



T/CECS XXX-201X

中国工程建设标准化协会标准

刚性防水防护工程技术规程

Technical specification for application of rigid waterproof
engineering

(征求意见稿)

×××出版社

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2018 年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2018]015 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分 8 章。主要技术内容包括：总则、术语、基本规定、材料、设计、施工、质量验收、维护等。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利。本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会防水防护与修复专业委员会归口管理，由建研建材有限公司负责具体技术内容的解释。本规程在执行过程中如有意见或建议，请寄送至建研建材有限公司（中国建筑科学研究院建筑材料研究所，地址：北京市北三环东路 30 号，邮政编码：100013，邮箱：concretesea@126.com）。

主编单位：建研建材有限公司

中国建筑材料科学研究总院有限公司

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：××× ××× ×××

目 次

1 总 则.....	1
2 术 语.....	2
3 基本规定.....	3
4 材 料.....	5
4.1 防水混凝土.....	5
4.2 防水砂浆.....	9
4.3 细石防水混凝土.....	10
4.4 防水剂.....	10
4.5 防水涂料.....	11
4.6 修补材料.....	11
5 设 计.....	13
5.1 一般规定.....	13
5.2 地下防水工程.....	13
5.3 屋面防水工程.....	18
5.4 建筑外墙防水工程.....	23
5.5 建筑室内防水工程.....	27
5.6 蓄水类防水工程.....	29
6 施 工.....	30
6.1 一般规定.....	30
6.2 地下防水工程.....	30
6.3 屋面防水工程.....	32
6.4 建筑外墙防水工程.....	32
6.5 建筑室内防水工程.....	33

6.6	蓄水类防水工程.....	33
6.7	防水混凝土.....	34
6.8	砂浆防水层.....	36
6.9	细石混凝土防水层.....	36
6.10	聚合物水泥防水涂料.....	37
6.11	水泥基渗透结晶型防水涂料.....	38
6.12	无机水性渗透结晶型材料.....	38
6.13	缺陷修复.....	39
7	质量验收.....	42
7.1	一般规定.....	42
7.2	防水混凝土.....	44
7.3	地下防水工程.....	45
7.4	屋面防水工程.....	45
7.5	外墙防水工程.....	46
7.6	室内防水工程.....	47
7.7	蓄水类防水工程.....	47
8	维 护.....	49
附录 A	地下工程细部构造防水.....	50
	本规程用词说明.....	71
	引用标准名录.....	71
	条文说明.....	74

Contents

1	General provisions.....	1
2	Terms.....	2
3	Basic requirements.....	3
4	Materials.....	5
4.1	Waterproof concrete	5
4.2	Waterproof mortar	9
4.3	Fine stone waterproof concrete	10
4.4	Waterproof agents.....	10
4.5	Waterproof coating.....	11
4.6	Repair materials	11
5	Design.....	13
5.1	General requirements	13
5.2	Underground waterproofing works	14
5.3	Roof waterproofing engineerings.....	19
5.4	Building exterior wall waterproofing engineerings.....	23
5.5	Building indoor waterproofing engineerings.....	28
5.6	Water storage waterproofing engineerings	29
6	Construction.....	31
6.1	General requirements	31
6.2	Underground waterproofing works	31
6.3	Roof waterproofing engineerings.....	33
6.4	Building exterior wall waterproofing engineerings.....	33
6.5	Building indoor waterproofing engineerings.....	34
6.6	Water storage waterproofing engineerings	34
6.7	Waterproof concrete	35
6.8	Waterproof layer by mortar	37
6.9	Fine stone waterproof concrete	37
6.10	Polymer cement waterproof coating.....	38
6.11	Cement based permeable crystalline waterproof coating.....	39

6.12	Inorganic water based permeable crystalline coatings	39
6.13	Defect repair	40
7	Quality Acceptance.....	43
7.1	General requirements	43
7.2	Waterproof concrete	45
7.3	Underground waterproofing engineerings	46
7.4	Roof waterproofing engineerings.....	46
7.5	Building exterior wall waterproofing engineerings.....	47
7.6	Building indoor waterproofing engineerings.....	48
7.7	Water storage waterproofing engineerings	48
Appendix A: Waterproofing of underground engineering details.....		50
Explanation of wording in this specification.....		72
List of quoted standards.....		72
Addition: Explanation of provisions.....		75

1 总 则

1.0.1 为了规范刚性防水技术在建设工程中的应用，做到技术先进、经济合理、绿色环保、适用耐久、确保质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于地下工程、屋面工程、建筑外墙工程、室内工程、蓄水类工程中刚性防水工程的设计、施工和验收。

1.0.3 刚性防水工程的材料、设计、施工和质量验收应符合本规程，本规程未做规定的尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 刚性防水

由混凝土结构自防水或刚性防水层形成的刚性防水屏障。

2.0.2 混凝土结构自防水体系

结构主体采用防渗抗裂性能的防水混凝土，结构设计对混凝土结构构件进行受力裂缝控制，并对变形缝、后浇带、施工缝等细部构造进行防水密封处理，不依赖于防水层的防水体系。

2.0.3 刚性防水体系

主体采用刚性防水，细部构造节点采用相适应措施的防水体系。

2.0.4 防水混凝土

以阻止水的渗透（漏）为目标，采用优质常规原材料，合理掺加防水剂和矿物掺合料，制成的具有良好抗渗性能和抗裂性能的混凝土。

2.0.5 防水砂浆

以水泥和细骨料为主要原材料，掺加防水剂、聚合物、或纤维等一种或几种改性材料，制成的具有良好抗渗性能和抗裂性能的砂浆。

2.0.6 防水剂

掺入混凝土或砂浆中，提高混凝土或砂浆的密实性、抗裂性、憎水性中的一种或多种性能，阻止水渗透的外加剂。

2.0.7 刚性防水层

以水泥基材料为载体，涂覆在结构表面，能够阻止（滞）水渗透的刚性构造层。

3 基本规定

3.0.1 刚性防水设计和施工应遵循防、排、截、堵相结合，构造合理，因地制宜，施工简便、过程控制、综合治理的原则。

3.0.2 刚性防水设计方案应根据结构形式、防水等级、材料选择、施工作业条件和施工工艺确定。

3.0.3 刚性防水工程设计工作年限应符合表 3.0.3 的规定。

表 3.0.3 刚性防水工程设计工作年限

序号	工程类别	设计工作年限
1	地下工程	不应低于工程结构设计工作年限
2	屋面工程	不应低于工程结构设计工作年限
3	外墙工程	不应低于 25 年
4	室内工程	不应低于 15 年
5	道路桥梁路面或桥面工程	不应低于路面结构或桥面铺装设计工作年限
6	非侵蚀性介质蓄水类工程	不应低于工程结构设计工作年限

3.0.4 防水面积超过 15000m² 的地下防水工程采用混凝土结构自防水体系、单体建筑屋面或小区屋面总面积大于 10000m² 的防水工程采用刚性防水体系时，应经过专家论证。

3.0.5 刚性防水工程防水标准应符合下列规定：

1 地下工程的防水等级判定标准和适用范围应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的规定；

2 屋面、外墙和室内防水工程的结构背水面不得有渗漏水 and 湿渍；

3 蓄水类工程的渗水量应符合现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141 的规定。

3.0.6 刚性防水工程的变形缝、施工缝、后浇带、穿墙管（盒）、预埋件等细部构造，可采取柔性等相适应的材料进行加强处理。

3.0.7 混凝土结构防水工程应进行耐久性设计，耐久性设计应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的规定，不同行业的工程尚应满足本行业的混凝土结构耐久性设计标准。

3.0.8 刚性防水防护工程所用防水材料应符合有关环境保护的规定。

3.0.9 刚性防水工程中采用的新材料、新技术、新工艺应经过试验、检测，必要时应进行专题论证。

4 材 料

4.1 防水混凝土

I 一般规定

4.1.1 刚性防水工程中防水混凝土的抗渗等级不得小于 P8 或 HP12，设计抗渗等级应满足表 4.1.1 的规定。防水混凝土抗渗等级可采用基准值设计，也可采用代用值进行设计。

表 4.1.1 防水混凝土设计抗渗等级

类别		设计抗渗等级	
		基准值	代用值
工程埋置深度 H (m)	H<10	≥P8	≥HP12
	10≤H<20	≥P10	≥HP19
	20≤H	≥P12	≥HP26

注：1 本表适用于 IV、V、VI 级围岩。

2 HP12 表示抗渗试件在 1.2MPa 恒压 24h，1 组 6 个试件中有 4 个试件表面未出现渗水时的抗渗等级；HP19 表示抗渗试件在 1.9MPa 恒压 24h，1 组 6 个抗渗试件中有 4 个试件表面未出现渗水时的抗渗等级；HP26 表示抗渗试件在 2.6MPa 恒压 24h，1 组 6 个抗渗试件中有 4 个试件表面未出现渗水时的抗渗等级；试验方法应按现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐性能试验方法标准》GB/T 50082 的有关规定执行。

4.1.2 防水混凝土的施工配合比应通过试验确定，试配混凝土的抗渗压力值应比设计值要求提高 0.2MPa。

4.1.3 防水混凝土设计强度等级不应低于 C30。

4.1.4 防水混凝土 56d 收缩率不应大于 400×10^{-6} ，试验方法应按现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 中的接触法执行。

4.1.5 防水混凝土采用补偿收缩混凝土时，混凝土限制膨胀率应符合现行行业标准《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T 178 的规定。

4.1.6 应根据工程环境类别、环境作用等级、设计使用年限等确定防水混凝土的耐久性能要求，防水混凝土耐久性能要求应符合现行国家有关混凝土结构耐久性设计标准的规定。

4.1.7 混凝土的环境温度不得高于 100℃，受腐蚀性介质作用的工业建（构）筑物中的防水混凝土技术要求还应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规

范》GB 50046 的有关规定。

4.1.8 防水混凝土宜采用预拌混凝土，其质量应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T14902 和《混凝土质量控制标准》GB50164 的规定。

4.1.9 防水混凝土的抗裂性能测试应符合下列规定：

1 应针对防水混凝土应根据相应的抗裂机理选择适宜的评价指标和测试评价方法进行抗裂性能评价。

2 补偿收缩混凝土应采用限制膨胀率的试验方法进行抗裂性能评价，不适用采用风吹试验条件下的早期抗裂试验方法进行评价。

3 掺加纤维类材料的混凝土宜采用早期抗裂试验方法进行抗裂性能评价，也可采用收缩试验方法进行评价。掺加高模量合成纤维或钢纤维的混凝土还宜通过折压比指标进行混凝土的抗裂性能评价。

4 聚合物混凝土宜采用折压比或弹强比指标进行混凝土的抗裂性能评价。

5 大掺量矿物掺合料混凝土可采用收缩试验方法和绝热温升试验进行抗裂性能评价，不适用采用风吹试验条件下的早期抗裂试验方法进行评价。

6 掺加抑制温升材料的混凝土可采用绝热温升或半绝热温升试验进行抗裂性能评价。

7 外涂无机水性渗透结晶材料的混凝土、抗冻防水合金粉混凝土宜采用早期抗裂试验方法进行抗裂性能评价。

8 限制膨胀率试验应按照现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的有关规定进行，早期抗裂试验方法和收缩试验方法应按照现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的有关规定进行，绝热温升试验应按照现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 的有关规定进行。

4.1.10 防水混凝土的密实性或憎水性可采用吸水量比或吸水率试验方法进行评价，吸水量比试验方法可参照现行行业标准《砂浆、混凝土防水剂》JC 474 的规定执行，吸水率试验方法可参照现行国家标准《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的规定执行。

II 原材料

4.1.11 用于防水混凝土的水泥应符合下列规定：

1 水泥品种宜采用符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB175 的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥，采用其他品种水泥时应通过试验确定，硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥比表面积不宜大于 $360\text{m}^2/\text{kg}$ ；

2 大体积防水混凝土宜采用中、低热硅酸盐水泥或低热矿渣硅酸盐水泥，也可使用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥同时复合使用大掺量的矿物掺合料，中、低热硅酸盐水泥或低热矿渣硅酸盐水泥应按现行国家标准《中热硅酸盐水泥 低热硅酸盐水泥 低热矿渣硅酸盐水泥》GB 200 规定执行；

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。

4.1.12 防水混凝土选用矿物掺合料时，应符合下列规定：

1 粉煤灰应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T1596 的有关规定，粉煤灰的级别不应低于 II 级，烧失量不应大于 5%；

2 粒化高炉矿渣粉应符合现行国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 的有关规定；

3 复合掺合料应符合现行行业标准《混凝土用复合掺合料》JG/T486 的有关规定；

4 使用其他掺合料时应符合相关标准规定要求，其用量应通过试验确定。

4.1.13 防水混凝土宜选用坚固、洁净的骨料，不得使用未经净化处理的海砂，粗、细骨料的选用应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的有关规定，宜选用符合现行行业标准《高性能混凝土用骨料》JG/T 568 中的特级或 I 级骨料。泵送时，最大粒径不应大于输送管径的 $1/4$ ，且不应大于钢筋间最小净距的 $3/4$ 。

4.1.14 用于拌制防水混凝土的水，应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定。

4.1.15 防水混凝土宜根据工程需要选用抗裂、防水外加剂，其品种和用量应根据工程特点经试验确定，所用外加剂的技术性能均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，抗裂、防水外加剂还应符合本规程 4.4 节的规定。

4.1.16 防水混凝土可根据工程抗裂需要掺入合成纤维或钢纤维，纤维的品种

及掺量应通过试验确定，并应符合国家现行标准《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》GB/T 21120、《钢纤维混凝土》JG/T 472 和《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T221 的规定。

4.1.17 使用碱活性骨料时，防水混凝土中各类材料的总碱量（ Na_2O 当量）不得大于 3kg/m^3 ；氯离子含量应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55 的规定。

III 配合比设计

4.1.18 防水混凝土应根据抗渗性能和抗裂性能的设计要求，通过调整配合比或添加外加剂等措施进行配制。

4.1.19 防水混凝土的施工配合比应通过试验确定，混凝土的抗渗等级和抗裂性能应符合设计要求。

4.1.20 防水混凝土的胶凝材料用量应根据混凝土的抗渗等级和强度等级等选用，其总用量不宜小于 320kg/m^3 ，不宜超过表 4.1.20 的规定。

表 4.1.20 混凝土中胶凝材料最大用量限值（ kg/m^3 ）

混凝土强度等级	成型方式	
	振动成型	自密实成型
C30	360	/
C35	400	550
C40~C45	450	600
C50	480	/
C55~C60	530	/

4.1.21 防水混凝土的水胶比不宜大于 0.45，不得大于 0.50。

4.1.22 防水混凝土的泌水率不应大于 6.5%，含气量不应大于 4.5%。

4.1.23 大体积混凝土或高温季节施工的防水混凝土应采取降低混凝土水化热的配制技术措施，大体积混凝土配合比设计应符合现行国家标准《大体积混凝土施工技术标准》GB50496 的相关规定。

4.1.24 补偿收缩混凝土配合比设计应符合现行行业标准《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T178 的相关规定。

4.2 防水砂浆

4.2.1 防水砂浆宜采用预拌砂浆。

4.2.2 防水砂浆品种和配合比应根据防水工程要求确定。

4.2.3 用于防水砂浆的原材料，应符合下列规定：

1 水泥宜采用通用硅酸盐水泥，且应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB175 的规定，采用其他水泥时，应经试验确定；

2 细骨料最大粒径应符合相应砂浆品种的要求，不应含有粒径大于 4.75mm 的颗粒，天然砂的含泥量不应大于 1.0%；

3 拌制水泥砂浆用水，应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定；

4 防水砂浆用外加剂的品种和用量应经试验确定，技术性能应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB50119 的有关规定，防水剂还应符合本规程 4.3 节的规定。

4.2.4 防水砂浆可根据抗裂需要掺入合成纤维或钢纤维，纤维的品种及掺量应通过试验确定，并应符合国家现行标准《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》GB/T 21120、《钢纤维混凝土》JG/T 472 和《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T221 的规定。

4.2.5 防水砂浆的稠度、稠度损失率和凝结时间应满足施工要求。

4.2.6 水泥防水砂浆技术性能应符合表 4.2.6 的规定。其中 I 类适用于地下防水工程、屋面防水工程、建筑室内防水工程和蓄水类工程，II 类适用于建筑外墙防水工程。

表 4.2.6 水泥防水砂浆主要性能指标

项目	性能指标		测试方法
	I类	II类	
强度等级	≥M25	≥M10	按现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70执行
抗渗性（MPa）	≥1.5	≥0.6	
拉伸粘结强度（14d）/ MPa	≥0.20		
收缩率（28d）/%	≤0.15		

抗冻性 (循环 次)	夏热冬暖地区	≥15	
	夏热冬冷地区	≥25	
	寒冷地区	≥35	
	严寒地区	≥50	

注：当防水砂浆处于非冻融环境时，冻融循环指标可不作要求。

4.2.7 聚合物水泥防水砂浆的性能指标应符合现行行业标准《聚合物水泥防水砂浆》JC/T 984 的规定。

4.3 细石防水混凝土

4.3.1 细石混凝土的强度等级不应小于 C30，水胶比不应大于 0.45。

4.3.2 细石防水混凝土的抗渗性能应符合本规程 4.1.1 条的规定，56d 收缩率不应大于 400×10^{-6} 应符合本规程 4.1.4 条的规定。

4.3.3 用于细石防水混凝土的水泥、掺合料、砂、石子、外加剂、纤维等原材料，应符合本规程 4.1 的规定；砂的含泥量不应大于 3%，石子的最大粒径不应大于 16 mm，含泥量不应大于 1%。

4.4 防水剂

4.4.1 混凝土膨胀剂应符合现行国家标准《混凝土膨胀剂》GB/T 23439 的规定。

4.4.2 水泥基渗透结晶型防水剂应符合现行国家标准《水泥基渗透结晶型防水材料》GB 18445 的规定。

4.4.3 疏水化合孔栓物性能应符合现行行业标准《砂浆、混凝土防水剂》JC 474 的规定。

4.4.4 抗裂硅质防水剂应符合现行团体标准《抗裂硅质防水剂》T/ZZB 0934 的规定。

4.4.5 防渗抗裂复合材料应符合现行协会标准《用于混凝土中的防裂抗渗复合材料》T/CECS 10001 的规定。

4.4.6 抗冻防水合金粉应符合现行协会标准《抗冻防水合金粉应用技术规程》T/CECS 521 的规定。

4.4.7 氧化镁膨胀剂应符合现行协会标准《混凝土用氧化镁膨胀剂应用技术规程》T/CECS 540 的规定。

4.4.8 混凝土复合防水外加剂应符合现行地方标准《地下工程混凝土结构自防水应用技术规程》DBJ/T 45-036 的规定。

4.4.9 混凝土无机纳米抗裂减渗剂应符合现行团体标准《混凝土无机纳米抗裂减渗剂》T/ASC 6006 的规定。

4.4.10 其他防水剂可参照现行行业标准《砂浆、混凝土防水剂》JC 474 的规定执行，或根据其防水机理选择适宜的标准执行。

4.5 防水涂料

4.5.1 聚合物水泥防水涂料应符合现行国家标准《聚合物水泥防水涂料》GB/T 23445 的规定。

4.5.2 水泥基渗透结晶型防水涂料应符合现行国家标准《水泥基渗透结晶型防水材料》GB 18445 的规定。

4.5.3 无机水性渗透结晶型材料应符合现行协会标准《无机水性渗透结晶型材料应用技术规程》T/CECS 848 的规定。

4.6 修补材料

4.6.1 用于混凝土裂缝补强防水的环氧树脂灌浆材料应符合现行行业标准《混凝土裂缝用环氧树脂灌浆材料》JC/T 1041 的规定。

4.6.2 用于混凝土裂缝止水的聚氨酯灌浆材料应符合现行行业标准《聚氨酯灌浆材料》JC/T 2041 的规定。

4.6.3 用于止水帷幕堵漏的水泥基灌浆材料应符合现行行业标准《水泥基灌浆材料》JC/T 986 的规定；水泥—水玻璃灌浆材料应符合现行行业标准《建筑工程水泥—水玻璃双液注浆技术规程》JGJ/T 211 的规定；丙烯酸盐灌浆材料应符合现行行业标准《丙烯酸盐灌浆材料》JC/T 2037 的规定。

4.6.4 用于渗漏或涌水基体上无机快速堵漏材料应符合现行国家标准《无机防水堵漏材料》GB 23440 中 II 型的规定。

4.6.5 用于混凝土裂缝表面修补的防水涂料应符合本规程 4.5 节的规定。

4.6.6 用于混凝土表面蜂窝、孔洞等缺陷修补的细石防水混凝土应符合本规程 4.3 节的规定；防水砂浆应符合本规程 4.2 节的规定。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 工程防水设计应包括下列内容：

- 1 工程防水设计工作年限和防水做法；
- 2 不同部位防水构造层设计和节点防水设计；
- 3 防水材料名称、类型、厚度、工艺要求及其主要技术性能指标；
- 4 排水、截水及维护措施。

5.1.2 地下工程和混凝土结构的蓄水类工程应以混凝土结构自防水为主，并应加强节点构造防水措施。

5.1.3 刚性防水层宜设置在结构的迎水面，也可设置在背水面。

5.1.4 沉降变形观测应按国家现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 中的规定。

5.1.5 水泥基渗透结晶防水涂料、聚合物水泥防水涂料可用于潮湿基层。

5.1.6 水泥基渗透结晶型防水涂料用量不应小于 $1.5\text{kg}/\text{m}^2$ ，且厚度不应小于 1.0mm 。

5.1.7 聚合物水泥防水涂料在地下防水工程中，应选用 II 型产品，并应符合耐水性要求。

5.2 地下防水工程

I 一般规定

5.2.1 地下防水工程的防水等级划分和确定应根据工程类型按现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的有关规定执行。

5.2.2 地下工程混凝土结构自防水设计应符合下列规定：

- 1 迎水面的主体结构、预制拼装衬砌结构和内部储水区域的结构应采用防水混凝土，防水混凝土性能应符合本规程 4.1 节的规定；
- 2 防水混凝土顶板结构厚度不应小于 200mm ，底板及侧墙结构厚度不应小于 250mm ；变形缝处防水混凝土结构的厚度不应小于 300mm ；

3 裂缝宽度不得大于 0.2mm，并不得贯通；

4 钢筋保护层厚度应根据结构所处的环境类别和作用等级按现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T50476 和《混凝土结构设计规范》GB50010 选用。

5.2.3 地下工程的混凝土结构自防水顶板不应采用现浇空心楼盖或预应力混凝土空心楼板结构。

5.2.4 地下工程节点防水构造设计应符合下列规定：

1 地下工程主体结构的施工缝、变形缝、后浇带及穿墙管（盒）等细部构造部位应设置防水加强层；

2 结构接缝处预留接水盒或排水构造时，应与建筑物室内排水管网连通；

3 变形缝内侧宜增设排水盲管；当结构变形缝中部设置中埋式橡胶止水带时，中埋式橡胶止水带应预留设置，其构造应与变形缝的变形量匹配，且中孔直径不应小于变形缝缝宽值；

4 穿墙管应预埋防水套管，并在套管上的结构内部位置焊接止水钢板或止水法兰。套管与结构混凝土之间应做防水密封。套管与管件之间的空隙应采用密封材料，并应满足防水要求。

5.2.5 地下工程防水外墙采用复合结构时，支护结构和防水外墙之间应设置隔离层。

5.2.6 细石防水混凝土层应符合下列规定：

1 细石混凝土防水层适用于结构顶板迎水面或底板背水面。

2 细石混凝土防水层的厚度不宜小于 40mm，并宜配置直径为 $\Phi 4 \sim \Phi 6$ mm，间距为 100mm~200mm 的双向钢筋网片，也可采用间距、直径更小的焊接钢筋网片，截面配筋率不应小于 0.15%，其保护层厚度不应小于 10mm；细石混凝土中可掺加钢纤维，钢纤维体积率不宜小于 0.25%。

3 用于细石混凝土中的抗裂钢筋，应符合国家现行行业标准《混凝土制品用冷拔低碳钢丝》的 JC/T 540 规定。

5.2.7 地下工程使用时，聚合物水泥防水砂浆的厚度不应小于 6mm；水泥防水砂浆厚度不应小于 18mm。

5.2.8 地下工程抗浮设计应符合国家现行行业标准《建筑工程抗浮技术标准》JGJ 476 的规定。

5.2.9 地下工程的排水管沟、出入口、窗井、风井等，应采取防倒灌措施；寒冷及严寒地区的排水沟应采取防冻措施。

5.2.10 地下工程排水设计应符合下列规定：

- 1 地下工程应根据工程地质、水文地质及周边环境保护要求进行排水设计；
- 2 地下工程排水不得造成水土流失、危及地面建构筑物、影响居民生活及农田水利设施。
- 3 地下工程所处地层具有中等及以上腐蚀性地质时，不得将衬砌以外的水引至衬砌内排放。
- 4 地下工程排水应形成汇集、径流和排出等完整的排水系统。

II 明挖法地下防水工程

5.2.11 地下工程防水混凝土构件表面最大裂缝宽度计算值不大于 0.15mm，且防水混凝土中掺加具有防渗抗裂性能的防水剂时，一级防水和二级防水可采用不外设防水层的混凝土结构自防水体系。

5.2.12 地下工程防水混凝土构件表面最大裂缝宽度计算值不大于 0.20mm，且防水混凝土中掺加具有防渗抗裂性能的防水剂时，明挖法地下工程主体结构的刚性防水做法应符合表 5.2.12 的规定。

表 5.2.12 明挖法地下工程主体结构刚性防水做法

防水等级	掺防水剂的防水混凝土	外设防水措施				
		防水砂浆	水泥基渗透结晶防水涂料	聚合物水泥防水涂料	细石防水混凝土	无机水性渗透结晶型材料
一级	应选	应选一至二种				
二级	应选	应选一种				
三级	应选	宜选一种				

注：细石混凝土防水层主要应用于顶板和底板。

5.2.13 侧墙可采用双层墙结构，底板可采用架空排水或设滤水层防排水，双层墙底的排水沟、架空排水层、滤水层应采取适当的排水坡度。

5.2.14 明挖法地下工程结构接缝设防要求应符合表 5.2.14 的规定。

表 5.2.14 建筑地下工程接缝防水设防

工程部位	施工缝				后浇带				变形缝				诱导缝										
	结构断面内			结构迎水面	结构断面内			结构迎水面	结构断面内	结构背水面	结构迎水面	结构断面内	结构迎水面										
防水措施	钢板止水带*	遇水膨胀止水胶	预埋注浆管	水泥基渗透结晶型防水涂料	防水涂料	防水卷材	聚合物水泥防水砂浆	补偿收缩混凝土	钢板止水带	预埋注浆管	遇水膨胀止水胶	外贴式橡胶止水带（侧墙、顶板）	防水涂料（侧墙、顶板）	防水卷材	中埋橡胶止水带*	可卸式橡胶止水带	外贴式止水带	密封材料	自粘丁基橡胶钢板止水带	止水型诱导器	密封材料	防水卷材	防水涂料
设防要求	应选一种或二种		可选	应选一种	应选	应选一种	可选		应选一种			应选一种	应选	应选一种或二种	应选	应选一种或二种		应选一种	应选一种		应选一种		

注：*钢板止水带包括自粘丁基橡胶钢板止水带；中埋橡胶止水带包括中埋钢边橡胶止水带。

5.2.15 地下工程的细部构造防水应符合本规程附录 A 的规定。

5.2.16 当采用叠合墙结构时，地下连续墙墙体间的接缝处应采取防水措施，且接缝处的渗水量不应影响主体结构的混凝土浇筑。

5.2.17 明挖法地下工程结构外设防水层采用聚合水泥防水涂料时，基层阴阳角应做成圆弧形，阴角直径宜大于 50mm，阳角直径宜大于 10mm。

5.2.18 地下工程种植顶板设置配筋细石防水混凝土或水泥砂浆作为外设防水层时，配筋细石防水混凝土或水泥砂浆附加防水层可作为耐根穿刺层。

5.2.19 附建式全地下或半地下工程的防水设防范围应超出室外地坪高程，其高度不应小于 300 mm。

5.2.20 地下工程回填应符合下列规定：

1 基坑回填料不得使用淤泥、粉砂、杂填土及有机质含量大于 8% 的腐植土、过湿土、冻土或大于 150mm 粒径的石块。基坑回填时，机械和机具不得碰撞、损伤防水层。

2 基坑底部及顶板以上不小于 0.5 m 范围内应采用低透水性材料进行回填并压实，压实系数不应小于 0.95。

III 暗挖法地下防水工程

5.2.20 矿山法隧道工程以刚性防水为主体的防水做法应符合下列规定：

- 1 二次衬砌应采用防水混凝土；
- 2 外设防水层应根据防水等级、周边环境、水头压力、腐蚀情况等采用全包防水或局部外包防水，当采用全包防水时，可根据上述情况设置一道或两道防水层。
- 3 外设防水层材料可选用塑料防水板、喷涂聚合物水泥涂料、喷涂聚合物水泥砂浆等。

5.2.21 矿山法隧道工程接缝设防要求应符合表 5.2.21 的规定。

表 5.2.21 矿山法隧道工程接缝防水设防

工程部位	施工缝						变形缝					
	结构断面内				结构迎水面		结构断面内		结构迎水面			
防水措施	预埋注浆管	遇水膨胀止水胶（条）	钢板止水带或自粘丁基橡胶钢板止水带	橡胶止水带或钢边橡胶止水带	外贴式止水带	防水卷材或塑料防水板	密封胶	中埋式橡胶止水带或钢边橡胶止水带	外贴式塑料止水带	外贴式橡胶止水带	防水卷材	塑料防水板
设防要求	应选一种				应选一种		宜选	应选	应选一种		宜选	

5.2.22 矿山法隧道防水系统应包括地下水注浆封堵、防水层、防水混凝土、接缝防水、防寒保温层等。

5.2.23 矿山法采用复合式衬砌的隧道，应在初期支护表面无线状流水的条件下，施工防水层和二次衬砌混凝土。

5.2.24 矿山法复合式衬砌的隧道支护结构和二次衬砌结构之间应设置隔离层。

5.2.25 矿山法地下工程应采取防水或防排水措施。二次衬砌结构拱顶应预留注浆管，并在二次衬砌施工完成后进行回填注浆。

5.2.26 矿山法注浆应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的规定。

5.2.27 盾构法隧道防水做法应采用混凝土结构自防水体系，也可根据耐久性要求外设防护涂层。盾构管片隧道工程的防水细部改造做法及混凝土性能要求应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 和《地铁设计规范》GB 50157 的有关规定。

5.2.28 盾构法隧道防水做法应采用混凝土结构自防水体系，也可根据耐久性要求外设防护涂层。盾构管片隧道工程的防水细部改造做法及混凝土性能要求应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 和《地铁设计规范》GB 50157 的有关规定。

5.2.29 盾构法隧道防水做法应采用混凝土结构自防水体系，也可根据耐久性要求外设防护涂层，防水细部构造做法及混凝土性能要求等应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的有关规定。

5.2.30 顶管和箱涵顶进法隧道防水做法应采用混凝土结构自防水体系，也可根据耐久性要求外设防护涂层。接头防水做法及混凝土性能要求应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的有关规定。

5.2.31 沉管法隧道防水做法应采用混凝土结构自防水体系，也可根据耐久性要求外设防护涂层。接头、接缝等防水做法应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的有关规定。

5.3 屋面防水工程

5.3.1 以刚性防水为主体的平屋面基本构造层次应符合表 5.3.1 的要求，设计人

员可根据建筑物的性质、使用功能、气候条件等因素进行组合。

表 5.3.1 刚性防水体系平屋面基本构造层次

屋面类型	基本构造层次（自上而下）
保温屋面	细石混凝土层、保温层、找坡层、聚合物防水砂浆（或聚合物水泥涂料防水层）、自防水混凝土结构层
种植屋面	种植隔热层、细石混凝土层、保温层、找坡层、聚合物防水砂浆（或聚合物水泥涂料防水层）、自防水混凝土结构层
架空隔热屋面	架空隔热层、细石混凝土层、保温层、找坡层、聚合物防水砂浆（或聚合物水泥涂料防水层）、自防水混凝土结构层
蓄水隔热屋面	蓄水隔热层、细石混凝土层、保温层、找坡层、聚合物防水砂浆（或聚合物水泥涂料防水层）、自防水混凝土结构层

5.3.2 平屋面防水混凝土结构层应符合下列要求：

- 1 应采用整体现浇的自防水钢筋混凝土屋面板，厚度不宜小于 120mm；
- 2 防水混凝土构件表面最大裂缝宽度计算值不应大于0.15mm；
- 3 屋面板的现浇层应双层双向配筋，钢筋间距不应大于 150mm，屋面转角、厚度变化等部位，应配置防止应力集中裂缝的构造钢筋，板面应增设抵抗收缩变形的构造钢筋网片；
- 4 屋面板结构防水混凝土宜掺加钢纤维，体积掺量宜为 0.5%~1.5%；
- 5 屋面板结构防水混凝土宜掺加防水剂；
- 6 防水混凝土抗渗等级不应小于 P10 或 HP19，其他性能应符合本规程 4.1 节的规定。

5.3.3 混凝土结构瓦屋面由瓦和刚性防水层组合成屋面防水系统，砂浆防水层应设置在混凝土结构表面，刚性防水层可采用聚合物防水砂浆或涂料防水层。

5.3.4 采用刚性防水的倒置式屋面应采用结构天沟排水，屋面宜采用结构找坡。当采用材料找坡时，找坡层宜设置在砂浆防水上面，坡度宜为 2%~3%。保温层内不得积水，雨水应通过设置排水板等措施排入天沟。防水层四周泛水高度不应低于屋面完成面 250mm，见图 5.3.4。

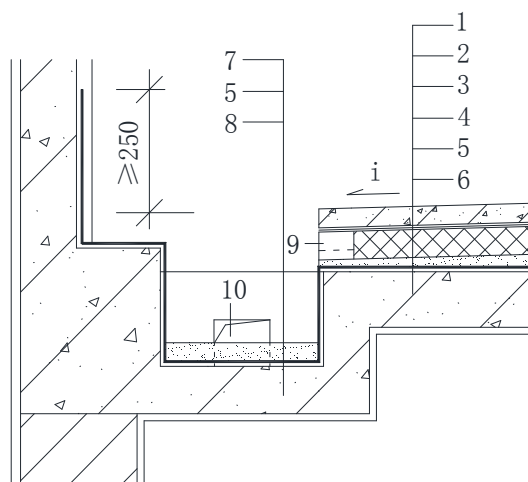


图 5.3.4 倒置式刚性防水屋面构造

1—细石混凝土保护层；2—隔离层；3—保温层；4—屋面找坡层；
5—水泥砂浆防水层；6—混凝土结构自防水屋面板；7—天沟找坡层；
8—钢筋混凝土天沟；9—可排水的混凝土堵头；10—过水孔；

5.3.5 高低跨、女儿墙、山墙等部位防水加强层及泛水高度应符合下列规定：

- 1 砌体结构的高低跨、女儿墙等墙根应设置混凝土翻边，高度不小于 200mm；
- 2 坡屋面阴脊、女儿墙、山墙、高低跨等墙根立面与平面部位应在结构混凝土表面或砌体墙表面设置防水加强层，加强层转角两侧宽度均不小于 150mm；
- 3 屋面砂浆防水层泛水高度不应低于屋面完成面 250mm；
- 4 加强层及泛水的砂浆防水层厚度应符合一级设防厚度规定。

5.3.6 天沟处应设置防水砂浆层。

5.3.7 伸出屋面的套管宜采用不锈钢、球墨铸铁等耐候性好的管材，与现浇混凝土结构层之间应设置止水环。水落口、伸出屋面管道的根部应采用高分子防水涂料、改性沥青涂料进行密封防水，防水涂料平面宽度不小于 200mm，包裹管道高度不小于 100mm。

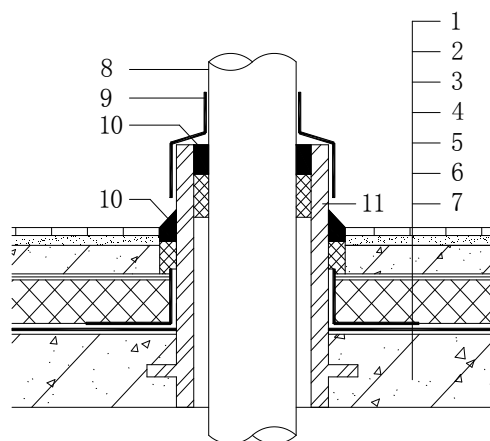


图 5.3.7 穿屋面管道节点防水

1—地面砖及结合层；2—细石混凝土保护层；3—隔离层；4—保温层；5—防水加强层；6—砂浆防水层；

7—混凝土结构自防水屋面板；8—穿屋面管道；9—套管与管道上口防水涂料；10—密封胶；11—预埋金属套管

5.3.8 屋面变形缝两侧挡墙应采用厚度不小于 150mm 的钢筋混凝土浇筑，挡墙与屋面转角处设置砂浆防水加强层，屋面砂浆防水层上翻至立面，高度应至挡墙顶部。变形缝防水应采用塑料类卷材防水，两侧下翻不小于 150mm，卷材长向采用热风焊接搭接，并用机械固定在挡墙侧面。变形缝顶面应采用金属盖板，金属盖板长向应密缝满焊连接，单边固定在挡墙的侧面，盖板宽度应宽于外墙 50mm 以上（图 5.3.8）。

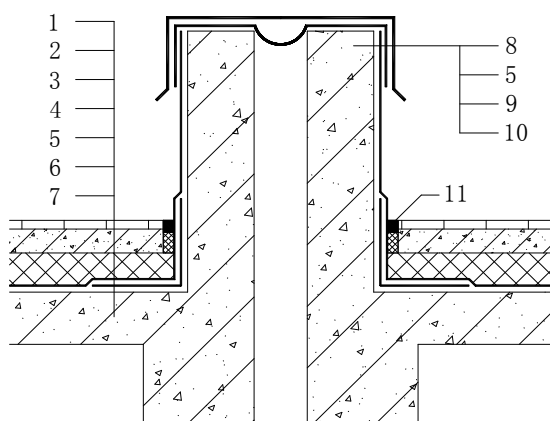


图 5.3.8 屋面变形缝节点防水

1—地面砖及结合层；2—细石混凝土保护层；3—隔离层；4—保温层；5—砂浆防水层；6—防水加强层；

7—混凝土结构自防水屋面板；8—变形缝挡墙；9—塑料类卷材防水；10—金属盖板；11—密封胶

5.3.9 屋面混凝土设施基础应设置在混凝土屋面结构上，设施基础的顶面与侧面均设置砂浆防水层，厚度与屋面防水层相同。砌体设施基础应设置在屋面防

水上面，并且设施基础表面设置砂浆防水层。轻型设施基础或搁置墩可设置在屋面完成面的表面。

5.3.10 I 型聚合物水泥防水涂料层的厚度宜为 1.5~2.0mm；II 型、III 型聚合物水防水涂料防水层的厚度宜为 2.0~3.0mm。

5.3.11 细石混凝土层应符合下列规定：

1 细石混凝土层的厚度不应小于 40mm，层内应配置直径为 $\Phi 4 \sim \Phi 6$ mm，间距为 100~200mm 的双向钢筋网片。钢筋网片在分格缝处应断开，其保护层厚度不应小于 10mm；

2 细石混凝土层应设分格缝，其纵横间距不宜大于 6m，分格缝的宽度宜为 20mm~30mm，缝内应嵌填柔性密封材料；

3 细石混凝土可掺加防水剂作为防水层，作为防水层时，细石防水混凝土性能应满足本规程第 4.1 节的规定；

4 细石混凝土防水层与山墙、女儿墙以及突出屋面结构的交接处均应做柔性密封处理；

5 柔性密封材料应符合现行行业标准《混凝土接缝用建筑密封胶》JC/T 881 的规定。

5.3.12 混凝土结构层宜采用结构找坡，坡度不应小于 3%；当采用材料找坡时，宜采用质量轻吸水率低和有一定强度的材料，也可采用水泥砂浆、细石混凝土找坡，坡度宜为 2%。

5.3.13 保温层应根据屋面所需传热系数或热阻，选择适宜厚度的聚苯乙烯塑料、硬质聚氨酯泡沫塑料等吸水率低、长期浸水不变质的保温材料；保温板下部纵向边缘宜设置排水凹缝。

5.3.14 女儿墙、檐沟、落水口等部位的保温层应采用现浇钢筋混凝土封堵端部，并应设置保温层的排水孔。

5.3.15 屋面种植隔热层、架空隔热层、蓄水隔热层的设计应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345 的有关规定。

5.3.16 屋面排水设计应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB50345 的有关规定。

5.3.17 屋面细部构造应包括檐口、檐沟和天沟、女儿墙和山墙、水落口、变形

缝、伸出屋面管道、屋面出入口、反梁过水孔、设施基础、屋脊、屋顶窗等部位；檐口、檐沟外侧下端等部位均应作滴水处理，滴水槽宽度和深度不宜小于10mm。

5.4 建筑外墙防水工程

5.4.1 砌体和混凝土建筑外墙防水应按照工程所在地区的降水量和基本风压确定采取墙面整体防水或仅节点防水的设防措施，且应符合现行行业标准《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235 的有关规定。

5.4.2 建筑外墙整体防水的防水层应设置在迎水面。

5.4.3 混凝土结构外墙的模板拉结杆孔洞应采用防水砂浆分层填补密实。当拉结杆采用 PVC 管定位穿杆时，拆模后将 PVC 管外端剔除，深度不小于 20mm。经防水砂浆填补后的表面可用高分子防水涂料夹铺胎体的高分子防水涂料加强防水，涂料加强层的厚度不应小于 1.2mm，直径不应小于 80mm。

5.4.4 框架结构砌体填充墙应找平后进行砂浆防水层施工，找平层砂浆的强度等级不应低于 M10。

5.4.5 无外保温建筑外墙的防水基本构造层次应符合表 5.4.3 的规定，整体防水层设计应符合下列规定：

- 1 采用涂料饰面时，防水层应设在找平层和涂料饰面层之间，防水层宜采用聚合物水泥防水砂浆或水泥防水砂浆；
- 2 采用块材饰面时，防水层应设在找平层和块材粘结层之间，防水层宜采用聚合物水泥防水砂浆或水泥防水砂浆（图 5.4.5）；
- 3 采用幕墙饰面时，刚性防水层应设在找平层和幕墙饰面之间，刚性防水层宜采用聚合物水泥防水砂浆、水泥防水砂浆、或聚合物水泥防水涂料，混凝土或砂浆基面可选用无机水性渗透结晶型材料。

表 5.4.5 无外保温建筑外墙的防水基本构造层次

类型	基本构造层次（由内向外）
涂料饰面	结构墙体、找平层、防水层、涂料饰面层
块材饰面	结构墙体、找平层、防水层、粘结层、块材饰面层
幕墙饰面	结构墙体、找平层、防水层、幕墙

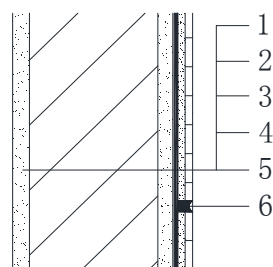


图 5.4.5 无外保温面砖外墙防水

1—面砖饰面及结合层；2—砂浆防水层；3—找平层；4—结构墙体；5—室内饰面层；6—分格缝密封胶

5.4.6 外保温建筑外墙的防水基本构造层次应符合表 5.4.6 的规定，整体防水层设计应符合下列规定：

1 采用涂料或块材饰面时，防水层宜设在保温层和墙体基层之间，防水层可采用聚合物水泥防水砂浆或水泥防水砂浆（图 5.4.6-a）；

2 采用幕墙饰面时，设在找平层上的刚性防水层宜采用聚合物水泥防水砂浆、普通防水砂浆或聚合物水泥防水涂料；当外墙保温层选用矿物棉保温材料时，防水层宜采用防水透气膜（图 5.4.6-b）。

表 5.4.6 外保温建筑外墙的防水基本构造层次

类型	基本构造层次（由内向外）
涂料饰面	结构墙体、找平层、防水层、保温层、涂料饰面层
块材饰面	结构墙体、找平层、防水层、保温层、粘结层、块材饰面层
幕墙饰面	构造 1：结构墙体、找平层、防水层、保温层、幕墙
	构造 2：结构墙体、找平层、保温层（矿物棉）、防水透气膜、幕墙

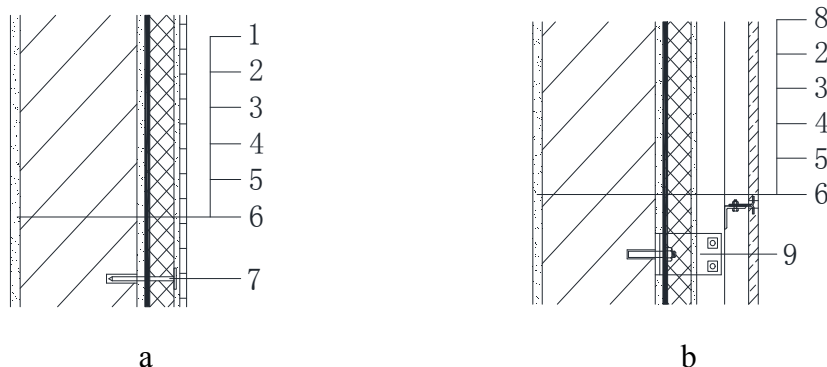


图 5.4.6 外保温面砖外墙防水

1—面砖饰面及结合层；2—保温系统；3—防水层；4—找平层；5—结构墙体；
6—室内饰面层；7—保温系统锚固件；8—外挂幕墙；9—幕墙结构固定件

- 5.4.7** 不同结构材料的交接处应采用每边不少于 150mm 的耐碱玻璃纤维网布或热镀锌电焊网作抗裂增强处理。
- 5.4.8** 外墙相关构造层之间应粘结牢固，并宜进行界面处理。界面处理材料的种类和做法应根据构造层材料确定。
- 5.4.9** 砂浆防水层中可增设耐碱玻璃纤维网布或热镀锌电焊网增强，并宜用锚栓固定于结构墙体中。
- 5.4.10** 防水层最小厚度应符合表 5.4.10 的规定。

表 5.4.10 防水层最小厚度（mm）

墙体基层种类	饰面层种类	聚合物水泥防水砂浆		水泥防水砂浆	聚合物水泥防水涂料
		干粉类	乳液类		
现浇混凝土	涂料	3	5	8	1.0
	面砖				—
	幕墙				1.0
砌体	涂料	5	8	10	1.2
	面砖				—
	干挂幕墙				1.2

- 5.4.11** 砂浆防水层宜留分格缝，分格缝宜设置在墙体结构不同材料交接处。水平分格缝宜与窗口上沿或下沿平齐；垂直分格缝间距不宜大于 6m，且宜与门、窗框两边线对齐。分格缝宽宜为 8mm~10mm，缝内应采用密封材料作密封处理（图 5.4.11）。

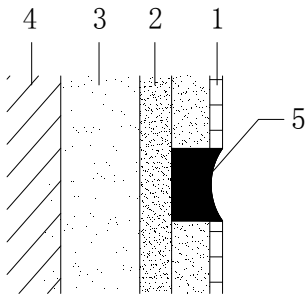


图 5.4.11 分格缝节点防水

1—面砖饰面及结合层；2—砂浆防水层；3—找平层；4—结构墙体；5—分格缝密封胶

- 5.4.12** 建筑外墙节点构造防水设计应包括门窗洞口、雨篷、阳台、变形缝、伸

出外墙管道、女儿墙压顶、外墙预埋件、预制构件等交接部位。

5.4.13 外墙工程门窗洞口以及门窗框与墙体间隙处防水节点构造设计（图

5.4.13）应符合下列规定：

1 门窗框与墙体间的缝隙应采用膨胀水泥砂浆或聚合物水泥防水砂浆填充。外墙防水层应延伸至门窗框，防水层与门窗框间应预留凹槽，并应嵌填密封材料；

2 门窗上楣的外口和门窗洞口应设置滴水线；外墙门窗洞口窗台处应设置批水板等排水和密封措施，排水坡度不应小于 5%；

3 门窗产品和幕墙应满足水密性要求。

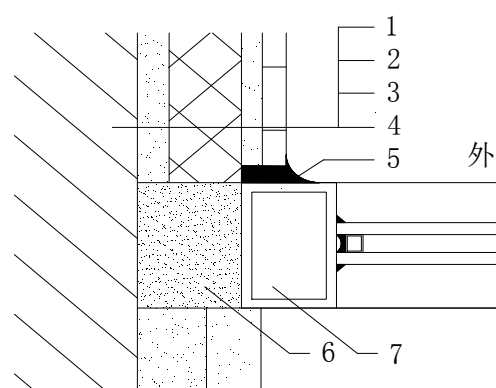


图 5.4.13 窗框与墙体间隙节点防水

1—面砖饰面及结合层；2—保温系统；3—找平层；4—墙体；5—密封胶；6—防水砂浆；7—窗框

5.4.14 突出外墙的雨篷、阳台、空调室外机搁板等防水符合下列规定：

1 雨篷、阳台、空调外机搁板的平面应采用防水砂浆防水并找坡，聚合物水泥防水砂浆的厚度不应小于 5mm，普通防水砂浆的厚度不应小于 20mm，并上翻至墙面高度不应小于 250mm。

2 雨篷应设置外排水，坡度不应小于 1%，且外口下沿应做滴水线；雨篷与外墙交接处的防水层应连续；雨篷防水层应沿外口下翻至滴水线；

3 阳台坡向水落口的排水坡度不应小于 1%，水落口周边应留槽嵌填密封材料；阳台外口下沿应做滴水线；阳台外坎应设置溢水孔，其高度应低于门槛高度；

4 空调室外机搁板处应采取防雨水倒灌及防水措施。

5.4.15 外墙变形缝、穿墙管道、女儿墙、外墙预埋件等处防水节点构造应符合下列规定：

1 变形缝部位应增设卷材附加层或涂膜类防水涂料，卷材两端应满粘于墙体，满粘的宽度不应小于 150mm，并应钉压固定；卷材收头应用密封材料密封；

2 穿墙管道应采用套管，套管应内高外低，坡度不应小于 5%，套管周边应作防水密封处理；

3 女儿墙压顶应向内找坡，且坡度不应小于 2%；当采用混凝土压顶时，外墙防水层应延伸至压顶内侧的滴水线部；

4 外墙预埋件和预制构件四周应用密封材料连续封闭严密。

5.4.16 框架砌体填充墙结构墙体抹灰前，在混凝土与砌体的接缝部位应采取挂网抗裂处理。增强网宜采用耐碱玻纤网格布或热镀锌钢丝网，宽度不应小于 300mm；铺设增强网的基层应采用聚合物水泥防水砂浆抹平，增强网的表面防水砂浆厚度不应小于 5mm（图 5.4.16）。

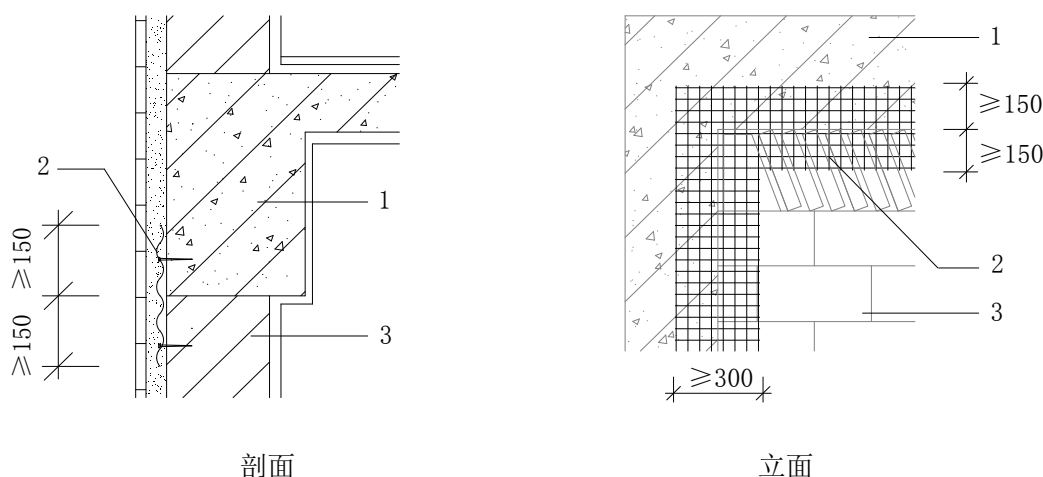


图 5.4.16 混凝土梁柱与砌体填充墙接缝防水

1—框架梁；2—耐碱玻纤网格布或热镀锌钢丝网；3—砌体墙

5.4.17 外墙穿墙管、变形缝等节点构造防水应符合现行行业标准《建筑外墙防水技术规程》JGJT 235 的规定。

5.4.18 预制混凝土外墙防水应符合现行协会标准《预制混凝土外墙防水工程技术规程》T/CECS 777 的规定。

5.5 建筑室内防水工程

5.5.1 建筑室内卫生间、浴室、公共厨房等有水区域的地面和墙面应设置防水层，当防水层采用砂浆防水时，应符合下列规定：

1 地面防水层施工前，墙根阴角应采用防水砂浆做加强层，立面及平面宽度各不应小于 150mm；

2 地面防水层宜在结构楼板面采用防水砂浆防水并找坡，聚合物水泥防水砂浆的厚度不应小于 5mm，普通防水砂浆的厚度不应小于 15mm，地面坡度宜为 1%并不得有积水；防水层四周翻高不小于 200mm。

3 墙面防水层应在找平层面采用防水砂浆防水，也可用防水砂浆兼作找平及防水层。找平面聚合物水泥防水砂浆的厚度不应小于 3mm，普通防水砂浆厚度不应小于 12mm；用普通防水砂浆找平兼作防水层时应分层抹压，最薄处厚度不应小于 12mm。墙面防水高度应至上层楼板底或吊顶以上 50mm；墙根应与地面防水衔接，搭接宽度不小于 50mm。

5.5.2 防水层采用聚合物水泥防水涂料时，宜选用 II 型产品，水平面厚度不应小于 1.5mm，垂直面厚度不应小于 1.2mm。

5.5.3 浴室等有水区域应设置阻止地面水外溢和向外渗透的措施，并应符合下列规定：

- 1 墙根应设置混凝土翻梁，翻梁与墙体同宽，高度不应低于完成面 200mm；
- 2 干湿分区地面宜设置溢水挡坎，高差不宜小于 5mm；
- 3 干湿分区门槛部位应设置防水砂浆挡水坎，挡水坎应设置在混凝土楼板面至饰面，宽度不应小于 120mm（图 5.5.3）。

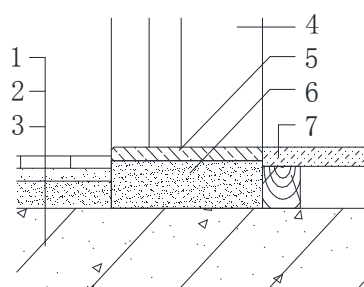


图 5.5.3 卫生间门槛挡水

1—地砖及结合层；2—砂浆防水层兼找坡层；3—混凝土结构楼板；

4—门框；5—门槛石；6—门槛砂浆挡水；7—干区地面

5.5.4 洗面台、洗碗器、拖把池等用水处墙面的防水层应高出龙头出水口不小于 500mm，两侧应超出池边缘各不小于 1000mm。

5.5.5 地漏、穿楼板管道等节点防水应符合下列规定：

1 地漏、坑管的四周应采用防水砂浆分层抹压密实，也可在管口周边的砂浆防水层表面涂刷高分子防水涂料增强密封；

2 穿越楼板的管道应设置防水套管，套管上口高出地面应不小于 20mm；地面砂浆防水层在套管根部应分层压实，套管与管道间应采用防水砂浆分层填实。套管管根和套管与管道的间隙可涂刷高分子防水涂料增强防水。

3 当穿楼板管道为先留孔进行二次浇捣时，混凝土应分 2~3 次浇捣，每次浇捣应在上一次浇捣的混凝土终凝前进行。二次浇捣宜采用微膨胀细石混凝土，强度等级不应小于 C25。

5.6 蓄水类防水工程

5.6.1 混凝土结构蓄水类工程防水做法应采用混凝土结构自防水体系，或以混凝土结构自防水作为防水主体，混凝土表面设置刚性防水层的全刚性防水体系。

5.6.2 蓄水工程现浇混凝土结构自防水设计应符合下列规定：

1 池体底板、外围侧板和有土覆盖的顶板应采用防水混凝土，防水混凝土性能应符合本规程 4.2 条的规定；

2 防水混凝土构件正截面受力裂缝控制应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定，裂缝控制等级不应低于三级，最大裂缝宽度限值不应大于 0.15mm；

3 防水混凝土底板、侧板和顶板的厚度不应小于 200mm。

5.6.3 混凝土结构蓄水类工程的防水节点细部构造设计应包括变形缝、施工缝、后浇带、穿墙管道、孔口等部位。防水节点构造设计尚应符合下列规定：

1 管件穿墙部位应预埋防水套管或防水墙管，防水套管直径应大于管道直径 50 mm，套管与管道之间空隙应进行防水处理；

2 地下水池通向地面的各种孔口应采取防倒灌措施，孔口高出室外地坪高程不应小于 300 mm。

5.6.4 蓄水类工程的结构设计应符合现行国家标准《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB50069 的规定。

5.6.5 蓄水类工程不应采用遇水侵蚀材料制成的砌块或空心砌块。最冷月平均气温低于-3℃的地区，外露蓄水类工程不应采用砖砌结构。

6 施 工

6.1 一般规定

6.1.1 刚性防水工程应选择编制专项施工方案或施工措施,并应进行现场技术交底。

6.1.2 刚性防水工程施工中,防水材料企业宜参与材料防水施工过程控制。

6.1.3 防水混凝土结构工程在浇筑预留孔洞、预埋管、预埋件及止水带周边混凝土时,应辅以人工插捣。

6.1.4 防水混凝土结构内部设置的各种钢筋或绑扎铁丝,不得进入保护层。

6.1.5 防水层施工前应检查预埋件、穿墙管周边,确保已嵌填密实。

6.2 地下防水工程

6.2.1 明挖法地下工程防水施工中的降水应符合下列规定:

- 1 在浇筑底板混凝土前及地下防水工程施工期间,地下水位应低于垫层底部标高 500mm;
- 2 工程底板范围内的降水井,在降水结束后应封堵密实。

6.2.2 地下结构外墙采用叠合墙时,防水施工应符合下列规定:

- 1 地下连续墙的缺陷部位应采取修补措施;
- 2 地下连续墙表面处理后,方可进行内衬墙的施工;
- 3 墙幅接缝处发生渗漏时,应采用注浆、嵌填的方式进行止水处理。

6.2.3 基坑围护结构作为外模时,围护结构面的渗漏水应采取排水、隔离等措施,不得对硬化前的混凝土造成影响。

6.2.4 用于固定模板的工具式螺栓必须穿过防水混凝土结构时,螺栓上应满焊止水环或采取其他止水构造措施(图 6.2.4)。拆模后应清理螺栓头凹坑,并用聚合物水泥砂浆填实、抹平。

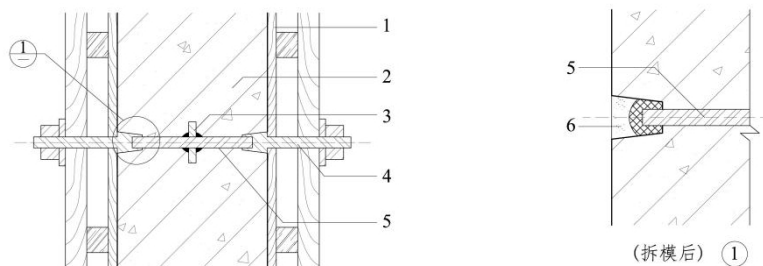


图 6.2.4 固定模板用螺栓的防水构造

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

6.2.5 穿墙管施工应符合下列规定：

1 防水套管翼环应与套管应满焊；穿管后应采用密封材料将套管间隙填塞密实，端口周边应填塞遇水膨胀止水条（胶）。

2 防水层在穿墙管部位应做密封收头处理。

6.2.6 桩头防水应涂刷水泥基渗透结晶型防水材料，涂刷应连续、均匀，并应及时养护。

6.2.7 临时钢立柱、钢管穿透结构底板时，防水施工应符合下列规定：

1 应在与底板交接处的钢立柱、钢管外侧周边焊接止水钢环，止水钢环位于底板中间位置，其翼宽不应小于 100mm。

2 穿越底板的钢管割除后，钢管内应填充混凝土，采用钢板封口，封口钢板应与管口四周焊接牢固、严密。

6.2.8 混凝土结构变形缝采用止水带时，止水带应固定牢靠、位置准确，中心线应与变形缝重合。

6.2.9 中埋式止水带施工时应符合下列规定：

1 钢板止水带采用焊接连接时应满焊；

2 橡胶止水带接头不得设在结构转角部位，在转弯处应做成圆弧形，转角半径不应小于 200mm，转角半径应随止水带的厚度增大而相应增大；

3 自粘丁基橡胶钢板止水带自粘搭接长度不应小于 80mm，当采用对拉螺栓固定搭接时，其搭接长度不应小于 50mm。

6.2.10 地下工程施工期间，应采取防止基坑灌水以及地下水位突然升高造成基础底板上浮产生裂缝的措施。在未达到施工抗浮稳定性设计要求的施工阶段，应进行地下水水位和水压力监测。

6.2.11 对于地基不均匀、荷载差异大、体型复杂的地下防水工程应进行结构的差异沉降控制。

6.2.12 用于控制沉降差的后浇带，当沉降实测值和计算确定的后期沉降差满足设计要求后，方可进行后浇带混凝土浇筑。后浇带宜设置在主体建筑地下室与扩大地下室之间或者主楼与裙楼地下室之间相邻的第一跨内且受力较小的部位。

6.2.13 后浇带混凝土施工前，应采取防止杂物落入后浇带的措施。

6.2.14 防水砂浆和细石混凝土层应在回填土之前施工，施工完毕后，应立即回填土。

6.2.15 地下工程基坑回填不得使用淤泥、杂填土、冻土和大于 150mm 粒径的石块，回填施工时不得破坏防水层。

6.2.16 盾构法地下工程的管片密封垫应完全压入管片凹槽内，并粘结牢固。

6.2.17 盾构隧道衬砌的管片螺栓拧紧前，应确保螺栓孔密封圈定位准确，并与螺栓孔沟槽相贴合。

6.2.18 盾构法地下工程浇筑内层衬砌混凝土时，应引排或封堵外层管片衬砌的渗漏水。

6.3 屋面防水工程

6.3.1 混凝土结构自防水屋面板混凝土强度 80%后，应进行淋水或蓄水试验，在防水层施工前，应对渗漏水或其他混凝土缺陷进行修复，试验合格后方可进行下一道工序施工。

6.3.2 屋面坡度大于30% 时，施工作业应采取防滑措施。

6.4 建筑外墙防水工程

6.4.1 外门窗框与门窗洞之间的预留缝应填充密实。

6.4.2 外墙穿墙管、埋设件等应在防水层施工前埋设完成。整体防水层施工前应对节点进行加强防水处理。

6.4.3 对于建筑外墙防水工程，穿墙管和穿墙群管盒施工应符合下列规定：

- 1 采用金属止水环时，应与主管满焊。

2 采用套管式穿墙时，翼环与套管应满焊；套管应内高外低，坡度不应小于5%，套管周边应作防水密封处理。

6.4.4 砂浆防水层表面粘贴面砖时，宜在防水层表面涂抹界面剂以增加粘结强；面砖应采用与面砖配套的专用粘结剂粘贴。

6.4.5 混凝土外墙的螺杆采用防水砂浆封堵时，应将螺杆洞塑料管外端清除，塑料管清除长度不应少于30mm。防水砂浆分二次以上嵌入螺杆洞内，深度不小于墙厚的1/3。室内侧螺杆洞可根据需要填入防水砂浆或注入发泡聚氨酯减少冷桥效应。

6.4.6 装配式混凝土外墙板接缝防水施工应符合下列规定：

- 1 防水施工前，应将板缝空腔清理干净，并涂刷与密封材料配套的基面处理剂。
- 2 应按设计要求填塞背衬材料。
- 3 密封材料嵌填应饱满、密实、均匀、连续、表面平滑，其厚度应满足设计要求。

6.5 建筑室内防水工程

6.5.1 室内防水工程的基层排水坡度经检验合格后方可施工防水层。

6.5.2 室内地面管根、地漏、墙根进行加强防水密封处理后宜进行蓄水试验，对出现的渗漏水和其他缺陷修补后方可进行防水层施工。

6.5.3 墙面砂浆防水层的基层砂浆强度不应低于M10；砂浆防水层表面粘贴面砖时，宜在防水层表面涂抹界面剂以增加粘结强；面砖应采用与面砖配套的专用粘结剂粘贴。

6.6 蓄水类防水工程

6.6.1 蓄水类工程的混凝土底板和顶板，应连续浇筑且不应留设施工缝。

6.6.2 蓄水类工程的混凝土壁板，应分层交圈和连续浇筑，不应垂直施工缝。

6.6.3 蓄水类工程的混凝土壁板，施工用穿墙对拉螺栓的选用和拆模后的处理应符合本规程6.2.4节的规定。

6.7 防水混凝土

6.7.1 防水混凝土不得在有积水的环境中浇筑。

6.7.2 防水混凝土施工不应在雨雪天作业，施工过程中下雨时，应采取遮挡措施。

6.7.3 防水混凝土原材料应按配合比准确称量，其原材料的质量允许偏差应符合表 6.7.3 的规定。

表 6.7.3 防水混凝土原材料质量允许偏差 (%)

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

6.7.4 防水混凝土应搅拌均匀，宜采用强制式搅拌机搅拌。

6.7.5 防水混凝土拌合物在运输、浇筑过程中严禁加水。

6.7.6 防水混凝土拌合物当出现坍落度损失后不能满足施工要求时，可采用在混凝土拌合物中掺入适量减水剂并快档旋转搅拌罐的措施，减水剂掺量应有经试验确定的预案，并作出记录。

6.7.7 用于防水混凝土的模板应拼缝严密、支撑牢固。

6.7.8 混凝土结构钢筋保护层厚度控制宜采用预制钢筋间隔件，其技术指标应符合现行行业标准《混凝土结构用钢筋间隔件应用技术规程》JGJ/T219 的规定。

6.7.9 防水混凝土结构内部设置的各种钢筋或绑扎铁丝，不得触及模板。用于固定模板的工具式螺栓应满焊止水环或采取其他止水构造措施。

6.7.10 浇筑混凝土前，应清除模板内或垫层上的杂物。表面干燥的地基、垫层、模板上应洒水湿润；现场环境温度高于35℃时，宜对金属模板进行洒水降温；洒水后不得留有积水。

6.7.11 炎热季节施工时，应采用有效措施降低原材料温度（如遮凉棚），并应减少混凝土运输时吸收外界热量。控制入模温度不宜高于30℃。

6.7.12 混凝土浇筑期间，混凝土与钢模、邻接的已硬化混凝土或岩土介质间的温差不得大于15℃。

6.7.13 防水混凝土采用机械振捣时，不得漏振、欠振和过振。

6.7.14 防水混凝土应分层连续浇筑，分层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666 和《大体积混凝土施工规范》GB50496 的规定。

6.7.15 混凝土浇筑后，在混凝土初凝前和终凝前，宜分别对混凝土裸露表面进行抹面处理。

6.7.16 防水混凝土终凝后应立即进行养护，应对混凝土外露面采取包裹、覆盖、喷淋洒水等保温保湿养护措施；混凝土最短养护时间应满足表 6.7.16 的规定。混凝土养护应包括一定的带模养护时间，当大气湿度小于 50%，有风，或阳光直射时，带模养护时间不宜小于 3d；大风、大温差环境带模养护时间宜适当延长，不宜小于 7d。

表 6.7.16 混凝土最短养护时间

日平均气温 T (°C)	大气潮湿 (RH≥50%) 无风、 无阳光直射	大气干燥 (20%≤RH<50%) 有风、 或阳光直射	大气干燥 (RH<20%) 大风、 大温差
5≤T<10	21d	28d	56d
10≤T<20	14d	21d	45d
T≥20	10d	14d	35d

6.7.17 混凝土养护期间，混凝土芯部与表面温度差值不应大于20℃，混凝土表面混凝土与环境之间的温差不应大于20℃；混凝土芯部的温度不宜超过60℃，混凝土芯部开始降温之前不得进行拆模作业；混凝土表面温度与养护水温度之差不得大于15℃。

6.7.18 现浇防水混凝土的冬期施工，除应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 的规定外，尚应符合下列规定：

- 1 混凝土入模温度不应低于 5℃；
- 2 混凝土养护应采用综合蓄热法、暖棚法、掺化学外加剂等方法，不得采用电热法或蒸汽直接加热法；
- 3 混凝土强度达到混凝土设计强度等级值的 50%之前，不应撤除养护措施。

6.7.19 大体积混凝土、高温季节施工或预期温度应力会导致开裂的防水混凝土施工应符合现行国家标准《大体积混凝土施工技术标准》GB50496 的有关规定。

6.7.20 补偿收缩混凝土的施工应按现行行业标准《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T 178 有关规定执行。

6.7.21 纤维混凝土的施工应符合现行行业标准《纤维混凝土应用技术规程》

JGJ/T221 的规定。

6.8 砂浆防水层

6.8.1 基层表面应平整、坚实、清洁，湿润、无明水，孔洞、缝隙等部位应修补平整。

6.8.2 施工前应将预埋件、穿墙管周边嵌填密实。

6.8.3 防水砂浆宜采用多层抹压的方法施工。喷涂施工的防水砂浆应采用专用砂浆喷涂设备。

6.8.4 砂浆防水层的基层混凝土强度或砌体砂浆强度不应小于设计值的 80%。

6.8.5 砂浆防水层不得铺设在柔性防水层及密封胶上面。

6.8.6 砂浆防水层应分层施工，铺抹时应压实、抹平，最后一层表面应提浆压光。

6.8.7 砂浆拌合后应在规定时间内用完，施工中不得加水。

6.8.8 砂浆防水层的各层应紧密粘合，每层宜连续施工；当间断施工时，应采用坡形阶梯接槎，接槎部位离阴阳角的距离不得小于 200mm。

6.8.9 砂浆终凝后应及时养护，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。

6.8.10 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。

6.9 细石混凝土防水层

6.9.1 基层表面应平整、坚实、清洁，湿润、无明水，孔洞、缝隙等部位应修补平整。

6.9.2 细石混凝土防水层可根据工程需要设置释放收缩变形的分格缝，分格缝处的钢筋应断开，并应在混凝土养护期结束后，采用密封材料封闭分格缝。

6.9.3 摊铺细石混凝土前，基层应涂刷一层 2mm 厚，水灰比为 0.4 左右的水泥浆，或掺界面剂的水泥浆，并应随摊随涂刷。

6.9.4 摊铺细石混凝土时，应使钢筋网始终处于中间部位，钢筋网片宜与结构顶板锚固连接，不得出现贴近基层或露筋现象。

6.9.5 细石混凝土摊铺平整后应先用平板振动器振捣，在混凝土初凝后应采用铁抹子压光。

6.9.6 细石混凝土终凝之后，应立即覆盖养护，并始终保持混凝土表面湿润，养护期不应少于 14d。

6.9.7 细石混凝土宜在 5~35℃的气候条件下施工。

6.9.8 设置分格缝的细石混凝土防水层，分格范围内的细石混凝土应一次浇筑完毕；不设分格缝的细石混凝土防水层，施工缝应错台留置，并应在接缝时涂刷掺界面剂的水泥浆，厚度不应小于 2mm，接缝处混凝土应加强振捣和抹压，接缝的上表面应施作厚度不小于 2mm、宽度不小于 200mm 的掺界面剂水泥浆增强防水层。

6.10 聚合物水泥防水涂料

6.10.1 基层应坚实、平整、清洁，无孔洞、无裂缝，阴角处宜做成圆弧或 45°坡角，基面不得有明水。

6.10.2 聚合物水泥防水涂料的配制应符合下列规定：

- 1 聚合物水泥防水涂料配制前，应先将液体组分搅拌均匀；
- 2 配料应按照产品说明书的要求进行；
- 3 配料应采用机械搅拌，拌合器具应清理干净；配制好的聚合物水泥防水涂料应色泽均匀，无粉团、沉淀。

6.10.3 涂膜应多遍完成，后遍涂刷应在前遍涂层干燥成膜后进行。每遍涂料的用量不宜大于 0.6kg/m²。

6.10.4 每遍涂刷应交替改变涂层的涂刷方向，同一涂层涂刷时，先后接茬宽度宜为 30mm~50mm。

6.10.5 涂膜防水层的甩茬应注意保护，接茬宽度不应小于 100mm，接涂前应将甩茬表面清洗干净。

6.10.6 铺贴胎体增强材料时，应铺贴平整、排除气泡，不得有褶皱和胎体外露，并使胎体层充分浸透防水涂料；胎体的搭接宽度不应小于 50mm，相邻纵向搭接缝应相互错开，间距不应小于 500mm；采用两层胎体时，上下层胎体不得相互垂直铺设，搭接缝应错开不小于 1/3 幅度。胎体的底层和面层涂膜厚度均不

应小于 0.5mm。

6.11 水泥基渗透结晶型防水涂料

6.11.1 基层表面应平整、坚实、清洁，湿润、无明水，孔洞、较大缝隙等部位应修补平整。

6.11.2 水泥基渗透结晶型防水涂料应按产品说明书提供的配合比控制用水量，配料宜采用机械搅拌。配制好的材料应色泽均匀，无结块，粉团。

6.11.3 拌制好的水泥基渗透结晶型防水涂料从加水时起计算，材料宜在 20min 内用完。在施工过程中，应不时地搅拌混合料。不得向已经拌制好的混合料中另外加水。

6.11.4 多遍涂刷时，应交替改变涂刷方向。

6.11.5 采用喷涂施工时，喷枪的喷嘴应垂直于基面，合理调整压力、喷嘴与基面距离。

6.11.6 每遍涂层施工完成后应按照产品说明书规定的间隔时间进行下一遍作业。

6.11.7 涂层终凝后，应及时进行喷雾干湿交替养护，养护时间不得少于 72h。不得采用蓄水或浇水养护。

6.11.8 干撒法施工时，当先干撒粉状渗透结晶型防水材料时，应在混凝土浇筑前 30min 以内进行，如先浇筑混凝土，应在混凝土初凝干撒完毕。

6.11.9 养护完毕，经验收合格后，再进行下一道工序前应将表面析出物清理干净。

6.12 无机水性渗透结晶型材料

6.12.1 基层表面应平整、坚实、清洁，湿润、无明水，孔洞、较大缝隙等部位应修补平整。

6.12.2 无机水性渗透结晶型材料在施工现场应存放在背阴干燥的环境中，环境温度不应低于 5℃，不应高于 45℃，应避免阳光暴晒和低温受冻，存放时间不应超过产品保质期。已开启包装的产品宜在 24h 内使用完毕，每次施工工序后的余留产品可利用原包装密封存放，存放时间不宜超过 48h。

6.12.3 在进行无机水性渗透结晶型材料施工前，当产品为原液时，应按照产品说明书规定的比例加净水混合，搅拌均匀，不得任意改变溶液的浓度。

6.12.4 无机水性渗透结晶型材料可以采用喷涂、刷涂、薄膜包覆等施工方法。喷涂时，应控制好每遍喷涂的用量，喷涂应均匀，不应漏涂或流坠。

6.12.5 自喷涂施工后，24h 内应避免明水冲刷，24h 后应采取保湿养护措施，养护时间不宜小于 7d。

6.12.6 当采用喷洒、毛刷涂抹，刷辊涂抹施工方式时，露天施工不得在雨天、雪天和五级风及以上的环境条件下作业。

6.12.7 施工期间，作业人员应佩戴护目镜，并宜佩戴口罩。当有飞溅入眼等情况时，应采用清水冲洗。

6.13 缺陷修复

6.13.1 混凝土结构防水工程缺陷主要包括裂缝、孔洞、蜂窝、夹渣、疏松、露筋等。

6.13.2 混凝土结构防水层施工前及防水工程竣工验收前应进行全面检查，并应对缺陷部位进行全面维修，维修后应恢复防水层，维修施工不得影响结构安全，维修后的质量应符合防水要求。

6.13.3 对于露筋、蜂窝、孔洞、夹渣、疏松等渗漏水缺陷的修整应符合下列规定：

- 1 凿除胶结不牢固部分的混凝土至密实部位，并清理表面；
- 2 对于缺陷严重的部位，必要时支设模板；
- 3 洒水湿润，对于缺陷严重的部位，采用比原混凝土强度等级高一级的细石防水混凝土浇筑密实，对于缺陷一般的部位，采用防水砂浆抹实压平；
- 4 保湿养护时间不应少于 7d。

6.13.4 混凝土裂缝修补应待裂缝稳定后进行，裂缝修补方法可分为表面处理法、压力灌浆法等。应根据裂缝的宽度及深度情况选择适宜的修补方法，并应符合表 6.13.4 的规定。裂缝修补完毕后，裂缝周围局部区域宜再设置一道刚性防水层。

表 6.13.4 混凝土裂缝修补方法

裂缝宽度(mm)	裂缝性状			
	活动裂缝	渗水裂缝	表面裂缝	稳定裂缝
<0.3	表面处理法 压力灌浆法	表面处理法 压力灌浆法	表面处理法	表面处理法 压力灌浆法
≥0.3	压力灌浆法	压力灌浆法	表面处理法	压力灌浆法

6.13.5 混凝土结构裂缝表面处理材料可采用环氧胶泥、成膜涂料、渗透性结晶型材料等，其使用应符合下列规定：

- 1 环氧胶泥宜用于稳定、干燥裂缝的表面封闭，裂缝封闭后应能抵抗灌浆的压力。
- 2 成膜涂料宜用于混凝土结构的大面积表面裂缝和微细活动裂缝的表面封闭。
- 3 渗透结晶型材料遇水后能化合结晶为稳定的不透水结构，宜用于微细渗水裂缝迎水面的表面处理。

6.13.6 表面处理法施工应符合下列规定：

- 1 应清除裂缝表面松散物，裂缝表面应清洁干燥；
- 2 材料应均匀涂抹在裂缝表面；
- 3 涂覆厚度、方法及范围应符合设计及材料使用规定。

6.13.7 混凝土结构裂缝压力灌浆材料可采用环氧树脂、甲基丙烯酸树脂、聚胺脂类等材料，压力灌浆法施工应符合下列规定：

- 1 裂缝灌浆前，应清除裂缝表面的灰尘、浮渣和松散混凝土，且应保持清洁干燥；
- 2 根据裂缝宽度和裂缝深度综合确定灌浆嘴间距；
- 3 封闭裂缝，并形成一个密闭空腔，并预留浆液进出口；
- 4 裂缝封闭后应进行压气试漏，检查密封效果，直至不漏为止；
- 5 灌注施工采用专用的灌注器具进行灌浆；
- 6 等灌浆材料凝固后，拆除灌缝器具，并进行表面处理；

6.13.8 裂缝修补处理后，裂缝周围局部区域宜再设置一道刚性防水层。

6.13.9 砂浆防水层缺陷维修应符合下列规定：

1 砂浆防水层龟裂、空鼓、裂缝和局部损坏时，凿除该破损部分，重新采用防水砂浆修补平整；

2 需要凿除的维修区域应先用切割机切出边界后再清凿破损部位砂浆；

3 采用防水砂浆修补前，基层应清理、湿润，并采用界面剂增强处理；

4 防水砂浆层宜夹铺耐碱玻纤网格布。

6.13.10 对已经发生渗漏水的地下混凝土结构工程，渗漏治理应符合现行行业标准《地下工程渗漏治理技术规程》JTJ/T 212 的规定。

7 质量验收

7.1 一般规定

7.1.1 防水工程工程验收时，应提交下列归档资料：

- 1 防水施工单位专业资质证书及作业人员上岗证书；
- 2 防水工程的设计文件、图纸会审记录、设计变更书、洽商记录等；
- 3 防水材料产品合格证、质量检验报告和现场抽样复检报告；
- 4 防水施工方案及技术、安全交底；
- 5 防水施工质量控制、检验记录；
- 6 隐蔽工程验收记录；
- 7 其他相关质量记录或文件。

7.1.2 防水材料应有产品合格证书和性能检测报告，其品种、规格、性能等应符合本规程的规定和设计要求；刚性防水材料进入施工现场后，应见证抽样，并提出检测报告，不合格的材料，不得在防水工程中使用。

7.1.3 刚性防水材料检验数量、批次应符合下列规定：

- 1 水泥基渗透结晶型防水材料检验数量每50t为一批次，不足50t也作为一批计。
- 2 防水剂掺量大于1%时，检验数量每100t为一批次，不足100t也作为一批计，掺量不超于1%时，检验数量每50t为一批次，不足50t也作为一批计。
- 3 堵漏材料检验数量每10t为一批次，不足10t也作为一批计。

7.1.4 防水层应按防水面积每100m²抽查一处，每处应为 10m²，且不得少于3处；细部构造应全数检查。

7.1.5 防水层的基面应进行专项验收，细部节点、防水层应进行隐蔽工程验收。

7.1.6 地下工程的下列部位和工序应进行隐蔽工程验收：

- 1 防水层基面；
- 2 接缝构造防水；
- 3 各防水层施工完成后；
- 4 隧道工程二次衬砌浇筑完成前。

7.1.7 地下工程施工完毕后必须按照下列规定进行闭水检验：

1 底板应在基坑降水撤除之后，检查渗漏情况，如有渗漏应在结构底板背水面进行修复，直到无渗漏为止。

2 外防水侧墙闭水检验应符合下列规定：

- 1) 外防水侧墙应在基槽回填，且抗浮配载完成之后进行闭水检验；
- 2) 可分段筑沟进行闭水检验，水沟的深度和宽度不宜小于 200mm；
- 3) 闭水检验持续时间应大于 72h；
- 4) 如有渗漏应在外防水侧墙背水面进行修复，直到无渗漏为止。

3 顶板闭水检验应符合下列规定：

1) 结构顶板应在施工附加防水层之前进行闭水检验，如有渗漏，应查明原因并在迎水面进行整治，整治后对渗漏部位必须重新进行闭水检验，直至无渗漏方可施工附加防水层；

2) 顶板附加防水层施工完毕后，应进行附加防水层闭水检验，如有渗漏，应查明原因并在迎水面进行整治，整治后对渗漏部位必须重新进行闭水检验，直至无渗漏为止；

3) 顶板渗漏整治方法应按照本规范第 8 章的规定执行；

4) 顶板可分区筑坝进行闭水检验，闭水检验持续时间应大于 48h，蓄水高度应超顶板面最高处不小于 30mm。

7.1.8 屋面工程的檐口、檐沟、天沟、水落口、泛水、变形缝和伸出屋面管道等细部构造应进行隐蔽工程验收。

7.1.9 屋面防水工程施工完成后，应进行观感质量检查和雨后观察或淋水、蓄水试验，其降雨量应达到中雨（即1d的降雨量应达到10mm~25mm）量级标准；持续淋水不应小于2h，具备蓄水条件的檐沟、天沟应进行蓄水试验，不得有渗漏和积水现象。

7.1.10 外墙防水层的门窗洞口、雨篷、阳台、变形缝、伸出外墙管道、预埋件、分格缝及女儿墙压顶、预制构件等交接部位的节点做法应进行隐蔽工程检查验收。

7.1.11 外墙防水层完工后，应进行淋水试验，防水层渗漏检查应在雨后或持续淋水 30 min 后进行，不得有渗漏。

7.1.12 幕墙工程在防水层施工完成后，幕墙安装前进行淋水试验，淋水时间不小于 30min，不得有渗漏。

7.1.13 穿楼板管道管根部位封堵完毕后，应做48h闭水试验，确认不漏水后，方可用防水砂浆封堵凹槽。

7.1.14 室内防水层完成后应进行蓄水试验，并应符合下列规定：

- 1 楼、地面蓄水高度不应小于 20 mm，且蓄水时间不应少于 24 h。
- 2 独立水容器应满池蓄水，且蓄水时间不应少于 24 h。
- 3 浴室及其他有淋水或有大量蒸汽冷凝的墙面，应进行淋水试验，且淋水时间不应小于 30 min。

7.1.15 蓄水类工程的蓄水试验应符合现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141的有关规定。

7.1.16 当防水工程验收未达到设计要求时，应编制专项维修方案，并应经施工单位、设计单位、监理单位或建设单位技术负责人审核审批后实施。维修完成后，应进行二次验收。

7.2 防水混凝土

I 主 控 项 目

7.2.1 防水混凝土的原材料、配合比及坍落度必须符合设计要求。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告、计量措施和材料进场检验报告。

7.2.2 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。

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

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

II 一 般 项 目

7.2.4 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。

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

检验方法：尺量检查和检查隐蔽工程验收记录。

7.3 地下防水工程

I 主控项目

7.3.1 防水材料及配套材料的质量，应符合设计要求。

检验方法：检查出厂合格证、质量检验报告和现场抽样复验报告。

7.3.2 防水混凝土应密实，缺陷修复后，不得有渗漏。

检验方法：观察、尺量检查和检查隐蔽工程验收记录。

7.3.3 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：用测厚仪检测或取样测量。

7.3.4 防水层在转角处、变形缝、穿墙管道、后浇带等细部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。

II 一般项目

7.3.5 防水层施工前，基层应坚实、平整、干净，不得有空鼓、松动、起砂和脱皮现象；基层转角部位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。

7.3.6 防水层与基面应粘结牢固，不得有空鼓、翘皮、开裂和起砂现象。

检验方法：观察与小锤敲击检查。

7.4 屋面防水工程

I 主控项目

7.4.1 防水材料及主要配套材料的质量，应符合设计要求。

检验方法：检查出厂合格证、质量检验报告和现场抽样复验报告。

7.4.2 防水混凝土应密实，缺陷修复后，不得有 0.2mm 以上贯通裂缝。

检验方法：观察、尺量检查和检查隐蔽工程验收记录。

7.4.3 屋面结构自防水混凝土结构工程应经闭水或淋水检验，背水面不得有渗漏、湿渍。

检验方法：雨后观察或淋水、闭水检查。

7.4.4 防水层不得有渗漏和积水现象。

检验方法：雨后观察或淋水、蓄水检查。

7.4.5 防水层在细部构造，应符合设计要求。

检验方法：观察检查。

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

检验方法：用测厚仪检测或取样测量。

II 一般项目

7.4.7 基层应坚实、平整、干净，不得有空鼓、松动、起砂和脱皮现象；基层转角部位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。

7.4.8 防水层与基面应粘结牢固，不得有空鼓、翘皮、开裂和起砂现象。

检验方法：观察与小锤敲击检查。

7.5 外墙防水工程

7.5.1 防水材料及主要配套材料的质量，应符合设计要求。

检验方法：检查出厂合格证、质量检验报告和现场抽样复验报告。

7.5.2 防水层不得有渗漏水现象。

检验方法：淋水检查。

7.5.3 防水层在细部构造，应符合设计要求。

检验方法：观察检查。

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

检验方法：用测厚仪检测或取样测量。

II 一般项目

7.5.5 基层应坚实、平整、干净，不得有空鼓、松动、起砂和脱皮现象；基层转角部位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。

7.5.6 防水层与基面应粘结牢固，不得有空鼓、翘皮、开裂和起砂现象。

检验方法:观察与小锤敲击检查。

7.6 室内防水工程

I 主控项目

7.6.1 防水材料及配套材料的质量，应符合设计要求。

检验方法：检查出厂合格证、质量检验报告和现场抽样复验报告。

7.6.2 防水层在阴阳角、地漏、门槛及穿透防水层管道等细部防水构造，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。

7.6.3 地面不得有积水现象，向地漏找坡的坡度应符合设计要求。

检验方法：用坡度尺测量及淋水检查。

7.6.4 室内防水工程不得有渗漏现象。

检验方法：淋水、蓄水检查。

II 一般项目

7.6.5 基层应坚实、平整、干净，不得有空鼓、松动、起砂和脱皮现象；基层转角部位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。

7.6.6 防水层与基面应粘结牢固，不得有空鼓、翘皮、开裂和起砂现象。

检验方法：观察检查。

7.7 蓄水类防水工程

I 主控项目

7.7.1 防水材料及配套材料的质量，应符合设计要求。

检验方法：检查出厂合格证、质量检验报告和现场抽样复验报告。

7.7.2 防水混凝土应密实，不得有 0.2mm 以上贯通裂缝。

检验方法：观察、尺量检查和检查隐蔽工程验收记录。

7.7.3 防水层在阴阳角、地漏及穿透防水层管道等细部防水构造，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。

7.7.4 蓄水类防水工程不得有渗漏现象。

检验方法：蓄水检查。

II 一般项目

7.7.5 基层应坚实、平整、干净，不得有空鼓、松动、起砂和脱皮现象；基层转角部位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。

7.7.6 防水层与基面应粘结紧密，涂布均匀，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：用测厚仪检测或取样测量。

8 维 护

8.0.1 建设单位、总承包单位和物业单位应保存与防水工程相关的原始资料，建设单位和总承包单位保存期不得少于保修期，物业单位保存期不得少于设计工作年限。

8.0.2 总承包单位在向建设单位提交工程竣工验收报告时，应向建设单位出具包括防水工程的质量保修书。质量保修书中应当明确防水工程的保修范围、保修期限和保修责任等。工程交付时总承包单位应向建设单位提供防水工程资料；建设单位应向业主单位和物业单位提供防水工程使用和维护说明书。

8.0.3 在正常使用条件下，防水工程在保修范围和保修期限内发生质量问题的，施工单位应当履行保修义务并对造成的损失承担赔偿责任；保修期满至防水设计工作年限内，由业主委员会或委托物业单位申请公共维修基金进行维护维修；防水达到设计工作年限时应进行评定，根据评定结论进行维修或翻新。

8.0.4 物业单位应建立《防水维护管理制度》，定期组织巡检。防水维护制度应包括巡检程序、识别关键防水部位和范围、确定责任人、制定维护措施等。

8.0.5 对于已经投入使用的建筑，在开展现场防水维护、维修作业时，物业单位应建立高空作业、动火和有限空间作业的安全管理制度和保证措施。建筑外围护工程清洗与防水工程维护严禁交叉作业，阵风 5 级及以上时，不能进行高空作业。

8.0.6 严禁在防水层上凿孔打洞和重物冲击。

8.0.7 地下建筑物的渗漏治理方案应长期有效。不得造成原结构混凝土的破损出现混凝土酥松掉块和新裂缝产生；剔槽作业不得裸露钢筋；注浆工艺在满足渗漏治理的同时应减少对原防水系统的破坏；引排措施应符合地质条件要求，且有序引入排水沟或废水泵房。

8.0.8 设备集中房间的渗漏治理应保障设备正常运转的温度、湿度要求。

8.0.9 采用在结构衬砌内限量排水的矿山法地下工程，应根据地质情况制定排水系统导水管的岩层结晶物清理周期，确保排水畅通。

附录 A 地下工程细部构造防水

A.1 施工缝

I 一般规定

A.1.1 当混凝土浇筑需临时设置施工缝时，施工缝留设应规整，并宜垂直于构件表面。

A.1.2 当浇筑混凝土时，施工缝结合面应湿润，但不得有积水。已浇筑混凝土的强度不应小于 1.2MPa。

II 设计

A.1.3 竖向施工缝的留置宜与后浇带或变形缝相结合。

A.1.4 墙体留设水平施工缝应符合下列规定：

1 当结构断面内采用钢板止水带或自粘丁基橡胶钢板止水带时，水平施工缝宜留设于高出底板表面（200~300）mm 的墙体上。

2 当结构断面内采用遇水膨胀止水胶（条）、预埋注浆管时，水平施工缝宜设置在结构底板表面。

3 板下或顶拱拱脚与墙结合的部位，宜留在板墙或拱墙接缝线以下（150~300）mm 处。

4 当外墙有预留洞时，施工缝距孔洞边缘不应小于 300mm。

A.1.5 水平施工缝的防水构造应符合下列规定：

1 中埋式止水带宜在结构断面的中部对称埋设。

2 腻子型遇水膨胀止水条或遇水膨胀止水胶，应设置在结构断面的中部。腻子型遇水膨胀止水条的宽度和厚度均不宜小于 15mm，宜采用平行错搭的方式搭接，搭接长度不宜小于 30mm。遇水膨胀止水胶的宽度不宜小于 10mm，厚度不宜小于 5mm。

3 预埋注浆管应设置在结构断面的中部。注浆管应与先浇混凝土基层密贴，固定间距宜为（200~300）mm。

4 防水涂料、聚合物水泥防水砂浆等防水加强层宜以缝为中心对称设置在施工缝的迎水面，当迎水面没有操作条件时，可设置在背水面。

5 防水涂料、聚合物水泥防水砂浆等防水加强层的宽度不宜小于 400mm，防水涂料厚度不应小于 1.5mm，聚合物水泥防水砂浆厚度不应小于 6mm。

6 施工缝防水基本构造可参考图 A.1.5。

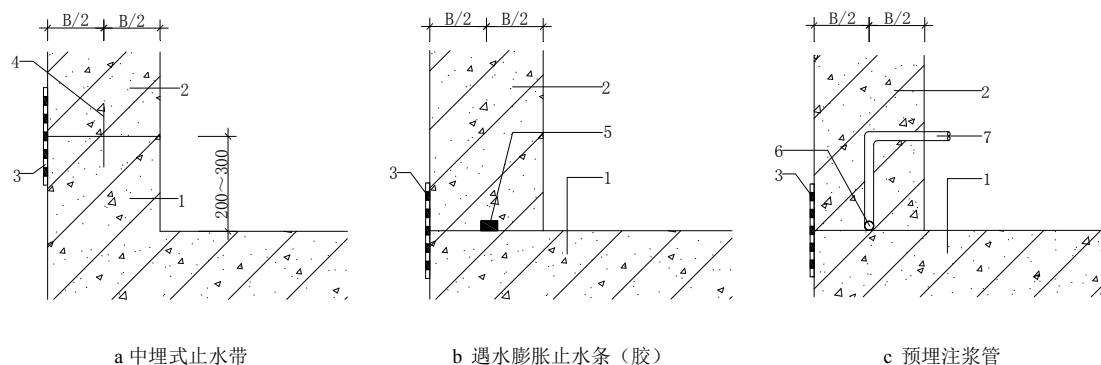


图 A.1.5 施工缝防水基本构造

1—先浇混凝土；2—后浇混凝土；3—防水加强层；4—中埋式止水带；

5—遇水膨胀止水条（胶）；6—预埋注浆管；7—注浆导管

A.1.6 施工缝中通过预埋注浆管的注浆作业应在混凝土达到设计强度、结构装饰施工前进行。

III 材料

A.1.7 遇水膨胀止水材料应符合现行国家标准《高分子防水材料第 3 部分 遇水膨胀橡胶》GB/T18173.3、现行行业标准《膨润土橡胶遇水膨胀止水条》JG/T141、《遇水膨胀止水胶》JG/T 312 的规定。

A.1.8 钢板止水带宜选用低碳钢制作，并宜镀锌处理；钢板止水带宽度不宜小于 200mm，厚度不宜小于 0.5mm。

A.1.9 橡胶止水带的物理性能应符合现行国家标准《高分子防水材料第 2 部分 止水带》GB 18173.2 的规定。

A.1.10 预埋注浆管应符合现行国家标准《混凝土接缝防水用预埋注浆管》GB/T 31538 的规定。

IV 施工

A.1.13 施工缝密封防水施工应符合下列规定：

1 水平施工缝浇筑混凝土前，其表面宜凿毛，并清除表面浮浆和杂物，随

后浇筑的竖向结构混凝土宜适当提高砂率。

2 垂直施工缝浇筑混凝土前,应将其表面清理干净,并应及时浇筑混凝土。

A.1.14 止水带埋设位置应准确,固定应牢靠,接头应连续密封。钢板止水带接头应满焊。焊缝处的镀层受损时,应采用金属防腐涂层修补。

A.1.15 遇水膨胀止水条的施工应符合下列规定:

- 1 与施工缝基面密贴。
- 2 止水条应牢固地安装在缝表面或预留凹槽内。
- 3 止水条距混凝土边缘的距离不应小于 70mm。

A.1.16 遇水膨胀止水胶的施工应符合下列规定:

- 1 胶体应均匀、密贴,不得断开。
- 2 施工期间及布胶后,胶体应采取保护措施,不得浸水、淋水。
- 3 止水胶固化前不得浇筑混凝土。

A.1.17 预埋注浆管的施工应符合下列规定:

- 1 注浆管与施工缝基面应密贴并固定牢靠,固定间距宜为(200~300)mm。
- 2 导浆管与注浆管的连接应牢固、严密。
- 3 注浆导管的末端宜采用保护盒保护,并应临时封堵严密。
- 4 宜采取较低的压力从一端向另一端、由低到高注浆。
- 5 当浆液不再流入且压力损失很小时,应维持该压力并保持 2min,终止注浆。
- 6 当需要重复注浆时,应在浆液固化前清洗注浆通道。

A.2 变形缝

I 一般规定

A.2.1 变形缝的设置应满足密封防水、适应变形、施工方便等要求。

A.2.2 用于伸缩的变形缝宜少设,可根据建筑形式、地质条件、结构施工等情况,采用后浇带或膨胀加强带等替代。

A.2.3 变形缝处混凝土结构厚度不应小于 300mm。

II 设计

A.2.4 变形缝最大允许变形量不宜大于 30mm。

A.2.5 变形缝宽度宜为 (20~50) mm。

A.2.6 变形缝的防水措施应符合下列规定：

1 当变形缝宽度大于 30mm 时，结构断面内可选用钢边橡胶止水带、橡胶止水带或不锈钢止水带，止水带宽度不宜小于 350mm。

2 当变形缝宽度小于 30mm 时，宜直接嵌填防水密封材料止水。

3 变形缝内表面设置的排水盲管应与室内排水沟或集水坑连通。

4 设置中埋式止水带的变形缝内应嵌填防水密封材料。

5 变形缝背水面设置可卸式橡胶止水带时，在固定止水带的预埋角钢与混凝土接触面上，宜设置宽度不小于 10mm、厚度不小于 6mm 的遇水膨胀止水胶。底板转角处距侧墙的固定距离不宜小于 100mm。

6 变形缝的几种防水构造见图 A.2.6-1、图 A.2.6-2、图 A.2.6-3、图 A.2.6-4。

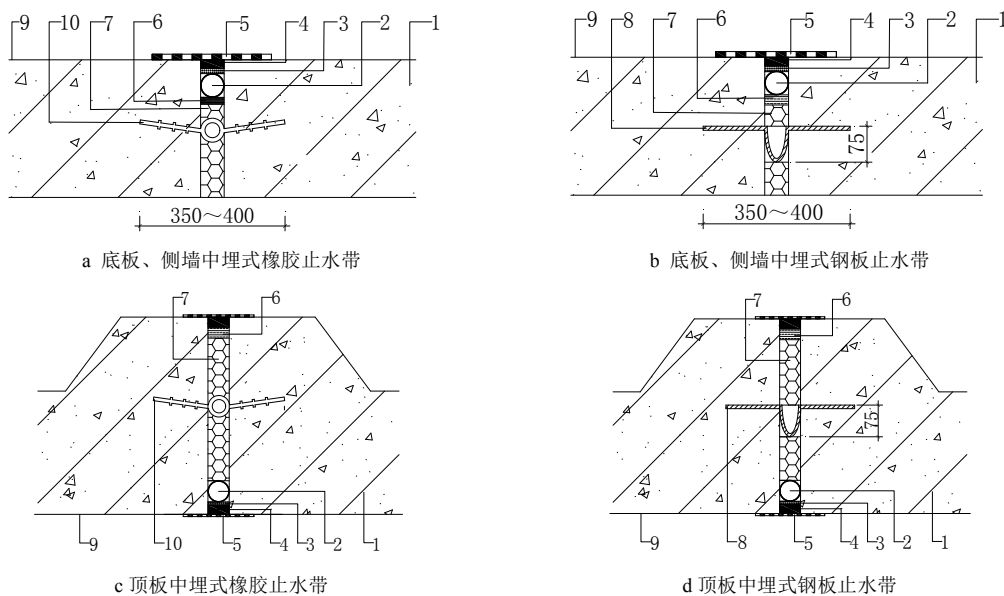


图 A.2.6-1 中埋式止水带防水构造

1—结构混凝土；2—排水盲管；3—隔离层；4—密封材料；5—附加防水层；6—钢纤维膨胀水泥砂浆；
7—填缝材料；8—钢板止水带；9—背水面；10—钢边橡胶止水带（橡胶止水带）

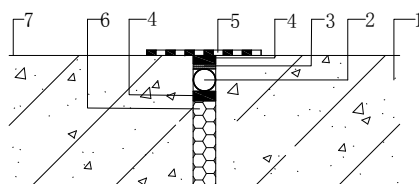
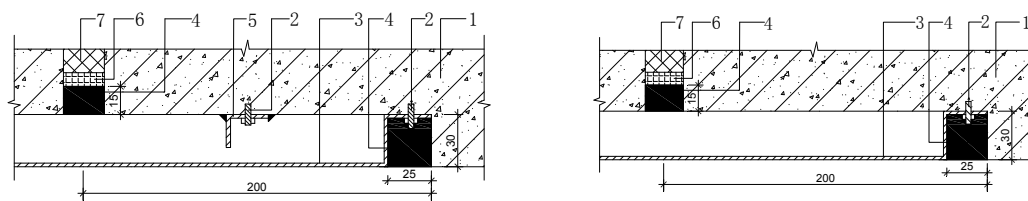


图 A.2.6-2 防水密封胶防水构造

1-结构混凝土；2-排水盲管；3-隔离层；

4-密封材料；5-附加防水层；6-填缝材料；7-背水面



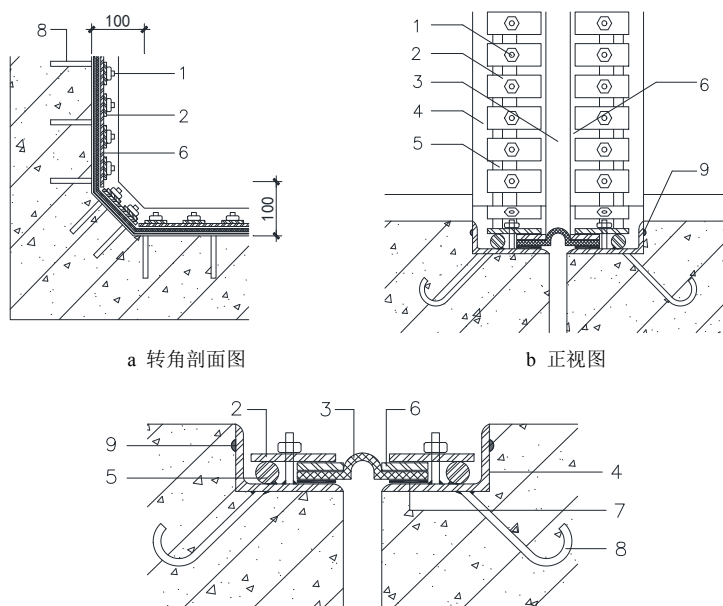
a 顶板变形缝排水盒构造

b 侧墙、底板变形缝排水盒构造

图 A.2.6-3 防水密封胶防水构造

1-结构混凝土；2-不锈钢膨胀螺栓；2-；3-不锈钢板排水盒；

4-密封材料；5-铝合金滴水线；6-隔离层；7-填缝材料



a 转角剖面图

b 正视图

c 剖面详图

图 A.2.6-4 可卸式橡胶止水带防水构造

1-螺栓；2-铁件压块；3-无穿孔可卸式橡胶止水带；4-预埋角钢；5-圆钢；

6-钢板压条；7-自粘丁基密封胶带；8-固定埋脚；9-遇水膨胀止水胶

A.2.7 当变形缝遇永久性围檩结构时，止水带应在围檩施工前预先埋设，止水带伸出围檩的长度，应满足与后续施工的变形缝止水带的衔接要求。施工过程中应对预埋止水带进行保护。

A.2.8 对环境温度高于 50℃ 处的变形缝，中埋式止水带应采用金属制作。

III 材料

A.2.9 变形缝用橡胶止水带应符合现行国家标准《高分子防水材料第2部分 止水带》GB 18173.2 的规定。

A.2.10 不锈钢止水带厚度宜为（1.5~2.0）mm，形状可为“U”或“V”型，翼边嵌入混凝土部分的宽度不应小于 150mm，总宽度应符合设计要求，止水带接头应满焊。

A.2.11 接缝密封材料性能应符合现行行业标准《混凝土接缝用建筑密封胶》JC/T881 的规定。

A.2.12 透水盲管直径宜为 30mm，隔离层宜为厚度 3mm 卷材，宽度应与变形缝同宽。

A.2.13 附加防水层材料宜采用性能符合现行国家标准《聚氨酯防水涂料》GB/T19250 的聚氨酯防水涂料，厚度不应小于 2.0mm，并应设置胎体增强材料。

A.2.14 钢纤维膨胀水泥砂浆应符合下列要求：

1 水泥、砂、膨胀剂应符合本规范 5.3.1 条要求；钢纤维应符合现行行业标准《混凝土用钢纤维》YB/T151 的规定，钢纤维直径宜为（0.20~0.35）mm，长度宜为（10~15）mm。

2 灰砂比宜为 1:1，膨胀剂掺量宜为（5~10）%，水胶比宜为 0.20~0.30。

3 应通过掺加减水剂调节砂浆的工作性。

4 钢纤维的体积含量不应小于 1.0%。

IV 施工

A.2.15 中埋式止水带施工应符合下列规定：

1 止水带埋设位置应准确，其中间空心圆环应与变形缝的中心线重合。

2 止水带应固定牢固，顶板和底板内的止水带宜成盆状安装。

3 先施工止水带一侧混凝土时，其端模应支撑牢固，并应严防漏浆；外露的止水带应采取保护措施，浇筑混凝土前应检查止水带，如有破损应修补。

4 止水带的接头宜为一处，且不得设在结构转角部位，橡胶止水带接头宜采用热硫化焊接。

5 止水带在转弯处应做成圆弧形，转角半径不应小于 200mm；转角半径应随止水带的厚度增大而相应增大。

A.2.16 密封材料嵌填施工应符合下列规定：

- 1 缝内两侧基面应平整、干净、干燥，并应刷涂与密封材料相容的基层处理剂。
- 2 嵌填应密实、均匀、连续、饱满，并应粘结牢固。

A.2.17 钢纤维膨胀水泥砂浆施工应符合下列规定：

- 1 水平缝内宜采用流态钢纤维膨胀水泥砂浆，垂直缝应采用塑性钢纤维膨胀水泥砂浆嵌填。
- 2 钢纤维膨胀水泥砂浆终凝后应潮湿养护 14d。

A.2.18 附加防水层应符合下列规定：

- 1 宜采用刷涂法施工，且应多遍涂覆成膜。
- 2 采用多组分聚氨酯防水涂料时，应按配合比均匀混合搅拌，不得随意添加助剂。
- 3 密闭环境下应加强通风措施。
- 4 涂膜固化后应采取保护措施，避免暴晒。

A.2.19 可卸式橡胶止水带施工应符合下列规定：

- 1 可卸式橡胶止水带应安装于钢板基面上，止水带与钢板基面之间宜垫有自粘胶片。
- 2 当无穿孔可卸式橡胶止水带采用杠杆法安装时，圆钢位置应正确，宜与压块采用点焊固定。
- 3 外露金属件表面应采取防腐措施。
- 4 转角处宜做成 45°折角，并应增加紧固件的数量。

A.3 后浇带

I 设计

A.3.1 后浇带间距和位置应按结构设计要求确定，宽度宜为（600～1000）mm；后浇带主筋宜搭接或机械连接形式连接。

A.3.2 后浇带内应采用补偿收缩混凝土浇筑，其抗渗性能和抗压强度等级不应低于两侧混凝土。

A.3.3 后浇带防水构造应根据结构形式、可操作性及施工条件进行设计，并应符合下列规定：

- 1 混凝土结构断面内宜采用钢板止水带、自粘丁基橡胶钢板止水带等中埋式止水带。
- 2 后浇带防水构造见图 A.3.3。
- 3 附加防水层宜设置在顶板、侧墙的迎水面以及底板的背水面，覆盖后浇带新旧混凝土接缝的宽度不宜小于 250mm。

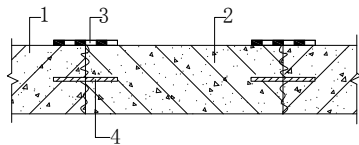


图 A.3.3 后浇带防水构造

1—先浇混凝土结构；2—后浇带补偿收缩混凝土；3—附加防水层；4—中埋式止水带

A.3.4 当后浇带需超前止水时，应设置临时变形缝，并应符合下列规定：

- 1 底板后浇带留置深度应比底板厚度（B）增加（50~100）mm，侧墙后浇带深度应与结构侧墙相同。
- 2 后浇带下部用于封底的混凝土厚度不应小于 200mm，配筋应经结构计算确定，混凝土强度等级应与底板混凝土强度等级相同。
- 3 封底混凝土的临时变形缝宽度宜为（30~50）mm，变形缝内防水措施应采用中埋式橡胶止水带或外贴式橡胶止水带。
- 4 超前止水后浇带（图 A.3.4）位置可根据工程情况设置，底板超前止水结构局部加厚厚度宜大于 200mm，后浇带宽度宜为（600~1000）mm，并应在端部进行封头。

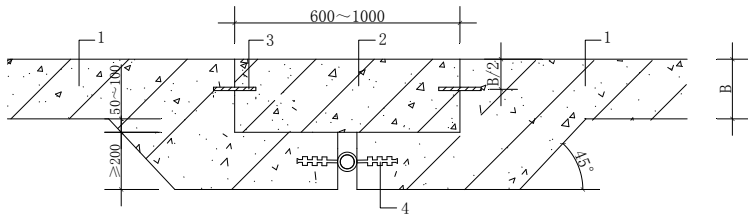


图 A.3.4 超前止水后浇带防水构造

1—先浇混凝土结构；2—后浇带补偿收缩混凝土；3—钢板止水带；4—中埋式橡胶止水带

II 材料

A.3.5 补偿收缩混凝土的配制及原材料的质量应符合现行行业标准《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T 178 的规定。

A.3.6 橡胶止水带技术指标及试验方法应符合现行国家标准《高分子防水材料第 2 部分 止水带》GB/T 18173.2 的要求。

III 施工

A.3.8 后浇带混凝土浇筑前，应将积水、垃圾等清理干净。

A.3.9 收缩后浇带应在其两侧混凝土龄期达到 42d 后浇筑；沉降后浇带封闭时间应符合本规范 3.3.6 的规定。

A.3.10 后浇带混凝土浇筑前，应覆盖和保护该部位，外露钢筋宜采取防锈措施。

A.3.11 后浇带混凝土应一次浇筑；混凝土浇筑后应及时养护，养护时间不得少于 14d。

A.4 穿墙管、预埋件及模板对拉螺栓

A.4.1 穿墙管宜在浇筑混凝土前预埋。

A.4.2 结构上的埋设件宜采用预埋或预留孔（槽）等方法。

A.4.3 开槽、开孔、预留孔部位，混凝土厚度不宜小于 200mm。

A.4.4 穿墙管与内墙角、凹凸部位的距离不应小于 250mm。

A.4.5 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，主管应加焊止水环，并应在迎水面预留凹槽，槽内应采用密封材料嵌填密实，其防水构造形式见图 A. 4. 5。

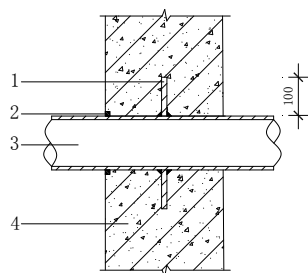


图 A.4.5 固定式穿墙管防水构造

1—止水环；2—密封材料；3—主管；4—混凝土结构

A.4.6 当后凿安装穿墙管（图 A.4.6）时，开孔尺寸应满足穿墙管要求，位置应经计算确定，并应采取机械钻孔的方法。

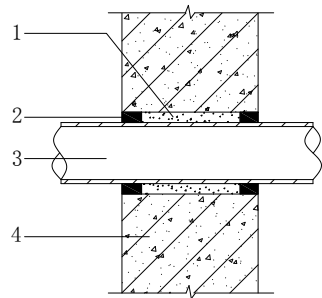


图 A.4.6 后开孔穿墙管防水构造

1—膨胀水泥砂浆；2—密封材料；3—穿墙管；4—混凝土结构

A.4.7 结构变形或管道伸缩量较大或有更换要求时，应采用加焊止水环的法兰式（图 A.4.7）套管。

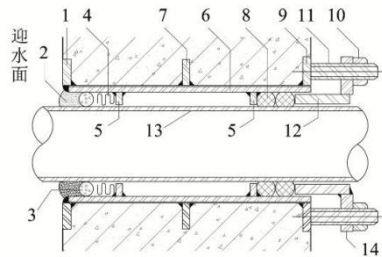


图 A.4.7 法兰式套管穿墙管防水构造

1—翼环；2—密封材料；3—背衬材料；4—充填材料；5—挡圈；6—套管；7—止水环；
8—橡胶圈；9—翼盘；10—螺母；11—双头螺栓；12—短管；13—主管；14—法兰盘

A.4.8 同一部位多管穿墙时，宜采用穿墙套管群盒或钢板止水穿墙套管群（图 A.4.8）。穿墙套管群盒或钢板止水穿墙套管群应与结构钢筋焊接固定。穿墙套管群盒空腔内宜浇筑微膨胀细石混凝土。

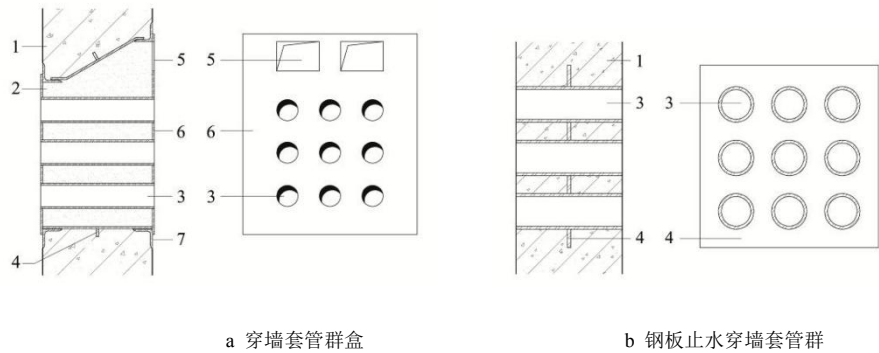


图 A.4.8 群管穿墙防水构造

1—混凝土侧墙；2—微膨胀细石混凝土；3—穿墙套管；4—止水环、止水钢板；5—浇注孔；6—封口钢板；7—固定角钢

A.4.9 穿墙管伸出侧墙的部位，回填时应采取防止管体损坏的措施。

A.4.10 用于固定模板的工具式螺栓必须穿过防水混凝土结构时，螺栓上应满焊止水环或采取其他止水构造措施（图 A.4.10）。拆模后应清理螺栓头凹坑，并用聚合物水泥砂浆填实、抹平。

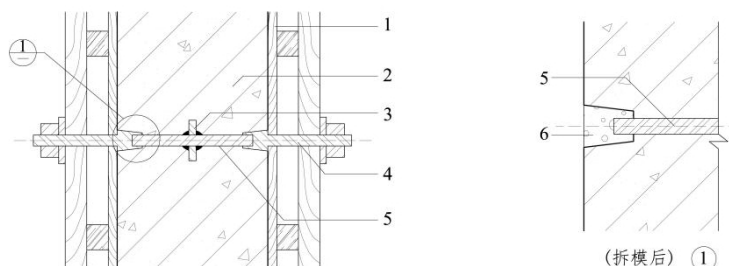


图 A.4.10 固定模板用螺栓的防水构造

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

A.5 桩、格构柱及抗浮锚杆

A.5.1 桩头防水应符合下列规定：

- 1 应将桩顶剔凿至混凝土密实处，并应清洗干净。
- 2 破桩后如发现渗漏水，应堵漏止水，之后应在桩头顶面涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料，厚度宜为 1.0mm。

A.5.2 格构柱的防水（图 A.5.2）应符合下列规定：

- 1 施工前格构柱应清凿干净，不得有泥垢。
- 2 混凝土支撑桩不得有渗水。
- 3 底板厚度的 1/2 处，格构柱的内、外侧应分别设置止水钢板，止水钢板的单侧宽度不应小于 50mm，钢板厚度不应小于 3mm，与格构柱焊接牢固。
- 4 距离底板背水面 100mm 左右的格构柱缀板部位，应设置遇水膨胀止水胶。

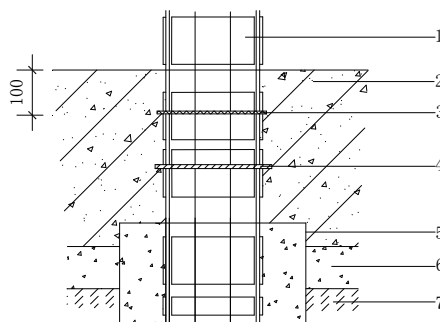


图 A.5.2 格构柱防水构造

1—钢格构柱；2—混凝土结构底板；3—遇水膨胀止水胶；4—止水钢板；5—桩头；6—混凝土垫层；7—地基土

A.5.3 抗浮锚杆的灌注砂浆与混凝土垫层表面应平整密实，缺陷部位应修补。

A.6 通道接头

A.6.1 预留通道两侧新旧构筑物的最大沉降差值不宜大于 30mm，超过 30mm 时新建部分应预留沉降差。

A.6.2 预留通道应从结构主体挑出长度不小于 300mm、结构厚度不小于 300mm 的接头；接头处应留设中埋式钢板止水带和预留钢筋，止水带及预留钢筋应进行防锈处理。

A.6.3 预留通道接口宜采用后浇带或施工缝形式连接，并应符合下列要求：

1 当新旧构筑物的沉降差大于预留通道长度的 0.1% 时，应采用后浇带方式连接，可在后浇筑的通道底板垫层下铺设一定厚度的易压缩材料。后浇带应在两侧构筑物沉降实测值和计算确定的后期沉降差满足设计要求后，方可浇筑混凝土；后浇带设计、施工和所用材料应符合本规范 A.3 的要求。

2 当新旧构筑物的沉降差小于预留通道长度的 0.1% 时，可采用施工缝方式连接，宜在后浇筑的通道底板垫层下铺设一定厚度的易压缩材料。

3 易压缩材料宜选用性能符合现行国家标准《绝热模塑聚苯乙烯泡沫塑料 (EPS)》GB/T10801.1 的 I 类聚苯乙烯泡沫塑料板，厚度宜为 (80~150) mm。

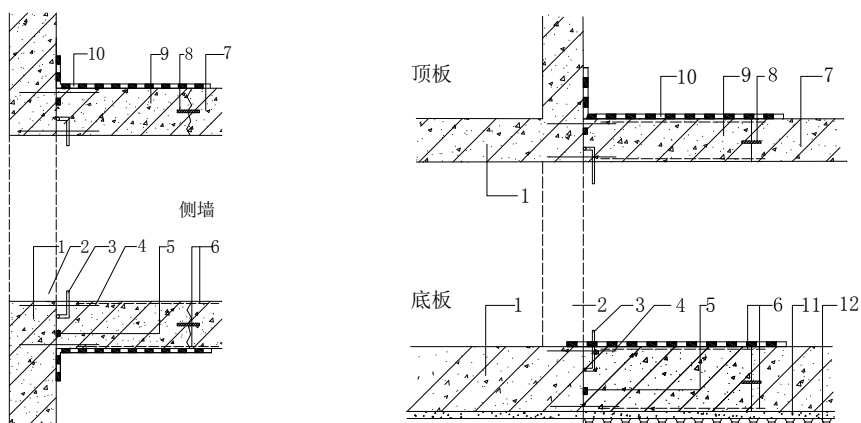
A.6.4 未预留的通道接头，宜采用后浇带或施工缝形式连接（图 A.6.4）。除应满足本规范第 A.6.3 要求外，尚应符合下列规定：

1 在原有混凝土主体结构上应按结构专业要求植筋，混凝土表面应清理干净。

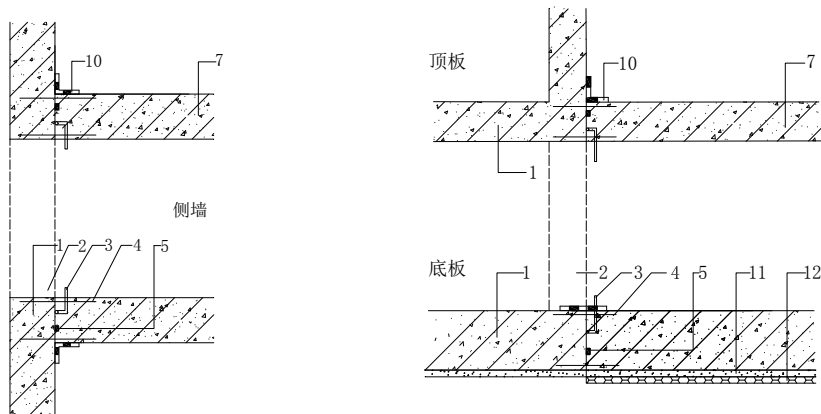
2 预埋注浆管、遇水膨胀止水胶（条）的性能指标应符合本规范第 A.1 的有关规定。

3 固定遇水膨胀止水胶（条）的原有混凝土基面应坚实，表面应平整、密实、干燥，不应有疏松、起皮、起砂。

4 侧墙和顶板后浇带部位应增设防水涂料或防水砂浆附加防水层。



1) 后浇带形式



2) 施工缝形式

图 A.6.4 未预留通道接头防水构造

1—原有混凝土；2—凿出的通道口；3—预埋注浆管；4—植筋；5—遇水膨胀止水胶条；

6—通道预留钢筋；7—后接通道；8—钢板止水带；9—后浇带；10—附加防水层；11—垫层；12—易压缩材料

A.6.5 在预留通道接驳施工前的预留通道口，应采用临时封堵的防水措施，并应在其附近设置集水坑或排水沟。

A.7 孔口

A.7.1 地下工程通向地面的各种孔口防水设计应符合下列规定：

- 1 孔口应采用防水混凝土整体浇筑，并宜设附加防水层。
- 2 孔口应采取防止地面水倒灌的措施，人员出入口宜高出地面 500mm。
- 3 出入地下室的室外汽车坡道上部应设置防雨雪盖棚，坡道上下端应设置明沟排水，其深度不应小于 200mm。

A.7.2 窗井防水（图 A.7.2）应符合下列规定：

1 窗井围护结构应采用防水混凝土浇筑，窗井宜设附加防水层，顶部应有防雨措施。

2 窗井内的底板，应低于窗下缘 300mm。窗井墙高出地面不得小于 500mm。窗井外地面应做散水，散水与墙面间应嵌填密封材料。

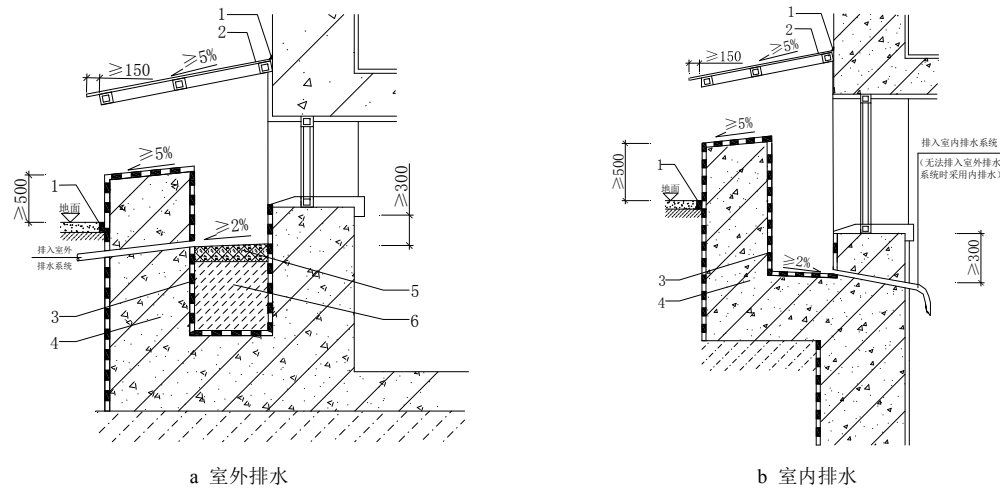


图 A.7.2 窗井防水构造

1—密封胶；2—采光天窗；3—防水砂浆或防水涂料附加防水层；
4—防水混凝土窗井墙；5—随打随抹光细石混凝土；6—回填土

A.7.3 通风口上口距室外地面高度不得小于 500mm，并应有防雨水进入措施。

A.8 坑槽

A.8.1 坑、池、储水库应采用防水混凝土整体浇筑，坑底及侧壁混凝土厚度不应小于 250mm；内部应设附加防水层。

A.8.2 底板以下的坑、池，其局部底板应相应降低（图 A.8.2）。

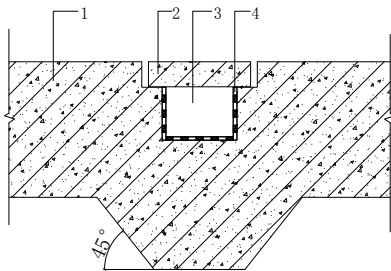


图 A.8.2 底板下坑、池的防水构造

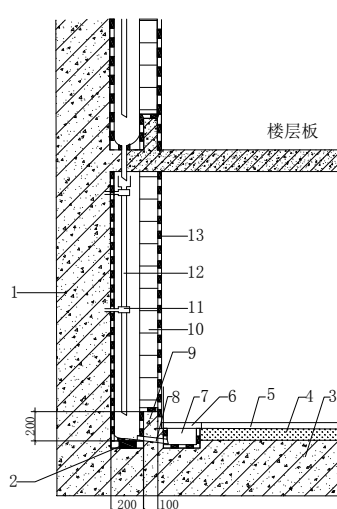
1—底板；2—盖板；3—坑、池；4—附加防水层

A.8.3 有设备安装的坑槽，应在混凝土浇筑前将预埋件安装完毕。

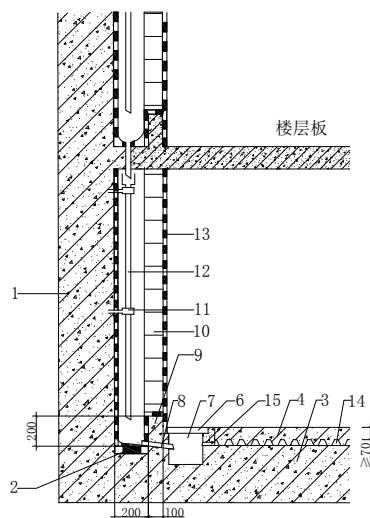
A.9 双层隔水墙排水构造

A.9.1 侧墙采用双层隔水墙结构防排水时，应符合下列规定：

- 1 外墙背水面宜设置防水砂浆或防水涂料附加防水层。
- 2 隔水墙宜采用砌体或水泥板，距离外墙宜为 200mm，内表面可设置防水砂浆或防水涂料附加防水层。
- 3 隔水墙下部防水反坎宜与底板或楼板混凝土同时浇筑；若二次浇筑，水平施工缝应设置厚 2mm，高度 50mm 的止水钢板。
- 4 防水反坎高出地面宜为 200mm，壁厚宜为 100mm，宜内配 $\phi 6@100$ 的钢筋网片。
- 5 防水反坎与防水外墙之间的排水沟应设置防水砂浆或防水涂料附加防水层，沟底朝向排水管方向的坡度不宜小于 2%，并应通过预埋排水管与室内排水沟或集水坑连通。
- 6 每跨宜设置 2 根内径 60mm 排水立管，或每 50m 宜设置 1 处内径 100mm 的排水立管。
- 7 双层隔水墙排水构造见图 A.9.1。



1) 底板不设排水板构造



2) 底板设排水板构造

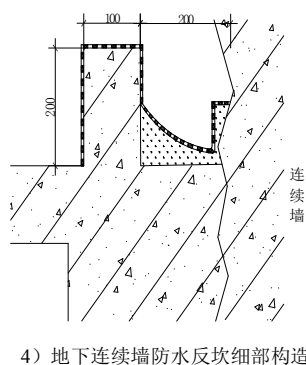
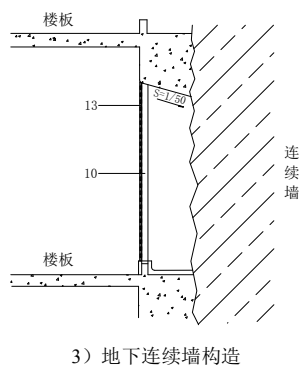


图 A.9.1 双层隔水墙排水构造

1—防水外墙；2—沟底找坡防水砂浆；3—底板；4—细石混凝土地面基层；5—地面面层；6—排水沟盖；7—室内排水沟；8—预埋排水管；9—防水反坎；10—隔水墙；11—排水立管固定卡；12—排水立管；13—附加防水层；14—塑料排水板

A.9.2 底板上设置的排水层，应符合下列规定：

- 1 底板上应设置找坡层，顺水坡度不宜小于 0.3%。
- 2 找坡层上应铺设排水板，排水板性能应符合现行行业标准《塑料防护排水板》JC/T2112、《聚苯乙烯防护排水板》JC/T2289、《铁路隧道排水板》TB/T3354 的规定。
- 3 排水板上应设置细石钢筋混凝土抗裂地面基层，地面基层应随打随抹光。
- 4 排水板的排水空腔应与室内排水沟连通。

A.10 降水井封堵

A.10.1 降水井封堵应符合下列规定：

- 1 穿过底板混凝土段的钢管降水井应满焊钢板止水环。
- 2 撤除抽水泵后，应立即用橡胶球或软木塞封堵井管，并应采用限制膨胀率不小于 0.050% 的膨胀混凝土浇筑降水井。
- 3 降水井管口的封顶钢板应满焊封口，并应浇筑封顶混凝土。
- 4 降水井防水构造见图 A.10.1。

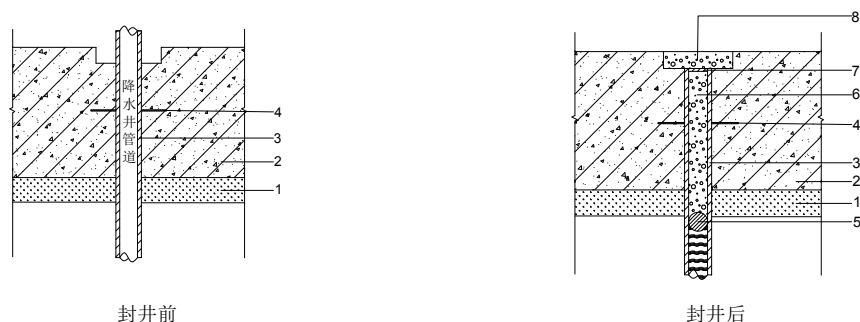


图 A.10.1 降水井防水构造

1—垫层混凝土；2—底板；3—降水井；4—止水钢板；5—橡胶球或软木塞；6—膨胀混凝土；7—管顶封口钢板；8—封顶混凝土

土

A.11 预制拼装综合管廊接头防水

I 设计

A.11.1 预制混凝土综合管廊接头形式宜采用柔性承插式接头和纵向锁紧承插式接头，拼装接缝防水应采用弹性橡胶密封圈防水。

A.11.2 预制节段接头之间应设两道密封圈。

A.11.3 当采用柔性承插口接头时，宜在插口工作面上设置两道弹性橡胶密封圈，并应在其间预留检测孔。

A.11.4 当采用纵向锁紧承插式接头时，宜在插口端面上设置两道密封圈或在端面及工作面上各设置一道密封圈，两道密封圈之间应预留检测孔。

A.11.5 检测孔宜采用设有内螺纹的预埋管成孔，在安装检测完毕后应采用螺母封堵，可作为后期补漏的注浆孔；预埋管及螺母的材质应满足耐久性要求。

A.11.6 弹性橡胶密封圈、遇水膨胀橡胶复合密封圈及丁基腻子橡胶复合密封圈等密封圈材料应安装在预留的沟槽中，并应环向兜绕闭合成框。沟槽的形式、截面尺寸应与密封圈的形式和尺寸相匹配，沟槽截面积宜为密封圈截面积的（1.0~1.5）倍。

A.11.7 采用插口工作面双胶圈密封接头时，工作面构造宜采用双台阶型式，见图 A.11.7。

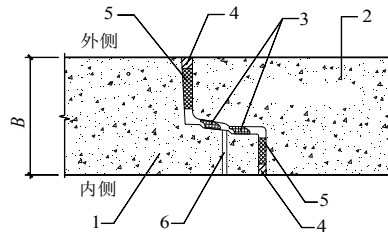


图 A.11.7 插口工作面双胶圈接头密封防水构造

1—插口；2—承口；3—楔形弹性橡胶密封圈；4—嵌缝密封胶；

5—聚乙烯泡沫嵌缝板；6—检测孔

A.11.8 插口工作面与端面双胶圈接头拼缝防水应采用弹性橡胶密封圈、遇水膨胀橡胶复合密封圈或丁基腻子橡胶复合密封圈为主要防水措施，见图 A.11.8。

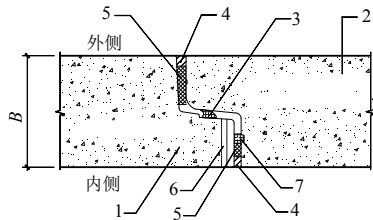


图 A.11.8 插口工作面+端面双胶圈接头密封防水构造

1—插口；2—承口；3—楔形弹性橡胶密封圈；4—嵌缝密封胶；5—聚乙烯泡沫嵌缝板；

6—检测孔；7—遇水膨胀橡胶复合密封圈或丁基腻子橡胶复合密封圈

A.11.9 端面双胶圈接头拼缝处应采用遇水膨胀橡胶复合密封圈或丁基腻子橡胶复合密封圈，见图 A.11.9。

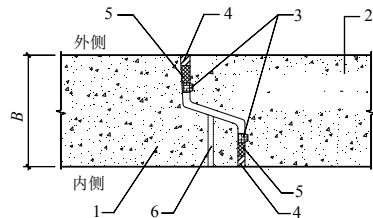


图 A.11.9 端面双胶圈接头密封防水构造

1—插口；2—承口；3—遇水膨胀橡胶复合密封圈或丁基腻子橡胶复合密封圈；

4—嵌缝密封胶；5—聚乙烯泡沫嵌缝板；6—检测孔

A.11.10 预制管节拼装接缝密闭性的检测应符合下列规定：

1 采用注水加压的方式检测接缝密闭性时，应先通过预留检测孔向拼接缝

中注水并充满，加压至设计压力，关闭水源后观察压降变化。当 10min 内压力损失不大于设计压力的 10%时为合格。

2 当采用遇水膨胀橡胶——弹性橡胶复合密封条时，不宜采用注水加压的方式检测接缝密闭性。可以采用充气加压的方式进行检测。应先通过检测孔向拼缝中充气加压并恒定至 2000Pa，关闭气源后观察压降变化，5 min 内压力下降不大于 500Pa 为合格。

II 材料

A.11.11 弹性橡胶密封圈的性能指标应符合现行国家标准《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838 的规定。试验方法应符合现行国家标准《高分子防水材料 第 4 部分 盾构法隧道管片用橡胶密封垫》GB/T 18173.4 的要求。

A.11.12 遇水膨胀橡胶复合密封圈性能指标应符合现行国家标准《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838 的规定。试验方法应符合现行国家标准《高分子防水材料第 3 部分遇水膨胀橡胶》GB/T 18173.3 的要求。

A.11.13 丁基腻子橡胶复合密封圈表面为橡胶粘结层，中间为三元乙丙海绵橡胶层，其中橡胶粘结层物理性能应符合现行行业标准《丁基橡胶防水密封胶粘带》JC/T 942 的要求。

A.11.14 嵌缝密封胶采用混凝土建筑接缝用密封胶，其中外侧为低模量级别，内侧为高模量级别，材料性能及试验方法应符合现行行业标准《混凝土建筑接缝用密封胶》JC/T 881 的要求。

A.11.15 聚乙烯泡沫嵌缝板性能及试验方法应符合现行行业标准《混凝土接缝密封嵌缝板》JC/T 2255 的要求。

III 施工

A.11.16 预制混凝土综合管廊拼装前，密封圈和聚乙烯泡沫嵌缝板等应安装完毕，密封胶宜在接缝密闭检测合格后再施工。

A.11.17 弹性橡胶密封圈、遇水膨胀橡胶复合密封圈及丁基腻子橡胶复合密封圈等密封圈材料应安装在预留的沟槽中，并应环向兜绕闭合成框。

A.11.18 密封圈施工应符合下列规定：

- 1 基层应坚实，表面应平整、密实、干燥，不应有疏松、起皮、起砂。
- 2 预留凹槽宽度及截面积应符合设计要求。
- 3 弹性橡胶密封圈应紧贴混凝土表面，橡胶密封圈长度应以具体试验为依据，安装位置偏差不应超过 2mm，且无下垂现象。
- 4 弹性橡胶密封圈、遇水膨胀橡胶复合密封圈及丁基腻子橡胶复合密封圈应紧贴混凝土基层，不得有空鼓、脱离现象。接头部位应采用对接，接口应紧密，一环接头不宜超过 2 处。应采取措施避免遇水膨胀橡胶提前遇水膨胀。

A.11.19 嵌填密封胶应符合下列规定：

- 1 基层应坚实，表面应平整、密实、干燥，不应有疏松、起皮、起砂。
- 2 接缝中应设置背衬材料，并宜涂刷基层处理剂，涂刷应均匀，不应漏涂。
- 3 接缝两侧基层应粘贴防粘隔离胶带。
- 4 采用胶枪嵌填时，应根据接缝的宽度选用口径合适的挤出嘴，应均匀挤出密封胶，并应由底部逐渐充满整个接缝。
- 5 嵌填密封胶后，表干前应用腻子刀进行修整。
- 6 对嵌填完毕的密封胶，应避免碰损及污染。
- 7 密封胶嵌填应密实、连续、饱满，应与基层粘结牢固；表面应平滑，缝边应平直，不应有气泡、孔洞、开裂、剥离等现象。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待,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

- 《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046
- 《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB50069
- 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
- 《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081
- 《普通混凝土长期性能和耐性能试验方法标准》GB/T 50082
- 《地下工程防水技术规范》GB 50108
- 《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
- 《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141
- 《地铁设计规范》GB 50157
- 《混凝土质量控制标准》GB50164
- 《屋面工程技术规范》GB50345
- 《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476
- 《大体积混凝土施工技术标准》GB50496
- 《混凝土结构工程施工规范》GB50666
- 《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838
- 《通用硅酸盐水泥》GB175
- 《中热硅酸盐水泥 低热硅酸盐水泥 低热矿渣硅酸盐水泥》GB 200
- 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T1596
- 《绝热模塑聚苯乙烯泡沫塑料(EPS)》GB/T10801.1
- 《预拌混凝土》GB/T14902
- 《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046
- 《高分子防水材料第 2 部分 止水带》GB 18173.2
- 《高分子防水材料第 3 部分 遇水膨胀橡胶》GB/T18173.3
- 《水泥基渗透结晶型防水材料》GB 18445
- 《聚氨酯防水涂料》GB/T19250
- 《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》GB/T 21120
- 《混凝土膨胀剂》GB/T 23439
- 《聚合物水泥防水涂料》GB/T 23445

《无机防水堵漏材料》GB 23440

《混凝土接缝防水用预埋注浆管》GB/T 31538

《建筑变形测量规范》JGJ 8

《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52

《混凝土用水标准》JGJ 63

《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104

《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T 178

《建筑工程水泥—水玻璃双液注浆技术规程》JGJ/T 211

《地下工程渗漏治理技术规程》JTJ/T 212

《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T 221

《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235

《建筑工程抗浮技术标准》JGJ 476

《钢纤维混凝土》JG/T 472

《砂浆、混凝土防水剂》JC 474

《混凝土制品用冷拔低碳钢丝》的 JC/T 540

《混凝土接缝用建筑密封胶》JC/T 881

《丁基橡胶防水密封胶粘带》JC/T 942

《聚合物水泥防水砂浆》JC/T 984

《水泥基灌浆材料》JC/T 986

《混凝土裂缝用环氧树脂灌浆材料》JC/T 1041

《聚氨酯灌浆材料》JC/T 2041

《丙烯酸盐灌浆材料》JC/T 2037

《塑料防护排水板》JC/T2112

《混凝土接缝密封嵌缝板》JC/T 2255

《聚苯乙烯防护排水板》JC/T2289

《膨润土橡胶遇水膨胀止水条》JG/T141

《遇水膨胀止水胶》JG/T 312

《混凝土用复合掺合料》JG/T486

《高性能混凝土用骨料》JG/T 568

《混凝土用钢纤维》 YB/T151
《铁路隧道排水板》 TB/T3354
《抗冻防水合金粉应用技术规程》 T/CECS 521
《混凝土用氧化镁膨胀剂应用技术规程》 T/CECS 540
《预制混凝土外墙防水工程技术规程》 T/CECS 777
《无机水性渗透结晶型材料应用技术规程》 T/CECS 848
《地下工程混凝土机构自防水应用技术规程》 DBJ/T 45-036
《用于混凝土中的防裂抗渗复合材料》 T/CECS 10001
《混凝土无机纳米抗裂减渗剂》 T/ASC 6006
《抗裂硅质防水剂》 T/ ZZB 0934

中国工程建设协会标准

刚性防水工程技术规程

CECS×××:××××

条文说明

目 次

1 总 则.....	76
2 术 语.....	77
3 基本规定.....	79
4 材 料.....	82
4.1 防水混凝土.....	82
4.2 防水砂浆.....	86
4.4 防水剂.....	86
4.5 防水涂料.....	87
5 设 计.....	88
5.1 一般规定.....	88
5.2 地下防水工程.....	88
5.4 建筑外墙防水工程.....	92
6 施 工.....	93
6.7 防水混凝土.....	93
6.9 细石混凝土防水层.....	93
7 质量验收.....	94
7.1 一般规定.....	94
附录 A 地下工程细部构造防水.....	95

1 总 则

1.0.1 刚性防水因其自身的耐久性，与主体结构寿命的同步性，其发展前景广阔。推广和发展刚性防水技术，可以提高建筑防水寿命，节约工期，节材环保。本规程是在系统总结国内外刚性防水技术和工程应用的经验上进行编制，为刚性防水体系或以刚性防水为主体的防水体系提供了标准依据，以期引导和规范刚性防水技术的发展。

刚性防水技术有着悠久的工程应用历史，如古罗马的万神庙（建于公元120~124年）、卡拉卡利大浴场（建于公元206~217年），现代的伦敦地铁（公元1863年开通）、巴黎地铁（公元1900年开通），北京城乡贸易中心（地下四层，建于1987年）、北京精品大厦（地下三层，建于1994年）、天津第一中心医院（地下二层，建于1988年）、石家庄北国商城（地下一层，建于1993年）、青岛王朝饭店（建于1989年）、大秦铁路景忠山隧道（建于1991年）等等，不胜枚举。遍布世界各地采用盾构管片的地铁隧道，以及2018年10月23日开通运营的港珠澳大桥海底沉管隧道都是全刚性防水工程。综上，国内外应用百年的大量工程经验证明，只要材料和施工质量达到要求，混凝土结构自防水效果非常可靠，其施工也很简便，即使在施工期间存在局部缺陷发生渗漏水，目前，缺陷的修复与堵漏处理技术也非常成熟，防水质量很容易达到设计和使用要求。

1.0.2 本条规定了规程的适用范围，本规程适用于地下工程（明挖法、暗挖法）、建筑屋面工程（平屋面、坡屋面）、建筑外墙工程（砌体围护结构、混凝土围护结构）、建筑室内工程，也适用于轨道交通、桥梁、蓄水池、垃圾填埋场等市政防水工程。在防水设计做法方面，本规程重点突出了全刚性防水或以刚性为主的防水设计做法，对于本规程未涵盖的外设柔性防水层的防水体系做法，应按国家现行有关标准的规定执行。

2 术 语

2.0.1 广义的刚性防水定义可谓由不易变形的刚性板块通过构造连接而成的防水屏障，刚性板块按材质可包括水泥基材料、金属板材、瓦等材料，本规程所指的刚性板块材质主要是指防水混凝土、防水砂浆、水泥基防水涂料等水泥基材料。

2.0.2 混凝土结构自防水体系是指以混凝土结构层独立承担防水功能，不设置附加防水层的防水体系，混凝土结构自防水体系属于刚性防水体系，结构主体采用优化钢筋配置和防水混凝土，防水混凝土应掺加能提升混凝土抗裂防渗性能的防水剂，防水混凝土性能应符合本规程第 4.1 节的规定。该体系依靠混凝土自身的密实性和材料、结构的抗裂性以及合理的节点处理达到防水的目的。防水混凝土不仅在工程结构中承担防水作用，而且还起着承重和围护的作用，使结构的防水和承重合为一体。混凝土结构自防水体系应采取精细化的施工过程控制措施，辅以施工缺陷修复处理，施工缺陷修复处理包括封堵未能避免的混凝土裂缝、漏振的不密实部位、处理不到位的穿墙管道等可能导致渗水的节点部位。同时对变形缝、后浇带、施工缝等细部构造进行防水密封处理。

2.0.3 本规程所指的刚性防水体系指不设置柔性附加防水层的防水体系，即全刚性防水体系。在刚性防水体系中，“大面为刚，节点可柔”，大面采用刚性防水，细部构造节点可根据需要采用刚柔结合构造方式的防水体系，以下防水体系均称为全刚性防水体系：

1. 混凝土结构自防水体系；

2. 以混凝土结构自防水作为防水主体，外表面仅设置刚性附加防水层的防水体系；

3. 建筑外墙（砌体外墙、剪力墙、混凝土预制构件外墙等）防水工程中，墙体外表面整体防水仅设置刚性防水层，不设置柔性防水层的防水体系。

2.0.4 防水混凝土最本质的特征是应具有良好的抗渗性和抗裂性，除了要采用优质常规原材料，合理掺加抗裂、防水外加剂和矿物掺合料外，还应采用较低水胶比并优化配合比，通过严格的施工措施，以达到降低混凝土内部的孔隙率或改变孔隙形态、分布特征，减少混凝土收缩，或提高混凝土抗拉强度等目标，从而制成的具有良好抗渗性能和抗裂性能的混凝土。防水混凝土对抗裂、防水外加剂的选用和掺量等应该科学合理，这些外加剂应该能够提高或增加混凝土的抗裂性、

密实性、憎水性中的一种或多种性能，从而阻止水的渗透（漏）和侵蚀。

2.0.6 能够提高混凝土或砂浆防水性能的外加剂，均可称为防水剂，目前防水剂的种类较多，防水剂是通过提高混凝土或砂浆的密实性、抗裂性、憎水性中的一种或多种性能，来实现防水目标，本规程定义的防水剂范围广于现行行业标准《砂浆、混凝土防水剂》JC 474-2008。

2.0.7 刚性防水层可包括防水砂浆、水泥基渗透结晶型材料、防水细石混凝土层、无机水性渗透结晶型材料。无机水性渗透结晶型材料虽然以水为分散介质，但渗入水泥基材料后，可与水泥水化产物生成固化的 C-S-H 凝胶，封堵混凝土（或水泥砂浆）中的毛细孔通道和裂缝，也可作为一种刚性防水措施。

3 基本规定

3.0.1 刚性防水工程设计和施工基本原则要综合考虑不同工程种类（地下工程、屋面工程、外墙工程、室内工程、蓄水类工程）的特性、多样性、环境的复杂性和特殊性，并应便于防水设计人员根据工程的特点进行适当的自由发挥。

防：是指地下工程迎水面主体结构采用防水混凝土浇筑，并根据工程的重要性采用加强防水措施，使工程具有一定防止地下水渗入的能力。

排：防水和排水是一个问题的两个方面，考虑防水的同时应考虑排水。对于地下工程中设置排水措施，使地下水远离主体结构，避免地下水浮力对结构的不利影响，以及水流透过混凝土裂缝、接缝、孔洞等通道发生渗漏。地下工程的排水要根据结构形式和水文地质条件进行设计，并要考虑长期排水可能引起的地基不均匀沉降、荷载变化等后果。对于屋面工程、外墙工程、室内工程等，考虑排水应先让水顺利、迅速地排走，减少或避免积水，自然可以减轻防水的压力，做好排水是提高防水功能的有效措施。

截：对于地下工程而言，是指在工程所在地的地表，设置排水沟、截洪沟、导排水系统，将地表水、雨水尽快排走，防止和减少雨水下渗，减少水源进入工程内部的几率。

堵：是在工程建成后，在工程缺陷修复处理环节，对渗漏水部位进行注浆、嵌填、抹面等方法将渗水通道堵塞；在围岩有裂隙水时，采用注浆或嵌填等方法堵住渗漏水。

因地制宜：要根据工程防水和耐久性要求、工程环境、工程类型、工程特点、施工可操作性等选择适宜的防水做法和防水材料。当混凝土结构地下工程防水无工作面、设置有抗浮锚杆的地下工程等，不宜盲目设置卷材类防水层。

过程控制：防水混凝土和防水砂浆的抗渗性和抗裂性与原材料、配合比、施工浇筑、养护等一系列环节相关，防水节点的质量跟是否严格按照有关施工工艺标准施工密切相关。因此，应对施工全过程实行质量控制，过程控制是保证刚性防水工程施工质量的关键措施。

施工过程中应做好工序检查：施工单位必须建立、健全施工质量检验制度，严格工序管理，做好隐蔽工程的质量检查和保护措施，如止水带安装、穿墙止水环安装、后浇带等隐蔽工程是决定防水成败的关键，严格的工序检查是保证防水工程施工质量的关键。

良好的防水工程是一个综合效果的体现，因此在勘察、设计、施工和运营维护的每个环节，都应考虑防水要求，并根据工程所处环境的工程及水文地质条件、工程防水等

级和耐久性要求，选择适宜的防水措施。

本条参照了现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 和《屋面工程技术规范》GB 50345 的有关规定。

3.0.3 本条参考了《建筑和市政工程防水通用规范》（征求意见稿）的有关规定，通用规范（征求意见稿）中规定的防水设计工作年限如下：

- 1 地下工程防水设计使用年限不应低于工程结构设计使用年限；
- 2 屋面工程防水设计使用年限不应低于 20 年；
- 3 外墙工程防水设计使用年限不应低于 25 年；
- 4 室内工程防水设计使用年限不应低于 15 年；
- 5 道路桥梁工程路面或桥面防水设计工作年限不应低于路面结构或桥面铺装设计工作年限；

- 6 非侵蚀介质蓄水类工程内壁防水层防水设计使用年限不应低于 10 年。

采用全刚性防水体系的防水工程保修年限宜同防水设计工作年限。按照 2000 年国务院令第 279 号公布的《建设工程质量管理条例》第四十条规定，在正常使用条件下，屋面防水工程、有防水要求的卫生间、房间和外墙面的防渗漏工程最低保修期限为 5 年。为了提升防水工程的质量水平，发挥刚性防水材料自身耐久性的优势，倡导全刚性防水体系技术的良性发展，本规程倡导采用全刚性防水体系的防水工程保修年限宜同防水设计工作年限，也可以在满足《建设工程质量管理条例》的前提下，最低保修期限由发包方与承包方约定。

3.0.4 工程经验表明，地下防水工程采用不外设防水层的混凝土结构自防水体系时，应配备经验丰富的专业的材料和防水施工服务供应商，配套完善可靠的方案体系，才能确保防水质量，因此本条规定此种情况下应经过专家论证。同样屋面防水工程采用无柔性防水层的刚性防水体系时也是此理。

3.0.5 根据现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141-2008 第 9.2.6 条规定，满水试验合格标准应符合下列规定：

- 1 水池渗水量计算应按池壁（不含内隔墙）和池底的浸湿面积计算；
- 2 钢筋混凝土结构水池渗水量不得超过 $2\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ；砌体结构水池渗水量不得超过 $3\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

GB 50141-2008 第 6.7.9 条也规定了压力管渠和无压管渠的允许渗水量。

3.0.6 变形缝、施工缝、后浇带等细部构造部位容易发生渗漏，因此在设计、施工阶段

需要通过采取多种防水措施以提高这些细部构造防水的可靠性。

3.0.7 具有良好的抗渗性和抗裂性即是混凝土结构工程防水的本质要求，也是耐久性的本质要求，二者的本质要求是高度一致的；混凝土结构工程的防水失效和耐久性失效也互为因果，防水失效会加速耐久性失效，耐久性失效也会加速防水失效；在国家现行有关混凝土结构工程耐久性设计标准中，对混凝土的抗渗性和裂缝控制都从不同的角度提出了相关技术要求，因此本规程规定，混凝土结构防水工程应进行耐久性设计。目前，国内有关混凝土结构的耐久性设计标准中，在国家标准层面上有《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476，铁路行业标准有《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005，公路行业标准有《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》JTG/T 3310，水运行业标准有《水运工程结构耐久性设计标准》JTS 153 等，《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 针对受腐蚀性介质作用的工业建筑也做了相应规定。行业标准相对国家标准提出了更为详细严格的要求，不同行业的工程还应满足本行业的混凝土结构耐久性设计标准。

4 材 料

4.1 防水混凝土

I 一般规定

4.1.1 防水混凝土最本质的特征是应具有良好的抗渗性和抗裂性。根据现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的规定，对不同埋置深度的混凝土设计抗渗等级进行了规定，具体如表 1 所示。随着目前外加剂技术水平的提高和应用，提高混凝土的抗渗能力比较容易实现，湖北省现行地方标准《建筑防水工程技术规范》DB42/T 1386-2018 中，对于刚性防水体系，要求防水混凝土的抗渗等级不低于 P12。因此，根据目前的技术现状，本规程对防水混凝土设计严于现行国家标准 GB 50108 的规定。

表 1 防水混凝土设计抗渗等级

工程埋置深度 H (m)	设计抗渗等级
H<10	P6
10≤H<20	P8
20≤H<30	P10
H≥30	P12

本规程给出了抗渗等级的代用值，主要是为了节约检测时间和检测设备。目前传统的抗渗等级试验主要采用逐级加压法，每隔 8h 增加 0.1MPa 水压，试验耗时较长，当试验量较大时，需要配置较多数量的试验设备，行业内人员一直呼吁希望能够采用更加简便的设计评价指标。因此，本规程中增加了抗渗等级的代用值指标，基准值和代用值的换算关系主要基于压力值与恒压时间乘积的累计值相等原则，即 $\sum TH$ 值相等，其中， T 代表恒压时间， H 代表压力值。以 P8 为例，抗渗等级基准值 P8 的 $\sum TH$ 值为 $8 \times 0.1 + 8 \times 0.2 + 8 \times 0.3 + 8 \times 0.4 + 8 \times 0.5 + 8 \times 0.6 + 8 \times 0.7 + 8 \times 0.8 = 28.8$ (h·MPa)，抗渗等级代用值 HP12 的 $\sum TH$ 值为 $1.2 \times 24 = 28.8$ (h·MPa)；以此类推，抗渗等级基准值和代用值的 $\sum TH$ 值及试验时间对比见表 2。该原则的理论依据为目前公路、电力、水工等行业标准中对相对渗透系数的计算公式均为 $s_k = \frac{mD_m^2}{2TH}$ ，在平均渗水高度相等的情况下，相对渗透系数主要取决于压力值与恒压时间的乘积。试验表明，采用代用值进行评价较基准值偏于安全。

表 2 抗渗等级基准值和代用值对应关系及参数

抗渗等级基准值			抗渗等级代用值		
基准值	$\sum TH$ (h·MPa)	试验时间 (h)	代用值	$\sum TH$ (h·MPa)	试验时间 (h)
P6	16.8	48	HP7	16.8	24
P8	28.8	64	HP12	28.8	24
P10	44.0	80	HP19	45.6	24
P12	62.4	96	HP26	62.4	24
P14	84	112	HP35	84	24

4.1.3 混凝土的强度与材料本身的密实性密切相关，一般情况下，强度越高，密实性越高，抗渗性能越高；混凝土强度适当提高，技术上非常容易实现，对混凝土材料成本影响较小，对混凝土的粘聚性、防水性能和耐久性能均有提高；根据“住房和城乡建设部工业和信息化部关于推广应用高性能混凝土的若干意见（建标[2014]117号）”要求，明确提出提高 C35 及以上强度等级的混凝土用量作为提升高性能混凝土应用水平得主要目标之一，因此本规程提出防水混凝土的最小强度等级要求，并规定最小强度等级为 C30，一般情况下，建议不低于 C35 为宜。

本规程首次提出防水混凝土最小强度等级要求，即对于防水工程，混凝土强度并非单一由荷载作用控制，同时还应由防水要求决定。

4.1.6 本条主要规定混凝土耐久性能的要求，根据现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 及其相关行业标准的有关规定，不同的环境类别，不同的环境作用等级，不同的设计使用年限，对具体工程的混凝土的耐久性能要求不同，因此设计根据工程具体情况，确定防水混凝土的耐久性能。目前铁路、水运等行业都制定了关于混凝土结构耐久性设计的行业标准，不同行业的工程还应满足本行业的混凝土结构耐久性设计标准。

4.1.7 现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 适用于受腐蚀介质作用的工业建筑物和构筑物防腐蚀设计。

4.1.9 混凝土的抗裂性能与混凝土工程的防水性能密切相关，混凝土的抗裂性能是影响混凝土工程防水性能的重要因素之一，通过长期的研究和工程实践，目前有很多有效的混凝土抗裂材料和技术措施，也有很多混凝土抗裂测试方法，主要抗裂测试方法包括早期抗裂试验、收缩试验、限制膨胀率试验或绝热温升等试验方法，由于混凝土裂缝的成

因非常多，而且非常复杂，不同的材料和措施对混凝土的抗裂机理也不尽相同，应该针对不同抗裂机理的混凝土选择与之相适宜的混凝土抗裂性能测试方法。

补偿收缩混凝土的主要抗裂机理是膨胀剂在水化硬化过程中形成水化硫铝酸钙等膨胀源使混凝土体积发生膨胀，从而减轻或抵消混凝土的体积收缩。因此其发挥作用的前提是提供充分的水分，并保证一定的水化时间，而早期抗裂试验是在试件成型 30min 后开始风吹试件表面，混凝土中的水分快速散失，因此该方法并不适用于评价补偿收缩混凝土的抗裂性能。

掺加纤维类材料的混凝土对早期塑性收缩开裂具有抑制作用,其主要机理是混凝土在早期塑形阶段，强度很低或基本没有强度，而具备一定抗拉强度并在混凝土中呈三维乱相分布的纤维承担了导致混凝土开裂的拉应力，从而抑制了混凝土早期裂缝的发生。

一般情况下，低模量合成纤维主要抑制混凝土早期裂缝的发生，对硬化后混凝土的抗开裂作用有限，高模量的合成纤维和钢纤维对硬化后混凝土具有较好的抗裂性能，能够提高混凝土的抗折强度，因此可采用折压比指标进行抗裂性能评价。

目前在不少混凝土抗裂材料产品在其专项标准中，根据其抗裂机理选择了适宜的抗裂性能测试方法进行评价，在这些标准中，一般情况采用特定统一的原材料和配合比，并给出了具体的抗裂性能指标参数。

在实际工程中，不同的工程所用的混凝土强度等级不同，实际生产和施工时的原材料和配合比都不尽相同，因此针对实际工程的混凝土，本规程并未给相应的抗裂性能指标参数，只提出了可通过抗裂性能测试方法来评价防水混凝土的抗裂性能，并针对不同抗裂机理的混凝土提出了适宜的性能指标和测试方法，主要原因是很难给出一个统一的指标参数。目前在实际工程中，在采用实际混凝土进行试配时，多采用相对比较的方法来评价所采用材料和措施的有效性。

4.1.10 像疏水孔栓化合物等产品主要是通过憎水性能降低混凝土吸水率来实现防水功能，有关资料表明：按不同掺量掺加疏水孔栓化合物的混凝土试块，按现行国家标准《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081-2019 对混凝土试块抽芯进行吸水率检测，不同掺量对应的 7 天龄期吸水率分别不高于 2%，1.5%，1.2%，1%。根据敏益公司提供的有关工程案例资料，有超过 30 年以上的实际案例表明疏水化合孔栓物防水体系耐久性良好。

II 原材料

4.1.11 关于水泥细度问题，本规程参照现行行业标准《高性能混凝土评价标准》JGJ/T

385-2015 的指标参数，规定硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥的比表面积不宜大于 $360\text{m}^2/\text{kg}$ 。现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175-2007 中，对于硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥规定的细度是比表面积不小于 $300\text{m}^2/\text{kg}$ ，但该标准没有对水泥细度的上限做规定。目前工程中遇到的问题是水泥普遍偏细，以 P·O 42.5 水泥为例，比表面积约为 $380\text{m}^2/\text{kg}\sim 430\text{m}^2/\text{kg}$ ，水泥的放热速率快，后期强度增长率小，导致混凝土收缩开裂现象普遍，后期强度不增长，甚至倒缩，这种过细的水泥不适宜配制防水混凝土。国内外研究表明，水泥中含有适量的中粗颗粒，不仅放热慢、收缩小，而且开裂后再遇到水，可以进一步水化，有利于裂缝自愈，对混凝土工程的裂缝控制具有重要作用。

4.1.13 砂、石骨料体积一般占混凝土体积的 75% 左右，是配制混凝土的最重要原材料之一，尤其目前混凝土多采用泵送施工，砂、石骨料的性能对混凝土性能至关重要，性能良好的骨料是保证混凝土高性能化的重要基础条件，对防水混凝土的匀质性和抗裂性具有重要决定作用，现行行业标准《高性能混凝土用骨料》JG/T 568-2019 对骨料的粒形和级配等关键技术指标进行更好的规定，因此本规程推荐选用符合该标准的骨料。

4.1.15 抗裂、防水外加剂是指通过提高混凝土或砂浆的密实性、抗裂性、憎水性中的一种或多种性能，来实现防水目标的外加剂，即本规程定义的防水剂，本规程定义的防水剂范围要广于现行行业标准《砂浆、混凝土防水剂》JC 474-2008。

4.1.16 纤维类材料对混凝土裂缝有一定的抑制作用，可根据工程抗裂需要选用，除了纤维类材料外，本规程 4.3 节所列的部分防水剂也能提升混凝土的抗裂能力，也可根据工程抗裂需要选用。

III 配合比设计

4.1.20 防水混凝土最小胶凝材料用量的规定参照了新修订的国家标准《地下工程防水技术标准》GB 50108 的规定。

由于胶凝材料过大，容易增加混凝土的开裂风险，还会造成混凝土的泛浆分层，对混凝土防水不利，且会增加混凝土的成本，因此，在防水混凝土配合比设计中，应当遵循的原则是：在满足混凝土工作性能和力学性能要求的前提下，应尽可能降低混凝土中单方胶凝材料的用量。因此，本规程参照现行行业标准《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005 的有关规定，按强度等级和成型方式规定了混凝土中胶凝材料最大用量。

4.1.21 混凝土的水胶比与混凝土的抗渗性能密切相关，是确保防水混凝土抗渗性能的关键技术指标，水胶比越低，抗渗性能越高，根据现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108-2008 的规定：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。

根据现行行业标准《高性能混凝土评价标准》JGJ/T 385 的规定，将水胶比不大于 0.45 作为高性能混凝土评价的主要指标之一，一般情况，0.45 的水胶比与 C35 混凝土也具有较好的匹配性，因此，本规程将不大于 0.45 作为推荐性指标，0.50 作为限值指标。

4.2 防水砂浆

4.2.1 预拌砂浆是指专业生产厂生产的湿拌砂浆或干混砂浆。

4.2.5 根据现行国家标准《预拌砂浆》GB/T25181-2010 的规定，对湿拌防水砂浆进行了分类，稠度可分为 50mm、70mm、90mm，凝结时间可分为 $\geq 8h$ 、 $\geq 12h$ 、 $\geq 24h$ 。

4.2.6 根据现行国家标准《预拌砂浆》GB/T25181-2010 的规定，对防水砂浆进行了分类，按强度等级可分为 M10、M15、M20，按抗渗等级可分为 P6、P8、P10，14d 拉伸粘结强度不小于 0.2MPa，28d 收缩率不大于 0.15%。

因此，结合上述两部标准、根据目前的技术水平及工程应用领域要求不同，本规程将水泥防水砂浆进行了分级，对于外墙防水工程，可采用 II 级防水砂浆，对于地下工程全刚性防水体系，对作为刚性防水层的防水砂浆性能要求较高，应采用 I 级防水砂浆。

目前关于防水砂浆性能的试验方法，不同的标准，存在较大差异，本规程试验方法均依据按现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 的有关规定执行。

长期与水体接触并会发生反复冻融的防水砂浆层，应按冻融环境考虑；对于地下工程中，位于冰冻线以下，虽然与水体接触，但不会发生反复冻融的工程环境，按非冻融环境考虑。

关于冻融循环指标，本规程参照了现行国家标准《预拌砂浆》GB/T25181-2010 的规定，夏热冬暖地区按不低于 15 次，夏热冬冷地区按不低于 25 次，寒冷地区按不低于 35 次，寒冷地区按不低于 50 次确定。

4.4 防水剂

4.4.1~10 防水剂是通过提高混凝土或砂浆的密实性、抗裂性、憎水性中的一种或多种性能，来实现防水目标，本规程定义的防水剂范围广于现行行业标准《砂浆、混凝土防水剂》JC 474-2008。本规程把目前市场上应用成熟的防水剂列入本规程中，已制订标准的材料，尽可能引用相应的标准。

4.5 防水涂料

4.5.1~4.5.3 本节主要列出了与刚性相关的防水涂料，聚合物水泥防水涂料有水泥组分，是混凝土结构自防水经常配套使用的外设防水层，本规程也将其列出。

5 设 计

5.1 一般规定

5.1.1 地下防水工程、屋面防水工程、建筑室内防水工程设计采用刚性防水体系时，防水材料设计宜选用能够提供材料配套防水施工全过程服务的厂家产品。

5.1.6 本条沿用了现行国家标准《地下工程防水技术标准规范》GB 50108-2008 中第 4.5.6 条的规定。

5.1.7 本条沿用了现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108-2008 中第 4.5.3 条的规定。

5.2 地下防水工程

I 一般规定

5.2.2 研究表明，漏水量和裂缝宽度的 3 次方成正比，当裂缝宽度大于 0.2mm 时就会导致漏水量显著增加。另外，开裂后的混凝土，其漏水量也和结构厚度成反比例关系，日本的坂本照夫等研究认为，厚度为 260mm 的混凝土，漏水裂缝的宽度为 0.2mm 以上，且混凝土越厚，对防漏越有利。一般情况下，宽度小于 0.2mm 的地下工程裂缝多数可以自行愈合，所以规定地下工程防水混凝土迎水面的裂缝宽度不得大于 0.2mm，并不得贯通。

根据现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的规定：根据耐久性要求，在荷载作用下配筋混凝土构件的表面裂缝最大宽度计算值不应超过表 5 中的限值；同时还规定“有自防水要求的混凝土构件，其横向弯曲的表面裂缝计算宽度不应超过 0.20mm”，并说明混凝土结构的表面裂缝最大宽度的计算值可根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 或现行行业标准《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG D62 的相关公式计算。

本条所指的裂缝为正常使用极限状态下，验算荷载引起的最大裂缝宽度，不包括收缩和温度等非荷载作用引起的裂缝，不能作为荷载裂缝计算值与非荷载裂缝计算值两者叠加后的控制标准。控制非荷载因素引起的裂缝，应该通过混凝土原材料的精心选择、合理的配合比设计、良好的施工养护和适当的构造措施来实现。

表 5 表面裂缝计算宽度限值(mm)

环境作用等级	钢筋混凝土构件	有粘结预应力混凝土构件
A	0.40	0.20
B	0.30	0.20 (0.15)
C	0.20	0.10
D	0.20	按二级裂缝控制或按部分预应力 A 类构件控制
E, F	0.15	按一级裂缝控制或按全预应力类构件控制

目前地下工程混凝土结构因为收缩和温度等非荷载作用引起的裂缝非常普遍,控制这类非荷载因素引起的裂缝,通过计算增加配筋只是一种技术措施,技术人员应该通过精选混凝土原材料、优化混凝土配合比以及精心施工和采用适当的构造措施来控制混凝土结构裂缝,特别是采取微膨胀无收缩混凝土、低水化热等混凝土技术。

结构设计以配筋控制裂缝计算时,以现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010、《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T50476 规定的环境类别确定的裂缝宽度执行。

对于已经漏水的贯通裂缝需要根据本标准的相关规定修补之后,再施工外防水层。

结构自防水体系中的防水混凝土顶板没有配置板上部受力钢筋的区域,应在板的表面双向配置抗裂构造钢筋。配筋率不应小于 0.10%,间距不应大于 200mm。抗裂构造钢筋可利用原有钢筋贯通布置,也可另行设置钢筋并与原有钢筋按受拉钢筋的要求搭接或在周边构件中锚固。超长结构的防水混凝土楼板贯通钢筋配筋宜适当加强。

5.2.4 调查研究表明,地下工程的变形缝、施工缝、穿墙螺栓孔、穿墙管道根、预留通道接头等节点是渗漏水的常发部位,特别是变形缝,有“十缝九漏水”之说。故对于变形缝,应采用“防排结合”的原则,缝内侧增设排水盲管,确保变形缝不渗不漏;施工缝、穿墙螺栓孔、穿墙管道根等防水节点也是防水薄弱点,需要进行强化处理。

5.2.6 细石混凝土中配置直径为 $\Phi 4 \sim \Phi 6$ mm,间距为100~200mm的双向钢筋网片抗裂是常规做法。40mm厚细石混凝土,配 $\Phi 4 @ 200$ mm的低碳冷拔丝,配筋率是0.157%,如果改为 $\Phi 2 @ 50$ mm的低碳冷拔丝焊接网片,配筋率虽然相同,但是抗裂效果会明显提高。

出于抗裂考虑,本条规定在细石混凝土防水层中宜设置钢筋网片、可掺加钢纤维。在配筋的细石混凝土中掺加钢纤维会大幅度提高细石混凝土防水层的抗裂性能。用于细石混凝土防水层的抗裂钢筋,优先选用低碳冷拔丝焊接网片,其具有网面平整,焊点结实、网孔均匀的特点。常用的地暖细石混凝土钢筋焊接网片,其直径 1.5-4mm,网孔尺寸 50×50mm、10×10mm,单张网片为 1000×2000mm。小间距、细直径的钢筋网片抗裂性更好,很适合用于细石混凝土防水层。

对于仅作为防水层的顶板迎水面，有大量工程实例证明，在回填土之前始终保持细石混凝土防水层湿润的情况下，即使不配钢筋防水层也基本没有裂缝，防水效果很理想。用于种植顶板的细石混凝土防水层，抗裂要求高，故应设置双向抗裂钢筋网片。

5.2.7 本条参考了现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108-2008 中第 4.2.5 条的规定。

II 明挖法地下防水工程

5.2.11 本条规定当结构变形设计和材料体系两方面同时满足要求时，防水设计才可以采用混凝土结构自防水体系，结构变形设计是指对混凝土结构构件进行受力裂缝控制，使用期间结构的变形量在设计允许的范围内，随着水泥持续水化，混凝土的密实度会越来越高，防水能力也越来越强。根据现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的规定：有自防水要求的混凝土构件，其横向弯曲的表面裂缝计算宽度不应超过 0.20mm，本条规定严于现行国家标准。在材料方面，具有防渗抗裂性能的防水剂是指满足本规程 4.4 节规定的防水剂。

本规程第 2 章中对混凝土结构自防水体系有严格的定义，是指以混凝土结构层独立承担防水功能，不外设防水层的防水体系，结构主体应采用抗裂抗渗性能的防水混凝土，可通过掺加防水剂实现防水混凝土抗裂抗渗的性能提升，防水剂是通过提高混凝土或砂浆的密实性、抗裂性、憎水性中的一种或多种性能，来实现防水目标。本规程 4.4 节纳入了目前市场上应用成熟的防水剂，本规程定义的防水剂范围广于现行行业标准《砂浆、混凝土防水剂》JC 474-2008。混凝土结构自防水体系应采取精细化的施工过程控制措施，辅以施工缺陷修复处理，施工缺陷修复处理包括封堵未能避免的混凝土裂缝、漏振的不密实部位、处理不到位的穿墙管道等可能导致渗水的节点部位。另外应对变形缝、后浇带、施工缝等细部构造进行防水密封处理。

另外，需要说明的是本条所指的裂缝为正常使用极限状态下，验算荷载引起的最大裂缝宽度，不包括收缩和温度等非荷载作用引起的裂缝，不能作为荷载裂缝计算值与非荷载裂缝计算值两者叠加后的控制标准。控制非荷载因素引起的裂缝，应该通过混凝土原材料的精心选择、合理的配合比设计、良好的施工养护和适当的构造措施来实现。

5.2.12 本条外设防水措施与现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108-2008 协调一致，同时本条在结构变形设计和材料体系两方面提出了严格要求，具有防渗抗裂性能的防水剂是指满足本规程 4.4 节规定的防水剂。

5.2.13 本条体现了“排”的防水设计原则。一些设防等级要求高的工程，如博物馆、纪念馆、电气室、保管书籍、纸类的地下仓库，以及地铁站台、地下商场、指挥中心等重要

工程，不仅防水设防等级要求高，还需要防潮，故本标准建议采用双层墙结构防排水和防潮，这种构造作法能够确保工程无渗漏、无湿渍，容易达到一级防水等级设防要求。北京新世界中心一期地下商场、北京新东安商场的地下工程都采用了混凝土结构自防水加双层墙结构防排水技术，迄今已经二十多年了，工程的防水防潮效果非常好。防水混凝土外墙采用双层墙结构的防水构造在国外的地下工程中很常见。双层墙结构是在室内距离地下工程外墙 200mm 左右的地方再设置一道砌体或水泥板等材料构成的墙体，亦称离壁墙或隔水墙。用双层墙内的排水沟承接从地下工程外墙渗进来少量的水或者外墙结露水，通过排水管把水排到集水坑中排出。双层墙结构的排水沟，是朝着排水管的方向上设计 2/100 的排水坡度；排水管一般按照每跨设置约 2 处 $\phi 60\text{mm}$ 的排水管，或者每 50m 设置 1 处 $\phi 100\text{mm}$ 的排水管（地下水量过大时，排水管直径可为 $\phi 150\text{mm}$ ），确保双层墙内排水沟中的水能够顺利排出。

厚度 $<350\text{mm}$ 的底板自身刚度及配筋一般均较小，抵御不均匀变形等可能产生的附加荷载能力较弱，为防止底板开裂渗漏，也可在底板上采用架空排水或滤水层排水作为预防措施。

另外，像外墙采用叠合结构、逆筑结构、地下连续墙的地下工程，不仅要在背水面设置附加防水层，而且建议采用双层墙结构防排水；双层墙底的排水沟应采取适当的排水坡度；因为叠合在支护结构上的防水外墙因支护的约束，极易产生收缩裂缝，形成大量渗漏水缺陷，逆筑结构的施工缝等是防水薄弱环节，地下连续墙因混凝土是在泥浆中浇筑，其防水性能难以保证。这些结构形式适宜在背水面做附加防水层，加强防水效果。另外还要设置双层墙结构防排水，确保工程防水效果。

5.2.18 由于种植顶板宜增设防水层。刚性的混凝土结构自防水顶板不需要设置耐根穿刺层，耐根穿刺层是用来防护柔性防水材料的，水泥基刚性防水材料不需要做。因为钢筋混凝土最初就是以种植植物的花盆形式出现的。在 1867 年巴黎的世博会上，法国花匠约瑟夫·莫尼哀(Joseph Monier, 1823-1906)展示了他发明的钢筋混凝土，其标志性作品是钢筋混凝土花盆。由此算来，水泥花盆使用至今已有 150 多年的历史，迄今尚未发现有植物根系穿透无大裂缝水泥混凝土花盆的事例。

另外，硅酸盐水泥混凝土内部的 PH 值大于 12，是高碱性环境，植物根系不可能在此高碱性环境中生存，因此完全没必要浪费资源做耐根穿刺层。

修订《地下工程防水技术规范》GB50108-2008 标准时曾参照耐根穿刺试验标准，采用细石混凝土预制板拼接成箱的耐根穿刺试验，运行近 6 年的试验箱，翻箱检视，8

只箱无一处被穿。由此可见，配筋的细石混凝土，在潮湿状态下，根本不存在植物根系穿刺的问题。

在我国南方地区，特别是成渝地区，采用细石混凝土或水泥砂浆附加防水层用于种植屋面也有数十年的历史。另外，在种植屋面规程编制之初，进行全国实地调研时，即使做柔性防水材料的种植屋面，绝大多数并没有设置耐根穿刺柔性防水层，只是在普通防水层之上作了砂浆或素混凝土，屋面正常使用。说明柔性耐根穿卷材（或涂膜）不是唯一的办法。2010 年种植屋面相关课题在研究过程中，普查结果与上述结论大体吻合。补充调研是在深圳实地进行的，大多是在防水层之上加作砂浆或混凝土，其中有些规模较大，满植灌木林，截止到 2011 年，尚未发生渗漏。

有关调研表明，2020 年 9 月调查了 2011 年施工的天津市浍水道的宝福家园、宝喜家园、嘉畅园三个取消外防水。采用混凝土结构自防水技术的地下室，均为种植顶板。调查结果表明，这些地下室都无渗漏，从内部观察，顶板没有发现任何植物根穿刺的迹象。

5.4 建筑外墙防水工程

5.4.1 本节所指的建筑外墙包括砌体围护结构和混凝土围护结构，砌体围护结构是指采用多孔砖、空心砌块、加气混凝土砌块等作为围护结构材料的墙体；混凝土围护结构是指采用现浇混凝土和预制混凝土作为围护结构材料的墙体。目前现行行业标准《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235 对在何种情况下混凝土外墙面做整体防水，现行协会标准《预制混凝土外墙防水工程技术规程》T/CECS 777 对在何种情况下预制混凝土外墙面做整体防水均作了相应规定。

5.4.5 本条主要列出了刚性防水层材料，聚合物水泥涂料作为水泥和聚合物复合的涂料也一并列出，柔性防水涂料可选用聚合物乳液防水涂料或聚氨酯防水涂料。

6 施 工

6.7 防水混凝土

6.7.16 根据不同温度、不同湿度、施工环境中的风、阳光直射、温差情况等规定了混凝土最短养护时间。

6.9 细石混凝土防水层

6.9.2 地下工程底板背水面施做的细石混凝土防水层，由于兼做地面层，必须设置分格缝；顶板迎水面的细石混凝土防水层则可以根据工程具体情况确定是否需要设置分格缝。

6.9.3 该层水泥浆层俗称“套浆层”是确保细石混凝土防水层和结构混凝土有效粘结、防止防水层空鼓窜水的重要技术措施，施工中应严格控制，确保不漏刷。

7 质量验收

7.1 一般规定

7.1.8 本条规定了地下工程防水检验方法。

现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB50208 规定地下工程渗漏水检测应符合设计的防水等级标准要求，但是没有闭水检验的规定。工程实践证明，闭水检验是保证地下工程防水质量的金标准。本标准的这条规定是确保地下工程的防水质量的关键技术措施，并且规定地下工程渗漏水应在防水施工期间进行整治，直至达到不渗漏才可以。也就是说，混凝土结构自防水的防水效果需要达到现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB50108 规定的一级防水标准，因此本标准防水指标高于现行国家标准。

地下工程闭水检验适合在雨季进行，此时地下水位最高，检验的效果较好，另外检验成本相对较低。

附录 A 地下工程细部构造防水

A.1 施工缝

I 一般规定

A.1.1 地下工程的施工缝是易渗漏节点，其留设位置需要事先计划，不得在混凝土浇筑过程中随意留设。对于受力复杂的结构构件，为避免施工缝对构件受力产生影响，施工缝的留设位置还需要经设计单位确认。

A.1.2 充分湿润施工缝及避免施工缝积水，是保证新老混凝土充分结合的技术措施；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，以确保不损坏先浇部分的混凝土。

II 设计

A.1.3 地下工程主体结构的底板、外墙和顶板部位竖向施工缝的留置，宜与后浇带或变形缝相结合，以适应环境温度变化、混凝土收缩、结构不均匀沉降等因素影响。

A.1.4 工程经验表明，采用流态泵送混凝土施工的底板上翻导墙不容易振捣密实，是地下工程渗漏高发部位，应设法降低底板上翻导墙的高度或者取消导墙。在山东、北京、天津等地工程经验表明，取消上翻导墙可以显著降低水平施工缝处的渗漏水现象。

A.1.5 本条列举了水平施工缝防水的基本构造形式。

第 1 款：中埋式钢板止水带是比较传统的防水作法，由于其便于固定，使用效果好，价格便宜，迄今仍然是施工缝做法的优先选择方案。在隧道二次衬砌的纵向施工缝中，采用中埋式钢板止水带效果比较好。

第 2 款：埋设腻子型遇水膨胀止水条或遇水膨胀止水胶，也是施工缝防水处理时的常见作法。

当采用腻子型遇水膨胀止水条时，最好在先浇筑的混凝土表面初凝前用木楔预留一道沟槽，拆模养护到龄期后，将腻子型遇水膨胀止水条的一半固定在槽内。如果未事先预留凹槽，则可在基层表面剔凿干净后嵌填遇水膨胀止水胶。

遇水膨胀止水胶对基面平整度的要求没有遇水膨胀止水条严格，另外也易于固定，施工操作比较简便。遇水膨胀止水胶可单一使用，也可双道使用，还可以在两道遇水膨胀止水胶中间设置预埋注浆管。

在隧道二次衬砌的环向施工缝中，遇水膨胀止水（条）胶与中埋式钢板止水带组合使用止水效果比较好。

第3款：预埋注浆管系统也是地下工程混凝土结构接缝防水的一种止水措施，目前在隧道工程中应用较多。

第4、5款：施工缝处做一定宽度和厚度的防水涂料、聚合物水泥防水砂浆防水加强层是行之有效的节点防水措施。因为既有建筑施工缝处发生渗漏，也是采取这样的修补方法，本条规定只是将修补措施前置，预防施工缝发生渗漏。

A.1.6 本条规定了施工缝采取预埋注浆管系统作为一种防水措施时的注浆时机。施工缝注浆时，如果混凝土尚未达到强度，则容易破坏混凝土，导致注浆效果不理想或起不到预期的效果，所以本条明确要求施工缝注浆应待混凝土达到设计强度后进行，同时宜在结构装饰施工前进行。

III 材料

A.1.8 中埋式钢板止水带是通过延长渗水路径实现阻水效果，所以钢板止水带的宽度和厚度需要根据工程具体情况进行设计。对于厚度200mm的防水混凝土，止水带埋入混凝土中100mm，止水带延长的渗水路径长度即为200mm，加上混凝土的厚度，其渗水路径长度可达400mm，一般情况下完全可以满足防水要求。影响施工缝处防水效果的首要因素是接缝严密性，钢板止水带的宽度以不影响该部位混凝土密实性为原则，止水带过宽，对于水平设置的止水带，其下缘易积水、窝气，效果反而不好，所以水平设置的中埋式止水带并非越宽越好。

从防水角度而言，设置于混凝土中钢板止水带的厚度与其阻水效果没有对应关系，并非越厚防水效果就越好，实际上0.3mm厚的钢板与3mm厚的钢板具有相同的防水效果。对于弧形的结构，如隧道的环向施工缝，采用薄的钢带，如厚度（0.5~1.0）mm，由于施工简便，全截面没有焊接缝，效果反而更好。对于在空气中长时间暴露的止水带需要采取防锈措施，如使用镀锌钢板或者铝板、不锈钢等材质。设计工作年限长的工程，可以考虑采用不锈钢止水带。施工中对止水带缺乏防护措施，可能出现损坏止水带的情况下，才需要增加厚度，抵御可能产生的破坏作用。就中埋式止水措施而言，即使采用宽度200mm，厚度0.3mm的钢板，也不比遇水膨胀橡胶止水条（止水胶）效果差。

IV 施工

A.1.13 施工缝的防水质量除了与选用的构造措施有关外，还与施工质量有很大的关

系。水平施工缝表面存在的主要问题是浮渣等杂质较多，在配筋较密、结构厚度较大的情况下，浮渣难以清理干净。如浮渣不清理干净，后浇混凝土在此处容易出现烂根问题，从而导致施工缝防水失效。

过去在施工水平施工缝时，建议先涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料或混凝土界面处理剂，在浇筑混凝土前，再铺 30mm 厚的水泥砂浆结合层，这种理想的方法在实际施工过程中难以操作，如埋置较深的地下工程侧墙水平施工缝很难铺设水泥砂浆结合层（如地铁车站地下二层或三层侧墙水平施工缝，在浇筑混凝土前，很难均匀摊铺 30mm 厚的水泥砂浆）。

界面剂或水泥基渗透结晶型防水涂料在浇筑混凝土前 30min 内涂刷具有好的界面结合效果；界面剂或水泥基渗透结晶型防水涂料干燥之后再接打混凝土，会构成新的施工缝界面，失去了界面增强意义。水平施工缝在模板闭合后基本无法涂刷界面处理剂或水泥基渗透结晶型防水涂料，所以本规范不建议采用这样的方法。

适当提高竖向结构混凝土的砂率，可以有效减少水平施工缝处产生蜂窝露石等情况。

A.1.14 施工缝用中埋式止水带，施工时常出现的问题：一是止水带埋设位置不准确；防水构造要求止水带在结构主断面居中，且缝上、下各为止水带宽度的一半。二是止水带固定不牢靠；固定止水带时可采用短钢筋、薄钢板或铁丝，将其与钢筋骨架焊牢或绑牢。三是钢板止水带接头采用焊接连接时，应满焊。

当焊接过程中接头处镀锌层损坏时，要采取措施进行修补，保证其防水功能。目前常采用环氧富锌防腐涂料进行修补。

A.1.15 遇水膨胀止水条应牢固地安装在缝表面或预留凹槽内，并与施工缝基面密贴。止水条宜在结构主断面居中敷设，当不能居中敷设时，距混凝土边缘距离不应小于 70mm，目的是避免止水条在完全封闭的状态下，因其遇水产生体积膨胀，造成后浇混凝土结构的开裂或局部破损。

A.1.17 施工缝处采用预埋注浆管系统时，导浆管与注浆管的连接需牢固、严密，注浆之前应对导浆管末端进行封闭，以免杂物进入导管产生堵塞，影响注浆效果。

A.2 变形缝

I 一般规定

A.2.1 设置变形缝的目的有两个方面：一是将不同沉降差异结构单元进行分开；二是分割超长结构，将连续结构长度控制在一定的范围内，以减少变形缝范围内混凝土结构的收缩总量。变形缝是地下防水工程中最薄弱的部位，后期出现渗漏的可能性较大，所以在满足密封防水的前提下，还应满足构造合理、工艺简单、检修方便的要求。

A.2.2 由于变形缝防水工艺比较复杂，出现渗漏的机率较高，维修难度大，因此建议少设变形缝。沉降性质的变形缝可以通过打桩、换土等方法调整地基承载力，同时提高结构刚度等多种措施减少或取消。伸缩变形缝在现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 中规定，室内或土中的现浇混凝土伸缩结构伸缩缝最大间距为 45m。但由于地下工程的规模越来越大，建设工期短，加上缝的防水处理难度较大，因此工程界采取了多种措施，尽可能减少变形缝设置。如设置后浇带或膨胀加强带、跳仓法施工等措施，以取消伸缩缝或延长伸缩缝的间距。现行行业标准《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T178 中规定了膨胀加强带的详细设计、施工方法。

A.2.3 当变形缝背水面安装可卸式止水带时，因预埋角钢嵌入混凝土，会减少混凝土厚度，在过薄的混凝土板中埋置中埋式橡胶止水带，可能会造成局部混凝土开裂。因此，变形缝部位通过局部增加混凝土厚度，以达到 300mm 的最小厚度要求。

II 设计

A.2.4 控制变形缝的沉降差值及水平张开量主要是为了防止止水带被拉坏。

A.2.5 变形缝承担着适应沉降、热胀冷缩等变形的功能。建筑地下工程沉降差通过基础设计进行控制，隧道与轨道交通工程通过地基处理和设置剪力杆等方法进行控制，实际工程沉降变形差通常都比较小。理论上讲，从冬天低温进入夏天高温环境，结构会产生膨胀。而常见变形缝最大的收缩变形，有的工程变形缝宽度可扩大到 30mm 以上，造成止水带拉裂漏水。变形缝的张开量受混凝土收缩及温差等因素影响，结构越长，变形总量越大。

地下工程变形缝主要防水措施是在变形缝内设置中埋式橡胶止水带，而中埋式橡胶止水带适应变形的机理是中间的定心孔变形调节。按设计惯例，建筑地下工程变形缝宽度为（30~50）mm，隧道与轨道交通地下工程变形缝宽度通常为（20~30）mm。

止水带会承受水压力而拉伸破坏。变形缝宽度过窄，则止水带定心孔过小而不能发挥其变形调节作用。故应根据变形缝的宽度选择合适的中埋式止水带。

A.2.6 随着地下空间的开发利用，地下空间规模越来越大，调节沉降和伸缩用的变形

缝在地下工程中的运用较为普遍。由于变形缝防水技术要求高，施工难度大等原因，其渗漏成为地下工程的主要质量通病之一。

第1款：中埋式止水带宽度：常用的中埋式止水带有中埋式橡胶止水带和中埋式钢边橡胶止水带两种，一般宽度为（350~400）mm。埋入混凝土中的止水带，不会因为埋入越长而止水效果越好，所以没必要太宽。而且埋入混凝土中的橡胶止水带会影响局部混凝土受力。因此，埋入混凝土中的长度以不被拉出，而且有一定界面长度，以延长渗水路径为原则。

第2款：当变形缝宽度不大于30mm时，可在迎水面缝内嵌填密封胶。过宽的变形缝意味着承受更大的水压，在拉力和大水压作用下，密封胶容易与基面脱开，而且过宽的缝需要填入大量的密封材料，性价比不经济。

第3款：在变形缝内应设置排水盲管或不锈钢排水盒，排水盲管或不锈钢排水盒应与室内排水沟或集水坑连通。理由是，现实工程中，变形缝渗漏后的最终维修方式都是在内侧缝内设置排水盲管或不锈钢排水盒，用于排除缝内的渗漏水，本条规定是将渗漏后的修补措施前置，是一种预防措施。

第4款：在设置中埋式止水带的变形缝内嵌填防水密封材料是一种加强防水措施。

第5款：背水面可卸式橡胶止水带通常有两种形式：一种是采用杠杆原理，通过螺栓、铁件压块、钢板压条等，使橡胶止水带与基面压实密封。这类橡胶止水带通常为表面平板或多齿牙状，当水压力较大时，应采用内增强型橡胶止水带，即在橡胶中夹有纤维织物层。在轨道交通地下工程中，为了防止在地震或大压力时止水带被拉出，经常采用端部有凸楞的止水带，并与相应的金属压板配合使用。

另一种形式是将橡胶止水带打孔后穿过螺栓，再用钢板压条压紧密封。由于橡胶止水带孔的位置与预埋螺栓很难对齐，安装时容易出现橡胶止水带起拱现象，无法达到有效止水效果。穿孔安装的可卸式止水带由于与结构固定牢固，价格较低，更适用于地震多发地区。穿孔式可卸橡胶止水带在制作与安装条件能保证防水效果时，仍可正常使用。但在安装时，应在止水带的上面和下面铺设自粘丁基密封胶带，以增加橡胶止水带的密封止水效果。

变形缝构造复杂，渗漏途径也比较多，发生渗漏水的机率较高。其中渗水通道之一是安装可卸式止水带的预埋角钢与混凝土之间的界面缝隙。由于预埋角钢与混凝土的接触面是一个光面，与混凝土的粘结力较弱，在温度变化、混凝土收缩变形等因素作用下，预埋角钢与混凝土之间界面容易产生脱开现象，形成渗漏水通道。因此，有必要在角钢

与混凝土的接触面施打遇水膨胀止水胶。

橡胶止水带接头宜在厂内一次制作完成，或在现场进行热胶对接。

A.2.7 叠合式结构经常采取设置混凝土围檩的措施，这有利于围护结构形成一个整体构造（如深基坑支护的预应力锚杆混凝土腰梁）。围檩常作为内部结构的一部分与内衬形成共同受力体系，由于围檩的存在，止水带在此不好连接，因此在围檩施工前要预先埋设止水带，预先埋设的止水带要伸出围檩一定长度。为便于与后续施工变形缝止水带的衔接，围檩混凝土施工时，要对预先埋设的止水带进行保护。

A.2.8 变形缝处于温度较高环境中时，橡胶容易发生老化、强度下降等问题，因此可采用金属止水带替代橡胶止水带。金属止水带可以用不锈钢、铝合金、紫铜等材料制作，厚度一般为（1.5~2）mm。由于其防腐、造价、加工、适应变形能力小等原因，目前应用很少，但在环境温度较高场合使用较为合适。

III 材料

A.2.14 在设置中埋式止水带的变形缝内嵌钢纤维膨胀水泥砂浆是一种加强防水措施。是对重点易渗漏节点多道设防技术路线的体现。处于使用期的地下工程，其温湿度环境基本稳定，变形缝受温度和环境变化的影响很小，更多是承受不均匀沉降变形。低水胶比的钢纤维膨胀水泥砂浆具有假延性和较强的自愈合能力，与有机弹性密封材料组合使用，不但可以提高密封防水效果，而且使用寿命长。

IV 施工

A.2.15 变形缝的渗漏水除设计不合理之外，施工不当也是一个重要的原因。针对目前常见的一些问题，本条做了相关规定。

第1款：止水带安装固定不准确，造成变形孔埋入混凝土中，结构变形时，直接拉扯橡胶板，空腔无法起到适应变形拉伸的作用。

第2款：水平安装的止水带在混凝土浇筑时，可能出现止水带下面混凝土空穴现象，若采用盆状安装方式，混凝土施工时可将止水带下方的气体排出，使止水带与周边混凝土粘结密实。

第3款：变形缝两边混凝土施工时，中埋式止水带的固定比较困难，设置端模的作用一是保证混凝土的密实性，二是固定止水带，保证止水带处于中心位置；钢边橡胶止水带固定相对方便一些，全橡胶中埋式止水带需要通过通长的扁钢条固定在结构钢筋上。为防止混凝土施工造成止水带位置偏移，可采用在止水带边缘用扁铁夹持，并将扁

铁与结构钢筋电焊固定等方法进行固定。

第4款：采用热硫化的焊接方法，能较好地保证橡胶止水带接头质量。热硫化焊接的方法可在工厂完成，也可将焊接设备运至现场对接。当采用现场对接方式时，一定要焊接密实。

第5款：由于橡胶有一定的厚度，需要适当的弯折方法，止水带应根据使用部位，采用不同的转角方式。

A.2.16 要使嵌填的密封材料具有良好的防水性能，除了嵌填的密封材料要密实外，缝两侧的基面处理也十分重要，否则密封材料与基面粘结不紧密，就起不到防水作用。

A.2.19 可卸式橡胶止水带的形式与固定件是相对应整套装置，固定安装的基板、压条、螺栓间距等，与止水带共同形成了适应变形的止水装置。有时不同的工程性质也有特别的工艺要求，轨道交通与民用建筑也有各自的习惯做法。

第1款：无论是无穿孔可卸式橡胶止水带或穿孔可卸式橡胶止水带，当螺栓压紧后，在两个固定螺栓之间的通长压条可能会反弹起拱，造成可卸式止水带与钢板之间因压力不足而渗漏，因此一般在止水带与基面之间衬垫（2~3）mm厚的丁基密封胶带（或其他自粘胶片），以调节压力平衡。

第2款：无穿孔可卸式橡胶止水带采用杠杆法安装时，圆钢、压块、螺栓、压条形成了杠杆效应，圆钢直径应与压条面的高度保持基本一致，圆钢的位置与杠杆压力有关，应符合设计要求，并宜与角钢或压块采用点焊固定。

A.3 后浇带

I 设计

A.3.1 后浇带在未封闭阶段应尽可能发挥调节结构变形的作用。后浇带的设置间距以结构设计规范要求的连续混凝土结构最长限距为原则进行布置，后浇带的宽度则主要以便于施工为主。后浇带钢筋采取搭接或机械连接方式，可以有效释放后浇带钢筋中的拉应力，充分发挥后浇带释放变形的作用。

A.3.2 后浇带采用补偿收缩混凝土，是利用膨胀混凝土的膨胀效应，减少新旧混凝土界面产生收缩裂缝。由于后浇带只是技术间歇所需要留置，封闭后仍为一个整体结构，因此，后浇带内的混凝土其抗压强度、抗渗等级等性能指标与整体结构混凝土保持一致或略高于两侧混凝土。

A.3.3 一般采用中埋式钢板止水带构造的后浇带封闭后，在浇捣密实的情况下，其防水效果都能到达设计要求，增设附加防水层一是对浇捣不密实的混凝土进行防水加强，二是一种保险措施。

A.3.4 带有临时止水功能的后浇带，也称超前止水后浇带，是解决施工阶段停止降水后，地下水不会从未封闭的后浇带部位进入地下工程内部的问题，这种措施已经在工程中普遍采用。但对于复合式和叠合式结构侧墙的后浇带，通常无法采取超前止水措施。

底板后浇带内容易沉积泥砂、垃圾，为了保证钢筋保护层厚度，方便清理垃圾，将临时混凝土封底的底面标高下降（50~100）mm，以弥补后浇带混凝土可能因垃圾堆积造成的厚度损失。

A.3.9 收缩后浇带应在两侧混凝土变形稳定后施工，混凝土收缩变形一般在 42d 龄期后才能稳定，条件许可时，间隔时间越长越好。

高层建筑后浇带的施工应按规定时间进行。现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规范》JGJ3 中提出，混凝土的收缩需要相当长的时间才能完成，一般 45d 后收缩大约可以完成 60%。当工程需要提前浇筑后浇带，应采取有效措施，并取得设计单位同意。比如现行行业标准《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T178 中规定“当后浇带两侧混凝土采用补偿收缩混凝土时，后浇带施工时间可提前到 28d 或更早”。

A.3.10 为了防止后浇带内进入杂物和保证行人施工安全，应在底板后浇带上面覆盖木板等安全措施。在浇筑后浇带混凝土时，应对进入的杂物和积水进行清理。如果有积泥不容易清理时，可用高压水枪进行清理，在技术条件允许的前提下，后浇带内、外露钢筋宜采取防锈保护的措施。

A.3.11 在一个工艺段内（底板、侧墙等）后浇带混凝土应一次性浇筑，以减少工艺性施工缝造成的渗漏隐患。混凝土养护是减少裂缝的措施之一，后浇带混凝土也同样需要充分的养护。

A.4 穿墙管、预埋件及模板对拉螺栓

A.4.1 穿墙管分穿墙套管和后接管道的短管两种。在浇筑混凝土前预埋，主要是为了避免混凝土及防水层施工完成后再重新开洞，破坏防水结构而形成渗漏水隐患。短管是管道直接穿墙的形式，施工时先埋置一段与管道相同的短管，在整体管道安装时，将

管道与短管相连接。

A.4.2 埋设件的预先埋设是为了避免在混凝土上打孔而造成混凝土部位减薄发生渗水现象，特别是进行较深较大的设备基础安装时，很容易造成结构损伤和渗漏水。但实际工程后打孔安装的现象还是比较普遍。如果是后打孔安装，应采取可靠的防水措施。

A.4.3 本条只规定了开槽、开孔、预留孔部位处的混凝土厚度不小于 200mm，局部混凝土如果需要加厚或增加配筋，由设计根据受力计算确定。混凝土与预埋件有很好的握裹粘结性，不必进行特别防水措施。墙面预埋电线管比较普遍，一般也不需要特别的防水处理。

A.4.4 本条规定的距离要求是为了便于防水施工和穿墙管安装施工操作。

A.4.5 主管与混凝土之间采用止水翼环，可以有效防止穿墙管与防水混凝土结构之间渗漏水。迎水面管根采用密封材料进行防水加强处理。

A.4.6 由于设计或其他原因，穿墙管部位或直径发生变化，原预埋套管无法满足要求，只能重新开孔穿管。穿管的部位有可能影响到结构受力，其位置应由结构工程师复核确认。开孔时采用机械钻孔，可减少因人工敲凿施工破坏混凝土结构。当工程有防护要求时不宜采用此种形式的穿墙管。

A.4.7 当穿墙管与混凝土的相对变形较大或有更换要求时，穿墙管外壁交界处会产生间隙而渗漏。法兰式压环密封套管结构比较复杂，适用于相对位移大，水压较高的管道安装。

A.4.8 群管穿墙不容易固定位置，可以采取双面钢板做成封闭盒状，以避免套管间隙混凝土浇捣不密实。由于穿墙套管群盒制作及安装比较麻烦，实际工程较少采用。根据实践经验，群管穿墙可采用单片钢板止水穿墙套管群的简便方法。

A.4.9 伸出迎水面外的穿墙管可能在回填时被损坏，一旦损坏不仅影响使用，而且可能形成渗漏水通道，故应采取可靠措施。如施工时采取在管的下部加支撑的方法，回填时在管的周围细心操作等，以杜绝此类现象发生。

A.4.10 穿过防水混凝土结构的螺栓是一个重要的防水节点，也是地下工程容易发生渗漏的一个隐患点。工程实践证明，在螺栓上设置止水环或采取其他止水措施，可以显著减少螺栓孔的渗漏。当采用钢板止水环时，止水环高度应大于 30mm，厚度不宜小于 3mm，并双面满焊。对螺栓的两头进行封堵，并涂抹聚合物水泥砂浆，一是保护螺栓，防止免遭锈蚀，另外也相当于增加了该部位的防水措施。

A.5 桩、格构柱及抗浮锚杆

A.5.1 国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 规定，桩顶嵌入承台内的长度不应小于 50mm。桩头与底板混凝土间不得有间隙，因此对于桩身没有渗漏水的桩头，仅需要剔除桩顶不密实混凝土，并清洗干净即可。

在实际工程中，存在水沿桩头钢筋渗入底板的情况，因此，桩头顶面有渗漏水现象时，先进行堵漏止水，并进行附加防水处理。

A.5.2 近年来格构柱与混凝土水平支撑梁体系的支护结构在地下工程中得到广泛运用。格构柱下端嵌入混凝土立柱桩内，上部与水平支撑梁相连，是支撑深基坑水平支撑梁的临时竖向受力构件。穿过底板的格构柱由于防水措施不到位，经常发生渗漏水现象。本条针对格构柱的特点，除了要求设置止水钢板外，尚应设置一道或二道遇水膨胀止水胶。止水胶设置的位置可以在格构柱缀板上，也可设置在止水钢板表面。

A.6 通道接头

A.6.3 预留通道接头部位可以采用变形缝、后浇带、施工缝三种方式连接。工程实践表明，采用变形缝方式连接的工程，渗漏率很高。因此本规范不推荐变形缝方式，而是根据新旧建筑物沉降差选择后浇带或施工缝方式进行连接。在后浇筑建筑的底板下铺设一定厚度的易压缩材料可以起到微调节沉降差的作用，减少接头部位产生裂缝的概率。

A.6.5 设置排水设施，便于通道后接时及时排除明水，有利于防水施工操作；也为通道使用后可能发生的渗漏治理提供方便，减少对正常使用的影响。

A.7 孔口

A.7.1 近年来多地极端暴雨，导致城区内涝积水，地下工程首当其冲，车辆等屡屡被淹，甚至发生人员伤亡事故；另外，城区自来水管年久老化，爆管现象时有发生，导致相邻地下工程被淹。

第 1 款：采用防水混凝土整体浇筑，并建议增设附加防水层，是确保孔口防水效果的技术措施。附加防水层可以采用防水砂浆或防水涂料，最好施作于迎水面。

第 2 款：国家标准《人民防空地下室设计规范》GB50038-2005 第 3.3.1 条规定：室外出入口设计应采取防雨、防地表水措施。行业标准《车库建筑设计规范》JGJ100-2015

第 4.4.7 条规定：通往地下的机动车坡道应设置防雨和防止雨水倒灌至地下车库的设施。一般情况下，人员出入口高出地面 500mm 基本可以满足孔口防水需要。

第 3 款：开放式汽车坡道直接承受雨雪，影响人员和汽车行驶，不利于防水防洪，北方地区冰冻影响汽车和行人安全，因此在坡道上方要设置防雨雪措施。

A.7.2 窗井围护结构应采用防水混凝土浇筑。由于窗井发生渗漏水，水不会直接进入室内，但会集聚在窗井内，因此在窗井内要设置排水系统。

为了防止进入窗井内的水过多或因排水系统故障雨水进入室内，窗井底板与窗下边保持一定高度作为安全储备。同样为防止室外地面积水进入窗井内，将窗井四周适当上翻，达到阻止地面积水进入窗井，翻边高度可根据当地降水和窗井位置确定。

A.8 坑槽

A.8.1 地下工程内的坑槽主要有集水坑、电梯井坑、深沟、设备基坑等。为达到防水抗渗要求，坑底和侧壁混凝土厚度不宜小于 250mm。坑槽易积水，因此需要加强防水措施，故应增设附加防水层。

A.8.3 有设备安装的坑槽，如电梯井，设备安装打孔很容易造成渗漏水。因此，为减少对结构和防水层的破坏，在混凝土浇筑前应将埋设件安装完毕。

A.9 双层隔水墙排水构造

A.9.1 双层隔水墙结构是在室内距离地下工程外墙 200mm 左右的地方再设置一道砌体或水泥板等材料构成的墙体，亦称离壁墙。用隔水墙内的排水沟承接从地下工程外墙渗进来少量的水或者外墙结露水，通过排水管把水汇集到集水坑中排出。隔水墙内的排水沟，是朝着排水管的方向上设计不小于 2%排水坡度的沟槽；排水管一般按照每跨设置约 2 处内径 60mm 的排水管，或者每 50m 设置 1 处内径 100mm 的排水管（地下水量过大时，排水管内径可为 150mm），确保隔水墙内排水沟中的水能够顺利排出。

A.9.2 塑料排水板做架空层代替传统架空层的做法具有省时、省力、节能的效果，还能降低架空层结构高度，从而节省投资。排水板是由聚苯乙烯或者聚乙烯塑胶底板经过冲压制成圆锥凸台或者加劲肋的凸点，利用柱状壳体高度形成排水空间，圆突台向下，四周留有盲沟或者通过排水管流入排水沟再汇入集水坑排走，实现排水目标。排水板性能应符合现行行业标准《塑料防护排水板》JC/T2112、《聚苯乙烯防护排水板》JC/T2289

或《铁路隧道排水板》TB/T3354 的规定。

A.11 预制拼装综合管廊接头防水

I 设计

A.11.1 柔性承插式接头采用承插式连接、双胶圈密封实现预制节段拼装的接头型式。接缝施工安装方便、密封性能好，节段接缝允许一定的偏转角度，对地基的不均匀沉降适应性好。柔性承插式接头又分两种，一种接头为矩形管廊本体配合矩形承插式接头，模具制作较容易；另外一种接头为矩形管廊本体配合弧形承插式接头，利于密封圈与插口工作面的贴合，有效提高安装质量和防水效果，提高对节段间转角变形的适应能力。

纵向锁紧承插式接头是采用机械紧固、双胶圈密封实现预制管廊拼装的接头型式。管廊节段之间采用承插式接头，利用连接钢筋实现纵向连接并锁紧。

A.11.2 预制节段接头之间设置的两道密封圈之间形成一个环形密封空间，可以作为现场预制管廊安装时的试压空间。

A.11.6 安装在插口端面预留凹槽中的密封条两侧均为混凝土（分别为承口和插口的端面），在拼装压力作用下不仅填满预留凹槽，同时向两侧变形，最终达到密封的目的。预留凹槽的作用更多体现在安装的定位上。实践证明，适当的压缩率在保持接缝密闭性的同时，有利于延长密封条的使用寿命。

A.11.7 在这种承插口构造中，主要依靠工作面上两道弹性橡胶密封圈的压缩变形——回弹实现接缝的密封。

A.11.8、A.11.9 由于采用了纵向锁紧装置，增加了管节间的连接刚度，位于承口端面的遇水膨胀橡胶——弹性橡胶密封条或自粘丁基橡胶——泡沫橡胶复合密封条受压变形回弹，与位于插口工作面上的弹性橡胶密封圈共同作用，形成双道密封。通常，密封圈是指在工厂预制成型并闭环，现场无需进行搭接的定型密封制品。密封条是指在工厂预制成型，但需要在现场进行搭接处理的密封制品。位于承口端面上的复合密封条有加强防水密封和降低土体中瓦斯等危险气体渗入管廊引起安全事故风险的作用。其中，遇水膨胀橡胶——弹性橡胶复合密封条是在弹性橡胶密封条上部挤出复合一条遇水膨胀橡胶条（兼具压密回弹和遇水膨胀止水两种作用），而自粘丁基橡胶——泡沫橡胶复合密封条，则主要是在发泡的三元乙丙橡胶泡沫条表面覆盖一层自粘丁基橡胶。

A.11.10 本条规定了预制管节拼装接缝密闭性的检测要求。

第1款：预制管廊的拼缝接头水压试验，借鉴其中单口水压试验的方法，在工厂和现场进行的拼缝接头水压试验，工厂内试验成功后方可进行现场拼装。试验的主要合格标准包括试验压力值、恒压时间、允许压降值。本条规定参考了国家标准《给水排水管道工程施工及质量验收规范》GB 50268-2008 中“附录 D 闭水试验法”和“附录 E 闭气试验法”的一些规定。结合工程实践经验，当采用注水加压法时，通常试验水头取管廊底埋深再加 2m 水头高度，且不小于 0.1Mpa。

第2款：当采用遇水膨胀橡胶复合密封条时，注入的水可能长期滞留在接缝中，引起遇水膨胀橡胶提前膨胀。在此情况下，可以采用充气加压的方式进行检测。当采用充气加压检测拼缝密闭性时，可先通过检测孔向拼缝中充气加压并恒定至 2000Pa，关闭气源后观察压降变化，5 min 内压力下降不大于 500Pa 为合格。

III 施工

A.11.17、A.11.18 承插口中设置的密封条主要有弹性橡胶密封圈、遇水膨胀橡胶复合密封圈及丁基腻子橡胶复合密封圈。弹性橡胶密封圈的材质可以是三元乙丙橡胶（EPDM）、氯丁橡胶（CR）、丁苯橡胶、丁腈橡胶等，可根据地下水环境进行选择。一般在工厂中预制成环，截面一般为棋形、梳形、圆形，主要用在插口工作面上。遇水膨胀橡胶复合密封圈是以弹性橡胶为主，顶面挤出复合遇水膨胀橡胶，截面一般呈梯形，安装在插口端的预留凹槽中，利用压缩力实现接缝密封，顶部遇水膨胀橡胶遇水后膨胀，达到以水止水的密封效果。丁基腻子橡胶复合密封圈是采用中间部分为三元乙丙海绵橡胶(空心或实心)表面包覆一层 2mm~3mm 的丁基腻子橡胶复合而成。在三元乙丙海绵层表面复合丁基腻子橡胶，在压力的作用下，利用丁基腻子橡胶的粘接性和填充补平作用实现接缝密封，截面呈梯形、中空梯形或其他特殊形式。与遇水膨胀橡胶密封条一样，安装在承口工作面上，并现场进行搭接。

A.11.19 密封胶是以非成型状态嵌入接缝中，通过与接缝表面粘结而实现接缝密封的材料。用来填充间隙、以起到密封作用的胶粘剂。

本规程是在系统总结国内外刚性防水技术和工程应用的经验上进行编制，目前，很多刚性防水企业在工程实践中，总结了一套从材料、设计到施工的整套全刚性防水技术体系，为了便于业主、设计、施工等相关人员更好的了解和认识，本规程列了部分工程案例，详见条文说明附件：刚性防水体系工程案例。