

团 体 标 准

T/CCTAS XX—2022

交通工程钢构件熔融纳米环氧复合涂层防腐技术条件

Technical conditions for anticorrosion of molten nano-epoxy composite coating
for traffic engineering steel members

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2022 年 7 月 20 日）

（在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上）

2022 – XX – XX 发布

2022 – XX – XX 实施

中国交通运输协会 发 布

目 次

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 分类 1

 4.1 腐蚀性分类.....1

 4.2 涂层分类.....2

5 技术要求 2

 5.1 熔融纳米环氧涂层.....2

 5.2 熔融纳米环氧复合涂层.....3

6 试验方法 4

 6.1 一般规定.....4

 6.2 材料要求.....4

 6.3 熔融纳米环氧涂层.....4

 6.4 熔融纳米环氧复合涂层.....4

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这些专利的责任。

本文件由中国交通运输协会交通工程设施分会提出。

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：北京中交畅观科技发展有限公司、赛高粉末技术（滨州）有限公司、山东白燕护栏有限公司、北京华路安交通科技有限公司、中钢集团郑州金属制品研究院股份有限公司、浙江数智交科院科技股份有限公司、山西省交通规划勘察设计院有限公司、山西交通物流集团有限公司、山西昔榆高速公路有限公司、山西宏通交通科技有限公司黑龙江省交投工程建设有限公司、山东新福德金属科技有限公司、山东鲁盟威金属科技有限公司、山东冠县北方管业有限公司、黑龙江省隆兴公路勘测设计有限公司、黑龙江道弘科技发展有限公司、中京建设集团有限公司、中交郴州筑路机械有限公司。

本文件主要起草人：王宇、窦心涛、李东莲、张路锋、王靖、闫书明、窦新鹏、苏建锋、李海喜、高建荣、卢耿昌、张苗、宋庆瑞、范晓江、张雪杉、郑弘、董明明、刘励烨、庞颖、张宏伟、温郁斌、裴国庆。

引 言

我国交通基础设施建设方面持续推进形成现代化高质量的国家综合立体交通网，在公路、铁路、水路、航空等交通基础设施建设都大量使用钢材。腐蚀是金属钢构件失效的主要原因和形式，提高钢构件使用的安全性和耐久性，提高工程的全寿命周期日益重要。

目前公路护栏有三种防腐形式：第一种是镀锌，第二种是镀锌之后浸塑或喷塑，第三种是环氧锌基聚酯复合涂层。熔融纳米环氧复合涂层是以纳米环氧粉末涂料作为底层，以聚酯粉末涂料作为面层，以熔融热喷涂加工方式的一种防腐形式。它的特点首先是没有热镀锌的过程，生产工艺环保，无酸洗、无烟尘、无热镀锌废物、无废酸废水等污染，符合国家环保要求。其次节能降耗。热镀锌的温度一般在540摄氏度左右，粉末涂层的固化温度一般在200摄氏度左右，降低了能源的消耗。第三，涂层中没有锌成份的添加，消除了锌成份缓慢溶解造成的土壤重金属污染。

熔融纳米环氧复合涂层添加了特殊纳米材料，粉末涂料在固化过程中产生高交联反应，涂层致密性好，附着力强，产品性能优越，特别是抗阴极剥离能力，能够做到130小时涂层无变化。熔融纳米环氧复合涂层的性能较传统防腐形式都有所提升。

熔融纳米环氧复合涂层防腐技术条件，团体标准的制定，对涂层各项性能指标以及检测方法给予明确规定。可以为用户和设计单位的选材提供参考指导作用。同时，对交通基础设施建设资源节约、绿色环保、使用安全具有十分重要的意义。

交通工程钢构件熔融纳米环氧复合涂层防腐技术条件

1 范围

本文件规定了交通工程钢构件熔融纳米环氧复合涂层的术语和定义、涂层分类、技术要求、试验方法。

本文件适用于交通工程钢构件的防腐。

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/T 1732 漆膜耐冲击测定法
- GB/T 1740 漆膜耐湿热测定法
- GB/T 1768 色漆和清漆 耐磨性的测定 旋转橡胶砂轮法
- GB/T 1771 色漆和清漆 耐中性盐雾性能的测定
- GB/T 2423. 22 环境试验 第2部分：试验方法 试验N：温度变化
- GB/T 4956 磁性基体上非磁性覆盖层厚度测量磁性法
- GB/T 5210 色漆和清漆 拉开法附着力试验
- GB/T 6462 金属和氧化物覆盖层 厚度测量 显微镜法
- GB/T 11547 塑料 耐液体化学试剂性能的测定
- GB/T 13448-2019 彩色涂层钢板及钢带试验方法
- GB/T 22040-2008 公路沿线设施塑料制品耐候性要求及测试方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

熔融纳米环氧涂层 melting nano epoxy coating

以环氧树脂为成膜材料，并添加硅、钛等纳米材料的热固性粉末涂料，经熔融结合固化后形成的涂层。

3.2

熔融纳米环氧复合涂层 melting nano epoxy composite coating

在抛丸（或喷丸）处理后的清洁金属表面上，经粉末涂料静电涂装形成底层为纳米环氧粉末涂层、面层为聚酯涂层的熔融结合防腐涂层。

4 分类

4.1 腐蚀性分类

交通工程钢构件腐蚀环境分类见表1。

表 1 腐蚀性分类和典型环境案例

腐蚀级别	说明	典型环境案例
C1	非常低的腐蚀性	/
C2	低的腐蚀性	低污染水平的大气，大部分是乡村地带

表1 腐蚀性分类和典型环境案例（续）

腐蚀级别	说明	典型环境案例
C3	中等的腐蚀性	城市和工业大气，中等的二氧化硫污染以及低盐度沿海区域
C4	高的腐蚀性	中等含盐度的工业区域和沿海区域
C5	很高的腐蚀性	高湿度和恶劣大气的工业区域和高含盐度的沿海区域
CX	极端的腐蚀性	具有高含盐度的海上区域以及具有极高湿度和侵蚀性大气的热带亚热带工业区域

4.2 涂层分类

防腐涂层种类及厚度宜根据使用环境类型进行选择，见表2。

表2 熔融纳米环氧复合涂层分类

涂层分类	涂层厚度 μm		适用腐蚀环境类型	说明
I	环氧涂层	≥ 40	C1、C2、C3	常规环境
	聚酯涂层	≥ 50		
	总厚度	≥ 90		
II	环氧涂层	≥ 60	C4	高腐蚀环境
	聚酯涂层	≥ 60		
	总厚度	≥ 120		
III	环氧涂层	≥ 70	C5、CX、	高盐度、高湿度环境
	聚酯涂层	≥ 80		
	总厚度	≥ 150		

注：防腐涂层厚度及种类也可根据供需双方协商确定。

5 技术要求

5.1 熔融纳米环氧涂层

5.1.1 外观质量

涂层应均匀、光滑、连续，无肉眼可分辨的缩孔、针眼、凹坑、裂缝、脱皮等表面缺陷。

5.1.2 涂层厚度

涂层厚度应符合表2的要求。

5.1.3 附着性

按拉开法测试涂层附着力，涂层与金属底材的结合拉力不小于40MPa。

5.1.4 抗弯曲性

经 $\phi 4$ 圆柱轴弯曲试验后，试样应无肉眼可见的裂纹、剥离、脱落等现象。

5.1.5 耐冲击性

冲击吸收能量不小于10 J, 涂层应无碎裂、开裂、剥离、脱落等现象。

5.1.6 耐盐雾腐蚀性

经1500h的中性盐雾试验后, 涂层表面应无起泡、生锈、剥离等现象; 划痕部位两侧蔓延距离不大于1mm。

5.1.7 耐湿热性

经1000h湿热试验后, 涂层表面应无起泡、脱落、生锈、剥离等现象; 划痕部位两侧蔓延距离不大于1mm。

5.2 熔融纳米环氧复合涂层

5.2.1 外观质量

涂层应均匀、光滑、连续, 无肉眼可分辨的缩孔、针眼、凹坑、裂缝、脱皮等表面缺陷。

5.2.2 涂层厚度

涂层厚度应符合表2的要求。

5.2.3 附着性

按拉开法测试涂层附着力, 涂层层间的结合拉力不小于40MPa。

5.2.4 湿附着性

按拉开法测试涂层湿附着力, 涂层层间的结合拉力不小于12MPa。

5.2.5 丁酮擦拭

以丁酮作为介质, 连续擦拭100次后, 涂层应无破损。

5.2.6 抗弯曲性

经 ϕ 4圆柱轴弯曲试验后, 试样应无肉眼可见的裂纹、剥离、脱落等现象。

5.2.7 耐磨性

每1000转测得的质量损失应不超过100mg。

5.2.8 耐冲击性

冲击能量不小于10J, 涂层应无碎裂、开裂、剥离、脱落等现象。

5.2.9 耐化学溶剂腐蚀性

经耐酸72h, 耐碱24h, 耐盐72h浸泡试验后, 涂层应无起泡、软化、脱落等现象。

5.2.10 抗阴极剥离性

熔融纳米环氧复合涂层的第一层经抗阴极剥离试验72h, 复合涂层120h试验, 涂层应无起泡、剥落和剥离现象。

5.2.11 耐循环盐雾腐蚀性

经1500h循环盐雾试验后, 涂层表面应无生锈、脱落、剥离、起泡等现象, 划痕部位两侧蔓延距离不大于1mm。

5.2.12 耐湿热性

涂层经1200h湿热试验后, 涂层表面应无起泡、脱落、生锈、剥离等现象, 划痕部位两侧蔓延不大于1mm。

5.2.13 耐温度交变性

5个循环周期试验后，涂层无粉化、起泡、剥落等现象。

5.2.14 耐候性

经1680h人工加速老化试验后，涂层不应有明显的粉化、斑点、起泡、裂纹、软化、剥落、锈点等现象，允许轻微褪色和光泽变化。

6 试验方法

6.1 一般规定

一般情况下，试样制备和试样数量在具体的测试标准中有详细规定。

试样尺寸在符合相关标准要求的条件下，用于性能试验的试样应在成型产品上截取。比对试验所需样品应尽可能在相邻位置截取，并做好标记，以保证试验结果前后的可比性。

在试样尺寸不符合相关标准的要求时，应依据标准要求选用与产品相同原料及工艺制备所需试验样品。

6.2 材料要求

防腐涂层用材料主要核查原材料的材质证明单是否齐全有效，必要时可对原材料的主要性能指标进行检验。

6.3 熔融纳米环氧涂层

6.3.1 外观质量

在正常光线下，直接目测或借助放大镜、几何量具观察。

6.3.2 涂层厚度

按照GB/T 6462 的规定执行。

6.3.3 附着性

按照GB/T 5210 规定的拉开法执行。

6.3.4 抗弯曲试验

取300mm长的试样，在15s内以均一速度绕芯棒弯曲180°，芯棒直径为试样基体直径或厚度的4倍。

6.3.5 耐中性盐雾试验

试验方法参照GB/T 1771 的规定执行，试样的制备如下：

a) 丝状试样：取300mm的钢丝试样3节，用锋利刀片刮掉钢丝一侧的涂层，划痕深至钢丝基体。划痕面朝上，置于盐雾试验箱中。

b) 板状试样：取300mm的立柱试样3节。用18号缝纫机针，将涂层划成长120mm的交叉对角线，划痕深至钢铁基体，对角线不贯穿对角，对角线端点与对角成等距离。划痕面朝上，置于盐雾试验箱中。

6.3.6 耐湿热试验

取3片试样，每片大小为70mm×150mm，用18号缝纫针，将涂层划成长120mm的交叉对角线，划痕深至钢铁基体，对角线不贯穿对角，对角线端点与对角成等距离，划痕面朝上，置于恒温恒湿箱中，按照GB/T 1740 的规定执行。

6.4 熔融纳米环氧复合涂层

6.4.1 外观质量

参照6.3.1的规定执行。

6.4.2 涂层厚度

按照 GB/T 4956 的规定执行。

6.4.3 附着性

参照6.3.3的规定执行。

6.4.4 湿附着性

参照6.3.3的规定执行。

6.4.5 丁酮擦拭

按照GB/T 13448-2019 中第10章的规定执行，以丁酮作为有机溶剂。

6.4.6 抗弯曲试验

参照6.3.4的规定执行。

6.4.7 耐磨试验

在加载重为1Kg的条件下，按照GB/T 1768 的规定执行。

6.4.8 耐冲击试验

试件受的冲击能量是 10J 条件下，按照GB/T 1732 的规定执行。

6.4.9 耐化学溶剂试验

按照GB/T 11547 的规定执行，浸泡温度为 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，试验试剂选用如下：

耐酸测试采用30%HCL溶液浸泡72h，耐碱测试采用20%NaOH溶液浸泡24h，耐盐测试采用30%NaCL溶液浸泡72h。

注：注：HCL、NaOH和NaCL溶液浓度均为质量百分比浓度。

6.4.10 抗阴极剥离试验

按照GB/T 18226 中附录C的规定执行。

6.4.11 耐循环盐雾腐蚀试验

按照GB/T 22040-2008的规定执行。

6.4.12 耐湿热试验

参照6.3.5的规定执行。

6.4.13 耐温度交变试验

按照GB/T 2423.22的规定执行。试验箱可用温度交变试验箱进行，也可用1台高温试验箱和1台低温试验箱组合进行。试样在低温 -40°C 的试验箱内保持3h后，在2min内转移到高温 $+70^{\circ}\text{C}$ 的试验箱保持3h，在2min内再转移到低温试验箱为1个完整的试验周期。

6.4.14 耐候性试验

按照GB/T 22040-2008 中有关耐氙灯人工加速老化试验的规定执行。