

交通工程钢构件熔融纳米环氧复合涂层防腐技术条件
(征求意见稿)
编制说明

标准起草组

二〇二二年七月

一、基本信息

1、任务来源

2021年4月19日,中国交通运输协会标准化技术委员会(以下简称“标委会”)在北京组织召开了《熔融纳米环氧复合涂层防腐技术要求》团体标准的立项复审会议,与会委员和专家认真审阅了团体标准申报的相关资料,听取了申报单位对团体标准立项情况的相关汇报,对申报立项的团体标准的必要性、可行性和前期准备工作进行了质询讨论,按照规定经投票表决,《熔融纳米环氧复合涂层防腐技术要求》全票通过,同意立项。

2、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。

3、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、刘励焯、庞颖、张宏伟、温郁斌。

二、制定标准的必要性和意义

1、必要性

2021年初开始,各省/直辖市相继发布2021年《政府工作报告》,部署“十四五”时期及2021年重点工作任务。其中涉及交通基础设施建设方面的重点工作主要围绕在公路、铁路、水路、航空等交通基础设施建设布局方面。国家政策层面在持续推进形成现代化高质量的国家综合立体交通网。2020年,全国交通固定资产投资预计完成34752亿元,同比增长7.1%,其中公路水路完成投资25883亿元、增长10.4%。

随着我国公路建设进入前所未有的宏大规模，公路建设中钢筋、龙门架、防护栏等都大量使用钢材。随着国际对环境保护要求越来越高，我国逐年关停或限产大量污染严重的产业，在这一环境下环保、安全的涂料应用的不断增加，对涂料的质量也提出了更高的要求。金属材料的防腐关系到公路交通的重大安全。

目前我国公路建设中采用的金属防腐技术比较保守。由于我国地域广阔，气候情况复杂，施工工艺、地质环境等因素限制，基本采用热浸镀锌、镀锌+聚酯、金属表层喷涂、环氧类等防腐工艺为主。其中热浸镀锌防腐给广泛采用。但污染环境，生产环节浪费大量资源，生产成本较高。

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。

针对以上情况，熔融纳米涂层防腐技术更具有各项优势。在国际重大科研项目上都应用成功。更具有先进性、示范性。确保我国道路基础设施建设安全的提升。

2、意义

目前，国内在交通工程钢构件方面的标准有 GB/T 31439.1-2015《波形梁钢护栏 第 1 部分：两波形梁钢护栏》、GB/T 31439.2-2015《波形梁钢护栏 第 2 部分：

三波形梁钢护栏》，但并不是针对涂料的产品标准，未对涂料的质量做出明确的规定。GB/T 18226-2015《公路交通工程钢构件防腐技术条件》是针对涂料的具体产品标准，但该标准中不包含熔融纳米环氧复合涂层体系，因此标准也急需更新，因此急需制定熔融纳米环氧复合涂层的团体标准，来进一步规范行业，引领行业的发展。

三、 主要工作过程

1、起草阶段

在接到上级主管部门的标准项目批准文件后，标准主要起草单位立即开始了标准制定的前期准备工作。为使制定的标准能充分体现产品的特性，由中国交通运输协会标准化技术委员会牵头，北京中交畅观科技发展有限公司组织行业内专家对交通工程钢构件熔融纳米环氧复合涂层的性能项目和试验方法等要求进行了调研，了解了国内外交通工程钢构件防腐相关生产企业的产品类型、生产状况以及产品技术水平和质量状况等，搜集了现有的试验方法和试验数据等，查阅了国内外交通工程钢构件防腐相关技术资料，编写了标准草案。同时，积极与部分有代表性的企业联系，并邀请其共同参加标准制定工作，得到了许多企业的积极响应和大力支持，成立了由赛高粉末技术（滨州）有限公司、山东白燕护栏有限公司、浙江数智交院科技股份有限公司、黑龙江省公路勘察设计院、河南省交通规划设计研究院股份有限公司、河南交控建设工程有限公司、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、沈阳明科控制腐蚀技术有限公司、黑龙江道弘科技发展有限公司、海尔数字科技（青岛）有限公司、方大集团北京方大炭素科技有限公司、日照钢铁控股集团有限公司、中交畅观（杭州）科技发展有限公司、江苏建博农业科技有限公司等多家单位组成的标准制定工作组。

2、分工情况

经过协商，赛高粉末技术（滨州）有限公司主要负责标准文稿和相关资料的起草与编写等任务，同时主要承担验证试验样品的收集与配置、验证试验，同时参与各阶段标准材料的编写、审核和把关；其他各参编单位积极配合主编单位参与标准讨论（包括试验项目设置、试验方法和技术指标的确定等）、提供验证试验样品并参与验证试验工作等。

3、验证阶段

验证单位：赛高粉末技术（滨州）有限公司负责验证试验工作。

3.1 熔融纳米环氧涂层性能验证：

熔融纳米环氧涂层的性能检测项目参考 GB/T18226 中环氧锌基聚酯复合涂层中环氧锌基涂层的要求。部分技术指标做了提升。

熔融纳米环氧涂层是在碳钢板经过抛丸处理后，预热到 200 摄氏度，静电喷涂一层纳米环氧粉末涂料，然后加热 15 分钟，确保环氧涂层完全固化。产品在 23 摄氏度的环境中，存放 24 小时后，进行性能测试，测试情况如下：

① 外观质量

在正常光线下，直接目测或借助放大镜观察涂层表面状态，表面应均匀、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。

② 涂层厚度

按照 GB/T 6462 中磁通量的规定，对涂层厚度进行测量，涂层厚度应在 40 微米以上。

③ 附着性

按照拉开法对涂层附着性进行测试，能够满足 20MPa 的测试。

④ 抗弯曲性

以 $\phi 4$ 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 耐冲击性

以冲击吸收能量不小于 10 J 的冲击力，对涂层进行正向冲击，涂层应无碎裂、开裂、剥离、脱落等现象。

⑥ 耐盐雾腐蚀性

试验方法参照 GB/T 1771 的规定执行，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。

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。

⑦ 耐湿热性

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。

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。

3.2 熔融纳米环氧复合涂层性能验证

熔融纳米环氧复合涂层的性能检测项目包含 GB/T18226 中环氧锌基聚酯复合涂层的所有要求，并根据新的涂层技术，增加了丁酮擦拭、耐温度交变检测项目。丁酮擦拭能够快速检测涂层的固化程度，耐温度交变试验能够反映涂层在高低温交变过程中对基材的保护程度。并对部分技术指标做了提升。

熔融纳米环氧复合涂层的制作过程如下：碳钢板经过抛丸处理后，预热到 200 摄氏度，静电喷涂一层纳米环氧粉末涂料，然后静电喷涂一层聚酯粉末涂料，然后进行完全固化。产品在 23 摄氏度的环境中，存放 24 小时后，进行性能测试，测试情况如下：

① 外观质量

在正常光线下，直接目测或借助放大镜观察涂层表面状态，表面应均匀、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。

② 涂层厚度

按照 GB/T 6462 中磁通量的规定，对涂层厚度进行测量，涂层厚度应在 90 微米以上。

③ 附着性、湿附着性

按照拉开法对涂层附着性进行测试，国标 GB/T18226 中规定的技术指标为 $\geq 40\text{MPa}$ ，测试过程中，国内外都没有找到能够满足 40MPa 的胶，本项测试不能正常完成。但能够满足 20MPa 的测试。

④ 丁酮擦拭

将丁酮滴在涂层表面，按照 GB/T 13448-2019 中第 10 章的规定擦拭 100 次，

涂层应无破损现象。

⑤ 抗弯曲性

以 $\phi 4$ 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。

⑥ 耐磨性

在加载重为 1Kg 的条件下，按照 GB/T 1768 的规定进行测试，涂层质量损失 $\leq 100\text{g}$ 。

⑦ 耐冲击性

以冲击吸收能量不小于 10 J 的冲击力，对涂层进行正向冲击，涂层应无碎裂、开裂、剥离、脱落等现象。

⑧ 耐化学溶剂腐蚀性

按照 GB/T 11547 的规定对涂层进行浸泡测试，浸泡温度为 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 。国标 GB/T18226 中选用试剂为：耐酸测试采用 30%硫酸溶液浸泡 1440h，耐碱测试采用 1%NaOH 溶液浸泡 168h，耐盐测试采用 10%NaCl 溶液浸泡 720h。经过市场调研，试剂的浓度偏低，测试周期较长，不能有效、快速的检测涂层的防腐性能。所以根据我们在卷材及其他行业的防腐经验，我们选用如下测试：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。

经过周期的测试后，涂层应无起泡、软化、脱落等现象。

⑨ 抗阴极剥离性

按照 GB/T 18226 中附录 C 的规定的进行试验测试。

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。

⑩ 耐循环盐雾腐蚀性

按照 GB/T 22040-2008 的规定进行试验测试，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。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。

⑪ 耐湿热性

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。

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。

⑫ 耐温度交变性

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℃的试验箱内保持 3h 后，在 2min 内转移到高温+70℃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。

5 个循环周期试验后，涂层无粉化、起泡、剥落等现象。

⑬ 耐候性

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。

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。

3.3 试验数据分析

按照文本规定的测试方法进行了验证试验，通过对试验数据的分析，确定各项目的技术指标。验证试验结果见附件 1。

3.4 验证评价：

通过验证试验数据分析发现，熔融纳米环氧复合涂层厚度项目指标定为总厚度：90~120 μm，内层 40~55 μm，外层 60~75 μm，通过率 100%；耐冲击性项目指标为 ≥10J，通过率 100%；抗弯曲性项目指标为 φ4 通过，通过率 100%；抗阴极剥离性项目指标为 120h 涂层应无起泡、剥落和剥离现象，通过率 100%；耐酸性、耐碱性涂层应无起泡、软化、脱落、开裂等现象，通过率 100%；耐盐雾性项目指标为涂层表面应无生锈、脱落、剥离、起泡等现象，划痕部位两侧蔓延距离不大于 1mm、通过

率 100%；耐人工气候涂层表面应无起泡、脱落、生锈、剥离等现象，划痕部位两侧蔓延不大于 1mm，通过率 100%。

产品性能能够满足既定的性能指标。

四、制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

1、总体原则

根据国内外交通工程钢构件防腐涂层的技术水平和实际需要，参考国外相关先进标准和涂料生产企业的企业标准和技术要求，以验证试验为依据，制定出反映目前我国熔融纳米环氧复合涂料主流产品的技术要求、质量状况、以及便于实际操作的行业产品标准。

本标准尽量采用国内或国外普遍采用的试验方法，有选择性参考其他行业的试验方法。

2、特殊原则

考虑熔融纳米环氧复合涂层目前主要应用于交通工程钢构件表面的防腐作用，因此在项目设置的时候设置了划格试验、抗弯曲试验、抗阴极剥离试验、耐循环盐雾性、耐人工气候老化性等试验项目，体现标准的合理性、先进性。

五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述

1、标准的适用范围

本标准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、使用原则、技术要求、试验方法、检验规则。本标准适用于交通工程钢构件的防腐，其他工程构件防腐可参照执行。

2、产品性能要求

本标准的项目设置根据目前实际的使用情况，确定了分类和适用范围，考虑了产品的本身特性及实际应用中需要关注的性能，并根据产品分类和用途，设置了试验项目。

3、试验方法的确定

制板要求：归纳总结国内主要交通工程钢构件企业的加工方法，确定了制板要求。

试验方法：尽量选用国内或国外普遍采用的试验方法，结合国内行业上常用

的试验方法，确定了标准中各项目的测试方法。

六、重大意见分歧的处理依据和结果

无

七、采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况

国外尚未查询到相关的适用于本标准范围所涵盖熔融纳米环氧复合涂层的标准可供参考。

本标准的制定时参考了GB/T 18226-2015《公路交通工程钢构件防腐技术条件》及国内现行的其它关于交通工程钢构件防腐涂层的标准，并结合国内的交通工程钢构件的实际发展水平制定。

八、作为推荐性标准建议及其理由

本标准规定了交通工程钢构件熔融纳米环氧复合涂层的防腐技术要求，包括性能要求、检验方法、检验规则等，为产品技术标准，标准属性为推荐性。

本标准以实际需求以及目前国内相关产品的质量状况为基础，参考了国内外先进的防腐产品标准，采用了国内或国外通用的试验方法，因此标准整体水平达国内先进水平。

九、贯彻标准的措施建议

建议在本标准实施前在行业内进行广泛宣贯，让检验机构、涂料生产厂家及时了解标准的最新信息，熟悉检测方法和判定要求，以更好地应用于产品的质量控制，推动标准的贯彻实施。熔融纳米环涂料的技术进步，引导产业的健康发展。

本标准可供各检验机构、用户和生产厂家参考和使用，标准发布后企业需要根据标准要求对工艺等进行适当调整，以更好地满足标准要求，因此建议本标准批准发布后6个月后实施。

十、其他应说明的事项

无。

	变	层无粉化、 起泡、剥落 等现象	层无粉化、 起泡、剥落 等现象	层无粉化、 起泡、剥落 等现象	层无粉化、 起泡、剥落 等现象	层无粉化、 起泡、剥落 等现象	层无粉化、 起泡、剥落 等现象
	耐循环 盐雾性	1500h 测试，涂层表面无起泡、生锈、剥离等现象； 划痕部位两侧蔓延距离<1mm。					
	耐人工 气候老 化性	1680h，涂层无粉化、起泡等现象。					