

团 体 标 准

T/CCTAS XX—2023

高氯离子环境钢筋阻锈剂应用技术指南

Technical guidelines for Application of corrosion inhibitors for Steel
Bars in high chloride Ion Environments

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国交通运输协会 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
3.1 高氯离子环境	1
3.2 钢筋阻锈剂	1
3.3 内掺型阻锈剂	1
3.4 渗透迁移型阻锈剂	1
4 基本规定	1
5 技术要求	2
5.1 内掺型钢筋阻锈剂	2
5.2 渗透迁移型阻锈剂	3
5.3 其他	3
6 应用设计	3
6.1 阻锈剂用量	3
6.2 新建混凝土工程	4
6.3 既有混凝土工程	4
6.4 环境作用等级	4
6.5 其他	5
7 施工	5
8 质量控制与验收	5
8.1 新建钢筋混凝土工程	6
8.2 既有钢筋混凝土工程	6
8.3 其他	6
附 录 A	7

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国交通运输协会新技术促进分会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

高氯离子环境钢筋阻锈剂应用技术指南

1 范围

本文件规定了钢筋阻锈剂的术语和定义、基本规定、技术要求、应用设计、施工、质量验收等内容。本文件适用于高氯离子环境下采用钢筋阻锈剂进行钢筋防护和钢筋锈蚀修复的（道路、桥梁、隧道等）混凝土新建和修复养护工程。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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
GB50010 混凝土结构设计规范
GB 50204 混凝土结构施工质量验收规范
GB 50367 混凝土结构加固设计规范
GB 50550 建筑结构加固工程施工质量验收规范
GB/T 31296 混凝土防腐阻锈剂
GB/T 33803 钢筋混凝土阻锈剂耐蚀应用技术规范
GB/T 50046 工业建筑防腐蚀设计标准
GB/T 50476 混凝土结构耐久性设计标准
DL/T 5150 水工混凝土实验规程
JC/T 1011 混凝土抗侵蚀防腐剂
JGJ/T 259 混凝土结构耐久性修复与防护技术规程
JGJ/T 192 钢筋阻锈剂应用技术规程
JT/T 537 钢筋混凝土阻锈剂

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 高氯离子环境 High chloride ion environment

一定范围内具有较高浓度腐蚀性氯离子的大气、水体或土壤环境，具体包括海洋环境和滨海盐渍土环境。

3.2 钢筋阻锈剂 corrosion inhibitor for steel bars

作为组分内掺入新拌混凝土中或涂刷于既有结构混凝土表面，能够抑制或减缓钢筋锈蚀的化学物质。

3.3 内掺型阻锈剂 doped corrosion inhibitor

掺加到混凝土中以抑制或减缓钢筋锈蚀的外加剂。

3.4 渗透迁移型阻锈剂 migration corrosion inhibitor

涂覆于混凝土表面，能渗透到钢筋表面抑制或减缓钢筋锈化学物质。

4 基本规定

- 4.1 钢筋阻锈剂的使用应根据混凝土结构的设计使用寿命、所处的环境类别和环境作用等级进行设计。
- 4.2 下列环境中的新建和既有钢筋混凝土工程宜采用钢筋阻锈剂进行防护：
 - 1) 海洋高氯盐环境，如海洋大气区，海洋水下区、潮汐区、浪溅区、淡水海水交替区、盐田区等区域的环境；
 - 2) 使用除冰盐的区域，如冬季使用除冰盐所能影响的钢筋混凝土道路、桥梁、停车场等基础设施；
 - 3) 已锈损钢筋混凝土结构，由氯盐引起的结构中钢筋混凝土锈损的维修加固工程；
 - 4) 其他需要使用钢筋阻锈剂的环境。
- 4.3 使用钢筋阻锈剂时不应对混凝土质量产生不利影响。
- 4.4 针对严重腐蚀环境作用的情况，钢筋阻锈剂可与其他防护措施同时使用。
- 4.5 钢筋混凝土结构所处环境类别与作用等级应按照 GB/T 50467 划分。
- 4.6 当钢筋混凝土结构受到多种环境共同作用时，应根据环境作用等级较高的要求进行设计。
- 4.7 工程中采用钢筋阻锈剂时，不应对环境造成污染。

5 技术要求

5.1 内掺型钢筋阻锈剂

5.1.1 应用内掺型钢筋阻锈剂时，混凝土性能要求及试验方法应符合表 5-1 的规定。

表 5-1 内掺钢筋阻锈剂混凝土性能要求及试验方法

试验项目		技术指标	试验方法
凝结时间差 min	初凝时间	-60~+120	GB 8076
	终凝时间		
抗压强度比%	7d	≥95	
	28d	≥95	
混凝土抗渗性		抗渗等级不降低	DL/T 5150
混凝土工作性		坍落度不损失、不泌水	

5.1.2 应用内掺型钢筋阻锈剂时，对钢筋阻锈性能要求和试验方法应符合表 5-2 的规定。

表 5 -2 内掺型钢筋阻锈剂对钢筋的阻锈性能要求和试验方法

检验项目	技术指标	试验方法
------	------	------

盐水浸烘环境中防锈性能测试	钢筋锈蚀面积百分率减少 95%以上	JGJ/T 192
抗氯离子渗透性能测试	氯离子迁移系数比 $\leq 100\%$	GB/T 31296

5.2 渗透迁移型阻锈剂

应用渗透迁移型阻锈剂时，其主要阻锈性能要求和试验方法应符合表 5-3 的规定。

表 5-3 渗透迁移型阻锈剂阻锈性能要求和试验方法

检验项目		技术指标	试验方法
电化学防锈性能（线性极化法）		28d 后锈蚀电流的降低率 $\geq 50\%$	JGJ/T 192 JGJ/T 192
有机氮渗透深度	实验室试验	$\geq 50\text{mm}$	
	现场试验	保护层混凝土氮含量值 $\geq 100\text{mg/kg}$	
抗氯离子渗透性能测试		氯离子迁移系数比 $\leq 100\%$	GB/T 31296
现场试验		(1) 初始钢筋腐蚀电流 $> 1\mu\text{A}/\text{cm}^2$ ，30d 后钢筋腐蚀电流的降低率 $\geq 80\%$ (2) 初始锈蚀电流 $< 1\mu\text{A}/\text{cm}^2$ ，30d 后钢筋腐蚀电流的降低率 $\geq 50\%$	GB/T 33803

5.3 其他

钢筋阻锈剂的其他性能要求应符合现行 GB/T 33803 和 JT/T 537 的规定。

6 应用设计

6.1 阻锈剂用量

6.1.1 阻锈剂的用量应按照 GB/T 33803 的规定执行。

6.1.2 对于高氯离子重度腐蚀环境，钢筋阻锈剂的掺量应通过试验确定，试验所用掺量应根据地质勘测数据中氯离子含量和混凝土构件的设计参数，按照费克（FICK）第二扩散定律计算结构设计使用年限内扩散到钢筋表面的氯离子量，并结合钢筋阻锈剂产品推荐用量共同确定。

6.2 新建混凝土工程

对于新建混凝土工程，钢筋阻锈剂的选用应符合下列规定：

- 6.2.1 当环境作用等级为III-E、III-F、IV-E时，在钢筋混凝土结构中应采用内掺型钢筋阻锈剂，并宜同时采用渗透迁移型阻锈剂。
- 6.2.2 当环境作用等级为III-C、III-D、IV-C、IV-D时，在钢筋混凝土结构中宜采用钢筋阻锈剂，可采用内掺型钢筋阻锈剂，也可采用渗透迁移型阻锈剂。
- 6.2.3 当环境作用等级为I-B、I-C时，在钢筋混凝土结构中可采用内掺型钢筋阻锈剂或渗透迁移型阻锈剂。
- 6.2.4 当新建结构工程混凝土的密实性差，其实测强度等级低于设计要求的强度等级两档及两档以上时，应采用渗透迁移型阻锈剂作为补救性防护措施。

6.3 既有混凝土工程

对于既有混凝土工程的修复，应首先通过试验判断混凝土中的钢筋锈蚀状态和保护层混凝土的性能状态，然后进行修复方案的制定，修复方案应符合JGJ/T 259规定，钢筋阻锈剂的选用应符合下列规定：

- 6.3.1 保护层混凝土出现疏松、掉落等情况时，应剔除原受损混凝土并选用内掺型钢筋阻锈剂的混凝土或砂浆进行修复，在新旧混凝土界面处同时应采用渗透迁移型阻锈剂。
- 6.3.2 环境作用为III-E、III-F、IV-E时，应采用渗透迁移型阻锈剂。
- 6.3.3 环境作用为III-C、III-D、IV-C、IV-D时，宜采用渗透迁移型阻锈剂。
- 6.3.4 环境作用为I-B、I-C时，可采用渗透迁移型阻锈剂。
- 6.3.5 环境作用为I-A、I-B、I-C、III-C、III-D、IV-C、IV-D，且存在下列情况之一，应采用渗透迁移型阻锈剂：
 - a) 混凝土的密实性差，其实测强度等级低于设计要求的强度等级两档及两档以上；
 - b) 混凝土保护层厚度不满足GB 50010或GB/T 50046规定的；
 - c) 锈蚀检测表明内部钢筋已处于“有腐蚀可能”状态；
 - d) 结构的使用环境或使用条件发生改变，且结构可靠性鉴定表明这种改变会导致钢筋锈蚀而有损于结构的耐久性；
 - e) 未采取防锈处理的露天重要结构、地下结构、文物建筑、使用除冰盐的工程以及临海的重要工程结构。

6.3.6 对既有钢筋混凝土工程使用钢筋阻锈剂进行修复后的表面防护应符合下列规定：

- a) 混凝土表面涂覆渗透迁移型阻锈剂后，宜再涂覆一层密封涂层。
- b) 当环境作用等级为I-B、I-C时，应采取表面防护处理措施并具有憎水能力；
- c) 对露天工程或在腐蚀性介质的环境中使用亲水性渗透迁移型阻锈剂时，应在构件表面增设涂层进行封护。

6.4 环境作用等级

- 6.4.1 环境作用等级为II-C、II-D、II-E时，应先采取有效的防冻融技术措施后，再选用钢筋阻锈剂。
- 6.4.2 环境作用为V-C、V-D、V-E时，钢筋混凝土构件处于硫酸盐和氯化物耦合作用的环境时，应选用混凝土防腐阻锈剂，掺加防腐阻锈剂的混凝土抗硫酸侵蚀性能应符合国家现行有关耐久性设计标准的规定，掺量应经试验确定。
- 6.4.3 氯化物环境中应用钢筋阻锈剂后，混凝土最小强度等级应符合下列规定：

a) 环境作用等级为 C、D 级时，基于耐久性设计考虑的混凝土最小强度等级可降低一个等级，但不应低于 C40；

b) 环境作用等级为 E、F 时，仅采用钢筋阻锈剂措施时，混凝土强度等级不得降低，当钢筋阻锈剂和其他防腐蚀措施复合使用，且其他防腐附加措施满足 GB/T 50476 的有关规定时，基于耐久性设计考虑的混凝土最小强度等级可降低一个等级，但不应低于 C45。

6.5 其他

6.5.1 对于稳定周围岩土混凝土初期支护等临时性钢筋混凝土结构，可不考虑应用钢筋阻锈剂措施。

6.5.2 当混凝土表面已涂覆过涂料或各种防护液，致使混凝土失去可渗性且无法清除时，不应使用渗透迁移型阻锈剂。

6.5.3 选用钢筋阻锈剂时，应注明其类型，并应注明施工要求。

7 施工

7.1 钢筋阻锈剂进场时，应有产品合格证和性能检测报告，材料的品种和性能应符合本指南和设计文件的规定。

7.2 钢筋阻锈剂进场后应进行抽样复验，合格后方可使用。

7.3 钢筋阻锈剂抽样复验，每 1t 为一检验批，不足 1t 的应作为一个检验批，抽样数量及检验项目应符合表 7-1 的规定：

表 7-1 钢筋阻锈剂抽样复验项目

序号	材料名称	抽样数量	检验项目
1	内掺型钢筋阻锈剂	10kg	凝结时间差、抗压强度比、混凝土抗渗性、盐水浸烘环境中防锈性能试验、抗氯离子渗透性能测试
2	外涂型钢筋阻锈剂	5kg	电化学防锈性能、抗氯离子渗透性能测试、有机氮渗透深度

7.4 每一批产品的抽样应随机抽取。抽取的样品应分为两组，并应装入不与材料发生反应的干燥密闭容器中贮存。

7.5 材料进场复验的项目和检验结果应分别符合 5.1、5.2 或 5.3 规定。当有一项指标达不到要求时，应加倍取样进行复验。

7.6 复验结果合格时，可判定本批产品为合格产品，否则，应判定为不合格。

7.7 施工前应按照设计要求进行混凝土性能试配实验。

7.8 使用碱性活性骨料时，应检验钢筋阻锈剂的碱含量。钢筋阻锈剂引入的碱总量应符合设计标准。

7.9 对于内掺型阻锈剂的使用，当施工现场原材料发生更换时，阻锈剂的使用方案应根据工程要求和具体情况重新通过试验进行调整，以获得最佳效果。

7.10 条件许可时，宜评估钢筋阻锈剂对混凝土构件中钢筋的保护效果。

8 质量控制与验收

8.1 新建钢筋混凝土工程

钢筋阻锈剂用于新建钢筋混凝土工程时，应按照 GB 50204 的规定执行，并提供下列资料：

- a) 设计及工程技术资料；
- b) 钢筋阻锈剂产品合格证；
- c) 钢筋阻锈剂产品使用说明书；
- d) 钢筋阻锈剂性能检测报告；
- e) 钢筋阻锈剂进场复验报告；
- f) 混凝土或砂浆配合比通知单；
- g) 施工记录表。

8.2 既有钢筋混凝土工程

8.2.1 钢筋阻锈剂用于既有钢筋混凝土工程时，应按照 GB 50367、GB 50550 规定执行，并提供下列资料：

- a) 设计及工程技术资料；
- b) 钢筋阻锈剂产品合格证；
- c) 钢筋阻锈剂产品使用说明书；
- d) 钢筋阻锈剂性能检测报告；
- e) 钢筋阻锈剂进场复验报告；
- f) 施工记录表。

8.2.2 既有混凝土结构涂覆渗透迁移型钢筋阻锈剂后，应通过检测渗透深度或混凝土内部钢筋锈蚀电流的降低率来评估钢筋阻锈剂的阻锈效果。

8.3 其他

8.3.1 通过检测渗透深度评估钢筋阻锈剂的阻锈效果应符合下列规定：

- a) 取样规则按涂覆面积计，500m²以下工程应随机抽取 3 点，500m²~1000m²工程应随机抽取 6 点，1000m²以上工程应随机抽取 9 点，每 3 点为一组；
- b) 渗透深度不应小于混凝土保护层厚度；
- c) 渗透深度现场检测时间不宜小于 28d，具体时间应根据施工环境协商确定。

8.3.2 通过混凝土内部钢筋锈蚀电流的降低率评估钢筋阻锈剂的阻锈效果应符合下列规定：

- a) 施工前应采用专业仪器设备对取样构件进行测试；
- b) 应在渗透迁移型钢筋阻锈剂 30d 后，采用同一仪器（至少应采用相同型号的仪器设备）对涂覆前测试的构件进行原位复测。
- c) 取样规则应按不同构件计，梁、柱类构件，以同一种规格、同型号的构件为一检验批。每批构件的取样数量不少于该批构件总数的 1/5，且不得少于 3 根；每根受检构件不应少于 3 个测值；板、墙类构件，以同一种规格、同型号的构件为一检验批。每批构件的取样数量至少每 100m²（不足者按 100m²计）设置一个测点，每根受检构件不应少于 3 个测值；露天、地下结构以及临海混凝土结构、取样数量应加倍。
- d) 初始锈蚀电流 > 1μA/cm² 的构件，其 30d 后锈蚀电流的降低率应不小于 80%；初始锈蚀电流 < 1μA/cm² 的构件，其 30d 后锈蚀电流的降低率应不小于 50%。

附 录 A

(资料性)

施工记录表

A. 0.1 内掺型钢筋阻锈剂用于钢筋混凝土工程时的施工记录应按表 A. 0.1 填写。

表 A. 0.1 内掺型钢筋阻锈剂用于钢筋混凝土工程施工记录表

工程名称					
施工配合比					
钢筋阻锈剂名称	规格	每立方米混凝土中钢筋阻锈剂 添加量 (kg/m ³)			
混凝土总用量 (m ³)					
钢筋阻锈剂理论添加总量 (kg)		混凝土总用量×每立方米混凝土 添加量=_____kg			
钢筋阻锈剂实际添加总量 (kg)					
钢筋阻锈剂理论添加总量与 实际添加总量是否一致		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>			
备 注					
签字栏	监理 (建设) 单位	设计单位	施工单位		
			技术负责人	质检员	工 长
	年 月 日	年 月 日	年 月 日	年 月 日	年 月 日

注：本表中的钢筋混凝土工程既包括采用内掺型钢筋阻锈剂的新建钢筋混凝土工程，也包括既有钢筋混凝土工程中的混凝土修复工程。

A.0.2 内掺型钢筋阻锈剂用于砂浆修复工程时的施工记录应按表 A.0.2 填写。

表 A.0.2 内掺型钢筋阻锈剂用于砂浆修复工程施工记录表

工程名称					
施工配合比					
使用部位					
钢筋阻锈剂名称		规格	每千克干粉砂浆中钢筋 钢筋阻锈剂添加量 (kg/kg)		
干粉砂浆总用量 (kg)					
钢筋阻锈剂理论添加总量 (kg)		干粉砂浆总用量×每千克干粉砂浆中钢筋 钢筋阻锈剂添加量=_____kg			
钢筋阻锈剂实际添加总量 (kg)					
钢筋阻锈剂理论添加总量与实际添加总量是否一致		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>			
备 注					
签字栏	监理 (建设) 单位	设计单位	施工单位		
			技术负责人	质检员	工 长
	年 月 日	年 月 日	年 月 日	年 月 日	年 月 日

A.0.3 渗透迁移型钢筋阻锈剂的施工记录应按表 A.0.3 填写。

表 A.0.3 渗透迁移型钢筋阻锈剂施工记录表

工程名称					
钢筋阻锈剂名称			规格		
涂覆次数	第_遍 <input type="checkbox"/>	第_遍 <input type="checkbox"/>	第_遍 <input type="checkbox"/>	第_遍 <input type="checkbox"/>	第_遍 <input type="checkbox"/>
涂覆部位					
养护条件	是否达到设计要求及产品使用要求？是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>				
28d 渗透深度	结果评定				
	合格 <input type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/>				
备 注					
签字栏	监理（建设）单位	设计单位	施工单位		
			技术负责人	质检员	工 长
	年 月 日	年 月 日	年 月 日	年 月 日	年 月 日