



团 体 标 准

T/XXX XXXX—2024

地下建筑防水工程施工技术规范

Technical specification for waterproof engineering construction of underground buildings

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

发 布

目次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则 1

5 基本规定 2

6 防水混凝土 2

7 水泥砂浆防水层 7

8 卷材防水层 11

9 涂料防水层 13

10 塑料防水层板防水层 15

11 金属板防水层 17

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由××××提出。

本文件由××××归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

地下建筑防水工程施工技术规范

1 范围

本文件规定了地下建筑防水工程施工的术语和定义、总则、基本规定、防水混凝土、水泥砂浆防水层、卷材防水层、涂料防水层、塑料防水层板防水层、金属板防水层。

本文件适用于地下建筑防水工程施工。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 700 碳素结构钢

GB/T 1591 低合金高强度结构钢

GB 50208 地下防水工程质量验收规范

JGJ 52 普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准(附条文说明)

JGJ 63 混凝土用水标准(附条文说明)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

地下防水工程 underground waterproof engineering

指对工业与民用建筑地下工程建（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。

3.2

防水等级 waterproof grade

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。

3.3

刚性防水层 rigid waterproof layer

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。

3.4

柔性防水层 flexible waterproof layer

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、有机防水涂料构成的防水层。

4 总则

4.1 为使地下工程防水的设计和施工符合确保质量、技术先进、经济合理、安全适用的要求，制订本文件。

4.2 本文件适用于工业与民用建筑地下工程的防水设计和施工。

4.3 地下工程防水的设计和施工应遵循“防、排、截、堵相结合，刚柔相济，因地制宜，综合治理”的原则。

4.4 地下工程防水的设计和施工必须符合环境保护的要求，并采取相应措施。

4.5 地下工程的防水，应采用经过试验、检测和鉴定并经实践检验质量可靠的新材料，行之有效的新技术、新工艺。

4.6 地下工程防水的设计和施工除应符合本文件外，尚应符合国家现行的有关强制性标准的规定。

5 基本规定

5.1 地下工程的防水等级分为 4 级，各级的标准应符合表 1 的规定。

表 1 地下工程防水等级标准

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0.1 m²，任意100 m²防水面积上的湿渍不超过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0.2 m²，任意100 m²防水面积上的湿渍不超过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0.3 m²，单个漏水点的漏水量不大于2.5 L/d，任意100 m²防水面积上的漏水点数不超过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2 L/m²·d，任意100 m²防水面积的平均漏水量不大于 4 L/m²·d。

- 5.2 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防水技术要求，并编制防水工程的施工方案。
- 5.3 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）单位对上道工序的检查确认，不应进行下道工序的施工。
- 5.4 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。
- 5.5 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。
- 5.6 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 0.5 m 以下，必要时应采取降水措施。
- 5.7 地下防水工程的防水层，不应在雨天、雪天和五级风及其以上时施工。
- 5.8 地下防水工程应按工程设计的防水等级标准进行验收。地下防水工程渗漏水调查与测量方法应按 GB 50208 执行。

6 防水混凝土

6.1 一般规定

- 6.1.1 本文件适用于防水等级为 1 级~4 级的地下整体式混凝土结构。不适用环境温度高于 80 ℃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。
- 6.1.2 防水混凝土应通过调整配合比，掺加外加剂、掺合料配制而成，抗渗等级不应小于 S6。
- 6.1.3 防水混凝土的施工配合比应通过试验确定，抗渗等级应比设计要求提高一级（0.2 MPa）。
- 6.1.4 防水混凝土的设计抗渗等级，应符合表 2 的规定。

表 2 防水混凝土设计抗渗等级

工程埋置深度/m	设计抗渗等级
<10	P6
10~20	P8
20~30	P10
30~40	P12

- 6.1.5 防水混凝土结构底板的混凝土垫层，强度等级不应小于 C15，厚度不应小于 100 mm，在软弱土层中不应小于 150 mm。
- 6.1.6 防水混凝土结构，应符合下列规定：
- 结构厚度不应小于 250 mm；
 - 裂缝宽度不应大于 0.2 mm，并不应贯通；

——迎水面钢筋保护层厚度不应小于 50 mm。

6.2 施工准备

6.2.1 材料要求

材料应符合以下要求：

——水泥：

- 水泥品种应按设计要求选用，水泥的强度等级不应低于32.5 MPa。
- 在不受侵蚀性介质和冻融作用时，宜采用普通硅酸盐水泥、硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥，使用矿渣硅酸盐水泥必须掺用高效减水剂。
- 在受侵蚀性介质作用时，应按介质的性质选用相应的水泥。
- 在受冻融作用时，应优先选用普通硅酸盐水泥，不宜采用火山灰质硅酸盐水泥和粉煤灰硅酸盐水泥。
- 不应使用过期或受潮结块的水泥，并不应将不同品种或强度等级的水泥混合使用。

——粗骨料：粗骨料宜采用连续级配，碎石或卵石的粒径宜为 5 mm~40 mm，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%；不应使用碱活性骨料。含泥量不应大于 1.0%，泥块含量不应大于 0.5%。其他要求应符合 JGJ 52 的规定。

——细骨料：砂宜采用中砂，含泥量不应大于 3.0%，泥块含量不应大于 1.0%。其他要求应符合 JGJ 52 的规定。

——水：应采用不含有害物质的洁净水，符合 JGJ 63 规定。

——外加剂：防水混凝土可根据工程需要掺入减水剂、膨胀剂、防水剂、密实剂、引气剂、复合型外加剂等外加剂，其品种和掺量应经试验确定。所有外加剂应符合国家或行业标准一等品及以上的质量要求。

——掺和料：防水混凝土可掺入一定数量的粉煤灰、磨细矿渣粉、硅粉等。粉煤灰的级别不应低于二级，掺量不宜大于 20%；硅粉掺量不应大于 3.0%；其他掺和料的掺量应经过试验确定。

——防水混凝土可根据工程抗裂需要掺入钢纤维或合成纤维。

——每立方米防水混凝土中各类材料的总碱量不应大于 3 kg。

6.2.2 施工机具、设备

应包括但不限于以下机具、设备：

- 预拌混凝土搅拌站；
- 搅拌运输车；
- 车泵；
- 拖式泵；
- 布料机；
- 搅拌机；
- 几栋翻斗车；
- 台秤；
- 胶轮手推车；
- 漏斗、吊斗；
- 串筒、溜槽；
- 普通试模、抗渗试模；
- 铁板、铁锹。

6.2.3 施工条件

6.2.3.1 施工机具、设备应已按计划配齐就位，施工人员已落实到位。

6.2.3.2 混凝土所需原材料应均已备齐进场，且经试验合格，质量证明齐全，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。

6.2.3.3 如地下水位高，地下防水工程施工期间要做好降水、排水工作。

6.2.3.4 钢筋、预埋件、穿墙管等细部构造应已按设计要求施工完毕，验收合格后及时办理隐蔽手续。

- 6.2.3.5 检查模板尺寸、坚固性、有无缝隙、杂物，对欠缺处应及时纠正。
- 6.2.3.6 检查固定模板的铁丝、螺栓是否穿过混凝土墙，如必须穿过时，应在对拉螺栓中间加焊止水片，管道、套管等穿墙时，应加焊止水环，并焊满。
- 6.2.3.7 木模板提前浇水湿润，养护混凝土使用的覆盖材料备好备足。

6.2.4 技术准备

- 6.2.4.1 防水混凝土结构施工之前，应组织相关专业技术人员进行图纸会审，了解工程特点，掌握工程主体及细部构造的防水技术质量要求，编制专项施工方案。
- 6.2.4.2 按设计资料和已审批的施工方案向承担施工的作业队负责人、班组长进行技术交底，结构复杂的工程要有针对性地进行全面、详细的技术交底，工人上岗前均要进行技术、安全知识培训。
- 6.2.4.3 按设计要求对所需原材料进行检查复试。试验室根据施工要求试配提出混凝土配合比，并换算出施工配合比。
- 6.2.4.4 书面交底资料均应签字后归档。

6.3 施工工艺

6.3.1 工艺流程

工艺流程见下图。

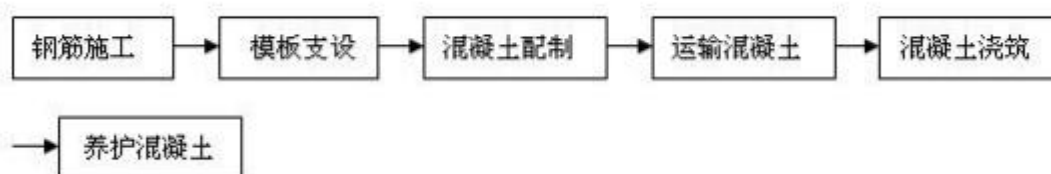


图1 工艺流程图

6.3.2 模板支设

- 6.3.2.1 模板应平整，拼缝严密，并应有足够的刚度、强度，吸水性要小，支撑牢固，装拆方便，以钢模、木模或塑料模板为宜。
- 6.3.2.2 固定模板应尽量避免采用螺栓或铁丝贯穿混凝土墙的方法。在条件适宜的情况下，可采用滑模施工或采取在模板外侧进行加固的方法。
- 6.3.2.3 固定模板时，不应用铁丝穿过防水混凝土结构，混凝土结构内部设置的各种钢筋或绑扎铁丝不应接触模板。
- 6.3.2.4 固定模板用的螺栓必须穿过混凝土结构时，可采用工具式螺栓或螺栓加堵头，螺栓上应加焊止水环，止水环边缘距螺栓不小于3 cm。
- 6.3.2.5 拆模后采取加强防水措施，将留下的凹槽封堵密实，并在迎水面涂刷防水涂料。管道、套管等穿墙时，应加焊止水环，并焊满。

6.3.3 钢筋施工

钢筋施工应符合以下规定。

——钢筋下料及绑扎：

- 钢筋的规格、型号、形状、尺寸等应符合设计要求；
- 钢筋下料要准确，避免下料过长触及模板；
- 钢筋相互间要绑扎牢固，以防浇捣混凝土时，因碰撞、振动使绑丝松扣、钢筋位移，造成露筋；
- 绑扎时要注意使绑丝头弯向里侧。

——钢筋保护层控制：

- 钢筋保护层厚度要符合设计要求，避免出现误差。迎水面钢筋保护层厚度不应小于50 mm；
- 控制钢筋保护层，可采用相同配合比的细石混凝土、水泥砂浆或塑料垫块按设计要求尺寸，将钢筋垫起，不应以钢筋垫钢筋，或将钢筋用铁钉、铁丝直接固定在模板上；

- 当采用铁马凳架设钢筋时，在不能取掉情况下，要在铁马凳上加焊止水环，或在铁马凳下加混凝土垫块。

——浇筑混凝土时，要有专人负责看管钢筋，发现有钢筋移位或松扣的要及时将钢筋调整归位并绑扎牢固。

6.3.4 防水混凝土配合比设计

6.3.4.1 每立方米混凝土中水泥用量不应小于 320 kg/m^3 ；掺有活性掺和料时，水泥用量不应少于 280 kg/m^3 。

6.3.4.2 砂率宜为 35%~40%，泵送时可增至 45%，灰砂比宜为 1: 1.5~1: 2.5。水灰比不应大于 0.55。

6.3.4.3 普通防水混凝土坍落度不宜大于 50 mm。防水混凝土采用预拌混凝土时，入泵坍落度宜控制在 $(140 \pm 20) \text{ mm}$ ，入泵前坍落度每小时损失值不应大于 30 mm，坍落度总损失值不应大于 60 mm。

6.3.4.4 掺加引气剂或引气型减水剂的混凝土还应进行含气量试验，混凝土含气量应控制在 3%~5%。

6.3.4.5 防水混凝土采用预拌混凝土时，缓凝时间宜为 6 h~8 h。

6.3.5 防水混凝土搅拌

——投料量计算：

- 混凝土应严格按照选定的施工配合比配制，根据当天的测定骨料含水率，计算出施工配合比各材料实际用量，各种材料用量要逐一计量；
- 水泥、水、外加剂掺和料计量允许偏差不应大于 $\pm 1\%$ ；砂、石计量允许偏差不应大于 $\pm 2\%$ ；
- 外加剂的掺加方法遵从所选外加剂的使用要求，使用减水剂时，减水剂宜预溶成一定浓度的溶液。现场搅拌投料顺序为：石子→砂→水泥→掺和料水→外加剂；
- 投料先干拌 0.5 min~1 min 再加水，水分 3 次加入。

——控制搅拌时间：防水混凝土应采用机械搅拌，搅拌时间不应小于 2 min，掺入引气型外加剂，则搅拌时间为 2 min~3 min，掺其他外加剂时，应根据外加剂的技术要求确定搅拌时间。

6.3.6 防水混凝土运输

应符合以下要求：

——混凝土运输应保持连续均衡，间隔时间不应超过 1.5 h，在初凝前浇筑完毕。运送距离远或气温较高时，可加入缓凝型减水剂；

——防水混凝土拌和物在运输后如出现离析，应进行二次搅拌；

——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，不应直接加水。

6.3.7 防水混凝土浇筑和振捣

应符合以下要求：

——浇筑前，应将模板内杂物清理干净，木模用水湿润模板，浇筑时，若入模自由高度超过 3 m，则需用串筒、溜槽辅助工具或其他有效办法将混凝土送入，以防离析和造成石子滚落堆积，影响质量。

——防水混凝土应采用高频机械振捣密实，振捣时间为 10 s~30 s，以混凝土泛浆和不冒气泡不下沉为准，应避免漏振、欠振和超振。掺加引气剂或引气型减水剂时，应采用高频插入式振捣器振捣。

——铺灰和振捣宜选择对称位置开始，防止模板走动。浇筑时，要分层铺混凝土，分层振捣；混凝土分层厚度：当采用插入式振捣器时为振捣器作用部分长度的 1.25 倍，当表面振动时不应超过 200 mm，浇筑到最上层表面，必须用木抹找平，使表面密实平整。

——在防水混凝土结构中有密集管群穿过处，预埋件或钢筋稠密处，浇筑混凝土有困难时，可采用相同抗渗等级的细石混凝土浇筑；预埋大管径的套管或面积较大的金属板时，应在其底部开设浇筑振捣孔，以利排气、浇筑和振捣。

——防水混凝土应连续浇筑，分层浇筑时上层混凝土必须在下层混凝土初凝前浇筑完成，否则应留置施工缝。

6.3.8 防水混凝土养护

防水混凝土终凝后应立即进行养护，养护时间不应小于14 d。浇水养护次数应能保持混凝土充分湿润，并用湿草袋或薄膜覆盖混凝土的表面，避免曝晒，冬季施工应有保暖、保温措施。防水混凝土不宜采用电热法养护。

6.3.9 拆模

6.3.9.1 防水混凝土不宜过早拆模。底模及其支架拆除时的混凝土强度应符合设计要求。

6.3.9.2 拆模时防水混凝土表面温度与周围气温之差不应超过 15℃。

6.3.10 防水混凝土施工缝

应符合以下规定：

——施工缝留设位置：

- 墙体水平施工缝不应留在剪力与弯矩最大处或底板与侧墙的交接处，应留在高出底板表面不小于300 mm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 mm~300 mm；
- 墙体有预留孔洞时，施工缝距孔洞边缘不应小于300 mm；
- 垂直施工缝应避免地下水、裂隙水较多的地段，并宜与变形缝相结合。

——施工缝的施工：

- 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 mm~50 mm厚的 1:1水泥砂浆或涂刷混凝土界面处理剂，并及时浇灌混凝土；
- 垂直施工缝浇灌混凝土前，应将其表面清理干净，并涂刷水泥净浆或混凝土界面处理剂，并及时浇灌混凝土；
- 选用的遇水膨胀止水条应具有缓胀性能，其7 d的膨胀率不应大于最终膨胀率的60%；
- 遇水膨胀止水条应牢固地安装在缝表面或预留槽内；
- 采用中埋式止水带时，应确保位置准确、固定牢靠。

6.3.11 冬期施工

6.3.11.1 应根据工程所在地气候条件，确定冬期施工方案。

6.3.11.2 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℃。

6.3.11.3 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。

6.3.11.4 浇筑后应用保温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。

6.4 质量标准

6.4.1 主控项目

主控项目包括但不限于以下内容。

——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。

——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。

——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，不应有渗漏。

- 检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

6.4.2 一般项目

一般项目包括但不限于以下内容。

- 防水混凝土结构表面应坚实、平整，不应有露筋、蜂窝等缺陷；埋设件位置应正确。
 - 检验方法：观察和尺量检查。
- 防水混凝土结构表面的裂缝宽度不应大于 0.2 mm，并不应贯通。
 - 检验方法：用刻度放大镜检查。
- 防水混凝土结构厚度不应小于 250 mm，其允许偏差为+15 mm，-10 mm；迎水面钢筋保护层厚度不应小于 50 mm，其允许偏差为±10 mm。
 - 检验方法：尺量检查和检查隐蔽工程验收记录。

6.5 成品保护

- 6.5.1 浇筑混凝土时不应踩踢钢筋，要确保钢筋、模板、预埋件的位置准确。
- 6.5.2 在拆模或吊运其他物件时，不应碰坏施工缝处企口、止水带及外露钢筋。
- 6.5.3 穿墙管、电线管、门窗及预埋件等应事先预埋准确、牢固，振捣时勿挤偏或使预埋件挤入混凝土内，不应事后打洞。
- 6.5.4 混凝土强度未达到 1.2 N/mm²时不应上人走动和进行其他工序施工。
- 6.5.5 地下工程的结构部分拆模后，应抓紧进行下一分项工程的施工，以便及时对基坑回填，回填土应分层铺填和夯实，并控制好回填土的含水率及干密度等指标。
- 6.5.6 基坑回填后，做好建筑物周围的防排水工作，以保护基坑回填土及地基不受地面水入侵。
- 6.5.7 混凝土终凝后要及时苫盖浇水养护，要保持混凝土表面湿润，养护不少于 14 d。
- 6.5.8 冬期施工拆模时除要求混凝土达到规定强度外，混凝土表面温度与环境温度差不大于 15℃。

6.6 工程质量验收

6.6.1 检查数量

防水混凝土施工质量检查数量，应按混凝土外露面积每100 m²抽查1处，每处10 m²，且不应少于3处；细部构造应全数检查。

6.6.2 检验批及分项工程验收

- 6.6.2.1 防水混凝土施工应按工序或分项进行验收，构成分项工程的各检验批应符合规范相应质量标准的规定。
- 6.6.2.2 检验批及分项工程应由监理工程师（建设单位项目技术负责人）组织施工单位项目专业质量（技术）负责人等进行验收。
- 6.6.2.3 地下防水混凝土分项工程可由一个或若干检验批组成，检验批可根据施工及质量控制和专业验收需要按施工段、变形缝等进行划分。
- 6.6.2.4 验收内容应包括但不限于以下内容：
 - 检验批合格质量应符合下列规定：
 - 主控项目和一般项目的质量经抽样检验合格；
 - 具有完整的施工操作依据、质量检查记录。
 - 分项工程质量验收合格应符合下列规定：
 - 分项工程所含的检验批均应符合合格质量的规定；
 - 分项工程所含的检验批的质量验收记录应完整。

7 水泥砂浆防水层

7.1 一般规定

- 7.1.1 本文件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。
- 7.1.2 水泥砂浆防水层包括普通水泥砂浆、聚合物水泥防水砂浆、掺外加剂或掺和料防水砂浆等，宜采用多层抹压法施工。
- 7.1.3 水泥砂浆防水层可用于结构主体的迎水面或背水面。
- 7.1.4 水泥砂浆防水层应在基础垫层、初期支护、围护结构及内衬结构验收合格后方可施工。

7.1.5 水泥砂浆品种和配合比设计应根据防水工程要求确定。

7.1.6 聚合物水泥砂浆防水层当防水层等级为Ⅰ级或Ⅲ级时，厚度宜为 10 mm~12 mm（双层施工），防水等级为Ⅲ、Ⅳ级时，厚度宜为 7 mm~8 mm（单层施工）；掺外加剂、掺和料等的水泥砂浆防水层厚度宜为 18 mm~20 mm。

7.1.7 聚合物水泥砂浆聚灰比宜为 10%~15%。

7.1.8 水泥砂浆防水层基层，其混凝土强度等级不应低于 C15；砌体结构砌筑用的砂浆强度等级不应低于 M7.5。

7.2 施工准备

7.2.1 材料要求

7.2.1.1 水泥砂浆防水层所用的材料，应符合下列规定：

- 应采用强度等级不低于 32.5 MPa 的普通硅酸盐水泥、硅酸盐水泥、特种水泥，不应使用过期或受潮结块水泥；
- 砂宜采用中砂，含泥量不大于 1%，硫化物和硫酸盐含量不大于 1%；
- 拌制水泥砂浆所用的水，应采用不含有害杂质的洁净水；
- 聚合物乳液外观应无颗粒、异物和凝固物，固体含量应大于 35%，宜选用专用产品；
- 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。

7.2.1.2 聚合物乳液贮存温度不应低于 5℃。贮存期超过 6 个月应经过质量检验，合格后方可使用。

7.2.2 施工机具、设备

7.2.2.1 清理工具：铁锤、钻子、剁斧、钢丝刷、扫帚、刷子、胶皮管、水桶等。

7.2.2.2 拌灰浆工具：砂浆搅拌机或拌盘、铁锹、水桶、灰桶、筛子等。

7.2.2.3 抹灰工具：毛刷、胶皮手套、手指套、铁抹子、木抹子等一般抹灰工具。

7.2.3 施工现场要求

7.2.3.1 施工环境应符合以下要求：

- 隐蔽工程验收通过，办理完毕隐蔽工程验收记录；
- 水泥砂浆防水层不宜在雨天及 5 级以上大风中施工。冬季施工时，气温不应低于 5℃，且基层表面温度应保持 0℃以上。夏季施工时，不应在 35℃以上或烈日照射下施工；
- 在地下水位以下施工时，要做好排水、降水工作，直至防水工程全部完工为止。排水、降水措施应按审批后的施工方案执行；
- 抹面层出现渗漏水现象，应找准渗漏水部位，做好堵漏工作后，再进行抹面施工。

7.2.3.2 防水层基层应符合以下要求。

- 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%。
- 基层表面应平整、坚实、粗糙、清洁，并充分湿润、无积水。
- 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。
- 施工前应将预埋件、穿墙管预留凹槽内嵌填密封材料后，再施工防水砂浆层。
- 混凝土基层处理：
 - 新筑混凝土拆模后立即用钢丝刷将其表面刷毛，并在抹面前浇水冲刷干净；
 - 旧混凝土工程补做防水层时，需要将表面凿毛，除去浮尘和残渣，用加压水冲刷干净，抹灰前要保潮 24 h。
- 砌体基层处理应符合以下要求：
 - 将砖墙面残留的灰浆、污物清除干净，充分浇水湿润；
 - 对于用石灰砂浆和混合砂浆砌筑的新砌体，需将砌体灰缝剔进 10 mm 深，缝内呈直角以增强防水层与砌体的粘结力；对水泥砂浆砌筑的砌体，灰缝可不剔除，但已勾缝的须将勾缝砂浆剔除；
 - 对于旧砌体，需用钢丝刷或剁斧将松酥表面和残渣清除干净，直至露出新鲜砖面，并浇水冲洗干净，抹灰前一天浇水保潮。

7.2.4 技术准备

- 7.2.4.1 施工前应按设计要求进行技术交底和作业人员上岗培训。
- 7.2.4.2 应根据工程技术要求确定水泥、外加剂、掺和料等原材料的品种、性能及需用计划。确定配合比及各种材料计量方法。
- 7.2.4.3 书面交底资料均应签字后归档。

7.3 施工工艺

7.3.1 普通防水砂浆防水层

- 7.3.1.1 防水层施工一般顺序为：由上至下、由里向外，先顶板、再墙面、后地面分层铺抹和喷刷，每层宜连续施工。
- 7.3.1.2 工艺流程见下图。



图 2 工艺流程图

7.3.2 掺外加剂水泥砂浆防水层

- 7.3.2.1 防水层施工一般顺序为：由上至下、由里向外、先顶板、再墙面、后地面分层铺抹和喷刷，每层宜连续施工。
- 7.3.2.2 施工温度不应低于 5℃，不高于 35℃。不应在雨天、烈日曝晒下施工。阴阳角应做成圆弧形。圆弧半径：阳角 10 mm，阴角为 50 mm。
- 7.3.2.3 严格掌握好各工序间的衔接，应在上一层没有干燥或终凝时，及时抹下层，以免粘不牢影响防水质量。
- 7.3.2.4 抹灰前应把基层表面的油垢、灰尘和杂物清理干净，对光滑的基层表面进行凿毛处理，麻面率不小于 75%，然后用水湿润基层。
- 7.3.2.5 在已凿毛和干净湿润的基面上，均匀刷一道水泥防水剂素浆作结合层，以提高防水砂浆与基层的黏结力，厚度约 2 mm。
- 7.3.2.6 在结合层未干之前，应及时抹第一层防水砂浆作找平层，抹平压实后，用木抹搓出麻面。
- 7.3.2.7 在找平层初凝后，及时抹第二层防水砂浆，用铁抹子反复压实。
- 7.3.2.8 在第二层防水砂浆终凝以后，抹面层砂浆（或其他饰面），可分两次抹压，抹压前，先在底层砂浆上刷一道防水净浆，随涂刷，随抹面层砂浆，最后压实压光。
- 7.3.2.9 水泥砂浆防水层终凝后，应及时进行养护，养护温度不宜低于 5℃，养护时间不应小于 14 d，养护期间应保持湿润。

7.3.3 聚合物水泥砂浆防水层

- 7.3.3.1 防水层施工一般顺序为：由上至下、由里向外、先顶板、再墙面、后地面分层铺抹和喷刷，每层宜连续施工。
- 7.3.3.2 聚合物水泥砂浆施工温度以 5℃~35℃为宜，室外施工不应在雨天、雪天和五级风及其以上时施工。
- 7.3.3.3 施工前，应清除基层的疏松层、油污、灰尘等杂物，并用钢丝刷将基层划毛。
- 7.3.3.4 涂抹聚合物水泥砂浆前，应先将基层用水冲洗干净，充分湿润，不积水。按产品说明书的要求配制底涂材料打底，涂刷时力求薄而均匀。
- 7.3.3.5 聚合物水泥砂浆应在底涂材料涂刷 15 min 后开始铺抹。
- 7.3.3.6 聚合物水泥砂浆铺抹应按下列要求进行：

- 涂层厚度大于 10 mm 时，立面和顶面应分层施工，第二层应待第一层指触干后进行，各层紧密贴合；
 - 每层宜连续施工，如必须留槎时，应采用阶梯形槎，接槎部位离阴阳角不应小于 200 mm，接槎应依层次顺序操作，层层搭接紧密；
 - 铺抹可采用抹压或喷涂施工。喷涂施工时，喷枪的喷嘴应垂直于基面，合理调整压力和喷嘴与基面距离的关系；
 - 铺抹时应压实、抹平；如遇气泡要挑破压紧，保证铺抹密实；最后一层表面应提浆压光。
- 7.3.3.7 聚合物水泥砂浆防水层应在终凝后进行保湿养护，时间不少于 7 d。在防水层未达到硬化状态时，不应浇水养护或直接受雨水冲刷，硬化后可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。
- 7.3.3.8 过水构筑物应待聚合物水泥砂浆防水层施工完成 28 d 后方可投入运行。
- 7.3.3.9 施工后，应及时将施工机具清洗干净。

7.4 质量标准

7.4.1 主控项目

主控项目包括但不限于以下内容。

- 水泥砂浆防水层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、计量措施和现场抽样试验报告。
- 水泥砂浆防水层各层之间必须结合牢固，无空鼓现象。
 - 检验方法：观察和用小锤轻击检查。

7.4.2 一般项目

一般项目包括但不限于以下内容。

- 水泥砂浆防水层表面应密实、平整，不应有裂纹、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。
- 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。
- 水泥砂浆防水层的平均厚度应符合设计要求，最小厚度不应小于设计值的 85%。
 - 检验方法：观察和尺量检查。

7.5 成品保护

- 7.5.1 防水层施工完毕后，要防止践踏，其他工程施工应在防水层养护完毕后进行，以免破坏防水层。
- 7.5.2 防水层终凝后立即覆盖草袋、毛毡等保湿材料，派专人负责浇水养护到 14 d。
- 7.5.3 抹灰架子拆除时不应碰坏口角及墙面。
- 7.5.4 地面防水砂浆抹完后，在 48 h 内不应上人踩踏，并且要采取相应覆盖措施保护地面。
- 7.5.5 落地灰要及时清理使用，做到工完场清。

7.6 工程质量验收

7.6.1 检查数量

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

7.6.2 水泥防水砂浆分项工程验收

- 7.6.2.1 水泥防水砂浆施工应按工序或分项进行验收，构成分项工程的各检验批应符合规范相应质量标准的规定。
- 7.6.2.2 水泥砂浆防水层检验批和分项工程应由监理工程师（建设单位项目技术负责人）组织施工单位项目专业质量（技术）负责人等进行验收。

7.6.2.3 水泥砂浆防水层分项工程可由一个或若干检验批组成，检验批可根据施工及质量控制和专业验收需要按施工段、变形缝等进行划分。

7.6.2.4 验收内容应包括以下内容。

——检验批合格质量应符合下列规定：

- 主控项目和一般项目的质量经抽样检验合格；
- 具有完整的施工操作依据、质量检查记录。

——分项工程质量验收合格符合下列规定：

- 分项工程所含的检验批均应符合合格质量的规定；
- 分项工程所含的检验批的质量验收记录应完整。

8 卷材防水层

8.1 一般规定

8.1.1 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性相容。

8.1.2 卷材防水层为一或二层。高聚物改性沥青防水卷材厚度不应小于 3 mm，单层使用时，厚度不应小于 4 mm，双层使用时，总厚度不应小于 6 mm；合成高分子防水卷材单层使用时，厚度不应小于 1.5 mm，双层使用时，总厚度不应小于 2.4 mm。

8.1.3 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 层~2 层相同的卷材，宽度不宜小于 500 mm。

8.1.4 底板垫层混凝土平面部位的卷材宜采用空铺法或点粘法，其他与混凝土结构相接触的部位应采用满粘法。

8.1.5 卷材防水层经检查合格后，应及时做保护层。

8.2 施工准备

8.2.1 材料要求

8.2.1.1 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（行业标准）和设计要求。

8.2.1.2 卷材防水层应选用高聚物改性沥青类或合成高分子类防水卷材，并符合下列规定：

- 卷材外观质量、品种规格应符合现行国家标准或行业标准；
- 卷材及其胶合剂应具有良好的耐水性、耐久性、耐穿刺性、耐腐蚀性和耐菌性。

8.2.2 施工机具、设备

包括但不限于以下机具设备：

- 垂直运输用的塔吊、水平运输用的手推车或其他运输机具；
- 清理基层用的平铲、扫帚、钢丝刷、高压吹风机等；
- 盛粘结剂的大、小铁桶；
- 弹线用的小线、包粉袋；
- 裁剪卷材用的剪刀；
- 涂刷粘结剂用的滚刷、油漆刷；
- 热熔法施工用的专用焊枪、火焰喷枪；
- 压贴卷材的大、小压辊；
- 皮尺、钢卷尺等。

8.2.3 作业条件

应符合以下作业条件。

- 上道工序防水基层已经完工，并通过验收。
- 施工期间地下水位应降到垫层以下不少于 500 mm 处。

- 铺贴卷材严不应在雨天、雪天施工；五级风及其以上时不应施工；冷粘法施工气温不宜低于 5℃，热熔法施工气温不宜低于-10℃。
- 排水口应低于基层；有套管的管道部位应高于基层表面不小于 20 mm。
- 地下结构基层应平整、牢固，不应有起砂、空鼓等缺陷。
- 基层表面应干燥、平整、洁净、均匀一致；基层阴阳角处应做成圆弧形。
- 卷材防水层铺贴前，所有穿过防水层的管道、预埋件均应施工完毕，并做了防水处理。防水层铺贴后，不应在防水层上打眼开洞，以免引起水的渗漏。
- 铺贴卷材前，应在基面上涂刷基层处理剂，当基面较潮湿时，应涂刷湿固化型胶合剂或潮湿界面隔离剂。基层处理剂配制与施工应符合下列规定：
 - 基层处理剂应与卷材及胶合剂的材性相容；
 - 基层处理剂可采取喷涂法或涂刷法施工，喷、涂应均匀一致、不露底，待表面干燥后，方可铺贴卷材。
- 施工前审核图纸，编制防水工程施工方案，并进行技术交底。地下防水工程必须由符合资质要求的专业队施工，操作人员持证上岗。

8.2.4 技术准备

- 8.2.4.1 防水混凝土结构施工之前，应组织相关专业技术人员进行图纸会审，了解工程特点，掌握工程主体及细部构造的防水技术质量要求和做法，编制专项施工方案。
- 8.2.4.2 按设计资料和已审批的施工方案向承担施工的作业队负责人、班组长进行技术交底，结构复杂的工程要有针对性地进行全面、详细的技术交底，工人上岗前均要进行技术、安全知识培训。
- 8.2.4.3 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。
- 8.2.4.4 原材料、半成品应通过定样、检查（试验）、验收。
- 8.2.4.5 书面交底资料均应签字后归档。

8.3 施工工艺

8.3.1 工艺流程

平面铺贴卷材工艺流程见下图。

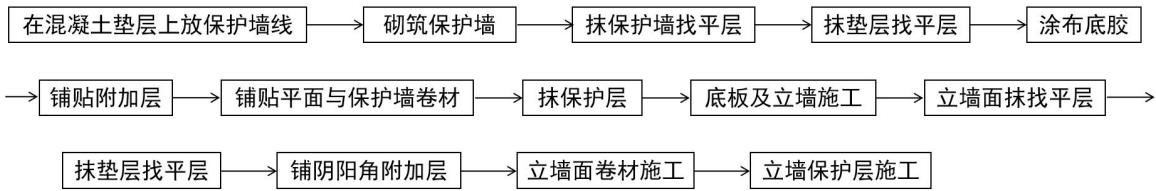


图 3 工艺流程图

8.4 质量标准

8.4.1 主控项目

- 主控项目包括但不限于以下内容。
- 卷材防水层所用卷材及主要配套材料必须符合设计要求。
 - 检验方法：检查出厂合格证、质量检验报告和现场抽样试验报告。
 - 卷材防水层及其转角处、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验收记录。

8.4.2 一般项目

一般项目包括但不限于以下内容。

——卷材防水层的基层应牢固，基面应洁净、平整，不应有空鼓、松动、起砂和脱皮现象：基层阴阳角处应做成圆弧形。

- 检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

——卷材防水层的搭接缝应粘（焊）结牢固，密封严密，不应有皱折、翘边和鼓泡等缺陷。

- 检验方法：观察检查。

——侧墙卷材防水层的保护层与防水层应粘结牢固，结合紧密、厚度均匀一致。

- 检验方法：观察检查。

——卷材搭接宽度的允许偏差为-10 mm。

- 检查方法：观察和尺量检查。

8.5 成品保护

8.5.1 已铺贴好的卷材防水层，加强保护措施，制定防护方案，要有专人负责管理，确保防水层不受破坏。

8.5.2 预埋的管道，在施工中不应碰撞和堵塞杂物。

8.5.3 防水层施工完毕后，下道工序施工的队伍应注意保护好防水层，不应在防水层上放置材料及作为施工运输车道。做保护层时，确需在防水层上运料时，应先用木板等材料铺行车（人）道，车辆支撑脚用软体材料包好，防止刺破防水层。

8.5.4 卷材防水层铺贴完成后，应及时做好保护层，防止后序施工碰损防水层；外贴防水层施工完后，应按设计砌好防护墙。

8.5.5 卷材运输及保管时平放不应高于4层，不应斜放、乱堆，应避免雨淋、日晒、受潮。

8.5.6 操作人员不应穿带铁钉鞋进行施工。

8.6 工程质量验收

8.6.1 检验数量

卷材防水层的施工质量检验数量，应按铺贴面积每100 m²抽查1处，每处10 m²，且不应少于3处。

8.6.2 验收组织和内容

8.6.2.1 卷材防水层施工应按工序或分项进行验收，构成分项工程的各检验批应符合规范相应质量标准的规定。

8.6.2.2 卷材防水层检验批和分项工程应由监理工程师（建议单位项目技术负责人）组织施工，单位项目专业质量（技术）负责人等进行验收。

8.6.2.3 卷材防水层分项工程可由一个或若干检验批组成，检验批可根据施工及质量控制和专业验收需要按施工段、变形缝等进行划分。

8.6.2.4 验收内容：

——批合格质量应符合下列规定：

- 具有完整的施工操作依据、质量检查记录。

——分项工程质量验收合格符合下列规定：

- 分项工程所含的检验批均应符合合格质量的规定。
- 分项工程所含的检验批的质量验收记录应完整。

9 涂料防水层

9.1 一般规定

9.1.1 涂料防水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。

9.1.2 涂膜防水层包括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。有机涂料可选用反应型、水乳型、聚合物水泥防水涂料。

9.1.3 无机防水涂料宜用于结构主体的背水面，有机防水涂料宜用于结构主体的迎水面。用于背水面的有机防水涂料应具有较高的抗渗性，且与基层有较强的黏结力。

9.1.4 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。

9.1.5 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。

9.1.6 防水涂料品种的选择应符合下列规定：

- 潮湿基层宜选用与潮湿基面黏结力大的无机涂料或有机涂料，或采用先涂水泥基类无机涂料而后涂有机涂料的复合涂层；
- 冬季施工宜选用反应型涂料，如用水乳型涂料，温度不应低于 5℃；
- 埋置深度较深的重要工程、有振动或有较大变形的工程宜选用高弹性防水涂料；
- 有腐蚀性的地下环境宜选用耐腐蚀性较好的反应型、水乳型、聚合物水泥涂料并做刚性保护层。

9.1.7 水泥基防水涂料的厚度宜为 1.5 mm~2.0 mm；水泥基渗透结晶型防水涂料的厚度不应小于 0.8 mm；有机防水涂料根据材料的性能，厚度宜为 1.2 mm~2.0 mm。

9.1.8 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：

- 顶板的细石混凝土保护层与防水层之间应设隔离层；
- 底板的细石混凝土厚度应大于 50 mm；
- 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 30 mm 厚水泥砂浆。

9.2 施工准备

9.2.1 技术交底

9.2.1.1 单位工程、分部工程和分项工程开工前，项目技术负责人应向承担施工的负责人或分包人进行书面技术交底。技术交底资料应办理签字手续并归档。

9.2.1.2 在施工过程中，项目技术负责人对发包人或监理工程师提出的有关施工方案、技术措施及设计变更的要求，应在执行前向执行人员进行书面技术交底。

9.2.1.3 技术交底内容应包括：本施工项目的施工作业特点和危险、针对危险点的具体预防措施、应注意的安全事、相应的安全操作规程和标准、发生事故后应及时采取的避难和急救措施。

9.2.1.4 应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；人员、物资、机具、材料的组织计划；与其他分项工程的搭接、交叉、配合；原材料的规格、型号、质量要求、检验方法；施工工艺流程及施工工艺中的技术要点。

9.2.2 材料要求

9.2.2.1 涂料等原材料进场时应检查其产品合格证及产品说明书，对其主要性能指标应进行复检，合格后方可使用。材料进场后应由专人保管，注意通风、不应烟火，保管温度不超过 40℃，贮存期一般为 6 个月。防水涂膜的外观质量和物理性能应符合 GB 50208。

9.2.2.2 涂膜防水层应按设计规定选用材料，对所选涂料及其配套材料的性能应了解，胎体的选用应与涂料材性相搭配。应选用无毒难燃低污染的涂料。涂料施工时应有适合大面积防水涂料施工可操作时间。

9.2.2.3 涂膜应有一定的粘结强度，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。无机防水涂料应具有良好的耐磨性和抗穿刺性；有机防水涂料应具有较好的延伸性及较大适应基层变形的能力。

9.2.3 施工机具、设备、条件

9.2.3.1 涂膜防水施工应配备主要施工机具：垂直运输机具和作业面水平运输工具，配料专用容器、搅拌用具以及施工中的涂刷辊压等小型工具。

9.2.3.2 应熟悉设计图纸及相关施工验收规范，掌握涂膜防水的具体设计和构造要求。编制涂膜防水工程分项施工方案、作业指导书等文件。

9.2.3.3 涂料防水的上道工序防水基层应已经完工，并通过验收。地下结构基层表面应平整、牢固、不应有起砂、疏松、空鼓等缺陷，基层表面的泥土、浮尘、油污、砂粒疙瘩等必须清除干净。

9.2.3.4 基层表面应洁净干燥。施工期间应做好排防水工作，使地下水位降至涂膜防水层底部最低标高以下 300 mm，以利于防水涂料的充分固化。施工完毕，须待涂层完全固化成膜后，才可撤掉排防水装置，结束排水工作。

9.2.3.5 涂料施工前，基层阴阳角应做成圆弧形，阴角直径宜大于 50 mm，阳角直径宜大于 10 mm。

9.2.3.6 涂料施工前应先对阴阳角、预埋件、穿墙管等部位进行密封或加强处理。

9.3 施工工艺

施工工艺流程见下图。

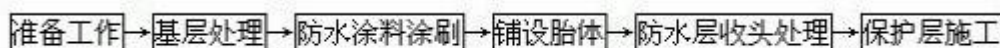


图 4 施工工艺流程图

9.4 质量标准

9.4.1 主控项目

主控项目包括但不限于以下内容。

——涂料防水层所用材料及配合比应符合设计要求。

- 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。

——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验收记录。

9.4.2 一般项目

一般项目包括但不限于以下内容。

——涂料防水层的基层应牢固，基层表面应洁净、平整，不应有空鼓、松动、起砂和脱皮现象；基层的阴阳角处应做成圆弧形。

- 检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

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

- 检验方法：观察检查。

——涂料防水层的平均厚度应符合设计要求，最小厚度不应小于设计厚度的 80%。

- 检验方法：针测法或割取 20 mm×20 mm 实样用卡尺测量。

——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。

9.5 成品保护

9.5.1 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。

9.5.2 已涂好的涂膜未固化前，不应允许上人和堆积物品，以免涂膜防水层受损坏而造成渗漏。

9.5.3 有机防水涂料施工完成后应及时做好保护层。

10 塑料防水层板防水层

10.1 一般规定

10.1.1 塑料防水板可选用乙烯-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。

10.1.2 塑料板防水层应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。

10.1.3 幅宽宜为 2 m~4 m，厚度宜为 1 mm~2 mm，耐穿刺性好。

10.1.4 塑料防水板应具备耐久性、耐水性、耐腐蚀性、耐菌性。

10.1.5 防水板应在初期支护基本稳定并经验收合格后进行铺设。

10.2 施工准备

10.2.1 技术交底

10.2.1.1 单位工程、分部工程和分项工程开工前，项目技术负责人应向承担施工的负责人或分包人进行书面技术交底。技术交底资料应办理签字手续并归档。

10.2.1.2 在施工过程中，项目技术负责人对发包人或监理工程师提出的有关施工方案、技术措施及设计变更的要求，应在执行前向执行人员进行书面技术交底。

10.2.1.3 技术交底内容应包括：

- 本施工项目的施工作业特点和危险点；
- 针对危险点的具体预防措施；
- 应注意的安全事项；
- 相应的安全操作规程和标准；
- 发生事故后应及时采取的避难和急救措施。

10.2.1.4 应熟悉设计图纸及施工验收规范，掌握塑料板防水的具体设计和构造要求；人员、物资、机具、材料的组织计划；与其他分项工程的搭接、交叉、配合；原材料的规格、型号、质量要求、检验方法；施工工艺流程及施工工艺中的技术要点。

10.2.2 施工机具、设备、条件

10.2.2.1 塑料板防水施工的主要施工机具为焊接工具、射钉枪、测量工具、裁剪工具、垂直运输机具和作业面水平运输工具等。

10.2.2.2 熟悉设计图纸及相关施工验收规范，掌握塑料板防水的具体设计和构造要求。编制塑料板防水工程分项施工方案、作业指导书等文件。

10.2.2.3 铺设防水板的基层宜平整、无尖锐物。基层平整应达到下列要求：初期支护基层相邻两凸面凹进去的深度应为初期支护基层相邻两凸面间的距离的 1/6~1/10。

10.2.2.4 防水板铺设前初期支护应基本稳定并经验收合格后进行。

10.2.2.5 铺设防水板前应先铺缓冲层，缓冲层应用暗钉圈固定在基层上。

10.3 施工工艺

塑料板防水层的铺设应符合下列规定：

- 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。
- 两幅塑料板的搭接宽度应为 100 mm，下部塑料板应压住上部塑料板。
- 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 10 mm。
- 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 m~20 m。

10.4 质量标准

10.4.1 主控项目

主控项目包括但不限于以下内容。

- 塑料防水层所用塑料板及配套材料必须符合设计要求。
 - 检验方法：检查出厂合格证、质量检验报告和现场抽样试验报告。
- 塑料板的搭接缝必须采用热风焊接，不应有渗漏。
 - 检验方法：双焊缝间空腔内充气检查。

10.4.2 一般项目

一般项目包括但不限于以下内容。

- 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。
- 塑料板的铺设应平顺并与基层固定牢固，不应有下垂、绷紧和破损现象。

- 检验方法：观察检查。
- 塑料板搭接宽度的允许偏差为-10 mm。
- 检验方法：尺量检查，

10.5 成品保护

- 10.5.1 塑料防水板施工中或衬砌前应防止机械损伤或电火花损伤。
- 10.5.2 塑料防水板施工结束后应及时验收，并设临时保护。

11 金属板防水层

11.1 一般规定

- 11.1.1 金属板防水层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。
- 11.1.2 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。
- 11.1.3 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和无损检验。竖向金属板的垂直接缝应相互错开。
- 11.1.4 金属板表面有锈蚀麻点或划痕等缺陷时，其深度不应大于该板材厚度的负偏差值。

11.2 施工准备

11.2.1 技术交底

- 11.2.1.1 单位工程、分部工程和分项工程开工前，项目技术负责人应向承担施工的负责人或分包人进行书面技术交底。技术交底资料应办理签字手续并归档。
- 11.2.1.2 在施工过程中，项目技术负责人对发包人或监理工程师提出的有关施工方案、技术措施及设计变更的要求，应在执行前向执行人员进行书面技术交底。
- 11.2.1.3 技术交底内容应包括本施工项目的施工作业特点和危险点、针对危险点的具体预防措施、应注意的安全事项、相应的安全操作规程和标准、发生事故后应及时采取的避难和急救措施。
- 11.2.1.4 应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；人员、物资、机具、材料的组织计划；原材料的规格、型号、质量要求、检验方法；与其他分项工程的搭接、交叉、配合；施工工艺流程及施工工艺中的技术要点（安装方法、安装顺序等）。

11.2.2 材料要求

- 11.2.2.1 金属板材、焊条、焊剂、螺栓、型钢等材料的规格、材质必须按设计要求选择，所有材料应有出厂合格证、质量检验报告和现场抽样试验报告。钢材的性能应符合 GB/T 700 和 GB/T 1591 的要求。对于有严重锈蚀、麻点或划痕等缺陷的金属板，均不应用做金属板防水层，以避免降低金属板防水层的抗渗性。
- 11.2.2.2 金属板表面不应有明显凹面和损伤，金属板防水层完工后也不应有明显凹面和损伤。
- 11.2.2.3 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。
- 11.2.2.4 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。

11.2.3 施工机具、设备、施工现场要求

- 11.2.3.1 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。
- 11.2.3.2 已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。
- 11.2.3.3 编制完成金属板防水工程分项施工方案或作业指导书。对分项作业人员进行技术交底、安全教育。
- 11.2.3.4 原材料、半成品通过定样、检查、试验、验收。质量符合要求，按型号规格整齐堆放在加工场或现场备用。

11.2.3.5 上道工序已施工完毕并验收合格。自然环境应满足金属焊接要求。

11.3 施工工艺

11.3.1 工艺流程见下图。

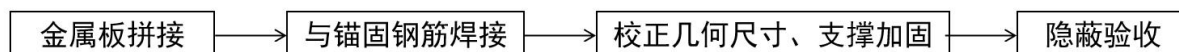


图5 工艺流程图

11.3.2 金属板应采用焊接拼接，焊缝应严密。竖向接缝应相互错开。

11.3.3 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。

11.3.4 金属板防水层应用临时支撑加固，防止其变形。

11.3.5 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用比孔稍大钢板将孔洞补焊严密。

11.3.6 在结构外设置金属板防水层时，金属板应焊在混凝土或砌体的预埋件上，金属板防水层以及焊缝检查合格后，应将其与结构间的空隙用水泥砂浆灌实。

11.3.7 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。

11.3.8 金属板防水层应采取防锈措施。

11.4 质量标准

11.4.1 主控项目

主控项目包括但不限于以下内容。

——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。

——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。

11.4.2 一般项目

一般项目包括但不限于以下内容。

——金属板表面不应有明显凹面和损伤。

- 检验方法：观察检查。

——焊缝不应有裂纹、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。

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

- 检验方法：观察检查。

11.5 成品保护

11.5.1 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 m~5 m 放垫木。

11.5.2 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。

11.5.3 金属板防水层施工完成后，不应再有破坏性施工。