漏水。在很多城市综合管廊建设过程中,要求天然气管道、高压电缆、热力管道等入廊并单舱铺设,这些舱室对空间干燥程度要求较高,如存在渗漏水,将对城市综合管廊的使用造成不利影响。

现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《混凝土结

构耐久性设计规范》GB/T 50476 中都非常重视对建(构)筑物的结构耐久性。城市综合管廊具有功能重要、结构设计使用年限长的特点,相比 GB 50838—2015 的规定,适当提高管廊防水设防等级,有利于隔绝地下水及其中有害物质与主体结构的接触,保证结构的使用寿命。

考虑到现阶段我国防水工程实际应用水平,本规程规定城市综合管廊的防水设防等级不应低于二级。干线城市综合管廊往往是多舱和多种管道复合铺设,对防水功能要求高,故要求防水等级通常不低于一级。对于埋深较浅的城市综合管廊,考虑到在使用过程中,上部绿化植物根系对顶板上部防水层的可能的穿刺作用,故规定宜采用一级防水设防。依据《地下工程防水技术规范》GB 50108 及《种植屋面工程技术规程》JGJ 155 的规定,一级设防时,外防水层不应少于两道;种植顶板至少有一道为耐根穿刺防水层。

**3.0.6** 虽然现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 中规定,防水层出地面高度应高出室外地坪 500mm,但考虑到防水层收头位置越高,保护层越不好做,反过来影响防水层的使用寿命。通过工程调研,在收头固定密封处理可靠的条件下,300mm 的高度已可以满足工程需要。常见设施包括人员出入(逃生)口、通风口及吊装口等。

**3.0.7** 混凝土结构自防水是指通过采取各种措施增加混凝土的密实性、减少或消除有害结构裂缝,并对变形缝、后浇带、施工缝等接缝部位和管道、桩基等穿结构构件根部进行防水密封处理,从而赋予钢筋混凝土结构防水功能。此概念涵盖的内容更广,包括混凝土(材料)、裂缝控制、耐久性设计、结构设计、施工等多个方面。

硬化混凝土本质上是一种非均质的多孔材料,具有一定的渗透性,无论采用现浇还是预制工艺,都很难克服这一特点。本规程强调城市综合管廊以混凝土结构自防水为基础,是希望在混凝土结构的设计和施工阶段做好各项措施,尽量减少渗漏水通道,再通

过设置外设全外设防水系统,进一步消除可能的渗漏水风险。卷材、涂料等外设柔性防水层具有适应基层形变、阻止水分到达混凝土表面的作用,铺设在混凝土表面,充分体现了“刚柔结合”的防水原则。

多年工程实践表明,混凝土结构自防水和外设防水系统二者的功能相辅相成,不可偏废。既不能因为设计使用外设防水系统而放松对混凝土结构的质量要求,也不能因为采取了混凝土结构自防水,而放弃或忽视外设防水系统的作用和质量。两者的关系在城市综合管廊对防水功能的高要求和结构设计使用长寿命上得到统一。

### **3.0.8 本条规定了外设防水层的设置。**

**1** 由于城市综合管廊等地下工程可能长期处在潮湿或有水环境中,持续的地下水作用会使渗漏水发生的概率明显提高。所谓抗窜水性能就是通过防水层与防水层或防水层与主体结构之间的满粘,避免渗漏水在两层界面之间流窜。这是地下工程防水设防时需要遵守的一个重要理念。当防水层具有良好的抗窜水功能时,可减少或消除渗漏水路径,显著降低渗漏概率,减轻后期运营维护压力。侧墙、顶板部位的防水层与基层满粘相对比较容易实现;而在底板部位,目前除了采用高分子自粘胶膜预铺防水卷材等极有限的措施之外,其他防水层很难做到满粘抗窜水,故条文中使用了标准用词“宜”。

**2** 外设防水层是避免地下水与混凝土主体结构直接接触的主要屏障,因此一般情况下应设置在结构的迎水面。柔性防水材料不宜用于结构背水面,主要是考虑到在水压作用下,渗漏到结构背水面的水分会导致绝大多数柔性防水材料 with 基层的粘结力下降,容易造成脱落和渗漏水。外设防水层连续包覆主体结构的目的在于尽量少留防水层收头、接槎,完整的外设防水层能更好地对主体结构起到保护作用,增加防水功能的可靠性。叠合式结构侧墙在楼板部位通过钢筋与围护结构或支护结构连接,侧墙迎水面

无法设置柔性防水层。一些埋深较深的地下工程也会遇到底板部位桩间距过小(不足 2m)或下反梁过多等情况。在这些情况下,如果施做柔性防水层,则面临细部节点(如桩头、阴阳角)众多、可靠性低、工期长等难题,或者由此带来的深基坑暴露时间长、安全风险大等问题。在这些不具备施工条件或柔性防水层防水效果欠佳的场合,可采取涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料等刚性防水措施,在浇筑防水混凝土时综合运用混凝土密实和抗裂措施。故本款采用标准用词“宜”。

**3** 要求防水卷材相邻使用时,两层之间满粘主要是避免层间窜水。但考虑到顶板常用耐根穿刺高分子防水卷材,其与普通防水层之间往往难以满粘,故采用标准用词“宜”。

**4** 所谓材料的相容性,是指相邻两种材料之间互不产生有害的物理和化学作用的性能。考虑防水材料间的相容性是为了防止材料间的有害反应对防水系统寿命的不利影响。例如,弹性体 SBS 改性沥青防水卷材/自粘聚合物改性沥青防水卷材与非固化橡胶沥青防水涂料的复合使用。

**3.0.9** “干旱少雨地区”是指年均降雨量在 280mm 以内的地区,考虑到这些地区降雨的时间不均衡性(如短时间内的暴雨)、工程竣工后使用过程中周边水环境的变化,以及海绵城市建设中对地下水水位的影响,故强调干旱少雨的同时仍需满足地下丰水期水位长期低于底板标高的条件。所谓“一般环境”是根据现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 划分的结构所处的Ⅰ类环境。同时满足这三个条件时,可在同等防水设防等级的基础上,适当减少防水设防措施,如减少外设防水层道数,降低防水层厚度等。

**3.0.12** 依据国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476—2008 的规定,混凝土结构城市综合管廊所处的环境可分为一般环境(Ⅰ类)、冻融环境(Ⅱ类)、海洋氯化物环境(Ⅲ类)、除冰盐等其他氯化物环境(Ⅳ类)和化学腐蚀环境(Ⅴ类)这五类。当



处于Ⅱ类、Ⅲ类和Ⅴ类环境时,除采取耐久性措施之外,还可采取提高防水等级及设防措施、采用功能性防水材料等措施。

**3.0.13** 国家标准《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838—2015 第 4.3.9 条规定“雨水纳入城市综合管廊可利用结构本体或采用管道方式”,第 6.3.9 条规定“利用城市综合管廊结构本体排除雨水时,雨水舱结构空间应完全独立和严密,并应采取防止雨水倒灌或渗漏至其他舱室的措施”,即允许将管廊舱室作为本体直接作为雨水通道。事实上,考虑到城市综合管廊分舱舱室断面尺寸较小、廊体结构接缝数量较多的现实,目前的防水技术措施尚难以满足这一设计期望。一旦发生渗漏,则极有可能会影响其他舱室的正常使用,带来不可预知的风险。从防水功能的可靠性出发,本规程不推荐将城市综合管廊舱室直接作为雨水排水通道。

## 4 混凝土结构自防水

### 4.1 构造设计

**4.1.2** 结构厚度规定符合现行国家标准《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838 的规定。城市综合管廊的板、墙属于受压构件,依据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定,纵向受力筋的配筋率不应小于 0.20%,适当提高配筋率有利于抵抗因混凝土硬化收缩和温差产生的应力而带来的开裂风险。裂缝控制等级为三级时,构件允许出现一定宽度的裂缝,但最大裂缝宽度不应大于 0.2mm。同时,当裂缝贯通时,渗漏水风险将显著增加。

本条主要目的是希望采取结构裂缝控制措施,减少有害裂缝的产生。常用的裂缝控制措施包括:(1)合理选择水泥品种及标号;(2)采用掺有外加剂的混凝土;(3)控制混凝土入模温度,加强养护和洞口遮挡;(4)设置后浇带或控制分段浇筑的长度;(5)跳仓法施工;(6)设置全外设柔性防水系统并及时回填等。

**4.1.4** 本条规定了现浇混凝土结构施工缝与后浇带的设置。

**2** 本款是在总结城市综合管廊结构特点的基础上,结合现行国家标准《混凝土结构施工规范》GB 50666 的规定提出的。绝大部分混凝土城市综合管廊属于无梁有板结构。对于双层多舱城市综合管廊,水平楼板顶面对应于国家标准《混凝土结构施工规范》GB 50666—2011 第 8.6.2 条规定的“楼层结构顶面”。

**3** 施工缝或后浇带的钢筋可能较长时间暴露在自然环境中,为避免生锈引起的钢筋截面减小、握裹力下降,规定应采取钢筋阻锈或防锈措施,如涂刷防锈漆、采用环氧涂层钢筋或不锈钢钢筋等。

**4.1.5** 设置变形缝的目的有四个方面:一是将不同沉降差异结构单元进行分开;二是将连续结构长度控制在一定的限度内,以减少

混凝土收缩总量；三是分割超长结构，增加单元结构的相对刚度，以减少由结构不均匀沉降造成的开裂；四是先后施工的两个结构，由于间隔时间较长而设计的施工工艺留缝，这种留缝也有调节沉降差异，减少混凝土收缩裂缝的作用。

4 当因结构、地基、基础或荷载发生变化，可能产生较大的差异沉降时，宜通过地基处理、结构措施或设置后浇带等方法，将结构的纵向沉降曲率和沉降差控制在结构的允许变形范围内，而不是通过单纯增加变形缝宽度来解决。对于在软弱地层中不同地下结构之间产生较大差异沉降的情况。建议在采取结构措施防止和减小差异沉降的同时，更应重视采用适当的地基处理措施防止差异沉降，确保控制在允许范围内。变形缝宽度过大不利于保证接缝密封防水的可靠性。

4.1.6 本规程编制过程中，经过广泛调研，城市综合管廊防水工程常用的防水材料主要是防水卷材和防水涂料，部分情况下，采用聚合物水泥防水砂浆和柔性防水材料复合使用。表 4.1.6 规定了明挖现浇混凝土结构外设防水层的设计基本原则，即以防水设防等级为基础，刚柔相济、多道设防。依据这一原则，防水砂浆应与卷材或涂料复合使用。高分子自粘胶膜预铺防水卷材具有和后浇混凝土满粘、有效抗窜水的特点，只能单层单道使用。经过近年的工程实践检验，可以达到一级设防的要求。

表 4.1.6 给出了施工缝、后浇带和变形缝三类结构接缝的密封防水措施，按照结构迎水面、结构断面内和结构背水面三个部位分别列出，便于选择。需要指出的是，三种接缝在迎水面铺贴卷材、涂刷防水涂料或抹压防水砂浆，在本表中都被算作接缝防水措施，但实际上也是防水层在这些细节部位的加强层，两者所指相同，不必重复。

## 4.2 防水混凝土

4.2.2 混凝土结构城市综合管廊的设计使用寿命为 100 年，依据

国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476—2008 的规定以及工程实践,在一般环境(I类)下,城市综合管廊在使用过程中会面临“非干湿交替的室内潮湿环境”(结构局部渗漏水或管道渗漏水)以及“长期湿润环境”。在设计阶段通常将环境作用等级归结为 I-B 级,对应的混凝土抗压强度等级最低为 C35。考虑到当前混凝土技术水平,在抗压强度等级不低于 C35 的条件下,抗渗等级几乎不会低于 P8。

**4.2.3** 当城市综合管廊所处地下环境较为复杂、恶劣时,结构主体易受到有害介质侵蚀,长期作用导致混凝土结构性能劣化。介质侵蚀速率与混凝土的渗透性密切相关。故防水混凝土的设计应在满足抗压强度等级和抗渗等级的基础上,根据工程所处环境条件进行耐久性设计,相应满足抗裂、抗冻和抗侵蚀等耐久性要求。受专业领域影响,防水和耐久性的设计彼此独立的现象很突出,考虑到两者均服务与建(构)筑物的结构使用寿命和功能,协同考虑应该是未来研究的重点和发展趋势。

条文规定的防水混凝土试块 84d 氯离子扩散系数  $D_{\text{RCM}} < 3.5 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$  和 28d 电通量  $Q_s < 2000 \text{ C}$ ,分别对应于现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 的 RCM-Ⅲ级及 Q-Ⅲ级以上。对于处于一般环境中的轻微(I-A)和中度(I-B)条件下的混凝土结构,84d 氯离子扩散系数  $D_{\text{RCM}}$  和 28d 电通量  $Q_s$  可适当分别放宽至 RCM-Ⅱ级和 Q-Ⅱ,即不大于  $4.5 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$  或 4000C。在满足上述耐久性要求时,混凝土拌合物水胶比一般不大于 0.45。

**4.2.4** 研究表明随着使用环境温度升高,防水混凝土的抗渗性会显著下降。热力管线入廊后,特殊情况下会有热量外泄,过高的温度会对城市综合管廊的防水性能造成不利影响,因此需要做好管道保温隔热并避免热水外泄。

**4.2.5** 国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175—2007 中,规定硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥的细度比表面积不小于  $300 \text{ m}^2/\text{kg}$ ,但没有对水泥细度的上限作规定。目前,工程中遇到的问题是水泥普

遍偏细,以 P. O42. 5 水泥为例,许多水泥产品的比表面积约为  $380\text{m}^2/\text{kg}\sim 430\text{m}^2/\text{kg}$ ,水泥的水化放热速率快,导致混凝土收缩开裂现象普遍,且后期强度增长率小。研究表明,水泥中含有适量的中粗颗粒,不仅放热慢、收缩小,而且有利于保障混凝土后期强度增长,对混凝土结构的耐久性具有重要作用。行业标准《高性能混凝土评价标准》JGJ/T 385—2015 中规定,当水泥比表面积不大于  $360\text{m}^2/\text{kg}$  时,可以得到最高评分,北京市地方标准《轨道交通地下工程防水技术规程》DB 11/581—2008 中规定水泥比表面积不应大于  $350\text{m}^2/\text{kg}$ 。通过调研并结合相关标准的规定,本规程规定水泥比表面积不宜大于  $350\text{m}^2/\text{kg}$ 。

**4.2.6** 氯离子的去极化效应会加速钢筋锈蚀,破坏结构完整性,降低结构承载力,必须严格控制。国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666—2011 第 7.2.4 条规定“混凝土细骨料中氯离子含量,对钢筋混凝土,按干砂的质量百分率计算不得大于 0.06%;对预应力混凝土,按干砂质量百分率计算不得大于 0.02%”。

**4.2.12** 行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55—2011 中,规定了抗渗混凝土的胶凝材料掺合料和水泥用量、最大水胶比等,应参考执行。

### 4.3 混凝土施工

**4.3.7** 为避免混凝土浇筑后裸露表面产生塑性收缩裂缝,在初凝、终凝前进行抹面处理是非常重要的。每次抹面可采用铁板压光磨平两遍或用木蟹抹平搓毛两遍的工艺。对于梁板结构以及易产生裂缝的结构部位应适当增加抹面次数。

**4.3.8** 混凝土早期硬化期间,因失水引起的塑性收缩导致的开裂问题突出。加上综合管廊的隧道风效应,拆模后结构内表面水分丧失更快,开裂风险很大。

**4.3.9** 混凝土早期塑性收缩和干燥收缩较大,易于造成混凝土开裂。因拆模过早和养护不当造成的混凝土开裂现象比较常见,严重

影响混凝土结构自防水效果,因此必须高度重视。混凝土养护宜补充水分或降低失水速率,防止混凝土产生裂缝,确保达到预期混凝土性能的重要措施。混凝土终凝后至养护开始的时间间隔应尽可能缩短,以保证混凝土养护所需的湿度及对混凝土进行温度控制。

#### **4.3.10 本条规定了防水混凝土的保湿养护。**

1 对养护环境温度没有特殊要求的混凝土结构可采用洒水养护方式。当最低温度低于 $5^{\circ}\text{C}$ 时,可能已经处于冬期施工,为防止可能产生的冰冻情况而影响混凝土质量,不应采用洒水养护。

2 覆盖养护是通过混凝土的自然温升在塑料薄膜内产生凝结水,从而达到润湿养护的目的,主要适用于对养护环境温度有特殊要求或洒水养护有困难的混凝土结构。覆盖养护应及时,并应尽量减少混凝土裸露时间,防止水分蒸发。覆盖物搭接宽度不应小于 $100\text{mm}$ 。覆盖物层数的确定应综合考虑环境因素以及混凝土温差控制要求。覆盖养护可采用塑料薄膜、麻袋、草帘等进行覆盖。

3 喷涂养护剂养护是指通过喷涂养护剂,在混凝土裸露表面形成致密的薄膜层,后者能有效封堵混凝土表面,减缓表面水分蒸发速度,从而达到润湿养护目的,适用于对养护环境温度没有特殊要求或洒水养护有困难的混凝土结构。养护剂后期应能自行分解挥发,而不影响后续施工。

洒水、覆盖、喷涂养护剂等养护方式可单独使用,也可同时使用,采用何种养护方式应根据工程实际情况合理选择。

### **4.4 施 工 缝**

#### **4.4.1 本条规定了施工缝和后浇带处浇筑混凝土的要求。**

1 采用粗糙面、清除浮浆、清理疏松石子、清理软弱混凝土层是保证新旧混凝土紧密结合的技术措施。清理不充分极易造成界面处混凝土质量变差,影响防水效果。

2 充分润湿施工缝或后浇带,涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料有利于加强新旧混凝土结合。

3 施工缝处已浇混凝土的强度低于 1.2MPa 时,不能保证新旧混凝土的紧密结合。

4 国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108—2008 第 4.1.26 条规定水平施工缝的砂浆接浆层厚度为 30mm~50mm,此条文为强制性条文。在最新的修订版(送审稿)中已取消强制要求。同时,国家标准《混凝土结构施工规范》GB 50666—2011 第 8.3.9 条明确规定了接浆的浆料来源和厚度要求。水泥砂浆与混凝土浆液同成分是指以该强度等级混凝土配合比为基准,去除石子后拌制的水泥砂浆。由于泵送混凝土粗骨料粒径通常采用不大于 25mm 的粗骨料,所以要求接浆层厚度不应大于 30mm,过厚的接浆层中若没有粗骨料将会影响混凝土的强度。考虑到工程实际情况及规范间的协调,本规程沿用了国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666—2011 的规定。

**4.4.2** 本条规定了施工缝的密封防水措施。

1 自粘丁基橡胶钢板止水带,主要有镀锌钢板、不锈钢板、铝板等金属材料作芯材,厚度为 0.5 mm~0.8mm,止水钢板双面涂覆自粘丁基腻子,单面厚度约为 2mm~3mm。依靠表面的自粘自粘丁基橡胶实现与混凝土的紧密结合,中间的钢板起到骨架作用。虽然目前这种产品尚无标准,但在国内建设工程中已得到应用,取得了较好的防水效果,故列入本规程。

2 遇水膨胀止水条根据材质不同分为腻子型和制品型两大类。制品型遇水膨胀止水条依据现行国家标准《高分子防水材料 第3部分:遇水膨胀橡胶》GB/T 18173.3 进行生产,腻子型遇水膨胀止水条适用的标准是现行行业标准《膨润土橡胶遇水膨胀止水条》JG/T 141,通常采用缓膨型(S型)产品。当遇水膨胀止水条或遇水膨胀止水胶与中埋式止水带复合使用时,为延长前者与地下水的接触时间,建议设在后者的背水面。

5 对于矿山法综合管廊工程,施工缝迎水面通常不设防水层加强层。

**4.4.3** 本条规定了用于施工缝的密封止水材料。

1 遇水膨胀止水条膨胀速率不宜太快,否则可能对混凝土造成不可逆的损害,而膨胀倍率过大也会减少混凝土结构有效截面积,对止水和结构承载都不利。

2 常见防腐措施是热镀锌。

**4.4.4** 用于施工缝的中埋式橡胶钢边止水带与用于变形缝的橡胶钢边止水带二者的结构形式和材质基本相同,所不同的是前者中部无适应变形的定心孔。两者的施工工艺包括固定、现场焊接、临时保护等完全相同,故可参照本规程第 4.5.5 条。

**4.4.6** 自粘丁基橡胶钢板止水带可采用夹具固定的方式设置,当用于水平施工缝时,也可在混凝土拌合物浇筑、振捣后插入的方式进行施工。止水带表面的隔离膜有助于防止紫外线和灰尘对自粘丁基橡胶粘结性的破坏,过早撕除隔离膜会使自粘丁基橡胶过早暴露于环境中,影响与混凝土的粘结。

**4.4.7** 腻子型遇水膨胀止水条具有柔软、与基层贴服性好的特点,适用于施工缝粗糙的结合面密封防水,施工时,结合面可不凿毛。

## 4.5 变 形 缝

**4.5.1** 中埋式钢边橡胶止水带较中埋式橡胶止水带的固定更为方便和可靠,使用更为广泛。

**4.5.3** 本条规定了变形缝的密封防水措施。

2 结构迎水面往往需要承受水压,低模量密封胶能更好地适应变形,故常用于顶板及侧墙部位变形缝的迎水面密封。一旦地下水突破变形缝中的密封措施到达背水面,则变形缝中的密封胶需要承担一定的水压,此时高模量密封胶具有更好抵御变形的能力,故推荐用于变形缝的背水面。规定胶体厚度是接缝宽度(胶体宽度)的 0.5~0.7 倍,是为了避免因胶体厚度过大,在接缝位移形变时,造成胶体从基面脱开。

3 在实际工程中,变形缝部位发生渗漏水的概率很高。对城



市综合管廊而言,运营过程中如果变形缝发生渗漏,则很难维修。结合当前轨道交通防水工程中的一些做法,作为一项预防性措施,推荐在顶板及侧墙部位的变形缝背水面预留安装排水盒的凹槽,在结构施工完成后安装排水盒,将可能的渗漏水导入管廊内部的排水系统进而排出,减少可能的渗漏水带来的负面影响。

4 因通常情况下外贴式止水带无法用于顶板部位的变形缝,因此,从侧墙上翻的外贴式止水带在顶板外设防水层施工之前需要进行密封处理,并确保侧墙和顶板部位的外设防水层搭接交圈。

6 规定底板混凝土垫层及外设柔性防水层的保护层在变形缝处断开,目的是避免变形缝两侧结构沉降差异导致的垫层和保护层开裂进而造成柔性防水层损坏。要求外设防水层在断开部位形成 $\Omega$ 型,是为了充分发挥柔性防水层适应形变能力。

4.5.7 本条第2款结构转角处也叫“加腋处”。

4.5.8 本条第2款,设置背衬材料的目的在于防止密封胶出现三面粘结。常见的背衬材料主要是发泡聚乙烯泡沫棒,其直径一般为缝宽的1.2倍。

## 4.6 后 浇 带

4.6.2 国家标准《混凝土结构施工规范》GB 50666—2011第8.3.11条规定“对于超长结构混凝土的浇筑,后浇带封闭时间不应少于14d”。此处“后浇带的封闭时间”是指后浇带两侧混凝土结构施工完毕,到地基变形及沉降观测基本稳定达到封闭作业条件,所经历的最短时间。与国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108—2008第5.2.2条的规定“后浇带应在其两侧混凝土龄期达到42d后再施工”有所不同。鉴于当前现浇混凝土结构施工技术进步,本规程沿用了GB 50666—2011的规定。同时,后浇带的留设一般都会有相应的设计要求,故后浇带的封闭时间尚应征得设计单位的确认。

国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108—2008中规定

后浇带中应采用补偿收缩混凝土,本规程中提出“采用减少收缩的技术措施”,其方法与技术比前者更多。

#### **4.6.3 本条规定了后浇带防水构造的要求。**

1 后浇带的密封防水措施具体可参照本规程表 4.1.6 的规定。

2 为增加后浇混凝土与后浇带两侧先浇混凝土的结合力,并且便于接缝中密封防水措施的施工,经常会设计后浇带两侧混凝土的竖向断面形式。具体采用何种断面形式,宜重点考虑接缝中密封防水措施的施工,如当采用遇水膨胀止水胶或预埋注浆管时,采用台阶断面更方便,但如果设置有中埋式钢板止水带,则可采用竖直断面。

3 后浇带暴露在外的时间较长,在封闭之前底板、侧墙部位的防水层可能遭受机械损伤、阳光照射、浸水等破坏,因此必须采取有效的保护措施,如覆盖加筋混凝土板或钢板等。

4.6.5 后浇带留置期间,如果不采取遮挡和保护措施,则施工期间的垃圾、杂物、自然降水及残余施工用水可能进入后浇带,给后期的清理带来很大的挑战。

4.6.6 留置后浇带时,混凝土断面处需要用材料进行封挡。传统的封挡材料主要是定制模板,其缺点是使用比较复杂,故近年来快易收口板(网)的使用日益广泛。从工程实际来看,快易收口网强度低、多层使用、生锈等问题突出,导致混凝土浇筑后因金属锈蚀而产生渗漏水通道,故规定在后续防水施工前应拆除封挡材料。

### **4.8 桩头和锚杆**

4.8.1 国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011 规定,桩顶嵌入承台内的长度不应小于 50mm。桩头与底板混凝土间不得有间隙,因此,一般采用水泥基渗透结晶防水涂料。为了保证底板防水层的连续性,桩顶防水措施必须与底板防水层保持有效衔接。在实际工程中,存在水沿桩头钢筋渗入底板的情况,因此,桩头顶面有渗漏水现象时,必须先进行堵漏处理,同时可在桩

头钢筋的根部采用遇水膨胀止水胶进行防水。

**4.8.2** 图 4.8.2 中左侧防水做法主要适用于灌注桩,右侧防水做法主要适用于预制混凝土桩。

**4.8.4** 抗浮锚杆在工程中的应用日趋广泛,但关于其防水做法却并无统一的规定。本条是在参考有关标准并在总结实际经验的基础上综合给出的。锚杆防水的难点在于如何实现底板柔性防水层在锚杆部位的连续密封,条文的主要思路是采用水泥基渗透结晶型防水涂料密实锚杆体,再利用非固化橡胶沥青防水涂料的蠕变、填充作用,与自粘改性沥青防水涂料复合使用,在起到对锚杆顶部密封防水作用的同时,实现与底板防水层的密封衔接。

图 4.8.4 中“4-过渡层”的作用在于,当底板防水层与自粘聚合物改性沥青防水层相容性差,或者无法直接粘结时,利用双面胶带将两者粘在一起。故提出“必要时”。

## 5 明挖法现浇混凝土结构城市综合管廊

### 5.1 一般规定

**5.1.2** 城市综合管廊主体结构侧墙和围护结构之间有三种不同的形式,分别是分离式结构、复合式结构和叠合式结构。分离式结构和放坡开挖相似,具备在结构迎水面外防外贴(涂)施做外设柔性防水层的条件,复合式结构可采用外防内贴施做柔性外防水层,而叠合式结构由于侧墙与围护结构在顶板和底板部位采用钢筋接驳器连接,可能无法施做外设柔性防水层或造成侧墙柔性防水层与底、顶板防水层不连续,在此情况下,侧墙部位通常采取涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料或直接浇筑防水混凝土等刚性防水措施。

**5.1.3** “刚柔相济”是城市综合管廊这类地下工程防水所坚持的基本技术原则,本表就是这一原则的具体体现。常用的外防水层可分为卷材防水层、涂料防水层和砂浆防水层三种类型。从保证防水工程可靠性的角度出发,要求一级设防不应少于两道,二级设防不应少于一道,且其中至少有一道柔性防水层。所谓“一道”防水,是指具有单独承担防水功能的一个构造层次。需要指出的是,根据这一原则,涂料防水层中水泥基渗透结晶型防水涂料不应被视为柔性涂料防水层,不宜和防水砂浆共同使用。

高分子自粘胶膜预铺防水卷材采用预铺反粘施工,能与后浇混凝土满粘,具有很好的抗窜水功能,但其只能单层使用。从工程实践来看,虽然单道使用,但仍能达到一级设防的目的。

**5.1.4** 变形缝、施工缝、后浇带、穿墙管(盒)、桩头等细部构造部位容易发生渗漏,人员出入口、通风口、吊装口等部位的外防水层容易遭受外力破坏,因此在设计、施工阶段需要通过采取多种防

水措施以提高这些细部构造防水的可靠性。应该说明的是,本规程中这些防水加强措施被视为外设防水层在细部构造部位的加强处理,同时又是细部构造部位的防水措施,两者的本质是一致的,只是在不同的章节中叫法不同,不需要重复设置。需要说明的是,实际工程中,只要加强层所选材料与主防水层所用材料材性相容即可,不必强调一定要用同种材料。事实上,一些卷材防水层在细部节点的加强层常用与之材性相容的防水涂料。

**5.1.5** 良好的基层质量是保证外设防水层质量和防水效果的重要因素。本条是要求在进行外设防水层施工前,混凝土基层不应有外观质量缺陷,以保证施工质量。

## **5.2 卷材防水层**

**5.2.1** 防水层的厚度是影响其防水系统功能可靠性和耐久性的关键技术指标之一。地下防水工程对防水厚度的要求是根据的材料特性、施工工艺与使用条件等因素综合决定的。表 5.2.1 给出了卷材防水层单道/双道及与卷材或涂料叠合使用时的最小厚度,供参考。

**5.2.2** 按照现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204,关于现浇结构的尺寸偏差和检验方法要求规定,现浇混凝土构件成型后表面的平整度偏差应为 8mm。因此,规定顶板与底板以及外防外贴时的侧墙平整度偏差应符合此规定。当卷材采用外防内贴法施工时,支护结构表面采用喷射混凝土或抹压砂浆等找平后,基面平整度  $D/L$  应为 1/20,以保证后浇混凝土时,不会造成卷材搭接边开裂或卷材破损。

**5.2.5** 本条规定了防水卷材铺贴的要求。

**1** 铺贴防水卷材之前,需要在基层上弹线、定位,然后将卷材展开预先空铺在定位上,目的在于释放卷材在生产、运输和储存过程中形成的应力,增加搭接的可靠性。

3 卷材防水层的 T 形搭接部位如果处理不当,很容易形成渗水通道。对于热熔法施工的弹性体改性沥青防水卷材,通常在中间一层卷材的搭接部位进行剪角处理,利用热熔沥青涂盖料封闭接缝。自粘聚合物改性沥青防水卷材可采用同样的方式。对于聚氯乙烯防水卷材,T 形搭接部位通常需要用刮刀将中间一层卷材部位适当减薄,利用熔浆封闭接缝;对于热塑性聚烯烃防水卷材,除了适当减薄,经常还会在 T 形接缝处覆盖补丁。具体采取何种措施,宜咨询材料制造商。

6 夏季高温时段露天作业,基层温度较高,水分蒸发过快,容易造成卷材起鼓,此时可采取在水泥基粘结料中添加保水剂、遮阳等措施。适用的防水卷材包括自粘聚合物改性沥青湿铺法防水卷材、聚乙烯丙纶复合防水卷材等。

#### 5.2.7 本条规定了热熔法铺贴卷材的要求。

2 工程中常用以丙烷为燃烧介质的喷枪,施工时,通常控制枪头离卷材的距离为 150mm~300mm,喷枪与竖向夹角为  $6^{\circ}$ ~ $12^{\circ}$ ,具体数值取决于操作人员的习惯、施工速度及材料特性等。所谓“过分加热”是指喷枪长时间停留在同一位置加热,引起卷材表面的改性沥青涂盖料流淌、碳化、胎体变形或被烧穿等。

4 当使用表面带矿物颗粒的产品时,在横向接缝、阴阳角、管根等搭接部位,需要先通过火焰烘烤和热抹刀抹压,将矿物颗粒沉于沥青涂盖料中(即“沉砂”处理),然后再进行搭接。

5 清除第一层卷材表面塑料膜的目的在于增加两层卷材之间的粘结力。

6 工程中经常遇到在立面铺设两层弹性体改性沥青防水卷材的情况,由于这种卷材自重较重,为防止因卷材自重较大而发生下坠、脱落,可在第一层卷材上采取压条钉压固定等措施,钉压固定部位应采用沥青类防水涂料或密封膏进行密封。

#### 5.2.8 本条规定了自粘聚合物改性沥青防水卷材铺贴的要求。

2 用火焰加热自粘聚合物改性沥青防水卷材会引起改性沥

青涂盖料流淌、碳化、变硬,更容易造成胎体变形、烧穿,因此严禁使用明火加热。

3 因非固化橡胶沥青防水涂料的内聚力较低,采用涂料粘结,不利于保证搭接边粘结质量。

5.2.9 自粘聚合物改性沥青湿铺防水卷材采用水泥基粘结料铺贴,其特点是对基层含水率要求宽松,可在潮湿无明水的基层上施工,近年来在国内建筑防水工程中得到了广泛应用。为了保证自粘聚合物改性沥青湿铺卷材防水层质量,本条做了较为详尽的规定:

2 现场如果不控制水泥基粘结料的水胶比,施工人员为了操作方便,倾向于多加水,多余的水分会在卷材受阳光照射时形成水蒸气,引起卷材起鼓,并造成水泥基粘结料造成起壳。

3 用水泥基粘结料“湿铺”的施工方法决定了卷材在表面隔离膜的设计上与自粘聚合物改性沥青防水卷材有所不同。后者的隔离膜是一整块,可以一次去除。而前者由于水泥基粘结料在铺贴时容易溢出污染搭接边,故高分子膜基的卷材在长边方向的粘结面的隔离膜通常分成两部分:大面隔离膜(在铺贴时撕除)和搭接边隔离膜(二次搭接时撕除)。同时,在卷材背面的搭接边也要设置隔离膜,在二次搭接时撕除后和相邻卷材进行粘结搭接。为保证搭接部位卷材的完整性,卷材背面搭接边处主体材料重合宽度不应小于 30mm,如图 1 所示。

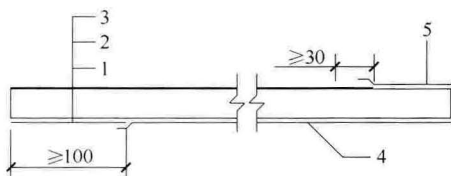


图 1 自粘聚合物改性沥青湿铺防水卷材搭接示意图

1—下表面二次搭接隔离膜;2—聚合物改性沥青自粘胶层;3—主体材料(高分子膜);

4—下表面大面隔离膜;5—上表面二次搭接隔离膜

7 双层铺设时,为保证两层卷材之间能够自粘粘结,第一层卷材通常为双面粘结类产品,铺贴第二层时,应撕除第一层卷材表面的隔离膜,实现自粘满粘。

**5.2.11** 本条第 1 款,聚氯乙烯防水卷材和热塑性聚烯烃防水卷材大面积铺设,用作耐根穿刺防水层时,可采用双焊缝焊接,短边和带自粘层的热塑性聚烯烃防水卷材采用单焊缝焊接。

**5.2.12** 本条第 4 款,当采用聚合物水泥粘结料铺贴聚乙烯丙纶复合防水卷材时,粘结料的强度上升较慢,在边角部位卷材的贴服性欠佳。为增加搭接边的可靠性,要求在搭接边部位用粘结料密封覆盖。

**5.2.13** 第条第 4 款,当主体材料为高密度聚乙烯膜时应采用热楔或挤出焊,否则焊缝不牢固,其他基材可用热风焊接。焊接边上覆盖的高分子自粘胶带的外露面应具有防粘以及防紫外线辐照功能,以保证搭接边处与混凝土结构满粘。

### 5.3 涂料防水层

**5.3.1** 防水涂料在地下防水工程中的应用量仅次于防水卷材。本条汇集了当前可用于城市综合管廊防水工程的主要防水涂料品种,并规定了各种涂料防水层的最小厚度。关于涂料防水层最小厚度,需要说明的是,不是厚度越厚越好。从施工工艺、固化条件、性能、工期及成本等综合因素考虑,每种涂料的厚度都有其上下限,表中的数值只是给出了最低合理要求。此外,有关条款说明如下:

2 国内市场上,用于配置聚合物水泥防水涂料的聚合物乳液品种常见包括丙烯酸酯乳液、乙烯-醋酸乙烯酯(VAE)乳液及苯丙乳液等。涂膜的耐水性是衡量地下防水工程用聚合物水泥防水涂料性能的关键指标之一。依据国家标准《绿色产品评价 防水与密封材料》GB/T 35609—2017 第 4.3.3 条的规定,用于地下防水工程的聚合物水泥防水涂料的耐水性不应小于 80%(试样浸水后不



烘干测量)。研究显示采用丙烯酸酯乳液的涂料耐水性更易达到标准要求。

3 非固化橡胶沥青防水涂料与热熔橡胶沥青防水涂料本体强度很低,宜与材料性能相容的改性沥青类防水卷材叠合使用,充分发挥涂料对基层缺陷的弥合能力,及卷材良好的力学性能及厚度均一的优势。

4 在聚氨酯、聚合物水泥涂料防水层上直接热熔施工改性沥青防水卷材会造成涂料防水层损伤。

5.3.8 本条规定了喷涂速凝橡胶沥青防水涂料施工的要求。

2 喷涂速凝橡胶沥青防水涂料采用专用喷涂设备施工,双组分在喷枪外混合,乳液破乳后水分挥发成膜。使用氯化钙等水溶性无机氯盐容易造成氯离子富集,对金属件和钢筋有潜在的加速腐蚀作用,因此不应采用。

3 要求自下而上施工是为了防止析出的明水存在于基层上,影响涂膜的附着力。

## 5.5 耐根穿刺防水措施

5.5.1 城市综合管廊大多建造在城市道路红线以内,埋深一般超过 3.0m。考虑到主路中间和两侧的绿化隔离带中的植物根系可能对城市综合管廊外侧柔性防水层造成穿刺破坏,根据实际工程经验,规定当覆土厚度不足 3.0m 时,应采取耐根穿刺防水措施。常见的做法是在柔性外防水层外部设置耐根穿刺防水层。在设置耐根穿刺防水层时,首先考虑到的是顶板部位,侧墙是否设置视结构特点确定;当采用叠合墙或复合墙结构时,可不设置耐根穿刺防水层。

5.5.2 依据现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 和现行行业标准《种植屋面工程技术规程》JGJ 155 的规定,种植顶板防水等级应为一,设防道数不应少于两道,其中最外层应为耐根穿刺防水层。

## 5.6 保护层

**5.6.3** 本条规定了柔性外设防水层的保护层的设计与施工要求。

2 要求底板柔性防水层的保护层采用细石混凝土,主要是考虑到细石混凝土有比较好的配合比设计和配制原料,硬化后有较好的密实性。高分子自粘胶膜预铺防水卷材能与后浇混凝土满粘,形成良好的抗窜水性能。如果在其表面做混凝土保护层,虽然可以更好地保护防水层免遭后续施工破坏,但却可能丧失抗窜水功能。因此,设计采用高分子自粘胶膜预铺防水卷材时,一定要加强现场管理,采取措施防止后续施工对防水层的破坏,对于破坏部位,应及时进行修补。

3 砌体保护具有强度高、抗机械破坏能力强的特点,最好砌筑在底板外挑平台上。当无底板外挑平台时,宜采取能减少防水层与砌筑墙之间摩擦力的措施,如在缝隙中灌入细砂等,避免在后续沉降过程中,由于沉降速率差异,造成侧墙防水层被带下。

## 5.7 回填作业

**5.7.2** 工程实践证明,密实的回填是防水工程的有力保障,疏松的回填不仅起不到防水作用,还使得肥槽成为一个贮水区。回填密实程度与回填土的质量有很大关系,因此对土质也相应提出了要求。为此规范规定在结构两侧 800mm 以内宜采用灰土、黏土、粉质黏土等回填,考虑到有的地区取土困难,可采用原土,但不应夹有石块、碎砖、灰渣及有机物等,也不应用冻土。

采用机械进行回填碾压时,土中产生的压应力随着深度增加而逐渐减少,超过一定深度后,工程受机械回填碾压影响减小,其深度与施工机械、土质、土的含水量等因素有关。

“回填土的压实系数不应小于 0.94”的规定,来源于国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011 第 8.4.24 条“筏形基础地下室施工完毕后,应及时进行基坑回填工作。填土应按设计

要求选料,回填时应先清除基坑中的杂物,在相对的两侧或四周同时回填并分层夯实,回填土的压实系数不应小于 0.94”。现场检测采用环刀法。

## 6 明挖法预制装配式混凝土结构 城市综合管廊

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 预制管节、预制叠合板等预制构件的制作精度可参照国家现行标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 及《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1。

**6.1.2** 明挖法预制装配式混凝土结构城市综合管廊的构件(包括预制管节、预制叠合板等)经拆分后,在工厂预制,运输到工地现场进行装配,相对于明挖现浇工法具有施工效率高、节材环保等优势,在城市综合管廊工程中有一定的应用。考虑到自然环境、经济条件、原材料等具体因素,各地在预制装配式混凝土结构城市综合管廊技术的研发和应用有所不同。经过前期调研,本标准选用了两类当前应用比较多的预制装配式混凝土结构体系,即预制拼装混凝土结构和预制装配整体式混凝土结构,两者最为显著的区别在于预制构件是否预留连接钢筋,以及是否现场采用混凝土浇筑湿作业连接。前者没有预留连接钢筋,现场很少采用湿作业(变形缝部位除外),后者则相反。

无论采用哪种结构形式,现场拼装作业精度对管廊工程质量,特别是接缝密封防水工程质量都有显著影响,故强调由经过培训的专业化施工队伍完成。

**6.1.4** 虽然装配式混凝土结构的构件在工厂预制,构件的混凝土质量控制较好,但大量的接缝仍是引发渗漏水的主要风险。从调研过程来看,受混凝土垫层平整度以及拼装过程中的轴向及角位移偏差、构件定位偏差等因素影响,致使安装精度难以满足设计要求,进而造成接缝中的密封措施不能正常发挥作用,接缝渗漏成为

常见质量问题。据此,本规程编制组提出在做好混凝土结构自防水的基础上,加强接缝部位密封防水措施,并按照防水设防等级要求设置全外防水(结合第 3.0.6 条)。虽然可能会造成建设工期、投资有所增加,但从城市综合管廊使用功能的重要性和 100 年的最小使用寿命以及渗漏后治理的难度和损失来看,设置外防水层是十分必要的。

**6.1.5** 本规程“粗糙面”指预制构件与后浇混凝土的结合面。在预制构件制作时,按设计要求采用拉毛、冲洗或化学处理等方法形成混凝土凹凸不平或骨料显露的表面,用于实现预制构件与后浇混凝土的可靠结合。行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1—2014 第 6.5.5 条第 3 款规定:预制剪力墙的顶部和底部与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面;侧面与后浇混凝土结合面应设置粗糙面,也可设置键槽。

## **6.2 预制拼装城市综合管廊**

**6.2.1** 预制拼装城市综合管廊按照管节分割方式分为带环向接缝和带环、纵向接缝两种形式,管节断面形状常见包括圆形、矩形以及卵圆形、多弧面矩形等,其中以带环向接缝的圆形、矩形截面的预制城市综合管廊最为常见。综合工程应用普及程度、专利等因素,本规程只纳入仅带环向接缝的圆形、矩形截面的预制城市综合管廊。

**2** 为降低预制拼装城市综合管廊渗漏水风险,在借鉴现浇混凝土结构城市综合管廊防水设计经验的基础上,考虑到预制管节的混凝土质量比较好,防范的重点在于拼接缝等部位,故在相同的防水等级要求下,规定一级设防的预制拼装城市综合管廊外防水层不应少于一道,二级设防宜选一道。在选择外防水层时,考虑到形变影响,推荐采用柔性的卷材防水层或涂料防水层。

高分子自粘胶膜预铺防水卷材的施工工艺和作用机理与预制混凝土构件拼装不符,不应采用。因为预制构件的混凝土质量较

好,表面坚实、光洁,不适宜涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料,且该涂料的涂膜在拼接缝部位断开,故不宜用于结构迎水面。

**3** 常见的预制拼装混凝土城市综合管廊接头形式包括:纵向锁紧承插接头、柔性矩形(弧形)承插接头及胶接预应力接头。其中胶接预应力接头采用环氧胶粘剂和预应力钢索实现预制管节的拼装,整体性强,接缝密封措施与前两者显著不同。考虑到承插式接头应用非常广泛,本规程重点在于规范采用纵向锁紧承插接头、柔性矩形(弧形)承插接头的密封防水措施。

纵向锁紧承插接头的锁紧装置可以分为螺栓锁紧和预应力锁紧两类。前者借鉴了地铁管片的拼装工艺,但预制混凝土城市综合管廊的管节重量远大于地铁管片,施工过程中容易出现螺栓的锁紧拉力较难将两片管节拉紧,特别是大断面的管节螺栓的锁紧拉力无法克服摩阻力,故应用不多,常用的是后者。当采用预应力锁紧时,管节拼装后整体性加强,根据相关规范要求,需要每隔一定距离设置一条变形缝。变形缝可采用先将一半的中埋式钢边橡胶止水带预埋在预制管节中,另一半通过现场浇筑混凝土固定。采用现浇混凝土连接时,管节与现浇混凝土的结合部位相当于施工缝,其处置措施应符合本规程第 6.1.4 条的规定。

**6.2.2** 垫层混凝土的强度和平整度对预制管节拼装精度影响很大,拼装精度进而影响到拼装缝的密封效果。

**6.2.3** 本条规定了承插式接口的密封。

**2** 在这种承插口构造中,主要依靠工作面上两道弹性橡胶密封圈的压缩变形-回弹实现接缝的密封,纵向刚度不如带锁紧装置的城市综合管廊。弹性橡胶密封圈的压缩比是关键技术指标之一(见第 6.2.4 条)。需要说明的是,图 6.2.3-1 及图 6.2.3-2 中,底板部位接缝迎水面通常很难嵌填密实,胶体难以交圈,故属于可选措施。

**3** 由于采用了纵向锁紧装置,增加了管节间的连接刚度,位于承口端面的遇水膨胀橡胶-弹性橡胶密封条或自粘丁基橡胶-泡

沫橡胶复合密封条受压变形回弹,与位于插口工作面上的弹性橡胶密封圈共同作用,形成双道密封。通常,密封圈是指在工厂预制成型并闭环,现场无需进行搭接的定型密封制品,密封条是指在工厂预制成型,但需要在现场进行搭接处理的密封制品。位于承口端面上的复合密封条有加强防水密封,和降低土体中瓦斯等危险气体渗入廊体、引起安全事故风险的作用。其中,遇水膨胀橡胶-弹性橡胶复合密封条是在弹性橡胶密封条上部挤出复合一条遇水膨胀橡胶条(兼具压密回弹和遇水膨胀止水两种作用),而自粘丁基橡胶-泡沫橡胶复合密封条,则主要是在发泡的三元乙丙橡胶泡沫条表面覆盖一层自粘丁基橡胶。

4 考虑到钢套环与管节混凝土温度收缩不一致,两者之间可能存在渗水通道,通常采用设置遇水膨胀止水片等防水措施。在钢套环管节端头预留沟槽中灌注低模量建筑密封胶也有助于提高钢套环与混凝土之间的防水性能。

5 衬垫是垫于两个预制管节之间的一种材料,一般具有如下基本特征:(1)具有低弹性模量,用以填充混凝土表面的不平整;(2)传递荷载过程中,发生塑性形变而不硬化;(3)在反复荷载作用下,每次加载-卸载的回弹量应不大;(4)衬垫压缩时的侧向形变小,也即泊松比小,以减少管端由于衬垫侧向变形而产生的径向拉应力,不会因衬垫的侧向膨胀大致管端径向撕裂(见《隧道工程防水设计与施工》第295页,朱祖熹,陆明,柳献 编著。中国建筑工业出版社,北京,2012)。预制拼装城市综合管廊在拼装过程中往往会用钢绞线拉紧,此时,需要在拼缝中设置衬垫材料。但这类衬垫材料与顶管法施工中管节间设置的传力衬垫有所不同,常用的是聚乙烯泡沫嵌缝板衬垫。其具有缓冲管节间拼装过程中的接触应力,避免或减少破损的作用,通常采用双面自粘丁基胶带临时粘结固定。

6 承插口中设置的密封条主要有弹性橡胶密封圈和自粘丁基橡胶-泡沫橡胶复合密封条、自粘丁基橡胶复合密封条两类。弹

性橡胶密封圈的材质可以是三元乙丙橡胶(EPDM)、氯丁橡胶(CR)、丁苯橡胶、丁腈橡胶等,可根据地下水环境进行选择。一般在工厂中预制成环,截面一般为楔形、梳形、圆形,主要用在插口工作面上。

自粘丁基橡胶-泡沫橡胶复合密封条是以弹性橡胶为主,顶面挤出复合遇水膨胀橡胶,截面一般呈梯形;安装在插口端面的预留凹槽中,利用压缩力实现接缝密封;顶部遇水膨胀橡胶遇水后膨胀,达到以水止水的密封效果。

自粘丁基橡胶复合密封条是采用中间部分为三元乙丙海绵橡胶(空心或实心)表面包覆一层 2mm~3mm 的丁基腻子橡胶复合而成,充分结合了自粘丁基橡胶的粘结性、蠕变性和水密性、气密性以及海绵密封条的高弹性,具有施工简便、密封可靠的优点。在三元乙丙海绵层表面复合丁基腻子橡胶,在压力的作用下,利用丁基腻子橡胶的粘结性和填充补平作用实现接缝密封,截面呈梯形、中空梯形或其他特殊形式。与遇水膨胀橡胶密封条一样,安装在承口工作面上,并现场进行搭接。

7 与盾构法隧道管片环纵缝中使用的弹性橡胶密封垫作用机理不同,安装在插口端面预留凹槽中的密封条两侧均为混凝土(分别为承口和插口的端面),在拼装压力作用下不仅占满预留凹槽,同时向两侧变形,最终达到密封的目的。预留凹槽的作用更多体现在安装的定位上。实践证明,适当的压缩率在保持接缝密闭性的同时,有利于延长密封条的使用寿命,通常不超过 45%。

8 接缝迎水面的密封胶在底部难以闭合成环,故可做可不做;接缝背水面具备胶体封闭成环的条件,可以成为一道密封防水措施。

6.2.4 良好的柔性接口形式取决于诸多因素,包括:弹性橡胶密封圈的截面形状、就位方式(滚动或滑动、带胶圈槽或不带胶圈槽)、材质特性、压缩率,承插口工作面间隙,胶圈与混凝土接触长度,承插口工作面长度、坡角及总长,安装间隙误差,预制构件尺寸



(如周长、直径等),构件混凝土与基础摩擦系数等。

要使工作面上的弹性橡胶密封圈有较好的密封效果,应当使胶圈紧贴工作面,并有一定的接触压应力;胶圈与工作面的摩擦阻力大于输送介质的压力荷载;接口胶圈在使用寿命期内,无论接口因位移或橡胶的应力松弛,均应能保持对工作面适当的接触压应力,以保证接口的水密性。

常见的胶圈截面形式主要有圆形(O形)、楔形和齿形。从外形来说,楔形弹性橡胶密封圈在地层水压作用下,有外胀的倾向,水压越大,外胀倾向越大,越有利于压密止水,因此应用更为广泛。本条给出了工作面上弹性橡胶密封圈主要参数的设计思路。需要进一步了解的可参考《预制混凝土涵管技术手册》(曹生龙 编著,中国建筑工业出版社,2015)。

1 三元乙丙橡胶橡胶因具有比重轻、可以做成复杂断面形状且便于微波硫化等优势,加之耐久性良好,广泛用作盾构法隧道管片弹性密封垫。氯丁橡胶压缩回弹性能好。考虑到城市综合管廊不小于100年的设计使用寿命及密封圈的不可替换性,设计应综合考虑上述因素。

2、3 有关弹性橡胶密封圈截面直径(圆形)或截面高度(楔形)、周长的计算公式来源于《预制混凝土涵管技术手册》第2章。

4 常见的弹性橡胶密封圈均采用楔形截面,具体截面形状应由设计人员提出具体要求。考虑到橡胶现场焊接操作烦琐且不易保证质量,故规定弹性橡胶密封圈在工厂按设计尺寸预制成环,尽量避免现场搭接。

6.2.8 本条规定了预制管节拼装接缝密闭性的检测要求。

1 城市综合管廊不属于给水排水管道,原则上并不适用于《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268—2008 有关条文规定,但预制拼装城市综合管廊的接头形式及橡胶圈防水原理借鉴了钢筋混凝土管、预应力混凝土管等管道防水接头设计方法。预制管廊的拼缝接头水压试验,借鉴其中单口水压试验的方法,在

工厂和现场进行的拼缝接头水压试验,工厂内试验成功后方可进行现场拼装。试验的主要合格标准包括试验压力值、恒压时间、允许压降值。本条规定参考了国家标准《给水排水管道工程施工及质量验收规范》GB 50268—2008 中“附录 D 闭水试验法”和“附录 E 闭气试验法”的一些规定,但在试验时间、压力等参数上又不完全相同。在结合当前工程实践经验的基础上,提出了相关试验参数。当采用注水加压法时,通常取拼接缝所在部位管廊基础最大埋深加 5m 计算得到的水头压力为设计检测压力。

2 当采用遇水膨胀胶橡胶复合密封条时,注入的水可能长期滞留在接缝中,引起遇水膨胀橡胶提前膨胀。在此情况下,可以采用充气加压的方式进行检测。当采用充气加压检测拼缝密闭性时,可先通过检测孔向拼缝中充气加压并恒定至 2000Pa,关闭气源后观察压降变化,5min 内压力下降不大于 500Pa 为合格。

3 拼接缝的质量是整个预制拼装综合管廊防水工程质量的关键。理论上讲,应当逐条检测接缝的密闭性,但这在实际工程中往往很难做到。通常的做法是抽检,抽检频率由相关单位根据施工质量及质量控制措施等因素确定。

**6.2.9** 本条规定了预制拼装综合管廊柔性外设防水层的施工要求。

3 预制拼装城市综合管廊在起吊、定位、固定等工序过程中,对操作面的平整度要求很高。如果在底板两侧的垫层混凝土上砌筑临时砖胎膜用于防水层甩槎,则会对拼装过程造成不便,故规定底板防水层甩槎设置在垫层混凝土表面。为防止对甩槎部位的机械破坏,要求做好临时保护措施。临时保护措施不建议采用现浇混凝土,因为后期切割、剔凿过程中,很容易造成防水层破坏。

4 考虑到拼接缝间距一般不超过 3.0m,且防水层上又设置了细石混凝土保护层,可见在底板防水层上的拼接缝部位设置加强层难以达到预期作用,故可不做。但侧墙和顶板处的拼接缝暴露在外,有必要做加强层,其宽度可适当减少。

5 预制管节拼装过程中直接与柔性防水层接触不但会造成防水层损坏,亦不利于保证拼装质量,故规定用抗压强度等级为C30的细石混凝土做防水层的保护层,并控制平整度,以利于后续拼装作业。

### 6.3 装配整体式城市综合管廊

6.3.1 装配整体式城市综合管廊的拆分参考了装配整体式剪力墙结构建筑物,拆分构件以预制剪力墙板(实心)及预制桁架钢筋叠合楼板、叠合墙板(空心)最为主。考虑到运输、吊装等施工方便程度,预制桁架钢筋叠合楼板及叠合墙板更为常见。构件在现场进行定位、拼装、固定、钢筋连接,封闭接缝部位,然后浇筑混凝土,最终得到与现浇混凝土结构等同的装配整体式城市综合管廊。与预制拼装不同,装配整体式构件的钢筋需要现场连接,然后进行混凝土浇筑作业。

装配整体式混凝土结构城市综合管廊施工完毕后,必然存在数量众多的拼装缝,这些拼装缝可被视为施工缝。考虑到迎水面侧墙部位的叠合板表面的预制混凝土板的端面平整,嵌填遇水膨胀止水胶(条)施工方便、效果可靠,拼缝完成后可以嵌填密封胶或用聚合物水泥砂浆抹平,故定为“宜选”,其他几种拼接缝缝面防水处理措施可根据构件拆分特点选用。

## 7 矿山法城市综合管廊

### 7.1 一般规定

**7.1.4** 塑料防水板到目前为止仍旧是矿山法城市综合管廊(隧道)工程中使用最为广泛的防水材料。在铺设塑料防水板、绑扎钢筋和浇筑混凝土时,容易造成塑料防水板破损。而塑料防水板与二衬混凝土之间通常难以密贴,地下水从破损部位进入防水层与二衬结构之间,容易发生“窜水”现象,设置预埋分区注浆系统有助于解决塑料防水板防水层的窜水问题。预埋分区注浆系统包括预埋注浆系统和分区系统两个部分。

预埋注浆系统由焊接在防水板表面的注浆底座和穿过二衬的注浆导管组成,注浆底座可防止浇筑二衬混凝土时浆料进入而便于注浆材料流出,注浆导管与注浆底座相连,主要起到成孔并引导浆液进入的作用。二衬结构施工完毕后,利用注浆导管进行回填注浆处理,封闭窜水通道。同时,封堵二衬混凝土结构迎水面的裂缝、孔洞,提高混凝土结构自防水性能。

分区系统的原理是将外贴式止水带焊接或粘结到防水层表面,通过止水带的凸起齿条与二衬混凝土密实啮合,达到将隧道二衬与防水层之间的区域划分成独立的防水分区,以加强注浆止水的效果。工程中,通常利用变形缝部位的外贴式止水带进行分区。

近几年还出现了用高分子自粘胶膜预铺防水卷材替代塑料防水板的做法,其优势是卷材与二次衬砌混凝土满粘,起到抗窜水的作用。但高分子自粘胶膜预铺防水卷材的施工对基层平整度要求高,否则难以发挥满粘抗窜水的预期效果,更易造成卷材破损。特别是拱顶部位,随着混凝土的下沉、收缩,不仅缺少混凝土与卷材“咬合”的压应力,甚至两者未能接触,谈不上密贴,故仍需在拱顶

预埋注浆管,在二次衬砌混凝土浇筑完工后进行回填注浆。同时,这类卷材的搭接边仍需采取热焊接搭接、覆盖盖口胶带等可靠的密封措施。在矿山法隧道中使用预铺防水卷材时,还应考虑隧道开挖过程中粉尘附着对卷材与混凝土粘结力的不利影响,并采取适当的预防措施。

防水涂料此处特指采用喷涂施工的速凝型防水涂料,如丙烯酸盐喷膜防水技术及喷涂速凝橡胶沥青防水涂料等,通常将涂料喷涂在临时固定在喷射混凝土初衬表面的土工布衬垫层上固化成膜。

**7.1.5** 本条规定了矿山法综合管廊外设防水层的设计要求。

**2** 设置衬垫材料的目的是为了防止防水层与喷射混凝土初衬基面直接接触,在浇筑混凝土的过程中被基层的凸起部位破坏,并改善二次衬砌结构受力环境。高分子自粘胶膜预铺防水卷材或喷涂成膜防水涂料不宜直接施做在基面上,宜与衬垫材料结合使用。此前的标准中,衬垫材料也叫缓冲材料,有缓冲与疏排水功效。

**4** 关于初期支护稳定的判断标准,主要参考了现行行业标准《铁路隧道工程施工技术指南》TZ 204 的规定。如果在初期支护变形没有稳定时施工防水层,则防水层可能会受力产生破坏。初期支护基本稳定的判断标准是:隧道周边变形速率明显减小,累计变形量趋于稳定,且拱顶下沉速度小于  $0.15\text{mm/d}$ ,水平收敛速度小于  $0.2\text{mm/d}$ 。

**7.1.6** 本条规定的目的在于为防水施工提供良好的施工条件。根据经验,每秒钟超过 1 滴可认为线状出水,每毫升一般为 20 滴,因此每个出水点的渗漏水速度大于  $0.05\text{mL/s}$ ,称为线状流水,为达到该条的要求,对初期支护的渗漏水应采取封堵或引排等措施,为防水层和二次衬砌施工创造良好条件,为了限制总渗漏量,平均每  $6\text{m}$  隧道滴水应不超过 1 处;对于严寒或寒冷地区,为了防止初期支护和二次衬砌及排水系统结冰冻胀,进行二次衬砌施工时,初

期支护表面不允许出现滴水、线状或股状出水。

## 7.2 塑料防水板防水层

**7.2.1** 塑料防水板的幅宽应尽量宽些,这样会减少搭接缝数量,而搭接缝是塑料防水板的防水薄弱环节。但塑料防水板的幅宽又不能过宽,否则重量变大,造成铺设困难,塑料防水板的幅宽一般大于2m。塑料防水板的厚度与重量、造价、防水性能有关。过厚则较重,不利于铺设,且造价较高,但过薄又不易保证防水施工质量。根据我国目前的使用情况,塑料防水板的厚度不得小于1.5mm。防水板铺设于初期支护与二次衬砌之间,在二次衬砌浇筑时会受到一定的拉力,故应有足够的拉伸强度。初期支护为锚喷支护时,支护后围岩仍在变形,即使整个工程建成后,由于地质或运营等方面的原因,工程结构受到变形、振动等不利因素的影响,故防水板应有较高的延伸率以适应变形可能带来的破坏。耐穿刺性是施工中对材料提出的要求,因二次衬砌混凝土浇筑前,在绑扎钢筋时可能会对防水板造成损伤,故要求防水板有一定的耐机械穿刺性。塑料防水板因长期处于地下并要长期发挥其防水性能,故应具有良好的耐穿刺性、耐低温、耐久性、耐腐蚀性。

本条规定的塑料防水板主要性能指标较现行国家标准《高分子材料 第1部分:片材》GB/T 18173.1中的材料性能指标略高,但又略低于现行行业标准《铁路隧道防水材料 第1部分:防水板》TB/T 3360.1及协会标准《隧道工程防水技术规范》CECS 370—2014中的相关指标,与修订后的国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108及行业标准《铁路隧道防排水施工技术指南》TZ 331一致。

**7.2.2** 本条规定了塑料防水板的铺设要求。

**1** 为确保塑料防水板防水层的整体性,搭接缝不宜采用粘结法,因胶粘剂在地下长期使用很难确保其性能不变。采用焊接法时,应采用双焊缝,这一方面能确保焊接效果,另一方面也便于充

气检查焊缝质量；

3 下部塑料防水板压住上部防水板的目的是为了使防水板外侧上部的渗漏水能顺利流走，不至于积聚在塑料防水板的搭接处而形成渗漏水的隐患；

5 分段设置塑料防水板时，若两侧封闭不好，则地下水会从此处流出。由于塑料防水板与混凝土的粘结性不好，工程上一般采用设置过渡层的方法，即选用一种既能与塑料防水板焊接，又能与混凝土粘结的材料作为过渡层，以保证塑料防水板两侧封闭严密。

7.2.3 如果叠合层数太多，焊接时太厚，焊接机无法施焊，采用焊枪大面积焊接质量难以保证，但从工艺要求上难以避免三层，超过三层时，应采取措施避开。

7.2.5 在铺设时，如果塑料防水板防水层绷得太紧，一是与基面不密贴，难以保证二次衬砌厚度；二是浇筑混凝土时，固定点容易拉脱。至于预留多少合适，应根据基面平整度决定，根据工程经验，一般应控制在 10% 左右。当然也不能太松，一则浪费材料，二则防水层容易打折和形成气囊。

7.2.8 通常在复合式衬砌出现渗漏水时，难以准确地找到防水层上的出水点，分区隔离的防水技术是近年来用于富水隧道防水的有效方法。通过在防水板上焊接外贴式塑料止水带为分区界限，解决了防水板损伤后渗漏水窜流的问题。

7.2.11 一般情况下顺隧道方向以衬砌台车或衬砌移动台架的长度为一个浇筑段留置施工缝。水平方向原则上不留施工缝，必须留置时，留置位置应在边墙脚以上 1m 和拱脚以下 300 mm 的范围内。

### 7.3 高分子自粘胶膜预铺卷材防水层

7.3.1 高分子自粘胶膜预铺防水卷材应符合现行国家标准《预铺防水卷材》GB/T 23457 的规定。因要求高分子自粘胶膜预铺卷

材在矿山法城市综合管廊中应用时,采用焊接法搭接,故卷材(两个)长边应预留未涂胶区域。

## 7.4 涂膜防水层

**7.4.1** 规定喷涂防水涂料防水层的最小厚度,其目的是为了保证防水效果。中国铁路总公司企业标准《铁路工程喷膜防水材料》Q/CR 517 规定,适用于铁路工程的喷膜防水涂料有两类,一是丙烯酸盐防水(Q/CR 517.1),二是喷涂速凝橡胶沥青防水涂料(Q/CR 517.2)。丙烯酸盐防水涂料主要参考了现行协会标准《丙烯酸盐喷膜防水应用技术规程》CECS 342—2013 的规定。

## 7.5 保护及二衬施工

**7.5.1** 矿山法城市综合管廊(隧道)的二次衬砌结构浇筑时。一般采用模板台车施工,台车两端设置端模。端模可采用整块钢模,也可采用两块钢模组合。前者由于中部无法设置中埋式止水带,只能将后浇混凝土一侧的止水带垂直翻起固定,直至模板拆除后才恢复,此时止水带已很难保持原有的姿态,影响的后期防水效果;后者利用两块钢模组合夹住中埋式止水带,对后浇部分的止水带影响很小,因此推荐。

## 7.6 质量验收

**7.6.3** 双焊缝采用充气检测时,充气检测压力宜为0.25MPa,15min 内压力下降不超过测试压力的10%为合格。



## 8 盾构法城市综合管廊

### 8.1 设计

**8.1.1** 如果在已经完工的盾构法城市综合管廊管片上开孔安装支吊架,可能因为管片混凝土强度高而造成定位不准、破坏管片混凝土完整性、影响结构的耐久性等一系列负面影响,对管廊的防水功能也十分不利,故宜在设计和制作阶段将支吊架固定件如吊件轨道等预制在管片中。

**8.1.3** 管片防水混凝土抗渗等级不应小于 P10 的理由是:

1 目前盾构法城市综合管廊管片防水混凝土的强度等级达到和超过 C50 时,混凝土试块的抗渗等级都能达到 P10;

2 根据国内外地下工程对密封材料的抗水压要求,有不少是按实际水压的 3 倍进行设计,显然管片抗渗等级至少应与接缝抗水压能力相当。

本条文提出了管片混凝土检测氯离子扩散系数与电通量的规定,这是因为氯离子扩散系数与电通量的检测是判断管片混凝土耐久性的主要手段,尤其是对处于腐蚀性地层的管廊盾构衬砌而言。条文采用了行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193—2009 中关于混凝土抗氯离子渗透性能的等级划分标准。管片的抗渗检漏应符合行业标准《盾构隧道管片质量检测技术标准》CJJ/T 164—2011 的规定。

**8.1.4** 弹性橡胶密封垫是盾构法城市综合管廊(隧道)接缝防水的最重要屏障。其截面尺寸(高度、宽度)、截面形状(孔洞的数量、尺寸及分布)都需要专门进行设计。首先是依据设计水压,从弹性橡胶密封垫的压缩变形曲线上找到最小压缩率,根据最小压缩率与密封垫沟槽深度、接缝允许张开量,计算弹性密封垫的截面高

度,然后根据截面积计算得出弹性密封垫的截面宽度。在此基础上,考虑闭合压缩力、孔洞的协调变形、压应力分布等因素,对截面形状进行优化。有关内容可参考《隧道工程防水技术规范》CECS 370:2014 第 7 章。

**8.1.5** 国外近年设计弹性橡胶密封垫时,对公式(8.1.5)有所突破,即密封垫断面中的孔有越来越多、呈“蜂窝”状的趋势。这时,规程公式(8.1.5)中的系数远大于“1~1.15”。此类密封垫虽未成为主流,但确实存在,因条文规定更为确切。

**8.1.6** 弹性橡胶密封垫是盾构法城市综合管廊管片接缝中最重要的防水措施。常用材质包括三元乙丙橡胶(EPDM)和氯丁橡胶(CR)两类。前者由于具有密度小、可制成复杂截面形状并便于微波硫化成型及良好的耐久性,故更为常用。弹性橡胶密封垫的性能应符合现行国家标准《高分子防水材料 第 4 部分:盾构法隧道管片用橡胶密封垫》GB/T 18173.4 的规定。取样检测时,弹性橡胶密封垫可直接从成品切片制成试样测试;对于遇水膨胀橡胶复合弹性密封垫,由于遇水膨胀橡胶的断面尺寸一般较小,难以由成品切片检测,故宜从胶料制取试样。另外国内对防霉等级的测试必要性及测试方法争议很大,而国外也未见将防霉等级列入橡胶密封垫的测试实例,故删除了防霉等级的测试要求。对于有热力管线入廊的场合,应考虑采用耐高温的弹性橡胶密封垫。

**8.1.7** 由于对深埋与浅埋的盾构法综合管廊的设计承受水压分别要求为实际埋深水头的 2 倍和 3 倍,故设计时应规定密封垫的技术要求,即它能适应的最大接缝张开量(一般为 3mm~10mm)、错台量(一般为 3mm~10mm)和埋深水头。而技术要求应通过目前已普遍确认的模拟管片 T 字缝、十字缝水密性试验检测验证。

**8.1.8** 管片拼装成环后未出盾壳时,接缝(尤其纵缝)弹性密封垫未承受土压力作用,不易被完全压缩。弹性密封垫闭合压缩力越大,接缝越不易被压密。弹性密封垫的闭合压缩力值过大,会导致封顶管片纵向插入拼装困难,使密封垫沟槽破碎、密封垫扭曲。显

然,弹性密封垫闭合压缩力不宜过大,但又必须保证密封垫之间、密封垫与管片混凝土之间足够的水密性,其数值取决于密封垫的断面构造与尺寸、材质与材料主要性能(尤其是硬度)、管片自重、拼装方式等。

**8.1.9** 设计挡水条的目的在于因其设置于弹性橡胶密封垫的外侧,可阻挡泥砂直接作用于密封垫本体,确保密封垫的耐久性使用要求,同时兼起辅助防水的功效。挡水条的材质选用具有遇水膨胀性质的遇水膨胀橡胶或聚氨酯弹性体,聚氨酯弹性体的性能指标见表1,后者突出的优点在于材料质量变化率较小,且遇水膨胀后膨胀率保持稳定,收缩很小。

表1 聚氨酯弹性体性能指标表

项目	硬度(度)	拉伸强度(MPa)	断裂伸长率(%)	体积膨胀倍率(%)	质量变化率(%)
指标	43±7	≥0.4	≥800	≥360	≤2.5

**8.1.10** 早期的螺孔密封圈是直接设在环向纵面螺孔口的,目的是防水与防腐,由于固定困难等问题,现几乎不再使用。在管片肋腔螺孔口加工成锥形的沟槽安装螺孔密封圈较为方便,也利于螺孔密封圈的固定与压密,因而成为普遍的做法。

螺孔密封圈与沟槽相匹配的含义是它的外形与构造最利于在沟槽中压密与固定,最利于防水。

## 8.2 施 工

**8.2.2** 鉴于目前嵌缝槽的形式已趋于集中,可以归结为图8.0.10所示的几种类型,并对槽的深、宽尺寸及其关系加以定量的规定。

根据我国常用不定形材料的特性以及施工要求,参考德国地下交通设施研究协会(STUVA)、美国《盾构隧道接缝密封膏应用指南》及日本有关实践,提出的嵌缝槽深宽比应不小于2.5。

与地面建筑、道路工程变形缝的嵌缝槽不同,因嵌缝材料在背水面防水,故嵌缝槽槽深应大于槽宽,又由于盾构管廊衬砌承受水

压较大,相对变形较小,因而嵌缝材料应为中、高模量类的防水密封材料,如聚氨酯建筑密封胶、硅烷改性聚醚硅酮建筑密封胶(MS胶)、聚硫建筑密封胶、环氧树脂类材料,也可以是有限制膨胀措施下的遇水膨胀腻子或遇水膨胀止水胶等不定形类材料。

城市综合管廊通风系统不常运行,内部可能经常处于潮湿状态,导致钢构件易于腐蚀,通过整环嵌缝之后,将环、纵向螺栓完全与空气隔离,从而避免了螺栓的锈蚀。

**8.2.3** 有关防腐蚀水泥砂浆性能及施工可参考标准《聚合物水泥砂浆防腐蚀工程技术规程》CECS 18。

**8.2.4** 虽然衬砌接缝所设传力衬垫与防水直接关系不大,但通常在防水设计图纸中包含了此项内容,且国家也出台了相应的标准,因此将传力衬垫列入条文。

**8.2.5** 复合式衬砌在盾构管廊中也会有所应用,根据实际工程的施工方法增加了缓冲层、塑料防水板的应用等规定。

**8.2.6** 国内外轨道交通盾构隧道分别采用的是环氧-焦油氯磺化聚乙烯、环氧-聚氨酯、环氧-焦油、改性沥青类涂料以及水泥基渗透结晶型防水涂料,埃及哈迈德·哈姆迪水下公路隧道也有类似材料采用。环氧类涂料封闭性好,可根据现行行业标准《环氧树脂防水涂料》JC/T 2217 检测其性能指标。水泥基渗透结晶型涂料渗透性好,具有潮湿面施工的特性。可根据现行国家标准《水泥基渗透结晶型防水材料》GB 18445 检测其性能指标。

**8.2.7** 条文明确提出盾构工作井与管廊隧道结合处宜选用的防水材料,可直接指导此细部构造中的设计工作。另外,为满足环缝变形要求,变形缝环面上需设置垫片,因而变形缝密封垫的高度应加厚。通常是在原密封垫表面用同样材料的橡胶薄片或遇水膨胀橡胶薄片叠合或复合而成,作为适应变形量大的密封垫。

## 9 顶管与箱涵顶进法城市综合管廊

### 9.1 设 计

**9.1.1** 在城市综合管廊工程中,普遍采用明挖法施工。但在软土地区,明挖结构须有围护措施和降水措施,不仅影响市区交通,还危及临近管线和建筑物的安全。为减少对邻近建筑物、管线和道路交通的影响,目前顶管与箱涵顶进法常常作为管廊的施工方法。

顶管与箱涵顶进法施工过程如下:先在管廊设计路线上施工一定数量的小基坑作为顶管工作井,工作井的一面或两面侧壁设有孔洞,作为顶管与箱涵顶进的预制管节的出洞口与进洞口。顶管与箱涵顶进出洞口对面侧墙为承压壁,然后以顶进机头为先导,将预制管节按设计轴线逐节顶入土层中,直至顶进机头后第一节管节的前端进入下一工作井的进洞口,就此一段管节施工完毕,继续上一施工过程,直至一条管廊全部完成。

**9.1.3** 一般顶管的管节厚度较薄,管节制作过程中产生的水化热较少,混凝土浇筑质量有可靠的保证,因此其强度可等同于盾构法城市综合管廊的管片混凝土强度;而箱涵顶进管廊的断面尺寸及顶板、侧墙、底板的厚度较大,属于大体积混凝土,如混凝土强度要求较高,必然增加水泥用量,导致产生大量的水化热,混凝土的施工质量无法保证,所以提出箱涵管节混凝土强度等级不宜低于C35即可。

管节混凝土强度等级在管径较小、顶距不长时,经顶力验算合格后,可适当降低。

**9.1.4** 砂性地层顶进的管节,外表面磨损大,故管节外表面需采用耐磨性能符合抗磨损要求的涂层。常用的耐磨涂层材料主要是环氧树脂基涂层材料。

**9.1.5** 密封圈有多种构造形式,目前应用最多的是楔形止水圈,其压缩率宜控制在 40% 左右。

**9.1.6** 混凝土管节接头过去常称 F 形接头、T 形接头等。根据《给水排水工程顶管技术规程》CECS 246 接口改称钢承口接头、双插口接头。顶管接头还有企口式、平口式等,因使用范围有限制,本规程不推荐。双插口接头形式由日本引进,虽然近年来应用工程实例较少,但作为一种有别于承口的接头形式仍然存在,故将其列入条文。

**9.1.7** 顶管管节的密封防水构造与本规程中图 6.2.3-3 相似。主要依靠工作面上的弹性橡胶密封圈的压缩变形-回弹实现接缝的密封。有时也会在端面上的衬垫板中部设置遇水膨胀橡胶弹性密封垫,加强接缝密封防水效果。在钢套环-混凝土接缝部位设置遇水膨胀止水条/止水胶,以及在预留沟槽中灌注低模量建筑密封胶主要在于防止因收缩带来的渗漏水通道,提高接缝密封的可靠性。

顶管管节中的衬垫与预制拼装综合管廊管节中的衬垫有所不同,主要的目的在于传递顶力。一般选用胶合板作为顶管直线段的衬垫材料,选用松木板作为顶管曲线段的衬垫材料。

**9.1.9** 管节橡胶密封圈固定在槽口位置,考虑到橡胶密封圈材料的弹性与伸长率,为使密封紧箍管节,密封圈的展开长度应为槽口实际展开长度的 80%~90%。通常,预制管节尺寸越大,取值越小(见《预制混凝土涵管技术手册》第 34 页)。

## 9.2 施 工

**9.2.1** 润滑油脂通常为硅脂类,止水润滑剂是初始起润滑作用,最终发挥止水功效的润滑材料,宜为特种聚氨酯类。

**9.2.3** 箱涵通常在施工现场预制成型,因此,有机会在接缝中设置中埋式止水带。半刚性接缝类似于“诱导缝”,可适量张开、压缩,但不能错动和偏转。半刚性接缝中设剪力杆,限制接缝错动。

柔性接缝类似于“变形缝”，可适量张开、压缩和偏转。

设置弹性橡胶密封垫为盾构法城市综合管廊管片接缝的首要防水措施，但在顶进箱涵的接缝中也有采用上述防水措施的工程实例，主要利用其受压后产生的回弹力来达到加强接缝防水的目的。

**9.2.4** 解决长距离顶进箱涵的顶力问题主要是考虑如何克服管壁外周的摩阻力。当顶进阻力即顶进箱涵掘进迎面阻力和管壁外周摩擦阻力之和，超过主顶千斤顶的容许总顶力或管节容许的极限压力或工作井后靠土体极限反推力，无法一次达到顶进距离要求时，应采用中继接力顶进技术，实行分段实施使每段管廊的顶力降低到允许顶力范围内。

采用中继接力技术时，将管廊分成数段，在段与段之间设置中继环。中继环将管廊分割成前后两个部分，中继油缸工作时，后面的管节成为后座，前面管节被推向前方。中继环按先后次序逐个启动，管节分段顶进由此达到减小顶力的目的。采用中继接力技术以后，顶进长度不再受后座顶力的限制，只要增加中继环的数量，就可延长隧道顶进的长度。中继接力技术是长距离顶进箱涵不可缺少的技术措施。

顶进箱涵中继环的行程小于 200mm 时，用常规  $\Omega$  型橡胶止水带，作为中继环顶进过程中产生的特大间隙接缝防水措施，可满足防水标准要求。

S/N:155182•0454



9 155182 045408 >

统一书号:155182•0454

定价:64.00 元