

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50208—2011

地下防水工程质量验收规范

Code for Acceptance of Tanghongguang Quality
of Underground Waterproof

2011 年 04 月 01 日 发布

2012 年 10 月 01 日 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

目 次

1	总则	1
2	术语	1
3	基本规定	2
4	地下建筑防水工程	7
4.1	防水混凝土	7
4.2	水泥砂浆防水层	10
4.3	卷材防水层	11
4.4	涂料防水层	14
4.5	塑料防水板防水层	15
4.6	金属板防水层	16
4.7	膨润土防水材料防水层	17
5	细部构造防水工程	18
5.1	施工缝	18
5.2	变形缝	19
5.3	后浇带	20
5.4	穿墙管	21
5.5	埋设件	22
5.6	预留通道接头	22
5.7	桩头	23
5.8	孔口	24
5.9	坑、池	24
6	特殊施工法结构防水工程	25
6.1	锚喷支护	25
6.2	地下连续墙	26
6.3	盾构隧道	27
6.4	沉井	29
6.5	逆筑结构	31
7	排水工程	32
7.1	渗排水、盲沟排水	32
7.2	隧道排水、坑道排水	33
7.3	塑料排水板排水	34
8	注浆工程	35
8.1	预注浆、后注浆	35
8.2	结构裂缝注浆	36
9	子分部工程质量验收	37
	附录 B 现行建筑防水工程材料标准和现场抽样复验	39
	附录 C 地下防水工程渗漏水调查与检测	41
	本规范用词说明	44

1 总则

1.0.1 为了加强建筑工程质量管理,统一地下防水工程质量验收,保证工程质量,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于房屋建筑工程、防护工程、市政隧道、地下铁道等地下防水工程质量验收。

1.0.3 地下防水工程采用的新技术,必须经过科技成果鉴定、评估或新产品、新技术鉴定。新技术运用前,应对新的或首次采用的施工工艺进行评审,并制定相应的技术标准。

1.0.4 地下防水工程的施工应符合国家现行有关安全与劳动防护和环境保护的规定。

1.0.5 地下防水工程施工质量验收除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 地下防水工程

对房屋建筑、防护工程、市政隧道、地下铁道等地下工程进行防水设计、防水施工和维护管理等各项技术工作的工程实体。

2.0.2 明挖法

敞口开挖基坑,再在基坑中修建地下工程,最后用土石等回填的施工方法。

2.0.3 暗挖法

不挖开地面,采用从施工通道在地下开挖、支护、衬砌的方法修建隧道等地下工程的施工方法。

2.0.4 胶凝材料

用于配制混凝土的硅酸盐水泥及粉煤灰、磨细矿渣、硅粉等矿物掺合料的总称。

2.0.5 水胶比

混凝土配制时的用水量与胶凝材料总量之比。

2.0.6 锚喷支护

锚杆和钢筋网喷射混凝土联合使用的一种围岩支护形式。

2.0.7 地下连续墙

采用机械施工方法成槽、浇灌钢筋混凝土,形成具有截水、防渗、挡土和承重作用的地下墙体。

2.0.8 盾构隧道

采用盾构掘进机全断面开挖，钢筋混凝土管片作为衬砌支护进行暗挖法施工的隧道。

2.0.9 沉井

由刃脚、井壁及隔墙等部分组成井筒，在筒内挖土使其下沉，达到设计标高后进行混凝土封底。

2.0.10 逆筑结构

以地下连续墙兼作墙体及混凝土灌注桩等兼作承重立柱，自上而下进行顶板、中楼板和底板施工的主体结构。

2.0.11 检验批

按同一生产条件或规定的方式汇总起来供检验用的，由一定数量样本组成的检验体。

2.0.12 见证取样检测

在监理单位或建设单位见证员的监督下，由施工单位取样员现场取样，并送至具有相应资质检测单位进行的检测。

3 基本规定

3.0.1 地下工程的防水等级标准应符合表3.0.1 的规定。

表3.0.1 地下工程防水等级标准

防水等级	防 水 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 房屋建筑地下工程：总湿渍面积不大于总防水面积（包括顶板、墙面、地面）的1‰；任意100 m ² 防水面积上的湿渍不超过2处，单个湿渍的最大面积不大于0.1m ² ； 其他地下工程：湿渍总面积不应大于总防水面积的2‰；任意100m ² 防水面积上的湿渍不超过3处，单个湿渍的最大面积不大于0.2m ² ；其中，隧道工程平均渗水量不大于0.05L/（m ² ·d），任意100m ² 防水面积上的渗水量不大于0.15L/（m ² ·d）
3 级	有少量漏水点，不得有线流和漏泥砂； 任意100 m ² 防水面积上的漏水或湿渍点数不超过7处，单个漏水点的最大漏水量不大于2.5L/d，单个湿渍的最大面积不大于0.3m ² ；
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 防水面积上的平均漏水量不大于4L/（m ² ·d）

3.0.2 明挖法和暗挖法地下工程的防水设防应按表3.0.2-1 和表3.0.2-2 选用。

表3.0.2-1 明挖法地下工程防水设防

工程部位		主 体结构						施工缝						后浇带				变形缝、诱导缝							
防水措施		防水混凝土	防水卷材	防水涂料	塑料防水板	膨润土防水材料	防水砂浆	金属板	遇水膨胀止水带或止水带	外贴式止水带	中埋式止水带	外抹防水砂浆	外涂防水涂料	水泥基渗透结晶型防水涂料	预埋注浆管	补偿收缩混凝土	外贴式止水带	预埋注浆管	遇水膨胀止水条	中埋式止水带	外贴式止水带	可卸式止水带	防水密封材料	外贴防水卷材	外涂防水涂料
防水等级	一级	应选	应选一至二种					应选二种						应选	应选二种			应选	应选二种						
	二级		应选一种					应选一至二种							应选一至二种				应选一至二种						
	三级		宜选一种					宜选一至二种							宜选一至二种				宜选一至二种						
	四级	宜选	—					宜选一种						宜选一种			宜选一种								

表3.0.2-2 暗挖法地下工程防水设防

工程部位		衬砌结构							内衬砌施工缝					内衬砌变形缝、诱导缝				
防水措施		防水混凝土	防水卷材	防水涂料	塑料防水板	膨润土防水材料	防水砂浆	金属板	遇水膨胀止水条或止水带	外贴式止水带	中埋式止水带	防水密封材料	水泥基渗透结晶型防水涂料	预埋注浆管	中埋式止水带	外贴式止水带	可卸式止水带	防水密封材料
防水等级	1级	必选	应选一至二种					应选一至二种					应选	应选一至二种				
	2级	应选	应选一种					应选一种						应选一种				
	3级	宜选	宜选一种					宜选一种						宜选一种				
	4级	宜选	宜选一种					宜选一种						宜选一种				

3.0.3 地下防水工程必须由持有资质等级证书的防水专业队伍进行施工，主要施工人员应持有省级及以上建设行政主管部门或其指定单位颁发的执业资格证书或防水专业岗位证书。

3.0.4 地下防水工程施工前，应通过图纸会审，掌握结构主体及细部构造的防水要求，施工单位应编制防水工程专项施工方案，经监理单位或建设单位审查批准后执行。

3.0.5 地下防水工程所使用防水材料的品种、规格、性能等必须符合现行国家或行业产品标准和设计要求。

3.0.6 防水材料必须经具备相应资质的检测单位进行抽样检验，并出具产品性能检测报告。

3.0.7 防水材料的进场验收应符合下列规定：

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

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

3、材料进场后应按本规范附录A 和附录B 的规定抽样检验，检验应执行见证取样送检制度，并出具材料进场检验报告。

4、材料的物理性能检验项目全部指标达到标准规定时，即为合格；若有一项指标不符合标准规定，应在受检产品中重新取样进行该项指标复验，复验结果符合标准规定，则判定该批材料为合格。

3.0.8 地下工程使用的防水材料及其配套材料，应符合现行行业标准《建筑防水涂料有害物质限量》JC1066的规定，不得对周围环境造成污染。

3.0.9 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制度，并有完整的检查记录。工程隐蔽前，应由施工单位通知有关单位进行验收，并形成隐蔽工程验收记录；未经监理单位或建设单位代表对上道工序的检查确认，不得进行下道工序的施工。

3.0.10 地下防水工程施工期间，必须保持地下水位稳定在工程底部最低高程0.5m以下，必要时应采取降水措施。对采用明沟排水的基坑，应保持基坑干燥。

3.0.11 地下防水工程不得在雨天、雪天和五级风及其以上时施工；防水材料施工环境气温条件宜符合表3.0.11的规定。

表3.0.11 防水材料施工环境气温条件

防水材料	施工环境气温条件
高聚物改性沥青防水卷材	冷粘法、自粘法不低于5℃，热熔法不低于-10℃
合成高分子防水卷材	冷粘法、自粘法不低于5℃，焊接法不低于-10℃
有机防水涂料	溶剂型-5~35℃，反应型、溶乳型5~35℃

无机防水涂料	5~35℃
防水混凝土、防水砂浆	5~35℃
膨润土防水涂料	不低于-20℃

3.0.12 地下防水工程是一个子分部工程，其分项工程的划分应符合表3.0.12的要求。

表3.0.12 地下防水工程的分项工程

子分部工程	分项工程
地下防水工程	主体结构防水
	防水混凝土、水泥砂浆防水层、卷材防水层、涂料防水层、塑料防水板防水层、金属板防水层、膨润土防水材料防水层
	细部构造防水
	施工缝、变形缝、后浇带、穿墙管、埋设件、预留通道接头、桩头、孔口、坑、池
	特殊施工法结构防水
	锚喷支护、地下连续墙、盾构隧道、沉井、逆筑结构
	排水
	渗排水、盲沟排水，隧道、坑道排水、坑道排水、塑料排水板排水
	注浆
	预注浆、后注浆，结构裂缝注浆

3.0.13 地下防水工程的分项工程检验批和抽样检验数量应符合下列规定：

- 1、主体结构防水工程和细部构造防水工程应按结构层、变形缝或后浇带等施工段划分检验批；
- 2、特殊施工法结构防水工程应按隧道区间、变形缝等施工段划分检验批；
- 3、排水工程和注浆工程应各为一个检验批；
- 4、各检验批的抽样检验数量：细部构造应为全数检查，其他均应符合本规范的规定。

3.0.14 地下工程应按设计的防水等级标准进行验收。地下工程渗漏水调查与检测应按本规范附录C 执行。

4 地下建筑防水工程

4.1 防水混凝土

4.1.1 防水混凝土适用于抗渗等级不低于P6的地下混凝土结构。不适用于环境温度高于80℃的地下工程。处于侵蚀性介质中，防水混凝土的耐侵蚀性要求应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB50046和《混凝土结构耐久性设计规范》GB50476的有关规定。

4.1.2 水泥的选择应符合下列规定：

- 1、宜采用普通硅酸盐水泥或硅酸盐水泥，采用其他品种水泥时应经试验确定；
- 2、在受侵蚀性介质作用时，应按介质的性质选用相应的水泥品种；

3、不得使用过期或受潮结块的水泥，并不得将不同品种或强度等级的水泥混合使用。

4.1.3 砂、石的选择应符合下列规定：

- 1、砂宜选用中粗砂，含泥量不应大于3.0%，泥块含量不宜大于1.0%；
- 2、不宜使用海砂；在没有使用河砂的条件时，应对海砂进行处理后才能使用，且控制氯离子含量不得大于0.06%；
- 3、碎石或卵石的粒径宜为5~40mm，含泥量不应大于1.0%，泥块含量不应大于0.5%；
- 4、对长期处于潮湿环境的重要结构混凝土用砂、石，应进行碱活性检验。

4.1.4 矿物掺合料的选择应符合下列规定：

- 1、粉煤灰的级别不应低于二级，烧失量不应大于5%；
- 2、硅粉的比表面积不应小于15000m²/kg，SiO₂含量不应小于85%；
- 3、粒化高炉矿渣粉的品质要求应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T18046的有关规定。

4.1.5 混凝土拌合用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ63的有关规定。

4.1.6 外加剂的选择应符合下列规定：

- 1、外加剂的品种和用量应经试验确定，所用外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB50119的质量规定；
- 2、掺加引气剂或引气型减水剂的混凝土，其含气量宜控制在3%~5%；
- 3、考虑外加剂对硬化混凝土收缩性能的影响；
- 4、严禁使用对人体产生危害、对环境产生污染的外加剂。

4.1.7 防水混凝土的配合比应经试验确定，并应符合下列规定：

- 1、试配要求的抗渗水压值应比设计值提高0.2MPa；
- 2、混凝土胶凝材料总量不宜小于320kg/m³，其中水泥用量不宜少于260kg/m³；粉煤灰掺量宜为胶凝材料总量的20%~30%，硅粉的掺量宜为胶凝材料总量的2%~5%；
- 3 水胶比不得大于0.50，有侵蚀性介质时水胶比不宜大于0.45；
- 4、砂率宜为35%~40%，泵送时可增加到45%；
- 5、灰砂比宜为1:1.5~1:2.5；
- 6、混凝土拌合物的氯离子含量不应超过胶凝材料总量的0.1%；混凝土中各类材料的总碱量即Na₂O当量不得大于3kg/m³。

4.1.8 防水混凝土采用预拌混凝土时，入泵坍落度宜控制在120mm~140mm，坍落度每小时损失不应大于20mm，坍落度总损失值不应大于40mm。

4.1.9 混凝土拌制和浇筑过程控制应符合下列规定：

- 1 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允许偏差应符合表4.1.9-1 的规定。

表4.1.9-1 混凝土组成材料计量结果的允许偏差(%)

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

注：累计计量仅适用于微机控制计量的搅拌站。

2 混凝土在浇筑地点的坍落度，每工作班至少检查两次。混凝土的坍落度试验应符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T50080 的有关规定。混凝土坍落度允许偏差应符合4.1.9-2 的规定。

表4.1.9-2 混凝土坍落度允许偏差 (mm)

要求坍落度	允许偏差
≤40	±10
50~90	±15
≥100	±20

3、泵送混凝土拌合物在运输后出现离析，必须进行二次搅拌。当坍落度损失后不能满足施工要求时，应加入原水胶比的水泥浆或掺加同品种的减水剂进行搅拌，严禁直接加水。

4.1.10、防水混凝土抗压强度试件，应在混凝土浇筑地点随机取样后制作，并应符合下列规定：

1、同一工程、同一配合比的混凝土，取样频率和试件留置组数应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204的有关规定。

2、抗压强度试验应符合现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T50081的有关规定。

3、结构构件的混凝土强度评定应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T50082的有关规定。

4.1.11、防水混凝土抗渗性能应采用标准条件下养护混凝土抗渗试件的试验结果评定，试件应在混凝土浇筑地点随机取样后制作，并应符合下列规定：

1、连续浇筑混凝土每500m³ 应留置一组6个抗渗试件，且每项工程不得少于两组；采用预拌混凝土的抗渗试件，留置组数应视结构的规模和要求而定。

2、抗渗性能试验应符合现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法》GB/T50082的有关规定。

4.1.12、大体积防水混凝土的施工应采取材料选择、温度控制、保温保湿等技术措施。在设计许可的情况下，掺粉煤灰混凝土设计强度的龄期宜为60d或90d。

4.1.13 防水混凝土分项工程检验批的抽样检验数量，应按混凝土外露面积每100m²

抽查1处，每处10m²，且不得少于3处。

I 主控项目

4.1.14 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：检查产品合格证、产品性能检测报告、计量措施和材料进场检验报告。

4.1.15 防水混凝土的抗压强度和抗渗性能必须符合设计要求。

检验方法：检查混凝土抗压强度、抗渗性能检验报告。

4.1.16 防水混凝土结构的变形缝、施工缝、后浇带、穿墙管、埋设件等设置和构造必须符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

II 一般项目

4.1.17 防水混凝土结构表面应坚实、平整，不得有露筋、蜂窝等缺陷；埋设件位置应准确。

检验方法：观察检查。

4.1.18 防水混凝土结构表面的裂缝宽度不应大于0.2mm，且不得贯通。

检验方法：用刻度放大镜检查。

4.1.19 防水混凝土结构厚度不应小于250mm，其允许偏差应为+8mm、-5mm；主体结构迎水面钢筋保护层厚度不应小于50mm，其允许偏差为±5mm。

检验方法：尺量检查和检查隐蔽工程验收记录。

4.2 水泥砂浆防水层

4.2.1 水泥砂浆防水层适用于地下工程主体结构的迎水面或背水面。不适用于受持续振动或环境温度高于80℃的地下工程。

4.2.2 水泥砂浆防水层应采用聚合物水泥防水砂浆；掺外加剂或掺合料的防水砂浆。

4.2.3 水泥砂浆防水层所用的材料应符合下列规定：

1 水泥应使用普通硅酸盐水泥、硅酸盐水泥或特种水泥，不得使用过期或受潮结块的水泥；

2 砂宜采用中砂，含泥量不应大于1%，硫化物和硫酸盐含量不得大于1%；

3 用于拌制水泥砂浆的水应采用不含有害物质的洁净水；

4 聚合物乳液的外观为均匀液体，无杂质、无沉淀、不分层。

5 外加剂的技术性能应符合国家或行业有关标准的质量要求。

4.2.4 水泥砂浆防水层的基层质量应符合下列规定：

1、基层表面应平整、坚实、清洁，并应充分湿润，无明水；

2、基层表面的孔洞、缝隙应采用与防水层相同的水泥砂浆填塞并抹平。

3、施工前应将埋设件、穿墙管预留凹槽内嵌填密封材料后，再进行水泥砂浆防水层施工。

4.2.5 水泥砂浆防水层施工应符合下列规定：

- 1 水泥砂浆的配制、应按所掺材料的技术要求准确计量；
- 2、分层铺抹或喷涂，铺抹时应压实、抹平，最后一层表面应提浆压光；
- 3、防水层各层应紧密粘合，每层宜连续施工；必须留设施工缝时，应采用阶梯坡形槎，但与阴阳角的距离不得小于200mm；
- 4、水泥砂浆终凝后应及时进行养护，养护温度不宜低于5℃，并应保持砂浆表面湿润，养护时间不得少于14d。聚合物水泥防水砂浆未达到硬化状态时，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。潮湿环境中，可在自然条件下养护。

4.2.6 水泥砂浆防水层分项工程检验批的抽样检验数量，应按施工面积每100m²抽查1处，每处10m²，且不得少于3处。

I 主控项目

4.2.7 防水砂浆的原材料及配合比必须符合设计规定。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告、计量措施和材料进场检验报告。

4.2.8 防水砂浆的粘结强度和抗渗性能必须符合设计规定。

检验方法：检查砂浆粘结强度、抗渗性能检测报告。

4.2.9 水泥砂浆防水层与基层之间应结合牢固，无空鼓现象。

检验方法：观察和用小锤轻击检查。

II 一般项目

4.2.10 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。

检验方法：观察检查。

4.2.11 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。

4.2.12 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%。

检验方法：用针测法检查。

4.2.13 水泥砂浆防水层表面平整度的允许偏差应为5mm。

检查方法：用2m靠尺和楔形塞尺检查。

4.3 卷材防水层

4.3.1 卷材防水层适用于受侵蚀性介质作用或受振动作用的地下工程；卷材防水层应铺设在主体结构的迎水面。

4.3.2 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、密封材料等均应与铺贴的卷材相匹配。

4.3.3 在进场材料检验的同时，防水卷材接缝粘结质量检验应按本规范附录D执行。

4.3.4 铺贴防水卷材前，清扫应干净、干燥，并应涂刷基层处理剂；当基面潮湿时，应涂刷湿固化型胶粘剂或潮湿界面隔离剂。

4.3.5 基层阴阳角应做成圆弧或45°坡角，其尺寸应根据卷材品种确定；在转角处、变形缝、施工缝，穿墙管等部位应铺贴卷材加强层，加强层宽度不应小于500mm。

4.3.6 防水卷材的搭接宽度应符合表4.3.6的要求。铺贴双层卷材时，上下两层和相邻两幅卷材的接缝应错开1/3~1/2幅宽，且两层卷材不得相互垂直铺贴。

表4.3.6 防水卷材的搭接宽度

卷材品种	搭接宽度 (mm)
弹性体改性沥青防水卷材	100
改性沥青聚乙烯胎防水卷材	100
自粘聚合物改性沥青防水卷材	80
三元乙丙橡胶防水卷材	100/60 (胶粘剂/胶结带)
聚氯乙烯防水卷材	60/80 (单面焊/双面焊)
	100 (胶结剂)
聚乙烯丙纶复合防水卷材	100 (粘结料)
高分子自粘胶膜防水卷材	70/80 (自粘胶/胶结带)

4.3.7 冷粘法铺贴卷材应符合下列规定：

- 1 胶粘剂涂刷应均匀，不得露底，不堆积；
- 2 根据胶粘剂的性能，应控制胶结剂涂刷与卷材铺贴的间隔时间。
- 3 铺贴时不得用力拉伸卷材，排除卷材下面的空气，辊压粘结牢固；
- 4 铺贴卷材应平整、顺直，搭接尺寸准确，不得有扭曲、皱折；
- 5 卷材接缝部位应采用专用粘结剂或胶结带满粘，接缝口应用密封材料封严，其宽度不应小于10mm。

4.3.8 热熔法铺贴卷材应符合下列规定：

- 1 火焰加热器加热卷材应均匀，不得加热不足或烧穿卷材；
- 2 卷材表面热熔后应立即滚铺，排除卷材下面的空气，并粘结牢固；
- 3 铺贴卷材应平整、顺直，搭接尺寸准确，不得有扭曲、皱折；
- 4 卷材接缝部位应溢出热熔的改性沥青胶料，并粘结牢固，封闭严密。

4.3.9 自粘法铺贴卷材应符合下列规定：

- 1、铺贴卷材时，应将具有黏性的一面朝向主体结构；
- 2 外墙、顶板铺贴时，排除卷材下面的空气，并粘结牢固；
- 3 铺贴卷材应平整、顺直，搭接尺寸准确，不得有扭曲、皱折；
- 4 立面卷材铺贴完成后，应将卷材端头固定，并应用密封材料封严；

5 低温施工时，宜对卷材和基面采用热风适当加热，然后铺贴卷材。

4.3.10 卷材接缝采用焊接法施工应符合下列规定：

- 1 焊接前卷材应铺放平整，搭接尺寸准确，焊接缝的结合面应清扫干净；
- 2 焊接前应先焊长边搭接缝，后焊短边搭接缝；
- 3 控制热风加热温度和时间，焊接处不得漏焊、跳焊或焊接不牢；
- 4 焊接时不得损害非焊接部位的卷材。

4.3.11 铺贴聚乙烯丙纶复合防水卷材应符合下列规定：

- 1、应采用配套的聚合物水泥防水粘结材料；
- 2、卷材与基层粘贴应采用满粘法，粘结面积不应小于90%，刮涂粘结料应均匀，不得露底、堆积、流淌；
- 3、固化后的粘结料厚度不应小于1.3mm；
- 4、卷材接缝部位应挤出粘结料，接缝表面处应刮1.3mm厚50mm宽聚合物水泥粘结料封边；
- 5、聚合物水泥粘结料固化前，不得在其上行走或进行后续作业。

4.3.12 高分子自粘胶膜防水卷材宜采用预铺反粘法施工，并应符合下列规定：

- 1、卷材宜单层铺设；
- 2、在潮湿基面铺设时，基面应平整坚固、无明水；
- 3、卷材长边应采用自粘边搭接，短边应采用胶结带搭接，卷材端部搭接区应相互错开。

4、立面施工时，在自粘边位置距离卷材边缘10mm~20mm内，每隔400mm~600mm应进行机械固定，并应保证固定位置被卷材完全覆盖；

5、浇筑结构混凝土时不得损伤防水层。

4.3.13 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 顶板的细石混凝土保护层与防水层之间宜设置隔离层。细石混凝土保护层厚度：机械回填时不宜小于70mm，人工回填时不宜小于50mm；
- 2 底板的细石混凝土保护层厚度不应小于50mm；
- 3 侧墙宜采用软质保护材料或铺抹20mm 厚1：2.5水泥砂浆。

4.3.14 卷材防水层分项工程检验批的抽检数量，应按铺贴面积每100m² 抽查1 处，每处10m²，且不得少于3 处。

I 主控项目

4.3.15 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：检查产品合格证、产品性能检测报告和材料进场检验报告。

4.3.16 卷材防水层在转角处、变形缝、施工缝、穿墙管等部位做法必须符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

II 一般项目

4.3.17 卷材防水层的搭接缝应粘贴或焊接牢固，密封严密，不得有扭曲、皱折、翘边和起泡等缺陷。

检验方法：观察检查。

4.3.18 采用外防外贴法铺贴卷材防水层时，立面卷材接槎的搭接宽度，高聚物改性沥青类卷材应为150mm，合成高分子类卷材应为100mm，且上层卷材应盖过下层卷材。

检验方法：观察和尺量检查。

4.3.19 侧墙卷材防水层的保护层与防水层应结合紧密、保护层厚度应符合设计要求。

检验方法：观察和尺量检查。

4.3.20 卷材搭接宽度的允许偏差应为-10mm。

检验方法：观察和尺量检查。

4.4 涂料防水层

4.4.1 涂料防水层适用于受侵蚀性介质作用或受振动作用的地下工程；有机防水涂料宜用于主体结构的迎水面，无机防水涂料宜用于主体结构的迎水面或背水面。

4.4.2 有机防水涂料应采用反应型、水乳型、聚合物水泥等涂料；无机防水涂料应采用掺外加剂、掺合料的水泥基防水涂料或水泥基渗透结晶型防水涂料。

4.4.3 有机防水涂料基面应干燥。当基面较潮湿时，应涂刷湿固化型胶结剂或潮湿界面隔离剂；无机防水涂料施工前，基面应充分润湿，但不得有明水。

4.4.4 涂料防水层的施工应符合下列规定：

1 多组分涂料应按配合比准确计量，搅拌均匀，并应根据有效时间确定每次配制的用量。

2 涂料应分层涂刷或喷涂，涂层应均匀，涂刷应待前遍涂层干燥成膜后进行；每遍涂刷时应交替改变涂层的涂刷方向，同层涂膜的先后搭压宽度宜为30~50mm；

3 涂料防水层的甩槎处接缝宽度不应小于100mm，接涂前应将其甩槎表面处理干净；

4 采用有机防水涂料时，基层阴阳角处应做成圆弧；在转角处、变形缝、施工缝、穿墙管等部位应增加胎体增强材料和增涂防水涂料，宽度不应小于50mm；

5 胎体增强材料的搭接宽度不应小于100mm，上下两层和相邻两幅胎体的接缝应错开1/3幅宽，且上下两层胎体不得相互垂直铺贴。

4.4.5 涂料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 顶板的细石混凝土保护层与防水层之间宜设置隔离层。细石混凝土保护层厚度：机械回填时不宜小于70mm，人工回填时不宜小于50mm；

2 底板的细石混凝土保护层厚度不应小于50mm;

3 侧墙宜采用软质保护材料或铺抹20mm 厚1: 2.5水泥砂浆。

4.4.6 涂料防水层分项工程检验批的抽检数量, 应按铺贴面积每100m² 抽查1 处, 每处10m², 且不得少于3 处。

I 主控项目

4.4.7 涂料防水层所用的材料及配合比必须符合设计要求。

检验方法: 检查产品合格证、产品性能检测报告、计量措施和材料进场检验报告。

4.4.8 涂料防水层的平均厚度应符合设计要求, 最小厚度不得低于设计厚度的90%。

检验方法: 用针测法检查。

4.4.9 涂料防水层在转角处、变形缝、施工缝、穿墙管等部位做法必须符合设计要求。

检验方法: 观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

II 一般项目

4.4.10 涂料防水层应与基层粘结牢固、涂刷均匀, 不得流淌、起泡、露槎。

检验方法: 观察检查。

4.4.11 涂层间夹铺胎体增强材料时, 应使防水涂料浸透胎体覆盖完全, 不得有胎体外露现象。

检验方法: 观察检查。

4.4.12 侧墙涂料防水层的保护层与防水层应结合紧密, 保护层厚度应符合设计要求。

检验方法: 观察检查。

4.5 塑料防水板防水层

4.5.1 塑料防水板防水层适用于经常承受水压、侵蚀性介质或有振动作用的地下工程; 塑料防水板宜铺设在复合式衬砌的初期支护与二次衬砌之间。

4.5.2 塑料防水板防水层的基面应平整, 无尖锐突出物, 基面平整度D/L不应大于1/6。

注: D为初期支护基面相邻两凸面间凹进去的深度;

L为初期支护基面相邻两凸面间的距离。

4.5.3 初期支护的渗漏水, 应在塑料防水板防水层铺设前封堵或引排。

4.5.3 塑料板防水板的铺设应符合下列规定:

1 铺设塑料防水板前应先铺缓冲层, 缓冲层应用暗钉圈固定在基面上; 缓冲层搭接宽度不应小于50mm; 铺设塑料防水板时, 应边铺边用压焊机将塑料防水板与暗钉圈焊接;

2 两幅塑料防水板的搭接宽度不应小于100mm, 下部塑料防水板应压住上部塑料防水板。接缝焊接时, 塑料防水板的搭接层数不得超过3层;

3 塑料防水板的搭接缝应采用双焊缝，每条焊缝的有效宽度不应小于10mm；

4 塑料防水板铺设时宜设置分区预埋注浆系统；

5 分段设置塑料防水板防水层时，两端应采取封闭措施。

4.5.5 塑料防水板的铺设应超前二次衬砌混凝土施工，超前距离宜为5m~20m。

4.5.6 塑料防水板应牢固地固定在基面上，固定点间距应根据基面平整情况确定，拱部宜为0.5m~0.8m，边墙宜为1m~1.5m，底部宜为1.5m~2.0m；局部凹凸较大时，应在凹处加密固定点。

4.5.7 塑料防水板防水层分项工程检验批的抽样检验数量，应按铺设面积每100m²抽查1处，每处10m²，但不得少于3处。焊缝检验应按焊缝条数抽查5%，每条焊缝为1处，但不得少于3处。

I 主控项目

4.5.8 塑料防水板及其配套材料必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告和材料进场检验报告。

4.5.9 塑料防水板的搭接缝必须采用双缝热熔焊接，每条焊缝的有效宽度不应小于10mm。

检验方法：双焊缝间空腔内充气检查和尺量检查。

II 一般项目

4.5.10 塑料防水板应采用无钉孔铺设，其固定点的间距应符合本规范第4.5.6条的规定。

检验方法：观察和尺量检查。

4.5.11 塑料防水板与暗钉圈应焊接牢靠，不得漏焊、假焊和焊穿。

检验方法：观察检查。

4.5.12 塑料防水板的铺设应平顺，不得有下垂、绷紧和破损现象。

检验方法：观察检查。

4.5.13 塑料防水板搭接宽度的允许偏差为-10mm。

检验方法：尺量检查。

4.6 金属板防水层

4.6.1 金属防水板适用于抗渗性能要求较高的地下工程，金属板应铺设在主体结构迎水面。

4.6.2 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。金属板及其焊接材料的规格、外观质量和主要物理性能，应符合国家现行有关标准的规定。

4.6.3 金属板的拼接及金属板与工程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。

4.6.4 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。

4.6.5 金属板防水层分项工程检验批的抽样检验数量，应按铺设面积每 10m^2 抽查1处，每处 1m^2 ，且不得少于3处。焊缝表面缺陷检验应按焊缝的条数抽查5%，且不得少于1条焊缝；每条焊缝检查1处，总抽查数不得少于10处。

I 主控项目

4.6.6 金属板和焊接材料必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告和材料进场检验报告。

4.6.7 焊工应持有有效的执业资格证书。

检验方法：检查焊工执业资格证书和考核日期。

II 一般项目

4.6.8 金属板表面不得有明显凹面和损伤。

检验方法：观察检查。

4.6.9 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：观察检查和使用放大镜、焊缝量规及钢尺检查，必要时采用渗透或磁粉探伤检查。

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

检验方法：观察检查。

4.7 膨润土防水材料防水层

4.7.1 膨润土防水材料防水层适用于PH为4~10的地下环境中；膨润土防水材料防水层应用于复合式衬砌的初期支护与二次衬砌之间以及明挖法地下工程主体结构迎水面，防水层两侧应具有一定的夹持力。

4.7.2 膨润土防水材料中的膨润土颗粒应采用钠基膨润土，不应采用钙基膨润土。

4.7.3 膨润土防水材料防水层基面应坚实、清洁，不得有明水，基面平整度应符合本规范第4.5.2条的规定；基层阴阳角应做成圆弧或坡角。

4.7.4 膨润土防水毯的织布面与膨润土防水板的膨润土面，均应与结构外表面密贴。

4.7.5 膨润土防水材料应采用水泥钉和垫片固定；立面和斜面上的固定间距宜为400mm~500mm，平面上应在搭接缝处固定。

4.7.6 膨润土防水材料的搭接宽度应大于100mm；搭接部位的固定间距宜为200mm~300mm，固定点与搭接边缘的距离宜为25mm~30mm，搭接处应涂抹膨润土密封膏。平面搭接缝处可干撒膨润土颗粒，其用量宜为 $0.3\text{kg}/\text{m}^2 \sim 0.5\text{kg}/\text{m}^2$ 。

4.7.7 膨润土防水材料的收口部位应采用金属压条与水泥钉固定，并用膨润土密封

膏覆盖。

4.7.8 转角处和变形缝、施工缝、后浇带等部位均应设置宽度不小于500mm加强层，加强层应设置在防水层与结构外表面之间。穿墙管件宜采用膨润土橡胶止水条、膨润土密封膏进行加强处理。

4.7.9 膨润土防水材料分段铺设时，应采取临时遮挡防护措施。

4.7.10 膨润土防水材料防水层分项工程检验批的抽检数量，应按铺贴面积每100m²抽查1处，每处10m²，且不得少于3处。

I 主控项目

4.7.11 膨润土防水材料必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告、计量措施和材料进场检验报告。

4.7.12 膨润土防水材料防水层在转角处和变形缝、施工缝、后浇带、穿墙管等部位做法必须符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

II 一般项目

4.7.13 膨润土防水毯的织布面或防水板的膨润土面，应朝向工程主体结构的迎水面。

检验方法：观察检查。

4.7.14 立面或斜面铺设的膨润土防水材料应上层压住下层，防水层与基层、防水层与防水层之间应密贴，并应平整无折皱。

检验方法：观察检查。

4.7.15 膨润土防水材料的搭接和收口部位应符合本规范第4.7.5条、第4.7.6条、第4.7.7条的规定。

检验方法：观察检查。

4.7.16 膨润土防水材料搭接宽度的允许偏差应为-10mm。

检验方法：观察和尺量检查。

5 细部构造防水工程

5.1 施工缝

I 主控项目

5.1.1 施工缝用止水带、遇水膨胀止水条或止水胶、水泥基渗透结晶型防水涂料和预埋注浆管必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告和材料进场检验报告。

5.1.2 施工缝防水构造必须符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

II 一般项目

5.1.3 墙体水平施工缝应留设在高出底板表面不小于300mm的墙体上。拱、板与墙结合的水平施工缝，宜留在拱、板和墙交接处以下150mm~300mm处；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。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.1.4 在施工缝处继续浇筑混凝土时，已浇筑的混凝土抗压强度不应小于1.2MPa。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.1.5 水平施工缝浇筑混凝土前，应将其表面浮浆和杂物清除，然后铺设净浆、涂刷混凝土界面处理剂或水泥基渗透结晶型防水涂料，再铺30mm~50mm厚的1:1水泥砂浆，并及时浇筑混凝土。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.1.6 垂直施工缝浇筑混凝土前，应将其表面清理干净，再涂刷混凝土界面处理剂或水泥基渗透结晶型防水涂料，并及时浇筑混凝土。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.1.7 中埋式止水带及外贴式止水带埋设位置应准确，固定应牢靠。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.1.8 遇水膨胀止水带应具有缓膨胀性能；止水条与施工缝基面应密贴，中间不得有空鼓、脱离等现象；止水条应牢固地安装在缝表面或预埋凹槽内；止水条采用搭接连接时，搭接宽度不得小于30mm。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.1.9 遇水膨胀止水胶应采用专用注胶器挤出粘结在施工缝表面，并做到连续、均匀、饱满、无气泡和孔洞，挤出宽度及厚度应符合设计要求；止水胶挤出成型后，固化期内应采取临时保护措施；止水胶固化前不得浇筑混凝土。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.1.10 预埋式注浆管应设置在施工缝断面中部，注浆管与施工缝基面应密贴并固定牢靠，固定间距宜为200mm~300mm；注浆导管与注浆管的连接应牢固、严密，导管埋入混凝土内的部分应与结构钢筋绑扎牢固，导管的末端应临时封堵严密。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.2 变形缝

I 主控项目

5.2.1 变形缝用止水带、填缝材料和密封材料必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告和材料进场检验报告。

5.2.2 变形缝防水构造必须符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

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

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

II 一般项目

5.2.4 中埋式止水带的接缝应设在边墙较高位置上，不得设在结构转角处；接头宜采用热压焊接，接缝应平整、牢固，不得有裂口和脱胶现象。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.2.5 中埋式止水带在转角处应做成圆弧形；顶板、底板内止水带应安装成盆状，并宜采用专用钢筋套或扁钢固定。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.2.6 外贴式止水带在变形缝与施工缝相交部位宜采用十字配件；外贴式止水带在变形缝转角部位宜采用直角配件。止水带埋设位置应准确，固定应牢靠，并与固定止水带的基层密贴，不得出现空鼓、翘边等现象。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.2.7 安设于结构内侧的可卸式止水带所需配件应一次配齐，转角处应做成45°坡角，并增加紧固件的数量。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.2.8 嵌填密封材料的缝内两侧基面应平整、洁净、干燥，并应涂刷基层处理剂；嵌缝底部应设置背衬材料；密封材料嵌填应严密、连续、饱满，粘结牢固。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.2.9 变形缝处表面粘贴卷材前涂刷涂料前，应在缝上设置隔离层和加强层。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.3 后浇带

I 主控项目

5.3.1 后浇带用遇水膨胀止水条或止水胶、预埋注浆管、外贴式止水带必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告和材料进场检验报告。

5.3.2 补偿收缩混凝土的原材料及配合比必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告、计量措施和材料进场检验报告。

5.3.3 后浇带防水构造必须符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.3.4 采用掺膨胀剂的补偿收缩混凝土，其抗压强度、抗渗性能和限制膨胀率必须符合设计要求。

检验方法：检查混凝土抗压强度、抗渗性能和水中养护14d后的限制膨胀率检测报告。

II 一般项目

5.3.5 补偿收缩混凝土浇筑前，后浇带部位和外贴式止水带应采取保护措施。

检验方法：观察检查。

5.3.6 后浇带两侧的接缝表面应先清理干净，再涂刷混凝土界面处理剂或水泥基渗透结晶型防水涂料；后浇混凝土的浇筑时间应符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.3.7 遇水膨胀止水条的施工应符合本规范第5.1.8条的规定；遇水膨胀止水胶的施工应符合本规范第5.1.9条的规定；预埋注浆管的施工应符合本规范第5.1.10条的规定；外贴式止水带的施工应符合本规范第5.2.6条的规定。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.3.8 后浇带混凝土应一次浇筑，不得留施工缝；混凝土浇筑后应及时养护，养护时间不得少于28d。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.4 穿墙管

I 主控项目

5.4.1 穿墙管用遇水膨胀止水条和密封材料必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告和材料进场检验报告。

5.4.2 穿墙管防水构造必须符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

II 一般项目

5.4.3 固定式穿墙管应加焊止水环或环绕遇水膨胀止水圈，并作好防腐处理；穿墙管应在主体结构迎水面预留凹槽，槽内应用密封材料嵌填密实。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.4.4 套管式穿墙管的套管与止水环及翼环应连续满焊，并作好防腐处理；套管内表面应清理干净，穿墙管与套管之间应用密封材料和橡胶密封圈进行密封处理，并采用法兰盘及螺栓进行固定。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.4.5 穿墙盒的封口钢板与混凝土结构墙上预埋的角钢应焊平，并从钢板上的预留浇注孔注入改性沥青密封材料或细石混凝土，封填后将浇注孔口用钢板焊接封闭。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.4.6 当主体结构迎水面有柔性防水层时，防水层与穿墙管连接处应增设加强层。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.4.7 密封材料嵌填应密实、连续、饱满，粘结牢固。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.5 埋设件

I 主控项目

5.5.1 埋设件用密封材料必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告和材料进场检验报告。

5.5.2 埋设件防水构造必须符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

II 一般项目

5.5.3 埋设件应位置准确，固定牢靠；埋设件应进行防腐处理。

检验方法：观察、尺量和手扳检查。

5.5.4 埋设件端部或预留孔、槽底部的混凝土厚度不得少于250mm；当混凝土厚度小于250mm时，应局部加厚或采取其他防水措施。

检验方法：尺量检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.5.5 结构迎水面的埋设件周围应预留凹槽，凹槽内应用密封材料嵌填密实。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.5.6 用于固定模板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。拆模后留下的凹槽应用密封材料封堵密实，并用聚合物水泥砂浆抹平。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.5.7 预留孔、槽内的防水层应与主体防水层保持连续。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.5.8 密封材料嵌填应密实、连续、饱满，粘结牢固。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.6 预留通道接头

I 主控项目

5.6.1 预留通道接头用中埋式止水带、遇水膨胀止水条或止水胶、预埋注浆管、密封材料和可卸式止水带必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告和材料进场检验报告。

5.6.2 预留通道接头防水构造必须符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

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

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

II 一般项目

5.6.4 预留通道先浇筑混凝土结构、中埋式止水带和预埋件应及时保护，预埋件应

进行防锈处理。

检验方法：观察检查。

5.6.5 遇水膨胀止水条的施工应符合本规范第5.1.8条的规定；遇水膨胀止水胶的施工应符合本规范第5.1.9条的规定；预埋注浆管的施工应符合本规范第5.1.10条的规定。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.6.6 密封材料嵌填应密实、连续、饱满，粘结牢固。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.6.7 用膨胀螺栓固定可卸式止水带时，止水带与紧固件压块以及止水带与基面之间应结合紧密。采用金属膨胀螺栓时，应选用不锈钢材料或进行防腐剂锈处理。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.6.8 预留通道接头外部应设保护墙。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.7 桩头

I 主控项目

5.7.1 桩头用聚合物水泥防水砂浆、水泥基渗透结晶型防水涂料、遇水膨胀止水条或止水胶和密封材料必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告和材料进场检验报告。

5.7.2 桩头防水构造必须符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.7.3 桩头混凝土应密实，如发现渗漏水应及时采取封堵措施。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

II 一般项目

5.7.4 桩头顶面和侧面裸露处应涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料，并延伸至结构底板垫层150mm处；桩头周围300mm范围内应抹聚合物水泥防水砂浆过渡层。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.7.5 结构底板防水层应做在聚合物水泥防水砂浆过渡层上并延伸至桩头侧壁，其与桩头侧壁接缝处应采用密封材料嵌填

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.7.6 桩头的受力钢筋根部应采用遇水膨胀止水条或止水胶，并应采取保护措施。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.7.7 遇水膨胀止水条的施工应符合本规范第5.1.8条的规定；遇水膨胀止水胶的施工应符合本规范第5.1.9条的规定。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.7.8 密封材料嵌填应密实、连续、饱满，粘结牢固。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.8 孔口

I 主控项目

5.8.1 孔口用防水卷材、防水涂料和密封材料必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告和材料进场检验报告。

5.8.2 孔口防水构造必须符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

II 一般项目

5.8.3 人员出入口应高出地面不应小于500mm；汽车出入口设置明沟排水时，其高出地面宜为150mm，并应采取防雨措施。

检验方法：观察和尺量检查。

5.8.4 窗井的底部在最高地下水位以上时，窗井的墙体和底板应作防水处理，并宜与主体结构断开。窗井下部的墙体和底板应做防水处理。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.8.5 窗井或窗井的一部分在最高地下水位以下时，窗井应与主体结构连成整体，其防水层也应连成整体，并应在窗井内设置集水井。窗台下部的墙体和底板应做防水层。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.8.6 窗井内的底板应低于窗下缘300mm。窗井墙高出室外地面不得小于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。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.8.7 密封材料嵌填应密实、连续、饱满，粘结牢固。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.9 坑、池

I 主控项目

5.9.1 坑、池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：检查产品合格证、产品性能检测报告、计量措施和材料进场检验报告。

5.9.2 坑、池防水构造必须符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.9.3 坑、池、储水库内部防水层完成后，应进行蓄水试验。

检验方法：观察检查和检查蓄水试验记录。

II 一般项目

5.9.3 坑、池、储水库宜采用防水混凝土整体浇筑，混凝土表面应坚实、平整，不

得有露筋、蜂窝和裂缝等缺陷。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.9.4 坑、池底板的混凝土厚度不应少于250mm；当底板的厚度小于250mm时，应采取局部加厚措施，并应使防水层保持连续。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.9.5 坑、池施工完后，应及时遮盖和防止杂物堵塞。

检验方法：观察检查。

6 特殊施工法结构防水工程

6.1 锚喷支护

6.1.1 锚喷支护适用于暗挖法地下工程的支护结构及复合式衬砌的初期支护。

6.1.2 喷射混凝土施工前，应根据围岩裂隙及渗漏水的情况，预先采用引排或注浆堵水。

6.1.3 喷射混凝土所用原材料应符合下列规定：

- 1 选用普通硅酸盐水泥或硅酸盐水泥；
- 2 中砂或粗砂的细度模数宜大于2.5，含泥量不应大于3%；干法喷射时，含水率宜为5%~7%；
- 3 采用卵石或碎石，粒径不应大于15mm；含泥量不应大于1%；使用碱性速凝剂时，不得使用含有活性二氧化硅的石料；
- 4 不含有害物质的洁净水；
- 5 速凝剂的初凝时间不应大于5min，终凝时间不应大于10min。

6.1.4 混合料必须计量准确、搅拌均匀，并符合下列规定：

- 1 水泥与砂石质量比宜为1:4~4.5，砂率宜为45%~55%，水胶比不得大于0.45，外加剂和掺料的掺量应通过试验确定；
- 2 水泥和速凝剂称量允许偏差均为±2%，砂石称量允许偏差均为±3%；
- 3 混合料在运输和存放过程中严防受潮，存放时间不应超过120min；当掺入速凝剂时，存放时间不应超过20min。

6.1.5 喷射混凝土终凝2h 后应采取喷水养护，养护时间不得少于14d；当气温低于5℃时，不得喷水养护。

6.1.6 喷射混凝土试件制作组数应符合下列规定：

- 1 地下铁道工程应按区间或小于区间断面的结构，每20 延米拱和墙各取抗压试件一组；车站取抗压试件两组。其他工程应按每喷射50m³同一配合比的混合料或混合料小于50m³的独立工程取抗压试件一组。
- 2 地下铁道工程应按区间结构每40 延米取抗渗试件一组；车站每20 延米取抗渗试

件一组。其他工程当设计有抗渗要求时，可增做抗渗性能试验。

6.1.7 锚杆必须进行抗拔力试验。同一批锚杆每100根应取一组试件，每组3根，不足100根也取3根。同一批试件抗拔力平均值不应小于设计锚固力，且同一批试件抗拔力的最低值不应小于设计锚固力的90%。

6.1.8 锚喷支护分项工程检验批的抽样检验数量，应按区间或小于区间断面的结构每20延米检查1处，车站每10延米检查1处，每处10m²，且不得少于3处。

I 主控项目

6.1.9 喷射混凝土所用原材料、混合料配合比以及钢筋网、锚杆、钢拱架等必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告、计量措施和材料进场检验报告。

6.1.10 喷射混凝土抗压强度、抗渗性能和锚杆抗拔力必须符合设计要求。

检验方法：检查混凝土抗压强度、抗渗性能检验报告和锚杆抗拔力检验报告。

6.1.11 锚杆支护的渗漏水量必须符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查渗漏水检测记录。

II 一般项目

6.1.12 喷层与围岩以及喷层之间应粘结紧密，不得有空鼓现象。

检验方法：用小锤轻击检查。

6.1.13 喷层厚度有60%以上检查点不应小于设计厚度，最小厚度不得小于设计厚度的50%，且平均厚度不得小于设计厚度，

检验方法：用针探法或凿孔法检查。

6.1.14 喷射混凝土应密实、平整，无裂缝、脱落、漏喷、露筋。

检验方法：观察检查。

6.1.15 喷射混凝土表面平整度D/L不得大于1/6。

检验方法：尺量检查。

6.2 地下连续墙

6.2.1 地下连续墙适用于地下工程的主体结构、支护结构以及复合式衬砌的初期支护。

6.2.2 地下连续墙应采用防水混凝土，胶凝材料用量不应小于400kg/m³，水胶比不得大于0.55，坍落度不得小于180mm。

6.2.3 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，每五个单元槽段留置一组抗渗试件。

6.2.4 叠合式侧墙的地下连续墙与内衬结构连接处，应凿毛并清洗干净，必要时应作特殊防水处理。

6.2.5 地下连续墙应根据工程要求和施工条件减少槽段数量；地下连续墙槽段接缝

应避开拐角部位。

6.2.6 地下连续墙如有裂缝、孔洞、露筋等缺陷，应采用聚合物水泥砂浆修补；地下连续墙槽段接缝如有渗漏，应采用引排或注浆封堵。

6.2.7 地下连续墙分项工程检验批的抽样检验数量，应按第连续墙5个槽段抽查1个槽段，且不得少于3个槽段。

I 主控项目

6.2.8 防水混凝土的原材料、配合比以及坍落度必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告、计量措施和材料进场检验报告。

6.2.9 防水混凝土的抗压强度和抗渗性能必须符合设计要求。

检验方法：检查混凝土抗压强度、抗渗性能检验报告。

6.2.10 地下连续墙的渗漏水量必须符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查渗漏水检测记录。

II 一般项目

6.2.11 地下连续墙的槽段接缝构造应符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

6.2.12 地下连续墙墙面不得有露筋、露石和夹泥现象。

检验方法：观察检查。

6.2.13 地下连续墙墙体表面平整度，临时支护墙体允许偏差并没有为50mm，单一或复合墙体允许偏差应为30mm。

检验方法：尺量检查。

6.3 盾构隧道

6.3.1 盾构隧道适用于在软土和软岩中采用盾构掘进和拼装管片方法修建的衬砌结构。

6.3.2 盾构隧道衬砌防水措施应按表6.3.2选用。

表6.3.2 盾构隧道衬砌防水措施

防水措施		高精度管片	接缝防水				混凝土内衬或其他内衬	外防水涂料
			密封垫	嵌缝材料	密封剂	螺孔密封圈		
防水等级	1级	必选	必选	全隧道或部分区段应选	可选	必选	宜选	对混凝土有中等以上腐蚀的地层应选，在非腐蚀地层宜选
	2级	必选	必选	部分区段宜选	可选	必选	局部宜选	对混凝土有中等以上腐蚀的地层宜选
	3级	应	必	部分区段宜	——	应选	——	对混凝土有中等以上腐蚀的

		选	选	选				地层应宜选
	4级	可选	宜选	可选	——	——	——	

6.3.3 钢筋混凝土管片的质量应符合下列规定：

- 1 管片混凝土抗压强度和抗渗性能以及混凝土氯离子扩散系数均应符合设计要求；
- 2 管片不应有露筋、孔洞、疏松、夹渣、有害裂缝、缺棱掉角、飞边等缺陷；
- 3 单块管片制作尺寸允许偏差应符合表6.3.3 的规定。

表6.3.3 单块管片制作尺寸允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)
宽 度	±1.0
弧长、弦长	±1.0
厚度	+3, -1

6.3.4 钢筋混凝土管片抗压和抗渗试件制作应符合下列规定：

- 1 直径8m以下隧道，同一配合比按每生产10环制作抗压强度试件一组，每生产30环制作抗渗试件一组；
- 2 直径8m以上隧道，同一配合比按每工作班制作抗压强度试件一组，每生产10环制作抗渗试件一组。

6.3.5 钢筋混凝土管片的单块抗渗检漏应符合下列规定：

- 1 检验数量：管片每生产100环应抽查一块管片进行检漏测试，连续3次达到检漏标准，则改为每生产200环应抽查一块管片进行检漏测试，再连续3次达到检漏标准，按最终检测频率为400环抽查1块管片进行检漏测试。如出现一次不达标，则恢复每100环抽查1块管片的最初检漏频率，再按上述要求进行抽检。当检漏频率为每100环抽查1块时，如出现不达标，则双倍复检，如再出现不达标，必须逐块检漏。

- 2 检漏标准：管片外表在0.8MPa水压力下，恒压3h，渗水进入管片外背高度不超过50mm为合格。

6.3.6 盾构隧道衬砌的管片密封垫防水应符合下列规定：

- 1 密封垫沟槽表面应干燥、无灰尘、雨天不得进行密封垫粘结施工；
- 2 密封垫应与沟槽紧密贴合，不得有起鼓、超长和缺口现象；
- 3 密封垫粘贴完毕并达到规定强度后，方可进行管片拼装；
- 4 采用遇水膨胀橡胶密封垫时，非粘贴面应涂刷缓膨胀剂或采取符合缓膨胀的措施。

6.3.7 盾构隧道衬砌的管片嵌缝材料防水应符合下列规定：

- 1 根据盾构施工方法和隧道的稳定性，确定嵌缝作业开始的时间；
- 2 嵌缝槽如有缺损，应采用与管片混凝土强度等级相同的聚合物水泥砂浆修补；

- 3 嵌缝槽表面应坚实、平整、洁净、干燥；
- 4 嵌缝作业应在无明显渗水后进行；
- 5 嵌填材料施工时，应先刷涂基层处理剂，嵌填应密实，平整。

6.3.8 盾构隧道衬砌的管片密封剂防水应符合下列规定：

- 1 接缝管片渗漏时，应采用密封剂堵漏；
- 2 密封剂注入口应无缺损，注入通道应通畅；
- 3 密封剂材料注入施工前，应采取控制注入范围的措施。

6.3.9 盾构隧道衬砌的管片螺孔密封圈防水应符合下列规定：

- 1 螺栓拧紧前，应确保螺栓孔密封圈定位准确，并与螺栓孔沟槽相贴合；
- 2 螺栓孔渗漏时，应采取封堵措施；
- 3 不得使用已破损或提前膨胀的密封圈。

6.3.10 盾构隧道分项工程检验批的抽样检验数量，应按每连续5环抽查1环，且不得少于3环。

I 主控项目

6.3.11 盾构隧道衬砌所用防水材料必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告、计量措施和材料进场检验报告。

6.3.12 钢筋混凝土管片的抗压强度和抗渗性能必须符合设计要求。

检验方法：检查混凝土抗压强度、抗渗性能检验报告和管片单块检漏测试报告。

6.3.13 盾构隧道衬砌的渗漏水量必须符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查渗漏水检测记录。

II 一般项目

6.3.14 管片接缝密封垫及其沟槽的断面尺寸应符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

6.3.15 密封垫在沟槽内应套箍和粘结牢固，不得歪斜、扭曲。

检验方法：观察检查。

6.3.16 管片嵌缝槽的深度比及断面构造形式、尺寸应符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

6.3.17 嵌缝材料嵌填应密实、连续、饱满、表面平整、密贴牢固。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

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

检验方法：观察检查。

6.4 沉井

6.4.1 沉井适用于下沉施工的地下建筑物或构筑物。

6.4.2 沉井结构应采用防水混凝土浇筑。沉井分段制作时，施工缝的防水措施应符合本规范第5.1节的有关规定；固定模板的螺栓穿过混凝土井壁时，螺栓部位的防水处理应符合本规范第5.5.6条的规定。

6.4.3 沉井干封施工应符合下列规定：

- 1 沉井基底土面应全部挖至设计标高，待其下沉稳定后再将井内积水排干；
- 2 清除浮土杂物，底板与井壁连接部位应凿毛、清洗干净或涂刷混凝土界面处理剂，及时浇筑防水混凝土封底；
- 3 在软土中封底时，宜分格逐段对称进行；
- 4 封底混凝土施工过程中，应从底板上的集水井中不间断地抽水；
- 5 封底混凝土达到设计强度后，方可停止抽水；集水井的封堵应采用微膨胀混凝土填充捣实，并用法兰、焊接钢板等方法封平。

6.4.4 沉井水封施工应符合下列规定：

- 1 井底应将浮泥清理干净，并铺碎石垫层；
 - 2 底板与井壁连接部位应冲刷干净；
 - 3 封底宜采用水下不分散混凝土，其坍落度宜为180mm~220mm；
 - 4 封底混凝土应在沉井全部底面积上连续均匀浇筑；
 - 5 封底混凝土达到设计强度后，方可从井中抽水；并应检查封底质量。
- 6.4.5** 防水混凝土底板应连续浇筑，不得留设施工缝；底板与井壁接缝处的防水处理应符合本规范第5.1节的有关规定。。

6.4.6 沉井分项工程检验批的抽样检验数量，应按混凝土外露面积每100m²抽查1处，每处10m²，且不得少于3处。

I 主控项目

6.4.7 沉井混凝土的原材料、配合比以及坍落度必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告、计量措施和材料进场检验报告。

6.4.8 沉井混凝土的抗压强度和抗渗性能必须符合设计要求。

检验方法：检查混凝土抗压强度、抗渗性能检验报告。

6.4.9 沉井的渗漏水量必须符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查渗漏水检测记录。

II 一般项目

6.4.10 沉井干封底和水下封底的施工应符合本规范第6.4.3条和第6.4.4条的规定。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

6.4.11 沉井底板与井壁接缝处的防水处理应符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

6.5 逆筑结构

6.5.1 逆筑结构适用于地下连续墙为主体结构或地下连续墙与内衬构成复合衬砌进行逆筑法施工的地下工程。

6.5.2 地下连续墙为主体结构逆筑法施工应符合下列规定：

- 1 地下连续墙墙面应凿毛、清洗干净，并宜做水泥砂浆防水层；
- 2 地下连续墙与顶板、中楼板、底板接缝部位应凿毛处理；施工缝的施工应符合本规范第5.1节的有关规定；
- 3 钢筋接驳器处宜涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料。

6.5.3 地下连续墙与内衬构成复合衬砌进行逆筑法施工除应符合本规范第6.5.2条的规定外，尚应符合下列规定：

- 1 顶板及中楼板下部500mm内衬墙应同时浇筑，内衬墙下部应做成斜坡形；斜坡形下部应预留300mm~500mm空间，并应待下部先浇混凝土施工14d后再行浇筑；
- 2 浇筑混凝土前，内衬墙的接缝面应凿毛、清洗干净，并应设置遇水膨胀止水条或止水胶和预埋注浆管；
- 3 内衬墙的后浇带混凝土应采用补偿收缩混凝土，浇筑口宜高于斜坡顶端200mm以上；

6.5.4 内衬墙垂直施工缝应与地下连续墙的槽段接缝相互错开2.0m~3.0m。

6.5.5 底板混凝土应连续浇筑，不得留设施工缝；底板与桩头接缝部位的防水处理应符合本规范第5.7节的有关规定。

6.5.6 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。

6.5.7 逆筑结构分项工程检验批的抽样检验数量，应按混凝土外露面积每100m²抽查1处，每处10m²，且不得少于3处。

I 主控项目

6.5.8 补偿收缩混凝土的原材料、配合比以及坍落度必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告、计量措施和材料进场检验报告。

6.5.9 内衬墙接缝用遇水膨胀止水条或止水胶和预埋注浆管必须符合设计要求；

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告和材料进场检验报告。

6.5.10 逆筑结构的渗漏水量必须符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查渗漏水检测记录。

II 一般项目

6.5.11 逆筑结构的施工应符合本规范第6.5.2条和第6.5.3条的规定。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

6.5.12 遇水膨胀止水条的施工应符合本规范第5.1.8条的规定；遇水膨胀止水胶的施工应符合本规范第5.1.9条的规定；预埋注浆管的施工应符合本规范第5.1.10条的规

定。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

7 排水工程

7.1 渗排水、盲沟排水

7.1.1 渗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、地下水量不大或排水面积较小，地下水位在结构底板以下或在丰水期地下水位高于结构底板的地下工程。

7.1.2 渗排水应符合下列规定：

- 1 渗排水层用砂、石应洁净，含泥量不应大于2%；
- 2 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，应采用厚度为100~150mm、粒径为5mm~10mm 的石子铺填；
- 3 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5m~10m，并与集水井相通；
- 4 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。

7.1.3 盲沟排水应符合下列规定：

- 1 盲沟成型尺寸和坡度应符合设计要求；
- 2 盲沟的类型及盲沟与基础的距离应符合设计要求；
- 3 盲沟用砂、石应洁净，含泥量不应大于2%；
- 4 盲沟反滤层层次和粒径组成应符合表7.1.3的规定；

表7.1.3 盲沟反滤层的层次和粒径组成

反滤层的层次	建筑物地区地层为砂性土时 (塑性指数 $I_p < 3$)	建筑物地区地层为黏性土时(塑性指数 $I_p > 3$)
第一层(贴自然土)	用1mm~3mm粒径砂子组成	用2mm~5mm粒径砂子组成
第二层	用3mm~10mm粒径小卵石组成	用5mm~10mm粒径砂子组成

- 5 盲沟在转弯处和高低处应设置检查井，出水口处应设置滤水蓖子。

7.1.4 渗排水、盲沟排水均应在地基工程验收合格后进行施工。

7.1.5 集水管宜采用无砂混凝土管、硬质塑料管或软式透水管。

7.1.6 渗排水、盲沟排水分项工程检验批的抽样检验数量：应按10%抽查，其中按两轴线间或10延米为1处，且不得少于3处。

I 主控项目

7.1.7 盲沟反滤层的层次和粒径组成必须符合设计要求。

检验方法：检查砂、石试验报告和隐蔽工程验收记录。

7.1.8 集水管的埋置深度及坡度必须符合设计要求。

检验方法：观察和尺量检查。

II 一般项目

7.1.9 渗排水构造应符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

7.1.10 渗排水层的铺设应分层、铺平、拍实。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

7.1.11 盲沟排水构造应符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

7.1.12 集水管采用平接式或承插式接口应连接牢固，不得扭曲变形和错位。

检验方法：观察检查

7.2 隧道排水、坑道排水

7.2.1 隧道排水、坑道排水适用于贴壁式、复合式、离壁式衬砌。

7.2.2 隧道或坑道内如设置排水泵站时，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。

7.2.3 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行有关标准的规定。

7.2.4 坑道排水应符合有关特殊功能设计的要求。

7.2.5 隧道贴壁式、复合式衬砌围岩疏导排水应符合下列规定：

- 1 集中地下水出露处，宜在衬砌背后设置盲沟、盲管或钻孔等引排措施；
- 2 水量较大、出水面广时，衬砌背后应设置环向、纵向盲沟组成排水系统，将水集排至排水沟内；
- 3 当地下水丰富、含水层明显且有补给来源时，可采用辅助坑道或泄水洞等截、排水设施。

7.2.6 盲沟中心宜采用无砂混凝土管或硬质塑料管，其管周围应设置反滤层；盲管应采用软式透水管。

7.2.7 排水明沟的纵向坡度应与隧道或坑道坡度一致，排水明沟应设置盖板和检查井。

7.2.8 隧道离壁式衬砌侧墙外排水沟应做成明沟，其纵向坡度不应小于0.5%。

7.2.9 隧道排水、坑道排水分项工程检验批的抽样检验数量：应按10%抽查，其中按两轴线间或10延米为1处，且不得少于3处。

I 主控项目

7.2.10 盲沟反滤层的层次和粒径必须符合设计要求。

检验方法：检查砂、石试验报告。

7.2.11 无砂混凝土管、硬质塑料管或软式透水管必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证和产品性能检测报告。

7.2.12 隧道、坑道排水系统必须畅通。

检验方法：观察检查

II 一般项目

7.2.13 盲沟、盲管及横向导水管的管径、间距、坡度均应符合设计要求。

检验方法：观察和尺量检查。

7.2.14 隧道或坑道内排水明沟及离壁式衬砌外排水沟，其断面尺寸及坡度应符合设计要求。

检验方法：观察和尺量检查。

7.2.15 盲管应与岩壁或初期支护密贴，并应固定牢固；环向、纵向盲管接头宜与盲管相配套。

检验方法：观察检查。

7.2.16 贴壁式、复合式衬砌的盲沟与混凝土衬砌接触部位应做隔浆层。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

7.3 塑料排水板排水

7.3.1 塑料排水板适用于无自流排水条件且防水要求较高的地下工程以及地下工程种植顶板排水。

7.3.2 塑料排水板排水构造应选用抗压强度大且耐久性好的凹凸型排水板。

7.3.3 塑料排水板排水构造应符合设计要求，并宜符合以下工艺流程：

1 室内底板排水按混凝土底板——铺设塑料排水板(支点向下)——混凝土垫层——配筋混凝土面层等顺序进行；

2 室内侧墙排水按混凝土侧墙——粘贴塑料排水板(支点向墙面)——钢丝网固定——水泥砂浆面层等顺序进行；

3 种植顶板排水按混凝土顶板——找坡层——防水层——混凝土保护层——铺设塑料排水板(支点向上)——铺设土工布——覆盖等顺序进行；

4 隧道或坑道排水按初期支护——铺设土工布——铺设塑料排水板(支点向初期支护)——二次衬砌结构等顺序进行。

7.3.4 铺设塑料排水板应采用搭接法施工，长短边搭接宽度均不应小于100mm。塑料排水板的接缝处宜采用配套胶粘剂粘结或热熔焊接。

7.3.5 地下工程种植顶板种植土若低于周围土体，塑料排水板排水层必须结合排水沟或盲沟分区设置，并保持排水畅通。

7.3.6 塑料排水板应与土工布复合使用。土工布宜采用200g/m²~400g/m²的聚酯无纺布。土工布应铺设在塑料排水板的凸面上。

7.3.7 塑料排水板排水分项工程检验批的抽样检验数量：应按铺设面积每100m²抽查

1处，每处 10m^2 ，且不得少于3处。

I 主控项目

7.3.8 塑料排水板和土工布必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证和产品性能检测报告。

7.3.9 塑料排水板排水层必须与排水系统连通，不得有堵塞现象。

检验方法：观察检查

II 一般项目

7.3.10 塑料排水板排水层构造做法应符合本规范第7.3.3条的规定。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

7.3.11 塑料排水板的搭接宽度和搭接方法应符合本规范第7.3.4条的规定。

检验方法：观察和尺量检查。

7.3.12 土工布铺设应平整、无折皱；土工布的搭接宽度和搭接方法应符合本规范第7.3.6条的规定。

检验方法：观察和尺量检查。

8 注浆工程

8.1 预注浆、后注浆

8.1.1 预注浆适用于工程开挖前预计涌水量较大的地段或软弱地层；后注浆法适用于工程开挖后处理围岩渗漏及初期壁后空隙回填。

8.1.2 注浆材料应符合下列规定：

- 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 低毒并对环境污染小；
- 4 注浆工艺简单，施工操作方便，安全可靠。

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

8.1.4 注浆浆液应符合下列规定：

- 1 预注浆宜采用水泥浆液、黏土水泥浆液或化学浆液；
- 2 后注浆宜采用水泥浆液、水泥砂浆或掺有石灰、黏土膨润土、粉煤灰的水泥浆液；
- 3 注浆浆液配合比应经现场试验确定。

8.1.5 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和注浆量；
- 2 回填注浆应在衬砌混凝土达到设计强度的70%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 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；
 - 5 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。
- 7.1.6 预注浆、后注浆分项工程检验批的抽样检验数量，应按加固或堵漏面积每100m²抽查1处，每处10m²，且不得少于3处。

I 主控项目

8.1.7 配制浆液的原材料及配合比必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告、计量措施和材料进场检验报告。

8.1.8 预注浆和后注浆的注浆效果必须符合设计要求。

检验方法：采用钻孔取芯法检查；必要时采取压水或抽水试验方法检查。

II 一般项目

8.1.9 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：尺量检查和检查隐蔽工程验收记录。

8.1.10 注浆各阶段的控制压力和注浆量应符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

8.1.11 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。

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

检验方法：用水准仪测量。

8.2 结构裂缝注浆

8.2.1 结构裂缝注浆适用于混凝土结构宽度大于0.2mm的静止裂缝、贯穿性裂缝等堵水注浆。

8.2.2 裂缝注浆应待结构基本稳定和混凝土达到设计强度后进行。

8.2.3 结构裂缝堵水注浆宜选用聚氨酯、甲丙酸盐等化学浆液；补强加固的结构裂缝注浆宜选用改性环氧树脂、超细水泥等浆液。

8.2.4 结构裂缝注浆应符合下列规定：

- 1 施工前，应沿缝清除基面上的油污杂质；
- 2 浅裂缝应骑缝粘埋注浆嘴，必要时沿缝开凿“U”形槽并用速凝水泥砂浆封缝；
- 3 深裂缝应骑缝钻孔或斜向钻孔至裂缝深部，孔内安放注浆管或注浆嘴，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；
- 4 注浆嘴及注浆管应设在裂缝的交叉处、较宽处及贯穿处等部位。对封缝的密封效果应进行检查；

5 注浆后待缝内浆液固化后，方可拆下注浆嘴并进行封口抹平。

8.2.5 结构裂缝注浆分项工程检验批的抽样检验数量，应按裂缝的条数抽查10%，每条裂缝检查1处，且不得少于3 处。

I 主控项目

8.2.6 注浆材料及配合比必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告、计量措施和材料进场检验报告。

8.2.7 结构裂缝注浆的注浆效果必须符合设计要求。

检验方法：观察检查和压水或压气检查，必要时钻取芯样采取劈裂抗拉强度试验方法检查。

II 一般项目

8.2.8 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：尺量检查和检查隐蔽工程验收记录。

8.2.9 注浆各阶段的控制压力和注浆量应符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

9 子分部工程质量验收

9.0.1 地下防水工程质量验收的程序和组织，应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一规范》GB50300的有关规定。

9.0.2 检验批的合格判定应符合下列规定：

- 1 主控项目的质量经抽样检验全部合格；
- 2 一般项目的质量经抽样检验80%以上检测点合格，其余不得有影响使用功能的缺陷；对有允许偏差的检验项目，其最大偏差不得超过本规范规定允许偏差的1.5倍；
- 3 施工具有明确的操作依据和完整的质量检查记录。

9.0.3 分项工程质量验收合格应符合下列规定：

- 1 分项工程所含检验批的质量均应验收合格；
- 2 分项工程所含检验批的质量验收记录应完整。

9.0.4 子分部工程质量验收合格应符合下列规定：

- 1 子分部工程所含分项工程的质量均应验收合格；
- 2 质量控制资料应完整；
- 3 地下工程渗漏水检测应符合设计的防水等级标准要求；
- 4 观感质量检查应符合要求。

9.0.5 地下防水工程竣工和记录资料应符合表9.0.5的规定：

表9.0.5 地下防水工程竣工和记录资料序号 项 目 文件和记录

序	项目	竣工和记录资料
---	----	---------

1	防水设计	设计图、设计交底记录、图纸会审记录、设计变更通知单和材料代用核定单
2	资质、资格证明	施工单位资质及施工人员上岗证复印证件
3	施工方案	施工方法、技术措施、质量保证措施
4	技术交底	施工操作要求及安全等注意事项
5	材料质量证明	产品合格证、产品性能检测报告、材料进场检验报告
6	混凝土、砂浆质量证明	试配及施工配合比、混凝土抗压强度、抗渗性能检验报告、砂浆粘结强度、抗渗性能检验报告
7	中间检查记录	施工质量验收记录、隐蔽工程验收记录、施工检查记录
8	检验记录	渗漏水检测记录、观感质量检查记录
9	施工日志	逐日施工情况
10	其他资料	事故处理报告、技术总结

9.0.6 地下防水工程应对下列部位作好隐蔽工程验收记录：

- 1 防水层的基层；
- 2 防水混凝土结构和防水层被掩盖的部位；
- 3 变形缝、施工缝、后浇带等防水构造做法；
- 4 管道穿过防水层的封固部位；
- 5 渗排水层、盲沟和坑槽；
- 6 结构裂缝注浆处理部位；
- 7 衬砌前围岩渗漏水处理部位；
- 8 基坑的超挖和回填。

9.0.7 地下防水工程的观感质量检查应符合下列规定：

- 1 防水混凝土应密实，表面应平整，不得有露筋、蜂窝等缺陷；裂缝宽度不得大于0.2mm，并不得贯通。
- 2 水泥砂浆防水层应密实、平整、粘结牢固，不得有空鼓、裂纹、起砂、麻面等缺陷；
- 3 卷材防水层接缝应粘结牢固、封闭严密，防水层不得有损伤、空鼓、皱折等缺陷；
- 4 涂料防水层应与基层粘结牢固，不得有脱皮、流淌、鼓泡、露胎、皱折等缺陷；
- 5 塑料防水板防水层应铺设牢固、平整，搭接焊缝严密，不得有下垂、绷紧破损现象；
- 6 金属板防水层焊缝不得有裂纹、未熔合、夹渣、焊瘤、咬边、烧穿、弧坑、针状气孔等缺陷；
- 7 变形缝、施工缝、后浇带、穿墙管、埋设件、预留通道接头、桩头、孔口、坑、池等防水构造应符合设计要求；

- 8 锚喷支护、地下连续墙、盾构隧道、沉井、逆筑结构等防水构造应符合设计要求；
- 9 排水系统不淤积、不堵塞，确保排水畅通；
- 10 结构裂缝的注浆效果应符合设计要求。

9.0.8 地下工程出现渗漏水时，应及时进行治理，符合设计的防水等级标准要求后方可验收。

9.0.9 地下防水工程验收后，应填写子分部工程质量验收记录，随同工程验收验评资料分别由建设单位和施工单位存档。

附录 B 现行建筑防水工程材料标准和现场抽样复验

B.0.1 现行建筑防水工程材料标准应按表B.0.1 的规定选用。

表B.0.1 现行建筑防水工程材料标准

类别	标准名称	标准号
防水卷材	1聚氯乙烯防水卷材	GB 12952
	2高分子防水材料 第1部分 片材	GB 18173.1
	3改性沥青聚乙烯胎防水卷材	GB 18963
	4弹性体改性沥青防水卷材	GB 18242
	5带自粘层的防水卷材	GB/T 23260
	6自粘聚合物改性沥青防水卷材	GB 23441
	7预铺/湿铺防水卷材	GB/T 23457
防水涂料	1聚氨酯防水涂料	GB / T 19250
	2建筑防水涂料用聚合物乳液	JC / T 1017
	3聚合物乳液建筑防水涂料	JC / T 864
	4聚合物水泥防水涂料	JC / T 894
密封材料	1聚氨酯建筑密封膏	JC / T 482
	2聚硫建筑密封膏	JC / T 483
	3混凝土建筑接缝用密封胶	JC / T 881
	4 基橡胶防水密封胶粘带	JC / T 942
其他防水材料	1高分子防水材料(第2部分止水带)	GB 18173.2
	2高分子防水材料(第3部分遇水膨胀橡胶)	GB18173.3
	3高分子防水卷材胶粘剂	JC / T 863
	4沥青基防水卷材用基层处理剂	JC / T 1069
	5膨润土橡胶遇水膨胀止水条	JC / T141

料	6遇水膨胀止水胶 7钠基膨润土防水毯	JC / T 312 JC / T193
刚性 防水 材料	1砂浆、混凝土防水剂 2混凝土膨胀剂 3水泥基渗透结晶型防水材料 4聚合物水泥防水砂浆	JC 474 GB23439 GB 18445 JC / T984
防水 材料 试验 方法	1建筑防水卷材试验方法 2建筑胶粘剂试验方法 3建筑密封材料试验方法 4建筑防水涂料试验方法 5建筑防水材料老化试验方法	GB/T 328 GB / T 12954 GB / T 13477 GB / T 16777 GB 18244

B.0.2 建筑防水工程材料的现场抽样复验应符合表B.0.2 的规定。

表B.0.2 建筑防水工程材料现场抽样复验

序	材料名称	抽样数量	外观质量检验	物理性能检验
1	高聚物改性沥青防水卷材	大于1000 卷抽5 卷，每500~1000 卷抽4 卷，100~499卷抽3 卷，100 卷以下抽2 卷，进行规格尺寸和外观质量检验。在外观质量检验合格的卷材中，任取一卷作物理性能检验	断裂、皱折、孔洞、剥离、边缘不整齐，胎体露白、未浸透，撒布材料粒度、颜色，每卷卷材的接头	拉力，最大拉力时延伸率，低温柔度，不透水性
2	合成高分子防水卷材	大于1000 卷抽5 卷，每500~1000 卷抽4 卷，100~499卷抽3 卷，100 卷以下抽2 卷，进行规格尺寸和外观质量检验。在外观质量检验合格的卷材中，任取一卷作物理性能检验	折痕、杂质、胶块、凹痕，每卷卷材的接头	断裂拉伸强度，扯断伸长率，低温弯折，不透水性
3	有机防水涂料	每5t 为一批，不足5t 按一批抽样	均匀黏稠体，无凝胶，无结块	潮湿基面粘结强度，涂膜抗渗性，浸水168h后拉伸强度，浸水168h后断裂伸长率，耐水性
4	无机防水涂料	每10t 为一批，不足10t 按一批抽样	液体组份：无杂质、凝胶的均匀乳液 固体组分：无杂质、结块的粉末	抗折强度，粘结强度，抗渗性
5	膨润土防水材料	每100卷为一批，不足100卷按1批抽样；100卷以下抽5 卷，进行尺寸偏差和外观质量检验。在外观质量检验合格的卷材中，任取一卷作物理性能检验	表面平整，厚度均匀，无破洞、破边，无残留断针，针刺均匀	单位面积质量，膨润土膨胀系数，渗透系数，滤失量

6	混凝土建筑接缝用密封胶	每2t 为一批, 不足2t 按一批抽样	细腻, 均匀膏状物或黏稠液体, 无气泡, 结皮和凝胶现象	流动性、挤出性、定伸粘结性
7	橡胶止水带	每月同标记的止水带产量为一批抽样	尺寸公差、开裂, 缺胶, 海绵状, 中心孔偏心, 凹痕, 气泡, 杂质, 明疤	拉伸强度, 扯断伸长率, 撕裂强度
8	腻子性遇水膨胀止水条	每5000m为一批, 不足5000m按一批抽样	尺寸公差: 柔软、弹性均匀, 色泽均匀, 无明显凹凸	硬度, 7d膨胀率, 最终膨胀率, 耐水性
9	遇水膨胀止水胶	每5t 为一批, 不足5t 按一批抽样	细腻, 黏稠、均匀膏状物, 无气泡, 结皮和凝胶	表干时间, 拉伸强度, 体积膨胀倍率
10	弹性橡胶密封垫材料	每月同标记的密封垫材料产量为一批抽样	尺寸公差、开裂, 缺胶, 凹痕, 气泡, 杂质, 明疤	硬度、伸长率, 拉伸强度, 压缩永久变形
11	遇水膨胀橡胶密封垫胶料	每月同标记的膨胀橡胶产量为一批抽样	尺寸公差、开裂, 缺胶, 凹痕, 气泡, 杂质, 明疤	硬度、扯断伸长率, 拉伸强度, 体积膨胀倍率、低温柔折
12	聚合物水泥防水砂浆	每10t 为一批, 不足10t 按一批抽样	干粉类: 均匀, 无结块; 乳胶类: 液体经搅拌后均匀无沉淀, 粉末均匀, 无结块	7d粘结强度, 7d抗渗性, 耐水性

附录 C 地下防水工程渗漏水调查与检测

C.1 渗漏水调查

C.1.1 明挖法地下工程应在混凝土结构和防水层验收合格以及回填土完成后, 即可停止降水; 待地下水位恢复至自然水位且趋向稳定时, 方可进行地下工程渗漏水调查。

C.1.2 地下防水工程质量验收时, 施工单位必须提供“结构内表面的渗漏水展开图”。

C.1.3 房屋建筑地下工程应调查混凝土结构内表面的侧墙和底板。地下商场、地铁车站、军事地下库等单建式地下工程, 应调查混凝土结构内表面的侧墙、底板和顶板。

C.1.4 施工单位应在“结构内表面的渗漏水展开图”上标示下列内容:

- 1 发现的裂缝位置、宽度、长度和渗漏水现象;
- 2 经堵漏及补强的原渗漏水部位;
- 3 符合防水等级标准的渗漏水位置。

C.1.5 渗漏水现象的定义和标识符号，可按表C.1.5选用。

表C.1.5 渗漏水现象的定义和标识符号

渗漏水现象	定义	标识符号
湿渍	地下混凝土结构背水面，呈现明显色泽变化的潮湿斑	#
渗水	地下混凝土结构背水面有水渗出，墙壁上可观察到明显的流挂水迹	○
水珠	地下混凝土结构背水面的顶板或拱顶，可观察到悬垂的水珠，其滴落间隔时间超过1min	◇
滴漏	地下混凝土结构背水面的顶板(拱顶)，渗漏水的滴落速度至少为1滴/min。	▽
线漏	地下混凝土结构背水面，呈渗漏成线或喷水状态	↓

C.1.6 “结构内表面的渗漏水展开图”应经检查、核对后，施工单位归入竣工验收资料。

C.2 渗漏水检测

C.2.1 当被验收的地下工程有结露现象时，不宜进行渗漏水检测。

C.2.2 渗漏水检测工具宜按表C.2.2使用。 表C.2.2 渗漏水检测工具

名称	用途
钢直尺	量测混凝土湿渍、渗水范围
精度为0.1mm的钢尺	量测混凝土裂缝宽度
放大镜	观测混凝土裂缝
有刻度的塑料量筒	量测滴水量
秒表	量测渗漏水滴落速度
吸墨纸或报纸	检验湿渍与渗水
粉笔	在混凝土上用粉笔勾画湿渍、渗水范围
工作登高扶梯	顶板渗漏水，混凝土裂缝检查
带有密封条口的规定尺寸方框	量测明显滴漏和连续渗流，根据工程需要可自行设计

C.2.3 房屋建筑地下工程渗漏水检测应符合下列规定：

1 湿渍检测时，检查人员用干手触摸湿斑，无水分浸润感觉。用吸墨纸或报纸贴附，纸不变颜色。要用粉笔勾画出湿渍范围，然后用钢尺测量并计算面积，标示在“结构内表面的渗漏水展开图”上。

2 渗水检测时，检查人员用干手触摸可感觉到水分浸润，手上会沾有水分。用吸墨纸或报纸贴附，纸会浸润变颜色。要用粉笔勾画出渗水范围，然后用钢尺测量并计算面积，标示在“结构内表面的渗漏水展开图”上。

3 通过集水井积水，检测在设定时间内的水位上升数值，计算渗漏水量。

C.2.4 隧道工程渗漏水检测应符合下列规定：

- 1 隧道工程的湿渍和渗水应按房屋建筑地下工程渗漏水检测。
- 2 隧道上半部的明显滴漏和连续渗流，可直接用有刻度的容器收集量测，或用带有密封缘口的规定尺寸方框，安装在规定量测的隧道内表面，将渗漏水导入量测容器内，然后计算24h的渗漏水量，标示在“结构内表面的渗漏水展开图”上。
- 3 若检测器具或登高有困难时，允许通过目测计取每分钟或数分钟内的滴落数目，计算出该点的渗漏量。通常，当滴落速度3滴/min~4滴/min时，24h的渗水量就是1L。当滴落速度大于300滴/min，则形成连续线流。
- 4 为使不同施工方法、不同长度和断面尺寸隧道的渗漏水状况能够相互加以比较，必须确定一个具有代表性的标准单位。渗漏水量的单位通常使用“L/(m²·d)”。
- 5 未实施机电设备安装的区间隧道验收，隧道内表面的计算应为横断面的内径周长乘以隧道长度，对盾构法隧道不计取管片嵌缝槽、螺栓孔盒子凹进部位等实际面积。完成了机电设备安装的隧道系统验收，隧道内表面积的计算应为横断面的内径周长乘以隧道长度，不计取凹槽、道床、排水沟等实际面积。
- 6 隧道渗漏水量的计算可通过集水井积水，检测在设定时间内的水位上升数值，计算渗漏水量；或通过隧道最低处积水，检测在设定时间内的水位上升数值，计算渗漏水量；或通过隧道内设量水堰，检测在设定时间内的水流量，计算渗漏水量；或者通过隧道专用排水泵运转，检测在设定时间内排水量，计算渗漏水量。

C.3 渗漏水检测记录

C.3.1 地下工程渗漏水调查与检测，应由施工单位项目技术负责人组织质量员、施工员实施。施工单位应填写地下工程渗漏水检测记录，并签字盖章；监理单位或建设单位应在记录上填写处理意见与结论，并签字盖章。

C.3.2 地下工程渗漏水检测记录应按表C.3.2填写。

表C.3.2 地下工程渗漏水检测记录

工程名称		结构类型	
防水等级		检测部位	
渗漏水量检测	单个湿渍的最大面积 m ² ；总湿渍面积 m ²		
	2每100m ² 的渗水量 L/(m ² ·d)；整个工程平均渗水量 L/(m ² ·d)		
	3单个漏水点的最大漏水量 L/d；整个工程平均漏水量 L/d		
结构内表面的渗漏水展开图	(渗漏水现象用标识符号描述)		
处理意见与结论	(按地下工程防水等级标准)		
会签档	监理或建设单位(签章)	施工单位(签章)	
		项目技术负责人	质量员
	年 月 日	年 月 日	施工员

本规范用词说明

1. 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

(1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

(2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词用“不应”或“不得”；

(3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词采用“可”。

2. 规范中指定按其他有关标准、规范的规定执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。