

中华人民共和国建材行业标准

JC 475-1992

混凝土防冻剂

1992—07—06 发布

2000—01—01 实施

国家建筑材料工业局

发布

项 次

项 次.....	2
1 主题内容与适用范围	4
2 引用标准	5
3 术语	6
4 产品分类	7
5 技术要求	8
5.1 掺防冻剂混凝土性能	8
5.2 匀质性	8
6 试验方法	9
6.1 材料、配合比及搅拌	9
6.2 试验项目及试件数量	9
6.3 混凝土拌合物性能	9
6.4 硬化混凝土性能	9
6.5 防冻剂匀质性	11
7 检验规则	12
7.1 检验分类	12
7.2 批量	12
7.3 抽样及留样	12
7.4 判定规则	12
8 包装、贮存	13
8.1 产品说明书	13
8.2 包装	13
8.3 贮存	13
附录 A 钢筋锈蚀快速试验方法(新拌砂浆法) (补充件)	14
A1 仪器设备	14
A2 试验步骤	14
A3 试验结果处理	15
附录 B 钢筋锈蚀快速试验方法(硬化砂浆法) (补充件)	16
B1 仪器设备	16
B2 试验步骤	16

B3 试验结果处理	17
附加说明：	18

1 主题内容与适用范围

本标准规定了混凝土防冻剂的定义、分类、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志、贮存。

本标准适宜 和于规定温度为-5 、 -10 、 -15 的水泥混凝土防冻剂。

2 引用标准

GB 8076 混凝土外加剂

GB 8077 混凝土外加剂匀质性试验方法

GBJ 80 普通混凝土拌合物性能试验方法

GBJ 81 普通混凝土力学性能试验方法

GBJ 82 普通混凝土长期性能及耐久性试验方法

3 术语

3.1 防冻剂

能使混凝土在负温下硬化，并在规定养护条件下达到预期性能的外加剂。

3.2 基准混凝土(C)

按照本标准规定的试验条件配制不掺外加剂的标准养护混凝土。

3.3 受检标养混凝土(CA)

按照本标准规定的试验条件配制掺防冻剂的标准养护混凝土。

3.4 受检负温混凝土(AT)

按照本标准规定的试验条件配制掺防冻剂并按规定条件养护的混凝土。

3.5 规定温度

受检混凝土在负温养护时的温度，该温度允许波动范围为 ± 2 。本标准的规定温度为-5、-10、-15。

4 产品分类

防冻剂按其成分可分为氯盐类、氯盐阻锈类、无氯盐类。

5 技术要求

5.1 掺防冻剂混凝土性能

掺防冻剂混凝土性能应符合表 1 的要求。

表 1

试验项目		性能指标					
		一等品			合格品		
减水率, %	不小于	8			—		
泌水率比, %	不大于	100			100		
含气量, %	不小于	2.5			2.0		
凝结时间差, min	初凝						
	终凝	-120 ~ +120			-150 ~ +150		
抗压强度比, %	规定温度, -5	-10	-15	-5	-10	-15	
	R28	95	90	90	85	85	
不小于	R-7+28	95	90	85	90	85	85
	R-7+28	100		100			
90d 收缩率比, %	不大于	120					
抗渗压力(或高度)比, %		不小于 100(或不大于 100)					
50 次冻融强度损失率比, %		不大于 100					
对钢筋锈蚀作用		应说明对钢筋有无锈蚀作用					

5.2 匀质性

防冻剂匀质性应符合表 2 的要求。

表 2

试验项目	指标
含固量	液体防冻剂：应在生产厂控制值的相对量的 3%之内
含水量	粉状防冻剂：应在生产厂控制值的相对量的 5%之内
密度	液体防冻剂：应在生产厂控制值的 ± 0.02 之内
氯离子含量	应在生产厂控制值相对量的 5%之内
水泥净浆流动度	应不小于生产厂控制值的 95%
细度	粉状防冻剂细度应在生产厂控制值的+2%之内

6 试验方法

6.1 材料、配合比及搅拌

按 GB 8076 的 3.1, 3.2 和 3.3 条规定。但混凝土坍落度为 $3 \pm 1\text{cm}$ 。

6.2 试验项目及试件数量

掺防冻剂混凝土的试验项目及试件数量按表 3 规定。

表 3

试验项目	试验类别	试验所需试件数量			
		混凝土拌合物批数	每批取样数目	掺防冻剂混凝土	基准混凝土取样总数目
减水率	混凝土拌合物				
泌水率	混凝土拌合物		1 次	3 次	3 次
含气量	混凝土拌合物				
凝结时间差	混凝土拌合物	3			
抗压强度比	硬化混凝土		9 块	27 块	9 块
收缩率比	硬化混凝土		1 块	3 块	3 块
抗渗压力比	硬化混凝土		2 块	6 块	6 块
冻融强度损失率比	硬化混凝土	1	6 块	6 块	6 块
钢筋锈蚀	新拌或硬化砂浆		3	1 块	3 块

6.3 混凝土拌合物性能

减水率、泌水率比、含气量和凝结时间差按照 GB 8076 进行测定和计算。

6.4 硬化混凝土性能

6.4.1 试件制作

混凝土试件制作及养护参照 GBJ 80 进行,但掺与不掺防冻剂混凝土坍落度为 $3 \pm 1\text{cm}$, 试件制作采用振台振实,振动时间为 15~20s,环境及预养温度为 20 ± 3 。掺防冻剂受检混凝土预养 4h [或按 $M = (T+10) t = 120$ h 控制(式中:M 为度时积;T 为温度;t 为温度 T 的持续时间。)]后,移入冰箱(或冰室)内并用塑料布覆盖试件,其环境温度应于 3~4h 内均匀地降至规定温度,养护 7d 后脱模,转标养到达规定龄期进行试验。

6.4.2 抗压强度比以受检标养混凝土、受检负温混凝土与基准混凝土抗压强度之比表示:

$$R_{28} = \frac{R_{CA}}{R_C} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

$$R_{-7+28} = \frac{RAT}{RC} \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

$$R_{-7+56} = \frac{RAT}{RC} \times 100 \dots \dots \dots (3)$$

式中：R——不同条件处的混凝土抗压强度比，%；

RAT——不同龄期(-7+28d 或 -7+56d)的受检负温混凝土抗压强度，MPa；

RCA——标养 28d 受检混凝土的抗压强度，MPa；

RC——标养 28d 基准混凝土抗压强度，MPa。

每批一组，3 埠试件数据取值原则同 GBJ 81 规定。

以三组试验结果强度的平均值计算抗压强度比，精确到 1%。

6.4.3 收缩率比

收缩率参照 GBJ 82 基准混凝土试件应在 3d 龄期(从搅拌混凝土加水时算起)从标养室取出移入恒温恒湿室内 3~4h 测定初始长度，经 90d 后再测量其长度。受检负温混凝土，在规定条件养护 7d，拆模后标养 3d，从标养室取出后移入恒温恒湿室内 3~4h 测定初始长度，经 90d 后，再测量其长度。

以 3 个试件测值的算术平均值作为该混凝土的收缩率，收缩率比按式(4)计算：

$$Sr = \frac{AT}{C} \times 100 \dots \dots \dots (4)$$

式中：Sr——收缩率之比，%；

AT——受检负温混凝土的收缩率；

C——基准混凝土的收缩率。

计算精确到 1%。

6.4.4 抗渗压力(或高度)比

参照 GBJ 82 进行，基准混凝土到 28d，受检负温混凝土到 -7+56d 进行抗渗试验。但按 0.2，0.4，0.6，0.8，1.0MPa 加压，每级恒压 8h，加压到 1.0MPa 为止，若试件透水，则按式(5)计算透水压力比，计算精确到 1%。若试件未透水则将其劈开，测定试件 10 个等分点透水高度平均值，以一组 6 个试件测值的平均值作为试验结果，按式(6)计算透水高度之比，精确至 1%。

$$Pr = \frac{PAT}{PC} \times 100 \dots \dots \dots (5)$$

式中：Pr——透水压力比，%；

PAT——受检负温混凝土(-7+56d)的透水压力，MPa；

PC——标养 28d 基准混凝土的透水压力，MPa。

$$Pr = \frac{PAT}{PC} \times 100 \dots \dots \dots (6)$$

式中：Hr——透水高度之比，%；

HAT——受检负温混凝土 6 个试件测值的平均值，mm；

HC——基准混凝土 6 个试件测值的平均值，mm。

6.4.5 冻融强度损失率比

参照 GBJ 82 进行试验和计算强度损失率，基准混凝土试验龄期为 28d，受检负温混凝土龄期为-7+28d。根据计算出的强度损失率再按式(7)计算受检负混凝土与基准混凝土强度损失率之比，计算精确到 1%：

$$fr = \frac{fAT}{fC} \times 100 \dots \dots \dots (7)$$

式中：fr——50 次冻融强度损失率比，%；

fAT——受检负温混凝土 50 次冻融强度损失率，%；

fC——基准混凝土 50 次冻融强度损失率，%。

6.4.6 钢筋锈蚀

试验采用钢筋在新拌和硬化砂浆中阳极极化曲线来测试，测试方法见附录 A 和 B(补充件)。

6.5 防冻剂匀质性

按表 2 规定的项目，生产厂根据不同产品按照 GB 8077 规定的方法测定匀质性试验项目。

7 检验规则

7.1 检验分类

7.1.1 出厂检验

检验项目包括匀质性的试验项目。

7.1.2 型式检验

检验项目包括匀质性试验和掺防冻剂混凝土性能试验。

有下列情况之一者，应进行型式检验：

- a. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b. 正式生产后，如成分、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- c. 正常生产时，每半年检验一次；
- d. 产品长期停产，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检验要求时。

7.2 批量

同一品种的防冻剂，每 50t 为一批，不足 50t 也可为一批。

7.3 抽样及留样

每批取样量应不少于 0.15t 水泥所需的防冻剂(以其最大掺量计)。

每一批取得样品应充分拌匀，分为二等份，一等份样品按本标准项目进行试验；另一份封存半年，以备有疑问时交国家指定的检验机构复验或仲裁。

7.4 判定规则

产品经检验新拌混凝土的含气量和硬化混凝土性能应全部符合本标准技术要求，即可判定相应等级在场的情况下现场取平均样，复验按照型式检验项目检验。

8 包装、贮存

8.1 产品说明书

产品出厂均应由生产厂随货提供产品说明书。产品说明书包括：产品名称及型号，出厂日期，产品检验合格证，主要成分及碱含量($\text{Na}_2\text{O}+0.658\text{K}_2\text{O}$)，适用规定温度及适宜掺量，贮存条件及有效期，使用方法及注意事项。

8.2 包装

粉状外加剂采用有塑料编织袋衬里的编织袋包装，每袋重不超过 50kg，液体外加剂应采用塑料桶或有塑料袋内衬的金属桶包装。

所有包装的容器必须在明显位置上标明：生产厂名，产品名称，生产日期或生产批号。必要时还可按实际情况标明：商标，产品的主要参数，质量等级标志，有无毒性，有效期限等。

8.3 贮存

防冻剂一般应存放在专用仓库或固定场所妥善保管，有毒性的产品必须存放在专用仓库，以防人、畜误食，有强氧化性的产品应避免和有机物混存。

附录 A 钢筋锈蚀快速试验方法(新拌砂浆法) (补充件)

A1 仪器设备

- a. 恒电位仪(输出电流 $0 \sim 2000 \mu\text{A}$, 可连续变化电位 $0 \sim 2\text{V}$, 精度 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 $40\text{mm} \times 100\text{mm} \times 150\text{mm}$)。

A2 试验步骤

A2.1 制作钢筋电极

将Ⅱ级建筑钢筋加工,制成直径 7mm,长度为 100mm,表面粗糙度为 $R_a 1.6$ 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 ~ 150mm 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 80mm,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。

A2.2 拌制新鲜砂浆

在无特定要求时,采用水灰比 0.5,灰砂比 1 : 2.5 配制砂浆,水为蒸馏水,砂为标准砂,水泥为硅酸盐水泥(或按试验要求的配合比配制)。干拌 1min,湿拌 3min。检验外加剂时,外加剂按比例随拌和水加入。

A2.3 砂浆及电极入模

把拌制好的砂浆浇入试模中,先浇一半(厚 2cm 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 4cm,拉出导线,然后灌满砂浆抹平,并轻敲几下侧板,使其密实。

A2.4 连接试验仪器

按图 A1 连接试验装置。以一根钢筋作为阳极接仪器的(研究)与注 1)接线孔,另一根钢筋为阳极(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。

A2.5 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 $50 \times 10^{-2} \text{A/m}$ (即 $50 \mu \text{A/cm}^2$) 调整微安表至需要值。同时,开始计算时间,依次按 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 25, 30min, 分别记录阳极极化电位值。

A3 试验结果处理

A3.1 以 3 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 A2)。

A3.2 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 1~5 分钟内达到析氧电位值,经 30min 测试,电位值无明显降低,如图 A2 中的曲线 , 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,随即又逐渐下降,如图 A2 中的曲线 , 说明钢筋表面钝化膜已部分受损。而图 A2 中的曲线 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。

附录 B 钢筋锈蚀快速试验方法(硬化砂浆法)(补充件)

B1 仪器设备

- a. 恒电位仪(输出电流 $0 \sim 2000 \mu\text{A}$, 可连续变化电位 $0 \sim 2\text{V}$, 精度 1%) ;
- b. 不锈钢片电极 ;
- c. 甘汞电极 ;
- d. 定时钟 ;
- e. 电线 : 铜芯塑料线 ;
- f. 绝缘涂料(石蜡 : 松香 = 9 : 1) ;
- g. 搅拌锅、搅拌铲 ;
- h. 试模 : 长 95mm , 宽和高均为 30mm 的棱柱体 , 模板两端中心带有固定钢筋的凹孪 , 其直径为 7.5mm , 深 $2 \sim 3\text{mm}$, 半通孔。试模用 8mm 厚硬 PVC 塑料板制成。

B2 试验步骤

B2.1 制备埋有钢筋的砂浆电极

a. 制备钢筋

采用 II 级建筑钢筋经加工成直径 7mm , 长度 100mm , 表面表面粗糙度的试件 , 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 3 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 , 灰砂为 1 : 2.5 , 采用硅酸盐水泥 , 标准砂 , 蒸馏水(用水量按砂浆稠度 $5 \sim 7\text{cm}$ 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 1min , 湿拌 3min。将拌匀的砂浆灌入预先安放好钢筋的试模内 , 置砂浆振动台上振 $5 \sim 10\text{s}$, 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 , 24h 后脱模 , 用水泥净浆将露的钢筋两头覆盖 , 继续标准养护两天。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 $130 \sim 150\text{mm}$ 的导线 , 用乙醇擦去焊油 , 并在试件两端浸涂热熔石蜡松香绝缘 , 使试件中间暴露长度为 80mm , 如图 B1 所示。

B2.2 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 2h 左右(浸泡时间以浸透试件所需时间为准，并注意不同类型或不同掺量外加剂的试件不得放置同一容器内浸泡，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 8cm，以它作为阳极，以不锈钢片作为阴极(即辅助电极)，以甘汞电极作为参比。按图 B2 要求接好试验线路。

c. 未能外加电流前，先读出阳极(埋有钢筋的砂浆电极)的自然电位 V_0 。

d. 接通外加电流，并按电流密度 $50 \times 10^{-2} \text{A/m}$ (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, 30min，分别记录阳极埋有钢筋的砂浆电极极化电位值。

B3 试验结果处理

B3.1 取一组 3 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。

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 1~5min 内达到析氧电位值，经 30min 测试，电位值无明显降低，如图 A2 中的曲线，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，随即又逐渐下降，如图 A2 中的曲线，说明钢筋表面钝化膜已部分受损。而图 A2 中的曲线属活化曲线，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。所测外加剂对钢筋是有锈蚀危害。

附加说明：

本标准由中国建筑材料科学研究院提出。

本标准由中国建筑材料科学研究院、房建材料与混凝土研究所、黑龙江省低温建筑科学研究所、新疆维吾尔自治区建筑科学研究所、中国建筑科学研究所、冶金部建筑研究总院、煤炭部科学研究所、辽宁省建筑科学研究所、吉林省第一建筑公司、吉林省建材工业设计研究院、哈尔滨建筑工程学院、铁道部科学研究所、吉林省德惠混凝土外加剂厂负责起草。

本标准主要起草人田培、杨于绩、项翥行、姚燕、袁风娟。

本标准委托中国建筑材料科学研究院负责解释。