

DB 21

辽 宁 省 地 方 标 准

DB21/T 3999—2024

公路工程钢构件熔融环氧粉末防腐
技术规程

Technical Specification for Fusion Bonded Epoxy Powder Anti-corrosion
for Steel Structure of Highway Engineering

2024-08-30 发布

2024-09-30 实施

辽宁省市场监督管理局 发 布

目 次

前言 II

公路工程钢构件熔融环氧粉末防腐技术规程 1

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 分类 3

 4.1 按所处腐蚀环境分类 3

 4.2 按使用部位分类 3

 4.3 按涂层保护年限分类 3

 4.4 按涂层类别分类 3

 4.5 按涂层的涂装阶段分类 3

5 技术要求 4

 5.1 材料 4

 5.2 涂层的基本要求 5

 5.3 涂层体系设计 7

 5.4 工艺 8

 5.5 装运 9

 5.6 贮存 10

6 检验 10

 6.1 一般规定 10

 6.2 过程检查 10

 6.3 产品检验 10

7 其他 11

附 录 A （规范性）腐蚀环境分类 12

附 录 B （资料性）维修涂装和重新涂装 13

附 录 C （规范性）拉开法检验方法 14

附 录 D （规范性）试件的制备 16

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。

本文件由辽宁省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：辽宁省交通规划设计院有限责任公司、辽宁顺通装配建造有限责任公司、辽宁赋新防腐材料科技有限公司、辽宁省交通建设管理有限责任公司、辽宁省高速公路运营管理有限责任公司、辽宁省交通运输事业发展中心、辽宁省交通运输事务服务中心、中国科学院宁波材料技术与工程研究所、东北大学材料腐蚀与防护研究中心、江苏国强交通集团有限公司、辽宁紫竹集团有限公司。

本文件主要起草人：席广恒、王金暖、殷洪建、张凌海、高谭、王俊德、陆卫中、闫大伟、张启进、王振宇、王铁滨、王福会、潘仕强、吴家君、张秉旭、郭卫民、姚翔、李健康、欧杰、赵博、赵晓光、杜海鑫、王海丰、高扬、崔相奎、钟瑞文、郝丕琳、张铭、王旭东、温佳宇。

本文件发布实施后，任何单位或个人如有问题和意见建议，均可以通过来电或来函等方式进行反馈，我们将及时答复并认真处理，根据实际情况依法进行评估及复审。

归口管理部门通讯地址：沈阳市和平区十三纬路19号，联系电话：024—23867960。

起草单位通讯地址：辽宁省沈阳市和平区丽岛路42号，联系电话：024—83738542。

公路工程钢构件熔融环氧粉末防腐技术规程

1 范围

本文件规定了公路工程钢构件熔融环氧粉末防腐技术的术语和定义、分类、技术要求、检验。

本文件适用于公路工程钢构件防腐涂装。市政、水利、建筑、光伏等工程钢构件熔融环氧粉末防腐涂装也可参照使用。

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 1031 产品几何技术规范（GPS）表面结构 轮廓法 表面粗糙度参数及其数值
- GB/T 1724 色漆、清漆和印刷油墨 研磨细度的测定
- GB/T 1728 漆膜、腻子膜干燥时间测定法
- 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 1865 色漆和清漆 人工气候老化和人工辐射曝露 滤过的氙弧辐射
- GB/T 4472 化工产品密度、相对密度的测定
- GB/T 4956 磁性基体上非磁性覆盖层 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 6554 电气绝缘用树脂基反应复合物 第2部分：试验方法 电气用涂敷粉末方法
- GB/T 6739 色漆和清漆 铅笔法测定漆膜硬度
- GB/T 6742 色漆和清漆 弯曲试验（圆柱轴）
- GB/T 8264-2008 涂装技术术语
- GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级
- GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 11547 塑料 耐液体化学试剂性能的测定
- GB/T 16995 热固性粉末涂料在给定温度下胶化时间的测定
- GB/T 18570.2 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验 第2部分：清理过的表面上氯化物的实验室测定
- GB/T 18570.3 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验 第3部分：涂覆涂料前钢材表面的灰尘评定（压敏粘带法）

GB/T 18593-2010 熔融结合环氧粉末涂料的防腐蚀涂装
GB/T 19001 质量管理体系 要求
GB/T 21782.1 粉末涂料 第1部分：筛分法测定粒度分布
GB/T 21782.9 粉末涂料 第9部分：取样
GB/T 30790.1-2014 色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 第1部分：总则
GB/T 30790.5-2014 色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 第5部分：防护涂料体系
GB/T 31361-2015 无溶剂环氧液体涂料的防腐蚀涂装
GB/T 38597 低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求
HG/T 2006 热固性和热塑性粉末涂料
JB/T 6570 普通磨料 磁性物含量测定方法
JT/T 600.1 公路用防腐蚀粉末涂料及涂层 第1部分：通则
JT/T 722 公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件
SY/T 0315 钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范

3 术语和定义

GB/T 8264-2008、GB/T 30790.1-2014、GB/T 31361-2015、GB/T 18593-2010 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

熔融结合固化工艺 fusion bonded epoxy curing process

待涂钢构件经预热炉预热至涂料熔融温度，环氧粉末涂料经静电喷涂或流化床浸涂的方式，涂敷至预热钢构件表面，再经固化炉固化成膜的涂装工艺。

3.2

环氧粉末涂料 epoxy powder

以环氧树脂为主要成膜材料的热固性熔融结合粉末涂料。

[来源：GB/T 18593-2010，3.1]

3.3

底涂层 priming coat

防护涂层体系中的第一道涂层。

[来源：GB/T 30790.5-2014，3.5]

3.4

面涂层 top coat

防护涂层体系中的最后一道涂层。

[来源：GB/T 30790.5-2014，3.7]

3.5

熔融环氧粉末涂层 fusion bonded epoxy powder coating

熔融环氧粉末涂料经熔融结合固化工艺涂装成膜，直接用于金属表面防腐的体系为熔融环氧粉末涂层。

3.6

熔融环氧粉末复合涂层 fusion bonded powder composite coating

熔融环氧粉末涂料、耐候涂料经熔融结合固化工艺顺序涂装，一次成膜，形成的底层防腐、面层保护的防腐体系为熔融环氧粉末复合涂层。

3.7

修补剂 repair materials

用于修补挂点、刮伤、焊接区域且与原涂层相容，性能相当的材料。

4 分类

4.1 按所处腐蚀环境分类

按所处大气区腐蚀环境分类为C1、C2、C3、C4、C5、CX，按所处水和土壤腐蚀环境分为Im1、Im2、Im3、Im4，应符合附录A的规定。

4.2 按使用部位分类

按使用部位分为：

- a) 外表面涂层体系；
- b) 内表面涂层体系；
- c) 浸水区和埋地区涂层体系。

4.3 按涂层保护年限分类

按涂层保护年限分为：

- a) 中期涂层体系 ≥ 15 年；
- b) 长期涂层体系 ≥ 30 年。

4.4 按涂层类别分类

按涂层类别分为：

- a) 熔融环氧粉末涂层；
- b) 熔融环氧粉末复合涂层。

4.5 按涂层的涂装阶段分类

4.5.1 按涂层的涂装阶段分为：

- a) 初始涂装；
- b) 维修涂装；
- c) 重新涂装。

4.5.2 初始涂装按照本文件执行，维修涂装、重新涂装的涂层劣化评定等见附录 B。

5 技术要求

5.1 材料

5.1.1 一般要求

5.1.1.1 粉末涂料供应商应获得 GB/T 19001 认证证书，每批产品应提供产品名称、型号、批号、重量、生产厂名、生产日期、储存条件、储存期限、产品说明书、出厂合格证、质量证明书和第三方检验报告等文件。

5.1.1.2 粉末涂料符合 GB/T 38597 的环保要求。

5.1.2 熔融环氧粉末涂料

熔融环氧粉末涂料技术指标应符合表 1 的要求。

表 1 熔融环氧粉末涂料技术指标

序号	试验项目	单位	技术指标	测试标准
1	外观	—	色泽均匀、无杂物、无结块	目测
2	密度	g/cm ³	1.2~1.6	GB/T 4472
3	不挥发物含量	%	≥99.4	GB/T 6554
4	筛余物（150 μm）	—	全部通过	GB/T 21782.1
5	胶化时间（200℃）	s	根据熔融结合固化工艺商定	GB/T 16995
6	固化时间	min	根据熔融结合固化工艺商定	SY/T 0315 附录 A
7	磁性物含量	%	≤0.002	JB/T 6570

5.1.3 耐候粉末涂料

耐候涂料性能不宜采用 TGIC 固化体系，技术指标应满足表 2 的要求。

表 2 耐候粉末涂料技术指标

序号	项目		单位	技术指标	测试标准
1	外观		—	色泽均匀、无杂物、无结块	目测
2	挥发物含量		%	≤0.5	GB/T 6554
3	密度		g/cm ³	1.4~1.8	GB/T 4472
4	粒度分布	>100 μm	%	≤1	GB/T 21782.1
		<16 μm		≤5	
5	筛余物（125 μm）		—	全部通过	GB/T 21782.1

6	胶化时间(180℃)	s	根据熔融结合固化工艺商定	GB/T 16995
7	固化时间	min	根据熔融结合固化工艺商定	SY/T 0315 附录 A

5.1.4 修补剂

修补剂应为与原涂层相容性能相当的液体涂料，底层修补宜采用无溶剂环氧液体涂料，性能指标应满足表3的要求，面层修补剂性能要求应满足JT/T 722耐候面漆的材料性能要求。

表 3 无溶剂环氧液体涂料性能指标

序号	项目		单位	技术指标	测试标准
1	外观		—	搅拌后无硬块，呈均匀状态	目测
2	不挥发份含量		%	≥95	GB/T 6554
3	密度		g/cm ³	1.2~1.8	GB/T 4472
4	干燥时间	表干时间（常温）	h	≤4	GB/T 1728
5		实干时间（常温）	h	≤24	
6	细度		μm	≤100	GB/T 1724
7	附着力		MPa	≥20	附录 C
8	抗弯曲性能		—	Φ3 圆柱轴弯曲 180°，无肉眼可见裂纹、剥离、脱落等现象	GB/T 6742
9	耐冲击性能（24±2℃）		—	50kg•cm，无碎裂、开裂、剥离、脱落等现象	GB/T 1732
10	耐磨性能 （Cs10 轮，1 kg，1000r）		mg	≤100	GB/T 1768
11	耐中性盐雾腐蚀性能(NSS)		—	3000h，涂层表面无起泡、生锈、脱落、剥离等现象，划痕部位两侧蔓延距离≤1mm	GB/T 10125
12	耐湿热性能		—	1200h，温度（47±1）℃，湿度（96±2）%，涂层表面无起泡、生锈、脱落、剥离等现象，划痕部位两侧蔓延距离≤1mm	GB/T 1740

5.2 涂层的基本要求

5.2.1 熔融环氧粉末涂料涂层性能指标表应满足表4的要求。

表 4 熔融环氧粉末涂料涂层性能指标

序号	项目	单位	技术指标	测试标准
1	附着力	MPa	≥40	附录 C
2	抗弯曲性能	—	Φ3 圆柱轴弯曲 180°，无肉眼可见裂纹、剥离、脱落等现象	GB/T 6742
3	耐冲击性能 ^a	—	常温（24±2）℃，90kg•cm 无碎裂、开裂、剥离、脱落等现象	GB/T 1732
		—	低温（-30±2）℃，90 kg • cm 无碎裂、开裂、剥离、脱落等现象	
4	耐磨性 （Cs10 轮，1kg，1000r）	mg	≤50	GB/T 1768

5	阴极剥离 ^b		mm	≤5	SY/T 0315 附录 C
6	铅笔硬度		H	≥4	GB/T 6739
7	耐盐雾性能 ^c	中性盐雾试验 (NSS)	—	5000h, 涂层表面无起泡、生锈、脱落、剥离等现象, 划痕部位两侧蔓延距离 ≤1mm	GB/T 10125
		铜加速乙酸盐雾试验 (CASS)		700h, 涂层表面无起泡、生锈、脱落、剥离等现象, 划痕部位两侧蔓延距离 ≤1mm	
8	耐湿热性能		—	1200h, 温度 (47±1)℃, 湿度 (96±2)%, 涂层表面无起泡、生锈、脱落、剥离等现象, 划痕部位两侧蔓延距离≤1mm	GB/T 1740
9	耐酸性 H ₂ SO ₄ (浓度 30%)		—	720h, 涂层应无起泡、溶解、软化、脱落、开裂等现象, 试液应无浑浊、褪色和填料沉淀现象。	GB/T 11547
10	耐碱性 NaOH (浓度 5%)		—	720h, 涂层应无起泡、溶解、软化、脱落、开裂等现象, 试液应无浑浊、褪色和填料沉淀现象。	GB/T 11547
^a 抗冲击试验: 无特殊要求时按常温进行测试, 对于有低温环境需求的构件按低温进行测试。					
^b 耐阴极剥离试验: 当同时采用阴极保护和涂层保护的构件应进行此项检验, 其他情况可不进行此项检验。					
^c 根据需求, 可选中性盐雾试验 (NSS)、铜加速乙酸盐雾试验 (CASS) 其一验证涂层的耐盐雾性能。					

5.2.2 耐候涂料涂层性能指标应满足表5的要求。

表 5 耐候粉末涂料涂层性能指标

序号	项 目		单 位	技术指标		测试方法
				聚酯	聚氨酯	
1	物理力学性能	铅笔硬度	—	H		GB/T 6739
		杯突试验	mm	≥6		GB/T 6554
3	耐冲击性		—	常温 (24±2)℃, 90kg·cm 无碎裂、开裂、剥离、脱落等现象		GB/T 1732
4	抗弯曲性		—	Φ2 圆柱轴弯曲 180°, 应无肉眼可见的裂纹、剥离及涂层脱落现象		GB/T 6742
5	耐磨性 (Cs10 轮, 1kg, 1000r)		mg	≤50		GB/T 1768
6	中性盐雾试验 (NSS)		—	500h, 划痕处单向腐蚀蔓延宽度≤2.0mm, 未划痕区无起泡、生锈、开裂、剥落等异常现象		GB/T 10125
7	耐湿热性能		—	1000h, 无异常		GB/T 1740
8	人工加速老化		—	中期 1200h, 长期 2400h, 变色≤2 级, 失光≤2 级, 无粉化、起泡、开裂、剥落等异常现象		GB/T 1865

5.3 涂层体系设计

5.3.1 按照防腐年限、腐蚀环境、涂装部位、涂层类别选择配套涂层体系。紧固件可采用其他类型防腐，但应满足保护年限要求。

5.3.2 高腐蚀环境等级的配套涂层体系也适用于比之低腐蚀环境等级的配套涂层体系。

5.3.3 涂层配套体系见表6～表10。

表 6 大气区腐蚀环境下钢构件中期防腐涂层配套体系

编号	使用部位	腐蚀环境	涂层		涂料品种	干膜厚度 (μ m)
S01	外表面	C1~C5	熔融环氧粉末复合 涂层	底层	熔融环氧粉末涂料	120
				面层	聚酯涂料	80
				总厚度		200
S02	内表面	C1~C5	熔融环氧粉末涂层	熔融环氧粉末涂料		120

表 7 大气区腐蚀环境下钢构件长期防腐涂层配套体系

编号	使用部位	腐蚀环境	涂层		涂料品种	干膜厚度 (μ m)
S03	外表面	C1~CX	熔融环氧粉末复合 涂层	底层	熔融环氧粉末涂料	240
				面层	聚氨酯涂料	80
				总厚度		320
S04	内表面	C1~CX	熔融环氧粉末涂层	熔融环氧粉末涂料		240

表 8 埋地区腐蚀环境下钢构件中期防腐涂层体系

编号	使用部位	腐蚀环境	涂层		涂料品种	干膜厚度 (μ m)
S05	外表面	Im3	熔融环氧粉末复合 涂层	底层	熔融环氧粉末涂料	180
				面层	聚酯涂料	80
				总厚度		260
S06	外表面	Im3	熔融环氧粉末涂层	熔融环氧粉末涂料		220
S07	内表面	Im3	熔融环氧粉末涂层	熔融环氧粉末涂料		120

表 9 埋地区腐蚀环境下钢构件长期防腐涂层体系

编号	使用部位	腐蚀环境	涂层		涂料品种	干膜厚度 (μ m)
S08	外表面	Im3	熔融环氧粉末复合涂层	底层	熔融环氧粉末涂料	240
				面层	聚氨酯涂料	80

				总厚度	320
S09	外表面	Im3	熔融环氧粉末涂层	熔融环氧粉末涂料	280
S10	内表面	Im3	熔融环氧粉末涂层	熔融环氧粉末涂料	240

表 10 浸水区腐蚀环境下钢构件中长期防腐涂层体系

编号	工况条件	腐蚀环境	使用部位	涂层	涂料品种	干膜厚度 (μm)
S11	干湿交替区	Im1、Im2、Im4	—	熔融环氧 粉末涂层	熔融环氧粉末涂料	800
S12	水下区域	Im1、Im2、Im4	—	熔融环氧 粉末涂层	熔融环氧粉末涂料	600

5.3.4 密闭内表面可不进行防腐。

5.3.5 打入构件已采取抗刮伤措施，底涂层厚度可比原涂层体系设计厚度减少 $50\mu\text{m}$ 。

5.3.6 厚度不大于 2mm 的构件应适当降低底涂层厚度，保证涂层弯曲不开裂，但不宜低于原设计涂层体系的70%。

5.4 工艺

5.4.1 表面处理

5.4.1.1 钢结构表面处理前应将切割残余物、焊接飞溅、宽度小于深度的咬边补焊后打磨光滑，锐边用砂轮打磨成圆角 R2，表面层叠、裂纹、夹杂物应打磨处理，必要时补焊。

5.4.1.2 表面油污染应采用专用清洁剂进行低压喷洗或软刷刷洗，并用淡水枪冲洗掉所有残余物；或采用碱液、加热等处理，并用淡水冲洗至中性。小面积油污可采用溶剂擦洗。

5.4.1.3 海洋工程和临海地区的钢结构应按 GB/T 18570.2 规定的方法执行。当钢材确定不接触氯离子环境时可不进行表面可溶性盐分检验，当不能完全确定时应进行首次检验。盐分超标时应采用高压淡水冲洗。

5.4.1.4 除锈等级按 GB/T 8923.1 的规定进行，除锈等级不低于 Sa2 $\frac{1}{2}$ 级，表面粗糙度 (Rz) 应达到 GB/T 1031 中规定的值：

a) 大气区腐蚀环境下钢结构厚度小于等于 10mm 的钢结构，宜控制在 $20\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ ；厚度大于 10mm 钢结构，宜控制在 $30\mu\text{m}\sim 80\mu\text{m}$ ，且不超过底层漆膜厚度的 $\frac{1}{3}$ ，同一构件有多种板厚时，宜按主要构件板厚选取；

b) 浸水区和埋地区腐蚀环境下钢结构中长期防腐涂层配套体系宜控制在 $40\sim 80\mu\text{m}$ 。

5.4.1.5 抛丸或喷砂处理后应除去喷射残渣，使用无油、无水的压缩空气清理表面灰尘。

5.4.1.6 金属构件表面处理完成后出现返锈现象应重新除锈。

5.4.2 预热

5.4.2.1 熔融环氧粉末涂料涂装时，前处理合格后的待涂工件应进行预热处理，预热方式可采用加热炉或感应线圈加热等。

5.4.2.2 预热温度和时间应与涂料技术参数相匹配。

5.4.3 涂敷

涂料涂敷可采用静电喷涂、流化床浸涂等方式进行。

5.4.4 固化

涂层固化可采用加热固化、余温固化，固化温度和时间按工艺需求确定。

5.4.5 修补

5.4.5.1 构件挂点位置以及局部涂层缺陷处应采用修补剂进行修补。

5.4.5.2 必须清除所有杂质及疏松涂层，修补区域以及修补区域与周围完好涂层结合部位应打磨成羽翼状，再把表面清理干净。

5.4.5.3 修补涂层与原涂层搭接的宽度不应小于 10mm。

5.4.5.4 检验不合格的成品需进行重新涂装。

5.4.5.5 底层采用修补剂，修补厚度应为 1.5 倍的设计厚度；面层应选择耐候性液体涂料，满足设计性能要求。

5.4.6 焊缝接口补涂

5.4.6.1 焊接连接应预留焊接区域，宜采取有效保护焊口两侧的防腐涂层措施，防止焊接时飞溅物损坏涂层。

5.4.6.2 补涂前将焊接预留部位区域内焊接飞溅物清除，采用手工或机械除锈应达到 GB/T 8923.1 规定的 St3 级，采用相邻部位配套体系进行涂装。

5.4.6.3 补涂层与原涂层搭接的宽度不应小于 10mm，修补厚度应为 1.5 倍的设计厚度。

5.5 装运

5.5.1 涂装成品钢结构端头和法兰应采用柔性隔离，中间应采取两道以上柔性隔离避免涂层破损。

5.5.2 在装卸与运输过程中包装之间、包装与车厢板接触部位，应采取柔性隔离措施进行涂层保护，避免涂层破损。

5.5.3 产品装卸不能采用摔、滚、抛方式，吊装需采用柔性吊带，避免吊装过程涂层破损。

5.6 贮存

涂装钢构件成品应按工件的类型、规格分开堆放，有明显标识。室外堆放时工件底部应采用两道以上柔性支撑。

6 检验

6.1 一般规定

检验应分为过程检查、产品检验。

6.2 过程检查

6.2.1 钢材表面外观质量

6.2.1.1 当钢材的表面有锈蚀、麻点或划痕等缺陷时，其深度不得大于该钢材厚度允许负偏差值的 $1/2$ ，且不应大于 0.5mm；

6.2.1.2 钢材表面的锈蚀等级应符合 GB/T 8923.1 规定的 C 级及 C 级以上等级。

6.2.2 涂料检验

6.2.2.1 粉末涂料按生产批进行检验，每生产批（批量不超过 100t）至少取样一次进行外观、筛余物、粒径分布检验。

6.2.2.2 首次使用的涂料应取 1 批，取样应符合 GB/T 21782.9 的要求，熔融环氧粉末涂料按附录 D，表 D.1 制备试件，耐候粉末涂料按照 HG/T 2006 和 JT/T 600.1 制备试件，进行附着力、耐冲击性能、抗弯曲性能、耐磨性能、硬度试验、杯突试验项目检验。当测试结果中有一项不满足要求时，应从该批产品中追加取样两个进行检验。当两个重复试验满足规定要求时，该批量粉末可以使用；若两个重复试验之一（或两者）不满足规定要求，则该品类粉末不能使用。

6.2.3 表面处理

6.2.3.1 钢构件抛丸或喷砂处理前应逐件目视进行表面检查，除锈等级不低于 Sa2 $\frac{1}{2}$ 级。

6.2.3.2 钢构件抛丸或喷砂处理后涂装前逐件目视检查是否有返锈现象，返锈后应重新进行表面处理。

6.2.3.3 钢构件涂敷前应逐件目视进行清洁度检查，不低于 GB/T 18570.3 规定的 2 级。

6.3 产品检验

产品出厂前应按表 11 进行出厂检验。

表 11 产品出厂检验项目

序号	检验项目		单位	评价指标	测试标准	检测频率
1	外观		—	无气泡、无裂纹、无缩孔、允许有轻度橘皮状花纹	目测	逐件
2	厚度		μm	任选 1 个 15cm×15cm 方形垂直投影测区，四个角点与中心点测量厚度计算平均值，测区平均值不得小于设计值；测点最低值不得低于设计值的 80%。构件尺寸不足时，选取构件允许的最大方形测区。	GB/T 4956	逐件
3	附着力	涂层与基材	MPa	≥20	GB/T 5210	每生产批（≤200t）
4		涂层之间	MPa	≥15		

7 其他

7.1 本文件规定的环境下，可采用本文件中的涂层配套体系与耐候结构钢联合使用，形成“耐候结构钢+涂装”的轻维护的钢结构，获得更优良的耐久性，实现长效防腐。

7.2 本文件中的涂层配套体系可应用于镀锌、镀铝等构件翻新。采用喷丸、喷砂、机械打磨等方式进行基面处理，处理后的构件表面避免出现毛刺、起皮、松散镀层脱落等现象出现。

附 录 A

(规范性)

腐蚀环境分类

A.1 大气区

大气区腐蚀环境分级见表A.1。

表 A.1 大气区腐蚀环境分级

腐蚀级别	单位面积上质量和厚度损失(经第 1 年暴露后)				温性气候下的典型环境案例(仅供参考)
	低碳钢		锌		
	质量损失 ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)	厚度损失 (μm)	质量损失 ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)	厚度损失 (μm)	
C1 很低	≤ 10	≤ 1.3	≤ 0.7	≤ 0.1	—
C2 低	$>100\sim 200$	$>1.3\sim 25$	$>0.7\sim 5$	$>0.1\sim 0.7$	低污染水平的大气，大部分是乡村地带
C3 中	$>200\sim 400$	$>25\sim 50$	$>5\sim 15$	$>0.7\sim 2.1$	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	$>400\sim 650$	$>50\sim 80$	$>15\sim 30$	$>2.1\sim 4.2$	中等含盐度的工业区和沿海区域
C5 很高	$>650\sim 1500$	$>80\sim 200$	$>30\sim 60$	$>4.2\sim 8.4$	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	$>1500\sim 5500$	$>200\sim 700$	$>60\sim 80$	$>8.4\sim 25$	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。

A.2 浸水区和埋地区

浸水区和埋地区腐蚀环境分级见表 A.2。

A.2 浸水区和埋地区腐蚀环境分级和典型环境案例

分类	环境	环境和结构的案例
Im1	淡水	河流上安装的设施，水力发电站
Im2	海水或微咸水	没有阴极保护的浸入式结构（例如：港口区域，如闸门、水闸或防波堤）
Im3	土壤	埋地储罐、钢桩和钢管
Im4	海水或微咸水	带有阴极保护的浸入式结构（例如：海上结构）
注：注意腐蚀性类别Im1和Im3，如果采用阴极保护与涂料体系联合防护, 要进行相应性能测试。		

附 录 B

(资料性)

维修涂装和重新涂装

B.1 涂层劣化评定

涂层投入使用后,按照桥梁运行管理单位的规定定期检查,进行涂层劣化评定,评定方法依据GB/T 1766与GB/T 30789.3的规定。根据漆膜劣化情况,选择合适的维修或重涂方式。

B.2 维修涂装

B.2.1 当涂层处于(2~3)级开裂,或(2~3)级剥落,或(2~3)级起泡,但底涂层完好时,涂装与原面涂层相容的涂层。

B.2.2 当涂层处于(2~3)级开裂,或(2~3)级剥落,或(2~3)级起泡,或(Ri2~Ri3)锈蚀,底涂层破损时,涂装与原涂层相容的底涂层、面涂层,修补涂层厚度为1.5倍的原设计厚度。

B.3 重新涂装

当涂层发生3级以上开裂、3级以上剥落、3级以上起泡、Ri3级及以上锈蚀时,构件需进行翻新处理。

附 录 C

(规范性)

拉开法检验方法

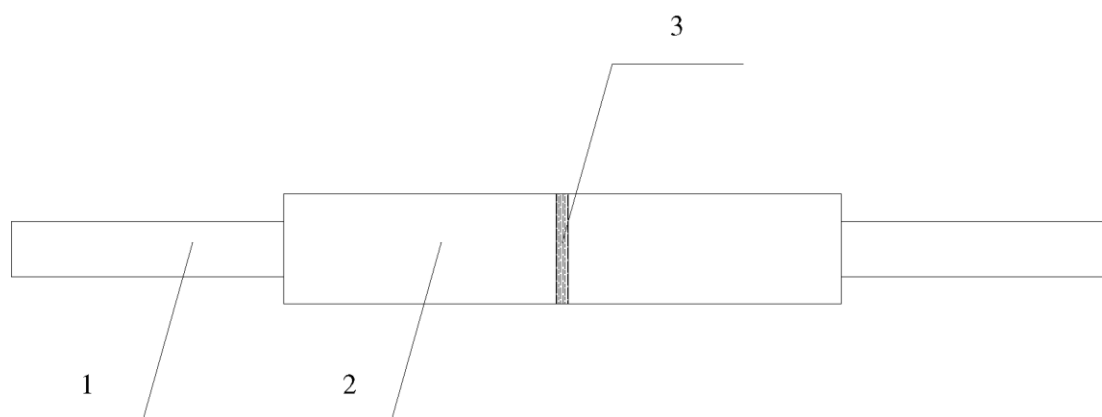
C.1 范围

本试验提供了熔融环氧粉末、无溶剂环氧液体涂料附着力试验方法。

C.2 试验设备

本试验需要设备如下：

- a) 拉力试验机；
- b) 试验柱，由 Q235 及以上圆钢制成，试件组装图如图 B.1。



说明：

- 1-试验柱加持端， $\Phi 15\text{mm} \times 50\text{mm}$ ；
- 2-试验柱胶凝端， $\Phi 20\text{mm} \times 30\text{mm}$ ；
- 3-检验涂料， $300 \sim 700\mu\text{m}$ 。

图 B.1 拉开试件组装图

C.3 试验步骤

- C.3.1 试验柱进行抛丸处理后，预热至工艺温度，取出放置夹具内，确保两试件轴心排列；
- C.3.2 将检验涂料灌入缝隙内；
- C.3.3 将试件按工艺要求进行固化，固化完成后，沿试验柱的周线，切透固化了的涂层至底材；

C.3.4 通过拉力机对试件施加拉伸应力，该应力以均匀的且不超过 1MPa/s 的速度稳步增加，使破坏过程在 90s 内完成。

C.4 计算结果与显示

用下式来计算试件组合的破坏强度 σ ，即为附着力，以 MPa 计：

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

式中：

F—拉拔力，单位为牛顿（N）；

A—试验柱面积，单位平方米毫米（mm²）。

计算所有 3 次测定的平均值，精确值到整数，用平均值来表示结果，同时应记录破损截面的位置。

附 录 D

(规范性)

试件的制备

通用试验样品基材的材质、规格和涂层厚度应符合表D. 1要求，涂层的涂装工艺应符合该产品的使用要求和说明。

表 D. 1 试验件规格

序号	检验项目	试板规格 (mm)	试板材质	涂层厚度 (μm)	试件数量 (件)	备注
1	抗弯曲性能	120×50× (0.2~0.3)	马口铁板	76~120	3	涂层性能检验
2	耐冲击性能	120×50× (0.2~0.3)	马口铁板	76~120	3	涂层性能检验
3	附着力	Φ20	圆钢	200~300	3	涂层性能检验
4	耐磨性能	Φ100	铝板	76~120	3	涂层性能检验
5	杯突检验	150×70× (0.8~1.2)	马口铁板	76~120	3	涂层性能检验
6	铅笔硬度	150×70×4	钢板	76~120	3	涂层性能检验
7	抗阴极剥离性能	100×100×4	钢板	160~240	3	涂层性能检验
8	中性盐雾检验 (NSS)	150×70×4	钢板	120~400	3	涂层体系性能检验
9	耐湿热性能	150×70×4	钢板	120~400	3	涂层体系性能检验
10	耐酸、碱性能	150×70×4	钢板	120~400	3	每种溶剂 3 个试件
11	人工加速老化	150×70×4	钢板	76~120	3	面涂层