



中国建筑工业出版社

城市综合管廊防水工程技术规程

Technical specification for waterproofing of urban utility tunnel

2018

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

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

批准部门：中国工程建设标准化协会

前言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2016年工程建设协会标准制订、修订计划（第一批）>的通知》（建标协字[2016]38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会同有关单位，共同制定本规程。

本规程主要技术内容包括：1 总则；2 术语和符号；3 基本规定；4 混凝土结构自防水；5 明挖法现浇混凝土结构城市综合管廊；6 明挖法预制装配式混凝土结构城市综合管廊；7 矿山法城市综合管廊；8 盾构法城市综合管廊；9 顶管与箱涵顶进法城市综合管廊；附录 A 城市综合管廊防水工程所用材料性能；附录 B 防水材料进场抽样检验。

本规程由建筑与市政产品分会归口管理，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，请寄送中国建筑防水协会（地址：北京市海淀区紫竹院南路2号，邮编：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

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

潍坊市宏源防水材料有限公司

广西金雨伞防水装饰有限公司

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
天津北方创信防水技术有限公司
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

主要起草人员：朱冬青 张 勇 郭 景 陆 明 王恒栋
刘 勇 李跃飞 蔡昭昫 杜 博 余奕帆
潘水艳 刘轶群 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

主要审查人员：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	7
4.1	构造设计	7
4.2	防水混凝土	8
4.3	混凝土施工	10
4.4	施工缝	11
4.5	变形缝	14
4.6	后浇带	19
4.7	穿墙管	20
4.8	桩头和锚杆	22
4.9	引出接头	24
4.10	质量验收	25
5	明挖法现浇混凝土结构城市综合管廊	29
5.1	一般规定	29
5.2	卷材防水层	30
5.3	涂料防水层	36
5.4	砂浆防水层	39
5.5	耐根穿刺防水措施	40
5.6	保护层	40
5.7	回填作业	41
5.8	质量验收	41
6	明挖法预制装配式混凝土结构城市综合管廊	44
6.1	一般规定	44
6.2	预制拼装城市综合管廊	44
6.3	装配整体式城市综合管廊	49
6.4	质量验收	50
7	矿山法城市综合管廊	53
7.1	一般规定	53
7.2	塑料防水板防水层	55
7.3	高分子自粘胶膜预铺卷材防水层	58
7.4	涂膜防水层	59
7.5	保护及二衬施工	59
7.6	质量验收	60
8	盾构法城市综合管廊	63
8.1	设计	63
8.2	施工	64
8.3	质量验收	67
9	顶管与箱涵顶进法城市综合管廊	69

9.1 设计.....	69
9.2 施工.....	70
9.3 质量验收.....	71
附录 A 城市综合管廊防水工程所用材料性能	73
A.1 防水卷材.....	73
A.2 防水涂料.....	77
A.3 防水砂浆.....	79
A.4 密封材料.....	80
A.5 其他材料.....	84

Content

1 General provisions.....	1
2 Terms & Symbols.....	2
2.1 Terms.....	2
2.2 Symbols.....	3
3 Basic requirements.....	4
4 Integral concrete structure waterproofing.....	7
4.1 Structural design.....	7
4.2 Waterproof concrete.....	8
4.3 Concrete casting and curing.....	10
4.4 Construction joint.....	11
4.5 Deformation joint.....	14
4.6 Post-poured strip.....	19
4.7 Penetrations and pre-embedded pieces.....	20
4.8 Pile cap and anchor.....	22
4.9 Junctions.....	24
4.10 Quality acceptance.....	25
5 Utility tunnel by cut and cover method.....	29
5.1 General requirements.....	29
5.2 Sheet membrane waterproof layer.....	30
5.3 Liquid applied membrane waterproof layer.....	36
5.4 Mortar waterproof layer.....	39
5.5 Root penetration resistant layer.....	40
5.6 Protection layer.....	40
5.7 Back-filling.....	41
5.8 Quality acceptance.....	41
6 Precast concrete utility tunnel.....	44

6.1 General requirements	44
6.2 Segmented precast concrete utility tunnel	44
6.3 Monolithic precast concrete utility tunnel	49
6.4 Quality acceptance	50
7 Utility tunnel by mining method	53
7.1 General requirements	53
7.2 Plastic sheet waterproofing layer	55
7.3 Pre-applied self-adhesive waterproofing membrane with polymer carrier	58
7.4 Liquid applied membrane waterproof layer	59
7.5 Protection and concrete casting	59
7.6 Quality acceptance	60
8 Utility tunnel by shielding	63
8.1 Design	63
8.2 Construction	64
8.3 Quality acceptance	67
9 Utility tunnel by pipe-jacking or box-culvert jacking	69
9.1 Design	70
9.2 Construction	70
9.3 Quality acceptance	71
Appendix A Quality of waterproof materials	73
A.1 Waterproof sheet membrane	73
A.2 Waterproof coating	77
A.3 Waterproof mortar	79
A.4 Sealant	80
A.5 Supplementary	84
Appendix B In situ inspection of materials	87
List of quoted standards	91
Explanation of provisions	94

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 waterproofing

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，后期通过预设在水泥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_f ——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）
 ρ ——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 宜根据城市综合管廊工程的特点和需要搜集下列技术资料：

- 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》GB50108 的规定。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°C ，防水卷材热熔法、焊接法施工时的环境温度不宜低于 -10°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

喷膜防水材料的施工环境温度宜为5℃~35℃，非固化橡胶沥青防水涂料的施工环境温度不宜低于-10℃；

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℃~35℃。

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理，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 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 变形缝宽度不应超过 30mm，变形缝处的混凝土厚度不应小于 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	止水带	中埋式钢板止水带或自粘丁基橡胶钢板	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	中埋式橡胶止水带或钢边橡胶止水带	可卸式橡胶止水带	外贴式橡胶止水带	防水涂料	防水卷材
设防要求	应选二种		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的混凝土垫层，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 及《混凝土质量控制标准》GB 50164 等标准的规定。

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_{RCM} 不宜大于 $3.5 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$ 或电通量 Q_s 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°C 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现行国家标准《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现行国家标准《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《外加剂应用技术规范》GB 50119 等相关标准的规定。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，应符合现行国家标准《混凝土用水标准》JGJ63 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（ Na_2O 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 320kg/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 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 的相关规定。

4.2.14 大体积混凝土配合比设计应符合现行国家标准《大体积混凝土施工规范》GB 50496 的相关规定。

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 80g/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面设置，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° ；

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粘贴在施工缝表面，挤出应连续、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。

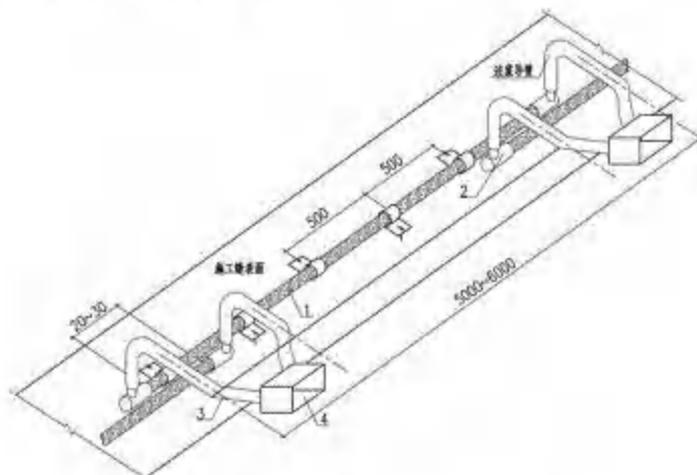


图 4.4.9 预埋注浆管的设置

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 Ω 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);

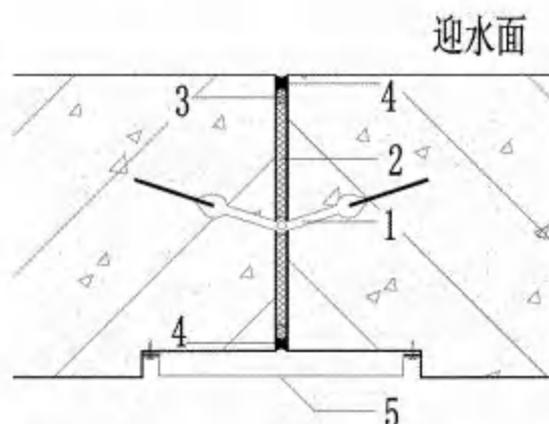


图 4.5.3-1 结构顶板中埋式止水带和密封胶、排水盒的复合使用

1-中埋式止水带; 2-衬垫板 3-背衬材料; 4-密封胶; 5-排水盒

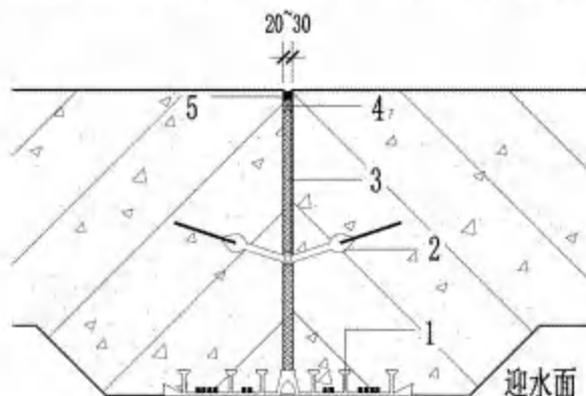


图 4.5.3-2 结构底板中埋式止水带和密封胶、外贴式止水带的复合使用

1-外贴式止水带; 2-中埋式钢边橡胶止水带; 3-衬垫板; 4-背衬胶; 5-密封材料;

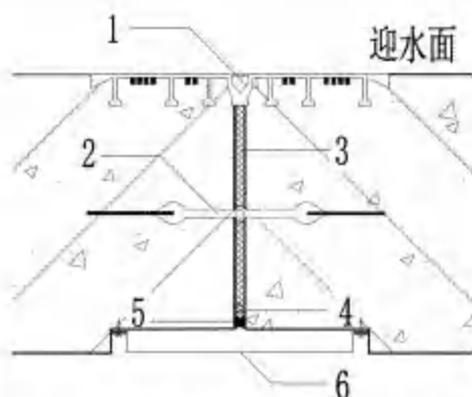


图 4.5.3-3 结构侧墙中埋式止水带、外贴式止水带、密封胶和排水盒防水构造

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

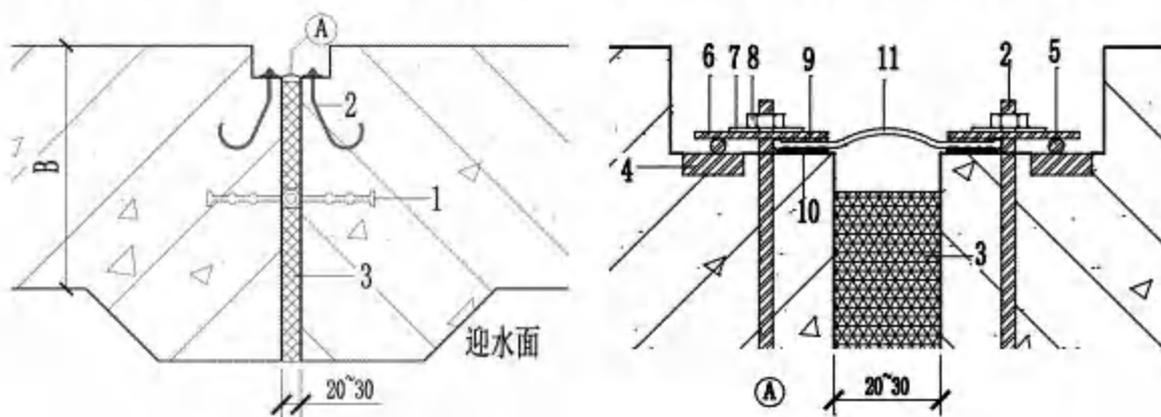


图 4.5.3-4 中埋式止水带与可卸式止水带复合使用

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 底板混凝土垫层及外设柔性防水层的混凝土保护层宜在变形缝处断开，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衔接要求。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° ~ 25° 。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° ；

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，严防漏浆；

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，振捣时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，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现象；

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°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 600 mm~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，并应经设计单位确认。

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设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）；

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。

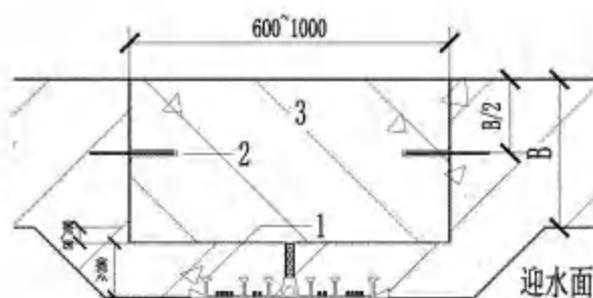


图 4.6.4-1 采用中埋式钢板止水带的超前止水后浇带防水构造

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

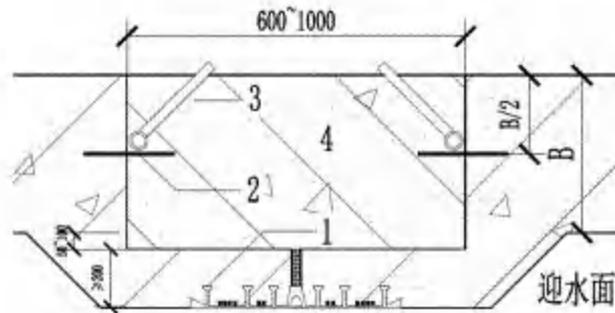


图 4.6.4-2 中埋式钢板止水带与预埋注浆管复合使用的后浇带超前止水、防水构造

1-外贴式止水带；2-中埋式钢板止水带；3-预埋注浆管；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)；

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。

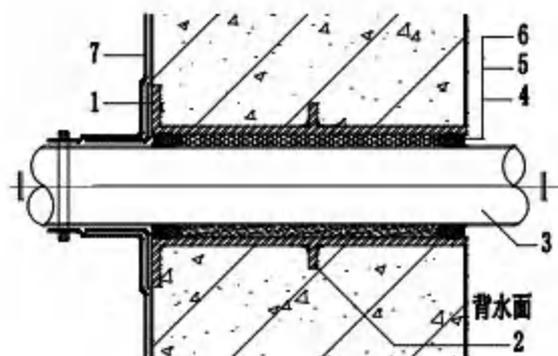


图 4.7.2-1 带翼环套管穿墙管防水构造

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

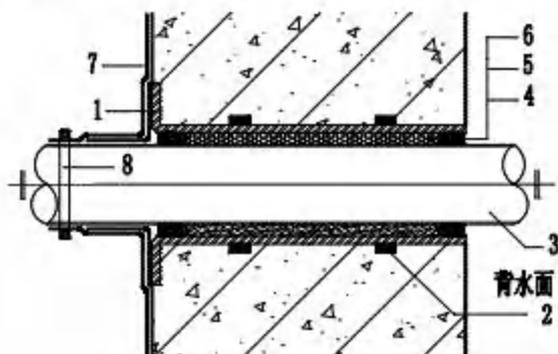


图 4.7.2-2 止水胶条套管穿墙管防水构造

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

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）。

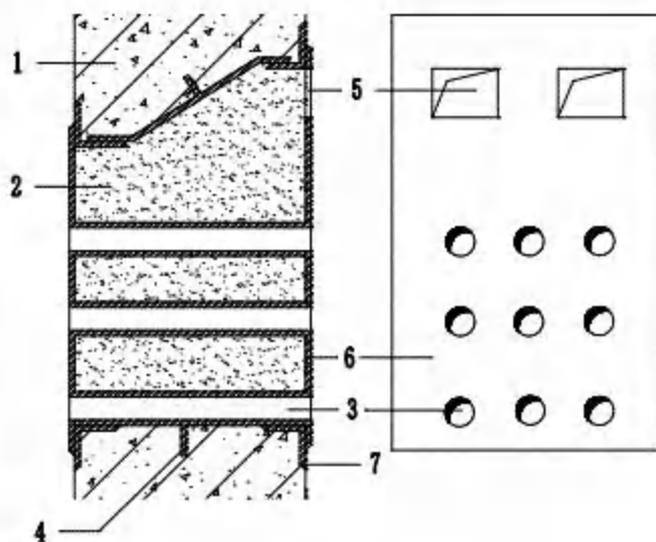


图 4.7.3 穿墙套管群盒防水构造

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

4.7.4 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；

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。

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）。

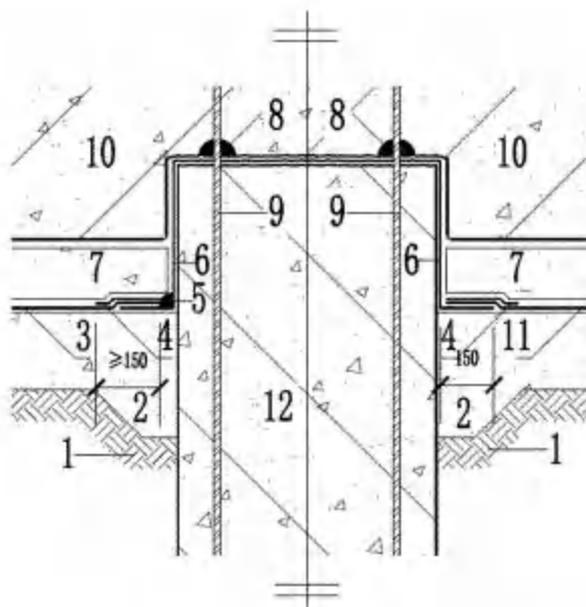


图 4.8.2 桩头防水构造

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。当锚杆处存在渗漏水时，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 100 mm、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）。

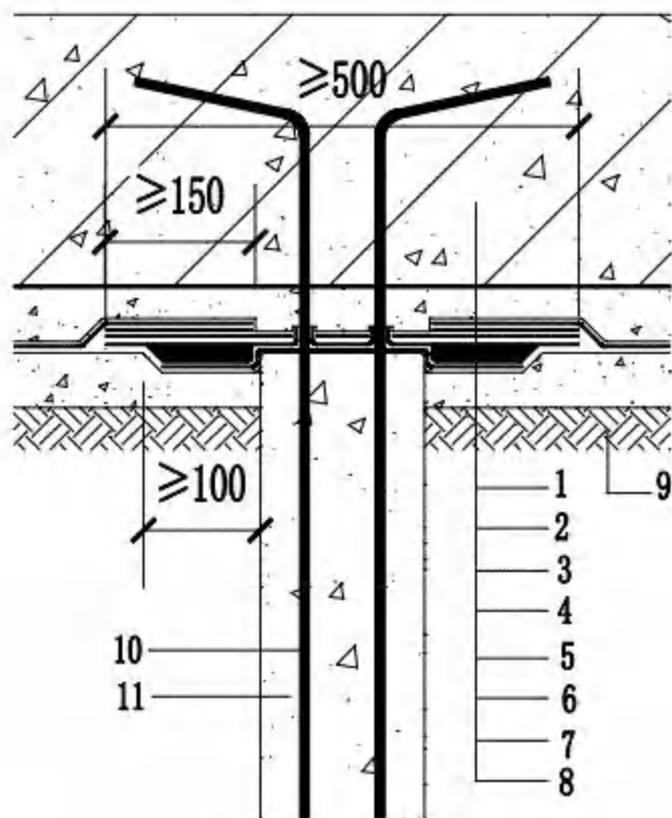


图 4.8.4 抗浮锚杆防水构造

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4.4~4.6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和水中养护 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+8mm、-5mm；主体结构迎水面钢筋保护层厚度不应小于 50mm，其允许偏差为±5mm。

检查数量：混凝土外露面积每 100m²抽查 1 处，每处 10 m²，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 ¹		
	卷材防水层	涂料防水层	砂浆防水层
一级	不应少于两道 ²		
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 当两层防水卷材分开设置或与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 当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 当防水卷材与防水涂料叠合使用时，涂料防水层厚度应符合表 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		自粘三元乙丙橡胶防水卷材	聚氯乙烯防水卷材、热塑性聚烯烃	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		自	聚酯	高分	聚酯				

		熔型	粘型	胎基 (PY类)	子膜基 (N类)	胎基 (PY类)	子膜基 (H类和E类)		防水卷材 ₁			
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	1.2
											卷材 0.7+非固化橡胶沥青防水涂料 2.0, 芯材厚度 0.5	
两道设防	卷材 + 卷材	4.0	4.0	2.0	3.0	1.5	3.0	1.5	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	-
		+	+	+	+	+	+	+	+			
	3.0	3.0	2.0	3.0	1.5	3.0	1.5	1.2	1.2			
	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。

5.2.4 防水卷材的最小搭接宽度应符合表 5.2.4 的规定。

表 5.2.4 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15×2+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）

5.2.5 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。

5.2.6 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° 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° 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 1/3~1/2 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，应避免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。

5.2.7 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。

5.2.8 热熔法铺贴卷材应符合下列规定：

1 大面人工铺设前应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或片料时，应先将搭接区域的矿物颗粒或片料沉于沥青涂盖料中，然后再进行搭接处理；

5 双层铺设时，在铺设第二层卷材前，宜先用喷枪火焰沿“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。

5.2.9 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去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。

5.2.10 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。

5.2.11 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。

5.2.12 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。

5.2.13 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。

5.2.14 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。

5.2.16 防水卷材的甩槎、接槎应符合下列规定：

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。

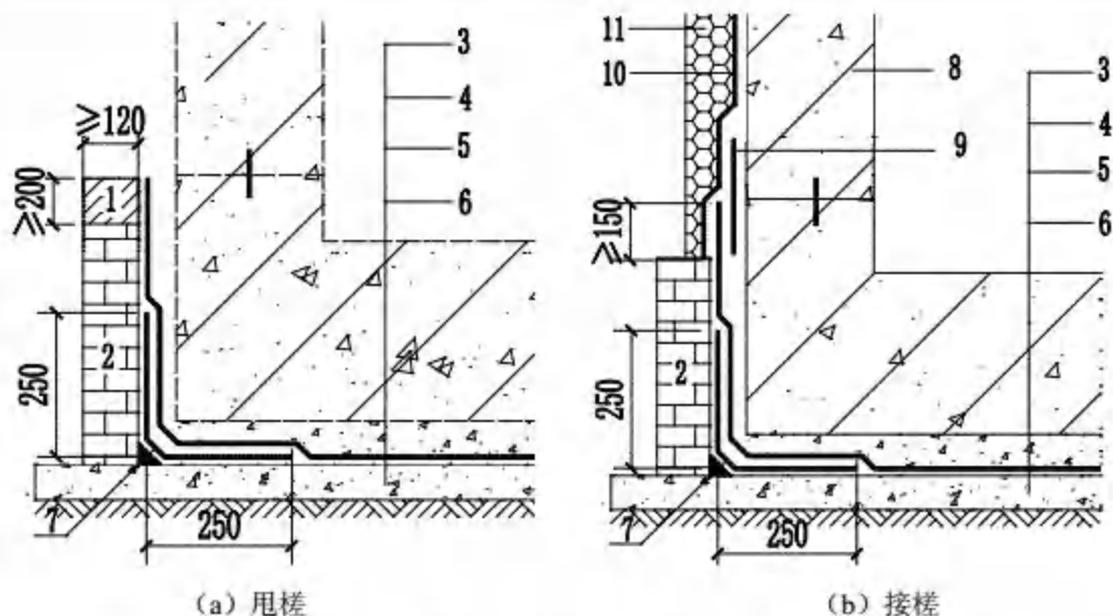


图 5.2.16 卷材防水层甩槎、接槎构造

- 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—结构墙体；
9—防水加强层；10—卷材防水层；11—保护层

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聚丙烯酸酯乳液配制，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 ¹
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表 5.2.1 的规定					

注1：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 防水涂料宜多遍均匀涂布，不应漏涂，立面施工时宜采用抗流坠措施；
- 4 防水涂料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 $(30\sim 60)\text{g}/\text{m}^2$ ；
- 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 100mm ，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 施工过程中应避免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，搭接宽度应不小于150mm（图5.3.11）。

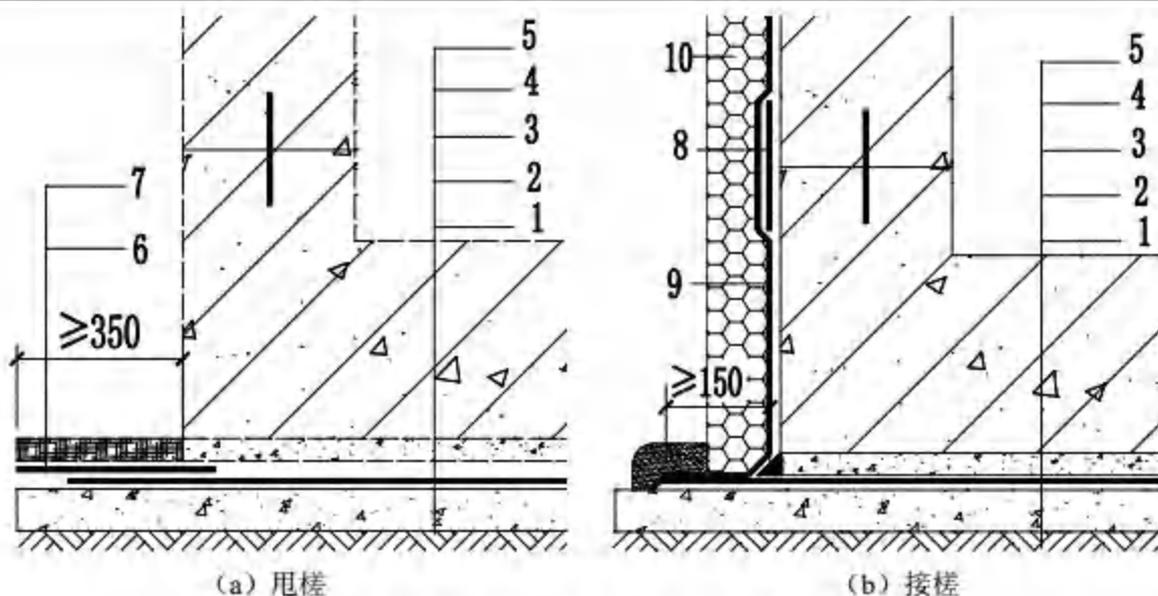


图 5.3.11 涂料防水层甩槎、接槎构造

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将预埋件、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》GB50108的规定，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 100m²抽查 1 处，每处 10 m²，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100m²抽查1处，每处10m²，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100m²抽查1处，每处10m²，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100m²抽查1处，每处10m²，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 100m²抽查 1 处，每处 10 m²，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 100m²抽查 1 处，每处 10 m²，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 100m²抽查 1 处，每处 10 m²，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 100m²抽查 1 处，每处 10 m²，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设防水层。外设防水层的施工应符合本规程第 5.1~5.3 节的规定。
- 6.1.5 外设防水层施工前，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 的规定。
- 6.1.6 预制构件与现浇混凝土连接部位应按照本规程 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设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设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 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		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
防水措施	防水混凝土	卷材防水层	涂料防水层				
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 ±5mm。

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。两道密封措施之间应预留检测孔（图 6.2.3-2）；
- 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，并应采取防腐蚀措施。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）；
- 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。

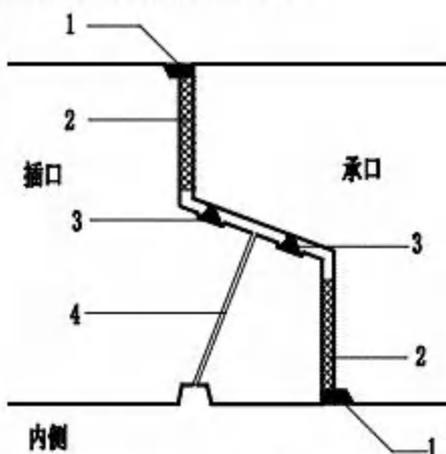


图 6.2.3-1 双胶圈柔性承插接头密封防水构造

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

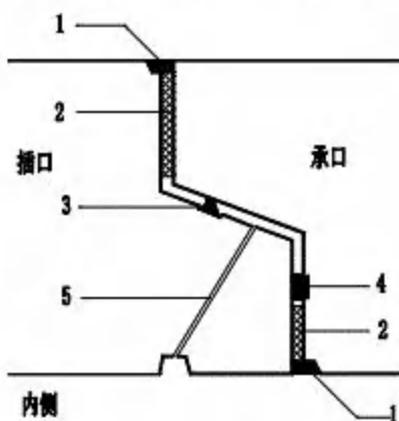


图 6.2.3-2 纵向锁紧承插接头密封防水构造

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

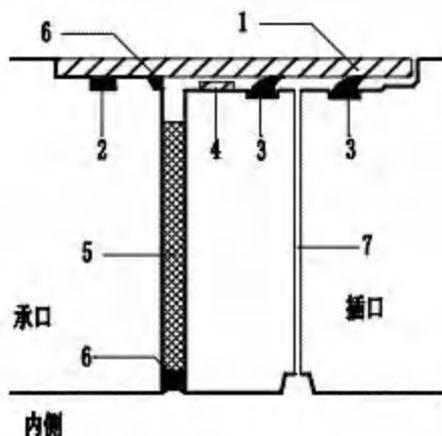


图 6.2.3-3 钢承口承插接头密封防水构造

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

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：

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

其中， 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）；

ρ —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：

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

其中， 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作柔性外设防水层的加强层，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 $\pm 2\text{mm}$ 。侧墙及顶板部位外设防水层的保护层应符合本规程第 5.6.3 条的规定。

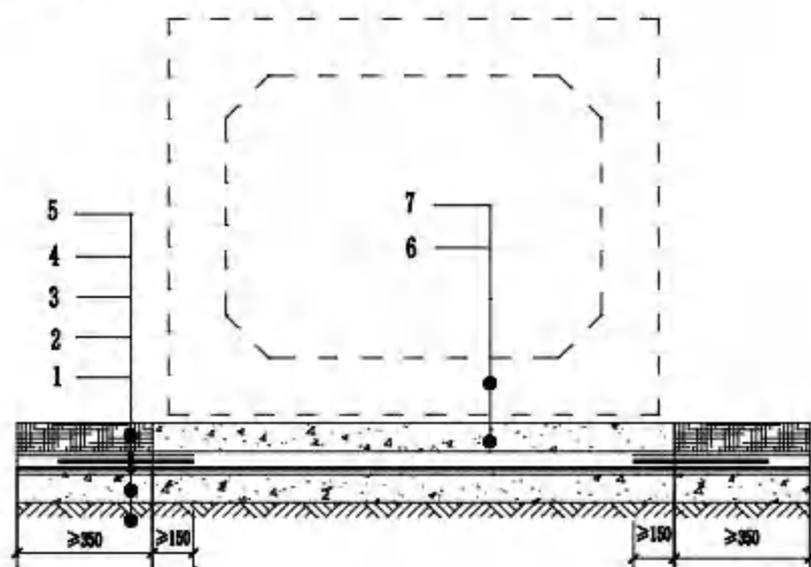


图 6.2.9 预制拼装城市综合管廊底板防水层的甩槎

- 1-基底土；2-混凝土垫层；3-外设防水层；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 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 ¹			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）	止水带	中埋式钢板止水带或自粘丁基橡胶钢板	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	二级	应选	宜选一道		可选	可选	可选	可选				

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	应选一种或二种		
	二级	应选	应选一种		

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、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
	防水措施					
设防要求		应选二种		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° 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 $300\text{g}/\text{m}^2$ ，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），应采用搭接法连接，搭接宽度不应小于 50mm。

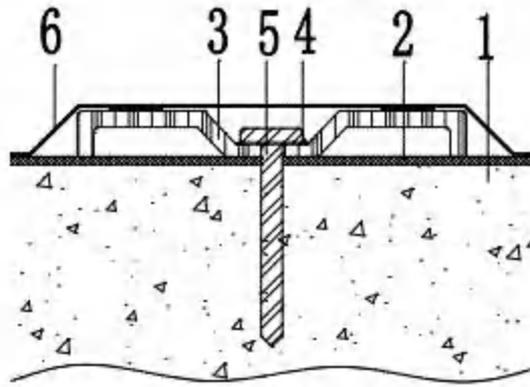


图 7.1.10 暗钉圈固定缓冲层

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附录表 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）。

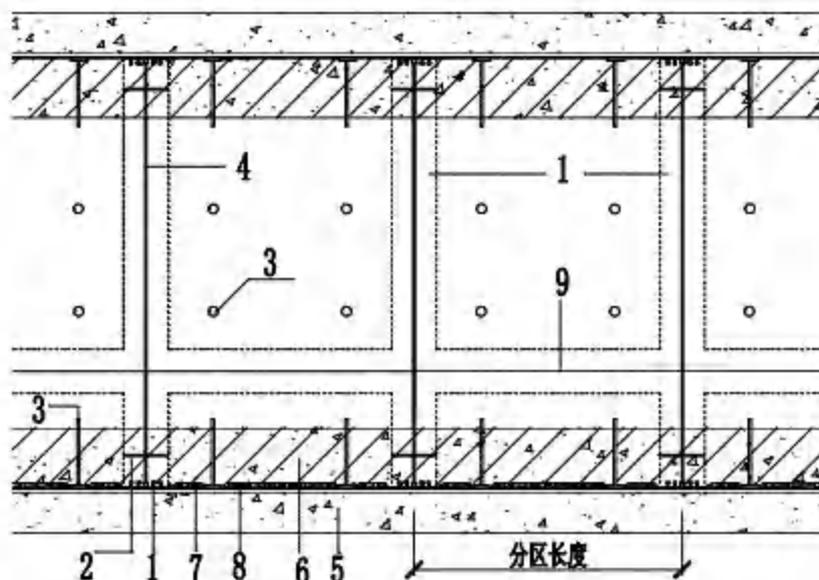


图 7.2.8 矿山法城市综合管廊分区注浆防水示意图

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。

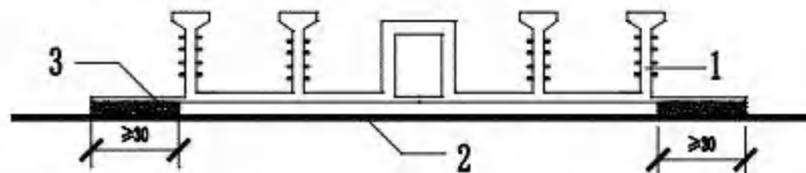


图 7.2.9 外贴式塑料止水带在塑料防水板表面的安装

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，焊接点对称位于底座四周，不宜超过四处，每处焊接面积不宜大于 20mm×20mm（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。

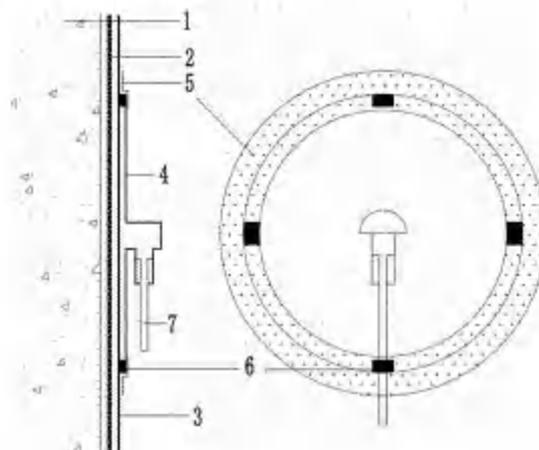


图 7.2.10 注浆底座安装示意图

- 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附录表 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附录表 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 及 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膜厚度不应小于 2.5mm，喷涂丙烯酸盐防水涂膜厚度不应小于 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。

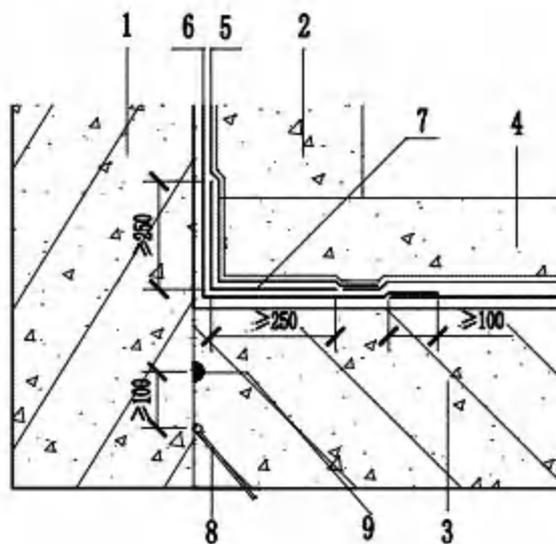


图 7.5.4 矿山法城市综合管廊引出接头部位防水构造

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、喷膜防水材料及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 100m^2 抽查 1 处，每处 10m^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 15mm 。

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 100m^2 抽查 1 处，每处 10m^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 100m^2 抽查 1 处，每处 10m^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 200m^2 抽查 1 处，每处 10m^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 200m^2 抽查 1 处，每处 10m^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 100m²抽查 1 处，每处 10 m²，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-10mm。

检查数量：每 100m²抽查 1 处，每处 10 m²，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 100m²抽查 1 处，每处 10 m²，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 100m²抽查 1 处，每处 10 m²，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、施工条件等进行综合防水设计，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它内衬。

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，其它性能应符合本规程附录 A.4 条的规定。

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。嵌缝槽断面宜采用图 8.2.2 所规定的构造形式；
- 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。

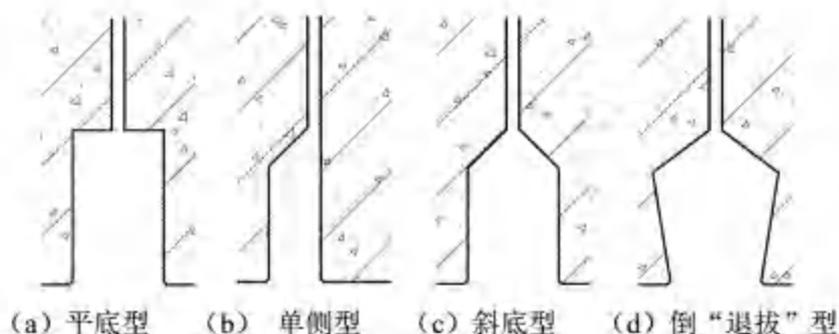


图 8.2.2 管片嵌缝槽断面构造形式

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材料。

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下或

0.8MPa 水压不渗漏：

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)。

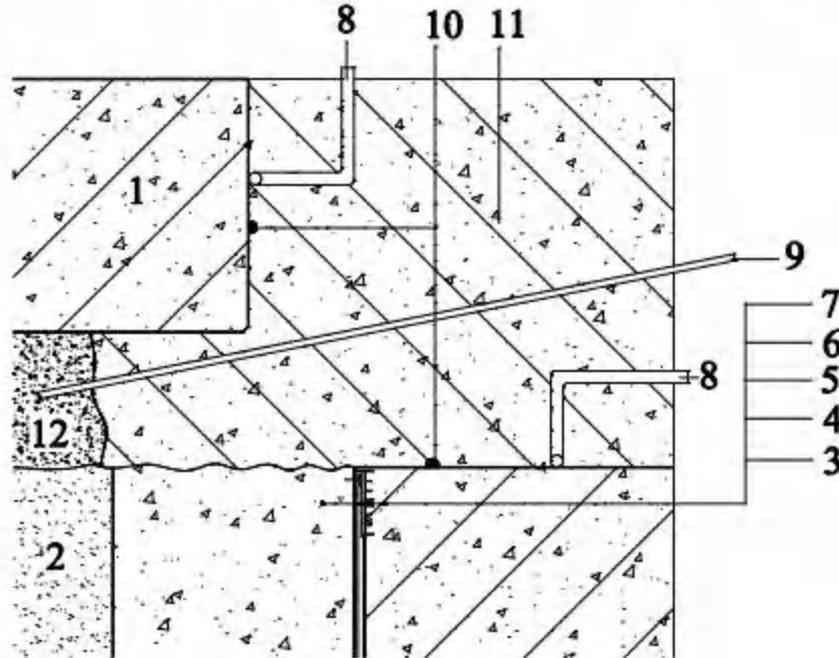


图8.2.7 盾构出发井部位防水构造

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)。

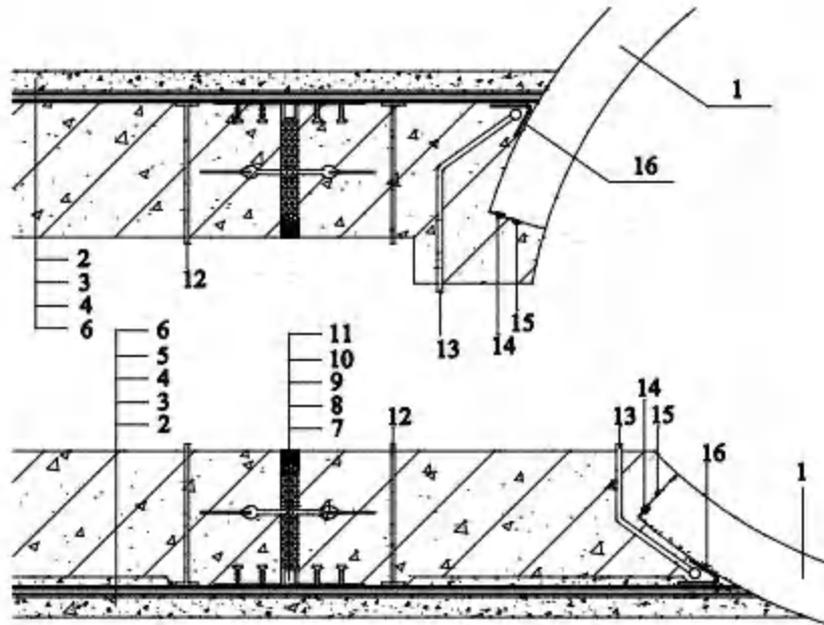


图8.2.8 盾构法城市综合管廊引出支线接头防水构造

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《大体积混凝土施工规范》GB 50496 的要求。

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规范》GB50046 的规定。

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）。

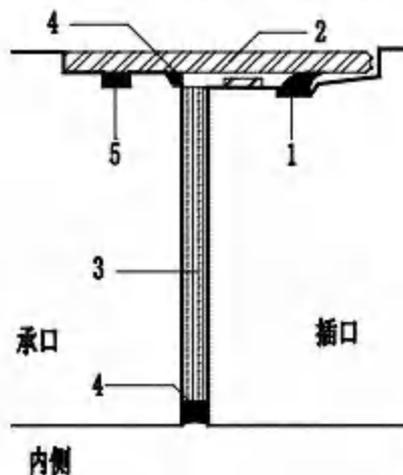


图 9.1.7 钢承口接头防水构造

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）

9.1.9 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；
- 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。

9.1.10 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）。

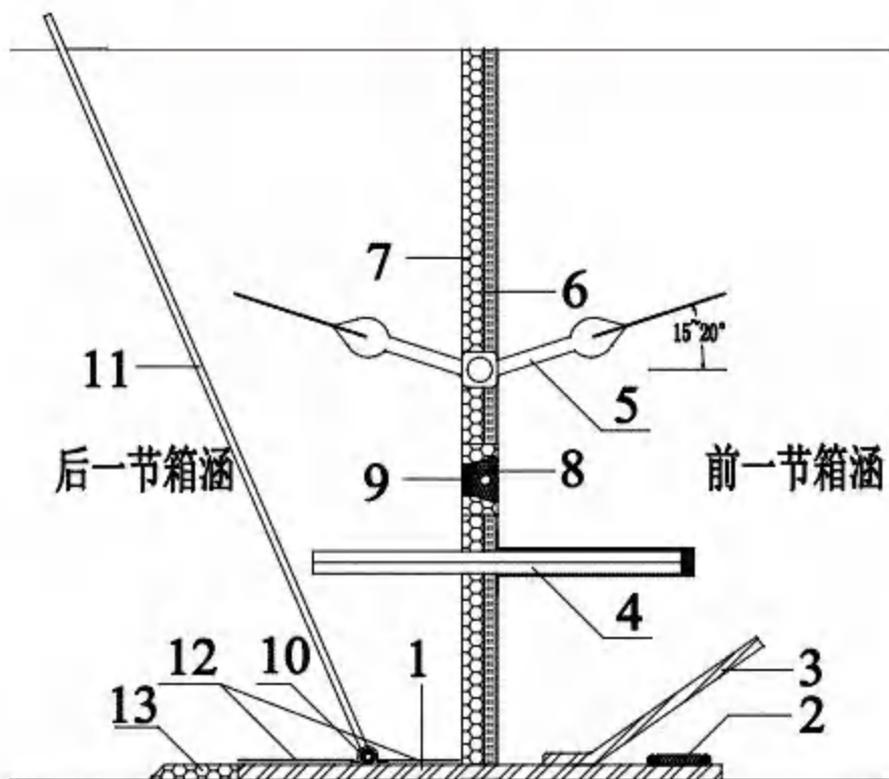


图 9.2.3 顶进箱涵半刚性或柔性接缝防水构造

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 橡胶止水带（图 9.2.4）。

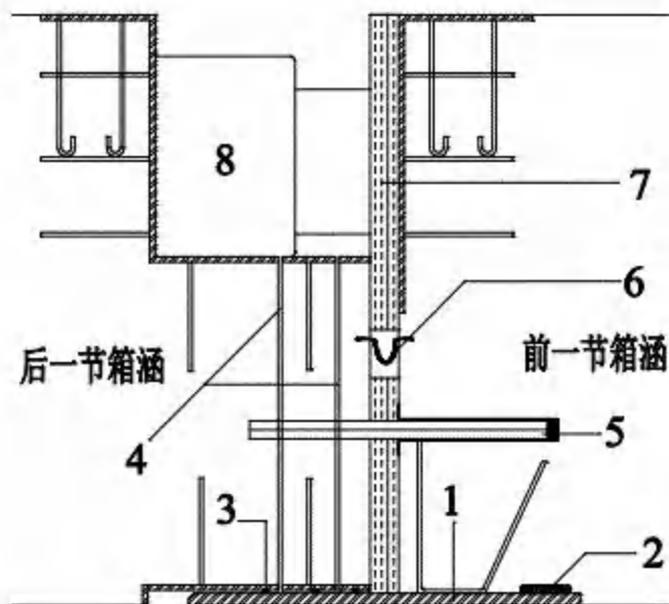


图 9.2.4 顶进箱涵中继环接缝防水构造

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 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 ≤ 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 ²)		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 ²)		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
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		23441
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 ²)	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				
卷材-卷材剥离强度 (N/mm)	无处理	≥1.0			
	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)	≥16	现行国家标准《预铺防水卷材》GB/T 23457
拉力 (N/50mm)	≥600	
膜断裂伸长率 (%)	≥400	
抗穿刺强度 (N)	≥350	
钉杆撕裂强度 (N)	≥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	≥1.5	
	浸水处理	≥1.0	
	泥沙污染表面	≥1.0	
	紫外线老化	≥1.0	
	热老化	≥1.0	
与后浇混凝土浸水后剥离强度 (N/mm)		≥1.0	
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 (°C)	-40, 无裂纹		
撕裂强度 (kN/m)	≥25		
加热伸缩量 (mm)	延伸		≤
	收缩		≤4
卷材与卷材剥离强度 (N/mm)	≥1.0		
粘结剥离强度 (N/mm) ¹	标准条件		≥1.5
	23℃浸水 168h 后保持率 (%)		≥80
与水泥砂浆粘结剥离强度 (N/mm)*	≥1.5		

注 1 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)	≥12	现行国家标 准《热塑性 聚烯烃 (TPO) 防 水卷材》GB 22789
断裂伸长率 (%)	≥500	
低温弯折性	-40℃, 无裂纹	
撕裂强度 (kN/m)	≥60	
尺寸变化率 (%)	±2.0	
接缝剥离强度 (N/mm)	≥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)		≥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 (%)		≥300	
低温弯折性		-20°C, 无裂纹	
撕裂强度 (N)		≥50	
加热伸缩量 (mm)	延伸	≤2	
	收缩	≤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)	≥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/T2377
	浸水处理 (7d, MPa)	≥0.4	
剪切状态下的粘结性	卷材-卷材 (N/mm)	≥3.0 或卷材破坏	
	卷材-砂浆基层 (N/mm)	≥3.0 或卷材破坏	
粘结层抗渗压力 (MPa)		≥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		
	收缩	≤6	≤6	≤6		
低温弯折性	-35°C, 无裂 纹	-35°C, 无裂 纹	-35°C, 无裂 纹	-20°C, 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°C ×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) ₂ 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
干燥基面粘结强度 (MPa)	≥0.7	现行国家标准《聚合物水泥防水涂料》GB/T 23445
潮湿基面粘结强度 (MPa)	≥0.7	
不透水性 (0.3MPa, 120min)	不透水	
砂浆背水面抗渗性 (MPa)	≥0.6	
拉伸强度 (MPa)	≥1.8	
断裂伸长率 (%)	≥80	
耐水性 (%)	≥80	现行国家标准《地下工程防水技术规范》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 (%)	≥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)	≤24	
干燥基面粘结强度 (A 法), MPa	≥0.4	

潮湿基面粘结强度 (A 法), MPa	≥0.4	
不透水性 (0.3MPa, 120min)	不透水	
低温柔性	-20°C, 无断裂	
拉伸强度 (MPa)	≥0.8	
断裂伸长率 (%)	≥1000	
吸水率 (%)	≤2.0	
耐水性 (%)	≥80	现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108

A.2.4 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
干燥基面粘结性能	100%内聚破坏	
潮湿基面粘结性能	100%内聚破坏	
耐热性 (70°C, 2h)	无滑动、流淌、滴落	
低温柔性	-20°C, 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, %	
	70°C, 168h 热老化, %	≤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)	≥2.0	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)	≥10.0	
断裂伸长率 (%)	≥300	
吸水率 (%)	≤5.0	

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)	≥1.0		
砂浆抗渗性能 ^a	抗渗压力比 (带涂层) (% , 28d)		≥250
	抗渗压力比 (去除涂层) (% , 28d)		≥175
注 a: 基准砂浆 28d 抗渗压力应为 0.4 ^{MPa} , 并在产品质量检验报告中列出。			

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)		≥1.2	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 (%)		≥250	
撕裂强度 (kN/m)		≥5	
粘结强度 (MPa)	干燥基层	≥0.4	
	潮湿基层	≥0.5	
低温柔性		-20℃, 无断裂	
不透水性 (0.4 MPa, 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)	≥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)	≥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 的要求。

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°C×24h, 25%	≤35		≤35
	23°C×168h, 25%	≤20		≤20
撕裂强度 (kN/m)	≥30	≥25		
脆性温度 (°C)	≤-45	≤-40		
热空气老化 (70°C×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 ¹	断面在弹性体内			

注: 1 仅适用于钢边橡胶止水带。

A.4.2 PVC、EVA 和 ECB 塑料止水带的主要性能应符合表 A.4.2 的要求。

表 A.4.2 PVC、EVA 和 ECB 止水带的主要性能

项目	性能要求		试验方法
	PVC 止水带	EVA、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°C, 无裂纹	-35°C, 无裂纹	
硬度 (邵尔 A, 度)	70±5		
热空气老化 (80°C×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) ₂ 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 (%)	≥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℃, 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)	≥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/T942
与后浇砂浆正拉粘结强度 (无处理, MPa)	≥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 的要求。

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 ¹	≤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 ²	光滑平整				
挤出性 (mL/min) ³		≥150				
适用期 (min) ⁴		≥30				
弹性恢复率 (%)		≥80/≥70 ⁵		≥60		
拉伸模量 (MPa)	23℃	≤0.4 和	>0.4 或	≤0.4 和	>0.4 或	
	-20℃	≤0.6	>0.6	≤0.6	>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				

注:

- 1 仅适用于非下垂型产品; 允许采用供需双方商定的其他指标值;
- 2 仅适用于自流平型产品; 允许采用供需双方商定的其他指标值;
- 3 仅适用于单组分产品;
- 4 仅适用于多组分产品; 允许采用供需双方商定的其他指标值;
- 5 仅适用于改性硅酮建筑密封胶 (MS 胶)。

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表 A.4.9 的规定。

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±7	42±7	现行国家标准

拉伸强度 (MPa)		≥3.5	≥3.5	《高分子防水材料 第3部分 遇水膨胀橡胶》 GB/T 18173.3
断裂伸长率 (%)		≥450	≥450	
体积膨胀倍率 (%)		≥150	≥250	
反复浸水 试验	拉伸强度 (MPa)	≥3	≥3	
	断裂伸长率 (%)	≥350	≥350	
	体积膨胀倍率 (%)	≥150	≥250	
低温弯折 (-20°C×2h)	无裂纹			

注：1 成品切片测试应达到本指标的 80%；

2 接头部位的拉伸强度指标不应低于本指标的 50%。

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)	≤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, %)	≥220	
耐热性 (80°C×2h)	无流淌	
低温柔性 (-20°C×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/T312
密度 (g/cm ³)	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°C)	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°C×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 (%) ²	70°C×24h, 25%	≤30	≤25		
	23°C×72h, 25%	≤20	≤20	≤15	

注: 1 以上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%;

2 供需双方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°C×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)	+5 40 ₋₄	+5 50 ₋₄	+5 60 ₋₄	+5 70 ₋₄	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°C×72h, 25%	≤12			
	70°C×24h, 25%	≤20	≤20		
	-10°C×72h, 25%	≤40	≤50		
热空气老化后性能 (70°C×7d)	硬度变化/IRHD	-5~+8			
	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°C×7d, %)	≤13	≤13	≤14	≤15	
浸水后体积变化 (蒸馏水, 70°C×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: 以上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°C×2h)		无流淌、无滴落		
低温柔性 (-40°C, 绕 Φ10 圆棒)		无裂纹		
剪切状态下的粘合性 (N/mm) ¹		≥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°C×168h)	与高分子防水卷材		≥80
		与水泥砂浆板		
	碱处理 (饱和 Ca(OH) ₂ 溶液, 168h)	与高分子防水卷材		≥80
		与水泥砂浆板		
	浸水处理 (23°C×168h)	与高分子防水卷材	≥80	
		与水泥砂浆板		

注 1: 此项指标仅适用于双面自粘胶带。

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)	≥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 (%)	≥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)	≥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°C×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°C)	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±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±1.0	
不锈钢弹簧丝直径 (mm)	≥1.0	
滤布等效孔径 Q ₉₅ (mm)	<0.074	
滤布渗透系数 K ₂₀ (mm/s)	≥0.05	
抗压强度 (N/mm)	≥70	
不锈钢弹簧丝间距, 圈/10cm	≥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±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±1.0	
出浆孔间距 (mm)	≤20	
出浆孔直径 (mm)	3~5	
抗压变形量 (mm)	≤2.0	
覆盖材料断裂永久变形 (%)	≤10	
骨架低温弯曲性能	-10℃, 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 (kg/m ³)	90~140	现行行业标准《混凝土接缝密封嵌缝板》JC/T 2255
吸水率 (%)	≤4.0	
拉伸强度 (MPa)	≥0.8	
断裂伸长率 (%)	≥80	
压缩强度 (压缩 50%, MPa)	≥0.5	
复原率 (压缩 50%, %)	≥90	
挤出量 (压缩 50%, mm)	≤5.0	
压缩永久变形 (50%, 22h, 70℃)	≤3.0	现行国家标准《软质泡沫聚合物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 (kN/m)	≥10	现行国家标准《土工

纵横向标准强度对应伸长率 (%)	40~80	合成材料 长丝纺粘 针刺非织造土工布》 GB/T 17639
CBR 顶破强力 (kN)	≥1.9	
纵横向撕裂强度 (kN)	≥0.28	
垂直渗透系数 ($K \times (10^{-1} \sim 10^{-3})$ cm/s)	≤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)	≥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)	≥0.6	
纵横向撕裂强度 (kN)	≥0.10	