

团 体 标 准

T/CCTAS 202—2025

高氯离子环境钢筋阻锈剂应用技术规范

Technical specification for application of reinforced corrosion inhibitor in high chloride in environment

(此版本未经出版审核，仅供参考，以最终出版发布为准)

2025 - 03 - 25 发布

2025 - 04 - 01 实施

中国交通运输协会 发布

以正式出版为准

全国团体标准信息平台

以正式出版为准

以正式出版

出版为准

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 基本规定	2
5 技术要求	2
5.1 内掺型钢筋阻锈剂	2
5.2 外涂型钢筋阻锈剂	2
5.3 其他	3
6 设计	3
6.1 环境作用等级	3
6.2 阻锈剂的选用	3
6.3 新建钢筋混凝土结构工程	4
6.4 既有钢筋混凝土结构工程	4
6.5 钢筋阻锈剂用量	4
6.6 其他	4
7 施工	4
7.1 施工环境条件	4
7.2 内掺型钢筋阻锈剂施工	4
7.3 外涂型钢筋阻锈剂施工	5
8 质量控制	5
8.1 进场验收	5
8.2 资料准备	5
8.3 检测与评估	6
附录 A（规范性）有机氮渗透深度现场试验方法	7
附录 B（资料性）施工记录表	8

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：河南省科学院、华北水利水电大学、振业新材料（珠海）有限公司、中国水利水电第十一工程局有限公司、国电电力广东新能源开发有限公司、青岛美尔高科技开发有限公司、中山大学、郑州大学、中国科学院海洋研究所、郑州市王楼水泥工业有限公司、珠海文诺佳新材料科技有限公司、青岛理工大学、深圳大学、中路高科交通检测检验认证有限公司、山东港湾建设集团有限公司、中铁建电气化局集团科技有限公司、珠海深圳清华大学研究院创新中心、中国建筑科学研究院有限公司、中交四航工程研究院有限公司、中交一公局第四工程有限公司、南京水利科学研究院、中铁五局集团有限公司、建研建材有限公司、南方海上风电联合开发有限公司。

本文件主要起草人：李伟华、丁晓平、曹文凯、李伟杰、蒋志红、魏嘉鸿、丁继鹏、杨宝国、陈刚、刘法谦、张卫东、郑海兵、王立平、金祖权、黄俊玮、丁清杰、王亚飞、熊建波、刘维斌、董振松、朱春生、张奇刚、汪峻峰、冷发光、郎辰芳、黄靖、王晶、白利军、于曼、肖承倚、范志宏、田惠文、周萌、王鹏刚、许祥贵、徐文波、熊传胜、杨恒、张小影、刘昂、伍彦斌、何忠意、于放。

高氯离子环境钢筋阻锈剂应用技术规范

1 范围

本文件规定了高氯离子环境钢筋阻锈剂应用的基本规定、技术要求、设计、施工、质量控制等内容。本文件适用于海洋、除冰盐、盐渍土等高氯离子环境下，采用钢筋阻锈剂进行新建和既有钢筋混凝土结构工程的防护。

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
GB/T 33803 钢筋混凝土阻锈剂耐蚀应用技术规范
GB 50010 混凝土结构设计规范
GB/T 50046 工业建筑防腐蚀设计标准
GB/T 50081 混凝土物理力学性能试验方法标准
GB/T 50082 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
GB 50204 混凝土结构施工质量验收规范
GB/T 50344 建筑结构检测技术标准
GB 50367 混凝土结构加固设计规范
GB/T 50476 混凝土结构耐久性设计标准
GB 50550 建筑结构加固工程施工质量验收规范
HJ 717 土壤质量 全氮的测定 凯氏法
JC/T 60018 现浇混凝土养护技术规范
JGJ/T 192 钢筋阻锈剂应用技术规程
JGJ/T 259 混凝土结构耐久性修复与防护技术规程
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（氯离子浓度 ≥ 19 g/L）的大气、水体或土壤等环境，主要包括海洋环境、除冰盐环境和盐渍土环境。

3.2

钢筋阻锈剂 corrosion inhibitor for steel in concrete

掺入混凝土（或砂浆）中或涂刷在混凝土（或砂浆）表面，通过对混凝土（或砂浆）中钢筋的直接作用，能够阻止或延缓钢筋锈蚀的外加剂。

[来源：GB/T 33803-2017, 3.1]

3.3

内掺型钢筋阻锈剂 corrosion inhibitor for steel added into concrete

在拌制混凝土或砂浆时掺入的钢筋阻锈剂，也称为掺入型钢筋阻锈剂。

3.4

外涂型钢筋阻锈剂 outer-coating corrosion inhibitor for steel in concrete

涂覆在混凝土（或砂浆）表面，能渗透到钢筋周围起到阻止或延缓锈钢筋蚀作用的表面处理剂。

[来源：GB/T 33803-2017, 3.5]

4 基本规定

4.1 应根据混凝土结构所处的环境类别、环境作用等级和设计使用寿命进行钢筋阻锈剂的选用。

4.2 下列环境中的新建和既有钢筋混凝土结构工程宜采用钢筋阻锈剂：

- 海洋高氯离子环境，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；
- 使用除冰盐的混凝土结构，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；
- 已锈损钢筋混凝土结构，由氯离子引起的结构中钢筋混凝土锈损的维修加固工程；
- 其他需要使用钢筋阻锈剂的环境。

4.3 钢筋混凝土结构所处环境类别与作用等级应按照 GB/T 50476 划分。

4.4 针对严重腐蚀作用的情况，钢筋阻锈剂宜与其他防护措施同时使用。

4.5 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，对钢筋阻锈性能要求和试验方法应符合表 1 的规定。

表 1 应用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 95%	GB/T 50082

5.1.2 应用内掺型钢筋阻锈剂的混凝土性能要求及试验方法应符合表 2 的规定。

表 2 应用内掺型钢筋阻锈剂的混凝土性能要求及试验方法

试验项目	技术指标	试验方法	
初凝时间凝结时间差 min	-60~+120	GB 8076	
终凝时间凝结时间差 min			
抗压强度比%	7d		\geq 100
	28d		\geq 100
混凝土抗渗性	抗渗等级不降低	JT/T 537	
混凝土工作性	坍落度不损失、不泌水		

5.2 外涂型钢筋阻锈剂

应用外涂型钢筋阻锈剂时，其主要阻锈性能要求和试验方法应符合表 3 的规定。

表3 外涂型钢筋阻锈剂阻锈性能和试验方法

检验项目		技术指标	试验方法
电化学阻锈性能		30d 后钢筋锈蚀电流的降低率 $\geq 50\%$	JGJ/T 192
有机氯渗透深度	实验室试验	$\geq 50\text{mm}$	
	现场试验	保护层混凝土氯含量值 $\geq 100\text{mg/kg}$	附录 A
抗氯离子渗透性能测试		氯离子迁移系数比 $\leq 95\%$	GB/T 50082
现场阻锈性能	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 $\geq 80\%$	GB/T 33803
	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 $\geq 50\%$	

5.3 其他

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

6 设计

6.1 环境作用等级

6.1.1 钢筋混凝土结构所处环境类别按表 4 的规定确定。

表4 环境类别

环境类别	名称	腐蚀机理
I	一般环境	大气作用引起的钢筋腐蚀
II	冻融环境	反复冻融导致混凝土损伤
III	海洋氯化物环境	氯盐侵入引起钢筋锈蚀
IV	除冰盐等其他氯化物环境	氯盐侵入引起钢筋锈蚀
V	化学腐蚀环境	硫酸盐等化学物质对混凝土的腐蚀

6.1.2 钢筋混凝土结构所处环境的作用等级按照表 5 的规定确定。

表5 环境作用等级

环境类别	A 轻微	B 轻度	C 中度	D 严重	E 非常严重	F 极端严重
一般环境	I-A	I-B	I-C	-	-	-
冻融环境	-	-	II-C	II-D	II-E	-
海洋氯化物环境	-	-	III-C	III-D	III-E	III-F
除冰盐等其他氯化物环境	-	-	IV-C	IV-D	IV-E	-
化学腐蚀环境	-	-	V-C	V-D	V-E	-

6.2 阻锈剂的选用

6.2.1 环境作用等级为 II-C、II-D、II-E 时，应先采取防冻融技术措施后，再选用钢筋阻锈剂。

6.2.2 环境作用等级为 V-C、V-D、V-E 时，钢筋混凝土构件处于硫酸盐和氯离子耦合作用环境时，掺加钢筋阻锈剂的混凝土抗硫酸侵蚀性能应符合 GB/T 50082 的规定，掺量应经试验确定。

6.2.3 氯离子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，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，仅采用钢筋阻锈剂时，混凝土强度等级不应降低；当钢筋阻锈剂和其他防腐蚀措施共同使用，且其他防腐附加措施满足 GB/T 50476 的有关规定时，混凝土最小强度等级可降低一个等级，但不应低于 C45。

6.3 新建钢筋混凝土结构工程

新建钢筋混凝土结构工程，钢筋阻锈剂的选用符合下列规定：

- a) 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钢筋阻锈剂，可采用内掺型钢筋阻锈剂，并宜同时采用外涂型钢筋阻锈剂。
- b) 当环境作用等级为Ⅰ-B、Ⅰ-C、Ⅲ-C、Ⅲ-D、Ⅳ-C、Ⅳ-D时，在钢筋混凝土结构中可采用内掺型钢筋阻锈剂或外涂型钢筋阻锈剂。

6.4 既有钢筋混凝土结构工程

6.4.1 既有钢筋混凝土工程的修复，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。

6.4.2 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外涂型阻锈剂。

6.4.3 环境作用等级为Ⅲ-E、Ⅲ-F、Ⅳ-E时，应采用外涂型阻锈剂。

6.4.4 环境作用等级为Ⅲ-C、Ⅲ-D、Ⅳ-C、Ⅳ-D时，宜采用外涂型钢筋阻锈剂。

6.4.5 环境作用等级为Ⅰ-B、Ⅰ-C时，可采用外涂型钢筋阻锈剂。

6.4.6 环境作用等级为Ⅰ-A、Ⅰ-B、Ⅰ-C、Ⅲ-C、Ⅲ-D、Ⅳ-C、Ⅳ-D，且存在下列情况之一，应采用外涂型钢筋阻锈剂：

- a) 混凝土保护层厚度不满足 GB 50010 或 GB/T 50046 规定的；
- b) 锈蚀检测表明内部钢筋已处于“有腐蚀可能”状态，状态评估按 GB/T 50344 规定进行；
- c) 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损坏结构的耐久性；
- d) 未采取防锈处理的露天重要结构、地下结构、文物建筑、使用除冰盐的工程结构以及临海的重要工程结构。

6.4.7 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) 混凝土表面涂覆外涂型钢筋阻锈剂后，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外涂型钢筋阻锈剂时，应在构件表面增设涂层进行封护。

6.5 钢筋阻锈剂用量

6.5.1 钢筋阻锈剂的用量应按照 GB/T 33803 的规定执行。

6.5.2 对于高氯离子环境，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，按照菲克（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。

6.6 其他

6.6.1 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，不应使用外涂型钢筋阻锈剂。

6.6.2 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 施工环境条件

施工温度宜为5~35℃，相对湿度≤85%，避免雨天、大风或高温暴晒环境施工。

7.2 内掺型钢筋阻锈剂施工

7.2.1 施工前按要求进行混凝土性能试配试验，确定内掺型钢筋阻锈剂对混凝土初凝和终凝时间的影

响。

7.2.2 应用内掺型钢筋阻锈剂对既有钢筋混凝土工程进行修复时，应先剔除已被腐蚀、污染的混凝土层，清除钢筋表面锈蚀层后再进行施工。

7.2.3 掺量控制按照本文件 6.5 条规定执行，并精确称量。

7.2.4 在混凝土搅拌时，将称取好的内掺型钢筋阻锈剂直接投入到混凝土中进行搅拌，确保混合均匀。

7.2.5 应用内掺型钢筋阻锈剂对既有钢筋混凝土工程进行修复时，当损坏部位较小、修补较薄时宜采用砂浆进行修复；大面积施工时可采用喷射或喷、抹结合的施工方法。

7.2.6 施工后按照 JC/T 60018 规定进行保湿养护。

7.3 外涂型钢筋阻锈剂施工

7.3.1 当混凝土表面有油污、涂层等影响渗透的物质时，应先去除后再进行涂覆施工；当混凝土表面出现空鼓、松动或剥落等损坏时，需先修复损坏的混凝土后再进行涂覆施工。

7.3.2 喷涂/刷涂分 2~3 次施工，每次间隔 4~6h。

7.3.3 施工完成后，采用覆盖薄膜养护 7d。

8 质量控制

8.1 进场验收

8.1.1 钢筋阻锈剂进场时，应有产品说明书、产品合格证和性能检测报告，材料的品种和性能应符合本文件和设计文件的规定。

8.1.2 钢筋阻锈剂进场后应进行抽样复验，合格后方可使用。

8.1.3 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 6 的规定：

表 6 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

8.1.4 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。

8.1.5 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。

8.1.6 复验结果合格时可判定本批产品为合格产品。

8.2 资料准备

钢筋阻锈剂用于钢筋混凝土结构工程时，应按照 GB 50204、GB 50367、GB 50550 的规定执行，生产和施工方应提供下列资料：

- 设计及工程技术资料；
- 钢筋阻锈剂产品合格证；
- 钢筋阻锈剂产品使用说明书；
- 钢筋阻锈剂性能检测报告；
- 钢筋阻锈剂进场复验报告；
- 混凝土或砂浆配合比通知单（适用于既有钢筋混凝土结构工程）；

g) 施工记录表（见附录 B）。

8.3 检测与评估

8.3.1 既有混凝土结构涂覆外涂型钢筋阻锈剂后，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。

8.3.2 通过检测渗透深度评估钢筋阻锈剂的阻锈效果符合下列规定：

- a) 取样规则按涂覆面积计， 500m^2 以下工程应随机抽取 3 点， $500\text{m}^2\sim 1000\text{m}^2$ 工程应随机抽取 6 点， 1000m^2 以上工程应随机抽取 9 点，每 3 点为一组；
- b) 渗透深度现场检测时间不小于 28d，具体时间根据施工环境协商确定。

8.3.3 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符合下列规定：

- a) 施工前采用钢筋锈蚀测量仪对取样构件进行测试；
- b) 在外涂型钢筋阻锈剂 30d 后，采用同一仪器对涂覆前测试的构件进行原位复测。
- c) 取样规则按不同构件计，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 $1/5$ ，且不少于 3 根；每根受检构件不少于 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 100m^2 （不足者按 100m^2 计）设置一个测点，每根受检构件不少于 3 个测值；露天、地下结构以及临海混凝土结构、取样数量加倍。

附录 A (规范性)

有机氮渗透深度现场试验方法

A.1 现场基准试块的制作和养护

应按 GB/T 50081 的规定进行成型，混凝土试块数量为 3 块，尺寸为 150mm×150mm×150mm 立方体试件，拆模后应现场同条件养护至 28 d。

A.2 渗透深度的测定

A.2.1 芯样薄片制备

A.2.1.1 试验室试块养护 28d 后，在涂刷钢筋阻锈剂的试块表面使用取芯钻头钻取直径为 20mm、长度为 60mm 的芯样，芯样数量不小于 3 块，并应用切割机切取距涂覆面 50mm±5mm 处的芯样薄片；

A.2.1.2 现场混凝土构件涂敷阻锈剂前，采芯钻机进行钻芯取样，芯样数量不小于 3 块，并应用切割机切取距涂覆面 50mm±5mm 处的芯样薄片；

A.2.1.3 现场混凝土构件涂敷阻锈剂养护 28d 后，采芯钻机进行钻芯取样进行钻芯取样，芯样数量不小于 3 块，并应用切割机切取距涂覆面 50mm±5mm 处的芯样薄片。

A.2.2 样品制备

薄片应分别粉碎至粉末状。

A.2.3 氮含量测定

按照 HJ 717 规定的方法测试氮含量。

A.3 判断准则

检测试块和基准试块中氮含量之差为实际氮含量。按现场钻芯取样检测时，检测试块的渗透深度不应小于混凝土保护层厚度，混凝土保护层厚度处的实际氮含量值应不小于 100mg/kg。

附录 B

(资料性)

施工记录表

B.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 B.1 填写。

表 B.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					

B.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 B.2 填写。

表 B.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

B.3 外涂型钢筋阻锈剂的施工记录应按表 B.3 填写。

表 B.3 外涂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"/>
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