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）的分类与标记、技术要求、试验方法、检验规则、产品说明书、包装、出厂、运输与贮存等。

本文件适用于水泥混凝土用高性能减水剂（早强型、标准型、缓凝型）、高效减水剂（标准型、缓凝型）、普通减水剂（早强型、标准型、缓凝型）、引气减水剂、泵送剂、早强剂、缓凝剂、引气剂、防水剂和防冻剂。

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 XXXX 混凝土外加剂安全技术规范

GB/T 176 水泥化学分析方法

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 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

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

JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程

JGJ 63 混凝土用水标准

JG/T 244 混凝土试验用搅拌机

3 术语和定义

GB/T 8075界定的术语和定义适用于本文件。

3.1

释放氨 ammonia emitted from concrete admixture

外加剂经蒸馏后释放出的氨。

[来源：GB/T 8075—2017，5.30.1，有修改]

3.2

残留甲醛 residual formaldehyde

外加剂中以游离态存在的甲醛和易解聚成甲醛的聚甲醛。

[来源：GB 31040—2014，3.2，有修改]

3.3

引气减水剂 air entraining type water reducing admixture

兼有引气和减水功能的外加剂。

[来源：GB XXXX，3.9]

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。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。

[来源：GB/T 8075—2017，6.13，有修改]

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的比值。

[来源：GB/T 8075—2017，5.12.2，有修改]

3.7

吸水量比 ratio of water absorption

掺防水剂的受检混凝土吸水量与基准混凝土吸水量的比值。

3.8

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

掺防冻剂的负温养护受检混凝土抗压强度与标准养护28 d基准混凝土抗压强度的比值。

[来源：GB XXXX，3.8]

3.9

负温收缩率比 ratio of shrinkage at minus temperature

掺防冻剂的负温养护受检混凝土收缩率与基准混凝土收缩率的比值。

[来源：GB XXXX，3.9]

3.10

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

掺防冻剂的负温养护受检混凝土渗水高度与基准混凝土渗水高度的比值。

3.11

抗冻性指标 index of frost resistance

经快冻法抗冻试验200次循环后，掺引气剂或引气减水剂受检混凝土的相对动弹性模量保留率。

[来源：GB XXXX，3.6]

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 manufactured sand specialized for concrete admixture test

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和固体外加剂。

4.1.2 外加剂按主要功能分为下列品种和型号：

a) 早强型高性能减水剂，代号为 HPWR-A；
b) 标准型高性能减水剂，代号为 HPWR-S；
c) 缓凝型高性能减水剂，代号为 HPWR-R；
d) 标准型高效减水剂，代号为 HWR-S；
e) 缓凝型高效减水剂，代号为 HWR-R；
f) 早强型普通减水剂，代号为 WR-A；
g) 标准型普通减水剂，代号为 WR-S；
h) 缓凝型普通减水剂，代号为 WR-R；
i) 引气减水剂，代号为 AEWR；
j) 泵送剂，代号为 PA；
k) 早强剂，代号为 Ac；
l) 缓凝剂，代号为 Re；
m) 引气剂，代号为 AE；
n) 混凝土防水剂，代号为 WrA-C；
o) 规定温度为-5 ℃的防冻剂，代号为 AfA(-5)；
p) 规定温度为-10 ℃的防冻剂，代号为 AfA(-10)；
q) 规定温度为-15 ℃的防冻剂，代号为 AfA(-15)。

4.2 标记

外加剂按产品代号、执行文件编号依次标记。

示例 1：符合本文件的早强型高性能减水剂标记为：

HPWR-A-GB/T 8076—202×

示例 2：符合本文件的混凝土防水剂标记为：

WrA-C-GB/T 8076—202×

示例 3：符合本文件的规定温度为-15 ℃的防冻剂标记为：

AfA(-15)-GB/T 8076—202×

5 技术要求

5.1 理化性能

外加剂的理化性能应符合表1的要求。

表 1 外加剂的理化性能要求

序号	项目	液体	固体
1	氯离子含量（以质量分数计）[a]	≤0.10%	
2	释放氨的量（以质量分数计）[b]	≤0.10%	

表1　外加剂的理化性能要求（续）

序号	项目	液体	固体
3	残留甲醛的量（以折固含量计）[b]	≤500 mg/kg	
4	碱含量	不超过生产厂控制值	
5	硫酸钠含量	不超过生产厂控制值	
6	pH 值	应在生产厂控制范围内	
7	含固量	S＞25%时，应控制在 0.95S～1.05S S≤25%时，应控制在 0.90S～1.10S	—
8	密度	D＞1.1 g/cm^{3}时，应控制在 D±0.03 D≤1.1 g/cm^{3}时，应控制在 D±0.02	—
9	含水率	—	W＞5%时，应控制在 0.90W～1.10W W≤5%时，应控制在 0.80W～1.20W
10	细度	—	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（g/cm^3）和含水率（%）的控制值。			
[a] 钢筋混凝土结构中使用的外加剂应进行检测。 [b] 建筑物、地铁等与人活动有关的围护结构中使用的外加剂应进行检测。			

5.2　应用性能

5.2.1　高性能减水剂

高性能减水剂的应用性能应符合表2的要求。

表 2　高性能减水剂应用性能要求

序号	类别	项 目	要求	试验方法
1	混凝土拌合物性能	减水率	≥25%	6.2.8
2		泌水率比	早强型≤50%，标准型≤60%，缓凝型≤70%	6.2.9
3		含气量	≤6.0%	6.2.11
4		凝结时间之差	初凝：早强型-90 min～+60 min，标准型-90 min～+120 min，缓凝型＞+90 min	6.2.12
			终凝：早强型-90 min～+60 min，标准型-90 min～+120 min	
5		坍落度 1 h 经时变化量	标准型≤80 mm，缓凝型≤60 mm	6.2.7
6	硬化混凝土性能	抗压强度比	1 d：早强型≥185%，标准型≥175%	6.2.13
			3 d：早强型≥175%，标准型≥165%	
			7 d：早强型≥150%，标准型≥155%，缓凝型≥145%	
			28 d：早强型≥135%，标准型≥145%，缓凝型≥135%	

表2　高性能减水剂应用性能要求（续）

序号	类别	项 目	要求	试验方法
7		收缩率比	≤110%	6.2.15
注 1：高性能减水剂检验采用基准混凝土 I。 注 2：除“减水率”、“含气量”和“坍落度 1 h 经时变化量”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”和“坍落度 1 h 经时变化量”为受检混凝土性能指标。 注 3：“凝结时间之差”中的“－”号表示受检混凝土比基准混凝土的凝结时间提前，“+”号表示凝结时间延缓。				

5.2.2　高效减水剂

高效减水剂的应用性能应符合表3的要求。

表 3　高效减水剂应用性能要求

序号	类别	项 目	要求	试验方法
1	混凝土拌合物性能	减水率	≥14%	6.2.8
2		泌水率比	标准型≤60%，缓凝型≤70%	6.2.9
3		含气量	标准型≤3.0%，缓凝型≤4.5%	6.2.11
4		凝结时间之差	初凝：标准型-90 min～+120 min，缓凝型＞+90 min	6.2.12
			终凝：标准型-90 min～+120 min	
5	硬化混凝土性能	抗压强度比	1 d：标准型≥145%	6.2.13
			3 d：标准型≥135%	
			7 d：标准型≥130%，缓凝型≥130%	
			28 d：标准型≥125%，缓凝型≥125%	
6		收缩率比	≤130%	6.2.15
注 1：高效减水剂检验采用基准混凝土Ⅱ。 注 2：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。 注 3：“凝结时间之差”中的“－”号表示受检混凝土比基准混凝土的凝结时间提前，“+”号表示凝结时间延缓。				

5.2.3　普通减水剂

普通减水剂的应用性能应符合表4的要求。

表 4　普通减水剂应用性能要求

序号	类别	项 目	要求	试验方法
1	混凝土拌合物性能	减水率	≥8%	6.2.8
2		泌水率比	早强型≤95%，标准型≤100%，缓凝型≤100%	6.2.9
3		含气量	早强型≤4.0%，标准型≤4.0%，缓凝型≤5.5%	6.2.11

表4　普通减水剂应用性能要求（续）

序号	类别	项 目	要求	试验方法
4		凝结时间之差	初凝：早强型-90 min～+90 min，标准型-90 min～+120 min，缓凝型＞+90 min	6.2.12
			终凝：早强型-90 min～+90 min，标准型-90 min～+120 min	
5	硬化混凝土性能	抗压强度比	1 d：早强型≥135%	6.2.13
			3 d：早强型≥130%，标准型≥115%	
			7 d：早强型≥110%，标准型≥115%，缓凝型≥110%	
			28 d：早强型≥100%，标准型≥110%，缓凝型≥110%	
6		收缩率比	≤135%	6.2.15

注 1：普通减水剂检验采用基准混凝土Ⅱ。

注 2：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。

注 3：“凝结时间之差”中的“－”号表示受检混凝土比基准混凝土的凝结时间提前，“+”号表示凝结时间延缓。

5.2.4　引气减水剂

引气减水剂的应用性能应符合表5的要求。

表 5　引气减水剂应用性能要求

序号	类别	项 目	要求	试验方法
1	混凝土拌合物性能	减水率	≥10%	6.2.8
2		泌水率比	≤70%	6.2.9
3		含气量	≥3.5%	6.2.11
4		含气量 1 h 经时变化量	-1.5%～+1.5%	6.2.11
5		凝结时间之差	初凝：-90 min～+120 min	6.2.12
			终凝：-90 min ～+120 min	
6	硬化混凝土性能	抗压强度比	3 d：≥120%	6.2.13
			7 d：≥115%	
			28 d：≥105%	
7		收缩率比	≤130%	6.2.15
8		抗冻性指标	≥80%	6.2.17

注 1：引气减水剂检验采用基准混凝土Ⅱ。

注 2：除“减水率”、“含气量”和“含气量 1 小时经时变化量”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”、“含气量 1 小时经时变化量”和“抗冻性指标”为受检混凝土性能指标。

注 3：“凝结时间之差”中的“－”号表示受检混凝土比基准混凝土的凝结时间提前，“+”号表示凝结时间延缓。

注 4：“含气量 1 小时经时变化量”中的“－”号表示受检混凝土经过 1 h 后含气量增加，“+”号表示含气量减小。

注 5：“抗冻性指标”中的“≥80%”表示 28 d 龄期受检混凝土试件采用快速法冻融循环 200 次后相对动弹性模量≥80%。

5.2.5　泵送剂

泵送剂的应用性能应符合表6的要求。

表 6　泵送剂应用性能要求

序号	类别	项 目	要求	试验方法
1	混凝土拌合物性能	减水率	≥12%	6.2.8
2		泌水率比	≤70%	6.2.9
3		压力泌水率比	≤90%	6.2.10
4		含气量	≤5.5%	6.2.11
5		坍落度 1 h 经时变化量	≤60 mm	6.2.7
6	硬化混凝土性能	抗压强度比	7 d：≥120%	6.2.13
			28 d：≥115%	
7		收缩率比	≤130%	6.2.15

注 1：泵送剂检验采用基准混凝土Ⅰ。

注 2：除“减水率”、“含气量”和“坍落度 1 h 经时变化量”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”和“坍落度 1 h 经时变化量”为受检混凝土性能指标。

5.2.6　早强剂

早强剂的应用性能应符合表7的要求。

表 7　早强剂应用性能要求

序号	类别	项 目	要求	试验方法
1	混凝土拌合物性能	减水率	≤8%	6.2.8
2		泌水率比	≤70%	6.2.9
3		凝结时间之差	初凝：≤+90 min	6.2.12
4	硬化混凝土性能	抗压强度比	1 d：≥140%	6.2.13
			3 d：≥130%	
			7 d：≥110%	
			28 d：≥100%	
5		收缩率比	≤130%	6.2.15

注 1：早强剂检验采用基准混凝土Ⅱ。

注 2：除“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。

注 3：“凝结时间之差”中的“－”号表示受检混凝土比基准混凝土的凝结时间提前，“+”号表示凝结时间延缓。

5.2.7　缓凝剂

缓凝剂的应用性能应符合表8的要求。

表 8　缓凝剂应用性能要求

序号	类别	项 目	要求	试验方法
1	混凝土拌合物性能	减水率	≤8%	6.2.8
2		泌水率比	≤100%	6.2.9
3		凝结时间之差	初凝：＞+90 min	6.2.12
4	硬化混凝土性能	抗压强度比	7 d：≥105%	6.2.13
			28 d：≥100%	
5		收缩率比	≤130%	6.2.15

注 1：缓凝剂检验采用基准混凝土Ⅱ。

注 2：除“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。

注 3：“凝结时间之差”中的“－”号表示受检混凝土比基准混凝土的凝结时间提前，“+”号表示凝结时间延缓。

5.2.8　引气剂

引气剂的应用性能应符合表9的要求。

表 9　引气剂应用性能要求

序号	类别	项 目	要求	试验方法
1	混凝土拌合物性能	减水率	≥6%	6.2.8
2		泌水率比	≤70%	6.2.9
3		含气量	≥3.5%	6.2.11
4		含气量 1 h 经时变化量	-1.5%～+1.5%	6.2.11
5		凝结时间之差	初凝：－90 min～+120 min	6.2.12
			终凝：－90 min～+120 min	
6	硬化混凝土性能	抗压强度比	3 d：≥95%	6.2.13
			7 d：≥95%	
			28 d：≥90%	
7		收缩率比	≤130%	6.2.15
8		抗冻性指标	≥80%	6.2.17

注 1：引气剂检验采用基准混凝土Ⅱ。

注 2：除“减水率”、“含气量”和“含气量 1 h 经时变化量”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”、“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。

注 3：“凝结时间之差”中的“－”号表示受检混凝土比基准混凝土的凝结时间提前，“+”号表示凝结时间延缓。

注 4：“含气量 1 h 经时变化量”中的“－”号表示受检混凝土经过 1 h 后含气量增加，“+”号表示含气量减小。

注 5：“抗冻性指标”中的“≥80%”表示 28 d 龄期受检混凝土试件采用快速法冻融循环 200 次后相对动弹性模量≥80%。

5.2.9　防水剂

防水剂的应用性能应符合表10的要求。

表 10　防水剂应用性能要求

序号	类别	项 目	要求	试验方法
1	净浆性能	安定性	合格	6.2.6
2	混凝土拌合物性能	减水率	≤14%	6.2.8
3		泌水率比	≤50%	6.2.9
4		凝结时间之差	初凝：≥－90 min	6.2.12
5	硬化混凝土性能	抗压强度比	3 d：≥100%	6.2.13
			7 d：≥110%	
			28 d：≥100%	
6		收缩率比	≤125%	6.2.15
7		渗透高度比	≤45%	6.2.18
8		吸水量比（48 h）	≤65%	6.2.20

注 1：防水剂渗透高度比检验采用坍落度为（210 mm±10mm）的基准混凝土Ⅰ，其他性能检验采用坍落度为（80 mm±10mm）的基准混凝土Ⅱ。

注 2：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。

注 3：“凝结时间之差”中的“－”号表示受检混凝土比基准混凝土的凝结时间提前，“+”号表示凝结时间延缓。

5.2.10　防冻剂

防冻剂的应用性能应符合表11的要求。

表 11　防冻剂应用性能要求

序号	类别	项 目	要求	试验方法
1	混凝土拌合物性能	减水率	≥10%	6.2.8
2		泌水率比	≤80%	6.2.9
3		含气量	≥2.5%	6.2.11
4		凝结时间之差	初凝：－150 min～+150 min	6.2.12
			终凝：－150 min～+150 min	
5	硬化混凝土性能	抗压强度比	28 d：AfA(-5)≥100%，AfA(-10)≥100%，AfA(-15)≥95%	6.2.13
6		负温抗压强度比	R_{-7}：AfA(-5)≥20%，AfA(-10)≥12%，AfA(-15)≥10%	6.2.14
			R_{-28}：AfA(-5)≥60%，AfA(-10)≥40%，AfA(-15)≥20%	
			R_{-7+28}：AfA(-5)≥95%，AfA(-10)≥90%，AfA(-15)≥85%	
			R_{-7+56}：≥100%	
7		负温收缩率比	≤125%	6.2.16
8		负温渗透高度比	≤100%	6.2.19

表11　防冻剂应用性能要求（续）

序号	类别	项 目	要求	试验方法
9		50 次冻融强度损失率比	≤100%	6.2.21

注 1：防冻剂检验采用基准混凝土Ⅱ。

注 2：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。

注 3：“凝结时间之差”中的“－”号表示受检混凝土比基准混凝土的凝结时间提前，“+”号表示凝结时间延缓。

注 4：“50 次冻融强度损失率比”为慢冻法冻融试验 50 次的结果。

6　试验方法

6.1　理化性能

6.1.1　氯离子含量

按GB/T 8077规定的离子色谱法进行测定。企业自检时，也可采用GB/T 8077规定的电位滴定法。

6.1.2　释放氨的量

按GB/T 18588规定的蒸馏后滴定法进行测定。

6.1.3　残留甲醛的量

按GB/T 31040规定的乙酰丙酮分光光度法进行测定。

6.1.4　碱含量、硫酸钠含量、pH 值、含固量、密度、含水率、细度

按GB/T 8077规定的方法进行测定。含固量测试结果有争议时，以真空干燥法结果为准。

6.2　应用性能

6.2.1　材料

6.2.1.1　水泥

符合附录A规定的基准水泥。

6.2.1.2　砂

可选用河砂或机制砂，报告中应明示试验用砂的类型。如有争议，以河砂结果为准。河砂应为符合GB/T 14684中Ⅱ区要求的中砂，但细度模数为2.6～2.9，含泥量小于1%。机制砂应为符合附录B规定的外加剂检验专用机制砂。

6.2.1.3　石子

符合GB/T 14685要求的公称粒径为5 mm～20 mm的碎石或卵石，采用二级配，其中5 mm～10 mm占40%，10 mm～0 mm占60%，满足连续级配要求，针片状物质含量小于10%，空隙率小于47%，含泥量小于0.5%。如有争议，以碎石结果为准。

6.2.1.4　水

符合JGJ 63中混凝土拌合用水的技术要求。

6.2.1.5 外加剂

受检外加剂。

6.2.2 试验条件

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温度应均匀控制在（规定温度±1）℃。

6.2.3 混凝土配合比

基准混凝土和受检混凝土配合比按JGJ 55进行设计。

6.2.3.1 基准混凝土

外加剂应用性能试验时，基准混凝土配合比参数、性能及适用范围应符合表12的规定。

表 12 基准混凝土及适用范围

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%	＜2%
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）
注：在进行坍落度（210±10）mm的最小用水量试验时，因为此时坍落度随用水量变化不显著，需在达到混凝土（210±10）mm的控制范围后，继续减小用水量，直至坍落度超出控制范围，这样得到符合要求的最小用水量。			
[a] 用水量应包括液体外加剂、砂、石三种材料中所含的水量，单位为kg/m^3。			

6.2.3.2 受检混凝土

受检混凝土配合比应符合下列规定：

a) 检验非引气型外加剂时，受检混凝土的水泥、砂、石用量与其对应的基准混凝土相同；

b) 检验引气减水剂或引气剂时，受检混凝土的水泥用量与其对应的基准混凝土相同，砂率应比基准混凝土的砂率低 1%～3%；

c) 受检混凝土中，外加剂用量按生产厂提供的推荐检验掺量计算；

d) 检验高性能减水剂、泵送剂及防水剂（渗透高度比试验）时，受检混凝土用水量为坍落度（210±10）mm 的用水量；

e) 检验其他外加剂时，受检混凝土用水量为坍落度（80±10）mm 的用水量。

注：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时的掺量，以占胶凝材料总量的质量百分数表示。

6.2.4 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。搅拌机的拌合量应不少于20 L，不宜大于45 L。

外加剂为固体时，将水泥、砂、石、外加剂一次投入搅拌机，干拌均匀，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，干拌均匀，再加入掺有外加剂的拌合水一起搅拌2 min。出料后，在铁板上用人工翻拌至均匀后再进行试验。

需要测定坍落度1 h经时变化量和含气量1 h经时变化量时，出料后应预留不少于20 L的混凝土拌合物，放置于容器中加盖静置备用。

6.2.5 试件制作及试样数量

6.2.5.1 试件制作

按GB/T 50081规定进行混凝土试件的制作，用振动台振实。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。振动持续到表面出浆且无明显大气泡溢出为止，不得过振。坍落度（210±10）mm时，振动时间4 s～8 s；坍落度（80±10）mm时，振动时间10 s～15 s。

6.2.5.2 试件养护

用于检验外加剂的抗压强度比、收缩率比、抗冻性指标、掺防水剂的渗透高度比、48 h吸水量比的基准混凝土试件或受检混凝土试件和用于检验防冻剂的28 d抗压强度、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，成型后在成型室带模养护1 d后脱模，再在标准养护室或标准养护箱内继续养护至规定龄期后进行性能测定。

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、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：

a) 负温养护的受检混凝土试件先在成型室温度下按表13规定的预养时间或度时积进行预养；
b) 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）内壁之间应至少留有20 mm的空隙，试件架上各试模之间应至少保持30 mm的空隙；
c) 使用冰箱养护时，箱体内试件放置层数不宜超过3层，每层之间至少保持30 mm的空隙；
d) 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；
e) 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±3）℃环境温度下解冻，解冻时间应符合表13的规定；
f) 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 d+28 d和-7 d+56 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13 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 ℃	6 h±10 min	180 ℃·h	6 h±10 min
-10 ℃	5 h±10 min	150 ℃·h	5 h±10 min
-15 ℃	4 h±10 min	120 ℃·h	4 h±10 min
[a] 试件预养时间也可利用公式 $M=\Sigma(T+10)\Delta t$ 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。			

6.2.5.3 试验项目及所需试样数量

外加剂应用性能试验项目及所需试样数量见表14。

表 14　混凝土试验项目及所需试样的数量

序号	项目	外加剂类别	试样类别	试验所需试样[b]的数量			
				混凝土拌合批数[a]	每批取样数量	基准混凝土总取样数量	受检混凝土总取样数量
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	各种外加剂		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 块	6 块	6 块
14	负温渗透高度比	防冻剂	硬化混凝土	1	6 块	6 块	6 块
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

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。

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。

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。

[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。

[b] 试验前后应仔细观察试样，对有明显缺陷的试样和试验结果都应舍去。

6.2.6　安定性

掺防水剂净浆的安定性按GB/T 1346规定的方法进行测定。

6.2.7 坍落度和坍落度 1 h 经时变化量

6.2.7.1 坍落度测定

基准混凝土和受检混凝土的坍落度应按GB/T 50080规定的方法进行测定；但坍落度为（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。坍落度测定应精确至1 mm，结果表达按GB/T 8170规定的方法修约至5 mm。

6.2.7.2 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。

坍落度1 h经时变化量按式（1）计算，精确至1 mm，结果表达按GB/T 8170规定的方法修约至5 mm。

$$\Delta Sl = Sl_0 - Sl_{1h} \cdots\cdots (1)$$

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）。

外加剂的坍落度1 h经时变化量以三批试验结果的算术平均值表示。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。

6.2.8 减水率

减水率为坍落度基本相同时基准混凝土和受检混凝土单位用水量之差与基准混凝土单位用水量之比，按式（2）计算，结果应精确至0.1%。

$$W_R = \frac{W_r - W_t}{W_r} \times 100 \cdots\cdots (2)$$

式中：

W_R ——减水率，%；

W_r ——基准混凝土单位用水量，单位为千克每立方米（kg/m^3）；

W_t ——受检混凝土单位用水量，单位为千克每立方米（kg/m^3）。

外加剂的减水率以三批试验结果的算术平均值表示，精确至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。

6.2.9 泌水率比

6.2.9.1 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规定的方法进行测定和计算。混凝土拌合物试样装入容量筒，用振动台振实，振动持续到表面出浆且无明显大气泡溢出为止，不得过振。混凝土坍落度（210±10）mm时，振动时间4 s～8 s；坍落度（80±10）mm时，振动时间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，精确至0.1%。

6.2.9.2 泌水率比测定

泌水率比为受检混凝土和基准混凝土的泌水率之比，按式（3）计算，精确至0.1%。

$$R_B = \frac{B_t}{B_r} \times 100 \cdots\cdots (3)$$

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，%。

外加剂的泌水率比以三批试验结果的算术平均值表示，精确至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。

6.2.10 压力泌水率比

6.2.10.1 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规定的方法进行。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 mm±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，精确至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，精确至0.1%。

6.2.10.2 压力泌水率比测定

压力泌水率比为受检混凝土和基准混凝土的压力泌水率之比，按式（4）计算，精确至0.1%。

$$R_{Bp} = \frac{B_{Pt}}{B_{Pr}} \times 100 \cdots\cdots (4)$$

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，%。

外加剂的压力泌水率比以三批试验结果的算术平均值表示，精确至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。

6.2.11 含气量和含气量 1 h 经时变化量

6.2.11.1 含气量测定

受检混凝土的含气量按GB/T 50080规定的方法进行测定。混凝土拌合物应一次装满并稍高于容器，用振动台振实，振动持续到表面出浆且无明显大气泡溢出为止，不得过振。混凝土坍落度（210±10）mm时，振动时间4 s～8 s；坍落度（80±10）mm时，振动时间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含气量，精确至0.1%。

外加剂的含气量以三批试验结果的算术平均值表示，精确至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%，结果无效，应重新进行试验。

6.2.11.2 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后按照含气量测定方法再次测定混凝土含气量。

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/735123030221011044