

ICS 93.080.20

P 66

备案号:



中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T 537—2018

代替 JT/T 537—2004

钢筋混凝土阻锈剂

Corrosion inhibitor for reinforcing steel in concrete

2018-08-29 发布

2018-12-01 实施

中华人民共和国交通运输部 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 分类与标记	1
5 技术要求	2
6 试验方法	3
7 检验规则	6
8 标志、包装、运输和储存	7
附录 A(规范性附录) 盐水干湿循环环境中钢筋锈蚀面积百分率比试验方法	8

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 JT/T 537—2004《钢筋混凝土阻锈剂》。与 JT/T 537—2004 相比,除编辑性修改外,主要技术变化如下:

- 修改了钢筋混凝土阻锈剂的定义(见 3.1,2004 年版的 3.1);
- 修改了阻锈剂的分类(见 4.1);
- 增加了标记的要求(见 4.2);
- 修改了钢筋的耐盐水浸渍性能试验方法(见表 2、6.2,2004 年版的 6.2);
- 增加了盐水干湿循环环境中钢筋锈蚀面积百分率比的技术性能要求及试验方法(见表 2、6.3 和附录 A);
- 修改了钢筋在砂浆中的耐锈蚀性能的试验用盐水浓度及试验方法(见 6.4,2004 年版的 6.3 和附录 A);
- 修改了混凝土抗压强度比的技术性能要求(见表 2,2004 年版的表 2);
- 增加了混凝土抗渗性的技术性能要求及试验方法(见表 2 和 6.7);
- 增加了盐水浸烘环境中混凝土钢筋的锈蚀面积百分率比的技术性能要求及试验方法(见表 2 和 6.8);
- 增加了混凝土氯离子迁移系数比的技术性能要求及试验方法(见表 2 和 6.9);
- 增加了混凝土渗透深度的技术性能要求及试验方法(见表 2 和 6.10);
- 删除了表面张力、还原糖和泡沫性能等技术性能要求(见 2004 年版的表 1);
- 删除了钢筋锈蚀快速试验方法(硬化砂浆法)(见 2004 年版的附录 A)。

本标准由全国交通工程设施(公路)标准化技术委员会(SAC/TC 223)提出并归口。

本标准起草单位:交通运输部公路科学研究院、广西交通科学研究院、中交第三公路工程局有限公司、江苏苏博特新材料股份有限公司、北京建翔新兴材料有限公司、内蒙古路桥有限责任公司。

本标准主要起草人:何哲、王稷良、谭华、田波、刘英、张爱民、权磊、卢明智、刘加平、石亮、侯荣国、宝群群、辛懿涛、王永红、蔡景顺、崔巩、柯国炬、邓家喜、周胜波。

本标准代替标准历次版本发布情况:

JT/T 537—2004。

钢筋混凝土阻锈剂

1 范围

本标准规定了钢筋混凝土阻锈剂的产品分类、技术要求、试验方法、检验规则,以及标志、包装、运输和储存等要求。

本标准适用于公路工程用钢筋混凝土阻锈剂的生产、检验和使用。水运、港口、水利、铁路等工程用钢筋混凝土阻锈剂可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 8076	混凝土外加剂
GB/T 8077	混凝土外加剂均质性试验方法
GB/T 14684	建设用砂
GB/T 14685	建设用卵石、碎石
GB/T 50082	普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
GB/T 50476	混凝土结构耐久性设计规范
JTG E30	公路工程水泥及水泥混凝土试验规程
JTJ 270	水运工程混凝土试验规程
JGJ 63	混凝土用水标准
JGJ/T 192	钢筋阻锈剂应用技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

钢筋混凝土阻锈剂 **corrosion inhibitor for reinforcing steel in concrete**

掺入混凝土内或涂覆钢筋混凝土表面,能抑制或减缓钢筋腐蚀的外加剂。

4 分类与标记

4.1 分类

钢筋混凝土阻锈剂(以下简称阻锈剂)按使用方式分为掺入式(代号 C)和涂覆式(代号 T);按照作用效果分为以无机盐为主的阳极型阻锈剂(I型),以有机醇胺为主的复合型阻锈剂(II型和 III型),其中 I型和 II型均为掺入型,III型为涂覆型。阻锈剂的分类,以及适用的环境类别及作用等级见表 1。环境类别与作用等级按照 GB/T 50476 划分。

表1 阻锈剂的分类与适用的环境类别及作用等级

分 类	环境类别及作用等级
I 型	III - C、III - D、III - E、III - F、IV - C、IV - D、IV - E
II 型	I - C、III - C、III - D、III - E、III - F、IV - C、IV - D、IV - E
III 型	I - C、III - C、III - D、III - E、III - F、IV - C、IV - D、IV - E

注:GB/T 50476 将环境类别分为 I~IV 四类,依次为一般环境、冻融环境、海洋氯化物环境、除冰盐等其他氯化物环境;作用等级分为 A~F 六个等级,依次为轻微、轻度、中度、严重、非常严重、极端严重。

4.2 标记

阻锈剂产品标记见图 1。

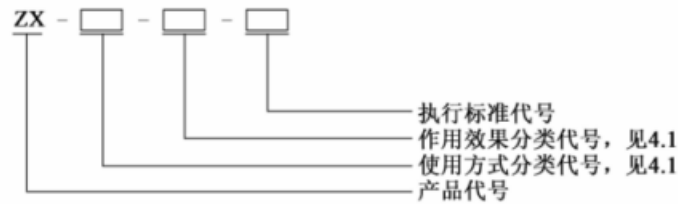


图 1 标记

示例:掺入式无机盐类阻锈剂,其标记为:ZX C I JT/T 535。

5 技术要求

5.1 阻锈剂的技术性能应满足表 2 的要求。

表 2 技术性能要求

序号	项 目	I 型	II 型	III 型
1	细度	粉剂型阻锈剂,0.315mm 筛余应小于 15%		
2	钢筋的耐盐水浸渍性能	无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀
3	盐水干湿循环环境中钢筋锈蚀面积百分率比	≤45%	≤30%	≤25%
4	钢筋在砂浆中的耐锈蚀性能	无腐蚀	—	—
5	混凝土凝结时间差(min)	初凝	-60 ~ +120	—
		终凝		
6	混凝土抗压强度比	7d	≥95%	—
		28d		
7	混凝土抗渗性	抗渗等级不降低		—
8	盐水浸烘环境下混凝土中钢筋的锈蚀面积百分率比	<5%		—
9	混凝土氯离子迁移系数比	≤100%		
10	混凝土渗透深度(mm)	—		≥50

注:“ - ”表示提前,“ + ”表示延后。

5.2 阻锈剂匀质性能应满足表3的要求。

表3 匀质性能要求

序号	项 目	I 型	II 型	III 型
1	含固量	$S > 25\%$	$0.95S \sim 1.05S$	—
		$S \leq 25\%$	$0.90S \sim 1.10S$	
2	含水率	$W > 5\%$	$0.90W \sim 1.10W$	—
		$W \leq 5\%$	$0.80W \sim 1.20W$	
3	密度(g/cm^3)	> 1.1	$D \pm 0.03$	
		≤ 1.1	$D \pm 0.02$	
4	氯离子含量	$< 0.1\%$		
5	水泥净浆流动度	应不小于生产控制值的95%		
6	pH 值	应在生产控制值 ± 1 之内		
7	总碱量($\text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$)	$\leq 1.5\%$		
8	硫酸钠含量	$\leq 1.0\%$		
9	砂浆减水率	应在生产控制值 $\pm 1.5\%$ 之内		
注1: S 、 W 、 D 表示指标的实测值; 注2: 阻锈剂为液体时用含固量表征有效成分比例, 为固体时用含水率表征有效成分比例。				

6 试验方法

6.1 细度

阻锈剂细度的试验方法应按照 GB/T 8077 的要求进行。

6.2 钢筋的耐盐水浸渍性能

6.2.1 试验用钢筋应按照如下步骤制备:

- 将 HPB300 钢筋加工制成直径 7mm、长度 100mm、表面粗糙度 R_a 最大允许值为 $6.3\mu\text{m}$ 的试件;
- 用汽油、乙醇、丙酮依次擦除钢筋表面的油脂, 并在一端焊接长 130mm ~ 150mm 的导线, 再用乙醇仔细擦去焊油;
- 钢筋两端浸涂环氧树脂绝缘涂料, 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 3 根。

6.2.2 试验用仪器和材料应符合如下要求:

- 玻璃烧杯: 容量 500mL;
- 天平: 称量 100g, 感量 0.1g;
- 钢筋锈蚀测量仪或恒电位/恒电流测定仪;
- 参比电极: 饱和氯化钾甘汞电极;
- 试剂(除特别注明外均为分析纯化学试剂);
- 水: 试验用水应为蒸馏水;
- 氯化钠溶液: 将 7g 氯化钠溶解成总量为 200mL 的溶液;

- h) 试验用氯化钠溶液:将 200mL 水倒入玻璃烧杯,再加入 g) 配制的氯化钠溶液 200mL,然后加入 3g 氢氧化钙搅拌,最后按照产品推荐用量加入钢筋混凝土阻锈剂,边搅拌边加水,至总量为 500mL。

6.2.3 试验环境温度均应保持在 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ 。

6.2.4 试验步骤如下:

- a) 在试验用氯化钠溶液内,将钢筋和参比电极浸渍 5cm,并使钢筋和参比电极的间距固定为 2cm。在确认钢筋表面没有附着气泡的情况下,向溶液表面注入环氧树脂进行密闭或用塞子密封,并开始计时;
- b) 从烧杯外侧观察钢筋表面腐蚀情况,同时观察并记录 1h、3h、6h 和 1d、2d、3d、4d、5d、6d、7d 对应的自然电极电位;
- c) 按照 6.2.2h) 制备 3 份 500mL 的试验用氯化钠溶液,重复进行 3 次试验。

6.2.5 上述试验中具备下列任一情况,则认为腐蚀发生:

- a) 浸渍的钢筋任意部分有黄色,或红色、黑色等斑点和花纹产生;
- b) 试验用氯化钠溶液存在腐蚀着色或锈蚀产物沉淀;
- c) 对于 I 型无机盐类的阳极型钢筋混凝土阻锈剂,7d 后的自然电位小于 -250mV 认定为不合格。

6.3 盐水干湿循环环境中钢筋锈蚀面积百分率比

试验按照附录 A 进行。

6.4 钢筋在砂浆中的耐锈蚀性能

6.4.1 砂浆用原材料与配合比按如下要求进行:

- a) 原材料中的水泥应符合 GB 8076 的规定;水应符合 JGJ 63 的要求;砂应选用符合 GB/T 14684 要求,细度模数为 2.6~2.9 的中砂;
- b) 按水灰比 0.5、灰砂比 1:2.5、推荐掺量的阻锈剂(以水泥质量计)和含 3% 氯化钠的蒸馏水的配合比拌制砂浆。

6.4.2 仪器设备及试验方法应按照 JTJ 270 钢筋在砂浆中的阳极极化试验进行。

6.4.3 锈蚀判定按如下要求进行:

- a) 依次记录 2min、4min、6min、8min、10min、15min、25min、30min 时电极极化电位,取平行试验测量结果的平均值作为测定值;
- b) 当经过 4min 后,电位低于 $+580\text{mV}$ 或 60min 内电位跌落超过 50mV ,认定为腐蚀发生。

6.5 混凝土凝结时间差

6.5.1 试验前准备

6.5.1.1 混凝土原材料在试验前应存放在温度 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ 的环境中不少于 24h,并符合下列要求:

- a) 基准水泥应符合 GB 8076 的规定;
- b) 水应符合 JGJ 63 的要求;
- c) 砂应选用符合 GB/T 14684 要求、细度模数为 2.6~2.9 的中砂;
- d) 碎石应符合 GB/T 14685 要求,5mm~16mm 连续级配。

6.5.1.2 混凝土配合比应满足下列要求:

- a) 受检混凝土和其对应的基准混凝土采用相同水灰比和坍落度;
- b) 水泥用量为 $360\text{kg}/\text{m}^3$;

- c) 砂率为 36% ~ 40% ;
- d) 阻锈剂掺量应按生产厂家推荐掺量;
- e) 用水量:掺阻锈剂混凝土和基准混凝土的坍落度控制为(80 ± 10)mm 的用水量。

6.5.2 试验方法及数据处理

掺阻锈剂的混凝土与基准混凝土的凝结时间应按照 JTG E30 进行试验和计算,凝结时间差按式(1)计算。

$$\Delta T = T_2 - T_1 \quad (1)$$

式中: ΔT ——初凝时间和终凝时间差(min);
 T_2 ——掺阻锈剂混凝土凝结时间(min);
 T_1 ——基准混凝土的凝结时间(min)。

6.6 混凝土抗压强度比

掺阻锈剂的混凝土与基准混凝土的抗压强度应按照 JTG E30 进行试验和计算,抗压强度比以掺阻锈剂混凝土与基准混凝土同龄期抗压强度之比表示,按式(2)计算。

$$R_s = \frac{S_1}{S_s} \quad (2)$$

式中: R_s ——抗压强度比;
 S_1 ——掺阻锈剂混凝土抗压强度(MPa);
 S_s ——基准混凝土的抗压强度(MPa)。

6.7 混凝土抗渗性

混凝土抗渗性应按 JTG E30 规定的试验方法进行试验。

6.8 盐水浸烘环境下混凝土中钢筋锈蚀面积百分率比

钢筋锈蚀面积百分率应按照 JGJ/T 192 进行。钢筋的锈蚀面积百分率比(P_Δ)按照式(3)计算。

$$P_\Delta = \frac{R_N}{R_0} \times 100\% \quad (3)$$

式中: P_Δ ——盐水浸烘环境下混凝土中钢筋锈蚀面积百分率之比;
 R_N ——盐水浸烘循环后掺入阻锈剂的混凝土中钢筋的锈蚀面积百分率;
 R_0 —— N 次盐水浸烘循环后基准混凝土中钢筋的锈蚀面积百分率。

6.9 混凝土氯离子迁移系数比

掺阻锈剂混凝土和基准混凝土的非稳态氯离子迁移(RCM)试验应按照 GB/T 50082 进行。氯离子迁移系数比以 28d 龄期时阻锈剂混凝土与基准混凝土的非稳态氯离子迁移系数之比,按照式(4)计算。

$$\eta = \frac{D_{RRCM}}{D_{JRCM}} \quad (4)$$

式中: η ——混凝土氯离子迁移系数比;
 D_{RRCM} ——掺入阻锈剂混凝土的非稳态氯离子迁移系数(m^2/s);
 D_{JRCM} ——基准混凝土的非稳态氯离子迁移系数(m^2/s)。

6.10 混凝土渗透深度

涂覆型阻锈剂在混凝土中的渗透深度试验应按照 JGJ/T 192 渗透深度测定试验方法进行。

6.11 匀质性

阻锈剂匀质性应按照 GB/T 8076 的试验方法进行。

7 检验规则

7.1 检验分类与检验项目

7.1.1 检验分型式检验和出厂检验两种,具体检验项目见表4。

表4 检验项目

序号	项目名称	技术要求	试验方法	型式检验	出厂检验
1	细度	表2	6.1	+	-
2	钢筋的耐盐水浸渍性能	表2	6.2	+	+
3	盐水干湿循环环境中 钢筋锈蚀面积百分率比	表2	6.3 及附录 A	+	+
4	钢筋在砂浆中的耐锈蚀性能	表2	6.4	+	+
5	混凝土凝结时间差	表2	6.5	+	-
6	混凝土抗压强度比	表2	6.6	+	-
7	混凝土抗渗性	表2	6.7	+	-
8	盐水浸烘环境下混凝土中 钢筋的锈蚀面积百分率比	表2	6.8	+	+
9	混凝土氯离子迁移系数比	表2	6.9	+	-
10	混凝土渗透深度	表2	6.10	+	+

注：“+”为必检项目，“-”为非检项目。

7.1.2 产品需经检验合格并附有质量检验合格证方可出厂。有下列情况之一者,应进行型式检验:

- a) 首次供货前;
- b) 原材料、配方和工艺有较大改变时;
- c) 正常生产一年时;
- d) 停产六个月以上恢复生产时;
- e) 用户提出要求时。

7.2 组批

同一配方、同一规格、同一工艺条件下连续生产的产品每 50t 为一个检验组批,不足 50t 按一批计算。

7.3 抽样

每批抽取的样品不应少于 20kg。

7.4 判定规则

型式检验和出厂检验时,产品符合 5.2 中的相应规定,则判为合格;如有不合格项,应从该批产品中

加倍抽样,对不合格项目进行复检,如果复检结果符合要求,则判定该批产品合格;如果复检结果仍不符合要求,则判定该批产品不合格。

8 标志、包装、运输和储存

8.1 标志

产品应标明:产品名称、产品标记、生产日期、批号、检验员章及厂名、厂址等内容。

8.2 包装

采用不透光材料进行包装,特殊情况按供需双方商定进行。

8.3 运输和储存

在运输和储存装卸过程中应避免日晒、雨淋、沾污、重压、损伤、抛摔及机械碰撞等,保持外包装完整,远离热源和化学污染,储存期从生产之日起不超过一年。

附录 A

(规范性附录)

盐水干湿循环环境中钢筋锈蚀面积百分率比试验方法

A.1 试样制备

钢筋试样制备步骤如下:

- a) 将 HPB300 钢筋加工制成直径 20mm、厚度 10mm 的圆柱片,选用其中的一个截面作为测试的工作面,并依次用 400 号、600 号、1000 号和 2000 号砂纸打磨钢筋工作表面,钢筋的尺寸偏差应符合直径 $20\text{mm} \pm 0.3\text{mm}$ 、厚度 $10\text{mm} \pm 2\text{mm}$ 的要求,制备的钢筋试样不少于 12 个;
- b) 用乙醇、丙酮依次擦除钢筋表面的油脂,吹干,放入饱和氢氧化钙溶液中浸泡 48h 后取出,吹干待用,并计算各试样的工作面积。

A.2 试验仪器、试验溶液的配制及试验条件

A.2.1 试验仪器

试验仪器要求如下:

- a) 密闭玻璃环境箱:密闭玻璃环境箱可采用直径不小于 180mm 玻璃干燥器,箱底或箱壁应配有塑料支撑架(塑料支撑垫块,其支撑高度应保证钢筋试样与盐溶液不接触)及盛有不小于 50mm 高的饱和氯化钠盐溶液。密闭玻璃环境箱内空气的相对湿度应不小于 70% (RH);
- b) 玻璃烧杯:容量为 500mL;
- c) 天平:称量 100g,感量为 0.1g。

A.2.2 试验溶液的配制

A.2.2.1 阻锈剂盐溶液

向玻璃烧杯中加入 3g 氢氧化钙、17.5g 氯化钠和推荐用量的钢筋混凝土阻锈剂,用蒸馏水稀释至 500g,制得阻锈剂盐溶液。

A.2.2.2 非阻锈剂盐溶液

向玻璃烧杯中加入 3g 氢氧化钙、17.5g 氯化钠,用蒸馏水稀释至 500g,制得非阻锈剂盐溶液。

A.2.3 试验环境条件

试验环境温度均应保持在 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ 。

A.3 试验步骤及结果处理

A.3.1 试验步骤

A.3.1.1 将 12 个(至少 12 个)钢筋试样分为两组,分别放入 A.2.2 配制的两种溶液中,浸泡 2min 后取出,用纸巾从边缘轻轻吸走表面残留水滴,放置在密闭玻璃环境箱内 1h,此为一个循环。经 8 个循环后再在溶液里浸泡 16h,如此直至 50 个循环。

A.3.1.2 应采用彩色扫描仪获取钢筋试样图片,再使用图像处理软件,标识钢筋锈蚀面与非锈蚀面的不同灰度值(进行二值化处理),进而计算得到钢筋锈蚀面积(a_1)、钢筋工作面积(a_2)。钢筋锈蚀面积百分率(A)按照式(A.1)计算。

$$A = \frac{a_1}{a_2} \times 100\% \quad (\text{A.1})$$

式中: A ——钢筋锈蚀面积百分率;

a_1 ——计算得到的钢筋锈蚀面积(mm^2);

a_2 ——钢筋工作面积(mm^2)。

A.3.2 试验结果处理

每组试验 6 个样品,去掉最大值和最小值,取 4 个钢筋锈蚀面积占钢筋工作面积百分比的平均值作为钢筋锈蚀面积百分率。

掺加阻锈剂的钢筋试件与基准钢筋锈蚀面积百分率比应按式(A.2)计算。

$$R = \frac{A_a}{A_j} \times 100\% \quad (\text{A.2})$$

式中: R ——50 次干湿循环后掺加阻锈剂的钢筋与基准钢筋锈蚀面积百分率比;

A_a ——50 次干湿循环后掺加阻锈剂的钢筋锈蚀面积百分率;

A_j ——50 次干湿循环后基准钢筋锈蚀面积百分率。