



中华人民共和国国家标准

GB/T 8076—2025

代替 GB 8076—2008

混凝土外加剂

Concrete admixtures

2025-10-31 发布

2026-08-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 分类、代号与标记	3
4.1 分类和代号	3
4.2 标记	3
5 技术要求	4
5.1 理化性能	4
5.2 受检混凝土性能	5
6 试验方法	10
6.1 试验条件	10
6.2 试验用材料和样品	11
6.3 混凝土配合比	11
6.4 混凝土搅拌	12
6.5 混凝土试件制作、养护及试样数量	12
6.6 氯离子含量	15
6.7 释放氨含量	15
6.8 残留甲醛含量	15
6.9 含固量、密度、含水率、细度、碱含量、硫酸钠含量、pH 值	15
6.10 减水率	15
6.11 泌水率比	15
6.12 含气量和含气量 1 h 经时变化量	16
6.13 凝结时间之差	16
6.14 坍落度和坍落度 1 h 经时变化量	17
6.15 抗压强度比	18
6.16 收缩率比	18
6.17 抗冻性指标	18
6.18 压力泌水率比	19
6.19 安定性	19
6.20 渗透高度比	20
6.21 吸水量比(48 h)	20
6.22 负温抗压强度比	21

6.23	负温收缩率比	21
6.24	负温渗透高度比	22
6.25	50次冻融强度损失率比	22
7	检验规则	23
7.1	批号	23
7.2	取样	23
7.3	检验分类	23
7.4	判定规则	24
8	产品说明书、包装、出厂、运输与贮存	24
8.1	产品说明书	24
8.2	包装	25
8.3	出厂	25
8.4	运输与贮存	25
附录 A (规范性)	混凝土外加剂性能检验用基准水泥技术条件	26
A.1	一般规定	26
A.2	品质指标	26
A.3	试验方法	26
A.4	检验规则	27
A.5	包装及储运	27
附录 B (规范性)	混凝土外加剂性能检验专用机制砂技术条件	28
B.1	一般规定	28
B.2	品质指标	28
B.3	试验方法	28
B.4	检验规则	28
B.5	包装及储运	29
附录 C (资料性)	混凝土外加剂信息	30
C.1	外加剂品种和特点	30
C.2	外加剂主要功能	31
C.3	影响水泥和外加剂相容性的主要因素	32
C.4	外加剂掺量	32
C.5	外加剂应用注意事项	32

前 言

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

本文件代替 GB 8076—2008《混凝土外加剂》，与 GB 8076—2008 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了本文件的范围，增加了防水剂和防冻剂(见第 1 章，2008 年版的第 1 章)；
- b) 增加了外加剂的标记(见 4.2)；
- c) 增加了防水剂的代号、技术要求、试样数量和试验方法(见 4.1、5.2.9、6.5.3、6.19、6.20、6.21)；
- d) 增加了防冻剂的代号、技术要求、试样数量和试验方法(见 4.1、5.2.10、6.5.3、6.22、6.23、6.24、6.25)；
- e) 更改了氯离子含量要求和试验方法(见 5.1.1、6.6，2008 年版的 5.2、6.7.1)；
- f) 增加了释放氨含量、残留甲醛含量要求和试验方法(见 5.1.2、5.1.3、6.7、6.8)；
- g) 更改了高性能减水剂的含气量和凝结时间之差要求(见 5.2.1，2008 年版的 5.1)；
- h) 删除了高效减水剂的泌水率比要求(见 2008 年版的 5.1)；
- i) 更改了引气减水剂的含气量要求，更改“相对耐久性(200 次)”为“抗冻性指标”(见 5.2.4，2008 年版的 5.1)；
- j) 更改了泵送剂的坍落度 1 h 经时变化量要求(见 5.2.5，2008 年版的 5.1)，增加了压力泌水率比的要求、试样数量和试验方法(见 5.2.5、6.5.3、6.18)；
- k) 更改了早强剂的凝结时间之差要求(见 5.2.6，2008 年版的 5.1)，删除了泌水率比要求(见 2008 年版的 5.1)，增加了减水率要求和试样数量(见 5.2.6、6.5.3)；
- l) 删除了缓凝剂的泌水率比要求(见 2008 年版的 5.1)，增加了减水率要求和试样数量(见 5.2.7、6.5.3)；
- m) 更改了引气剂的含气量要求(见 5.2.8，2008 年版的 5.1)，删除了泌水率比要求(见 2008 年版的 5.1)，更改“相对耐久性(200 次)”为“抗冻性指标”(见 5.2.8，2008 年版的 5.1)；
- n) 增加了试验用湖砂、机制砂(见 6.2.2.2)，增加了混凝土外加剂性能检验专用机制砂技术要求(见附录 B)；
- o) 更改了测定受检混凝土 1 h 含气量的留样数量和搅拌方法(见 6.4、6.12.2，2008 年版的 6.5.4.2)；
- p) 更改了测定受检混凝土 1 h 坍落度的留样数量和搅拌方法(见 6.4、6.14.2，2008 年版的 6.5.1.2)；
- q) 增加了试件制作和泌水率测定时对振动的要求(见 6.5.1、6.11.1)，更改了含气量测定时对振动的要求(见 6.12.1，2008 年版的 6.5.4.1)；
- r) 更改了测定坍落度 1 h 经时变化量、含气量、含气量 1 h 经时变化量、抗冻性指标所需试样数量(见 6.5.3，2008 年版的 6.4.2)；
- s) 增加了线性回归方法确定凝结时间的规定(见 6.13.1)；
- t) 增加了收缩率比测定时三批试验结果的数据处理方法(见 6.16)；
- u) 更改了批号及取样、试样及留样的要求(见 7.1、7.2，2008 年版的 7.1、7.2)，删除了复验的要求(见 2008 年版的 7.5)；
- v) 更改了出厂检验项目(见 7.3.1，2008 年版的 7.3.1)；
- w) 更改了型式检验项目和判定规则(见 7.3.2、7.4.2，2008 年版的 7.3.2、7.4.2)；

x) 更改了水泥熟料中硅酸三钙和铝酸三钙含量的计算公式(见附录 A,2008 年版的附录 A),增加了水泥中碱含量的计算公式(见附录 A);

y) 删除了混凝土外加剂中氯离子含量的测定方法(见 2008 年版的附录 B)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国建筑材料联合会提出。

本文件由全国水泥制品标准化技术委员会(SAC/TC 197)归口。

本文件起草单位:中国建筑材料科学研究总院有限公司、中国国检测试控股集团股份有限公司、天津市建筑科学研究院有限公司、哈尔滨学院、浙江五龙新材股份有限公司、中铁检验认证中心有限公司、黑龙江省城乡建设研究所、沈阳市依力达建筑外加剂厂、山西黄河新型化工有限公司、江苏奥莱特新材料股份有限公司、南京瑞迪高新技术有限公司、中建材中研益科技有限公司、山东建科建筑材料有限公司、安徽海螺材料科技股份有限公司、贵州石博士科技股份有限公司、中建材中岩科技有限公司、唐山宏实科技有限公司、科之杰新材料集团有限公司、广东汇强外加剂有限公司、上海市建筑科学研究院有限公司、五家渠格辉新材料有限责任公司、江苏苏博特新材料股份有限公司、运城市综合检验检测中心、山西桑穆斯建材化工有限公司、焦作千业新材料有限公司、浙江大东吴集团建设新材料有限公司、贵州天威建材科技有限责任公司、广西科达新材料集团有限公司、山西铁力建材有限公司、中国水利水电第三工程局有限公司、广州市建筑科学研究院集团有限公司、河南省楷澄新型材料有限公司、中国建筑科学研究院有限公司、德州中科新材料有限公司、佛山市瑞龙新型建材有限公司、深圳市迈地砼外加剂有限公司、山东正珩新材料科技有限责任公司、北京工业大学、西安同成建筑科技有限责任公司、宁夏公路工程质量检测中心(有限公司)、新疆建设工程质量安全检测中心(有限责任公司)、武汉苏博新型建材有限公司、广东红墙新材料股份有限公司、天津市飞龙砼外加剂有限公司、同济大学、交通运输部公路科学研究所、河北思动环保科技有限公司、山西格瑞特建筑科技股份有限公司、安徽森普新型材料发展有限公司、河南省科之创工程材料有限公司、北京建筑大学、山西佳维新材料股份有限公司、江苏超力建材科技有限公司、山西科腾环保新材料股份有限公司、宁夏固海水利建筑安装工程有限公司、长沙千巽新材料科技有限公司、四川同舟化工科技有限公司、厦门宏发先科新型建材有限公司、山西琪轩建材有限公司、福建黄腾建材有限公司、陕西世纪博远建材有限公司、中建西部建设新材料科技有限公司、北京市成城交大建材有限公司、东方雨虹建材(广东)有限公司、宁夏正禹工程技术有限公司、山西谷山建材有限公司、四川铁科新型建材有限公司、合肥工大工程试验检测有限责任公司、江西省萍乡市联友建材有限公司、中铁四局集团有限公司、安徽中铁工程材料科技有限公司、山西杰克科技有限公司、嘉善华睿建材有限公司、嘉善华豪建材有限公司、北京市建筑工程研究院有限责任公司、广东建盛高新材料有限公司、南京福盛新材料有限公司、中铁九局集团工程检测试验有限公司、浙江交工金筑交通建设有限公司、山西虎邦新型建材有限公司、广州市克来斯特建材科技有限公司、中国水利水电第十一工程局有限公司。

本文件主要起草人:王玲、王振地、张萍、赵霞、朱卫中、李彬、王阳¹⁾、沈平邦、韩红良、丁继英、王军伟、李昊、江守恒、王立巍、郭忠义、李伟、祝烨然、白杰、蔡贵生、陈烽、陈杰、马强、韩刚、方云辉、林泽坚、张惠、李书刚、杨勇、孙超渊、张小卫、金利学、刘远、周武、郭文斌、靳杰、李东锋、钟开红、常远、吕军刚、李延华、仲以林、陈凯、闫孝伟、刘晓、钟佳墙、吴潇、王永周、刘浩、周芬、赵利华、贾雷、孙振平、田波、李立辉、黄靖、李海宝、乔醴峰、傅曹辉、郑强锋、王琴、王英维、牛引生、马文波、马兴盛、王阳²⁾、杨志飞、郭正辉、薛超、王爱军、柴建华、杨磊、郝鹏飞、龙俊余、贾冬、高振慧、陈景、李沫然、李立君、蒙娇、肖艳飞、朱力、范冬冬、王琪、金真、王茂林、王靖、卢伟雄、严维民、张磊、张华献、张殿虎、雷斌、罗伟。

本文件于 1987 年首次发布,1997 年第一次修订,2008 年第二次修订,本次为第三次修订。

1) 中国国检测试控股集团股份有限公司。

2) 长沙千巽新材料科技有限公司。

混凝土外加剂

1 范围

本文件规定了混凝土外加剂(以下简称“外加剂”)的分类、代号、标记、技术要求、试验方法、检验规则、产品说明书、包装、出厂、运输与贮存。

本文件适用于水泥混凝土用高性能减水剂、高效减水剂、普通减水剂、引气减水剂、泵送剂、早强剂、缓凝剂、引气剂、混凝土防水剂(以下简称“防水剂”)和混凝土防冻剂(以下简称“防冻剂”)的生产和检验。

2 规范性引用文件

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

- GB/T 176 水泥化学分析方法
- GB/T 750 水泥压蒸安定性试验方法
- 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 6679 固体化工产品采样通则
- GB/T 6680 液体化工产品采样通则
- GB/T 8074 水泥比表面积测定方法 勃氏法
- GB/T 8075 混凝土外加剂术语
- GB/T 8077 混凝土外加剂匀质性试验方法
- GB/T 14684 建设用砂
- GB/T 14685 建设用卵石、碎石
- GB/T 18588 混凝土外加剂中释放氨的测试方法
- GB/T 31040 混凝土外加剂中残留甲醛的测试方法
- 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
- JC/T 729 水泥净浆搅拌机
- JG/T 244 混凝土试验用搅拌机
- JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程
- JGJ 63 混凝土用水标准

3 术语和定义

GB/T 8075 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

释放氨 emitted ammonia

外加剂在碱性环境下释放出的氨。

3.2

残留甲醛 residual formaldehyde

外加剂中以游离态存在的甲醛和聚甲醛解聚的甲醛。

[来源:GB/T 31040—2014,3.2,有修改]

3.3

引气减水剂 air entraining and water reducing admixture

以减水为主要功能、引气为次要功能的外加剂。

3.4

基准混凝土 reference concrete

符合本文件试验条件规定的、未掺有外加剂的混凝土。

[来源:GB/T 8075—2017,6.13]

注:根据其配合比不同,包括基准混凝土 I 和基准混凝土 II 两种。

3.5

受检混凝土 test concrete

符合本文件试验条件规定的、掺有外加剂的混凝土。

[来源:GB/T 8075—2017,6.14,有修改]

3.6

压力泌水率比 ratio of bleeding rate at pressure

掺加泵送剂的受检混凝土压力泌水率与基准混凝土压力泌水率之比。

[来源:GB/T 8075—2017,5.12.2,有修改]

3.7

吸水量比 ratio of water absorption

掺加防水剂的受检混凝土吸水量与基准混凝土吸水量之比。

[来源:GB/T 8075—2017,5.39,有修改]

3.8

负温抗压强度比 ratio of compressive strength at subzero temperature

掺加防冻剂的负温养护受检混凝土的抗压强度与标准养护 28 d 基准混凝土的抗压强度之比。

3.9

负温收缩率比 ratio of shrinkage at subzero temperature

掺加防冻剂的负温养护受检混凝土的收缩率与基准混凝土的收缩率之比。

3.10

负温渗透高度比 ratio of penetration height at subzero temperature

掺加防冻剂的负温养护受检混凝土的渗水高度与基准混凝土的渗水高度之比。

3.11

抗冻性指标 index of frost resistance

经抗冻试验后,掺加引气剂或引气减水剂的受检混凝土的相对动弹性模量。

注:抗冻试验为快冻法 200 次冻融循环。

3.12

基准水泥 reference cement

符合本文件附录 A 规定的、专门用于检验外加剂性能的水泥。

[来源:GB/T 8075—2017,6.10,有修改]

3.13

专用机制砂 specialized manufactured sand

符合本文件附录 B 规定的、专门用于检验外加剂性能的机制砂。

4 分类、代号与标记

4.1 分类和代号

4.1.1 外加剂按照状态分为液体外加剂(代号为 L)和固体外加剂(代号为 S)。

4.1.2 外加剂按主要功能划分的品种、型号和产品代号见表 1。

表 1 外加剂的品种、型号和产品代号

序号	品种	型号	产品代号
1	高性能减水剂	早强型	HPWR-A
		标准型	HPWR-S
		缓凝型	HPWR-R
2	高效减水剂	标准型	HWR-S
		缓凝型	HWR-R
3	普通减水剂	早强型	WR-A
		标准型	WR-S
		缓凝型	WR-R
4	引气减水剂	—	AEWR
5	泵送剂	—	PA
6	早强剂	—	Ac
7	缓凝剂	—	Re
8	引气剂	—	AE
9	防水剂	—	WrA-C
10	防冻剂	规定温度为-5℃	AfA-C(-5℃)
		规定温度为-10℃	AfA-C(-10℃)
		规定温度为-15℃	AfA-C(-15℃)

4.2 标记

外加剂标记按产品状态、产品代号、执行文件编号的顺序表示。

示例 1: 符合本文件的液体早强型高性能减水剂标记为:

L-HPWR-A GB/T 8076—2025

示例 2：符合本文件的液体混凝土防水剂标记为：

L-WrA-C GB/T 8076—2025

示例 3：符合本文件的规定温度为 -15 °C 的固体混凝土防冻剂标记为：

S-AfA-C(-15 °C) GB/T 8076—2025

5 技术要求

5.1 理化性能

5.1.1 氯离子含量

配置钢筋、埋有金属件、掺有金属纤维的混凝土和砂浆使用的外加剂，氯离子含量（以质量分数计）应不大于 0.10%。

5.1.2 释放氨含量

建(构)筑物的室内和地下空间混凝土中使用的外加剂，释放氨含量（以质量分数计）应不大于 0.10%。

5.1.3 残留甲醛含量

建(构)筑物的室内和地下空间混凝土中使用的外加剂，残留甲醛含量（以折固含量计）应不大于 500 mg/kg。

5.1.4 匀质性指标

外加剂的匀质性应符合表 2 的规定。

表 2 外加剂的匀质性指标要求

序号	项目		要求	
			液体 L	固体 S
1	含固量	$S > 25\%$	0.95 S ~ 1.05 S	—
		$S \leq 25\%$	0.90 S ~ 1.10 S	—
2	密度/(g/cm ³)	$D > 1.10$	$D \pm 0.03$	—
		$D \leq 1.10$	$D \pm 0.02$	—
3	含水率	$W > 5\%$	—	0.90 W ~ 1.10 W
		$W \leq 5\%$	—	0.80 W ~ 1.20 W
4	细度		—	应在生产厂控制范围内
5	碱含量		不超过生产厂控制值	
6	硫酸钠含量		不超过生产厂控制值	
7	pH 值		应在生产厂控制范围内	

注 1：生产厂控制值和生产厂控制范围由生产厂在相关技术资料中明示。

注 2：表中的 S、D 和 W 分别为生产厂提供的外加剂含固量、密度和含水率的控制值。

5.2 受检混凝土性能

5.2.1 高性能减水剂

掺加高性能减水剂的受检混凝土性能应符合表 3 的规定。

表 3 掺加高性能减水剂的受检混凝土的性能要求

序号	类别	项目		要求			试验方法 ^a
				早强型 HPWR-A	标准型 HPWR-S	缓凝型 HPWR-R	
1	混凝土拌合物性能	减水率		≥25%			6.10
2		泌水率比		≤50%	≤60%	≤70%	6.11
3		含气量		≤4.5%			6.12
4		凝结时间之差/min	初凝	-90~+60	-90~+120	>+90	6.13
			终凝	-90~+60	-90~+120	—	
5	坍落度 1 h 经时变化量/mm		—	≤80	≤60	6.14	
6	硬化混凝土性能	抗压强度比	1 d	≥180%	≥170%	—	6.15
			3 d	≥170%	≥160%	—	
			7 d	≥145%	≥150%	≥140%	
			28 d	≥130%	≥140%	≥130%	
7	收缩率比		≤110%			6.16	
注 1：除“减水率”“含气量”和“坍落度 1 h 经时变化量”外，表中其他数据为受检混凝土与基准混凝土对应性能指标的差值或比值。“含气量”和“坍落度 1 h 经时变化量”为受检混凝土性能指标。 注 2：“凝结时间之差”中的“-”号表示受检混凝土比基准混凝土凝结时间提前，“+”号表示凝结时间延缓。							
^a 高性能减水剂检验应采用基准混凝土 I。							

5.2.2 高效减水剂

掺加高效减水剂的受检混凝土性能应符合表 4 的规定。

表 4 掺加高效减水剂的受检混凝土的性能要求

序号	类别	项目		要求		试验方法 ^a
				标准型 HWR-S	缓凝型 HWR-R	
1	混凝土拌合物性能	减水率		≥14%		6.10
2		含气量		≤3.0%	≤4.5%	6.12
3		凝结时间之差/min	初凝	-90~+120	>+90	6.13
	终凝		-90~+120	—		

表 4 掺加高效减水剂的受检混凝土的性能要求（续）

序号	类别	项目		要求		试验方法 ^a
				标准型 HWR-S	缓凝型 HWR-R	
4	硬化混凝土性能	抗压强度比	1 d	≥140%	—	6.15
			3 d	≥130%	—	
			7 d	≥125%	≥125%	
			28 d	≥120%	≥120%	
5		收缩率比		≤135%		6.16
<p>注 1：除“减水率”和“含气量”外，表中其他数据为受检混凝土与基准混凝土对应性能指标的差值或比值。“含气量”为受检混凝土性能指标。</p> <p>注 2：“凝结时间之差”中的“—”号表示受检混凝土比基准混凝土凝结时间提前，“+”号表示凝结时间延缓。</p>						
^a 高效减水剂检验应采用基准混凝土 II。						

5.2.3 普通减水剂

掺加普通减水剂的受检混凝土性能应符合表 5 的规定。

表 5 掺加普通减水剂的受检混凝土的性能要求

序号	类别	项目		要求			试验方法 ^a
				早强型 WR-A	标准型 WR-S	缓凝型 WR-R	
1	混凝土拌合物性能	减水率		≥8%			6.10
2		泌水率比		≤95%	≤100%	≤100%	6.11
3		含气量		≤4.0%	≤4.0%	≤5.5%	6.12
4		凝结时间之差/min	初凝	-90~+90	-90~+120	>+90	6.13
	终凝		-90~+90	-90~+120	—		
5	硬化混凝土性能	抗压强度比	1 d	≥135%	—	—	6.15
			3 d	≥130%	≥115%	—	
			7 d	≥110%	≥115%	≥110%	
			28 d	≥100%	≥110%	≥110%	
6		收缩率比		≤135%			6.16
<p>注 1：除“减水率”和“含气量”外，表中其他数据为受检混凝土与基准混凝土对应性能指标的差值或比值。“含气量”为受检混凝土性能指标。</p> <p>注 2：“凝结时间之差”中的“—”号表示受检混凝土比基准混凝土凝结时间提前，“+”号表示凝结时间延缓。</p>							
^a 普通减水剂检验应采用基准混凝土 II。							

5.2.4 引气减水剂

掺加引气减水剂的受检混凝土性能应符合表 6 的规定。

表 6 掺加引气减水剂的受检混凝土的性能要求

序号	类别	项目	要求	试验方法 ^a	
1	混凝土 拌合物 性能	减水率	$\geq 10\%$	6.10	
2		泌水率比	$\leq 70\%$	6.11	
3		含气量	$\geq 3.5\%$	6.12	
4		含气量 1 h 经时变化量	$-1.5\% \sim +1.5\%$	6.12	
5		凝结时间之差/min	初凝	$-90 \sim +120$	6.13
	终凝		$-90 \sim +120$		
6	硬化 混凝土 性能	抗压强度比	3 d	$\geq 115\%$	6.15
			7 d	$\geq 110\%$	
			28 d	$\geq 100\%$	
7		收缩率比	$\leq 135\%$	6.16	
8		抗冻性指标	$\geq 80\%$	6.17	
<p>注 1：除“减水率”“含气量”“含气量 1 h 经时变化量”和“抗冻性指标”外，表中其他数据为受检混凝土与基准混凝土对应性能指标的差值或比值。“含气量”“含气量 1 h 经时变化量”和“抗冻性指标”为受检混凝土性能指标。</p> <p>注 2：“凝结时间之差”中的“-”号表示受检混凝土比基准混凝土凝结时间提前，“+”号表示凝结时间延缓。</p> <p>注 3：“含气量 1 h 经时变化量”中的“-”号表示受检混凝土经过 1 h 含气量增加，“+”号表示含气量减小。</p> <p>注 4：“抗冻性指标$\geq 80\%$”表示 28 d 龄期受检混凝土试件经快速法冻融循环 200 次后的相对动弹性模量$\geq 80\%$。</p>					
^a 引气减水剂检验应采用基准混凝土 II。					

5.2.5 泵送剂

掺加泵送剂的受检混凝土性能应符合表 7 的规定。

表 7 掺加泵送剂的受检混凝土的性能要求

序号	类别	项目	要求	试验方法 ^a	
1	混凝土 拌合物 性能	减水率	$\geq 12\%$	6.10	
2		泌水率比	$\leq 70\%$	6.11	
3		压力泌水率比	$\leq 90\%$	6.18	
4		含气量	$\leq 5.5\%$	6.12	
5		坍落度 1 h 经时变化量/mm	≤ 60	6.14	
6	硬化 混凝土 性能	抗压强度比	7 d	$\geq 115\%$	6.15
			28 d	$\geq 110\%$	
7		收缩率比	$\leq 135\%$	6.16	
<p>注：除“减水率”“含气量”和“坍落度 1 h 经时变化量”外，表中其他数据为受检混凝土与基准混凝土对应性能指标的差值或比值。“含气量”和“坍落度 1 h 经时变化量”为受检混凝土性能指标。</p>					
^a 泵送剂检验应采用基准混凝土 I。					

5.2.6 早强剂

掺加早强剂的受检混凝土性能应符合表 8 的规定。

表 8 掺加早强剂的受检混凝土的性能要求

序号	类别	项目		要求	试验方法 ^a
1	混凝土拌合物性能	减水率		$\leq 8\%$	6.10
2		凝结时间之差/min	初凝	$\leq +90$	6.13
3	硬化混凝土性能	抗压强度比	1 d	$\geq 135\%$	6.15
			3 d	$\geq 130\%$	
			7 d	$\geq 110\%$	
			28 d	$\geq 100\%$	
4	收缩率比		$\leq 135\%$	6.16	
注 1：除“减水率”外，表中其他数据为受检混凝土与基准混凝土对应性能指标的差值或比值。 注 2：“凝结时间之差”中的“-”号表示受检混凝土比基准混凝土凝结时间提前，“+”号表示凝结时间延缓。					
^a 早强剂检验应采用基准混凝土 II。					

5.2.7 缓凝剂

掺加缓凝剂的受检混凝土性能应符合表 9 的规定。

表 9 掺加缓凝剂的受检混凝土的性能要求

序号	类别	项目		要求	试验方法 ^a
1	混凝土拌合物性能	减水率		$\leq 8\%$	6.10
2		凝结时间之差/min	初凝	$> +90$	6.13
3	硬化混凝土性能	抗压强度比	7 d	$\geq 100\%$	6.15
			28 d	$\geq 100\%$	
4	收缩率比		$\leq 135\%$	6.16	
注 1：除“减水率”外，表中其他数据为受检混凝土与基准混凝土对应性能指标的差值或比值。 注 2：“凝结时间之差”中的“-”号表示受检混凝土比基准混凝土凝结时间提前，“+”号表示凝结时间延缓。					
^a 缓凝剂检验应采用基准混凝土 II。					

5.2.8 引气剂

掺加引气剂的受检混凝土性能应符合表 10 的规定。

表 10 掺加引气剂的受检混凝土的性能要求

序号	类别	项目	要求	试验方法 ^a	
1	混凝土 拌合物 性能	减水率	$\geq 6\%$	6.10	
2		含气量	$\geq 3.5\%$	6.12	
3		含气量 1 h 经时变化量	$-1.5\% \sim +1.5\%$	6.12	
4		凝结时间之差/min	初凝	$-90 \sim +120$	6.13
	终凝		$-90 \sim +120$		
5	硬化 混凝土 性能	抗压强度比	3 d	$\geq 95\%$	6.15
			7 d	$\geq 95\%$	
			28 d	$\geq 90\%$	
6		收缩率比	$\leq 135\%$	6.16	
7		抗冻性指标	$\geq 80\%$	6.17	
<p>注 1：除“减水率”“含气量”“含气量 1 h 经时变化量”和“抗冻性指标”外，表中其他数据为受检混凝土与基准混凝土对应性能指标的差值或比值。“含气量”“含气量 1 h 经时变化量”和“抗冻性指标”为受检混凝土性能指标。</p> <p>注 2：“凝结时间之差”中的“-”号表示受检混凝土比基准混凝土凝结时间提前，“+”号表示凝结时间延缓。</p> <p>注 3：“含气量 1 h 经时变化量”中的“-”号表示受检混凝土经过 1 h 含气量增加，“+”号表示含气量减小。</p> <p>注 4：“抗冻性指标$\geq 80\%$”表示 28 d 龄期受检混凝土试件经快速法冻融循环 200 次后相对动弹性模量$\geq 80\%$。</p>					
^a 引气剂检验应采用基准混凝土 II。					

5.2.9 防水剂

掺加防水剂的净浆和受检混凝土性能应符合表 11 的规定。

表 11 掺加防水剂的净浆和受检混凝土的性能要求

序号	类别	项目	要求	试验方法 ^a
1	净浆性能	安定性	沸煮法合格 压蒸法合格	6.19
2	混凝土 拌合物 性能	减水率	$\leq 14\%$	6.10
3		泌水率比	$\leq 50\%$	6.11
4		凝结时间之差/min	初凝	≥ -90
5	抗压强度比		3 d	$\geq 90\%$
		7 d	$\geq 100\%$	
		28 d	$\geq 90\%$	
6	硬化 混凝土 性能	收缩率比	$\leq 135\%$	6.16
7		渗透高度比	$\leq 45\%$	6.20
8		吸水量比(48 h)	$\leq 65\%$	6.21
<p>注 1：除“安定性”和“减水率”外，表中所列其他数据为受检混凝土与基准混凝土对应性能指标的差值或比值。“安定性”为掺加防水剂的水泥净浆性能指标。</p> <p>注 2：“凝结时间之差”中的“-”号表示受检混凝土比基准混凝土凝结时间提前，“+”号表示凝结时间延缓。</p>				
^a 防水剂的渗透高度比检验应采用基准混凝土 I，其他性能检验应采用基准混凝土 II。				

5.2.10 防冻剂

掺加防冻剂的受检混凝土性能应符合表 12 的规定。

表 12 掺加防冻剂的受检混凝土的性能要求

序号	类别	项目		要求			试验方法 ^a
				AfA-C(-5℃)	AfA-C(-10℃)	AfA-C(-15℃)	
1	混凝土拌合物性能	减水率		≥10%			6.10
2		泌水率比		≤80%			6.11
3		含气量		≥2.5%			6.12
4		凝结时间之差/min	初凝 终凝	-150~+150			6.13
5	硬化混凝土性能	抗压强度比	28 d	≥95%	≥95%	≥90%	6.15
6		负温抗压强度比	R_{-7}	≥20%	≥10%	≥8%	6.22
			R_{-28}	≥60%	≥40%	≥20%	
			R_{-7+28}	≥90%	≥85%	≥80%	
			R_{-7+56}	≥100%			
7	负温收缩率比		≤135%			6.23	
8	负温渗透高度比		≤100%			6.24	
9	50次冻融强度损失率比		≤100%			6.25	
<p>注 1：除“减水率”和“含气量”外，表中所列其他数据为受检混凝土与基准混凝土对应性能指标的差值或比值。 “含气量”为受检混凝土性能指标。</p> <p>注 2：“凝结时间之差”中的“-”号表示受检混凝土比基准混凝土凝结时间提前，“+”号表示凝结时间延缓。</p> <p>注 3：“50次冻融强度损失率比”为采用慢冻法冻融试验 50 次的试验结果。</p>							
<p>^a 防冻剂检验应采用基准混凝土 II。</p>							

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 理化性能

符合 GB/T 8077 的规定。

6.1.2 受检混凝土性能

混凝土材料及成型室环境温度应控制在(20±3)℃，相对湿度≥50%。标准养护室或标准养护箱温度应控制在(20±2)℃，相对湿度≥95%。负温养护冰室或冰箱内的温度控制在规定温度±1℃。

6.2 试验用材料和样品

6.2.1 理化性能

符合 GB/T 8077 的规定。

6.2.2 受检混凝土性能

6.2.2.1 水泥

符合附录 A 规定的基准水泥。

6.2.2.2 砂

可选用天然砂(河砂、湖砂)或机制砂,报告中应明示试验用砂的类型。如有争议,以河砂试验结果为准。

河砂和湖砂应符合 GB/T 14684 中级配区为 2 区、细度模数为 2.6~2.9 的中砂要求,且含泥量应小于 1%。

机制砂应为符合附录 B 规定的外加剂性能检验专用机制砂。

注:湖砂是指产自淡水湖泊的天然砂。

6.2.2.3 石

符合 GB/T 14685 中颗粒级配满足 5 mm~20 mm 连续级配要求的碎石或卵石,允许采用单粒级 5 mm~10 mm 和 10 mm~20 mm 按质量比 40:60 混合并满足连续级配要求。针、片状颗粒含量小于 10%,空隙率小于 47%,碎石泥粉含量或卵石含泥量小于 0.5%。如有争议,以碎石结果为准。

6.2.2.4 水

符合 JGJ 63 中混凝土拌合用水的技术要求。

6.2.2.5 外加剂

受检外加剂。

6.3 混凝土配合比

6.3.1 基准混凝土

基准混凝土的配合比按 JGJ 55 进行设计。基准混凝土的适用范围、配合比参数和性能应符合表 13 的规定。

表 13 基准混凝土适用范围、配合比参数和性能

项目	基准混凝土 I	基准混凝土 II
适用范围	高性能减水剂、泵送剂、防水剂(渗透高度比试验)	高效减水剂、普通减水剂、引气减水剂、早强剂、缓凝剂、引气剂、防冻剂、防水剂(除渗透高度比外的其他性能试验)

表 13 基准混凝土适用范围、配合比参数和性能 (续)

项目		基准混凝土 I	基准混凝土 II
配合比参数和性能	水泥用量	360 kg/m ³	330 kg/m ³
	砂率	43%~47%	36%~40%
	用水量 ^a	坍落度(210±10)mm 的最小用水量	坍落度(80±10)mm 的用水量
	坍落度	(210±10)mm	(80±10)mm
	含气量	≤2.0%	≤2.0%
^a 在进行坍落度(210±10)mm 的最小用水量试验时,由于此状态下坍落度随用水量变化的幅度不明显,因此在混凝土坍落度达到(210±10)mm 的控制范围后,应继续按照单位用水量每次减少 5 kg/m ³ 的幅度逐步降低用水量,直至坍落度超出(210±10)mm 的控制范围,最终确定符合要求的最小用水量。			

6.3.2 受检混凝土

受检混凝土配合比应符合下列规定:

- 掺非引气型外加剂的受检混凝土和其对应的基准混凝土的水泥、砂、石的比例相同;
- 水泥用量:掺高性能减水剂、泵送剂、防水剂(渗透高度比试验)的受检混凝土的水泥用量为 360 kg/m³,掺其他外加剂的受检混凝土的水泥用量为 330 kg/m³;
- 砂率:掺引气减水剂或引气剂的受检混凝土砂率比其对应的基准混凝土的砂率低 1%~3%,掺其他外加剂的受检混凝土砂率与其对应的基准混凝土的砂率相同;
- 用水量:掺高性能减水剂、泵送剂或防水剂(渗透高度比试验)的受检混凝土坍落度控制在(210±10)mm,用水量为坍落度在(210±10)mm 时的最小用水量;掺其他外加剂的受检混凝土的坍落度控制在(80±10)mm,用水量为坍落度在(80±10)mm 时的用水量;用水量包括液体外加剂、砂、石材料中所含的水量;
- 外加剂掺量:应以生产厂提供的推荐检验掺量采用外掺法加入。

注 1: 推荐检验掺量是供应方提供给检验机构的、用于按照产品标准评定外加剂产品质量的掺量。

注 2: 外掺法以外加剂质量占胶凝材料质量的百分比来计算外加剂用量。

6.4 混凝土搅拌

采用符合 JG/T 244 规定的公称容量为 60 L 的单卧轴强制式搅拌机。搅拌机每次拌合量应不少于 20 L,宜不大于 45 L。

外加剂为固体时,将水泥、砂、石、外加剂一次投入搅拌机,干拌 8 s~12 s,再加入拌合水,一起搅拌 2 min。外加剂为液体时,将水泥、砂、石一次投入搅拌机,干拌 8 s~12 s,再加入掺有外加剂的拌合水一起搅拌 2 min。出料后,先在铁板上人工翻拌均匀后再进行试验。需要测定坍落度 1 h 经时变化量和含气量 1 h 经时变化量的,应预留不少于 20 L 的混凝土拌合物,放置于容器中,加盖静置备用。

6.5 混凝土试件制作、养护及试样数量

6.5.1 试件制作

混凝土试件制作按 GB/T 50081 的规定进行,试件最小横截面尺寸为 100 mm×100 mm。用振动台振实制作试件时,试模应附着或固定在振动台上,振动时应防止试模在振动台上自由跳动。混凝土坍落度为(210±10)mm 时,振动时间为 4 s~8 s;坍落度为(80±10)mm 时,振动时间为 10 s~15 s。试

件成型抹面后应立即用塑料薄膜覆盖表面,或采取其他方法保持试件表面湿度。

6.5.2 试件养护

6.5.2.1 标准养护

下列试件应进行标准养护:

- 用于检验外加剂的抗压强度比、收缩率比、抗冻性指标、渗透高度比、吸水量比(48 h)的基准混凝土试件和受检混凝土试件;
- 用于检验防冻剂的负温抗压强度比、负温收缩率比、负温渗透高度比和 50 次冻融强度损失率比的基准混凝土试件。

混凝土试件先在温度为 $(20\pm 3)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度大于 50%的成型室内静置 $(24\pm 0.5)\text{h}$,拆模后立即移入标准养护室或标准养护箱内,按 GB/T 50081 的规定养护至规定龄期,再进行性能测定。

掺加缓凝型外加剂时,可适当延长拆模时间。

6.5.2.2 负温养护

检验防冻剂的负温抗压强度比、负温收缩率比、负温渗透高度比、50 次冻融强度损失率比的受检混凝土试件应在规定温度下进行负温养护。

负温养护按下列步骤进行:

- 负温养护的受检混凝土试件先在成型室温度下按表 14 规定的预养时间或度时积进行预养;
- 预养后,用塑料薄膜覆盖试件表面且不包裹模具侧面,然后立即带模移入冰箱(或冰室)中,放置在试件架上,试件架与试模的接触面积不宜超过试模底面的 1/5,试模与冰箱(或冰室)内壁之间应至少间隔 20 mm,试件架上各试模之间应至少间隔 30 mm;
- 使用冰箱养护时,箱体内试件放置层数不宜超过 3 层,每层之间至少间隔 30 mm;
- 放置所有试件后,将冰箱(或冰室)环境温度在 4 h 内均匀地降至规定温度,并在负温养护期内保持稳定;
- 混凝土试件在规定温度下养护 7 d 或 28 d(从成型加水时间算起)后取出,脱模并将试件放置在 $(20\pm 3)^{\circ}\text{C}$ 环境温度下解冻,解冻时间应符合表 14 的规定;
- 试件解冻后,进行 -7 d 和 -28 d 负温抗压强度比试验,或转标准养护条件下养护至规定龄期后再进行 $-7\text{ d}+28\text{ d}$ 和 $-7\text{ d}+56\text{ d}$ 负温抗压强度比、负温收缩率比、负温渗透高度比和 50 次冻融强度损失率比试验。

表 14 不同规定温度下混凝土试件的预养时间和解冻时间

防冻剂的规定温度	预养时间	度时积 ^a	解冻时间
-5°C	6 h±10 min	180 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$	2 h±10 min
-10°C	5 h±10 min	150 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$	3 h±10 min
-15°C	4 h±10 min	120 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$	4 h±10 min
^a 试件预养时间也可利用公式 $M = \sum (T + 10) \Delta t$ 计算度时积来控制,式中: M ——度时积, T ——温度, Δt ——温度 T 的持续时间。			

6.5.3 试样数量

混凝土试验项目及试样数量应符合表 15 的规定。

表 15 混凝土试验项目及试样数量

序号	试验项目	外加剂类别	试样类别	试验所需试样的数量			
				混凝土拌合批数 ^a	每拌合批取样数量 ^b	基准混凝土取样数量	受检混凝土取样数量
1	减水率	各种外加剂	混凝土拌合物	3	1次	3次	3次
2	泌水率比	除高效减水剂、早强剂、缓凝剂、引气剂外的外加剂		3	1个	3个	3个
3	压力泌水率比	泵送剂		3	1个	3个	3个
4	含气量	除早强剂、缓凝剂、防水剂外的外加剂		3	1个	0个	3个
5	凝结时间之差	除泵送剂外的外加剂		3	1个	3个	3个
6	坍落度 1 h 经时变化量	高性能减水剂、泵送剂		3	1个	0个	3个
7	含气量 1 h 经时变化量	引气剂、引气减水剂		3	1个	0个	3个
8	抗压强度比	缓凝型高性能减水剂、缓凝型高效减水剂、缓凝型普通减水剂、泵送剂、缓凝剂等 5 种外加剂	硬化混凝土	3	6块	18块	18块
		标准型普通减水剂、引气减水剂、引气剂、防水剂等 4 种外加剂		3	9块	27块	27块
		早强型和标准型高性能减水剂、标准型高效减水剂、早强型普通减水剂、早强剂等 5 种外加剂		3	12块	36块	36块
		防冻剂		3	3块	9块	9块
9	负温抗压强度比	防冻剂	硬化混凝土	3	12块	0块	36块
10	收缩率比	除防冻剂外的外加剂	硬化混凝土	3	1条	3条	3条
11	负温收缩率比	防冻剂	硬化混凝土	3	1条	3条	3条
12	抗冻性指标	引气减水剂、引气剂	硬化混凝土	3	1条	0条	3条
13	渗透高度比	防水剂	硬化混凝土	1	6个	6个	6个
14	负温渗透高度比	防冻剂	硬化混凝土	1	6个	6个	6个
15	吸水量比(48 h)	防水剂	硬化混凝土	3	3块	9块	9块
16	50次冻融强度损失率比	防冻剂	硬化混凝土	1	6块	6块	6块
<p>注 1: 防冻剂“抗压强度比”试验龄期为 28 d, 每批基准混凝土取样为 3 块, 受检混凝土取样为 3 块。防冻剂“负温抗压强度比”试验中, 基准混凝土与“抗压强度比”试验的基准混凝土为同一组, 受检混凝土有 4 个龄期, 每批取样 12 块。</p> <p>注 2: “渗透高度比”和“负温渗透高度比”试验中, 因常用混凝土抗渗仪有 6 个试位, 一次只能放置 6 块混凝土, 基准混凝土和受检混凝土均从任一批中取 6 块。</p> <p>注 3: “50 次冻融强度损失率比”试验中, 基准混凝土和受检混凝土均从任一批中取 6 块, 3 块用于标准养护后混凝土强度测定, 3 块用于 50 次冻融循环后强度测定。</p>							
<p>^a 检验同一品种外加剂的三批混凝土的制作宜在开始试验一周内的不同日期完成。对比的基准混凝土和受检混凝土应同时成型。</p> <p>^b 试验前后应仔细观察试样, 有明显缺陷的试样和试验结果都应舍去。</p>							

6.6 氯离子含量

按 GB/T 8077 的规定进行试验。离子色谱法为仲裁方法。

6.7 释放氨含量

按 GB/T 18588 的规定进行试验。蒸馏后滴定法为仲裁方法。

6.8 残留甲醛含量

按 GB/T 31040 的规定进行试验。乙酰丙酮分光光度计法为仲裁方法。

6.9 含固量、密度、含水率、细度、碱含量、硫酸钠含量、pH 值

按 GB/T 8077 的规定进行试验。含固量测试有争议时,以真空干燥法为仲裁法。

6.10 减水率

减水率按式(1)计算,修约至 0.1%。

$$W_R = \frac{W_r - W_t}{W_r} \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

W_R ——减水率, %;

W_r ——基准混凝土用水量,单位为千克每立方米(kg/m^3);

W_t ——受检混凝土用水量,单位为千克每立方米(kg/m^3)。

减水率以三批试验结果的算术平均值表示,修约至 1%。三批试验的最大值或最小值中有一个与中间值之差超过中间值的 15%时,将最大值与最小值一并舍去,取中间值作为该外加剂的减水率;最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的 15%时,结果无效,应重新进行试验。

6.11 泌水率比

6.11.1 泌水率测定

基准混凝土和受检混凝土拌合物的泌水率按 GB/T 50080 的规定进行测定。混凝土拌合物试样装入容量筒,用振动台振实。混凝土坍落度为(210 ± 10)mm 时,振动时间为 4 s~8 s;坍落度为(80 ± 10)mm 时,振动时间为 10 s~15 s。试验时,从每批混凝土拌合物中各取一个试样测定泌水率,结果修约至 1%。

6.11.2 泌水率比测定

泌水率比按式(2)计算,修约至 1%。

$$R_B = \frac{B_t}{B_r} \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

R_B ——泌水率比, %;

B_t ——受检混凝土泌水率, %;

B_r ——基准混凝土泌水率, %。

泌水率比以三批试验结果的算术平均值表示,修约至 1%。三批结果的最大值或最小值与中间值

之差有一个超过中间值的 15% 时,将最大值与最小值一并舍去,取中间值作为该外加剂的泌水率比;最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的 15% 时,结果无效,应重新进行试验。

6.12 含气量和含气量 1 h 经时变化量

6.12.1 含气量测定

受检混凝土的含气量按 GB/T 50080 的规定进行测定。混凝土拌合物应一次装满并稍高于容器,用振动台振实。混凝土坍落度为(210±10)mm 时,振动时间为 4 s~8 s;坍落度为(80±10)mm 时,振动时间为 10 s~15 s。振实后,按仪器说明进行含气量测定。试验时,从每批混凝土拌合物中各取一个试样测定混凝土含气量,读数至 0.1%。

含气量以三批试验结果的算术平均值表示,修约至 0.1%。三批试验的最大值或最小值与中间值之差有一个与中间值之差超过 0.5% 时,将最大值与最小值一并舍去,取中间值作为该外加剂的试验结果;最大值和最小值与中间值之差均超过 0.5% 时,结果无效,应重新进行试验。

6.12.2 含气量 1 h 经时变化量测定

将预留的静置 1 h(从加水搅拌开始计时)的受检混凝土拌合物全部倒入搅拌机内,搅拌 20 s 后按照 6.12.1 的方法再次测定混凝土含气量。

受检混凝土含气量 1 h 经时变化量按式(3)进行计算,修约至 0.1%。

$$\Delta A = A_0 - A_{1h} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

ΔA ——含气量 1 h 经时变化量,%;

A_0 ——出机后测得的含气量,%;

A_{1h} ——静置 1 h 后测得的含气量,%。

含气量 1 h 经时变化量以三批试验结果的算术平均值表示,修约至 0.1%。三批试验的最大值或最小值与中间值之差有一个与中间值之差超过 0.5% 时,将最大值与最小值一并舍去,取中间值作为该外加剂的试验结果;最大值和最小值与中间值之差均超过 0.5% 时,结果无效,应重新进行试验。

6.13 凝结时间之差

6.13.1 凝结时间测定

基准混凝土和受检混凝土拌合物的凝结时间按 GB/T 50080 的规定进行测定。试验时,用公称粒径 4.75 mm 的方孔筛筛出混凝土拌合物中的砂浆,拌匀后装入上口内径为 160 mm、下口内径为 150 mm、净高为 150 mm 的刚性不透水金属圆筒中,砂浆表面应低于筒口约 10 mm,用振动台振实,约 3 s~5 s。振实后,立即将装有砂浆的金属圆筒加盖并置于(20±2)℃的环境中。

一般基准混凝土在成型后 3 h~4 h,掺早强剂、早强型高性能减水剂和早强型普通减水剂的受检混凝土在成型后 1 h~2 h,掺缓凝剂、缓凝型高性能减水剂、缓凝型高效减水剂和缓凝型普通减水剂的受检混凝土在成型后 4 h~6 h,掺其他外加剂的受检混凝土在成型后 3 h~4 h 开始测试,以后每 0.5 h 或 1 h 测试一次,但在临近初、终凝时应缩短测定间隔时间。每次测点应避开前一次测孔位置,相邻测孔的净距应大于测针直径的 2 倍且不小于 15 mm,测点与金属圆筒内壁的距离应不小于 25 mm。

测试时,将砂浆试样筒置于贯入阻力仪上,测针端部与砂浆表面接触,然后在(10±2)s 内均匀地使测针贯入砂浆(25±2)mm 深度。记录贯入阻力,读数至 10 N;记录测量时间,读数至 1 min。贯入阻力值按式(4)计算,修约至 0.1 MPa。

$$R = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

R ——单位面积贯入阻力值,单位为兆帕(MPa);

P ——贯入阻力,单位为牛(N);

A ——测针截面积,单位为平方毫米(mm²)。

凝结时间用绘图拟合方法确定。以贯入阻力值为纵坐标,从水泥与水接触时开始计算的测试时间为横坐标,绘制贯入阻力值与测试时间关系曲线,曲线上贯入阻力值为 3.5 MPa 时对应的时间为初凝时间,贯入阻力值为 28 MPa 时对应的时间为终凝时间。凝结时间结果以 min 表示,修约至 5 min。

凝结时间也可按 GB/T 50080 规定的线性回归方法确定。

6.13.2 凝结时间之差计算

凝结时间之差按式(5)计算,修约至 5 min。

$$\Delta T = T_t - T_r \dots\dots\dots (5)$$

式中:

ΔT ——凝结时间之差,单位为分(min);

T_t ——受检混凝土的初凝或终凝时间,单位为分(min);

T_r ——基准混凝土的初凝或终凝时间,单位为分(min)。

凝结时间之差以三批试验结果的算术平均值表示,修约至 5 min。三批试验结果的最大值或最小值与中间值之差有一个超过 30 min 时,把最大值与最小值一并舍去,取中间值作为该外加剂的凝结时间之差;最大值和最小值与中间值之差均超过 30 min 时,结果无效,应重新进行试验。

6.14 坍落度和坍落度 1 h 经时变化量

6.14.1 坍落度测定

基准混凝土和受检混凝土的坍落度按 GB/T 50080 的规定进行测定。坍落度为(210±10)mm 的混凝土,分两层装入坍落度筒内,每层装入高度为坍落度筒高度的一半,每层用插捣棒插捣 15 次。每批混凝土取一个试样进行坍落度试验。坍落度测试值修约至 5 mm。

6.14.2 坍落度 1 h 经时变化量测定和计算

将预留的静置 1 h(从加水搅拌开始计时)的受检混凝土拌合物全部倒入搅拌机内,搅拌 20 s 后按照坍落度测定方法再次测定混凝土坍落度。

受检混凝土坍落度 1 h 经时变化量按式(6)计算,修约至 5 mm。

$$\Delta SL = SL_0 - SL_{1h} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

ΔSL ——坍落度经时变化量,单位为毫米(mm);

SL_0 ——受检混凝土出机时测得的坍落度,单位为毫米(mm);

SL_{1h} ——受检混凝土 1 h 后测得的坍落度,单位为毫米(mm)。

坍落度 1 h 经时变化量以三批试验结果的算术平均值表示,修约至 5 mm。三批试验的最大值或最小值与中间值之差有一个超过 10 mm 时,将最大值和最小值一并舍去,取中间值作为该外加剂坍落度 1 h 经时变化量的试验结果;最大值和最小值与中间值之差均超过 10 mm 时,结果无效,应重新进行试验。

6.15 抗压强度比

龄期为 1 d、3 d、7 d 和 28 d 的基准混凝土和受检混凝土抗压强度按 GB/T 50081 的规定进行测定。抗压强度比按式(7)计算,修约至 1%。

$$R_{fr} = \frac{f_u}{f_r} \times 100 \dots\dots\dots(7)$$

式中:

- R_{fr} ——龄期 t (d)时的抗压强度比,%;
- f_u ——受检混凝土龄期 t (d)时的抗压强度,单位为兆帕(MPa);
- f_r ——基准混凝土龄期 t (d)时的抗压强度,单位为兆帕(MPa)。

抗压强度比以三批试验结果的算术平均值表示,修约至 1%。三批试验结果的最大值或最小值与中间值的差值超过中间值的 15%时,把最大值与最小值一并舍去,取中间值作为该外加剂在该龄期的抗压强度比试验结果;最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的 15%时,结果无效,应重新进行试验。

6.16 收缩率比

基准混凝土和受检混凝土的收缩率按 GB/T 50082 规定的接触法进行测定,按式(8)计算,修约至 1.0×10^{-6} 。

$$\epsilon = \frac{L_0 - L_{28}}{L_b} \times 100 \dots\dots\dots(8)$$

式中:

- ϵ ——从测定初始长度时算起,试验期为 28 d 的混凝土收缩率,%;
- L_0 ——试件长度的初始读数,单位为毫米(mm);
- L_{28} ——试件在试验期为 28 d 时测得的长度读数,单位为毫米(mm);
- L_b ——试件的测量标距,用混凝土收缩仪测量时应等于两测头内侧的距离,单位为毫米(mm)。

收缩率比按式(9)计算,修约至 1%。

$$R_\epsilon = \frac{\epsilon_t}{\epsilon_r} \times 100 \dots\dots\dots(9)$$

式中:

- R_ϵ ——收缩率比,%;
- ϵ_t ——受检混凝土的收缩率,%;
- ϵ_r ——基准混凝土的收缩率,%。

收缩率比以三批试验结果的算术平均值表示,修约至 1%。三批结果的最大值或最小值与中间值的差值超过中间值的 20%时,把最大值与最小值一并舍去,取中间值作为该外加剂收缩率比的试验结果;最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的 20%时,结果无效,应重新进行试验。

6.17 抗冻性指标

掺加引气剂或引气减水剂的受检混凝土试件在标准养护 28 d 后,按 GB/T 50082 规定的快冻法进行抗冻试验和相对动弹性模量测定。

每一拌合批受检混凝土制作 1 个抗冻试块,3 个拌合批共制作 3 个试块。抗冻性指标以 3 个试块经 200 次冻融循环后的相对动弹性模量的算术平均值表示,修约至 1%。最大值或最小值与中间值的差超过中间值的 15%时,把最大值与最小值一并舍去,取中间值作为该外加剂抗冻性指标的试验结果;

最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的 15% 时,结果无效,应重新进行试验。

6.18 压力泌水率比

6.18.1 压力泌水率测定

基准混凝土和受检混凝土拌合物的压力泌水率均按 GB/T 50080 的规定进行测定。应按压力泌水仪说明书提前确认混凝土拌合物受压 3.2 MPa 对应油压压力表的示值 P 。试验时,混凝土拌合物分两层装入压力泌水仪缸体内,分层插捣、敲击密实后,控制混凝土拌合物表面低于压力泌水仪缸体筒口 (30 ± 2) mm。应在 15 s 内将混凝土拌合物加压至油压表的示值 P ; 并应在 2 s 内打开泌水管阀门,同时开始计时,并保持恒压 P , 泌出的水接入烧杯中,移至 100 mL 量筒中读取泌水量,读数至 1 mL。试验时,从每批混凝土拌合物中各取一个试样测定压力泌水率,结果修约至 0.1%。

6.18.2 压力泌水率比测定

压力泌水率比按式(10)计算,修约至 1%。

$$R_{\text{Bp}} = \frac{B_{\text{Pt}}}{B_{\text{Pr}}} \times 100 \quad \dots\dots\dots(10)$$

式中:

R_{Bp} ——压力泌水率比,%;

B_{Pt} ——受检混凝土压力泌水率,%;

B_{Pr} ——基准混凝土压力泌水率,%。

压力泌水率比以三批试验结果的算术平均值表示,修约至 1%。三批结果的最大值或最小值与中间值之差有一个超过中间值的 15% 时,将最大值与最小值一并舍去,取中间值作为该外加剂的压力泌水率比;最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的 15% 时,结果无效,应重新进行试验。

6.19 安定性

6.19.1 沸煮法

沸煮法试验和结果评定按 GB/T 1346 的规定进行。

防水剂为固体时,将拌合水倒入搅拌机内,然后在 5 s~10 s 内将称好的水泥、防水剂一次投入搅拌机,防止水、水泥和防水剂溅出。防水剂为液体时,将拌和水和液体防水剂倒入搅拌机内,5 s~10 s 内将称好的水泥投入搅拌机,防止水、液体防水剂和水泥溅出。

先按 GB/T 1346 的规定测定掺有防水剂水泥的标准稠度用水量,再进行沸煮法试验。每个防水剂样品需成型 2 个雷氏夹试件或 2 个试饼。基准水泥用量为 (500 ± 1) g,防水剂掺量为生产厂提供的推荐检验掺量,用掺有防水剂水泥的标准稠度用水量拌制。

采用符合 JC/T 729 规定的水泥净浆搅拌机搅拌。搅拌前先用湿布擦拭搅拌锅和搅拌叶片。物料全部加入后,启动搅拌机,低速搅拌 120 s,停 15 s,同时将叶片和锅壁上的水泥浆刮入锅中间,接着高速搅拌 120 s 停机。用搅拌均匀的浆体制作试件或试饼,养护后进行沸煮试验。

6.19.2 压蒸法

压蒸法试验和结果评定按 GB/T 750 的规定进行。

防水剂为固体时,将拌和水倒入搅拌机内,然后在 5 s~10 s 内将称好的水泥、防水剂一次投入搅拌机,防止水、水泥和防水剂溅出。防水剂为液体时,将拌和水和液体防水剂倒入搅拌机内,5 s~10 s 内将称好的水泥投入搅拌机,防止水、液体防水剂和水泥溅出。

先按 GB/T 1346 的规定测定掺有防水剂水泥的标准稠度用水量,再进行压蒸法试验。每个防水剂样品需成型 2 条试件。基准水泥用量为(800±1)g,防水剂掺量为生产厂提供的推荐检验掺量,用掺有防水剂水泥的标准稠度用水量拌制。

搅拌前先用湿布擦试搅拌锅和搅拌叶片。物料全部加入后,启动搅拌机。用搅拌均匀的浆体制作试件,养护后进行压蒸试验。

6.20 渗透高度比

进行防水剂的渗透高度比试验时,基准混凝土和受检混凝土坍落度应为(210±10)mm。6 个基准混凝土试件或 6 个受检混凝土试件均应采用任一批拌合物同时制作。

按 GB/T 50082 规定的方法进行抗水渗透试验。先按逐级加压法对试件逐级施加水压力,但初始压力为 0.4 MPa,以后每隔 8 h 增加 0.1 MPa 水压。若 6 个基准混凝土试件中有 3 个试件在 1.2 MPa 以下的某个压力下透水时,则停止试验,并记下此时的水压力;把 6 个受检混凝土试件也加至同样水压力,8 h 后劈开试件,按渗水高度法测定受检混凝土试件的渗水高度,基准混凝土试件的渗水高度为试件高度。若基准混凝土试件与受检混凝土试件在 1.2 MPa 时 8 h 内都未透水,则停止升压,劈开试件,按渗水高度法测定渗水高度。

基准混凝土和受检混凝土的渗水高度分别以 6 个试件渗水高度的算术平均值表示,修约至 1 mm。渗透高度比按式(11)计算,修约至 1%。

$$R_h = \frac{h_t}{h_r} \times 100 \dots\dots\dots(11)$$

式中:

- R_h ——防水剂的渗透高度比,%;
- h_t ——受检混凝土的渗水高度,单位为毫米(mm);
- h_r ——基准混凝土的渗水高度,单位为毫米(mm)。

6.21 吸水量比(48 h)

进行防水剂的吸水量比试验时,基准混凝土和受检混凝土坍落度应为(80±10)mm。

每批拌合物制作 3 个试件,养护 28 d 后,在(75±2)℃温度下烘(48±0.5)h,称重 W_0 。然后将试件的成型面朝下放入水槽中,下部用两根 $\phi 10$ mm 的钢筋垫起,试件浸入水中的高度为 50 mm,试件顶面应覆盖塑料薄膜,试验过程中试件表面不应有结露或水滴。放置试件后,水槽应立即加盖,放入恒温的成型室或标准养护室中。水槽在要求的水面高度处应开有溢水孔,试验过程中应经常加水保持水槽水面恒定。试件吸水(48±0.5)h 后取出,用挤干的湿布擦去表面水分,称重 W_1 。混凝土试件的吸水量按式(12)计算,修约至 1 g。

$$W_a = W_1 - W_0 \dots\dots\dots(12)$$

式中:

- W_a ——混凝土试件的吸水量,单位为克(g);
- W_1 ——混凝土试件吸水后质量,单位为克(g);
- W_0 ——混凝土试件干燥后质量,单位为克(g)。

基准混凝土和受检混凝土的吸水量分别以 3 个试件吸水量的算术平均值表示,修约至 1 g。吸水量比按式(13)计算,修约至 1%。

$$R_{wa} = \frac{W_{at}}{W_{ar}} \times 100 \dots\dots\dots(13)$$

式中:

R_{wa} ——防水剂的吸水量比, %;

W_{at} ——受检混凝土的吸水量, 单位为克(g);

W_{ar} ——基准混凝土的吸水量, 单位为克(g)。

吸水量比以三批试验结果的算术平均值表示, 修约至 1%。三批结果的最大值或最小值与中间值的差值超过中间值的 15% 时, 把最大值与最小值一并舍去, 取中间值作为该防水剂吸水量比的试验结果; 最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的 15% 时, 结果无效, 应重新进行试验。

6.22 负温抗压强度比

负温养护受检混凝土与标准养护基准混凝土的抗压强度按 GB/T 50081 的规定进行测定。

-7 d、-28 d、-7 d+28 d 和 -7 d+56 d 的负温抗压强度比按式(14)~式(17)计算, 修约至 1%。

$$R_{-7} = \frac{f_{-7}}{f_{28}} \times 100 \quad \dots\dots\dots(14)$$

$$R_{-28} = \frac{f_{-28}}{f_{28}} \times 100 \quad \dots\dots\dots(15)$$

$$R_{-7+28} = \frac{f_{-7+28}}{f_{28}} \times 100 \quad \dots\dots\dots(16)$$

$$R_{-7+56} = \frac{f_{-7+56}}{f_{28}} \times 100 \quad \dots\dots\dots(17)$$

式中:

R_{-7} —— -7 d 负温抗压强度比, %;

f_{-7} —— 受检混凝土在规定温度下负温养护 7 d 抗压强度, 单位为兆帕(MPa);

f_{28} —— 基准混凝土标准养护 28 d 抗压强度, 单位为兆帕(MPa);

R_{-28} —— -28 d 负温抗压强度比, %;

f_{-28} —— 受检混凝土在规定温度下负温养护 28 d 抗压强度, 单位为兆帕(MPa);

R_{-7+28} —— -7 d+28 d 负温抗压强度比, %;

f_{-7+28} —— 受检混凝土在规定温度下负温养护 7 d 转标准养护 28 d 抗压强度, 单位为兆帕(MPa);

R_{-7+56} —— -7 d+56 d 负温抗压强度比, %;

f_{-7+56} —— 受检混凝土在规定温度下负温养护 7 d 转标准养护 56 d 抗压强度, 单位为兆帕(MPa)。

各龄期负温抗压强度比以三批试验结果的算术平均值表示, 修约至 1%。三批试验结果的最大值或最小值与中间值的差值超过中间值的 15% 时, 把最大值与最小值一并舍去, 取中间值作为该外加剂在该龄期的抗压强度比试验结果; 最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的 15% 时, 结果无效, 应重新进行试验。

6.23 负温收缩率比

负温养护受检混凝土与基准混凝土的收缩率按 GB/T 50082 规定的接触法进行测定。

基准混凝土试件应在 3 d(从搅拌混凝土加水时算起)从标准养护室取出, 移入温度(20±2)°C 和相对湿度(60±5)% 的恒温恒湿室内立即测定其初长, 再经 28 d 养护后测定其终长。

负温养护的受检混凝土试件在规定温度下养护 7 d, 拆模后先标准养护 3 d, 从标准养护室取出后移入恒温恒湿室内立即测定其初长, 再经 28 d 养护后测定其终长。

按式(8)分别计算受检混凝土收缩率与基准混凝土收缩率。

负温收缩率比按式(18)计算,修约至1%。

$$R_{ae} = \frac{\epsilon_{at}}{\epsilon_r} \times 100 \quad \dots\dots\dots(18)$$

式中:

R_{ae} ——防冻剂的负温收缩率比,%;

ϵ_{at} ——负温养护受检混凝土的收缩率,%;

ϵ_r ——基准混凝土的收缩率,%。

负温收缩率比以三批试验结果的算术平均值表示,修约至1%。三批结果的最大值或最小值与中间值的差值超过中间值的20%时,把最大值与最小值一并舍去,取中间值作为该防冻剂负温收缩率比的试验结果;最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的20%时,结果无效,应重新进行试验。

6.24 负温渗透高度比

进行负温渗透高度比试验时,6个基准混凝土试件或6个受检混凝土试件均应采用任一批拌合物同时制作。基准混凝土试件为标准养护28d的试件,掺防冻剂的受检混凝土试件为负温养护(-7+56)d的试件。

按GB/T 50082规定的方法进行抗水渗透试验。先按逐级加压法对试件逐级施加水压力,但初始压力为0.2MPa,以后每隔8h增加0.1MPa水压。若6个基准混凝土试件中有3个试件在1.0MPa以下的某个压力下透水时,则停止试验,并记下此时的水压力;把6个受检混凝土试件也加至同样水压力,8h后劈开试件,按渗水高度法测定受检混凝土试件的渗水高度,基准混凝土试件的渗水高度为试件高度。若基准混凝土与受检混凝土在1.0MPa时8h内都未透水,则停止升压,劈开试件,按渗水高度法测定渗水高度。

受检混凝土的渗水高度与基准混凝土的渗水高度分别以6个试件渗水高度的算术平均值表示,修约至1mm。

负温渗透高度比按式(19)进行计算,修约至1%。

$$R_H = \frac{H_t}{H_r} \times 100 \quad \dots\dots\dots(19)$$

式中:

R_H ——防冻剂的负温渗透高度比,%;

H_t ——负温养护受检混凝土的渗水高度,单位为毫米(mm);

H_r ——标准养护基准混凝土的渗水高度,单位为毫米(mm)。

6.25 50次冻融强度损失率比

负温养护受检混凝土与基准混凝土的50次冻融强度损失率按GB/T 50082规定的慢冻法进行测定。

6个基准混凝土试件或6个受检混凝土试件均应采用任一批拌合物同时制作。标准养护28d后的基准混凝土试件,3个进行冻融试验,3个继续标准养护至基准混凝土冻融结束。龄期(-7+28)d的负温养护受检混凝土试件,3个进行冻融试验,3个继续标准养护至受检混凝土冻融结束。

50次冻融强度损失率比按式(20)进行计算,修约至1%。

$$R_{\Delta f} = \frac{\Delta f_{at}}{\Delta f_r} \times 100 \quad \dots\dots\dots(20)$$

式中:

$R_{\Delta f}$ ——防冻剂的50次冻融强度损失率比,%;

Δf_{at} ——负温养护受检混凝土 50 次冻融强度损失率, %;

Δf_r ——标准养护基准混凝土 50 次冻融强度损失率, %。

7 检验规则

7.1 批号

生产厂应根据外加剂品种、型号和组成,将产品分批编号。袋装、桶装和散装外加剂应分别进行编号。掺量不小于 1% 的外加剂,每 200 t 为一个批号;掺量小于 1% 的外加剂,每 100 t 为一个批号;不足的也应为 1 个批号。当散装外加剂运输工具的额定质量超过该产品每批规定数量时,允许以该额定质量为 1 个批号。

7.2 取样

固体外加剂取样方法按 GB/T 6679 中粉末、小颗粒、小晶体的采样进行,液体外加剂取样方法按 GB/T 6680 中常温下为流动态的液体进行。

对每一批号外加剂产品进行随机取样。从同一批号的 20 袋、20 桶或 20 个点等量取样。总取样量不少于 0.4 t 水泥的用量,混合均匀后缩分为两份等量的样品,一份为试验样品立即用于试验,另一份为封存样品,密封保存至少 180 d。

7.3 检验分类

7.3.1 出厂检验

每一批号外加剂的出厂检验项目,根据其品种不同应符合表 16 的规定。

表 16 外加剂出厂检验项目

测定项目	高性能减水剂	高效减水剂	普通减水剂	引气减水剂	泵送剂	早强剂	缓凝剂	引气剂	防水剂	防冻剂
氯离子含量	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
碱含量	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
pH 值	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
含固量	液体外加剂适用									
密度	液体外加剂适用									
含水率	固体外加剂适用									
细度	固体外加剂适用									
减水率	√	√	√	√	—	—	—	—	—	—
1 d 抗压强度比	早强型适用	—	早强型适用	—	—	√	—	—	—	—
含气量	—	—	—	√	—	—	—	√	—	—
含气量 1 h 经时变化量	—	—	—	√	—	—	—	√	—	—

表 16 外加剂出厂检验项目（续）

测定项目	高性能减水剂	高效减水剂	普通减水剂	引气减水剂	泵送剂	早强剂	缓凝剂	引气剂	防水剂	防冻剂
压力泌水率比	—	—	—	—	√	—	—	—	—	—
凝结时间之差	—	—	—	—	—	—	√	—	—	—
安定性	—	—	—	—	—	—	—	—	√	—
R_{-7} 负温 抗压强度比	—	—	—	—	—	—	—	—	—	√

7.3.2 型式检验

型式检验为第 5 章全部内容。有下列情况之一者,应进行型式检验:

- 正常生产时,每年至少进行一次型式检验;
- 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定时;
- 正式生产后,如原材料、生产工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- 产品停产超过 6 个月,恢复生产时;
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

7.4 判定规则

7.4.1 出厂检验

出厂检验结果符合第 5 章的要求时,判定为合格;如有一项不符合,判定为不合格。

7.4.2 型式检验

型式检验结果符合第 5 章的要求时,判定为合格;如有一项不符合,判定为不合格。

8 产品说明书、包装、出厂、运输与贮存

8.1 产品说明书

产品说明书至少应包括下列内容。

- 生产厂名称。
- 产品名称及类型。
- 产品性能特点、主要成分及技术指标。
- 适用范围。
- 推荐掺量。
- 贮存条件及有效期。有效期从生产日期算起,企业根据产品性能自行规定。
- 使用方法、注意事项、安全防护提示等。

8.2 包装

8.2.1 包装容器和净含量

固体外加剂采用内衬塑料袋的编织袋包装；液体外加剂采用塑料桶或不会与产品发生化学反应的金属桶包装，也可采用槽车散装。

每一包装净含量应不少于标注净含量的 99%。随机抽取 50 袋的总质量或 30 桶的总体积应不少于其标注净含量的 100%。

8.2.2 标志

包装袋(包装容器)上应清楚标明：产品名称、标记、生产厂名称、厂址、出厂编号、净含量及产品有效期。生产日期和出厂编号应在产品合格证上予以说明。

散装时应提交与包装袋(或包装容器)标志相同内容的卡片。

8.3 出厂

经出厂检验确认外加剂各项技术指标及包装质量符合要求时方可出厂。

生产厂应向买方随货提供质量证明材料，包括产品说明书、合格证、出厂检验报告等。出厂检验报告内容应包括产品出厂检验项目、检验结果、理化性能中的匀质性指标控制值或控制范围、合同约定的其他技术要求。

首次供货时，生产厂应向买方提供型式检验报告。供货期较长时，生产厂还应及时向买方提供最新的型式检验报告。

外加剂应用及有关事项参见附录 C。

注 1：匀质性指标控制值包括生产厂对该编号产品碱含量、硫酸钠含量、含固量、密度、含水率的控制值。

注 2：匀质性指标控制范围包括生产厂对该编号产品 pH 值和细度的控制范围。

8.4 运输与贮存

外加剂应存放于专用仓库或固定场所妥善保管，以易于识别、便于检查和提货为原则。产品运输和贮存过程中应防潮、防泄漏、防火、防晒、防冻、防杂物混入。搬运时应轻拿轻放，防破损。

附 录 A

(规范性)

混凝土外加剂性能检验用基准水泥技术条件

A.1 一般规定

基准水泥是有特殊性能要求的外加剂性能检验专用水泥,应符合本附录品质指标要求。

A.2 品质指标

基准水泥应由符合下列品质指标的硅酸盐水泥熟料与二水石膏共同粉磨而成,除应满足 GB 175 中 42.5 强度等级 P·I 型硅酸盐水泥的技术要求外,还应满足下列要求:

- a) 熟料中铝酸三钙(C₃A)含量(质量分数)6%~8%;
- b) 熟料中硅酸三钙(C₃S)含量(质量分数)55%~60%;
- c) 熟料中游离氧化钙(f-CaO)含量(质量分数)应不大于 1.2%;
- d) 水泥中碱含量(质量分数)应不大于 1.0%;
- e) 水泥比表面积为(350±10)m²/kg。

A.3 试验方法

A.3.1 按 GB/T 176 规定的方法测定熟料中氧化钙、游离氧化钙、二氧化硅、三氧化二铝、三氧化二铁和三氧化硫含量,并按式(A.1)和式(A.2)计算硅酸三钙和铝酸三钙含量:

$$\omega(C_3S) = 4.07 \times \omega(CaO) - 4.07 \times \omega(f-CaO) - 7.60 \times \omega(SiO_2) - 6.72 \times \omega(Al_2O_3) - 1.43 \times \omega(Fe_2O_3) - 2.85 \times \omega(SO_3) \dots\dots\dots(A.1)$$

$$\omega(C_3A) = 2.65 \times \omega(Al_2O_3) - 1.69 \times \omega(Fe_2O_3) \dots\dots\dots(A.2)$$

式中:

- $\omega(C_3S)$ ——水泥熟料中硅酸三钙的含量(质量分数), %;
- $\omega(CaO)$ ——水泥熟料中氧化钙的含量(质量分数), %;
- $\omega(f-CaO)$ ——水泥熟料中游离氧化钙的含量(质量分数), %;
- $\omega(SiO_2)$ ——水泥熟料中二氧化硅的含量(质量分数), %;
- $\omega(Al_2O_3)$ ——水泥熟料中三氧化二铝的含量(质量分数), %;
- $\omega(Fe_2O_3)$ ——水泥熟料中三氧化二铁的含量(质量分数), %;
- $\omega(SO_3)$ ——水泥熟料中三氧化硫的含量(质量分数), %;
- $\omega(C_3A)$ ——水泥熟料中铝酸三钙的含量(质量分数), %。

A.3.2 按 GB/T 176 规定的方法测定水泥中的氧化钠和氧化钾含量,并按式(A.3)计算碱含量:

$$\omega(Na_2O\text{-equivalent}) = \omega(Na_2O) + 0.658 \times \omega(K_2O) \dots\dots\dots(A.3)$$

式中:

- $\omega(Na_2O\text{-equivalent})$ ——水泥中碱含量(质量分数), %;
- $\omega(Na_2O)$ ——水泥中氧化钠(质量分数), %;
- $\omega(K_2O)$ ——水泥中氧化钾(质量分数), %。

A.3.3 水泥比表面积按 GB/T 8074 规定的方法测定。

A.4 检验规则

A.4.1 每年应进行一次型式检验,型式检验项目包括 A.2 中所有项目,全部项目符合 A.2 规定的为合格。

A.4.2 基准水泥出厂检验每 15 t 为一编号。每一编号应取 3 个有代表性的样品,测定比表面积,结果符合 A.2 的规定为合格。

A.4.3 凡不符合 A.2 中任何一项要求时,均不应出厂。

A.5 包装及储运

A.5.1 基准水泥应采用结实牢固、密封良好的塑料袋或带有塑料内衬的纸袋密封包装。每袋净质量应不少于标志质量的 99%。

A.5.2 合格证应注明产品名称、净质量、生产厂家、生产日期、出厂编号。

A.5.3 有效储存期为自生产之日起半年。运输和贮存中应防受潮、防破损。

附 录 B

(规范性)

混凝土外加剂性能检验专用机制砂技术条件

B.1 一般规定

专用机制砂是有特殊性能要求的外加剂性能检验专用材料,应符合本附录品质指标要求。

B.2 品质指标

外加剂性能检验专用机制砂除应满足 GB/T 14684 中 I 类机制砂技术要求(颗粒级配除外)外,还应符合下列规定:

- a) 单级最大压碎指标: $\leq 15\%$;
- b) 颗粒级配:分计筛余应符合表 B.1 的要求;连续供货时,每个方孔筛的分计筛余波动范围应符合表 B.1 的规定;
- c) 细度模数:2.6~2.9;
- d) 饱和面干吸水率: $\leq 1.0\%$;
- e) 亚甲基蓝值和石粉含量:应符合表 B.2 的要求;
- f) 片状颗粒含量: $\leq 6\%$;
- g) 空隙率:40%~42%。

表 B.1 专用机制砂的分计筛余及波动范围要求

方孔筛筛孔尺寸	4.75 mm	2.36 mm	1.18 mm	0.60 mm	0.30 mm	0.15 mm	筛底
分计筛余	0%~5%	10%~15%	10%~25%	15%~20%	15%~20%	5%~20%	0%~10%
分计筛余波动范围	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	$\pm 2\%$	$\pm 2\%$	$\pm 2\%$	$\pm 2\%$	$\pm 1\%$

表 B.2 专用机制砂的亚甲基蓝值与石粉含量要求

MB 值	石粉含量
$MB \leq 1.0 \text{ g/kg}$	4.0%~6.0%
$1.0 \text{ g/kg} < MB \leq 1.4 \text{ g/kg}$	$\leq 2.0\%$
注: MB 值,即亚甲基蓝值,用于判定机制砂吸附性能的指标。	

B.3 试验方法

单级最大压碎指标、颗粒级配、细度模数、饱和面干吸水率、MB 值、石粉含量、片状颗粒含量、空隙率的测定按 GB/T 14684 规定的方法进行。

B.4 检验规则

B.4.1 每年应进行一次型式检验,型式检验项目包括 B.2 中所有项目,全部项目符合 B.2 规定的为

合格。

B.4.2 检验专用机制砂出厂时,每 30 t 为一编号。每一编号应取 3 个有代表性的样品,测定颗粒级配、细度模数、MB 值和石粉含量,4 项结果均符合 B.2 规定的为合格。

B.4.3 凡不符合 B.2 中任何一项要求时,均不应出厂。

B.5 包装及储运

B.5.1 混凝土外加剂性能检验专用机制砂应采用塑料袋包装,所用塑料包装袋不应影响混凝土性能试验结果。每袋检验专用机制砂净质量为 (10 ± 0.1) kg。

B.5.2 合格证上应注明产品名称、净含量、生产厂家、生产日期、出厂编号。

B.5.3 运输和贮存过程中应防破损、防污染、防受潮。

附 录 C
(资料性)
混凝土外加剂信息

C.1 外加剂品种和特点**C.1.1 高性能减水剂**

聚羧酸系高性能减水剂是近年来应用最广泛的减水剂,它具有梳状结构特点,由带有游离羧酸阴离子官能团的主链和聚氧乙烯基侧链构成,通过改变单体种类、比例和反应条件可生产出具有不同性能和特性的高性能减水剂。早强型、标准型和缓凝型高性能减水剂可通过分子设计引入不同功能团而生产,也可掺入不同组分复配而成。其主要特点为:

- a) 掺量低(折固掺量一般为胶凝材料质量的 0.15%~0.25%),减水率高;
- b) 混凝土拌合物工作性及工作性保持性较好;
- c) 氯离子含量和碱含量较低;
- d) 用其配制的混凝土收缩率较小,可改善混凝土的体积稳定性和耐久性;
- e) 对水泥的适应性较好;
- f) 生产和使用过程中不污染环境,是环保型的外加剂。

C.1.2 高效减水剂

高效减水剂具有较高的减水率和较低的引气量。目前我国高效减水剂品种主要有萘系减水剂、脂肪族(醛酮缩合物)减水剂、密胺系减水剂、氨基磺酸盐系减水剂等。缓凝型高效减水剂是以高效减水剂为主要组分,再复合适量缓凝组分或其他功能性组分而成的外加剂。

C.1.3 普通减水剂

普通减水剂的主要成分为木质素磺酸盐。常用的普通减水剂有木钙、木钠和木镁,具有一定的缓凝、减水和引气作用。以其为原料,加入不同类型的调凝剂,能制得早强型、标准型和缓凝型的减水剂。

C.1.4 引气减水剂

引气减水剂由减水剂与引气剂复合而成,是兼有减水(主要功能)和引气(次要功能)作用的外加剂。

C.1.5 泵送剂

泵送剂是用以改善混凝土泵送性能的外加剂。它由减水剂、调凝剂、引气剂等多种组分复合而成。

C.1.6 早强剂

早强剂是能加速水泥水化和硬化,促进混凝土早期强度增长的外加剂,能缩短混凝土养护龄期,加快施工进度,提高模板和场地周转率。早强剂包括无机盐类、有机物类及各种复合型早强剂。

C.1.7 缓凝剂

缓凝剂是能延缓混凝土凝结和硬化时间的外加剂。缓凝剂的种类较多,主要有:

- a) 碳水化合物,如淀粉、纤维素的衍生物等;

- b) 羟基羧酸,如糖类、柠檬酸、酒石酸、葡萄糖酸以及其盐类;
- c) 可溶硼酸盐和磷酸盐等。

C.1.8 引气剂

引气剂是能在混凝土中引入大量均匀分布的微气泡,且能使微气泡保留在硬化混凝土中的外加剂。引气剂的种类主要有:可溶性树脂酸盐(松香酸)、文沙尔树脂、十二烷基磺酸钠、十二烷基苯磺酸钠、三萜皂甙类引气剂等。

C.1.9 防水剂

防水剂是能降低混凝土在静水压力下透水性的外加剂。将膨胀剂与减水剂复合在一起的产品不属于混凝土防水剂。防水剂的种类较多,主要有:

- a) 脂肪酸及其盐类、有机硅类、聚合物乳液等有机化合物类;
- b) 氯化铁、硅灰粉末、锆化合物、无机铝盐防水剂、硅酸钠等无机化合物类;
- c) 渗透结晶型防水剂。

C.1.10 防冻剂

防冻剂是能在负温下抑制结冰破坏混凝土微结构、保证混凝土持续硬化并在规定养护条件下达到预期性能的外加剂,用于冬期施工中。防冻剂的种类主要有:

- a) 以醇类、尿素等有机化合物为防冻组分的有机化合物类防冻剂;
- b) 以亚硝酸盐、硝酸盐、碳酸盐等无机盐类为防冻组分的无氯盐类防冻剂;氯盐阻锈类和氯盐类防冻剂;
- c) 有机和无机复合类防冻剂。

C.2 外加剂主要功能

外加剂的主要功能有:

- a) 改善混凝土或砂浆拌合物施工时的和易性;
- b) 提高混凝土或砂浆的强度及其他物理力学性能;
- c) 节约水泥或代替特种水泥;
- d) 加速混凝土或砂浆的早期强度发展;
- e) 调节混凝土或砂浆的凝结硬化速度;
- f) 调节混凝土或砂浆的含气量;
- g) 降低水泥初期水化热或延缓水化放热;
- h) 改善拌合物的泌水性;
- i) 提高混凝土或砂浆耐各种侵蚀性盐类的腐蚀性;
- j) 减弱碱-集料反应;
- k) 改善混凝土或砂浆的毛细孔结构;
- l) 改善混凝土的泵送性;
- m) 提高钢筋的抗锈蚀能力;
- n) 提高集料与砂浆界面的黏结力,提高钢筋与混凝土的握裹力;
- o) 提高新老混凝土界面的黏结力等。

C.3 影响水泥和外加剂相容性的主要因素

水泥与外加剂的相容性十分复杂,至少受到下列因素的影响。遇到水泥和外加剂不相容的问题,可通过试验逐个排除后找到解决办法。

- a) 水泥矿物组成、细度、游离氧化钙含量、石膏加入量及形态、水泥熟料碱含量、碱的硫酸盐饱和度、混合材种类及掺量、水泥助磨剂等。
- b) 外加剂的种类和掺量。如:萘系减水剂的分子结构,包括磺化度、平均分子量、分子量分布、聚合性能、平衡离子的种类等。
- c) 混凝土配合比,尤其是水胶比、掺合料的品种和掺量、骨料的品种和含泥量等。
- d) 混凝土搅拌时的加料顺序、搅拌时的温度、搅拌机的类型。

C.4 外加剂掺量

C.4.1 外加剂掺量以外加剂质量占胶凝材料总质量的百分比计。

C.4.2 推荐检验掺量是生产厂提供给检验机构的、用于按本文件评定外加剂产品质量时的掺量。

C.4.3 推荐使用掺量是生产厂推荐给用户的、用于满足混凝土施工的外加剂掺量。

C.5 外加剂应用注意事项

C.5.1 外加剂产品质量评定时,按本文件规定的原材料、配合比和试验方法,并采用推荐检验掺量进行。

C.5.2 外加剂进场检验时,采用工程原材料、工程混凝土配合比和推荐使用掺量的外加剂进行混凝土性能试验,并与上批外加剂留样结果进行对比,满足设计和施工要求。

C.5.3 外加剂与水泥之间存在相容性,用户采用工程水泥参照本文件试验方法检验外加剂时,混凝土性能可能与本文件技术要求有差异。

C.5.4 外加剂生产厂根据施工用原材料、环境条件、施工条件和混凝土技术要求,经试验后提供推荐使用掺量给用户。当混凝土其他原材料、环境温度发生变化时,用户可根据工程要求经试验调整外加剂使用掺量。

C.5.5 不使用对人体产生危害、对环境产生污染的外加剂。用户注意生产厂提供的外加剂安全防护措施资料,并遵照执行。

C.5.6 几种外加剂复合使用时,注意不同品种外加剂之间的相容性及对混凝土性能的影响。在使用前进行试验,满足要求后,方可使用。如:聚羧酸系高性能减水剂与萘系减水剂不宜复合使用。

C.5.7 外加剂掺量对混凝土性能影响较大,用户需注意精确计量。
