

中国钢结构协会团体标准

XX/XXXX.X-202x

XX 悬索桥钢结构高性能涂装体系

High performance coating system for steel structures of suspension bridges on XX

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布 XXXX-XX-XX 实施

中国钢结构协会发布

前 言

本标准针对XX悬索桥钢梁外表面高性能涂装体系，主要技术内容是：涂装体系的技术要求、检验方法、检验规则以及涂料包装、标志、运输和贮存等。

本标准由中国钢结构协会归口，由中国铁道科学研究院集团有限公司金属及化学研究所负责具体技术内容的解释。应用执行过程中如有意见或建议，请寄送至中国铁道科学研究院集团有限公司金属及化学研究所（地址：北京市海淀区大柳树路2号，邮政编码：100081），供今后修订时参考。

本标准起草单位：XXX。

本标准参编单位：XXX。

本标准主要起草人：XXX。

本标准主要审查人：XXX。

目 录

1 范围.....	4
2 规范性引用文件.....	4
3 涂装体系.....	6
4 技术要求.....	6
5 检验方法.....	7
6 检验规则.....	9
7 涂料包装、标志、运输和贮存.....	10
附录 A.....	11
附录 B.....	12
附录 C.....	13
附录 D.....	14

XX 悬索桥钢结构高性能涂装体系

1 范围

本标准规定了 XX 悬索桥钢梁外表面高性能涂装体系的技术要求、检验方法、检验规则以及涂料包装、标志、运输和贮存。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 528-2009 硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定

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 1732 漆膜耐冲击性测定法

GB/T 1766 色漆和清漆 涂层老化的评级方法

GB/T 1771 色漆和清漆 耐中性盐雾性能的测定

GB/T 1740 漆膜耐湿热测定法

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 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 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/T 8923.1-2011 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 9286 色漆和清漆 划格试验

GB/T 9750 涂料产品包装标志

GB/T 13288.1-2008 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 13491 涂料产品包装通则

GB/T 14522 机械工业产品用塑料、涂料、橡胶材料人工气候老化试验方法 荧光紫外灯

GB/T 31586.2 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 涂层附着力/内聚力(破坏强度)的评定和验收准则 第2部分：划格试验和划叉试验

HG/T 2458 涂料产品检验、运输和贮存通则

HG/T 3668 富锌底漆

HG/T 3792 交联型氟树脂涂料

3 涂装体系

3.1 钢梁外表面涂装体系

表 1 XX 地区悬索桥钢梁外表面涂装体系

涂层	涂料（涂层）名称	每道干膜最小厚度 mm	至少涂装道数	总干膜最小厚度 μm
底漆	特制环氧富锌防锈底漆	80	1	80
中间漆	云铁环氧中间漆	80	1	80
面漆	高性能氟碳面漆	50	2	100

4 技术要求

4.1 涂装技术要求

4.1.1 初始涂装

4.1.1.1 涂装前表面清理

涂装前钢表面除锈等级要求如下：

- a) 在钢梁制造企业施工条件下，表面清理应达到 GB/T 8923. 1-2011 规定的 Sa3 级；
- b) 在现场施工条件下，表面清理应达到 GB/T 8923. 1-2011 规定的 Sa2 1/2 或 St3 级。

4.1.1.2 涂装前钢表面粗糙度要求

涂装前钢表面粗糙度要求如下：

- a) 涂装涂料时，钢表面粗糙度 Rz 要求在 25 μm ~ 70 μm 之间；

4.1.1.3 钢表面清理用磨料

磨料应无油无水，并符合 GB/T 17850. 1 或 GB/T 18838. 1 的要求。

4.1.2 涂装间隔时间和涂装作业环境要求

4.1.2.1 涂装间隔时间

表面清理后宜在 4 h 内完成第一道涂层的涂装，下一道涂装应在上一道涂层实干后进行，底漆、中间漆涂层最长暴露时间不应超过 7 d，两道面漆涂装间隔若超过 7 d 时需用细砂纸打磨成细微毛面。

4.1.2.2 涂装作业环境

涂装作业环境应满足下列要求：

- a) 基面应干燥，待涂表面温度高于露点 3 °C 以上；
- b) 环境温度：5 °C – 35 °C；

c) 环境相对湿度不应大于 85%，风力不应大于 5 级；

d) 施工现场出现扬沙、下雨等天气时应停止施工，已施工部位应采取防护措施。继续施工时应进行检查，如有起泡、起皱、剥落等现象，应清除后再行施工。

4.1.3 涂层质量要求

4.1.3.1 涂料涂层表面平整均匀，不应有起泡、气孔、裂纹、剥落，可有不影响防护性能的轻微橘皮、流挂、刷痕和少量杂质以及钢板原材表面缺陷所引起的外观不平整，但表面缺陷应符合有关规定。

4.1.3.2 涂层厚度满足表 1 的规定要求，最大厚度不应超过最小厚度要求的 3 倍。

4.2 涂料产品技术要求

涂料产品应符合表 2 的技术要求。

表 2 XX 地区悬索桥钢梁涂料产品技术要求

涂装体系	涂料（涂层）名称	技术要求
1	特制环氧富锌防锈底漆	见附录 A
2	云铁环氧中间漆	见附录 B
3	氟碳面漆	见附录 C
涂层体系技术要求见附录 D		

5 检验方法

5.1 涂装检验方法

5.1.1 表面清理等级

按 GB/T 8923.1-2011 规定进行。

5.1.2 表面粗糙度

按 GB/T 13288.1-2008 表 1 规定进行。

5.1.3 涂层外观质量

采用目视法检验。

5.1.4 涂层厚度

按 GB/T 4956 规定进行。

5.1.5 附着力

挑选一个表面没有缺陷或较少缺陷的区域，按 GB/T 5210 规定进行。

5.2 涂料检验方法

5.2.1 涂料性能

5.2.1.1 进行性能（除氟含量、贮存稳定性外）测试前应将多组分涂料按产品要求比例调制均匀。

5.2.1.2 涂层表面干燥时间测定按 GB/T 1728—1979 甲法规定进行，实干时间按 GB/T 1728-1979

乙法规定进行。

5.2.1.3 涂料不挥发物含量测定按 GB/T 1725 规定进行。

5.2.1.4 涂料不挥发物中金属锌含量测定按 HG/T 3668 规定进行。

5.2.1.5 涂料细度测定按 GB/T 1724 规定进行。

5.2.1.6 涂料密度测定按 GB/T 6750 规定进行。

5.2.1.7 氟碳面漆主剂溶剂可溶物氟含量测定按 HG/T 3792 规定进行。

5.2.1.8 涂层自固化时间测定：将样板的 2/3 放入盛有蒸馏水或去离子水的烧杯中，调节水温为 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，并在整个试验过程中保持该温度。样板浸泡 0.5 h 后，将样板取出，立即用手指擦拭已浸泡过的涂层，以目视检查，手指上应无涂层溶解物，样板上的涂层应无起泡、脱落等现象。

5.2.1.9 涂料贮存稳定性（沉降程度）测定仅对涂料主剂按 GB/T 6753.3 规定进行。

5.2.1.10 多组分涂料适用期测定：用至少 200 g 的涂料主剂和其他组分按产品要求比例调制均匀，放入直径不小于 50 mm、容积不小于 300 mL 的容器中，在温度 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $50\% \pm 5\%$ 的条件下放置，观察无凝胶现象的时间。

5.2.2 涂层性能

5.2.2.1 外观：采用目视法检验。

5.2.2.2 涂层弯曲性能测定按 GB/T 6742 规定进行。

5.2.2.3 涂层耐冲击性测定按 GB/T 1732 规定进行。

5.2.2.4 涂层附着力测定按 GB/T 5210 规定进行。

5.2.2.5 涂层硬度测定按 GB/T 6739 规定进行。

5.2.2.6 划格或切割试验如下：

a)划格试验按 GB/T 9286 规定进行。当涂膜厚度小于或等于 $80\text{ }\mu\text{m}$ 时，划格间距为 1 mm；厚度为 $80\text{ }\mu\text{m} \sim 150\text{ }\mu\text{m}$ 时，划格间距为 2 mm；厚度为 $150\text{ }\mu\text{m} \sim 300\text{ }\mu\text{m}$ 时，划格间距为 3 mm。在对多涂层试板进行试验时应注明出现破坏的涂层或界面位置。

b)X 一切割试验按 GB/T 31586.2 规定进行，适用于 $300\text{ }\mu\text{m}$ 以上厚度的涂膜。试验时使用单刃切割器或壁纸刀进行划叉试验，根据 GB/T31586.2 附录 A 中的规定进行评级。在对多涂层试板进行试验时应注明出现破坏的涂层或界面位置。

5.2.2.7 耐高低温循环交变试验应在可程序控制高低温湿热试验箱中进行。试验条件为： $(80 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $(95 \pm 5)\% \text{RH}$ 保持 4 h，以 $1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的变温速率至 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，在 $(-40 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下保持 4 h，以 $1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的变温速率至 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $95\% \text{RH}$ ，以上为一周期。试板按规定周期进行试验后取出，目测观察。涂料样品或试板均应在温度 $(23 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $(50 \pm 5)\% \text{RH}$ 的标准环境条件下状态调节至少 16 h 后，进行 X 一切割试验（或划格试验）和拉开法附着力试验；用刀片沿底材表面插入并撬动涂层，根据涂层剥离情况判断附着力变化。

5.2.2.8 涂层耐湿热性测定按 GB/T 1740 规定进行。检验时要求按表 1 的涂装体系进行制备样板。

5.2.2.9 涂层耐碱性、耐酸性测定按 GB/T 9274-1988 甲法（浸泡法）规定进行。涂层要求涂装 2

道，涂层厚度应符合表 1 的规定。

5.2.2.10 涂层断裂伸长率测定按 GB/T 528-2009 规定进行。涂层要求制成自由膜，厚度 $150\ \mu\text{m} \pm 50\ \mu\text{m}$ ，在温度 $23\ \text{°C} \pm 2\ \text{°C}$ 、相对湿度 $50\% \pm 5\%$ 的条件下养护 7 d，将涂层裁成 GB/T 528-2009 规定的哑铃状 I 型试样，在 $250\ \text{mm/min} + 50\ \text{mm/min}$ 移动速度的试验机上进行测定。

5.2.2.11 涂层耐盐雾性测定按 GB/T 1771 规定进行。涂层要求涂装 2 道，涂层厚度应符合表 1 的要求。检验结束后特制环氧富锌防锈底漆样板表面可以有轻微起泡，如图 1a) 所示。

5.2.2.12 涂层耐人工加速老化性能测定：氟碳面漆涂层按 GB/T 14522-2008 表 C.1 中第 7 暴露周期类型规定进行。检验结束后涂层老化破坏按 GB/T 1766 保护性涂层综合老化性能等级进行评定，涂层综合老化性能包括粉化、开裂、起泡、生锈和剥落。

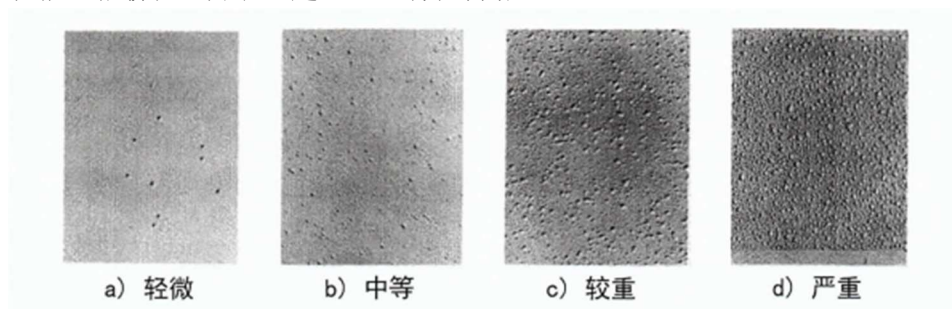


图 1 盐雾试验后样板表面漆膜起泡图例

6 检验规则

6.1 涂装检验规则

6.1.1 过程检验

6.1.1.1 涂装过程中对涂装作业环境的温度、露点、相对湿度进行检测。

6.1.1.2 在涂装前对基材表面清洁度和粗糙度进行全面检验。

6.1.1.3 对涂层外观质量进行全面检验。

6.1.1.4 在涂装过程中对每道涂层的厚度以及完整的涂装体系涂层厚度进行检验，以构件为一测量单元，随机选取 5 个基准面。

6.1.1.5 在涂装过程中对涂层附着力进行检验，不超过 500 t 钢构件检测一次，随机选取 3 个检验点。附着力检验可以是钢基体和涂层间附着力，也可以是完整涂装体系涂层间附着力。

6.1.2 涂装后成品验收检验

6.1.2.1 对涂层外观质量全面检验。

6.1.2.2 对涂层厚度进行检验，以构件为一测量单元，随机选取 5 个基准面。

6.2 涂料检验规则

6.2.1 分为出厂检验、用户复验和型式检验。

6.2.2 检验项目按表 3 要求执行。

表 3 检验项目

序号	项 目	出厂检验/用户复验项目	型式检验项目
1	不挥发物含量	√	√
2	不挥发物中金属锌含量	—	√
3	主剂溶剂可溶物氟含量	—	√
4	细度	√	√
5	密度	√	√
6	干燥时间	√	√
8	弯曲性能	√	√
9	耐冲击性	√	√
10	附着力	√	√
11	断裂伸长率	—	√
12	耐湿热性	—	√
13	耐碱性	—	√
14	耐酸性	—	√
15	耐盐雾性	—	√
16	耐人工加速老化性	—	√
17	适用期	—	√
18	贮存稳定性	—	√

7 涂料包装、标志、运输和贮存

7.1 涂料桶形状、尺寸和包装方法按 GB/T 13491 规定或供需双方协商结果进行。

7.2 产品包装标志按 GB/T 9750 规定进行。

7.3 运输和贮存按 HG/T 2458 规定进行。

7.4 自生产之日算起，封闭漆贮存保质期为不少于 6 个月，其他涂料为不少于 12 个月。

附录 A

(规范性附录)

特制环氧富锌防锈底漆技术要求

特制环氧富锌防锈底漆技术要求见表 A.1

表 A 特制环氧富锌防锈底漆技术要求

项 目		技术指标
		特制环氧富锌防锈底漆
不挥发物含量		≥80%
不挥发物中金属锌含量		≥75%
细度 μm		≤90
密度 g/cm ³		≥2.73
干燥时间 h	表干	≤2
	实干	≤24
弯曲性能 mm		≤2
耐冲击性 cm		≥50
附着力(拉开法) MPa		≥5
耐盐雾性		1000 h, 样板表面可以有轻微起泡 [图 1a)]、无红锈, 划痕处 24 h 无红锈
适用期 h		≥2

附录 B

(规范性附录)

云铁环氧中间漆技术要求

云铁环氧中间漆技术要求见表 B.1。

表 B.1 云铁环氧中间漆技术要求

项 目	技术指标	
	灰云铁环氧中间漆	
不挥发物含量	$\geq 65\%$	
细度 μm	≤ 100	
干燥时间 h	表干	≤ 3
	实干	≤ 24
弯曲性能 mm	≤ 2	
耐冲击性 cm	≥ 50	
附着力 (拉开法) MPa	≥ 5	
耐湿热性	120 h, 涂层无泡、无起皱、无剥落、无锈蚀	
适用期 h	≥ 2	
贮存稳定性 (沉降程度) 级	≥ 8	

附录 C

(规范性附录)

氟碳面漆技术要求

氟碳面漆技术要求见表 C.1

表 C.1 氟碳面漆技术要求

项 目		技术指标
		氟碳面漆
涂层外观		颜色均匀一致，涂层平整
主剂溶剂可溶物氟含量		$\geq 22\%$
不挥发物含量		$\geq 60\%$
细度 μm		≤ 30
干燥时间 h	表干	≤ 2
	实干	≤ 24
弯曲性能 mm		≤ 2
耐冲击性 cm		≥ 50
附着力 (拉开法) MPa		≥ 5
涂层断裂伸长率		$\geq 80\%$
耐碱性 (5% NaOH)		240 h, 样板表面无明显 变色、无泡、无锈
耐酸性 (5% H ₂ SO ₄)		240 h, 样板表面无明显 变色、无泡、无锈
耐人工加速老化性		6000 h, 0 级, 白色与浅色漆保光率大于或等于 80%, 其他色漆保光率大于或等于 70%
适用期 h		≥ 2
氟碳面漆主剂与固化剂的质量比应大于 8: 1。		

附录 D

(规范性附录)

涂层体系技术要求

项 目	技术指标
	涂层体系技术要求
涂层外观	颜色均匀一致，涂层平整
附着力 MPa	≥ 6
耐盐雾性	3000 h，样板表面无泡、无红锈，划痕处 120 h 无泡、不出现红锈
耐人工加速老化性	6000 h，0 级，白色与浅色漆保光率大于或等于 80%，其他色漆保光率大于或等于 70%