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 construction quality of underground waterproof

2011－04－02　发布　　2012－10－01　实施

中华人民共和国国家标准

地下防水工程质量验收规范

Code for acceptance of construction quality of underground waterproof

GB 50208－2011

主编部门：山西省住房和城乡建设厅
批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部
施行日期：2012年10月1日

中国建筑工业出版社

2011 北京

卡免建筑
cultoo.net

中华人民共和国国家标准
地下防水工程质量验收规范
Code for acceptance of construction quality of
underground waterproof
GB 50208－2011
*
中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
北京市密东印刷有限公司印刷
*
开本：850×1168 毫米　1/32　印张：5⅛　字数：146 千字
2011 年 8 月第一版　2011 年 8 月第一次印刷
定价：**28.00** 元
统一书号：15112・20836
版权所有　翻印必究
如有印装质量问题，可寄本社退换
（邮政编码 100037）
本社网址：http：//www. cabp. com. cn
网上书店：http：//www. china-building. com. cn

中华人民共和国住房和城乡建设部
公　　告

第 971 号

关于发布国家标准
《地下防水工程质量验收规范》的公告

现批准《地下防水工程质量验收规范》为国家标准，编号为 GB 50208－2011，自 2012 年 10 月 1 日起实施。其中，第 4.1.16、4.4.8、5.2.3、5.3.4、7.2.12 条为强制性条文，必须严格执行。原《地下防水工程质量验收规范》GB 50208－2002 同时废止。

本规范由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部
2011 年 4 月 2 日

卡免建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

前　言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2008年工程建设标准规范制订、修订计划（第一批）〉的通知》（建标［2008］102号）的规定，山西建筑工程（集团）总公司和福建省闽南建筑工程（集团）有限公司会同有关单位，在《地下防水工程质量验收规范》GB 50208－2002的基础上进行修订本规范。

本规范共分9章，4个附录，主要技术内容包括：总则、术语、基本规定、主体结构防水工程、细部构造防水工程、特殊施工法结构防水工程、排水工程、注浆工程、子分部工程质量验收。

本次修订的主要内容是：重视防水材料的进场验收；强化结构的耐久性和环境保护；增加防水卷材接缝粘结质量检验；完善细部构造防水工程的质量验收；做到与国内相关标准的协调。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由山西省住房和城乡建设厅负责日常管理，由山西建筑工程（集团）总公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中，请各单位结合工程实践，认真总结经验，注意积累资料，如发现需要修改和补充之处，请将意见和建议寄送山西建筑工程（集团）总公司（地址：山西省太原市新建路9号，邮政编码：030002），以供今后修订时参考。

本规范主编单位：山西建筑工程（集团）总公司
福建省闽南建筑工程（集团）有限公司

本规范参编单位：总参工程兵科研三所
中冶建筑研究总院有限公司
北京市建筑工程研究院
上海市隧道工程轨道交通设计研究院
上海申通地铁集团有限公司维护保障中心
浙江工业大学
中国建筑业协会建筑防水分会
北京圣洁防水材料有限公司
大连细扬防水工程集团有限公司
上海台安工程实业有限公司
北京市龙阳伟业科技股份有限公司

本规范主要起草人员：郝玉柱　朱忠厚　李玉屏　黄荷山
邱伯荣　张玉玲　朱祖熹　薛绍祖
哈成德　冀文政　蔡庆华　冯晓军
赵　武　陆　明　朱　妍　许四法
曲　慧　杜　昕　樊细杨　程雪峰
王　伟

本规范主要审查人员：李承刚　吴松勤　姚源道　郭德友
吴　明　薛振东　彭尚银　高俊峰

卡兔建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

目　次

1　总则 …… 1
2　术语 …… 2
3　基本规定 …… 4
4　主体结构防水工程 …… 10
4.1　防水混凝土 …… 10
4.2　水泥砂浆防水层 …… 14
4.3　卷材防水层 …… 16
4.4　涂料防水层 …… 20
4.5　塑料防水板防水层 …… 21
4.6　金属板防水层 …… 23
4.7　膨润土防水材料防水层 …… 24
5　细部构造防水工程 …… 27
5.1　施工缝 …… 27
5.2　变形缝 …… 28
5.3　后浇带 …… 30
5.4　穿墙管 …… 31
5.5　埋设件 …… 32
5.6　预留通道接头 …… 33
5.7　桩头 …… 34
5.8　孔口 …… 35
5.9　坑、池 …… 36
6　特殊施工法结构防水工程 …… 37
6.1　锚喷支护 …… 37
6.2　地下连续墙 …… 39
6.3　盾构隧道 …… 40
6.4　沉井 …… 43
6.5　逆筑结构 …… 45
7　排水工程 …… 47
7.1　渗排水、盲沟排水 …… 47
7.2　隧道排水、坑道排水 …… 48
7.3　塑料排水板排水 …… 50
8　注浆工程 …… 52
8.1　预注浆、后注浆 …… 52
8.2　结构裂缝注浆 …… 53
9　子分部工程质量验收 …… 56
附录A　地下工程用防水材料的质量指标 …… 59
A.1　防水卷材 …… 59
A.2　防水涂料 …… 60
A.3　止水密封材料 …… 62
A.4　其他防水材料 …… 65
附录B　地下工程用防水材料标准及进场抽样检验 …… 67
附录C　地下工程渗漏水调查与检测 …… 71
C.1　渗漏水调查 …… 71
C.2　渗漏水检测 …… 72
C.3　渗漏水检测记录 …… 73
附录D　防水卷材接缝粘结质量检验 …… 75
D.1　胶粘剂的剪切性能试验方法 …… 75
D.2　胶粘剂的剥离性能试验方法 …… 76
D.3　胶粘带的剪切性能试验方法 …… 78
D.4　胶粘带的剥离性能试验方法 …… 79
本规范用词说明 …… 80
引用标准名录 …… 81
附：条文说明 …… 83

卡免建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

Contents

1 General Provisions ····· 1
2 Terms ····· 2
3 Basic Requirements ····· 4
4 Waterproof Projects of Main Structure ····· 10
4.1 Waterproofing Concrete ····· 10
4.2 Cement Mortar Waterproofing Layer ····· 14
4.3 Membrane Waterproofing Layer ····· 16
4.4 Coating Waterproofing Layer ····· 20
4.5 Plastic Sheet Waterproofing Layer ····· 21
4.6 Metal Sheet Waterproofing Layer ····· 23
4.7 Bentonite Waterproofing Layer ····· 24
5 Waterproofing Projects of Detail Structure ····· 27
5.1 Construction Joint ····· 27
5.2 Deformation Crack ····· 28
5.3 Post Poured Band ····· 30
5.4 Through-wall Pipes ····· 31
5.5 Embedded Parts ····· 32
5.6 Prepared Channel Joints ····· 33
5.7 Pile Head ····· 34
5.8 Orifice ····· 35
5.9 Pits and Ponds ····· 36
6 Waterproofing Projects of Special Applications ····· 37
6.1 Bolt-shotcrete Support ····· 37
6.2 Underground Diaphragm Wall ····· 39
6.3 Shield Tunnelling ····· 40

6.4 Open Caisson ····· 43
6.5 Inverted Construction ····· 45
7 Drainage Projects ····· 47
7.1 Osmotic Drainage, Blind Drainage ····· 47
7.2 Tunnel Drainage, Adit Drainage ····· 48
7.3 Plastic Sheet Drainage ····· 50
8 Grouting Projects ····· 52
8.1 Pre-grouting and Post-grouting ····· 52
8.2 Grouting of Structural Cracks ····· 53
9 Quality Acceptance of Sub-division Projects ····· 56
Appendix A Quality Index of Common Waterproofing Materials for Underground Projects ····· 59
Appendix B Standards of Waterproofing Materials for Underground Projects and Site Sampling Inspection ····· 67
Appendix C Seepage Investigation and Measurement for Underground Projects ····· 71
Appendix D Bonding Quality Testing of Joints between Waterproofing Membranes ····· 75
Explanation of Wording in This Code ····· 80
List of Quoted Standards ····· 81
Addition: Explanation of Provisions ····· 83

卡兔建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

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、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。新技术应用前，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。

卡兔建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

2 术　语

2.0.1 地下防水工程　underground waterproof project

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　cut and cover method

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　subsurface excavation method

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

2.0.4 胶凝材料　cementitious material or binder

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　water to binder ratio

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　bolt-shotcrete support

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　underground diaphragm wall

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　shield tunnelling method

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　open caisson

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　inverted construction

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　inspection lot

按同一生产条件或按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　evidential testing

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。

卡兔建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

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
一级	不允许渗水，结构表面无湿渍
二级	不允许漏水，结构表面可有少量湿渍； 房屋建筑地下工程：总湿渍面积不应大于总防水面积（包括顶板、墙面、地面）的1/1000；任意100m²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0.1m²； 其他地下工程：总湿渍面积不应大于总防水面积的2/1000；任意100m²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0.2m²；其中，隧道工程平均渗水量不大于0.05L/（m²·d），任意100m²防水面积上的渗水量不大于0.15L/（m²·d）
三级	有少量漏水点，不得有线流和漏泥砂； 任意100m²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0.3m²
四级	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/（m²·d）；任意100m²防水面积上的平均漏水量不大于4L/（m²·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	防水措施		防水等级	一级	二级	三级	四级
主体结构	防水混凝土			应选	应选	应选	宜选
	防水卷材			应选一种至二种	应选一种	宜选一种	—
	防水涂料						
	塑料防水板						
	膨润土防水材料						
	防水砂浆						
	金属板						
施工缝	遇水膨胀止水条或止水胶			应选二种	应选一种至二种	宜选一种至二种	宜选一种
	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						
后浇带	补偿收缩混凝土			应选	应选	应选	应选
	外贴式止水带			应选二种	应选一种至二种	宜选一种至二种	宜选一种
	预埋注浆管						
	遇水膨胀止水条或止水胶						
变形缝、诱导缝	中埋式止水带			应选	应选	应选	应选
	外贴式止水带			应选二种	应选一种至二种	宜选一种至二种	宜选一种
	可卸式止水带						
	防水密封材料						
	外贴防水卷材						
	外涂防水涂料						

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

表 3.0.2-2　暗挖法地下工程防水设防

工程部位	防水措施		衬砌结构							内衬砌施工缝							内衬砌变形缝、诱导缝			
			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胶	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	一级		必选	应选一种至二种						应选一种至二种						应选	应选一种至二种		
	二级		应选	应选一种						应选一种						应选	应选一种		
	三级		宜选	宜选一种						宜选一种						应选	宜选一种		
	四级		宜选	宜选一种						宜选一种						应选	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《建筑防水涂料中有害物质限量》JC 1066 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。

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

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500mm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、水乳型5℃～35℃
无机防水涂料	5℃～35℃
防水混凝土、防水砂浆	5℃～35℃
膨润土防水材料	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的规定。

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。

卡免建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

4 主体结构防水工程

4.1 防水混凝土

4.1.1 防水混凝土适用于抗渗等级不小于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》GB 50046和《混凝土结构耐久性设计规范》GB 50476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5mm～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Ⅱ级，烧失量不应大于5%；

2 硅粉的比表面积不应小于15000m^2/kg，SiO_2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/T 18046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》JGJ 63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》GB 50119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/m^3，其中水泥用量不宜小于260kg/m^3，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%，泵送时可增至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Na_2O当量不得大于3kg/m^3。

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～160mm，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

卡兔建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

查不应少于两次。每盘混凝土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，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/T 50080 的有关规定。混凝土坍落度允许偏差应符合表 4.1.9-2 的规定。

表 4.1.9-2　混凝土坍落度允许偏差（mm）

规定坍落度	允许偏差
≤40	±10
50～90	±15
>90	±20

3　泵送混凝土在交货地点的入泵坍落度，每工作班至少检查两次。混凝土入泵时的坍落度允许偏差应符合表 4.1.9-3 的规定。

表 4.1.9-3　混凝土入泵时的坍落度允许偏差（mm）

所需坍落度	允许偏差
≤100	±20
>100	±30

4　当防水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，取样频率与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》GB 50204 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/T 50081 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/T 50107 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标准》GB/T 50082 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等级的龄期宜为 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。

卡兔建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

4.1.16 防水混凝土结构的施工缝、变形缝、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，其允许偏差应为±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1.0%，硫化物及硫酸盐含量不应大于1.0%；

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现行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堵塞并抹平；

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，但与阴阳角处的距离不得小于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、抗渗性能检验报告。

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。

卡兔建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

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厚度的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。

检验方法：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类防水卷材和合成高分子类防水卷材。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，基面应干净、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/胶粘带）
聚氯乙烯防水卷材	60/80（单焊缝/双焊缝）
	100（胶粘剂）
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/胶粘带）

4.3.7 冷粘法铺贴卷材应符合下列规定：

1 胶粘剂应涂刷均匀，不得露底、堆积；

2 根据胶粘剂的性能，应控制胶粘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，辊压粘贴牢固；

4 铺贴卷材应平整、顺直，搭接尺寸准确，不得扭曲、皱折；

5 卷材接缝部位应采用专用胶粘剂或胶粘带满粘，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，并粘贴牢固；

3 铺贴卷材应平整、顺直，搭接尺寸准确，不得扭曲、皱折；

4 卷材接缝部位应溢出热熔的改性沥青胶料，并粘贴牢固，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，应将有黏性的一面朝向主体结构；

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

2 外墙、顶板铺贴时，排除卷材下面的空气，辊压粘贴牢固；

3 铺贴卷材应平整、顺直，搭接尺寸准确，不得扭曲、皱折和起泡；

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 焊接时应先焊长边搭接缝，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，接缝表面处应涂刮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，短边应采用胶粘带搭接，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样检验数量，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、折皱、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。

卡免建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

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 30mm～50mm；

3 涂料防水层的甩槎处接槎宽度不应小于 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 500mm；

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。保护层应符合本规范第 4.3.13 条的规定。

4.4.6 涂料防水层分项工程检验批的抽样检验数量，应按涂层面积每 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，最小厚度不得小于设计厚度的 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、鼓泡、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

卡兔建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

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。

4.5.4 塑料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 1.0m～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，且不得少于 3 处。焊缝检验应按焊缝条数抽查 5%，每条焊缝为 1 处，且不得少于 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应为－10mm。

检验方法：尺量检查。

4.6 金属板防水层

4.6.1 金属板防水层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和无损检验。

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

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。

4.7 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的迎水面，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和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 0.3kg/m～0.5kg/m。

4.7.7 膨润土防水材料的收口部位应采用金属压条和水泥钉固定，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。穿墙管件部位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样检验数量，应按铺设面积每 $100m^2$ 抽查 1 处，每处 $10m^2$，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。

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

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：观察和尺量检查。

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、板与墙交接处以下150mm～300mm处；垂直施工缝应避开地下水和裂隙水较多的地段，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

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

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 遇水膨胀止水条应具有缓膨胀性能；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留凹槽内；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；止水胶挤出成形后，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 中埋式止水带在转弯处应做成圆弧形；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或涂刷涂料前，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。

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

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 后的限制膨胀率检验报告。

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，不得留设施工缝；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严，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。

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

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、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小于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填实。

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、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，其中间空心圆环与通道接头中心线应重合。

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。

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

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，并延伸到结构底板垫层 150mm 处；桩头四周 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、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。

5.8.5 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：观察检查和尺量检查。

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。

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

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

5.9.4 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。

5.9.5 坑、池底板的混凝土厚度不应小于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。

5.9.6 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3.0%；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1.0%；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，并应符合下列规定：

1 水泥与砂石质量比宜为1∶4～1∶4.5，砂率宜为45%～55%，水胶比不得大于0.45，外加剂和外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2h；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：

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

1 地下铁道工程应按区间或小于区间断面的结构，每 20 处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小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 延米抽查 1 处，车站每 10 延米抽查 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 锚喷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试件，每 5 个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，应按每连续 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。

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

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：检查混凝土的抗压强度、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应为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土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	一级	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
	二级	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
	三级	应选	必选	部分区段宜选	—	应选	—	对混凝土有中等以上腐蚀的地层宜选
	四级	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
弧长、弦长	±1
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台班制作抗压试件一组，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1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环抽查1块管片，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贴施工；

2 密封垫应与沟槽紧密贴合，不得有起鼓、超长和缺口

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

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贴牢固，不得歪斜、扭曲。

检验方法：观察检查。

6.3.16 管片嵌缝槽的深宽比及断面构造形式、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。

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 沉井干封底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；

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

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 沉井水下封底施工应符合下列规定：

1 井底应将浮泥清除干净，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，方可从井内抽水，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式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式衬砌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 内衬墙的后浇筑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，不宜留设施工缝；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。

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

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 2.0%；

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 100mm～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 2.0%；

4 盲沟反滤层的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）	建筑地区地层为黏性土时（塑性指数 I_P>3）
第一层（贴天然土）	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 粒径小卵石组成

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

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箅子。

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 集水管的埋置深度和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房时，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要求。

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，其中按两轴线间或每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组成必须符合设计要求。

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、坑道排水系统必须通畅。**

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

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

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 塑料排水板应选用抗压强度大且耐久性好的凸凹型排水板。

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→覆土等顺序进行；

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边土体，塑料排水板排水层必须结合排水沟或盲沟分区设置，并保证排水畅通。

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，相邻土工布搭接宽度不应小于200mm，搭接部位应采用粘合或缝合。

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10m²，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、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。

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

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 具有固结体收缩小，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 根据工程地质条件、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，应加强对邻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。

8.1.6 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 $100m^2$ 抽查1处，每处 $10m^2$，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 预注浆及后注浆的注浆效果必须符合设计要求。

检验方法：采取钻孔取芯法检查；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。

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

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、丙烯酸盐等化学浆液；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，孔内安设注浆管或注浆嘴，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 注浆材料及其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。

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

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标准》GB 50300 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	竣工和记录资料
1	防水设计	施工图、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

续表 9.0.5

序号	项　目	竣工和记录资料
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 施工缝、变形缝、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贴牢固，封闭严密，防水层不得有损伤、空鼓、折皱等缺陷；

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、折皱等缺陷；

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

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 施工缝、变形缝、后浇带、穿墙管、埋设件、预留通接头、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资料分别由建设单位和施工单位存档。

附录A 地下工程用防水材料的质量指标

A.1 防水卷材

A.1.1 高聚物改性沥青类防水卷材的主要物理性能应符合表A.1.1的要求。

表A.1.1 高聚物改性沥青类防水卷材的主要物理性能

项目		指标				
		弹性体改性沥青防水卷材			自粘聚合物改性沥青防水卷材	
		聚酯毡胎体	玻纤毡胎体	聚乙烯膜胎体	聚酯毡胎体	无胎体
可溶物含量(g/m^2)		3mm厚≥2100 4mm厚≥2900			3mm厚 ≥2100	—
拉伸性能	拉力(N/50mm)	≥800 (纵横向)	≥500 (纵横向)	≥140(纵向) ≥120(横向)	≥450 (纵横向)	≥180 (纵横向)
拉伸性能	延伸率(%)	最大拉力时≥40(纵横向)	—	断裂时≥250 (纵横向)	最大拉力时≥30 (纵横向)	断裂时≥200 (纵横向)
低温柔度(℃)		−25，无裂纹				
热老化后低温柔度(℃)		−20，无裂纹		−22，无裂纹		
不透水性		压力0.3MPa，保持时间120min，不透水				

A.1.2 合成高分子类防水卷材的主要物理性能应符合表A.1.2的要求。

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

表 A.1.2　合成高分子类防水卷材的主要物理性能

项　目	指　标			
	三元乙丙橡胶防水卷材	聚氯乙烯防水卷材	聚乙烯丙纶复合防水卷材	高分子自粘胶膜防水卷材
断裂拉伸强度	≥7.5MPa	≥12MPa	≥60N/10mm	≥100N/10mm
断裂伸长率（%）	≥450	≥250	≥300	≥400
低温弯折性（℃）	−40，无裂纹	−20，无裂纹	−20，无裂纹	−20，无裂纹
不透水性	压力 0.3MPa，保持时间 120min，不透水			
撕裂强度	≥25kN/m	≥40kN/m	≥20N/10mm	≥120N/10mm
复合强度（表层与芯层）	—	—	≥1.2N/mm	—

A.1.3　聚合物水泥防水粘结材料的主要物理性能应符合表 A.1.3 的要求。

表 A.1.3　聚合物水泥防水粘结材料的主要物理性能

项　目		指　标
与水泥基面的粘结拉伸强度（MPa）	常温 7d	≥0.6
	耐水性	≥0.4
	耐冻性	≥0.4
可操作时间（h）		≥2
抗渗性（MPa，7d）		≥1.0
剪切状态下的粘合性（N / mm，常温）	卷材与卷材	≥2.0 或卷材断裂
	卷材与基面	≥1.8 或卷材断裂

A.2　防 水 涂 料

A.2.1　有机防水涂料的主要物理性能应符合表 A.2.1 的要求。

表 A.2.1　有机防水涂料的主要物理性能

项　目		指　标		
		反应型防水涂料	水乳型防水涂料	聚合物水泥防水涂料
可操作时间（min）		≥20	≥50	≥30
潮湿基面粘结强度（MPa）		≥0.5	≥0.2	≥1.0
抗渗性（MPa）	涂膜（120min）	≥0.3	≥0.3	≥0.3
	砂浆迎水面	≥0.8	≥0.8	≥0.8
	砂浆背水面	≥0.3	≥0.3	≥0.6
浸水 168h 后拉伸强度（MPa）		≥1.7	≥0.5	≥1.5
浸水 168h 后断裂伸长率（%）		≥400	≥350	≥80
耐水性（%）		≥80	≥80	≥80
表干（h）		≤12	≤4	≤4
实干（h）		≤24	≤12	≤12

注：1　浸水 168h 后的拉伸强度和断裂伸长率是在浸水取出后只经擦干即进行试验所得的值；

2　耐水性指标是指材料浸水 168h 后取出擦干即进行试验，其粘结强度及抗渗性的保持率。

A.2.2　无机防水涂料的主要物理性能应符合表 A.2.2 的要求。

表 A.2.2　无机防水涂料的主要物理性能

项　目	指　标	
	掺外加剂、掺合料水泥基防水涂料	水泥基渗透结晶型防水涂料
抗折强度（MPa）	>4	≥4
粘结强度（MPa）	>1.0	≥1.0
一次抗渗性（MPa）	>0.8	>1.0
二次抗渗性（MPa）	—	>0.8
冻融循环（次）	>50	>50

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

A.3 止水密封材料

A.3.1 橡胶止水带的主要物理性能应符合表 A.3.1 的要求。

表 A.3.1 橡胶止水带的主要物理性能

项目			指标		
			变形缝用止水带	施工缝用止水带	有特殊耐老化要求的接缝用止水带
硬度（邵尔 A，度）			60±5	60±5	60±5
拉伸强度（MPa）			≥15	≥12	≥10
扯断伸长率（%）			≥380	≥380	≥300
压缩永久变形（%）	70℃×24h		≤35	≤35	≤25
	23℃×168h		≤20	≤20	≤20
撕裂强度（kN/m）			≥30	≥25	≥25
脆性温度（℃）			≤−45	≤−40	≤−40
热空气老化	70℃×168h	硬度变化（邵尔 A，度）	+8	+8	—
		拉伸强度（MPa）	≥12	≥10	—
		扯断伸长率（%）	≥300	≥300	—
	100℃×168h	硬度变化（邵尔 A，度）	—	—	+8
		拉伸强度（MPa）	—	—	≥9
		扯断伸长率（%）	—	—	≥250
橡胶与金属粘合			断面在弹性体内		

注：橡胶与金属粘合指标仅适用于具有钢边的止水带。

A.3.2 混凝土建筑接缝用密封胶的主要物理性能应符合表 A.3.2 的要求。

表 A.3.2 混凝土建筑接缝用密封胶的主要物理性能

项目			指标			
			25(低模量)	25(高模量)	20(低模量)	20(高模量)
流动性	下垂度（N型）	垂直(mm)	≤3			
		水平(mm)	≤3			
	流平性(S型)		光滑平整			

续表 A.3.2

项目		指标			
		25(低模量)	25(高模量)	20(低模量)	20(高模量)
挤出性(mL/min)		≥80			
弹性恢复率(%)		≥80		≥60	
拉伸模量(MPa)	23℃	≤0.4 和 ≤0.6	>0.4 或 >0.6	≤0.4 和 ≤0.6	>0.4 或 >0.6
	−20℃				
定伸粘结性		无破坏			
浸水后定伸粘结性		无破坏			
热压冷拉后粘结性		无破坏			
体积收缩率(%)		≤25			

注：体积收缩率仅适用于乳胶型和溶剂型产品。

A.3.3 腻子型遇水膨胀止水条的主要物理性能应符合表 A.3.3 的要求。

表 A.3.3 腻子型遇水膨胀止水条的主要物理性能

项目	指标
硬度(C型微孔材料硬度计，度)	≤40
7d 膨胀率	≤最终膨胀率的 60%
最终膨胀率(21d，%)	≥220
耐热性(80℃×2h)	无流淌
低温柔性(−20℃×2h，绕 φ10 圆棒)	无裂纹
耐水性(浸泡 15h)	整体膨胀无碎块

A.3.4 遇水膨胀止水胶的主要物理性能应符合表 A.3.4 的要求。

表 A.3.4 遇水膨胀止水胶的主要物理性能

项目	指标	
	PJ220	PJ400
固含量(%)	≥85	
密度(g/cm³)	规定值±0.1	
下垂度(mm)	≤2	

卡免建筑 www.cultoo.net

续表 A.3.4

项目		指标	
		PJ220	PJ400
表干时间(h)		≤24	
7d 拉伸粘结强度(MPa)		≥0.4	≥0.2
低温柔性(−20℃)		无裂纹	
拉伸性能	拉伸强度(MPa)	≥0.5	
	断裂伸长率(%)	≥400	
体积膨胀倍率(%)		≥220	≥400
长期浸水体积膨胀倍率保持率(%)		≥90	
抗水压(MPa)		1.5，不渗水	2.5，不渗水

A.3.5 弹性橡胶密封垫材料的主要物理性能应符合表 A.3.5 的要求。

表 A.3.5 弹性橡胶密封垫材料的主要物理性能

项目		指标	
		氯丁橡胶	三元乙丙橡胶
硬度(邵尔 A，度)		45±5～60±5	55±5～70±5
伸长率(%)		≥350	≥330
拉伸强度(MPa)		≥10.5	≥9.5
热空气老化(70℃×96h)	硬度变化值(邵尔 A，度)	≤+8	≤+6
	拉伸强度变化率(%)	≥−20	≥−15
	扯断伸长率变化率(%)	≥−30	≥−30
压缩永久变形(70℃×24h，%)		≤35	≤28
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，则其伸率、拉伸强度应达到本指标的 120%。

A.3.6 遇水膨胀橡胶密封垫胶料的主要物理性能应符合表 A.3.6 的要求。

表 A.3.6 遇水膨胀橡胶密封垫胶料的主要物理性能

项目		指标		
		PZ-150	PZ-250	PZ-400
硬度(邵尔 A，度)		42±7	42±7	45±7
拉伸强度(MPa)		≥3.5	≥3.5	≥3.0
扯断伸长率(%)		≥450	≥450	≥350
体积膨胀倍率(%)		≥150	≥250	≥400
反复浸水试验	拉伸强度(MPa)	≥3	≥3	≥2
	扯断伸长率(%)	≥350	≥350	≥250
	体积膨胀倍率(%)	≥150	≥250	≥300
低温弯折(−20℃×2h)		无裂纹		
防霉等级		达到与优于 2 级		

注：1 PZ-×××是指产品工艺为制品型，按产品在静态蒸馏水中的体积膨胀倍率(即浸泡后的试样质量与浸泡前的试样质量的比率)划分的类型；

2 成品切片测试应达到本指标的 80%；

3 接头部位的拉伸强度指标不得低于本指标的 50%。

A.4 其他防水材料

A.4.1 防水砂浆的主要物理性能应符合表 A.4.1 的要求。

表 A.4.1 防水砂浆的主要物理性能

项目	指标	
	掺外加剂、掺合料的防水砂浆	聚合物水泥防水砂浆
粘结强度(MPa)	>0.6	>1.2
抗渗性(MPa)	≥0.8	≥1.5
抗折强度(MPa)	同普通砂浆	≥8.0
干缩率(%)	同普通砂浆	≤0.15
吸水率(%)	≤3	≤4
冻融循环(次)	>50	>50
耐碱性	10%NaOH 溶液浸泡 14d 无变化	—
耐水性(%)	—	≥80

注：耐水性指标是指砂浆浸水 168h 后材料的粘结强度及抗渗性的保持率。

卡免建筑 cultoo.net
卡免建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

A.4.2 塑料防水板的主要物理性能应符合表 A.4.2 的要求。

表 A.4.2 塑料防水板的主要物理性能

项目	指标			
	乙烯—醋酸乙烯共聚物	乙烯—沥青共混聚合物	聚氯乙烯	高密度聚乙烯
拉伸强度(MPa)	≥16	≥14	≥10	≥16
断裂延伸率(%)	≥550	≥500	≥200	≥550
不透水性(120min，MPa)	≥0.3	≥0.3	≥0.3	≥0.3
低温弯折性(℃)	−35，无裂纹	−35，无裂纹	−20，无裂纹	−35，无裂
热处理尺寸变化率(%)	≤2.0	≤2.5	≤2.0	≤2.0

A.4.3 膨润土防水毯的主要物理性能应符合表 A.4.3 的要求。

表 A.4.3 膨润土防水毯的主要物理性能

项目		指标		
		针刺法钠基膨润土防水毯	刺覆膜法钠基膨润土防水毯	胶粘法钠基膨润土防水毯
单位面积质量(干重，g/m²)		≥4000		
膨润土膨胀指数(mL/2g)		≥24		
拉伸强度(N/100mm)		≥600	≥700	≥600
最大负荷下伸长率(%)		≥10	≥10	≥8
剥离强度	非织造布—编织布(N/100mm)	≥40	≥40	—
	PE 膜—非织造布(N/100mm)	—	≥30	—
渗透系数(m/s)		$\leqslant 5.0\times10^{-11}$	$\leqslant 5.0\times10^{-12}$	$\leqslant 1.0\times10^{-12}$
滤失量(mL)		≤18		
膨润土耐久性(mL/2g)		≥20		

附录 B 地下工程用防水材料标准及进场抽样检验

B.0.1 地下工程用防水材料标准应按表 B.0.1 的规定选用。

表 B.0.1 地下工程用防水材料标准

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 弹性体改性沥青防水卷材	GB 18242
	4 改性沥青聚乙烯胎防水卷材	GB 18967
	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 聚合物乳液建筑防水涂料	JC/T 864
	3 聚合物水泥防水涂料	JC/T 894
	4 建筑防水涂料用聚合物乳液	JC/T 1017
密封材料	1 聚氨酯建筑密封胶	JC/T 482
	2 聚硫建筑密封胶	JC/T 483
	3 混凝土建筑接缝用密封胶	JC/T 881
	4 丁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	GB 18173.3
	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	JG/T 141
	6 遇水膨胀止水胶	JG/T 312
	7 钠基膨润土防水毯	JG/T 193
刚性防水材料	1 水泥基渗透结晶型防水材料	GB 18445
	2 砂浆、混凝土防水剂	JC 474
	3 混凝土膨胀剂	GB 23439
	4 聚合物水泥防水砂浆	JC/T 984

卡兔建筑 www.cultoo.net

续表 B.0.1

类别	标准名称	标准号
防水材料试验方法	1 建筑防水卷材试验方法	GB/T 328
	2 建筑胶粘剂试验方法	GB/T 12954
	3 建筑密封材料试验方法	GB/T 13477
	4 建筑防水涂料试验方法	GB/T 16777
	5 建筑防水材料老化试验方法	GB/T 18244

B.0.2 地下工程用防水材料进场抽样检验应符合表 B.0.2 规定。

表 B.0.2 地下工程用防水材料进场抽样检验

序号	材料名称	抽样数量	外观质量检验	物理性能检验
1	高聚物改性沥青类防水卷材	大于 1000 卷抽 5 卷，每 500～1000 卷抽 4 卷，100～499 卷抽 3 卷，100 卷以下抽 2 卷，进行规格尺寸和外观质量检验。在外观质量检验合格的卷材中，任取一卷作物理性能检验	断裂、折皱、孔洞、剥离、边缘不整齐，胎体露白、未浸透，撒布材料粒度、颜色，每卷卷材的接头	可溶物含量，拉力，延伸率，低温柔度，热老化后低温柔度，不透水性
2	合成高分子类防水卷材	大于 1000 卷抽 5 卷，每 500～1000 卷抽 4 卷，100～499 卷抽 3 卷，100 卷以下抽 2 卷，进行规格尺寸和外观质量检验。在外观质量检验合格的卷材中，任取一卷作物理性能检验	折痕、杂质、胶块、凹痕，每卷卷材的接头	断裂拉伸强度，断裂伸长率，低温弯折性，不透水性，撕裂强度
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

续表 B.0.2

序号	材料名称	抽样数量	外观质量检验	物理性能检验
4	无机防水涂料	每 10t 为一批，不足 10t 按一批抽样	液体组分：无杂质、凝胶的均匀乳液 固体组分：无杂质、结块的粉末	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 卷按一批抽样；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，膨润土膨胀指数，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	腻子型遇水膨胀止水条	每 5000m 为一批，不足 5000m 按一批抽样	尺寸公差；柔软、弹性匀质，色泽均匀，无明显凹凸	硬度，7d 膨胀率，最终膨胀率，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

卡兔建筑 cultoo.net
卡兔建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

续表 B.0.2

序号	材料名称	抽样数量	外观质量检验	物理性能检验
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，拉伸强度，扯断伸率，体积膨胀率，低温弯折
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：液料经搅拌后均匀无沉淀，粉料均匀、无结块	7d 粘结强度，7d 抗渗性，耐水性

附录 C　地下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或拱顶，渗漏水滴落速度至少为 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	↓

卡兔建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

C.1.6 “结构内表面的渗漏水展开图”应经检查、核对后，施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
0.5m～1m 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、混凝土裂缝检验
带有密封缘口的规定尺寸方框	量测明显滴漏和连续渗流，根据工程需要可自行设

C.2.3 房屋建筑地下工程渗漏水检测应符合下列要求：

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

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，计算出该点的渗漏水量。通常，当滴落速度为 3 滴/min～4 滴/min 时，24h 的漏水量就是 1L。当滴落速度大于 300 滴/min 时，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“$L/(m^2 \cdot d)$”。

5 未实施机电设备安装的区间隧道验收，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，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，检测在设定时间内水流量，计算渗漏水量；或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

卡兔建筑 www.cultoo.net

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	1 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 $L/(m^2 \cdot d)$；整个工程平均渗水量 $L/(m^2 \cdot d)$		
	3 单个漏水点的最大漏水量 L/d；整个工程平均漏水量 $L/(m^2 \cdot d)$		
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）		
会签栏	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	施工员
	年 月 日	年 月 日		

附录 D 防水卷材接缝粘结质量检验

D.1 胶粘剂的剪切性能试验方法

D.1.1 试样制备应符合下列规定：

1 防水卷材表面处理和胶粘剂的使用方法，均按生产企业提供的技术要求进行；试样粘合时应用手辊反复压实，排除气泡。

2 卷材—卷材拉伸剪切强度试样应将与胶粘剂配套的卷材沿纵向裁取 300mm×200mm 试片 2 块，用毛刷在每块试片上涂刷胶粘剂样品，涂胶面 100mm×300mm，按图 D.1.1（a）进行粘合，在粘合的试样上裁取 5 个宽度为（50±1）mm 的试件。

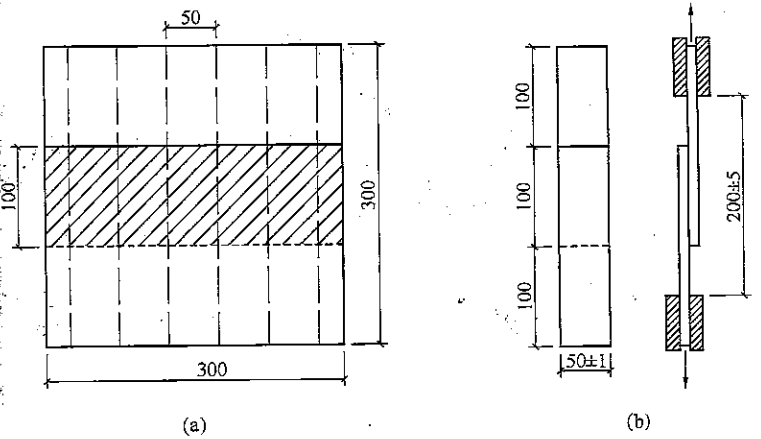


图 D.1.1 卷材—卷材拉伸剪切强度试样及试验

D.1.2 试验条件应符合下列规定：

1 标准试验条件应为温度（23±2）℃和相对湿度（30～70）%。

2 拉伸试验机应有足够的承载能力，不应小于 2000N，夹

卡兔建筑 cultoo.net
卡兔建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

具拉伸速度为（100±10）mm/min，夹持宽度不应小于50mm，并配有记录装置。

3 试样应在标准试验条件下放置至少20h。

D.1.3 试验程序应符合下列规定：

1 试件应稳固地放入拉伸试验机的夹具中，试件的纵向轴线应与拉伸试验机及夹具的轴线重合。夹具内侧间距宜为（200±5）mm，试件不应承受预荷载，如图D.1.1（b）所示。

2 在标准试验条件下，拉伸速度应为（100±10）mm/min，记录试件拉力最大值和破坏形式。

D.1.4 试验结果应符合下列规定：

1 每个试件的拉伸剪切强度应按式（D.1.4）计算，并精确到0.1N/mm。

$$\sigma = P/b \qquad \text{(D.1.4)}$$

式中：σ——拉伸剪切强度（N/mm）；

P——最大拉伸剪切力（N）；

b——试件粘合面宽度50mm。

2 计算试验结果时，应舍去试件距拉伸试验机夹具10mm范围内的破坏及从拉伸试验机夹具中滑移超过2mm的数据，用备用试件重新试验。

3 试验结果应以每组5个试件的算术平均值表示。

4 在拉伸剪切时，若试件都是卷材断裂，则应报告为卷材破坏。

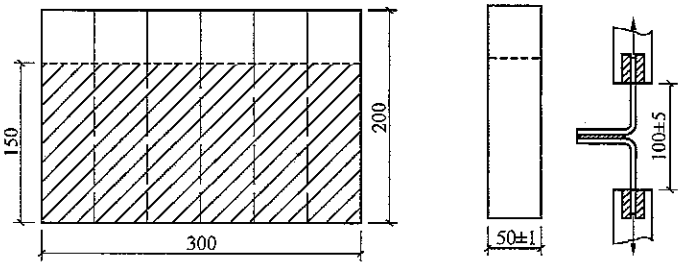
D.2 胶粘剂的剥离性能试验方法

D.2.1 试样制备应符合下列规定：

1 防水卷材表面处理和胶粘剂的使用方法，均按生产企业提供的技术要求进行；试样粘合时应用手辊反复压实，排除气泡。

2 卷材—卷材剥离强度试样应将与胶粘剂配套的卷材纵向裁取300mm×200mm试片2块，按图D.2.1（a）所示，用胶

剂进行粘合，在粘合的试样上截取5个宽度为（50±1）mm的试件。



图D.2.1 卷材—卷材剥离强度试样及试验

D.2.2 试验条件应按本规定第D.1.2条的规定执行。

D.2.3 试验程序应符合下列规定：

1 将试件未胶接一端分开，试件应稳固地放入拉伸试验机的夹具中，试件的纵向轴线应与拉伸试验机、夹具的轴线重合。夹具内侧间距宜为（100±5）mm，试件不应承受预荷载，如图D.2.1（b）所示。

2 在标准试验条件下，拉伸试验机应以（100±10）mm/min的拉伸速度将试件分离。

3 试验结果应连续记录直至试件分离，并应在报告中说明破坏形式，即粘附破坏、内聚破坏或卷材破坏。

D.2.4 试验结果应符合下列规定：

1 每个试件应从剥离力和剥离长度的关系曲线上记录最大的剥离力，并按式（D.2.4）计算最大剥离强度。

$$\sigma_T = F/B \qquad \text{(D.2.4)}$$

式中：σ_T——最大剥离强度（N/50mm）；

F——最大的剥离力（N）；

B——试件粘合面宽度50mm。

2 计算试验结果时，应舍去试件距拉伸试验机夹具10mm范围内的破坏及从拉伸试验机夹具中滑移超过2mm的数据，用

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

备用试件重新试验。

3 每个试件在至少 100mm 剥离长度内，由作用于试件中间 1/2 区域内 10 个等分点处的剥离力的平均值，计算平均剥离强度。

4 试验结果应以每组 5 个试件的算术平均值表示。

D.3 胶粘带的剪切性能试验方法

D.3.1 试样制备应符合下列规定：

1 防水卷材试样应沿卷材纵向裁取尺寸 150mm×25mm，胶粘带宽度不足 25mm，按胶粘带宽度裁样。

2 双面胶粘带拉伸剪切强度试样应用丙酮等适用的溶剂清洁基材的粘结面。从三卷双面胶粘带上分别取试样，尺寸为 100mm×25mm。按图 D.3.1 将胶粘带试样无隔离纸的一面粘贴在防水卷材上。揭去胶粘带试样上的隔离纸，在防水卷材的胶粘带试样的另一面粘贴防水卷材，然后用压辊反复滚压 3 次。

3 按上述方法制备防水卷材试样 5 个。

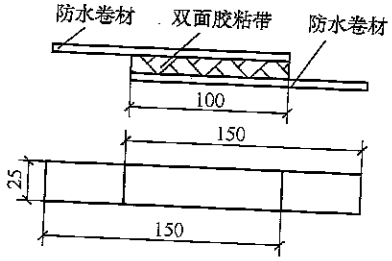


图 D.3.1 双面胶粘带拉伸剪切强度试样

D.3.2 试验条件应符合下列规定：

1 标准试验条件应为温度（23±2）℃和相对湿度（30～70）%。

2 拉伸试验机应有足够的承载能力，不应小于 2000N，夹具拉伸速度为（100±10）mm/min，夹持宽度不应小于 50mm，并配有记录装置。

3 压辊质量为（2000±50）g，钢轮直径×宽度为 84mm×45mm，包覆橡胶硬度（邵尔 A 型）为 80°±5°，厚度为 6mm；

4 试样应在标准试验条件下放置至少 20h。

D.3.3 试验程序应按本规范第 D.1.3 条的规定执行。

D.3.4 试验结果应按本规范第 D.1.4 条的规定执行。

D.4 胶粘带的剥离性能试验方法

D.4.1 试样制备应符合以下规定：

1 防水卷材试样应沿卷材纵向裁取尺寸 150mm×25mm，胶粘带宽度不足 25mm，按胶粘带宽度裁样。

2 双面胶粘带剥离强度试样应用丙酮等适用的溶剂清洁基材的粘结面。从三卷双面胶粘带上分别取试样，尺寸为 100mm×25mm。按图 D.4.1 将胶粘带试样无隔离纸的一面粘贴在防水卷材上。揭去胶粘带试样上的隔离纸，在防水卷材的胶粘带试样的另一面粘贴防水卷材，然后用压辊反复滚压 3 次。

3 按上述方法制备防水卷材试样 5 个。

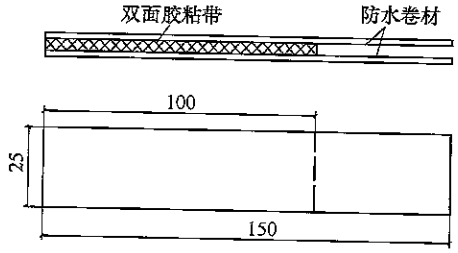


图 D.4.1 双面胶粘带剥离强度试样

D.4.2 试验条件应按本规范第 D.3.2 条的规定执行。

D.4.3 试验程序应按本规范第 D.2.3 条的规定执行。

D.4.4 试验结果应按本规范第 D.2.4 条的规定执行。

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

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：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

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

引用标准名录

1 《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046
2 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
3 《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081
4 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082
5 《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107
6 《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
7 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
8 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
9 《混凝土结构耐久性设计规范》GB 50476
10 《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046
11 《混凝土用水标准》JGJ 63
12 《建筑防水涂料中有害物质限量》JC 1066

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

中华人民共和国国家标准

地下防水工程质量验收规范

GB 50208－2011

条 文 说 明

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

修订说明

《地下防水工程质量验收规范》GB 50208－2011 经住房和城乡建设部 2011 年 4 月 2 日以第 971 号公告批准、发布。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《地下防水工程质量验收规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目　次

1　总则 …… 87
2　术语 …… 89
3　基本规定 …… 90
4　主体结构防水工程 …… 97
4.1　防水混凝土 …… 97
4.2　水泥砂浆防水层 …… 106
4.3　卷材防水层 …… 110
4.4　涂料防水层 …… 116
4.5　塑料防水板防水层 …… 119
4.6　金属板防水层 …… 123
4.7　膨润土防水材料防水层 …… 124
5　细部构造防水工程 …… 128
5.1　施工缝 …… 128
5.2　变形缝 …… 129
5.3　后浇带 …… 132
5.4　穿墙管 …… 133
5.5　埋设件 …… 134
5.6　预留通道接头 …… 135
5.7　桩头 …… 136
5.8　孔口 …… 136
5.9　坑、池 …… 137
6　特殊施工法结构防水工程 …… 138
6.1　锚喷支护 …… 138
6.2　地下连续墙 …… 141
6.3　盾构隧道 …… 142

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

6.4 沉井 …… 147
6.5 逆筑结构 …… 148
7 排水工程 …… 149
7.1 渗排水、盲沟排水 …… 149
7.2 隧道排水、坑道排水 …… 151
7.3 塑料排水板排水 …… 154
8 注浆工程 …… 156
8.1 预注浆、后注浆 …… 156
8.2 结构裂缝注浆 …… 159
9 子分部工程质量验收 …… 163

1 总 则

1.0.1 随着地下空间的开发利用，地下工程的埋置深度愈来愈深，工程所处的水文地质条件和环境条件愈来愈复杂，地下工程渗漏水的情况时有发生，严重影响了地下工程的使用功能和结构耐久性。为进一步适应我国地下工程建设的需要，促进防水材料和防水技术的发展，遵循“材料是基础，设计是前提，施工是关键”，确保地下防水工程质量，特编制本规范。

由于我国目前尚未制定有关建筑防水设计的通用标准，而现行的《地下工程防水技术规范》GB 50108－2008 中，含有一定的施工、设计内容，为了更好地与其配套使用，本规范仍保留原规范《地下防水工程质量验收规范》的名称。

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

地下工程是建造在地下或水底以下的工程建筑物和构筑物，包括各种工业、交通、民用和军事等地下建筑工程。房屋建筑地下工程是指住宅建筑、公共建筑、文教建筑、商业建筑、旅游建筑、交通建筑和各类工业建筑等地下室结构和基础；市政隧道是指修建在城市地下用作敷设各种市政设施地下管线的隧道以及城市公路隧道、城市人行隧道等工程；防护工程是指为战时防护要求而修建的国防和人防工程，如人员掩蔽工事、作战指挥部、军用地下工厂和仓库等工程，有一些地下商业街、地下车库、地下影剧院也可用于战时的人民防空工事；地下铁道是指城市地铁车站和连接各车站的区间隧道。

1.0.3 根据原建设部《建设领域推广应用新技术管理规定》部令第 109 号文件精神，发布建设工程中推广应用新技术和限制、禁止使用落后的技术。对采用性能、质量可靠的新型防水材料和

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

相应的施工技术等科技成果，必须经过科技成果鉴定、评估或新产品、新技术鉴定，并应制定相应的技术标准。同时，强调新技术、新材料、新工艺需经工程实践检验，符合有关安全及功能要求的才能得到推广应用。

1.0.4 安全与劳动防护和环境保护，已成为当前全社会不可忽视的问题。在防水工程中，不得采用现行《职业性接触毒物危害程度分级》GBZ 230 中划分为Ⅲ级以上毒物的材料。当配制和使用有毒材料时，现场必须采取通风措施，操作人员必须佩戴劳保用品；有毒材料和挥发性材料应密封储存，妥善保管。

目前，在原建设部《建设事业“十一五”推广应用和限制、禁止使用技术》第 659 号公告中，已经明确以下禁用产品：S 型聚氯乙烯防水卷材、焦油型聚氨酯防水涂料、水性聚氯乙烯焦油防水涂料、焦油型聚氯乙烯建筑防水接缝材料。由国家发展和改革委员会发布的《建筑防水涂料中有害物质限量》JC 1066－2008 和《沥青基防水卷材用基层处理剂》JC/T 1069－2008，对建设工程中预防和控制建筑材料产生的环境污染，保障公民健康和维护公共利益，提出了规范性规定。

1.0.5 本条是根据住房和城乡建设部《关于印发〈工程建设标准编写规定〉的通知》（建标［2008］182 号）的规定，采用了“地下防水工程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”典型用语。

2 术　　语

根据住房和城乡建设部印发建标［2008］182 号通知精神，在《工程建设标准编写规定》第二十三条中明确规定：标准中采用的术语和符号，当现行标准中尚无统一规定，且需要给出定义或涵义时，可独立成章，集中列出。按照这一规定，本次修订时将本规范中尚未在其他国家标准、行业标准中规定的术语单独列为本章。

在本规范中涉及地下防水工程质量验收方面的术语有三种情况：

1 在现行国家标准、行业标准中无规定，是本规范首次提出的。

2 虽在国家标准、行业标准中出现过这一术语，但人们比较生疏的。

3 现行的国家标准、行业标准中虽有类似术语，但内容不完全相同。

以上三种类型的术语共 12 条，在本章中一一列入，并给予定义。

卡免建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

3 基本规定

3.0.1 当前，提出一个符合我国地下工程实际情况的防水等级标准是十分必要的。本条是引用《地下工程防水技术规范》GB 50108－2008 第 3.2.1 条的内容。

表 3.0.1 地下工程防水等级标准的依据：

1 防水等级为一级的工程，按规定是不允许渗水的，但结构内表面并不是没有地下水渗透现象。由于渗水量极小，且随时被正常的人工通风所带走，当渗水量小于蒸发量时，结构表面往往不会留存湿渍，故对此不作量化指标的规定。

2 防水等级为二级的工程，按规定是不允许有漏水，结构表面可有少量湿渍。关于地下工程渗漏水检测，在房屋建筑和其他地下工程中，对总湿渍面积占总防水面积的比例以及任意 $100m^2$ 防水面积上的湿渍处和单个湿渍最大面积都作了量化指标的规定；考虑到国外的有关隧道等级标准，我国防水等级为二级的隧道工程已按国际惯例采用渗水量单位“$L/(m^2 \cdot d)$”，并对平均渗水量和任意 $100m^2$ 防水面积上的渗水量作出量化指标的规定。

3 防水等级为三级的工程，按规定允许有少量漏水点，但不得有线流和漏泥砂。在地下工程中，顶部或拱顶的渗漏水一般为滴水，而侧墙则多呈流挂湿渍的形式。为了便于工程验收，对任意 $100m^2$ 防水面积上的漏水或湿渍点数以及单个漏水点的最大漏水量、单个湿渍的最大面积都作了量化指标的规定。

4 防水等级为四级的工程，按规定允许有漏水点，但不得有线流和漏泥砂。根据德国 STUVA 防水等级中关于 100m 区间的渗漏水量是 10m 区间的 1/2 及 1m 区间的 1/4 的规定，我国地下工程采用任意 $100m^2$ 防水面积上的漏水量为整个工程平均漏水量的 2 倍。

3.0.2 本条是引用《地下工程防水技术规范》GB 50108－2008 第 3.3.1 条的内容。本条表 3.0.1-1 和表 3.0.1-2 虽保留了原规范的基本内容，但在主体或衬砌结构中增加了膨润土防水材料，在施工缝中增加了预埋注浆管和水泥基渗透结晶型防水涂料等防水设防。

本条规定了地下工程的防水设防要求，主要包括主体或衬砌结构和细部构造两个部分。目前，工程采用防水混凝土结构的自防水效果尚好，而细部构造特别是在施工缝、变形缝、后浇带等处的渗漏水现象最为普遍。明挖法或暗挖法地下工程的防水设防，主体或衬砌结构应首先选用防水混凝土，当工程防水等级为一级时，应再增设一至两道其他防水层；当工程为二级时，应再增设一道其他防水层；对于施工缝、后浇带、变形缝，应根据不同防水等级选用不同的防水措施，防水等级越高，拟采用的措施越多。我们从表 3.0.2-1 和表 3.0.2-2 得知，在防水混凝土结构或衬砌的迎水面全外包柔性防水层，形成一个整体全封闭的防水体系，理应使整个工程防水功能得到很大提高，但实际情况往往并非如此。在调研过程中，专家和施工单位反映了以下两种情况：一是由于基层干燥，在冷粘法粘贴合成高分子防水卷材或热熔法粘贴高聚物改性沥青防水卷材时，卷材与基层不能良好粘结，一旦成品保护或施工不当，会在防水结构与柔性防水层之间出现窜水渗漏，导致工程失效；二是长期以来，人们认为混凝土收缩是水泥固有的缺点，裂缝是难以避免的，随着地下工程的不断加深和超长发展，设计多采用变形缝或后浇带，处理不当会增加日后工程渗漏水隐患。为此，近年来我国包括防水材料生产企业在内的防水工程界人士，研发了预铺式反粘卷材防水系统、聚乙烯丙纶卷材与聚合物水泥防水胶粘料复合防水技术、钠基膨润土防水毯应用技术等新材料、新技术、新工艺，充分发挥了工程结构的整体防水功能。建设部科技发展促进中心发布的 2006 年全国建筑行业科技成果推广项目“FS101、FS102 刚性复合防水

卡兔建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

技术”，主要由 FS101 的防水砂浆和 FS102 防水混凝土复合而成的刚性防水系统，采用可提高水泥凝胶密实性的特种外加剂材料，具有减小收缩、控制开裂和良好的抗渗性能，从而减少变形缝或后浇带的设置，满足工程防水且与结构寿命相同。预埋注浆管也是近年来处理施工缝漏水的新增措施，解决了工程接缝部位薄弱环节的渗漏水问题，即在工程接缝部位的混凝土硬化完成后，通过预埋的注浆管向接缝内注入浆液加以封堵，形成一道防水设防，在强化接缝防水功能和接缝维修堵漏中得到广泛使用。

综上所述，地下工程的防水设计和施工，应符合“防、排、截、堵相结合，刚柔相济，因地制宜，综合治理”的原则。在选用地下工程防水设防时，不得按两表生搬硬套，应根据结构特点、使用年限、材料性能、施工方法、环境条件等因素合理地使用材料。

3.0.3 防水施工是保证地下防水工程质量的关键，是对防水材料的一次再加工。目前我国一些地区由于使用不懂防水技术的农村副业队或新工人进行防水作业，造成工程渗漏的严重后果。故强调必须建立具有相应资质的专业队伍，施工人员必须经过技术理论与实际操作的培训，并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或防水专业岗位证书。对非防水专业队伍或非从事防水施工的人员，当地质量监督部门应责令其停止施工。

3.0.4 根据建设部（1991）837 号文《关于提高防水工程质量的若干规定》的要求：防水工程施工前，应通过图纸会审，掌握施工图中的细部构造及有关要求。这样，各有关单位既能对防水设计质量把关，又能掌握地下工程防水构造设计的要点，避免在施工中出现差错。同时，施工前还应制定相应的施工方案或技术措施，并按程序经监理单位或建设单位审查批准后执行。

3.0.5 影响建筑工程质量好坏的主要原因之一是建筑材料的质量优劣。由于建筑防水材料品种繁多，性能各异，质量参差不齐，成为大多数业主、工程监督、监理、施工质量管理以及采购人员的一个难题。为此，本条提出了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。

对于防水材料的品种、规格、性能等要求，凡是在地下工程防水设计中有明确规定的，应按设计要求执行；凡是在地下工程防水设计中未作具体规定的，应按现行国家或行业产品标准执行。

3.0.6 产品性能检测报告，是建筑材料是否适用于建设工程或正常在建设市场流通的合法通行证，也是工程质量预控制且符合工程设计要求的主要途径之一。对产品性能检测报告的准确判别十分重要，万一误判会给建设工程质量埋下隐患或造成工程事故。为此，对本条作如下说明：

1 防水材料必须送至经过省级以上建设行政主管部门资质认可和质量技术监督部门计量认证的检测单位进行检测。

2 检查人员必须按防水材料标准中组批与抽样的规定随机取样。

3 检查项目应符合防水材料标准和工程设计的要求。

4 检测方法应符合现行防水材料标准的规定，检测结论明确。

5 检测报告应有主检、审核、批准人签章，盖有“检测单位公章”和“检测专用章”。复制报告未重新加盖“检测单位公章”和“检测专用章”无效。

6 防水材料企业提供的产品出厂检验报告是对产品生产期间的质量控制，产品型式检验的有效期宜为一年。

3.0.7 材料进场验收是把好材料合格关的重要环节，本条给出了防水材料进场验收的具体规定。

1 第 1、2 款是按照《建设工程监理规范》GB 50319－2000 第 5.4.6 条的规定，专业监理工程师应对承包单位报送的拟建进场工程材料/构配件/设备报审表及其质量证明资料进行审核，并对进场的实物按照委托监理合同约定或有关工程质量管理文件规定的比例，采用平行检验或见证取样方式进行抽检。对未经监理

卡兔建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

人员验收或验收不合格的工程材料/构配件/设备，监理人员应拒绝签认，并应签发监理工程师通知单，书面通知承包单位限期将不合格的工程材料/构配件/设备撤出现场。

2 第3款提到进场防水材料应按本规范附录A和附录B的规定进行抽样检验，并出具材料进场检验报告。原规范提到的抽样复验，有概念上的错误。进场检验是指从材料生产企业提供的合格产品中对外观质量和主要物理性能检验，决不是对不合格产品的复验，故本次修订为抽样检验。

为了做到建设工程质量检查工作的科学性、公正性和正确性，材料进场检验应执行原建设部关于《房屋建筑工程和市政基础设施工程实行见证取样和送检的规定》。

3 第4款是对进场材料抽样检验的合格判定。材料的主要物理性能检验项目全部指标达到标准时，即为合格；若有一项指标不符合标准规定时，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，则判定该批材料合格。需要说明两点：一是检验中若有两项或两项以上指标达不到标准规定时，则判该批产品为不合格；二是检验中若有一项指标达不到标准规定时，允许在受检产品中重新取样进行该项指标复验。

3.0.8 保护环境是我国的一项基本国策，本条提出地下工程使用的防水材料及其配套材料应符合国家有关标准对有害物质限量的规定，不得对周围环境造成污染。在《建筑防水涂料中有害物质限量》JC 1066－2008中，对建筑防水用各类涂料和防水材料配套用的液体材料，按其性质分为水性、反应型和溶剂型建筑防水涂料，分别规定了有害物质限量。

3.0.9 施工过程中建立工序质量的自查、核查和交接检查制度，是实行施工质量过程控制的根本保证。上道工序完成后，应经完成方和后续工序的承接方共同检查并确认，方可进行下一工序的施工。避免了上道工序存在的问题未解决，而被下道工序所覆盖，给防水工程留下质量隐患。因此，本条规定工序或分项工程的质量验收，应在操作人员自检合格的基础上，进行工序之间的

交接检和专职质量人员的检查，检查结果应有完整的记录，然后由监理工程师代表建设单位进行检查和确认。

3.0.10 进行防水结构或防水层施工时，现场应做到无水、无泥浆，这是保证地下防水工程施工质量的一个重要条件。因此，在地下防水工程施工期间，必须做好周围环境的排水和降低地下水位的工作。

排除基坑周围的地面水和基坑内的积水，以便在不带水和泥浆的基坑内进行施工。排水时应注意避免基土的流失，防止因改变基底的土层构造而导致地面沉陷。

为了确保地下防水工程的施工质量，本条规定地下水位应降低至工程底部最低高程500mm以下的位置，并保持已降的地下水位至整个防水工程完成。对于采用明沟排水施工的基坑，可适当放宽规定，但应保持基坑干燥。

3.0.11 在地下工程的防水层施工时，气候条件对其影响是很大的。雨天施工会使基层含水率增大，导致防水层粘结不牢；气温过低时铺贴卷材，易出现开卷时卷材发硬、脆裂，严重影响防水层质量；低温涂刷涂料，涂层易受冻且不成膜；五级风以上进行防水层施工操作，难以确保防水层质量和人身安全。故本条根据不同的材料性能及施工工艺，分别规定了适于施工的环境气温。当防水层施工环境温度不符合规定而又必须施工时，需采取合理的防护措施，满足防水层施工的条件。

3.0.12 根据《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300－2001的规定，确定地下防水工程为地基与基础分部工程中的一个子分部工程。由于地下防水工程包括了主体结构防水工程、细部构造防水工程、特殊施工法结构防水工程、排水工程和注浆工程等主要内容，本条表3.0.12分别对地下防水工程的分项工程给予具体划分，有助于及时纠正施工中出现的质量问题，确保工程质量，也符合施工的实际情况。

3.0.13 按照《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300的规定，分项工程可由一个或若干个检验批组成，检验批可根据质

卡免建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

量控制和专业验收需要按楼层、施工段、变形缝等进行划分。由于原规范未对检验批划分作出规定，给施工质量验收带来不便。为此，本条分别对主体结构防水工程、细部构造防水工程、特殊施工法结构防水工程、排水工程和注浆工程分项工程检验批的划分和每个检验批的抽样检验数量作了规定。

3.0.14 我国对地下工程防水等级标准划分为四级，主要是根据国内工程调查资料和参考国外有关规定，结合地下工程不同的使用规定和我国实际情况，按允许渗漏水量来确定的。本条规定地下防水工程应按工程设计的防水等级标准进行验收，地下工程渗漏水检验与检测应按本规范附录C执行。

4 主体结构防水工程

4.1 防水混凝土

4.1.1 从本规范表3.0.2-1或表3.0.2-2可以看出，防水混凝土是主体结构或衬砌结构的一道重要防线。

防水混凝土在常温下具有较高抗渗性，但抗渗性将会随着环境温度的提高而降低。当温度为100℃时，混凝土抗渗性约降低40%，200℃时约降低60%以上；当温度超过250℃时，混凝土几乎失去抗渗能力，而抗拉强度也随之下降为原强度的66%。为此，本条规定了防水混凝土的最高使用温度不得超过80℃。

本条取消了原规范规定“防水混凝土耐蚀系数不应小于0.8”的规定。这是因为耐蚀系数的提出是20世纪60年代根据在硫酸盐侵蚀介质条件下得出的结论，而近几十年地下工程环境越来越复杂、恶劣，浅层地下水侵蚀介质已有六十多种，每个工程可能受到侵蚀介质的种类及其影响也不尽相同。故本条修改为“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》GB 50046和《混凝土结构耐久性设计规范》GB 50476的有关规定”。

4.1.2 关于防水混凝土对水泥品种的选用，原规范规定水泥品种按设计要求选用。由于《通用硅酸盐水泥》GB 175－2007的实施，替代了《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》GB 175－1999、《矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥》GB 1344－1999和《复合硅酸盐水泥》GB 12958－1999三个标准。根据通用硅酸盐水泥的定义：以硅酸盐水泥熟料和适量的石膏及规定的混合材料制成的水硬性胶凝材料。其中混合材料应包括粒化高炉矿渣、粒化高炉矿渣粉、粉煤灰、火山灰质混合材料。从《通用硅酸盐水泥》标准可以看到：硅酸盐水泥掺有混合

卡兔建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

材料不足5%，普通硅酸盐水泥掺有混合材料为5%～20%，而矿渣硅酸盐水泥允许掺有20%～70%的粒化高炉矿渣粉；火山灰质硅酸盐水泥允许掺有20%～40%的火山灰质混合材料；粉煤灰硅酸盐水泥允许掺有20%～40%的粉煤灰。同时，随着混凝土技术的发展，目前将用于配制混凝土的硅酸盐水泥及粉煤灰、磨细矿渣、硅粉等矿物掺合料总称为胶凝材料。为了简化混凝土配合比设计，本条规定了“水泥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”。也就是说，通过试验确定其配合比，以确保防水混凝土的质量。

在受侵蚀性介质作用时，可以根据侵蚀介质的不同，选择相应的水泥品种或矿物掺合料。

4.1.3 对本条说明如下：

1 砂、石含泥量多少，直接影响到混凝土的质量，同时对混凝土抗渗性能影响很大。特别是泥块的体积不稳定，干燥时收缩、潮湿时膨胀，对混凝土有较大的破坏作用。因此防水混凝土施工时，对骨料含泥量和泥块含量均应严格控制。

2 海砂中含有氯离子，会引起混凝土中钢筋锈蚀，会对混凝土结构产生破坏。在没有河砂时，应对海砂进行处理后才能使用，本条增加了“不宜使用海砂”的规定。依据《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52－2006，采用海砂配置混凝土时，其氯离子含量不应大于0.06%，以干砂的质量百分率计。

3 地下工程长期受地下水、地表水的侵蚀，且水泥和外加剂中将难以避免具有一定的含碱量。若混凝土的粗细骨料具有碱活性，容易引起碱骨料反应，影响结构的耐久性，因此本条还增加了“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”的规定。

4.1.4 粉煤灰的质量要求应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596的有关规定；硅粉的质量要求应符合现行国家标准《高强高性能混凝土用矿物外加剂》GB/T 18736的有关规定。

4.1.6 外加剂是提高防水混凝土的密实性的手段之一。现在国内外加剂种类很多，只对其质量标准作出规定很难保证工程质量。选用外加剂时，其品种、掺量应根据混凝土所用胶凝材料经试验确定。对于耐久性要求较高或寒冷地区的地下工程混凝土，宜采用引气剂或引气型减水剂，以改善混凝土拌合物的和易性，增加黏滞性，减少分层离析和沉降泌水，提高混凝土的抗渗、抗冻融循环、抗侵蚀能力等耐久性能。绝大部分减水剂，有增大混凝土收缩的副作用，这对混凝土抗裂防水显然不利，因此应考虑外加剂对硬化混凝土收缩性能的影响，选用收缩率更低的外加剂。

外加剂材料组成中有的是工业产品、废料，有的可能是有毒的，有的会污染环境。因此规定外加剂在混凝土生产和使用过程中，不能损害人体健康和污染环境。

4.1.7 防水混凝土配合比设计应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的有关规定，同时应满足以下要求：

1 考虑到施工现场与试验室条件的差别，试配要求的抗渗水压力值应比设计抗渗等级的规定压力值提高0.2MPa，以保证防水混凝土所确定的配合比在验收时有足够的保证率。试配时，应采用水灰比最大的配合比作抗渗试验，其试验结果应符合式（1）规定。

$$P_t \geqslant P/10 + 0.2 \tag{1}$$

式中：P_t——6个试件中4个未出现渗水时的最大水压值（MPa）；

P——设计规定的抗渗等级。

2 随着混凝土技术的发展，现代混凝土的设计理念也在更新。尽可能减少硅酸盐水泥用量，而以一定数量的粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、硅粉等矿物活性掺合料代替。它们的加入可改善砂子级配，补充天然砂中部分小于0.15mm的颗粒，填充混凝土部分孔隙，使混凝土在获得所需的抗压强度的同时，提高混凝土的密实性和抗渗性。

掺入粉煤灰等活性掺合料，还可以减少水泥用量，降低水化

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

热，防止和减少混凝土裂缝的产生，使混凝土获得良好的耐久性、抗渗性、抗化学侵蚀及抗裂性能。但是随着上述细粉料的增加，混凝土强度随之下降，因此对其品种和掺量必须严格控制，并应通过试验确定。粉煤灰和粒化高炉矿渣粉，其质量应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 和《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 的有关规定。本次修订对水泥及粉煤灰等活性掺合料用量作了新的规定。

3 除水泥外，粉煤灰等其他胶凝材料也具有不同程度的活性，其活性的激发，同样依赖于足够的水。因此本条以胶凝材料的用量取代了传统的水泥用量，并以水胶比取代传统的水灰比。拌合物的水胶比对硬化混凝土孔隙率大小和数量起决定性作用，直接影响混凝土结构的密实性。水胶比越大，混凝土中多余水分蒸发后，形成孔径为 50μm～150μm 的毛细孔等开放的孔隙也就越多，这些孔隙是造成混凝土抗渗性降低的主要原因。

从理论上讲，在满足胶凝材料完全水化及润湿砂石所需水量的前提下，水胶比越小，混凝土密实性越好，抗渗性和强度也就越高。但水胶比过小，混凝土极难振捣和拌合均匀，其抗渗性和密实性反而得不到保证。随着外加剂技术的发展，减水剂已成为混凝土不可缺少的组分之一，掺入减水剂后可适量减少混凝土的水胶比，而防水功能并不降低。

综上所述，本次修订将原规范“水灰比不得大于 0.55”修改为“水胶比不得大于 0.5”。当有侵蚀性介质或矿物掺合料掺量较大时，水胶比不宜大于 0.45，以使得粉煤灰等矿物掺合料的作用较为充分发挥，提高防水混凝土密实性，以确保防水混凝土的耐侵蚀性和抗渗性能。

4 砂率对抗渗性有明显的影响。砂率偏低时，由于砂子数量不足而水泥和水的含量高，混凝土往往出现不均匀及收缩大的现象，抗渗性较差；而砂率偏高时，由于砂子过多，拌合物干涩而缺乏粘结能力，混凝土密实性差，抗渗能力下降。实践证明，

35%～45%砂率最为适宜。

5 灰砂比对抗渗性也有明显影响。灰砂比为 1∶1～1∶1.5 时，由于砂子数量不足而水泥和水的含量高，混凝土往往出现不均匀及收缩大的现象，混凝土抗渗性较差；灰砂比为 1∶3 时，由于砂子过多，拌合物干涩而缺乏粘结能力，混凝土密实性差，抗渗能力下降。因此，灰砂比为 1∶2～1∶2.5 时最为适宜。

6 氯离子含量高会导致混凝土的钢筋锈蚀，是影响混凝土结构耐久性的主要危害因素之一，应引起足够的重视。根据国内外资料和标准规范规定，氯离子含量不超过胶凝材料总量的 0.1%，不会导致钢筋锈蚀。

4.1.8 本条考虑到目前在地下工程中大量采用预拌混凝土泵送施工的需要，对预拌混凝土的坍落度作出具体规定。工程实践中，泵送混凝土的坍落度是按《混凝土泵送技术规程》JGJ/T 10－95 表 3.2.4-1 不同泵送高度入泵时混凝土坍落度选用的，对地下工程来说坍落度偏高并没有必要。施工时，为了达到较高的坍落度，往往采用掺加外加剂或提高水灰比的方法，前者会增加工程造价，后者可能降低混凝土的防水性能。经征求意见，本条修改为“入泵坍落度宜控制在 120mm～160mm，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”。

泵送混凝土配合比设计应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ/T 55 的有关规定；泵送混凝土试配时规定的坍落度值应按式（2）计算。

$$T_t = T_p + \Delta T \tag{2}$$

式中：T_t——试配时规定的坍落度值（mm）；

T_p——入泵时规定的坍落度值（mm）；

ΔT——试验测得在预计时间内的坍落度经时损失值。

4.1.9 本条对混凝土拌制和浇筑过程控制作了具体规定，并增加了混凝土入泵时的坍落度允许偏差规定。

1 规定了各种原材料的计量标准，避免由于计量不准确或偏差过大而影响混凝土配合比的准确性，确保混凝土的匀质性、

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

抗渗性和强度等技术性能。

2 拌合物坍落度的大小，对拌合物施工性及硬化后混凝土的抗渗性和强度有直接影响，因此加强坍落度的检测和控制是十分必要的。

由于混凝土输送条件和运距的不同，掺入外加剂后引起混凝土的坍落度损失也会不同。规定了坍落度允许偏差，减少和消除上述各种不利因素影响，保证混凝土具有良好的施工性。

3 混凝土入泵时的坍落度允许偏差是泵送混凝土质量控制的重要内容，并规定了混凝土入泵坍落度在交货地点按每工作班至少检查两次。本条表 4.1.9-3 是根据现行国家标准以及我国泵送施工经验确定的。

4 针对施工中遇到坍落度不满足规定时随意加水的现象，作了严禁直接加水的规定。随意加水将改变原有规定的水灰比，水灰比的增大不仅影响混凝土的强度，而且对混凝土的抗渗性影响极大，将会引起渗漏水的隐患。

4.1.10 本条针对防水混凝土抗压强度试件的取样频率与留置组数要求，应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。同时，本条还对混凝土抗压强度试验方法和混凝土强度评定作出了规定。

4.1.11 防水混凝土不宜采用蒸汽养护。采用蒸汽养护会使毛细管因经受蒸汽压力而扩张，造成混凝土的抗渗性急剧下降，故防水混凝土的抗渗性能必须以标准条件下养护的抗渗试件作为依据。

随着地下工程规模的日益扩大，混凝土浇筑量大大增加。近十年来地下室 3 层～4 层的工程并不罕见，有的工程仅底板面积即达 1 万平方米。如果抗渗试件留设组数过多，必然造成工作量太大、试验设备条件不够、所需试验时间过长；即使试验结果全部得出，也会因不及时而失去意义，给工程质量造成遗憾。为了比较真实地反映防水工程混凝土质量情况，规定每 500m³ 留置一组抗渗试件，且每项工程不得少于两组。

按《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082－2009 的规定，混凝土抗水渗透性能是通过逐级施加压力来测定混凝土抗渗等级的。混凝土抗渗等级应以每组 6 个试件中有 4 个试件未出现渗水时的最大水压力乘以 10 来确定，并应按式（3）计算。

$$P = 10H - 1 \tag{3}$$

式中：P——混凝土抗渗等级；

H——6 个试件中有 3 个试件渗水时的水压力（MPa）。

4.1.12 大体积防水混凝土内部的热量不如表面热量散失得快，容易造成内外温差过大，所产生的温度应力使混凝土开裂。一般混凝土的水泥水化热引起的混凝土温度升值与环境温度差值大于 25℃时，所产生的温度应力有可能大于混凝土本身的抗拉强度，造成混凝土的开裂。大体积混凝土施工时，除精心做好配合比设计、原材料选择外，一定要重视现场施工组织、现场检测等工作。加强温度监测，随时控制混凝土内部的温度变化，将混凝土中心温度与表面温度的差值控制在 25℃以内，使表面温度与大气温度差不超过 20℃，并及时进行保温保湿养护，使混凝土硬化过程中产生的温差应力小于混凝土本身的抗拉强度，避免混凝土产生贯穿性的有害裂缝。

大体积防水混凝土施工时，为了减少水泥水化热，推迟放热高峰出现的时间，往往掺加部分粉煤灰等胶凝材料替代水泥。由于粉煤灰的水化反应慢，混凝土强度上升较普通混凝土慢。因此可征得设计单位同意，将大体积混凝土 60d 或 90d 的强度作为验收指标。

4.1.13 本条对防水混凝土分项工程检验批的抽样检验数量作出规定。

4.1.14 防水混凝土所用的水泥、砂、石、水、外加剂及掺合料等原材料的品质，配合比的正确与否及坍落度大小，都直接影响防水混凝土的密实性、抗渗性，因此必须严格控制，以符合设计要求。在施工过程中，应检查产品合格证书、产品性能检测报

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

告，计量措施和材料进场检验报告。

4.1.15 防水混凝土与普通混凝土配制原则不同，普通混凝土是根据所需强度要求进行配制的，而防水混凝土则是根据工程设计所需抗渗等级要求进行配制。通过调整配合比，使水泥砂浆除满足填充和粘结石子骨架作用外，还在粗骨料周围形成一定数量良好的砂浆包裹层，从而提高混凝土抗渗性。

作为防水混凝土首先必须满足设计的抗渗等级要求，同时适应强度要求。一般能满足抗渗要求的混凝土，其强度往往会超过设计要求。

4.1.16 对本条说明如下：

1 防水混凝土应连续浇筑，宜少留施工缝，以减少渗水隐患。墙体上的垂直施工缝宜与变形缝相结合。墙体最低水平施工缝应高出底板表面不小于300mm，距墙孔洞边缘不应小于300mm，并避免设在墙体承受剪力最大的部位。

2 变形缝应考虑工程结构的沉降、伸缩的可变性，并保证其在变化中的密闭性，不产生渗漏水现象。变形缝处混凝土结构的厚度不应小于300mm，变形缝的宽度宜为20mm～30mm。全埋式地下防水工程的变形缝应为环状；半地下防水工程的变形缝应为U字形，U字形变形缝的设计高度应超出室外地坪500mm以上。

3 后浇带采用补偿收缩混凝土、遇水膨胀止水条或止水胶等防水措施，补偿收缩混凝土的抗压强度和抗渗等级均不得低于两侧混凝土。

4 穿墙管道应在浇筑混凝土前预埋。当结构变形或管道伸缩量较小时，穿墙管可采用主管直接埋入混凝土内的固定式防水法；当结构变形或管道伸缩量较大或有更换要求时，应采用套管式防水法。穿墙管线较多时宜相对集中，采用封口钢板式防水法。

5 埋设件端部或预留孔、槽底部的混凝土厚度不得小于250mm；当厚度小于250mm时，应采取局部加厚或加焊止水钢

板的防水措施。

4.1.17 地下防水工程除主体采用防水混凝土结构自防水外，往往在其结构表面采用卷材、涂料防水层，因此要求结构表面应做到坚实和平整。防水混凝土结构内的钢筋或绑扎钢丝不得触及模板，固定模板的螺栓穿墙结构时必须采取防水措施，避免在混凝土结构内留下渗漏水通路。

地下铁道、隧道结构埋设件和预留孔洞多，特别是梁、柱和不同断面结合等部位钢筋密集，施工时必须事先制定措施，加强该部位混凝土振捣密实，保证混凝土质量。

防水混凝土结构上埋设件应准确，其允许偏差：预埋螺栓中心线位置为2mm，外露长度为+10mm，0；预留孔、槽中心线位置为10mm，截面内部尺寸为+10mm，0。拆模后结构尺寸允许偏差：预埋件中心线位置为10mm，预埋螺栓和预埋管为5mm；预留孔、槽中心线位置为15mm。上述要求均按照现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定执行。

4.1.18 工程渗漏水的轻重程度主要取决于裂缝宽度和水头压力，当裂缝宽度在0.1mm～0.2mm左右、水头压力小于15m～20m时，一般混凝土裂缝可以自愈。所谓“自愈”是当混凝土产生微细裂缝时，体内的游离氢氧化钙一部分被溶出且浓度不断增大，转变成白色氢氧化钙结晶，氢氧化钙与空气中的二氧化碳发生碳化作用，形成白色碳酸钙结晶沉积在裂缝的内部和表面，最后裂缝全部愈合，使渗漏水现象消失。基于混凝土这一特性，确定地下工程防水混凝土结构裂缝宽度不得大于0.2mm，并不得贯通。

4.1.19 对本条说明如下：

1 防水混凝土除了要求密实性好、开放孔隙少、孔隙率小以外，还必须具有一定厚度，从而可以延长混凝土的透水通路，加大混凝土的阻水截面，使得混凝土不发生渗漏。综合考虑现场施工的不利条件及钢筋的引水作用等诸因素，防水混凝土结构的

卡免建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

厚度不应小于250mm，本次修订将原规范“其允许偏差为+15mm、-10mm”修改为“其允许偏差为+8mm、-5mm”，以便与现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204规定一致。

2 钢筋保护层通常是指主筋的保护层厚度。由于地下工程结构的主筋外面还有箍筋，箍筋处的保护层厚度较薄，加之水泥固有收缩的弱点以及使用过程中受到各种因素的影响，保护层处混凝土极易开裂，地下水沿钢筋渗入结构内部，故迎水面钢筋保护层必须具有足够的厚度。

钢筋保护层的厚度，对提高混凝土结构的耐久性、抗渗性极为重要。据有关资料介绍，当保护层厚度分别为40mm、30mm、20mm时，钢筋产生移位或保护层厚度发生负偏差时，5mm的误差就能使钢筋锈蚀的时间分别缩短24%、30%、44%，可见，保护层越薄其受到的损害越大。因此，规范规定：“主体结构迎水面钢筋保护层厚度不应小于50mm”，本次修订将原规范“其允许偏差为±10mm”修改为“其允许偏差应为±5mm”，以确保负偏差时保护层的厚度。

4.2 水泥砂浆防水层

4.2.1 防水砂浆分为掺有外加剂或掺合料的防水砂浆和聚合物水泥防水砂浆两大类，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。水泥防水砂浆系刚性防水材料，适应基层变形能力差，不适用于持续振动或温度大于80℃的地下工程。一些具有防腐蚀功能的聚合物水泥防水砂浆，常温下可用于化工大气和腐蚀性水作用的部位，也可用于浓度不大于2%的酸性介质或中等浓度以下的碱性介质和盐类介质作用的部位。因此，环境具有腐蚀性的地下工程，可根据介质、浓度、温度和作用条件等因素，综合确定选用聚合物水泥防水砂浆。防腐蚀工程的设计、选材、施工及验收可参照现行标准《聚合物水泥砂浆防腐蚀工程技术规程》CECS 18、《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046、

《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212、《建筑防腐蚀工程施工质量验收规范》GB 50224等有关规定。

4.2.2 随着防水技术的进步，普通水泥砂浆已逐渐被掺加外加剂、掺合料或聚合物乳液的防水砂浆所取代；由于防水砂浆施工工艺更简便，防水效果更可靠，因此本条取消了普通水泥砂浆防水层的规定。

聚合物水泥防水砂浆是以水泥、细骨料为主要原材料，以聚合物和添加剂等为改性材料并以适当配比混合而成的，产品分为干粉类和乳液类，其物理性能应符合现行行业标准《聚合物水泥防水砂浆》JC/T 984的有关规定。

4.2.3 对本条说明如下：

1 水泥应使用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或特种水泥，主要根据水泥早强、快硬、防渗、膨胀、抗硫酸盐等性能，适应不同情况的需要。水泥出厂后存放时间不宜过长，有效期不得超过3个月，快硬水泥不得超过1个月。过期或受潮结块水泥不得使用，必要时需经过检验后确定。

2 砂宜采用中砂，粒径大于3mm的颗粒应在使用前筛除。砂的颗粒应坚硬、粗糙、洁净，同时砂中不得含有垃圾和草根等有机杂质。砂中含泥量、硫化物和硫酸盐含量均应符合高强度混凝土用砂的规定。

3 一般能饮用的自来水和天然水，均可用作防水砂浆用水。规定水中不得有影响水泥正常凝结与硬化的有害杂质或油类、糖类等。

4 聚合物乳液的质量要求应符合现行行业标准《建筑防水涂料用聚合物乳液》JC/T 1017的有关规定。

5 外加剂的质量要求应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119的有关规定。

4.2.4 对本条说明如下：

1 水泥砂浆防水层的基层至关重要。基层表面状态不好、不平整、不坚实、有孔洞和缝隙，就会影响水泥砂浆防水层的均

卡兔建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

匀性及与基层的粘结性。

2 施工前，要对基层仔细处理。表面疏松的石子、浮浆等要先清除干净；如有凹凸不平或蜂窝麻面、孔洞等，应剔除疏松部位，并预先进行修补；埋设件、穿墙管、预留凹槽等细部构造，均是防水工程的薄弱点，需先用反应固化型弹性密封材料嵌填密封处理。

4.2.5 对本条说明如下：

1 施工缝是水泥砂浆防水层的薄弱部位，施工缝接槎不严密及位置留设不当等原因将导致防水层渗漏水。因此水泥砂浆防水层各层应紧密结合，每层宜连续施工；如必须留槎时，应采用阶梯坡形槎，但离开阴阳角处不得小于200mm，接槎要依层次顺序操作，层层搭接紧密。

2 为避免水泥砂浆防水层产生裂缝，在砂浆终凝后约12h～24h要及时进行湿养护。一般水泥砂浆14d强度可达标准强度的80%。

聚合物水泥砂浆防水层应采用干湿交替的养护方法，早期硬化后7d内采用潮湿养护，后期采用自然养护；在潮湿环境中，可在自然条件下养护。聚合物防水砂浆终凝后泛白前，不得洒水养护或雨淋，以防水冲走砂浆中的胶乳而破坏胶网膜的形成。

4.2.6 本条对水泥砂浆防水层分项工程检验批的抽样检验数量作出规定。

4.2.7 在水泥砂浆中掺入各种外加剂、掺合料的防水砂浆，可提高砂浆的密实性、抗渗性，应用已较为普遍。而在水泥砂浆中掺入高分子聚合物配制成具有韧性、耐冲击性好的聚合物水泥砂浆，是近年来国内外发展较快、具有较好防水效果的新型防水材料。

由于外加剂、掺合料和聚合物的质量参差不齐，配制防水砂浆必须根据不同防水工程部位的防水规定和所用材料的特性，提供能满足设计要求的适宜配合比。配制过程中，必须做到原材料的品种、规格和性能符合现行国家标准或行业标准的要求，同时计量应准确，搅拌应均匀，现场抽样检验应符合设计要求。

4.2.8 目前掺入各种外加剂、掺合料和聚合物的防水砂浆品种繁多，给设计和施工单位选用这些材料带来一定的困难。《地下工程防水技术规范》GB 50108－2008第4.2.8条列出了防水砂浆主要性能要求，可以满足设计和施工单位使用。同时规定：掺外加剂、掺合料的防水砂浆，其粘结强度应大于0.6MPa，抗渗性应大于或等于0.8MPa；聚合物水泥防水砂浆，其粘结强度应大于1.2MPa，抗渗性应大于或等于1.5MPa，砂浆浸水168h后材料的粘结强度及抗渗性的保持率应大于或等于80%。又按《聚合物水泥防水砂浆》JC/T 984－2005的规定，粘结强度7d应大于或等于1.0MPa，28d应大于或等于1.2MPa；抗渗压力7d应大于或等于1.0MPa，28d应大于或等于1.5MPa。综上所述，防水砂浆的粘结强度和抗渗性应是进场材料必检项目。

4.2.9 水泥砂浆防水层不宜单独作为一个防水层，而应与基层粘结牢固并连成一体，共同承受外力及压力水的作用。水泥砂浆防水层宜采用分层抹压法施工，水泥砂浆防水层各层之间应紧密贴合，防水层与基层之间必须粘结牢固，无空鼓现象。

由于本次修订将普通水泥砂浆防水层取消，水泥砂浆防水层与基层之间的粘结牢固显得格外重要，故对原条文作了局部修改。

本条检验方法是观察和用小锤轻击检查。在确定水泥砂浆防水层是否有空鼓时，应符合以下规定：一是对单个空鼓面积不大于0.01m²且无裂纹者，一律可不作修补；局部单个空鼓面积大于0.01m²或虽面积不大但裂纹显著者，应予修补。二是对已经出现大面积空鼓的严重缺陷，应由施工单位提出技术处理方案，并经监理或建设单位认可后处理。三是对水泥砂浆防水层经处理的部位，应重新检查验收。

4.2.10 水泥砂浆防水层不同于普通水泥砂浆找平层，在混凝土或砌体结构的基层上宜采用分层抹压法施工，防止防水层的表面产生裂纹、起砂、麻面等缺陷，保证防水层和基层的粘结质量。水泥砂浆铺压面层时，应在砂浆收水后二次压光，使表面坚固密

卡免建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

实、平整；砂浆终凝后，应采取浇水、喷养护剂等手段充分养护，保证砂浆中的水泥充分水化，确保防水层质量。

4.2.11 参见本规范第4.2.5条的条文说明。

4.2.12 水泥砂浆防水层无论是在结构迎水面还是在结构背水面，都具有很好的防水效果。根据防水砂浆的特性和目前应用的实际情况，《地下工程防水技术规范》GB 50108－2008对水泥砂浆防水层的厚度作了规定，掺外加剂或掺合料水泥砂浆防水层厚度宜为18mm～20mm；聚合物水泥砂浆防水层厚度单层施工宜为6mm～8mm，双层施工厚度宜为10mm～12mm。

水泥砂浆防水层的厚度测量，应在砂浆终凝前用钢针插入进行尺量检查，不允许在已硬化的防水层表面任意凿孔破坏。

4.2.13 本条对水泥砂浆防水层表面平整度的允许偏差和检验方法作了规定。

4.3 卷材防水层

4.3.1 本条提出卷材防水层应铺设在主体结构的迎水面，其作用是：1 保护结构不受侵蚀性介质侵蚀；2 防止外部压力水渗入到结构内部引起钢筋锈蚀和碱骨料反应；3 克服卷材与混凝土基面的粘结力小的缺点。一般卷材铺贴采用外防外贴和外防内贴两种施工方法。由于外防外贴法的防水效果优于外防内贴法，所以在施工场地和条件不受限制时一般均采用外防外贴法。

4.3.2 目前国内主要使用的卷材品种是：高聚物改性沥青类防水卷材有SBS、APP、自粘聚合物改性沥青等防水卷材；合成高分子类防水卷材有三元乙丙、聚氯乙烯、聚乙烯丙纶、高分子自粘胶膜等防水卷材。上述材料具有延伸率较大、对基层伸缩或开裂变形适应性较强的特点，适用于地下防水工程。

我国化学建材行业发展较快，卷材种类繁多、性能各异，各类不同的卷材都应有与其配套或相容的基层处理剂、胶粘剂和密封材料。基层处理剂是涂刷在防水层的基层表面，增加防水层与基面粘结强度的涂料，改性沥青防水卷材可采用沥青冷底子油，

合成高分子防水卷材一般采用配套的基层处理剂；卷材的胶粘剂种类很多，胶粘剂应与铺贴的卷材相容。卷材的粘结质量是保证卷材防水层不产生渗漏的关键之一，《地下工程防水技术规范》GB 50108－2008对不同品种卷材粘结质量提出了具体的规定；卷材搭接缝施工质量又是影响防水层质量的关键，合成高分子防水卷材的搭接缝应采用卷材生产厂家配套的专用接缝胶粘剂粘结，并在卷材收头处用相容的密封材料封严。

4.3.3 材料是保证防水工程的基础，一个防水系统除了材料本身合格外，必须考虑防水材料及其辅助材料的匹配性。国内许多防水材料生产企业，一般只提供合格的防水材料或辅助材料，施工单位一般不会考虑是否相互匹配，采购后就直接使用在工程中，影响了工程质量。为了不增加过多的试验费用，在进场材料检验的同时，应按其用途将主材和辅材一并送检，并进行两种材料的剪切性能和剥离性能检验。本条对采用胶粘剂和胶粘带的防水卷材接缝进行粘结质量检验作了具体规定，同时在本规范附录D中提出了以下试验方法：

1 胶粘剂的剪切性能试验方法；
2 胶粘剂的剥离性能试验方法；
3 胶粘带的剪切性能试验方法；
4 胶粘带的剥离性能试验方法。

4.3.4 为了保证卷材与基层的粘结质量，铺贴卷材前应在基层上涂刷或喷涂基层处理剂，基层处理剂应与卷材及其粘结材料相容；基层处理剂施工时应做到均匀一致、不露底，待表面干燥后方可铺贴卷材；当基面潮湿时，为保证防水卷材在较潮湿的基面上的粘结质量，应涂刷湿固化型胶粘剂或潮湿界面隔离剂。

4.3.5 转角处、变形缝、施工缝和穿墙管等部位是地下工程防水施工中的薄弱部位，为保证防水工程质量，规定在这些部位增铺卷材加强层，并规定加强层宽度宜为300mm～500mm。

4.3.6 我国对卷材与卷材的连接要求采用搭接的方式，为了保证防水卷材接缝的粘结质量，本条提出了铺贴各种卷材搭接宽度

卡兔建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

的要求，同时保留原规范“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”的内容。

4.3.7 采用冷粘法铺贴高分子防水卷材时，胶粘剂的涂刷质量对卷材防水层施工质量的影响极大，涂刷不均匀、有堆积或漏涂现象，不但影响卷材的粘结力，还会造成材料的浪费。

不同胶粘剂的性能和施工规定不同，有的可以在涂刷后立即粘贴，有的要待溶剂挥发后粘贴，这些都与气温、湿度、风力等施工环境因素有关，本条提出应控制胶粘剂涂刷与卷材铺贴的间隔时间的原则规定。

卷材搭接缝的粘结质量，关键是搭接宽度和粘结密封性能。卷材接缝部位可采用专用胶粘剂或胶粘带满粘，卷材接缝粘结完成后，规定卷材接缝处用 10mm 宽的密封材料封严，以提高防水层的密封防水性能。

4.3.8 采用热熔法铺贴高聚物改性沥青防水卷材时，用火焰加热器加热卷材必须均匀一致，喷嘴与卷材应保持适当的距离，加热至卷材表面有黑色光亮时方可以粘合。加热时间或温度不够，卷材胶料未完全熔融，会影响卷材接缝的粘结强度和密封性能；加热时间过长或温度过高，会使卷材胶料烧焦或烧穿卷材，从而导致卷材材性下降，防水层质量难以保证。

铺贴卷材时应将空气排出，才能粘贴牢固；滚铺卷材时缝边必须溢出热熔的改性沥青胶料，使接缝粘贴牢固、封闭严密。

4.3.9 采用自粘法铺贴卷材时，首先应将隔离层全部撕净，否则不能实现完全粘贴。为了保证卷材与基面以及卷材接缝粘结性能，在温度较低时宜对卷材和基面采用热风加热施工。

采用这种铺贴工艺，考虑到施工的可靠度、防水层的收缩，以及外力使缝口翘边开缝的可能，规定卷材接缝口用密封材料封严，以提高防水层的密封防水性能。

4.3.10 本条对 PVC 等热塑性卷材的搭接缝采用热风焊机或焊枪进行焊接的施工要点作出规定。

为确保卷材接缝的焊接质量，规定焊接前卷材应铺放平整，搭接尺寸准确，焊接缝结合面的油污、尘土、水滴等附着物擦拭干净后，才能进行焊接施工。同时，焊缝质量与热风加热温度和时间、操作人员的熟练程度关系极大，焊接施工时必须严格控制，焊接处不得出现漏焊、跳焊或焊接不牢等现象。

4.3.11 聚乙烯丙纶卷材复合防水体系，是用聚合物水泥防水胶粘材料，将聚乙烯丙纶卷材粘贴在水泥砂浆或混凝土基层上，共同组成的一道防水层。聚合物水泥防水粘结材料是由聚合物乳液或聚合物再分散性粉末等聚合物材料和水泥为主要材料组成，不得使用水泥原浆或水泥与聚乙烯醇缩合物混合的材料；聚乙烯丙纶卷材应采用聚乙烯成品原生料和一次复合成型工艺生产；聚合物防水胶粘材料应与聚乙烯丙纶卷材配套供应。本条对其施工要点作出了规定。施工时还应符合《聚乙烯丙纶卷材复合防水工程技术规程》CECS 199 的规定。

4.3.12 高分子自粘胶膜防水卷材是在一定厚度的高密度聚乙烯膜面上涂覆一层高分子自粘胶料制成的复合高分子防水卷材，归类于高分子防水卷材复合片树脂类品种 FS_2，其特点是具有较高的断裂拉伸强度和撕裂强度，胶膜的耐水性好，一二级的地下防水工程单层使用时也能达到防水规定的要求。

高分子自粘胶膜防水卷材宜采用预铺反粘法施工。施工时将卷材的高分子胶膜层朝向主体结构空铺在基面上，然后浇筑结构混凝土，使混凝土浆料与卷材胶膜层紧密地结合，防水层与主体结构结合成为一体，从而达到不窜水的效果。卷材的长边采用自粘法搭接，短边采用胶粘带搭接，所用粘结材料必须与卷材相配套。

本条规定了高分子自粘膜防水卷材施工的基本要点，为保证防水工程质量，应选择具有这方面施工经验的单位，并按照该卷材应用技术规程或工法的规定施工。

4.3.13 卷材防水层铺贴完成后应立即做保护层，防止后续施工将其损坏。

卡免建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

顶板防水层上应采用细石混凝土保护层。机械回填碾压时，保护层厚度不宜小于70mm；人工回填土时，保护层厚度不宜小于50mm。条文中规定细石混凝土保护层与防水层之间宜设置隔离层，目的是防止保护层伸缩变形而破坏防水层。

底板防水层上要进行扎筋、支模、浇筑混凝土等工作，因此底板防水层上应采用厚度不小于50mm的细石混凝土保护层。侧墙防水层的保护层可采用聚苯乙烯泡沫塑料板、发泡聚乙烯、塑料排水板等软质保护层，也可采用铺抹30mm厚1∶2.5水泥砂浆保护层。

高分子自粘胶膜防水卷材采用预铺反粘法施工时，可不做保护层。

4.3.14 本条对卷材防水层分项工程检验批的抽样检验数量作出规定。

4.3.15 由于考虑到地下工程使用年限长，质量要求高，工程渗漏维修无法更换材料等特点，防水卷材产品标准中的某些技术指标不能满足地下工程的需要，故本规范附录第A.1节中列出了防水卷材及其配套材料的主要物理性能。

性能指标依据下列产品标准：

1 《弹性体改性沥青防水卷材》GB 18242
2 《改性沥青聚乙烯胎防水卷材》GB 18967
3 《聚氯乙烯防水卷材》GB 12952
4 《三元乙丙橡胶防水卷材》GB 18173.1（代号JL_1）
5 《聚乙烯丙纶复合防水卷材》GB 18173.1（代号FS_2）
6 《高分子自粘胶膜防水卷材》GB 18173.1（代号FS_2）
7 《自粘聚合物改性沥青防水卷材》GB 23441
8 《带自粘层的防水卷材》GB/T 23260
9 《沥青基防水卷材用基层处理剂》JC/T 1069
10 《高分子防水卷材胶粘剂》JC 863
11 《丁基橡胶防水密封胶粘带》JC/T 942

4.3.16 转角处、变形缝、施工缝、穿墙管等部位是防水层的薄弱环节，由于基层后期产生裂缝会导致卷材或涂膜防水层的破

坏，因此本规范第4.3.5条和第4.4.4条第4款已作规定，基层阴阳角应做成圆弧，卷材或涂料防水层在转角处、变形缝、施工缝、穿墙管等部位，应增设卷材或涂料加强层。为保证防水的整体效果，对上述细部构造节点必须精心施工和严格检查，除观察检查外还应检查隐蔽工程验收记录。

4.3.17 实践证明，只有基层牢固和基面干燥、洁净、平整，才能使卷材与基面粘贴牢固，从而保证卷材的铺贴质量。

基层的阴阳角是防水层应力集中的部位，铺贴高聚物改性沥青防水卷材时圆弧半径不应小于50mm，铺贴合成高分子防水卷材时圆弧半径不应小于20mm。

冷粘法铺贴卷材时，卷材接缝口应用与卷材相容的密封材料封严，其宽度不应小于10mm。热熔法铺贴卷材时，接缝部位的热熔胶料必须溢出，并应随即刮封接口使接缝粘结严密。热塑性卷材接缝焊接时，单焊缝搭接宽度应为60mm，有效焊缝宽度不应小于30mm；双焊缝搭接宽度应为80mm，中间应留设10mm～20mm的空腔，每条焊缝有效焊缝宽度不宜小于10mm。

4.3.18 采用外防外贴法铺贴卷材时，应先铺平面，后铺立面，平面卷材应铺贴至立面主体结构施工缝处，交接处应交叉搭接，这个立面交接部位称为接槎。

混凝土结构完成后，铺贴立面卷材时应先将接槎部位的各层卷材揭开，并将其表面清理干净，如卷材有局部损伤，应及时进行修补。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。

4.3.19 本条规定卷材保护层与防水层应结合紧密、厚度均匀一致，是针对主体结构侧墙采用软质保护层和铺抹水泥砂浆保护层时提出来的。

4.3.20 卷材铺贴前，施工单位应根据不同卷材搭接宽度和允许偏差，在现场弹出基准线作为标准去控制施工质量。

卡兔建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

4.4 涂料防水层

4.4.1、4.4.2 地下结构属长期浸水部位，涂料防水层应选用具有良好耐水性、耐久性、耐腐蚀性和耐菌性的涂料。

按地下工程应用防水涂料的分类，有机防水涂料主要包括合成橡胶类、合成树脂类和橡胶沥青类。氯丁橡胶防水涂料、SBS改性沥青防水涂料等聚合物乳液防水涂料，属挥发固化型；聚氨酯防水涂料属反应固化型。

有机防水涂料的特点是达到一定厚度具有较好的抗渗性，在各种复杂基面都能形成无接缝的完整防水膜，通常用于地下工程主体结构的迎水面。但近些年来，随着新材料的不断涌现，有些有机涂料的粘结性、抗渗性均有较大提高，也可用于地下工程主体结构的背水面。

无机防水涂料主要包括掺用外加剂、掺合料的水泥基防水涂料和水泥基渗透结晶型防水涂料。水泥基渗透结晶型防水涂料是一种新型刚性防水材料，与水作用后，材料中含有的活性化学物质通过载体向混凝土内部渗透，在混凝土中形成不溶于水的结晶体，填塞毛细孔道，从而提高混凝土的密实性和防水性。

由于无机防水涂料凝固快，与基面有较强的粘结力，比有机防水涂料更适宜用作主体结构背水面的防水。

目前国内聚合物水泥防水涂料发展很快，用量日益增多，该类材料是以有机高分子聚合物为主剂，加入少量无机活性粉料、填料等制备而成，除具有良好的柔韧性、粘结性、耐老化性、抗渗性外，涂膜干燥快，弹性模量适中，体积收缩小，潮湿基层可施工，兼具有机与无机防水涂料的优点。

应该指出，有机防水涂料固化成膜后最终形成柔性防水层，与防水混凝土主体结构结合为刚柔两道防水设防，无机水泥基防水涂料是在水泥中掺加一定的外加剂，不同程度地改变水泥固化后的物理力学性能，但是与防水混凝土主体结构结合仍应认为是两道刚性防水设防，不适用于变形较大或受振动部位。

4.4.3 防水涂料施工前，必须对基层表面的缺陷和渗水进行处理。因为涂料未凝固时，如受到水压力的作用，就会使涂料无法凝固或形成空洞，造成渗漏水隐患。基面洁净，无浮浆，有利于涂料均匀一致并具有较好的粘结力。

基层干燥有利于有机防水涂料的成膜及与基层粘结力，但地下工程由于施工工期所限，很难做到基面干燥。施工时，宜选用与潮湿基面粘结力较大的有机或无机涂料，也可采用先涂刷无机防水涂料，再涂刷有机防水涂料的复合防水做法。

水泥基渗透结晶型防水涂料施工前，应用洁净水充分湿润混凝土基层，但表面不得有明水，以利于其活性化学物质充分渗透，以水为载体，依靠自身所特有的活性化学物质，在混凝土中与未水化的成分进行水化。

4.4.4 对本条说明如下：

1 采用多组分涂料时，由于各组分的配料计量不准和搅拌不均匀，将会影响混合料的充分化学反应，造成涂料性能指标下降。一般配成的涂料固化时间比较短，应按照一次用量确定配料的多少，在固化前用完；已固化的涂料不能和未固化的涂料混合使用。当涂料黏度过大以及涂料固化过快或过慢时，可分别加入适量的稀释剂、缓凝剂或促凝剂，调节黏度或固化时间，但不得影响涂料的质量。

2 防水涂膜在满足厚度的前提下，涂刷的遍数越多对成膜的密实度越好，因此涂刷时应多遍涂刷，每遍涂刷应均匀，不得有露底、漏涂和堆积现象。多遍涂刷时，应待涂层干燥成膜后方可涂刷后一遍涂料；两涂层施工间隔时间不宜过长，否则会形成分层。

3 涂料施工面积较大时，为保护施工搭接缝的防水质量，规定甩槎处搭接宽度应大于100mm，接涂前应将其甩槎表面处理干净。

4 有机防水涂料大面积施工前，应对转角处、变形缝、施工缝和穿墙管等部位，设置胎体增强材料并增加涂刷遍数，以确

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

保防水施工质量。

4.4.5 参见本规范第4.3.13条的条文说明。

4.4.6 本条对涂料防水层分项工程检验批的抽样检验数量作出规定。

4.4.7 防水涂料品种较多，选择适用于地下工程防水规定的材料，对设计和施工单位来说确有一定难度。根据地下工程防水对涂料的规定及现有涂料的性能，本规范附录第A.2节列出了有机防水涂料和无机防水涂料的主要物理性能。

性能指标依据下列产品标准：

1 《聚氨酯防水涂料》GB/T 19250

2 《聚合物乳液建筑防水涂料》JC/T 864

3 《聚合物水泥防水涂料》JC/T 894

4 《水泥基渗透结晶型防水涂料》GB 18445

5 《聚氯乙烯弹性防水涂料》JC/T 674

6 《水乳型沥青防水涂料》JC/T 408

7 《溶剂型橡胶沥青防水涂料》JC/T 852

4.4.8 防水涂料必须具有一定的厚度，保证其防水功能和防水层耐久性。在工程实践中，经常出现材料用量不足或涂刷不匀的缺陷，因此控制涂层的平均厚度和最小厚度是保证防水层质量的重要措施。《地下工程防水技术规范》GB 50108－2008规定：掺外加剂、掺合料的水泥基防水涂料厚度不得小于3.0mm；水泥基渗透结晶型防水涂料的用量不应小于1.5kg/m²，且厚度不应小于1.0mm；有机防水涂料的厚度不得小于1.2mm。本条保留了原规范涂料防水层的平均厚度应符合设计要求，将最小厚度由原规范的不得小于设计厚度80%提高到90%，以防止涂层厚薄不均匀而影响防水质量。检验方法宜采用针测法检查，取消割取实样用卡尺测量。

有关涂料防水层的厚度测量，建议采用下列方法：

1 按每处10m²抽取5个点，两点间距不小于2.0m，计算5点的平均值为该处涂层平均厚度，并报告最小值；

2 涂层平均厚度符合设计规定，且最小厚度大于或等于设计厚度的90%为合格标准；

3 每个检验批当有一处涂层厚度不合格时，则允许再抽取一处按上法测量，若重新抽取一处涂层厚度不合格，则判定检验批不合格。

4.4.9 参见本规范第4.3.16条的条文说明。

4.4.10、4.4.11 涂料防水层与基层是否粘结牢固，主要取决于基层的干燥程度。要想使基面达到干燥的程度一般较难，因此涂刷涂料前应先在基层上涂一层与涂料相容的基层处理剂，这是解决粘结牢固的好方法。

涂料防水层表面应平整，涂刷应均匀，成膜后如出现流淌、鼓泡、露胎体和翘边等缺陷，会降低防水工程质量和影响使用寿命。因此每遍涂料涂布完成后，均应对涂层的表面质量进行观察检查，对可能出现的质量缺陷进行修补，检查合格后再进行下一遍涂刷。

4.4.12 参见本规范第4.3.19条的条文说明。

4.5 塑料防水板防水层

4.5.1 塑料防水板防水层一般是铺设在初期支护上，然后在其上施做二次衬砌混凝土。塑料防水板不仅起防水作用，还对初期支护与二次衬砌之间起到隔离和滑动作用，防止因初期支护对二次衬砌的约束而导致二次衬砌的开裂变形。

4.5.2 铺设基面应平整，是为了保证塑料防水板的铺设和焊接质量。不平整的处理方法是：当喷射混凝土厚度达到设计规定时，可在低凹处涂抹水泥砂浆；如喷射混凝土厚度小于设计厚度，必须用喷射混凝土找平。

塑料防水板是在喷射混凝土、地下连续墙初期支护上铺设，规定初期支护基层表面十分平整则费时费力，故条文中只提应平整，并根据工程实践的经验提出平整度的定量指标，以便于铺设塑料防水板。但基层表面上伸出的钢筋头、钢丝等坚硬物体必须

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

予以清除，以免损伤塑料防水板。

4.5.3 地下防水工程施工，应遵循“防、排、截、堵”相结合的综合治理原则。当初期支护出现线流漏水或大面积渗水时，应在缓冲层和塑料防水板施工前进行封堵或引排。

4.5.4 对本条说明如下：

1 设缓冲层，一是因基层表面不太平整，铺设缓冲层后便于铺设塑料防水板；二是能避免基层表面的坚硬物体清除不彻底时刺破塑料防水板；三是采用无纺布或聚乙烯泡沫塑料的缓冲层具有渗排水功能，可起到引排水的作用。

缓冲层铺设时，一般采用射钉和塑料暗钉圈相配套的机械固定方法。塑料暗钉圈用于焊接固定塑料防水板，最终形成无钉孔铺设的防水层。

目前，市场上出现了无纺布和塑料防水板结合在一起的复合防水板，其铺设一般采用吊铺或撑铺，质量难以保证。为保证防水层施工质量，应先铺缓冲层，再铺塑料防水板，真正做到无钉铺设。

2 两幅塑料防水板的搭接宽度应视开挖面的平整度确定，搭接太宽造成浪费，因此保留原规范搭接宽度为 100mm 的规定。

下部塑料防水板压住上部塑料防水板，可使衬砌外侧上部的渗漏水能顺利流下，消除在塑料防水板搭接处渗漏水的隐患。

搭接部位层数过多，焊接机无法施焊，采用焊枪大面积焊接施工难以保证质量，但从工艺上 3 层是不可避免的，超过 3 层时应采取措施避开。

3 为确保塑料防水板的整体性，搭接缝不宜采用粘结法，因胶粘剂在地下长期使用很难确保其性能不变。塑料防水板搭接缝应采用双焊缝热熔焊接，一方面能确保焊接效果，另一方面也便于充气检查焊缝质量。

4 本条增加了“塑料防水板铺设时的分区注浆系统”。设置分区注浆的目的是防止局部渗漏水窜流。

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

4.5.5 塑料防水板的铺设和内衬混凝土的施工是交叉作业，根据目前施工的经验，两者施工距离宜为 5m～20m。同时，塑料防水板铺设时应设临时挡板，防止机械损伤和电火光灼伤塑料防水板。

4.5.6 本条规定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，为塑料防水板铺设提供了设计依据。

4.5.7 本条对塑料防水板防水层分项工程检验批的抽样检验数量作出规定。

4.5.8 目前国内常用的塑料防水板主要有以下四种：乙烯—醋酸乙烯共聚物（EVA）、乙烯—沥青共混聚合物（ECB）、聚氯乙烯（PVC）、高密度聚乙烯（HDPE）。

应选择宽幅的塑料防水板，幅宽以 2m～4m 为宜。幅宽小搭接缝过多，既增加了施工难度，又增加了渗漏水的风险；但幅宽过宽，塑料防水板的重量加大，会造成铺设困难。

塑料防水板的厚度与板的重量、造价、防水性能等相互关联，板过厚则较重，不利于铺设，且造价较高，但过薄又不易保证防水施工质量。根据我国目前的使用情况，塑料防水板在地下工程防水中使用的厚度不得小于 1.2mm。

由于塑料防水板铺设于初期支护与二次衬砌之间，在二次衬砌浇筑混凝土时会承受一定的拉力，故应有足够的抗拉强度。

耐穿刺性是施工中对材料的规定，二次衬砌施工时，绑扎钢筋会对塑料防水板造成损伤，因此规定塑料防水板具有一定的耐穿刺性。

塑料防水板因长期处于地下有水的环境中，若要保证其长久

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

的防水性能，规定必须具有良好的耐久性、耐腐蚀性、耐菌性。

抗渗性是塑料防水板非常重要的性能，但目前的试验方法不能真实地反映塑料防水板长期处于有水作用条件下的抗渗性能，而要制定一套符合地下工程使用环境的试验方法也不是短期能够解决的问题，故只能沿用现在工程界公认的试验方法所测得的数据。

本规范附录第 A.4 节列出了塑料防水板的主要物理性能。

性能指标依据下列产品标准：

1 《乙烯—醋酸乙烯共聚物》GB 18173.1（代号 JS_2）

2 《乙烯—沥青共混聚合物》GB 18173.1（代号 JS_3）

3 《聚氯乙烯》GB 18173.1（代号 JS_1）

4 《高密度聚乙烯》GB 18173.1（代号 JS_2）

4.5.9 塑料防水板的搭接缝必须采用热风焊机和焊枪进行焊接，因热风焊机和焊枪的焊接温度、爬行速度可控，根据塑料防水板的熔点、环境温度和湿度设置焊接温度和爬行速度，塑料防水板接缝的焊接质量就有保障。

焊缝的检验一般是在双焊缝间空腔内进行充气检查。充气检查时，将专用充气检测仪一端与压力表相接，一端扎入空腔内，用打气筒进行充气，当压力表达到 0.25MPa 时停止充气，保持 15min，压力下降在 10%以内，表明焊缝合格；如果压力下降过快，表明焊缝不严密。用肥皂水涂在焊缝上，有气泡的地方重新补焊，直到不漏气为止。

4.5.10、4.5.11 塑料防水板应采用无钉孔铺设。基本做法，一是铺设塑料防水板前，应先铺缓冲层，缓冲层应采用塑料暗钉圈固定在基面上，钉距应符合本规范第 4.5.6 条的规定；二是铺设塑料防水板时，宜由拱顶向两侧展铺，并应边铺边用压焊机将塑料防水板与暗钉圈焊接牢固，不得有漏焊、假焊或焊穿等现象。

4.5.12 塑料防水板的铺设应与基层固定牢固，固定不牢会引起板面下垂，绷紧时又会将塑料防水板拉断。因拱顶防水板易绷紧，从而产生混凝土封顶厚度不够的现象，因此需将绷紧的塑料

防水板割开，并将切口封焊严密再浇筑混凝土，以确保封顶混凝土的厚度。

4.5.13 塑料防水板搭接缝采用热熔焊接施工时，两幅塑料防水板的搭接宽度不应小于 100mm。由于双焊缝中间需留设 10mm～20mm 空腔，且每条焊缝的有效焊接宽度不应小于 10mm，本条给出了塑料防水板搭接宽度的允许偏差，做到准确下料和保证防水层的施工质量。

4.6 金属板防水层

4.6.1 金属板防水层重量大、工艺繁、造价高，一般地下防水工程极少使用，但对于一些抗渗性能要求较高的如铸工浇注坑、电炉钢水坑等构筑物，金属板防水层仍占有重要地位和使用价值。因为钢水、铁水均为高温熔液，可使渗入坑内的水分汽化，一旦蒸汽侵入金属熔液中会导致铸件报废，严重者还有引起爆炸的危险。

4.6.2 金属板防水层在地下水的侵蚀下易产生腐蚀现象，除了对金属材料和焊条、焊剂提出质量要求外，对保护材料也作了相应的规定。

4.6.3 金属板防水层的接缝应采用焊接，为保证接缝的防水密封性能，应对焊接的质量进行外观检查和无损检验。

4.6.4 金属板防水层易产生锈蚀、麻点或被其他铁件划伤，因此本条对上述缺陷提出了质量要求。

4.6.5 本条规定了金属板防水层分项工程检验批的抽样检验数量，并对原条文作了修改。焊缝的好坏是保证金属板防水层质量的关键，金属板焊缝虽然不考虑焊缝承载要求，但对密封防水要求而言，凡是严重影响焊缝严密性的缺陷都是严禁的。本条对焊缝表面的缺陷检验是按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定执行，即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。

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

4.6.6 金属板材和焊条的规格、材质必须按设计要求选择。钢材的性能应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的规定。焊接材料对焊接质量的影响重大，钢结构工程中所采用的焊接材料应按设计要求选用，同时产品应符合相应国家现行标准的规定。

4.6.7 焊工考试按现行《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81 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适应。

4.6.8 金属板表面如有明显凹面和损伤，会使板的厚度减薄，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。

4.6.9 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的检查，必要时采用磁粉或渗透探伤等无损检验，可按现行行业标准《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ81 的有关规定进行。发现焊缝不合格或渗漏时，应及时进行修整或补焊。

4.6.10 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。

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要求并在焊缝检验合格后进行涂装。

4.7 膨润土防水材料防水层

4.7.1 膨润土吸收淡水后变成胶状体，膨胀为自身重量的 5 倍、自身体积的 13 倍左右，依靠粘结性和膨胀性发挥止水功能，这里的淡水是指不会降低膨润土膨胀功能且不含有害物质的水。当地下水为强酸性或强碱性时，即 pH 小于 4 或大于 10 的条件下，膨润土会丧失膨胀功能，从而也就不具有防水作用。

膨润土防水材料只有在有限的空间内吸水膨胀才能够发挥防水作用，所以膨润土防水材料防水层使用的条件是两侧必须具有一定的夹持力，且夹持力不应小于 0.014MPa。地下工程外墙膨

润土防水材料施工结束后应尽早回填，回填时应分层夯实，回填土夯实密实度应大于 85%。另外，膨润土防水材料防水层应与结构物外表面密贴，才会在结构物表面形成胶体隔膜，从而达到防水的目的。

目前国内的膨润土防水材料有下列三种产品：

1 针刺法钠基膨润土防水毯，由一层编织土工布和一层非织造土工布包裹钠基膨润土颗粒针刺而成的毯状材料。

2 针刺覆膜法钠基膨润土防水毯，是在针刺法钠基膨润土防水毯的非织造土工布外表面复合一层高密度聚乙烯薄膜制成的。

3 胶粘法钠基膨润土防水板，是用胶粘剂将膨润土颗粒粘结到高密度聚乙烯板上，压缩生产的钠基膨润土防水板。

在地下防水工程中建议选用针刺覆膜法钠基膨润土防水毯，这种类型对防水工程质量更有保证。

4.7.2 钠基膨润土颗粒或粉剂是生产膨润土防水材料的主材。钠基膨润土分为天然钠基膨润土和人工钠化处理的膨润土。天然钠基膨润土的性能高于人工钠化处理的膨润土的性能。钙基膨润土的稳定性差、膨胀倍率低，不能作为防水材料使用。

4.7.3 膨润土防水材料对基层的要求虽然相对于防水卷材和涂料要低一些，但基层也不得有明水和积水，且应坚实、平整、无尖锐突出物，基面平整度 D/L 不应大于 1/6，其中 D 是指基层相邻两凸面间凹陷的深度，L 是指基层相邻两凸面间的距离。

膨润土防水毯在阴阳角部位可采用膨润土颗粒、膨润土棒材和水泥砂浆进行倒角处理，阴阳角应做成直径不小于 30mm 的圆弧或 30mm×30mm 的坡角。如不进行倒角处理，会导致转角部位出现剪切破坏或膨润土颗粒损失，影响整体防水质量。

4.7.4 膨润土防水毯和膨润土防水板铺设时，膨润土防水毯编织土工布面和膨润土防水板的膨润土面均应朝向主体结构的迎水面，即与结构外表面密贴。膨润土遇水膨胀后形成致密的胶状体，对结构裂缝、疏松部位可起到封堵修补作用，同时有效地阻

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

止可能在防水层与主体结构之间的窜水现象。

4.7.5 膨润土防水材料宜采用机械固定法施工。平面上在膨润土防水材料的搭接缝处固定，立面和斜面上除搭接缝处需要机械固定外，其他部位也必须进行机械固定，固定点宜呈梅花形布置。

4.7.6 采用机械固定法铺设膨润土防水材料，固定点的布置和间距、搭接缝和收头的密封处理措施等对施工质量的保证至关重要。

4.7.7 膨润土防水材料自重和厚度较大，所以收口部位必须采用金属压条和水泥钉固定，并用膨润土密封膏封边，防止防水层滑移、翘边。

4.7.8 转角处、变形缝、施工缝、后浇带和穿墙管等部位是防水层的薄弱环节，必须采取加强处理措施，以提高防水层的可靠性。

4.7.9 膨润土防水材料分段铺设完毕后，由于绑扎钢筋等后续工程施工需要一定的时间，膨润土材料长时间暴露，会影响防水效果。因此应在膨润土防水材料表面覆盖塑料薄膜等挡水材料，避免下雨或施工用水导致膨润土材料提前膨胀。雨水直接淋在膨润土防水材料表面时导致膨润土颗粒提前膨胀，并在雨水的冲刷过程中出现流失的现象，在地下工程中经常发生，严重降低了膨润土防水材料的防水性能。特别是在雨期施工时，应采取临时遮挡措施对膨润土防水材料进行有效的保护。

4.7.10 本条对膨润土防水材料防水层分项工程检验批的抽样检验数量作出规定。

4.7.11 膨润土颗粒或粉剂通过针刺法固定在编织土工布和非织造土工布之间，针刺的密度、均匀度会影响膨润土颗粒或粉剂的分散均匀性。如果针刺的密度不均匀或过小，则膨润土防水毯在运输、现场搬运以及施工过程中会导致颗粒或粉剂在毯体内移动和脱落，从而降低毯体的整体防水效果。

本规范附录第 A.4 节列入了钠基膨润土防水毯的主要物理

性能，性能指标依据现行行业标准《钠基膨润土防水毯》JG/T 193的规定。

4.7.12 参见本规范第 4.3.16 条的条文说明。

4.7.13 参见本规范第 4.7.4 条的条文说明。

4.7.14 膨润土防水材料的自重较大，在立面和斜面铺贴时应上层压住下层，防止材料滑移。另外，如果工程采用针刺覆膜法钠基膨润土防水毯，膜面是朝向迎水面的，上层压住下层可以使地下水自然排走。

4.7.15 参见本规范第 4.7.5 条、第 4.7.6 条、第 4.7.7 条的条文说明。

4.7.16 为了保证膨润土防水材料搭接部位的有效性，规定搭接宽度的负偏差不应大于 10mm。

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

5 细部构造防水工程

5.1 施 工 缝

5.1.1 本规范附录第A.3节列出了橡胶止水带和腻子型遇水膨胀止水条、遇水膨胀止水胶的主要物理性能，依据现行国家标准《高分子防水材料 第2部分 止水带》GB 18173.2和行业标准《膨润土橡胶遇水膨胀止水条》JG/T 141、《遇水膨胀止水胶》JG/T 312的规定。

本规范附录第A.2节列出了水泥基渗透结晶型防水涂料的主要物理性能，依据现行国家标准《水泥基渗透结晶型防水材料》GB 18445的规定。

5.1.2 施工缝始终是防水薄弱部位，常因处理不当而在该部位产生渗漏，因此将防水效果较好的施工缝防水构造列入现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108中。按设计要求采用止水带、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等防水设防，使施工缝处不产生渗漏。

5.1.3 根据混凝土设计及施工验收相关规范的规定，施工缝应留设在剪力或弯矩较小及施工方便的部位。故本条规定了墙体水平施工缝距底板面应不小于300mm，拱、板墙交接处若需要留设水平施工缝，宜留在拱、板墙接缝线以下150mm～300mm处，并避免设在墙板承受弯矩或剪力最大的部位。

5.1.4 根据混凝土施工验收相关规范，在已硬化的混凝土表面上继续浇筑混凝土前，先浇混凝土强度应达到1.2MPa，确保再施工时不损坏先浇部分的混凝土。从施工缝处开始继续浇筑时，机械振捣宜向施工缝处逐渐推进，并距80mm～100mm处停止振捣，但应加强对施工缝接缝的捣实，使其紧密结合。

5.1.5、5.1.6 由于先浇混凝土施工完后需养护一段时间再进行

下道工序施工，在此过程中施工缝表面可能留浮尘等，因此水平施工缝浇筑混凝土前，应将其表面浮浆和杂物清除，目的是为了使新老混凝土能很好地粘结。尽管涂刷混凝土界面处理剂或涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料的防水机理不同，前者增强粘合力，后者使收缩裂缝被渗入涂料形成结晶闭合，但功效均是加强施工缝防水，故两者取其一。垂直施工缝规定应同水平施工缝。

5.1.7～5.1.9 传统的处理方法是将混凝土施工缝做成凹凸型接缝和阶梯接缝，实践证明这两种方法清理困难，不便施工，效果并不理想，故采用留平缝加设遇水膨胀止水条或止水胶、预留注浆管或中埋止水带等方法。

施工缝处采用遇水膨胀止水条时，一是应在表面涂缓膨胀剂，防止由于降雨或施工用水等使止水条过早膨胀；二是止水条应牢固地安装在缝表面或预留凹槽内，保证止水条与施工缝基面密贴。

施工缝采用遇水膨胀止水胶时，一是涂胶宽度及厚度应符合设计要求；二是止水胶固化期内应采取临时保护措施；三是止水胶固化前不得浇筑混凝土。

5.1.10 施工缝采用预埋注浆管时，注浆导管与注浆管的连接必须牢固、严密。根据经验预埋注浆管的间距宜为200mm～300mm，注浆导管设置间距宜为3.0m～5.0m。

在注浆之前应对注浆导管末端进行封闭，以免杂物进入导管产生堵塞，影响注浆工作。

5.2 变 形 缝

5.2.1 参见本规范第5.1.1条的条文说明。

本规范附录第A.3节列出了建筑接缝用密封胶的主要物理性能，依据现行《混凝土建筑接缝用密封胶》JC/T 881的规定。

5.2.2 变形缝应考虑工程结构的沉降、伸缩的可变性，并保证其在变化中的密闭性，不产生渗漏水现象。变形缝处混凝土结构的厚度不应小于300mm，变形缝的宽度宜为20mm～30mm。全

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

埋式地下防水工程的变形缝应为环状；半地下防水工程的变形缝应为U字形，U字形变形缝的高度应超出室外地坪500mm以上。

5.2.3～5.2.5 变形缝的渗漏水除设计不合理的原因之外，施工质量也是一个重要的原因。

中埋式止水带施工时常存在以下问题：一是埋设位置不准，严重时止水带一侧往往折至缝边，根本起不到止水的作用。过去常用铁丝固定止水带，铁丝在振捣力的作用下会变形甚至振断，其效果不佳，目前推荐使用专用钢筋套或扁钢固定。二是顶、底板止水带下部的混凝土不易振捣密实，气泡也不易排出，且混凝土凝固时产生的收缩易使止水带与下面的混凝土产生缝隙，从而导致变形缝漏水。根据这种情况，条文中规定顶、底板中的止水带安装成盆形，有助于消除上述弊端。三是中埋式止水带的安装，在先浇一侧混凝土时，此时端模被止水带分为两块，这给模板固定造成困难，施工时由于端模支撑不牢，不仅造成漏浆，而且也不敢按规定进行振捣，致使变形缝处的混凝土密实性较差，从而导致渗漏水。四是止水带的接缝是止水带本身的防水薄弱处，因此接缝愈少愈好，考虑到工程规模不同，缝的长度不一，对接缝数量未作严格的限定。五是转角处止水带不能折成直角，条文规定转角处应做成圆弧形，以便于止水带的安设。

5.2.6 当采用外贴式止水带时，在变形缝与施工缝相交处，由于止水带的形式不同，现场进行热压接头有一定困难；在转角部位，由于过大的弯曲半径会造成齿牙不同的绕曲和扭转，同时减少了转角部位钢筋的混凝土保护层厚度。故本条规定变形缝与施工缝的相交部位宜采用十字配件，变形缝的转角部位宜采用直角配件。

5.2.7 可卸式止水带全靠其配件压紧橡胶止水带止水，配件质量是保证防水的一个重要因素，因此要求配件一次配齐，特别是在两侧混凝土浇筑时间有一定间隔时，更要确保配件质量。金属配件的防腐蚀很重要，是保证配件可卸的关键。

另外，由于止水带厚，势必在转角处形成圆角，存在不易密贴的问题，故在转角处应做成45°折角，并增加紧固件的数量，以确保此处的防水施工质量。

5.2.8 要使嵌填的密封材料具有良好的防水性能，变形缝两侧的基面处理十分重要，否则密封材料与基面粘结不紧密，就起不到防水作用。另外，嵌缝材料下面的背衬材料不可忽视，否则会使密封材料三向受力，对密封材料的耐久性和防水性都有不利影响。

由于基层处理剂涂刷完毕后再铺设背衬材料，将会对两侧基面的基层处理剂有一定的破坏，故基层处理剂应在铺设背衬材料后进行。

密封材料的嵌填十分重要，如嵌填不饱满，出现凹陷、露嵌、孔洞、气泡，都会降低接缝密封防水质量。嵌填密封材料应符合下列规定：

1 密封材料可使用挤出枪或腻子刀嵌填，嵌填应连续和饱满，不得有气泡和孔洞。

2 采用挤出枪嵌填时，应根据嵌填的宽度选用口径合适的挤出嘴，均匀挤出密封材料由底部逐渐充满整个缝隙。

3 采用腻子刀嵌填时，应先将少量密封材料批刮在缝隙两侧，再分次将密封材料嵌填在缝内，并防止裹入空气。接头应采用斜槎。

4 密封材料嵌填后，应在表干前用腻子刀进行修整。

5.2.9 卷材或涂料防水层应在地下工程的混凝土主体结构迎水面形成封闭的防水层，本条对变形缝处卷材或涂料防水层的构造做法提出了具体的规定。为了使卷材或涂料防水层能适应变形缝处的结构伸缩变形和沉降，规定防水层施工前应先将底板垫层在变形缝处断开，并抹带有圆弧的找平层，再铺设宽度为600mm的卷材加强层；变形缝处的卷材或涂料防水层应连成整体，并应在防水层上放置ϕ40mm～ϕ60mm聚乙烯泡沫棒，防水层与变形缝之间形成隔离层。侧墙和顶板变形缝处卷材或涂料防水层的构

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

造做法与底板相同。

5.3 后 浇 带

5.3.1 参见本规范第5.1.1条的条文说明。

5.3.2 补偿收缩混凝土是在混凝土中加入一定量的膨胀剂，使混凝土产生微膨胀，在有配筋的情况下，能够补偿混凝土的收缩，提高混凝土的抗裂性和抗渗性。补偿收缩混凝土配合比设计，应符合国家现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55和国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119的有关规定，且混凝土的抗压强度和抗渗等级均不应低于两侧混凝土。

补偿收缩混凝土中膨胀剂的掺量宜为6%～12%，实际配合比中的掺量应根据限制膨胀率的设定值经试验确定。

5.3.3 后浇带应设在受力和变形较小的部位，其间距和位置应按结构设计要求确定，宽度宜为700mm～1000mm；后浇带可做成平直缝或阶梯缝。后浇带两侧的接缝处理应符合本规范第5.1节的规定。后浇带需超前止水时，后浇带部位的混凝土应局部加厚，并应增设外贴式或中埋式止水带。

5.3.4 后浇带应采用补偿收缩混凝土浇筑，其抗压强度和抗渗等级均不应低于两侧混凝土。采用掺膨胀剂的补偿收缩混凝土，应根据设计的限制膨胀率要求，经试验确定膨胀剂的最佳掺量，只有这样才能达到控制结构裂缝的效果。

5.3.5 为了保证后浇带部位的防水质量，必须做到带内的清洁，同时也应对预设的防水设防进行有效保护。

5.3.6 后浇带两侧混凝土的接缝处理，参见本规范第5.1.5条和第5.1.6条的条文说明。后浇带应在两侧混凝土干缩变形基本稳定后施工，混凝土收缩变形一般在龄期为6周后才能基本稳定。高层建筑后浇带的施工，应符合现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的规定，对高层建筑后浇带的施工应按规定时间进行。这里所指按规定时间，应通过地基变形计算和

建筑物沉降观测，并在地基变形基本稳定的情况下才可以确定。

5.3.7 本条对遇水膨胀止水条、遇水膨胀止水胶、预埋注浆管和外贴式止水带的施工作出具体的规定。

5.3.8 后浇带采用补偿收缩混凝土，可以提高混凝土的抗裂性和抗渗性，如果后浇带施工留设施工缝，就会大大降低后浇带的抗渗性，因此本条强调后浇带混凝土应一次浇筑。

混凝土养护时间对混凝土的抗渗性尤为重要，混凝土早期脱水或养护过程中缺少必要的水分和温度，则抗渗性将大幅度降低甚至完全消失。因此，当混凝土进入终凝以后即应开始浇水养护，使混凝土外露表面始终保持湿润状态。后浇带混凝土必须充分湿润地养护4周，以避免后浇带混凝土的收缩，使混凝土接缝更严密。

5.4 穿 墙 管

5.4.2 结构变形或管道伸缩量较小时，穿墙管可采用固定式防水构造；结构变形或管道伸缩量较大或有更换要求时，应采用套管式防水构造；穿墙管线较多时，宜相对集中，并应采用穿墙盒防水构造。

5.4.3、5.4.4 止水环的作用是改变地下水的渗透路径，延长渗透路线。如果止水环与管不满焊或焊接不密实，则止水环与管接触处仍是防水薄弱环节，故止水环与管一定要满焊密实。

穿墙管外壁与混凝土交界处是防水薄弱环节，穿墙管中部加焊止水环可改变水的渗透路径，延长水的渗透路线，环绕遇水膨胀止水圈则可堵塞渗水通道，从而达到防水目的。针对目前穿墙管部位渗漏水较多的情况，穿墙管在混凝土迎水面相接触的周围应预留宽和深各15mm左右的凹槽，凹槽内嵌填密封材料，以确保穿墙管部位的防水性能。

采用套管式穿墙管时，套管内壁表面应清理干净。套管内的管道安装完毕后，应在两管间嵌入内衬填料，端部还需采用其他防水措施。

卡免建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

穿墙管部位不仅是防水薄弱环节，也是防护薄弱环节，因此穿墙管应作好防腐处理，防止穿墙管锈蚀和电腐蚀。

5.4.5 穿墙管线较多采用穿墙盒时，由于空间较小，容易产生渗漏现象，因此应从封口钢板上预留浇注孔注入改性沥青材料或细石混凝土加以密封，并对浇注孔口用钢板焊接密封。

5.4.6 穿墙管部位是防水薄弱环节，当主体结构迎水面有卷材或涂料防水层时，防水层与穿墙管连接处应增设卷材或涂料加强层，保证防水工程质量。

5.5 埋 设 件

5.5.2 结构上的埋设件应采用预埋或预留孔、槽。固定设备用的锚栓等预埋件，应在浇筑混凝土前埋入。如必须在混凝土预留孔、槽时，孔、槽底部须保留至少 250mm 厚的混凝土；如确无预埋条件或埋设件遗漏或埋设件位置不准确时，后置埋件必须采用有效的防水措施。

5.5.3 结构上的埋设件和预留孔、槽均不得遗漏。固定在模板上的埋设件和预留孔、槽，安装必须牢固，位置准确。

地下工程结构上的埋设件，长期处于潮湿或腐蚀介质环境中很容易产生锈蚀和电腐蚀。其破坏作用：一是日久锈蚀会使埋设件丧失承载能力，影响设备的正常工作；二是埋设件锈蚀后由于自身体积产生膨胀，使得埋设件与混凝土接触处产生细微裂缝，形成渗水通道。故本条提出了埋设件应进行防腐处理的规定。

5.5.4 防水混凝土结构除密实度影响抗渗性外，其厚度也对抗渗性有影响。厚度大时可以延长渗水通路，增加对水压的阻力。本条规定埋设件端部或预留孔、槽底部的混凝土厚度不得小于 250mm；当厚度小于 250mm 时，应局部加厚或采取其他防水措施。可以弥补厚度的不足，以减少对防水混凝土结构抗渗性不利的因素。

5.5.5 由于埋设件周围的混凝土振捣不够密实，容易造成该部位的渗漏水，埋设件与迎水面混凝土相接触的周围应预留凹槽，凹槽内应嵌填密封材料，以确保埋设件部位的防水性能。

5.5.6 在采用螺栓加堵头的方法时，工具式螺栓可简化施工操作并可反复使用，因此重点介绍了这种构造做法。

穿过混凝土结构且固定模板用的螺栓周围容易造成渗漏，因此螺栓上应加焊方形止水环以增加渗水路径，同时拆模后应采取加强防水措施，将留下的凹槽封堵密实。

5.5.7 地下工程防水层应是一个封闭整体，不得有任何可能导致渗漏的缝隙。故本条规定预留孔、槽内的防水层应与主体结构防水层保持连续。

5.6 预留通道接头

5.6.2 预留通道接头处是防水薄弱环节之一，这不仅由于接头两边的结构重量及荷载有较大差异，可能产生较大沉降变形，而且由于接头两边的施工时间先后不一，间隔可达几年之久，故预留通道接头防水构造应适应这种特殊情况。

按《地下工程防水技术规范》GB 50108－2008 的有关规定：预留通道接头处的最大沉降差值不得大于 30mm；预留通道接头应采取变形缝防水构造方式。

5.6.3 参见本规范第 5.2.3 条的条文说明。

5.6.4 由于预留通道接头两边混凝土施工时间先后不一，因此特别要加强对中埋式止水带的保护，以免止水带受老化影响降低其性能，同时也要保持先浇部分混凝土端部表面平整、清洁，使可卸式止水带有良好的接触面。预埋件的锈蚀将严重影响后续工序的施工，故对预埋件应进行防锈处理。

5.6.5～5.6.7 这三条是对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的施工作出具体的规定。

5.6.8 预留通道接头外部采用保护墙的方法，是对成品保护的重要措施。

卡兔建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

5.7 桩　头

5.7.2 近年来，因桩头处理不好引起工程渗漏水的情况时有发生，具体位置如下：1 桩头钢筋与混凝土间；2 底板与桩头间的施工缝；3 混凝土桩身与地基之间。桩头防水构造应强调桩头与结构底板形成整体的防水系统。

5.7.3 由于桩头应按设计要求将桩顶剔凿到混凝土密实处，造成桩顶不平整，给防水层施工带来困难。因此在桩头防水施工前，应对桩头清洗干净并用聚合物水泥防水砂浆进行补平。在目前的各种防水材料中，比较合适的是水泥基渗透结晶型防水涂料，使桩头与结构底板混凝土形成整体。涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料时，应连续、均匀，不得少涂或漏涂，并应及时进行养护。

5.7.4、5.7.5 该两条是根据《地下工程防水技术规范》GB 50108－2008 列举的两种桩头防水构造，规定桩头所用防水材料的具体做法。

5.7.6 混凝土中的钢筋是地下水的渗透路径，我们在调查中也发现了很多露出桩基受力钢筋发生渗漏的现象。因此，桩头的受力钢筋根部仍是防水薄弱环节，目前比较好的处理方法是采用遇水膨胀止水条包绕钢筋的做法。

5.8 孔　口

5.8.2 地下工程通向地面的各种孔口均应采取防地面水倒灌的措施。人员和汽车出入口防水构造应符合本规范第 5.8.3 条的规定；窗井防水构造应符合本规范第 5.8.4 条和第 5.8.5 条的规定；通风口与窗井同样处理，竖井窗下缘离室外地面高度不得小于 500mm。

5.8.3 由于雨水或其他生活用水很容易通过各种孔口倒灌到地下工程的内部，从而影响地下工程的使用功能。本条提出地下工程通向地面的各种孔口，应设置防止地面水倒灌的构造措施。

5.8.4 窗井的底部在最高地下水位以上时，为了方便施工、降低造价、利于泄水，窗井的底板和墙宜与主体结构断开，以免窗井底部积水流入窗内。

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，这样有利于防水层形成整体。

5.8.6 地下室窗井由底板和侧墙构成；侧墙可以用砖墙或钢筋混凝土板墙制作，墙体顶部应高出室外地面不得小于 500mm，以免造成倒灌现象。

5.9 坑、池

5.9.1 参见本规范第 4.1.14 条的条文说明。

5.9.2 坑、池坐落在结构底板之上，坑、池内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用多层抹压法施工。受振动作用时，内部应设卷材或涂料防水层；坑、池外防水层应与结构底板防水层相同并保持连续。

5.9.3 坑、池、储水库内部防水层完成后必须进行蓄水试验。检查池壁和池底的抗渗质量。蓄水至设计水深进行渗水量测定时，可采用水位标尺测定；蓄水时间不应小于 24h。

5.9.4 参见本规范第 4.1.17 条和第 4.1.18 条的条文说明。

5.9.5 地下工程坑、池底部的混凝土必须具有一定的厚度，才能抵抗地下水的渗透。原规范规定防水混凝土结构厚度不应小于 250mm，防水效果明显。本条规定了当混凝土厚度小于 250mm 时，应将局部底板相应降低，保证混凝土厚度不小于 250mm；同时，底板的防水层应与结构主体防水层保持连续。

卡免建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

6 特殊施工法结构防水工程

6.1 锚喷支护

6.1.1 锚喷暗挖隧道、坑道等施工，一般采用循环形式进行开挖，为防止围岩应力变化引起塌方和地面下沉，要求开挖、锚杆支护、喷射混凝土支护三个环节紧跟。同时，为了保证施工安全和提高支护效能，在初期喷射混凝土后应及时安装锚杆。

6.1.2 喷射表面有涌水时，不仅会使喷射混凝土的粘着性变坏，还会在混凝土的背后产生水压给混凝土带来不利影响。因此，表面有涌水时应先进行封堵或排水工作。

6.1.3 喷射混凝土质量与水泥品种和强度的关系密切，而普通硅酸盐水泥与速凝剂有很好的相容性，所以应优先选用。矿渣硅酸盐水泥和火山灰硅酸盐水泥抗渗性好，对硫酸盐类侵蚀抵抗能力较强，但初凝时间长，干缩性大，所以对早期强度要求较高的喷射混凝土应选普通硅酸盐水泥为好。

为减少混合料搅拌中产生粉尘和干拌合时水泥飞扬及损失，有利于喷射混凝土时水泥充分水化，故规定砂石宜有一定的含水率。一般砂为5%～7%，石子为1%～2%，但含水率不宜过大，以免凝结成团，发生堵管现象。

粗骨料粒径的大小不应大于15mm，一是避免堵管，二是减少石子喷射时的动能，降低回弹损失。

为避免喷射混凝土时由于自重而开裂、坠落，提高其在潮湿面施喷时的适应性，故需在水泥中加入适量的速凝剂。

6.1.4 喷射混凝土配合比通常以经验方法试配，通过实测进行修正。掺速凝剂是必要的，但掺速凝剂后又会降低混凝土强度，所以要控制掺量并通过试配确定。钢纤维喷射混凝土虽然抗裂效果明显，但控制钢纤维的用量及保证钢纤维在混凝土中的均匀性

却十分重要，故钢纤维喷射混凝土施工应符合现行国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086的有关规定，确保施工的顺利和混凝土的质量。

由于砂率低于45%时容易堵管且回弹量高，高于55%时则会降低混凝土强度和增加收缩量，故规定砂率宜为45%～55%。

喷射混凝土采用的是干混合料，若存放过久，砂石中的水分会与水泥反应，影响到喷射后的质量。所以，混合料尽量随拌随用，不要超过规定的存放时间。

6.1.5 由于喷射混凝土的含砂率高，水泥用量也相对较多并掺有速凝剂，其收缩变形必然要比灌注混凝土大。在喷射混凝土终凝2h后应立即进行喷水养护，且养护时间不得少于14d。当气温低于5℃时，不得喷水养护。

6.1.6 抗压试件是反映喷射混凝土物理力学性能优劣、检验喷射混凝土强度的主要指标。所以通常做抗压试件或采用回弹仪测试换算其抗压强度值，也可用钻芯法制取试件。喷射混凝土抗压强度标准试块制作方法可参考现行国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086的有关规定。由于地下工程还有抗渗要求，因此还应做抗渗试件。

本条对地下铁道工程喷射混凝土抗压试件和抗渗试件制作组数均作出了具体规定，主要是参考国家标准《地下铁道工程施工及验收规范》GB 50299－1999的有关内容；对水底隧道、山岭隧道和军工隧道等其他工程喷射混凝土抗压试件制作组数，主要是参考国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086－2001的有关内容。因影响喷射混凝土抗渗性能的因素较多，《地下工程防水技术规范》GB 50108－2008取消了喷射混凝土抗渗等级的规定，故本条仅对其他工程当设计有抗渗要求时，规定可增做抗渗性能试验。

6.1.7 锚杆的锚固力与安装施工工艺操作有关，锚杆安装后应进行拉拔试验，达到设计要求时方为合格。本条参考国家标准《地下铁道工程施工及验收规范》GB 50299－1999第7.6.18条

卡兔建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

的有关规定，同一批锚杆每100根应取一组（3根）试件，同一批试件拉拔力的平均值不得小于设计锚固力，拉拔力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，参考了国家标准《地下铁道工程施工及验收规范》GB 50299－1999第7.6.14条的规定。

6.1.9 参见本规范第6.1.3条和第6.1.4条的条文说明。

6.1.10 参见本规范第6.1.6条和第6.1.7条的条文说明。

6.1.11 锚喷支护宜用于防水等级为三级的地下工程，工程渗漏水量必须符合设计防水等级标准。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。

6.1.12 喷层与围岩以及喷层之间粘结应用小锤轻击检查。

6.1.13 对喷层厚度检查宜通过在受喷面上埋设标桩或其他标志控制，也可在喷射混凝土凝结前用针探法检查，必要时可用钻孔或钻芯法检查。

区间或小于区间断面的结构每20延米检查一个断面，车站每10延米检查一个断面。每个断面从拱顶中线起，每2m检查一个点。断面检查点60%以上喷射厚度不应小于设计厚度，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时，方为合格。

6.1.14 本条是对喷射混凝土质量的外观检查。当发现喷射混凝土表面有裂缝、脱落、漏喷、露筋等情况时，应予凿除喷层重喷或进行修整。

6.1.15 本条是针对复合式衬砌的初期支护提出平整度的质量指标，以便于铺设塑料防水板。对初期支护基层表面要求十分平整则费时又费力，原规范规定“喷射混凝土表面平整度的允许偏差为30mm，且矢弦比不得大于1/6”，修改为“喷射混凝土表面平整度D/L不得大于1/6”与本规范第4.5.2条保持一致。

6.2 地下连续墙

6.2.1 地下连续墙主要作为地下工程的支护结构，也可以作为防水等级为一、二级的工程与内衬墙构成叠合墙结构或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，不应用作防水等级为一级的地下工程墙体。

6.2.2 由于地下连续墙是在水下灌注防水混凝土，其胶凝材料用量比一般防水混凝土用量多一些。同时，为保证混凝土灌注面上升速度，混凝土必须具有一定的流动性，坍落度也相应的大一些。其他均与本规范第4.1节防水混凝土相同。

6.2.3 本条参考国家标准《地下铁道工程施工及验收规范》GB 50299－1999第4.6.5条的有关规定。

6.2.4 地下连续墙与内衬墙构成叠合墙结构，两者之间的结合施工质量至关重要，故规定地下连续墙应凿毛并清洗干净，必要时应选用聚合物水泥砂浆、聚合物水泥防水涂料或水泥基渗透结晶型防水涂料等作特殊防水处理。

6.2.5 地下连续墙的防水措施，主要是在条件允许的情况下，尽量加大槽段的长度以减少接缝，提高防水功效。由于拐角处是施工的薄弱环节，施工中易出现质量问题，所以墙体幅间接缝应避开拐角部位，防止产生渗漏水。采用复合式衬砌时，内衬结构的接缝和地下连续墙接缝要错开设置，避免通缝并防止渗漏水。

6.2.7 地下连续墙施工质量的检验数量，参考了国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202－2002第7.6.8条的规定，将原规范“应按连续墙每10个槽段抽查1个槽段”，修改为“应按每5个槽段抽查1个槽段”。

6.2.10 地下连续墙墙面、墙缝渗漏水检验宜符合表1的规定。

6.2.11 地下连续墙的槽段接缝是防水的薄弱环节，根据国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108－2008中第8.3.2条第7款规定，幅间接缝应选用工字钢或十字钢板接头，锁口管应能承

卡免建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

受混凝土灌注时的侧压力，灌注混凝土时不得发生移位和混凝土绕管。

表 1　地下连续墙墙面、墙缝渗漏水检验

序号	检验项目		规　定	检验数量		检验方法
				范围	点数	
1	墙面渗漏	分离墙	无线流	每幅槽段	全数	尺量、观察和检查隐蔽工程验收记录
		单层墙或叠合墙	无滴漏和小于防水二级标准的湿渍			
2	墙缝渗漏	分离墙	仅有少量泥砂和水渗漏			观察和检查隐蔽工程验收记录
		单层墙或叠合墙	无可见泥砂和水渗漏			

6.2.12　需要开挖一侧土方的地下连续墙，尚应在开挖后检查混凝土质量。由于地下连续墙是采用导管法施工，在泥浆中依靠混凝土的自重浇筑而不进行振捣，所以混凝土质量不如在正常条件下浇筑的质量。

为保证使用要求，裸露的地下连续墙墙面如有露筋、露面和夹泥现象时，需按设计要求对墙面、墙缝进行修补或防水处理。

6.2.13　本条参考国家标准《地下铁道工程施工及验收规范》GB 50299－1999 第 4.9.2 条的有关规定。

6.3　盾构隧道

6.3.1　盾构法施工的隧道，宜采用钢筋混凝土管片、复合管片、砌块等装配式衬砌或现浇混凝土衬砌。装配式衬砌应采用防水混凝土制作。

6.3.2　本条是针对不同防水等级的盾构隧道衬砌，确定相应的防水措施。

当隧道处于侵蚀性介质的地层时，应采用相应的耐侵蚀混凝土或耐侵蚀的防水涂层。采用外防水涂料时，应按表 6.3.2 规定

采取“应选”或“宜选”。

6.3.3　第 1 款增加了对管片混凝土氯离子扩散系数的设计要求，符合《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476－2008 第 3.4 节耐久性规定。鉴于国内对处于侵蚀性地层的隧道衬砌的检测标准尚无正式规定，因而在验收条文中也不作具体规定。

第 2 款是按《盾构法隧道施工与验收规范》GB 50446－2008 第 6.7.2 条有关规定作了修改，管片外观质量不允许有严重缺陷，存在一般缺陷的管片应由生产厂家按技术规定处理后重新验收。

当管片表面出现缺棱掉角、混凝土剥落、大于 0.2mm 宽的裂缝或贯穿性裂缝等缺陷时，必须进行修补。管片的修补材料规定采用与管片混凝土同等以上强度的砂浆或特种混凝土，可保证衬砌管片的整体强度统一，对结构受力有益。

第 3 款是在工厂预制的钢筋混凝土管片，为满足隧道衬砌防水要求而制定了管片制作的质量标准。

6.3.4　原规范规定“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”，是按《地下铁道工程施工及验收规范》GB 50299－1999 第 8.11.3 条有关规定提出的。按上海市工程建设规范《市政地下工程施工质量验收规范》DG/TJ 08－236－2006 第 9.3.6 条的规定，由于试件的取样及留置组数比较合理，故该条直接被本规范引用。

6.3.5　原规范规定“管片每生产两环应抽查一块做检漏测试。若检验管片中有 25%不合格时，应按当天生产管片逐块检漏”。条文的内容虽然简单，但可操作性不强，不少管片生产厂家提出意见。现按《盾构法隧道施工与验收规范》GB 50446－2008 第 16.0.6 条的有关规定。根据国内管片检漏的设备水平，提出了“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得超过 50mm”的单块管片检漏标准。以前恒压时间只规定 2h，但考虑到目前单块管片的检漏压力只能达到 0.8MPa，而埋深超过 20m 的轨道交通隧道会越来越多，因此恒压时间延长至 3h，以弥补单块管片检漏压力限值的缺憾。渗水进入管片外背

卡兔建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

高度不得超过50mm，可确保渗水不会到达钢筋表面，不会对钢筋的耐久性产生不良影响。

6.3.6 钢筋混凝土管片接缝防水，主要依靠防水密封垫，所以对密封垫的设置和粘贴施工提出了具体规定。同时，管片拼装前应逐块对粘贴的密封垫进行检查，在管片吊装的过程中要采取措施，防止损坏密封垫。针对采用遇水膨胀橡胶作为防水密封垫的主要材质或遇水膨胀橡胶为主的复合密封垫时，为防止其在管片拼装前预先膨胀，应采取延缓膨胀的措施。

6.3.7 管片接缝防水除粘贴密封垫外，还应进行嵌缝防水处理，为防止嵌缝后产生错裂现象，规定嵌缝应在隧道结构基本稳定后进行。另外，由于湿固化嵌缝材料的应用，嵌缝前基面只要求达到无明显渗水即可。

6.3.8 密封剂主要为不易流失的掺有填料的黏稠注浆材料以减少流失。同时，为了发挥浆液的堵漏止水功效，应对浆液的注入范围采取限制措施。

6.3.9 螺孔为管片接缝的另一渗漏途径，同样应提出防水措施。

6.3.10 本条参考了上海市工程建设规范《市政地下工程施工质量验收规范》DG/TJ 08－236－2006第3.2.7条的规定，将原规范“应按每连续20环抽查1处，每处为1环，且不得少于3处”，修改为“应按每连续5环抽查1环，且不得少于3环”。

6.3.11 盾构隧道衬砌管片接缝防水主要采用弹性密封材料。本规范附录第A.3节规定了弹性橡胶密封垫材料和遇水膨胀密封垫胶料的主要物理性能。其中，弹性橡胶密封垫材料的性能指标是参考目前国内盾构隧道密封垫设计中的通常要求；遇水膨胀密封垫胶料的性能指标是参考《高分子防水材料　第3部分　遇水膨胀橡胶》GB 18173.3－2002的规定。

6.3.12 混凝土抗压试件的试验方法应符合《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081－2002的有关规定；混凝土抗渗试件的试验方法应符合《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082－2009的有关规定。混凝土强度的评定还

应符合《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107－2010的规定。

6.3.13 盾构隧道衬砌渗漏水量检验宜符合表2的规定。

表2　盾构隧道衬砌渗漏水检验

序号	检验项目			规　定	检验数量		检验方法	
					范围	点数		
1	整条隧道	隧道渗漏	隧道渗漏量	符合设计要求	整条隧道任意100m²	1次～2次	尺量、设临时围堰储水检测	
			局部湿迹与渗漏量			2次～4次		
2	管片混凝土	直径8m以下隧道	强度等级	符合设计要求	每10环	制作抗压试件一组	检查试验报告、质量评定记录	
		直径8m以上隧道			每5环	制作抗压试件一组		
3		直径8m以下隧道	抗渗等级		每30环	制作抗渗试件一组		
		直径8m以上隧道			每10环	制作抗渗试件一组		
4		外防水涂层性能指标			整条隧道	1次		
5	管片接缝	直径8m以下隧道	密封垫	符合设计要求	常规指标每400环～500环	1次	检查产品合格证、质保单及抽样检验报告	若设计要求整环或局部嵌缝，则嵌缝材料的检查频率与方法同管片接缝其他防水材料
					全性能检测整条隧道	1次～2次		
		直径8m以上隧道			常规指标每200环～250环	1次		
					全性能检测整条隧道	2次～3次		

卡免建筑 www.cultoo.net

续表 2

序号	检验项目		规　定	检验数量		检验方法
				范围	点数	
6	隧道与井接头、隧道与连接通道接头	密封材料	符合设计要求	隧道与井、隧道与连接通道各一组接头	1 次	检查产品合格证、质保单及抽样检验报告
7	连接通道	防水混凝土、塑料防水板等外防水材料或聚合物水泥防水砂浆等内防水材料	符合设计要求	每个连接通道	1 次	检查产品合格证、质保单及抽样检验报告

6.3.14　管片应至少设置一道密封垫沟槽。接缝密封垫宜选择具有合理的构造形式、良好弹性或遇水膨胀性、耐久性的橡胶类材料，其外形应与沟槽相匹配。

管片接缝密封垫应完全压入密封垫沟槽内，密封垫沟槽的截面面积应大于或等于密封垫的截面积。接缝密封垫应满足在计算的接缝最大张开量和估算的错位量及埋深水头的 2 倍～3 倍水压力不渗漏的技术要求。

6.3.16　鉴于目前管片嵌缝槽的断面构造形式已趋于集中，并对槽的深、宽尺寸及其关系加以定量的规定。管片嵌缝槽与地面建筑、道路工程变形缝嵌缝槽不同，因嵌缝材料在背水面防水，故嵌缝槽槽深应大于槽宽；由于盾构隧道衬砌承受水压较大，相对变形较小，因而嵌缝材料应采用中、高弹性模量类的防水密封材料，有时可采用特殊外形的预制密封件为主、辅以柔性密封材料或扩张型材料构成复合密封件。

6.3.17　管片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，强度应达到或超过混凝土本体的强度。嵌缝材料嵌填时，应先刷涂基层处理剂，嵌缝应密实、平整。

6.3.18　钢筋混凝土管片拼装成环时，其连接螺栓应先逐片初步拧紧，脱出盾尾后再次拧紧。当后续盾构掘进至每环管片拼装之前，应对相邻已成环的 3 环范围内管片螺栓进行全面检查并复紧。

管片拼装后，应填写“盾构管片拼装记录”，并按管片的环向及纵向螺栓应全部穿进并拧紧的规定进行检验。

6.4　沉　　井

6.4.3　干封底混凝土达到设计强度后，集水井需最后封堵，掺防水剂、膨胀剂的混凝土或掺水泥渗透结晶型防水材料的混凝土防裂抗渗性能好，宜作为填充材料应用。

6.4.4　水下封底混凝土的浇筑导管有效作业的半径应互相搭接，并覆盖井底全部面积，浇筑应连续均匀进行。混凝土浇筑时导管插入混凝土深度不宜小于 1mm，混凝土平均升高速度不宜小于 0.25m/h。

6.4.6　本条对沉井分项工程检验批的抽样检验数量作出规定。

6.4.7　参见本规范第 4.1.14 条的条文说明。

6.4.8　参见本规范第 4.1.15 条的条文说明。

6.4.9　沉井井壁、墙缝渗漏水检验宜符合表 3 规定。

表 3　沉井井壁、墙缝渗漏水检验

序号	检验项目	规　定	检验数量		检验方法
			范围	点数	
1	井壁渗漏	无明显渗水和小于防水二级标准的湿渍	每两条水平施工缝之间的混凝土	10（均布）	尺量、观察和检查隐蔽工程验收记录
2	井壁接缝渗漏				尺量、观察和检查隐蔽工程验收记录
3	底板渗漏		底板混凝土	10（均布）	尺量、观察和检查隐蔽工程验收记录
4	底板与井壁或框架梁接缝				尺量、观察和检查隐蔽工程验收记录

卡兔建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

6.5 逆筑结构

6.5.1 本节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式衬砌的逆筑法施工。

6.5.2 直接采用地下连续墙作围护的逆筑结构，无疑对降低工程造价、缩短工期、充分利用地下空间都极为有利。但由于地下连续墙的钢筋混凝土是在泥浆中浇筑的，影响混凝土质量的因素较多，从耐久性设计规定考虑较为不利。《地下工程防水技术规范》GB 50018－2008 第 8.3.2 条第 1 款规定："单层地下连续墙不应直接用于防水等级为一级的地下工程墙体。"

6.5.3 采用地下连续墙与内衬构成复合式衬砌的逆筑结构，为确保地下工程防水等级达到一、二级标准，逆筑法施工时必须处理好施工接缝的防水。施工接缝与顶板、中楼板的距离要大些，否则不便于接缝处的混凝土浇筑施工。施工接缝应做成斜坡形；一次浇筑施工接缝时，由于混凝土沉降收缩，干燥收缩等原因会在该处形成裂缝，造成渗漏水隐患。施工接缝处应采用二次浇筑，后浇混凝土应采用补偿收缩混凝土；施工接缝处宜设遇水膨胀止水条或止水胶、预埋注浆管作为防水设防。

6.5.4 参见本规范第 6.2.5 条的条文说明。

6.5.7 本条对逆筑结构分项工程检验批的抽样检验数量作出规定。

6.5.10 逆筑结构侧墙、墙缝渗漏水检验宜符合表 4 的规定。

表 4 逆筑结构侧墙、墙缝渗漏水检验

序号	检验项目	规 定	检验数量		检验方法
			范围	点数	
1	侧墙渗漏	根据不同的防水等级，达到相应的防水指标	每两条侧墙施工缝之间的混凝土每条逆筑施工接缝	10（均布）	尺量、观察和检查隐蔽工程验收记录
2	墙缝渗漏	根据不同的防水等级，达到相应的防水指标			尺量、观察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 渗排水及盲沟排水是采用疏导的方法，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，减小水对结构的渗透作用，从而辅助地下工程达到降低地下水位和防水目的。

渗排水是将地下工程结构底板下排水层渗出的水通过集水管流入集水井内，然后采用专用水泵机械排水。盲沟排水一般设在建筑物周围，使地下水流入盲沟内，根据地形使水自动排走。如受地形限制没有自流排水条件时，可将水引到集水井中用泵抽出。

7.1.2 本条介绍渗排水层的构造、施工程序及规定，渗排水层对材料来源还应做到因地制宜。

为使渗排水层保持通畅，充分发挥其渗水作用，对砂石颗粒、砂石含泥量以及粗砂过滤层厚度均作了规定；构造上还规定在工程底板与渗排水层之间应做隔浆层，防止渗排水层堵塞。

7.1.3 盲沟的断面尺寸应根据地下水流量大小和构造上的需要确定，一般断面宽度不小于 300mm，高度不小于 400mm。断面过小时，盲沟宜被泥石淤塞，而失去排水效能。盲沟与基础最小距离的设计应根据工程地质情况选定。盲沟内填入的砂、石必须清洁，如砂、石含有过量泥土，就会堵塞盲沟。

本条对盲沟反滤层的层次和粒径组成作出了规定。

7.1.4 地基工程验收合格是保证渗排水、盲沟排水施工质量的前提。

7.1.5 无砂混凝土管通常均在施工现场制作，应注意检查无砂混凝土配合比和构造尺寸。

卡兔建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

普通硬塑料管一般选用内径为 100mm 的硬质 PVC 管，壁厚 6mm，沿管周六等分，间隔 150mm 钻 12mm 孔眼，隔行交错制成透水管。

软式透水管是以经防腐处理并外覆聚氯乙烯或其他材料保护层的弹簧钢丝圈作为骨架，以渗透性土工织物及聚合物纤维编织物为管壁包裹材料，组成的一种复合型土工合成管材，适用于地下工程排出渗透水、降低地下水位及水土保持。软式透水管的质量应符合现行行业标准《软式透水管》JC 937 的有关规定。

7.1.6 本条对渗排水、盲沟排水分项工程检验批的抽样检验数量作出规定。

7.1.7 在工程中常采用盲沟排水来控制地下水和渗流，以减少对地下建筑物的危害。反滤层是工程降排水设施的重要环节，应正确做好反滤层的颗粒分级和层次排列，使地下水流畅而土壤中细颗粒不流失。

本条规定盲沟反滤层的层次和粒径组成必须符合设计要求。砂、石应洁净，含泥量不得大于 2%，必要时应采取冲洗方法，使砂石含泥量符合规定要求。

7.1.8 集水管应设在粗砂过滤层下部，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。

7.1.9 渗排水层应设置在工程结构底板下面，由粗砂过滤层与集水管组成，其顶面与结构底面之间，应干铺一层卷材或抹 30mm～50mm 厚 1∶3 水泥砂浆作隔浆层。

7.1.10 渗排水层总厚度一般不得小于 300mm。如较厚时应分层铺填，每层厚度不得超过 300mm。同时还应做到铺平和拍实。

7.1.11 盲沟的构造类型及盲沟与基础的最小距离，应根据工程地质情况由设计人员选定。

7.1.12 平接式集水管接口处应留 30mm 空隙，外围 100mm 宽塑料排水板包无纺布一层，用 20 号镀锌钢丝绕紧。承插式集水管承插口应填水泥砂浆，无砂浆处包浸煤焦油麻布。管材种类和管口接法应按工程设计综合考虑，故本条提出接口应连接牢固，

不得扭曲变形和错位。

7.2 隧道排水、坑道排水

7.2.1 隧道排水、坑道排水是采用各种排水措施，使地下水能顺着预设的各种管沟被排到工程外，以降低地下水位和减少地下工程中的渗水量。

贴壁式衬砌采用暗沟或盲沟将水导入排水沟内，盲沟宜设在衬砌与围岩之间，而排水暗沟可设置在衬砌内。

复合式衬砌除纵向盲管设置在塑料防水板外侧并与缓冲排水层连接畅通外，其他均与贴壁式衬砌的要求相同。

离壁式衬砌的拱肩应设置排水沟，沟底预埋排水管或设排水孔，在侧墙和拱肩处应设检查孔。侧墙外排水沟应做明沟。

7.2.2 排水泵站的设置以及泵站、集水池的有效容积设计，与隧道或坑道消防排水、汛期排水等有密切关系，应注意相关专业的验收规定。

7.2.3 本条提到污水排放应符合国家现行有关标准的规定。

7.2.4 本条是对国防工程、人防工程等有特殊要求的地下工程提出的。

7.2.5 本条第 1 款规定是适用于围岩地下水量较少、出露比较集中的隧道，但也应注意隧道衬砌修好后围岩水文状况还会改变的地段。

第 2 款规定围岩地下水量较大、出露面广时，除出露处应该设置环向盲沟，包括拱部的环向盲沟、墙部的竖向盲沟和路面下的横向排水沟组成的环外，还应按水量大小、出露面广度，控制环向盲沟的间距，一般宜为 10m～30m，以适应衬砌施工后衬砌背后水文状况的改变。必要时，设置竖向盲沟顶的集水钻孔。设置纵向盲沟，可使环向盲沟之间的水也能得到通畅的疏导。

第 3 款规定当地下水水压较高、水量很大，仅依靠暗沟和中心深埋水沟已不足以排泄丰富的地下水时，就要对衬砌形成水压而造成渗漏水，故应根据实际情况利用或设置辅助坑道、泄水洞

卡免建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

等作为截、排水措施，降低地下水位，尽可能使隧道处于地下水位线以上。

7.2.6 环向、纵向盲管宜采用软式透水管；横向导水管宜采用带孔混凝土管或硬质塑料管；隧道底板下与围岩接触的中心盲沟或盲管宜采用无砂混凝土管或渗水盲管，并应设置反滤层；仰拱以上的中心盲管宜采用带孔混凝土管或硬质塑料管。

7.2.7 为了排水的需要，排水明沟的纵向坡度应尽可能与隧道或坑道坡度一致，避免加深或减小边沟深度，保持流水沟的正常断面；困难地段隧道排水明沟的最小流水坡度不得小于0.2%。在隧道路线纵坡变坡的分坡范围内，由于是流水起始点，流水量一般不大，且分坡范围的距离一般不长，减小坡顶水沟深度可作为特殊情况处理。

排水沟断面应根据水力计算确定。必要时，排水沟应设置沉砂井、检查井，并铺设盖板，其位置和结构构造应考虑便于清理和检查。

7.2.8 隧道围岩稳定和防潮要求高的工程可设置离壁式衬砌，衬砌与岩壁间的距离：拱顶上部宜为600mm～800mm；侧墙处不应小于500mm，主要为便于人员检查和维护而定。为加强拱部防水效果，工程上一般采用防水砂浆、塑料防水板、卷材等防水层；拱肩应设置排水沟，沟底应预埋排水管或设置排水孔；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 本条对隧道排水、坑道排水分项工程检验批的抽样检验数量作出规定。

7.2.10 参见本规范第7.1.7条的条文说明。

7.2.11 作为隧道、坑道衬砌外壁的排水盲管和衬砌内壁的导水盲管，可有多种制品供设计和施工选择，应注意其制品是否有企业标准，并按其标准检验质量。

7.2.12 隧道防排水应视水文地质条件因地制宜地采取“以排为主，防、排、截、堵相结合”的综合治理原则，达到排水通畅、防水可靠、经济合理、不留后患的目的。“防”是指衬砌抗渗和

衬砌外围防水，包括衬砌外围防水层和压浆。“排”是指使衬砌背后空隙及围岩不积水，减少衬砌背后的渗水压力和渗水量。为此，对表面水、地下水应采取妥善的处理，使隧道内外形成一个完整的畅通的防排水系统。一般公路隧道应做到：1 拱部、边墙不滴水；2 路面不冒水、不积水，设备箱洞处均不渗水；3 冻害地区隧道衬砌背后不积水，排水沟不冻结。

隧道、坑道排水是按不同衬砌排水构造采取各种排水措施，将地下水和地面水引排至隧道以外。为了排水的需要，隧道一般应设置纵向排水沟、横向排水坡、横向排水暗沟或盲沟等排水设施。排水沟必须符合设计要求，隧道、坑道排水系统必须畅通，以保证正常使用和行车安全。

7.2.13 贴壁式、复合式衬砌排水构造是由纵向盲管、横向导水管、排水明沟、中心盲沟等组成。纵向盲管的坡度应符合设计要求，当设计无要求时，其坡度不得小于0.2%；横向导水管的坡度宜为2%；排水明沟的纵向坡度不得小于0.2%。铁路、公路隧道长度大于200m时，宜设双侧排水沟，纵向坡度应与线路坡度一致，且不得小于0.2%；中心盲沟的纵向坡度应符合设计要求。

纵向盲管的直径应根据围岩或初期支护的渗水量确定，但不得小于100mm；横向导水管的直径应根据排水量大小确定，但不得小于50mm；横向导水管的间距宜为5m～25m；中心盲管的直径应根据渗排水量大小确定，但不宜小于250mm。

7.2.14 参见本规范第7.2.7条和第7.2.8条的条文说明。

7.2.15 盲管应采用塑料带或无纺布和水泥钉固定在基层上，固定点间距：拱部宜为300mm～500mm，边墙宜为1000mm～1200mm，在不平处应增加固定点。

环向、纵向盲管接头部位要连接好，使汇集的地下水顺利排出。目前盲管生产厂家都配套生产了标准接头、异径接头和三通等，为施工创造了条件，施工中应尽量采用标准接头，以提高排水工程质量。

卡兔建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

7.2.16 在贴壁式衬砌和无塑料板防水层段的复合式衬砌中铺设的盲沟或盲管，在施工混凝土衬砌前，均应用塑料布或无纺布包裹起来，以防混凝土中的水泥砂浆堵塞盲沟或盲管。

7.3 塑料排水板排水

7.3.1 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、盲管排水、塑料排水板或机械抽水等排水方法。塑料排水板可用于地下工程底板与侧墙的室内明沟、架空地板排水以及地下工程种植顶板排水，还可用于隧道或坑道排水。塑料排水板与土工布结合，可替代传统的陶粒或卵石滤水层，并具有较高的抗压强度和排水、透气等功能。

7.3.2 塑料排水板是 HDPE 为主要原料，通过三层共挤在熔融状态下经真空吸塑和对辊辊压成型工艺制成的新型材料，具有立体空间和一定支撑高度的新型排水材料。塑料排水板的单位面积质量和支点高度应根据设计荷载和流水通量来确定。

7.3.3 本条第 1、2 款是塑料排水板在地下工程底板和侧墙中的应用。将排水板支点朝下或朝内墙，支点内灌入混凝土，可起到永久性模板作用；同时，塑料排水板与底板或内墙形成一个密封的空间，能及时地排出底板或内墙渗出的水分，起到防潮、排水、隔热、保温的作用。

第 3 款是塑料排水板在地下工程种植顶板的应用。将塑料排水板支点朝上，排水板上面覆一层土工布，防止泥水流到排水板内，保持排水畅通。

第 4 款是塑料排水板在隧道或坑道中的应用。在初期衬砌洞壁上先铺设一层土工布，防止泥水流到排水板内，保持排水畅通；将塑料排水板支点朝向洞壁，连续的排水板形成的密闭排水层，可将隧道或坑道围岩的裂隙水顺畅地引入排水盲沟。

7.3.4 塑料排水板搭接缝主要有热熔焊接、支点搭接和胶粘剂粘结等搭接工艺。塑料排水板采用双焊缝热熔焊接，适用于地下工程种植顶板中排水层兼耐根穿刺防水层，其焊接质量应符合本

规范第 4.5.9 条的规定；塑料排水板采用 1 个～2 个支点搭接或胶粘剂，可使排水板形成一个整体，而透过塑料排水板的少量渗漏水则可从防水层表面与塑料排水板凹槽间流出。

7.3.5 种植顶板有时因降水形成滞水，当积水上升到一定高度并浸没植物根系时，可能会造成根系的腐烂。本条规定了种植顶板种植土若低于周边土体，排水层必须与排水沟或盲沟配套使用，并按情况分区设置，保证其排水畅通。

7.3.6 土工布是过滤层材料，应空铺在塑料排水板的支点上。土工布宜采用 200g/m^2～400g/m^2 的聚酯无纺布，其搭接宽度不应小于 200mm。土工布可起挡土、滤水、保湿作用，使过滤的多余清水在塑料排水板面上排出。土工布铺设不必考虑方向，搭接部位应采用粘合或缝合，防止回填种植土时将土工布接缝扯开，使土粒堵塞排水层。回填土属黏性土时，宜在土工布上先铺设 5mm～10mm 粗砂再覆土，避免土工布板结，保障其透水性。

7.3.7 本条对塑料排水板排水分项工程检验批的抽样检验数量作出规定。

7.3.8 塑料排水板和土工布的质量要求，应符合现行行业标准《种植屋面工程技术规程》JGJ 155 的有关规定。

7.3.9 塑料排水板排水，可削弱地表水、地下水对地下结构的压力并减少水对结构的渗透。有自流排水条件的地下工程，可采用自流排水法，无自流排水条件的地下工程，可采用明沟或集水井和机械抽水等排水方法，故本条规定塑料排水板排水层必须与排水系统连通，不得有堵塞现象。

卡兔建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

8 注浆工程

8.1 预注浆、后注浆

8.1.1 注浆按地下工程施工顺序可分为预注浆和后注浆。注浆方案应根据工程地质及水文地质条件，按下列规定选择：

1 在工程开挖前，预计涌水量较大的地段、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 衬砌后渗漏水严重或充填壁后空隙的地段，宜进行回填注浆；

4 回填注浆后仍有渗漏水时，宜采用衬砌后围岩注浆。

上述所列各款可单独进行，也可按工程情况综合采用，确保地下工程达到设计的防水等级标准。

8.1.2 由于国内注浆材料的品种多、性能差异大，事实上目前还没有哪一种浆材能全部满足工程需要，所以要熟悉掌握各种浆材的特性，并根据工程地质、水文地质条件、注浆目的、注浆工艺、设备和成本等因素加以选择。

8.1.3 本条列举了用于预注浆和后注浆的三种常用方法，供工程上参考。

1 渗透注浆不破坏原土的颗粒排列，使浆液渗透扩散到土粒间的孔隙，孔隙中的气体和水分被浆液固结体排除，从而使土壤密实达到加固防渗的目的。渗透注浆一般用于渗透系数大于10^{-5}cm/s的砂土层。

2 劈裂注浆是在较高的注浆压力下，把浆液渗入到渗透性小的土层中，并形成不规则的脉状固结物。由注浆压力而挤密的土体与不受注浆影响的土体构成复合地基，具有一定的密实性和

承载能力。劈裂注浆一般用于渗透系数不大于10^{-6}cm/s的黏土层。

3 高压喷射注浆是利用钻机把带有喷嘴的注浆管钻进至土中的预定位置，以高压设备使浆液成为高压流从喷嘴喷出，土粒在喷射流的作用下与浆液混合形成固结体。高压喷射注浆的浆液以水泥类材料为主、化学材料为辅。高压喷射注浆可用于加固软弱地层。

8.1.4 注浆材料包括了主剂和在浆液中掺入的各种外加剂。主剂可分为颗粒浆液和化学浆液两种。颗粒浆液主要包括水泥浆、水泥砂浆、黏土浆、水泥黏土浆以及粉煤灰、石灰浆等；化学浆液常用的有聚氨酯类、丙烯酰胺类、硅酸盐类、水玻璃等。

在隧道工程注浆中，常用颗粒浆液先堵塞大的孔隙，再注入化学浆液，既经济又起到注浆的满意效果。壁后回填注浆因为起填充作用，所以尽量采用颗粒浆液。各种浆液配合比必须根据注浆效果现场试验确定。

8.1.5 对本条说明如下：

1 注浆压力能克服浆液在注浆管内的阻力，把浆液压入隧道周边地层中。如有地下水时，其注浆压力尚应高于地层中的水压，但压力不宜过高。由于注浆浆液溢出地面或超出有效范围之外，会给周边建筑结构带来不良影响，所以应严格控制注浆压力。

2 回填注浆时间的确定，是以衬砌能否承受回填注浆压力作用为依据的，避免结构过早受力而产生裂缝。回填注浆压力一般都小于0.8MPa，因此规定回填注浆应在衬砌混凝土达到设计强度的70%后进行。

为避免衬砌后围岩注浆影响浆液固结体，因此规定衬砌后围岩注浆应在回填注浆浆液固结体达到设计强度的70%后进行。

3 隧道地面建筑多，交通繁忙，地下各种管线纵横交错，一旦浆液溢出地面和超出有效注浆范围，就会危及建筑物或地下管线的安全。因此，注浆过程中应经常观测，出现异常情况应立

卡兔建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

即采取措施。

在地面进行垂直注浆后，为防止坍孔造成地面下降，规定注浆后应用砂子将注浆孔封填密实。

4 浆液的注浆压力应控制在有效范围内，如果周围的建筑物与被注点距离较近，有可能发生地面隆起、墙体开裂等工程事故。所以，在注浆作业时要定期对周围的建筑物和构筑物以及地下管线进行施工监测，保证施工安全。

5 注浆浆液特别是化学注浆浆液，有的有一定的毒性。为防止污染地下水，施工期间应定期检查地下水的水质。

8.1.6 本条对注浆工程分项工程检验批的抽样检验数量作出规定。

8.1.7 几乎所有的水泥都可以作为注浆材料使用，为了达到不同的注浆规定，往往在水泥中加入外加剂和掺合料，这样不仅扩大了水泥注浆材料的应用范围，也提高了固结体的技术性能。由于水泥和外加剂的品种较多，浆液的组成较复杂，所以有必要对进场后的注浆材料进行抽查检验。

8.1.8 注浆结束前，为防止开挖时发生坍塌或涌水事故，必须对注浆效果进行检验。通常是根据注浆设计、注浆记录、注浆结束标准，在分析各种注浆孔资料的基础上，按设计要求对注浆薄弱部位进行钻孔取芯检查，检查浆液扩散和固结情况。有条件时还可进行压力或抽水试验，检查地层吸水率或透水率，计算渗透系数及开挖时的出水量。

8.1.9 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规定等，综合分析后确定注浆孔数、布孔方式及钻孔角度等注浆参数的设计。后注浆钻孔应根据围岩渗漏水或回填注浆后仍有渗漏水情况确定。

8.1.10 注浆压力是浆液在裂隙中扩散、充填、压实、脱水的动力。注浆压力太低，浆液不能充填裂隙，扩散范围受到限制而影响注浆质量；注浆压力过大，会引起裂隙扩大、岩层移动和抬高，浆液易扩散到预定范围之外。特别在浅埋隧道还会引起地表隆起，破坏地面设施。因此本条规定注浆各阶段的控制压力和注浆量应符合设计要求。

8.1.11 浆液沿注浆管壁冒出地面时，宜用水泥、水玻璃混合料封闭管壁与地表面孔隙或用栓塞进行密封，并间隔一段时间后再进行下一深度的注浆。

在松散的填土地层注浆时，宜采用间歇注浆、增加浆液浓度和速凝剂掺量、降低注浆压力等方法。

当浆液从已注好的注浆孔中冒出时，应采用跳孔施工。

8.1.12 当工程处于房屋和重要工程的密集段时，施工中应会同有关单位采取有效的保护措施，并进行必要的施工监测，以确保建筑物及地下管线的正常使用和安全运营。

8.2 结构裂缝注浆

8.2.1 混凝土结构裂缝严重影响工程结构的耐久性，随着我国经济建设的发展，化学注浆在该领域的应用技术不断创新，有许多成功实例，可满足结构正常使用和工程的耐久性规定。

本条提出结构裂缝注浆的适用范围，宽度大于 0.2mm 的静止裂缝以及贯穿性裂缝均是混凝土结构的有害裂缝，应采用堵水注浆，符合混凝土结构设计要求。

8.2.2 对于以混凝土承载力为主的受压构件和受剪构件，往往会出现原结构与加固部分先后破坏的各个击破现象，致使加固效果很不理想或根本不起作用。所以混凝土结构加固时，为适应加固结构应力、应变滞后现象，特别要求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 化学注浆材料为真溶液，与掺有膨润土、粉煤灰的水泥灌浆材料相比，可灌性好，胶凝时间可按工程需要调节，粘结强度高。因此，某些工程用水泥灌浆不能解决的问题，采用化学注浆材料处理或进行复合灌浆，基本上都可以满意的解决。注浆材料注入裂缝深部，达到恢复结构的整体性、耐久性及防水性的

卡免建筑 www.cultoo.net

卡兔建筑
cultoo.net

目的。

化学浆材按其功能与用途可分为防渗堵漏型和加固补强型，但两种类型的化学浆材其功能并非完全分开。聚氨酯虽有较好的堵水效果，而因强度低，不具备对混凝土的补强作用。但聚氨酯中强度较高的油溶性聚氨酯可用于非结构性混凝土裂缝补强；亲水性较好且固化较快的改性环氧浆材对渗流量小的混凝土结构裂缝具有堵水补强功能，但出水量较大的工程不宜用作堵水材料。所以，在实际应用中应根据工程情况合理的选用浆材。

注浆材料的选用与结构裂缝宽度、渗水量大小、常年性渗漏还是季节性渗漏、是否有补强要求等有关。当水量较大时，可选用聚氨酯浆液，水溶性聚氨酯具有流动性好、二次渗透、发泡快等特点，非常适合快速注浆堵水；当水量小时，可选择超细水泥注浆；当结构有补强要求时，可选用环氧树脂或水泥—水玻璃浆液注浆；当渗水较少但空洞大时，可先用水泥浆填充，然后再用化学浆液封堵。

8.2.4 注浆工艺和正确选用注浆设备是裂缝注浆的关键。本条参考了《混凝土结构加固技术规范》CECS25：90 的有关规定，介绍裂缝注浆施工的工艺流程，便于施工过程对质量的控制。要保障注浆工程的处理效果和提高使用的耐久性，首先要对处理工程的使用要求、使用环境和工程的实际状况进行综合分析，正确选用合适的浆材，并要结合选用浆材的特性和工程实际状况制定行之有效的施工方案和工艺，选用合适的注浆设备精心施工，才能达到预期的效果。

8.2.5 本条对结构裂缝注浆分项工程检验批的抽样检验数量作出规定。

8.2.6 对本条说明如下：

1 聚氨酯灌浆材料是以多异氰酸酯与多羟基化合物聚合反应制备的预聚体为主剂，通过灌浆注入基础或结构，与水反应生成不溶于水的具有一定弹性或强度固结体的浆液材料。产品按原材料组成分为两类：水溶性聚氨酯灌浆材料，代号 WPU；油溶

性聚氨酯灌浆材料，代号 OPU。

2 环氧树脂灌浆材料是以环氧树脂为主剂加入固化剂、稀释剂、增韧剂等组分所形成的 A、B 双组分商品灌浆材料。A 组分是以环氧树脂为主的体系，B 组分为固化体系。环氧树脂灌浆材料（代号 EGR），按初始黏度分为低黏度型（L）和普通型（N）。

高渗透改性环氧材料的应用面在扩大，高渗透改性环氧材料是指具有优异渗透性、可灌性的改性环氧材料，能渗入微米级的岩土孔隙、裂缝，在自然状态下能在混凝土表面通过毛细管道、微孔隙和肉眼看不见的微细裂纹渗入混凝土内，能在压力下灌入渗透系数为 10^{-6} cm/s～10^{-8} cm/s 的低渗透软弱地层或夹泥层中。我国研发出了如“中化-798-Ⅲ高渗透改性环氧化灌浆材”第三代产品，而且结合工程实际，形成了混凝土专用的防腐、防水、补强、粘结的系列产品，具有高渗透性和优异的力学性能及耐老化性能。

8.2.7 结构裂缝注浆质量检查，一般可采用向缝中通入压缩空气或压力水检验注浆密实情况，也可钻芯取样检查浆体的外观质量，测试浆体的力学性能。封缝养护至一定强度应进行压水或压气检查，压水时可采用掺高锰酸钾、荧光黄试剂的颜色水。压水或压气所用压力不得超过设计注浆压力。

对设计有补强要求的工程，必须进行现场取芯试验，取芯方法如下：

1 起始芯：在第 1 个 25 延米注浆完成后，钻取直径 50mm 的起始芯。芯样由监理工程师指定位置钻取，其钻取深度为裂缝的深度。起始芯要有专用储存箱、按设计要求养护；注意了解和遵从业主对试件附加的要求和测试内容。

2 起始芯和质量见证芯的试验方法：渗透性为直观检验；粘结强度或抗压强度试验可采用混凝土常规法。

3 起始芯测试环氧树脂渗透的程度和粘结强度。其试验规定：渗透性以裂缝深度的 90%充满环氧树脂浆液固结体为合格；

卡兔建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

当有补强要求而检测粘结强度时，应不在粘结面破坏。

4 试验的评定和验收规定：起始芯通过上述试验，达到标准数值，则说明这一区域的注浆作业得以验收；如果起始芯的渗透性和粘结强度测试不合格，则必须分析原因，补充注浆，重新检测，直到符合规定为止；不合格起始芯区域，返工之后，由监理工程师指定的位置钻取“见证芯”，重新按3和4的规定检测。

5 取芯孔应在得到监理工程师的允许后进行充填。

有关补强加固的结构裂缝注浆效果，应按《混凝土结构加固设计规范》GB 50367－2006第14.2.3条的规定执行。

8.2.8 结构裂缝注浆钻孔应根据结构渗漏水情况布置，孔深宜为结构厚度的1/3～2/3。

浅裂缝应骑槽粘埋注浆嘴，必要时沿缝开凿“U”形槽并用水泥砂浆封缝；深裂缝应骑缝钻孔或斜向钻孔至裂缝深部，孔内埋设注浆管。注浆嘴及注浆管设于裂缝交叉处、较宽处、端部及裂缝贯穿处等部位，注浆嘴间距宜为100mm～1000mm，注浆管间距宜为1000mm～2000mm。原则上应做到缝窄应密，缝宽可稀，但每条裂缝至少有一个进浆孔和排气孔。

8.2.9 现场注浆压力试验方法：拆去注浆设备的混合器。将双液输浆管连接到压力测试装置上。压力测试装置由两个独立的压力传感阀组成。关闭阀门，启动注浆泵；待压力表升到0.5MPa后停泵；观测压力表，在2min内的压力不降到0.4MPa为合格。

压力试验频率：压力试验可在每次注浆前进行；交接班或停工用餐后进行；在进行裂缝表面清理的间歇时间进行。

现场进浆比例试验方法：拆去注浆设备的混合器，将双液输浆管连接到比例测试装置上。比例测试装置由两个独立的阀件组成，可通过开启和关闭阀门，控制回流压力来调节，压力表可显示每个阀门的回流压力。关闭阀门，启动注浆泵；待压力升到0.5MPa后停泵；开启阀门，将浆液放入有刻度的容器，观测两个容器内的浆液，是否符合设备的比例参数。

9 子分部工程质量验收

9.0.1 按《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300－2001第6章内容的规定，地下防水工程质量验收的程序和组织有以下两点说明：

1 检验批及分项工程应由监理工程师或建设单位项目技术负责人组织施工单位项目专业质量或技术负责人等进行验收。验收前，施工单位先填好“检验批和分项工程的质量验收记录”，并由项目专业质量检验员和项目专业技术负责人分别在验收记录中相关栏签字，然后由监理工程师组织按规定程序进行。

2 分部工程应由总监理工程师或建设单位项目负责人组织施工单位项目负责人和技术、质量负责人等进行验收。由于地下防水工程技术要求严格，故有关工程的勘察、设计单位项目负责人和施工单位技术、质量部门负责人也应参加相关分部工程验收。

9.0.2 检验批是工程验收的最小单位，是分项工程乃至整个建筑工程质量验收的基础。本条规定了检验批质量合格条件：一是对检验批的质量抽样检验。主控项目是对检验批的基本质量起决定性作用的检验项目，必须全部符合本规范的有关规定，且检验结果具有否决权；一般项目是除主控项目以外的检验项目，应有80%以上的一般项目子项符合本规范的有关规定，对有允许偏差的项目，其最大偏差不得超过本规范规定允许偏差值的1.5倍；二是质量控制资料，反映检验批从原材料到最终验收的各施工工序的操作依据、检查情况以及保证质量所必需的管理制度等质量控制资料，是检验批合格的前提。

9.0.3 分项工程的验收在检验批验收的基础上进行。一般情况下，两者具有相同或相近的性质，只是批量的大小不同而已。因

卡免建筑 www.cultoo.net

卡免建筑
cultoo.net

此，将有关的检验批汇集构成分项工程。分项工程合格质量的条件比较简单，只要构成分项工程的各检验批的验收资料文件完整，并且均已验收合格，则分项工程验收合格。

9.0.4 子分部工程的验收在其所含各分项工程验收的基础上进行。本条给出了子分部工程验收合格的条件，包括四个方面：一是所含分项工程全部验收合格；二是相应的质量控制资料文件必须完整；三是地下工程渗漏水检测；四是观感质量检查。

9.0.5 地下防水工程竣工和记录资料体现了施工全过程控制，必须做到真实、准确，不得有涂改和伪造，各级技术负责人签字后方可有效。

9.0.6 隐蔽工程是后续的工序或分项工程覆盖、包裹、遮挡的前一分项工程。如变形缝构造、渗排水层、衬砌前围岩渗漏水处理等，经过检查验收质量符合规定方可进行隐蔽，避免因质量问题造成渗漏或不易修复而直接影响防水效果。

9.0.7 关于观感质量检查，这类检查往往难以定量，只能以观察、触摸或简单量测的方式进行，并由各个人的主观印象判断，检查结果并不给出“合格”或“不合格”的结论，而是综合给出质量评价。对于“差”的检查点应通过返修处理等补救。

本条规定的地下防水工程的观感质量检查规定，是根据本规范各分项工程的质量内容。

9.0.8 按《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300－2001第5.0.3条第3款的规定，分部工程有关安全及功能的检验和抽样检测结果应符合有关规定。因此，本规范第3.0.14条规定地下工程应按设计的防水等级标准进行验收，检查地下工程有无渗漏水现象，填写“地下工程渗漏水检测记录”。地下工程出现渗漏水时，应及时进行治理，并应由防水专业设计人员和有防水资质的专业施工队伍承担。

根据《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300－2001第5.0.6条第4款规定，对地下工程渗漏水治理，必须满足分部工程的安全和主要使用功能的基本要求。地下工程达到设计的防水等级标准后，可以进行验收。

9.0.9 地下防水工程完成后，应由施工单位先行自检，并整理施工过程中的有关文件和记录，确认合格后会同建设或监理单位，共同按质量标准进行验收。子分部工程的验收，应在分项工程通过验收的基础上，对必要的部位进行抽样检验和使用功能满足程度的检查。子分部工程应由总监理工程师或建设单位项目负责人组织施工技术质量负责人进行验收。

地下防水工程验收时，施工单位应按照本规范第9.0.5条的规定，将竣工和记录资料提供总监理工程师或建设单位项目负责人审查，检查无误后方可作为存档资料。

卡免建筑 www.cultoo.net