

ICS

CCS

# 团 体 标 准

T/CHTS XXXXX-202X

## 公路桥梁钢结构防腐涂装养护 技术指南

Technical Guide for Maintenance of Anticorrosive Painting of  
Bridges Steel Structures

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国公路学会 发布

作为国家标准委、中国科学技术协会团体标准双试点单位，中国公路学会积极贯彻国务院《深化标准化工作改革方案》（国发〔2015〕13号）的要求，立足交通运输行业公路交通领域，于2015年6月份正式启动团体标准工作。同时，中国公路学会标准工作得到了交通运输部的大力支持，并正式写入交通运输部《交通运输标准化“十三五”发展规划》。

中国公路学会严格按照学会标准管理办法及团体标准良好行为指南要求对标准化工作进行管理，遵循开放、公平、透明、协商一致的原则，突出团体标准贴近实际、注重实用的特点，充分发挥密切跟踪行业科技创新进程、及时了解市场技术发展需求的优势，为交通运输行业公路交通领域提供优质的标准，促进行业技术进步，并打造中国公路学会标准品牌。

获取更多学会标准资讯请关注“中国公路学会标准”微信公众号（微信号：CHTS-standard）。

本标准版权为中国公路学会所有。除用于国家法律法规规定用途，或事先得到中国公路学会文字上的许可，不得以任何形式擅自复制、改编、汇编、翻译、发行或传播本标准。

中国公路学会地址：北京市朝阳区安华路17号

电话：010-64288712

网址：<http://www.chts.cn/>

电子信箱：[CHTS-S@qq.com](mailto:CHTS-S@qq.com)

团体标准

公路桥梁钢结构防腐涂装养护技术指南

Technical Guide for Maintenance of Anticorrosive Painting of  
Bridges Steel Structures

T/GHTS XXXXX-202X

主编单位：江苏现代路桥有限责任公司

发布单位：中国公路学会

实施日期：××××年××月××日

×××××× (出版单位)

# 中国公路学会关于发布《公路桥梁钢结构防腐涂装养护技术指南》的公告

公学字〔XXXX〕XX号

现发布中国公路学会标准《公路桥梁钢结构防腐涂装养护技术指南》(T/CHTS XXXXX-202X),自XXXX年XX月XX日起实施。

《公路桥梁钢结构防腐涂装养护技术指南》(T/CHTS XXXXX-202X)的版权和解释权归中国公路学会所有,并委托主编单位江苏现代路桥有限责任公司负责日常解释和管理工作。

中国公路学会

××××年××月××日

## 前 言

本指南根据前期针对桥梁钢结构防腐涂层损伤评价、养护维修技术的研究成果及典型工程的应用效果跟踪验证编制而成。

本指南按照《中国公路学会标准编写规则》(T/CHTS 10001)编写,共分为7章、6个附录,主要内容包括:总则、术语、基本规定、既有涂层检查与评价、涂层体系设计、涂装施工、质量控制与验收。

本指南由江苏现代路桥有限责任公司提出,受中国公路学会委托,负责具体解释工作。请有关单位将实施中发现的问题与建议,反馈至江苏现代路桥有限责任公司(地址:南京市玄武区中山东路291号;联系电话:13770928249;电子邮箱:356943662@qq.com),供修订时参考。

**主编单位:** 江苏现代路桥有限责任公司

**参编单位:** 苏交科集团股份有限公司、南京工业大学

**主要起草人:** ×××、×××、×××

**主要审查人:** ×××、×××、×××

# 目 次

1	总则 .....	1
2	术语 .....	2
3	基本规定 .....	3
4	既有涂层检查与评价 .....	4
4.1	一般规定 .....	4
4.2	检查 .....	4
4.3	涂层劣化评定 .....	9
5	涂层体系设计 .....	11
5.1	一般规定 .....	11
5.2	涂料性能 .....	11
5.3	涂层性能 .....	12
5.4	防腐涂层体系设计 .....	13
5.5	维修涂装坡口及增涂设计 .....	13
6	涂装施工 .....	15
6.1	一般规定 .....	15
6.2	脚手架、施工作业平台、防护工程 .....	15
6.3	除盐、除油 .....	15
6.4	表面处理 .....	16
6.5	涂装作业 .....	17
6.6	涂层缺陷修补 .....	17
6.7	施工安全与环保 .....	18
7	质量控制与验收 .....	18
7.1	施工过程质量控制 .....	18

7.2 验收标准.....	19
附录 A 公路桥梁钢结构防腐涂装检查记录表.....	21
附录 B 涂层劣化类型及原因分析.....	22
附录 C 桥梁钢结构涂料要求.....	23
附录 D 桥梁钢结构表面涂层体系方案.....	30
附录 E 桥梁钢结构表面防腐涂层体系特殊方案.....	33
用词说明.....	35

中国公路学会标准征求意见稿

# 公路桥梁钢结构防腐涂装养护技术指南

## 1 总则

1.0.1 为保证公路桥梁钢结构防腐涂装处于有效的工作状态，及时修复和维护防腐涂层，防止钢结构受到腐蚀，维护桥梁安全运营，提高桥梁结构的工作性能和耐久性能，制定本指南。

1.0.2 本指南适用于公路桥梁钢结构防腐涂装的损伤评价、涂装维修的设计、施工及质量检验。

1.0.3 公路桥梁钢结构防腐涂装养护应积极推广使用可靠的新技术、新工艺、新材料和新设备。

1.0.4 公路桥梁钢结构防腐涂装养护除应符合本指南的规定外，尚应符合有关法律法规及国家、行业现行有关标准的规定。

中国公路学会标准征求意见稿

## 2 术语

### 2.0.1 涂层劣化 coating deterioration

受外部环境影响而产生的防腐涂层性能退化、损伤的统称，一般表现为：变色、褪色、粉化、起泡、开裂、脱落、生锈等。

### 2.0.2 涂层检验 coating inspection

采用目视或图像识别法检查涂层劣化的程度及其功能下降的状态。

### 2.0.3 拉开法 pull-off testing

在钢结构涂层面上按规定速度施加垂直、均匀的拉力，以测定涂层之间或涂层与钢材之间附着力大小的方法。

### 2.0.4 涂层劣化评价 coating inspection

为了准确评估影响钢结构桥梁耐久性防腐涂层的劣化状态，采用图像类比法对涂层劣化程度进行评价，并判断重新涂装维修的必要性。

### 2.0.5 局部维修涂装 spot painting

小面积涂层劣化，根据劣化状态选择合适的表面处理方式，进行的涂装维修施工。

### 2.0.6 整体罩面 overcoating

以构件或桥梁跨度为单位在原有涂层上覆盖涂装施工。

### 2.0.7 区域重新涂装 zone painting

特定区域出现严重劣化，铲除区域原有涂层、重新表面处理，进行的重新涂装施工。。

### 2.0.8 重新涂装 complete painting

桥梁钢结构防腐涂装出现严重劣化，以构件或桥梁跨度为单位，铲除原有涂层、重新表面处理，进行的重新涂装施工。

### 3 基本规定

3.0.1 公路桥梁钢结构涂装养护维修应符合“经济合理、长效耐久、施工可行、保护环境”的原则。

3.0.2 防腐涂层应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，根据涂层劣化情况，选择合适的维修涂装或重新涂装方式。

3.0.3 公路桥梁钢结构防腐涂装养护维修的标准化工作流程宜符合图 3.0.3 的要求。

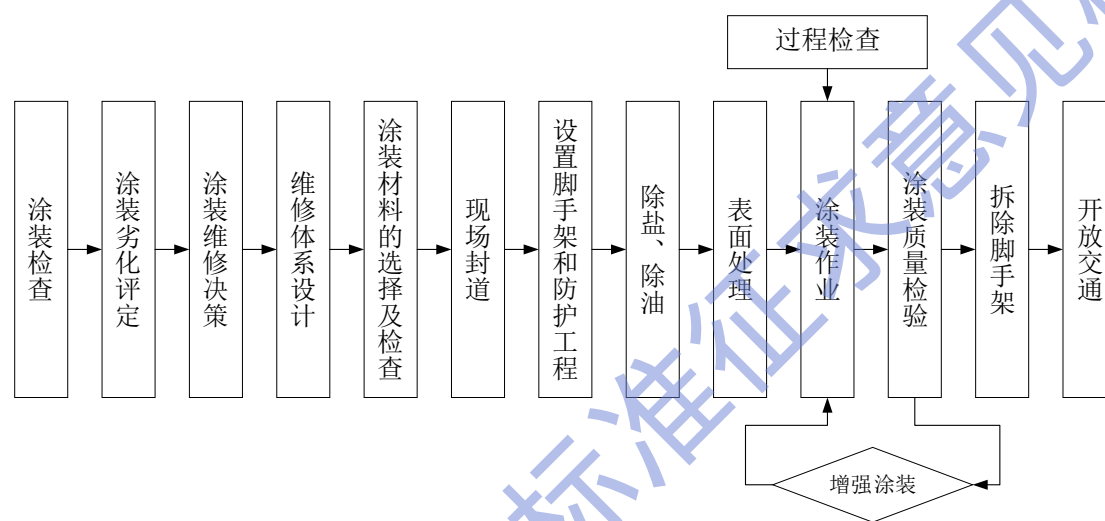


图 3.0.3 防腐涂装养护维修标准化工作流程

3.0.4 如果涂层劣化的主要原因是漏水或积水，原则上应在涂装维修前采取防止漏水和积水的对策。

## 4 既有涂层检查与评价

### 4.1 一般规定

4.1.1 公路桥梁钢结构防腐涂层应按规定的周期进行经常检查和定期检查，并按要求进行特殊检查。

4.1.2 现场检查前，应调查防腐涂层的养护现状，并收集防腐涂层的设计和养护历史资料。定期检查和特殊检查前应编制检查方案。

4.1.3 防腐涂层技术状况评定应采用分层综合评定法，评定的技术资料应归入桥梁养护技术文档和公路桥梁管理系统。

### 4.2 检查

4.2.1 桥梁钢结构防腐涂层经常检查和定期检查内容主要为防腐涂层外观质量的检查，包括变色/褪色、粉化、剥落、开裂、起泡、锈蚀的评级。

4.2.2 经常检查和定期检查过程中应对涂层的主要破坏现象的位置、程度、所占面积百分比进行描述、记录、并进行分析，判定其失效老化情况及原因。

4.2.3 经常检查宜利用现有检查通道抵近进行目测，目测可结合望远镜、无人机等辅助工具进行。

4.2.4 定期检查应抵近各部件检查，重点检查部位应符合表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4 防腐涂层与钢材腐蚀重点检查部位

项次	结构类型	检查重点
1	钢板梁及钢混组合梁	1 支座上顶板与主梁焊接四周； 3 与桥面板连接的主梁上翼缘； 4 主梁与横梁交叉部位； 5 主梁竖向加劲肋与横梁的连接部； 6 横向联结系安装连接部； 7 纵平联安装连接部； 8 节段现场连接焊缝或螺栓； 9 主梁搭接牛腿切口四周；
2	钢箱梁	1 箱室外部腹板、底板； 2 箱梁内部检修孔、排水孔及通气孔附近；

项次	结构类型	检查重点
		3 箱梁悬臂梁或悬臂板梁端； 4 节段现场接头焊缝或螺栓； 5 箱梁与支座、阻尼器等连接部位焊缝或螺栓。
3	钢桁梁	1 节点焊缝、螺栓、节点间隙； 2 伸缩装置下主梁端部； 3 支座上顶板与梁焊接四周； 4 横梁与纵梁的交叉部； 5 弦杆与横梁的交叉部。
4	钢拱桥及组合拱桥	1 钢管混凝土主拱肋； 2 钢管混凝土桁架拱肋的腹杆两端； 5 横撑与拱肋连接部； 6 整个吊杆防护层、吊杆钢套管、吊杆锚头； 7 系杆锚头、系杆其他部位； 8 拱上立柱上下端部、立柱横梁两端部； 9 桥面纵梁、横梁的交叉部。

4.2.5 定期检查中对涂层劣化的部位应现场做好记录、填写“公路桥梁钢结构防腐涂装劣化检查记录表”（附录 A）并在桥梁构件上做出标记，同时做好影像记录。

4.2.1 对于涂层变色/褪色损伤，采用目视或便携式色差计进行测试，与最初涂装时的色板进行对比，其劣化等级划分标准应符合表**错误!未找到引用源。**的要求。最初涂装色板是采用备用涂装板（约 70×150mm 试板），涂覆相同的涂料，并在室内密封保存；如果没有备用涂装板，可用订货时的面漆样本册代替。

**表错误!未找到引用源。 变色/褪色等级划分标准**

标度 R	劣化程度
1	涂装初期颜色相比，几乎无变化
2	与涂装初期颜色相比，已发生轻微变化
3	与涂装初期相比，已发生明显变化
4	与涂装初期相比，几乎完全褪色

4.2.2 针对涂层粉化损伤，按照 GB/T 30789.7 天鹅绒布法进行评定，其劣化等级划分标准应符合表 4.2.2 的要求。

**表 4.2.2 粉化等级划分标准**

标度 R	劣化程度
1	无粉化
2	轻微，试布上沾有少量颜料粒子
3	明显，试布上沾有很多颜料粒子
4	严重，试布上沾满大量颜料粒子，或样板出现露底

4.2.3 针对涂层起泡损伤，采用标准图像比对法及测试法进行综合评定，其劣化等级划分标准应符合表 4.2.3、图 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 起泡等级划分标准

标度 R	劣化程度	面积 X (%)	单泡直径 D (mm)
1	基本判断为无异常或劣化，即使存在异常或劣化，也仅仅是局部的极小点，就涂膜功能而言，可忽略不计。	$X < 0.03$	无可见起泡
2	稍微有点异常，能维持涂膜功能。	$0.03 \leq X < 0.3$	$D < 0.5$
3	异常或劣化进展相当快，涂膜功能已达到极限，或者已经超出。	$0.3 \leq X < 5.0$	$0.5 \leq D < 5.0$
4	异常或劣化进展很快，涂膜已经失去了存在的价值。	$5.0 \leq X$	$5.0 \leq D$

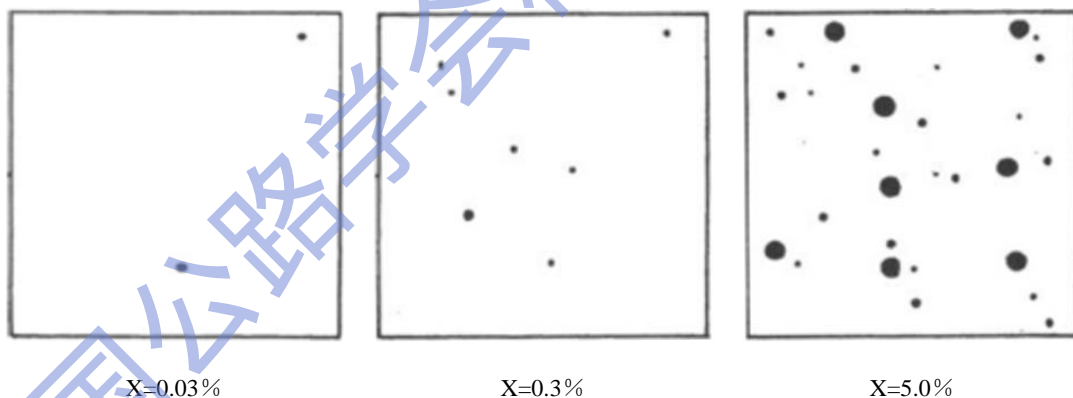


图 4.2.3 起泡面积

4.2.4 针对涂层剥落损伤，采用标准图像比对法及测试法进行综合评定，其劣化等级划分标准应符合表 4.2.4、图 4.2.4 的规定。

表 4.2.4 剥落等级划分标准

标度 R	劣化程度	面积 X (%)	单块直径 D (mm)
------	------	----------	-------------

1	基本判断为无异常或劣化，即使存在异常或劣化，也仅仅是局部的极小点，就涂膜功能而言，可忽略不计。	$X < 0.02$	无可见脱落
2	稍微有点异常，能维持涂膜功能。	$0.02 < X < 0.2$	$D < 0.3$
3	异常或劣化进展相当快，涂膜功能已达到极限，或者已经超出。	$0.2 \leq X < 2.0$	$0.3 \leq D < 3.0$
4	异常或劣化进展很快，涂膜已经失去了存在的价值。	$2.0 \leq X$	$3.0 \leq D$

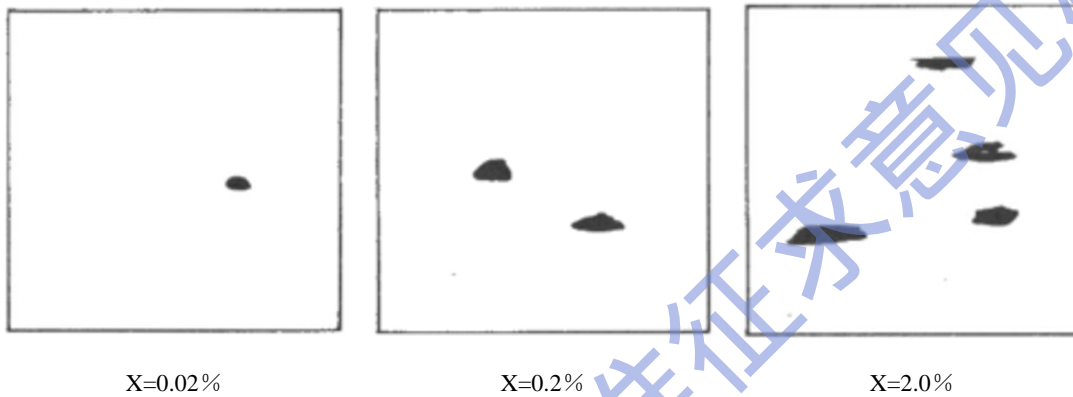


图 4.2.4 脱落面积

4.2.5 针对涂层开裂损伤，采用标准图像比对法及测试法进行综合评定，其劣化等级划分标准应符合表 4.2.5、图 4.2.5 的规定。

表 4.2.5 开裂等级划分标准

标度 R	劣化程度	裂纹尺寸
1	无可见裂纹	无可见裂纹
2	少量小而稀的裂纹	肉眼可见清晰的裂纹
3	有较多的裂纹	裂纹较大，宽度可达 1mm
4	裂纹非常密	裂纹非常大，宽度一般在 1mm 以上

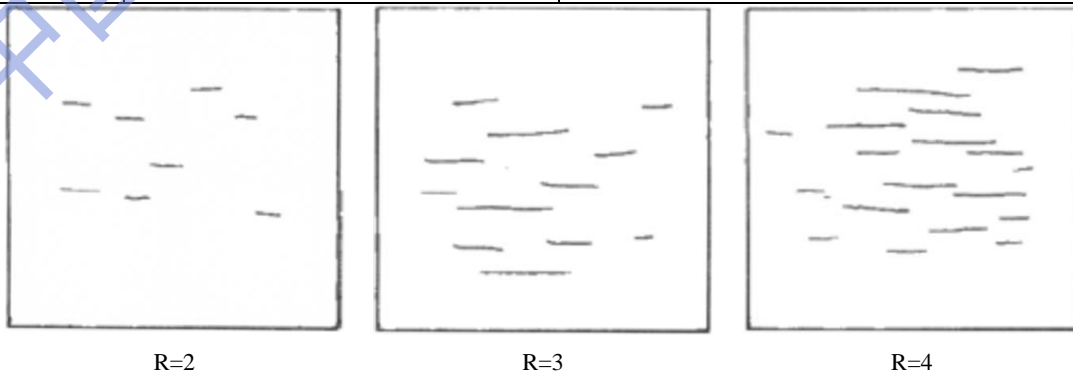


图 4.2.5 开裂面积

4.2.6 针对涂层锈蚀损伤，采用标准图像比对法进行评定，其劣化等级划分标准应符合表 4.2.6、图 4.2.6 的规定。

表 4.2.6 锈蚀等级划分标准

标度 R	劣化程度	锈蚀面积
1	无可见锈蚀	$X < 0.03$
2	极少可见的锈蚀区域	$0.03 < X < 0.3$
3	有少量的点蚀区域	$0.3 \leq X < 5.0$
4	有大量的点蚀区域	$5.0 \leq X$

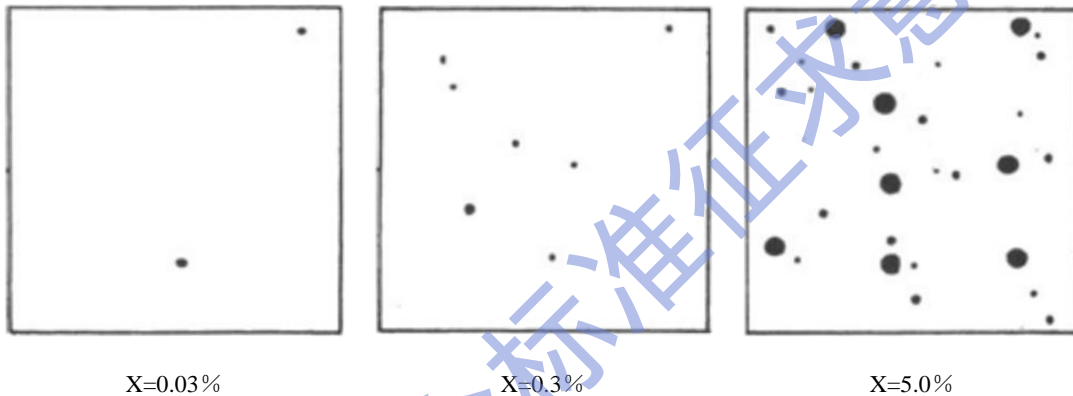


图 4.2.6 锈蚀面积

4.2.1 桥梁钢结构防腐涂层特殊检查除定期检查规定的检查内容外，还宜包含涂层厚度、附着力和锈蚀的检测鉴定。

4.2.2 涂层厚度的测量宜采用涂层测厚仪，涂层附着力的检测宜采用划格法或拉开法。

4.2.3 涂层厚度和涂层附着力的检测数量应符合下列规定：

- 1 涂层厚度每 100m<sup>2</sup> 检测 10 点，且不少于 10 点；
- 2 涂层附着力每 100m<sup>2</sup> 检测 1 点，且不少于 1 点。

4.2.4 锈蚀检测宜借助钢尺或激光测距仪测量钢材锈蚀面积、超声波板厚仪、游标卡尺等测量锈蚀厚度。

### 4.3 涂层劣化评定

4.3.1 涂层劣化与腐蚀评定应符合表 4.3.1 的规定。

表 4.3.1 涂层劣化与腐蚀评定标准

标度	涂层劣化	腐蚀
1	-	-
2	起泡、开裂、脱落累计面积 $\leq$ 构件面积的 10%	锈蚀累计面积 $\leq$ 构件面积的 5%
3	起泡、开裂、脱落累计面积 $>$ 构件面积的 10%且 $\leq$ 构件面积 30%	锈蚀累计面积 $>$ 构件面积的 5%且 $\leq$ 构件面积的 15%，或锈蚀孔洞 $\leq$ 3 个，工字梁孔洞直径 $\leq$ 30mm，板梁 $\leq$ 50mm，且边缘完好；桁梁孔洞直径 $\leq$ 30mm，且 $\leq$ 杆件宽度的 15%
4	起泡、开裂、脱落累计面积 $>$ 构件面积的 50%	锈蚀累计面积 $>$ 构件面积的 15%，或锈蚀孔洞 $>$ 3 个，工字梁孔洞直径 $>$ 30mm，板梁 $>$ 50mm，且边缘完好；桁梁孔洞直径 $>$ 30mm，或 $>$ 杆件宽度的 15%

4.3.2 涂装养护维修方式包括维修涂装与重新涂装。当涂层劣化等级等于 2 时，应采用维修涂装，当涂层劣化等级大于 2，或涂层附着力小于设计值的 50%时，应采用重新涂装。维修涂装内容包括局部维修涂装与整体罩面，整体罩面通常在局部维修涂装之后进行。重新涂装包含区域重新涂装与整体重新涂装。

4.3.3 涂装养护维修决策流程如图 4.3.3 所示，并应满足下列规定。

1 当梁段平均涂层厚度小于设计涂层厚度的 90%，或桥梁具有美观要求时，应在局部维修涂装后进行整体罩面。

2 重新涂装时，若防腐涂层劣化区域较为集中，可采用区域重新涂装，否则，应采用构件整体重新涂装。

3 重要构件锈蚀等级达到 4 时，应对结构安全性进行评估，并采取结构补强措施。

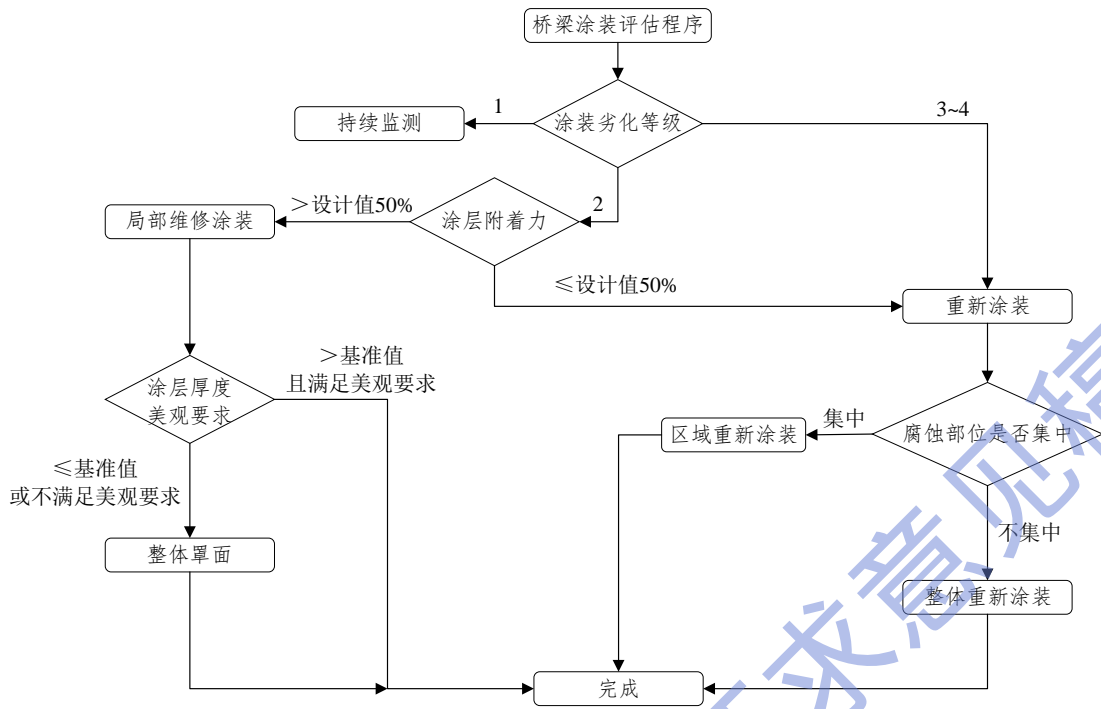


图 4.3.3 涂装养护决策流程

## 5 涂层体系设计

### 5.1 一般规定

5.1.1 涂层体系设计应确定不同环境工况及防护年限要求情况下涂料品种、涂层性能、涂层体系结构、涂装道数以及涂层厚度等。

5.1.2 涂层体系应根据腐蚀环境和使用年限，确定对应设计保护年限的涂层体系，并满足涂层体系规定的性能要求。

5.1.3 涂层体系可由底涂层、中间涂层和面涂层或底涂层和面涂层组成。各个涂层应满足下列要求：

- 1 底涂层应具有与结构界面较高的粘结性能，为外侧涂层提供牢固的基础；
- 2 中间涂层应具有与底涂层和面涂层较好的相容性和附着力；
- 3 面涂层应具有抗老化、抵抗外界物理破坏、化学侵蚀和机械损伤的性能。

5.1.4 当对涂层体系有耐污性、自清洁性等特殊性能要求时，可选用相应的功能性涂层。

### 5.2 涂料性能

5.2.1 涂料性能应通过国家认可或省级及以上技术监督部门认可的第三方检测机构检测合格，并在施工前应进行复验。

5.2.2 根据底涂层、中间涂层和面涂层的应用场景，涂料可分为底漆、中间漆和面漆，相邻涂层的涂料应具有相容性。

5.2.3 钢结构底涂层表面存在微孔或气泡等缺陷时，应使用封闭涂层进行封闭。封闭涂层可采用环氧封闭漆，性能宜满足附录 C 表 C.2.1 的要求。

5.2.4 钢结构中间涂层可采用环氧云铁中间漆、鳞片型单组份环氧云铁中间漆和水性环氧云铁中间漆，性能宜分别满足附录 C 表 C.3.1~表 C.3.2 的要求。

5.2.5 当钢结构使用同时具备涂装用底涂层和面涂层功能的底面合一涂层时，可采用超耐磨环氧厚浆涂料、环氧玻璃鳞片涂料、水性环氧涂料等涂料，性能宜分别满足附录 C 表 C.5.1~表 C.5.2 的要求。

### 5.3 涂层性能

5.3.1 桥梁结构表面防护涂层性能应满足下列要求：

- 1 具有满足设计要求的防腐蚀能力；
- 2 涂层体系应具有良好的力学性能，能够适应结构的形变；
- 3 当结构经受反复荷载作用时，涂层体系能够满足疲劳性能要求。

5.3.2 公路桥梁钢结构防腐涂层体系在不同腐蚀环境和设计保护年限下的性能指标应按表 5.3.2 的规定进行试验，并满足下列要求：

1 耐水性涂层试验后，C3、C4、C5、CX 腐蚀环境下不生锈、不起泡、不开裂、不剥落，允许 1 级变色和 1 级失光。

2 耐水性、耐盐水性涂层试验后，Im1、Im2、Im3、Im4 腐蚀环境下不生锈、不起泡、不开裂、不剥落，拉开法附着力不低于原值的 50%，并且不低于 5MPa；

3 耐化学品性能涂层试验后不生锈、不起泡、不开裂、不剥落，允许 1 级变色和 1 级失光。

4 耐人工气候老化性能涂层试验后不生锈、不起泡、不剥落、不开裂，不粉化，允许 2 级变色和 2 级失光，拉开法附着力不低于原值的 50%，并且不低于 4MPa；

5 耐盐雾性涂层试验后不起泡、不剥落、不生锈、不开裂，拉开法附着力不低于原值的 50%，并且不低于 4MPa；

6 耐阴极剥离性涂层试验后，剥离面积的等效直径不大于 20mm。

表 5.3.2 桥梁钢结构表面涂层体系性能指标

腐蚀环境	设计保护年限/a	耐水性/h	耐盐水性/h	耐化学品性能/h	附着力/MPa	耐盐雾性能/h	耐人工气候老化性/h	耐阴极剥离性/h	
C3	15	120	-	--	≥5	500	800	-	
	30	240		--		1000	1500	-	
C4	15	240		72		2000	3000	-	
	30	480		168		2000	3000	-	
C5	15	720		240		3000	4000	-	
	30	720		480		3000	4000	-	
CX	15	720		480		240	3000	4000	-
	30	720		720		240	4000	5000	-

Im1	15	4200	-	72	$\geq 8$	-	-	
	30	4200	-					-
Im2	15	-	4200					
	30		4200					-
Im3	15		4200					
	30		4200					-
Im4	15		4200					3000
	30		4200					4200

#### 5.4 防腐涂层体系设计

5.4.1 涂装维修设计的涂层体系选择应根据施工难易程度、可操作性、经济性包括涂装的单位造价、后期维护成本以及施工期限等因素综合考虑。

5.4.2 桥梁钢结构维修涂装底涂层宜采用耐腐蚀性能强、表面容忍性好的涂料。

5.4.3 箱室内部维修涂装宜选用低 VOC 含量的水性涂料。

5.4.4 钢结构外表面、内表面、浸水区和埋地区、防滑摩擦面和栓接部位涂层体系设计方案可按附录 C 的规定选用，并满足下列要求：

1 附录 C 中外表面较高防护等级的涂层体系设计方案可应用于较低防腐等级环境中涂层体系设计；

2 当浸水区和埋地区的钢结构采用附表 C 中的涂层体系时，应适当增加中间涂层的厚度。

5.4.5 当采用水性涂料、石墨烯涂料等环保、高性能涂料构成的桥梁钢结构防腐涂层体系时，涂层体系设计方案可按附录 E 的规定选用，其性能应达到表 5.3.2 的要求。

#### 5.5 维修涂装坡口及增涂设计

5.5.1 局部维修涂装与重新涂装涂层修复区交界处应先清理损坏区域周围 50mm 的松散涂层，清除旧涂层或钢板表面油污与灰尘，并将未损坏区域修成坡口，延伸至 50mm~80mm。

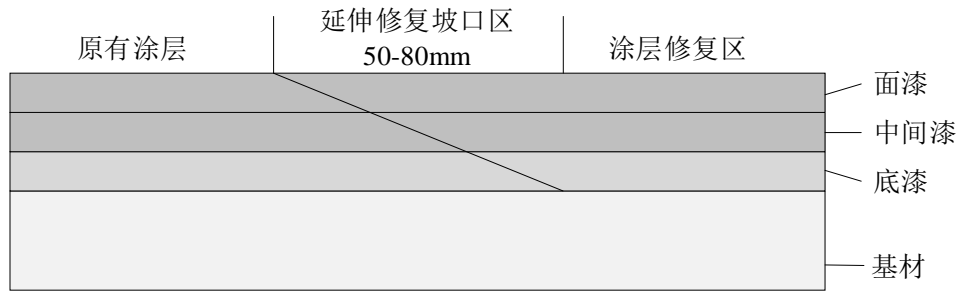
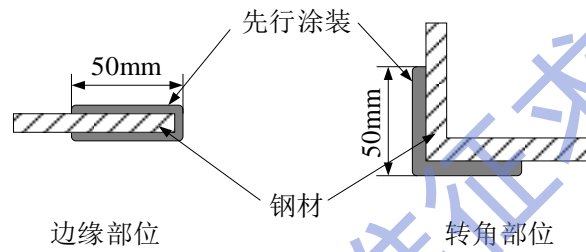
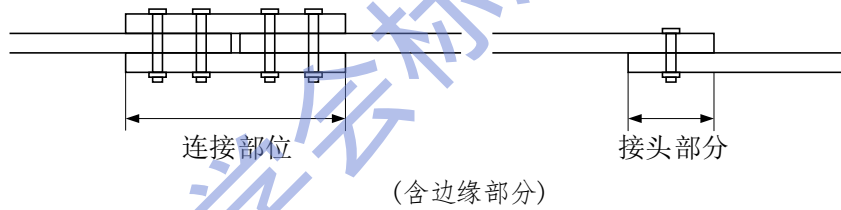


图 5.5.1 延伸修复坡口区处理

5.5.2 高强螺栓接头、杆件边缘等难以形成厚膜的部位，应先行刷涂各个工序的涂料，以确保涂膜厚度。增涂范围宜符合图 5.5.2 的要求。



(a) 杆件边缘



(b) 高强螺栓接头

图 5.5.2 增涂部位

## 6 涂装施工

### 6.1 一般规定

6.1.1 钢结构桥梁上部结构以跨度为涂装维修单位，下部结构以桥墩为涂装维修单位。

6.1.2 钢结构桥梁上部结构整个跨度的面漆与中间漆发生粉化、起泡、脱落的劣化现象，应遵循“修面漆、稳中间漆、保底漆”的原则进行全面重新涂装。

### 6.2 脚手架、施工作业平台、防护工程

6.2.1 涂层维修施工前应制定科学合理的交通组织方案，确保在施工期间，仍能维持适当的交通运行条件，保证车辆畅通。

6.2.2 脚手架设置应确保过往行人、车辆的安全。综合考虑工程质量和工期、施工成本、工程特点、现场实际情况等综合因素。

6.2.3 施工作业平台应采用彩钢板、安全网等方式全封闭围挡，防止施工人员、施工设备坠落，避免磨削材料和粉尘泄露。

6.2.4 施工区域道路、护栏、照明等，应采用土工布与胶布覆盖与包裹，防止污染。

6.2.5 施工作业平台搭设完工后，应进行加载试运行，经现场负责人、专职安全员进行全面检查合格后方可开始正式涂装作业。

6.2.6 移动施工作业平台时，应先撤离施工人员再由专人移动，移动就位后必须检查合格后方可让施工人员上平台作业。

6.2.7 喷砂施工时，应通过风扇将施工作业平台内空气排出，进风口应采取粉尘过滤措施。

### 6.3 除盐、除油

6.3.1 防腐涂装养护维修，表面处理前应按图 6.3.1 进行盐分测试、除盐与除油工作。

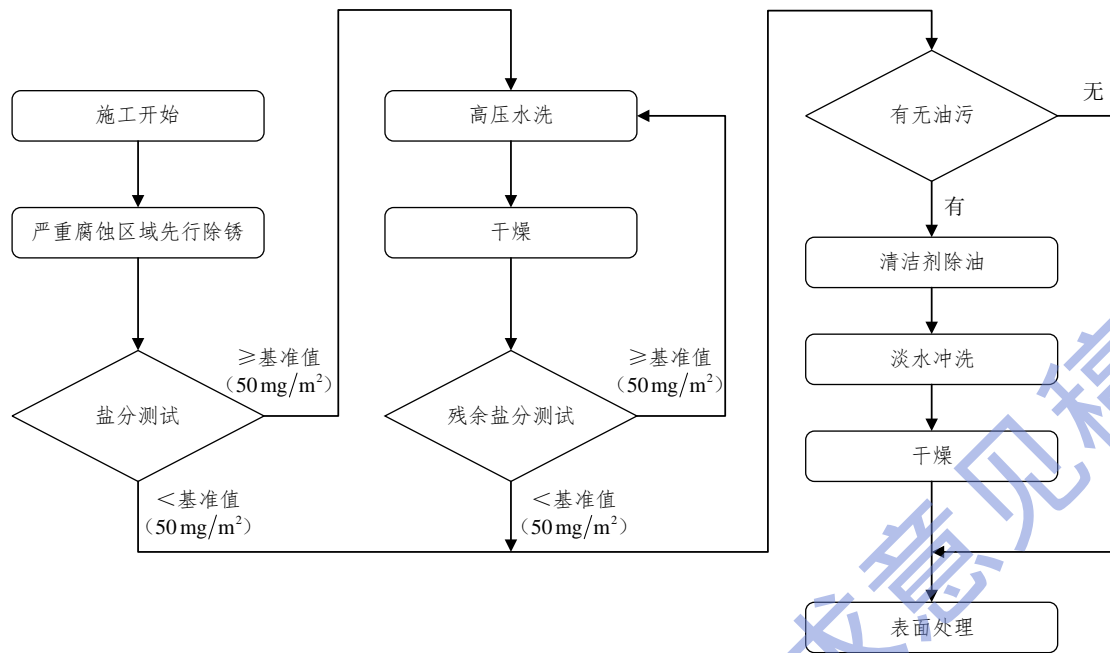


图 6.3.1 防腐涂层养护维修除油与除盐流程

6.3.2 桥梁钢结构严重腐蚀区域在除油与除盐之前，应先清除松散的锈层。

6.3.3 盐分测试应参照《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验 第10部分：水溶性氯化物的现场滴定测定法》（GB/T 18570.10）。

6.3.4 旧涂层表面盐分含量达到  $50\text{mg}/\text{m}^2$  以上时，应采用高压淡水进行冲洗，去除附着的盐分，并在水洗后再次测定，合格后方可进行表面处理。

6.3.5 旧涂层表面油污应采用专用清洁剂进行低压喷洗或软刷刷洗，并用淡水枪冲洗掉碱液等残余物，直至涂层表面呈中性。

#### 6.4 表面处理

6.4.1 防腐涂层整体罩面前应按下列要求进行表面处理：

- 1 涂层粉化时，应采用高压淡水清理，去除失去结合力的涂料；
- 2 涂层表面应进行拉毛处理，露出新鲜涂层。

6.4.2 对于锈蚀区域，及涂层开裂、剥落、或涂层附着力不足时，应进行彻底的表面处理，可采用喷砂或手工除锈方式，除锈等级应满足《涂覆前钢材表面处理》（GB/T 8923）Sa2.5 级或 St3 级。

6.4.3 喷砂除锈后，应按照《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》

(GB/T 13288),采用比较样块法或复制胶带法进行测定,粗糙度等级应满足涂料参数要求。

6.4.4 焊缝、高强螺栓节点板等复杂部位的除锈工作,可配合使用电动与手动除锈工具,对于难以进入的部位,可采用转锈剂进行除锈。

6.4.5 除锈作业完成后应在当天4小时内进行涂刷底漆作业,因故未能在当天涂装时,应重新除锈后再进行涂装作业。

6.4.6 当母材或焊缝出现疲劳裂纹时,应修复后在进行涂装维修。

6.4.7 涂装作业前,应将被涂装面上附着的灰尘清扫干净,且充分干燥。

## 6.5 涂装作业

6.5.1 应根据现场工作条件选择合适的刷涂、辊涂和喷涂方法,局部维修涂装宜采用刷涂或辊涂,整体罩面和重新涂装宜采用喷涂。

6.5.2 采用刷涂工艺时,应符合以下要求:

1 施工时应涂刷到位、刷满、刷匀。

2 涂刷面漆从上至下,先难后易。涂刷时要多刷多理,刷油要饱满、不流不坠、光亮均匀、色泽一致。刷后反复检查,以免漏刮。

3 涂装作业时和涂层干燥前应避免周围的粉尘等污染钢板或漆膜表面。

4 制作涂装施工管理记录表,作为数据库加以保存,并根据实际情况及时更新、修改表格内容。

6.5.3 使用喷涂工艺时,应符合以下要求:

1 应设置防飞散装置;

2 作业风速超过3m/秒时,应停止作业;

3 采用静电喷涂工艺时,应防止静电可能引发的火灾;

4 应确保足够的作业空间。

6.5.4 钢箱梁箱室内部涂装维修过程中应设置换气措施。

## 6.6 涂层缺陷修补

6.6.1 涂膜厚度不足时在可规定的重涂期内可以进行重涂。

6.6.2 涂料干燥前出现的缩孔，应在湿膜时清除并重新进行涂装。

6.6.3 胺起霜应在重涂前用温水除去。

6.6.4 涂层表面较严重的流挂与凹凸不平，应打磨砂平，再重涂。。

## 6.7 施工安全与环保

6.7.1 各类油漆和其他易燃、有毒材料，应存放在专用库房内，不得与其他材料。挥发性涂料应装入密闭容器内，妥善保管。

6.7.2 库房应通风良好，并设置消防器材和严禁烟火明显标志，库房与其他建筑物应保持一定的安全距离。

6.7.3 采用喷砂除锈时，应保证喷嘴接头牢固，不准对人。喷嘴堵塞时，应停机消除压力后，方可进行修理或更换。

6.7.4 在施工钢丝刷、板锉、电动工具清理铁锈时，避免眼睛污染和受伤，需要带上防护眼镜、口罩等。

6.7.5 除锈清底作业产生的粉尘或剥落的涂膜中含有铅、铬等重金属，应将这些有害物质委托专业人员彻底处置。

6.7.6 涂装作业必须满足安全要求，对于密闭区域涂装需进行通风，同时须设置换气装置，充分管理有机溶剂的浓度，在空气流通条件差的场所进行涂装作业时，操作人员应穿戴防毒面具，确保人身安全。

6.7.7 现场涂装作业距离居住地较近时，应充分考虑对周围环境的影响，与有关部门以及当地居民充分协商和调整。

6.7.8 施工现场禁止火种。及时了解、掌握气象和水文情况，遇有大风天气，极度恶劣天气应该停止涂装作业。

6.7.9 在高空作业时，应搭设脚手架等专业保护设施，防止工具掉落或操作人员坠落等。

6.7.10 废油布、废油漆桶、废油刷、废油手套等应由专人负责回收，放入专用废品回收箱内，不得随处乱堆乱放。

## 7 质量控制与验收

### 7.1 施工过程质量控制

### 7.1.1 作业环境要求:

- 1 施工环境温度5~38℃,空气相对湿度不大于85%,并且钢材表面温度大于露点3℃;在有雨、雾、雪、大风和较大灰尘的条件下,禁止户外施工。
- 2 施工环境温度-5℃~5℃,应采用低温固化产品或采用其他措施。
- 3 涂装作业时和涂层干燥前应避免周围的粉尘等污染钢板或漆膜表面。
- 4 涂装施工后,4小时内严禁雨淋。
- 5 各种涂料对作业环境中温度和湿度的要求应符合表7.1.1的要求。

表 7.1.1 涂装作业的温度、湿度的限制范围

涂料名称		温度(℃)	相对湿度(%)
改性环氧树脂涂料底漆		≤5	≤85
氟碳树脂涂料	中间漆	≤5	≤85
	面漆	≤0	≤85
环氧富锌底漆		≤10	≤85

### 7.1.2 涂料配制和使用时间

- 1 涂料应充分搅拌均匀后方可施工,采用电动或气动搅拌装置。对于双组分或多组分涂料应先将各组分分别搅拌均匀,再按比例配制并搅拌均匀。
- 2 混合好的涂料按照产品说明书的规定熟化。
- 3 涂料的使用时间按产品说明书规定的适用期执行。
- 4 -5℃~5℃施工时,涂料本身的温度需符合产品说明书的规定。
- 5 不同温度下的涂装间隔可参阅产品说明书,超过最大重涂间隔时间时,进行拉毛处理后涂装。

## 7.2 验收标准

7.2.1 涂层表面应平整、均匀一致,无漏涂、起泡、裂纹、气孔和返锈等外观不良现象,允许轻微桔皮和局部轻微流挂。

7.2.2 涂层干膜厚度采用“85-15”规则判定,即允许有15%的读数可低于规定值,但每一单独读数不得低于规定值的85%。对于结构主体外表面应采用“90-10”规则判定。

7.2.3 当检测的涂层厚度不大于 250 $\mu\text{m}$  时，各道涂层和涂层体系的附着力按划格法进行，不大于 1 级；厚度大于 250 $\mu\text{m}$  时，附着力试验按拉开法进行，涂层体系附着力不小于 4MPa。检测完成后，应对防腐涂层进行修补。

中国公路学会标准征求意见稿

附录A 公路桥梁钢结构防腐涂装检查记录表

部位编号		部位说明		面积	
腐蚀环境	操作温度		化学品溢流		
	其他				
现有涂层系统	底漆			涂料厂商	
	中间漆				
	面漆			涂层总厚度	
缺陷类型	退化等级	局部/全面	可能的原因	照片编号	是否维修
起泡					
锈蚀					
开裂					
剥落					
粉化					
边缘、焊缝的锈蚀					
其他缺陷					
附着力测试	测试标准			测试结果	
其他测试	干膜厚度、光泽、硬度等				

## 附录B 涂层劣化类型及原因分析

B.1 防腐涂层劣化根据其损伤程度不同, 表现为: 褪色、变色、粉化、起泡、开裂、脱落、生锈, 其现象与原因分析详见表 B.1.1 所示。

表 B. 1. 1 涂层劣化及原因分析

涂层劣化	现象	原因分析
褪色	涂膜中有彩色颜料的色彩减退, 本来的颜色逐渐消失的状态。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤·有机红颜料以及紫外线的影响。</li> <li>➤·硫化氢雾气 (大多为淡彩色) 影响</li> </ul>
变色	涂膜的颜色已变化成其他颜色。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤·颜料的种类和优劣。</li> <li>➤·紫外线、酷热、酸、碱、污染物质的影响。</li> <li>➤·防锈涂料覆有硫化氢雾气 (变黑)。</li> </ul>
粉化	构成涂膜表面的颜料组分风化, 粘着力丧失, 涂膜表面产生白粉化, 逐渐消耗膜厚。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤·颜料、载色剂的种类和优劣。</li> <li>➤·紫外线、酷热、风雨等影响。</li> </ul>
起泡	涂膜下面的水分或浸透的水分膨胀, 当膨胀大于涂膜的附着力和凝聚力时, 涂膜就会像气球一样形成鼓起状态。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤·涂层之间或涂层与钢材之间渗入气体或液体。</li> <li>➤·涂层内的锈胀。</li> </ul>
开裂	涂膜出现不连续的外观变化。 细裂: 涂膜表面出现细浅、轻微的裂纹 龟裂: 宽裂纹且类似龟壳或鳄鱼爪的一种开裂形式 深裂: 裂纹至少穿透一道涂层, 最终可导致涂膜完全破损	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤·环境影响</li> <li>➤·涂料选用不当</li> <li>➤·应力变化导致涂层收缩开裂</li> <li>➤·涂膜干燥不充分</li> </ul>
脱落	涂膜的附着性下降, 钢板底子或涂膜各涂层之间形成脱离状态。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤·涂料体系选择问题。</li> <li>➤·涂料重涂间隔。(放置时间过长)</li> <li>➤·空气污染物质。(例如: SO<sub>2</sub>等)</li> <li>➤·风向、温度、湿度、结露等影响。</li> <li>➤·焊接部位周围残留的碱性物质, 或者油污等。</li> <li>➤·被涂表面残留有海盐粒子。</li> </ul>
生锈	涂膜出现针孔锈斑、点状锈、泡状锈或片状锈的现象。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤·非鼓泡产生的锈</li> <li>➤·鼓泡裂缝产生的锈</li> <li>➤·涂装裂缝或破坏产生的锈。</li> </ul>

## 附录C 桥梁钢结构涂料要求

C.1 桥梁钢结构涂装防护底漆性能宜分别满足表 C.1.1~表 C.1.4 的要求。

表 C.1.1 富锌底漆的性能要求

项目		技术要求		试验方法
		无机富锌底漆	环氧富锌底漆	
容器中状态		搅拌均匀后无硬块，呈均匀状态；粉料呈微小均匀粉末状态		目测
不挥发份中金属锌含量 (%)		≥80	≥75	HG/T 3668
耐热性 (°C)		400°C，1h 漆膜完整，允许变色	250°C，1h 漆膜完整，允许变色	GB/T 1735
不挥发物含量 (%)		≥75	≥80	GB/T 1725
干燥时间 (h)	表干	≤0.5	≤1	GB/T 1728
	实干	≤8	≤12	
附着力/拉开法 (MPa)		≥5		GB/T 5210
耐冲击性 (cm)		-	50	GB/T 1732
VOC 含量 (g/L)		≤480 (溶剂型)	≤350	GB/T 23985
		≤50 (水性)	-	GB/T 23986
抗滑移系数	初始时	≥0.55	-	GB 50205
	6个月内	≥0.45	-	
注 1:无机富锌底涂层包括溶剂型无机富锌底涂层和水性无机富锌底涂层。 注 2:无机富锌底涂层用于防滑摩擦面时，不挥发份中金属锌含量≥70%。 注 3:耐热性能为用于钢桥面的富锌类防锈底涂层的检测项目。 注 4:抗滑移系数为用于防滑摩擦面的无机富锌涂料检测项目。				

表 C.1.2 水性环氧富锌底漆的性能要求

项目		技术要求	试验方法
容器中状态		搅拌均匀后无硬块，呈均匀状态	目测
不挥发份中金属锌含量 (%)		≥75	HG/T 3668
不挥发物含量 (%)		≥50	GB/T 1725
闪锈抑制性		正常	HG/T 5176
干燥时间 (h)	表干	≤2	GB/T 1728
	实干	≤24	

早期耐水性	无异常	HG/T 5176
附着力/拉开法 (MPa)	≥5	GB/T 5210
VOC 含量 (g/L)	≤200	GB/T 23986
耐盐雾性能 90±10μm (h)	1000h 耐盐雾性试验后未划痕部位涂层不剥落、不生锈、不开裂, 允许起泡等级不大于 2 (S3) 级, 划痕处单向扩蚀≤2mm	GB/T 1771

表 C. 1. 3 鳞片型单组份环氧富锌防锈底漆的性能要求

项目	技术要求	试验方法
容器中状态	搅拌均匀后无硬块, 呈均匀状态	目测
不挥发物含量 (%)	≥70	GB/T 1725
不挥发份中金属锌含量 (%)	≥55	HG/T 3668
细度 (μm)	≤90	GB/T 1724
弯曲试验 (mm)	2	GB/T 6742
耐冲击性能 (cm)	50	GB/T 1732
附着力/拉开法 (MPa)	≥10	GB/T 5210
耐盐雾性能 40±5μm (h)	1000h 耐盐雾性试验后未划痕部位涂层不起泡、不剥落、不生锈、不开裂, 划痕处 120h 无红锈, 划痕处单向扩蚀≤2mm	GB/T 1771

表 C. 1. 4 石墨烯富锌涂料性能要求

项目	技术要求		试验方法
	石墨烯无机富锌涂料	石墨烯环氧富锌涂料	
不挥发物含量 (%)	≥60		GB/T 1725
不挥发份中金属锌含量 (%)	≥60		HG/T 3668
石墨烯材料的定性	含有石墨烯材料		HG/T 5573
干燥时间 (h)	表干	≤1	GB/T 1728
	实干	≤8	
耐冲击性 (cm)	50		GB/T 1732
附着力/拉开法 (MPa)	≥5	≥6	GB/T 5210
耐盐雾性能 90±10μm (h)	5000h 划痕处单向扩蚀 ≤2mm 未划痕部位涂层不起泡、不剥落、不生锈、不开裂	3000h 划痕处单向扩蚀 ≤2mm 未划痕部位涂层不起泡、不剥落、不生锈、不开裂	GB/T 1771

C.2 桥梁钢结构涂装防护封闭漆性能宜满足表 C.2.1 的要求。

表 C. 2. 1 石墨烯富锌涂料性能要求

项目		技术要求	试验方法
容器中状态		搅拌均匀后无硬块，呈均匀状态	目测
不挥发物含量（%）		≥60	GB/T 1725
干燥时间 (h)	表干	≤2	GB/T 1728
	实干	≤2	
附着力/拉开法（MPa）		≥5	GB/T 5210
施工性		施工无障碍，封孔效果好	目测

C.3 桥梁钢结构涂装防护中间漆性能宜分别满足表 C.3.1~表 C.3.2 的要求

表 C. 3. 1 钢结构用环氧云铁中间漆和鳞片型单组份环氧云铁中间漆的性能要求

项目		技术要求		试验方法
		环氧云铁中间漆	鳞片型单组份环氧云铁中间漆	
容器中状态		搅拌均匀后无硬块，呈均匀状态		目测
不挥发物含量（%）		≥80	≥70	GB/T 1725
干燥时间 (h)	表干	≤4	-	GB/T 1728
	实干	≤24	-	
细度（μm）		-	≤100	GB/T 1724
弯曲试验（mm）		≤2	2	GB/T 6742
耐冲击性（cm）		50		GB/T 1732
附着力/拉开法（MPa）		≥5	≥10	GB/T 5210
VOC 含量（g/L）		≤250	-	GB/T 23985

表 C. 3. 2 钢结构用水性环氧云铁中间漆的性能要求

项目		技术要求	试验方法
容器中状态		搅拌均匀后无硬块，呈均匀状态	目测
不挥发物含量(%)		≥60	GB/T 1725
干燥时间 (h)	表干	≤2	GB/T 1728
	实干	≤24	
早期耐水性		无异常	HG/T 5176
附着力/拉开法(MPa)		≥5	GB/T 5210
弯曲试验(mm)		≤2	GB/T 6742
耐冲击性(cm)		50	GB/T 1732

VOC 含量(g/L)	≤100	GB/T 23986
耐水性 50±5μm	耐水后放置 24 小时后测定漆膜划格法附着力不大于 1 级	GB/T 1733

C.4 桥梁钢结构涂装防护面漆性能宜分别满足表 C.4.1~表 C.4.6 的要求

表 C. 4. 1 钢结构涂装用环氧厚浆面漆的性能要求

项目		技术要求	试验方法
容器中状态		搅拌后无硬块，呈均匀状态	目测
不挥发物含量(%)		≥60	GB/T 1725
干燥时 间(h)	表干	≤4	GB/T 1728
	实干	≤24	
弯曲试验(mm)		≤2	GB/T 6742
耐冲击性(cm)		50	GB/T 1732
附着力/拉开法(MPa)		≥5	GB/T 5210
VOC 含量(g/L)		≤250	GB/T 23985

表 C. 4. 2 钢结构涂装用丙烯酸聚氨酯面漆的性能要求

项目		技术要求	试验方法
不挥发物含量(%)		≥65	GB/T1725
细度(μm)		≤30	GB 6753.1
干燥时 间(h)	表干	≤2	GB/T 1728
	实干	≤24	
弯曲试验(mm)		≤2	GB/T 6742
耐冲击性(cm)		50	GB/T 1732
耐磨性 (CS-10, 500r/500g)(g)		≤0.06	GB/T 1768
硬度		≥0.6	GB/T 1730
附着力/拉开法(MPa)		≥5	GB/T 5210
VOC 含量(g/L)		≤380	GB/T 23985

表 C. 4. 3 钢结构涂装用氟碳面漆的性能要求

项目		技术要求	试验方法
不挥发物含量(%)		≥60	GB/T1725
细度(μm)		≤30	GB 6753.1
基料中氟含量(%)		≥24	HG/T 3792
干燥时	表干	≤2	GB/T 1728

间(h)	实干	≤24	
弯曲试验(mm)		≤2	GB/T 6742
耐冲击性(cm)		50	GB/T 1732
耐磨性 (CS-10, 500r/500g)(g)		≤0.05	GB/T 1768
硬度		≥0.6	GB/T 1730
附着力/拉开法(MPa)		≥5	GB/T 5210
VOC 含量(g/L)		≤420	GB/T 23985
注： 配方设计中成膜树脂只能用氟碳树脂，不能混拼丙烯酸树脂等树脂；当漆膜为白色及浅灰色系，氟含量≥24%，其他颜色需要采用有机颜料较多时由于润湿分散剂用量大导致基料中氟含量会降低，检测指标需商定，但最低不能低于 22%。			

表 C. 4. 4 钢结构涂装用聚硅氧烷面漆的性能要求

项目		技术要求	试验方法
不挥发物含量(%)		≥75	GB/T1725
细度(μm)		≤30	GB 6753.1
基料中硅氧键含量(全漆)(%)		≥15	HG/T 4755
干燥时 间(h)	表干	≤4	GB/T 1728
	实干	≤12	
弯曲试验(mm)		≤2	GB/T 6742
耐冲击性(cm)		50	GB/T 1732
耐磨性 (CS-10, 500r/500g)(g)		≤0.04	GB/T 1768
硬度		≥0.6	GB/T 1730
附着力/拉开法(MPa)		≥5	GB/T 5210
VOC 含量(g/L)		≤320	GB/T 23985

表 C. 4. 5 钢结构涂装用水性丙烯酸聚氨酯面漆的性能要求

项目		技术要求	试验方法
不挥发物含量(%)		≥45	GB/T 1725
细度(μm)		≤30	GB/T 1724
干燥时间(h)	表干	≤2	GB/T 1728
	实干	≤24	
弯曲试验(mm)		≤2	GB/T 6742
耐冲击性(cm)		50	GB/T 1732
附着力/拉开法(MPa)		≥5	GB/T 5210
VOC 含量(g/L)		≤200	GB/T 23986

表 C. 4. 6 钢结构涂装用水性氟碳面漆的性能要求

项目		技术要求	试验方法
不挥发物含量(%)		≥45	GB/T 1725
细度(μm)		≤30	GB/T 1724
基料中氟含量(%)		≥20	HG/T 4104
干燥时间(h)	表干	≤2	GB/T 1728
	实干	≤24	
弯曲试验(mm)		≤2	GB/T 6742
耐冲击性(cm)		50	GB/T 1732
附着力/拉开法(MPa)		≥5	GB/T 5210
VOC 含量(g/L)		≤200	GB/T 23986

C.5 桥梁钢结构涂装防护用底面合一涂层用涂料性能宜分别满足表 C.5.1~表 C.5.2 的要求。

表 C. 5. 1 钢结构涂装用超强耐磨底面合一涂层用涂料的性能要求

项目		技术要求		试验方法
		超强耐磨环氧厚浆涂料	环氧玻璃鳞片涂料	
容器中状态		搅拌后无硬块，呈均匀状态		目测
不挥发物含量(%)		≥80		GB/T 1725
干燥时间(h)	表干	≤4		GB/T 1728
	实干	≤24		
弯曲试验(mm)		≤2		GB/T 6742
耐冲击性(cm)		50		GB/T 1732
附着力/拉开法(MPa)		≥10		GB/T 5210
耐磨性 (CS-10, 1000r/1000g)(g)		≤0.1		GB/T 1768
VOC 含量(g/L)		≤250		GB/T 23985

表 C. 5. 2 钢结构涂装用水性环氧涂料性能要求

项目		技术要求	试验方法
容器中状态		搅拌均匀后无硬块，呈均匀状态	目测
不挥发物含量(%)		≥55	GB/T 1725
细度(μm)		≤50	GB/T 1724
干燥时间(h)	表干	≤2	GB/T 1728
	实干	≤24	

早期耐水性	无异常	HG/T 5176
附着力/拉开法(MPa)	$\geq 5$	GB/T 5210
弯曲试验(mm)	$\leq 2$	GB/T 6742
耐冲击性(cm)	50	GB/T 1732
VOC 含量(g/L)	$\leq 100$	GB/T 23986
耐水性 (漆膜厚 $50\pm 5\mu\text{m}$ , 漆膜养护 14d)/240h	耐水后放置 24 小时后测定漆膜划格法附着力不大于 1 级	GB/T 1733
耐盐雾性能 ( $90\pm 10\mu\text{m}$ 涂层, 漆膜养护 14d) (h)	300h 耐盐雾性试验后未划痕部位涂层不起泡、不剥落、不生锈、不开裂; 划痕处单向扩蚀 $\leq 2\text{mm}$	GB/T 1771
VOC 含量(g/L)	$\leq 100$	GB/T 23986

中国公路学会标准征求意见稿

附录D 桥梁钢结构表面涂层体系方案

D.1 桥梁钢结构表面涂层体系见表 D.1.1~表 D.1.6。

表 D.1.1 外表面防腐涂层体系

配套编号	腐蚀环境	配套涂层名称	道数/最低干膜厚度(um)	总干膜厚度(um)	设计保护年限(年)
G1.01	C1, C2, C3	环氧富锌底涂层	1/60	260	30
		环氧云铁中间涂层	(1~2) /120		
		丙烯酸聚氨酯面涂层	2/80		
G2.01	C4	环氧富锌底涂层	1/80	300	
		环氧云铁中间涂层	(1~2) /140		
		丙烯酸聚氨酯面涂层	1/40		
		氟碳面涂层	1/40		
G3.01	C5	环氧富锌底涂层	1/80	340	
		环氧云铁中间涂层	(1~2) /140		
		聚硅氧烷面涂层	2/120		
G3.02	C5	环氧富锌底涂层	1/80	340	
		环氧云铁中间涂层	2/190		
		氟碳面涂层	2/70		
G4.01	CX	环氧富锌底涂层	1/80	380	
		环氧云铁中间涂层	2/220		
		氟碳面涂层	2/80		
G4.02		CX	无机富锌底涂层	1/75	380
			环氧封闭涂层	1/—	
			环氧云铁中间涂层	2/225	
			氟碳面涂层	2/80	
G4.03		CX	环氧富锌底涂层	1/80	380
			环氧云铁中间涂层	2/180	
			聚硅氧烷面涂层	(1~2) /120	
G4.04	CX	无机富锌底涂层	1/75	380	
		环氧封闭涂层	1/—		
		环氧云铁中间涂层	2/185		
		聚硅氧烷面涂层	(1~2) /120		

<p>注 1： 环氧封闭漆可用环氧云铁中间漆代替。</p> <p>注 2： C4 及以下腐蚀环境下，环氧云铁中间漆可用环氧厚浆漆代替。</p> <p>注 3： 封闭漆涂装以刚好达到封闭效果为宜，不计入总膜厚，建议以干膜厚度 30μm 计算用量。施工过程中底漆施工完后厚度应符合要求，施工完中间漆后检测底漆+封闭漆+中间漆的总膜厚应符合要求。</p> <p>注 4： 海拔高于 2000m 的 C3 腐蚀环境推荐采用 S02 配套体系设计。</p>
---

表 D. 1. 2 封闭环境内表面防腐涂层体系

配套编号	工况条件	配套涂层名称	道数/最低干膜厚度(um)	总干膜厚度(um)	设计保护年限(年)
G5. 01	配置抽湿机 (外部 C4 及以下)	底面合一环氧富锌涂层	1/80	80	30
G5. 02		底面合一环氧厚浆涂层 (浅色)	2/200	200	
G6. 01	配置抽湿机 (外部 C5 及 CX)	环氧富锌底涂层	1/50	250	
		环氧厚浆面涂层 (浅色)	(1~2) /200		
G7. 01	未配置抽湿机	环氧富锌底涂层	1/50	350	
		环氧厚浆面涂层 (浅色)	(2~3) /300		

注 1： 抽湿机需常年工作，以保持内部系统相对湿度低于 50%

注 2： 狭小空间的空心结构属于永久密闭结构不进行涂装，但要保证气密防腐，密封之前确保空心构件中没有水的存在。

表 D. 1. 3 非封闭环境内表面防腐涂层体系

配套编号	腐蚀环境	配套涂层名称	道数/最低干膜厚度(um)	总干膜厚度(um)	设计保护年限(年)
G8. 01	C3	环氧富锌底涂层	1/60	260	30
		环氧厚浆面涂层 (浅色)	(2~3) /200		
G9. 01	C4, C5, CX	环氧富锌底涂层	1/60	360	
		环氧云铁中间涂层	(1~2) /140		
		环氧厚浆面涂层 (浅色)	(1~2) /160		

注： 本类别也可采用与外表面相同的防腐涂层体系

表 D. 1. 4 浸水区和埋地区防腐涂层体系

配套编号	工况条件	配套涂层名称	道数/最低干膜厚度(um)	总干膜厚度(um)	设计保护年限(年)
G10.01	干湿交替区 (Im1)	底面合一超强耐磨环氧涂层/环氧玻璃鳞片涂层 (高固体份或无溶剂)	3/900	900	30
G11.01	干湿交替区 (Im2、Im4)、Im3		4/1200	1000	
G12.01	水下 (Im1、Im2、Im4)		(2~3)/600	600	

表 D. 1. 5 防滑摩擦面防腐涂层体系

配套编号	工况条件	配套涂层名称	道数/最低干膜厚度(um)	总干膜厚度(um)	设计保护年限(年)	配套编号
G13.01	摩擦面	防滑无机富锌涂层	1/80	80	30	G13.01

表 D. 1. 6 栓接部位防腐涂层体系

配套编号	工况条件	配套涂层名称	道数/最低干膜厚度(um)	总干膜厚度(um)	设计保护年限(年)
G14.01	C4	环氧富锌底涂层	(1~2) /60	/	30
		环氧云铁中间涂层	(2~3) /300		
		面涂层与相邻部位相同			
G15.01	C5	环氧富锌底涂层	(1~2) /80	/	30
		环氧云铁中间涂层	(3~4) /450		
		面涂层与相邻部位相同			
G16.01	C4, C5, CX	环氧富锌底涂层	(1~2) /60	/	30
		环氧云铁中间涂层	(1~2) /80		
		硫化型橡胶密封涂层	(1~2) /500		
		面涂层与相邻部位相同			

注：密封涂层仅适用于位于外表面的栓接部位

附录E 桥梁钢结构表面防腐涂层体系特殊方案

E.1 由水性涂料、石墨烯涂料等环保、高性能涂料，以及环保性低但防腐效果优良的热喷金属涂层等构成的桥梁钢结构防腐涂层体系见表 E.1.1~表 E.1.3。

表 E. 1. 1 大气环境下桥梁钢结构外表面防腐涂层体系

配套编号	腐蚀环境	配套涂层名称	道数/最低干膜厚 (μm)	总干膜厚度 (um)	设计保护年限(年)
G17.01	C3	水性环氧富锌底涂层	1/60	260	30
		水性环氧云铁中间涂层	2/120		
		水性丙烯酸聚氨酯面层	2/80		
G18.01	C4	水性无机富锌底涂层	1/80	310	
		水性环氧中间涂层或水性环氧云铁中间涂层	1/—		
		水性环氧云铁中间涂层	(2~3)/150		
		水性氟碳面涂层	2/80		
G19.01	C5	石墨烯环氧富锌涂料/石墨烯无机富锌涂料	1/70	330	
		环氧云铁中间涂层	2/190		
		氟碳面涂层	2/70		

注 1: 环氧封闭中间涂层可用环氧云铁中间涂层代替。  
 注 2: 封闭涂层涂装以刚好达到封闭效果为宜, 不计入总膜厚, 但要计算用量。用于封闭涂层以 30μm 计算用量, 干膜厚度施工过程中底涂层施工完后厚度应符合要求, 施工完中间涂层后检测底涂层+封闭涂层+中间涂层的总膜厚应符合要求

表 E. 1. 2 封闭环境内表面防腐涂层体系

配套编号	工况条件	配套涂层名称	道数/最低干膜厚 (μm)	总干膜厚度 (um)	设计保护年限(年)
G20.01	配置抽湿机(外部 C4 及以下)	底面合一水性环氧富锌底涂层	1/80	80	30
G21.01		底面合一水性环氧涂层(浅色)	3/180	180	
G22.01	配置抽湿机(外部 C5)	石墨烯环氧富锌底涂层	1/50	250	

		环氧厚浆面涂层 (浅色)	(1~2) /200		
<p>注 1: 抽湿机需常年工作, 以保持内部系统相对湿度低于 50%。</p> <p>注 2: 狭小空间的空心结构属于永久密闭结构不进行涂装, 但要保证气密防腐, 密封之前确保空心构件中没有水的存在。</p>					

表 E. 1. 3 附属钢构件表面防腐涂层体系

配套编号	腐蚀环境	配套涂层名称	道数/最低干膜厚 (μm)	总干膜厚度 (um)	设计保护年限(年)
G23.01	C3	鳞片型单组份环氧富锌防锈底涂层	1/30	120	15
		鳞片型单组份环氧云铁中间涂层	1/60		
		氟碳面涂层	1/30		
G24.01	C4	鳞片型单组份环氧富锌防锈底涂层	1/40	140	
		鳞片型单组份环氧云铁中间涂层	1/60		
		氟碳面涂层	1/40		
G25.01	C5	鳞片型单组份环氧富锌防锈底涂层	1/50	160	
		鳞片型单组份环氧云铁中间涂层	1/60		
		氟碳面涂层	1/50		
G26.01	CX	鳞片型单组份环氧富锌防锈底涂层	1/70	200	
		鳞片型单组份环氧云铁中间涂层	1/60		
		氟碳面涂层	1/70		

## 用词说明

1 本指南执行严格程度的用词，采用下列写法：

1) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词，正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

2) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词，正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

3) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

1) 在标准条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准或行业标准时，应表述为“应符合《×××××》(×××)的有关规定”。

2) 当引用标准中的其他规定时，应表述为“应符合本指南第×章的有关规定”、“应符合本指南第×.×节的有关规定”、“应按本指南第×.×.×条的有关规定执行。”

中国公路学会标准征求意见稿