

建筑防水工程施工工艺与质量标准

1 地下建筑防水工程施工工艺与质量标准

1.1 防水混凝土施工工艺与质量标准

1.1.1 总 则

1.1.1.1 适用范围

本工艺标准适用于防水等级为 1~4 级的地下整体混凝土结构。不适用于环境温度高于 80°C 或处于耐侵蚀系数小于 0.8 的侵蚀性介质中使用的地下工程。

1.1.1.2 编制参考标准及规范

- (1)《地下防水工程质量验收规范》GB 50208--2002
- (2)《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086--2001
- (3)《地下工程防水技术规范》GB 50108--2001
- (4)《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300--2001

1.1.2 术语、符号

1.1.2.1 术语

(1)地下防水工程：指对工业与民用建筑地下工程、防护工程、隧道及地下铁道等建(构)筑物，进行防水设计、防水施工和维护管理等各项技术工作的工程实体。

(2)防水等级：根据地下工程的重要性和使用中对防水的要求，所确定结构允许渗漏水量的等级标准。

1.1.3 基本规定

1.1.3.1 防水混凝土所用水泥强度等级不应低于 32.5MPa，水泥用量不得少于 300kg/m²，掺有活性掺合料时，水泥用量不得少于 280kg/m²。

1.1.3.2 防水混凝土所用材料的品种，规格、性能等应符合现行国家产品标准和设计要求。

1.1.3.3 防水混凝土施工过程中，应建立各道工序的自检、交接检和专职质检员检查的“三检”制度，并有完整的检查记录，未经建设(监理)单位对上道工序的检查确认，不得进行下道工序的施工。

1.1.4 施工准备

1.1.4.1 技术准备

- (1)按设计资料和施工方案，进行施工技术交底和工人上岗操作培训。
- (2)按设计资料计算工程量，制定材料需用计划(含技术质量要求)。
- (3)确定混凝土配合比和施工办法。

(4)根据设计要求及工程实际情况制定特殊部位施工技术措施。

1. 1. 4. 2 材料要求

(1)水泥：水泥品种应按设计要求选用，在设计文件中未明确规定时，在不受侵蚀性介质和冻融作用时，宜优先采用普通硅酸盐水泥，也可采用矿渣硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥。在有较轻微侵蚀性介质作用时，宜优先采用矿渣硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥。无论采用何种水泥，均应采用外加剂和掺合料配制混凝土，水泥强度等级不应低于32.5MPa。

(2)粗骨料：碎石或卵石的粒径宜为5~40mm，含泥量不得大于1.0%，泥块含量不得大于0.5%。泵送时其最大粒径应为输送管径的1/4，吸水率不应大于1.5%，不得使用碱活性骨料。

(3)细骨料：宜用中砂，含泥量不得大于3.0%，泥块含量不得大于1.0%。

(4)水：应采用不含有害物质的洁净水。

(5)外加剂：其技术性能，应符合国家或行业标准一等品及以上的质量要求。

(6)掺合料：粉煤灰的级别不应低于Ⅱ级，掺量不宜大于20%，硅粉掺量不应大于3%，其他掺合料的掺量应通过试验确定。

1. 1. 4. 3 主要机具(表 1. 1. 4. 3)

表 1. 1. 4. 3

序号	机具名称	规格型号	数 量	说明
1	预拌混凝土搅拌站			采用预拌混凝土泵送
2	搅拌运输车	6m ³ 、7m ³ 、9m ³		
3	车 泵	伸臂 16~47m		
4	拖式泵	HTB60、80、90		
5	布料机	拖式泵配套		
6	搅拌机	强制式 350L、500L、750L	根据工程确定	
7	机动翻斗车	1000kg	根据工程确定	
8	磅 秤	2000kg		
9	胶轮手推车			
10	漏 斗		根据现场确定	
11	串 筒		根据现场确定	

12	试 模		普通试模、抗渗试模 根据工程量确定	
----	-----	--	----------------------	--

1. 1. 4. 4 作业条件

- (1) 钢筋、模板工序已完成，办理隐蔽工程验收、预检手续。检查穿墙杆件是否已做好防水处理，模板内杂物清理干净并提前浇水湿润。
- (2) 对各班组做好技术交底。
- (3) 材料需经检验由试验室试配提出混凝土配合比，并换算出施工配合比。
- (4) 运输路线、浇筑顺序均已确定。

1. 1. 5 材料和质量要点

1. 1. 5. 1 材料的关键要求

- (1) 水泥强度等级不宜小于 32.5MPa，水泥必须有出厂合格证和复检报告。不应使用过期或受潮结块的水泥，禁止将不同品种或强度等级的水泥混合使用，并不应将相同品种、强度等级但不同批次水泥混合使用。
- (2) 石子最大粒径不宜大于 40mm，所含泥土不得呈块状或包裹石子表面，石子的吸水率不大于 1.5%。
- (3) 应采用不含有害物质的洁净水。pH 值小于 4 的酸性水和 pH 值大于 9 的碱性水、硫酸盐含量超过水重量 1% 的水，以及海水、污水、工业废水等均不得使用。
- (4) 熟悉外加剂厂提供的技术资料以及产品说明书，必要时进行复检和模拟试验。

1. 1. 5. 2 技术关键要求

- (1) 严格控制混凝土内部裂缝的宽度，对处于与土体直接接触的混凝土构件，规定最大裂缝宽度允许值为 0.2mm，对特殊重要工程、薄壁构件或处于侵蚀性水中的结构，其裂缝宽度允许值应控制在 0.1~0.5mm。
- (2) 防水混凝土结构常采用普通防水混凝土和外加剂防水混凝土，且其抗渗等级不应低于 P6。
提高普通防水混凝土的抗渗性，应采取控制混凝土配合比各项技术参数的措施。水灰比值不宜大于 0.55。砂率以 35%~45% 为宜，灰砂比以控制在 1:2~1:2.5 的范围为宜。
- (3) 做好防水混凝土的试配工作是保证防水混凝土施工的关键，抗渗等级应比设计要求提高一级 (0.2MPa)。
- (4) 掺加引气剂或引气型减水剂时，混凝土的含气量应控制在 3%~5%
- (5) 普通混凝土的坍落度不宜大于 180mm，泵送混凝土入泵坍落度宜为 100~140mm。

1. 1. 5. 3 质量关键要求

(1)所用外加剂应有出厂合格证和使用说明书，现场复验其各项性能指标应合格。

(2)检查混凝土拌合物配料的称量是否准确，如拌合用水量、水泥用量、外加剂掺量等。

(3)检查混凝土拌合物的坍落度，每工作班至少两次。掺引气型外加剂的防水混凝土，还应测定其含气量。

(4)检查模板尺寸、坚固性、有无缝隙、杂物，对欠缺处应及时纠正。

(5)检查配筋、钢筋保护层、预埋件、穿墙管等细部构造是否符合设计要求，合格后填写隐蔽验收单。

(6)检查混凝土拌合物在运输、浇筑过程中有否离析现象，观察浇捣施工质量，发现问题及时纠正。

(7)检查混凝土结构的养护情况。

(8)墙、柱模板固定应避免采用穿钢丝拉结，固定结构内部设置的紧固钢筋及绑扎钢丝不得接触模板，以免造成渗漏通路线，引起局部渗漏。

(9)如地下水位较高，应采取措施将地下水位降低至底板以下 0.5m，直至地下结构浇筑完成，回填土完毕，以防止地基浸泡造成不均匀下沉，引起结构裂缝。

1. 1. 5. 4 职业健康安全关键要求

(1)混凝土搅拌机及配套机械作业前，应进行无负荷试运转，运转正常后再开机工作。

(2)搅拌机、皮带机、卷扬机等应有专用开关箱，并装有漏电保护器，停机时应拉断电闸，下班时应上锁。

(3)混凝土振动器操作人员应穿胶鞋，戴绝缘手套，振动器应有防漏电装置，不得挂在钢筋上操作。

(4)使用钢模，应有导电措施，并设接地线，防止机电设备漏电，造成触电事故。

1. 1. 5. 5 环境关键要求

(1)施工场地应平整，夜间施工照明应有保证。

(2)冬期施工混凝土的人模温度不应低于 5℃。夏期施工时，大体积混凝土应采取降低原材料温度、减少混凝土运输时吸收外界热量等降温措施。

(3)采用掺化学外加剂方法施工时，应采取保温保湿措施。

1. 1. 6 施工工艺

1. 1. 6. 1 工艺流程：

施工准备—混凝土配制—运输—混凝土浇筑—养护 1. 1. 6. 2 施工工艺:

(1) 模板支设

要求表面平整, 拼缝严密, 吸湿性小, 支撑牢固, 墙模板采用对拉螺栓固定时, 应在螺栓中间加焊止水片(图 1. 1. 6. 2—1), 管道、套管等穿墙时, 应加焊止水环(图 1. 1. 6. 2—2), 并焊满。

(2) 混凝土配制

选购商品混凝土应遵照《预拌混凝土》GB 14902 的相关规定。混凝土应按照设计配合比, 根据当天测定骨料含水率, 计算出施工配合比配制, 各种材料用量应逐一计量, 且每盘混凝土各组成材料计量结果的偏差应符合表

1. 1. 6. 2-1 的规定。现场搅拌投料顺序为: 粗骨料—细骨料—水泥—掺合料—水—外加剂。投料先干拌 0. 5~ 1min 再加水, 水分三次加入, 加水后搅拌 1~2min(比普通混凝土搅拌时间延长 0. 5min)。普通防水混凝土坍落度不宜大于 50mm, 混凝土坍落度允许偏差参见表 1. 1. 6. 2-2。

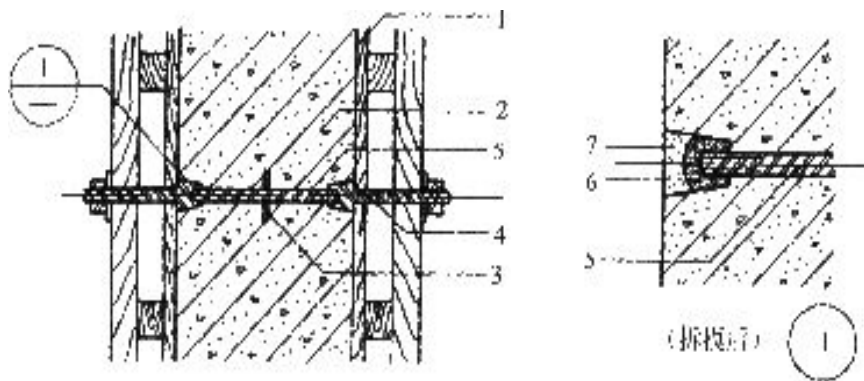


图 1. 1. 6. 2-1 固定模板用螺栓的防水做法

1—模板; 2—结构混凝土; 3—止水环; 4~工具式螺栓;
5—固定模板用螺栓; 6~嵌缝材料; 7—聚合物水泥砂浆

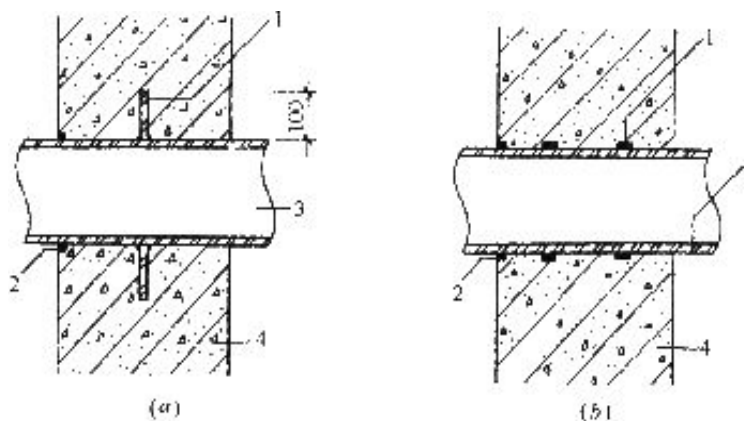


图 1. 1. 6. 2-2 固定式穿墙管防水构造

(a) 1—止水环；2—嵌缝材料；3—主管；4—混凝土结构

(b) 1—遇水膨胀橡胶圈；2—嵌缝材料；3—主管；4—混凝土结构

混凝土组成材料计量结果允许偏差(%) 表 1. 1. 6. 2-1

混凝土组成材料	每盘计量	累计计量	混凝土组成材料	每盘计量	累计计量
水泥、掺合料	±2	±1	水、外加剂	±2	±1
粗、细骨料	±3	±2			

注：累计计量仅适用于微机控制计量的搅拌站。

要求坍落度 (mm)	允许偏差	要求坍落度 (mm)	允许偏差
≤40	±10	≥100	±20
50~90	±15		

泵送时入泵坍落度宜为 100~140mm，水灰比不得大于 0.5，砂率宜为 40%~45%，灰砂比宜为 1:2~1:2.5。

(3) 运输

混凝土运输供应应保持连续均衡，间隔时间不应超过 1.5h，夏季或运距较远可适当掺入缓凝剂，防水混凝土拌合物运输后如出现离析，浇筑前应进行二次拌合。当坍落度损失后不能满足施工要求时，应加入原水灰比的水泥浆或二次掺加减水剂进行搅拌，严禁直接加水。使用泵送时，应预先泵水，再应用 2~3m。原配合比水泥砂浆(减石子)润湿输送管内壁，并在间歇时保持一定余量以免空气进入输送管造成重新泵送时堵管。

(4) 混凝土浇灌

防水混凝土应采用机械振捣，插入式振动器插点间距不应大于 50cm，振捣时间宜为 10~30s，振捣到表面泛浆无气泡为止，避免漏振、欠振、过振，表面再用铁锹拍平拍实，待混凝土初凝后用铁抹子抹压，以增加表面致密性。

(5) 施工缝位置及接缝形式

1) 施工缝是防水薄弱部位之一，应尽量不留或少留施工缝。底板的混凝土应连续浇灌，墙体上不得留设垂直施工缝，一般只允许留水平施工缝，其位置留在底板表面不小于 300mm 的墙体上，拱(板)墙结合的水平施工缝，宜留在拱(板)墙接缝线以下 150~300mm 处。距穿墙孔洞不得少于 300mm。垂直施工缝应避开地下水和裂隙较多的地段，并应与变形缝相结合。

2) 施工缝的断面可做成不同形状，如埋设膨胀止水条、外贴防水层、中埋止水带等，水平施工缝构造见图 1. 1. 6. 2-3，变形缝的防水构造见图 1. 1. 6. 2-4，后浇带的防水构造见图 1. 1. 6. 2-5。

3) 水平施工缝浇混凝土前，应将混凝土表面浮浆和杂物清除，先铺水泥净浆，再铺 30~50mm 厚 1:1 水泥砂浆或刷混凝土界面处理剂，并及时浇灌混凝土。

4) 垂直施工缝浇灌混凝土前，应其表面清理干净，并刷素水泥浆或混凝土界面处理剂，并及时浇灌混凝土。

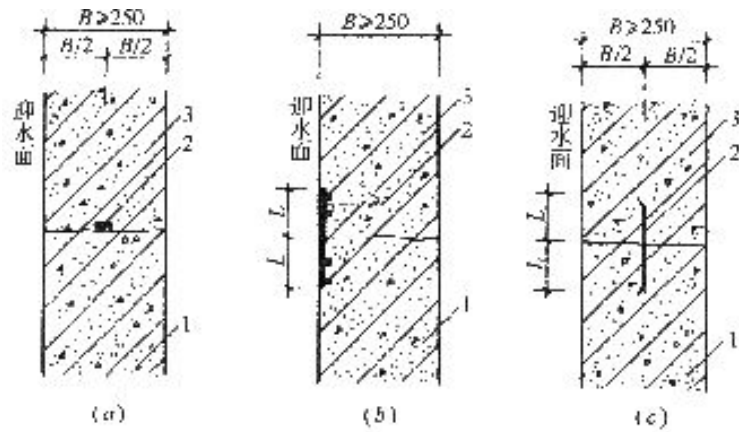


图 1. 1. 6. 2—3 水平施工缝防水构造

- (a) 1—先浇混凝土；2—遇水膨胀止水条；3—后浇混凝土
- (b) 1 先浇混凝土；2—外贴防水层；3—后浇混凝土
- (c) 1—先浇混凝土；2—中埋止水带；3—后浇混凝土

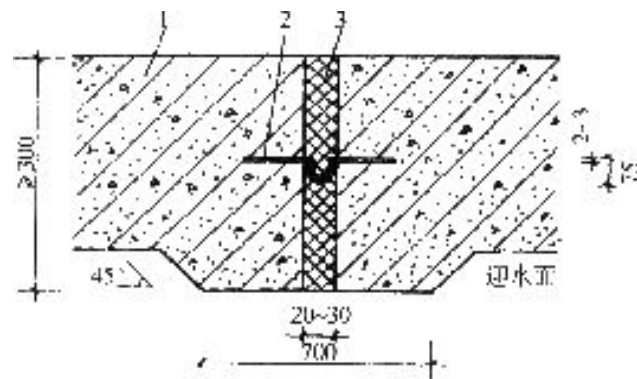


图 1. 1. 6. 2-4 变形缝防水构造

- 1 混凝土结构；2—金属止水带；3—填缝材料
- (6) 养护

防水混凝土浇筑后 4~6 h 应覆盖浇水养护，始终保持混凝土表面湿润。混凝土中心温度与表面温度的差值不应大于 25℃，混凝土表面温度与大气温度的差值不应大于 25℃，养护时间不少于 14d。

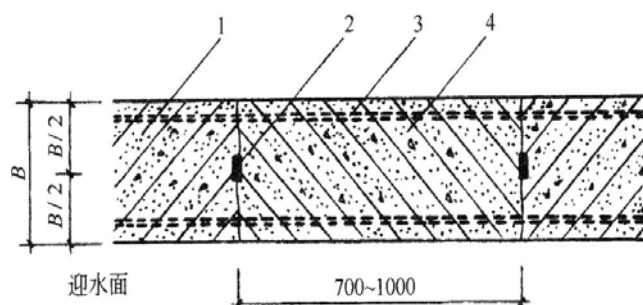


图 1. 1. 6. 2-5 后浇带防水构造

- 1—现浇混凝土；2—遇水膨胀止水条；3—结构主筋；4—后浇补偿收缩混凝土
- (7) 冬期施工

应根据工程所在地气候条件，确定冬期施工方案。对于一般寒冷地区，进入冬期施工阶段时，应对砂石表面覆盖，下料时防止冰、雪、冻结块进入搅拌机，必要时可对水适当加热(加热温度不大于 60℃)，适当延长搅拌时间，保证混凝土入模温度不低于 5℃，采用综合蓄热法保温养护，冬期施工掺入的防冻剂应选用合格环保产品，拆模时混凝土表面温度与环境温度差不大于 15℃。

在寒冷地区应掺入防冻剂，防冻剂品种的选择要注意其碱含量，并经试验确定。浇筑后应用保湿材料加塑料薄膜覆盖，做好蓄热保湿养护。

严寒地区应按有关严寒地区冬期施工的规定制定专门的技术措施进行施工。

1. 1. 7 质量标准

1. 1. 7. 1 主控项目

(1) 防水混凝土的原材料、配合比及坍落度必须符合设计要求。

检验方法：检查出厂合格证、质量检验报告、计量措施和现场抽样试验报告。

(2) 防水混凝土的抗压强度和抗渗压力必须符合设计要求。

检验方法：检查混凝土抗压、抗渗试验报告。

(3) 防水混凝土的变形缝、施工缝、后浇带、穿墙管道、埋设件等设置和构造，均须符合设计要求，严禁有渗漏。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

1. 1. 7. 2 一般项目

(1) 防水混凝土结构表面应坚实、平整，不得有露筋、蜂窝等缺陷；埋设件位置应正确。

检验方法：观察和尺量检查。

(2) 防水混凝土结构表面的裂缝宽度不应大于 0.2mm，并不得贯通。

检验方法：用刻度放大镜检查。

(3)防水混凝土结构厚度不应小于 270mm，其允许偏差为+13mm，-9mm；迎水面钢筋保护层厚度不应小于 55mm，其允许偏差为 ±8mm。

检验方法：尺量检查和检查隐蔽工程验收记录。

1. 1. 8 成品保护

1. 1. 8. 1 浇筑混凝土时严禁踩踢钢筋，要确保钢筋、模板、预埋件的位置准确。

1. 1. 8. 2 在拆模或吊运其他物件时，不得碰坏施工缝处企口、止水带及外露钢筋。

1. 1. 8. 3 穿墙管、电线管、门窗及预埋件等应事先预埋准确、牢固、严禁事后凿打。

1. 1. 8. 4 混凝土强度未达到 1. 2N / mm²时严禁堆载施工。

1. 1. 9 安全环保措施

1. 1. 9. 1 安全保证措施

(1)现场施工负责人和施工员必须十分重视安全生产，牢固树立安全促进生产、生产必须安全的思想，切实做好预防工作。所有施工人员必须经安全培训，考核合格方可上岗。

(2)施工员在下达施工计划的同时，应下达具体的安全措施，每天出工前，施工员要针对当天的施工情况，布置施工安全工作，并讲明安全注意事项。

(3)落实安全施工责任制度，安全施工教育制度、安全施工交底制度、施工机具设备安全管理制度等。并落实到岗位，责任到人。

(4)防水混凝土施工期间应以漏电保护、防机械事故和保护为安全工作重点，切实做好防护措施。

(5)遵章守纪，杜绝违章指挥和违章作业，现场设立安全措施及有针对性的安全宣传牌、标语和安全警示标志。

(6)进入施工现场必须佩戴安全帽，作业人员衣着灵活紧身，禁止穿硬底鞋、高跟鞋作业，高空作业人员应系好安全带，禁止酒后操作、吸烟和打架斗殴。

1. 1. 9. 2 环境保护措施

(1)严格按施工组织设计要求合理布置工地现场的临时设施，做到材料堆放整齐，标识清楚，办公环境文明，施工现场每日清扫，严禁在施工现场及其周围随地大小便，确保工地文明卫生。

(2)做好安全防火工作，严禁工地现场吸烟或其他不文明行为。

(3)注意施工废水排放，防止造成下水管道堵塞。

(4)定期会同监理、建设单位对工地卫生、材料堆放、作业环境进行检查。

1. 1. 10 质 量 记 录

- 1. 1. 10. 1 材料(水泥、砂、石、外加剂、掺合料等)的出厂合格证、试验报告。
- 1. 1. 10. 2 混凝土试块试验报告(包括抗压及抗渗试验)。
- 1. 1. 10. 3 隐蔽工程验收记录。
- 1. 1. 10. 4 设计变更及技术核定。
- 1. 1. 10. 5 分项工程质量检验评定。
- 1. 1. 10. 6 其他技术文件。

1. 2 水泥砂浆防水层施工工艺与质量标准

1. 2. 1 总 则

1. 2. 1. 1 适用范围

本工艺标准适用于混凝土或砌体结构的基层上采用多层抹面的水泥砂浆防水层。不适用环境有侵蚀性、持续振动或温度高于 80℃ 的地下工程。

1. 2. 1. 2 编制参考标准及规范

- (1)《地下防水工程质量验收规范》GB 50208--2002
- (2)《地下工程防水技术规范》GB 50108--2001
- (3)《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300--2001

1. 2. 2 术语、符号

1. 2. 2. 1 术语

(1)地下防水工程：指对工业与民用建筑地下工程、防护工程、隧道及地下铁道等建(构)筑物，进行防水设计、防水施工和维护管理等各项技术工作的工程实体。

(2)防水等级：根据地下工程的重要性和使用中对防水的要求，所确定结构允许渗漏水量的等级标准。

(3)刚性防水层：采用较高强度和无延伸能力的防水材料，如防水砂浆、防水混凝土所构成的防水层。

1. 2. 3 基本规定

1. 2. 3. 1 水泥砂浆防水层包括普通水泥砂浆、聚合物水泥防水砂浆、掺外加剂或掺合料防水砂浆等，宜采用多层抹压法施工。

1. 2. 3. 2 水泥砂浆防水层可用于结构主体的迎水面或背水面。

1. 2. 3. 3 水泥砂浆防水层应在结构验收合格后方可施工。

1. 2. 4 施 工 准 备

1. 2. 4. 1 技术准备

- (1)施工前应进行技术交底和作业人员上岗培训。
- (2)根据技术要求确定外加剂等材料品种、性能及需用计划。

(3)确定配合比及各种材料计量方法。

1. 2. 4. 2 材料要求

(1)水泥品种应按设计要求选用，宜采用普通硅酸盐水泥，也可采用复合硅酸盐水泥，其强度等级不得低于 32.5 级。

(2)不应使用过期或受潮结块水泥；禁止将不同品种或强度等级的水泥混用，并不应将同一品种、强度等级但不同批次水泥混用。

(3)砂宜采用中砂，粒径 3mm 以下，含泥量不得大于 1%，硫化物和硫酸盐含量不得大于 1%，使用前必须过 3~5mm 孔径的筛。

(4)水应采用不含有害物质的洁净水。

(5)聚合物的外观应无颗粒、异物、凝固物。

(6)外加剂的技术性能应符合国家或行业标准一等品及以上的质量要求。

1. 2. 4. 3 主要机具

砂浆搅拌机、水泵、灰板、铁抹子、阴阳角抹子、大桶、钢丝刷、软毛刷、八字靠尺、尖凿子、捻钎子、铁锹、扫把、木抹子、刮杆等。

1. 2. 4. 4 作业条件

(1)结构验收合格，已办好验收手续。

(2)地下防水施工期间做好排水，直至防水工程全部完工为止。排水降水措施应按施工方案执行。

(3)施工前应将预埋件、穿墙管预留凹槽内嵌填密封材料后，再施工防水砂浆。

(4)基层表面应平整、坚实、粗糙、清洁、并充分湿润、无积水。

1. 2. 5 材料和质量要点

1. 2. 5. 1 材料的关键要求

(1)水泥、砂、石应有出厂合格证和复检报告。

(2)108 胶的含固量 10%~12%，pH 值 7~8，密度 1.05 t/m³。

(3)水泥砂浆防水层宜掺入外加剂、掺合料、聚合物等进行改性，改性后防水砂浆的性能应符合规范《地下工程防水技术规范》GB 50108--2001 中表 4.2.8 的规定。

1. 2. 5. 2 技术关键要求

(1)水泥砂浆防水层施工应分层铺抹或喷涂，铺抹时应压实，抹平和表面压光。

(2)防水层各层应紧密贴合，每层宜连续施工，必须留施工缝时应采用阶梯槎，但离开阴阳角处不得小于 200mm。

(3)防水层的阴阳角处应做成圆弧形。

(4) 水泥砂浆终凝后应及时养护，养护温度不宜低于 5℃，并保持湿润，养护时间不少于 14d。

(5) 普通水泥砂浆防水层的配合比应按表 1. 2. 5. 2—1 选用。

名称	配合比	质量比	水灰比	适用范围
	水泥	砂		
素水泥浆	1		0. 55~0. 60	水泥砂浆防水层的第一层
素水泥浆	1		0. 37~0. 40	水泥砂浆防水层的第三、五层
水泥砂浆	1	1. 5~2. 0	0. 40~0. 50	水泥砂浆防水层的第二、四层

注：掺外加剂、掺合料、聚合物等防水砂浆的配合比应符合所掺材料的规定，其中聚合物砂浆的用水量应包括乳液中的含水量。

1. 2. 5. 3 质量关键要求

(1) 水泥砂浆铺抹前，基层的混凝土和砌筑砂浆强度应不低于设计值的 80 %。

(2) 基层表面应坚实平整、粗糙、洁净并充分湿润，无积水。

(3) 基层表面的孔洞，缝隙应用与防水层相同的砂浆填塞抹平。

(4) 水泥砂浆防水层的施工质量检验数量，应按施工面积每 100m²抽查 1 处，每处 10m²，且不得少于 3 处。

1. 2. 5. 4 职业健康关键要求

(1) 配制砂浆掺用外加剂时，操作人员应戴防护用品。

(2) 墙面抹防水层应在可靠的架子上操作。

1. 2. 5. 5 环境关键要求

(1) 对混凝土或钢筋混凝土结构，其混凝土等级应不低于 C₁₀，对砖石结构其砌筑用砂浆等级应不低于 M5。

(2) 水泥砂浆防水层不宜在雨天及 5 级以上大风中施工。冬期施工时，气温不宜低于 5℃，且基层表面温度应保持 0℃ 以上。夏季施工时，不宜在 35℃ 以上或烈日照射下施工。

(3) 旧工程维修防水层，应将渗漏水部位堵好，或堵漏、抹面交叉施工，以保证防水层施工顺利进行。

1. 2. 6 操作工 艺

1. 2. 6. 1 工艺流程

墙、地面基层处理—冲洗湿润—刷素水泥浆—抹底层砂浆—素水泥浆—抹面层砂浆—抹水泥砂浆—养护

1. 2. 6. 2 操作工艺

(1) 基层处理

1)清理基层、剔除松散附着物，基层表面的孔洞、缝隙应用与防水层相同的砂浆堵塞压实抹平，混凝土基层应作凿毛处理，使基层表面平整、坚实、粗糙、清洁，并充分润湿，无积水。

2)施工前应将预埋件、穿墙管预留凹槽内、嵌填密封材料后，再施工防水砂浆。

3)基层的混凝土和砌筑砂浆强度应不低于设计值的 80%。

(2)刷素水泥浆

根据配合比将材料拌合均匀，在基层表面涂刷均匀，随即抹底层砂浆。如基层为砌体时，则抹灰前一天用水管把墙浇透，第二天洒水湿润即可进行底层砂浆施工。

(3)抹底层砂浆

按配合比调制砂浆搅拌均匀后进行抹灰操作，底灰抹灰厚度为 5~10mm，在砂浆凝固之前用扫帚扫毛。砂浆要随拌随用，拌合后使用时间不宜超 1h，严禁使用拌合后超过初凝时间的砂浆。

(4)刷素水泥浆

抹完底层砂浆 1~2d，再刷素水泥砂浆，做法与第一层同。

(5)抹面层砂浆

刷完素水泥浆后，紧接着抹面层砂浆，配合比同底层砂浆，抹灰厚度在 5~10mm 左右，抹灰宜与第一层垂直，先用木抹子搓平，后用铁抹子压实、压光。

(6)刷素水泥浆

面层抹灰 1d 后，刷素水泥浆，做法与第一层同。

(7)抹灰程序，接槎及阴阳角做法

1)抹灰程序宜先抹立面后抹地面，分层铺抹或喷刷，铺抹时压实抹干和表面压光。

2)防水各层应紧密结合，每层宜连续施工，必须留施工缝应采用阶梯形槎，但离开阴阳角处不得小于 200mm。

3)防水层阴阳角应做成圆弧形，加入聚合物水泥砂浆的施工要点：掺入聚合物量要准确计量，拌合、分散均匀，在 1h 内用完。

(8)加入聚合物水泥砂浆施工要点

1)掺入聚合物要准确计量。

2)拌合物分散要均匀。

3)在 1h 内用完。

(9)养护

1)普通水泥砂浆防水层终凝后应及时养护,养护温度不宜低于 5oC,并保持湿润,养护时间不得少于 14d。

2)聚合物水泥砂浆防水层未达到硬化状态时,不得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。在潮湿环境中,可在自然条件下养护。

3)使用特种水泥、外加剂、掺合料的防水砂浆,养护应按产品有关规定执行。

1. 2. 7 质量标准

1. 2. 7. 1 主控项目

(1)水泥砂浆防水层的原材料及配合比必须符合设计要求。

检查方法:检查出厂合格证、质量检验报告、计量措施和现场抽样试验报告。

(2)水泥砂浆防水层各层之间必须结合牢固,无空鼓现象。

检查方法:观察和用小锤轻击检查。

1. 2. 7. 2 一般项目

(1)水泥砂浆防水层表面应密实、平整,不得有裂纹、起砂、麻面等缺陷;阴阳角处应做成圆弧形。

检验方法:观察检查。

(2)水泥砂浆防水层施工缝留槎位置应正确,接槎应按层次顺序操作,层层搭接紧密。

检验方法:观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

(3)水泥砂浆防水层的平均厚度应符合设计要求,最小厚度不得小于设计值的 85%。

检查方法:观察和尺量检查。

1. 2. 8 成品保护

1. 2. 8. 1 抹灰架子要离开墙面 15cm,拆架时不得碰坏口角及墙面。

1. 2. 8. 2 落地灰要及时清理使用,做到工完场清。

1. 2. 8. 3 地面上人不能过早。

1. 2. 9 安全环保措施

1. 2. 9. 1 安全保证措施

(1)现场施工负责人和施工员必须十分重视安全生产,牢固树立安全促进生产、生产必须安全的思想,切实做好预防工作。

(2)施工员在下达施工计划的同时,应下达具体的安全措施,每天出工前,施工员要针对当天的施工情况,布置施工安全工作,并讲明安全注意事项。

(3)落实安全施工责任制度、安全施工教育制度、安全施工交底制度、施工机具设备安全管理制度等。

(4)特殊工种必须持证上岗。

(5)遵章守纪，杜绝违章指挥和违章作业，现场设立安全措施及有针对性的安全宣传牌、标语和安全警示标志。

(6)进入施工现场必须佩戴安全帽，作业人员衣着灵活紧身，禁止穿硬底鞋、高跟鞋作业，高空作业人员应系好安全带，禁止酒后操作、吸烟和打架斗殴。

1. 2. 9. 2 环境保护措施

(1)严格按施工组织设计要求合理布置工地现场的临时设施，做到材料堆放整齐，标识清楚，办公环境文明，施工现场每日清扫，严禁在施工现场及其周围随地大小便，确保工地文明卫生。

(2)做好安全防火工作，严禁工地现场吸烟或其他不文明行为。

(3)定期会同监理、建设单位对工地卫生、材料堆放、作业环境进行检查，开展施工现场管理综合评定工作。

(4)做好施工现场保卫工作。

1. 2. 10 质量记录

1. 2. 10. 1 原材料(水泥、砂、外加剂等)出厂合格证、试验报告。

1. 2. 10. 2 隐蔽工程验收记录。

1. 2. 10. 3 分项工程质量检验评定。

1. 2. 10. 4 设计变更及技术核定。

1. 2. 10. 5 其他技术文件。

1. 3 卷材防水工程施工工艺与质量标准

1. 3. 1 总 则

1. 3. 1. 1 适用范围

卷材防水是地下防水工程的一个分项工程，适用于受侵蚀性介质或振动作用的地下工程主体迎水面铺贴的卷材防水层。

1. 3. 1. 2 编制参考标准及规范

(1)《地下防水工程质量验收规范》GB 50208--2002

(2)《地下工程防水技术规范》GB 50108--2001

(3)《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300--2001

热焊接法和自粘法。底板垫层平面部位的底层卷材直接用空铺法、点粘法或条粘法，其他的混凝土接触部位及卷材层间应采用满粘满铺。

为了保证卷材搭接牢固和封闭严密，卷材长短边的搭接长度均不得小于100mm，且上下两层卷材的搭接位置应错开卷材的1/3~1/2幅度，两层卷材不得相互垂直铺贴。

1. 3. 2术语、符号

1. 3. 2. 1术语

(1)防水等级：根据地下工程的重要性和使用中对防水的要求，所确定结构允许渗水量的等级标准。

(2)防水卷材：合成高分子材料或具有纤维增强胎的合成高分子材料，在胎体上涂覆高聚物改性沥青制成的柔性防水材料。

(3)一道防水设防：具有单独防水能力的一道防水层。

(4)冷粘法：用胶粘剂在常温下将卷材与基层、卷材与卷材间粘结的施工方法。

(5)热熔法：用火焰加热并将热熔型防水卷材底部的热熔胶熔化，进行粘贴的施工方法。

(6)自粘法：用卷材自带的粘结层与基层及卷材之间粘结的施工方法。

(7)热焊接法：用热风焊枪(机)加热，使热塑型卷材的需连接部位热融为一体。

(8)满粘法：铺贴防水卷材时，卷材与基层采用全部粘结的施工方法。

(9)空铺法：铺贴防水卷材时，卷材与基层在周边一定宽度内粘结，其余部分不粘结的施工方法。

(10)点粘法：铺贴防水卷材时，卷材或打子L卷材与基层采用点状粘结的施工方法。

(11)条粘法：铺贴防水卷材时，卷材与基层采用条状粘结的施工方法。

(12)机械固定法：铺贴防水卷材时，卷材与基层采用以铆钉、压条等配件进行安装固定的施工方法。

1. 3. 3基本规定

1. 3. 3. 1 地下工程的防水等级分为4级，各级标准应符合表1. 3. 3. 1的规定，卷材防水适用于防水等级1、2、3级的明挖法地下工程的防水设防。

地下工程防水等级标准 表1. 3. 3. 1

防水等级	标 准
1级	不允许渗水，结构表面无湿渍

2级	不允许漏水，结构表面可允许有少量湿渍。工业与民用建筑：湿渍总面积不大于总防水面积的1%，单个湿渍面积不大于0.1m ² ，任意100m ² 防水面积不超过1处，其他地下工程：湿渍总面积不大于总防水面积的6%，单个湿渍面积不大于0.2m ² ，任意100m ² 防水面积不超过4处
3级	有少量漏水点，不得有线流和漏泥砂单个湿渍面积不大于0.3m ² ，单个漏水点的漏水量不大于2.45L / d任意100m。防水面积不超过7处
4级	有漏水点，不得有线流和漏泥砂整个工程平均漏水量不大于2L / m ² . d，任意100m ² 防水面积的平均漏水量不大于4L / m ² . d

1. 3. 3. 2 卷材防水层应采用高聚物改性沥青防水卷材和合成高分子防水卷材。所选用的基层处理剂、胶粘剂、密封材料等配套材料均应与铺贴的卷材材料性相容。

1. 3. 3. 3 地下防水工程所使用的防水材料，应有产品的合格证书和性能检测报告，材料的品种、规格、性能等应符合现行国家产品标准和设计要求。

1. 3. 3. 4 卷材防水层的厚度应按防水等级选用材料而定，其厚度应符合表 1. 3. 3. 4 的规定。

卷材厚度选用表 表1. 3. 3. 4

防水等级	设防道数	合成高分子卷材	高聚物改性沥青防水卷材
I级	三道或三道以上设防	单层：不应小于1.5mm； 双层：每层不应小于1.2mm	单层：不应小于4mm； 双层：每层不应小于3mm
II级	二道设防		
III级	一道设防	不应小于1.5mm	不应小于4mm
	复合设防	不应小于1.2mm	不应小于3mm

1. 3. 3. 5 地下防水工程的卷材铺贴主要采用冷粘法、热熔法、

1. 3. 3. 6 卷材防水层完工并经验收合格后，应及时做保护层，保护层应符合下列规定：

(1) 顶部的细石混凝土保护层与防水层之间要设置如干铺油毡等类材料的隔离层。

(2) 底板的细石混凝土保护层厚度应大于 50mm。

(3) 侧墙宜采用聚乙烯泡沫塑料或聚苯乙烯泡沫塑料保护层，或砖砌保护墙边(砌边填实)和铺抹 30mm 厚水泥砂浆。

1. 3. 4 施工准备

1. 3. 4. 1 技术准备

(1) 卷材防水层施工之前，应组织图纸会审，掌握工程主体及细部构造的防水技术要求，编制卷材防水工程施工方案或作业指导书。

(2) 卷材防水层必须由具有相应资质的防水队伍施工，主要施工人员应持有建设行政主管部门或其指定单位颁发的执业资格证书。

(3) 对分项作业人员的技术交底、安全教育。

(4) 原材料、半成品通过定样、检查(试验)、验收。

1. 3. 4. 2 主要机具

卷材防水施工的主要机具为垂直运输机具和作业面水平运输机具以及铺贴施工中的压辊、喷灯及热熔所需的小型工具。

1. 3. 4. 3 作业条件

卷材防水施工前应具备的基本条件：

(1) 上道工序防水基层已经完工，并通过验收；

(2) 地下结构基层表面应平整、牢固、不得有起砂、空鼓等缺陷。

(3) 基层表面应洁净干燥，含水不应大于 9%

1. 3. 5 材料和质量要求

1. 3. 5. 1 材料的关键要求

(1) 防水卷材的外观质量和物理性能应符合《地下防水工程质量验收规范》GB 50208—2002 附录 A 和附录 B 的规定抽样，复检，并提出试验报告。

卷材的延性和不透水性应符合表 1. 3. 5. 1-1 和表 1. 3. 5. 1—2。

合成高分子防水卷材的主要物理性能 表 1. 3. 5. 1-1

项 目	性能要求				
	硫化橡胶类		非硫化橡胶类	合成树脂类	纤维胎 增强类
	JL ₁	JL ₂	JF ₃	JS ₁	
拉伸强度(MPa)	≥8	≥7	≥5	≥8	≥8
断裂伸长率(%)	≥450	≥400	≥200	≥200	≥10
低温弯折性(℃)	—45	—40	—20	—20	—20
不透水性	压力 0. 3MPa，保持时间 30mm 不透水				

项 目	高聚物改性沥青卷材	合成高分子卷材
粘结剥离强度(N / 10mm)	> / 8	≥15
浸水 168h 后粘结 剥离强度保持率(%)		>170

1. 3. 5. 2 技术关键

(1) 卷材防水层为一层或二层，高聚物改性沥青防水卷材厚度不应小于 3mm，单层使用时，厚度不应小于 4mm，双层使用时，总厚度不应小于 6mm。

(2) 合成高分子防水卷材单层使用时，厚度不应小于 1.5mm，双层使用时，总厚度不应小于 2.4mm。

(3) 阴阳角处应做成圆弧或 45° (135°) 折角，其尺寸视卷材品质确定，在转角处、阴阳角等特殊部位，应增贴 1~2 层相同的卷材，宽度不宜小于 500mm。

1. 3. 5. 3 质量关键要求

(1) 卷材粘结牢固，无空鼓、起泡、翘边情况。边角及穿过防水卷材面的管道，预埋处构造合理封堵严密。

(2) 成品保护合乎要求，卷材施工后不得出现凿打和损坏。

1. 3. 5. 4 职业健康安全关键要求

(1) 参加沥青操作人员应穿工作服，戴安全帽、口罩、手套、帆布脚盖等劳保用品，工作前手脸及外露皮肤应涂擦防护油膏等。

(2) 地下室通风不良时，铺贴卷材应采取通风措施，防止有机溶剂挥发，使操作人员中毒。

1. 3. 5. 5 环境关键要求

卷材防水层施工严禁在雨天、雪天、雾天和五级风及以上大风天施工。其施工环境温度采用冷粘法时不低于 5℃。热熔法不低于 -10℃。施工场地应保持地下水位稳定在基底 0.5m 以下，必要时采取降排水措施。

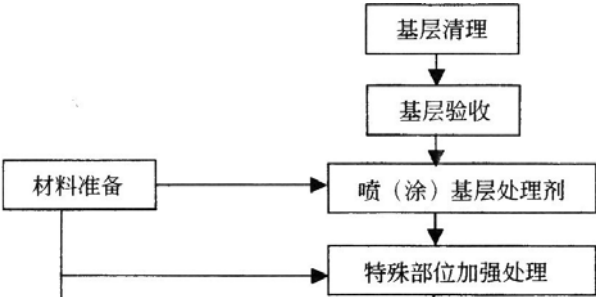
1. 3. 6 施 工 工 艺

1. 3. 6. 1 工艺流程(见下页)

1. 3. 6. 2 操作工艺

(1) 基层清理

基层表面应平整坚实，转角处应做成圆弧形，局部孔洞、蜂窝、裂缝应修补严密，表面应清洁，无起砂、脱皮现象，应保持表面干燥，并涂刷基层处理剂。当基层表面较潮湿(含水饱和但无渗漏)，不能保持干燥时，应涂刷湿固化型胶粘剂或潮湿界面隔离剂。界面处理剂干燥后方可进行下道工序。



(2)在处理后的基层面上，按卷材的铺贴方向，弹出每幅卷材的铺贴线，保证不歪斜。(以后上层卷材铺贴时，同样要在已铺贴的卷材上弹线)。

1. 3. 6. 3 目前大部分合成高分子卷材在地下防水工程中是采用冷粘法施工，施工应符合下列规定

(1)与卷材性能相匹配的胶粘剂，若为双组分时，应按配合比准确计量、搅拌均匀，在规定的可操作时间内涂刷完毕。胶结料涂刷应均匀，不漏涂、不堆积。根据胶粘剂的性能和施工环境要求，有的可以在涂刷后立即粘贴，有的要待溶剂挥发后粘贴。因此，必须控制好胶粘剂涂刷与卷材铺贴的间隔时间。

(2)铺贴卷材应平整顺直，搭接尺寸准确，不歪扭、皱折，要排除卷材下面的空气，并辊压粘结牢固，不得有空鼓。

(3)满贴的卷材，必须均匀涂满胶粘剂，在辊压过程中有胶粘剂溢出，以保证卷材粘结牢固，封口严密。

(4)卷材接口应用密封材料封严，其宽度不小于 10mm。

(5)卷材的甩茬、接茬做法见《地下工程防水技术规范》 GB 50108—2001. 4. 3. 13。

1. 3. 6. 4 热熔法粘贴卷材施工应注意以下事项

(1)用火焰加热进行热熔法施工时，在卷材需加热的幅宽范围内，必须加热均匀一致，要求火焰加热器的喷嘴与卷材距离适当，并保持合适的移动速度，加热至卷材的粘贴面呈光亮的黑色时方可进行粘贴。加热不够或过度加热都会影响粘贴质量。

(2)厚度小于 3mm 的高聚物改性沥青卷材加热时容易把增强胎体烧穿，因此，禁用热熔法粘贴。

(3)卷材表面热熔后，立即滚铺卷材，将卷材下的空气排除，并使位置平直，不裂不扭，及时辊压。粘压应在至接缝边溢出溶化的高聚物沥青胶，使粘结严密，牢固。

(4)铺贴好的卷材应平整顺直、搭接和错缝均需符合要求，粘结牢固，无空鼓、翘边、皱折等情况。

1. 3. 7 质量标准

卷材防水层的施工质量检验数量应按铺贴面积每 100m。抽查一处，每处 10m。且不得少于三处。

1. 3. 7. 1 主控项目

(1)卷材防水层所用卷材及其配套材料，必须符合设计要求。

检验方法：检查出厂合格证，质量检验报告，现场抽样复验报告。

(2)卷材防水层在收头处、抹角处、变形缝、穿墙管道等细部构造必须符合设计构造要求。

检验方法：观察检查及检查隐蔽工程验收记录。

1. 3. 7. 2 一般项目

(1)卷材防水层的基层应坚实，表面应洁净、平整，不得有空鼓、松动、起砂或脱皮现象。基层阴阳角应做到圆弧形。

检验方法：观察检查和检查隐蔽记录。

(2)卷材防水层的搭接缝应粘(焊)结牢固，密封严密，不得有皱折、翘边和鼓泡等缺陷；防水层的收头应与基层粘结并固定牢固，缝口封严，不得翘边。

检验方法：观察检查。

(3)侧墙卷材防水层的保护层应与防水层粘结牢固。结合紧密，厚度均匀一致。

检验方法：观察检查。

(4)卷材的铺贴方法应正确，卷材搭接宽度的允许偏差为-8mm。

检验方法：观察和尺量检查。

1. 3. 8 成品保护

1. 3. 8. 1 卷材运输及保管时平放不得高于 4 层，不得横放、斜放，应避免雨淋、日晒、受潮。

1. 3. 8. 2 已铺好的防水卷材层，应及时采取保护措施。操作人员不得穿带钉鞋在底板上作业。

1.3.8.3 采用外防外贴法墙角留槎的卷材要妥善保护,防止断裂和损伤,并及时砌好保护墙。采及外防内贴防水层,在地下防水结构施工前贴在永久性保护墙上,在防水铺完后,应按设计和规范要求及时做好保护层。

1.3.9 安全环保措施

1.3.9.1 由于卷材中某些组成材料和胶粘剂具有一定的毒性和易燃性。因此,在材料保管、运输、施工过程中,要注意防火和预防职业中毒、烫伤事故发生。

1.3.9.2 施工过程中做好基坑和地下结构的临边防护,防止出现坠落事故。

1.3.9.3 高温天气施工,要有防暑降温措施。

1.3.9.4 施工中废弃物质要及时清理,外运至指定地点,避免污染环境。

1.3.10 质量记录

质量记录参见《地下防水工程质量验收规范》GB 50208—2002 中的有关记录。

1.4 涂料防水工程施工工艺与质量标准

1.4.1 总 则

1.4.1.1 适用范围

适用于受侵蚀性介质或振动作用的地下工程主体迎水面或背水面涂刷的涂料防水层。

1.4.1.2 编制参考标准及规范

(1)《地下防水工程质量验收规范》GB 50208—2002

(2)《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300—2001

(3)《地下工程防水技术规范》GB 50108—2001

1.4.2 术语、符号

1.4.2.1 术语

(1)涂料防水:在基层上涂刷有机或无机防水涂料,经固化后形成有一定厚度的弹性具有防水能力的防水层涂膜。

(2)有机防水涂料:主要包括反应型防水涂料、水乳型防水材料和聚合物水泥型防水涂料,固化后形成柔性防水层,用于主体结构的迎水面作防水层。

(3)水乳型防水涂料:水乳型防水涂料是一类以水为溶剂的挥发固化型有机防水涂料。

(4)反应型防水涂料:双组分或多组分材料,按规定比例混合配制,涂刷后各组分发生交联反应,固化成膜的防水涂料,如聚氨酯防水涂料。

(5)聚合物水泥防水涂料:以高分子聚合物为主要基料,加入少量无机活性粉料(如水泥、石英砂等)制成的水凝固型涂料。

(6)无机防水涂料：包括水泥基、水泥渗透结晶型防水涂料，在水泥中掺有一定数量的无机活性材料的涂料，可改善水泥固化后的物理力学性能。可用于主体结构的迎水面或背水面作防水层。此类涂料不适用于变形较大或受振动部位。

(7)一道防水设防：具有单独防水能力的一道防水层。

(8)胎体增强材料：聚酯无纺布、化纤无纺布或玻纤无纺布等纤维材料，在两层涂膜之间铺贴用以提高涂膜的抗拉强度和改善其延伸率，使涂膜具有较好的力学性能。

(9)耐水性：是指防水涂料在浸水 168h 后，材料的粘结强度及砂浆抗渗性的保持率(即与浸水前的比率)。

1. 4. 3 基本规定

1. 4. 3. 1 地下工程的防水等级分为 4 级，各级标准应符合表 1. 4. 3. 1 的规定，涂料防水适用于防水等级 1、2、3 级的明挖法地下工程防水设防。

地下工程防水等级标准 表 1. 4. 3. 1

防水等级	标 准
1 级	不允许渗水，结构表面无湿渍
2 级	不允许漏水，结构表面可允许有少量湿渍。工业与民用建筑：湿渍总面积不大于总防水面积的 1%，单个湿渍面积不大于 0.1m ² ，任意 100m ² 防水面积不超过 1 处其他地下工程：湿渍总面积不大于总防水面积的 6%，单个湿渍面积不大于 0.2m ² ，任意 100m ² 防水面积不超过 4 处
3 级	有少量漏水点，不得有线流和漏泥砂 单个湿渍面积不大于 0.3m ² ，单个漏水点量不大于 2.5L / d 任意 100m ² 防水面积不超过 7 处
4 级	有漏水点，不得有线流和漏泥砂 整个工程平均漏水量不大于 2L / m ² . d，任意 100m ² 防水面积的平均漏水量不大于 4L / m ² . d

1. 4. 3. 2 涂料防水层应采用反应型、水乳型、聚合物水泥防水涂料，或水泥基、水泥基渗透结晶型防水涂料。其厚度应根据防水等级按表 1. 4. 3. 2 选用。

防水涂料厚度(mm) 表 1. 4. 3. 2

		有机涂料	无机涂料
--	--	------	------

防水等级	设防道	反应型	水乳型	聚合物水泥	水泥基	水泥基渗透结晶型
I 级	三道或三道以上设防	1.2~2.0	1.2~1.5	1.5~2.0	1.5~2.0	≥ 0.8
II 级	二道设防	1.2~2.0	1.2~1.5	1.5~2.0	1.5~2.0	≥ 0.8
III 级	一道设防	/	/	≥ 2.0	≥ 2.0	/
	复合设防	/	/	≥ 1.5	≥ 1.5	/

1.4.3.3 涂料防水层所用的材料必须配套使用，所有材料均应有产品合格证书，性能检测报告，材料的品种、规格、性能等应符合国家现行标准和设计要求。

1.4.3.4 防水涂料为多组分材料时，配料应按配合比规定准确计量、搅拌均匀，每次配料量必须保证在规定的可操作时间内涂刷完毕，以免固化失效。

1.4.3.5 防水涂料施工完毕并经验收合格后，应及时做保护层。保护层应符合下列规定：

(1) 顶板的细石混凝土保护层与防水层之间应设隔离层。

(2) 底板的细石混凝土厚度应大于 30mm。

(3) 侧墙宜采用聚乙烯泡沫塑料层或多或少聚苯乙烯泡沫塑料保护层，或砖砌保护墙边砌边填实和铺抹 30mm 厚水泥砂浆。

1.4.4 施 工 准 备

1.4.4.1 技术准备

(1) 熟悉设计图纸及施工验收规范，掌握涂膜防水的具体设计和构造要求。

(2) 编制涂膜防水工程分项施工方案、作业指导书。其内容应包含：

- 1) 人员、物资、机具、材料的组织计划；
- 2) 与其他分项工程的搭接、交叉、配合；
- 3) 原材料的规格、型号、质量要求、检验方法；
- 4) 质量目标及质量保证措施；
- 5) 施工工艺流程及施工工艺中的技术要点；
- 6) 本分项工程验收标准；
- 7) 质量检查、验收、评定的组织记录及表格形式；
- 8) 施工进度计划安排；
- 9) 成品保护措施；
- 10) 安全施工保证措施；
- 11) 文明施工保证措施；
- 12) 资料的整理要求。

1. 4. 4. 2 材料要求

(1) 防水涂膜的外观质量和物理性能应符合《地下防水工程质量验收规范》GB 50208--2002 附录 A、A. 0. 2 条的各项要求, 见表 1. 4. 4. 2-1~3 同时须经试验检验。

有机防水涂料物理性能 表 1. 4. 4. 2—1

涂料种类	可操作时间 (min)	潮湿基面粘结强度 (MPa)	抗渗性 (MPa)			浸水 168h 后断裂伸长率 (MPa)	浸水 168h 后拉伸强度 (MPa)	耐水性 (%)	表干 (h)	实干 (h)
			涂膜 (30min)	砂浆迎水面	砂浆背水面					
反应型	≥20	≥0. 3	≥0. 3	≥0. 6	≥0. 2	≥300	≥1. 65	≥80	≥8	≥24
水乳型	≥50	≥0. 2	≥0. 3	≥0. 6	≥0. 2	≥350	≥0. 5	≥80	≤4	≤12
聚合物水泥	≥30	≥0. 6	≥0. 3	≥0. 8	≥0. 6	≥80	≥1. 5	≥80	≤4	≤12

涂料种类	抗析强度 (MPa)	粘结强度 (MPa)	抗渗性 (MPa)	冻融循环
水泥基防水涂料	>4	>1. 0	>0. 8	>D50
水泥基渗透结晶型防水涂料	≥3	≥1. 0	≥0. 8	≥D50

胎体增强材料质量要求 表 1. 4. 4. 2-3

项 目		聚酯无纺布	化纤无纺布	玻纤网布
外 观		均匀无团状, 平整无折皱		
拉 力 (宽 50mm)	纵向 (N)	≥150	≥45	≥90
	横向 (N)	≥100	≥35	≥50
延伸率	纵向 (%)	≥10	≥20	≥3
	横向 (%)	≥20	≥25	≥3

(2) 防水涂料所需的材料必须具有产品说明书, 试验报告, 并需经抽样复验。

1. 4. 4. 3 主要机具

涂膜防水施工的主要机具为垂直运输机具和作业面水平运输机具，配料专用容器以及施工中的涂刷辊压等小型工具。

1. 4. 4. 4 作业条件

- (1) 上道工序防水基层已经完工，并通过验收；
- (2) 地下结构基层表面应平整、牢固、不得有起砂、空鼓等缺陷。
- (3) 基层表面应洁净干燥，含水不应大于 9%。

1. 4. 5 材料和质量要求

1. 4. 5. 1 材料的关键要求

- (1) 有可操作时间。涂料应有适合大面积防水涂料施工可操作时间。
- (2) 要有一定的粘结强度，特别是在潮湿基面(即基面含水饱和但无渗漏水)上有一定的粘结强度。

1. 4. 5. 2 技术关键

(1) 涂料材料及配套材料为同一系列产品具有相容性，配料计量准确，拌合均匀，每次拌料在可操作时间内使用完毕。

(2) 基层处理符合要求，基层应保持清洁、干燥，在涂料涂刷之前应先在基层面上涂刷一层与涂料相容的基层处理剂，待其表面干燥后，随即涂刷防水涂料。涂料与基层必须粘贴牢固。

(3) 涂膜应根据材料特点，分层涂刷至规定厚度，每次涂刷不可过厚，在涂刷干燥后，方可进行上一层涂刷，每层的接槎(搭接)应错开，接槎宽度 30～50mm，上下两层涂膜的涂刷方向要交替改变。涂料涂刷全面、严密。

(4) 有纤维增强层时，在涂层表面干燥之前，应完成纤维布铺贴，涂膜干燥后，再进行纤维布以上涂层涂刷。

1. 4. 5. 3 质量关键要求

- (1) 防水涂料必须具有一定的厚度。
- (2) 涂膜应具有一定的抗渗性，即涂膜的耐水性应不低于 80%。
- (3) 防水结构边角部位，穿过防水层的管道及预埋件部位的处理符合构造要求，涂层粘结牢固、严密。
- (4) 涂层粘结牢固、严密，无空鼓、起泡、堆积、流淌、露底漏刷、胎体增强材料封边牢固无翘边。

1. 4. 5. 1 职业健康安全关键要求

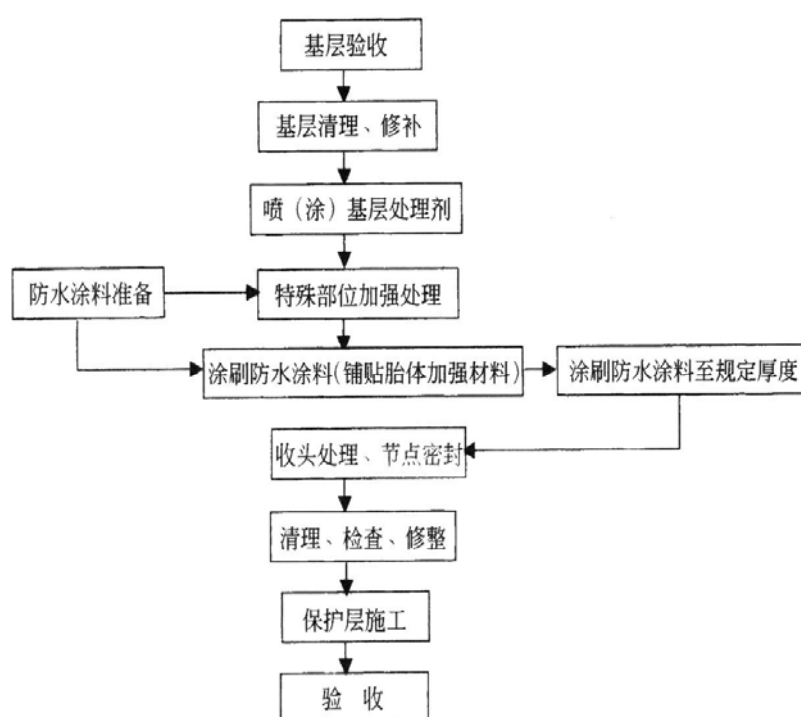
- (1) 施工现场应通风良好，在通风差的地下室作业，应有通风措施。
- (2) 操作人员每操作 1～2h 应到室外休息 10～15min。
- (3) 现场操作人员应戴防护物套，避免污染皮肤。

1. 4. 5. 2 环境关键要求

- (1)防水涂料严禁在雨天、雪天、雾天施工；五级风及其以上时不得施工。
- (2)预计涂膜固化前有雨时不得施工，施工中遇雨应采取遮盖保护措施。
- (3)严冬季节施工气温不得低于 5℃。
- (4)溶剂型高聚物改性沥青防水涂料和合成高分子防水涂料的施工环境温度宜为一 5~35℃；水乳型防水涂料的施工温度必须符合规范规定要求，施工环境温度宜为 5~35℃。

1. 4. 6 施 工 工 艺

1. 4. 6. 1 工艺流程



1. 4. 6. 2 操作工艺

(1)涂刷前的准备工作

1)基层干燥程序要求

基层的检查、清理、修整应符合要求。基层的干燥程度应视涂料特性而定，为水乳型时，基层干燥程度可适当放宽；为溶剂型时，基层必须干燥。

2)配料的搅拌 采用双组分涂料时，每份涂料在配料前必须先搅匀。配料应根据材料生产厂家提供的配合比现场配制，严禁任意改变配合比。配料时要求计量准确(过秤)，主剂和固化剂的混合偏差不得大于 5%。

涂料的搅拌配料先放入搅拌容器或电动搅拌内，然后放入固化剂，并立即开始搅拌。搅拌筒应选用圆的铁桶，以便搅拌均匀。采用人工搅拌时，要注意

将材料上下、前后、左右及各个角落都充分搅匀，搅拌时间一般在 3~5min。掺入固化剂的材料应在规定时间使用完毕。

搅拌的混合料以颜色均匀一致为标准。

3) 涂层厚度控制试验

涂膜防水施工前，必须根据设计要求的涂膜厚度及涂料的含固量确定(计算)每平方米涂料用量及每道涂刷的用量以及需要涂刷的遍数。如一布涂，即先涂底层，铺加胎体增强材料，再涂面层，施工时就要按试验用量，每道涂层分几遍涂刷，而且面层最少应涂刷 2 遍以上。合成高分子涂料还要保证涂层达到 1mm 厚才可铺设胎体增强材料，以有效地、准确地控制涂膜层厚度，从而保证施工质量。

4) 涂刷间隔时间实验

涂刷防水涂料前必须根据其表干和实干时间确定每遍涂刷的涂料用量和间隔时间。

(2) 喷涂(刷)基层处理剂

涂(刷)基层处理剂时，应用刷子用力薄涂，使涂料尽量刷进基层表面毛细孔中，并将基层可能留下的少量灰尘等无机杂质，像填充料一样混入基层处理剂中，使之与基层牢固结合。

(3) 涂料涂(刷)可采用棕刷、长柄刷、橡胶刮板、圆滚刷等进行人工涂布，也可采用机械喷涂。涂布立面最好采用蘸涂法，涂刷应均匀一致。涂刷平面部位倒料时要注意控制涂料的均匀倒洒，避免造成涂料难以刷开、厚薄不匀现象。前一遍涂层干燥后应将涂层上的灰尘、杂质清理干净后再进行后一遍涂层的涂刷。每层涂料涂布应分条进行，分条进行时，每条宽度应与胎体增强材料宽度相一致，每次涂布前，应严格检查前遍涂层的缺陷和问题，并立即进行修补后，方可再涂布后遍涂层。

地下工程结构有高低差时，在平面上的涂刷应按“先高后低，先远后近”的原则涂刷。立面则由上而下，先转角及特殊应加强部位，再涂大面。同层涂层的相互搭接宽度宜为 30~50mm。涂料防水层的施工缝(甩槎)应注意保护，搭接缝宽度应大于 100mm，接涂前应将接槎处表面处理干净。

(4) 胎体增强材料可以是单一品种的，也可采用玻纤布和聚酯毡混合使用。如果混用时，一般下层采用聚酯毡，上层采用玻纤布。

两层以上的胎体增强材料可以是单一品种的，也可采用玻纤布和聚酯毡混合使用。如果混用时，一般下层采用聚酯毡，上层采用玻纤布。

胎体增强材料铺设后，应严格检查表面是否有缺陷或搭接不足等现象。如发现上述情况，应及时修补完整，使它形成一个完整的防水层。

(5)收头处理

为防止收头部位出现翘边现象，所有收头均应密封材料压边，压边宽度不得小于 10mm。收头处的胎体增强材料应裁剪整齐，如有凹槽时应压入凸槽内，不得出现翘边、皱折、露白等现象，否则应先进行处理后再涂封密封材料。

(6)涂膜保护层施工

涂膜施工完毕后，经检查合格后，应立即进行保护层的施工，及时保护防水层免受损伤。保护层材料的选择应根据设计要求及所用防水涂料的特性而定。

1. 4. 6. 3 防水涂料施工注意事项

(1)涂膜防水层的基层一经发现出现有强度不足引起的裂缝应立刻进行修补，凹凸处也应修理平整。基层干燥程度仍应符合所用防水涂料的要求方可施工。

(2)配料要准确，搅拌要充分、均匀。双组分防水涂料操作时必须做到各组分容器、搅拌棒，取料勺等不得混用，以免产生凝胶。

(3)节点的密封处理、附加增强层的施工应达到要求。

(4)控制胎体增强材料铺设的时机、位置，铺设时要做到平整、无皱折、无翘边，搭接准确；胎体增强材料上面涂刷涂料时，涂料应浸透胎体，覆盖完全，不得有胎体外露现象。

(5)严格控制防水涂膜层的厚度和分遍涂刷厚度及间隔时间。涂刷应厚薄均匀、表面平整。

(6)防水涂料施工后，应尽快进行保护层施工，在平面部位的防水涂层，应经一定自然养护期后方可上人行走或作业。

1. 4. 7 质量标准

涂料防水层的抽查数量应按涂层面积每 100m²抽查 1 处，每处 10m²，且不得少于 3 处。

1. 4. 7. 1 主控项目

(1)涂料防水层所用材料及配合比必须符合设计要求。

检验方法：检查出合格证、质量检验报告、计量措施和现场抽样报告。

(2)涂料防水层及其转角处，变形缝、穿墙管道等细部做法均须符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程的记录。

1. 4. 7. 2 一般项目

(1)涂料防水层的基层应牢固，基层表面应洁净、平整，不得有空鼓、松动、起砂和脱皮现象，基层的阴阳角应做成圆弧形。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

(2) 涂料防水层的平均厚度应符合设计要求，最小厚度不得小于设计厚度的 80%。

检验方法：针测法或割取 20mmx20mm 实样用卡尺测。

(3) 涂料防水层与基层应粘结牢固，表面平整，涂刷均匀，不得有流淌、皱折、鼓泡、露胎体和翘边等缺陷。

检验方法：观察检查。

(4) 侧墙涂料防水层的保护层与防水层粘结牢固，结合紧密，厚度均匀一致。

检验方法：观察检查。

1. 4. 8 成品保护

1. 4. 8. 1 在防水层施工前，应将穿过防水层的管道、设备及预埋件安装完毕。凿孔打洞或重物冲击都会破坏防水层的整体性，从而易导致渗漏。

1. 4. 8. 2 有机防水涂料施工完成后应及时做好保护层，保护层应符合下列规定：

(1) 底板、顶板应采用 20mm 厚 1：2. 5 水泥砂浆层和 40~50mm 厚的细石混凝土保护，顶板防水层与保护层之间宜设置隔离剂。

(2) 侧墙背水面采用 20mm 厚 1：2. 5 水泥砂浆层保护。

(3) 侧墙迎水面宜选用软保护层或 20mm 厚 1：2. 5 水泥砂浆层保护。

1. 4. 9 安全措施

1. 4. 9. 1 涂料应达到环保环境要求，应选用符合环保要求的溶剂。因此，配料和施工现场应有安全及防火措施，所有施工人员都必须严格遵守操作要求。

1. 4. 9. 2 着重强调临边安全，防止抛物和滑坡；

1. 4. 9. 3 高温天气施工，须做好防暑降温措施；

1. 4. 9. 4 涂料在贮存，使用全过程应注意防火。

1. 4. 9. 5 清扫及砂浆拌合过程要避免灰尘飞扬。

1. 4. 9. 6 施工中生成的建筑垃圾要及时清理、清运。

1. 4. 10 质量记录质量记录参见《地下防水工程质量验收规范》GB 50208—2002 中的有关记录。

1. 5 金属板防水层工程施工工艺与质量标准

1. 5. 1 总 则

1. 5. 1. 1 适用范围

本节适用于抗渗性能要求较高的地下工程中以金属板材焊接而成的防水层。

金属板防水层在一般的工业与民用建筑地下防水工程中极少使用，但对于一些抗渗性能要求较高的构筑物(如铸工浇筑坑、电炉钢水坑等)，金属板防水层仍占有重要地位和实用价值。

1. 5. 1. 2 编制参考标准

- (1)《地下防水工程质量验收规范》GB 50208--2002
- (2)《地下工程防水技术规范》GB 50108--2001
- (3)《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300--2001

1. 5. 2 术语、符号

1. 5. 2. 1 术语

(1)钢板防水层：用薄钢板焊成四周及底部封闭的防水箱套，紧贴于防水结构的表面平起防水作用。

(2)地下防水工程：指对工业与民用建筑地下工程、防护工程、隧道及地下铁道等建(构)筑物，进行防水设计、防水施工和维护管理等各项技术工作的工程实体。

(3)防水等级：根据地下工程的重要性和使用中对防水的要求，所确定结构允许渗漏水量的等级标准。

1. 5. 3 基本规定

1. 5. 3. 1 金属板防水层所采用的金属材料和保护材料应符合设计要求。金属材料及焊条(剂)的规格、外观质量和主要物理性能，应符合国家现行标准的规定。

1. 5. 3. 2 金属板的拼接及金属板与建筑结构的锚固件连接应采用焊接。金属板的拼接焊缝应进行外观检查 and 无损检验。

1. 5. 3. 3 当金属板表面有锈蚀麻点或划痕等缺陷时，其深度不得大于该板材厚度的负偏差值。

1. 5. 3. 4 金属板防水层的施工质量检验数量，应按铺设面积每 10m² 抽查 1 处，每处 1m²，且不得少于 3 处。焊缝检验应按不同长度的焊缝各抽查 5%，但均不得少于 500mm 的焊缝，每条检查 1 处；长度 500~2000mm 的焊缝，每条检查 2 处；长度大于 2000mm 的焊缝，每条检查 3 处。

1. 5. 4 施工准备

1. 5. 4. 1 技术准备

(1)熟悉设计图纸及施工验收规范，掌握金属板防水工程的具体设计和构造要求。

(2)编制金属板防水工程分项施工作业指导书，其内容包括：

1)人员、物资、机具、材料的组织计划；

- 2) 原材料的规格、型号、质量要求、检验方法;
 - 3) 质量标准及质量保证措施;
 - 4) 与其他分项工程的搭接、交叉、配合;
 - 5) 施工工艺流程及施工工艺中的技术要点(安装方法、安装顺序);
 - 6) 本分项工程验收标准;
 - 7) 质量、检查、验收评定的组织记录及表格形式;
 - 8) 施工进度计划安排;
 - 9) 成品保护措施;
 - 10) 安装施工保证措施;
 - 11) 文明施工保证措施;
 - 12) 资料的整理及收集。
- (3) 对分项作业人员的技术交底、安装教育。
- (4) 原材料、半成品通过定样、检查、试验、验收。

1. 5. 4. 2 材料要求

(1) 金属板材和焊条的规格、材质必须按设计要求选择, 钢材的性能应符合国际《碳素结构钢》GB 700 和《低合金高强度结构钢》GB / T 1591 的要求。

(2) 焊工考试按行标《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81—2002 的有关规定进行, 焊工执业资格证书应在有效期内, 执业资格证书中钢材种类、焊接方法应与施焊条件相应。

(3) 质量要求:

1) 金属板表面如有明显凹面和损伤, 会使板的厚度减小, 影响金属板防水层的使用寿命, 甚至在使用过程中产生渗漏现象, 因此金属板防水层完工后不得有明显凹面和损伤。

2) 焊缝质量直接影响金属板防水层的使用寿命, 严重者会造成渗漏, 因此对焊缝的缺陷应进行严格检验, 执行时可参照行标《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81—2002 的规定进行。发现焊缝不合格或有渗漏时, 应及时进行修整或补焊。

3) 焊缝的观感应做到外形均匀、成型较好, 焊道与焊道、焊道与基本金属间过渡较平滑, 焊渣和飞溅物基本清除干净。

4) 金属板防水层应加以保护, 对金属板需用的保护材料应按设计规定使用。

1. 5. 4. 3 主要机具

金属型材加工安装机具包括切割、磨削、钻孔和固定机具，其主要加工机具为型材切割机、电剪刀、电焊(气焊)机、角向钻磨机、手电钻、拉铆枪、电动角向磨光机、射钉枪等，不同型号规格的机具有不同的技术指标及性能。

1. 5. 4. 4 作业条件

- (1) 上道工序已施工完毕并验收合格。
- (2) 自然环境应满足金属焊接要求。
- (3) 防水层所用钢材、焊条等已经备齐，经复查规格齐全，质量符合要求，按型号规格整齐堆放在加工场或现场备用。

1. 5. 5 材料和质量要求

1. 5. 5. 1 材料的关键要求

- (1) 金属板材应边缘整齐、表面光滑、外形规则、不得有扭翘、锈蚀等缺陷。
- (2) 所有材料均需有出厂合格证、材质证明书，并经过试验合格。
- (3) 防腐涂料的品种、牌号以及配套底漆、腻子等应符合设计要求和国家标准的规定，并有产品质量证明书。

1. 5. 5. 2 技术关键要求

- (1) 钢板的焊接缝要饱满和密实，无质量缺陷。同时还应注意减少焊缝产生的次应力。
- (2) 地下结构混凝土浇灌要密实，无裂缝、蜂窝、孔洞、夹层等缺陷，这是保证结构防水的一道重要防线，必须精心操作，确保质量。

1. 5. 5. 3 质量关键要求

- (1) 金属板防水层不得有渗漏水现象。
- (2) 无表面损伤，保证防水层的耐久性。

1. 5. 5. 4 职业安全健康关键要求

- (1) 金属板的转运安全。
- (2) 焊接过程要求做好健康防护。
- (3) 加强机具设备的管理，制定各项安全防护措施。

1. 5. 5. 5 环境关键要求

施工中生产的建筑垃圾及时清运，做到工完场清，确保工地文明施工。

1. 5. 6 施工工艺

1. 5. 6. 1 工艺流程

金属板拼接—与锚固钢筋焊接—校正几何尺寸、支撑加固—隐蔽验收

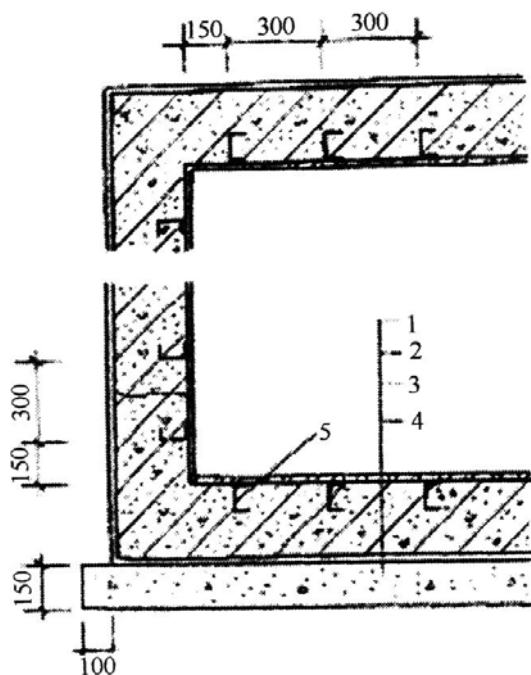


图 1. 5. 6. 2-1 内侧金属板防水层

1—金属防水层；2—结构；3—砂浆防水层；4—垫层；5—锚固筋

1. 5. 6. 2 施工工艺

- (1) 金属板应采用焊接拼接，焊缝应严密。竖向接缝应相互错开。
- (2) 结构施工前在其内侧设置金属防水层时，应与围护结构内的钢筋焊牢，或在金属防水层上焊接一定数量锚固件，构造如下图 1. 5. 6. 2—1：
- (3) 金属板防水层应用临时支撑加固。
- (4) 金属板防水层上应预留浇筑孔，并应保证混凝土浇筑密实，待底板混凝土浇筑完毕后再补焊严密。
- (5) 在结构外设置金属防水层时，金属板应焊在混凝土或砌体的预埋件上，金属防水以焊接检查合格后，应将其与结构间的空隙用水泥砂浆灌实。如下图 1. 5. 6. 2—2
- (6) 金属板防水层如先焊成箱体，再整体安装到位，应在其内部先加设临时支撑，防止箱体变形。

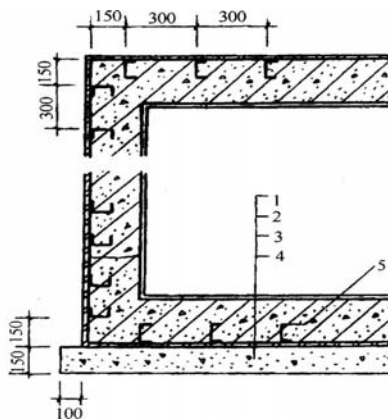


图 1. 5. 6. 2-2 在结构外侧的金属防水层

1—砂浆防水层；2 结构—3—金属防水层；4—垫层；5—锚固

(7) 金属板防水层应采取防锈措施。

1. 5. 7 质 量 标 准

1. 5. 7. 1 主控项目

(1) 金属防水层所采用的金属板材和焊条(剂)必须符合设计要求及国家现行标准的规定。

检验方法：检查出厂合格证或质量检验报告和现场抽样试验报告。

(2) 焊工必须经考试合格并取得相应的执业资格证书。

检验方法：检查焊工执业资格证书和考核日期。

1. 5. 7. 2 一般项目

(1) 金属板表面不得有明显凹面和损伤。

检验方法：观察检查。

(2) 焊缝不得有裂纹、未熔合、夹渣、焊瘤、咬边、烧穿、弧坑、针状气孔等缺陷。

检验方法：观察检查和无损检验。

(3) 焊缝的焊波应均匀，焊渣和飞溅物应清除干净；保护涂层不得有漏涂、脱皮和反锈现象。

检验方法：观察检查。

1. 5. 8 成 品 保 护

1. 5. 8. 1 金属板的堆放场地应平整，坚实，且便于排除地面水，堆放时应分层，并且每隔 3~5m 放垫木。

1. 5. 8. 2 在施工中应注意金属板表面的保护，不要破损和污染表面，对有保护模的金属板，要等各道工序施工完才能拆除。

1. 5. 8. 3 金属板防水层施工完成后，不得再有破坏性施工。

1. 5. 9 安全环保措施

1. 5. 9. 1 施工人员作业时，必须戴安全帽、系安全带、并配备工具袋。

1. 5. 9. 2 现场焊接时，在焊接下方应设防火斗。

1. 5. 9. 3 高温天气施工须做好防暑降温措施。

1. 5. 9. 4 施工中产生的建筑垃圾应及时清理干净。

1. 5. 10 质量记录

1. 5. 10. 1 金属板防水层施工完后的渗漏检验记录

1. 5. 10. 2 金属板防雷节点的安装测试记录

1. 5. 10. 3 金属板防水层验收记录

检验方法：观察检查。

(2)焊缝不得有裂纹、未熔合、夹渣、焊瘤、咬边、烧穿、弧坑、针状气孔等缺陷。

检验方法：观察检查和无损检验。

(3)焊缝的焊波应均匀，焊渣和飞溅物应清除干净；保护涂层不得有漏涂、脱皮和反锈现象。

检验方法：观察检查。

(4)水胀锚杆：将用薄壁钢管加工成的异形空腔杆体送入钻孔中，通过向该杆件空腔高压灌水，使其膨胀并与孔壁产生摩擦力而起到锚固作用的锚杆。

(5)自钻式锚杆：将钻孔、注浆与锚固合为一体，中空钻杆即为杆体的锚杆。

(6)喷射混凝土：利用压缩空气或其他动力，将一定配比的混凝土拌合物沿管路输送到喷嘴处，以较高速度垂直喷射于受喷面，依赖喷射过程中水泥与骨料的连续撞击，压密而形成的一种混凝土。

(7)水泥裹砂混凝土：按一定配比拌制而成的水泥裹砂砂浆和以粗骨料为主的混合料，分别用砂浆泵和喷射机输送到喷嘴附近相混合后，高速喷到受喷面上所形成的混凝土。

(8)格栅钢架：用钢筋焊接加工而形成的桁架式支架。

2特殊施工法的结构防水施工工艺与质量标准

2. 1 锚喷支护施工工艺与质量标准

2. 1. 1 总 则

2. 1. 1. 1适用范围

本标准适用于矿山井巷、交通隧道、水工隧洞、地下人防等地下工程锚喷支护的施工，也适用于各类岩、土边坡喷锚支护施工。

对于膨胀性岩体、未胶结的松散岩体、湿陷性黄土、大面积淋水地段、严重腐蚀地段应通过试验后确定。

2. 1. 1. 2编制参考标准及规范

- (1)《地下防水工程质量验收规范》GB 50208--2002
- (2)《地下工程防水技术规范》GB 50108--2001
- (3)《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086--2001
- (4)《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300--2001

2. 1. 2术语、符号

2. 1. 2. 1术语

(1)锚固力：锚杆对围岩所产生的约束力。

(2)预应力锚杆：由锚杆、预应力筋、锚固体组成，利用预应力筋自由段(张拉段)的弹性伸长，对锚杆施加预应力。

(3)缝管锚杆：将纵向开缝的薄壁钢管强行推入比其外径较小的钻孔中，借助钢管对孔壁的径向压力而起到摩擦锚固作用的锚杆。

2. 1. 2. 2 符号

n ——施工阶段每批喷射混凝土试块的抽样组数

f'_{cc} ：——施工阶段同批 n 组喷射混凝土试块抗压强度的平均值 (MPa)

S_n ——施工阶段同批 n 组喷射混凝土试块抗压强度的标准差 (MPa)

f_{cc} ——设计的喷射混凝土立方体抗压强度 (MPa)

f'_{ccmin} ——施工阶段同批 n 组喷射混凝土试块抗压强度的最低值 (MPa)

K_{cc} ——合格判定系数

P_{An} ——同批 n 组锚杆试件抗拔力的平均值 (N)

P_A ——锚杆设计锚固力 (N)

P_{Amin} ——同批 n 组锚杆试件抗拔力的最低值 (N)

2. 1. 3 基本规定

2. 1. 3. 1 喷锚支护适用于岩质边坡、土质边坡。

2. 1. 3. 2 喷锚支护使用年限与所服务的建筑物使用年限相同，

项 目	钻机型号			
	YMG — 150	GWD — 15	GQ — 15	GMD — 18
钻孔直径 (mm)	150~110	最大 1500	600~1500	800~2600
钻孔深度 (mm)	30~40	50	50	15~50
立轴转速 (T/min)	10~85	10	13.5、98.5	12~50
发动机功率 (kW)		45	37	37
机重 (t)	3.3	15	5.9	
外形尺寸 (mm) (长×宽×高)	3000×1200 ×2000	5700×2200 ×8500	3620×2144 ×2704	3450×1800 ×3460

2) 潜孔钻

潜孔钻性能参数一览表 表 2. 1. 4. 3-3

项 目	钻机型号			
	QZJ-100B	YQ-100B	QZL—100	KQc-100
钻孔直径 (mm)	80~120	80~130	100	115
钻孔深度 (mm)	60	60	30	30

转速 (7 / min)	90	/	/	/
工作气压 (MPa)	0.49~0.69	0.49~0.69	0.49--0.69	1~1.1
重量 (t)	0.195	/	0.57	8
外形尺寸 (mm) (长×宽×高)	2380×100 ×470	/	2500×1200 ×560	6000×2500 ×2770

(2) 空气压缩机

1) 电动机驱动的空气压缩机

2) 柴油机驱动的空气压缩机

2. 1. 4. 4 作业条件

根据地层情况以及设计要求选用不同机械，但必须满足以下要求：

(1) 作业区应有良好的通风和足够的照明以及足够的施工场所；

(2) 受喷面如有渗水必须进行处理。

2. 1. 5 材料和质量要点

2. 1. 5. 1 锚杆杆体材料和质量关键要求

(1) 全长粘结型锚杆应遵守下列规定：

1) 锚杆杆体使用前应平直、除锈、除油；

2) 宜采用中细砂，粒径不应大于 2.5mm，使用前应过筛；

3) 砂浆配合比：水泥：砂宜为 1：1~1：1.2(重量比)，水灰比宜为 0.38~0.45。

4) 注浆时，注浆管应插至距孔底 50~100mm，随砂浆的注入缓慢匀速拔出；杆体插入后，若孔口无砂浆溢出，应及时补注，注浆开始或中途停止超过 30min 时，应用水或稀水泥浆润滑注浆罐及管路。

5) 杆体插入孔内长度不应小于设计规定的 95%。

(2) 端头锚固型锚杆

1) 树脂宜存放在阴凉、干燥和温度在+5—25℃ 的防火仓库中，使用前应检查树脂质量。

2) 快硬水泥的贮存应严防受潮，不得使用受潮结块的水泥。

3) 安装端头锚固型锚杆的托板时，螺帽的拧紧扭矩不应小于 100N/m，如有松动及时处理。

(3) 摩擦型锚杆

1) 缝管锚杆、楔管锚杆和水胀锚杆钻孔前，应检查钻头规格，确保孔径符合设计要求。

2) 向钻孔内推入锚杆杆体，可使用风动凿岩机，其工作风压不应小于 0.4MPa。

3) 锚杆推进过程中，应使用成孔机、锚杆杆体和钻孔中心线在同一轴线上。

4) 水胀锚杆应轻拿轻放，严禁损伤锚杆末端的注浆嘴，高压泵应试运转，压力宜为 15~30MPa。

(4) 预应力锚杆

1) 预应力筋表面不应有污物、铁锈或其他有害物质。

2) 杆体制作时，应按设计规定安放套管隔离架、波形管、承载体、注浆管和排气管，杆体内绑扎材料不宜使用镀锌材料。

3) 孔口承压垫座必须平整、牢固且满足设计要求。

4) 锚杆安放过程中应防止明显的弯曲、扭转，并不得破坏其他附件。

5) 灌浆料可采用水灰比 0.45~0.50 纯水泥浆，也可采用灰砂比为 1:1 水灰比 0.45~0.50 的水泥砂浆。

6) 永久性预应力锚杆应采用封孔灌浆，应将浆体灌满自由段长度顶部的孔隙，当使用自由段带套管的预应力筋时，宜在锚固的长度和自由段长度内同步灌浆，当使用自由段不带套管的预应力筋时，应采用二次注浆。

7) 预应力筋张拉必须按设计要求进行。

(5) 自钻式锚杆

1) 自钻式锚杆安装前应检查锚杆体中孔和钻头的水孔是否通畅，若有异物应及时清理。

2) 钻至设计深度后，应用水和空气洗孔，直至孔口返水、返气，方可将钻机和连接套卸下。

3) 灌浆材料宜采用水泥浆或 1:1 水泥砂浆，水灰比宜为 0.45~0.5。当采用水泥砂浆时，砂的粒径不应大于 1.0mm。

2.1.5.2 喷射面板材料和质量关键要求

(1) 应优先选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，也可选用矿渣硅酸盐水泥或火山灰质硅酸盐水泥，水泥强度等级不应低于 32.5 级。

(2) 应采用坚硬耐久的中砂或粗砂，细度模数宜大于 2.5，干法喷射时，砂的含水率宜控制在 5%~7%；当采用防粘料喷射机时，砂的含水率可为 7%~10%。

(3) 应采用符合质量要求的外加剂，掺入外加剂的喷射混凝土性能必须满足设计要求，在使用速凝剂前，应做与水泥的相应性试验及水泥净浆凝结效果试验，初凝不应大于 5min，终凝不应大于 10min。

(4) 干法喷射水泥与砂、石之重量比宜为 1: 0. 4: 0. 45; 水灰比宜为 0. 4~0. 45; 湿法喷射水泥与砂、石之重量比宜为 1. 0: 3. 5: 4. 0; 水灰比宜为 0. 42~0. 50, 砂率宜为 50%~60%。

2. 1. 5. 3 职业健康安全关键要求

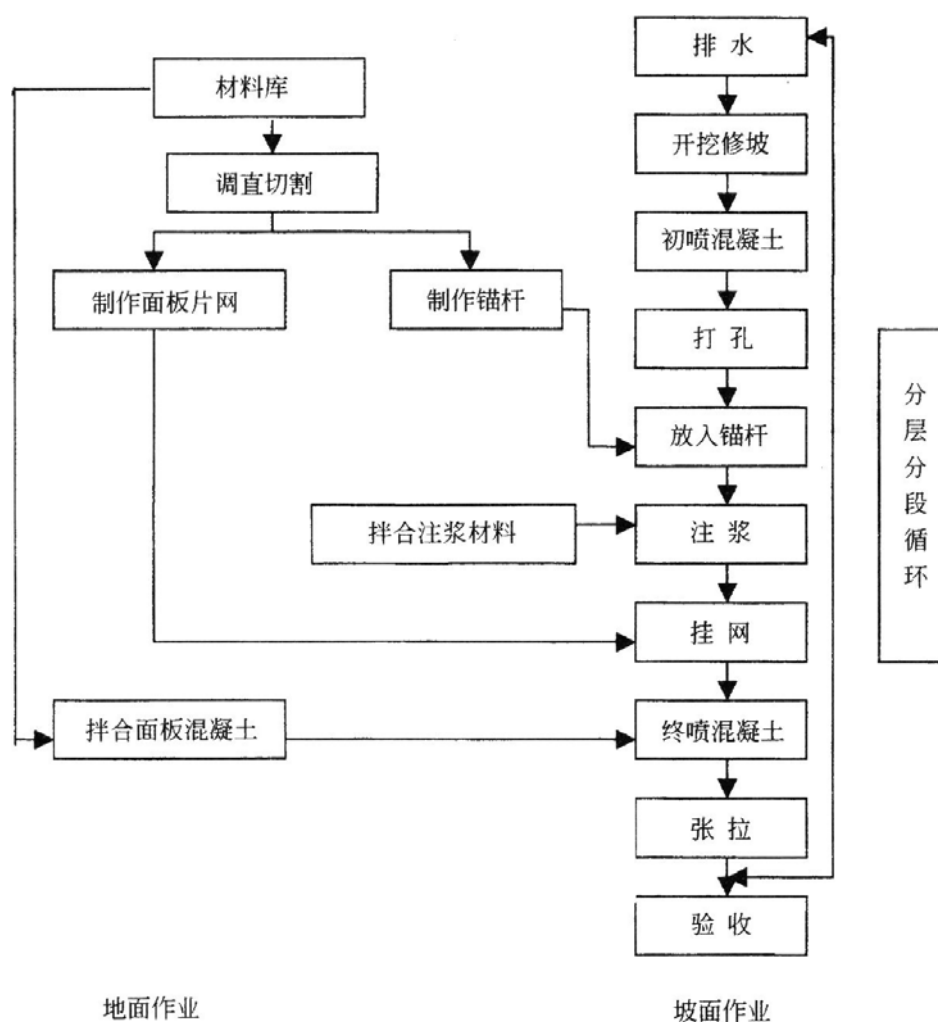
在施工过程中应检查作业区临空面土体的安全, 施工时操作人员操作过程的安全, 材料的腐蚀性的防范以及操作人员防尘。

2. 1. 5. 4 环境关键要求

由于锚杆占据了周边地下空间, 对于环境要求较高的地区宜采用可回收式锚杆。

2. 1. 6 施 工 工 艺

2. 1. 6. 1 工艺流程



喷射混凝土施工流程

2. 1. 6. 2 操作工艺重点

- (1)成孔——孔径、孔深要保证；孔中无杂物，碎土块及泥浆应清除。
- (2)安放锚杆——锚杆应位于钻孔中心轴，钻孔壁不得损坏。
- (3)锚杆与面板的连接——连接处牢固可靠。
- (4)喷射混凝土——保证正确配合比、水灰比及外加剂掺入量，并按规范养护。
- (5)注浆——必须饱满，必要时采取高压注浆。

2. 1. 7 质量检查

2. 1. 7. 1 原材料与混合料的检查应遵守下列规定：

- (1)每批材料到达工地后，应进行质量检查，合格后方可使用。
- (2)喷射混凝土的混合料和锚杆用的材料配合比以及拌合的均匀性，每工作班组检查次数不得少于两次。

2. 1. 7. 2 喷射混凝土抗压强度的检查应遵守下列规定：

- (1)喷射混凝土必须做抗压强度试验；当设计有其他要求时，可增做相应的性能试验。
- (2)检查喷射混凝土抗压强度所需的试块应在工程施工中抽样制取。试块数量，每喷射 50~100m。混合料或小于 50m。的独立工程，不得少于一组，每组试块不得少于三个；材料或配合比变更时，应另作一组。

(3)合格条件为：

重要工程的合格条件(K_c 值选择见表 2. 1. 7. 2)：

1) $f'_{cc} - K_c S_n \geq 0.85f_{cc}$

2) $f'_{ccmin} \geq 0.85f_{cc}$

一般工程的合格条件：

1) $f'_{cc} \geq f_{cc}$

2) $f'_{ccmin} \geq 0.85f_{cc}$

合格判定系数 K 值 表 2. 1. 7. 2

n	10~14	15~24	≥ 25
K_c	1.70	1.65	1.6

当同批试块组数 $n < 10$ 时，可按 $f'_{cc} \geq 1.05f_{cc}$ 以及 $f'_{ccmin} \geq 0.9f_{cc}$ 验收

2. 1. 7. 3 喷射混凝土的厚度的检查应遵守下列规定：

- (1)喷层厚度可用凿孔法或其他方法检查。
- (2)每一个独立工程检查数量不得少于一个断面，每一个断面的检查点，应从边线每间隔 2~3m 设 1 个但不应少于 5 个点。

(3)合格条件为每个断面上,全部检查孔处的喷层厚度,60%以上不应小于设计厚度,最小值不应小于设计厚度的一半;同时,检查孔处厚度的平均值,不应小于设计厚度值。

2.1.7.4 锚杆质量的检查应遵守下列规定:

(1)检查锚杆质量必须做抗拔力试验。试验数量,每300根锚杆必须抽样一组,每组锚杆不得少于三根。

(2)锚杆质量的合格条件为:

1) $P_{An} \geq P_A$

2) $P_{Amin} \geq 0.9P_A$

式中 n ——每批锚杆抽样试验的试件组数

P_{An} ——同批 n 组试件抗拔力的平均值(N)

P_A ——锚杆设计锚固力(N)

P_{Amin} ——同批 n 组试件抗拔力的最低值(N)

(3)锚杆抗拔力不符合要求时,可用加密锚杆予以处理。

2.1.7.5 喷射混凝土防水检查应遵守下列规定

(1)对有防水要求的工程,不得漏水;

(2)抗渗等级不得低于P8。

2.1.8 成品保护

2.1.8.1 喷射混凝土坡面在达到一定强度前应防止破坏。

2.1.8.2 锚杆以及坡面加强体免遭外力的破坏。

2.1.9 安全环保措施

2.1.9.1 安全技术

(1)施工前,应认真检查和处理锚喷支护作业区的危石,施工机具应布置在安全地带。

(2)在不稳定地层进行锚喷支护施工时,应遵守下列规定:

1)锚喷支护必须紧跟开挖工作面;

2)应先喷后锚,喷射混凝土厚度不应小于50mm;喷射作业中,应有专人随时观察围岩变化情况;

3)锚杆施工宜在喷射混凝土终凝3h后进行。

(3)施工中,应定期检查电源线路和设备的电器部件,确保用电安全。

(4)喷射机、水箱、风包、注浆罐等应进行密封性能和耐压试验,合格后方可使用。

喷射混凝土施工作业中,要经常检查出料弯头、输料管、注浆管和管路接头等有无磨薄、击穿或松脱现象,发现问题,应及时处理。

(5)处理机械故障时，必须使设备断电、停风。向施工设备送电、送风前，应通知有关人员。

(6)喷射作业中处理堵管时，应将输料管顺直，必须紧按喷头，疏通管路的工作风压不得超过 0.4MPa。

(7)喷射混凝土施工用的工作台架应牢固可靠，并应设置安全栏杆。

(8)向锚杆孔注浆时，注浆罐内应保持一定数量的砂浆，以防罐体放空，砂浆喷出伤人。

(9)非操作人员不得进入正进行施工的作业区。施工中，喷头和注浆管前方严禁站人。

(10)施工操作人员的皮肤应避免与速凝剂、树脂胶泥直接接触，严禁树脂卷接触明火。

(11)钢纤维喷射混凝土施工中，应采取措施，防止钢纤维扎伤操作人员。

(12)检验锚杆锚固力应遵守下列规定：

- 1)拉力计必须固定牢靠；
- 2)拉拔锚杆时，拉力计前方或下方严禁站人；
- 3)锚杆杆端一旦出现颈缩时，应及时卸荷。

(13)预应力锚索的施工安全应遵守下列规定：

- 1)张拉锚索时，孔口前方严禁站人；
- 2)拱部或边墙进行预应力锚索施工时，其下方严禁进行其他作业；
- 3)对穿型预应力锚索施工时，应有联络装置，作业中应密切联系；
- 4)封孔水泥砂浆未达到设计强度的 70%时，不得在锚索端部悬挂重物或碰撞外锚具。

2. 1. 9. 2 防尘

(1)锚喷支护施工中，宜采取下列方法减小粉尘浓度：

- 1)在保证顺利喷射的条件下，增加骨料含水量；
- 2)在距喷头 3~4m 处增加一个水环，用双水环加水；
- 3)在喷射机或混合料搅拌处，设置集尘器；
- 4)在粉尘浓度较高地段，设置除尘水幕；
- 5)加强作业区的局部通风。

(2)锚喷作业区的粉尘浓度不应大于 $10 \text{ mg} / \text{m}^3$ 。施工中，应按附录五的技术要求测定粉尘浓度。测定次数，每半个月不得少于一次。

(3)喷射混凝土作业人员工作时，宜配置电动送风、防尘口罩、防尘帽、压风呼吸器等防护用具。

2. 1. 10 质量验收

2. 1. 10. 1 锚杆喷射混凝土工程质量检验应符合表 2. 1. 10. 1 的规定。

项 目	序号	检查项目	允许偏差		检查方法
			单位	数量	
主控项目	1	锚杆长度	mm	±30	用钢尺量
	2	锚杆锁定力	设计要求		现场实测
	3	抗渗	设计要求		试样送检
一般项目	1	锚杆位置		±100	用钢尺量
	2	锚杆斜倾度	角度	±1	测钻机角度
	3	浆体强度	设计要求		试样送检
	4	注浆量	大于理论注浆量		检查计量数据
	5	喷射厚度		±10	用钢尺量
	6	墙体强度	设计要求		试样送检

2. 1. 10. 2 锚喷支护工程验收应提供以下资料：

- (1) 原材料出厂合格证、材料试验报告、代用材料试用报告；
- (2) 按质量记录第一作业段施工记录；
- (3) 喷射混凝土强度、厚度、外观尺寸及锚杆抗拔力等检查和试验报告；
- (4) 设计变更报告；
- (5) 工程重大问题处理文件；
- (6) 竣工图。

2. 2 地下连续墙防水工程施工 3-艺标准

2. 2. 1 总 则

2. 2. 1. 1 适用范围

适用于黏性土、砂土、冲填土以及粒径 50mm 以下的砂砾层等软土层中施工。用于建造建(构)筑物的地下室、地下商场、停车场、地下油库、高层建筑的深坑、竖井、防渗墙、地下铁道或临时围堰支护工程，特别适用于作挡土、防渗结构。不能用于较高承压水头的夹细粉砂地层。

2. 2. 1. 2 编制参考标准及规范

- (1) 《地下防水工程质量验收规范》GB 50208--2002
- (2) 《地下工程防水技术规范》GB 50108--2001
- (3) 《地下铁道工程施工及验收规范》GB 50299—1999
- (4) 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300--2001

2. 2. 2 术语、符号

2. 2. 2. 1 术语

(1)地下连续墙：主要是用作地下工程的支护结构，也可以作防水等级为1、2级工程的内衬结构构成复合式衬砌的初期支护。强度与抗渗性能优异的地下连续墙，还可以直接作为主体结构，但从耐久性考虑这类地下连续墙，不宜用作防水等级为1级的地下连续墙。

(2)地下防水工程：指对工业与民用建筑地下工程、防护工程、隧道及地下铁道等建(构)筑物，进行防水设计、防水施工和维护管理等各项技术工作的工程实体。

(3)防水等级：根据地下工程的重要性和使用中对防水的要求，所确定结构允许渗漏水量的等级标准。

(4)刚性防水层：采用较高强度和无延伸能力的防水材料，如防水砂浆、防水混凝土所构成的防水层。

(5)柔性防水层：采用具有一定柔韧性和较大延伸率的防水材料，如防水卷材、有机防水涂料所构成的防水层。

(6)塑料防水板防水层：采用由工厂生产的具有一定厚度和抗渗能力的高分子薄板或土工膜，铺设在初期支护与二次衬砌间的防水层。

2. 2. 3 基本规定

2. 2. 3. 1 地下防水工程施工前，施工单位应进行图纸会审，掌握工程主体及细部构造的防水技术要求，并编制防水工程的施工方案。

2. 2. 3. 2 地下防水工程的施工，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，并有完整的检查记录。未经建设(监理)单位对上道工序的确认，不得进行下道工序的施工。

2. 2. 3. 3 地下防水工程必须由相应资质的专业防水队伍进行施工；主要施工人员应持有建设行政主管部门或其指定单位颁发的执业资格证书。

2. 2. 3. 4 地下防水工程所使用的防水材料，应有产品合格证和性能检测报告，材料的品种、规格、性能等应符合现行国家产品标准和设计要求。

2. 2. 3. 5 地下防水工程施工期间，明挖法的基坑以及暗挖法的竖井、洞口，必须保持地下水位稳定在基底0.5m以下，必要时应采取降水措施。

2. 2. 4 施 工 准 备

2. 2. 4. 1 技术准备

(1)根据地下连续墙的宽度、深度对成槽设备进行合理的选型。

(2)根据工程的地质资料确定泥浆的配比。

2. 2. 4. 2 材料要求

(1)水：无侵蚀性纯净水，一般为自来水；

(2)钢材：按照设计要求选用；

(3)水泥、砂、石：按设计要求或水下混凝土标准选用；

(4)膨润土：其基本性能应符合成槽护壁的要求；

(5)CMC 等附加剂：按护壁泥浆的性能要求选用。

注：CMC 即钠羧甲基纤维 2. 2. 4. 3 主要机具(表 2. 2. 4. 3)

序号	种 类	规 格	备 注
1	成槽设备	同墙厚相匹配	配履带吊机，根据工程实际可选择一种或多种
	钻抓法索式导板抓斗及相应钻孔机	45cm、60cm、80cm	
	导杆液压抓斗	60cm、80cm、100cm120cm	
	索式液压抓斗	60cm、80cm	
	多头钻机	60cm、70cm、80cm	配反循环砂石泵
2	泥浆设备	根据工程规模	
	泥浆搅拌机		
	贮浆箱(池)		
	泥浆测试仪器	黏度计、比重计、失水量仪、静切力测量仪	
3	混凝土浇筑机架	配 200、250 导管	总长度根据槽段深度定
4	接头处理设备	1000kN 拔管机及接头管(锁口管)	接头管(锁口管)总长度根据槽段深度定
5	清基及接头洗刷设备		
6	测槽仪		1 套
7	其他通用设备		
	混凝土运输车、电焊机、吊机等		根据工程规模选用

2. 2. 4. 4 作业条件

- (1)具备施工现场的地质勘测资料；
- (2)具备基坑范围内地下管线、构筑物及临近建筑物的资料；
- (3)具备施工设备的运输及进退场条件；
- (4)具备施工用水、用电的供给；
- (5)具备混凝土的生产、运输、灌注条件；
- (6)具备泥浆配置、存贮和再生处理条件；

(7)具备弃土和废浆处理方法及位置。

2. 2. 5 材料和质量要点

2. 2. 5. 1 材料的关键要求

地下连续墙应采用掺外加剂的防水混凝土。

(1)水泥:

1)水泥品种应按设计要求选用,其强度等级不应低于 32.5MPa;

2)采用卵石时水泥用量不应少于 370 kg/m^3 ,采用碎石时水泥用量不应少于 400 kg/m^3 ,坍落度宜为 180~220mm,水灰比应小于 0.6。

(2)石子:除应符合国家现行标准《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》JGJ 53—2001 的规定外,石子最大粒径不应大于 40mm,且不宜大于导管直径的 $1/8$,石子含泥量不应大于 1%,吸水率不应大于 1.5%。

(3)砂:除应符合国家现行标准《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》JGJ 52—2001 的规定外,砂宜采用中砂,含泥量不应大于 3%。

2. 2. 5. 2 技术关键要求

(1)地下连续墙应根据工程要求和施工条件划分单元槽段,应尽量减少槽段数量。墙体幅间接缝应避开拐角部位。

(2)地下连续墙用作结构主体墙体时应符合下列规定:

1)不宜用作防水等级为一级的地下工程墙体;

2)墙的厚度宜大于 600mm;

3)选择合适的泥浆配合比或降低地下水位等措施,以防止塌方。挖槽期间,泥浆面必须高于地下水位 500mm 以上,遇有地下水含盐或受化学污染时应采取措施不得影响泥浆性能指标;

4)墙面垂直度的允许偏差应小于墙深的 $1/250$;墙面局部突出不应大于 100mm;

5)浇筑混凝土前必须清槽、置换泥浆和清除沉渣,沉渣厚度不应大于 100mm,并将接缝面的泥土、杂物用专用刷壁器清刷干净;

6)钢筋笼浸泡泥浆时间不应超过 10h。钢筋保护层的厚度不应小于 70mm;

7)幅间接缝方式应优先选用工字钢或十字钢板接头,并应符合设计要求。使用的锁口管应能承受混凝土灌注时的侧压力,灌注混凝土时不得位移和发生混凝土绕管现象;

8)支撑的预埋件应设置止水片或遇水膨胀腻子条,支撑部位及墙体的裂缝、孔洞等缺陷应采用防水砂浆及时修补。墙体幅间如有渗漏,应采用注浆、嵌填弹性密封材料等进行防水处理,并作引排措施;

9) 浇筑混凝土时浇筑导管埋入混凝土深度宜为 1.5~6m, 在槽段端部的浇筑导管与端部的距离宜为 1~1.5m, 混凝土浇筑必须连续进行。冬期施工时应采取保温措施, 墙顶混凝土未达到设计强度的 50% 时, 不得受冻;

10) 顶板、底板的防水措施应按《地下工程防水技术规范》GB 50108--2001 地下工程防水设防要求的有关规定选用, 底板混凝土达到设计强度后方可停止降水, 并应将降水井封堵密实; .

11) 墙体与工程顶板、底板、中楼板的连接处均应凿毛, 清洗干净, 并宜设置 1~2 道遇水膨胀止水条, 其接驳器处宜喷涂水泥基渗透结晶型防水涂料或涂抹聚合物水泥防水砂浆。

(3) 做地下连续墙与内衬构成的复合式衬砌, 应符合下列规定:

1) 用作防水等级为一、二级的工程;

2) 墙体施工应符合以上 3~9 的规定, 并按设计对墙面凿毛与清洗, 必要时作水泥砂浆防水层或涂料防水层后, 再浇筑内衬混凝土;

3) 当地下连续墙与内衬间夹有塑料防水板的复合式衬砌时, 应根据排水情况选用相应的缓冲层和塑料防水板, 并按《地下工程防水技术规范》GB 50108--2001 中塑料防水板防水层及复合式衬砌的有关规定执行;

4) 内衬墙应采用防水混凝土浇筑, 其缝应与地下连续墙墙缝互相错开。施工缝、变形缝、诱导缝的防水措施及施工要求应按《地下工程防水技术规范》GB 50108--2001 中有关规定执行;

(4) 地下连续墙应根据工程要求和施工条件划分单元槽段, 应尽量减少槽段数量。墙体幅间接缝应避开拐角部位。

2. 2. 5. 3 质量关键要求

(1) 地下连续墙施工时, 混凝土应按每一个单元槽段留置一组抗压强度试件, 每 5 个单元槽段留置一组抗渗试件。

(2) 地下连续墙的施工质量检验数量, 应按连续墙每 10 个槽段抽查 1 处, 每处为 1 个槽段, 且不得少于 3 处。

2. 2. 5. 4 职业健康安全关键要求

(1) 在施工准备时, 应做好施工调查, 挖槽开始前, 应清除一切地下障碍物。

(2) 护壁泥浆不合格、漏浆或泥浆面下降、地下水位上升、地下水流速大、挖槽穿过极软弱的粉砂层或松砂层, 地面荷载过大或承受偏大土压力等因素, 均可导致槽壁坍塌, 应针对施工现场的条件, 采取相应措施, 防止槽壁坍塌。

(1) 导墙

1) 槽段开挖前, 应沿地下连续墙墙面两侧构筑导墙, 导墙可采用现浇或预制钢筋混凝土结构, 导墙净距应大于地下连续墙

设计尺寸 40~60mm, 高度宜为 1.5~2m, 顶部高出地面不应小于 100mm。

2) 导墙应建于坚实的地基上, 并能承受水土压力和施工机械设备等附加荷载。外侧墙土应夯实, 导墙不得变形或移位。

3) 现浇钢筋混凝土导墙养护期间, 重型机械设备不得在附近作业或停置; 预制钢筋混凝土导墙安装时, 必须保证接头连接质量。

4) 导墙内墙面应垂直, 内外导墙间距允许偏差为 10mm, 导墙顶面应保持水平。

(2) 泥浆制备与管理

1) 泥浆拌制材料宜选用膨润土, 使用前应取样进行配合比试验。泥浆的性能技术指标如下(参考)。

陶土粉(膨润土): 8%~10%

CMC: 0.03%~0.05%

纯碱: 0.4%~0.5%

比重: 1.05~1.10g/cm。

黏度: 19~25s(漏斗法检测)

失水量: 30mL/30min(失水量仪检测)

泥皮厚度: <2mm(失水量仪检测)

pH 值: 7~9(pH 试纸)

2) 泥浆拌制和使用时必须检验, 不合格应及时处理, 泥浆的性能指标应通过试验确定以满足槽壁土体稳定的要求, 否则应对泥浆指标进行调整。

3) 新拌制的泥浆应贮存 24h 以上或加分散剂使膨润土(或黏土)充分水化后方可使用。

4) 在挖槽期间, 泥浆面必须保持高于地下水位 0.5m 以上, 不应低于导墙面 0.3m。

5) 施工中可回收利用的泥浆通过振动筛、旋流器、沉淀或其他方法净化处理后方可使用。

6) 在容易产生泥浆渗漏的土层施工时, 应适当提高泥浆黏度和贮备量, 并备堵漏材料, 如发生泥浆渗漏, 应及时补浆和堵漏, 使槽内泥浆保持正常液面。

(3) 槽段开挖

1)挖槽机械应根据现场工程地质条件、施工环境、墙体结构与工程质量要求选用，挖槽时，抓斗中心平面应与导墙中心平面相吻合。

2)单元槽段的长度应符合设计规定，并采用间隔式开挖，一般地质应间隔一个单元槽段。

3)挖槽过程中应观测槽壁变形、垂直度、泥浆液面高度，并应控制抓斗上下运行速度；如发生较严重坍塌时应及时将机械设备提出，分析原因，妥善处理。

4)槽段挖至设计标高后，应及时检查槽位、槽深、槽宽和垂直度，合格后方可清底。

5)清底应自底部抽吸并及时补浆，清底后的槽底泥浆比重应大于 1.15，沉淀物淤积厚度不应大于 100mm。

(4)钢筋笼制作与安装

1)钢筋笼的尺寸应根据单元槽段、接头形式、现场起重能力等确定，并应在平台上制作成型和预留导管的位置，分节制作钢筋笼时应试拼装，其主筋接头搭接长度应符合设计要求，如采用焊接或机械连接时，应按相应的技术规定执行。

2)为保证钢筋的保护层厚度和钢筋笼在吊运过程中具有足够的刚度，可采用设置纵向钢筋定位垫块和主筋平面的斜向拉条等措施。

3)钢筋笼应在槽段接头清刷、清槽、换浆合格后及时吊放入槽并应对准槽段中心线缓慢沉入，不得强行入槽，浇筑混凝土时钢筋笼的吊点设置、起吊及固定方式应符合设计及施工要求。

(5)混凝土的灌注

1)在接头管(锁口管)和钢筋笼就位后，应检查沉淀物的厚度，及时灌注混凝土；并不应超过 4h。

2)混凝土宜采用商品混凝土，并应采用导管法灌注。浇筑时槽内混凝土的上升速度不应低于 2m/h，导管埋入混凝土的深度应为 1.5~3m。

3)在单元槽段内，同时使用两根以上导管浇筑时，其间距一般不大于 3m，导管距槽段端部不宜大于 1.5m，相邻两导管处混凝土高差不应大于 0.5m。导管下端距槽底应为 300~500mm，灌注混凝土前应在导管内临近泥浆面位置吊挂隔水栓。各导管剪断隔水栓吊挂线后同时均匀连续灌注混凝土，因故中断灌注时间不得超过 30min。

4)混凝土灌注宜高出设计标高 300~500mm。

(6)墙体接头处理

1) 单元槽段之间所选用的接头方式, 应符合设计要求, 接头管(锁口管)应能承受混凝土的压力, 灌注混凝土时不得位移和发生混凝土绕管现象。如设计采用钢筋混凝土预制接头, 应按设计要求进行吊放。

2) 接头管(锁口管)应紧贴槽端对准位置垂直、缓慢沉放, 不得碰撞槽壁和强行入槽。接头管(锁口管)应沉入槽底 300~500mm。

3) 接头管(锁口管)在混凝土灌注 2~3h 后进行第一次起拔, 以后每 30min 提升一次, 每次 50~100mm, 直至终凝后全部拔出。

4) 后继槽段开挖后, 应对前槽竖向接头进行清刷, 清除附着泥浆等物。

(7) 防水施工

1) 地下连续墙需在墙体内侧喷涂或铺贴卷材防水层时, 其施工应按照《地下铁道工程施工及验收规范》GB 50299--1999 中有关章节的规定执行。

2) 单元槽段接头不宜设在拐角处; 采用复合式衬砌时, 内外墙接头宜相互错开。

3) 地下连续墙与内衬结构连接处应认真凿毛并清洗干净, 必要时应做特殊防水处理。

2. 2. 7 质 量 标 准

2. 2. 7. 1 主控项目

(1) 防水混凝土所用原材料、配合比以及其他防水材料必须符合设计要求。

检验方法: 检查出厂合格证、质量检验报告、计量措施和现场抽样试验报告。

(2) 地下连续墙混凝土抗压强度和抗渗压力必须符合设计要求。

检验方法: 检查混凝土抗压、抗渗试验报告。

(3) 挖槽的平面位置、深度、宽度和垂直度, 应符合设计要求。

检验方法: 尺量检查。

(4) 泥浆配制质量、稳定性、槽底清理和泥浆置换应符合施工规范的规定。

检验方法: 仪器检查。

2. 2. 7. 2 一般项目

(1) 地下连续墙的槽段接缝以及墙体与内衬结构接缝应符合设计要求。

检验方法: 观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

(2) 基坑开挖后地下连续墙裸露墙面的露筋部分应小于 1% 墙面面积, 且不得有露石和夹泥现象。

检验方法: 观察检查。

(3) 地下连续墙墙体表面平整度的允许偏差: 临时支护墙体为 45mm, 单一或复合墙体为 27mm。

检验方法：尺量检查。

(4)地下连续墙的钢筋骨架和预埋件的安装基本无变形，预埋件无松动和遗漏，标高、位置应符合设计要求。

检验方法：尺量检查

2.2.8 成品保护

2.2.8.1 在钢筋笼制作、运输和吊放的过程中，应采取措施防止钢筋笼变形。

2.2.8.2 钢筋笼在吊放入槽时，不得碰伤槽壁。

2.2.8.3 地下连续墙冬期施工应采取保温措施。墙顶混凝土未达到设计强度的50%时不得受冻。

2.2.9 安全环保措施

2.2.9.1 施工准备时，应做好施工调查，槽段开挖之前，应清除一切地下障碍物。

2.2.9.2 在成槽过程中，因导墙的强度及刚度不足、导墙的地基坍塌、导墙内侧无支撑及作用在导墙上的荷载过大等原因均可导致导墙的变形或破坏，在施工中应采取有效措施，防止此类事故的发生。

2.2.9.3 施工时产生的废弃泥浆、弃土应及时外运出场。

2.2.10 质量记录

参见《地下防水工程质量验收规范》GB 50208--2002 及《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300--2001 中的有关质量记录。

2.3 复合式衬砌防水施工工艺与质量标准

2.3.1 总 则

2.3.1.1 适用范围

本标准适用于采用在混凝土初期支护与二次衬砌中间设置防水层和缓冲排水层的复合式衬砌隧道工程的防水施工。

2.3.1.2 编制参考标准及规范

- (1)《地下防水工程质量验收规范》GB 50208--2002
- (2)《地下工程防水技术规范》GB 50108—2001
- (3)《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300--2001

2.3.2 术语、符号

2.3.2.1 术语

(1)初期支护：用矿山法进行暗挖施工后，在岩体上喷射混凝土或浇筑防水混凝土所构成的第一次衬砌。

2.3.3 基本规定

2. 3. 3. 1 地下工程的防水等级分为 4 级，各级标准应符合《地下防水工程质量验收规范》GB 50208—2002 3. 0. 1 条的规定。

2. 3. 3. 2 地下工程的防水设防要求，应按《地下防水工程质量验收规范》GB 50208—2002 表 3. 0. 2—2 的规定选用。

2. 3. 3. 3 复合式衬砌防水工程施工前，施工单位应进行图纸会审，并编制防水工程的施工方案。

2. 3. 3. 4 塑料板防水层必须由相应资质的专业防水队伍进行施工。

2. 3. 3. 5 防水层所用塑料板及配套材料必须符合现行国家产品标准和设计要求；不合格的材料不得在工程中使用。

2. 3. 4 施工准备

2. 3. 4. 1 技术准备

(1) 施工单位应认真学习图纸，并进行图纸自审、会审工作，以便正确理解复合式衬砌防水工程施工要点。

(2) 依据工程总施工组织设计的原则，编制防水工程施工方案，明确工艺流程，指导施工。

2. 3. 4. 2 材料准备

(1) 品种规格：可供选择的缓冲层材料有两种，一种是无纺布(土工布)，另一种是聚乙烯泡沫塑料；防水层材料可选用乙烯—醋酸乙烯共聚物(EVA)、乙烯—共聚物沥青(ECB)、聚氯乙烯(PVC)、高密度聚乙烯(HDPE)、低密度聚乙烯(LDPE)类或其他性能相近的材料。常用防水膜主要技术性能见表 2. 3. 4. 2—1。

(2) 质量要求：塑料防水板、土工复合材料和内衬混凝土原材料必须符合设计要求，塑料防水板应符合下列规定：

- 1) 幅宽宜为 2~4m；
- 2) 厚度宜为 1~2mm；
- 3) 耐穿刺性好；
- 4) 耐久性、耐水性、耐腐蚀性、耐菌性好；
- 5) 塑料防水板物理力学性能应符合表 2. 3. 4. 2—2 的规定。

常用防水膜主要技术性能指标 表 2. 3. 4. 2-1

序号	项 目 名 称	材 料 名 称				
		LDPE	EVA	HDPE	ECB	PVC
1	重量(g / cm ²)	0.91	0.93	0.94	0.99	1.35~1.45
2	拉伸强度(MPa)	纵向	13.80	19.5	18.9	19
		横向	14.20	21.6	18	17.3
3	断裂延伸率(%)	纵向	548	676	896	748
		横向	606	728	900	766
4	直角撕裂强度(N / mm)	纵向	73.9	83.1	118	81
		横向	58.8	75.1	117	77.8
5	耐酸碱性	稳定	稳定	稳定	稳定	稳定
6	维卡软化温度(℃)	70		≥90		
7	脆化温度(℃)	-60		-60		-45
8	厚度×幅宽(mm)	0.8×2100	0.8×2100		0.65~1×4000	1.2×1580
9	材料利用率	中	中	高	中	低
塑料防水板物理力学性能 表 2. 3. 4. 2-2						
项 目	拉伸强度(MPa)	断裂延伸率(%)	热处理时变化率(%)	低温弯折性	抗渗性	
指标	≥12	≥200	≤2.5	-20℃无裂纹	0.2MPa24h不透水	

2. 3. 4. 3 主要机具

混凝土输送泵。

2. 3. 4. 4 作业条件

(1)喷射混凝土基面要求平整, 无明显的凹凸起伏, 无尖锐物。基层平整度应符合 $D / L = 1 / 6 \sim 1 / 10$ 的要求;

D——初期支护基层相邻两凸面凹进去的深度;

L——初期支护基层相邻两凸面间的距离。

(2)喷射混凝土强度要求达到设计强度;

(3)防水层施工时基面如有明水应采取措施堵或引排。

2. 3. 5 材料和质量要点

2. 3. 5. 1 材料的关键要求

(1)缓冲排水层选用的土工布应符合下列要求:

- 1)具有一定的厚度,其单位面积质量不宜小于 $280\text{g} / \text{m}^2$;
- 2)具有良好的导水性;
- 3)具有适应初期支护由于荷载或温度变化引起变形的能力;
- 4)具有良好的化学稳定性和耐久性,能抵抗地下水或混凝土、砂浆析出水的侵蚀。

(2)塑料防水板材的要求:

- 1)在二次衬混凝土浇筑以前,板材可以承受机械碰撞而不致损伤开裂,即要求有较大的强度和延展性能;
- 2)板材要有耐久性;
- 3)板材间的接缝必须要严密可靠,不漏水,不渗水;
- 4)施工简便,造价经济合理。

2. 3. 5. 2 技术关键要求

(1)塑料板防水层的铺设应符合下列规定:

- 1)塑料板的缓冲衬垫应用暗钉圈固定在基层上,塑料板边铺边将其与暗钉圈焊接牢固;
- 2)两幅塑料板的搭接宽度应为 100mm ,下部塑料板应压住上部塑料板;
- 3)搭接缝宜采用双条焊缝焊接,单条焊缝的有效焊接宽度不应小于 10mm ;
- 4)复合式衬砌的塑料板铺设应超前内衬混凝土的施工,距离宜于 $5\sim 20\text{m}$ 。

(2)二次衬砌采用防水混凝土时,应符合下列规定:

- 1)混凝土泵送时,入泵坍落度:墙体宜为 $100\sim 150\text{mm}$ 拱部宜 $160\sim 210\text{mm}$;
- 2)振捣不得直接接触防水板;
- 3)浇筑拱顶时应防止防水板绷紧;
- 4)混凝土浇筑至墙拱交界处,应间隔 $1\sim 1.5\text{h}$ 后方可继续浇筑;
- 5)混凝土强度达到 2.5MPa 后方可拆模;

2. 3. 5. 3 质量关键要求

(1)复合式衬砌的施工质量检验数量,应按区间或小于区间断面的结构,每 20m 检查一处,车站每 10m 检查一处,每处 10m^2 ,且不得少于 3 处。

(2)塑料板防水层的施工质量检验数量,应按铺设面积每 100m² 抽查一处,每外 10m²,但不少于 3 处。焊缝的检验应按焊缝数量抽查 5%,每条焊缝为一处,但不少于 3 处。

2.3.5.4 职业健康安全关键要求

(1)使用有毒材料时,作业人员应按规定享受劳保福利和营养补助,并应定期体检。

(2)配制和使用有毒材料时,必须穿着防护服、戴口罩、手套和防护眼镜,严禁毒性材料与皮肤接触和入口。

(3)使用易燃材料时,应严禁烟火。

(4)使用有毒材料时,施工现场应加强通风。

2.3.5.5 环境关键要求

有毒材料和挥发性材料应密封贮存,妥善保管和处理,不得随意倾倒。

2.3.6 施 工 工 艺

2.3.6.1 工艺流程

喷射混凝土基面处理—铺设缓冲层—铺设防水层—内衬混凝土施工

2.3.6.2 操作工艺

(1)基面处理:

对喷射混凝土及底板基面处理要点:

1)喷射混凝土基面平整度要求:墙面 $D/L \leq 1/6$,拱顶 $D/L \leq 1/8$ (L 为喷射混凝土相邻两凸面间的距离; D 为相邻两凸面间凹进去的深度)。

2)割除基面钢筋、管件等尖锐突出物,并在割除部位用砂浆抹成圆曲面,以免扎破防水层。

3)隧道断面变化或转弯时的阴角应抹成 $R \sim 5\text{cm}$ 圆弧。

4)底板基面要求平整,无明显的凹凸起伏。

5)喷射混凝土强度要求达到设计强度。

6)防水层施工时基面如有明水应采取措施堵或引排。

(2)铺设缓冲层

缓冲层应用暗钉圈固定在基层上,见图 2.3.6.2。

(3)铺设防水板

1)铺设防水板时,边铺边将其与暗钉圈焊接牢固。两幅防水板的搭接宽度应为 100mm,搭接缝应为双焊缝,单条焊缝的有效焊接宽度不应小于 10mm,焊接严密,不得焊焦焊穿。环向铺设时,先拱后墙,下部防水板应压住上部防水板。

2) 防水板的铺设应超前内衬混凝土的施工，其距离宜为 5~20m，并设临时挡板防止机械损伤和电火花灼伤防水板。

3) 局部设置防水板防水层时，其两侧应采取封闭措施。

(4) 防水层铺设后的保护措施

铺设防水层地段距爆破开挖工作面不应小于爆破安全距离。二次衬砌灌注混凝土时，不得损坏防水板。

(5) 防水板铺设、焊接质量检查及处理

1) 采用放大镜观察，当两层经焊接在一起的防水板无气泡、皱折，即熔为一体，表明焊接严密。

2) 焊缝拉伸强度不得小于防水板本身强度的 70%；抗剥离强度 $\geq 70\text{N/cm}$ 。

3) 密封充气检查：用 5 号针头注射，针头插入两条焊缝中间空腔，用人工气筒打气检查。当压力达到 0.10~0.15MPa 时，保持该压力时间不少于 1min，焊缝和材料都不发生破坏。

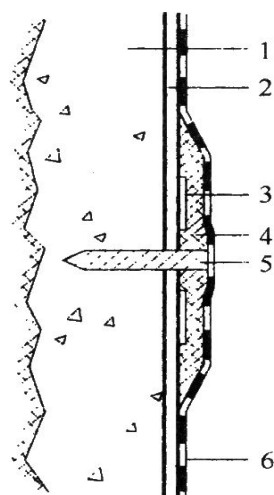


图 2.3.6.2 暗钉圈固定

缓冲层示意图 1—初期支护；2—缓冲层；3—热塑性圆垫圈 4—金属垫圈；5—射钉；6—防水板

4) 对漏焊部位用电烙铁补焊。

5) 防水板如有小孔洞破损，则应用剪刀取小块防水板，铺设于破损处用压焊机进行焊补；如破损面积较大，则用比破损面积大的防水板应用压焊机、电烙铁或塑料热风焊枪沿其周边焊接，对于焊补防水板缝应采用放大镜肉眼检查。

(6) 防水层破损的检查与修补

在精心进行防水施工的同时，对下道工序二次衬砌模注混凝土施工进行跟踪，如因二次衬砌模注混凝土施工造成防水板破损，应立即作出明显标记，以便不遗漏地修补破损防水板。

(7) 内衬混凝土施工

内衬混凝土施工时应符合下列规定：

- 1) 振捣不得直接接触及防水板；
- 2) 浇筑拱顶时应防止防水板绷紧。

2. 3. 7 质量标准

2. 3. 7. 1 主控项目

(1) 塑料防水板、土工复合材料和内衬混凝土原材料必须符合设计要求。

检验方法：检查出厂合格证、质量检验报告和现场抽样试验报告。

(2) 塑料板的搭接缝必须采用焊接法，使其焊接牢固封闭严密，不得有渗漏。

检验方法：双焊缝间空腔内充气检查。

(3) 防水混凝土的抗压强度和抗渗压力必须符合设计要求。

检验方法：检查混凝土抗压、抗渗试验报告。

(4) 施工缝、变形缝、穿墙管道、埋设件等细部构造做法，均须符合设计要求，严禁有渗漏。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

2. 3. 7. 2 一般项目

(1) 塑料板防水层的基面应坚实、平整、圆顺，无漏水现象；阴阳角处应做成圆弧形。

检验方法：观察和尺量检查。

(2) 塑料板的铺设应平顺并与基层固定牢固，不得有下垂、绷紧和破损现象。

检验方法：观察检查。

(3) 塑料板搭接宽度的允许偏差为-9mm。

检验方法：尺量检查。

(4) 二次衬砌混凝土渗漏水量应控制在设计防水等级要求范围内。

检验方法：观察检查和渗漏水测量。

(5) 二次衬砌混凝土表面应坚实、平整，不得有漏筋、蜂窝等缺陷。

检验方法：观察检查。

2. 3. 8 成品保护

2.3.8.1 在铺设防水层的隧道地段要保证安全。安全距离要大于隧道开挖面的安全距离。不要让爆破隧道开挖面的飞石砸坏防水层。

2.3.8.2 在浇筑二次衬混凝土时不要损坏已铺设好的防水层。对二次衬混凝土的施工要进行跟踪，如有破坏防水层的情况要及时修补，绝不能在没有修补好的防水层上浇筑二次衬混凝土。

2.3.9 安全环保措施

2.3.9.1 工程开工前，编写施工现场供、排水方案，建立健全用水管理制度，增强全体施工人员的节约用水意识和环境保护意识。

2.3.9.2 施工现场四周实行全封闭式施工管理，防止施工过程中产生的有害物资向外弥散，造成大气污染。

2.3.10 质量记录

参见《地下防水工程质量验收规范》GB 50208--2002 及《地下工程防水技术规范》GB 50108--2001 中的有关质量记录。

2.4 沉井防水施工工艺与质量标准

2.4.1 总 则

2.4.1.1 适用范围

本标准适用于工业与民用建筑的地下工程，可用于各类钢筋混凝土筒身的防水施工，如工业与民用建筑的深坑、地下室、水泵房、设备深基础、桥墩、码头等沉井工程。

2.4.1.2 编制参考标准及规范

- (1)《地下工程防水技术规范》GB 50108--2001
- (2)《地下防水工程质量验收规范》GB 50208--2002
- (3)《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300--2001

2.4.2 术语、符号

2.4.2.1 术语

(1)地下防水工程：指对工业与民用建筑地下工程、防护工程、隧道及地下铁道等建(构)筑物进行防水设计、防水施工各维护管理等各项技术工作的实体。

(2)防水等级：根据地下工程的重要性和使用中对防水的要求，所确定结构允许渗漏水量的等级标准。

(3)沉井：是在地面或地坑上，先制作开口钢筋混凝土筒身，达到一定强度后，在井筒内分层挖土、运土，随着井内土面逐渐降低，沉井筒身借其自重或采用附加措施协助其克服与土壁之间的摩阻力，不断下沉而就位的一种深基础或地下工程施工工艺，深度可达 50m。

2. 4. 3 基本规定

2. 4. 3. 1 沉井防水等级分为 4 级，各级标准应符合表 2. 4. 3. 1 的规定。

表 2. 4. 3. 1

防水等级	标 准
1 级	不允许渗水，结构表面无湿渍
2 级	不允许漏水，结构表面可有少量湿渍。工业与民用建筑：湿渍总面积不大于总防水面积的 1‰，单个湿渍面积不大于 0.1m ² ，任意 100m。防水面积不超过 1 处。其他地下工程：湿渍总面积不大于总防水面积的 6‰，单个湿渍面积不大于 0.2m ² ，任意 100m。防水面积不超过 4 处
3 级	有少量漏水点，不得有线流和漏泥砂。单个湿渍面积不大于 0.3m ² ，单个漏水点的漏水量不大于 2.5L / d，任意 100m ² 防水面积上的漏水点不超过 7 处
4 级	有漏水点，不得有线流和漏泥砂。整个工程平均漏水量不大于 2L / m ² · d，任意 100m ² 防水面积的平均漏水量不大于 4L / m ² · d

2. 4. 3. 2 施工前，施工单位应进行图纸会审，掌握工程主体及细部构造的防水技术要求，并编制防水工程的施工方案。

2. 4. 3. 3 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，并有完整的检查记录。未经建设(监理)单位对上道工序的检查确认，不得进行下道工序的施工。

2. 4. 3. 4 必须由相应资质的专业队伍进行施工，主要施工人员应持有建筑行政主管部门或其指定单位颁发的执业资格证书。

2. 4. 3. 5 所使用的防水材料、应有产品的合格证书和性能检测报告，材料的品种、规格、性能等应符合现行国家产品标准和设计要求。不合格的材料不得在工程中使用。

2. 4. 4 施工准备

2. 4. 4. 1 技术准备

(1) 在沉井施工地点进行钻探，了解该处地质和地下水文情况及地下埋设物，障碍物情况，绘制地质剖面图。

(2) 根据工程特点、地质水文情况、施工设备条件及技术的可行性，编制切实可行的实施方案和技术措施。

(3)进行技术交底,使施工人员了解并熟悉工程结构、地质和水文情况、了解沉井制作和下沉施工技术要点、安全措施、质量要求及可能遇到的各种问题和处理方法。

2.4.4.2 材料要求

(1)水泥品种应按设计要求选用,其强度等级不应低于 32.5MPa,不得使用过期或受潮结块的水泥;

(2)碎石或卵石的粒径宜为 5~40mm,含泥量不得大于 1%,泥块含量不得大于 0.5%;

(3)砂宜用中砂,含泥量不得大于 3%,泥块含量不得大于 1%;

(4)拌制混凝土所用的水,应采用不含有害物质的洁净水。

(5)外加剂的技术性能,应符合国家或行业标准一等品及以上的质量要求。

(6)粉煤灰的级别不应低于 II 级,掺量不宜大于 20%,硅粉掺量不应大于 30%,其他掺合料的掺量应通过试验确定。

2.4.4.3 主要机具

(1)沉井制作机具设备包括模板、钢筋加工常规机具设备、混凝土搅拌机、自卸汽车、机动翻斗车、手推车、插入式振动器等。

(2)沉井下沉机具设备包括履带式起重机、塔式起重机、出土吊斗等。

(3)排水机具设备包括离心式水泵或潜水泵。

2.4.4.4 作业条件

(1)场地已平整至要求标高,按施工要求拆迁沉井周边的破坏棱体范围内地上障碍物,如房屋、电线杆、树木及其他设施,清除地面下 3m 以内的地下埋设物,如上下水管道,电缆线路及基础、设备基础和人防设施等。

(2)按施工总平面图布置,已修建临时设施、修筑道路、排水沟、截水沟、安设临时水、电线路、安设施工设备、并试水、试电、试运转。

(3)按设计总图和沉井平面布置要求,已设置测量控制网和水准基点,进行定位放线,定出沉井中心轴线和基坑轮廓线,作为沉井制作和下沉定位的依据。在原有建筑物附近下沉的沉井,应在原建筑物上设置沉降观测点,定期进行沉降观测。

2.4.5 材料和质量要点

2.4.5.1 材料的关键要求

(1)水泥用量不得小于 300kg / m²,掺有活性掺合料时,水泥用量不得少于 280kg / m²。

(2)非泵送施工混凝土坍落度不宜大于 50mm,泵送施工时,入泵坍落度宜为 100~140mm。

(3)拌制混凝土所用材料的品种、规格和用量，每工作班检查不应少于两次。每盘混凝土各组成材料计量结果的偏差符合表 2. 4. 5. 1-1 规定。

表 2. 4. 5. 1-1

混凝土组成材料	每盘计量	累计计量
水泥、掺合料	±2	±1
粗、细骨料	±3	±2
水、外加剂	±2	±1

(4)混凝土在浇筑地点的坍落度，每工作班至少检查两次，混凝土坍落度允许偏差应符合表 2. 4. 5. 1-2 规定：

要求坍落度 (mm)	允许偏差 (mm)
≤40	±10
50~90	±15
≥100	±20

2. 4. 5. 2 技术关键要求

(1)试配要求的抗渗水压值应比设计值高 0. 2MPa

(2)砂率宜为 35%~45%，灰砂比宜为 1：2~1：2. 5

(3)水灰比不得大于 0. 55。

(4)选用的遇水膨胀止水带应具有缓胀性能，其 7d 的膨胀率不应大于最终膨胀率的 60% / 6。

(5)防水混凝土抗渗性能，应采用标准条件下养护的混凝土抗渗试件作试验结果评定，试件应在浇筑地点制作。

2. 4. 5. 3 质量关键要求

(1)水平施工缝浇灌混凝土前，应将其表面浮浆和杂物清除，先铺净浆，再铺 30~50mm 厚 1：1 水泥砂浆或涂刷混凝土界面处理剂，并及时浇混凝土。

(2)遇水膨胀止水条应牢固地安装在缝表面或预留槽内。

(3)采用中埋式止水带时，应确保位置准确，固定牢靠。

(4)固定模板的螺栓穿过混凝土井壁时，螺栓部位的防水处应符合以下规定：

防水混凝土结构内部设置的各种钢筋或绑扎钢丝，不得接触模板。固定模板用的螺栓必须穿过混凝土结构时，可采用工具式螺栓加堵头，螺栓上应加焊方形止水环，拆模后应采取加强防水措施，将留下的凹槽封堵密实，并宜在迎水面涂刷防水涂料。

(5)沉井的干封底应符合下列规定：

1)地下水应降至底板高程 500mm 以下,降水作业应在底板混凝土达到设计强度,且沉井内部结构完成并满足抗浮要求后,方可停止。

2)封底前井壁与底板连接部位凿毛并清理干净。

3)待垫层混凝土达到 50%设计强度后,浇筑混凝土底板,应一次浇筑,分格连续对称进行。

4)降水用的集水井应用微膨胀混凝土填筑密实。

(6)沉井水下封底应符合下列规定:

1)封底混凝土水泥用量宜为 $350\sim 400\text{kg}/\text{m}^2$,砂率为 45%~50%,砂宜采用中、粗砂,水灰比不宜大于 0.6,骨料粒径以 5~40mm 为宜。水下封底宜采用水下不分散混凝土。

2)封底混凝土应在沉井全部底面积上连续均匀浇筑,浇筑时导管插入混凝土深度不宜小于 1.5m。

3)封底混凝土应达到设计强度要求后,方可从井内抽水,并检查封底质量,对渗漏水部位进行堵漏处理。

2.4.6 施工工艺

2.4.6.1 工艺流程

场地整平—放线—挖土 3~4m 深—夯实基底抄平放线验线—铺砂垫层—挖刃脚土模—安设刃脚铁件,绑钢筋—支刃脚,井身模板—浇筑混凝土—养护、拆模—外围槽灌砂—抽出垫木拆砖座。

2.4.6.2 操作工艺

(1)混凝土搅拌:

防水混凝土应用机械搅拌,先将砂、石子、水泥一次倒入搅拌筒内搅拌 0.5~1.0min,再加水搅拌 1.5~2.5min,外加剂最后加入;搅拌前粉状外加剂应用拌合水稀释均匀,搅拌时间可适当延长 1~1.5min。但搅拌掺引气剂的防水混凝土时,因其含气率与搅拌时间有关,不可过长,以免气泡消失,搅拌时间应控制在 1.5~2.0min。

(2)模板支设:

模板要求表面平整,拼缝严密,吸湿性小,支撑牢固,墙模板采用对拉螺栓固定时,应在螺栓中间加止水片,见图 2.4.6.2-1~2。管道、套管等穿墙时,应加焊止水环,并须满焊。

(3)混凝土运输:

混凝土从搅拌机卸出后,应及时用翻斗车、自卸翻斗车、手拉胶轮或吊斗运送到浇灌地点;道路应平整,并尽量减少运输中转环节,以防混凝土产生离析,水泥浆流失;如发现有离析现象,在浇灌前应进行二次拌合。

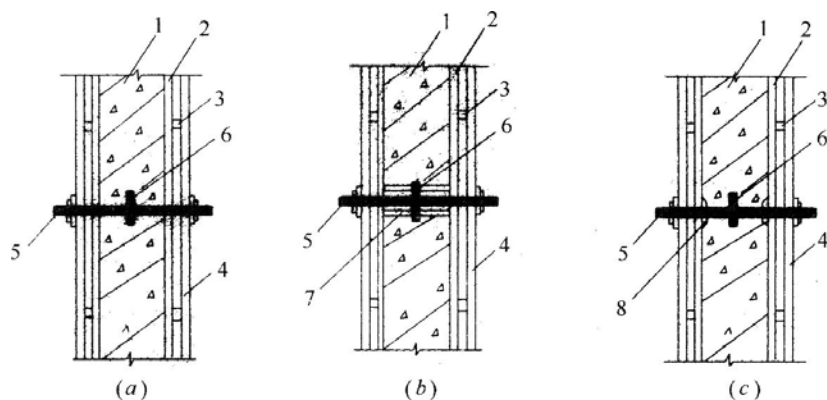


图 2. 4. 6. 2-1 预埋螺栓套管方法

(a)螺栓加焊止水环(b)预埋套管(c)螺栓加堵头

1—地下防水结构；2 模板；3 横撑木；4—立楞木；5—螺栓；6—止水片；
7—套管(拆模后螺栓出，内用膨胀水泥砂浆封堵)；8—堵头(拆模后，将螺栓沿坑底割去用膨胀水泥砂浆封堵)

(4)混凝土浇灌：

拌好的混凝土要及时浇筑，常温下应在 30min 内运至现场，于初凝前浇筑完毕；如运距较远或气温较高时，宜掺缓凝型减水剂。混凝土浇筑时的坍落度：对厚度大于或等于 25cm 的结构宜为 1~3cm；厚度小于 25cm 及钢筋稠密的结构宜为 3~5cm。混凝土入模时的自由倾落高度不应超过 2.0m，超过时应用串筒、溜槽、溜管或开门子下料，进行分段分层均匀连续浇筑，分层厚度为 25~30cm，相邻浇筑面必须均衡，不留垂直高低槎，必须

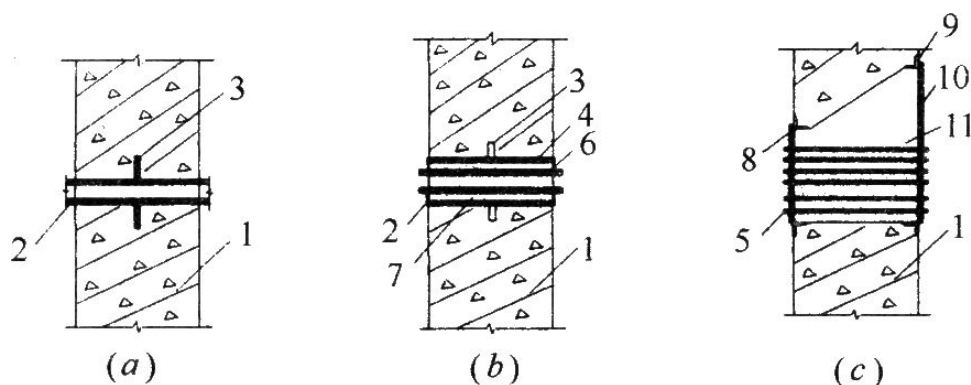


图 2. 4. 6. 2-2 预埋管道、套管方法

(a)固定式穿墙管；(b)套管式穿墙管(c)群管做法

1 一地下防水结构；2 预埋套管；3 一止水环；4 一预埋管道；5 一安装管道；

6 防水石膏；7 细石混凝土或砂浆；8—封 I：J 钢板；9 一固定角钢；10～浇筑口；11 一柔性材料留槎时，应做成斜面，其坡度不大于 $1/7$ 。

(5) 混凝土振捣

防水混凝土应采用机械振捣，插入式振捣器插点间距不应大于 50cm；振捣时间宜为 10~30s，振捣到表面泛浆无气泡为止，避免漏振、欠振和超振；表面再用铁锹拍平拍实，待混凝土初凝后用铁抹子抹压，以增加表面致密性。

(6) 施工缝的位置及接缝形式

防水混凝土结构应尽量不留或少留施工缝。必须留设时，底板和顶板只允许留垂直施工缝，留在结构上的变形缝或后浇带缝处；墙体只允许留水平施工缝，其他位置留在底板面上部 200~300mm 处，不得留在剪力、弯矩最大处或底板与墙交接处；如墙体需留垂直施工缝时，应留在结构变形缝、后浇带缝处。墙体水平施工缝的形式可做企口缝、高低缝、平缝、平缝加止水钢板、橡胶止水带或遇水膨胀橡胶止水条等(2. 4. 6. 2—3 图)。止水片采用钢板时，接缝处用电弧焊封闭焊接；用橡胶或塑料止水带应用热融或胶结。如墙体采用垂直施工缝时，亦应留在结构的变形缝或后浇带缝处，一般留平缝埋设遇水膨胀橡胶止水条、橡胶止水带或钢板止水片，以延长渗漏路线。

(7) 施工缝处理

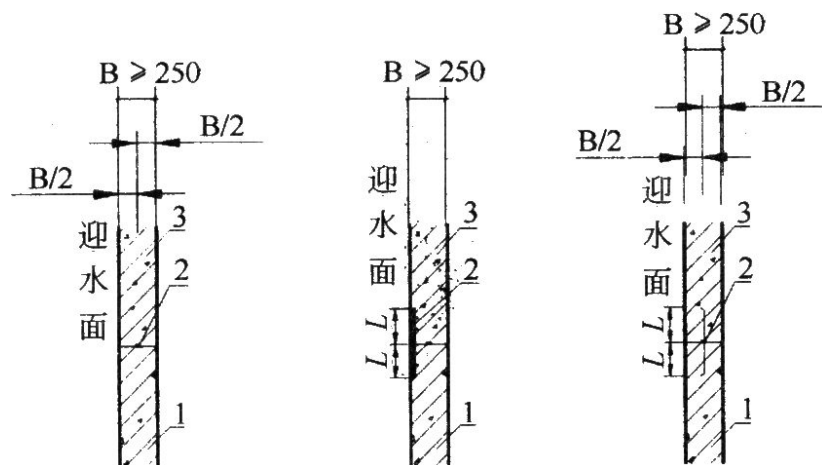


图 2. 4. 6. 2-3 防水混凝土结构施工缝形式构造

(a) 施工缝

防水基本构造(一) 1 先浇混凝土；2 一遇水膨胀止水条；

3 一后浇混凝土

(b) 施工缝

防水基本构造(二)外贴止水带 $L \geq 150$ ，外涂防水材料 $L = 200$ ，外抹防水砂浆 $L = 200$ ，1—先浇混凝土；2—外贴防水层；3—后浇混凝土

(c) 施工缝

防水基本构造(三)钢板止水带 $L \sim 100$ ，橡胶止水带 $L \sim 125$ ，钢边橡胶止水带 $L \sim 120$ ，1—先浇混凝土；2—中埋止水带；3—后浇混凝土

施工缝新旧混凝土接槎处，继续浇筑前，施工缝应凿毛，清除浮浆及松散石子，用水清洗保持湿润，用聚合物水泥或水泥基渗透结晶型防水涂料处理，也可采用相同等级减半石子混凝土或去石子水泥砂浆先铺 20~25mm 厚一层，然后继续浇筑混凝土。

(8) 养护

防水混凝土浇筑后 4~6h 应覆盖浇水养护，3d 内每天浇水 4~6 次，以后每天浇水 2~3 次，养护时间不少于 14d。

(9) 拆模

防水混凝土结构须在混凝土强度达到 409 / 6 以上时，方可在其上面继续进行下道工序，达到 70% 时，方可拆模。

(10) 冬期施工

混凝土冬期施工，当气温在 5°C 以下宜采用综合蓄热法，搅拌用水适当加热，并适当掺加早强型外加剂，使混凝土浇筑入模温度不低于 5°C ；模板及混凝土表面用塑料薄膜和草垫进行严密覆盖保温；拆模时，混凝土结构表面与周围的气温差值不得超过 15°C 。拆模后地下结构应及时分层回填土并夯实，不得长期暴露，以避免干缩和温差产生裂缝，并有利于混凝土后期强度的增长和抗渗性能的提高；冬期施工不宜采用蒸汽养护法或电热养护法。

2. 4. 7 质量标准

2. 4. 7. 1 主控项目

(1) 防水混凝土的原材料、配合比及坍落度必须符合设计要求。

检验方法：检查出厂合格证、质量检验报告、计量措施和现场抽样试验报告。

(2) 防水混凝土的抗压强度和抗渗压力必须符合设计要求。

检验方法：检查混凝土抗压、抗渗试验报告。

(3) 防水混凝土的变形缝、施工缝、后浇带、穿墙管道、埋设件等设置和构造，均须符合设计要求，严禁有渗漏。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

2. 4. 7. 2 一般项目

(1) 防水混凝土结构表面的裂缝宽度不应大于 0.2mm，并不得贯通。

检验方法：用刻度放大镜检查。

(2)防水混凝土结构表面应坚实、平整、不得有露筋、蜂窝等缺陷，埋件位置应正确。

检验方法：观察和尺量检查。

(3)防水混凝土结构厚度不宜小于 250mm，其允许偏差为 $\pm 13\text{mm}$ 、 -9mm ；迎水面钢筋保护层厚度不应小于 55mm ，其允许偏差为 $\pm 9\text{mm}$ 。

检验方法：尺量检查和检查隐蔽工程验收记录。

2. 4. 8 成品保护

2. 4. 8. 1 保证钢筋、模板的位置正确，防止踩踏钢筋和碰坏模板支撑。

2. 4. 8. 2 保护好预埋穿墙管、电线管、电线盒、预埋铁件及止水片(带)的位置正确，并固定牢靠，防止振捣混凝土时碰动，造成位移，挤偏和表面铁件进混凝土内。

2. 4. 8. 3 在拆模和吊运其他物件时，应避免碰坏施工缝止水片(带)。

2. 4. 8. 4 拆模后应及时回填土，防止地基被水浸泡，造成不均匀沉陷，或长时间暴晒导致出现温度收缩裂缝。

2. 4. 8. 5 沉井下沉第一节混凝土应达到设计强度的 100%，其上各节达到 70 %以后方可开始下沉。

2. 4. 8. 6 深井垫架拆除、下沉系数、封底厚度和封底后的抗浮稳定性均应通过计算确定以满足设计要求，避免使沉井出现裂缝，不能下沉和上浮。

2. 4. 9 安全环保措施

2. 4. 9. 1 沉井施工前，应查清沉井部位的地质水文及地下障碍物情况，摸清对邻近建筑物、地下管道等设施的影响情况，并采取有效措施，防止施工中出现问題，影响正常安全施工。

2. 4. 9. 2 混凝土搅拌机及配套机械作业前，应进行无负荷试运转，运转正常后再开机作业。

2. 4. 9. 3 混凝土振动器操作人员应穿胶鞋，戴绝缘手套，振动器应有防漏电装置，不得挂在钢筋上作业。

2. 4. 9. 4 使用钢质模板应有导电措施，并设接地线，防止机械漏电，造成触电事故。

2. 4. 9. 5 墙、柱模板固定应避免采用穿钢丝拉结，固定结构内部设置的紧固钢筋及绑扎钢丝不得接触模板，以免形成渗漏水通道，引起局部渗漏。

2. 4. 9. 6 混凝土浇筑前应严格控制水灰比，防止随意的大坍落度，浇灌应分层均匀进行，振实，避免漏振、欠振、过振，或将止水片(带)振偏或未按要求处理施工缝而造成渗漏水。

2.4.9.7 如地下水位较高,应采取措施将地下水位降低至底板以下 0.5m ,直至地下结构完成,回填完毕,以防止地基浸泡造成不均匀沉降,引起结构裂缝。

2.4.10 质量记录

2.4.10.1 图纸会审记录

2.4.10.2 隐蔽验收记录

2.4.10.3 水泥、钢筋、外加剂的合格证及检验报告

2.4.10.4 沉降观测记录

2.4.10.5 砂、石的检验报告

2.4.10.6 混凝土施工记录

2.4.10.7 土密实度检测记录

2.4.10.8 设计变更单

2.5 高压喷射帷幕防水施工工艺与质量标准

2.5.1 总 则

2.5.1.1 适用范围

适用于淤泥、淤泥质土、黏性土、粉土、砂土、湿陷性黄土、人工填土、碎石土等的地基加固;可用于既有建筑和新建筑的地基处理,深基坑侧壁挡土或挡水,基坑底部加固防止管涌和隆起,坝的加固与防渗帷幕等工程。但对含有较多大粒块石、坚硬黏性土、大量植物根基或含过多有机质的土以及地下水流过大、喷射浆液无法在注浆管周围凝聚的情况下,不宜采用。

2.5.1.2 编制参考标准及规范

- (1)《地下工程防水技术规范》GB 50108--2001
- (2)《地下防水工程质量验收规范》GB 50208--2002
- (3)《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120~99
- (4)《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300--2001

2.5.2 术语、符号

2.5.2.1 术语

(1)高压喷射注浆法:是将带有特殊喷嘴的注浆管置入土层的预定深度后,以 20MPa 以上的高压喷射流,使浆液与土搅拌混合,硬化后在土中形成防渗帷幕的一种注浆方法。高压喷射注浆分单管法、二重管法、三重管法、多重管法,根据喷射材料分旋喷注浆法、喷粉法,加固形状可分为柱状、壁状和块状。

(2)旋喷注浆法:又称旋喷法,是利用钻机把带有特殊喷嘴的注浆管钻进至土层的预定位置后,用高压脉冲泵,将水泥浆液通过钻杆下端的喷射装置,向

四周以高速水平喷入土体，借助流体的冲击力切削土层，使喷流射程内土体遭受破坏，与此同时钻杆一面以一定的速度(20r / min)旋转，一面低速(15~30cm / min)徐徐提升，使土体与水泥浆充分搅拌混合胶结硬化后即在地基中形成直径比较均匀，具有一定强度(5~8MPa)的圆柱体(r6 为旋喷桩)，从而使地基得到加固并具备隔渗能力。

(3)单管法：用一根单管喷射高压水泥浆液作为喷射流的旋喷法。

(4)二重管法：用同轴双通道二重注浆管复合喷射高压水泥浆和压缩空气两种介质，以浆液作为喷射流，但在其外围裹着一圈空气流成为复合喷射流的旋喷法。

(5)三重管法：同轴三重注浆管复合喷射高压水流和压缩空气，并注入水泥浆液。由于高压水射流的作用，使地基中一部分土粒随着水、气排出地面，高压浆流随之填充孔隙的旋喷法。

(6)喷粉桩：采用喷粉桩基成孔，运用粉体喷射搅拌法(喷粉法)原理，用压缩空气将粉体(水泥或石灰)输送到钻头，并以雾状喷射到加固地基的土层中。借钻头的叶片旋转，加以搅拌使充分混合，形成水泥(或石灰)土桩体，与原地基构成复合地基，从而使地基得到加固并具备隔渗能力。

2. 5. 3 基本规定

2. 5. 3. 1 高压喷射注浆法适用于处理淤泥、淤泥质土、黏性土、粉土、黄土、砂土、人工填土和碎石土等地基。当土中含有较多的大粒径块石、坚硬黏性土、大量植物根茎或过多的有机质时，应根据现场试验结果确定其适用程度。

2. 5. 3. 2 高压喷射注浆法可用于既有建筑和新建建筑的地基处理、深基坑侧壁挡土或挡水、基坑底部加固、防止管涌与隆起、坝的加固与防渗帷幕等工程。

2. 5. 3. 3 高压喷射注浆用作防渗帷幕时，应根据防渗要求进行设计计算。

2. 5. 3. 4 在制定高压喷射注浆方案时，应掌握场地的工程地质、水文地质和建筑结构设计资料等。对既有建筑尚应搜集竣工和现状观测资料、邻近建筑和地下埋设物等资料。

2. 5. 3. 5 高压喷射注浆方案确定后，施工前应通过试验确定灌浆长度、灌浆孔距、灌浆压力等有关技术参数。灌浆长度根据岩土裂隙发育程度、松散情况、渗透性以及灌浆设备能力等条件选定。在一般地质条件下，段长多控制在5~6m；在岩土质严重松散、裂隙发育、渗透性强的情况下，宜为2~4m。所用压力大小视钻孔深度、岩土性质以及所注浆液的浓度而定，一般为0.3~0.6MPa。

2. 5. 4 施工准备

2. 5. 4. 1 技术准备

高压喷射注浆施工前应进行调查, 搜集下列有关资料:

(1) 工程地质纵横剖面图及工程地质、水文地质资料, 如围岩孔隙率、渗透系数、节理裂隙发育情况、涌水量、水压和软土地层颗粒级配、土的标准贯入试验值及其物理力学指标等;

(2) 工程开挖中工作面的岩性、岩层产状、节理裂隙发育程度及超、欠挖值等。

2. 5. 4. 2 材料要求

(1) 旋喷使用的水泥应采用新鲜无结块普通硅酸盐水泥。为消除离析, 一般再加入水泥用量 3% 的陶土、0. 9% 的碱。浆液宜在旋喷前 1h 以内配制, 使用时滤去硬块、砂石等, 以免堵塞管路和喷嘴。

(2) 喷粉使用的粉体固化剂为普通水泥, 要求新鲜无结块, 入罐时应经筛网过筛, 最大粒度不超过 5mm, 不得含有纸屑、塑料布、石子等杂质; 石灰用磨细生石灰, 最大粒径应小于 0. 2mm, 要求地质纯净无杂质, 含氧化钙和氧化镁的总和应不少于 85%, 其中氧化钙的含量应不低于 80%。

2. 5. 4. 3 主要机具(表 2. 5. 4. 3)

旋喷施工主要机具和参数 表 2. 5. 4. 3

项目			单管法	二重管法	三重管法
参数	喷嘴孔径(mm)		φ 2~3	φ 2~3	φ 2~3
	喷嘴个数		2	1~2	1~2
	旋转速度(r / min)		20	10	5~15
	提升速度(mm / min)		200~250	100	50~150
机具性能	高压泵	压力(MPa)	20~40	20~40	20~40
		流量(L / min)	60~120	60~120	60~120
	空压机	压力(MPa)		0. 7	0.7
		流量(L / min)		1~3	1~3
	泥浆泵	压力(MPa)			3~5
		流量(L / min)			100~150
浆液配合比：水：水泥：陶土：碱			(1~1.5)： 1： 0.03： 0.0009		

2. 5. 4. 4 作业条件

(1)施工前应平整场地，场地低洼时应回填黏性土料，不得回填杂填土；工作地表面层硬壳很薄时，需先铺填砂、砾石垫层，以便机械在场内顺利移动和施钻。如场内桩位有障碍物，例如木桩、石块等应排除。

(2)挖排污沟、集污坑，有利于机具设备移位，减少对环境的污染。

(3)机械设备配置到位：钻机、空气压缩机、高压泵、泥浆泵等。

2. 5. 5 材料和质量要点

2. 5. 5. 1 材料的关键要求

高压喷射注浆的主要材料为水泥，对于无特殊要求的工程，宜采用强度等级为 32. 5MPa 的普通硅酸盐水泥。根据要求可加入适量的速凝、悬浮或防冻等外加剂及掺合料。

2. 5. 5. 2 技术关键要求

(1)旋喷注浆参数在正式施工前应通过现场试验进行调整、确定。

(2)水泥浆液的水灰比应按工程要求确定，可取 1. 0~1. 5，常用 1. 0 水泥在使用前需作质量复核。搅拌水泥浆所用的水，应符合《混凝土拌合用水标准》JGJ 63—89 的规定。

(3)钻机与高压喷射法浆泵的距离不宜过远。钻孔位置与设计位置的偏差不得大于 50mm，钻孔垂直度应控制在 1% 以内，并应根据土质情况确定钻子 L 时是否采取护壁措施。

(4)插管时喷射管允许倾斜度不得大于 1. 5%，并注意观察成孔情况，以确定是否射水、进风。

(5)旋喷作业时必须时刻检查水压、风压、浆压、及水量、风量、浆量和喷射管转速、提升速度等是否符合要求，旋喷管分段提升的搭接长度不得小于 100mm。

(6)在高压喷射注浆过程中出现压力骤然下降、上升或大量冒浆等异常情况时，应查明产生的原因并及时采取措施。

(7)高压旋喷注浆完毕后应迅速拔出注浆管。为了防止浆液凝固收缩，必要时可在原位采用冒浆回灌或第二次注浆等措施。

(8)施工中应作详细记录。记录实际孔位、孔深、孔内的地下障碍物、洞穴、涌水、漏水及与地质报告不符合的情况、施工过程中因故中断和出现的异常现象等。

2. 5. 5. 3 质量关键要求

(1)旋喷深度、直径、抗压强度和透水性应符合设计要求。

(2)桩身应连续均匀密实，用实物冲击有坚实感，不得出现漏喷现象。

(3)随机对开挖的桩体切取试样进行 28d 立方体无侧限强度和压缩试验，应满足设计强度和压缩模量要求。

2. 5. 5. 4 职业健康安全关键要求

- (1)空压机的压力不需要很高，风量不宜过大。
- (2)钻机及桅杆安装在载体上，在地面上进行操作，要满足耐压力要求。
- (3)喷粉桩的粉料采用石灰时，在施工现场要设置石灰池，石灰粉要遮盖，防止遇雨水产生化学反应，溅伤皮肤及眼睛，施工人员要佩戴防护眼镜。
- (4)钻头提升距地面 30~50cm 应停止喷粉，以防溢出地面。

2. 5. 5. 5 环境关键要求

- (1)现场要挖好排污沟、集污坑，既有利于机具设备移位，又减少对环境的污染。
- (2)施工喷粉桩要防止飞粉污染。

2. 5. 6 施工工艺

2. 5. 6. 1 工艺流程

放线定位——钻机就位——钻孔——插管——喷射作业——冲洗

2. 5. 6. 2 操作工艺

- (1)钻机就位将钻机安放在设计的孔位上，并使钻杆轴线垂直对准钻孔中心的位置。
- (2)钻孔 对于标准贯入系数小于 40 的砂土和黏性土层，单管旋喷常使用 76 型旋转振动钻机。当遇到比较坚硬的土层时宜用地质钻机钻孔。一般在二重管和三重管旋喷法施工中，都采用地质钻机钻孔。
- (3)插管 插管是将旋喷管插入预定的深度。使用 76 型震动钻机钻子 L 时，插管与钻孔两道工序合而为一，钻孔完毕，插管作业即完成。使用地质钻机钻孔完毕，须拔出岩芯管，并将钻机移位，换上高喷台车，将喷射管插入预定深度。
- (4)喷射作业 当喷射管插入预定深度后，即可喷射注浆。在喷射注浆参数达到规定值后，随即提升喷射管，由下而上喷射注浆。
- (5)冲洗喷射施工完毕后，应把注浆管等机具设备内残存的水泥浆冲洗干净。
- (6)移动机具将钻机等机具设备移到新孔位上。

2. 5. 7 质量标准

2. 5. 7. 1 主控项目

使用材料的各种指标，包括水泥和各种外加剂，必须符合设计要求。
检验方法：材料出厂证明、合格证、试验报告及施工日志。

2. 5. 7. 2 一般项目

(1) 桩径、深度及水泥土质量，必须符合设计要求。

检验方法：一般成桩后开挖桩体，测量桩身直径、桩体连续均匀程度，要求粘结牢固，无孔洞、不松散、无裂隙、桩质坚硬、灰体强度高。在开挖出来的桩体中切取 100mm×100mm× 100mm 立方体，在正常养护下进行强度、压缩试验。

(2) 经养护后进行载荷试验，试验桩体强度，应符合设计要求。

检验方法：采用十字型钢排架、钢筋混凝土地锚，用千斤顶加载或用重物加载法。

2. 5. 8 成品保护

施工完成后，不允许在其附近随意堆放重物，防止桩体变形。开挖过程中要避免碰撞桩体造成损害。

2. 5. 9 安全环保措施

2. 5. 9. 1 钻机安装就位后，底座应平稳，在钻进和运行中不应产生位移及沉陷。

2. 5. 9. 2 施工现场用电必须执行《施工现场临时用电安全技术 规范》JGJ 46—88。

2. 5. 9. 3 施工现场的强噪声机械(如：空压机等)要设置封闭的机械棚以尽量减少强噪声的扩散。

2. 5. 9. 4 运输车辆进入现场后必须按限速行驶，禁止鸣笛，以减少噪声。

2. 5. 9. 5 工程开工前，编写施工现场供、排水方案，建立健全用水管理制度，增强全体施工人员的节约用水意识和环境保护意识。

2. 5. 9. 6 严格按照方案要求完善现场供、排水设施，所有排水沟道均用砖砌并用水泥砂浆抹面，施工现场的排污沟等均应经沉淀、过滤处理后才能排入市政排污管线中。

2. 5. 9. 7 施工现场四周实行全封闭式施工管理，防止施工过程中产生的粉尘向外弥散，造成大气污染。

2. 5. 10 质 量 记 录

2. 5. 10. 1 水泥的出厂证明及复验报告

2. 5. 10. 2 外掺料的出厂合格证

2. 5. 10. 3 载荷试验记录

2. 5. 10. 4 补喷孔位平面示意图

2. 5. 10. 5 高压喷射注浆法的施工记录

2. 5. 10. 6 水泥浆试配申请单和试验室签发的配合比通知单

2. 5. 10. 7 桩体强度试验报告

2. 6 手掘式顶管施工工艺与质量标准

2. 6. 1 总 则

2. 6. 1. 1 适用范围

顶管工艺的选择,应根据管道所处土层性质、管径、地下水位、附近地上或地下建筑物、构筑物等各种设施情况,经技术经济比较后确定。顶管工艺大致可分为:手掘式顶管工艺、挤压式顶管工艺、土压平衡顶管工艺、泥水平衡式顶管工艺和挤密土层顶管工艺。

本标准介绍的是手掘式顶管式工艺。手掘式顶管施工适用于土质较好的黏性土或砂性土层中,且管径在 80cm 以上。如地下水位较高,则需要采用井点降水等辅助施工措施;不适用于曲率半径小和软土地层的施工。

2. 6. 1. 2 编制参考标准及规范

- (1)《给水排水管道工程质量验收规范》GB 50268--2001
- (2)《市政排水管渠工程质量检验评定标准》GJJ 3—1990
- (3)《混凝土和钢筋混凝土排水管》GB / T 11836--1999
- (4)《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300--2001
- (5)《地下防水工程施工质量验收规范》GB 50208--2002
- (6)《地下工程防水技术规范》GB 50108--2001

2. 6. 2 术 语

2. 6. 2. 1 术语

(1)顶管段单元长度:指不采用中继间时计算所能顶进的管段长度。此长度由管径、管道所处土层性质、千斤顶规格、后背墙允许抗力、管道端部所能承受的允许顶力等因素确定。

(2)工作坑:是安放所有顶进设备的场所,也是顶管掘进机的始发场所。

(3)接收坑:是接收掘进机的场所。

(4)后背:指根据土的性质设计能承受顶管段单元长度最大顶力的反作用力的后背墙。

(5)顶铁:指管道顶进时,千斤顶与管道端部之间临时设置的传力构件。其作用能将千斤顶集中荷载通过顶铁比较均匀地分在管端并能延伸千斤顶活塞的功能。

2. 6. 3 基本规定

该工艺操作全过程应遵守的标准是《给水排水管道工程质量验收规范》GB 50268--2001。

2. 6. 4 施 工 准 备

2.6.4.1 技术准备

- (1) 组织管理人员和技术人员熟悉设计文件及设计交底并进行图纸会审。
- (2) 会同业主、监理单位进行交桩并做好交桩复核记录；对沿线水准点及轴线控制桩进行加密，并报监理工程师审核。
- (3) 进行工程量复核并编制详细的工料分析。
- (4) 编制实施性的作业指导书。
- (5) 组织技术人员熟悉施工规范并进行书面技术交底和安全交底。

2.6.4.2 材料要求

所有材料进场前均应附有生产许可证、产品合格证和相应的检验报告书，并经专职质检员验收合格后方可进场；在材料使用前，必须按规定抽样送检，合格后方可使用。

对顶管工艺中最主要的材料钢筋混凝土管材在进场前还必须检查其所有原材料试验报告、混凝土试块抗压强度报告和管材本身的抗压检验报告。材料要求具体如表 2.6.4.2。

材料要求一监表 表 2.6.4.2

序号	材料名称	规格	主要技术指标	外观要求
1	水泥	普通硅酸盐水泥 32.5	安定性合格	无潮湿、结块现象
2	砂	中粗	含泥量不大于 3% 细度模数在 2.5 以上	洁净，不得混有石灰、煤渣等其他杂物
3	石子	15~40mm	含泥量不大于 1%，针片颗粒含量不大于 15%	洁净，不得混有石灰、煤渣等其他杂物
4	钢筋混凝土管	III 级	混凝土强度等级不宜低于 C40，内水压力不小于 0.1MPa	管子内外表面应平整，管子应无粘皮、麻面、蜂窝、坍落、露筋、空鼓现象，管外表面不允许有裂缝，内表面裂缝允许宽度不得超过 0.05mm

2.6.4.3 主要机具

主要机具设备如表 2.6.4.3—1，测量仪器设备如表 2.6.4.3—2。

主要机具配备表

(以 1 个作业班组单端作业为例) 表 2.6.4.3-1

序号	设备名称	型 号	规 格	单 位	数 量
1	龙门架	YJ50—236	5t		2
2	液压油泵车	CJ20—H — 321	200t		2
3	顶 镐	Y1802—6——200	200t	台	2
4	变压器	S9—100 / 10	100kVA		1
5	千斤顶		5t		2
6	手推车	普 通	0.3m ³	辆	2
7	自制顶铁	圆形或弧形	12mm 厚	个	6
8	导 轨		13cm、 14cm	根	2
9	枕 木		25cm、 20cm	根	若 干

测量仪器配备表(以一个作业班组施工为例) 表 2. 6. 4. 3-2

序号	设备名称	型 号	规 格	单 位	数 量
1	水准仪		25 倍		1
2	电子经纬仪	ET—02			1
3	红外线测距仪	ND3000 / 2000	2km		1
4	J 2 经纬仪			把	1
5	5m 塔尺			把	1
6	水平尺			把	1
7	60cm 直尺			把	1
8	5m 卷尺				

作业现场还应配备相应的试验检测设备。

2. 6. 4. 4 作业条件

施工前应具备的基本条件：

- (1)清理场地，将作业区的障碍物及杂物全部清运干净。
- (2)修施工便道，确保大型车辆能进入到作业区。
- (3)电源、水源落实。
- (4)搭设临时设施。

2. 6. 5 材料和质量要点

2. 6. 5. 1 材料的关键要求

钢筋混凝土管材的质量必须符合 GB / T 11836--1999 的规范要求。

2. 6. 5. 2 技术关键要求

该施工工艺的技术关键点为顶力计算和测量控制。顶管的顶力可按下式计算，也可按当地的经验公式确定：

$$P = f r D_1 [2H + (2H + D_1) \tan^2(45^\circ - \Phi / 2) + \omega / r D_1] L + P_F \text{ 式中}$$

P——计算的总顶力(kN)；

r——管道所处土层的重力密度(kN / m³)；

D₁——管道的外径(m)；

H——管道顶部以上覆盖土层的厚度(m)；

Φ——管道所处土层的内摩擦角 (°)；

ω——管道单位长度的自重(kN / m)；

L——管道的计算顶进长度(m)；

f——顶进时，管道表面与其周围土层之间的摩擦系数，若土质为湿砂性土或黏土，一般取 0. 2~0. 4，若土质为干土，一般取 0. 4~0. 6；

P_F——顶进时，工具管的迎面阻力(kN)，因管前及两侧允许超挖，故取 0。

2. 6. 5. 3 质量关键要求

顶进过程中的管道轴线和高程控制以及管接口的处理是否密实，是整个顶管过程中的质量关键点。

2. 6. 5. 4 职业健康安全关键要求

(1)管道埋置较深时必须用鼓风机不断向顶管作业区内输送新鲜氧气，以免缺氧。

(2)工作坑支撑必须牢固，以免坑壁塌方。

2. 6. 5. 5 环境关键要求

挖出的土方不能随意乱倒，要集中堆放到指定位置。

2. 6. 6 施工工艺

2. 6. 6. 1 工艺流程

施工工艺流程详见图 2. 6. 6. 1《施工工艺流程框图》。

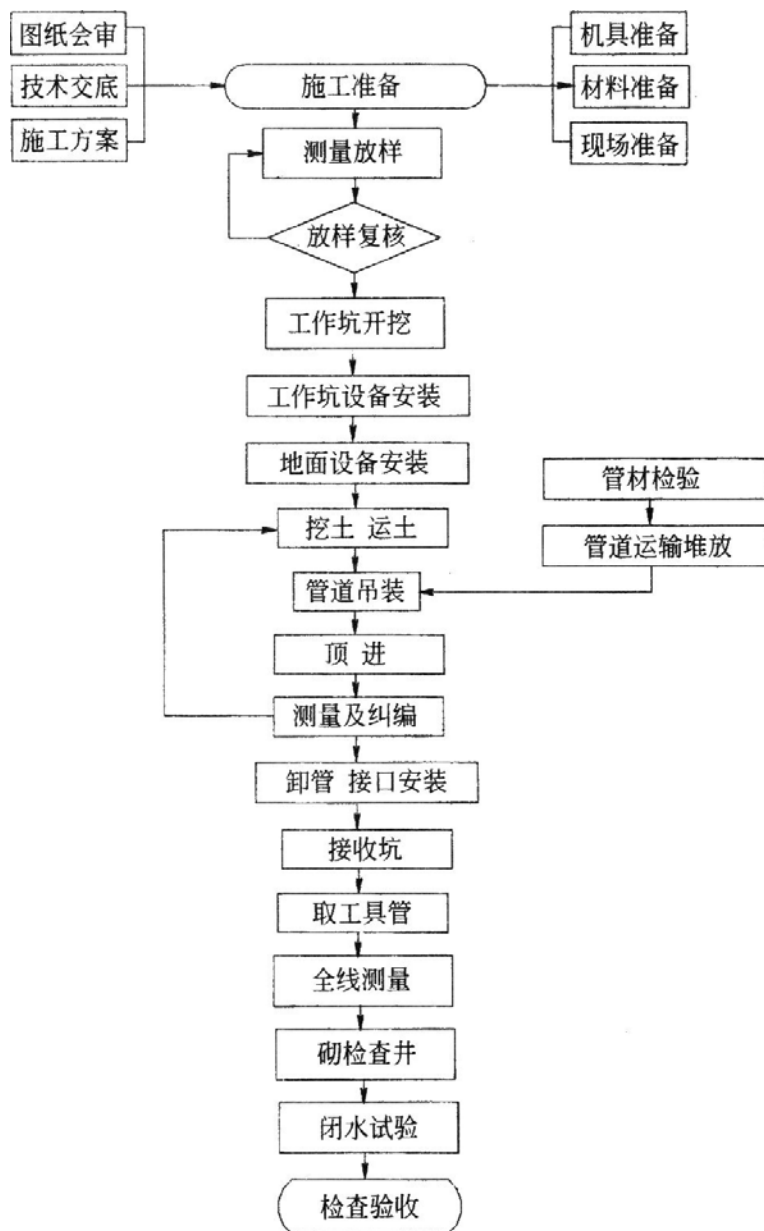


图 2. 6. 6. 1 顶管施工工艺流程图

2. 6. 6. 2 操作工艺

(1) 工作坑选择及开挖

1) 工作坑尽量设在检查井位置处，且与接收坑交替布置，这样不仅可以缩短工期，也可以节约费用。工作坑布置图见图 2. 6. 6. 2—1。工作坑开挖宜采用人工开挖，不宜机械作业，以防扰动坑土质造成塌方。开挖的坡度由土质决定。工作坑深度大于 5m 时，中间留用 50cm 的土质台阶以缓冲土质的侧向压力。工作坑支撑形式应根据土质及开挖深度情况确定，支撑应满足便于运土提吊管件及机具设备的要求。如采用矩形工作坑，则底部应符合下列公式要求：

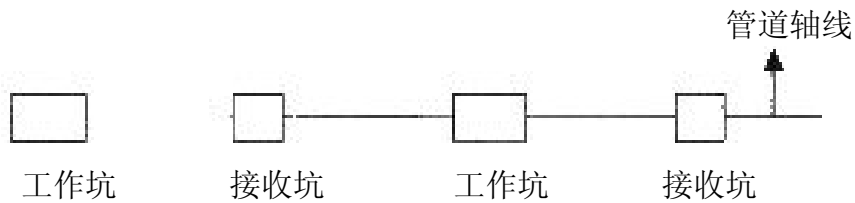


图 2. 6. 6. 2-1 工作坑布置图

$$B=D1+S$$

$$L=L1+L2+L3+L4+L5$$

式中 B——矩形工作坑的底部宽度(m)；

D1——管道外径(m)；

S——操作宽度(m)，可取 2.4~3.2m；

L——矩形工作坑的底部长度(m)；

L1——工具管长度(m)。当采用管道第一节管为工具管时，钢筋混凝土管不宜小于 0.3m；钢管不宜小于 0.6m；

L2——管节长度(m)；

L3——运土工作间长度(m)；

L4——千斤顶长度(m)；

L5——后背墙的厚度(m)。

2) 后背墙的安装：

工作坑后背土壁表面应平整，并与管道轴线垂直；后背墙的面积必须通过顶力的反作用力及土质的情况来确定，后背墙构造如下：

(A) 贴土壁立码一层 15~20cm 的方木，其宽度应不小于所需的受力面积；

(B) 横放一层 15~20cm 的方木；

(C) 立放 2~4 根 40 号工字钢，设在千斤顶作用点位置；

(D) 后背土壁面应与后背墙贴紧，有孔隙时应用砂石料填密实；组装后背墙的底端应在工作坑底以下，不宜小于 50cm。这一规定的目的，是在增加施工工作量不大的条件下，利用后背墙的抗力与其高度的平方成正比的规律，以充分发挥其抗力。

(2) 设备安装(见图 2. 6. 6. 2-2)

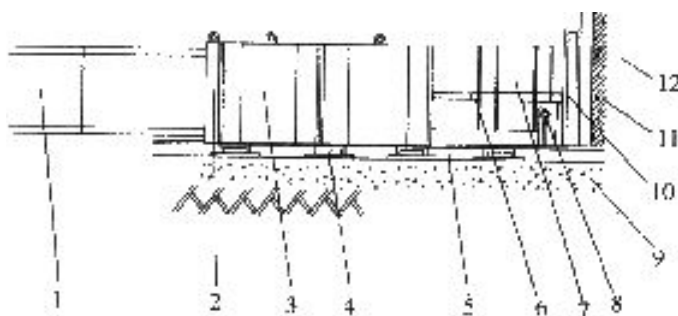


图 2. 6. 6. 2-2 顶管作业坑设备布置图

1 一混凝土管；2 一环形顶铁；3 一弧形顶铁；4~枕木；
5 一导轨；6 主顶油缸；7 主顶油缸架；8 测量系统；
9 一混凝土底座；10 后靠背；11 一后座墙；12 一工作井

1) 导轨安装

工作坑及后背墙成型后，在槽底安放 25cm×25cm 的枕木，枕木顶与槽底平，使枕木镶在槽底土层中，间距为 0.5m，长度 3m，枕木的下面浇筑 15cm 厚 C20 混凝土，以免枕木下沉，在顺管子方向安放两根重型钢质导轨，长度为 5m，导轨与枕木之间应锚固连接，以防滑动。两根导轨之间的轴线应与管子的轴线重合，导轨的间距为：

$$A=2\sqrt{D_1(h-c)}-(h-c)$$

式中 D_1 ——管外径；

h ——钢轨高度；

c ——管外壁与基础间缝隙，一般取 6~8mm。

2) 千斤顶安装

千斤顶宜固定在支架上，并与管道中心的垂线对称，其合力的中心应比管中心低 5% 的管内径左右的垂直线上；当千斤顶多于一台时，宜取偶数，且其规格宜相同；当用多台千斤顶时，其油路应并联，每台千斤顶应有进油、退油的控制系統。

3) 顶铁安装

顶铁宜采用铸铁整体浇铸或采用型钢焊接成型。安装顶铁时，应首先检查顶铁与顶铁之间的接触面。如有泥土或油污等，应擦拭干净，防止接触不良，相互滑动。安装后，顶铁必须与管道的轴线平行，使千斤顶轴线顶铁轴线和管道的轴线相互平行；更换顶铁时，应先使用长度大的顶铁，顶铁拼装后应锁定；顶铁与管口之间应采用缓冲材料，一般可采用油毡或胶合板。

4) 架设起吊设备

龙门架安装要牢固、安全，基座应采用 50cm×50cm ×80cm 的现浇混凝土结构，龙门架的两侧必须用钢丝绳做拉锚固定，上部搭设帆布篷，以在雨天作业。

(3) 吊管

正式作业前应试吊，吊离地面 10cm 左右时，检查重物捆扎情况和制动性能，确认安全后方可起吊；下管时工作坑内严禁站人，当管节距导轨小于 50cm 时，操作人员方可近前工作；严禁超负荷工作。

(4) 顶进

1) 挖土

本工艺采用手工掘进顶管法。工具管接触土层后，应自上而下分层挖土；挖出的土方用专用手推车运出，工具管迎面的超挖量如土质良好，可超出管端40~50cm；管顶以上的超挖量不得超过1.5cm。管下部135°范围内不得超挖。（见图2.6.6.2-3）

2) 顶进

顶进开始时，应缓慢进行，待各部位密合后，再按正常顶进速度进行；顶进中若发现油压突然增高，应立即停止顶进，检查原因并经处理后方可继续顶进。顶管要连续进行，不能停滞不前，随挖随运随顶。尽量减少停歇时间，以免造成管上方土质塌方及水位上涨造成顶力增大。当顶管单元段计算顶力较大时，可采取管外壁润滑等措施以减小阻力。

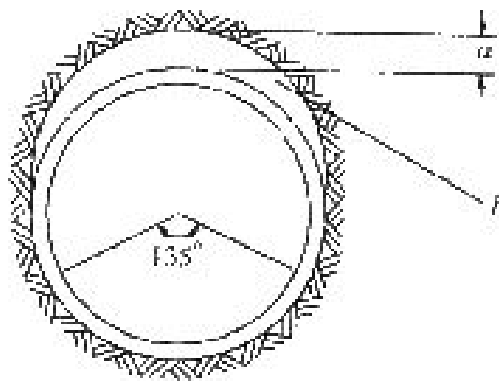


图 2.6.6.2 3 管顶超挖示意图

a 最大超挖量；b—允许超挖范围

3) 测量及纠偏

顶进过程中，开始每顶30~50cm；测量高程和轴线不少于1次；管道顶入土层后正常顶进时，每顶进100cm，不少于1次；开始顶进5~10cm的范围内，允许偏差应为轴线位置3mm，高程0~3mm，测量记录应完整、清晰，当超过允许偏差时，必须及时纠正；如偏差在1~2cm左右，可采用超挖纠偏法，即在管子偏向的反侧适当超挖，使管子在顶进中向阻力小的超挖侧偏向，逐渐回到实际位置。如偏差较大，宜采用顶木纠偏法，即用方木的一端顶在管子偏向的另一侧内管壁上，另一端斜撑在垫有钢板或木板的管前土壤土，顶木牢固后，即可顶进，在顶进中配合超挖纠偏法，边顶边支。

4) 顶管的接口：

接管前，在两管的接口处均匀加衬 3cm 粗的防水油麻，油麻置于管外缝外侧面 1~2cm 处，油麻顶紧后能起到均布顶力和保护管节，防止地下水渗入管内的作用，顶完后，拆除临时连接的内胀圈，用石棉水泥做内勾缝。

(5)检查井砌筑：

顶管单元段质量验收合格后，及时进行检查井的砌筑。

(6)支撑的拆除：

拆除支撑前，应对沟槽两侧的建筑物和槽壁进行安全检查，并应制定拆除支撑的实施细则和安全措施。支撑的拆除应与回填土的填筑高度配合进行，且在拆除后应及时回填。

(7)闭水试验：

闭水试验前做好堵头。闭水试验段水位至上游管道内顶以上 2m。如上游管内顶到检查口的高度小于 2m 时，闭水试验水位可至井口为止。闭水试验在管道灌满水后经 24h 后再进行，对渗水量的测定时间不小于 30min。试验频率为 $D \geq 700\text{mm}$ 的管段，每 3 个井段抽检 1 段， $D < 700\text{mm}$ 的管段，每个井段检验。

2. 6. 7 质量标准

2. 6. 7. 1 主控项目

(1)导轨安装

安装后的导轨应顺直、牢固、平行、等高，其纵坡应与管道设计坡度一致。允许偏差为：轴线位置：3mm；顶面高程：0~+3mm；两轨内距：+2mm。

(2)顶管轴线及高程

质量允许偏差为：（见表 2. 6. 7. 1）

顶管施工允许偏差表 表 2. 6. 7. 1

序号	项 目		允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
1	中线位移		50	范围	点数	测量并查阅测量记录
2	管内底 高程	$D \leq 1500$	+30； - 40	每节管	1	用水准仪测量
		$D > 1500$	+40； - 50	每节管		

2. 6. 7. 2 一般项目

(1)后背墙

后背墙必须牢固，表面应平整、光滑、管道的中心线应与后背墙垂直。

(2)管接口

管接口必须密实、平顺、不脱落；相邻管间错口不大于 20mm。

(3)检查井

井壁必须互相垂直，不得有通缝；必须保证灰浆饱满，抹面压光，不得有空鼓、裂缝等现象；井内流槽应平顺，踏步应安装牢固，位置准确；井框、井盖必须完整无损，安装平稳，位置正确；井的长、宽及直径的允许偏差均为18mm。

2. 6. 8 成品保护

2. 6. 8. 1 对已顶完的单元段，工作棚拆除以后，应在工作坑四周用土筑成15cm高的堤，以防下雨时雨水冲刷坑壁及进入管道造成污染。

2. 6. 8. 2 做接口内勾缝时，应经常洒水湿润以防开裂，在下班时应用塑料布封堵管头以便养生。

2. 6. 8. 3 检查井砌筑完毕后应立即盖好井盖，以防落入杂物。

2. 6. 9 安全环保措施

2. 6. 9. 1 安全措施

- (1) 建立详细的安全岗位责任制，设专职的安全员并持证上岗。
- (2) 经常教育职工和民建队提高安全意识和安全的重要性。
- (3) 机械操作必须设专人操作，严禁非操作人员操作机械。
- (4) 坑内工作人员必须戴安全帽。
- (5) 吊机必须经常有专人检查是否漏电的危险，钢丝绳及吊钩是否能继续使用。
- (6) 工作坑四周宜设70cm高，离坑边距离不少于50cm的钢制栏杆，并悬挂安全警示牌。
- (7) 工作坑每边1m范围内不得堆放任何东西，以防滑落。
- (8) 顶进时，工作人员不得在顶铁上方及侧面停留，并随时观察顶铁有无异常现象，以防发生“崩铁”现象。

2. 6. 9. 2 环保措施

- (1) 挖出的土方不能随意乱倒。
- (2) 现场必须搭建简易厕所，且有专人清扫和管理。

2. 6. 10 质量记录

2. 6. 10. 1 交桩复核记录。

2. 6. 10. 2 管材抗压检查报告。

2. 6. 10. 3 顶管轴线和高程控制记录。

2. 6. 11 附加说明

2. 6. 11. 1 在顶进中，中间发现有管子顶烂了，该采取的措施：

- 1) 如管子有轻微裂缝，则与管厂联系，采取补强措施。

2)如管子确实无法使用，将采取人工砸破管子，然后重新顶进一根补充。

2. 6. 11. 2 在施工中，为了不截管，将对无支管连接的井位在 2m 范围内调整，如井位不能调整，管子又必须截断的情况，拟采取截管子，浇混凝土管座的方法处理，管接口用钢丝网水泥砂浆抹带。

2. 7 盾构法隧道工程防水施工工艺与质量标准

2. 7. 1 总 则

2. 7. 1. 1 适用范围

本标准适用于在软土和软岩中采用盾构掘进和拼装钢筋混凝土管片方法修建的区间隧道结构防水施工。

2. 7. 1. 2 编制参考标准及规范

- (1)《地下防水工程质量验收规范》GB 50208--2002
- (2)《地下工程防水技术规范》GB 50108--2001
- (3)《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300--2001

2. 7. 2 术语、符号

2. 7. 2. 1 术语

(1)盾构法：采用盾构掘进机进行开挖，钢筋混凝土管片、复合式管片、砌块、现浇混凝土等作为衬砌支护的隧道暗挖施工法。

2. 7. 3 基本规定

2. 7. 3. 1 地下工程的防水等级分为 4 级，各级标准应符合《地下防水工程质量验收规范》GB 50208--2002 3. 0. 1 条的规定。

2. 7. 3. 2 地下工程的防水设防要求，应按《地下防水工程质量验收规范》GB 50208--2002 表 3. 0. 2—2 的规定选用。

2. 7. 3. 3 不同防水等级盾构隧道的衬砌防水措施应符合表 2. 7. 3. 3 规定：

不同防水等级盾构隧道的衬砌防水措施 表 2. 7. 3. 3

\ 防水 措施 措施 \ 选择 \ 防水等级	高	接缝防水				混凝土或 其他内衬	外防水涂层
	精度 管片	弹性密 封垫	嵌缝	注入密 封剂	螺孔密封圈		
一级	必选	必选	应选	宜选	必选	宜选	宜选
二级	必选	必选	宜选	宜选	应选	局部宜选	部分区段宜选
三级	必选	必选	宜选		宜选		部分区段宜选
四级	宜选	宜选	宜选				

- 2.7.3.4 管片外防水涂层必须由相应资质的专业防水队伍进行施工。
- 2.7.3.5 管片外防水涂层和管片接缝所使用的防水材料，应有产品合格证和性能检测报告，材料的品种、规格、性能等应符合现行国家产品标准和设计要求；不合格的材料不得在工程中使用。

2.7.4 施 工 准 备

2.7.4.1 技术准备

(1) 施工单位应认真学习图纸，并进行图纸自审、会审工作，以便理解盾构施工中防水工程的施工要点。

(2) 依据工程总施工组织设计的原则，编制防水工程施工方案，明确工艺流程，指导施工。

(3) 根据穿越土层的工程水文地质特点辅以以下相应技术措施：

- 1) 疏干掘进土层中地下水的措施；
- 2) 稳定地层、防止隧道及地表沉陷土壤加固措施；
- 3) 隧道衬砌的防水堵漏措施；
- 4) 配合施工过程中的监测技术；
- 5) 开挖土方的运输及处理方法等。

2.7.4.2 材料要求

(1) 选用的钢材、水泥、砂、石、砌块应有产品合格证和性能检验报告，材料的品种、规格、性能等应符合国家产品标准和设计要求；

(2) 品种规格：管片外防水涂层采用无机防水涂料和有机防水涂料；无机防水涂料可选用水泥基防水涂料、水泥基渗透结晶型涂料；有机防水涂料可选用反应型、水乳型、聚合物水泥防水涂料。管片接缝处宜选择具有合理构造形式、良好回弹性或遇水膨胀性、耐久性的橡胶密封垫。

(3) 质量要求：管片接缝处采用的弹性橡胶密封垫和遇水膨胀橡胶密封垫的性能应符合表 2.7.4.2—1、2.7.4.2—2 的规定。

弹性橡胶密封垫材料物理性能 表 2.7.4.2—1

序号	项 目	指 标	
		氯丁橡胶	三元乙丙胶
1	硬度(邵氏 A, 度)	45 ± 5~60 ± 5	55 ± 5~70 ± 5
2	伸长率(%)	≥350	≥330
3	拉伸强度(MPa)	≥10.5	≥9.5

4	热空气 老化 (70 ℃ ×96h)	硬度变化值 (邵氏 A, 度)	$\leq +8$	$\leq +6$
		拉伸强度变化率 (%)	≥ -20	-15
		扯断伸长 率变化率 (%)	≥ -30	≥ -30
5	压缩永久变形 (70℃× 24h) (%)		≤ 35	≤ 28
6	防霉等级		达到与优于 2 级	达到与优于 2 级

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，则其力学性能数据应达到本规定的 120%。

遇水膨胀橡胶密封垫胶料物理性能 表 2. 7. 4. 2-2

序号	项 目		指 标			
			PZ — 150	PZ — 250	PZ — 400	PZ-600
1	硬度 (邵氏 A, 度)		42±7	42±7	45 ± 7	48±7
2	拉伸强度 (MPa) \geq		3.5	3.5	3	3
3	扯断伸长率 (%) \geq		450	450	350	350
4	体积膨胀倍率 (%) \geq		150	250	400	600
5	反复 浸水 试验	拉伸强度 (MPa) \geq	3	3	2	2
		扯断伸长率 (%) \geq	350	350	250	250
		体积膨胀倍率 (%) \geq	150	250	300	500
6	低温弯折— 20℃×2h		无裂纹	无裂纹	无裂纹	无裂纹
7	防霉等级		达到与优于 2 级			

2. 7. 4. 3 主要机具

- (1) 盾构千斤顶、出土转盘、出土皮带输送机、压浆泵；
- (2) 钢筋混凝土管片机械加工设备；
- (3) 钢模加工机械设备；
- (4) 经纬仪、水准仪、红外线测距仪等；
- (5) 防水施工中的小型工具。

2. 7. 4. 4 作业条件

- (1) 具备现场的地质勘测、地下管线、临近建筑物、水文等资料；
- (2) 设计图纸经过会审，施工组织设计和辅助技术措施经审批和认可；
- (3) 具有专业施工资质的队伍得到确认、材料、施工机械、水、电、材料的运输与堆放均得到落实；
- (4) “企业自控、社会监理、政府监督”质保体系落实；
- (5) 管片外防水涂层施工时，应将管片基层表面的气孔、凹凸不平、蜂窝、缝隙、起砂等修补处理，基面必须干净、无浮浆、无水珠。
- (6) 管片接缝处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牢固。嵌缝时，应先涂刷基层处理剂。

2. 7. 5 材料和质量要点

2. 7. 5. 1 材料的关键要求

- (1) 选用的钢材、水泥、砂、石、砌块应有产品合格证和性能检验报告。品种、规格、性能应符合设计要求；
- (2) 钢筋混凝土管片制作符合下列规定：
 - 1) 混凝土抗压强度和抗渗压力应符合设计要求；
 - 2) 表面应平整，无缺陵、掉角、麻面和露筋；
 - 3) 单块管片制作尺寸允许偏差应符合表 2. 7. 5. 1 规定：

单块管片制作尺寸允许偏差 表 2. 7. 5. 1

项 目	允许偏差 (mm)
宽 度	± 1.0
弧长、弦长	± 1.0
厚 度	+3. — 1

4) 钢筋混凝土管片应采用高精度钢模制作，其钢模宽度及弧弦长允许偏差均为 $\pm 0.4\text{mm}$ 。

5) 管片、砌块的抗渗等级应等于隧道埋深水压力的 3 倍，且不得小于 P8。管片、砌块必须按设计要求经抗渗检验合格后方可使用；

6) 管片至少应设置一道密封垫沟槽。

(3) 管片接缝密封垫应符合下列规定：

- 1) 管片接缝密封垫应满足在设计水压和接缝最大张开值下不渗漏的要求；
- 2) 密封垫沟槽的截面积应大于等于密封垫的截面积，当环缝张开量为 0mm 时，密封垫可完全压入储于密封沟槽内。其关系符合下列规定：

$A - 1 \sim 1.15A$ 。式中 A——密封垫沟槽截面积；

A。——密封垫截面积。

(4)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，并有利于压密止水或膨胀止水。在满足止水的要求下，其断面宜小；

3)螺孔密封圈应是合成橡胶、遇水膨胀橡胶制品，其技术指标应符合表 2. 7. 4. 2—1、2. 7. 4. 2—2 的规定。

4)不定形嵌缝材料应有良好的不透水性、潮湿面粘结性、耐久性、弹性和抗下坠性；定形嵌缝材料应有与嵌缝槽能紧贴密封的特殊构造，有良好的可卸换性、耐久性。

2. 7. 5. 2 技术关键要求

(1)隧道开挖过程时的地表沉降、平面高差、中心线偏移在设计规定范围内；

(2)钢筋混凝土管片拼装应符合下列规定：

1)管片验收合格后方可运至工地，拼装前应编号并进行防水处理；

2)管片拼装顺序应先就位底部管片，然后自上而下左右交叉安装，每环相邻管片应均布摆匀并控制环面平整度和封口尺寸，最后插入封顶管片成环；

3)管片拼装后螺栓应拧紧，环向及纵向螺栓应全部穿进。

(3)钢筋混凝土管片接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，其宽深比大于 2. 5，槽深宜为 25～55mm，单面槽宽宜为 3～10mm。嵌缝槽断面构造形状宜从图 2. 7. 5. 2 中选定；

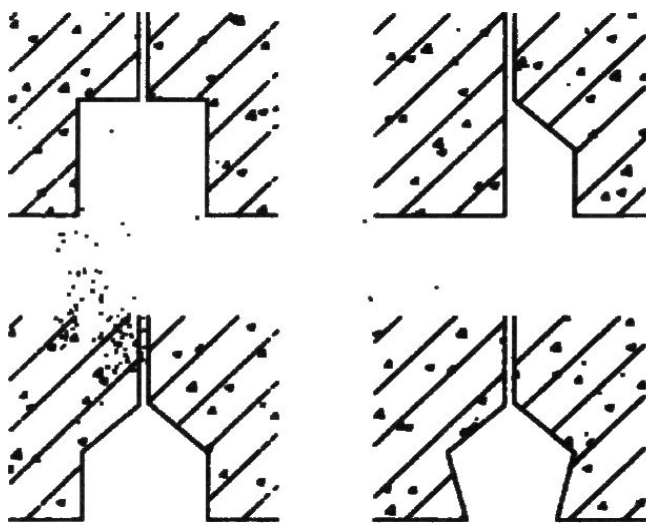


图 2. 7. 5. 2 管片嵌缝槽沟构造形式示意图

- 2) 管片至少应设置一道密封垫沟槽，粘贴密封垫前应将槽内清理干净；
 - 3) 密封垫应粘贴牢固，平整、严密，位置正确，不得有起鼓、超长和缺口现象；
 - 4) 管片拼装前应逐块对粘贴的密封垫进行检查，拼装时不得损坏密封垫。有嵌缝防水要求的应在隧道基本稳定后进行；
 - 5) 管片拼装接缝连接螺栓孔之间应按设计加设螺孔密封圈。必要时，螺栓孔与螺栓间应采取封堵措施。
- (4) 管片外防水涂层应符合下列规定：
- 1) 耐化学腐蚀性、抗微生物侵蚀性、耐水性、耐磨性良好，且无毒或低毒；
 - 2) 在管片外弧面混凝土裂缝宽度达到 0.3mm 时，仍能抗最大埋深处水压，不渗漏；
 - 3) 具有防杂散电流的功能，体积电阻率高；
 - 4) 施工简便，且能在冬季操作。

2. 7. 5. 3 质量关键要求

- (1) 隧道地表沉降、轴线平面高差符合设计要求；
- (2) 管片内径水平与垂直直径差、拱底块定位偏差、管片相邻环高差，防水标准、渗水量符合设计要求；
- (3) 钢筋混凝土管片同一配合比每生产 5 环应制作抗压强度试件一组，每 10 环制作抗渗试件一组；管片每生产两环应抽查一块做检漏测试，检验方法按设计抗渗压力保持时间不小于 2h，渗水深度不超过管片厚度的 1 / 5 为合格。若检验管片中有 259 / 6 不合格时，应按当天生产管片逐块检漏。
- (4) 盾构法隧道的施工质量检验数量，应按每连续 20 环抽查 1 处，每处为 1 环，且不得少于 3 处。

2. 7. 5. 4 职业健康安全关键要求

- (1) 使用有毒材料时，作业人员应按规定享受劳保福利和营养补助，并应定期体检。
- (2) 配制和使用有毒材料时，必须身着防护服、戴口罩、手套和防护眼镜，严禁毒性材料与皮肤接触和入口。
- (3) 使用易燃材料时，应严禁烟火。
- (4) 使用有毒材料时，施工现场应加强通风。
- (5) 现场采用“TN—S”配电，必须符合三级配电、两级保护、“一机、一闸、一漏、一箱”的要求。

2.7.5.5 环境关键要求

- (1) 有毒材料和挥发性材料应密封贮存，妥善保管和处理，不得随意倾倒；
- (2) 施工现场内每天生活、建筑垃圾及时清理运出、进出车辆保持清洁、污水经过沉淀再排入城市污水管道。

2.7.6 施工工艺

2.7.6.1 工艺流程

根据施工图建立隧道测量控制网格—建立竖井或基坑—安装盾构、盾构千斤顶、出土转盘、出土皮带运输机、管片拼装机、压浆泵—管片安装组成隧道衬砌结构—衬砌环外周空隙压浆—盾构的不断推进中安装管片组成隧道衬砌、压浆进行下一个循环。

2.7.6.2 操作工艺

- (1) 根据设计文件要求，建立隧道的测量控制网格；
- (2) 在隧道的某一端建立竖井或基坑，以供盾构、千斤顶、出土转盘、出土皮带运输机、管片安装机、压浆泵安装就位；
- (3) 盾构从竖井或基坑的墙壁开子 L 出发，在地层中沿设计轴线向另一竖井或基坑的设计孔洞推进；
- (4) 安装一至二环管片组成隧道衬砌，在衬砌环外空隙中压浆泵灌浆；
- (5) 盾构继续推进一至二环管片，重复第 4 步程序到工程完工。

2.7.7 质量标准

2.7.7.1 主控项目

- (1) 盾构法隧道采用防水材料的品种、规格、性能必须符合设计要求。

检验方法：检查出厂合格证、质量检验报告和现场抽样试验报告。

- (2) 钢筋混凝土管片的抗压强度和抗渗压力必须符合设计要求。

检验方法：检查混凝土抗压、抗渗试验报告和单块管片检漏测试报告。

2.7.7.2 一般项目

- (1) 隧道的渗漏水量应控制在设计的防水等级要求范围内。衬砌接缝不得有线流和漏泥砂现象。

检验方法：观察检查和渗漏水量测。

- (2) 管片拼装接缝防水应符合设计要求。

检验方法：检查隐蔽工程验收记录。

- (3) 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。

检验方法：观察检查。

2.7.8 成品保护

2.7.8.1 施工现场钢筋混凝土管片堆放场地必须硬化，满足生产用的起重运输条件。

2.7.8.2 钢筋混凝土管片运输、装卸过程中不得碰撞。

2.7.9 安全环保措施

2.7.9.1 加强施工中的监测技术；掘进中随时观察地下涌水、地面沉陷情况，制定应急和加固措施。

2.7.9.2 施工人员持证上岗、安全防护用品，安全资金到位。

2.7.9.3 开挖土方的运输及处理得到有关环保部门的认可和批准。

2.7.10 质量记录

2.7.10.1 本工艺标准应具备以下质量记录：

- (1) 地表沉降及隆起量记录；
- (2) 隧道轴线平面高层偏差允许值记录；
- (3) 隧道管片内径水平与垂直度直径差记录；
- (4) 管片相邻环高差记录；
- (5) 质量保证体系及管理制度；
- (6) 原材料、半成品出厂报告和复试报告(包括钢筋、水泥、外加剂)；
- (7) 混凝土配合比报告单；
- (8) 钢筋混凝土管片单片抗渗试验报告；
- (9) 施工每推进 100m 作一次质量认定表。

2.7.10.2 盾构法隧道工程质量检验一览表见表 2.7.10.2

盾构法隧道工程质量检验一览表 表 2.7.10.2

检验项目	检验方法
主控项目一 1. 盾构法隧道采用防水材料的品种、规格、材质必须符合设计要求和《地下工程防水技术规范》GB 50108；《地下防水工程质量验收规范》GB 50208 规定	<ul style="list-style-type: none"> • 检查出厂合格证，质量检验报告； • 现场抽样试验报告
主控项目一 2. 钢筋混凝土管片的抗压强度和抗渗压力必须符合设计要求	<ul style="list-style-type: none"> • 检查混凝土抗压，抗渗试验报告 • 单块管片检查测试报告
一般项目一 1. 隧道的漏水量应控制在设计要求的防水等级范围内。衬砌接缝不得有线流和漏泥砂现象	<ul style="list-style-type: none"> • 观察检查 • 渗漏水量测

一般项目一 2. 管片拼接缝防水应符合设计要求和《地下工程防水技术规范》GB 50108; 《地下防水工程质量验收规范》GB50208 规定	• 检查隐蔽工程验收记录
一般项目一 3. 环向及纵向螺栓应全部穿进并拧紧, 对砌衬内表面的外露铁件防腐处理应符合设计要求	• 观察检查

3 排水工程防水施工工艺与质量标准

3. 1 渗排水、盲沟施工工艺与质量标准

3. 1. 1 总 则

3. 1. 1. 1 适用范围

渗排水、盲沟排水适用于无自流排水条件、防水要求较高且有抗浮要求的地下工程; 盲沟排水适用于地基为弱透水性土层, 地下水量不大, 排水面积较小, 常年地下水位在地下建筑底板以下或在丰水期地下水位高于地下建筑底板的地下防水工程。

3. 1. 1. 2 编制参考标准及规范

- (1) 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300—2001
- (2) 《地下防水工程质量验收规范》GB 50208—2002
- (3) 《地下工程防水技术规范》GB 50108—2001

3. 1. 2 术语、符号

3. 1. 2. 1 术语

(1) 渗排水、盲沟排水: 采用疏导的方法, 将地下水有组织地经过排水系统排走, 以削弱水对地下结构的压力, 减小对结构的渗透作用, 从而辅助地下工程达到防水目的。

3. 1. 3 基本规定

3. 1. 3. 1 渗排水层用砂、石应洁净, 不得有杂质。

3. 1. 3. 2 有自流排水条件的地下工程, 应采用自流排水法。无自流排水条件且防水要求较高的地下工程, 可采用渗排水、盲沟排水或机械排水。但应防止由于排水危及地面建筑物和农田水利设施。

3. 1. 4 施工准备

3. 1. 4. 1 技术准备

- (1) 熟悉、审查施工图纸及有关设计文件。
- (2) 掌握地形、地质、水文等勘察资料和技术经济资料。
- (3) 根据设计要求编写施工方案, 制定施工排水措施。

3. 1. 4. 2 材料要求

(1) 品种规格

1) 滤(渗)水层的石子宜用粒径分别为 5~15mm 及 20~40mm 和 60~100mm, 要求洁净、坚硬、无泥砂、不易风化; 砂子宜采用中粗砂, 要求干净、无杂质、含泥量不大于 2%。

2) 渗排水做滤水层的材料宜用粒径 5~15mm 的石子或粗砂。

3) 集水管应采用无砂混凝土管、有孔(Φ 12mm) 普通硬塑料管和加筋软管式透水盲管。

4) 盲沟做渗水层的颗粒粒径: 当塑性指数 $I_p \leq 3$ (砂性土) 时, 采用粒径为 0.1~2mm 和 1~7mm 砂子; 当 $I_e > 3$ (黏性土) 时, 采用粒径为 2~5mm 砂子和 5~10mm 小卵石。砂、石应洁净, 不得有杂质, 含泥量不大于 2%。

5) 土工布: $\geq 280\text{g} / \text{m}^2$ 。

(2) 质量要求

1) 反滤层的砂、石粒径和含泥量、排水管、土工布等必须符合设计要求。

检验方法: 检查砂、石试验报告。

2) 集水管的埋设深度及坡度必须符合设计要求。

检验方法: 观察和尺量检查。

3. 1. 4. 3 主要机具

(1) 当基底为土层时, 基槽开挖可根据现场情况采用人工或小型反铲 PC 200 机械开挖; 砂、碎石铺设及埋管均采用人工作业, 夯实宜采用平板振动器夯实。

(2) 当基底为岩层时, 采用手风钻打孔, 手风钻可选用 T24 型。炸药可选用 2 号岩石硝铵。排水管安装及砂、石料铺填均采用人工作业。

3. 1. 4. 4 作业条件

(1) 渗排水及盲沟的施工必须在地基工程验收合格后进行。

(2) 现场应具备人工作业条件或机械作业条件, 机械作业时尽量避免与其他机械或空中作业同时进行。

3. 1. 5 材料和质量要点

3. 1. 5. 1 材料的关键要求

施工所用材料均应符合设计及规范要求。

3. 1. 5. 2 技术关键要求

(1) 渗排水粗砂过滤层总厚度宜为 300mm, 如较厚时应分层铺填, 过滤层与基坑土层接触处应用厚度为 100~150mm, 粒径为 5~10mm 的石子铺填。

(2)集水管应设置在粗砂过滤层下部，坡度不宜小于1%，且不得有倒坡现象。集水管之间的距离宜为5~10m，并与集水井相通。

(3)工程底板与渗排水层之间应做隔浆层，建筑周围的渗排水层顶面应做散水坡。

(4)盲沟在转弯处和最低处应设置检查井，出水H处应设置滤水篦子。

(5)钻孔爆破施工时应注意控制边线尺寸及高程。

3. 1. 5. 3 质量关键要求

(1)渗排水、盲沟排水的施工质量检验数量应按10%抽查，其中两轴线间或10延米为1处，且不得少于3处。

(2)反滤层的砂、石粒径和含泥量必须符合设计及规范要求。

(3)集水管的埋设深度及坡度必须符合设计及规范要求。

(4)渗排水层的构造及盲沟的构造应符合设计及规范要求。

(5)渗排水层的铺设应分层、铺平、拍实。

3. 1. 5. 4 职业健康安全关键要求

(1)落实安全责任，实施责任管理，做好安全教育及检查。

(2)制定各种特种作业的安全及防护措施(如电焊作业、爆破作业)。

3. 1. 5. 5 环境关键要求

(1)在进行施工渗排水及盲沟施工时，随时注意观测周围环境的变化，并根据实际情况制定相应的预防措施，以避免造成周围土层移动、水土的流失及临近建筑物、道路和地下管线的变形或损伤。

(2)现场施工管理应遵守国家及地方政府的环保政策及规定。接受各级政府及职能部门的监督检查。

3. 1. 6 施工工艺

3. 1. 6. 1 工艺流程

(1)渗排水工程

基坑开挖—砌保护墙—滤水层—装渗排水管—分层铺设渗排水层—铺抹隔浆层—施工防水结构—施工散水坡。

(2)盲沟排水

1)无管盲沟

沟槽开挖—铺设滤水层—设置滤水篦子。

2)埋管盲沟

沟槽开挖—放线回填—施工分隔层—滤水层—铺设排水管—滤水层—分隔层—回填土。

3. 1. 6. 2 操作工艺

(1) 渗排水工程(构造见《地下工程防水技术规范》GB 50108--2001 中图 6. 2. 2)

1) 基坑挖土, 采用人工或小型反铲 PC — 200 进行。应依据结构底面积, 渗水墙和保护墙的厚度以及施工工作面, 综合考虑确定基坑挖土面积。基底挖土应将渗水沟成形。

2) 按放线尺寸砌筑结构周围的保护墙。

3) 与基坑土层接触处, 用 5~10mm 小石或粗砂做滤水层, 其总厚度为 100~150mm。

4) 沿渗水沟安放渗排水管, 管与管相互对接处应留出 10~15mm 的间隙, 在做渗排水层时, 将管埋实固定。渗排水管的坡度应不小于 1%, 严禁出现倒流现象。

5) 分层设渗排水层(即 20~40mm 碎石层)至结构底面。分层铺设厚度不应大于 300mm。渗排水层施工时每层应用平板振动器轻振压实, 要求分层厚度及密实度均匀一致, 与基坑周围土接触处, 均应设粗砂滤水层。

6) 铺抹隔浆层, 以防结构底板混凝土在浇筑时, 水泥砂浆填入渗排水层而降低结构底板混凝土质量和影响渗排水层的水流畅通。隔浆层可铺油毡或抹 30~50mm 厚的水泥砂浆。水泥砂浆应控制拌合水量, 砂浆不要太稀, 铺设时可抹实压平, 但不要使用振动器, 隔浆层可铺抹至墙边。

7) 隔浆层养护凝固后, 即可施工防水结构, 此时应注意不要破坏隔浆层, 也不要扰动已做好的渗排水层。

8) 结构墙体外侧模板拆除后, 将结构墙体至保护墙之间的隔浆层除净, 再分层施工渗水墙部分的排水层和砂滤水层。

9) 最后施工渗排水墙顶部的保护层或混凝土散水坡。散水坡应超过渗排水层外缘且不小于 400mm。

(2) 盲沟排水工程(构造图见《地下工程防水技术规范》GB 50108--2001 中图 6. 2. 3)

1) 无管盲沟

(A) 按盲沟位置、尺寸放线、采用人工或小型反铲 PC — 200 开挖, 沟底应按设计坡度找坡, 严禁倒坡。

(B) 沟底审底、两壁拍平, 铺设滤水层。底部开始先铺粗砂滤水层厚 100mm; 再铺小石子滤水层厚 100mm, 要同时将小石子滤水层外边缘与土之间的粗砂滤水层铺好; 在铺设中间的石子滤水层时, 应按分层铺设的方向同时将两侧的小石子滤水层和粗砂滤水层铺好。

(C)铺设各层滤水层要保持厚度和密实度均匀一致；注意勿使污物、泥土混入滤水层铺设应按构造层次分明，靠近土的四周应为粗砂滤水层，再向内四周为小石子滤水层，中间为石子滤水层。

(D)盲沟出水口应设置滤水篦子。

2)埋管盲沟

(A)在基底上按盲沟位置、尺寸放线，然后用人工或机械进行回填或开挖，盲沟底应回填灰土，盲沟壁两侧回填素土至沟顶标高；沟底填灰土应找好坡。

(B)按盲沟宽度用人工或机械对回填土进行刷坡整治，按盲沟尺寸成型。沿盲沟壁底人工铺设分隔层(土工布)。分隔层在两侧沟壁上1:3留置长度，应根据盲沟宽度尺寸、并考虑相互搭接，不少于10cm确定。分隔层的预留部分应临时固定在沟上口两侧，并注意保护，不应损坏。

(C)在铺好分隔层的盲沟内人工铺17~20cm厚的石子，铺设时必须按照排水管的坡度进行找坡，此工序必须按坡度要求做好，严防倒流；必要时应以仪器实测每段管底标高。

(D)铺设排水管，接头处先用砖头垫起，再用0.2mm厚薄钢板包裹以钢丝绑平，并用沥青胶和土工布涂裹两层，撤去砖、安好管，拐弯用弯头连接，跌落井应先用红砖或混凝土浇砌井壁再安装管件。

(E)排水管安装好后，经测量管道标高符合设计要求，即可继续铺设石子滤水层至盲沟沟顶。石子铺设应使厚度、密实度均匀一致，施工时不得损坏排水管。

(F)石子铺至沟顶即可覆盖土工布，将预留置的土工布沿石子表面覆盖搭接，搭接宽度不应小于10cm，并顺水方向搭接。

(G)最后进行回填土，注意不要损坏土工布。

3. 1. 7 质量标准

3. 1. 7. 1 主控项目

(1)反滤层的砂、石粒径和含泥量及土工布、排水管质量必须符合设计和规范要求。检验方法：检查砂、石试验报告。

(2)集(排)水管的埋设深度及坡度必须符合设计和规范要求。检验方法：观察和尺量检查。

3. 1. 7. 2 一般项目

(1)渗排水层的构造应符合设计要求。检验方法：检查隐蔽工程验收记录。

(2)渗排水层的铺设应分层铺平、拍实。检验方法：检查隐蔽工程验收记录。

(3)盲沟的构造应符合设计要求。检验方法：检查隐蔽工程验收记录。

3. 1. 8 成品保护

- 3. 1. 8. 1 对已完工程及时验收隐蔽，进行下道工序施工，避免长期暴露，杂质、泥土混入，造成防水层阻塞。
- 3. 1. 8. 2 施工期间做好排降水措施，防止被泥水淹泡。
- 3. 1. 8. 3 坚持按施工程序施工，精心操作、材料分规格堆放和使用，防水石子级配混杂。

3. 1. 9 安全环保措施

- 3. 1. 9. 1 在工程施工前进行安全培训，建立安全培训制度。
- 3. 1. 9. 2 在工程施工期间进行定期安全生产检查和安全文明工地的评审。
- 3. 1. 9. 3 在进行生产技术交底的同时进行安全技术交底，并做好交底记录。
- 3. 1. 9. 4 基槽及其他需要爆破的部位，应制订详细的爆破方案，严禁雾天、夜间放炮，杜绝飞石伤人。
- 3. 1. 9. 5 夜间施工时施工面及道路要有充足的照明
- 3. 1. 9. 6 人工吊运土方之时，应检查起吊工具，绳索是否牢靠。吊头下不得站人，卸土堆放应离开坑边一定距离，以防造成坑壁塌方。
- 3. 1. 9. 7 用手推车运土时，应先平整好道路，卸土回填，不得放手让车自动翻转，用翻斗汽车运土，运输道路的坡度、转变半径应符合有关安全规定。
- 3. 1. 9. 8 遵守国家和地方政府的环保政策，对施工附近的农田，农作物给予保护，施工废水排入自然排水沟。
- 3. 1. 9. 9 深基坑作业人员上下、材料运输、应设斜坡道，并采取防滑措施。

3. 1. 10 质量记录

- 3. 1. 10. 1 技术交底记录及安全交底记录
- 3. 1. 10. 2 测量放线及复测记录
- 3. 1. 10. 3 各类原材料出厂合格证、检验报告，复检报告
- 3. 1. 10. 4 验槽记录及隐蔽工程检查验收记录

3. 2 隧道、坑道排水工程施工工艺与质量标准

3. 2. 1 总 则

3. 2. 1. 1 适用范围

适用于贴壁式、复合式、离壁式衬砌构造的隧道或坑道排水。

3. 2. 1. 2 参考标准及规范

- (1) 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300--2001
- (2) 《地下工程防水技术规范》GB 50108--2001
- (3) 《地下防水工程质量验收规范》GB 50208--2002

3. 2. 2 术语、符号

3. 2. 2. 1 术语

(1)贴壁式衬砌：指衬砌背部紧贴围岩，或它与围岩之间超挖部分应进行回填的衬砌。

(2)复合式衬砌：指衬砌背部紧贴围岩表面缓冲排水层的衬砌。

(3)离壁式衬砌：指顶拱边墙与围岩分离，其空隙不做回填，拱肩(水平支撑)与围岩顶紧的衬砌。

3. 2. 3 基本规定

3. 2. 3. 1 隧道或坑道内的排水泵站(房)设置，主排水泵站和辅助排水泵站、集水池的有效容积应符合设计规定。

3. 2. 3. 2 主排水泵站、辅助排水泵站和污水泵房的废水及污水，应分别排入城市雨水和污水管道系统。污水的排放尚应符合国家现有关标准的规定。

3. 2. 4 施工准备

3. 2. 4. 1 技术准备

(1)向设计单位了解排水方案的选定及设计意图，掌握工程的重点和难点。

(2)重点复查对施工和环境保护影响较大的地形、地貌、工程地质及水文地质条件是否符合实际，保护措施是否得当。

(3)确定泵站、集水池、盲沟等排水设施的数量、位置、几何尺寸。

(4)核对设计文件中确定的施工方法、技术措施与施工实际条件是否相符合。

(5)核对洞内外排水系统衔接是否与实际符合。

(6)会同设计单位现场交接和复查测量控制点、施工测量用的基准点及水准点，并定期进行复核。

(7)编制排水工程施工组织设计。

3. 2. 4. 2 材料要求

(1)隧道、坑道排水所用衬砌材料应符合设计要求。

(2)缓冲排水层选用的土工布应符合下列要求：

1)有一定的厚度，其单位面积质量不宜小于 280g / m²。

2)有良好的导水性。

3)有适应初期支护由于荷载或温度变化引起变形的能力。

4)有良好的化学稳定性和耐久性，能抵抗地下水或混凝土、砂浆析出水的侵蚀。

3. 2. 4. 3 主要机具

手动葫芦，手风钻，风镐，矿车或自卸汽车，手提缝纫机，塑料爬焊机，热胶合机

3. 2. 4. 4 作业条件

- (1)洞内施工现场照明符合要求，配备紧急照明电源。
- (2)洞内施工道路畅通。
- (3)上道工序经检查符合要求后，才可进行下道工序施工。

3. 2. 5 材料和质量要点

3. 2. 5. 1 材料的关键要求

- (1)施工用钢筋、水泥、砂、石经检验合格后方可使用。
- (2)购置的预制管、塑料管、射钉、热塑性垫圈、土工布等，其质量保证资料应齐全。
- (3)施工现场应有控制施工原材料污染的措施。

3. 2. 5. 2 技术关键要求

- (1)纵向盲管和排水明沟的坡度应符合设计要求，严防倒坡。
- (2)排水管应采用无砂混凝土集水管，导水盲管应采用外包土工布与螺旋钢丝构成的软式透水管。

3. 2. 5. 3 质量关键要求

基底排水系统的纵向集水盲管、横向排水管、排水明沟、纵向排水盲管之间的连接应畅通。

3. 2. 5. 4 职业健康安全关键要求

- (1)应制定健康安全的规章制度，加强通风、照明、防尘、降尘和防止有害气体的工作，并预防塌方事故。
- (2)气压缩机站设备能力应能满足同时工作的各种风动机具最大风量和足够的风压；隧道施工必须采用机械通风，通风能力应能满足洞内各项作业所需的最大风量。
- (3)岩造孔严禁干式作业，应实行湿式作业。
- (4)含 10% 以上游离二氧化硅的粉尘，在空气中的浓度不得大于 $2\text{mg} / \text{m}^3$ ，含 10% 以下游离二氧化硅的粉尘，在空气中的浓度不得大于 $4\text{mg} / \text{m}^3$ 。
- (5)坑道内气温不宜高于 30°C 。
- (6)坑道中氧气含量按体积计不应小于 20%；一氧化碳(CO)一般情况下不大于 $30\text{mg} / \text{m}^3$ ，二氧化碳(CO₂)按体积计不得大于 0. 5%，氮氧化物(NO₂) 在 $5\sim 8\text{mg} / \text{m}^3$ 以下，甲烷(CH₄)按体积不得大于 0. 5%；噪声不宜大于 90dB。

3. 2. 5. 5 环境关键要求

做好洞内外排水系统衔接，施工排水应防止污染农田、鱼塘或堵塞城市排水系统。应注意由于排水造成的周围地层移动、水土流失及临近建筑物、道路和地下管线的变形或损伤。

3. 2. 6 施 工 工 艺

3. 2. 6. 1 工艺流程

(1) 复合式衬砌缓冲排水层

清理初期支护基面—铺设土工布—设置暗钉圈固定土工布—铺设、固定防水板

(2) 排水明沟

测量放线—沟槽开挖—放线修整—明沟砌筑或混凝土浇筑—盖板

(3) 纵向集水盲管

测量放线—沟槽开挖—放线修坡—铺设土工布—管座混凝土—铺设盲管土工布—安装盲管、缝合土工布—无砂混凝土—缝合盲管最外层土工布

(4) 盲沟

沟槽开挖—放线回填—施工分隔层—滤水层—铺设排水管—滤水层—分隔层—回填土。

3. 2. 6. 2 操作工艺

(1) 复合式衬砌缓冲排水层

1) 初期支护的基面应用高压水冲洗清理，用风镐凿打清理尖锐的棱角；清理后即暗钉圈将土工织物固定在初期支护上；

2) 土工织物的搭接应在水平铺设的场合采用缝合法或胶结法，搭接长度不应小于 300mm；

3) 土工复合材料的土工织物面为迎水面，涂膜面与后浇混凝土相接触。

(2) 排水明沟

1) 沟槽开挖采用机械和人工相结合的方式进行，人工修整控制纵向坡度，坡度符合设计要求，严禁倒坡；

2) 明沟砌筑或混凝土浇筑符合设计要求，边施工边检测明沟净断面尺寸；

3) 明沟混凝土盖板预制强度、尺寸符合设计要求，达到施工强度要求时进行安装；检查井位置和做法符合设计要求。

(3) 集水盲管

1) 采用机械和人工相结合的方式开挖沟槽和修整边坡，严格控制纵向坡度，清除尖锐石头及杂物；

2) 铺土工布，要求同本条 1 款 2) 项；

3) 在土工布上浇筑底座混凝土，做法符合设计要求；

4) 在混凝土底座上铺土工布，要求同本条 1 款 2) 项；

5) 分段安装盲管，在调整管节时注意保护土工布，缝合土工布时搭接长度不应小于 300mm；

6) 检查盲管土工布符合要求后，浇筑无砂混凝土，注意保护土工布；

7)缝合土工布，搭接长度不应小于 300mm。

3. 2. 7 质量标准

3. 2. 7. 1 主控项目

(1)隧道、坑道排水系统必须畅通。

检验方法：观察检查。

(2)反滤层的砂、石粒径、厚度和含泥量必须符合设计要求。

检验方法：检查砂、石试验报告及尺量检查。

(3)土工复合材料必须符合设计要求。

检验方法：检查出厂合格证和质量检验报告。

3. 2. 7. 2 一般项目

(1)隧道纵向集水盲管和排水明沟的坡度应符合设计要求。

检验方法：尺量检查。

(2)隧道导水盲管和横向排水管的设置间距应符合设计要求。

检验方法：尺量检查。

(3)中心排水盲沟的断面尺寸、集水管埋设及检查井位置应符合设计要求。

检验方法：观察检查和尺量检查。

(4)复合式衬砌的缓冲排水层应铺设平整、均匀、连续，不得有扭曲、折皱和重叠现象。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

3. 2. 8 成品保护

3. 2. 8. 1 排水盲管施工完毕应及时覆盖，不能及时覆盖的，应设立明显标识，防止车辆碾压。

3. 2. 9 安全环保措施

3. 2. 9. 1 防尘、毒措施

凿岩采用湿式作业，施工现场加强通风和尘、毒监测。

3. 2. 9. 2 防触电、防跌落措施

(1)电工应经常检查漏电保护装置的有效性，手持电动工具操作人员应有效佩戴劳动保护用品。

(2)施工现场危险地段设立警告标志，必要时设立护栏。

3. 2. 10 质量记录

3. 2. 10. 1 图纸会审纪要，变更设计报告单及图纸，设计变更通知单和材料代用核定单。

3. 2. 10. 2 隧道、坑道排水施工组织设计(施工方法、技术措施、质量保证措施)。

- 3. 2. 10. 3 技术交底记录。
- 3. 2. 10. 4 材料出厂合格证、产品质量检验报告、试验报告。
- 3. 2. 10. 5 中间检查记录：分项工程开工申请单，分项工程质量验收记录、隐蔽工程验收记录。
- 3. 2. 10. 6 排水施工记录、工程抽样质量检验及观察检查记录。
- 3. 2. 10. 7 混凝土、砂浆试配及施工配合比，强度试验报告。
- 3. 2. 10. 8 复合衬砌监控量测记录、图表及分析报告。
- 3. 2. 10. 9 地质条件复杂地段的地质素描资料，排、渗水观察记录。

4 注浆工程防水施工工艺与质量标准

4. 1 预注浆、后注浆工程施工工艺与质量标准

4. 1. 1 总 则

4. 1. 1. 1 适用范围

注浆工程早期主要应用于地下工程中，作为防水、加固的重要方法。因为注浆技术有着其他地基加固方法所无法替代的优点：应用灵活、简便、高效、快速并能够用以控制地表沉降，因此它在市政地下工程中被广泛应用。作为改良地基、地下工程防水、堵漏和抢险工程的一项主要手段。

本标准适用于工程开挖前预计涌水量较大的地段或软弱地层采用的预注浆，以及工程开挖后处理围岩渗漏、回填衬砌壁后空隙采用的后注浆。

4. 1. 1. 2 编制参考标准及规范

- (1)《地下工程防水技术规范》GB 50108--2001。
- (2)《地下防水工程质量验收规范》GB 50208--2002。
- (3)《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300--2001。

4. 1. 2 术语、符号

4. 1. 2. 1 术语

(1)预注浆：工程开挖前使浆液预先充填围岩裂隙，以达到堵塞水流、加固围岩目的所进行的注浆。可分为工作面预注浆，即超前预注浆；地面预注浆，包括竖井地面预注浆和平巷地面预注浆。

煤炭行业常见的有地面预注浆、工作面预注浆。预注浆法进行岩土堵水和加固，使事故防患于未然。

(2)高压喷射注浆法：将带有特殊喷嘴的注浆管置入土层的预定深度后，以20MPa以上的高压喷射流，使浆液与土搅拌混合，硬化后在土中形成防渗帷幕的一种注浆方法。

(3)后注浆：当井筒、隧道、地下室等构筑物掘砌以后，用注浆法治理水害和地层加固称之后注浆。包括衬砌前围岩注浆、回填注浆、衬砌内注浆、衬砌后围岩注浆等。

(4)衬砌前围岩注浆：工程开挖后，在衬砌前对毛洞的围岩加固和止水所进行的注浆。

(5)回填注浆：在工程砌筑完成后，为充填衬砌和围岩间空隙所进行的注浆。

(6)衬砌后围岩注浆：在回填注浆后需要增强防水能力时，对围岩进行的注浆。

(7)凝胶时间：浆液自配置时起至不流动时止这段时间。

(8)衬砌内注浆：由于衬砌缺陷引起渗漏水时，在衬砌内进行的注浆。

4. 1. 3 基本规定

4. 1. 3. 1 注浆包括预注浆(含高压喷射注浆)、后注浆(衬砌前围岩注浆、回填注浆、衬砌内注浆、衬砌后围岩注浆等)，应根据工程地质及水文地质条件按下列要求选择注浆方案：

(1)在工程开挖前，预计涌水量大的地段、软弱地层，宜采用预注浆。

(2)开挖后有大股涌水或大面积渗漏水时，应采用衬砌前围岩注浆。

(3)衬砌后渗漏水严重的地段或充填壁后的空隙地段宜进行回填注浆。

(4)衬砌后或回填注浆后仍有渗漏水时，宜采用衬砌内注浆或衬砌后围岩注浆。

4. 1. 3. 2 注浆施工前应进行调查，搜集下列有关资料：

(1)工程地质纵横剖面图及工程地质、水文地质资料，如围岩孔隙率、渗透系数、节理裂隙发育情况、涌水量、水压和软土地层颗粒级配、土的标准贯入试验值及其物理力学指标等。

(2)工程开挖中工作面的岩性、岩层产状、节理裂隙发育程度及超、欠挖值等。

(3)工程衬砌类型防水等级等。

(4)工程渗漏水的地点、位置、渗漏形式、水量大小、水质、水压等。

4. 1. 3. 3 注浆实施前应符合下列规定：

(1)预注浆前先做止浆墙(垫)，其在注浆时应达到设计强度。

(2)回填注浆应在衬砌混凝土达到设计强度的70%后进行。

(3)衬砌后围岩注浆应在回填注浆固结体强度达到70%后进行。

4. 1. 3. 4 在岩溶发育地区，注浆防水应从勘测、选料、布孔、注浆施工等方面做出专业设计。

4. 1. 3. 5 注浆点距离水源或公共水域较近时，应在注浆设计时从选料和工艺等方面考虑对环境的保护措施，必要时在注浆施工期间及工程结束后，对水源取样检查，如有污染，应及时采取相应措施。

4. 1. 4 施工准备

4. 1. 4. 1 设计要求

(1) 预注浆钻孔，应根据岩层裂隙状态、地下水情况、设备能力、浆液有效扩散半径、钻孔偏斜率和对注浆效果的要求等，综合分析后确定注浆孔数、布孔方式及钻孔角度。

(2) 预注浆的段长，应根据工程地质、水文地质条件、钻孔设备及工期要求确定，宜为 10~50m，但掘进时必须保留止水岩垫(墙)的厚度。注浆孔底距开挖轮廓的边缘，宜为毛洞高度

(直径)的 0.5~1 倍，特殊工程可按计算和试验确定。

(3) 高压喷射注浆孔间距应根据地质情况及施工工艺确定，宜为 0.4~2.0m。

(4) 高压喷射注浆帷幕宜插入不透水层其深度应按下列公式计算：

$$d = (h - ba) / 2a$$

式中 d ——帷幕插入深度(m)。

h ——作用水头。

a ——接触面允许坡降取 5~6。

b ——帷幕厚度(m)。

(5) 衬砌前围岩注浆的布孔，应符合下列规定：

1) 在软弱地层或水量较大处布孔。

2) 大面积渗漏，布孔宜密，钻孔宜浅。

3) 裂隙渗漏，布孔宜疏，钻孔宜深。

4) 大股涌水，布孔应在水流上游，且从涌水点四周由远到近布设。

(6) 回填注浆孔的孔径，不宜小于 40mm，间距宜为 2~5m，可按梅花形排列；检查注浆孔宜深入岩壁 100~200mm。

(7) 衬砌后围岩注浆钻孔深入围岩不应小于 1m，孔径不宜小于 40mm，孔距可根据渗漏水的情况确定。

(8) 岩石地层预注浆或衬砌后围岩注浆的压力，应比静水压力大 0.5~1.5MPa，回填注浆及衬砌内注浆的压力应小于 0.5MPa。

(9) 衬砌内注浆钻孔应根据衬砌渗漏水情况布置孔深宜为衬砌厚度的 1/3~2/3。

4. 1. 4. 2 材料要求

(1)注浆材料选择原则:

- 1)原料来源广，价格适宜。
- 2)具有良好的可灌性。
- 3)凝胶时间可根据需要调节。
- 4)固化时收缩小，与围岩、混凝土、砂土等有一定的粘结力。
- 5)固结体具有微膨胀性，强度能满足开挖或堵水要求。
- 6)稳定性好，耐久性强。
- 7)具有耐侵蚀性。
- 8)无毒、低污染。
- 9)注浆工艺简单，操作方便、安全。

(2)注浆材料应根据工程地质、水文地质条件、注浆目的、注浆工艺、设备和成本等因素，按下列规定选用：

1)预注浆和衬砌前围岩注浆，宜采用水泥浆液、水泥—水玻璃浆液，超细水泥浆液、超细水泥—水玻璃浆液等，必要时可采用化学浆液。

2)衬砌后围岩注浆，宜采用水泥浆液、超细水泥浆液、自流平水泥浆液等。

3)回填注浆宜选用水泥浆液、水泥砂浆或掺有石灰、黏土、膨润土、粉煤灰的水泥浆液。

4)衬砌内注浆宜选用水泥浆液、超细水泥浆液、自流平水泥浆液、化学浆液。

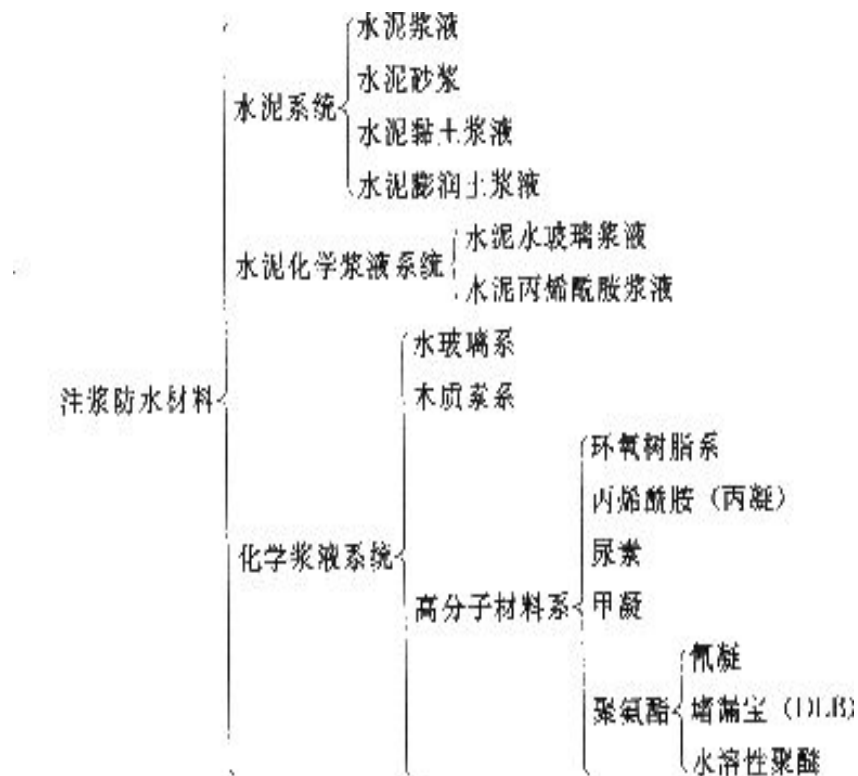
(3)水泥类浆液宜选用强度等级不低于 32.5 级的普通硅酸盐水泥，其他浆液材料应符合有关规定。浆液的配合比，必须经现场试验后确定。

(4)防水材料分类：我国常用的注浆防水材料分类如下：

(5)注浆防水材料使用要求：地下工程防水堵漏作业是在有水或潮湿的情况下进行的，所选择的防水堵漏材料必须能满足带水操作的施工要求。

1)浆液黏度低、流动性好、可注性好、能进入裂缝和细砂层中。

2)凝固时间可以调节控制，
需凝固时能迅速完成。



- 3) 稳定性好，常温下不改变性质，且无毒，不易燃烧，非爆炸品。
- 4) 对注浆设备、管路、橡胶制品等无腐蚀性，且容易冲洗。
- 5) 固结时无收缩现象，固化后与岩石、土、混凝土有一定的粘结性能。
- 6) 固结后的岩土层有一定的抗压、抗拉强度，并有较好的抗渗、抗老化、耐腐蚀性能，且不受温、湿度变化的影响。
- 7) 注浆材料来源丰富，配制简便，价格低廉。

4. 1. 4. 3 主要机具

(1) 双液齿轮计量泵、注浆泵：主要用于灌注高黏度双组分注浆材料用。注浆过程中应当有足够的排量和压力，并且能够随时调量、调压，满足供浆均匀稳定。

(2) 混合器：混合器应具有逆止阀机构，避免浆液互相串流凝固堵管事故的发生，也能使甲、乙两液混合均匀，提高注浆效果。

(3) 止浆塞：为了使浆液在各个含水岩层中均匀扩散，保证注浆质量，应当进行分段注浆，止浆塞的作用就是实现钻孔不同深度分段注浆的要求。止浆塞有多种型号，可根据施工要求及钻机性能进行选择。

(4) 注浆专用钻机：国内有较多从工程钻机设计改进而成的专用注浆钻机，有全液单管旋喷钻机、二重管和三重管高压喷射注浆专用钻机等。从受注

地层地质勘察，注浆孔的测斜定向，到浆液输送的设备、机具，利用止浆技术分段注浆，注浆效果的监测等已经形成一整套的比较先进的系统。

(5)注浆搅拌机：注浆搅拌机有立式、卧式两种。一般要求主轴转速为40~80rpm。最好选用放浆速度快，使用方便的立式搅拌机。

4. 1. 4. 4 作业条件

(1)注浆前钻孔，钻孔位置应根据钻机的要求进行场地平整，表层土质较软的应进行表面处理，以保证钻机钻孔质量。

(2)注浆前的准备工作，应符合下列规定：

1)注浆孔钻成后，应用清水冲孔，直至返清水为止。但裂隙小，冲孔效果不好时，应采用抽水洗孔。

2)对钻孔进行压水试验，检查止浆塞的密封效果，确定浆液品种与浓度，压水延续时间，根据钻孔吸水能力确定，宜为10~30min。

3)对整个注浆管路系统进行水压试验，压力宜为注浆终压的1.2~1.5倍，试压的持续时间不得少于15min。

4. 1. 5 材料和质量要点

4. 1. 5. 1 材料的关键要求

(1)注浆材料应符合下列要求：

- 1)具有较好的可注性。
- 2)具有固结收缩小，良好的粘结性、抗渗性、耐久性和化学稳定性。
- 3)无毒并对环境污染小。
- 4)注浆工艺简单，施工操作方便，安全可靠。

(2)注浆浆液应符合下列规定：

- 1)预注浆和高压喷射注浆宜采用水泥浆液、黏土水泥浆液或化学浆液。
- 2)壁后回填注浆宜采用水泥浆液、水泥砂浆或掺有石灰、黏土、粉煤灰等水泥浆液。

3)注浆浆液配合比应经现场试验确定。

4. 1. 5. 2 技术关键要求

在砂卵石层中宜采用渗透注浆法；在砂层中宜采用劈裂注浆法；在黏土层中宜采用劈裂或电动硅化注浆法；在淤泥质软土中宜采用高压喷射注浆法。

4. 1. 5. 3 质量关键要求

注浆过程控制应符合下列规定：

- (1)根据工程地质、注浆目的等控制注浆压力。
- (2)回填注浆应在衬砌混凝土达到设计强度的70%之后进行，衬砌后围岩注浆应在充填注浆固结体达到设计强度的70%后进行。

(3)浆液不得溢出地面和超出有效注浆范围，地面注浆结束后注浆孔应封填密实。

4. 1. 5. 4 职业健康安全关键要求

(1)操作人员必须戴防护手套和安全帽。

4. 1. 5. 5 环境关键要求

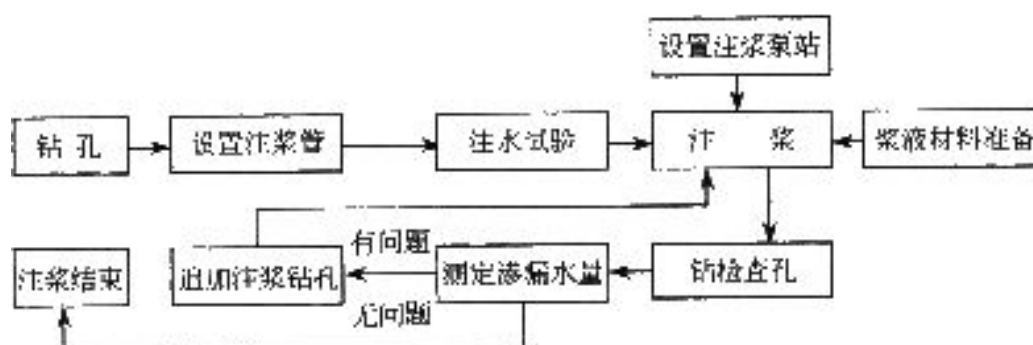
(1)注浆点距离饮用水源或公共水域较近时，注浆施工应采取相应措施防止污染。

(2)注浆范围和建筑物的水平距离很近时，应加强对临近建筑物和地下埋设物的现场监控。

4. 1. 6 施工工艺

4. 1. 6. 1 工艺流程

预注浆工艺流程



4. 1. 6. 2 操作工艺

(1)预注浆钻孔误差应符合下列要求：

1)注浆孔深小于 10m 时，孔位最大允许偏差为 100mm，钻孔偏斜率最大允许偏差为 1%。

2)注浆孔深大于 10m 时，孔位最大允许偏差为 50mm，钻孔偏斜率最大允许偏差为 0.5%。

(2)岩石地层或衬砌内注浆前应将钻孔冲洗干净。

(3)注浆前，应进行压水试验，测定注浆孔吸水率和地层吸浆速度。

(4)回填注浆时，对岩石破碎、渗漏水量较大的地段，宜在衬砌与围岩间采用定量、重复注浆法分段设置隔水墙。

(5)回填注浆、衬砌后围岩注浆施工顺序，应符合下列要求：

1)沿工程轴线由低到高，由下往上，从少水处到多水处。

2)在多水地段，应先两头，后中间。

3)对竖井应由上往下分段注浆，在本段内应从下往上注浆。

(6)注浆过程中应加强监测，当发生围岩或衬砌变形、堵塞排水系统、串浆、危及地面建筑物等异常情况时，可采取下列措施：

- 1)降低注浆压力或采用间歇注浆，直到停止注浆。
- 2)改变注浆材料或缩短浆液凝胶时间。
- 3)调整注浆实施方案。

(7)高压喷射注浆的工艺参数应根据试验确定，也可按表 4. 1. 6. 2 选用，并在施工中进行修正。

高压喷射注浆工艺参数 表 4. 1. 6. 2

项目	压力(MPa)						输浆量 (L / min)	喷嘴直径 (mm)	提升速度 (mm / min)
	单管法		双重管法		三重管法				
	浆液	浆液	空气	水	空气	浆液			
指标	20 ~ 30	20 ~ 30	0. 7	20~30	0. 7	2~3	40~150	2. 0~3. 0	50~200

(8)单孔注浆结束的条件，应符合下列规定：

- 1)预注浆各孔段均达到设计终压并稳定 10min，且进浆速度为开始进浆速度的 1 / 4 或注浆量达到设计注浆量的 80 %。
- 2)衬砌后回填注浆及围岩注浆达到设计终压。
- 3)其他各类注浆，满足设计要求。

(9)预注浆和衬砌后围岩注浆结束前，应在分析资料的基础上，采取钻孑 L 取芯法对注浆效果进行检查，必要时进行压(抽)水试验。当检查孔的吸水量大于 1. 0L / min.m 时，必须进行补充注浆。

(10)注浆结束后应将注浆孔及检查孔封填密实。

4. 1. 7 质量标准

注浆的施工质量检验数量，应按注浆加固或堵漏面积每 100m²抽查 1 处，每处 10m²，且不得少于 3 处。

4. 1. 7. 1 主控项目

(1)配置浆液的原材料及配合比必须符合设计要求。

检验方法：检查出厂合格证、质量检验报告、计量措施和试验报告。

(2)注浆效果必须符合设计要求。

检验方法：采用钻孔取芯、压水(或空气)等方法检查。

4. 1. 7. 2 一般项目

(1)注浆孔的数量、布置间距、钻孔深度及角度应符合设计要求。

检验方法：检查隐蔽工程验收记录。

(2)注浆各阶段的控制压力和进浆量应符合设计要求。

检验方法：检查隐蔽工程验收记录。

(3) 注浆时浆液不得溢出地面和超出有效注浆范围。

检验方法：观察检查。

(4) 注浆对地面产生的沉降量不得超出 30mm，地面的隆起不得超过 20mm。

检验方法：用水准仪测量。

4. 1. 8 成品保护

4. 1. 8. 1 回填注浆应在衬砌混凝土达到设计强度的 70% 后进行。

4. 1. 8. 2 衬砌后围岩注浆应在充填注浆固结体达到设计强度的 70% 后进行。

4. 1. 9 安全环保措施

4. 1. 9. 1 注浆范围和建筑物的水平距离很近时，应加强对临近建筑物和地下埋设物的现场监控。

4. 1. 9. 2 注浆点距离饮用水源或公共水域较近时，注浆施工如有污染应及时采取相应措施。

4. 1. 10 质量记录

质量记录参见《地下防水工程质量验收规范》GB 50208—2002 中的有关记录。

4. 2 衬砌裂缝注浆防水施工工艺与质量标准

4. 2. 1 总 则

4. 2. 1. 1 适用范围

本标准适用于衬砌裂缝漏水采用的堵水注浆处理。裂缝注浆应待衬砌结构基本稳定和混凝土达到设计强度后进行。

4. 2. 1. 2 编制参考标准及规范

- (1) 《地下工程防水技术规范》GB 50108—2001
- (2) 《地下防水工程质量验收规范》GB 50208—2002
- (3) 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300—2001

4. 2. 2 术语、符号

4. 2. 2. 1 术语

- (1) 衬砌内注浆：由于衬砌缺陷引起渗漏水时，在衬砌内进行的注浆。
- (2) 凝胶时间：浆液自配置时起至不流动时止这段时间。
- (3) 自流平水泥：在低水灰比下不经振捣能使净浆、砂浆或混凝土达到预定强度和密实度的特种水泥。

4. 2. 3 基本规定

4. 2. 3. 1 防水混凝土结构出现宽度小于 2mm 的裂缝应选用化学注浆，注浆材料宜采用环氧树脂、聚氨酯、甲基丙烯酸等浆液；宽度大于 2mm 的混凝土裂缝要考虑注浆的补强效果，注浆材料宜采用超细水泥、改性水泥浆液或特殊化学浆液。

4. 2. 3. 2 衬砌内注浆钻孔应根据衬砌渗漏水情况布置，孔深宜为衬砌厚度的 $1/3 \sim 2/3$ 。

4. 2. 3. 3 对于宽度均匀的裂缝采用同一种型号的浆液即可完成，如裂缝呈中间宽两头细的状态，在宽度差距较大时，应采用不同 型号及配合比的浆液，以使不同缺陷的部位都得以饱满合理的充填。

4. 2. 4 施工准备

4. 2. 4. 1 技术准备

(1)混凝土表面处理：

用毛刷清扫混凝土表面尘土，并清除裂缝周围易脱落的浮皮、空鼓的抹灰等，利用小锤、钢丝刷和砂纸将修理面上的碎屑、浮渣、铁锈等杂物除去，应注意防止在清理过程中把裂缝堵塞。裂缝处宜用蘸有丙酮或二甲苯的棉丝擦洗，一般不宜用水冲洗，因树脂类灌浆材料不宜与水接触，如必须用水洗刷时 also 需待水分完全干燥后方能进行下道工序。对于有蜂窝麻面、露筋部位用聚合物砂浆修补平整(也可用 YJ 快干型封缝胶作表面修复)。

(2)裂缝表面封闭、安设底座：

要保证注浆的成功，必须使裂缝外部形成一个封闭体。封闭作业包括贴嘴、贴玻璃布或满刮腻子并勾缝。

1)预留注浆孔位置：依据裂缝宽度大小及混凝土厚度，一般 20cm 左右在裂缝较宽处预留进浆口。用封缝胶安设底座，贯穿裂缝正反两面均要设注浆孔。

2)封闭裂缝：由于施工后不必清除表面的封缝胶，所以选用 YJ 快干型封缝胶封缝，将胶按比例调好，用刮刀沿裂缝方向涂抹 3~4cm 宽，将裂缝封严封死。贯穿裂缝两面均要封闭。待封缝胶硬化后(约 1h)，即可灌浆。

(3)浆液配制：

根据灌前试验的配合比大小配制浆液，配浆时注意搅拌，减小浆液的黏度，以提高浆材的可灌性。

4. 2. 4. 2 材料要求

(1)注浆材料选择原则：

1)原料来源广，价格适宜。

2)具有良好的可灌性。

3)凝胶时间可根据需要调节。

- 4) 固化时收缩小，与围岩、混凝土、砂土等有一定的粘结力。
- 5) 固结体具有微膨胀性，强度能满足开挖或堵水要求。
- 6) 稳定性好，耐久性强。
- 7) 具有耐侵蚀性。
- 8) 无毒、低污染。
- 9) 注浆工艺简单，操作方便、安全。

(2) 衬砌内注浆宜选用水泥浆液、超细水泥浆液、自流平水泥浆液、化学浆液。

(3) 水泥类浆液宜选用强度等级不低于 32.5 级的普通硅酸盐水泥，其他浆液材料应符合有关规定。浆液的配合比，必须经现场试验后确定。

4.2.4.3 主要机具

(1) 空气压缩机：检验裂缝封闭质量、清洗缝内积尘和注浆都要依靠压缩空气助压。一般习惯采用供喷漆用的小型空压机，有 0.6MPa 以上的压缩空气即可。现在市场上出售的空压机一般均设计配有贮气罐，功用是接受来自空压机之压缩空气，维持注浆时的恒压状态，故其容积宜为料罐容积的数十倍。罐上除装有压力表外，尚装有进出气控制阀门。

(2) 料罐：底端设有出浆口，通过输浆皮管与粘贴在裂缝上的注浆钢嘴连接。罐的上端设有带气门芯的进气 V1 与贮气罐连通，顶部设有加料 V1 专供加料兼进气用。料罐应力求构造简单，清洗方便，避免使用阀门。罐的下部宜做成锥形，顶盖采取法兰连接，以便必要时打开清洗。

(3) 钢嘴与插头：有两种连接方法，一种是有丝扣的钢嘴靠套接螺母将钢嘴与插头接合在一起，另一种是不带丝扣的钢嘴，通过胶管与插头连接。

(4) 皮管：输气输浆的管子，最好选用内径 10，壁厚 1mm 以上能耐高压的纤维增强塑料管(如使用不透明胶管时，宜连接一段透明有机玻璃管，便于观察浆液走动情况)。

(5) 其他工具：裂缝清理、配料、涂刷等工作尚需使用搅拌锅、铁板、电炉、天平、铲刀、毛刷、泥刀、止水夹、量杯、量筒等工具。

4.2.5 材料和质量要点

4.2.5.1 材料的关键要求

裂缝注浆所用水泥的细度应符合表 4.2.5.1 的规定。

裂缝注浆水泥的细度 表 4.2.5.1

项 目	普通硅酸盐水泥	磨细水泥	湿磨细水泥
平均粒径 (D50, μm)	20~25	8	6
比表面 (cm^2/g)	3250	6300	8200

4. 2. 5. 2 质量关键要求

(1) 浅裂缝应骑槽粘埋注浆嘴，必要时沿缝开凿“V”槽并用水泥砂浆封缝。

(2) 深裂缝应骑缝钻孔或斜向钻孔至裂缝深部，孑L内埋设注浆管，间距应根据裂缝宽度而定，但每条裂缝至少有一个进浆孔和一个排气孔。

(3) 注浆嘴及注浆管应设于裂缝的交叉处、较宽处及贯穿处等部位。对封缝的密封效果应进行检查。

(4) 采用低压低速注浆，化学注浆压力宜为 0.2~0.4MPa，水泥浆灌浆压力宜为 0.4~0.8MPa。

(5) 注浆后待缝内浆液初凝而不外流时，方可拆下注浆嘴并进行封口抹平。

4. 2. 5. 3 职业健康安全关键要求

(1) 配制速凝剂及堵漏作业人员，要戴好胶皮手套，以防烧手。

(2) 配料操作人员尚应戴防护眼镜，防止碱性溶液溅到眼 4. 2. 5. 4 环境关键要求地下室无积水、杂物、污泥，便于进入作业。

4. 2. 6 施 工 工 艺

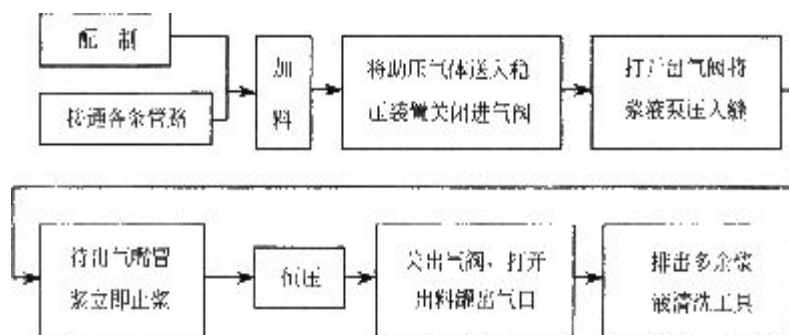
4. 2. 6. 1 工艺流程

注浆工艺包括裂缝清理、粘贴注浆嘴(或开缝钻眼下嘴)、裂缝和表面局部封闭、试气和施注六道工序。不同种类浆液的注浆工艺稍有出入，但基本方法是相同的。注浆要求的工艺流程如下所示：

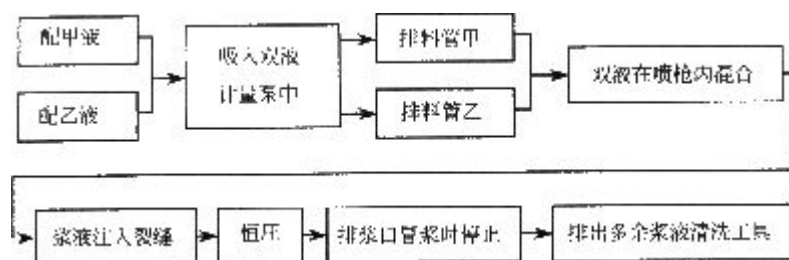
准备工作阶段工艺流程：



注浆阶段工艺流程：



单液法注浆工艺流程



双液法注浆工艺流程

4. 2. 6. 2 操作工艺

(1)打磨：采用砂轮机沿裂缝的两边各打磨 20cm 的宽度，除去混凝土表面杂物，以免影响注浆嘴的粘贴及封缝效果。

(2)冲洗：是贴嘴法施工最重要的工序，用高压冲毛机沿裂缝开口向两边冲洗，以保证缝口敞开无杂物。

(3)裂缝描述：用刻度放大镜测量裂缝宽度，并对裂缝走向及缝长进行描述，用以调整布置注浆嘴间距及灌浆压力。

(4)贴嘴：根据裂缝描述进行注浆嘴的布置。规则裂缝缝宽小于 0.3mm 时按间距 20cm 布嘴，缝宽大于 0.3mm 时按间距 30cm 布嘴；不规则裂缝的交叉点及端部均布置注浆嘴。将粘贴胶抹在注浆嘴底板上，贴嘴时用定位针穿过进浆管，对准缝 V1 插上，然后将注浆嘴压向混凝土表面抽出定位针，定位针未粘附胶认定注浆嘴粘贴合格。

(5)封缝：贴嘴 3h 后用堵漏灵胶泥将渗水缝口封堵住，带面胶基本固化后，用堵漏灵加固形成中间高，两边低的伞形封盖。

(6)压风检查：封缝完成并养护 2h 后即可进行压风检查各孔的贯通情况，压风压力小于 0.25MPa；对于不串通的孔应查明原因进行分析和处理。

(7)灌浆：采用多点同步灌注方式，从下至上，从宽至窄，逐步推进，采用 Lily CD-15 双组分注射泵灌注 LPL 浆材，施工中采用稳压慢灌，每孔纯灌时间不少于 90min，以保证灌浆质量。灌浆压力见表 4.2.6.2。

裂缝宽度与灌浆压力关系 表 4. 2. 6. 2

缝宽 mm	<0. 1	0. 1~0. 3	>0. 3
灌浆压力 (MPa)	0. 8~1. 0	0. 6~0. 8	0. 5~0. 8

(8) 注浆嘴的清除：灌浆结束 48h 后铲除注浆嘴，混凝土表面采用环氧胶泥封堵平整。

(9) 质量检查及验收：灌后质量检查在注射树脂 LPL 灌浆结束 7d 后进行。

(10) 压水检查：现场布骑缝孔，冲击钻造孔(孔径 18~20mm、孔深 10~15cm)后，采用单点法压水，压水检查压力为 0. 3MPa。合格标准：压水检查透水率 $q \leq 0. 1Lu$ 。

(11) 钻孔取芯：取芯直径 89mm，并进行岩芯鉴定、描述，绘制钻孔柱状图。

4. 2. 7 质量标准

衬砌裂缝注浆的施工质量检验数量，应按裂缝条数的 10% 抽查，每条裂缝为 1 处，且不得少于 3 处。

4. 2. 7. 1 主控项目

(1) 注浆材料及其配合比必须符合设计要求。

检验方法：检查出厂合格证、质量检验报告、计量措施和试验报告。

(2) 注浆效果必须符合设计要求。

检验方法：渗漏水量测，必要时采用钻孔取芯、压水(或空气)等方法检查

4. 2. 7. 2 一般项目

(1) 钻孔埋管的孔径和孔距应符合设计要求。

检验方法：检查隐蔽工程验收记录。

(2) 注浆的控制压力和进浆量应符合设计要求。

检验方法：检查隐蔽工程验收记录。

4. 2. 8 成品保护

4. 2. 8. 1 裂缝灌浆后，要根据所选用材料的不同要求进行养护，并进行覆盖保护。

4. 2. 9 安全环保措施

4. 2. 9. 1 配制速凝剂及堵漏作业人员，要戴好胶皮手套，以防烧手。

4. 2. 9. 2 配料操作人员尚应戴防护眼镜，防止碱性溶液溅到眼中。

4. 2. 10 质量记录

质量记录参见《地下防水工程质量验收规范》GB 50208—2002 中的有关记录。

5 地下防水工程细部构造防水施工工艺与质量标准

5.1 变形缝防水施工工艺与质量标准

5.1.1 总 则

为使建筑工程的防水变形缝施工做到技术先进、工艺合理、施工规范，满足结构安全及建筑功能要求，避免不可预见因素对施工整体质量的影响，杜绝变形缝施工质量通病的发生，特制定本工艺标准。

5.1.1.1 适用范围

本工艺标准的适用范围为：适用于地上、地下、土木工程防水变形缝的建筑施工。

5.1.1.2 编制参考标准及规范

- (1)《地下工程防水技术规范》GB 50108--2001
- (2)《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204--2002
- (3)《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300--2001
- (4)《地下防水工程质量验收规范》GB 50208--2002

5.1.2 术语、符号

5.1.2.1 术语

(1)变形缝：变形缝是土木工程中结构部分或全部分离的建筑结构单元之间在因温度、沉降、地震等作用产生相对微量位移时，其建筑结构、整体观感、使用功能不致发生质量损坏的一种建筑构造措施，它包含温度伸缩缝、沉降缝与抗震缝。

(2)防水止水带：它包括橡胶型、金属质等，其作用是在建筑变形缝处的两侧因内、外力作用而产生相对微量变形时，能确保变形缝处的防水功能不致遭到破坏。

5.1.3 基本规定

5.1.3.1 防水变形缝的设置必须依据设计要求的位置及尺寸且符合相关规范的规定。

5.1.3.2 防水变形缝应满足密封防水、适应变形、施工方便、检修容易等要求。

5.1.3.3 防水变形缝处的混凝土结构厚度不应小于 300mm。

5.1.3.4 防水变形缝处相邻结构单元之间的沉降差值不应大于 30mm，宽度宜为 20~30mm。

5.1.3.5 用于伸缩的变形缝宜不设或少设，可根据不同工程结构类别及工程地质情况采用诱导缝、加强带等代替措施。

5.1.4 施工准备

5.1.4.1 技术准备

(1)防水变形缝施工前应对结构材料、防水材料现场状况进行检查核对,以确定对设计与规范的符合性,预测施工后对建筑功能的有效性,并做好核对记录。

(2)确定施工方案,针对防水变形缝的不同部位、不同功能要求、不同的现场条件,编制满足设计要求、相关规范和工艺要求的施工技术方案。

(3)应对施工操作人员进行书面技术交底,其主要内容为:施工前、施工中、施工后应注意的事项和技术要求,以及确保使用功能的技术措施与施工方法。

(4)应熟悉设计图纸、相关规范、标准及本工艺标准,对施工变形缝的做法,位置及构造措施进行了解,以确定防水变形缝上述内容的合理性,并确定是否提出修改建议。

5. 1. 4. 2 材料要求

(1)品种规格

1)橡胶质中孔式中埋止水带与外贴式止水带的宽度宜大于 $2 \times 300\text{mm}$ — $[-B$ (B 为变形缝宽度),其厚度应根据所施工变形缝处的埋置深度及水压,参照相关规范及产品说明书进行选用。

2)金属止水带应用于变形相对比较稳定的结构中,并应有防止接缝渗水及变形破坏的切实可行的技术措施与施工作业措施。

(2)质量要求:

1)砂子应采用河砂或山砂,不得用海砂,且检验结果应符合 JGJ 52—2001 标准。

2)止水带表面不允许有开裂、缺胶、海绵等影响使用的缺陷,中心孔偏心不允许超过管状断面厚度的 $1/3$;止水带表面允许有深度不大于 2mm 、面积不大于 16mm^2 的凹痕、气泡、杂质、明疤等缺陷不超过 4 处;止水带的尺寸公差应符合《地下防水工程质量验收规范》GB 50208—2002 附录 A 中表 A. 0. 4—1 的要求,其物理性质应符合附录 A 中表 A. 0. 4—2 的要求;止水带现场抽样数量以每月同标记的止水带产量为一批抽样。

3)防水变形缝处的混凝土厚度、强度必须符合设计及规范要求。

5. 1. 4. 3 主要机具

(1)自拌混凝土:混凝土搅拌机、混凝土坍落度筒、天平、插入与平板振动器、手推车等。

(2)商品混凝土:混凝土坍落度筒、插入与平板振动器、手推车等。

(3)其他机具:夹钳、活动扳手、电焊机、剪刀、银头等。

5. 1. 4. 4 作业条件

(1)底板防水变形缝

1)底板的垫层、防水层、防水保护层、底板钢筋已施工完毕。

2)止水带已固定牢固且位置正确，材质、形状、尺寸符合要求，止水带处侧模已封闭牢固，且密封性能良好，能保证先浇混凝土施工时不漏浆。

(2)侧壁防水变形缝

1)侧壁钢筋已施工完毕。

2)止水带已固定牢固且位置正确，材质、形状尺寸符合要求，止水带处的边模与侧模已封闭牢固且密封性、稳定性、整体刚度良好，能确保先浇混凝土的成形尺寸与成形质量。

5. 1. 5 材料和质量要点

5. 1. 5. 1 材料的关键要求

(1)所使用混凝土的强度、抗渗性应符合设计及相关规范要求。

(2)橡胶质中孔式中埋止水带与外贴式止水带的宽度宜大于 $2 \times 300\text{mm} + B$ (B 为变形缝宽度)，其厚度应根据所施工变形缝处的埋置深度及水压，参照相关规范及产品说明书进行选用。

(3)金属止水带应用于变形相对比较稳定的结构中，并应有防止接缝渗水及变形破坏的切实可行的技术措施与施工作业措施。

5. 1. 5. 2 技术关键要求

(1)橡胶质止水带在混凝土中的位置应事先按设计要求的位置及型式参照 GB 50108—2001 中

5. 1. 6 附图固定牢固

(2)变形缝处止水带侧的模板必须固定牢固，确保密封，严禁在止水带两侧渗浆。

5. 1. 6. 1 质量关键要求

(1)变形缝两侧的混凝土必须成型准确，内实外光。

(2)橡胶质止水带在混凝土中的位置必须准确，混凝土施工时不得变形与移位。(见图 5. 1. 5. 3-1~2)。

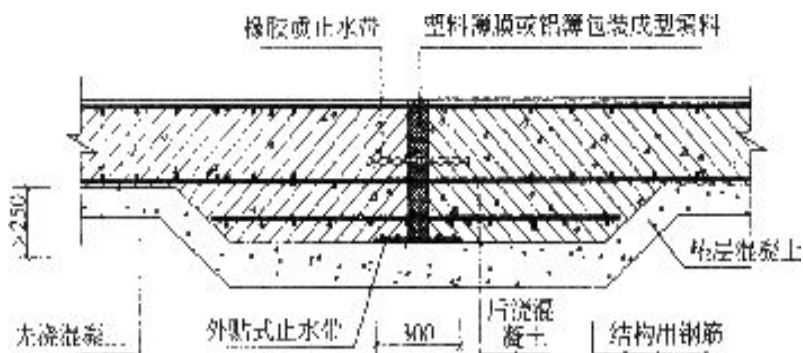


图 5. 1. 5. 3-1 底板止水带使用图

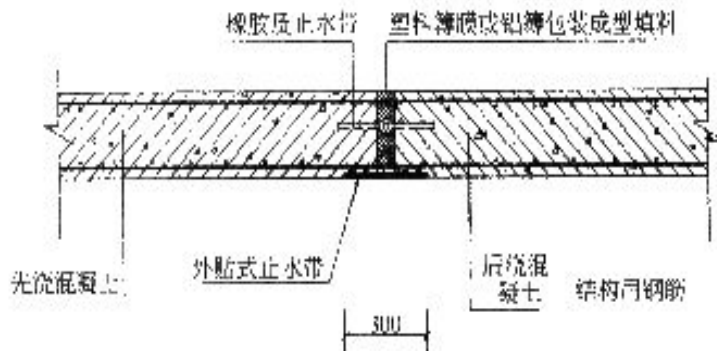


图 5. 1. 5. 3-2 侧墙止水带使用图

5. 1. 7 施 工 工 艺

5. 1. 7. 1 操作工艺

(1) 底板防水变形缝

底板混凝土垫层施工—底板防水施工—对变形缝的位置及尺寸进行放线—底板钢筋施工—底板橡胶止水带固定—先浇混凝土侧模封闭—先浇混凝土施工—先浇混凝土养护—先浇混凝土侧模拆除—将塑料薄膜或铝箔包装成型的填缝材料定位、固定—后浇混凝土施工—后浇混凝土养护。

(2) 侧壁变形缝

侧壁变形缝位置尺寸放线—侧壁钢筋施工—侧壁橡胶止水带固定—侧壁外模及变形缝处侧模封闭—侧壁先浇混凝土施工—先浇混凝土养护—将塑料薄膜或铝箔包装成型的填缝材料定位固定—后浇混凝土侧模封闭—后浇混凝土施工—后浇混凝土养护。

5. 1. 8 质量标准

5. 1. 8. 1 主控项目

(1) 变形缝所用止水带和填缝材料必须符合设计要求、相关规范或行业标准，并经现场检验不得存在厚度不均、砂眼等严重缺陷。

检验方法：检查出厂合格证、质量检验报告和进场抽样报告。

(2) 变形缝止水带的位置应符合设计要求或规范要求，其定位必须准确、牢固且应确保混凝土施工中不移位。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

(3) 止水带处的模板必须具有足够的强度、刚度及密封性，应确保混凝土施工后成型准确、密实光洁。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5. 1. 8. 2 一般项目

(1)变形缝处的包装填缝材料应按设计的缝宽制作成型，且应紧密压实，并留有一定的浇筑混凝土压缩余量。

检验方法：观察检查。

(2)中埋式止水带的中孔应对准变形缝隙的中部。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

(3)水平中埋式的止水带所用的混凝土坍落度不宜小于 80cm 并应采取措
施，以确保止水带下部混凝土的密实性。

检验方法：用坍落度筒检测

5. 1. 9 成品保护

5. 1. 9. 1 变形缝处混凝土模板的拆除时间不宜小于 24h，以确保变形缝处混凝土的成型质量。

5. 1. 9. 2 橡胶止水带的运输施工应小心轻放，禁止野蛮施工，以防止钉子、钢筋等锐器扎伤止水带。

5. 1. 9. 3 混凝土施工完毕应及时养护，以确保混凝土的强度。

5. 1. 10 安全环保措施

5. 1. 10. 1 施工电源开关箱必须设漏电保护器，防止漏电伤人。

5. 1. 10. 2 振捣器电源线、开关、胶皮线要经常检查，防止破损漏电伤人。

5. 1. 10. 3 操作人员要戴绝缘手套，穿防触电胶鞋。

5. 1. 10. 4 夜间施工，现场及施工道路应装有充足的照明设施。

5. 1. 11 质量记 录

5. 1. 11. 1 混凝土施工记录

5. 1. 11. 2 混凝土试块强度报告(混凝土试块抗渗强度报告)

5. 1. 11. 3 混凝土配合比报告单

5. 1. 11. 4 混凝土中水泥、砂、石、掺石料、外加剂遇水膨胀橡胶止水条、止水带、膨胀剂和防水材料的合格证或检验报告。

5. 1. 11. 5 混凝土外观质量检查记录。

5. 1. 11. 6 现浇结构外观质量缺陷处理方案记录表。

5. 1. 11. 7 后浇带隐蔽检查记录。

5. 1. 11. 8 检验批质量验收记录。

5. 2 后浇带施工工艺与质量标准

5. 2. 1 总 则

为使建筑工程的后浇带做到技术先进、工艺合理、施工规范，满足建筑功能要求，确保结构受力安全和后浇带处无渗漏现象，避免不可预见因素对后浇带施工质量的影响，杜绝后浇带施工质量通病的发生，特制定本工艺标准。

5.2.1.1 适用范围

适用于房屋建筑工程地下室底板、外墙、内墙、顶板、楼层的楼板、房屋及大型构筑物的基础以及大型设备基础的后浇带；不适用于工程竣工后仍有可能存在变形的结构工程。

5.2.1.2 编制参考标准及规范

- (1)《地下工程防水技术规范》GB 50108--2001
- (2)《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204--2002
- (3)《地下防水工程质量验收规范》GB 50208--2002
- (4)《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300--2001

5.2.2 术语、符号

5.2.2.1 术语

(1)后浇带：是一种混凝土刚性接缝，适用于不宜设置柔性变形缝以及后期变形趋于稳定的结构。

(2)自黏性膨胀橡胶止水条：是一种具有自黏功能，遇水后在一定时间内体积可以膨胀以达到止水效果的橡胶质止水条。

(3)补偿收缩混凝土：是在混凝土中添加一定比例膨胀剂或外加剂(按设计掺量)后，使混凝土在凝固过程中产生适度体积膨胀，以补偿混凝土收缩的一种混凝土。

5.2.3 基本规定

5.2.3.1 后浇带的留置必须依据设计要求的位置与尺寸，设在受力和变形较小的部位，间距宜为 30~60m，宽度宜为 700~1000mm。

5.2.3.2 后浇带可做成平直缝，结构主筋不宜在缝中断开，若必须断开，则主筋搭接长度应大于 45 倍主筋直径，接头应按规范要求错开，并按设计要求设附加钢筋。

5.2.3.3 后浇带需超前止水时，后浇带部位混凝土应局部加厚，并增设外贴式或中埋式止水带。

5.2.4 施工 准 备

5.2.4.1 技术准备

(1)后浇带施工前应对材料、施工时间、现场状况进行检查核对，以确定对设计与规范的符合性，预测施工后对功能的有效性，并做好核对记录。

(2)确定施工方案，针对后浇带不同的部位，不同的功能要求，不同的现场情况，编制满足设计规范和工艺要求的施工技术措施。

(3)对施工操作人员进行书面技术交底，其主要内容为：施工前、施工中、施工后应注意的事项和操作要求、细部构造及技术质量要求。

(4)应熟悉设计图纸、本施工工艺与质量标准及相关技术规程,对后浇带的做法、位置、配筋进行了解,以确定后浇带上述内容的合理性,并确定是否提出修改建议。

5.2.4.2 材料要求

(1)品种规格

1)后浇带混凝土所用碎石应根据所浇后浇带的钢筋密度确定,一般为5~31.5mm,含泥量不得大于1.0%,泥块含量不得大于0.5%。

2)后浇带的砂子应采用中砂,含泥量不得大于3.0%,泥块含量不得大于1.0%。

3)中埋式止水钢板宜用3mm厚400mm宽的折形钢板条。

4)遇水膨胀止水条有10000mm×20mm×10mm、10000mm×30mm×10mm、5000mm×30mm×20mm等几种规格。

5)橡胶外贴式止水带宜用300×8型,但外墙宜用400×8型。

6)钢丝网宜采用密目钢丝网和30×30型钢丝网,两种钢丝网配套使用。

(2)质量要求:

1)碎石应满足试配强度要求且检验结果应符合JGJ 53—92标准。

2)砂子应采用河砂或山砂,不得用海砂,且检验结果应符合JGJ 52—92标准。

3)粉煤灰应用Ⅱ级以上。

4)外加剂必须用合格一等品。

5)水泥应用32.5MPa以上的普通水泥或硅酸盐水泥。

6)拌合用水应用饮用水或水质符合国家现行标准《混凝土拌合用水标准》JG363规定的水源。

7)止水带表面不允许有开裂、缺胶、海绵等影响使用的缺陷,中心孔偏心不允许超过管状断面厚度的1/3;止水带表面允许有深度不大于2mm、面积不大于16mm²的凹痕、气泡、杂质、明疤等缺陷不超过4处;止水带的尺寸公差应符合GB50208—2002附录A中表A.0.4—1的要求,其物理性质应符合GB50208—2002附录A中表A.0.4—2的要求;止水带现场抽样数量以每月同标记的止水带产量为一批抽样。

8)选用的遇水膨胀橡胶止水条应具有缓胀性能,其7d的膨胀率应不大于最终膨胀率的60%。当不符合时,应采取表面涂缓膨胀剂措施;其物理性质应符合GB50208—2002附录A中表A.0.5的要求;遇水膨胀橡胶止水条现场抽样数量以每月同标记的止水带产量为一批抽样。

5.2.4.3 主要机具

(1) 自拌混凝土：混凝土搅拌机、混凝土坍落度筒、天平、插入与平板振动器、手推车等。

(2) 商品混凝土：混凝土坍落度筒、插入与平板振动器、手推车等。

(3) 其他机具：电焊机、剪刀、银头等。

5. 2. 4. 4 作业条件

(1) 后浇带的留置

1) 后浇带的位置、宽度应符合设计要求，已场地平整，放线无误，垫层施工完毕。

2) 后浇带的型式见附图，保证成型的措施应按施工方案进行落实。

(2) 后浇带混凝土浇筑

1) 后浇带两侧混凝土面上的浮浆、松散混凝土应予凿除，并用压力水冲洗干净，涂刷混凝土界面处理剂或水泥砂浆。地下室底板后浇带施工时不得有积水。

2) 后浇带处的钢筋应进行除锈，已将钢筋调整平直。

3) 后浇带的模板已封闭严密，且应保证混凝土施工后新旧混凝土没有明显的接槎。

4) 已将止水条或止水带固定牢固，确保位置准确。

5. 2. 5 材料和质量要点

5. 2. 5. 1 材料的关键要求

(1) 所使用的混凝土应有配合比报告单。

(2) 应采用比后浇带两侧混凝土提高一个等级的补偿收缩混凝土。在满足强度要求及工艺要求的情况下，其坍落度宜尽可能小一些。

(3) 商品混凝土应有“混凝土开盘鉴定证明”。

(4) 防水材料、遇水膨胀橡胶止水条、膨胀剂和外加剂等材料均应有合格证，且复检合格后方可使用。

5. 2. 5. 2 技术关键要求

(1) 后浇带应在两侧混凝土龄期达到 42d 后再施工；应采用补偿混凝土，其强度等级不低于两侧混凝土。

(2) 模板应严密、稳固、混凝土施工时不得漏浆与变形。

(3) 膨胀剂和外加剂掺量应符合设计及产品性能要求。

(4) 后浇带养护时间不得少于 28 d。

5. 2. 5. 3 质量关键要求

(1) 混凝土的浇筑应密实，成型应精确，应特别注意新旧混凝土界面处的混凝土密实度。

(2)混凝土浇筑后应覆盖保湿养护。

(3)防水后浇带的施工应注意界面的清理及止水条、止水带的保护，并保证防水功能技术措施的落实。严禁后浇带处有渗漏现象。

5.2.5.4 职业健康安全关键要求

(1)对有电器设备的地下工程，应采取安全措施，保障人身安全。

(2)施工现场若有深坑或深井的，亦应做好防护工作，避免施工人员坠入受伤。

(3)施工现场必须有足够的照明设施。

5.2.5.5 环境关键要求

(1)后浇混凝土施工温度应低于两侧先浇混凝土施工时的温度，并选择在气温较低的季节施工。

5.2.6 施 工 工 艺

5.2.6.1 工艺流程

(1)后浇带的留置

1)地下室底板防水后浇带留置

地下室底板防水层施工一底板底层钢筋绑扎一后浇带两侧钢板止水带下侧先用短钢筋头(钢筋间距 400mm)与板筋点焊一绑扎双层钢丝网于钢筋头上，钢丝网放置在先浇混凝土一侧一钢板止水带安置一钢板止水带上侧短钢筋头点焊及绑扎双层钢丝网于钢筋头上一后浇带两侧混凝土施工一后浇带处混凝土余浆清理一后浇带两侧混凝土养护一后浇带盖模板保护钢筋。

注：若采用止水条时，模板采用木模支撑侧模，保证混凝土侧面平整、密实，以使止水条与混凝土表面粘贴牢固，更好发挥止水条的止水效果。

2)地下室外墙防水后浇带留置

外墙常规钢筋施工一钢板止水带安置一钢板处柱分离箍筋焊接(见图

5.2.6.1—1)一焊短钢筋头于止水钢板上和剪力墙竖筋上一绑扎双层钢丝网于钢筋头上，钢丝网放置在先浇混凝土一侧一封剪力墙外模，并加固牢固一后浇带两侧混凝土浇筑一后浇带两侧混凝土养护。

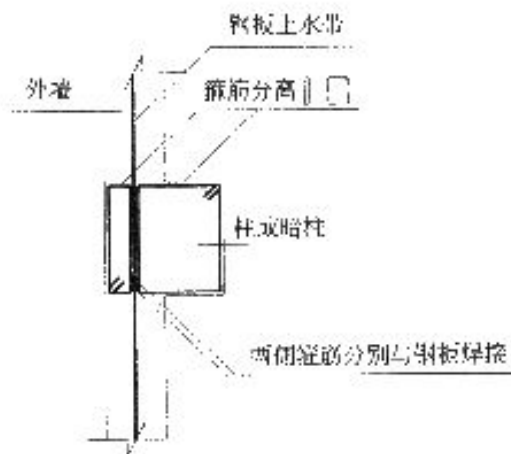


图 5.2.6.1-1 止水钢板处钢筋做法

3) 楼板面后浇带施工

后浇带模板支承(应独立支撑)一楼板钢筋绑扎一焊短钢筋应于板面筋和底板筋上一绑扎双层钢丝网于钢筋头上, 钢丝网放置在先浇混凝土一侧一后浇带两侧混凝土浇筑一后浇带处混凝土余浆清理一后浇带两侧混凝土养护一后浇带盖模板保护钢筋。

4) 地下室底板大梁后浇带模板支撑详见图 5.2.6.1—2。

(2) 后浇带混凝土浇筑

1) 地下室底板后浇带混凝土浇筑

凿毛并清洗混凝土界面一钢筋除锈、调整一抽出后浇带处积分一安装止水条或止水带一混凝土界面放置与后浇带同强度砂浆或涂刷混凝土界面处理剂一后浇带混凝土施工一后浇带混凝土养护。

2) 地下室外墙防水后浇带混凝土浇筑

清理先浇混凝土界面一钢筋作锈、调直一放置止水条或止水带(若采用钢板止水带则无此项), 一封后浇带模板, 并加固牢固一浇水湿润模板一后浇带混凝土浇筑。

3) 楼板面后浇带混凝土浇筑

清理先浇混凝土界面一检查原有模板的严密性与可靠性一调整后浇带钢筋并除锈一浇筑后浇带混凝土一后浇带混凝土养护。

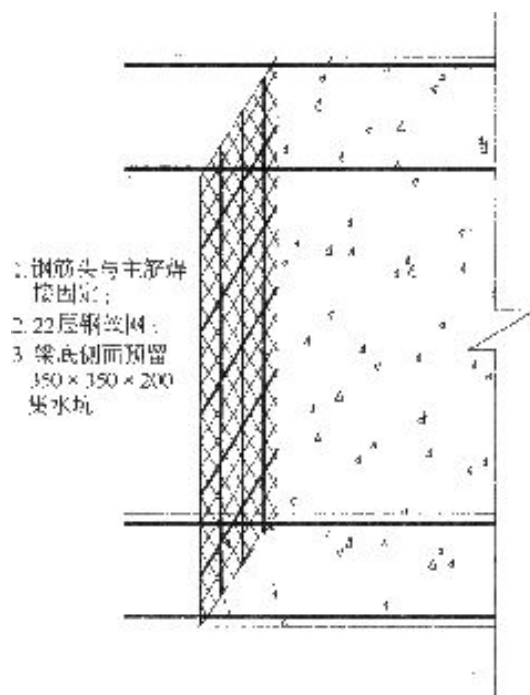


图 5. 2. 6. 1-2 后浇带梁侧支模图

注：内墙后浇带留置与后浇带混凝土浇筑参照地下室相应条款施工。

5. 2. 6. 2 操作工艺

(1)地下室底板防水后浇带的施工构造见图 5. 2. 6. 2—1、图 5. 2. 6. 2—2、图 5. 2. 6. 2-3、图 5. 2. 6. 2—4。

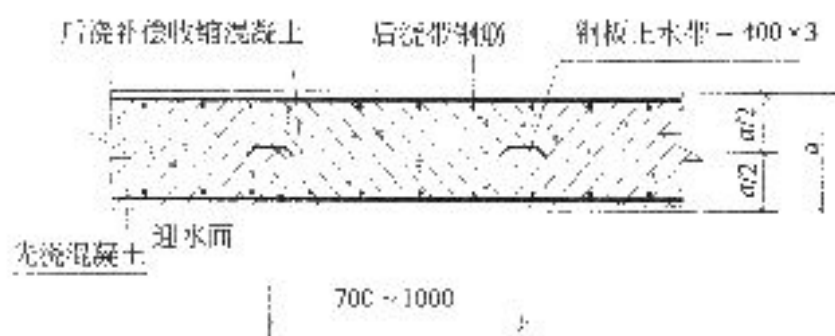


图 5. 2. 6. 2-1 后浇带防水构造<一>

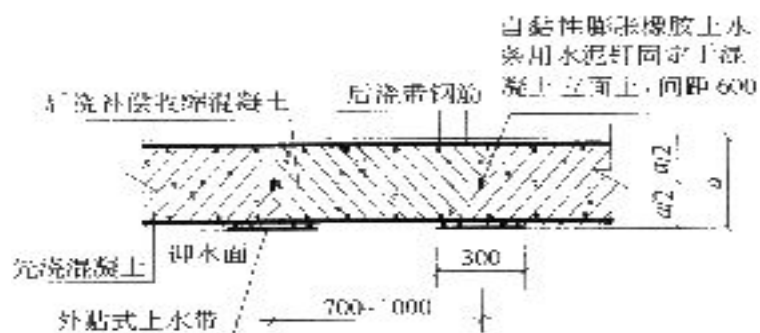


图 5. 2. 6. 2-2 后浇带防水构造(二)

后浇补偿收缩混凝土

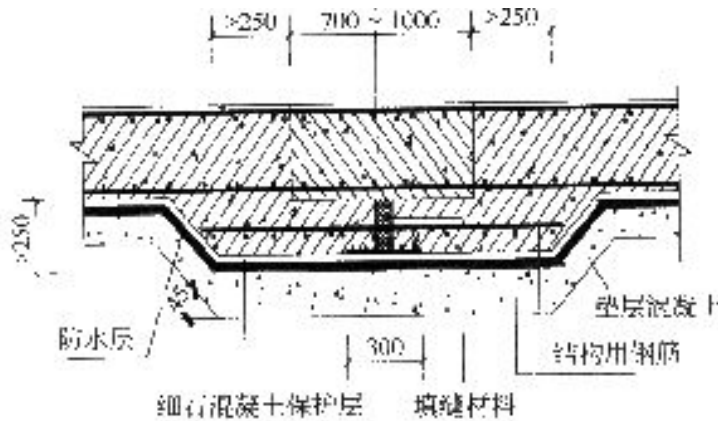


图 5. 2. 6. 2-3 后浇带防水构造(三)

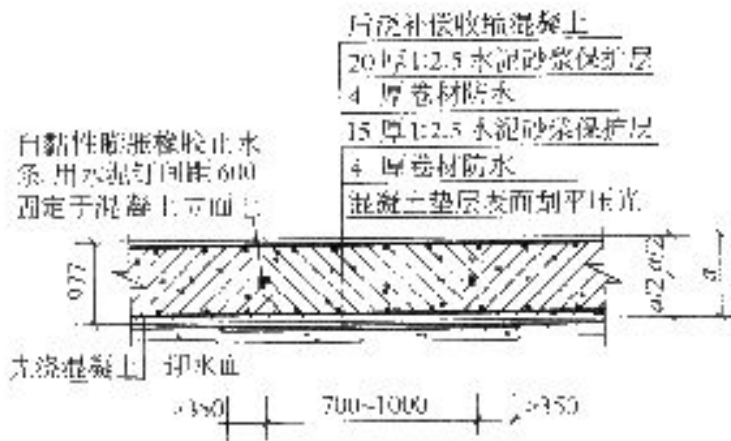


图 5. 2. 6. 2-4 后浇带防水构造(四)

(2)后浇带两侧混凝土龄期达到 42d 后再施工，但高层建筑的后浇带应在结构顶板浇筑混凝土 14d 后进行。

(3)后浇带混凝土施工前，后浇带部位和外贴式止水带应要保护，严防落人杂物和损伤外贴式止水带。

(4)后浇带应采用补偿收缩混凝土浇筑，其强度等级不应低于两侧混凝土。后浇带养护时间不得少于 28 d。

(5)后浇带的接缝处理应符合《地下工程防水技术规范》GB50108—2001 中 4. 1. 22 规定。

5. 2. 7 质量标准

5. 2. 7. 1 主控项目

(1)后浇带所用止水带、遇水膨胀止水条和中埋式止水带和填缝材料必须符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

(2)后浇带、埋设件等细部做法须符合设计要求，严禁有渗漏；若设计无要求时，可选用本工艺标准中的一种，经设计确认后施工。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

(3)混凝土必须内实外光，对出现的缺陷应有书面处理方案或措施，并保存处理记录。

检验方法：观察检查。

5. 2. 7. 2 一般项目

(1)后浇带的模板必须稳固、密封、平整，具有足够强度、刚度及稳定性，以确保混凝土的成型几何尺寸。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

(2)后浇带的钢筋必须除锈干净，位置正确，绑扎质量应符合设计及规范要求。

检验方法：观察检查。

(3)止水条、止水条应固定牢靠、平直、不得有扭曲现象。

检验方法：观察检查。

(4)接缝处混凝土表面应密实、洁净、干燥。

检验方法：观察检查。

5. 2. 8 成品保护

5. 2. 8. 1 后浇带浇筑完毕应在 12h 以内加以覆盖，保湿养护，养护时间不得少于 28d，当日平均气温低于 5℃ 时，不得浇水。

5. 2. 8. 2 在混凝土强度达到 1. 2N / mm² 前不得在其上踩踏或其他作业。

5. 2. 8. 3 后浇带混凝土未浇筑前宜有保护钢筋的措施，可用模板盖住钢筋，防止地下室大梁和设备基础后浇带处有积水锈蚀钢筋，应预留截面为 350mm×350mm，深度比梁或基础底标高低 250mm 的小积水坑，以便可用潜水泵及时把积水抽出。

5. 2. 9 安全环保措施

5. 2. 9. 1 基层和模板内的垃圾、木屑、泥土、积水和钢筋上的油污等清理干净。

5. 2. 9. 2 施工用机具设备维修、保养、试运转处于良好状态，电源能满足施工需要。

5. 2. 9. 3 搭设好必要的浇筑脚手运输道，经检查符合施工和安全要求。

5.2.9.4 施工时对已浇混凝土结构要采取保护措施。

5.2.10 质量记录

5.2.10.1 混凝土施工记录

5.2.10.2 混凝土试块强度报告(混凝土试块抗渗强度报告)

5.2.10.3 混凝土配合比报告单

5.2.10.4 混凝土中水泥、砂、石、掺合料、外加剂、遇水膨胀橡胶止水条、止水带、膨胀剂和防水材料的合格证或检验报告。

5.2.10.5 混凝土外观质量检查记录

5.2.10.6 现浇结构外观质量缺陷处理方案记录表

5.2.10.7 后浇带隐蔽检查记录

5.2.10.8 检验批质量验收记录

5.3 孔口防水工程施工工艺与质量标准

5.3.1 总 则

5.3.1.1 适用范围

本工艺适用于地下工程及房屋建筑工程地下通向地面的孔 I：I 施工。

5.3.1.2 编制依据

(1)《地下工程防水技术规范》GB 50108--2001

(2)《地下防水工程质量验收规范》GB 50208--2002

(3)《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300--2001

5.3.2 术语、符号

5.3.2.1 术语

(1)地下防水工程：指对工业与民用建筑地下工程、防护工程、隧道及地下铁道等建(构)筑物，进行防水设计、防水施工和维护管理等各项技术工作的工程实体。

(2)防水等级：根据地下工程的重要性和使用中对防水的要求，所确定结构允许渗漏水量的等级标准。

5.3.3 基本规定

5.3.3.1 地下工程通向地面的各种孔口应设置防地面水倒灌措施。人员出入口应高出地面不小于 500mm，汽车出入口处设明沟排水时，其高度宜为 150mm，并应有防雨措施。

5.3.3.2 窗井内底板，应比窗下缘低 300mm。窗井墙高出地面不小于 500mm。窗井外地面应做散水，散水与墙面间应采用密封材料嵌填。

5.3.3.3 孔口位置、施工使用材料、施工质量必须满足现行规范和设计要求，无渗漏、无倒灌。

5. 3. 3. 4 孔口混凝土浇筑应留置混凝土试块及抗渗混凝土试块(设计有抗渗要求时)。
5. 3. 3. 5 通风口应与窗井同样处理, 竖井窗下椽离室外地面高度不小于500mm。
5. 3. 3. 6 无论地下水位高低, 窗台下部的墙体和底板应做防水层。
5. 3. 3. 7 窗井的底部在最高地下水位以上时, 窗井的底板和墙应做防水处理并与主体结构断开。见图 5. 3. 3. 7。

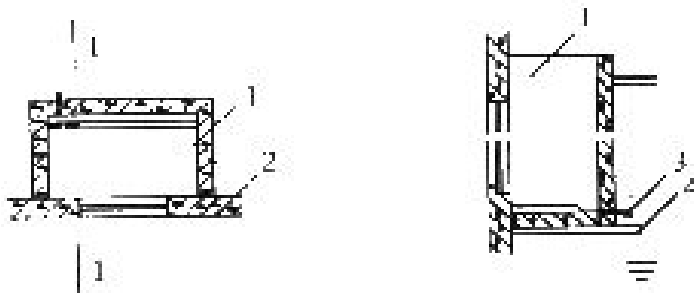


图 5. 3. 3. 7 窗井防水示意图

1—窗井; 2—主体结构; 3—排水井; 4—垫层

5. 3. 3. 8 窗井或窗井的一部分在地下水位以下时, 窗井应与主体结构连成整体, 其防水层也应连成整体, 并在窗井内设集水井, 见图 5. 3. 3. 8。



图 5. 3. 3. 8 窗井防水示意图

1—窗井; 2—防水层; 3—主体结构; 4—防水层保护; 5—集水井; 6—垫层

5. 3. 4 施工准备

5. 3. 4. 1 技术准备

- (1) 施工前对孔口的位置、施工方法、选用的防水材料进行复核和确定, 确保孔口的位置, 施工方法、选用的施工材料在技术上满足设计和规范要求。
- (2) 根据设计要求针对不同的部位, 不同的材料编制施工技术措施。
- (3) 对施工人员进行书面交底, 交底内容为施工前、施工中、施工后应注意的技术操作要求, 特别是细部构造处理的质量要求。

5.3.4.2 材料要求

- (1) 钢筋品种、规格、数量符合设计要求。
- (2) 孔口混凝土碎石粒径 5~31.5mm，含泥量不得大于 1.0%，强度要求应符合《普通砂用碎石或卵石质量标准检验方法》JGJ 53—2001 标准。
- (3) 孔口混凝土砂为中砂，含泥量不大于 3.000，检验结果应符合《普通砂用砂质量标准检验方法》JGJ 52—2001 标准。
- (4) 水泥应用 32.5 级以上普通水泥或硅酸盐水泥，使用前分批对其强度、安定性进行复验，不同品种的水泥不得混合使用。
- (5) 水质应符合国家现行标准《混凝土拌合用水标准》JGJ 63 规定。

5.3.4.3 主要机具

- (1) 孔口采用自拌混凝土时：混凝土搅拌机、混凝土坍落度筒、磅秤、插入式振动棒、平板振动器、手推车等。
- (2) 孔口采用商品混凝土时：混凝土坍落度筒、插入式振动棒、平板振动器等。
- (3) 其他机具：电焊机，模板机械等。

5.3.4.4 作业条件

- (1) 孔口位置放线无误，有垫层时垫层施工完毕。
- (2) 孔口与主体接触部位的混凝土浮浆、松散混凝土予以凿除，并用清洁水冲洗干净，涂刷混凝土界面处理剂或水泥砂浆。
- (3) 孔口与主体接触处的钢筋进行除锈处理，将钢筋调直调平。

5.3.5 材料和质量要点

5.3.5.1 材料的关键要点

- (1) 孔口使用的混凝土应有配合比报告单。
- (2) 孔口使用商品混凝土时“混凝土应有开盘鉴定证明”。

5.3.5.2 技术关键要点

- (1) 钢筋绑孔符合设计和规范要求。
- (2) 模板支撑稳固、拼缝密实、混凝土浇筑时不漏浆和变形。

5.3.5.3 质量关键要求

- (1) 混凝土浇筑密实，成型精确，满足设计、规范和使用要求。
- (2) 混凝土浇筑后进行正常的覆盖保湿养护。
- (3) 孔口施工完后无渗漏。

5.3.5.4 职业健康安全关键要求

- (1) 施工人员必须戴安全帽，严禁酒后作业。
- (2) 施工用机电设备要有漏电保护器。

5.3.5.5 环境关键要求

(1) 冬期施工气温不得低 5℃，否则应采取抗冻措施。

5.3.6 施 工 工 艺

5.3.6.1 工艺流程

(1) 窗井底部在最高地下水位以上时，孔口底板、墙与主体施工时断开。

清除主体与孔口接合部混凝土浮浆、松散混凝土—浇孔口混凝土垫层—按设计要求绑扎钢筋—支撑模板—浇混凝土—覆盖保湿养护。

(2) 窗井底部一部分在最高地下水位以下时；孔口底板、墙与主体施工时连成整体，其防水层也应连成整体，并在窗井内设积水井。

孔口混凝土垫层—按设计要求绑扎钢筋—支撑模板—浇混凝土—覆盖保湿养—防水层施工—防水保护层施工。

5.3.6.2 操作工艺

(1) 窗井底部在最高地下水位以上时：清除主体与孔口接合部浮浆、松散混凝土、浇筑孔 1:1 混凝土垫层、根据设计要求在浇好的孔口混凝土垫层面上弹出孔口位置线，经复核无误后绑扎钢筋、立模、浇灌孔口混凝土、覆盖保湿养护。

(2) 窗井底部一部在最高地下水位以下时：孔口混凝土垫层、混凝土与主体一块浇筑、根据设计要求在浇好的混凝土垫层上弹出孔口位置线、经复核无误后绑扎钢筋、立模、浇灌孔口混凝土、保湿养护、防水层施工、防水保护层施工。

(3) 混凝土施工过程中：应保证孔口主体混凝土的结合，除混凝土的水灰比和水泥用量要严格控制外，结合部的混凝土不应出现骨料集中或漏振现象。

(4) 防水层施工按设计和现行规范、施工工艺要求。

5.3.7 质量要求

5.3.7.1 主控项目

(1) 孔口施工符合设计要求，无渗漏。

检验方法：观察检查和隐蔽验收记录。

(2) 孔口混凝土内实外观，对出现的缺陷应有处理方案或措施，并保存记录。

检验方法：观察检查。

5.3.7.2 一般项目

(1) 孔口模板必须牢固、严实、平整、有足够的刚度及稳定性，确保混凝土成型的几何尺寸。

检验方法：观察检查和隐蔽验收记录。

(2)钢筋必须除锈，位置正确，绑扎符合规范和设计要求。

检验方法：观察检查和隐蔽验收记录。

(3)井底底部在最高地下水位以上时，主体底板、墙与孔口底板与墙板的接缝处混凝土密实、洁净、干燥。

检验方法：观察检查。

5. 3. 8 成品保护

5. 3. 8. 1 孔口混凝土浇筑完后在 12h 内加以覆盖，保湿养护，当日平均气温低于 5. 时不得浇水养护。

5. 3. 8. 2 在混凝土强度达到 $1. 2\text{N} / \text{mm}^2$ 前不得在其上踩踏或作其他作业。

5. 3. 8. 3 钢筋绑扎完后应及时进行模板施工，孔 VI 有积水时应及时清除积水，防止积水处钢筋锈蚀。

5. 3. 8. 4 孔口施工完后及时封盖，防止建筑垃圾等杂物堵塞孔口。

5. 3. 9 安全环保措施

5. 3. 9. 1 施工场地应平整，夜间施工应有照明设施。

5. 3. 9. 2 上下交叉作业时，应有防护措施。

5. 3. 10 质 量 记 录

5. 3. 10. 1 混凝土施工质量记录。

5. 3. 10. 2 混凝土强度报告(有防水要求时有抗渗试验报告)。

5. 3. 10. 3 混凝土配合比报告单。

5. 3. 10. 4 混凝土中水泥、砂、石、掺合料的合格证和检验报告。

5. 3. 10. 5 混凝土外观质量检验记录。

5. 3. 10. 6 混凝土外观质量缺陷处理方案记录。

5. 3. 10. 7 混凝土隐蔽验收记录。

5. 4 穿墙管防水工程施工工艺与质量标准

5. 4. 1 总 则

5. 4. 1. 1 适用范围

地下室防水混凝土结构内的穿墙管道，是导致渗漏水的薄弱之处，应采取措施，仔细施工。本工艺标准适用于地下室防水工程现浇混凝土有抗渗等级要求的穿墙管道的制安工程。

5. 4. 1. 2 编制参考标准及规范

(1)《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205--2001

(2)《地下防水工程质量验收规范》GB 50208--2002

(3)《地下工程防水技术规范》GB 50108--2001

(4)《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300--2001

(5)防水套管标准图集\$312

5. 4. 2 术语、符号

5. 4. 2. 1 术语

(1)地下防水工程：指对工业与民用建筑地下工程、防护工程、隧道及地下铁道等建(构)筑物，进行防水设计、防水施工和维护管理等各项技术工作的工程实体。

(2)防水等级：根据地下工程的重要性和使用中对防水的要求，所确定结构允许渗漏水量的等级标准。

5. 4. 3 基本规定

5. 4. 3. 1 柔性防水套管一般适用于管道穿过墙壁之处受有振动或有严密防水要求的构筑物。

5. 4. 3. 2 刚性防水套管一般适用于管道穿过墙壁之处一般防水要求的构筑物。

5. 4. 3. 3 I、II、III型刚性防水套管不适用于地震设计烈度为八度以上地区。

5. 4. 3. 4 柔性及刚性防水套管穿墙处之墙壁，如遇非混凝土墙壁时应改为混凝土墙壁，而且将套管一次性固定于墙内，其浇筑混凝土的范围应比止水环直径大 200mm。

5. 4. 4 施工准备

5. 4. 4. 1 技术准备

(1)根据设计单位提出的施工图和质量要求以及材料供应情况，编制施工方案，确定施工工艺程序，进行详细的技术交底并认真实施。

(2)完成钢筋绑扎、预埋件预埋、模板支设，办理隐检预检手续，并在模板上弹好标高控制线。

(3)混凝土由试验室根据实际原材料材质情况，通过试配提出防水混凝土配合比。

5. 4. 4. 2 材料要求

(1)钢材(钢套管)：

一般采用材质 Q235 钢材，外观完好，没有裂缝或皱折，有出厂质量证明书，抽样检查其各项性能指标，应符合有关国家标准的规定。止水环的形状宜为方形，以避免管道安装时外力引起穿墙管道的转动。

(2)焊条：

采用 E43XX 焊条，应有质量证明书，药皮脱落或焊芯生锈的焊条不得使用。

(3)其他材料:

螺栓、型钢、铁件等,应具有质量证明书。

(4)涂料:

防腐油漆涂料的品种、牌号、颜色及配套底漆、腻子,应符合设计要求和国家标准的规定,并有产品质量证明书。

(5)混凝土:

用于后浇混凝土的水泥、砂、石、掺合料等应符合防水混凝土结构的设计要求。

5.4.4.3 主要机具设备

(1)机械设备

混凝土搅拌机、斗车、插入式振动器、平板振动器、砂轮切割机、电焊、气焊设备。

(2)主要工具

大、小平锹、铁板、磅秤、水桶、胶皮管、串筒、溜槽、混凝土吊斗、铁杆、抹子、试模、卡具、夹具、钢丝绳、钢卷尺等。

5.4.4.4 作业条件

(1)不得在大风雨条件下施工。

(2)模板内的垃圾、木屑、泥土、积水和钢筋上的油污等清除干净。

(3)套管部分内侧已刷好隔离剂。

(4)准备好足够数量、质量合乎要求的砂、石、水泥、掺合料及外加剂等材料,以满足混凝土连续浇筑的要求。

(5)按设计要求所用钢材、焊条等已经备齐,经复查规格齐全,质量符合要求,按型号整齐堆放在加工场或现场备用。

(6)施工机具设备经维修、试运转,处于良好状态;电源充足,可满足施工需要。

5.4.5 材料和质量要点

5.4.5.1 材料的关键要求

(1)钢套管、型钢、铁件、焊条等必须要有质量证明书,进场抽样合格,技术指标均达到规范要求。

(2)用于后浇混凝土的水泥、砂、石等材料应符合防水混凝土结构的设计要求。

5.4.5.2 技术关键要求

(1)穿管外混凝土墙厚应不小于 300mm。

(2)套管部分加工完成后,在其外壁均刷底漆一遍,外层防腐由设计定。

5. 4. 5. 3 质量关键要求

焊缝的焊接质量直接影响穿墙管的防水效果。因此焊缝的焊接必须由有施焊合格证的焊工按设计要求和钢结构焊接的专门规定施焊。

5. 4. 5. 4 职业健康安全关键要求

- (1) 焊工施焊前必须做好各种设备的接地接零、绝缘措施，以防电击伤人。
- (2) 过程中必须戴好面罩、口罩，防止电弧光灼伤眼睛和粉尘危害。
- (3) 在地下室及深坑内进行焊接作业，应保持通风良好，防止咽气中毒。

5. 4. 5. 5 环境关键要求

- (1) 施焊场地周围应清除易燃易爆物品，或进行覆盖、隔离。
- (2) 必须在易燃易爆气体或液体扩散区施焊时，应经有关部门检试许可后，方可施焊。

5. 4. 6 施 工 工 艺

5. 4. 6. 1 工艺流程

穿墙管道施工工艺流程图如下：

套管制作—现场钢筋绑扎—套管安装固定—隐蔽验收—模板支设—浇混凝土—防水材料嵌填—封口钢板焊接试水

5. 4. 6. 2 操作工艺

(1) 套管加焊止水环法：

在管道穿过防水混凝土结构处，预埋套管，防水套管的刚性或柔性做法由设计选定，套管上加焊止水环，套管与止水环必须一次浇固于混凝土结构内，且与套管相接的混凝土必须浇捣密实。止水环应与套管满焊严密，止水环数量按设计规定。套管部分加工完成后在其内壁刷防锈漆一道。

安装穿墙管道时，对于刚性防水套管，先将管道穿过预埋套管，按图将位置尺寸找准，予以临时固定，然后一端以封口钢板将套管及穿墙管焊牢，再从另一端将套管与穿墙管之间的缝隙以防水材料(防水石膏、沥青玛碲脂等)填满后，用封口钢板封堵严密(图 5. 4. 6. 2—1)。亦可于套管与穿墙管之间加挡圈，两边嵌填油麻和石棉水泥。具体做法见图 5. 4. 2—2、图 5. 4. 2—3、图 5. 4. 6. 2—4。套管尺寸分别见表 5. 4. 6. 2—1、表 5. 4. 6. 2—2、表 5. 4. 6. 2—3。

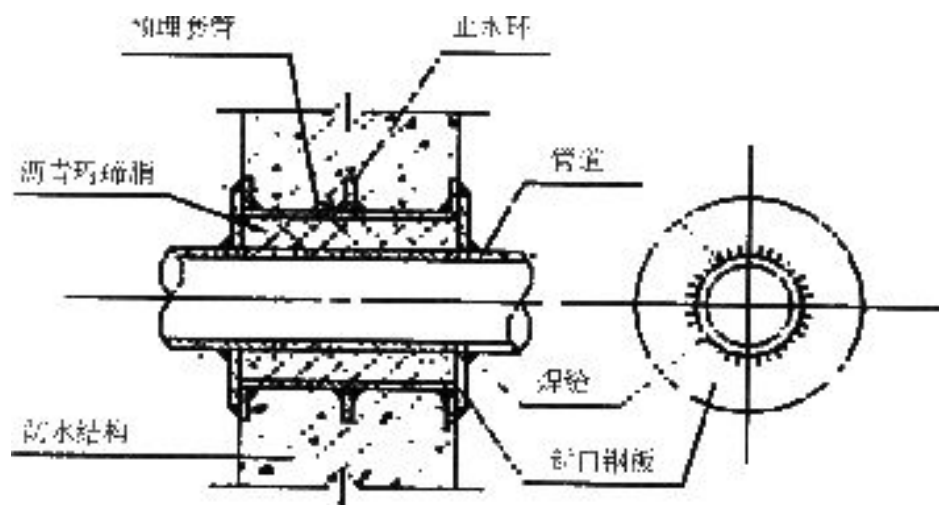


图 5. 4. 6. 2-1 套管加焊止水环做法

对于管道穿过墙壁处受有振动或有严密防水要求的构筑物，应采用柔性防水套管的做法，在套管与管道间加橡皮圈，并用法兰压紧。柔性防水套管具体做法见图 5. 4. 6. 2-5，套管尺寸见表 5. 4. 6. 2—4。

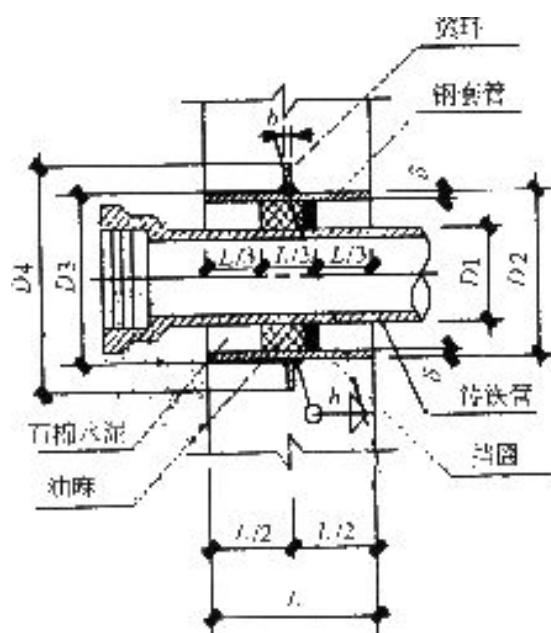


图 5. 4. 6. 2-2 I 型刚性防水套管做法

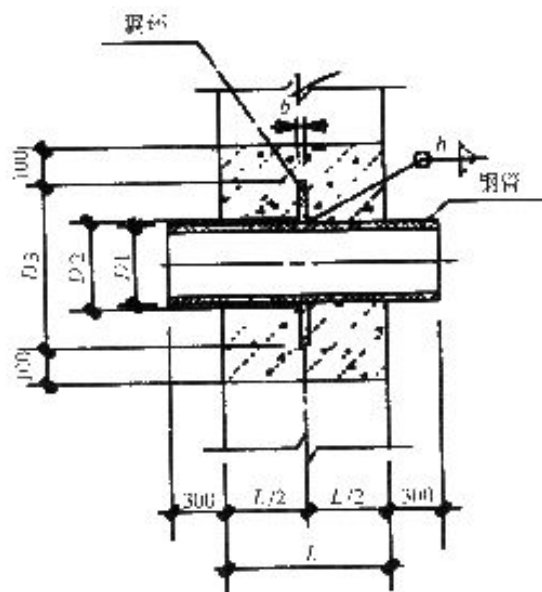


图 5. 4. 6. 2-3 II型翼环做法

DN	50	75	100	125	150	200	250	300	350	400
D1	60	93	118	143	169	220	272	323	374	426
D2	114	140	168	194	219	273	325	377	426	480
D3	115	141	169	195	220	274	326	378	427	481
D4	225	251	289	315	340	394	446	498	567	621
δ	4	4.5	5	5	6	7	8	9	9	9
b	10	10	10	10	10	10	10	15	15	15
h	4	4	5	5	6	7	8	9	9	9

DN	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400
D1	33.5	38	50	60	73	89	108	133	159	219	273	325	377	426
D2	35	39	51	61	74	90	109	134	160	220	274	326	378	427
D3	95	99	111	121	134	150	209	234	260	320	374	476	528	577
b	5	5	5	5	5	5	5	5	5	8	8	8	8	8

DN	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400
D1	60	73	89	108	133	159	219	273	325	377	426
D2	70	83	99	118	141	165	225	281	332	383	434
D3	90	103	121	140	161	185	249	301	352	401	454
D4	91	104	122	141	162	186	250	302	353	402	455
D5	137	150	177	196	217	240	310	363	422	471	525
D6	177	190	217	236	257	280	350	402	462	511	565
D7	100	113	131	150	169	191	259	309	359	407	462
D8	108	121	140	159	180	203	273	325	377	426	480
D9	109	122	141	160	181	204	274	326	378	427	481
D10	99	112	130	149	168	190	258	308	358	406	461
L1	60	60	60	60	50	50	60	50	50	50	50
L2	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
L3	70	70	75	75	75	75	75	75	80	85	85
L4	50	50	55	55	50	50	50	50	55	55	55
L5	12	12	14	14	16	16	16	16	16	20	20
t1	4	4	4.5	4.5	5.5	6	7	8	9	9.5	9
t2	4	4	4	4	4	4.5	6	7	8	9	9
t3	10	10	11	11	10	10	10	10	10	9	10

图 5. 4. 6. 2-6 群管穿墙防水做法

(3) 单管固埋法:

有现浇和预留洞后浇两种方法, 虽然构造简单、施工方便, 但均不能适应变形, 且不便更换, 一般不宜采用。当需用此法埋设管道时, 应注意将管及止水环周围的混凝土浇捣密实, 特别是管道底部更应仔细浇捣密实(5. 4. 6. 2—7)。

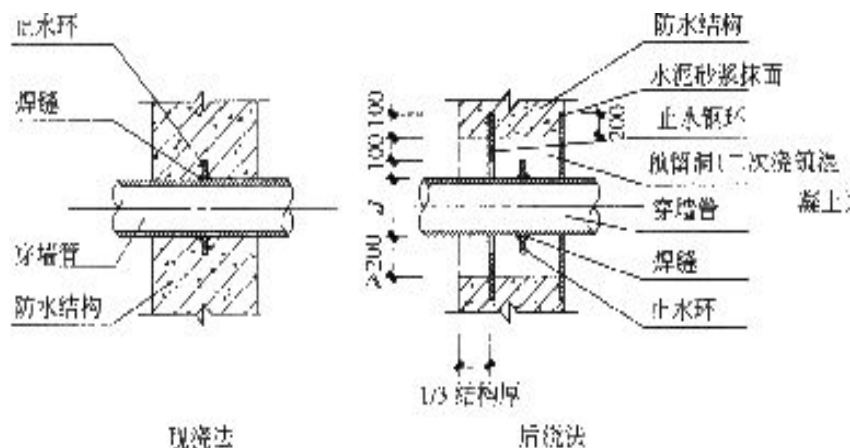


图 5. 4. 6. 2-7 穿墙管两种防水做法

5. 4. 7 质量标准

5. 4. 7. 1 主控项目

(1) 细部构造所用的接缝密封材料必须符合设计要求。

检验方法: 检查出厂合格证、质量检验报告。

(2) 穿墙套管的细部构造做法均应符合设计要求, 严禁有渗漏。

检验方法: 观察检查和查隐蔽验收记录。

5. 4. 7. 2 一般项目

(1) 穿墙套管止水环与主管或套管应连续满焊, 并做防腐处理。

检验方法: 观察检查和查隐蔽验收记录。

(2) 接缝处混凝土表面应密实、洁净、干燥, 密封材料应嵌填密实、粘结牢固, 不得有开裂、鼓泡和下塌现象。

检验方法: 观察检查。

5. 4. 8 成品保护

5. 4. 8. 1 钢套管、穿墙管在运输、堆放、吊装的过程中必须采取措施, 防止变形。

5.4.8.2 钢套管、止水环等表面应及时涂刷底漆和面漆，其与混凝土结构间的空隙应及时灌填密实，防止锈蚀。

5.4.8.3 穿墙管伸出外墙的部位，应采取有效措施防止回填时将管道损坏。

5.4.9 安全环保措施

5.4.9.1 制作和安装穿墙管道施工用电，应由专人负责安装、维修和管理用电设备和线路。用电设备应有良好的接地和接零，手持电动工具必须装设漏电保护器。

5.4.9.2 在地下结构内加工和焊接防水层，操作人员应戴绝缘手套和穿绝缘胶鞋，以防操作时漏电伤人。

5.4.9.3 现场气割和电焊要有专人看火管理，焊接场地周围 5m 以内严禁堆放易燃品；用火场所要备消防器材、器具和消火栓。

5.4.9.4 安装钢套管、穿墙管等构件时，绑扎必须牢固，起吊点应通过构件的重心位置，吊升时应平稳，避免振动或摆动。在构件就位并临时固定前，不得解开索具或拆除 I 临时固定工具，以防脱落伤人。

5.4.9.5 在地下室及深坑内进行焊接作业，应保持通风良好，防止咽气中毒。

5.4.9.6 在穿墙管道施工过程中，应对每道工序进行质量检查，合格后方可进行下一道工序施工。

5.4.9.7 焊缝的质量是防水的关键，应特别注意做到焊缝连续饱满，无孔隙夹渣，同时还应注意减少焊缝产生的次应力。

5.4.10 质量记录

5.4.10.1 隐蔽工程验收记录。

5.4.10.2 试水记录。