

ICS 91.100.30  
Q 12  
备案号:14589—2004

JC

# 中华人民共和国建材行业标准

JC 475—2004  
代替JC/T 475—1992(1996)

---

## 混凝土防冻剂

Concrete anti-freezing admixtures

2004-10-20 发布

2005-04-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

## 前 言

本标准表2中的第3、5、6、7、8、9项为强制性的，其余为推荐性的。

本标准参考了EN 934-2:2001对外加剂匀质性的规定。

本标准代替JC 475—1992《混凝土防冻剂》。

本标准是在JC 475—1992(1996)《混凝土防冻剂》的基础上进行修订的，修订的主要内容有：

- 试验混凝土坍落度控制值由原来的  $30\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$  调整为  $80\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$ ；
- 增加了“无氯盐防冻剂”定义；
- 增加了“氨释放限量”、“碱含量”技术要求及试验方法；
- 调整了匀质性试验项目性能指标；
- 调整了受检混凝土的预养时间。

本标准的附录A为的规范性附录。

本标准由中国建筑材料工业协会提出。

本标准由全国水泥制品标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位：中国建筑材料科学研究院。

本标准参加起草单位：黑龙江省寒地建筑科学研究所、辽宁省建设科学研究院、新疆维吾尔自治区建筑科学研究所、哈尔滨工业大学、北京市建筑工程研究院、北京市建筑材料质量监督检验站、天津市建筑科学研究所、吉林省第一建筑公司、天津雍阳减水剂厂、北京利力新技术开发公司、黑龙江省低温建筑科学研究所中间试验厂、北京方兴化学建材有限公司。

本标准主要起草人：王玲、田培、姚燕、朱卫中、王元、王麓林、袁义章、陈慧娟、朱连滨、钮长仁、白杰、黄慧芳、施淑芬、武新力、朱广祥、薛宗武。

本标准委托中国建筑材料科学研究院负责解释。

本标准首次发布于1992年，本次为第一次修订。

# 混凝土防冻剂

## 1 范围

本标准规定了混凝土防冻剂的术语和定义、分类、技术要求、试验方法、检验规则以及产品说明书、包装、贮存。

本标准适用于规定温度为-5℃、-10℃、-15℃的水泥混凝土防冻剂。按本标准规定温度检测合格的防冻剂，可在比规定温度低5℃的条件下使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 8076 混凝土外加剂

GB/T 8077 混凝土外加剂匀质性试验方法

GB 18588 混凝土外加剂中释放氨的限量

GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准

GB/T 50081 普通混凝土力学性能试验方法标准

GB/T 50119 混凝土外加剂应用技术规范

GBJ 82—1985 普通混凝土长期性能及耐久性能试验方法

## 3 术语和定义

### 3.1

**防冻剂 anti-freezing admixture**

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) reference concrete**

按照本标准规定的试验条件配制不掺防冻剂的标准条件下养护的混凝土。

### 3.3

**受检标养混凝土 (CA) tested concrete cured in standard condition**

按照本标准规定的试验条件配制掺防冻剂的标准条件下养护的混凝土。

### 3.4

**受检负温混凝土 (AT) tested concrete curing at negative temperature**

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 stated temperature**

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℃，本标准的规定温度分别为-5℃、-10℃、-15℃。

### 3.6

**无氯盐防冻剂 chloride free anti-freezing admixture**

氯离子含量≤0.1%的防冻剂称为无氯盐防冻剂。

## 4 分类

防冻剂按其成分可分为强电解质无机盐类(氯盐类、氯盐阻锈类、无氯盐类)、水溶性有机化合物类、有机化合物与无机盐复合类、复合型防冻剂。

- 氯盐类：以氯盐(如氯化钠、氯化钙等)为防冻组分的外加剂；
- 氯盐阻锈类：含有阻锈成份，并以氯盐为防冻组分的外加剂；
- 无氯盐类：以亚硝酸盐、硝酸盐等无机盐为防冻组分的外加剂；
- 有机化合物类：以某些醇类、尿素等有机化合物为防冻组分的外加剂；
- 复合型防冻剂：以防冻组分复合早强、引气、减水等组分的外加剂。

## 5 技术要求

## 5.1 匀质性

防冻剂的匀质性应符合表1的要求。

表1 防冻剂匀质性指标

序号	试验项目	指 标
1	固体含量，%	液体防冻剂： $S \geq 20\%$ 时， $0.95S \leq X < 1.05S$ $S < 20\%$ 时， $0.90S \leq X < 1.10S$ $S$ 是生产厂提供的固体含量(质量%)， $X$ 是测试的固体含量(质量%)
2	含水率，%	粉状防冻剂： $W \geq 5\%$ 时， $0.90W \leq X < 1.10W$ $W < 5\%$ 时， $0.80W \leq X < 1.20W$ $W$ 是生产厂提供的含水率(质量%)， $X$ 是测试的含水率(质量%)
3	密度	液体防冻剂： $D > 1.1$ 时，要求为 $D \pm 0.03$ $D \leq 1.1$ 时，要求为 $D \pm 0.02$ $D$ 是生产厂提供的密度值
4	氯离子含量，%	无氯盐防冻剂： $\leq 0.1\%$ (质量百分比) 其它防冻剂：不超过生产厂控制值
5	碱含量，%	不超过生产厂提供的最大值
6	水泥净浆流动度，mm	应不小于生产厂控制值的95%
7	细度，%	粉状防冻剂细度应不超过生产厂提供的最大值

## 5.2 掺防冻剂混凝土性能

掺防冻剂混凝土性能应符合表2的要求。

## 5.3 释放氨量

含有氨或氨基类的防冻剂释放氨量应符合GB 18588规定的限值。

## 6 试验方法

## 6.1 防冻剂匀质性

按表1规定的项目，生产厂根据不同产品按照GB/T 8077规定的方法进行匀质性项目试验。含水率的测定方法见附录A。

## 6.2 掺防冻剂混凝土性能

## 6.2.1 材料、配合比及搅拌

按GB 8076的规定进行，混凝土的坍落度控制为80 mm±10 mm。

## 6.2.2 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2 掺防冻剂混凝土性能

序号	试 验 项 目	性能指标						
		一等品			合格品			
1	减水率, %, $\geq$	10			—			
2	泌水率比, %, $\leq$	80			100			
3	含气量, %, $\geq$	2.5			2.0			
4	凝结时间差, min	初凝	-150~+150			-210~+210		
		终凝						
5	抗压强度比, %, $\geq$	规定温度(℃)	-5	-10	-15	-5	-10	-15
		$R_{-5}$	20	12	10	20	10	8
		$R_{-10}$	100		95	95		90
		$R_{-15}$	95	90	85	90	85	80
		$R_{-7.5}$	100			100		
6	28天收缩率比, %, $\leq$	135						
7	渗透高度比, %, $\leq$	100						
8	50次冻融强度损失率比, %, $\leq$	100						
9	对钢筋锈蚀作用	应说明对钢筋有无锈蚀作用						

表3 掺防冻剂混凝土的试验项目及试件数量

序号	试验项目	试验类别	试验所需试件数量			
			拌合批数	每批取样数目	受检混凝土 取样总数目	基准混凝土 取样总数目
1	减水率	混凝土拌合物	3	1次	3次	3次
2	泌水率比	混凝土拌合物	3	1次	3次	3次
3	含气量	混凝土拌合物	3	1次	3次	3次
4	凝结时间差	混凝土拌合物	3	1次	3次	3次
5	抗压强度比	硬化混凝土	3	12/3块 <sup>a</sup>	36块	9块
6	收缩率比	硬化混凝土	3	1块	3块	3块
7	抗渗高度比	硬化混凝土	3	2块	6块	6块
8	50次冻融强度损失率比	硬化混凝土	1	6块	6块	6块
9	钢筋锈蚀	新拌或硬化砂浆	3	1块	3块	—

<sup>a</sup> 受检混凝土12块, 基准混凝土3块。

## 6.2.3 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。坍落度试验应在混凝土出机后5 min内完成。

## 6.2.4 硬化混凝土性能

## 6.2.4.1 试件制作

基准混凝土试件和受检混凝土试件应同时制作。混凝土试件制作及养护参照GB/T 50080进行,但掺与不掺防冻剂混凝土坍落度为80 mm±10 mm,试件制作采用振动台振实,振动时间为10 s~15 s。掺防冻剂的受检混凝土试件在(20±3)℃环境温度下按照表4规定的时间预养后移入冰箱(或冰室)内并用塑料布覆盖试件,其环境温度应于3 h~4 h内均匀地降至规定温度,养护7d后(从成型加水时间算起)脱模,放置在(20±3)℃环境温度下解冻,解冻时间按表4的规定。解冻后进行抗压强度试验或转标准养护。

表4 不同规定温度下混凝土试件的预养和解冻时间

防冻剂的规定温度 ℃	预养时间 h	M ℃h	解冻时间 h
-5	6	180	6
-10	5	150	5
-15	4	120	4

注: 试件预养时间也可按 $M=\Sigma(T+10)\Delta t$ 来控制。式中: M——度时积, T——温度,  $\Delta t$ ——温度T的持续时间。

## 6.2.4.2 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在不同条件下的抗压强度之比表示:

$$R_{28} = \frac{f_{CA}}{f_C} \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$R_{-7} = \frac{f_{AT}}{f_C} \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$R_{-7+28} = \frac{f_{AT}}{f_C} \times 100 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$R_{-7+56} = \frac{f_{AT}}{f_C} \times 100 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$R_{28}$  ——受检标养混凝土与基准混凝土标养28 d的抗压强度之比, 单位为百分数(%);

$f_{CA}$  ——受检标养混凝土28 d的抗压强度, 单位为兆帕(MPa);

$f_C$  ——基准混凝土标养28 d的抗压强度, 单位为兆帕(MPa);

$R_{-7}$  ——受检负温混凝土负温养护7 d的抗压强度与基准混凝土标养28 d抗压强度之比, 单位为百分数(%);

$f_{AT}$  ——不同龄期( $R_{-7}$ ,  $R_{-7+28}$ ,  $R_{-7+56}$ )的受检混凝土的抗压强度, 单位为兆帕(MPa)。

$R_{-7+28}$  ——受检负温混凝土在规定温度下负温养护7 d再转标准养护28 d的抗压强度与基准混凝土标养28 d抗压强度之比, 单位为百分数(%);

$R_{-7+56}$ ——受检负温混凝土在规定温度下负温养护7 d再转标准养护56 d的抗压强度与基准混凝土标养28 d抗压强度之比，单位为百分数(%)；

受检混凝土和基准混凝土每组三块试件，强度数据取值原则同GB/T 50081规定。受检混凝土和基准混凝土以三组试验结果强度的平均值计算抗压强度比，结果精确到1%。

#### 6.2.4.3 收缩率比

收缩率参照GBJ 82—1985，基准混凝土试件应在3 d(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 h~4 h测定初始长度，再经28 d后测量其长度。受检负温混凝土，在规定温度下养护7 d，拆模后先标养3 d，从标养室取出后移入恒温恒湿室内3 h~4 h测定初始长度，再经28 d后测量其长度。

以三个试件测值的算术平均值作为该混凝土的收缩率，按式(5)计算收缩率比，精确至1%。

$$S_r = \frac{\varepsilon_{AT}}{\varepsilon_C} \times 100 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$S_r$ ——收缩率之比，单位为百分数(%)；

$\varepsilon_{AT}$ ——受检负温混凝土的收缩率，单位为百分数(%)；

$\varepsilon_C$ ——基准混凝土的收缩率，单位为百分数(%)。

#### 6.2.4.4 渗透高度比

基准混凝土标养龄期为28 d，受检负温混凝土龄期为-7+56 d时分别参照GBJ 82—1985进行抗渗性能试验。但按0.2 MPa、0.4 MPa、0.6 MPa、0.8 MPa、1.0 MPa加压，每级恒压8 h，加压到1.0 MPa为止。取下试件，将其劈开，测试试件10个等分点渗透高度的平均值，以一组六个试件测值的平均值作为试验结果，按式(6)计算渗透高度之比，精确至1%。

$$H_r = \frac{H_{AT}}{H_C} \times 100 \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$H_r$ ——透水高度之比，单位为百分数(%)；

$H_{AT}$ ——受检负温混凝土六个试件测试值的平均值，单位为毫米(mm)；

$H_C$ ——基准混凝土六个试件测值的平均值，单位为毫米(mm)。

#### 6.2.4.5 50次冻融强度损失率比

参照GBJ 82—1985进行试验并计算强度损失率。基准混凝土在标养28 d后进行冻融试验。受检负温混凝土在龄期为-7+28 d进行冻融试验。根据计算出的强度损失率再按式(7)计算受检负温混凝土与基准混凝土强度损失率之比，计算精确到1%。

$$D_r = \frac{\Delta f_{AT}}{\Delta f_C} \times 100 \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$D_r$ ——50次冻融强度损失率比，单位为百分数(%)；

$\Delta f_{AT}$ ——受检负温混凝土50次冻融强度损失率，单位为百分数(%)；

$\Delta f_C$ ——基准混凝土50次冻融强度损失率，单位为百分数(%)。

#### 6.2.4.6 钢筋锈蚀

钢筋锈蚀采用在新拌和硬化砂浆中阳极极化曲线来测试，测试方法见GB 8076附录B和附录C。

### 6.3 释放氨量

按照GB 18588规定的方法测试。

### 7 检验规则

#### 7.1 检验分类

##### 7.1.1 出厂检验

出厂检验项目包括表1规定的匀质性试验项目(碱含量除外)。

##### 7.1.2 型式检验

型式检验项目包括表1规定的匀质性试验项目和表2规定的掺防冻剂混凝土性能试验项目。

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,一年至少进行一次检验;
- d) 产品长期停产,恢复生产时;
- e) 出厂检验结果和上次型式检验结果有较大差异时;
- f) 国家质量监督机构提出型式检验要求时。

#### 7.2 批量

同一品种的防冻剂,每50 t为一批,不足50 t也可作为一批。

#### 7.3 抽样及留样

取样应具有代表性,可连续取,也可以从20个以上不同部位取等量样品。液体防冻剂取样时应注意从容器的上、中、下三层分别取样。每批取样量不少于0.15 t水泥所需用的防冻剂量(以其最大掺量计)。

每批取得的试样应充分混匀,分为两等份。一份按本标准规定的方法项目进行试验,另一份密封保存半年,以备有争议时交国家指定的检验机构进行复验或仲裁。

#### 7.4 判定规则

产品经检验,混凝土拌合物的含气量、硬化混凝土性能(抗压强度比、收缩率比、抗渗高度比、50次冻融强度损失率比)、钢筋锈蚀全部符合本标准表2的要求,出厂检验结果符合表1的要求,则可判定为相应等级的产品。否则判为不合格品。

#### 7.5 复验

复验以封存样进行。如果使用单位要求用现场样时,可在生产和使用单位人员在场的情况下现场取平均样,但应事先在供货合同中规定。复验按照型式检验项目检验。

### 8 产品说明书、包装、贮存

#### 8.1 产品说明书

生产厂应随货提供产品说明书和产品检验合格证。产品说明书包括:产品名称、主要防冻组分及碱含量( $\text{Na}_2\text{O}+0.658 \text{K}_2\text{O}$ )、适用范围、规定温度、掺量、禁用场合、贮存条件、有效期、使用方法及注意事项。

#### 8.2 包装

粉状防冻剂应采用有塑料袋衬里的编织袋包装,每袋质量不超过50 kg;液体防冻剂应采用塑料桶或有塑料袋内衬的金属桶包装或用槽车运输。所有包装上均应在明显位置上标明:生产厂名、产品名称、生产日期或生产批号、净质量。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、有效期限等。

#### 8.3 贮存

防冻剂应存放在专用仓库或固定场所妥善保管,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  
(规范性附录)  
含水率的测定方法

### A.1 仪器

分析天平(称量200 g, 分度值0.1 mg)

鼓风电热恒温干燥箱

带盖称量瓶(Φ25 mm×65 mm)

干燥器(内盛变色硅胶)

### A.2 试验步骤

A.2.1 将洁净带盖的称量瓶放入烘箱内, 于105℃~110℃烘30 min。取出置于干燥器内, 冷却30 min后称量, 重复上述步骤至恒量(两次称量的质量差小于0.3 mg), 称其质量为 $m_0$ 。

A.2.2 称取防冻剂试样 $10 \pm 0.2$  g, 装入已烘干至恒重的称量瓶内, 盖上盖, 称出试样及称量瓶总质量为 $m_1$ 。

A.2.3 将盛有试样的称量瓶放入烘箱中, 开启瓶盖升温至105℃~110℃, 恒温2 h取出, 盖上盖, 置于干燥器内, 冷却30 min后称量, 重复上述步骤至恒量, 其质量为 $m_2$ 。

### A.3 结果计算与评定

含水率按式(A.1)计算:

$$X_{H_2O} = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0} \times 100 \quad (\text{A.1})$$

式中:

$X_{H_2O}$ ——含水率, 单位为百分数(%);

$m_0$ ——称量瓶的质量, 单位为克(g);

$m_1$ ——称量瓶加干燥前试样质量, 单位为克(g);

$m_2$ ——称量瓶加干燥后试样质量, 单位为克(g)。

含水率试验结果以三个试样测试数据的算术平均值表示, 精确至0.1%。