

## 建筑及市政工程混凝土结构自防水技术条件

## 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 一般要求 .....	3
5 高性能防水混凝土 .....	4
6 结构自防水技术要求 .....	11
7 质量检验 .....	17
附录 A（规范性）混凝土裂缝自修复试验方法 .....	19
附录 B（规范性）施工要求 .....	23
附录 C（规范性）细部构造防水 .....	30

# 建筑及市政工程混凝土结构自防水技术条件

## 1 范围

本文件规定了建筑及市政工程混凝土结构自防水的一般要求、高性能防水混凝土、结构自防水技术要求、质量检验等。

本文件适用于建筑及市政工程的混凝土结构自防水体系。

## 2 规范性引用文件

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

GB 175	《通用硅酸盐水泥》
GB/T 176	《水泥化学分析方法》
GB/T 200	《中热硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥》
GB/T 1345	《水泥细度检验方法 筛析法》
GB/T 1346	《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》
GB/T 1596	《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》
GB 8076	《混凝土外加剂》
GB/T 10801.1	《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料》
GB/T 12959	《水泥水化热测定方法》
GB/T 17671	《水泥胶砂强度检验方法》
GB/T 18046	《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》
GB 18173	《橡胶止水带规范》
GB/T 18173.3	《高分子防水材料 第3部分：遇水膨胀橡胶》
GB 18445	《水泥基渗透结晶型防水材料》
GB/T 19250	《聚氨酯防水涂料》
GB/T 21120	《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》
GB/T 23439	《混凝土膨胀剂》
GB/T 31538	《混凝土接缝防水用预埋注浆管》
GB/T 41054	《高性能混凝土技术条件》
GB 50010	《混凝土结构设计规范》
GB 50011	《建筑抗震设计规范》
GB 50046	《工业建筑防腐蚀设计规范》
GB/T 50080	《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》
GB/T 50081	《混凝土物理力学性能试验方法标准》
GB/T 50082	《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》
GB/T 50107	《混凝土强度检验评定标准》
GB 50108	《地下工程防水技术规范》
GB 50119	《混凝土外加剂应用技术规范》
GB 50141	《给水排水构筑物工程施工及验收规范》

GB 50164	《混凝土质量控制标准》
GB 50208	《地下防水工程质量验收规范》
GB/T 50476	《混凝土结构耐久性设计标准》
GB 50496	《大体积混凝土施工标准》
GB 50666	《混凝土结构工程施工规范》
GB 55008	《混凝土结构通用规范》
DL/T 5150	《水工混凝土试验规程》
DL/T 5296	《水工混凝土掺用氧化镁技术规范》
JC/T 474	《砂浆、混凝土防水剂》
JC/T 881	《混凝土接缝用建筑密封胶》
JC/T 942	《丁基橡胶防水密封胶粘带》
JC/T 2112	《塑料防护排水板》
JC/T 2255	《混凝土接缝密封嵌缝板》
JC/T 2289	《聚苯乙烯防护排水板》
JC/T 2608	《混凝土水化温升抑制剂》
JC/T 60014	《地下工程混凝土结构自防水技术规范》
JG/T 141	《膨润土橡胶遇水膨胀止水条》
JG 237	《混凝土试模》
JG/T 245	《混凝土试验用振动台》
JG/T 312	《水膨胀止水胶》
JG/T 472	《钢纤维混凝土》
JG/T 486	《混凝土用复合掺合料》
JG/T 568	《高性能混凝土用骨料》
JGJ 8	《建筑变形测量规范》
JGJ 52	《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》
JGJ 55	《普通混凝土配合比设计规程》
JGJ 63	《混凝土用水标准》
JGJ/T 70	《建筑砂浆基本性能试验方法标准》
JGJ/T 178	《补偿收缩混凝土应用技术规程》
JGJ/T 193	《混凝土耐久性检验评定标准》
JGJ/T 212	《地下工程渗水漏治理技术规程》
JGJ/T 219	《混凝土结构用钢筋间隔件应用技术规程》
JGJ/T 221	《纤维混凝土应用技术规程》
JGJ/T 317	《建筑工程裂缝防治技术规程》
JGJ 476	《建筑工程抗浮技术标准》
JGJ/T 492	《超长混凝土结构无缝施工标准》
TB/T 3354	《铁路隧道排水板》

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**混凝土结构自防水** self-waterproof of concrete structure

结构主体迎水面采用高性能防水混凝土，并采取抗裂设计和施工技术措施，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，通过精细化的施工管控措施，并对影响防水功能的结构缺陷进行处理修复，使主体结构不依赖于外设防水层就具有独立防水功能的防水体系。

### 3.2

#### 高性能防水混凝土 high performance waterproof concrete

以阻止水的渗漏和提高防水设计工作年限为目标，选用优质常规原材料，合理掺加抗裂、防水外加剂和矿物掺合料等材料，采用较低水胶比并经合理配合比设计，通过精细化的施工管控措施，制成的具有良好拌合物性能、力学性能、抗渗性能、抗裂性能和耐久性能的混凝土。

### 3.3

#### 抗裂、防水外加剂 anti-cracking waterproof agents

抗裂、防水外加剂是指掺入混凝土中，可提高混凝土的密实性、抗裂性、憎水性、自修复性中的一种或多种性能，从而阻止水渗透的外加剂。

### 3.4

#### 自修复功能材料 self repairing functional materials

掺入混凝土中，提升混凝土内部缺陷和表面裂缝自修复能力的功能性材料。

## 4 一般要求

**4.0.1** 混凝土结构自防水应遵循“防、排、截、堵相结合，构造合理，刚柔相济、因地制宜，施工便利，过程控制，综合治理”的原则。

**4.0.2** 混凝土结构自防水设计方案应根据结构形式、防水等级、防水要求、材料选择、防水设计工作年限及结构耐久性、施工作业条件和施工工艺等确定。

**4.0.3** 混凝土结构自防水的工程防水设计工作年限不应低于工程结构设计工作年限。

**4.0.4** 混凝土结构自防水工程的防水要求应符合下列规定：

- a) 除蓄水类工程外的混凝土结构自防水工程不应有渗水，结构背水面无湿渍；
- b) 蓄水类工程的渗水量应符合 GB 50141 的规定。

**4.0.5** 高性能防水混凝土应在原材料选用、配合比设计、施工、养护等环节采取减少开裂的技术措施。

**4.0.6** 氯化物环境、化学腐蚀环境和冻融环境中的混凝土结构自防水工程的结构耐久性设计除应符合本标准的要求外，尚应符合 GB/T 50476 的规定。

**4.0.7** 混凝土结构自防水体系应能独立承担防水功能，当需要外设防水层时，应符合国家现行有关设置防水层标准的规定。

**4.0.8** 混凝土结构自防水工程中采用的新材料、新技术、新工艺应经过试验、检测，必要时应进行专项评审论证。

## 5 高性能防水混凝土

### 5.1 性能

#### 5.1.1 拌合物性能

**5.1.1.1** 高性能防水混凝土应具有良好的和易性，不得离析，坍落度、扩展度、坍落度经时损失和凝结时间应满足施工要求。

**5.1.1.2** 在满足施工工艺要求的前提下，宜尽可能采用较小的坍落度。

**5.1.1.3** 高性能防水混凝土拌合物中水溶性氯离子最大含量应符合 GB 50164 和 GB/T 41054 的规定。

**5.1.1.3** 高性能防水混凝土的泌水率不应大于 6.5%，含气量不宜大于 5.0%。

#### 5.1.2 力学性能

**5.1.2.1** 高性能防水混凝土抗压强度等级不应低于 C30；受中等及以上腐蚀性介质作用的地下工程，防水混凝土强度等级不应低于 C35。

**5.1.2.2** 最低强度等级还应根据工程结构构件所处的环境类别、作用等级及结构设计工作年限满足 GB/T 50476 的有关规定和承载能力的要求。

#### 5.1.3 抗渗防水性能

**5.1.3.1** 高性能防水混凝土抗渗等级不应低于 P12。

**5.1.3.2** 高性能防水混凝土抗渗等级也可采用代用值进行设计和评定，当采用抗渗等级代用值设计和评定时，代用值不应低于 HP26；抗渗等级代用值试验方法应按 GB/T 50082 的有关规定进行，当抗渗试件在 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，抗渗等级代用值应判定为不小于 HP26。

**5.1.3.3** 掺加自修复功能材料的高性能防水混凝土宜选用裂缝自修复试验方法评价，裂缝自修复能力不应小于 50%，试验方法应按本标准附录 A 进行。

**5.1.3.4** 高性能防水混凝土的抗吸水性宜采用吸水率试验方法进行评价，28d 龄期混凝土吸水率不宜大于 2.0%，吸水率试验方法应按 GB/T 50081 进行。

#### 5.1.4 抗裂性能

**5.1.4.1** 高性能防水混凝土 60d 收缩率不宜大于  $380 \times 10^{-6}$ 。

**5.1.4.2** 当掺加具有抗裂功能的材料时，应根据相应的抗裂机理选择适宜的性能指标和测试方法进行抗裂性能评价，并应符合下列规定：

a) 高性能防水混凝土采用补偿收缩混凝土时, 补偿收缩混凝土应采用限制膨胀率进行抗裂性能评价, 掺加钙质类膨胀剂时, 混凝土限制膨胀率及试验方法应符合 JGJ/T 178 的规定; 掺加镁质类膨胀剂时, 混凝土限制膨胀率应符合表 1 的规定。

表 1 掺加镁质类膨胀剂的混凝土限制膨胀率

结构部位	28d 限制膨胀率 (%)	$\Delta\varepsilon(28d - 7d)$ (%)
水平构件	$\geq 0.015$	$\geq 0.005$
竖向构件	$\geq 0.020$	
后浇带、膨胀加强带		

注: 试验时, 用于养护混凝土试件的恒温水槽的温度为  $40^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ , 其他应按 GB/T 23439 进行。

b) 当截面尺寸大于 800mm 或预计因水化温升导致容易开裂的防水混凝土构件采用补偿收缩混凝土时, 高性能防水混凝土可掺加同时具有水化热调节和混凝土补偿收缩功能的温控型镁质抗裂剂, 应采用水泥水化热降低率和混凝土膨胀率进行抗裂性能评价, 水泥水化热降低率试验方法应按 JC/T 2608 进行, 混凝土限制膨胀率试验时, 用于养护混凝土试件的恒温水槽的温度为  $40^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ , 其他应按 GB/T 23439 进行。

c) 掺加大掺量矿物掺合料或采用中、低热水泥的大体积高性能防水混凝土宜选用绝热温升或胶凝材料水化热进行抗温度裂缝性能评价, 混凝土 7d 绝热温升值不宜大于  $50^{\circ}\text{C}$ ; 胶凝材料的 3d 水化热和 7d 水化热分别不宜大于  $230\text{kJ/kg}$  和  $260\text{kJ/kg}$ ; 绝热温升试验应按 GB/T 50080 进行, 水化热试验方法应按 GB/T 12959 执行。

d) 掺加抑温类外加剂的高性能防水混凝土, 可采用抑温率进行抗温度裂缝性能评价, 抑温率不应小于 10%, 抑温率试验方法应按 JC/T 60014 进行。

e) 掺加纤维类材料的高性能防水混凝土宜采用早期抗裂试验方法进行抗裂性能评价, 早期抗裂性能不应低于 JGJ/T 193 中的 L-IV 级 ( $100\text{mm}^2/\text{m}^2 \leq c < 400\text{mm}^2/\text{m}^2$ ); 掺加钢纤维的高性能防水混凝土可通过弯曲韧性指数进行混凝土的抗裂性能评价, 弯曲韧性指数  $I_5$  不宜小于 4.0。早期抗裂试验方法和收缩试验方法 (接触法) 应按 GB/T 50082 进行, 弯曲韧性指数应按 JGJ/T 221 进行。

### 5.1.5 耐久性能

5.1.5.1 高性能防水混凝土的耐久性能应根据结构构件所处的环境类别、环境作用等级及结构设计使用年限进行确定, 并满足相应的要求, 环境类别和作用等级的划分应符合 GB/T 50476 的有关规定。

5.1.5.2 一般环境中高性能防水混凝土的耐久性能要求应符合表 2 的规定。

表 2 一般环境中高性能混凝土耐久性能要求

环境作用等级 控制项目	50 年	100 年	
	I-C	I-B	I-C

28d 碳化深度 (mm)	≤15	≤10	≤5
---------------	-----	-----	----

5.1.5.3 冻融环境中高性能防水混凝土耐久性能要求应符合表 3 的规定。

表 3 冻融环境中高性能防水混凝土耐久性能要求

环境作用等级 控制项目	50 年			100 年		
	II-C	II-D	II-E	II-C	II-D	II-E
抗冻等级	≥F250	≥F300	≥F350	≥F300	≥F350	≥F400

5.1.5.4 氯化物环境中高性能防水混凝土耐久性能要求应符合表 4 的规定。

表 4 氯化物环境中高性能混凝土耐久性控制

环境作用等级 控制项目	50 年				100 年			
	III-C IV-C	III-D IV-D	III-E IV-E	III-F	III-C IV-C	III-D IV-D	III-E IV-E	III-F
84d 氯离子迁移系数 ( $\times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ )	<3.0	<2.5	<2.0	<1.5	<2.5	<2.0	<1.5	<1.2
56d 电通量 ( $\times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ )	≤1800	≤1500	≤1000	≤800	≤1500	≤1000	≤800	≤500

注：1 其中 84d 氯离子迁移系数和 56 电通量要求应至少满足一项；  
2 当测试时的试件养护龄期低于表中龄期也可达到指标值时，可判定为满足指标要求。

5.1.5.5 化学腐蚀环境中高性能防水混凝土耐久性能要求应符合表 5 的规定。

表 5 化学腐蚀环境中高性能混凝土耐久性控制

环境作用等级 控制项目	50 年			100 年		
	V-C	V-D	V-E	V-C	V-D	V-E
84d 氯离子迁移系数 ( $\times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ )	≤4.0	≤2.5	≤2.0	≤3.5	≤2.0	<1.5
56d 电通量 ( $\times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ )	≤2000	≤1500	≤1000	≤1500	≤1000	≤800
对于硫酸盐环境，抗硫酸盐等级	≥KS120	≥KS150	≥KS150	≥KS150	≥KS150	≥KS150

注：其中 84d 氯离子迁移系数和 56 电通量要求应至少满足一项。

5.1.5.6 高性能防水混凝土的应用环境温度不应高于 100℃，受腐蚀性介质作用的工业建（构）筑物中的高性能防水混凝土技术要求还应符合 GB 50046 的规定。

## 5.2 原材料

5.2.1 用于高性能防水混凝土的水泥应符合下列规定：



a) 水泥品种宜采用符合 GB 175 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 360m<sup>2</sup>/kg；

b) 大体积高性能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，宜选用铝酸三钙（C<sub>3</sub>A）含量低、硅酸三钙（C<sub>3</sub>S）含量低、硅酸二钙（C<sub>2</sub>S）含量高的水泥，不应使用带 R 标识的早强水泥，中、低热硅酸盐水泥或低热矿渣硅酸盐水泥应符合 GB/T 200 的规定；

c) 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。

**5.2.2 用于高性能防水混凝土的矿物掺合料应符合下列规定：**

a) 粉煤灰应符合 GB/T 1596 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%；

b) 粒化高炉矿渣粉应符合 GB/T 18046 的规定，用于大体积混凝土时，比表面积不宜超过 450 mm<sup>2</sup>/kg；

c) 复合掺合料应符合 JG/T 486 的规定。

**5.2.3 粗、细骨料应选用级配和粒形良好的骨料，并应符合 JGJ 52 的有关规定，宜选用符合 JG/T568 规定的骨料，粗骨料最大粒径应符合 GB 50666 和 JGJ 55 的规定，细石防水混凝土骨料最大粒径不应大于 16 mm，吸水率不应大于 1.5%。不得使用未经净化处理的海砂。**

**5.2.4 拌制高性能防水混凝土用水应符合 JGJ 63 的规定。**

**5.2.5 高性能防水混凝土应根据工程需要选用具有抗裂、防水功能的外加剂，其品种和用量应在综合考虑材料性能、结构特点、气温、运输距离、施工工艺和工程应用环境等因素经试验确定，并应符合下列规定：**

a) 水泥基渗透结晶型防水剂应符合 GB 18445 的规定；

b) 混凝土膨胀剂应符合 GB/T 23439 的规定，氧化镁膨胀剂应符合表 6 的规定，温控型镁质抗裂剂应符合表 7 的规定。

**表 6 氧化镁膨胀剂性能指标**

项目		指标			试验方法
		R 型	M 型	S 型	
MgO 含量 (%)	≥	80.0			按 GB/T 176 进行
烧失量 (%)	≤	4.0			
反应时间 (s)		<100	≥100 且 <200	≥200 且 <300	按 DL/T 5296 进行
细度 (%)	80μm 方孔筛筛余 ≤	5.0			按 GB/T 1345 进行
	1.18mm 方孔筛筛余 ≤	0.5			

限制膨胀率 (%)	20°C水中 7d	0.020	0.015	0.015	按 GB 23439 进行, 水中养护温度按相应检测项目确定。
	20°C水中, $\Delta$ (28d-7d) <sup>a</sup>	0.020	0.015	0.010	
	40°C水中 7d	0.040	0.030	0.020	
	40°C水中, $\Delta$ (28d-7d) <sup>a</sup>	0.020	0.030	0.040	
凝结时间 (min)	初凝 $\geq$	45			按 GB/T 1346 进行, 其中氧化镁膨胀剂内掺 6%。
	终凝 $\leq$	600			
胶砂抗压强度 (MPa)	7 d	$\geq 22.5$			按 GB/T 17671 进行, 其中水泥采用基准水泥, 氧化镁膨胀剂内掺 6%。
	28 d	$\geq 42.5$			
<sup>a</sup> $\Delta$ (28d-7d) 为胶砂试件在 20°C或 40°C水中养护 28d 的限制膨胀率与养护 7d 的限制膨胀率的差值。					

表 7 温控型镁质抗裂剂性能指标

项目	指标	试验方法	
氯离子 (%)	$\leq 0.06$	按 GB/T 176 进行	
MgO 含量 (%)	$\geq 80.0$		
碱含量 (%)	$\leq 0.75$		
细度 (0.08 mm 筛余) (%)	$\leq 5.0$	按 GB/T 1345 进行	
胶砂限制膨胀率 (20°C水养) (%)	7 d	$\geq 0.015$	按 GB 23439 进行, 水中养护温度按相应检测项目确定。
	$\Delta$ (28d-7d) <sup>a</sup>	$\geq 0.015$	
胶砂限制膨胀率 (40°C水养) (%)	7 d	$\geq 0.030$	
	$\Delta$ (28d-7d) <sup>a</sup>	$\geq 0.030$	
水化热降低率 (%)	24 h	$\geq 30.0$	按 JC/T 2608 进行
	7 d	$\leq 15.0$	
胶砂抗压强度 (MPa)	7 d	$\geq 22.5$	按 GB/T 17671 进行
	28 d	$\geq 42.5$	
<sup>a</sup> $\Delta\xi$ 为胶砂试件在 20°C或 40°C水中养护 28d 的限制膨胀率与养护 7d 的限制膨胀率的差值。			

c) 砂浆抗裂硅质防水剂应符合表8的规定, 混凝土抗裂硅质防水剂应符合表9的规定。

表 8 受检砂浆性能指标

项目	指标			试验方法	
	I型	IIQ型	Z型		
安定性	合格			按GB/T 1346进行	
凝结时间	初凝 (min)	$\geq 45$			
	终凝 (h)	$\leq 10$			
抗压强度比 (%)	7 d	$\geq 100$	$\geq 100$	$\geq 90$	按JC/T 474进行
	28 d	$\geq 90$	$\geq 90$	$\geq 85$	
透水压力比 (%)	$\geq 300$				
吸水量比 (48h) (%)	$\leq 55$	$\leq 65$	$\leq 55$		
收缩率比 (28d) (%)	$\leq 125$				
粘结强度 (MPa)	-	$\geq 0.20$	-	按JGJ/T 70进行	

注1: 安定性、凝结时间为受检净浆的试验结果, 粘结强度为受检砂浆的实测值, 其他数据均为受检砂浆与基准砂浆的比值。

注2: 受检砂浆中抗裂硅质防水剂按厂家推荐掺量, 净浆中抗裂硅质防水剂同受检砂浆。

表 9 受检混凝土性能指标

项 目		指 标				试验方法	
		II型	III型	IIIW 型	IIIWD 型		
安定性		合格				按 GB 8076 进行	
泌水率比 (%)		≤50	≤50	≤50	≤70		
凝结时间差	初凝 (min)	≥-90 <sup>a</sup>		≥0			
	3 d	≥100	≥100	≥100	≥90		
抗压强度比 (%)	7 d	≥110	≥110	≥110	≥100		
	28 d	≥100	≥100	≥100	≥100		
收缩率比 (28 d) (%)		≤125	≤125	≤125	≤125		
渗透高度比 (%)		≤30	≤30	≤30	≤40		按 JC/T 474 进行
吸水量比 (48 h) (%)		≤65	≤65	≤65	≤75		
绝热温升速率比 <sup>b</sup> (%)		—	—	≤90	≤90		按 DL/T 5150 进行
<sup>a</sup> “-”表示提前。 <sup>b</sup> 受检混凝土与基准混凝土绝热温升速率的比值。							
注 1: 安定性为受检净浆的试验结果, 其他数据均为受检混凝土与基准混凝土差值或比值。 注 2: 受检混凝土中抗裂硅质防水剂按厂家推荐掺量, 净浆中抗裂硅质防水剂同受检混凝土。							

d) 防裂抗渗复合材料应符合表10的规定。

表 10 掺加防裂抗渗复合材料混凝土性能指标

项目		技术指标	试验方法
混凝土抗压强度比(%)	7d	≥95	按 JC/T 474 进行。
	28d	≥95	
渗水高度(mm)		≤50	混凝土配合比的按 JC/T 474 进行, 试验方法 GB/T 50082 进行。
28d 收缩率比(%)		≤95	按 GB 8076 进行。
裂缝降低系数 <sup>a</sup> (%)		≥90	混凝土的配合比按 GB 8076 进行, 试验方法按 GB/T 50082 进行。
<sup>a</sup> 基准混凝土与受检混凝土裂开面积之差值与基准混凝土开裂面积的比值。			
注 1: 受检混凝土中, 防裂抗渗复合材料按厂家推荐掺量。			

注:

e) 自修复功能材料的裂缝自修复能力比不宜小于150%, 试验方法应按本标准附录A进

行。

f) 其他防水剂应符合现行行业标准《砂浆、混凝土防水剂》JC/T 474的有关规定。

**5.2.6** 高性能防水混凝土可根据工程抗裂需要掺入合成纤维或钢纤维，纤维应具有良好的分散性，掺入纤维后的混凝土拌合物性能应满足施工要求，纤维的品种及掺量应通过试验确定，并应符合 GB/T 21120、JG/T 472 和 JGJ/T 221 的规定。

**5.2.7** 使用具有潜在碱活性骨料时，高性能防水混凝土中各类材料的总碱量（ $\text{Na}_2\text{O}$  当量）不得大于  $3\text{kg/m}^3$ ，并宜采取相应的抑制碱骨料反应措施。

**5.2.8** 高性能防水混凝土中氯离子含量应符合 JGJ 55 的规定。

**5.2.9** 混凝土拌合用水应符合现行行业标准 JGJ 63 的规定。

### 5.3 配合比

**5.3.1** 高性能防水混凝土的配合比设计在满足混凝土强度的基本前提下，应采用提高防渗透抗裂和耐久性的配制技术路线，并应满足相应的抗渗、抗裂和耐久性要求。

**5.3.2** 高性能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  $0.2\text{MPa}$ ，并应符合 JGJ 55 的规定，混凝土的抗渗等级和抗裂性能应符合设计要求。

**5.3.3** 高性能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  $320\text{kg/m}^3$ ，振动成型时不宜超过表 11 的规定，自密实成型时由试验确定。

表 11 振动成型时混凝土中胶凝材料最大用量限值

混凝土强度等级	胶凝材料最大用量限值 ( $\text{kg/m}^3$ )
C30	360
C35	400
C40~C45	450
C50	480
C55~C60	500

**5.3.4** 高性能防水混凝土的水胶比不宜大于 0.45，不应大于 0.50。

**5.3.5** 大体积混凝土或高温季节施工的高性能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还应符合 GB 50496 的相关规定。

**5.3.6** 补偿收缩混凝土配合比设计应符合 JGJ/T 178 的相关规定。

## 6 结构自防水技术要求

### 6.1 一般要求

**6.1.1** 混凝土结构自防水设计应包括下列内容：

- a) 工程防水设计工作年限、设防要求和防水做法；
- b) 高性能防水混凝土的抗渗等级、抗裂性能等技术指标、质量保证措施；
- c) 混凝土结构抗裂技术措施；
- d) 防水材料名称、类型、规格、工艺要求及其主要技术性能指标；
- e) 不同部位节点防水设计；
- f) 排水、截水及维护措施。

**6.1.2** 地下工程迎水面的主体结构应采用高性能防水混凝土，防水混凝土结构厚度不应小于 250mm，变形缝处防水混凝土结构的厚度不应小于 300mm。

**6.1.3** 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；寒冷及严寒地区的室外排水沟应采取防冻措施。

**6.1.4** 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。

**6.1.5** 设置有沉降后浇带的地下工程，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。

**6.1.6** 混凝土结构自防水顶板不应采用现浇空心板或预应力混凝土空心板结构。

**6.1.7** 地下工程抗浮设计应符合 JGJ 476 的规定。

**6.1.8** 地下工程排水设计应符合下列规定：

- a) 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；
- b) 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。
- c) 地下工程所处地层具有中等及以上腐蚀性地质时，不得将结构以外的水引至结构内排放。
- d) 地下工程排水应形成汇集、径流和排出等完整的排水系统。

**6.4.1** 混凝土结构自防水施工应符合本标准附录 B 的规定。

## 6.2 结构抗裂设计要求

**6.2.1** 混凝土结构自防水结构抗裂设计应包括下列内容：

- a) 结构裂缝计算宽度控制目标；
- b) 超长结构温度应变分析及采取的措施；
- c) 大体积混凝土设计要求；
- d) 边界约束条件对混凝土裂缝的影响及措施；
- e) 施工过程中混凝土温升和收缩特性及解决方案；
- f) 抗裂构造措施。

**6.2.2** 防水混凝土构件表面裂缝宽度计算值不应大于 0.2mm，并不得贯通；混凝土结构裂缝控制除符合本标准要求外，还应符合 JGJ/T 317 的规定。

**6.2.3** 地基变形裂缝控制应符合 JGJ/T 317 的规定。

**6.2.4** 卧置于地基上的混凝土底板配筋除应符合 GB 55008、GB 50010 的规定外，底板钢筋应双层双向布置，间距不宜大于 200mm，板中受拉钢筋最小配筋率不宜低于 0.20%。

**6.2.5** 地下钢筋混凝土外墙配筋除应符合 GB 55008、GB 50010、GB 50011 的规定外，尚应符合下列规定：

- a) 结构外墙水平分布钢筋宜置于竖向分布筋外侧，且水平分布筋的间距不应大于 150mm。
- b) 当地下工程外墙的净高度大于 3.6m 时，在墙体高度的水平中线部位上下 500mm 范围内，水平筋的间距不应大于 100mm。
- c) 地下室底板及楼板顶面 1m 范围内外墙水平筋间距不应大于 100mm。
- d) 外墙与柱子或翼墙连接部位应增设直径为 8mm 或 10mm 的水平附加钢筋，伸入墙内不应小于 1500mm，伸入柱子或翼墙的长度宜为 200mm~300mm，竖向间距应与墙体水平钢筋相同，并间隔布置；
- e) 大体积混凝土墙体，靠墙面的水平分布钢筋宜采用对称配筋方式，靠墙面的竖向分布筋内侧宜增配抵抗温度应力和混凝土收缩的钢筋网。

**6.2.6** 地下混凝土结构自防水顶板配筋除应符合 GB 55008、GB 50010 的规定外，顶板钢筋应双层双向布置，间距不宜大于 150mm，纵向受拉钢筋最小配筋率不宜低于 0.20%。超长结构的顶板贯通钢筋应适当增加。

**6.2.7** 地下混凝土结构中体量、外形、质量、刚度突变以及开洞等部位，应采取增加构造

钢筋的措施。

**6.2.8** 对于混凝土收缩应力较大的结构部位，混凝土构件表面宜增设抗裂钢筋网片，钢筋网片应采用  $\Phi 6$  钢筋；网格间距宜为 100mm~200mm，网片保护层厚度不应小于 25mm。

**6.2.9** 防水混凝土结构应在设计时考虑采用减少或避免留设伸缩后浇带的技术措施，并应符合下列规定：

a) 当采用补偿收缩混凝土技术时，设计时应明确膨胀加强带的设置类型及位置、不同结构部位混凝土限制膨胀率设计取值等，并应符合 JGJ/T 178 的规定。

b) 当采用跳仓法技术时，设计时应根据结构形式及特点，明确跳段、分仓长度等，并应符合 JGJ/T 492 的规定。

**6.2.10** 超长混凝土结构设计应采取降低和释放纵长结构收缩应力和年度温度应力、增加结构刚度的措施，并应符合下列规定：

a) 防水混凝土应采用低水化热胶凝材料体系，选用降低混凝土收缩的原材料及配合比等技术措施；

b) 应适当提高纵向配筋率；

c) 可根据需要设置横向圈梁，可采用暗梁形式，梁的箍筋按照加强配筋布置，横向圈梁的间距可为 8m~12m；

d) 宜采用跳仓法或补偿收缩混凝土技术；

f) 宜安排在年度低温期间浇筑，浇筑期间宜安排在日内低温度时间段浇筑。

**6.1.11** 超长防水混凝土结构应在超长方向采取适当增加配筋等增加刚度的措施。

**6.2.12** 大体积防水混凝土结构抗裂设计还应符合下列规定：

a) 大体积混凝土的设计强度等级不宜超过 C50，并宜采用混凝土 60d 或 90d 龄期强度作为混凝土配合比设计、混凝土强度评定及工程验收的依据；

b) 大体积混凝土的结构配筋除应满足结构承载力和构造要求外，还应结合大体积混凝土的施工方法配置控制温度和收缩的构造钢筋；

c) 大体积混凝土置于岩石类地基上时，宜在混凝土垫层上设置滑动层；

d) 设计中应采取减少大体积混凝土外部约束的技术措施；

e) 设计中应根据工程情况提出温度场和应变的相关测试要求。

**6.2.13** 大体积防水混凝土结构抗裂设计应综合考虑混凝土温差作用，采用弹性分析方法进行温度应力的计算，并应包括以下内容：

a) 结构最大温升工况计算；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/475112021102011034>