



中华人民共和国交通行业标准

JT/T 537—2004

钢筋混凝土阻锈剂

Corrosion inhibitor for reinforcing steel in concrete

2004-08-17 发布

2004-12-01 实施

中华人民共和国交通部

发布

目 次

前言	60
1 范围	61
2 规范性引用文件	61
3 术语和定义	61
4 产品分类	61
5 技术要求	61
6 试验方法	62
7 检验规则	65
8 标志、包装、运输与贮存	65
附录 A(规范性附录) 钢筋锈蚀快速试验方法(硬化砂浆法)	67

前 言

本标准的附录 A 为规范性附录。

本标准由交通部公路科学研究所提出。

本标准由交通部科技教育司归口。

本标准起草单位：交通部公路科学研究所、北京交通大学、北京建华创工程技术有限公司、北京新桥技术发展公司。

本标准主要起草人：任福民、李昌铸、雷俊卿、夏晓霞、望树岑。

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技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和储存。
本标准适用于公路工程。水运、港口、铁路、水利等工程可参照执行。

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。凡是注明日期的引用文件,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。鼓励根据本标准达成协议的各方研究使用这些文件最新版本。凡是不注明日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 8076—1997	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	建筑用砂
GB/T 14685	建筑用卵石、碎石
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
JGJ 55	普通混凝土配合比设计技术规定
JGJ 63	混凝土拌合用水标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

钢筋混凝土阻锈剂 **corrosion inhibitor for reinforcing steel in concrete**
能抑制或减轻混凝土中钢筋腐蚀的外加剂。

4 产品分类

4.1 按形态分类

水剂型和粉剂型。

4.2 按材料性质分类

无机阻锈剂和有机阻锈剂。

4.3 按阻锈作用机理分类

控制阳极阻锈剂、控制阴极阻锈剂、吸附型及渗透迁移阻锈剂。

5 技术要求

5.1 阻锈剂匀质性控制偏差应符合表 1 的要求。

表 1 匀质性控制偏差

项 目	控制偏差
含固量或含水量	a)水剂型阻锈剂,应在生产控制值的相对量的 3% 内 b)粉剂型阻锈剂,应在生产控制值的相对量的 5% 之内

表 1(续)

项 目	控制偏差
密度	水剂型阻锈剂,应在生产控制值的 $\pm 0.02\text{g}/\text{cm}^3$ 之内
氯离子含量	应在生产控制值相对含量的 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	应在生产控制值 ± 1 之内
表面张力	应在生产控制值 ± 1.5 之内
还原糖	应在生产控制值 $\pm 3\%$ 之内
总碱量($\text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$)	应在生产控制值的相对含量的 5%之内
硫酸钠	应在生产控制值的相对含量的 5%之内
泡沫性能	应在生产控制值的相对含量的 5%之内
砂浆减水率	应在生产控制值 $\pm 1.5\%$ 之内

5.2 加入阻锈剂的钢筋混凝土各项技术性能见表 2。

表 2 加入阻锈剂的钢筋混凝土技术性能

项 目		技术性能
钢筋	耐盐水浸渍性能	无腐蚀
	耐锈蚀性能	无腐蚀
混凝土	凝结时间差	初凝
		终凝
	抗压强度比	7d
		28d
		- 60min ~ + 120 min
		> 0.90
注 1:表中所列数据为掺阻锈剂混凝土与基准混凝土的差值或比值。		
注 2:凝结时间指标,“-”号表示提前,“+”表示延缓。		

6 试验方法

6.1 阻锈剂匀质性

阻锈剂匀质性试验按 GB/T 8077 进行。

6.2 钢筋的耐盐水浸渍性能

6.2.1 试样的制备

试验用钢筋按以下方法制备:

- 将 I 级建筑钢筋加工制成直径 7mm,长度为 100mm,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 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,每组试件三根。

6.2.2 试验仪器

6.2.2.1 玻璃烧杯:500ml。

6.2.2.2 天平:称量 100g,感量超过 0.1%精度。

6.2.2.3 钢筋锈蚀测量仪或恒电位/恒电流仪。

6.2.2.4 参比电极:饱和氯化钾甘汞电极。

6.2.3 试剂

6.2.3.1 水:为蒸馏水或同等纯度的水。

6.2.3.2 试剂:化学试剂除特别注明外,均为分析纯化学试剂。

6.2.3.3 盐溶液:将 35g 氯化钠,溶解成总量为 1L 的水溶液。

6.2.3.4 试验用盐水:将 200ml 水倒入玻璃烧杯,再加入 6.2.3.3 配制的盐溶液 200ml,然后加入 3g 氢氧化钙搅拌,最后按产品推荐用量加入适量的阻锈剂,边搅拌边加水,至总量为 500ml。

6.2.4 试验温度

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

6.2.5 试验步骤

6.2.5.1 在试验用盐水中,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封闭。

6.2.5.2 从烧杯外侧用肉眼观察钢筋表面腐蚀情况,同时测试自然电极电位(mV)。观察及测试时间分别为 1,3,6h 和 1,2,3,4,5,6,7d。

6.2.5.3 按 6.2.3.4 同时制备三份 500ml 的试验用盐水,并进行试验。

6.2.6 腐蚀的认定

具备下述情况,认为腐蚀发生:

- a) 浸渍的钢筋任一部分产生黄色,或发红色、黑色等斑点和花纹;
- b) 试验用盐水由于腐蚀着色或产生沉淀;
- c) 自然电极电位—时间曲线显示出图 A.3 以外的图形。

6.3 钢筋耐锈性能

采用钢筋锈蚀快速试验方法,按附录 A 的规定进行,用钢筋在硬化砂浆中阳极极化电位曲线来表示。

6.4 混凝土的凝结时间和抗压强度试验

6.4.1 混凝土使用材料

6.4.1.1 基准水泥:符合 GB/T 8076—1997 附录 A 的规定。

6.4.1.2 砂:符合 GB/T 14684 要求的细度模数为 2.6~2.9 的中砂。

6.4.1.3 石子:符合 GB/T 14685,采用二级配,其中粒径为 5mm~20mm(圆孔筛)占 40%,粒径为 10mm~20mm(圆孔筛)占 60%。

6.4.1.4 水:符合 JGJ 63 的要求。

6.4.2 混凝土的配合比

基准混凝土配合比按 JGJ 55 进行设计。

掺阻锈剂的混凝土与基准混凝土的水泥、砂、石的比例一样,按产品推荐用量加入适量的阻锈剂。

6.4.3 混凝土的制备

采用 60L 自落式混凝土搅拌机,全部材料及阻锈剂一次投入,拌和量应不少于 15L,不大于 45L,搅拌 3min,出料后在铁板上用人工翻拌 2 次~3 次再进行试验。

6.4.4 试件制作及数量

6.4.4.1 试件制作:混凝土试件制作及养护按 GB J80 进行,但混凝土预养温度应为 $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 。

6.4.4.2 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	试验类别	试验所需数量			
		混凝土拌合批数	每批取样数口	掺阻锈剂混凝土总取样数目	基准混凝土总取样数目
凝结时间	混凝土拌合物	3	1个	3个	3个
抗压强度比	硬化混凝土	3	9块或12块	27块或36块	27块或36块

注1:试验时,检验一种阻锈剂的一批混凝土要在同一天内完成。
注2:试验龄期参考表2试验项目栏。

6.4.4.3 试验环境温度应保持在 20℃ ± 3℃。

6.4.5 凝结时间差测定

6.4.5.1 凝结时间从水泥与水接触时开始计算。

6.4.5.2 凝结时间采用贯入阻力仪测定,仪器精度为 5N,凝结时间测定方法如下:

将混凝土拌合物用 5mm(圆孔筛)振动筛筛出砂浆,拌匀后装入上口内径为 160mm,下口内径为 150mm,净高 150mm 的刚性不渗水的金属圆筒,试样表面应低于筒口约 10mm。用振动台振实(约 3s ~ 5s),容器加盖,置于 20℃ ± 3℃ 的环境中。一般基准混凝土在成型后 3h ~ 4h,掺阻锈剂的混凝土在成型后 1h ~ 2h 以后,每 0.5h 或 1h 测定一次,但在临近初、终凝时,可以缩短测定间隔时间。每次测点应避免前一次测孔,其净距为试针直径的两倍,但至少不小于 15mm,试针与容器边缘的距离不小于 25mm。测定初凝时间用截面积为 100mm² 的试针,测定终凝时间用 20mm² 的试针。贯入阻力按式(1)计算:

$$R = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (1)$$

式中:R——贯入阻力值,单位为兆帕(MPa);

P——贯入深度达 25mm 时所需的净压力,单位为牛(N);

A——贯入仪试针的截面积,单位为平方毫米(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 3.5MPa 时对应的时间作为初凝时间,贯入阻力值达 28MPa 时对应的时间作为终凝时间。

凝结时间差按式(2)计算:

$$\Delta T = T_i - T_e \dots\dots\dots (2)$$

式中:ΔT——凝结时间差,单位为分(min);

T_i——掺阻锈剂混凝土的初凝或终凝时间,单位为分(min);

T_e——基准混凝土的初凝或终凝时间,单位为分(min)。

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 30min 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均超过 30min 时,该组试验结果无效,则应重做。

6.4.6 硬化混凝土抗压强度比测定

掺阻锈剂的混凝土与基准混凝土的抗压强度按 GBJ81 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(3)计算:

$$R_s = \frac{S_1}{S_0} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中:R_s——抗压强度比,%;

S₁——掺阻锈剂混凝土的抗压强度,单位为兆帕(MPa);

S_e ——基准混凝土的抗压强度,单位为兆帕(MPa)。

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。

7 检验规则

7.1 出厂检验

出厂检验项目包括表 2 中性能。

7.2 型式检验

7.2.1 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;
- 正常生产时,一年至少进行一次检验;
- 产品长期停产后,恢复生产时;
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- 国家质量监督机构提出进行型式试验要求时。

7.2.2 型式检验项目包括表 1 中匀质性及表 2 中性能指标。

7.3 抽样

7.3.1 编号及取样

7.3.1.1 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%)同品种的阻锈剂每一编号为 100t,掺量小于 1%的阻锈剂每一编号为 50t,不足 100t 或 50t 的也按一个批量计,同一编号的产品应混合均匀。

7.3.1.2 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。

7.3.1.3 每一编号取样量不少于 0.2 t 水泥所需用的阻锈剂量。

7.3.2 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 1 中规定项目进行试验。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。

7.4 判定规则

7.4.1 产品各项性能指标均符合表 2 判定为合格品;若有一项指标不符合要求,则判为不合格品,不合格品不得出厂。

7.4.2 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。

8 标志、包装、运输与贮存

8.1 标志

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。

8.2 包装

8.2.1 粉剂型阻锈剂应采用有塑料衬里的防潮编织袋包装,每袋重 20kg 或 50kg。水剂型阻锈剂应采用塑料桶、金属桶包装或槽车运输。

8.2.2 企业应随货提供说明书,其内容应包括: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、贮存条件及有效期、使用方法及注意事项。

8.3 运输与贮存

产品在运输与贮存时不得受潮和混入杂物,严禁烟火,远离火源。不同种类的产品应分别堆放,不得混杂。产品贮存期为六个月,过期应重新进行物理性能检验。

附录 A (规范性附录)

钢筋锈蚀快速试验方法(硬化砂浆法)

A.1 仪器设备

仪器设备主要包括:

- 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 $0 \sim 2\text{ V}$,精度不大于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RVI \times 16/0.15mm);
- f) 绝缘涂料(环氧树脂);
- 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孔,其直径为7.5mm,深2mm~3mm,半通孔。试模用8mm厚,硬聚氯乙烯塑料板制成。

A.2 试验步骤

A.2.1 制备埋有钢筋的砂浆电极

A.2.1.1 制备钢筋

采用I级建筑钢筋经加工成直径7mm,长度100mm,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。

A.2.1.2 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。按水灰比为0.5,灰砂比为1:3拌制砂浆,采用基准水泥、检验水泥强度用的标准砂、含0.5%氯化钠的蒸馏水(用水量按砂浆稠度5cm~7cm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按放好钢筋的试模内,置检验水泥强度用的振动台上振5s~10s,然后抹平。

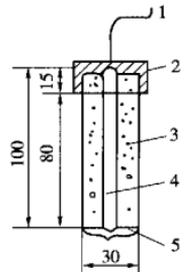
A.2.1.3 砂浆电极的养护及处理

试件成型后盖上玻璃板,移入标准养护室养护,24h后脱模,用水泥净浆将外露的钢筋两头覆盖,继续标准养护2d。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130mm~150mm的导线,用乙醇擦去焊油,并在试件两端浸涂环氧树脂绝缘,使试件中间暴露长度为80mm,如图A.1所示。

A.2.2 测试

A.2.2.1 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,其特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在同一容器内浸泡,以防互相干扰。试验环境温度均应保持在 $20^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 。

A.2.2.2 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),以甘汞电极作参比。按图A.2要求接好试验线路。



图A.1 钢筋砂浆电极
1-导线;2.5-环氧树脂;
3-砂浆;4-钢筋

A.2.2.3 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 mV。

A.2.2.4 接通外加电流,并按电流密度 $50 \times 10^{-2} \text{A}/\text{m}^2$ (即 $50 \mu\text{A}/\text{cm}^2$) 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,分别记录埋有钢筋的砂浆电极阳极极化电位值。

A.3 试验结果处理

A.3.1 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。

A.3.2 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 1min ~ 5min 内达到析氧电位值,经 60min 测试,电位值无明显降低,如图 A.3 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 A.3 中的曲线②,说明钢筋表面钝化膜已部分受损;而图 A.3 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。

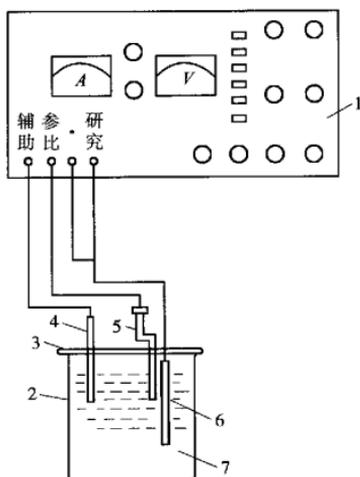


图 A.2 硬化砂浆极化电位测试装置图

1-钢筋锈蚀测量仪或恒电位/恒电流仪;2-烧杯 1 000mL;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-饱和氯化钙溶液

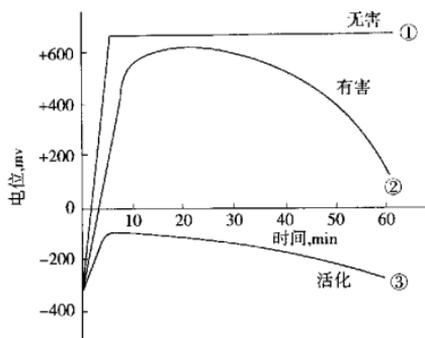


图 A.3 恒电流、电位—时间曲线分析图