

前 言

本标准是在 GB 8076—87 基础上修订的,主要技术内容未作重大修订。本次修订主要内容如下:
增加缓凝高效减水剂的品种及性能指标;将试验混凝土的坍落度由 $60\text{ mm}\pm 10\text{ mm}$ 提高至 $80\text{ mm}\pm 10\text{ mm}$;调整原标准表 1 中各种混凝土外加剂的部分性能指标;外加剂的检测掺量改按推荐掺量;规定了粉状外加剂细度要求;增加了附录 B、C、D,规定了钢筋锈蚀和外加剂总碱量的测定方法。

本标准自生效之日起,同时代替 GB 8076—87。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 是标准的附录。

本标准首次发布时间 1987 年,第一次修订时间 1996 年。

本标准由国家建筑材料工业局提出。

本标准由全国水泥制品标准化技术委员会归口,委托中国建筑材料科学研究院房建材料与混凝土研究所解释。

本标准负责起草单位:中国建筑材料科学研究院房建材料与混凝土研究所。

本标准参加起草单位:冶金部建筑研究总院、上海市建筑科学研究院、天津市建筑工程质量检测监督中心、北京市建筑工程质量检测监督中心、南京水利科学研究院、铁道部科学研究院、北京科技大学、青岛市应用化学建材厂、湛江外加剂厂、江都市减水剂厂、山东省莱芜硫酸厂负责起草。

本标准主要起草人:田培、姚燕、熊大玉、吴菊珍、张璐明、于新文、奚迎收、刘文长。

中华人民共和国国家标准

混凝土外加剂

Concrete admixtures

· GB 8076—1997

代替 GB 8076—87

1 范围

本标准规定了用于水泥混凝土中外加剂的定义、技术要求、试验方法、检验规则、包装、出厂、贮存及退货等。

本标准适用于普通减水剂、高效减水剂、缓凝高效减水剂、早强减水剂、缓凝减水剂、引气减水剂、早强剂、缓凝剂和引气剂共九种混凝土外加剂。

2 引用标准

下列标准包含的条文通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB/T 176—1996 水泥化学分析方法
- GB/T 8074—87 水泥表面积测定方法 勃氏法
- GB/T 8075—87 混凝土外加剂的分类、命名与定义
- GB/T 8077—87 混凝土外加剂匀质性能试验方法
- GB/T 14684—93 建筑用砂
- GB/T 14685—93 建筑用卵石、碎石
- GBJ 80—85 普通混凝土拌合物性能试验方法
- GBJ 81—85 普通混凝土力学性能试验方法
- GBJ 82—85 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法
- JGJ 55—81 普通混凝土配合比设计技术规定
- JGJ 63—89 混凝土拌合用水标准

3 定义

本标准采用下列定义。

3.1 外加剂

缓凝高效减水剂:兼有缓凝和大幅度减少拌合用水量的外加剂。

其余混凝土外加剂的定义见 GB/T 8075。

3.2 基准水泥

符合本标准附录 A 要求的、专门用于检验混凝土外加剂性能的水泥。

3.3 基准混凝土

按照本标准试验条件规定配制的不掺外加剂的混凝土。

4 技术要求

4.1 掺外加剂混凝土性能指标

掺外加剂混凝土性能指标应符合表 1 的要求。

表 1 掺外加剂混凝土性能指标

试验项目	外加剂品种																	
	普通减水剂		高效减水剂		早强减水剂		缓凝高效减水剂		缓凝减水剂		引气减水剂		早强剂		缓凝剂		引气剂	
	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品
减水率, %, 不小于	8	5	12	10	8	5	12	10	8	5	10	10	—	—	—	—	6	6
泌水率比, %, 不大于	95	100	90	95	95	100	100	100	100	100	70	80	100	110	100	110	70	80
含气量, %	≤3.0	≤4.0	≤3.0	≤4.0	≤3.0	≤4.0	<4.5	<4.5	<5.5	>3.0	>3.0	>3.0	—	—	—	—	>3.0	>3.0
凝结时间之差 min	—90~+120		—90~+120		—90~+90		—		—		—90~+120		—		—		—90~+120	
	初凝	—	140	130	140	130	—	—	—	—	—	—	135	125	—	—	—	—
抗压强度比, % 不小于	1d	—	140	130	130	120	125	120	100	115	110	110	130	120	100	90	95	80
	3d	115	110	130	120	130	120	125	120	115	110	110	110	105	100	90	95	80
	7d	115	110	125	115	115	110	125	115	110	110	110	110	105	100	90	95	80
28d	110	105	120	110	105	100	120	110	110	105	100	100	100	95	100	90	90	80
收缩率比, % 不大于	135		135		135		135		135		135		135		135		135	
相对耐久性指标, % 200次, 不小于	—		—		—		—		—		80		60		—		80	
对钢筋锈蚀作用	应说明对钢筋有无锈蚀危害																	

注

- 除含气量外, 表中所列数据为掺外加剂混凝土与基准混凝土的差值或比值。
- 凝结时间指标, “-”号表示提前, “+”号表示延缓。
- 相对耐久性指标一栏中, “200次≥80和60”表示将28d龄期的掺外加剂混凝土试件冻融循环200次后, 动弹性模量保留值≥80%或≥60%。
- 对于可以用高频振捣排除的, 由外加剂所引入的气泡的产品, 允许用高频振捣, 达到某类型性能指标要求的外加剂, 可按本表进行命名和分类, 但须在产品说明书和包装上注明“用于高频振捣的××剂”

4.2 匀质性指标

匀质性指标应符合表 2 的要求。

表 2 匀质性指标

试验项目	指 标
含固量或含水量	a. 对液体外加剂,应在生产厂所控制值的相对量的 3% 内; b. 对固体外加剂,应在生产厂控制值的相对量的 5% 之内
密度	对液体外加剂,应在生产厂所控制值的 $\pm 0.02 \text{ g/cm}^3$ 之内
氯离子含量	应在生产厂所控制值相对量的 5% 之内
水泥净浆流动度	应不小于生产控制值的 95%
细度	0.315mm 筛筛余应小于 15%
pH 值	应在生产厂控制值 ± 1 之内
表面张力	应在生产厂控制值 ± 1.5 之内
还原糖	应在生产厂控制值 $\pm 3\%$
总碱量($\text{Na}_2\text{O}+0.658\text{K}_2\text{O}$)	应在生产厂控制值的相对量的 5% 之内
硫酸钠	应在生产厂控制值的相对量的 5% 之内
泡沫性能	应在生产厂控制值的相对量的 5% 之内
砂浆减水率	应在生产厂控制值 $\pm 1.5\%$ 之内

5 试验方法

5.1 材料

5.1.1 水泥

采用本标准附录 A 规定的基准水泥。在因故得不到基准水泥时,允许采用 C_3A 含量 6%~8%,总碱量($\text{Na}_2\text{O}+0.658\text{K}_2\text{O}$)不大于 1%的熟料和二水石膏、矿渣共同磨制的标号大于(含)525 号普通硅酸盐水泥。但仲裁仍需用基准水泥。

5.1.2 砂

符合 GB/T 14684 要求的细度模数为 2.6~2.9 的中砂。

5.1.3 石子

符合 GB/T 14685 粒径为 5 mm~20 mm(圆孔筛),采用二级配,其中 5 mm~10 mm 占 40%,10 mm~20 mm 占 60%。如有争议,以卵石试验结果为准。

5.1.4 水

符合 JGJ 63 要求。

5.1.5 外加剂

需要检测的外加剂。

5.2 配合比

基准混凝土配合比按 JGJ 55 进行设计。掺非引气型外加剂混凝土和基准混凝土的水泥、砂、石的比例不变。配合比设计应符合以下规定:

a) 水泥用量:采用卵石时, $(310 \pm 5) \text{ kg/m}^3$;采用碎石时, $(330 \pm 5) \text{ kg/m}^3$ 。

b) 砂率:基准混凝土和掺外加剂混凝土的砂率均为 36%~40%,但掺引气减水剂和引气剂的混凝土砂率应比基准混凝土低 1%~3%。

c) 外加剂掺量:按科研单位或生产厂推荐的掺量。

d) 用水量:应使混凝土坍落度达(80±10) mm。

5.3 混凝土搅拌

采用 60 L 自落式混凝土搅拌机,全部材料及外加剂一次投入,拌合量应不少于 15 L,不大于 45 L,搅拌 3 min,出料后在铁板上用人工翻拌 2~3 次再行试验。

各种混凝土材料及试验环境温度均应保持在(20±3)℃。

5.4 试件制作及试验所需试件数量

5.4.1 试件制作:混凝土试件制作及养护按 GBJ 80 进行,但混凝土预养温度为(20±3)℃。

5.4.2 试验项目及所需数量详见表 3。

表 3 试验项目及所需数量

试验项目	外加剂类别	试验类别	试验所需数量			
			混凝土拌合批数	每批取样数目	掺外加剂混凝土总取样数目	基准混凝土总取样数目
减水率	除早强剂、缓凝剂外各种外加剂	混凝土拌合物	3	1 次	3 次	3 次
泌水率比	各种外加剂		3	1 个	3 个	3 个
含气量			3	1 个	3 个	3 个
凝结时间差			3	1 个	3 个	3 个
抗压强度比		硬化混凝土	3	9 或 12 块	27 或 36 块	27 或 36 块
收缩比率	3		1 块	3 块	3 块	
相对耐久性指标	引气剂、引气减水剂	硬化混凝土	3	1 块	3 块	3 块
钢筋锈蚀	各种外加剂	新拌或硬化砂浆	3	1 块	3 块	3 块
注						
1 试验时,检验一种外加剂的三批混凝土要在同一天内完成。						
2 试验龄期参考表 1 试验项目栏						

5.5 混凝土拌合物

5.5.1 减水率测定:减水率为坍落度基本相同时基准混凝土和掺外加剂混凝土单位用水量之差与基准混凝土单位用水量之比。坍落度按 GBJ 80 测定。减水率按式(1)计算:

$$W_R = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中: W_R ——减水率, %;

W_0 ——基准混凝土单位用水量, kg/m³;

W_1 ——掺外加剂混凝土单位用水量, kg/m³。

W_R 以三批试验的算术平均值计,精确到小数点后一位。若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,则把最大值与最小值一并舍去,取中间值作为该组试验的减水率。若

有两个测值与中间值之差均超过 15% 时, 则该批试验结果无效, 应该重做。

5.5.2 泌水率比测定: 泌水率比按式(2)计算, 精确到小数点后一位数。

$$B_R = \frac{B_t}{B_c} \times 100 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中: B_R ——泌水率之比, %;
 B_t ——掺外加剂混凝土泌水率, %;
 B_c ——基准混凝土泌水率, %。

泌水率的测定和计算方法如下:

先用湿布润湿容积为 5 L 的带盖筒(内径为 185 mm, 高 200 mm), 将混凝土拌合物一次装入, 在振动台上振动 20 s, 然后用抹刀轻轻抹平, 加盖以防水分蒸发。试样表面应比筒口边低约 20 mm。自抹面开始计算时间, 在前 60 min, 每隔 10 min 用吸液管吸出泌水一次, 以后每隔 20 min 吸水一次, 直至连续三次无泌水为止。每次吸水前 5 min, 应将筒底一侧垫高约 20 mm, 使筒倾斜, 以便于吸水。吸水后, 将筒轻轻放平盖好。将每次吸出的水都注入带塞的量筒, 最后计算出总的泌水量, 准确至 1 g, 并按式(3)、(4)计算泌水率:

$$B = \frac{V_w}{(W/G)G_w} \times 100 \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$G_w = G_1 - G_0 \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中: B ——泌水率, %;
 V_w ——泌水总质量, g;
 W ——混凝土拌合物的用水量, g;
 G ——混凝土拌和物的总质量, g;
 G_w ——试样质量, g;
 G_1 ——筒及试样质量, g;
 G_0 ——筒质量, g。

试验时, 每批混凝土拌合物取一个试样, 泌水率取三个试样的算术平均值。若三个试样的最大值或最小值中有一个与中间值之差大于中间值的 15%, 则把最大值与最小值一并舍去, 取中间值作为该组试验的泌水率, 如果最大与最小值与中间值之差均大于中间值的 15% 时, 则应重做。

5.5.3 含气量: 按 GBJ 80 用气水混合式含气量测定仪, 并按该仪器说明进行操作, 但混凝土拌合物一次装满并稍高于容器, 用振动台振实 15 s~20 s, 用高频插入式振捣器($\phi 25$ mm, 14 000 次/min)在模型中心垂直插捣 10 s。

试验时, 每批混凝土拌合物取一个试样, 含气量以三个试样测值的算术平均值来表示。若三个试样中的最大值或最小值中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, 取中间值作为该批的试验结果, 如果最大值与最小值均超过 0.5%, 则应重作。

5.5.4 凝结时间差测定: 凝结时间差按式(5)计算:

$$\Delta T = T_t - T_c \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中: ΔT ——凝结时间之差, min;
 T_t ——掺外加剂混凝土的初凝或终凝时间, min;
 T_c ——基准混凝土的初凝或终凝时间, min。

凝结时间采用贯入阻力仪测定, 仪器精度为 5 N, 凝结时间测定方法如下:

将混凝土拌合物用 5 mm(圆孔筛)振动筛筛出砂浆, 拌匀后装入上口内径为 160 mm, 下口内径为 150 mm, 净高 150 mm 的刚性不渗水的金属圆筒, 试样表面应低于筒口约 10 mm, 用振动台振实(约 3 s~5 s), 置于(20±3)°C 的环境中, 容器加盖。一般基准混凝土在成型后 3 h~4 h, 掺早强剂的在成型后

1 h~2 h,掺缓凝剂的在成型后 4 h~6 h 开始测定,以后每 0.5 h 或 1 h 测定一次,但在临近初、终凝时,可以缩短测定间隔时间。每次测点应避开前一次测孔,其净距为试针直径的 2 倍,但至少不小于 15 mm,试针与容器边缘之距离不小于 25 mm。测定初凝时间用截面积为 100 mm² 的试针,测定终凝时间用 20 mm² 的试针。贯入阻力按式(6)计算:

$$R = \frac{P}{A} \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中: R ——贯入阻力值,MPa;

P ——贯入深度达 25 mm 时所需的净压力,N;

A ——贯入仪试针的截面积,mm²。

根据计算结果,以贯入阻力值为纵坐标,测试时间为横坐标,绘制贯入阻力值与时间关系曲线,求出贯入阻力值达 3.5 MPa 时对应的时间作为初凝时间及贯入阻力值达 28 MPa 时对应的时间作为终凝时间。凝结时间从水泥与水接触时开始计算。

试验时,每批混凝土拌合物取一个试样,凝结时间取三个试样的平均值。若三批试验的最大值或最小值之中有一个与中间值之差超过 30 min 时,则把最大值与最小值一并舍去,取中间值作为该组试验的凝结时间。若两测值与中间值之差的均超过 30 min 时,该组试验结果无效,则应重做。

5.6 硬化混凝土

5.6.1 抗压强度比测定:抗压强度比以掺外加剂混凝土与基准混凝土同龄期抗压强度之比表示,按式(7)计算:

$$R_s = \frac{S_t}{S_c} \times 100 \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中: R_s ——抗压强度比,%;

S_t ——掺外加剂混凝土的抗压强度,MPa;

S_c ——基准混凝土的抗压强度,MPa。

掺外加剂与基准混凝土的抗压强度按 GBJ 81 进行试验和计算。试件用振动台振动 15 s~20 s,用插入式高频振捣器($\phi 25$ mm,14 000 次/min)振捣时间为 8 s~12 s。试件预养温度为(20 \pm 3) $^{\circ}$ C。试验结果以三批试验测值的平均值表示,若三批试验中有一批的最大值或最小值与中间值的差值超过中间值的 15%,则把最大及最小值一并舍去,取中间值作为该批的试验结果,如有两批测值与中间值的差均超过中间值的 15%,则试验结果无效,应该重做。

5.6.2 收缩率比测定:收缩率比以龄期 28 d 掺外加剂混凝土与基准混凝土干缩率比值表示,按(8)式计算:

$$R_e = \frac{\epsilon_t}{\epsilon_c} \times 100 \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中: R_e ——收缩率比,%;

ϵ_t ——掺外加剂的混凝土的收缩率,%;

ϵ_c ——基准混凝土的收缩率,%。

掺外加剂及基准混凝土的收缩率按 GBJ 82 测定和计算,试件用振动台成型,振动 15 s~20 s,用插入式高频振动器($\phi 25$ mm,14 000 次/min)插捣 8 s~12 s。每批混凝土拌合物取一个试样,以三个试样收缩率的算术平均值表示。

5.6.3 相对耐久性试验:按 GBJ 82 进行,试件采用振动台成型,振动 15 s~20 s,用插入式高频振捣器($\phi 25$ mm,14 000 次/min)时,应距两端 120 mm 各垂直插捣 8 s~12 s。标准养护 28 d 后进行冻融循环试验。

每批混凝土拌合物取一个试样,冻融循环次数以三个试件动弹性模量的算术平均值表示。

相对耐久性指标是以掺外加剂混凝土冻融 200 次后的动弹性模量降至 80%或 60%以上评定外加

剂质量。

5.7 钢筋锈蚀试验

钢筋锈蚀采用钢筋在新拌或硬化砂浆中阳极极化电位曲线来表示,测定方法按本标准附录 B、C 规定进行。

5.8 外加剂匀质性

外加剂匀质性试验按 GB/T 8077 进行。总碱量按本标准附录 D 进行测定。

6 检验规则

6.1 取样及编号

6.1.1 试样分点样和混合样。点样是在一次生产的产品所得试样,混合样是三个或更多的点样等量均匀混合而取得的试样。

6.1.2 生产厂应根据产量和生产设备条件,将产品分批编号,掺量大于 1%(含 1%)同品种的外加剂每一编号为 100 t,掺量小于 1%的外加剂每一编号为 50 t,不足 100 t 或 50 t 的也可按一个批量计,同一编号的产品必须混合均匀。

6.1.3 每一编号取样量不少于 0.2 t 水泥所需用的外加剂量。

6.2 试样及留样

每一编号取得的试样应充分混匀,分为两等份,一份按表 2 中规定部分项目进行试验。另一份要密封保存半年,以备有疑问时提交国家指定的检验机关进行复验或仲裁。

6.3 检验分类

6.3.1 出厂检验:每编号外加剂检验项目,根据其品种不同按表 4 项目进行检验。

表 4 外加剂测定项目

测定项目	外加剂品种									备注
	普通 减水剂	高效 减水剂	早强 减水剂	缓凝高效 减水剂	缓凝 减水剂	引气 减水剂	早强剂	缓凝剂	引气剂	
固体含量	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
密度										液体外加剂必测
细度										粉状外加剂必测
pH 值	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
表面张力		✓		✓		✓			✓	
泡沫性能						✓			✓	
氯离子含量	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
硫酸钠含量										含有硫酸钠的早强减水剂 或早强剂必测
总碱量	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	每年至少一次
还原糖分	✓			✓	✓			✓		木质素磺酸钙减水剂必测
水泥净浆流动度	✓	✓	✓	✓	✓	✓				两种任选一种
水泥砂浆流动度	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		

6.3.2 型式检验:型式检验项目包括表 2 中匀质性及表 1 中新拌及硬化混凝土性能指标。有下列情况之一者,应进行型式检验:

- 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- 正式生产后,如材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;

- c) 正常生产时,一年至少进行一次检验;
- d) 产品长期停产后,恢复生产时;
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- f) 国家质量监督机构提出进行型式试验要求时。

6.4 判定规则

产品经检验,匀质性符合表2的要求,各种类型的减水剂的减水率、缓凝型外加剂的凝结时间差、引气型外加剂的含气量及硬化混凝土的各项性能符合表1要求,则判定该编号外加剂为相应等级的产品,如不符合上述要求时,则判该编号外加剂不合格。其余项目作为参考指标。

6.5 复验

复验以封存样进行。如使用单位要求现场取样,应事先在供货合同中规定,并在生产和使用单位人员在场的情况下于现场取平均样,复验按照型式检验项目检验。

7 包装、出厂、贮存及退货

7.1 包装

粉状外加剂应采用有塑料袋衬里的编织袋,每袋重20 kg~50 kg。液体外加剂应采用塑料桶、金属桶包装或槽车运输。

所有包装的容器上均应在明显位置注明以下内容:产品名称、型号、净质量或体积(包括含量或浓度)、生产厂名。生产日期及出厂编号应于产品合格证上予以说明。

7.2 产品出厂

凡有下列情况之一者,不得出厂:不合格品、技术文件不全(产品说明书、合格证、检验报告)、包装不符、质量不足、产品受潮变质,以及超过有效期限。

生产厂随货提供说明书的内容应包括产品名称及型号、出厂日期、主要特性及成分、适用范围及推荐掺量、外加剂总碱量、氯离子含量、有无毒性、易燃状况、储存条件及有效期、使用方法及注意事项。

7.3 贮存

外加剂应存放在专用仓库或固定的场所妥善保管,以易于识别,便于检查和提货为原则。

7.4 退货

7.4.1 使用单位在规定的存放条件和有效期限内,经复验发现外加剂性能与本标准不符时,则应予退回或更换。

7.4.2 实际的质量、体积与规定的质量、体积(按固形物计)有2%的差异时,可以要求退货或补足。粉状的可取50包,液体的可取30桶(其他包装形式由双方协商),称量取平均值计算。

7.4.3 凡无出厂文件或出厂技术文件不全,以及发现实物质量与出厂技术文件不符合,可退货。

附录 A
(标准的附录)

混凝土外加剂性能检验用基准水泥技术条件

基准水泥是统一检验混凝土外加剂性能的材料,是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的标号大于(含)525号的硅酸盐水泥。基准水泥必须由经中国水泥质量监督中心确认具备生产条件的工厂供给。

A1 品质指标(除满足 525 号硅酸盐水泥技术要求外)

- A1.1 铝酸三钙(C₃A)含量 6%~8%。
- A1.2 硅酸三钙(C₃S)含量 50%~55%。
- A1.3 游离氧化钙(fCaO)含量不得超过 1.2%。
- A1.4 碱(Na₂O+0.658K₂O)含量不得超过 1.0%。
- A1.5 水泥比表面积(320±20)m²/kg。

A2 试验方法

- A2.1 游离氧化钙、氧化钾和氧化钠的测定,按 GB/T 176 进行。
- A2.2 水泥比表面积的测定,按 GB/T 8074 进行。
- A2.3 铝酸三钙和硅酸三钙含量由熟料中氧化钙、二氧化硅、三氧化二铝和三氧化二铁含量,按下式计算得:

$$C_3S = 3.80 \cdot SiO_2(3KH - 2) \quad \dots\dots\dots(A1)$$

$$C_3A = 2.65 \cdot (Al_2O_3 - 0.64 \cdot Fe_2O_3) \quad \dots\dots\dots(A2)$$

$$KH = \frac{CaO - fCaO - 1.65 \cdot Al_2O_3 - 0.35 \cdot Fe_2O_3}{2.80 \cdot SiO_2} \quad \dots\dots\dots(A3)$$

式中: C₃S、C₃A、SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃ 和 fCaO 分别表示该成分在熟料中所占的质量百分数,KH 表示石灰保护系数。

A3 验收规则

- A3.1 基准水泥出厂一吨为一编号。每一编号应取三个有代表性的样品,分别测定比表面积,测定结果均须符合规定。
- A3.2 凡不符合本技术条件 A1 中任何一项规定时,均不得出厂。

A4 包装及贮运

包装袋应结实牢固和密封良好,采用金属桶装或加有塑料袋的纸袋包装。每袋净重 50 kg。袋中须有合格证,注明生产日期、编号。有效储存期为半年。

附录 B

(标准的附录)

钢筋锈蚀快速试验方法(新拌砂浆法)

B1 仪器设备

a) 恒电位仪

专用的符合本标准要求的钢筋锈蚀测量仪,或恒电位/恒电流仪,或恒电流仪,或恒电位仪(输出电流范围不小于 $0\sim 2\,000\ \mu\text{A}$,可连续变化 $0\sim 2\ \text{V}$,精度 $\leq 1\%$);

b) 甘汞电极;

c) 定时钟;

d) 电线:铜芯塑料线;

e) 绝缘涂料(石蜡:松香=9:1);

f) 试模:塑料有底活动模(尺寸 $40\ \text{mm}\times 100\ \text{mm}\times 150\ \text{mm}$)。

B2 试验步骤

B2.1 制作钢筋电极

将 I 级建筑钢筋加工制成直径 $7\ \text{mm}$,长度为 $100\ \text{mm}$,表面粗糙度 R_a 的最大允许值为 $1.6\ \mu\text{m}$ 的试件,用汽油、乙醇、丙酮依次浸擦除去油脂,并在一端焊上长 $130\ \text{mm}\sim 150\ \text{mm}$ 的导线,再用乙醇仔细擦去焊油,钢筋两端浸涂热熔石蜡松香绝缘涂料,使钢筋中间暴露长度为 $80\ \text{mm}$,计算其表面积。经过处理后的钢筋放入干燥器内备用,每组试件三根。

B2.2 拌制新鲜砂浆

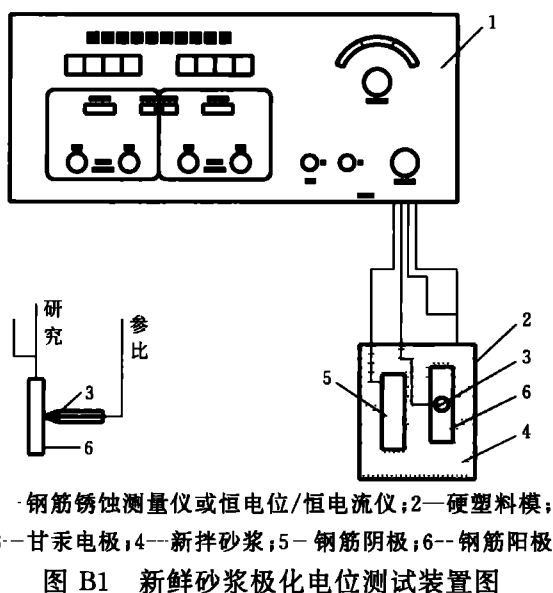
在无特定要求时,采用水灰比 0.5 ,灰砂比 $1:2$ 配制砂浆,水为蒸馏水,砂为检验水泥强度用的标准砂,水泥为基准水泥(或按试验要求的配合比配制)。干拌 $1\ \text{min}$,湿拌 $3\ \text{min}$ 。检验外加剂时,外加剂按比例随拌和水加入。

B2.3 砂浆及电极入模

把拌制好的砂浆浇入试模中,先浇一半(厚 $20\ \text{mm}$ 左右)。将两根处理好经检查无锈痕的钢筋电极平行放在砂浆表面,间距 $40\ \text{mm}$,拉出导线,然后灌满砂浆抹平,并轻敲几下侧板,使其密实。

B2.4 连接试验仪器

按图 B1 连接试验装置,以一根钢筋作为阳极接仪器的“研究”与“*”号接线孔,另一根钢筋为阴极(即辅助电极)接仪器的“辅助”接线孔,再将甘汞电极的下端与钢筋阳极的正中位置对准,与新鲜砂浆表面接触,并垂直于砂浆表面。甘汞电极的导线接仪器的“参比”接线孔。在一些现代新型钢筋锈蚀测量仪或恒电位/恒电流仪上,电极输入导线通常为集束导线,只须按规定将三个夹子分别接阳极钢筋、阴极钢筋和甘汞电极即可。



B2.5 测试

a) 未通外加电流前,先读出阳极钢筋的自然电位 V (即钢筋阳极与甘汞电极之间的电位差值)。

b) 接通外加电流,并按电流密度 $50 \times 10^{-2} \text{ A/m}^2$ (即 $50 \mu\text{A/cm}^2$) 调整 μA 表至需要值。同时,开始计算时间,依次按 2、4、6、8、10、15、20、25、30、60 min,分别记录阳极极化电位值。

B3 试验结果处理

B3.1 以三个试验电极测量结果的平均值,作为钢筋阳极极化电位的测定值,以时间为横坐标,阳极极化电位为纵坐标,绘制电位-时间曲线(如图 B2)。

B3.2 根据电位-时间曲线判断砂浆中的水泥、外加剂等对钢筋锈蚀的影响。

a) 电极通电后,阳极钢筋电位迅速向正方向上升,并在 1 min~5 min 内达到析氧电位值,经 30 min 测试,电位值无明显降低,如图 B2 中的曲线①,则属钝化曲线。表明阳极钢筋表面钝化膜完好无损,所测外加剂对钢筋是无害的。

b) 通电后,阳极钢筋电位先向正方向上升,随着又逐渐下降,如图 B2 中的曲线②,说明钢筋表面钝化膜已部分受损。而图 B2 中的曲线③属活化曲线,说明钢筋表面钝化膜破坏严重。这两种情况均表明钢筋钝化膜已遭破坏。但这时对试验砂浆中所含的水泥、外加剂对钢筋锈蚀的影响仍不能作出明确的判断,还必须再作硬化砂浆阳极极化电位的测量,以进一步判别外加剂对钢筋有无锈蚀危害。

c) 通电后,阳极钢筋电位随时间的变化有时会出现图 B2 中曲线①和②之间的中间态情况,即电位先向正方上升至较正电位值(例如 $\geq +600 \text{ mV}$),持续一段稳定时间,然后渐呈下降趋势,如电位值迅速下降,则属第②项情况。如电位值缓降,且变化不多,则试验和记录电位的时间再延长 30 min,继续 35, 40, 45, 50, 55, 60 min 分别记录阳极极化电位值,如果电位曲线保持稳定不再下降,可认为钢筋表面尚能保持完好钝化膜,所测外加剂对钢筋是无害的;如果电位曲线继续持续下降,可认为钢筋表面钝化膜已破损而转变为活化状态,对于这种情况,还必须再作硬化砂浆阳极极化电位的测量,以进一步判别外加剂对钢筋有无锈蚀危害。

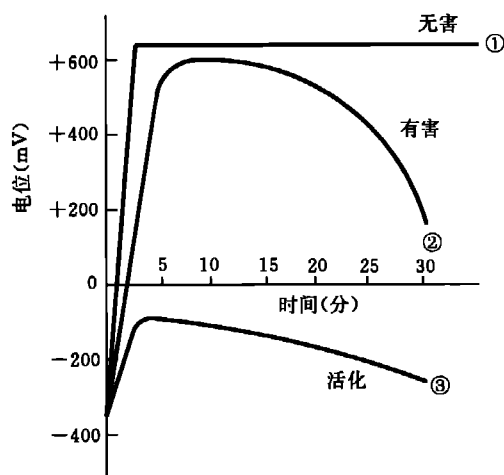


图 B2 恒电流、电位-时间曲线分析图

附录 C

(标准的附录)

钢筋锈蚀快速试验方法(硬化砂浆法)

C1 仪器设备

- a) 恒电位仪:专用的符合本标准要求钢筋锈蚀测量仪或恒电位/恒电流仪,或恒电流仪,或恒电位仪(输出电流范围不小于 $0\sim 2\ 000\ \mu\text{A}$,可连续变化 $0\sim 2\ \text{V}$,精度 $\leq 1\%$);
- b) 不锈钢片电极;
- c) 甘汞电极(232型或222型);
- d) 定时钟;
- e) 电线;铜芯塑料线(型号RV1 \times 16/0.15 mm);
- f) 绝缘涂料(石蜡:松香=9:1);
- g) 搅拌锅、搅拌铲;
- h) 试模:长95 mm,宽和高均为30 mm的棱柱体,模板两端中心带有固定钢筋的凹孔,其直径为7.5 mm,深2~3 mm,半通孔。试模用8 mm厚,硬聚氯乙烯塑料板制成。

C2 试验步骤

C2.1 制备埋有钢筋的砂浆电极

a) 制备钢筋

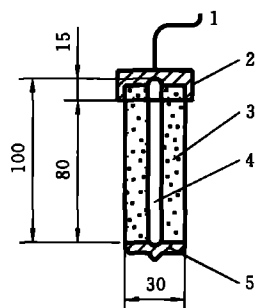
采用I级建筑钢筋经加工成直径7 mm,长度100 mm,表面粗糙度 R_a 的最大允许值为 $1.6\ \mu\text{m}$ 的试件,使用汽油、乙醇、丙酮依次浸擦除去油脂,经检查无锈痕后放入干燥器中备用,每组三根。

b) 成型砂浆电极

将钢筋插入试模两端的预留凹孔中,位于正中。按配比拌制砂浆,灰砂比为1:2.5,采用基准水泥、检验水泥强度用的标准砂、蒸馏水(用水量按砂浆稠度5 cm~7 cm时的加水量而定),外加剂采用推荐掺量。将称好的材料放入搅拌锅内干拌1 min,湿拌3 min。将拌匀的砂浆灌入预先按放好钢筋的试模内,置检验水泥强度用的振动台上振5 s~10 s,然后抹平。

c) 砂浆电极的养护及处理

试件成型后盖上玻璃板,移入标准养护室养护,24 h 后脱模,用水泥净浆将外露的钢筋两头覆盖,继续标准养护 2 d。取出试件,除去端部的封闭净浆,仔细擦净外露钢筋头的锈斑。在钢筋的一端焊上长 130 mm~150 mm 的导线,用乙醇擦去焊油,并在试件两端浸涂热石蜡松香绝缘,使试件中间暴露长度为 80 mm,如图 C1 所示。



1—导线;2和5—石蜡;3—砂浆;4—钢筋

图 C1 钢筋砂浆电极

C2.2 测试

a) 将处理好的硬化砂浆电极置于饱和氢氧化钙溶液中,浸泡数小时,直至浸透试件,其表征为监测硬化砂浆电极在饱和氢氧化钙溶液中的自然电位至电位稳定且接近新拌砂浆中的自然电位,由于存在欧姆电压降可能会使两者之间有一个电位差。试验时应注意不同类型或不同掺量外加剂的试件不得放置在同一容器内浸泡,以防互相干扰。

b) 把一个浸泡后的砂浆电极移入盛有饱和氢氧化钙溶液的玻璃缸内,使电极浸入溶液的深度为 8 cm,以它作为阳极,以不锈钢片作为阴极(即辅助电极),以甘汞电极作参比。按图 C2 要求接好试验线路。

c) 未通外加电流前,先读出阳极(埋有钢筋的砂浆电极)的自然电位 V 。

f) 接通外加电流,并按电流密度 $50 \times 10^{-2} \text{ A/m}^2$ (即 $50 \mu\text{A/cm}^2$) 调整 μA 表至需要值。同时,开始计算时间,依次按 2、4、6、8、10、15、20、25、30 min,分别记录埋有钢筋的砂浆电极阳极极化电位值。

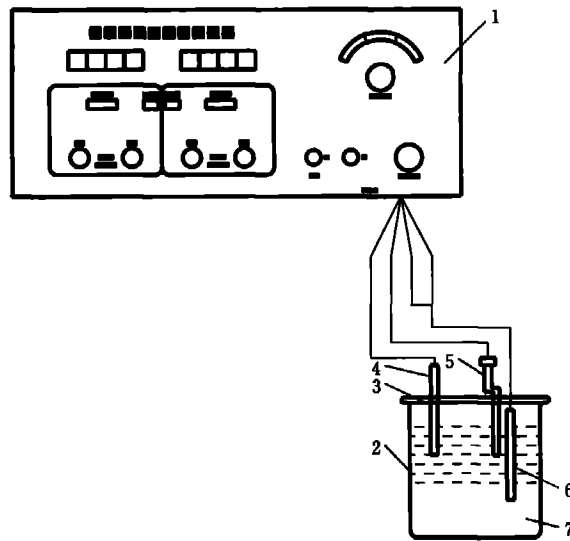
C3 试验结果处理

C3.1 取一组三个埋有钢筋的硬化砂浆电极极化电位的测量结果的平均值作为测定值,以阳极极化电位为纵坐标,时间为横坐标,绘制阳极极化电位-时间曲线。

C3.2 根据电位-时间曲线判断砂浆中的水泥、外加剂等对钢筋锈蚀的影响。

a) 电极通电后,阳极钢筋电位迅速向正方向上升,并在 1 min~5 min 内达到析氧电位值,经 30 min 测试,电位值无明显降低,如图 B2 中的曲线①,则属钝化曲线。表明阳极钢筋表面钝化膜完好无损,所测外加剂对钢筋是无害的。

b) 通电后,阳极钢筋电位先向正方向上升,随着又逐渐下降,如图 B2 中的曲线②,说明钢筋表面钝化膜已部分受损。而图 B2 中的曲线③活化曲线,说明钢筋表面钝化膜破坏严重。这两种情况均表明钢筋钝化膜已遭破坏,所测外加剂对钢筋是有锈蚀危害的。



1—钢筋锈蚀测量仪或恒电位/恒电流仪；2—烧杯 1 000 mL；3—有机玻璃盖；4—不锈钢片(阴极)；
5—甘汞电极；6—硬化砂浆电极(阳极)；7—饱和氢氧化钙溶液

图 C2 硬化砂浆极化电位测试装置图

附录 D

(标准的附录)

混凝土外加剂中碱总量的测定方法

(火焰光度法)

D1 适用范围

矿物质的混凝土外加剂，如膨胀剂等，不在此范围之内。

D2 方法提要

试样用约 80℃ 的热水溶解，以氨水分离铁、铝，以碳酸钙分离钙、镁。滤液中的碱(钾和钠)，采用相应的滤光片，用火焰光度计进行测定。

D3 试剂与仪器

- a) 水：本方法所涉及的水为蒸馏水或同等纯度的水。
- b) 试剂：本方法所涉及的化学试剂除特别注明外，均为分析纯化学试剂。
- c) 氧化钾、氧化钠标准溶液：精确称取已在 130~150℃ 烘过 2 h 的氯化钾(光谱纯)0.792 0 g 及氯化钠(光谱纯)0.943 0 g，置于烧杯中，加水溶解后，移入 1 000 mL 容量瓶中，用水稀释至标线，摇匀，转移至干燥的带盖的塑料瓶中。此标准溶液每毫升相当于氧化钾及氧化钠 0.5 mg。
- d) 盐酸(1+1)。
- e) 氨水(1+1)。
- f) 碳酸铵溶液[10%(W/V)]
- g) 甲基红指示剂{[0.2%(W/V)]乙醇溶液}。
- h) 火焰光度计。

D4 工作曲线的绘制

分别向 100 mL 容量瓶中注入 0.00;1.00;2.00;4.00;8.00;12.00 mL 的氧化钾、氧化钠标准溶液 (分别相当于氧化钾、氧化钠各 0.00;0.50;1.00;2.00;4.00;6.00 mg),用水稀释至标线,摇匀,然后分别于火焰光度计上按仪器使用规程进行测定,根据测得的检流计读数与溶液的浓度关系,分别绘制氧化钾及氧化钠的工作曲线。

D5 分析步骤

准确称取一定量的试样置于 150 mL 的瓷蒸发皿中,用 80℃ 左右的热水润湿并稀释至 30 mL,置于电热板上加热蒸发,保持微沸 5 min 后取下,冷却,加 1 滴甲基红指示剂{[0.2%(W/V)]乙醇溶液},滴加氨水(1+1),使溶液呈黄色;加入 10 mL 碳酸铵溶液[10%(W/V)],搅拌,置于电热板上加热并保持微沸 10 min,用中速滤纸过滤,以热水洗涤,滤液及洗液盛于容量瓶中,冷却至室温,以盐酸(1+1)中和至溶液呈红色,然后用水稀释至标线,摇匀,以火焰光度计按仪器使用规程进行测定。称样量及稀释倍数见表 D1。

表 D1

总碱量, %	称样量, g	稀释体积, mL	稀释倍数(n)
1.0	0.2	100	1
1.0~5.0	0.1	250	2.5
5.0~10.0	0.05	250 或 500	2.5 或 5.0
10.0	0.05	500 或 1 000	5.0 或 10.0

D6 氧化钾与氧化钠含量计算

氧化钾百分含量(X_1)及氧化钠百分含量(X_2)分别按(D1)和(D2)式计算:

$$X_1(\%) = \frac{C_1 \times n}{G \times 1\,000} \times 100 \quad \dots\dots\dots (D1)$$

$$X_2(\%) = \frac{C_2 \times n}{G \times 1\,000} \times 100 \quad \dots\dots\dots (D2)$$

式中: C_1 ——在工作曲线上查得每 100 mL 被测液中氧化钾的含量,mg;
 C_2 ——在工作曲线上查得每 100 mL 被测溶液中氧化钠的含量,mg;
 n ——被测溶液的稀释倍数;
 G ——试样质量,g。

D7 总碱量按(D3)式计算

$$\text{总碱量}(\%) = 0.658 \times X_1 + X_2 \dots\dots\dots (D3)$$

式中: X_1 ——氧化钾含量,%;
 X_2 ——氧化钠含量,%。

D8 分析结果的允许误差范围

分析结果的允许误差范围见表 D2。

表 D2

总碱量, %	室内允许误差, %	室间允许误差, %
1.0	0.10	0.15
1.0~5.0	0.20	0.30
5.0~10.0	0.30	0.50
大于 10.0	0.50	0.80

D9 总碱量的测定

总碱量的测定亦可采用原子吸收光谱法,参见 GB/T 176 中 3.11.2。