



T/CECS G:*****

中国工程建设标准化协会标准
Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

公路桥梁结构涂装防护技术规程

Technical Specification of Coating Protection for Highway
Bridge Structure
(征求意见稿)

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardization

中国工程建设标准化协会标准

公路桥梁结构涂装防护技术规程

Technical Specification of Coating Protection for Highway
Bridge Structure

T/CECS G: XXXXXX

主编单位：交通运输部公路科学研究所
中路高科交通检测检验认证有限公司

批准部门：中国工程建设标准化协会

实施日期：20XX年XX月XX日

人民交通出版社股份有限公司

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2020 年第一批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2020〕69 号）的要求，由交通运输部公路科学研究所承担《公路桥梁结构涂装防护技术规程》（以下简称“规程”）的制定工作。

编写组在进行广泛调查研究和总结近些年公路桥梁结构涂装防护技术成果基础上，参考国内外有关标准规范，征求有关单位意见，完成了本规程的编制工作。

本规程分为 6 章、4 个附录，主要内容包括：总则、术语、基本规定、涂层体系设计、混凝土结构涂装、钢结构涂装、涂层维护、质量检验与安全、卫生和环境保护。

本规程基于通用的工程建设理论及原则编制，适用于本规程提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件，使用本规程相关条文时，应对适用性及有效性进行验证。

本规程由中国工程建设标准化协会公路分会负责归口管理，由交通运输部公路科学研究所负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见和建议，请函告本规程日常管理组，中国工程建设标准化协会公路分会（地址：北京市海淀区西土城路 8 号；邮编：100088；电话：010-62079839；传真：010-62079983；电子邮箱：shc@rioh.cn），或交通运输部公路科学研究所，地址：北京市海淀区西土城路 8 号；邮编：100088；电子邮箱：sc.zhao@rioh.cn，以便修订时研用。

主 编 单 位：

参 编 单 位：

主 编：

主要参编人员：

主 审：

参与审查人员：

目 录

1 总则	1
2 术语	2
3 基本规定	4
4 涂层体系设计	6
4.1 一般规定	6
4.2 腐蚀环境与设计保护年限	6
4.3 涂料性能	9
4.4 涂层性能	10
4.5 混凝土结构防护涂层体系设计	13
4.6 钢结构防护涂层体系设计	13
5 混凝土结构涂装	15
5.1 施工准备	15
5.2 表面处理	16
5.3 涂装施工	17
5.4 涂层养护	19
5.5 维修涂装	20
6 钢结构涂装	22
6.1 施工准备	22
6.2 表面处理	22
6.3 涂装施工	24
6.4 涂层养护	27
6.5 维修涂装	28
7 涂层维护	29
7.1 涂层检查	29
7.2 日常保养	29
7.3 涂层维修	29

8 质量检验	30
8.1 一般规定.....	30
8.2 材料性能检验.....	30
8.3 混凝土结构涂装检验.....	31
8.4 钢结构涂装检验.....	32
9 安全、卫生 and 环境保护	35
9.1 安全、卫生.....	35
9.2 环境保护.....	37
附录 A 公路桥梁结构涂装防护的涂料要求	39
A.1 混凝土结构涂料要求.....	39
A.2 钢结构涂料要求.....	45
附录 B 桥梁混凝土结构表面涂层体系方案.....	52
附录 C 桥梁钢结构表面涂层体系方案	55
附录 D 桥梁钢结构表面防腐涂层体系特殊方案.....	58

征求意见稿

1 总则

1.0.1 为统一公路桥梁结构涂装防护技术要求，指导涂装防护工作，保障工程质量，做到安全耐久、经济适用、绿色环保，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于各等级公路桥梁及独立特大桥混凝土结构、钢结构以及钢-混凝土组合结构采用涂料的防腐蚀涂装防护。

1.0.3 公路桥梁结构涂装防护应遵循性能优良、绿色环保、环境适应、成本合理和工艺成熟的原则。

1.0.4 公路桥梁结构涂装防护除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和行业现行标准的有关规定。

征求意见稿

2 术语

2.0.1 涂装 painting

将涂料涂覆于基体表面，形成具有防护、装饰或特定功能涂层的过程。

2.0.2 涂装防护 anti-corrosion by painting coat material

通过在结构表面涂覆涂料形成防护涂层，避免外界腐蚀介质侵蚀的技术措施。

2.0.3 涂料 coat material

一种含有颜料的液态或粉末状材料。当将其施于底材时，能形成具有保护、装饰或特殊功能的薄膜。

2.0.4 涂层体系 coat system

具有防护功能的涂层构成的多层涂层的总称。

2.0.5 底涂层 priming coat

防腐涂层体系中的第一道涂层。

2.0.6 封闭涂层 seal coat

用于封闭、改善涂层间附着力的单涂层。

2.0.7 中间涂层 intermediate coat

介于底涂层和面涂层之间的连接涂层。

2.0.8 面涂层 top coat

防腐涂层体系中的最后一道涂层。

2.0.9 底面合一涂层 DTM coat (Directly-To-Metal)

同时具备底涂层与面涂层功能的单涂层。

2.0.10 干膜厚度 dry film thickness

涂层完全固化后在基材表面形成的漆膜厚度。

2.0.11 相容性 compatibility

按照施工要求涂装时，各道涂层不会出现咬底、渗色、附着不良等影响涂层质量的异常现象。

2.0.12 小区试验 plot experiment

涂层防腐正式施工前，选取有一定代表性的区域，按照设计要求的完整施工

工艺对该区域进行试验，以验证材料、施工工艺、性能等是否满足施工和设计要求的过 程，是正式施工质量控制的重要依据。

2.0.13 维修涂装 repairing painting

桥梁结构防护涂层在涂装、装配或使用过程中出现破坏或劣化现象时，对局部破坏区域进行表面处理、修复涂层的过程。

2.0.14 重新涂装 renovation painting

在设计保护年限后或出现大部分涂层劣化现象时，重新设计涂装要求，彻底除去旧涂层体系并重新进行表面处理，按照完整涂装程序进行涂装的过程。

2.0.15 表面处理 surface treatment

在混凝土结构或钢结构基体材料表面上使用机械、物理或化学的工艺方法进行处理，以提高基层与防腐蚀材料的结合能力。

2.0.16 加权综合 VOC 含量 weighted comprehensive content of volatile organic compounds

防腐涂层体系在施工过程中使用的涂料根据各自的 VOC（挥发性有机化合物）含量，以及其工程用量所计算的加权平均值。

3 基本规定

3.0.1 处于《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》（JTG/T 3310）中规定的环境作用影响程度在 D 级及以上的新建公路桥梁混凝土结构，或经耐久性检测评定等级为 II 级或 III 级的在用公路桥梁混凝土结构，宜进行涂装防护；公路桥梁钢结构除采用免涂装耐候钢材料或明确说明免涂外，均应进行涂装防护。

条文说明

该条文分别针对新建桥梁混凝土结构和在用桥梁混凝土结构进行规定。恶劣环境对公路桥梁结构具有很强的侵蚀性，结构受侵蚀后的力学、耐久性能下降等，降低结构的使用寿命。对处于恶劣环境的桥梁混凝土结构，推荐在建造时进行涂装防护。

对于在用桥梁结构，当经耐久性检测评定评为 II、III 级时，说明混凝土结构耐久性有所降低或存在一定的劣化，此时需要进行预防养护，以延缓结构劣化快速发展。涂装防护是预防养护的重要措施。

3.0.2 桥梁结构涂装防护应根据其结构特点和所处环境条件选择防护涂料和涂层体系。

条文说明

本条是对涂装防护工程的一般要求，桥梁结构复杂，各部位功能不同，要求的涂料性能也不同。另外，结构所处环境复杂，不同环境下腐蚀速度具有很大差别，适用的涂装材料也各不相同。涂装防护主要用于防护大气环境中水、SO₂和（或）氯化物等污染物以及浸水区和埋地区中水及盐分的腐蚀作用。因此，根据不同的环境和使用条件，选择适宜的涂装材料，才能做到先进、经济、实用。

3.0.3 涂料应有产品合格证、产品说明书、推荐施工工艺、材料标准等技术资料建立完整档案，并能回溯；禁止使用对人或环境危害性较大的涂料。

3.0.4 公路桥梁结构防护涂层应具有对水、氧气、大气污染物和盐雾等腐蚀因子良好的屏蔽性能，抗 CO₂ 渗透性和防碳化能力，良好的力学性能，能够适应结构的形变以及相应的耐候性能。

3.0.5 公路桥梁涂装防护应进行涂层体系设计和性能试验。

3.0.6 涂装作业应在规定的环境温湿度条件下开展，涂装方法及间隔时间应

满足设计和材料工艺要求；禁止在雨、雾、雪、大风和较大灰尘的条件下进行户外作业。

3.0.7 在公路桥梁结构涂层设计保护年限内，应采取维护措施，保障涂层有效性。

3.0.8 公路桥梁涂装防护采用新材料、新工艺、新方法和新技术时，应由业主、设计单位、涂料供应商和施工单位等相关方组织专家对实施方案进行论证，并进行性能验证，通过后方可实施。

征求意见稿

4 涂层体系设计

4.1 一般规定

4.1.1 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。

4.1.2 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。

4.1.3 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。

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

4.2 腐蚀环境与设计保护年限

4.2.1 公路混凝土桥梁结构按所处大气腐蚀环境分类为 C1、C2、C3、C4、C5，按所处水中腐蚀环境分类为 Im1、Im2，其腐蚀环境分类应符合表 4.2.1-1 和表 4.2.1-2 的规定。

表 4.2.1-1 桥梁混凝土结构大气腐蚀环境分类

腐蚀分级		腐蚀环境	
等级	程度	相对湿度（年平均）（%）	温性气候下的典型环境示例
C1	无腐蚀	<60	乡村大气
C2	弱腐蚀	<60	乡村大气、城市大气或工业大气
		60~75	乡村大气或城市大气
C3	中腐蚀	>75	乡村大气或城市大气
		60~75	工业大气
C4	强	>75	工业大气，特别是酸雨天气
C5	很强	—	海洋大气，除冰盐或高盐土环境

注 1：某些特殊腐蚀环境和交叉腐蚀负荷作用下，腐蚀加剧。
注 2：海洋大气环境下，随湿度、温度的增大，腐蚀加剧。

表 4.2.1-1 桥梁混凝土结构浸水区腐蚀环境分类

分级	环境	环境和结构的案例
Im1	淡水	内陆淡水河流上的桥梁水位变动区的结构
Im2	海水或盐水	海洋环境的桥梁水位变动区和浪溅区的结构

条文说明

桥梁混凝土结构在使用期间主要面临混凝土中性化、氯离子腐蚀、酸雨腐蚀、冻融作用、微生物腐蚀、冲蚀作用、水和氧的作用等一种或多种因素的侵蚀或腐蚀。如果不加以防护，结构性能将会因为腐蚀和侵蚀而不断劣化。这些因素的侵蚀或腐蚀程度有强有弱，混凝土结构涂装防护的环境条件主要针对这些因素浓度、侵蚀强弱程度等进行分类。

4.2.2 公路桥梁钢结构按所处大气腐蚀环境分类为 C1、C2、C3、C4、C5、CX，按所处水和土壤腐蚀环境分类为 Im1、Im2、Im3、Im4，其腐蚀环境分类具体见表 4.2.2-1 和表 4.2.2-2。

表 4.2.2-1 桥梁钢结构大气腐蚀环境分类

腐蚀分级		材料损失（第一年暴露后）				温性气候下的典型环境示例	
		低碳钢		锌			
等级	程度	质量损失 g·m ⁻²	厚度损失 μm	质量损失 g·m ⁻²	厚度损失 μm	外部	内部
C1	无	≤10	≤1.3	≤0.7	≤0.1	/	/
C2	弱	10~200	1.3~25	0.7~5	0.1~0.7	/	钢箱梁封闭环境内表面结构（配置除湿机）
C3	中	200~400	25~50	5~15	0.7~2.1	暴露在城市和工业大气，中等二氧化硫污染与低盐度沿海区的钢桥外部结构	钢箱梁封闭环境内表面结构（未配置除湿机）
C4	强	400~650	50~80	15~30	2.1~4.2	暴露在工业区和中等盐度的沿海区的钢桥外部结构	/
C5	很强	650~1500	80~200	30~60	4.2~8.4	暴露在高湿度和恶劣大气的工业区域和高含盐度的沿海区域的钢桥外部结构	/
CX	极端	1500~5500	200~700	60~180	8.4~25	暴露在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的钢桥外部结构	/

注 1: 与外部大气相通的内部环境, 如风嘴等, 其腐蚀环境等同于外部大气腐蚀环境。
 注 2: 未配置除湿机的钢箱梁封闭环境内表面结构所处腐蚀环境相近或低于外部大气腐蚀环境。
 注 3: 若钢样本获得得质量或厚度损失数据判定的腐蚀性类别与锌样本获得得质量或厚度损失数据判定的腐蚀性类别不一致时, 采用高腐蚀性级别; 若在实际应用环境中不能暴露标准样本, 腐蚀性级别可以简单通过典型环境案例来评。

表 4.2.2-2 桥梁钢结构浸水区和埋地区腐蚀环境分类

分级	环境	环境和结构的案例
Im1	淡水	内陆淡水河流上的桥梁干湿交替区与水下区钢结构
Im2	海水或微咸水	没有 阴极保护的海洋环境的桥梁干湿交替区与水下区钢结构
Im3	土壤	埋入土壤的桥梁钢结构
Im4	海水或微咸水	带有 阴极保护的海洋环境的桥梁干湿交替区与水下区钢结构

注: 注意腐蚀性分级 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。

条文说明

桥梁钢结构在使用期间主要遭受氯离子腐蚀; 酸雨腐蚀; 微生物腐蚀; 冲蚀作用; 水和氧的作用、高湿和冷凝作用等一种或多种腐蚀因素的腐蚀。未经保护的钢材在大气、水和土壤中会因腐蚀而损坏。这些因素对钢结构的腐蚀程度有强有弱。钢结构涂装防护的环境条件主要针对这些因素浓度、侵蚀强弱程度等进行分类。本规程分类标准参照 ISO 12944-2: 2017 确定。

4.2.3 当环境有多种腐蚀因素时, 宜考虑相互叠加的影响。

4.2.4 桥梁混凝土结构和钢结构的涂层体系设计保护年限宜符合下列规定:

- 1 混凝土结构: 普通型 (M) 不低于 10 年; 长效型 (H) 不低于 20 年。
- 2 钢结构: 普通型 (M) 不低于 15 年; 长效型 (H) 不低于 30 年;

条文说明

对于桥梁混凝土结构, 涂装防护为结构防腐的附加措施, 主要防护功能还是由混凝土结构本身承担。《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》(JT/T 695-2007) 第 4.2.2 条规定普通型为 10 年、长效型为 20 年, 为不额外增加防腐涂装工程造价, 本标准的设计保护年限采用了该标准对于涂层保护年限的要求。对于桥梁钢结构, 涂装防护是钢结构防腐的主要屏障。因为涂装防护施工难度较大, 尤其在重新涂装时对老涂层去除的难度也非常大。因此, 在综合经济性合理的情况下, 希望尽量延长涂装防护年限。《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》(JT/T 722-2008) 第 3.1.2 条规定普通型为 (10~15) 年、长效型为 (15~25) 年; 《钢结构防护涂装通用技术条件》(GB/T 28699-2012) 第 4.3 节规定普通型为

8~15年、长效型为15年以上。参照以上标准的规定，本标准对涂装设计保护年限进行了适当调整。普通型设计保护年限调整为不低于15年，相当于以上标准要求的上限值；长效型设计保护年限调整为不低于30年，比JT/T 722-2008延长了5年，相当于20%。在涂层体系性能要求和推荐的涂层体系结构等方面也进行了相应改进。

4.3 涂料性能

4.3.1 涂料性能应通过国家认可委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。

4.3.2 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。

4.3.3 混凝土结构底涂层可采用环氧底漆和水性丙烯酸底漆，性能宜分别满足附录A中表A.1.1-1和表A.1.1-2的要求。

4.3.4 混凝土结构中间涂层可采用环氧中间漆、柔性聚氨酯中间漆、水性丙烯酸中间漆，性能宜分别满足附录A中表A.1.2-1~表A.1.2-3的要求。

4.3.5 混凝土结构面涂层可采用聚氨酯面漆、氟碳面漆、聚天门冬氨酸聚脲面漆和氯化橡胶面漆，性能宜分别满足附录A中表A.1.3-1~表A.1.3-5的要求。

4.3.6 钢结构底涂层可采用车间底漆、富锌底漆、水性环氧富锌底漆、鳞片形单组份环氧富锌防锈底漆和石墨烯富锌涂料，性能宜分别满足附录A中表A.2.1-1~表A.2.1-5的要求。

4.3.7 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A中表A.2.2的要求。

4.3.8 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A中表A.2.3-1和表A.2.3-2的要求。

4.3.9 钢结构面涂层可采用环氧厚浆面漆、丙烯酸聚氨酯面漆、氟碳面漆、聚硅氧烷面漆、水性丙烯酸聚氨酯面漆和水性氟碳面漆，性能宜分别满足附录A中表A.2.4-1~表A.2.4-6要求。

4.3.10 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，可采用超强耐磨环氧厚浆涂料、环氧玻璃鳞片涂料、水性环氧涂料等用涂料，

性能宜分别满足表 A.2.5-1 和表 A.2.5-2 的要求。

4.3.3~4.3.10 条文说明

适用于桥梁钢结构表面防护的涂料主要包括富锌类、环氧类、聚氨酯类、丙烯酸及其改性类、氟碳类以及各种水性涂料。近年来，一些新型涂料如石墨烯类以及鳞片形单组份环氧类涂料发展也较为迅速并具有良好的防护效果，故将其纳入条文。各类涂料性能根据结构所处环境及防护部位要求有所差异，条文中所列各类涂料及性能引用《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》（JT/T 722-2008）附录 B 并考虑相关要求修订确定。

4.4 涂层性能

4.4.1 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。

4.4.2 混凝土结构表面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 4.4.2 的规定进行试验，并满足下列要求：

- 1 耐水性：涂层试验后，不起泡、不剥落、不粉化，允许 2 级变色和 2 级失光；
- 2 耐盐水性：涂层试验后，不起泡、不剥落、不粉化，允许 2 级变色和 2 级失光；
- 3 耐碱性：涂层试验后，不起泡、不开裂、不剥落；
- 4 耐化学品性能：使用溶液为 10%NaOH 和 10% H_2SO_4 水溶液。涂层耐水试验后不起泡、不剥落、不粉化，允许 2 级变色和 2 级失光；
- 5 抗氯离子渗透性：按 JT/T 695-2007 附录 B 中 B.2 规定检测；
- 6 附着力：按 JT/T695-2007 附录 B 中 B.3 规定检测；
- 7 耐候性：涂层试验后不起泡、不剥落、不粉化，允许 2 级变色和 2 级失光。

表 4.4.2 混凝土桥梁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)	耐碱性 (h)	耐化学品性能(h)	抗氯离子渗透性 [mg/(cm ² ·d)]	附着力 (MPa)	耐人工气候老化性(h)
C2	10	8	—	72	—	—	≥1.0	400
	20	12	—	240	—	—	≥1.0	800
C3	10	12	—	240	—	—	≥1.0	400
	20	24	—	720	—	—	≥1.5	800
C4	10	240	—	720	168	—	≥1.5	500
	20	240	—	720	168	—	≥1.5	1000
C5	10	240	240	720	72	≤1.0×10 ⁻³	≥1.5	500
	20	240	240	720	72	≤1.0×10 ⁻³	≥1.5	1000
Im1	10	2000	—	720	72	—	≥1.5	500
	20	3000	—	720	72	—	≥1.5	1000
Im2	10	—	2000	720	72	≤1.0×10 ⁻³	≥1.5	500
	20	—	3000	720	72	≤1.0×10 ⁻³	≥1.5	1000
试验方法		GB/T 1733	GB/T 9274	JT/T 695 B.1	GB/T 9274	JT/T 695 B.2	JT/T 695 B.3	GB/T 1865
注：Im1 和 Im2 环境下，如果面涂层为环氧类涂料或不饱和聚酯涂料，耐候性指标不作要求								

条文说明：本条采纳了《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》（JT/T 695-2007）第 5.2.3 条的规定。

4.4.3 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 4.4.3 的规定进行试验，并满足下列要求：

- a) 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；
- b) 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；
- c) 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；
- d) 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；
- e) 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；
- f) 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 4.4.3 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		1000	1500	—
	30	480		168		2000	3000	—
C5	15	720		240		2000	3000	—
	30	720		—		3000	4000	—
CX	15	720	480	240	≥5	3000	4000	—
	30	720	720	240	—	4000	5000	—
Im1	15	4200	—	72	≥8	—	—	—
	30	4200	—					—
Im2	15	—	4200					—
	30		4200					—
Im3	15		4200					—
	30		4200					—
Im4	15		4200	3000				
	30		4200	4200				
检验方法								

条文说明：钢结构表面涂层体系应具有良好的抵抗外界环境侵蚀作用的性能。条文各项性能指标在满足《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》（JT/T 722-2008）第 4.2.2 条规定的基础上，根据当前工程实际要求确定。

4.4.4 当涂层体系干膜厚度大于 300μm 而不大于 400μm 时，按 400μm 膜厚制板测试耐弯曲性（2.5°）无裂纹；当涂层体系干膜厚度大于 400μm 而不大于 800μm 时，按 800μm 膜厚制板测试耐弯曲性（1.5°）无裂纹；当涂层体系干膜厚度大于 800μm 而不大于 1000μm 时，按 1000μm 膜厚制板测试耐弯曲性（2.5°）无裂纹。该防腐涂层体系应用于高寒地区时，需商定测试温度。

条文说明

在满足防护要求前提下，涂层宜薄不宜厚，太厚会产生开裂、起皮等现象，为防止这一问题产生，对于较厚涂层体系应进行耐弯曲性测试。

4.4.5 处于干湿交替区的桥梁构件，在水位变动的情况下涂装时，应选择表面容忍性涂层体系。底涂层应使用潮湿表面容忍性涂料，中间涂层和面涂层应使用快干型涂料。

4.4.5 处于水下区的桥梁构件在浸水状态下施工时应选择可水下施工、水下

固化的涂层体系。

4.5 混凝土结构防护涂层体系设计

4.5.1 公路桥梁混凝土结构处于干湿交替、海洋氯化物、除冰盐、盐结晶和化学腐蚀环境中并符合本规程第 3.0.1 条的规定时，宜进行涂装防护。

4.5.2 混凝土结构涂层体系宜采用透明涂料，应满足耐碱性要求。

条文说明

混凝土结构表面裂缝比较常见，用透明的浅色材料，可以避免隐蔽原混凝土表面的裂缝，便于观察裂缝的发展；混凝土材料为强碱性材料，其涂层体系需要具有良好的耐碱性，防止涂层体系在被保护基体混凝土的碱性作用下发生劣化，达不到应有的保护年限和防护效果。

4.5.3 底涂层宜对混凝土表面进行封闭并提供光顺表面，厚度宜为 $20\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ ，最大不超过 $50\mu\text{m}$ 。具体厚度可依据混凝土基面特征和涂料性能确定。

条文说明

混凝土结构表面经常存在蜂窝麻面、孔洞空洞、裂缝等现象，导致表面不够平整。混凝土结构的底涂层在与基体混凝土粘结牢固的同时，也需要为中间涂层提供光顺的涂刷界面。因此，参照《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》(JT/T 695-2007) 第 5.1.3 条，对混凝土结构底涂层适宜厚度进行了规定。规定最大值是为了防止底涂层厚度太大给涂装工期、底涂层开裂等带来不利影响。

4.5.4 涂层体系方案可按附录 B 选用，设计最低涂层厚度不应低于附录 B 中给出的厚度值的 80%。

条文说明

附录 B 是参照《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》(JT/T 695-2007) 第 5.1.1 条和第 5.1.2 条而给出。

4.6 钢结构防护涂层体系设计

4.6.1 公路桥梁钢结构应进行涂装防护。当采用耐候钢时，宜综合分析后确定是否采用涂装防护。

4.6.2 钢结构防护涂层体系底涂层宜采用富锌底漆，并满足耐电位和湿热等

要求。

4.6.3 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 在附录 C 中涂层体系基础上，宜喷涂一道干膜厚度为 20 μm 左右的车间底涂层。当涂装前钢结构加工装配周期短并且桥梁所处腐蚀环境不高于 C4 时，可不涂装车间底涂层；

3 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。

条文说明

防护涂层体系设计方案中的底涂层、中间涂层和面涂层因使用功能、环境和年限要求不同，对主要性能的要求也有所差异，但同一配套中的底涂层、中间涂层、面涂层宜有良好的相容性。附录 C 参照《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》（JT/T 722-2008）第 4.2.1 条的规定，并根据各部位防腐寿命要求进行了适当的修订。

4.6.4 当采用水性涂料、石墨烯涂料等环保、高性能涂料等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 D 的规定选用，其性能应达到 4.4.3 的要求，并按 3.0.12 条通过论证后方可实施。

条文说明

鉴于环保及质量要求愈来愈严格，环保、高性能涂料是今后重要的发展方向。本规程纳入了此类新材料的技术成果。考虑到这类新材料工程应用验证时间尚短，本规程规定了应用这类涂料时不仅性能要满足规定要求，而且需开展实时方案论证工作，便于保障防护效果。

5 混凝土结构涂装

5.1 施工准备

5.1.1 混凝土结构涂装前应编制施工方案。

5.1.2 施工单位应会同材料供应商对施工人员进行技术交底和相应的安全、环保培训。

5.1.3 施工单位不得随意变更涂料的品种以及施工方案。当有特殊情况需要变更时，变更方案不得降低涂层体系设计保护年限和工程质量，并经业主和监理工程师批准后方可实施。

5.1.4 施工前应对检测仪器和计量工具进行校验，并对施工设备以及用具进行检验，确保相应设备以及用具满足实用要求以及安全要求。

5.1.5 应根据桥梁结构实际情况，设计适用于混凝土结构表面处理、涂装及质量检验的工作平台。工作平台应便于施工操作，且安全、牢固、可移动和拆装方便。

5.1.6 大面积涂装前，应由施工单位组织施工人员按工序要求进行小区试验，评价施工工艺的可行性，确定施工工艺参数、涂料用量等。小区试验应选择结构典型部位，涂装面积宜为 $(10\sim 20)\text{ m}^2$ 。

条文说明

混凝土表面涂层质量除了与涂层配套设计、涂料质量等有关外，涂装施工在某种程度上影响也极大。因此，通过在混凝土构件的表干区、表湿区代表性部位进行小区试验，一方面检验进厂涂料是否满足设计涂层体系的质量要求，另一方面验证混凝土表面处理设备、涂装设备、涂装工具、涂装要领、涂层质量控制和仪器设备等是否满足涂装施工要求。

5.1.7 涂装时混凝土结构的龄期不宜少于 28d。对于有早龄期防护要求的结构，在保证涂层与混凝土粘结有效的情况下，可缩短混凝土龄期。

条文说明

本条参考《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》(JT/T 695-2007)第 6.1.3.5 条而提出的规定，主要考虑混凝土达到一定的强度，保障涂层与混凝土的粘结效

果。同时，考虑到早龄期涂装对于水变区的现浇构件防护效果是有益的，因此，将程度用词“不应”改为“不宜”，表示本规程不推荐混凝土龄期小于 28 天时装进行涂装，工程师们可以根据现场实际情况，自行选择涂装时间。

5.2 表面处理

5.2.1 混凝土结构表面处理后应满足下列要求：

1 基面应密实干净、密实，不得有明显的孔洞、蜂窝、模板错位、裂缝等缺陷、松散附着物和污染物以及预埋件、钢筋头露出；

2 表面平整度偏差应小于 6mm；

3 混凝土表面含水率应小于 6%，否则应排除或减少水分后方可进行涂装；当采用湿固化环氧封闭涂层时，混凝土含水率要求可放宽，但混凝土表层宜处于表干状态。

条文说明

混凝土构件验收后，外观质量虽然能够满足相关规范的规定，但仍可能存在裂缝、麻面、砂斑和气泡等缺陷，这些缺陷会降低涂层的均匀性、连续性和防护效果，因此需要对表面处理。

大量工程实践证明，混凝土表面处理后粗糙度越高，涂层附着力越好，但是对于一些厚度较薄的涂层，过高的粗糙度会带来顶点腐蚀，不利于整体防护质量，相应指标要求引用《建筑防腐蚀工程施工规范》（GB 50212-2014）第 4.1.2 条规定。

混凝土表面含水率限值为 6% 引用《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》（JT/T 695-2007）第 7.1.2 条规定。

5.2.2 混凝土结构表面浮灰、浮浆、夹渣、苔藓以及疏松部位，宜采用高压淡水（压力不小于 20MPa）、喷砂或手工打磨等方法将混凝土表面清理干净；海洋环境处于水位变动区和浪溅区的混凝土表面宜采用高压淡水清洁干净。

条文说明

高压淡水清洁混凝土表面具有工效高、清洁效果好的特点，能够去除混凝土表面松散物，并提高混凝土表面粗糙度。《建筑防腐蚀工程施工规范》（GB 50212-2014）第 4.1.1 条对混凝土基层表面处理方式规定，混凝土强度等级大于或等于 C40 时处理方式可采用抛丸、喷砂、高压射流。

5.2.3 局部受油污污染的混凝土表面宜采用碱液、洗涤剂或溶剂处理，并用淡水冲洗至中性。

5.2.4 混凝土结构表面缺陷的处理方法应符合下列规定：

- 1 较小的孔洞和其他表面缺陷在表面处理后涂封闭涂层，刮涂腻子；
- 2 较大的蜂窝、孔洞和模板错位处，用无溶剂液体环氧腻子或聚合物水泥砂浆修补；
- 3 对于混凝土表面存在的裂缝根据裂缝的宽度选用化学灌浆或树脂胶泥等适宜的方法修补。

5.2.5 混凝土结构表面预埋件、钢筋头的处理方法应符合下列规定：

- 1 将预埋件、钢筋头周边的混凝土凿出深度 2cm 的 V 形切口，露出预埋件、钢筋头；
- 2 用电动切割机切除钢筋头、预埋件，使其低于混凝土表面 2cm；
- 3 将预埋件、钢筋头表面除锈打磨，处理级别达到 GB/T 8923 规定的 St3 级后，预涂环氧富锌底涂层；
- 4 在切除的混凝土表面涂封闭涂层或界面剂，用无溶剂环氧腻子或聚合物水泥砂浆填补并打磨平整。

条文说明

引用《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》（JT/T 695-2007）第 6.2.1.4 条规定。

5.3 涂装施工

5.3.1 涂层材料的前期准备应符合下列规定：

- 1 开罐：涂料开罐前要确认其牌号、品种、颜色和批号，以及包装标识是否完整、涂料是否在有效期内、包装是否密封等，并作记录。
- 2 搅拌：涂料使用前应搅拌均匀。双组分涂料在固化剂加入前，应首先分别将两个组分搅拌均匀，混合后再次搅拌均匀。厚浆涂料应采用机械搅拌方式。
- 3 混合熟化：双组分涂料要按规定比例混合，按产品说明书规定放置一定时间进行熟化（预反应）。
- 4 调节稠度：应使用与涂料配套的稀释剂或者由厂商指定的稀释剂，根据不同的施工方式以及现场环境条件调节涂料施工稠度。稀释剂的最大用量不应超

过说明书规定的最大用量。

5 适用期：双组分涂料混合均匀，经过必要的熟化后，应立即涂装，并在涂料的适用期内用完（必要时通过滤网过滤）。

条文说明

涂料配制以后，大多数需要经过一段熟化期后方可涂装，涂料不得擅自用超过规定用量的稀释剂稀释。

5.3.2 涂层材料的涂装方法可采用刮涂、辊涂、喷涂和刷涂。各方法应符合下列规定：

1 刮涂：宜用于腻子施工；适用于修补表面缺陷。

2 辊涂：宜用于表面平整部位施工；涂料应具有良好的流平性，辊子的类型和尺寸应与工作面相适应。

3 喷涂：可采用低压空气喷涂、无气喷涂、空气辅助型无气喷涂等方式。采用喷涂施工时，涂料黏度、喷涂压力、喷嘴类型、喷嘴与工作面距离以及喷涂扇面等参数应按产品说明书进行验证。

4 刷涂：宜用于蜂窝、凹角和凸沿等难以涂装部位的预涂装和补涂。

条文说明

喷涂漆膜均匀、光滑平整、外观质量高、工效高，但漆雾会影响周围环境，人工辊涂和刷涂漆膜均匀和外观质量相对略差、工效低，优点是不会产生漆雾，适用于面积较小以及喷涂难以涂装的部位，以及对涂层外观质量要求不高部位。

5.3.3 混凝土结构涂装的环境条件应符合下列规定：

1 溶剂型涂料涂装时的环境温度宜为 $5^{\circ}\text{C}\sim 38^{\circ}\text{C}$ ，空气相对湿度为85%以下，混凝土表面应干燥清洁；

2 施工环境宜为温度 $5^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，且空气相对湿度不大于80%，可在温度 $15^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 且空气相对湿度不大于60%的条件下施工；

3 禁止在雨、雾、雪、大风和较大灰尘条件下户外涂装施工。

条文说明

环境温度、相对湿度等的控制，是施工过程应遵守的一般规定。在施工现场应首先保证环境温度满足要求。不符合作业天气条件下，应禁止户外施工。

5.3.4 混凝土结构表面处理后应尽快涂覆封闭底涂层，停留时间最长不宜超过7d。

条文说明

参照《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》（JT/T 695-2007）第 6.2.1.5 条对于停留时间的规定。

5.3.5 底涂层黏度应适当，具有规定的渗透性；涂覆应均匀，不得有露底现象。对蜂窝、边角等不易涂装的部位，应用刷涂法进行预先涂装或补涂。

5.3.6 底涂层涂装完成后，对存在的表面缺陷宜采用腻子补涂。对于装饰效果要求较高的部位，应满刮腻子并打磨平整后，再涂装中间涂层。

5.3.7 中间涂层涂膜不得有漏涂、裂纹、起泡等缺陷，可存在局部少量流挂。

5.3.8 面涂层涂装前，中间涂层的局部流挂应打磨平整。面涂层涂膜要求平整光滑，色泽均匀一致，不得有漏涂、裂纹、起泡等缺陷。当同一工作面保持同一颜色时，应选用相同批号的涂料。

5.3.9 各道涂层之间的涂装间隔应按照使用说明书并结合施工环境温度确定；应在达到最小涂装间隔时间后进行涂装，并应在上一道涂层的最大重涂间隔时限内完成。当超出上一道涂层的最大重涂间隔时，应对上一道涂层进行拉毛，并清洁表面粉尘，方可进行下一道涂装。拉毛工艺应符合下列规定：

- 1 拉毛前，用有机溶剂清除油污；
- 2 根据涂料种类选择与之匹配的适宜细度用砂纸，对上一道涂层进行打磨。打磨过程中调整打磨力度，不损坏原有良好涂层；
- 3 清理表面污物及粉化涂层，并使表面粗糙；
- 4 拉毛后，进行表面清理，清除表面粉尘。

5.3.10 每道涂层厚度应符合本规程第 4.5.2~4.5.4 条中关于涂层体系的规定；涂装过程中应采取有效措施保障涂层的厚度和均匀性，并随时用湿膜厚度规检测湿膜厚度，保证干膜厚度满足设计要求。

5.3.11 涂装过程中，应防止涂料洒落、飞溅，减少对周围环境的污染。

5.4 涂层养护

5.4.1 涂层涂装完成后应经养护后方可投入使用，养护时间应根据产品使用说明或设计的相关要求确定。当使用说明和设计无相关要求时，养护时间不宜小于 7d。

条文说明

涂膜使用前需经过一定时间的养护，以保障具有足够的抵御外界介质侵蚀的性能。因不同的涂料可能具有不同的固化时间，当产品使用说明书或设计有明确要求时，一般需要遵照执行；本条也给出了没有明确要求时的推荐养护时间要求。该要求参照了《建筑防腐蚀工程施工规范》（GB 50212-2014）第 10.3.1 条的规定。

5.4.2 在涂层养护期间，应避免机械损伤、淋雨或直接浸水以及接触其他腐蚀介质。

条文说明

在养护完成前，涂层的涂膜没有完全固化，此时收到外力损伤或水侵，容易造成涂膜损伤或降低涂膜质量。

5.4.3 处于浪溅区、水位变动区、水下区等表湿区的涂料涂装完成后，应根据涂料使用说明书的要求，经过空气固化后方可浸水。

5.5 维修涂装

5.5.1 涂装完成后经检查发现涂层厚度不合格、表面有破损、裂纹、起泡、漏涂或附着力低于 1MPa 等情况时，应对出现上述情况的结构表面实施维修涂装。

条文说明

附着力限值要求引用《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》（JT/T 695-2007）第 9.3 条规定。

5.5.2 维修涂装前期应清理不合格的原有涂层，并进行表面清洁处理。表面处理应符合本规程第 5.2.1 条的要求。

5.5.3 修补用的涂料应与原涂料相同或相容，且涂层设计防护年限不低于原涂层，并按照本规程第 4.5.2 条规定进行涂装。

5.5.4 维修涂装的工艺要点应满足下列要求：

- 1 大面积修补的维修涂装程序应按照本规程第 5.2 节和 5.3 节规定执行；
- 2 小面积修补的维修涂装应注意使修补部位在满足处理要求的基础上面积尽可能小，其修补应按下面的程序进行：

——干燥修补部位；

——清洁修补区域，进行除油去灰工作；

——修补区域表面处理，可采用打磨的方式进行，确保底基层牢固可靠；

——当采用腻子进行填补时，应先涂封闭涂层，再使用腻子填补，然后在腻子上面涂装下一道涂层；

——当小面积涂装时，宜多施工几道，确保达到规定涂膜厚度。

条文说明

维修涂装宜根据涂层损坏面积大小分类进行修补。对于小面积修补，应在满足维修要求的基础上尽量少破坏原有涂层完好部位。

征求意见稿

6 钢结构涂装

6.1 施工准备

6.1.1 钢结构涂装前应编制施工方案。

6.1.2 施工单位应会同材料供应商对施工人员进行技术交底和相应的安全、环保教育。

6.1.3 施工单位不得随意变更涂料的品种以及施工方案。当有特殊情况需要变更时，变更方案应经业主和监理工程师批准后方可实施。

6.1.4 施工前应对检测仪器和计量工具进行校验，并对施工设备以及用具进行检验，确保相应设备以及用具满足实用要求以及安全要求。

6.1.5 应根据桥梁结构实际情况，设计适用于混凝土结构表面处理、涂装及质量检验的工作平台。工作平台应便于施工操作，且安全、牢固、可移动和拆装方便。

6.1.6 大面积涂装前，应由施工单位组织施工人员按工序要求进行小区试验，评价施工工艺的可行性，确定施工工艺参数、涂料用量等。小区试验应选择结构典型部位，涂装面积宜为（10~20）m²。

6.2 表面处理

6.2.1 钢结构在喷射除锈前应进行必要的结构预处理，结构预处理宜符合下列规定：

1 粗糙焊缝打磨光滑，焊接飞溅物用刮刀或砂轮机除去。焊缝上深为0.8mm以上或宽度小于深度的咬边应补焊处理，并打磨光滑；

2 锐边用砂轮打磨成曲率半径为不小于2mm的圆角；

3 切割边的峰谷差超过1mm时，打磨到1mm以下；

4 表面层叠、裂缝、夹杂物，须打磨处理，必要时补焊。

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

6.2.3 当确定钢材不接触氯离子环境时，可不进行表面可溶性盐分检测；当不

能确定时，应进行检测，并满足下列要求：

1 钢结构表面盐分不得超标，超标时，应采用高压淡水冲洗；

2 冲洗后，在 C5 及以下腐蚀环境下，钢材表面可溶性氯化物含量应不大于 $7\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ，在 CX 腐蚀环境下，应不大于 $5\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 。

6.2.4 钢结构除锈可采用手工和动力工具或喷射清理的方法处理。喷射清理用金属磨料应符合 GB/T 18838.1 的要求，喷射清理用非金属磨料应符合 GB/T 17850.1 的要求。

6.2.5 钢结构表面除锈等级应满足下列要求：

1 应用于 CX 腐蚀环境中的底涂层，钢材表面处理应达到 GB/T 8923 规定的 Sa3 级；

2 应用于 C5 及以下腐蚀环境中的环氧类底涂层包括环氧富锌底涂层，钢材表面处理应达到 GB/T 8923 规定的 Sa2½级；

3 不便于喷射除锈的部位，宜采用环氧类富锌底涂层，采用手工和动力工具除锈至 GB/T8923 规定的 St3 级。

6.2.6 桥梁钢结构表面经处理后的粗糙度应满足表 6.2.6 的要求。

表 6.2.6 钢材表面处理后的粗糙度

涂层膜厚 (μm)	≥ 400	$\geq 300, < 400$	< 300
粗糙度 (μm)	Rz60 ~100	Rz50 ~80	Rz30 ~60

条文说明：参照《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》(JT/T 722-2008) 第 4.3.1.4.3 条的规定，并根据当前工程需求修订确定。

6.2.7 喷射完工后，可使用真空吸尘器或无油、无水的压缩空气清理表面灰尘。清洁后的喷射表面灰尘清洁度要求按 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》的规定进行评定，并满足下列要求：

1 在 C4 及以下腐蚀环境下灰尘数量不大于 3 级，灰尘颗粒大小不大于 2 级；

2 在 C5 和 CX 腐蚀环境下灰尘数量不大于 2 级，灰尘颗粒大小不大于 2 级。

条文说明

表面处理的质量对涂层的质量具有重大影响，在第 6.2.1 条说明中已对此作

出说明，本条对各种处理方法和工艺作出规定。

钢结构表面处理质量是涂层附着力和保护性能满足要求的主要影响因素。化学处理剂处理后的钢材表面可能存有处理剂的残液，对于涂层附着力和保护性能均可能造成局部缺陷，因此需要进行清洗。同时，表面处理规定的清洁度及除锈等级要求，有利于保障涂层的涂装质量。

6.2.8 钢结构外表面采用车间底漆时，在涂装底漆前应采用喷射方法进行二次表面处理。当钢结构内表面为基本完好的无机硅酸锌车间底漆，且在采用非富锌类底漆同时确保非富锌类底漆与无机硅酸锌车间底漆的附着力时，可以不进行二次表面处理，但要除去表面盐分、油污、灰尘等污染物，并对焊缝、锈蚀处打磨至 GB/T 8923 规定的 St3 级。

6.3 涂装施工

6.3.1 涂料的准备工作应按本规程第 5.3.1 条的规定执行。

6.3.2 涂料的涂装方法可采用刷涂、高压无气喷涂和空气喷涂等。各方法应符合下列规定：

- 1 大面积涂装应采用高压无气喷涂施工；
- 2 细长、小面积以及复杂形状构件可采用空气喷涂或刷涂施工；
- 3 不易喷涂到的边角、铆钉头、螺栓头、角落以及不易到达区域应采用刷涂法进行预涂装或第一道底涂层后补涂。

- 4 采用喷涂方法时，应根据涂料类型和现场条件，选择和调整涂料黏度、喷涂压力、喷嘴型号、涂料温度、与被涂表面距离、喷幅，保障涂膜均一和连续。

- 5 涂装过程中，应采取预防措施防止涂料洒落、飞溅，以防污染周围环境。

6.3.3 溶剂型涂料涂装的环境条件应满足下列要求：

- 1 施工环境温度宜为 $5^{\circ}\text{C}\sim 38^{\circ}\text{C}$ ，空气相对湿度不大于85%，并且钢材表面温度大于露点 3°C ；禁止在有雨、雾、雪、大风和较大灰尘的情况下进行户外施工；

- 2 当施工环境温度在 $-5^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ 时，应采用低温固化产品或采取其它保障固化的措施；

- 3 醇溶型无机硅酸锌底涂层的施工固化条件应满足涂料厂家的要求，应在固化后涂装封闭涂层后再涂装中间涂层。

条文说明

醇溶型无机硅酸锌底涂层干燥后表面通常多孔，涂装中间漆前一般需要先雾喷封孔或用专用封闭漆封孔，以保障表面光顺。

6.3.4 水性涂料涂装的环境条件应满足下列要求：

1 施工环境宜为温度 $5^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，且空气相对湿度不大于80%，可在温度 $15^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 且空气相对湿度不大于60%的条件下施工。禁止在有雨、雾、雪、大风和较大灰尘的情况下进行户外施工；

2 当在封闭环境或通风不佳的环境施工时，应配置强制通风装置，保持施工过程和漆膜养护期间环境的空气相对湿度较低；

3 当施工环境温度较低时，可适当提高水性涂料温度或提高喷涂基材表面温度。

条文说明

参照《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》（JT/T 722-2008）中第 4.3.2.1 条的规定，并补充针对水性涂料涂装环境条件的要求。

6.3.5 钢结构表面处理后应尽快涂覆底涂层，并应在表面处理完成后 4h 内施工于准备涂装的结构表面上。当所处环境相对湿度不大于 60%时，可以适当延时，但最长不应超过 12h。当基材表面出现返锈现象时，应重新除锈。

条文说明

引用《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》（JT/T 722-2008）中第 4.3.1.4.5 条规定。

6.3.6 底涂层涂刷接槎整齐，涂层应均匀、平整，覆盖完全，不得有露底、发皱等缺陷。对不易涂装的部位，用刷涂法进行预先涂装或补涂。

6.3.7 中间涂层涂膜不得有漏涂、裂纹、起泡等缺陷，涂膜光滑平整。

6.3.8 面涂层涂装前，中间涂层的局部流挂应打磨平整。涂层用涂料的工作粘度、稠度应合适，涂膜要求平整光滑，色泽均匀一致，不得有漏涂、裂纹、起泡等缺陷。当同一工作面上保持同一颜色时，应选用相同批号的涂料。

6.3.9 末道面涂层现场涂装时应满足下列要求：

1 应对运输和装配过程中破损处进行修复处理；

2 应采用淡水、清洗剂等对待涂表面进行必要的清洁处理，除掉表面灰尘和油污等污染物；

3 应试验涂层相容性和附着力，整个涂装过程要随时注意涂装有无异常。

6.3.10 底涂层、中间涂层和面涂层应按照设计要求和材料工艺进行涂装。每道涂层的最小和最大涂装时间间隔应符合材料供应商的有关技术要求。当超过最大涂装时间间隔时，应进行拉毛处理并清洁表面。

6.3.11 焊接结构应预留焊接区域。预留区域外壁推荐喷射除锈至 GB/T 8923 规定的 Sa2½级，底涂层宜采用被许可的涂层底漆类型施工，中间涂层和面涂层配套体系应与相邻部位相同。内壁可进行打磨处理至 GB/T 8923 规定的 St3 级，并应采用相邻部位配套体系进行涂装。涂装工序宜符合下列规定：

1 厂内施工：

1) 预留焊接区域不进行涂装，采用胶带或其他方式进行防护；

2) 后续每道涂层按图 6.3.11 所示间隔一定宽度并逐层递减涂装，不涂装的部位应采用胶带防护。不涂装区域为焊缝两侧各 50~100mm 宽度，阶梯防护间隔宽度宜为 50~100mm。

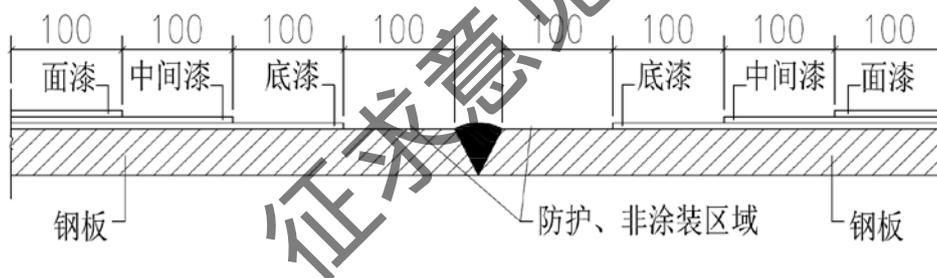


图 6.3.11 焊缝预留区域涂装示意图

2 现场施工：

1) 清除焊渣焊瘤，清除表面油污；

2) 表面喷砂除锈至 2.5 级或表面打磨至 St3 级；

3) 涂层搭接处匀顺过渡；

4) 按焊缝所在区域的涂装体系要求进行涂装。

6.3.12 栓接部位摩擦面宜采用无机富锌防滑涂料进行涂装，并符合下列规定：

1 摩擦面涂层初始抗滑移系数不小于 0.55，安装时（6 个月内）涂层抗滑移系数不小于 0.45；

2 栓接板的搭接缝隙部位，先采用相邻部位配套体系的涂料进行封闭；对于无法封闭的缝隙，按图 6.3.12 所示采用硫化型橡胶密封剂密封处理；

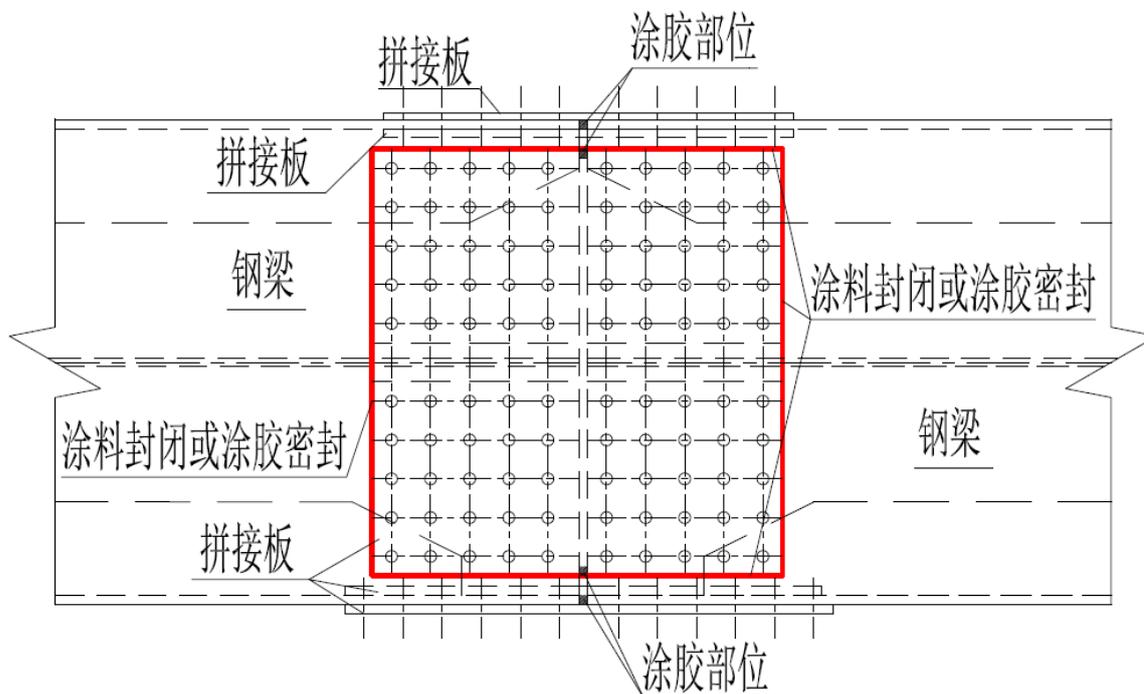


图 6.3.12 拼接缝涂胶示意图

3 栓接部位外露的底涂层及螺栓，涂装前进行必要的打磨清洁处理，然后按附表 B.0.6 的配套体系进行底涂层涂装施工。两道环氧富锌底涂层之间、其它各道涂层涂装应在实干后涂装下一道涂层，时间间隔应严格按产品说明书执行；

4 底涂层涂装完成后，开展中间涂层或密封涂层的涂装施工，并按相邻部位配套体系对栓接部位整体涂装面涂层。

6.4 涂层养护

6.4.1 涂装完成后，涂膜需经过规定的养护时间后方可投入使用。涂层自然养护时间不宜少于 7d，气温高时可缩短。

条文说明

引用《水工结构防腐蚀施工规范》（JTS/T 209-2020）中第 10.3.6.7 条规定

6.4.2 涂层养护期间，在涂料实干前，应避免机械损伤、淋雨或直接浸水以及接触其他腐蚀介质。

6.4.3 处于飞溅区、水位变动区、水下区等表湿区的涂料涂装完成后，应根据涂料使用说明书的要求，经过一定时间的空气固化后方可浸水。

6.5 维修涂装

6.5.1 涂装完成后检查发现涂层厚度或附着力不合格、表面有漏涂、起皮、鼓泡、大熔滴、松散粒子、裂纹、掉块等情况时，应对出现上述情况的结构表面实施维修涂装。

条文说明

外观、涂层厚度和附着力性能是确保涂层耐久性、防腐蚀性能的重要指标，当其不满足要求时，应对涂层进行维修涂装。

6.5.2 对小面积不合格原有涂层，应选用本规程第 6.2 规定的处理方式清理，并延伸至合格区域 50mm~80mm，并应修成坡口，表面处理至 Sa2½级或 St3 级。对大面积不合格原有涂层，应选用本规程第 6.2 规定的处理方式清理，表面应处理至 Sa2½级。

条文说明

按照《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》(JT/T 722-2008) 中第 4.4.4.1 条并根据当前工程实际要求确定。

6.5.3 维修涂装用涂料应与原涂料相同或相容，涂层设计保护年限不低于原涂层，并按照本规程第 4.6.2~4.6.6 条的规定进行涂装。

6.5.4 维修涂装的工艺要点应满足下列要求：

1 大面积修补的维修涂装程序应在原有涂层处理完毕后应按照本规程第 6.3 节规定执行；

2 小面积修补的维修涂装应注意使修补部位在满足处理要求的基础上面积尽可能小，其修补应按下面的程序进行：

- 干燥修补部位；
- 清洁修补区域，进行除油去灰工作；
- 修补区域表面处理，可采用打磨的方式进行，确保底基层牢固可靠；
- 对小面积刷涂时，宜多施工几道，确保达到规定涂膜厚度。

条文说明

维修涂装宜根据涂层损坏面积大小分类进行修补。对于小面积修补，应在满足维修要求的基础上尽量少破坏原有涂层完好部位。

7 涂层维护

7.1 涂层检查

7.1.1 桥梁涂层应开展经常检查和定期检查。检查时间可与桥梁经常检查、定期检查保持一致。

7.1.2 桥梁涂层检查应符合下列规定：

- 1 经常检查应进行涂层外观检查；
- 2 定期检查应进行涂层有效性检测评定，检测评定方法应按《公路桥梁耐久性检测评定规程》（JTG/T 5216）附录 B 的规定执行；
- 3 对于不易到达、难以检测等部位的涂层，宜开展监测。

7.2 日常保养

7.2.1 容易落尘和出现附着物的部位应定期对表面进行打扫、清洁。

7.2.2 涂装表面有积水、污渍、灰尘、盐分或其他容易导致涂层劣化的杂质污染时，应及时清除。

7.2.3 对容易遭受撞击、冲刷或日晒等易损部位，应采取防护或保护措施。

7.2.4 对于检查中发现的轻微损坏应及时修补。

7.3 涂层维修

7.3.1 在涂层设计保护年限内，涂层维修应符合下列规定：

- 1 当涂层有缺损时，应及时采用原涂层材料进行修复；
- 2 有效性评为 2 级或评为 3 级但程度较轻时，宜进行维修涂装；
- 3 评为 3 级且程度较重时，应重新涂装。

条文说明

根据《公路桥梁耐久性检测评定规程》（JTG/T 5216）规定，涂层劣化评定由好至差分为 3 个等级，评定为 2 级时，需要进行维修涂装，评定为 3 级时，需要重新涂装。

7.3.2 当涂层达到设计保护年限时，涂层维修应符合下列规定：

- 1 经检查外观良好且定期检查涂层有效性评为 1 级时，应对原涂层表面进

行清洁和拉毛处理后,可再次涂装 1~2 道原面涂层材料或相容的涂料,继续使用;

2 当涂层不符合继续使用条件时,旧涂层应采用适当的方式清理,并经过表面清洁处理后,方可涂装新涂层。

7.3.3 涂层缺损的维修涂装应符合下列规定:

1 先清理损坏区域周围松散的涂层,延伸至未损坏区域 50mm~80mm,并应修成坡口;

2 对损坏区按本规程第 5.2 和 6.2 的规定进行表面处理;

3 使用与原涂层体系相同的材料进行涂装。钢结构涂层小面积缺损可使用低表面处理环氧涂料+面漆进行涂装,中等面积缺损可使用环氧富锌底漆+环氧云铁中间漆+面漆进行涂装。

7.3.4 涂层整体的重新涂装应将原涂层清理干净,并分别按照本规程第 4 章、第 5 章和第 6 章的规定进行涂层体系设计和涂装作业。

8 质量检验

8.1 一般规定

8.1.1 涂层现场检验温度和相对湿度宜与施工环境条件接近或一致,避免在极端温湿度条件下开展现场检测。

条文说明

涂装现场检测项目结果有些受温度和湿度影响较大,应避免在极端环境条件下进行检测,从而保证检测结果的准确性。

8.1.2 涂层现场检验宜在涂装完成 7~14d 内进行。

条文说明

涂层性能检测应在涂层完全干燥和固化后尽快进行,涂料干燥固化时间与涂料品种和温度等有关,一般在温度 25℃中约经过 7d 时间涂层可以完全固化。

8.2 材料性能检验

8.2.1 防腐涂层体系与涂料应由材料供应商提供国家级检测机构出具的合格型式检验报告。

8.2.2 涂料应进行进场检验;对每批产品不大于 20 吨、同厂家、同品种、同

批号的涂料作为一检验批，检测项目应包括容器中状态、不挥发物含量、不挥发份中金属锌含量、干燥时间、附着力、耐冲击性、施工性、弯曲试验、细度和早期耐水性，检测方法和性能指标应满足本规程第 4.3 的规定。

8.3 混凝土结构涂装检验

8.3.1 混凝土结构表面处理检验应符合下列规定：

- 1 检测项目应包括外观、含水率、表面平整度以及粗糙度
- 2 检测方法应按表 8.3.1 的规定执行；
- 3 表面处理质量应满足本规程第 5.2.1 条的要求。

表 8.3.1 混凝土结构表面处理检测项目的检测方法

检测项目	检测方法
外观	目视检查
含水率	取 10 μ m 厚，45cm \times 45cm 透明聚乙烯薄膜平放于混凝土基层表面，用胶带纸密封四边，16h 后，薄膜下出现水珠或混凝土表面变黑，说明混凝土过湿
表面平整度	2m 直尺和楔形塞尺检查法：当混凝土表面处理面积小于 100m ² 时，抽检 3 处；当混凝土表面处理面积不小于 100m ² 时，每增加 100m ² ，应多抽检 1 处；每处测点不得少于 3 个

条文说明

表面含水率检测方法引用《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》（JT/T 695-2007）第 7.1.3 条规定，表面平整度检测方法引用《公路桥梁和隧道混凝土结构防腐涂装技术规程》（DB61/T 1036-2016）第 7.2.3.2 条规定。

8.3.2 混凝土结构防护涂层检验应符合下列规定：

- 1 防护涂层的检测项目应包括外观、干膜厚度和附着力；
- 2 检测方法应按表 8.3.2 的规定执行；

表 8.3.2 混凝土结构防护涂层检测方法

检测项目	检测方法
外观	目视检查
干膜厚度	无损型涂层测厚仪方法：每个检测单元随机检测 9 个测点，以 9 个测点的涂层干膜厚度算术平均值代表涂层的平均干膜厚度
	随炉件法：在同批检验区域内，将 0.5mm \times 50mm \times 100mm 白铁皮

	三块粘贴于混凝土表面，随检验批一起施工，涂装完 7d 后用磁性测厚仪测定白铁皮上的干膜厚度，可近似视为混凝土基面的涂装厚度
附着力	拉脱式涂层黏结强度测定仪方法：采用直接拉脱试验方法测定涂层与被涂物体之间的黏结力，按 JT/T695 附录 B.3 规定进行

3 每 2000m²~5000m² 为一个检验批，每一检测单元面积为 10m²；

4 防护涂层质量要求应满足下列要求：

——外观要求：涂层应连续、均匀、平整，不允许有露涂、流挂、变色、色差、针孔、裂纹、起泡等缺陷。

——涂层厚度要求：涂层厚度符合“80-20”规则，即涂层平均干膜厚度应不小于设计干膜厚度，80%的测定点应大于设计干膜厚度，最小干膜厚度应不小于设计干膜厚度的 80%。

——附着力要求：在腐蚀环境 I 下以及 II 中防腐年限为 10 年条件下，附着力不低于 1.0MPa，其余腐蚀环境条件下附着力不低于 1.5MPa。

条文说明

检测方法根据《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》（JT/T 695-2007）第 7.2.2.1 和第 7.2.3.1 条确定。涂层质量要求参照《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》（JT/T 695-2007）第 7.2.2.2 和第 7.2.3.2 条确定。

8.4 钢结构涂装检验

8.4.1 钢结构表面处理检验应符合下列规定：

- 1 检测项目应包括除锈等级、表面粗糙度、表面油污、表面灰尘清洁度和表面可溶性氯化物；
- 2 检测方法应按表 8.4.1 的规定执行；
- 3 表面处理质量应满足本规程第 6.2.1 条的要求。

表 8.4.1 钢结构表面处理检测方法

检测项目	检测方法
除锈等级	按照 GB/T 8923 的规定进行评判
表面粗糙度	按照 GB/T 13288.1、GB/T 13288.2 或 GB/T 10610 的规定进行
表面油污	粉笔试验法：适用于非光滑的钢结构表面，对于怀疑有油污污染的区域，用粉笔划一条直线贯穿油污区域。如果在该区域内，粉笔线条变

	细或变浅，说明该区域可能被油污污染。
	醇溶液试验法：适用于所有钢结构表面，对于怀疑有油污污染的部位，用蘸有异丙醇的脱脂棉球擦拭，并将异丙醇挤入透明的玻璃管中。加入2倍~3倍的蒸馏水，振荡混合约20min。以相同体积的异丙醇蒸馏水溶液为参照，如果溶液呈混浊状，表明钢结构表面有油污污染。
表面灰尘清洁度	按照 GB/T 18570.3 的规定进行
表面可溶性氯化物	按照 GB/T 18570.6 和 GB/T 18570.9 的规定进行

条文说明

表面油污检测方法参照《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》（JT/T 722-2008）中第 5.2.3 条确定。

8.4.2 钢结构防护涂层检验应符合下列规定：

- 1 防护涂层的检测项目应包括外观、厚度和附着力；
- 2 检测方法应按表 8.4.2 的规定执行；

表 8.4.2 钢结构防护涂层检测方法

检测项目	检测方法
外观检查	目视检查
涂层厚度	湿膜厚度按 GB/T 13452.2—2008 中 4.2.4 或 4.2.5 的规定进行
	干膜厚度按 GB/T 13452.2—2008 中 5.5 的规定进行
涂料涂层附着力	拉开法：按 GB/T 5210 的规定进行
	划叉法：按 GB/T 31586.2 的规定进行

3 每 1000m²~5000m² 为一个检验批，每一检测单元面积为 10m²；

4 防护涂层质量要求应满足下列要求：

1) 外观要求：涂料涂层表面应平整、均匀一致（除钢板本身公差允许范围的表面缺陷外），无漏涂、起泡、裂纹、气孔和返锈等现象，允许轻微桔皮和局部轻微流挂；金属涂层表面均匀一致，不允许有漏涂、起皮、鼓泡、大熔滴、松散粒子、裂纹和掉块等，允许轻微结疤和起皱。

2) 涂层厚度要求：

——施工中随时检查湿膜厚度以保证干膜厚度满足设计要求。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。涂层厚度达不到设计要求时，应增加涂装道数，直至合格为止；

——当漆膜设计厚度不大于 300μm 时，漆膜厚度测定点的最大值不能超过设计厚度的 3 倍；当漆膜设计厚度达到 300μm 以上时，漆膜厚度测定点的最大值不能超过设计厚度的 2.5 倍；无机富锌底涂层漆膜测定点的最大值不宜超过

120 μm 或按涂料供应商要求进行。

3) 涂料涂层附着力要求:

——当检测的涂层厚度不大于 250 μm 时, 各道涂层和涂层体系的附着力按划叉法进行, 不大于 1 级;

——当检测的涂层厚度大于 250 μm 时, 附着力试验按拉开法进行, 涂层体系附着力不小于 5MPa。附着力检测每 3 个测点中有 2 个分别达到设计要求, 另 1 个不低于设计要求的 80%, 可判定涂层附着力为合格。

条文说明

涂层质量要求参照《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》(JT/T 722-2008) 中第 4.3.3 条并根据当前工程实际要求确定。

征求意见稿

9 安全、卫生 and 环境保护

9.1 安全、卫生

9.1.1 涂装作业安全应符合《涂装作业安全规程—涂漆工艺安全及其通风净化》(GB 6514)、《涂装作业安全规程—安全管理通则》(GB 7691)、《涂装作业安全规程—涂漆前处理工艺安全及其通风净化》(GB 7692)和《建筑防腐蚀工程施工规范》(GB50212)中关于涂装作业的安全规定。

9.1.2 涂料存放地点应满足国家有关的消防要求,并且干燥通风,避免阳光直射,其储存温度应介于3°C~40°C之间。涂料应按品种、批号、颜色分别堆放,标识清楚。存放地点应有消防水源、灭火器和消防工器具,并应定期检查,消防道路应畅通。化学危险品的贮存和辨识应符合《常用化学危险品贮存通则》(GB 15603)和《危险化学品重大危险源辨识》(GB 18218)的规定。

条文说明

涂料存放地点安全性要求参考《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》(JT/T 695-2007)第6.1.2.2条确定。化学危险品的贮存和辨识应符合现行国家标准《常用化学危险品贮存通则》(GB 15603)和《危险化学品重大危险源辨识》(GB 18218)的规定。危险化学品造成事故的原因,主要是管理不力,有章不依,必须经常强调,加强监管。

9.1.3 涂装施工现场应远离火源,不允许堆放易燃、易爆和有毒物品。现场应有消防水源、灭火器和消防工器具,并应定期检查,消防道路应畅通。

条文说明

引用《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》(JT/T 695-2007)第10.1.3和第10.1.4条确定。

9.1.4 施工人员应正确穿戴工作服、口罩、防护镜等劳动保护用品,并符合《个体防护装备选用规范》(GB/T 11651)的规定。劳保用品应是具备相应资质厂家生产的合格产品。

条文说明

施工人员必须配备劳动保护用品,应符合现行国家标准《个体防护装备选用

规范》(GB/T 11651)的有关规定,如工作服、乳胶手套、滤毒口罩、防护镜等。在配制乙二胺丙酮溶液等毒性较强的物料或涂刷溶剂型涂料时,一定要戴上防毒面具或滤毒口罩,以防中毒事故发生。

9.1.5 施工用电安全应符合《用电安全导则》(GB/T 13869)、《国家电气设备安全技术规范》(GB 19517)和《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ 46)的有关规定。所有电器设备应绝缘良好,临时电线应选用胶皮线,工作结束后应切断电源。

条文说明

施工用电安全应符合现行国家标准《用电安全导则》(GB/T 13869)、《国家电气设备安全技术规范》(GB 19517)和《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ 46)的有关规定。施工现场的照明灯具必须系牢,并带有灯罩和钢保护圈。在受限空间内施工时,安全照明灯的电源电压应在36V以下。用电设备采用220V电源时,一定要接好地线,启用前应由电工检查,以防触电。

9.1.6 工作平台的搭建应符合有关安全规定。高空作业应符合《建筑施工高处作业安全技术规范》(JGJ 80)的有关规定,高空作业人员应具备高空作业资格。

9.1.7 施工现场应分开设置生活区、施工区和办公区。施工中产生的各类废物的处理应符合以下规定:

1 收集、贮存、运输、利用和处置各类废物时,应采取覆盖措施。包装物应采用可回收利用、易处置或易消纳的材料;

2 施工现场应工完料净场清,各类废物应按环保要求分类及时清理,并清运出场;

3 危险废物应集中堆放到专用场所,按国家环保的规定设置统一的识别标志,并建立危险废物污染防治的管理制度,制订事故的防范措施和应急预案;

4 危险废物应盛装在容器内,装载液体或半固体危险废物的容器顶部与液体表面之间应留出100mm以上的空间。不得将不相容的危险废物混合或合并存放。并定期对所贮存的危险废物包装容器及贮存设施进行检查,发现破损,应采取清理措施;

5 各类危险废物的处理应与地方环保部门办理处理手续或委托合格(地方环保部门认可)的单位组织集中妥善处理;

6 运输危险废物时,应按国家和地方有关危险货物和化学危险品运输管理的规定执行。

条文说明

生活区、施工区、办公区分区布置,可以降低互相之间的影响或干扰。施工中产生的各类废物,包括一般工业固体废物和危险废物,尤其是危险废物,由于其具有一定的危险特性,在施工过程中必须严加管理。各类废物的处理应符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》以及《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597)的有关规定。

9.2 环境保护

9.2.1 涂料有机挥发物(VOC)含量应满足下列要求:

- 1 水性涂料不大于 150g/L;
- 2 溶剂型涂料不大于 420g/L。

条文说明

鉴于涂料有机挥发物对环境和人身健康的影响,防腐涂料应具有较低的 VOC 含量,含量限值参考《建筑类涂料与胶黏剂挥发性有机化合物含量限值标准》(DB13/ 3005-2017)第 4 条规定。

9.2.2 涂层体系在施工状态下的加权综合 VOC 含量不大于 420g/L。

条文说明

考虑环保要求,并且考虑到实际 VOC 释放是在施工时发生的,因此规定在施工状态下,加权综合 VOC 含量不大于 420g/L,以减少对环境的污染破坏。

9.2.3 施工过程中对施工噪声污染的防治应符合下列规定:

1 施工现场应按《建筑施工场界噪声排放标准》(GB 12523)制订降噪措施。定期对噪声进行测量,并注明测量时间、地点、方法。做好噪声测量记录,超标时应采取措施;

2 在施工场界噪声敏感区域宜选择使用低噪声的设备,也可采取其他降低噪声的措施;

3 机械切割作业的时间,应安排在白天的施工作业时间内,地点应选择在较封闭的室内进行;

4 运输材料的车辆进入施工现场不得鸣笛,装卸材料应轻拿轻放。

条文说明

现有标准对施工噪声污染的防治规定如下：

1 在城市市区范围内向周围生活环境排放建筑施工噪声的，需要按现行国家标准《建筑施工场界噪声限值》（GB 12523）和《中华人民共和国环境噪声污染防治法》的有关规定。

2 在城市市区、居民生活区等噪声敏感区域内进行施工作业时，通常选择使用低噪声的设备，对环境噪声污染严重的落后设备实行淘汰，并符合《中华人民共和国环境噪声污染防治法》的有关规定。

3 机械切割作业需要选定加工点，并进行封闭维护。

9.2.4 施工过程中应采取措施加强对粉尘的防治，不得造成周边水土污染。

征求意见稿

附录 A 公路桥梁结构涂装防护的涂料要求

A.1 混凝土结构涂料要求

A.1.1 混凝土结构涂装防护底漆性能宜分别满足表 A.1.1-1 和表 A.1.1-2 的要求。

表 A.1.1-1 混凝土结构涂装用环氧底漆的性能要求

项目	性能要求				试验方法	
	溶剂型		潮湿表面 容忍性	柔性		水性
	普通型	高固体分型				
容器中状态	淡黄色或其他色透明均匀液体				目测	
细度(μm)	≤15			/	GB/T 6753.1	
不挥发物含量(%)	40~50	70~90	≥40		/	GB/T 1725
干燥时间 (h)	表干	≤2		≤4	≤3	GB/T 1728
	实干	≤12		≤24	/	
黏度(涂-4)(s)	≤25			/	GB/T 1723	
柔韧性(mm)	≤2		1	/	GB/T 1731	
附着力(划圈法)(级)	1			/	GB 1720	
耐冲击性(cm)	50			/	GB/T 1732	
低温稳定性				不变质	GB/T 9755	
耐碱性, 168h				漆膜无失光、变色、 起泡等现象	GB/T 9265	
VOC 含量(g/L)	≤250			≤100	GB/T 23985 -2009中8.3 GB/T 23986 -2009中10.3	
潮湿混凝土基面施涂性	/		试样能够 均匀涂 刷, 并且 形成均匀 涂膜	/	/	目测
漆膜外观	/	/	/	均匀, 无流挂、发 花、针孔、开裂和 剥落等异常现象		目测

表 A.1.1-2 混凝土结构涂装用水性丙烯酸底漆性能要求

项目	性能要求	试验方法
容器中状态	乳白色等透明或半透明均一液体	目测
漆膜外观	漆膜均匀, 无流挂、发花、针孔、开裂和剥落等异常现象	目测
低温稳定性	不变质	GB/T 9755

干燥时间(表干)(h)	≤2	GB/T 1728
耐碱性, 168h	漆膜无起泡、开裂、明显变色和失光等现象	GB/T 9265
VOC 含量(g/L)	≤200	GB/T 23986 -2009中10.3

A.1.2 混凝土桥梁结构涂装防护中间漆性能宜分别满足表 A.1.2-1~表 A.1.2-3 的要求。

表 A.1.2-1 混凝土结构涂装用环氧中间漆的性能要求

项目	技术要求				试验方法
	溶剂型		快干型	柔性	
	普通型	厚浆型			
容器中状态	搅拌混合后, 无硬块, 呈均匀状态				目测
细度(μm)	≤90			≤60	GB/T 6753.1
不挥发物含量(%)	≥75	≥85	≥85	≥90	GB/T 1725
	符合产品要求, 允许偏差值±2				
密度(g/mL)	1.7~1.9		1.55~1.65	≤1.45	GB/T 6750
	符合产品要求, 允许偏差值±0.05				
干燥时间(h)	表干	≤1	≤4	≤4	GB/T 1728
	实干	≤8	≤24	≤24	
抗流挂性(μm)	≥150	≥250	≥250	/	GB 9264
柔韧性(mm)	≤2			/	GB/T 1731
附着力(划圈法)(级)	≤2				GB 1720
耐冲击性(cm)	50				GB/T 1732
黏度(涂-4)(s)	/			40~100	GB/T 1723
拉伸强度(MPa)	/			≥8	GB/T 528
拉断伸长率(%)	/			≥60	GB/T 528
VOC 含量(g/L)	≤250				GB/T 23985 -2009 中 8.3

表 A.1.2-2 混凝土结构涂装用柔性聚氨酯中间漆的性能要求

项目	技术要求		试验方法
容器中状态	搅拌混合后, 无硬块, 呈均匀状态		目测
细度(μm)	≤60		GB/T 6753.1
不挥发物含量(%)	≥90		GB/T 1725
密度(g/mL)	≤1.45		GB/T 6750
干燥时间(h)	表干	≤4	GB/T 1728
	实干	≤24	
附着力(划圈法)(级)	≤2		GB 1720
耐冲击性(cm)	50		GB/T 1732
黏度(涂-4)(s)	40~100		GB/T 1723
拉伸强度(MPa)	≥8		GB/T 528
拉断伸长率(%)	≥60		GB/T 528
VOC 含量(g/L)	≤250		GB/T 23985

		-2009 中 8.3
--	--	-------------

表 A.1.2-3 混凝土结构涂装用水性丙烯酸中间漆的性能要求

项目	技术要求	试验方法
容器中状态	搅拌混合后, 无硬块, 呈均匀状态	目测
细度(μm)	≤ 80	GB/T 6753.1
低温稳定性	不变质	GB/T 9755
漆膜外观	漆膜均匀, 无流挂、发花、针孔、开裂和剥落等异常现象	目测
干燥时间(表干)(h)	≤ 2	GB/T 1728
拉伸强度(MPa)	≥ 1.5	GB/T 528
拉断伸长率(%)	≥ 100	GB/T 528
耐水性(h)	168h 漆膜不起泡、不开裂、不粉化, 允许轻微变色和失光	GB/T 1733
VOC 含量(g/L)	≤ 200	GB/T 23986 -2009中10.3

A.1.3 混凝土桥梁结构涂装防护面漆性能宜分别满足表 A.1.3-1~表 A.1.3-5 的要求。

表 A.1.3-1 混凝土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
	溶剂型丙烯酸聚氨酯面漆	快干型丙烯酸聚氨酯面漆	柔性聚氨酯面漆	
容器中状态	搅拌混合后, 无硬块, 呈均匀状态			目测
细度(μm)	≤ 35	≤ 35	≤ 35	GB/T 6753.1
不挥发物含量(%)	≥ 55	≥ 60	≥ 80	GB/T 1725
黏度(涂-4)(s)	/	/	40~80	GB/T 1723
干燥时间(h)	表干	≤ 1	≤ 0.5	GB/T 1728
	实干	≤ 12	≤ 10	
柔韧性(mm)	≤ 2	/	/	GB/T 1731
附着力(划圈法)(级)	≤ 2	/	/	GB 1720
耐冲击性(cm)	50	/	/	GB/T 1732
拉伸强度(MPa)	/	/	≥ 10	GB/T 528
拉断伸长率(%)	/	/	≥ 150	GB/T 528
VOC 含量(g/L)	≤ 380	≤ 380	≤ 250	GB/T 23985 -2009 中 8.3
耐水性(h)	24h, 漆膜无失光、变色、起泡等现象	72h, 漆膜无失光、变色、起泡等现象	24h, 漆膜无失光、变色、起泡等现象	GB/T 1733
耐酸性, 10% H_2SO_4	240h, 白色漆膜无失光、变色、起泡等现象。其他颜色漆膜无起泡、开裂、明显变色和失光	240h, 漆膜无起泡开裂、明显变色和失光等现象	72h, 漆膜无起泡、开裂、明显变色和明显失光等现象	GB 9274

	光等现象			
耐碱性, 10%NaOH	240h, 漆膜无变化	240h, 漆膜无起泡开裂、明显变色和失光等现象	72h, 漆膜无起泡、开裂、明显变色和明显失光等现象	GB 9274
耐磨性 (1kg·500r)(g)	/	≤0.05	/	GB/T 1768
适用期(min)	/	≥120	/	目测
人工加速老化	1000h, 漆膜无起泡、剥落、粉化现象。白色和浅色漆膜允许变色 1 级, 失光 1 级; 其他颜色漆膜允许变色 2 级, 失光 2 级。	1500h, 漆膜无起泡、剥落、开裂、粉化、明显变色现象。	1000h, 漆膜无起泡、剥落、粉化等现象, 允许轻微变色。	GB/T 1865

22 混凝土结构涂装用氟碳面漆的性能要求

项目	技术要求		试验方法
	溶剂型氟碳面涂层	柔性氟碳面涂层	
容器中状态	搅拌混合后, 无硬块, 呈均匀状态		目测
细度(μm)		≤35	GB/T 6753.1
不挥发物含量(%)	≥55	≥60	GB/T 1725
黏度(涂-4)(s)	/	40~80	GB/T 1723
干燥时间 (h)	表干	≤1	GB/T 1728
	实干	≤12	
拉伸强度(MPa)		≥10	GB/T 528
拉断伸长率(%)		≥100	GB/T 528
柔韧性(mm)	≤2	/	GB/T 1731
附着力(划圈法)(级)	≤2	/	GB 1720
耐冲击性(cm)	50	/	GB/T 1732
VOC 含量(g/L)	≤420		GB/T 23985 -2009 中 8.3
耐水性, 24h	漆膜无失光、变色、起泡等现象		GB/T 1733
耐酸性, 10%H ₂ SO ₄ (h)	240h 后白色漆膜无失光、变色、起泡等现象。其他颜色漆膜无起泡、开裂、明显变色和失光等现象	72h 后漆膜无起泡、开裂、明显变色和明显失光等现象	GB 9274
耐碱性, 10%NaOH(h)	240h 后优等品漆膜无失光、变色、起泡等现象。一等品漆膜无起泡、开裂、明显变色和失光等现象	72h 后漆膜无起泡、开裂、明显变色和明显失光等现象	GB 9274

人工加速老化	优等品 5000h 后，一等品 3000h 后，漆膜无起泡、剥落、粉化现象。白色和浅色漆膜允许变色 1 级，失光 1 级；其他颜色漆膜允许变色 2 级，失光 2 级。	3000h 后，漆膜无起泡、剥落、粉化现象。白色和浅色漆膜允许变色 1 级，失光 1 级；其他颜色漆膜允许变色 2 级，失光 2 级。	GB/T 1865
主剂溶剂可溶物氟含量 (%)	^a ≥24(优等品) ≥22(一等品)	≥20	HG/T 3792
^a 生产氟碳涂料所用的 FEVE 氟碳树脂的氟含量，优等品不小于 25，一等品不小于 23。			

表 A.1.3-3 混凝土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
	含氟丙烯酸类 ^b	FEVE 类	PVDF 类	
容器中状态	搅拌混合后，无硬块，呈均匀状态			目测
细度(μm)	≤40			GB/T 6753.1
低温稳定性	不变质			GB/T 9755
漆膜外观	漆膜均匀，无流挂、发花、针孔、开裂和剥落等异常现象			目测
基料中氟含量 ^a (%)	≥6	≥14	≥16	
干燥时间(h)	≤2			GB/T 1728
拉伸强度(MPa)	≥1.5			GB/T 528
拉断伸长率(%)	≥100			GB/T 528
VOC 含量(g/L)	≤200			GB/T 23986-2009 中 10.3
耐水性(h)	168h 漆膜不起泡、不开裂、不粉化，允许轻微变色和失光			GB/T 1733
人工加速老化	优等品 5000h，一等品 3000h，漆膜无起泡、剥落、粉化、明显变色等现象			GB/T 1865
^a 制备涂料所用氟树脂的氟含量：含氟丙烯酸类型不小于 8%；FEVE 类型不小于 16%；PVDF 类型不小于 18%。				
^b 含氟丙烯酸类应通过红外光谱或其他适宜的检测手段鉴定不含氯元素。				

表 A.1.3-4 混凝土结构涂装用聚天门冬氨酸聚脲面漆的性能要求

项目	技术要求		试验方法
容器中状态	搅拌混合后，无硬块，呈均匀状态		目测
细度(μm)	≤35		GB/T 6753.1
不挥发物含量(%)	≥85		GB/T 1725
干燥时间(h)	表干	≤1	GB/T 1728
	实干	≤12	

柔韧性(mm)	1	GB/T 1731
附着力(划圈法)(级)	1	GB 1720
耐冲击性(cm)	50	GB/T 1732
耐水性, 72h	漆膜无失光、变色、起泡等现象	GB/T 1733
耐酸性, 10% H_2SO_4 , 240h	漆膜无起泡、开裂、明显变色和失光等现象	GB 9274
耐碱性, 10% $NaOH$, 240h	漆膜无起泡、开裂、明显变色和失光等现象	GB 9274
耐磨性(1kg·500r)(g)	≤ 0.05	GB/T 1768
适用期(min)	≥ 45	目测
人工加速老化	1500h 后, 漆膜无起泡、剥落、开裂、粉化、明显变色现象。	GB/T 1865

表 A.1.3-5 混凝土结构涂装用氯化橡胶面漆的性能要求

项目		技术要求	试验方法
容器中状态		搅拌混合后, 无硬块, 呈均匀状态	目测
细度 ^a (μm)		≤ 40	GB/T 6753.1
施工性		施涂无障碍	目测
遮盖力 (g/m^2)	白色和浅色 ^b	≤ 160	GB/T 1726
	其他色	商定	
不挥发物含量 ^b (%)		≥ 45	GB/T 1725
干燥时间(h)	表干	≤ 1	GB/T 1728
	实干	≤ 8	
漆膜外观		漆膜外观正常	目测
附着力(拉开法)(MPa)		≥ 3	GB/T 5210
耐弯曲性(mm)		10	GB/T 6742
耐碱性 ^c , 0.5% $NaOH$, 48h		漆膜无起泡、开裂、明显变色和失光等现象	GB/T 9274
光泽(60°)/单位值		商定	GB/T 9754
耐盐雾性 (600h)		无起泡、生锈、剥落现象	GB/T 1771
人工加速老化 (300h)	白色和浅色 ^b	漆膜无起泡、剥落、开裂、生锈, 变色 ≤ 2 级, 粉化 ≤ 2 级。	GB/T 1865
	其他色	漆膜无起泡、剥落、开裂、生锈, 变色 ≤ 3 级, 粉化 ≤ 2 级。	
^a 含片状颜料和效应颜料, 如铝粉、云母氧化铁、玻璃鳞片、珠光粉等的产品除外。 ^b 浅色是指以白色涂料为主要成分, 添加适量色浆后配制成的浅色涂料形成的涂膜所呈现的浅颜色, 按 GB/T 15608 中规定明度值为 6~9 之间 (三刺激值中的 $Y_{D65} \geq 31.26$)。 ^c 铝粉面涂层除外。			

A.1.1~A.1.3 条文说明

适用于混凝土桥梁表面防护的涂料主要包括环氧类、聚氨酯类、丙烯酸及其改性类、氯化橡胶类、氟碳类以及各种水性涂料。各类涂料性能根据结构所处环

境及防护部位要求有所差异，条文中所列各类涂料及性能引用《混凝土桥梁结构表面用防腐涂料》（JT/T 821-2011）4.2 的规定。

A.2 钢结构涂料要求

A.2.1 桥梁钢结构涂装防护底漆性能宜分别满足表 A.2.1-1~表 A.2.1-5 的要求。

表 A.2.1-1 钢结构涂装用车间底漆的性能要求

项目	技术要求		试验方法
	含锌车间底漆	不含锌车间底漆	
容器中状态	搅拌后无硬块，呈均匀状态		目测
不挥发物含量(%)	≥50	≥40	GB/T 1725
不挥发份中金属锌含量(%)	30~50	—	HG/T 3668
VOC 含量(g/L)	≤650（溶剂型）		GB/T 23985-2009 中 8.3
	≤50（水性）	≤80（水性）	GB/T 23986-2009 中10.3
干燥时间(min)	≤5		GB/T 1728
耐盐雾性	48h 无红锈出现	48h 无气泡无生锈	GB/T 1771
焊接与切割	合格		GB/T 6747
弯曲与成型	合格		GB/T 6747

表 A.2.1-2 钢结构涂装用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	GB/T 1728
	实干	≤8	
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 23985-2009 中 8.3
	≤50（水性）	-	GB/T 23986-2009 中 10.3
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 $\geq 70\%$ 。
 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 A.2.1-3 钢结构涂装用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 5176-2017 中6.4.9
干燥时间 (h)	表干	GB/T 1728
	实干	
早期耐水性	无异常	HG/T 5176-2017 中6.4.11
附着力(拉开法)(MPa)	≥ 5	GB/T 5210
VOC 含量(g/L)	≤ 200	GB/T 23986-2009中10.3
耐盐雾性能 ($90\pm 10\mu\text{m}$ 涂层, 漆膜养护14d)(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 $\leq 2\text{mm}$	GB/T 1771

表 A.2.1-4 钢结构涂装用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	GB/T 3668
细度(μm)	≤ 90	GB/T 1724
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
耐盐雾性能 ($40\pm 5\mu\text{m}$ 涂层)(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 $\leq 2\text{mm}$	GB/T 1771

表 A.2.1-5 钢结构涂装用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	≤2	GB/T 1728
	实干	≤8	≤24	
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涂层)(h)		5000h,划痕处单向扩蚀≤2mm,未划痕区不起泡、不生锈、不开裂、不剥落	3000h,划痕处单向扩蚀≤2mm,未划痕区不起泡、不生锈、不开裂、不剥落	HG/T 5573

A.2.2 桥梁钢结构涂装防护封闭漆性能宜满足表 A.2.2 的要求。

表 A.2.2 钢结构涂装用环氧封闭漆的性能要求

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	≤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

A.2.3 桥梁钢结构涂装防护中间漆性能宜分别满足表 A.2.3-1 和表 A.2.3-2 的要求。

表 3 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	-	GB/T 1728
	实干	-	
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 23985-2009中 8.3

表 4 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	表干	≤2	GB/T 1728

间(h)	实干	≤24	
早期耐水性		无异常	HG/T 5176-2017 中6.4.11
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 23986-2009中10.3
耐水性（漆膜厚度50±5μm，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

A.2.4 桥梁钢结构涂装防护面漆性能宜分别满足表 A.2.4-1~表 A.2.4-6 的要求。

表 A.2.4-1 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(%)		≥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)		≥5	GB/T 5210
VOC 含量(g/L)		≤250	GB/T 23985-2009中8.3

表 A.2.4-2 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 23985-2009 中8.3

表 A.2.4-3 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 3792-2014附录A

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)		≤0.05	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 23985-2009 中8.3

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 A.2.4-4 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 4755-2014附录B
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 23985-2009 中8.3

表 A.2.4-5 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 23986-2009 中 10.3

表 A.2.4-6 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 4104-2019 附录A
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 23986-2009 中 10.3

A.2.5 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 A.2.5-1 和表 A.2.5-2 的要求。

表 A.2.5-1 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	搅拌均匀后无硬块, 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)	≤50		GB/T 23985-2009中8.3

表 A.2.5-2 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
闪锈抑制性	正常		HG/T 5176-2017 中6.4.9
干燥时间(h)	表干	≤2	GB/T 1728
	实干	≤24	
早期耐水性	无异常		HG/T 5176-2017 中6.4.11
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 23986-2009中10.3
耐水性(漆膜厚度 50±5μm, 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±10μm 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≤2mm		GB/T 1771

征求意见稿

附录 B 桥梁混凝土结构表面涂层体系方案

混凝土桥梁结构表面涂层体系见表 B.0.1~表 B.0.4。

表 B.0.1 大气腐蚀环境下的涂层体系

配套编号	腐蚀环境	配套涂层名称	道数/干膜厚度 (μm)	总干膜厚度 (μm)	设计保护年限(年)	
H1.01	C2	水性丙烯酸封闭涂层	1/ ≤ 50	≤ 150	10	
		水性丙烯酸面涂层	2/100			
H1.02		丙烯酸封闭涂层或环氧封闭涂层	2/ ≤ 50	≤ 150		
		丙烯酸面涂层或氯化橡胶面涂层	2/100			
H1.03		水性丙烯酸封闭涂层	1/ ≤ 50	≤ 230		20
		水性丙烯酸中间涂层	2/100			
		水性有机硅丙烯酸面涂层	2/80			
H1.04		丙烯酸封闭涂层	1/ ≤ 50	≤ 230		
		丙烯酸面涂层	3/180			
H1.05		环氧封闭涂层	1/ ≤ 50	≤ 220		
		环氧树脂中间涂层	2/100			
		丙烯酸聚氨酯面涂层	2/70			
H2.01	C3	水性丙烯酸封闭涂层	1/ ≤ 50	≤ 170	10	
		水性丙烯酸面涂层	2/120			
H2.02		丙烯酸封闭涂层	2/ ≤ 50	≤ 170		
		丙烯酸面涂层或氯化橡胶面涂层	2/120			
H2.03		环氧封闭涂层	1/ ≤ 50	≤ 170		
		环氧树脂中间涂层	1/50			
		丙烯酸聚氨酯面涂层	2/70			
H2.04		水性丙烯酸封闭涂层	1/ ≤ 50	≤ 250	20	
		水性丙烯酸中间涂层	2/120			
		水性氟碳面涂层	2/80			
H2.05		环氧封闭涂层	1/ ≤ 50	≤ 230		
		环氧树脂中间涂层	2/100			
	丙烯酸聚氨酯面涂层或有机硅丙烯酸面涂层	2/80				
H2.06	环氧封闭涂层	1/ ≤ 50	≤ 210			
	环氧树脂中间涂层	2/100				
	氟碳面涂层	2/60				
H3.01	C4	环氧封闭涂层	1/ ≤ 50	≤ 200	10	
		环氧树脂中间涂层	2/80			
		丙烯酸聚氨酯面涂层	2/70			
H3.02		环氧封闭涂层	1/ ≤ 50	≤ 220		
		环氧树脂中间涂层	2/80			
		氯化橡胶面涂层或丙烯酸面涂层	2/90			

H3.03		环氧封闭涂层	1/≤50	≤270	20	
		环氧树脂中间涂层	140			
		丙烯酸聚氨酯面涂层	80			
H3.04		环氧封闭涂层	1/≤50	≤250		
		环氧树脂中间涂层	2/140			
		氟碳面涂层	2/60			
H4.01	C5	环氧封闭涂层	1/≤50	≤220	10	
		环氧树脂中间涂层	2/100			
		丙烯酸聚氨酯面涂层	2/70			
H4.02		环氧封闭涂层	1/≤50	≤230		
		环氧树脂中间涂层	2/100			
		氯化橡胶面涂层或丙烯酸面涂层	2/80			
H4.03		环氧封闭涂层	1/≤50	≤330		20
		环氧树脂中间涂层	2/200			
		丙烯酸聚氨酯面涂层	2/80	≤310		
	或氟碳面涂层	2/60				

表 B.0.2 淡水环境 (Im1) 下的涂层体系

配套编号	腐蚀环境	配套涂层名称	道数/干膜厚度 (μm)	总干膜厚度 (μm)	设计保护年限(年)	
H5.01	水位变动区 (C1, C2)	环氧封闭涂层	1/≤50	≤230	10	
		氯化橡胶面涂层	1/180			
H5.02		环氧封闭涂层	1/≤50	≤200		
		环氧树脂中间涂层	2/80			
		氯化橡胶面涂层	2/70			
H5.03		环氧封闭涂层	1/≤50	≤250		20
		环氧树脂中间涂层	2/120			
		丙烯酸聚氨酯面涂层	1/80	≤270		
		或氯化橡胶面涂层	1/100			
H6.01	水位变动区 (C3)	环氧封闭涂层	1/≤50	≤240	10	
		环氧树脂中间涂层	2/100			
		氯化橡胶面涂层或	2/90	≤230		
		丙烯酸聚氨酯面涂层	2/80			
H6.02		环氧封闭涂层	1/≤50	≤300		20
		环氧树脂中间涂层	2/160			
	丙烯酸聚氨酯面涂层或	2/90	≤330			
氯化橡胶面涂层	2/120					
H7.01	水位变动区 (C4)	环氧封闭涂层	1/≤50	≤240	10	
		环氧树脂中间涂层	2/120			
		丙烯酸聚氨酯面涂层	2/70			
H7.02		环氧封闭涂层	1/≤50	≤260		
		环氧树脂中间涂层	2/120			

		氯化橡胶面涂层	2/90		
H7.03		环氧封闭涂层	1/≤50	≤390	20
		环氧树脂中间涂层	2/250		
		丙烯酸聚氨酯面涂层 或氟碳面涂层	2/90 2/70	≤370	
H8.01	水下区	环氧封闭涂层	1/≤50	≤300	10
		环氧树脂面涂层或 环氧煤焦油沥青面涂层	2/250 2/300	≤350	
H8.02		环氧封闭涂层	1/≤50	≤400 ≤450	20
		环氧树脂面中间涂层 或环氧煤焦油沥青面涂层	2/350 2/400		

表 B.0.3 海水或盐水环境 (Im2) 下的涂层体系

配套编号	防腐部位	配套涂层名称	道数/干膜厚度 (μm)	总干膜厚度 (μm)	设计保护年 限(年)
H9.01	水位变动区 和浪溅区	环氧封闭涂层	1/≤50	≤270	10
		环氧树脂中间涂层	2/150		
		丙烯酸聚氨酯面涂层	2/70		
H9.02		环氧封闭涂层	1/≤50	≤290	
		环氧树脂中间涂层	2/150		
		氯化橡胶面涂层	2/90		
H10.01	水下区	环氧封闭涂层	1/≤50	≤350	20
		环氧树脂面涂层 或环氧煤焦油沥青面涂层	2/300 2/350	≤400	
H11.01	水位变动区 和浪溅区	环氧封闭涂层	1/≤50	≤850	20
		环氧或乙烯酯玻璃鳞片面涂层	4/800		
H11.02		环氧封闭涂层	1/≤50	≤440	
		环氧树脂中间涂层	2/300		
		丙烯酸聚氨酯面涂层	2/90		
H11.03		环氧封闭涂层	1/≤50	≤350 ≤120	
		环氧树脂面涂层 或氟碳面涂层	2/300 2/70		
H11.04		环氧封闭涂层	1/≤50	≤440	
		环氧树脂中间涂层	2/300		
		环氧聚硅氧烷面涂层	2/90		
H12.01	水下区	环氧封闭涂层	1/≤50	≤500	20
		环氧树脂面涂层或 环氧煤焦油沥青面涂层	3/450 4/500	≤550	

附录 C 桥梁钢结构表面涂层体系方案

桥梁钢结构表面涂层体系见表 C.0.1~表 C.0.6。

表 C.0.1 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			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			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			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		

注 1: 环氧封闭漆可用环氧云铁中间漆代替。
 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。
 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。
 注 4: 海拔高于 2000m 的 C3 腐蚀环境推荐采用 S02 配套体系设计。

表 C.0.2 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 C.0.3 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 C.0.4 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	水下区 (Im1、 Im2、Im4)		(2~3)/600	600	

表 C.0.5 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)
------	------	--------	---------------	-----------	-----------

G13.01	摩擦面	防滑无机富锌涂层	1/80	80	30
--------	-----	----------	------	----	----

表 C.0.6 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	/	
		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	/	
		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。					

征求意见稿

附录 D 桥梁钢结构表面防腐涂层体系特殊方案

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D.0.1~表D.0.3。

表 D.0.1 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涂层	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		
<p>注1: 环氧封闭中间涂层可用环氧云铁中间涂层代替。</p> <p>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。</p>					

表 D.0.2 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 D.0.3 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		