ICS 91.200
CCS P 32

T/CS

团 体 标 准

T/CS 501—2026

无溶剂环氧导静电涂料施工技术规范

Technical specification for construction of solvent-free epoxy static conductive coating

2026－07－31 发布 2026－07－31 实施

中国商品学会 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 2
4　总体要求 2
5　材料 2
6　表面处理 3
7　涂料配制 4
8　涂装施工 4
9　质量检验 5
10　安全与环境保护 6
11　工程验收 7
附录 A（规范性）　涂层表面电阻率测量方法 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。

本文件由江苏云湖新材料科技有限公司提出。

本文件由中国商品学会归口。

本文件起草单位：江苏云湖新材料科技有限公司、无锡市太湖防腐蚀工程有限公司、江苏蓝湖智涂新材料科技有限公司、无锡市太湖防腐材料有限公司。

本文件主要起草人：刘嘉东、刘佳宏、吴志萍、沈文华、蒋玲虎、王晓东、王楠、汪锋、刘清、时文琦。

无溶剂环氧导静电涂料施工技术规范

1 范围

本文件规定了无溶剂环氧导静电涂料施工的总体要求、材料、表面处理、涂料配制、涂装施工、质量检验、安全与环境保护、工程验收。

本文件适用于石油化工、油气储运等领域钢质管道与钢结构表面采用无溶剂环氧导静电涂料开展施工与验收工作。

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 1408.1 绝缘材料 电气强度试验方法 第 1 部分：工频下试验

GB/T 1724 色漆、清漆和印刷油墨 研磨细度的测定

GB/T 1725 色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定

GB/T 1728 漆膜、腻子膜干燥时间测定法

GB/T 1733 漆膜耐水性测定法

GB/T 1768 色漆和清漆 耐磨性的测定 旋转橡胶砂轮法

GB/T 3186 色漆、清漆和色漆与清漆用原材料 取样

GB/T 5210 色漆和清漆 拉开法附着力试验

GB 6514 涂装作业安全规程 涂漆工艺安全及其通风

GB/T 6750 色漆和清漆 密度的测定 比重瓶法

GB/T 6753.3 涂料贮存稳定性试验方法

GB 7691 涂装作业安全管理通则

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 9274 色漆和清漆 耐液体介质的测定

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 13288.1 涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理后的钢材表面粗糙度特性 第 1 部分：用于评定喷射清理后钢材表面粗糙度的 ISO 表面粗糙度比较样块的技术要求和定义

GB/T 13452.2 色漆和清漆 漆膜厚度的测定

GB 14443 涂层烘干室安全技术要求

GB 14444 喷漆室安全技术要求

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 18570.6 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验 第 6 部分：可溶性杂质的取样 Bresle 法

GB/T 31838.2 固体绝缘材料 介电和电阻特性 第 2 部分：电阻特性（DC 方法） 体积电阻和体积电阻率

GB/T 38597 低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求

GB 50212 建筑防腐蚀工程施工规范

GB/T 50393 钢质石油储罐防腐蚀工程技术标准

SY/T 0407 涂装前钢材表面处理规范

SY/T 0442 钢质管道熔结环氧粉末内防腐层技术标准

SY/T 4113.3 管道防腐层性能试验方法 第 3 部分：阴极剥离测试

SY/T 4113.11 管道防腐层性能试验方法 第 11 部分：漏点检测

SY/T 6854　埋地钢质管道液体环氧外防腐层技术标准

3　术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4　总体要求

4.1　施工单位在施工前应制定有关健康保护、安全、环保的措施。
4.2　施工单位在施工前应配备符合施工需要的人员及设备。
4.3　涂装作业应符合 GB 6514、GB 7691、GB 14443、GB 14444 的相关要求。
4.4　施工环境条件应符合下列要求：

a)　环境温度：10 ℃～30 ℃；
b)　基层表面温度高于露点温度 3 ℃及以上；
c)　环境相对湿度不大于 85%；
d)　有充足的光线，环境清洁。

5　材料

5.1　无溶剂环氧导静电涂料应采用无溶剂型，其性能应符合表 1 的规定，防腐层的性能应符合表 2 的规定。涂料的黏度应与涂敷工艺相适应。

表 1　涂料性能

序号	项目		指标	试验方法
1	容器中状态		搅拌后均匀，无硬块	目测
2	细度/μm		≤100	GB/T 1724
3	不挥发物含量		≥98	GB/T 1725
4	挥发性有机化合物（VOC）含量/（g/L）		≤60	GB/T 38597
5	干燥时间（25 ℃±2 ℃）/h	表干	≤4	GB/T 1728
		实干	≤24	
6	密度/（g/mL）		商定值±0.05	GB/T 6750
7	贮存稳定性（50 ℃，30 d）		沉降程度≥6 级；黏度变化≥6 级	GB/T 6753.3
8	耐磨性（1 000 g/1 000 r，CS10）/g		≤0.1	GB/T 1768

表 2　防腐层性能

序号	项目	指标	试验方法
1	外观	表面平整、光滑、无气泡、无划痕	目测
2	附着力（拉开法）/MPa	≥10	GB/T 5210
3	抗冲击（25 ℃±2 ℃）/J	≥6	SY/T 0442
4	抗弯曲（25 ℃±2 ℃，3°）	涂层无裂纹	SY/T 0442
5	耐化学介质（23 ℃，30 d）	10%NaOH浸泡，涂层无起泡、无生锈、无开裂、无脱层	GB/T 9274（甲法）
6	耐汽油（23 ℃，30 d）	涂层无变化	GB/T 9274
7	耐原油（60 ℃，90 d）	不起泡、不生锈、不开裂、不脱层	GB/T 9274
8	耐水性（95 ℃，48 h）	不起泡、不生锈、不开裂、不脱层	GB/T 1733
9	耐盐雾（35 ℃，50 g/L NaCl，3 000 h）	不起泡、不生锈、不开裂、不脱落，等级 1 级	GB/T 10125
10	体积电阻率/Ω·m	≥1×10^{13}	GB/T 31838.2
11	电气强度/（MV/m）	≥25	GB/T 1408.1
12	吸水率（24 ℃水中浸泡 24 h）/%	≤0.6	SY/T 6854
13	阴极剥离半径（65 ℃±3 ℃，48 h，1.5 V）/mm	剥离半径≤6	SY/T 4113.3
14	阴极剥离（65 ℃±3 ℃，30 d，1.5 V）/mm	剥离半径≤15	SY/T 4113.3
15	导静电性能（表面电阻率）/Ω	≤1.0×10^{9}	附录 A

5.2 应根据实际工况进行涂料适用性评价，包括实际环境介质的浸泡试验、高温高压试验等。
5.3 涂料底漆、固化剂等应配套提供。底漆与面漆的颜色应有明显区别。
5.4 涂料应具有检验报告、产品说明书、出厂合格证和安全数据单（SDS）等有关技术资料。
5.5 涂料外包装上至少应标明下列内容：
a) 生产厂名、厂址；
b) 产品名称、型号；
c) 生产日期、批号；
d) 储存条件；
e) 有效期。
5.6 应按照涂料说明书的要求储存涂料，并在有效期内使用。

6 表面处理

6.1 一般规定

6.1.1 表面处理应在涂装前完成，处理后的钢材表面应达到 6.2 规定的清洁度和粗糙度要求。
6.1.2 具备喷射除锈条件时，钢材表面处理应采用喷射除锈（喷砂、抛丸）方式；不具备喷射除锈条件时，可采用手工或动力工具除锈。
6.1.3 磨料应洁净、干燥、无油污，钢砂、钢丸的粒度应满足表面粗糙度要求。
6.1.4 表面喷射处理后，应采用洁净的压缩空气吹扫或真空吸尘器清理所有待涂装的钢表面，并及时涂装底漆。
6.1.5 基层表面处理完成后至底漆涂装前，钢材表面温度应至少比露点温度高出 3 ℃。
6.1.6 基层表面处理完成后，当空气湿度较大或环境条件不利时，涂装底漆不应超过 2 h；除此之外，涂装底漆间隔时间不应超过 4 h。

6.2 除锈等级与表面质量

6.2.1 除锈前，应按 SY/T 0407 的规定清除钢材表面的油、油脂及其他杂质。有焊缝的基材应清除焊瘤、毛刺等缺陷。
6.2.2 内表面应采用喷射除锈，除锈过程中应保持钢管表面温度至少高于露点 3 ℃。
6.2.3 钢材表面除锈等级应符合设计文件和 GB/T 8923.1 的规定。无溶剂环氧导静电涂料施工时，钢材表面除锈等级不应低于 Sa2 1/2 级或 Sa3 级；当采用手工或动力工具除锈时，不应低于 St3 级。
6.2.4 处理后钢材表面的灰尘等级应符合 GB/T 18570.3 中规定的 2 级或 2 级以上的要求。
6.2.5 处理后钢材表面的粗糙度应符合 GB/T 13288.1 的规定，粗糙度应为 35 μm～75 μm。
6.2.6 处理后钢材表面的可溶性氯化物含量不应超过设计文件规定的限值。
6.2.7 除锈后的钢材表面应无肉眼可见的油脂、污垢、氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物，任何残留的痕迹应仅为点状或条纹状的轻微色斑。表面应无毛刺、焊瘤、残余焊渣、锈迹、水渍或污染物，符合图纸及规范要求，达到隐蔽条件。
6.2.8 焊缝、棱角、边缘等部位应打磨圆滑，圆角半径不应小于 2 mm。
6.2.9 抛丸除锈（喷砂）所用的磨料应洁净、干燥、无油污，钢砂、钢丸的粒度应满足表面粗糙度要求。

6.3 质量检查与隐蔽验收

6.3.1 表面处理质量应按下列内容进行检查：
a) 除锈等级和清洁度：按 GB/T 8923.1 的规定目视检查；
b) 表面灰尘等级：按 GB/T 18570.3 的规定用压敏粘带法评定，不应低于 2 级；
c) 表面粗糙度：按 GB/T 13288.1 的规定用比较样块或粗糙度仪测量；
d) 可溶性氯化物含量：按 GB/T 18570.6 的规定进行取样检测，含量不应超过设计限值。
6.3.2 表面处理质量检查不合格时，应重新处理直至符合规定。
6.3.3 表面处理完成后，施工单位应自检合格并报请监理单位进行隐蔽工程验收。隐蔽工程验收记录应包含下列内容：

a) 管道或设备的规格、材质、编号及长度；
b) 除锈方法和等级；
c) 表面粗糙度实测值；
d) 表面清洁度（灰尘等级、可溶性氯化物含量）；
e) 环境条件（温度、湿度、露点）；
f) 原始锈蚀等级；
g) 检查结果及验收意见；
h) 各方签字及日期。

6.3.4 隐蔽工程验收不合格时，应重新处理并再次报验，直至合格。

7 涂料配制

7.1 涂料配制前，应按 GB/T 3186 的规定取样，对涂料性能进行复检。每批无溶剂环氧导静电涂料应按表 1 及表 2 中第 1 项～第 6 项进行性能检测，结果应符合本文件的要求。
7.2 应先将涂料各组分搅拌均匀。
7.3 应按涂料说明书推荐的方法和配比混合。
7.4 涂料配制后应在产品规定的适用期内使用完毕，不应使用过期涂料。
7.5 无溶剂环氧导静电涂料应现用现配，按需配制，避免凝胶浪费。
7.6 如确需调整施工黏度，应按产品使用说明书的要求添加配套稀释剂，添加量不应超过产品规定的最大限量。

8 涂装施工

8.1 一般规定

8.1.1 涂装施工应在基层处理质量检查合格后进行。
8.1.2 涂装施工宜采用高压无气喷涂，也可采用辊涂或刷涂，应保证涂层均匀、无漏涂。
8.1.3 各道涂层之间的涂装间隔应符合产品使用说明书的规定。超过最大涂装间隔时，应对前道涂层进行表面处理（打磨、清洁）后方可继续涂装。
8.1.4 施工过程中应随时检查湿膜厚度，确保达到设计规定的干膜厚度要求。
8.1.5 不应在雨、雾、雪、大风等恶劣天气下进行室外涂装作业。

8.2 底涂层施工

8.2.1 底涂层应在基层处理完成并经验收合格后及时涂装。
8.2.2 底涂料应按第 7 章的规定配制后使用。
8.2.3 底涂层应均匀涂覆，不应有漏涂、流挂、气泡等缺陷。干膜厚度应符合设计文件要求。
8.2.4 底涂层施工完成后，应进行隐蔽工程验收，经验收合格后方可进行下道工序。

8.3 中间层施工

8.3.1 当设计采用多层复合体系（如环氧云铁中间漆）时，中间层应在底涂层实干后施工。
8.3.2 中间层材料应按产品使用说明书配制，涂覆均匀，干膜厚度应符合设计文件要求。
8.3.3 中间层施工完成后应进行厚度检测，合格后方可进行导静电层施工。

8.4 导静电层施工

8.4.1 导静电层材料应按产品使用说明书配制。
8.4.2 导静电层施工宜使用短毛辊筒或高压无气喷涂，以控制涂层厚度均匀。
8.4.3 导静电层应连续涂覆，不漏涂。干膜厚度应符合设计文件要求，涂层表面电阻率应符合设计规定值要求。

8.5 面涂层施工

8.5.1 面涂层应在导静电层实干后进行施工。

8.5.2 面涂层施工前应对导静电层表面进行清洁处理，去除灰尘、油污等污染物。
8.5.3 面涂层应涂覆均匀，色泽一致，不应有漏涂、气泡、缩孔、流挂等缺陷。
8.5.4 面涂层干膜厚度应符合设计文件要求，表面电阻率应符合导静电性能指标要求。

8.6 修补

8.6.1 涂装过程中发现漏涂、针孔、气泡等缺陷时，应及时修补。
8.6.2 修补前应将缺陷部位清理干净，按要求重新涂装。
8.6.3 修补使用的涂料应与原涂层相同，修补厚度应符合设计文件要求。

9 质量检验

9.1 一般规定

9.1.1 施工过程中应进行过程质量检验，包括环境条件监测、表面处理质量检验、湿膜厚度测量、试片附着力与固化检验等。
9.1.2 涂层固化后应进行成品质量检验，包括外观、干膜厚度、漏点、附着力、导静电性能等。
9.1.3 检验方法应符合本文件及引用标准的规定，检验记录应真实、完整，并纳入工程验收资料。

9.2 涂敷过程质量检验

9.2.1 环境条件监测

应每 2 h测量并记录环境温度、相对湿度、露点温度和钢材表面温度，确保符合本文件的规定。

9.2.2 表面处理质量检验

表面处理质量检验应在距管端至少 50 mm处进行，并符合下列要求：

a) 除锈等级检验：在充足的光线下对钢材表面除锈质量进行检验，按 GB/T 8923.1 的规定逐根（或逐件）检测除锈等级；
b) 灰尘度检验：按 GB/T 18570.3 的规定进行表面灰尘度评定。连续生产时，应每 4 h 至少检测一次，每次检测不少于 2 根钢管；
c) 表面粗糙度检验：按 GB/T 13288.1 的规定检测表面粗糙度。连续生产时，应每 4 h 至少检测一次；
d) 可溶性盐分检验：每班（不超过 8 h）应至少检测 1 根钢管表面的盐分含量。按 GB/T 18570.6 的规定进行测定。

9.2.3 外观过程检查

应逐根目视检查涂敷过程中的涂层外观质量，合格的涂层应色泽均匀，无流挂、无漏涂、无气泡。

9.2.4 湿膜厚度测量

应按 GB/T 13452.2 的规定，采用湿膜规等适宜的量具在施工过程中即时测量湿膜厚度，每道涂装后均应进行检测，确保达到设计规定的干膜厚度所对应的湿膜厚度。

9.2.5 试片附着力与固化检验

9.2.5.1 试片制备

制备步骤如下：

a) 钢试片应为普通低碳钢，尺寸为 150 mm×75 mm×0.81 mm；用于拉开法附着力试验的试片厚度不应小于 3 mm；
b) 钢试片表面处理质量应达到第 6 章规定的钢材表面处理要求；
c) 钢试片应固定在管道内壁或钢结构表面，与构件同时涂敷。涂敷后取出试片，应按涂料使用说明书推荐的程序进行固化（可加速固化）。

9.2.5.2 附着力测定

应按 GB/T 5210 的规定进行测定，附着力不低于 10 MPa为合格。

9.2.5.3 固化检验

将固化后的涂层试片在配套的溶剂或二甲苯中浸泡 4 h，然后取出，在室温下放置 30 min后观察，涂层不应有软化、起皱、鼓泡等现象。

9.3 成品质量检验

9.3.1 外观检验

应目测或采用内窥镜逐根检查涂层外观。涂层应平整、色泽均匀、无气泡、无流挂、无漏涂、无划痕等缺陷。

9.3.2 干膜厚度检验

9.3.2.1 干膜厚度应采用磁性测厚仪按 GB/T 13452.2 或 GB/T 50393 的规定进行检测。
9.3.2.2 厚度检验应采用抽检方式。每班涂敷的管道或构件应抽检 5%，且不应少于 2 根。应在距涂层端部至少 50 mm 的位置，沿圆周方向均匀分布的任意 4 个点上测量干膜厚度。
9.3.2.3 干膜厚度应符合设计文件要求。90%的测量值应达到规定的干膜厚度，允许 10%的测量值低于规定值，但不应低于规定值的 90%。
9.3.2.4 抽检不合格时，应加倍抽查；加倍抽查结果仍有不合格时，则该班次涂敷的管道或构件全部判为不合格。
9.3.2.5 涂层厚度检验应分别记录底涂层、中间层（如有）、导静电层和面层的实测厚度。

9.3.3 漏点检验

9.3.3.1 防腐层漏点应按 SY/T 4113.11 的规定进行，应采用电火花检漏仪逐根进行检测，无漏点为合格。对于厚度较薄的底涂层，应采用低压检漏仪。
9.3.3.2 检测电压应按涂层厚度和产品说明书的要求确定。

9.3.4 附着力检验

9.3.4.1 应按 GB/T 5210 的规定，对每班涂敷的管道或构件抽测一次附着力，附着力不低于 10 MPa为合格。
9.3.4.2 抽检不合格时，应加倍抽查；加倍抽查结果仍有不合格时，则该班次涂敷的管道或构件判为不合格。

9.3.5 留端长度检验

当设计文件要求留端时，应抽测留端长度。抽测率为 5%，且不应少于 2 根，每根管测两端。留端长度应符合设计文件的规定。

9.3.6 导静电性能检验

9.3.6.1 导静电涂层固化后，应采用表面电阻测定仪检测涂层表面电阻率，检验方法按附录 A 的规定进行，结果应符合本文件的规定。
9.3.6.2 管道涂层、储罐或钢结构的检测点应按附录 A 的规定布设；其他检测点应按设计文件规定的数量、部位和间距布设。
9.3.6.3 检测结果应符合设计文件要求，不合格处应进行修补并重新检测。

9.4 不合格处理

9.4.1 检验不合格的部位应进行整改。整改方案应至少包括不合格项产生的原因、整改范围和具体整改工艺等内容。
9.4.2 整改完成后应重新进行检验，并做好整改实施记录。
9.4.3 连续出现不合格时，应暂停施工，分析原因并采取纠正措施后方可恢复施工。

10 安全与环境保护

10.1 安全管理

10.1.1 涂装作业的安全管理应符合 GB 7691 的规定。
10.1.2 施工现场应配备足够的消防器材，不应出现烟火。
10.1.3 施工作业人员应配备必要的劳动防护用品（防护服、防护手套、护目镜、防毒口罩等）。
10.1.4 高处涂装作业应搭设安全可靠的作业平台或脚手架，作业人员应系好安全带。

10.2 通风与净化

10.2.1 涂装作业场所的通风净化应符合 GB 6514 的规定。
10.2.2 有限空间（如储罐内部、管道内部）涂装作业时，应采取强制通风措施，确保作业环境中有害物质浓度符合国家职业卫生标准。
10.2.3 现场应保留通风口，保证气流顺畅。

10.3 环境保护

10.3.1 废弃涂料、包装材料、清洗废液等应按国家有关规定分类收集、处理，不应随意倾倒或排放。
10.3.2 喷砂除锈作业应采取防尘措施，减少粉尘扩散。
10.3.3 施工过程中应采取有效措施减少噪声污染。

11 工程验收

11.1 无溶剂环氧导静电涂料工程应按设计文件和本文件的规定进行验收。
11.2 工程验收应提交下列资料：

a) 施工技术方案；
b) 材料质量证明文件（产品合格证、质量检验报告）；
c) 施工过程记录；
d) 质量检验报告（基层处理、涂层厚度、附着力、导静电性能等）；
e) 隐蔽工程验收记录；
f) 整改记录（如有）；
g) 竣工图及其他相关资料。

11.3 各项质量检验结果均应符合设计文件和本文件的规定，方可判定工程合格。
11.4 工程交接应符合 GB 50212 的规定。
11.5 报验申请表应按规定的格式填写，经施工单位项目经理签字、加盖公章后报监理单位审查。
11.6 无溶剂环氧导静电涂料施工质量验收记录按规定格式填写，验收结论应由建设/监理单位、总承包单位、施工单位共同签字确认。

附 录 A
（规范性）
涂层表面电阻率测量方法

A.1 仪器设备

A.1.1 表面电阻测定仪（高阻计）：测量范围应为 1.0×10^{3} Ω～1.0×10^{12} Ω，测量精度不低于±5%。

A.1.2 测试电极：采用同心环形电极或平行条状电极，应符合 GB/T 50393 的规定。

A.2 测试条件

A.2.1 测试应在涂层完全固化后进行。

A.2.2 测试环境温度应为 23 ℃±2 ℃，相对湿度应为 50%±5%。

A.2.3 测试前应将涂层表面清洁干净，去除灰尘、油污等污染物。

A.3 测试点布置

A.3.1 测试点应均匀分布，包含边缘和中心部位。

A.3.2 管道涂层测试点应按长度方向每 10 m～20 m布置一处。

A.3.3 对于储罐或钢结构，每 100 ㎡涂层面积至少布置 5 个测试点，且不应少于 3 个点。

A.4 测试方法

A.4.1 将测试电极置于涂层表面，施加 500 V测试电压（或按产品说明书规定的电压）。

A.4.2 施加电压后稳定 15 s～30 s，读取电阻值。

A.4.3 每个测试点至少测量 3 次，取算术平均值作为该点表面电阻率值。