

ICS 87.020
CCS G 51



中华人民共和国国家标准

GB/T 31817—2025
代替 GB/T 31817—2015

风力发电设施防护涂装技术规范

Specification of coating for corrosion protection of windpower equipment

2025-12-02 发布

2026-07-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	3
4 分类	3
4.1 涂装部位分类	3
4.2 腐蚀环境分类	3
4.3 涂装分类	4
5 要求	4
5.1 涂层体系	4
5.2 涂装工艺	15
6 试验方法	19
6.1 涂层材料	19
6.2 涂层体系	19
6.3 表面处理	21
6.4 涂层现场	22
7 检验规则	22
7.1 取样	22
7.2 检验项目	22
7.3 判定原则	22
8 验收	22
附录 A (规范性) 叶片涂层材料性能要求和试验方法	24
A.1 叶片底漆和面漆	24
A.2 叶片整形腻子和针孔腻子	25
A.3 叶片前缘保护漆	26
附录 B (规范性) 除叶片外其他部位涂料性能要求和试验方法	28
B.1 除叶片外其他部位溶剂型涂料	28
B.2 除叶片外其他部位水性涂料	30

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。

本文件代替 GB/T 31817—2015《风力发电设施防护涂装技术规范》，与 GB/T 31817—2015 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了范围(见第 1 章,2015 年版的第 1 章);
- b) 更改了术语和定义(见第 3 章,2015 年版的第 3 章);
- c) 更改了分类(见第 4 章,2015 年版的第 4 章、附录 A);
- d) 删除了涂装施工单位基本要求(见 2015 年版的 5.1);
- e) 更改了涂层体系要求(见 5.1、附录 A、附录 B,2015 年版的 5.2、5.3);
- f) 更改了涂装工艺要求(见 5.2,2015 年版的 5.4);
- g) 更改了涂层材料试验方法(见 6.1、附录 A、附录 B,2015 年版的附录 B);
- h) 更改了涂层体系试验方法(见 6.2,2015 年版的 6.1);
- i) 更改了表面处理试验方法(见 6.3,2015 年版的 6.2);
- j) 更改了涂层现场试验方法(见 6.4,2015 年版的 6.3);
- k) 删除了基料中硅氧键含量测定方法(见 2015 年版的附录 C)。

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。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由全国涂料和颜料标准化技术委员会(SAC/TC 5)归口。

本文件起草单位：中海油常州涂料化工研究院有限公司、天津灯塔涂料工业发展有限公司、治建新材料股份有限公司、佐敦涂料(张家港)有限公司、江苏兰陵高分子材料有限公司、中材科技风电叶片股份有限公司、金风科技股份有限公司、国恒信(常州)检测认证技术有限公司、明阳智慧能源集团股份公司、运达能源科技股份有限公司、苏州天顺风能设备有限公司、国电象山海上风电有限公司、山东中车同力钢构有限公司、三峡新能源海上风电运维江苏有限公司、国网电力工程研究院有限公司、国电投南通新能源有限公司、中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司、海虹老人北亚投资有限公司、麦加芯彩新材料科技(上海)股份有限公司、上海海隆赛能新材料有限公司、信和新材料股份有限公司、上海曦骅检测技术有限公司、重庆三峡油漆股份有限公司、西北永新涂料有限公司、洛阳船舶材料研究所(中国船舶集团有限公司第七二五研究所)、江苏金陵特种涂料有限公司、中航百慕新材料技术工程股份有限公司、浙江交工装备工程有限公司、广东睿智环保科技股份有限公司、黄山中邦孚而道涂料有限公司、阿克苏诺贝尔防护涂料(苏州)有限公司、株洲市九华新材料涂装实业有限公司、株洲飞鹿高新材料技术股份有限公司、大金氟化工(中国)有限公司、庞贝捷涂料(昆山)有限公司、立邦工业涂料(上海)有限公司、濮阳展辰新材料有限公司、无锡市联邦涂料有限公司、湖南省德谦新材料有限公司、大饭科技(长兴)有限公司、沧州惠邦机电产品制造有限责任公司、中德新亚建筑材料有限公司、青岛中氟氟碳材料有限公司、湖北瑞莱斯精工科技有限公司、陕西宝塔山新材料科技有限公司、山东孚日宣威新材料科技有限公司、深圳琼霸防水科技有限公司、广州冠志新材料科技有限公司、中冶重工(新疆)有限公司、沈阳聚盛新材料技术有限公司。

本文件主要起草人：李运德、吴璇、陈丰、苏春海、谭伟民、狄志刚、史优良、王箫然、吴端宏、牟书香、黎焱、危德博、苏豪、王书传、甘劲、姚改宁、江学志、崔园园、刘强、戴海雄、杨振波、邱显锋、冯刚、徐祥宁、龚文晶、范国栋、詹耀、王克峰、黄成东、王羽、徐春华、王冰、易盼、和庆冬、张波、郭旭、徐建武、郑辉、

GB/T 31817—2025

赵贺、赵宏鑫、叶书庆、朱利民、江林峰、叶光昱、张凯、宋兆斌、蒋小强、罗少煊、陈杰、刘猛、高金辉、尹聪颖、杜学杨、孟庆实、朱华楠、管超、顾辉旗。

本文件于 2015 年首次发布，本次为第一次修订。



风力发电设施防护涂装技术规范

1 范围

本文件规定了陆上和海上风力发电设施用防护涂装的分类、要求、检验规则和验收，描述了相应的试验方法。

本文件适用于陆上和海上风力发电设施防护涂层的初始涂装和维修涂装。

本文件不适用于风力发电设施的混凝土基材、防火部位的初始涂装和维修涂装。

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 1040.1 塑料 拉伸性能的测定 第1部分：总则
- GB/T 1040.3 塑料 拉伸性能的测定 第3部分：薄膜和薄片的试验条件
- GB/T 1724—2019 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 1727—2021 漆膜一般制备法
- 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 1741 漆膜耐霉菌性测定法
- GB/T 1766 色漆和清漆 涂层老化的评级方法
- 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 3186 色漆、清漆和色漆与清漆用原材料 取样
- GB/T 5206 色漆和清漆 术语和定义
- 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 6682 分析实验室用水规格和试验方法
- 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 6823 船舶压载舱漆
- GB 7691 涂装作业安全规程 安全管理通则
- GB/T 7790 色漆和清漆 暴露在海水中的涂层耐阴极剥离性能的测定
- 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 8923.3 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第3部分：焊缝、边缘和其他区域的表面缺陷的处理等级
- GB/T 9258.1 涂附磨具用磨料 粒度分析 第1部分：粒度组成

- GB/T 9269 涂料黏度的测定 斯托默黏度计法
GB/T 9278 涂料试样状态调节和试验的温湿度
GB/T 9286 色漆和清漆 划格试验
GB/T 9754 色漆和清漆 20°、60°和 85°光泽的测定
GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
GB 11118.1 液压油(L-HL、L-HM、L-HV、L-HS、L-HG)
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/T 13893 色漆和清漆 耐湿性的测定 连续冷凝法
GB/T 13893.2 色漆和清漆 耐湿性的测定 第2部分:冷凝(在带有加热水槽的试验箱内暴露)
GB/T 15254 硫化橡胶 与金属粘接 180°剥离试验
GB/T 15608 中国颜色体系
GB/T 17850.1 涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理用非金属磨料的技术要求 第1部分:导则和分类
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 18570.9 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验 第9部分:水溶性盐的现场电导率测定法
GB/T 18838.1 涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理用金属磨料的技术要求 导则和分类
GB/T 19292.1 金属和合金的腐蚀 大气腐蚀性 第1部分:分类、测定和评估
GB/T 20624.2 色漆和清漆 快速变形(耐冲击性)试验 第2部分:落锤试验(小面积冲头)
GB/T 23764 光催化自清洁材料性能测试方法
GB/T 23987.3 色漆和清漆 实验室光源曝露方法 第3部分:荧光紫外灯
GB/T 30648.1—2014 色漆和清漆 耐液体性的测定 第1部分:浸入除水之外的液体中
GB/T 30648.2 色漆和清漆 耐液体性的测定 第2部分:浸水法
GB/T 30786 色漆和清漆 腐蚀试验用金属板涂层划痕标记导则
GB 30981.2 涂料中有害物质限量 第2部分:工业涂料
GB/T 31586.1 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1部分:拉开法试验
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
GB/T 37356 色漆和清漆 涂层目视评定的光照条件和方法
GB 50212 建筑防腐蚀工程施工规范
HG/T 3668 富锌底漆
HG/T 3792 交联型氟树脂涂料
HG/T 4104 水性氟树脂涂料
HG/T 4336 玻璃鳞片防腐涂料
HG/T 4337 钢质输水管道无溶剂液体环氧涂料
HG/T 4561 不饱和聚酯腻子
HG/T 4564 低表面处理容忍性环氧涂料

HG/T 4755 聚硅氧烷涂料

HG/T 5059 海上石油平台用防腐涂料

HG/T 5368 聚天门冬氨酸酯防腐涂料

HG/T 5573 石墨烯锌粉涂料

ISO 2063-1 热喷涂 锌、铝及其合金 第1部分:防腐蚀系统的设计考虑和质量要求(Thermal spraying—Zinc, aluminium and their alloys—Part 1: Design considerations and quality requirements for corrosion protection systems)

ISO 12944-6 色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 第6部分:实验室性能测试方法(Paints and varnishes—Corrosion protection of steel structures by protective paint systems—Part 6: Laboratory performance test methods)

ISO 12944-9 色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 第9部分:海上建筑及相关结构用防护涂料体系和实验室性能测试方法(Paints and varnishes—Corrosion protection of steel structures by protective paint systems—Part 9: Protective paint systems and laboratory performance test methods for offshore and related structures)

ISO/TS 19392-2 色漆和清漆 风力涡轮机转子叶片涂层体系 第2部分:用旋转臂测定和评估耐雨蚀性 (Paints and varnishes—Coating systems for wind-turbine rotor blades—Part 2: Determination and evaluation of resistance to rain erosion using rotating arm)

3 术语和定义

GB/T 5206 界定的术语和定义适用于本文件。

4 分类

4.1 涂装部位分类

按涂装区域将涂装部位分为:

- 叶片,纤维增强树脂玻璃钢基材;
- 塔筒,钢铁基材;
- 法兰,钢铁基材;
- 基础环,钢铁基材;
- 海上基础(含过渡段),钢铁基材;
- 机舱罩和导流罩(轮毂罩),纤维增强树脂玻璃钢基材;
- 齿轮箱和发电机,钢铁基材;
- 轮毂和底座,钢铁基材;
- 其他构件,纤维增强树脂玻璃钢基材,钢铁、铝合金、不锈钢等金属基材。

4.2 腐蚀环境分类

4.2.1 纤维增强树脂玻璃钢基材涂层的腐蚀环境分类

根据腐蚀因素水平和所处的典型地区,纤维增强树脂玻璃钢基材涂层腐蚀环境分类见表1。

表 1 纤维增强树脂玻璃钢基材涂层腐蚀环境分类

单位为毫米

腐蚀环境 类型 ^a	腐蚀因素水平		风力发电设施所处典型地区
	温度带或海域	年平均降水量	
I型	寒温带及中温带陆地	≤800	西北地区,北方地区北部
	暖温带陆地	≤400	
II型	暖温带陆地	400~800	北方地区南部
III型	暖温带海域	400~1 000	渤海,黄海北部
	亚热带陆地	800~1 600	南方地区大部分
IV型	亚热带海域	1 000~1 600	东海,黄海南部
	亚热带陆地	≥1 600	南方地区南部小部分
V型	热带陆地及海域	≥1 400	南方地区南部沿海,南海

注:典型地区中绝大部分区域腐蚀类型与腐蚀类型分级相对应。局部特殊的环境条件,如风沙、空气中腐蚀性二氧化硫污染物和紫外线会加大涂料老化速度,可能使腐蚀类型提高。

^a 大气环境腐蚀程度由低到高依次为:I型、II型、III型、IV型、V型。

4.2.2 金属基材涂层的腐蚀环境分类

海上基础(含过渡段)部位钢铁基材涂层的腐蚀环境按区域不同分为大气区、浪溅区和潮汐区、水下区(含浸没区和埋没区)以及压载舱内壁。

其他部位各类金属基材涂层的腐蚀环境等级按 GB/T 19292.1 的规定由低到高分为 C1、C2、C3、C4、C5 和 CX。

4.3 涂装分类

根据涂装阶段的不同,将涂装分为:

- 初始涂装:新建风电设施的初次涂装,包含新建风电机组在投入运营前的修补涂装;
- 维修涂装:风电设施在其运营全过程中进行的维修保养涂装。

5 要求

5.1 涂层体系

5.1.1 涂层体系配套要求

5.1.1.1 叶片涂层体系配套要求



除另有规定外,叶片涂层体系配套应符合表 2 的要求。

表 2 叶片涂层体系配套要求

单位为微米

配套 编号	涂层	涂料品种	不同腐蚀环境类型的最低设计干膜厚度			
			I型、II型	III型	IV型	V型
S01	单一涂层	水性聚氨酯面漆	120	160	200	240
S02	单一涂层	水性氟树脂面漆	80	120	160	200
S03	单一涂层	聚天门冬氨酸酯面漆	120	160	200	240
S04	单一涂层	聚氨酯面漆	120	160	200	240
S05	底漆	聚氨酯底漆	—	110	150	140
	面漆	聚氨酯面漆	—	50	50	100
S06	底漆	聚天门冬氨酸酯底漆	—	80	120	160
	面漆	水性聚氨酯面漆	—	80	80	80
S07	底漆	聚天门冬氨酸酯底漆	—	80	120	160
	面漆	水性氟树脂面漆	—	60	60	60

对于叶片表面不平整的部分,应先通过刮涂整形腻子和针孔腻子进行修整,使其表面平整,然后再施涂配套的涂层体系。

在风电叶片距离叶尖前三分之一的叶片表面区域(或商定),以及距离叶尖三分之一到三分之二叶片表面(或商定)的前缘部位加涂1道~2道面漆,干膜厚度为40 μm~100 μm。

根据涂装时每道膜厚的便利性,底漆和面漆的膜厚可适当调整,但应确保总膜厚和面漆膜厚不降低。

当叶片有防结冰需求时,最后一道面漆可采用防结冰面漆。宜使用耐候性优异、防结冰能力持续性好的涂料。

叶片前缘部位在距离叶尖前三分之一区域(或商定)应在涂料体系基础上加涂前缘保护漆或加装前缘保护膜。该涂料体系基础可以是完整的上述涂层体系,也可以是其中的部分涂层,或者是专门设计的涂层体系。前缘保护漆设计干膜厚度不应低于300 μm,潮湿降水、高温高湿、沙尘、海洋环境下应适当增加前缘保护漆涂层厚度。在设计涂装叶片保护漆区域中,距离叶尖的前三分之一区域(或商定),可进一步增加前缘保护漆涂层厚度

注:“—”表示无该类配套。

5.1.1.2 塔筒涂层体系配套要求

除另有规定外,塔筒外表面涂层体系配套应符合表3的要求,塔筒内表面涂层体系配套应符合表4的要求。

表 3 塔筒外表面涂层体系配套要求

单位为微米

配套 编号	涂层	涂料品种	不同腐蚀环境类型的最低设计干膜厚度				
			C1、C2	C3	C4	C5	CX
S08	底漆	环氧底漆	130	190	240	300	—
	面漆	丙烯酸聚氨酯面漆	50	50	60	60	—
S09	底漆	无溶剂环氧底漆	130	190	240	300	—
	面漆	丙烯酸聚氨酯面漆	50	50	60	60	—

表 3 塔筒外表面涂层体系配套要求(续)

单位为微米

配套 编号	涂层	涂料品种	不同腐蚀环境类型的最低设计干膜厚度				
			C1、C2	C3	C4	C5	CX
S10	底漆	水性环氧底漆	130	180	—	—	—
	面漆	水性丙烯酸聚氨酯面漆	50	60	—	—	—
S11	底漆	环氧富锌底漆 ^a	50	50	60	60	80
	中间漆	环氧中间漆	60	100	140	200	200
	面漆	丙烯酸聚氨酯面漆	50	50	60	60	80
S12	底漆	水性环氧富锌底漆	50	50	60	—	—
	中间漆	水性环氧中间漆	60	100	140	—	—
	面漆	水性丙烯酸聚氨酯面漆	50	50	60	—	—
S13	底漆	环氧富锌底漆 ^a	—	—	—	60	80
	中间漆	环氧中间漆	—	—	—	200	200
	面漆	氟树脂面漆	—	—	—	50	60
S14	底漆	环氧富锌底漆 ^a	—	—	—	60	80
	中间漆	环氧中间漆	—	—	—	200	200
	面漆	聚硅氧烷面漆	—	—	—	50	60
S15	底漆	环氧富锌底漆 ^a	50	50	60	60	80
	中间漆	环氧中间漆	50	90	140	200	200
	面漆	聚天门冬氨酸酯面漆	60	60	60	60	80
注：“—”表示无该类配套。							
^a C1~C5 环境下也可采用石墨烯环氧富锌底漆。							

表 4 塔筒内表面涂层体系配套要求

单位为微米

配套 编号	涂层	涂料品种	不同腐蚀环境类型的最低设计干膜厚度			
			C1	C2	C3	C4
S16	单一涂层	环氧底漆	120	180	240	300
S17	单一涂层	无溶剂环氧底漆	120	180	240	300
S18	单一涂层	水性环氧底漆	120	180	240	—
S19	底漆	环氧底漆	60	90	120	150
	面漆	环氧中间漆或环氧面漆	60	90	120	150
S20	底漆	水性环氧底漆	60	90	120	—
	面漆	水性环氧中间漆或水性环氧面漆	60	90	120	—

表 4 塔筒内表面涂层体系配套要求(续)

单位为微米

配套 编号	涂层	涂料品种	不同腐蚀环境类型的最低设计干膜厚度			
			C1	C2	C3	C4
S21	底漆	环氧富锌底漆 ^a	—	—	50	60
	面漆	环氧中间漆或环氧面漆	—	—	150	200
S22	底漆	水性环氧富锌底漆	—	—	50	60
	面漆	水性环氧中间漆或水性环氧面漆	—	—	150	200
S23	底漆	环氧富锌底漆 ^a	—	—	50	60
	中间漆	环氧中间漆或环氧面漆	—	—	100	150
	面漆	丙烯酸聚氨酯面漆	—	—	50	50
注：“—”表示无该类配套。						
^a 也可采用石墨烯环氧富锌底漆。						

5.1.1.3 法兰涂层体系配套要求

除另有规定外,法兰接触面、法兰背面垫圈范围涂层体系配套应符合表 5 的要求。

法兰螺栓孔宜按法兰接触面、法兰背面垫圈范围涂层体系配套要求。如法兰螺栓孔无法采用热喷锌涂层防护时,则应采用涂料涂层进行防护。在 C1~C4 腐蚀环境下,涂装环氧富锌底漆,最低设计干膜厚度应为 80 μm。在 C5 或 CX 腐蚀环境下,涂装环氧富锌底漆和环氧中间漆,环氧富锌底漆的最低设计干膜厚度应为 80 μm,环氧中间漆的最低设计干膜厚度应为 120 μm。

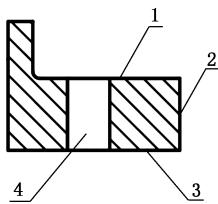
除另有规定外,法兰背面垫圈范围外、L型法兰内环面及 T型法兰内外环面,应按表 5 采用热喷锌涂层作为底涂层,然后涂装封闭涂层,再涂装与相邻部位相同的中间漆和面漆配套体系。L型法兰示意图见图 1,T型法兰示意图见图 2。

表 5 法兰接触面、法兰背面垫圈范围涂层体系配套要求

单位为微米

配套编号	涂层	热喷涂品种	不同腐蚀环境类型的最低设计干膜厚度		
			C1、C2、C3、C4	C5	CX
S24	单一涂层	热喷锌	60	80	100





标引序号说明：

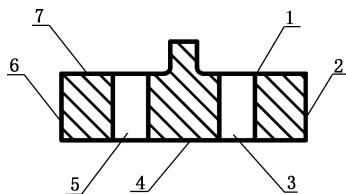
1——法兰背面；

2——内环面；

3——法兰接触面；

4——法兰螺栓孔。

图 1 L 型法兰示意图



标引序号说明：

1——内侧法兰背面；

2——内环面；

3——内侧法兰螺栓孔；

4——法兰接触面；

5——外侧法兰螺栓孔；

6——外环面；

7——外侧法兰背面。

图 2 T 型法兰示意图

5.1.1.4 基础环涂层体系配套要求

除另有规定外,基础环涂层体系配套要求如下:

- 基础环上排椭圆孔下边缘以上范围内,外表面和内表面的涂层配套体系分别按塔筒外表面和内表面(见 5.1.1.2)对应腐蚀环境类型高一级的涂层配套体系执行;
- 基础环上排椭圆孔下边缘以下范围内,涂装无机富锌底漆或环氧富锌底漆,最低设计干膜厚度应为 $40 \mu\text{m}$ 。

5.1.1.5 海上基础(含过渡段)涂层体系配套要求

除另有规定外,海上基础(含过渡段)涂层体系配套应符合表 6 的要求。

表 6 海上基础(含过渡段)涂层体系配套要求

单位为微米

配套 编号	涂层	涂料品种	不同腐蚀环境区域的最低设计干膜厚度			
			大气区	浪溅区和 潮汐区	水下区(含浸没 区和埋没区 ^{a)}	压载舱内壁
S25	底漆	环氧富锌底漆	80	—	—	—
	中间漆	环氧中间漆	240	—	—	—
	面漆	丙烯酸聚氨酯面漆 ^{b)}	80	—	—	—
S26	底漆	环氧玻璃鳞片漆、 不饱和聚酯玻璃鳞片漆 或超强耐磨环氧漆	600	—	—	—
	面漆	丙烯酸聚氨酯面漆 ^{b)}	80	—	—	—
S27	底漆	环氧玻璃鳞片漆、不饱和 聚酯玻璃鳞片漆 或超强耐磨环氧漆	—	900	—	—
	面漆	丙烯酸聚氨酯面漆 ^{b)}	—	80	—	—
S28	单一涂层	环氧玻璃鳞片漆、 不饱和聚酯玻璃鳞片漆 或超强耐磨环氧漆	—	—	600	—
S29	单一涂层	环氧压载舱漆	—	—	—	320

注：“—”表示无该类配套。

^{a)} 埋没区指从水底进入污泥 2 m 以内的区域。
^{b)} 也可采用氟树脂面漆或聚硅氧烷面漆，最低设计干膜厚度应为 50 μm。

5.1.1.6 机舱罩和导流罩(轮毂罩)涂层体系配套要求

除另有规定外，机舱罩和导流罩(轮毂罩)涂层体系配套应符合表 7 的要求。

表 7 机舱罩和导流罩(轮毂罩)涂层体系配套要求

单位为微米

配套编号	涂层	涂料品种	不同腐蚀环境类型的最低设计干膜厚度			
			I型、II型	III型	IV型	V型
S30	单一涂层	丙烯酸聚氨酯面漆	60	80	120	160
S31	单一涂层	水性丙烯酸聚氨酯面漆	60	80	120	160
S32	底漆	环氧底漆	40	40	40	40
	面漆	丙烯酸聚氨酯面漆	50	60	80	100
S33	底漆	水性环氧底漆	40	40	40	40
	面漆	水性丙烯酸聚氨酯面漆	50	60	80	100

表 7 机舱罩和导流罩(轮毂罩)涂层体系配套要求(续)

单位为微米

配套编号	涂层	涂料品种	不同腐蚀环境类型的最低设计干膜厚度			
			I型、II型	III型	IV型	V型
S34	底漆	环氧底漆	—	—	40	40
	面漆	氟树脂面漆	—	—	60	70
S35	底漆	水性环氧底漆	—	—	40	40
	面漆	水性氟树脂面漆	—	—	60	70

注：“—”表示无该类配套。

5.1.1.7 齿轮箱和发电机涂层体系配套要求

除另有规定外,齿轮箱和发电机涂层体系配套应符合表 8 的要求。

表 8 齿轮箱和发电机涂层体系配套要求

单位为微米

S 配套编号	涂层	涂料品种	不同腐蚀环境类型的最低设计干膜厚度	
			C1、C2、C3	C4
S36	单一涂层	环氧(底)漆	240	300
S37	单一涂层	水性环氧(底)漆	240	300
S38	底漆	环氧底漆	120	150
	面漆	环氧面漆	120	150
S39	底漆	水性环氧底漆	120	150
	面漆	水性环氧面漆	120	150
S40	底漆	环氧底漆	180	240
	面漆	丙烯酸聚氨酯面漆	60	60
S41	底漆	水性环氧底漆	180	240
	面漆	水性丙烯酸聚氨酯面漆	60	60
S42	底漆	无溶剂环氧底漆	180	240
	面漆	水性丙烯酸聚氨酯面漆	60	60

各道涂层的最低干膜厚度可调整,但总膜厚应保持不变
注: 腐蚀环境指齿轮箱和发电机所处的机舱内部环境。

5.1.1.8 轮毂和底座涂层体系配套要求

除另有规定外,轮毂和底座涂层体系配套按齿轮箱和发电机涂层体系配套要求(见表 8)执行。

5.1.1.9 其他构件涂层体系配套要求

除另有规定外,暴露在外部腐蚀环境下的钢铁基材的其他构件涂层体系配套按塔筒外表面涂层体

系配套要求(见表3)执行,未暴露在外部腐蚀环境下的钢铁基材的其他构件涂层体系配套按塔筒内表面涂层体系配套要求(见表4)执行;铝合金、不锈钢基材或镀锌件的其他构件,可不进行涂装,如需涂装应先施涂连接漆,再按钢铁基材的其他构件涂层体系配套要求执行;纤维增强树脂玻璃钢基材的其他构件涂层体系配套按机舱罩和导流罩(轮毂罩)涂层体系配套要求(见表7)执行。

5.1.2 涂层体系性能要求

5.1.2.1 叶片涂层体系性能要求

叶片涂层体系性能应符合表9的要求。

表9 叶片涂层体系性能要求

项目	指标	
	腐蚀环境I型、II型	腐蚀环境III型、IV型和V型
附着力	$\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$	
耐水性(50 ± 2)℃	72 h 不起泡、不开裂、不剥落, 允许轻微变色、轻微失光, 试验后附着力 $\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$	240 h 不起泡、不开裂、不剥落, 允许轻微变色、轻微失光, 试验后附着力 $\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$
耐酸性[5%(质量分数)硫酸溶液]	48 h 不起泡、不开裂、不剥落, 允许轻微变色、轻微失光, 试验后附着力 $\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$	168 h 不起泡、不开裂、不剥落, 允许轻微变色、轻微失光, 试验后附着力 $\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$
耐碱性[5%(质量分数)氢氧化钠溶液]	24 h 不起泡、不开裂、不剥落, 允许轻微变色、轻微失光, 试验后附着力 $\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$	72 h 不起泡、不开裂、不剥落, 允许轻微变色、轻微失光, 试验后附着力 $\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$
耐油性 [L-HM 32 抗磨液压油(高压)]	24 h 不变色、不起泡、不开裂、不剥落	
耐湿性	1 000 h 不起泡、不开裂、不剥落, 允许轻微变色、轻微失光, 试验后附着力 $\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$	2 000 h 不起泡、不开裂、不剥落, 允许轻微变色、轻微失光, 试验后附着力 $\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$
人工老化试验 ^a (UVA-340)	白色和浅色 ^b	3 000 h 不起泡、不开裂、不剥落、不粉化, 变色 ≤ 1 级, 试验后附着力 $\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$
	其他色	3 000 h 不起泡、不开裂、不剥落、不粉化, 变色商定, 试验后附着力 $\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$
人工老化试验 ^a (UVB-313)	白色和浅色 ^b	1 500 h 不起泡、不开裂、不剥落、不粉化, 变色 ≤ 1 级, 试验后附着力 $\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$
	其他色	1 500 h 不起泡、不开裂、不剥落、不粉化, 变色商定, 试验后附着力 $\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值不低于 5 MPa
低温湿热循环试验	42次循环不起泡、不开裂、不剥落, 允许轻微变色、轻微失光, 试验后附着力 $\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$	63次循环不起泡、不开裂、不剥落, 允许轻微变色、轻微失光, 试验后附着力 $\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$
水接触角 ^c /($^{\circ}$)	≥ 100	

表 9 叶片涂层体系性能要求 (续)

项目	指标	
	腐蚀环境 I 型、II 型	腐蚀环境 III 型、IV 型和 V 型
^a 人工老化试验(UVA-340)和人工老化试验(UVB-313)两者可选一种。仲裁时采用人工老化试验(UVA-340)。采用水性氟树脂面漆时,人工老化试验(UVA-340)时间为 5 000 h,人工老化试验(UVB-313)时间为 3 000 h。		
^b 浅色指以白色涂料为主要成分,添加适量色浆后配制而成的浅色涂料形成的涂膜所呈现的颜色,按 GB/T 15608 的规定,明度值为 6~9(三刺激值 $YD_{65} \geq 31.26$)。		
^c 采用防结冰面漆时,测试该项目。		

5.1.2.2 塔筒涂层体系性能要求



塔筒外表面涂层体系性能应符合表 10 的要求。塔筒内表面涂层体系性能应符合表 11 的要求。

表 10 塔筒外表面涂层体系性能要求

单位为小时

腐蚀环境类型	耐湿性 ^a	耐盐雾性 ^b	人工老化试验(氙灯) ^c	循环老化试验 ^d
C2 及以下	240	—	1 000	—
C3	480	720	1 000	—
C4	720	1 440	1 000	—
C5	—	—	1 200	2 688
CX	—	—	1 500	4 200

注:“—”表示不测试该项目。

^a 耐湿性试验后不生锈、不起泡、不开裂、不剥落,允许轻微变色、轻微失光,附着力 ≥ 5 MPa,且不低于试验前数值的 50%。

^b 耐盐雾性试验后未划痕区不生锈、不起泡、不开裂、不剥落,划痕处单向腐蚀宽度 ≤ 1.5 mm,附着力 ≥ 5 MPa,且不低于试验前数值的 50%。3 块试板中至少 2 块满足要求时,该项目合格。

^c 人工老化试验(氙灯)后无生锈、起泡、开裂、剥落和粉化现象,变色 ≤ 2 级,失光 ≤ 2 级,附着力 ≥ 5 MPa,且不低于试验前数值的 50%;采用氟树脂、聚硅氧烷面漆时,人工加速老化时间为 3 000 h。

^d 循环老化试验后未划痕区无生锈、起泡、开裂、剥落和粉化现象,划痕处单向腐蚀宽度 ≤ 3.0 mm,附着力不低于试验前数值的 50%,并且底漆和基材之间不应出现附着破坏(除非附着力 ≥ 5 MPa)。3 块试板中至少 2 块满足要求时,该项目合格。

表 11 塔筒内表面涂层体系性能要求

腐蚀环境类型	耐湿性 ^a h	耐盐雾性 ^b h	耐霉菌性 级
C2 及以下	240	—	—
C3	480	720	≤ 1 或商定
C4	720	1 440	≤ 1 或商定

表 11 塔筒内表面涂层体系性能要求(续)

腐蚀环境类型	耐湿性 ^a h	耐盐雾性 ^b h	耐霉菌性 级
注：“—”表示不测试该项目。			
^a 耐湿性试验后不生锈、不起泡、不开裂、不剥落,允许轻微变色、轻微失光,附着力 $\geq 5 \text{ MPa}$,且不低于试验前数值的 50%。			
^b 耐盐雾性试验后未划痕区不生锈、不起泡、不开裂、不剥落,划痕处单向腐蚀宽度 $\leq 1.5 \text{ mm}$,附着力 $\geq 5 \text{ MPa}$;且不低于试验前数值的 50%。3 块试板中至少 2 块满足要求时,该项目合格。			

5.1.2.3 法兰涂层体系性能要求

法兰背面垫圈范围外及法兰外环面涂层体系的性能按塔筒外表面涂层体系性能要求(见表 10)执行,法兰内环面涂层体系的性能按塔筒内表面涂层体系性能要求(见表 11)执行。

5.1.2.4 基础环涂层体系性能要求

基础环上排椭圆孔下边缘以上范围内,外表面涂层体系性能按塔筒外表面涂层体系性能要求(见表 10)中相应腐蚀环境等级高一级的要求执行,基础环上排椭圆孔下边缘以上范围内,内表面涂层体系性能按塔筒内表面涂层体系性能要求(见表 11)中相应腐蚀环境等级高一级的要求执行。

5.1.2.5 海上基础(含过渡段)涂层体系性能要求

压载舱内壁涂层体系性能应符合 GB/T 6823 中环氧基涂层体系的要求,大气区、浪溅区和潮汐区、水下区(含浸没区和埋没区)涂层体系性能应符合表 12 的要求。

表 12 海上基础(含过渡段)涂层体系性能要求(除压载舱内壁)

腐蚀环境类型	附着力 MPa	耐冲击性	耐人工海水性 ^a h	循环老化试验 ^b h	耐阴极剥离 ^c h		
大气区	≥ 7	—	—	4 200	—		
浪溅区和潮汐区		5 J,无漏点	4 200	4 200	4 200		
水下区(含浸没区和埋没区)			4 200	—	4 200		
注：“—”表示不测试该项目。							
^a 耐人工海水性试验后不生锈、不起泡、不开裂、不剥落,允许轻微变色、失光,划痕处单向腐蚀宽度 $\leq 6.0 \text{ mm}$,附着力不低于试验前数值的 50%,并且涂层和基材之间不应出现附着破坏(除非附着力 $\geq 5 \text{ MPa}$)。3 块试板中至少 2 块满足要求时,该项目合格。							
^b 循环老化试验后未划痕区无生锈、起泡、开裂、剥落和粉化现象,大气区划痕处单向腐蚀宽度 $\leq 3.0 \text{ mm}$,浪溅区和潮汐区划痕处单向腐蚀宽度 $\leq 8.0 \text{ mm}$,附着力不低于试验前数值的 50%,并且涂层和基材之间不应出现附着破坏(除非附着力 $\geq 5 \text{ MPa}$)。3 块试板中至少 2 块满足要求时,该项目合格。							
^c 耐阴极剥离试验后,非人造漏涂孔区:不起泡、不生锈、不开裂、不剥落;人造漏涂孔处:剥离面积的等效直径 $\leq 20 \text{ mm}$ 。							

5.1.2.6 机舱罩和导流罩(轮毂罩)涂层体系性能要求

机舱罩和导流罩(轮毂罩)涂层体系性能应符合表 13 的要求。

表 13 机舱罩和导流罩(轮毂罩)涂层体系性能要求

项目	指标	
	腐蚀环境 I 型、II 型	腐蚀环境 III 型、IV 型和 V 型
附着力	$\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$	
耐水性(50 ± 2)℃	72 h 不起泡、不开裂、不剥落, 允许轻微变色、轻微失光, 试验后附着力 $\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$	240 h 不起泡、不开裂、不剥落, 允许轻微变色、轻微失光, 试验后附着力 $\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$
耐酸性[5%(质量分数)硫酸溶液]	48 h 不起泡、不开裂、不剥落, 允许轻微变色、轻微失光, 试验后附着力 $\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$	168 h 不起泡、不开裂、不剥落, 允许轻微变色、轻微失光, 试验后附着力 $\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$
耐碱性[5%(质量分数)氢氧化钠溶液]	24 h 不起泡、不开裂、不剥落, 允许轻微变色、轻微失光, 试验后附着力 $\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$	72 h 不起泡、不开裂、不剥落, 允许轻微变色、轻微失光, 试验后附着力 $\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$
耐湿性	1 000 h 不起泡、不开裂、不剥落, 允许轻微变色、轻微失光, 试验后附着力 $\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$	2 000 h 不起泡、不开裂、不剥落, 允许轻微变色、轻微失光, 试验后附着力 $\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$
人工老化试验 ^a (氙灯)	白色和浅色 ^b	1 000 h 不起泡、不粉化, 变色 ≤ 1 级, 试验后附着力 $\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$
	其他色	1 000 h 不起泡、不粉化, 变色商定, 试验后附着力 $\geq 7 \text{ MPa}$, 测定点的最小值 $\geq 5 \text{ MPa}$

^a 采用氟树脂面漆或水性氟树脂面漆时, 人工老化试验时间为 3 000 h。

^b 浅色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颜色, 按 GB/T 15608 的规定, 明度值为 6~9(三刺激值 $YD_{65} \geq 31.26$)。

5.1.2.7 齿轮箱和发电机、轮毂和底座涂层体系性能要求

齿轮箱和发电机、轮毂和底座涂层体系性能按塔筒内表面涂层体系性能要求(见表 11)执行。

5.1.2.8 其他构件涂层体系性能要求

暴露在外部腐蚀环境下的钢铁、铝合金、不锈钢基材或镀锌件的其他构件涂层体系性能按塔筒外表面涂层体系性能要求(见表 10)执行, 未暴露在外部腐蚀环境下的钢铁、铝合金、不锈钢基材或镀锌件的其他构件涂层体系性能按塔筒内表面涂层体系性能要求(见表 11)执行。纤维增强树脂玻璃钢基材的其他构件涂层体系性能按机舱罩和导流罩(轮毂罩)涂层体系性能要求(见表 13)执行。

5.1.3 涂层体系中材料性能要求

5.1.3.1 涂层材料应保持批次一致性, 批次之间产品的密度、不挥发物含量允许范围如下:

——富锌类涂料密度为商定值 $\pm 0.10 \text{ g/mL}$, 其他涂料密度为商定值 $\pm 0.05 \text{ g/mL}$;

——不挥发物含量为商定值±2%。

5.1.3.2 叶片涂层材料性能应符合附录 A 的要求。除叶片外其他部位涂料性能应符合附录 B 的要求。

5.2 涂装工艺

5.2.1 初始涂装工艺

5.2.1.1 表面处理

5.2.1.1.1 钢材表面预处理

5.2.1.1.1.1 结构预处理

钢材表面在喷射清理除锈前应进行必要的结构预处理,焊缝、边缘和其他区域的表面缺陷的处理应达到 GB/T 8923.3 规定的 P3 级。

5.2.1.1.1.2 除油

表面油和油脂的清洁应采用溶剂或专用清洗剂和干净的抹布擦洗,表面应无油污。

5.2.1.1.1.3 除锈

除另有规定外,喷射清理用磨料、钢材表面清洁度和表面粗糙度要求如下:

- 喷射清理用金属磨料应符合 GB/T 18838.1 的要求,非金属磨料应符合 GB/T 17850.1 的要求;
- 喷射清理后用于热喷锌的钢材表面清洁度应达到 GB/T 8923.1 规定的 Sa3 级;
- 喷射清理后用于施涂涂料的钢材表面清洁度应达到 GB/T 8923.1 规定的 Sa2½ 级;
- 手工和动力工具清理后的钢材表面清洁度应达到 GB/T 8923.1 规定的 St3 级;
- 根据表面粗糙度的要求,选用合适规格的磨料,喷射清理后钢材表面粗糙度应达到 GB/T 13288.1 规定的中(G)级。

5.2.1.1.1.4 除尘



喷射清理完工后,除去喷射清理残渣,使用真空吸尘器或无油、无水的压缩空气,清理表面灰尘。

清洁后的喷射清理表面灰尘数量等级应不大于 GB/T 18570.3 规定的 3 级,且灰尘尺寸等级应不大于 GB/T 18570.3 规定的 2 级。

5.2.1.1.1.5 除盐分

经喷射清理后,钢材表面水溶性盐的总表面浓度应不大于 50 mg/m^2 ,其中用于海上基础(含过渡段)的钢材表面水溶性盐的总表面浓度应不大于 25 mg/m^2 。可采用高压淡水冲洗来降低钢材表面的水溶性盐的总表面浓度。

5.2.1.2 钢材二次表面处理

5.2.1.2.1 焊接修复预处理

按 5.2.1.1.1 的要求进行。

5.2.1.2.2 二次表面处理

二次表面处理包括:

- 钢结构外表面,在涂装涂层底漆时宜采用喷射方法进行二次表面处理;
- 内表面无机硅酸锌车间底漆基本完好时,应在施涂富锌底漆前采用喷射清理的方式进行二次表面处理。如果施涂非富锌底漆,在确认其与无机硅酸锌车间底漆具有良好的附着力[划格试验(见 6.4.3.2)结果不大于 1 级]时,可不进行二次表面处理,但仍应除去表面油污、可溶性锌盐、灰尘等,打磨焊缝、锈蚀处,并应符合 GB/T 8923.1 规定的 St3 级。

5.2.1.1.3 表面处理后涂装的时间限定

当处理过的表面干燥且无油、无灰,应立即喷涂无机硅酸锌车间底漆作为钢材的短期防护。二次表面处理后在无污染的情况下或者任何可见的表面损坏发生前(通常为 4 h),施工底漆作为防护。

5.2.1.1.4 玻璃钢表面预处理

用磨料粒度符合 GB/T 9258.1 中粒度标记为 P80 或 P120 的耐水砂纸对玻璃钢基材表面进行打磨,打磨方式宜用打圈式打磨,尽量使打磨砂纸平面和玻璃钢基材平面保持基本平行,不能打磨成半月型型面,避免打磨到玻璃纤维层。

- 砂纸打磨以后,应除去玻璃钢基材表面的灰尘,可用下列方法进行除尘:
- 用真空吸尘机,吸尽玻璃钢底材表面的灰尘;
 - 用清洁的压缩空气去除玻璃钢底材表面的灰尘,然后用无尘布清洁;
 - 用水冲洗玻璃钢底材,表面干燥后用无尘布清洁。
- 逆光观察打磨清洁后的玻璃钢基材,表面呈现无光或亚光状态,则为符合要求,否则应进行再次打磨。

打磨好的玻璃钢基面涂装涂料时,如果出现大面积缩孔现象,应重新进行打磨或采用清洁剂去除脱模剂、油污、油脂等污染物,然后用高压新鲜淡水冲洗,或者用溶剂或脱脂剂进行清洁。

5.2.1.2 涂装要求

5.2.1.2.1 溶剂型涂料施工环境

溶剂型涂料施工环境符合以下要求。

- a) 溶剂型涂料施工环境温度 5 ℃~38 ℃,空气相对湿度不大于 85%,基材表面温度应高于露点温度至少 3 ℃。在有雨、雾、雪、大风和较大灰尘的条件下,不应户外施工。
- b) 溶剂型无机富锌底漆的施工固化条件应符合涂料供应商的要求。

5.2.1.2.2 水性涂料施工环境

水性涂料施工环境符合以下要求。

- a) 水性涂料施工环境应为温度 5 ℃~35 ℃,空气相对湿度不大于 80%,宜为温度 15 ℃~30 ℃且空气相对湿度 20%~60%。在有雨、雾、雪、大风和较大灰尘的条件下,不应户外施工。
- b) 封闭环境或通风不佳的环境施工时,施工过程和涂层养护期间空气相对湿度不应过高,必要时应配置强制通风装置。
- c) 环境温度低于 15 ℃时,可适当提高水性涂料温度和/或提高施涂基材的表面温度至 20 ℃~30 ℃,以改善涂装效果。

5.2.1.2.3 涂料、腻子的配制和使用时间

5.2.1.2.3.1 应在涂料搅拌均匀后施工,宜采用机械搅拌装置。对于双组分或多组分涂料,应先将各组

分分别搅拌均匀后,再按比例混合并搅拌均匀,通过孔径约为 $125 \mu\text{m}$ 或 $180 \mu\text{m}$ 的滤网过滤待用。

5.2.1.2.3.2 混合好的涂料按照产品说明书的规定时间进行熟化。

5.2.1.2.3.3 涂料的混合使用期按产品说明书规定的适用期执行。

5.2.1.2.3.4 涂料混合和固化的温度应符合产品说明书的规定。

5.2.1.2.3.5 腻子主剂、固化剂以及稀释剂(添加量 $0\% \sim 5\%$,尽量少加)应用机械搅拌混合均匀,并在产品说明书规定的时间内用完,可根据产品规定添加催化剂,以保持适宜的可操作时间和可打磨时间。

5.2.1.2.4 涂装方法

5.2.1.2.4.1 叶片涂装方法分为:

- 腻子采用刮涂法进行,整形腻子用于叶片前缘、后缘和根部等缺陷较大部位的修补整形,针孔腻子用于玻璃钢表面、整形腻子表面以及第一道涂料涂装后表面微孔的修复;
- 叶片前缘保护漆一般采用辊涂法或刮涂法施工;
- 叶片底漆和面漆宜采用辊涂法施工,每道涂层先用羊毛辊辊涂,再用海绵辊或短羊毛辊压平,也可采用高压无气喷涂施工。

5.2.1.2.4.2 除叶片外,其他部位的涂装方法分为:

- 大面积喷涂宜采用高压无气喷涂施工;
- 焊缝、棱角沟槽、边角、流水孔等不易涂装的角落部位应采用刷涂或辊涂进行手工预涂处理,然后再大面积喷涂;
- 细长、小面积以及复杂形状构件可采用空气喷涂或刷涂、辊涂施工。

5.2.1.2.5 涂装间隔

按照设计要求和材料工艺进行各道涂层的施工。每道涂层的涂装间隔时间应符合材料供应商的有关技术要求。如果超过规定的最大涂装间隔时间,应进行表面拉毛处理后涂装。

5.2.1.2.6 初始涂装的修复涂装

对运输和装配过程中破损处进行修复处理,根据破损程度,修复涂装相应涂层达到完整涂层体系的要求,修复时按 5.2.2 的规定进行相应表面处理和未损坏区域的适度搭接。

5.2.1.3 涂层现场检测要求

5.2.1.3.1 外观

涂层表面应平整、均匀一致,涂层应无漏涂、起泡、针孔、裂纹、返锈等异常现象,塔筒涂装允许有轻微桔皮和局部轻微流挂,叶片涂装不应有桔皮和流挂。



5.2.1.3.2 涂层厚度

施工中随时检查湿膜厚度,确保干膜厚度满足涂层体系配套设计要求。干膜厚度采用“90-10”规则判定,即允许有 10% 的读数低于设计要求,但每一单独读数不应低于设计要求的 90% 。涂层干膜厚度不符合设计要求时,应增加涂装道数,直至符合要求。涂层厚度测定点的最大值不应超过设计要求的 3 倍。

5.2.1.3.3 附着力

涂层体系附着力应符合以下任一要求。

- 拉开法试验：附着力平均值不低于 7 MPa，测定点的最小值不低于 5 MPa。
- 划格或划叉试验：当检测的各道涂层和涂层体系厚度不大于 250 μm 时，进行划格试验；当检测的涂层体系厚度大于 250 μm 时，进行划叉试验。叶片涂层体系试验结果为 0 级，其他部位涂层体系试验结果不大于 1 级。

5.2.2 维修涂装工艺

5.2.2.1 涂层劣化评定

涂层投入使用后，按照风电设施运行管理单位的规定定期检查，按 GB/T 1766 规定进行涂层劣化评定。根据涂层劣化情况，选择合适的维修或重涂方式。

5.2.2.2 维修涂装要求

5.2.2.2.1 叶片的维修涂装要求如下。

- 叶片前缘部位局部出现严重点蚀时，达到基材时应清除涂层，再刮涂腻子，打磨平整后涂装涂料和前缘保护漆，如果基材受损严重，还应按照腻子+玻璃布方式或其他可行方式进行修复。
- 叶片警示漆由于老化磨损因素，颜色不清晰或不可见时，应重新对表面打磨清洁后涂装风电叶片警示漆。
- 对于叶片其他大面部位，当局部涂层磨损明显露出基材时，应进行打磨清理，然后按初始涂装要求进行维修涂装。除了对磨损严重部位进行维修涂装外，其他部位根据涂层减薄情况可适当清理后涂装适宜厚度面漆。

5.2.2.2.2 钢结构部件的维修涂装要求如下：

- 当涂层出现 3 级及以上粉化，且粉化减薄的厚度大于初始厚度的 50% 时，打磨清理面涂层后，涂装与原涂层相容的配套面漆；
- 当涂层出现 2 级及以上开裂，或 2 级及以上剥落，或 2 级及以上起泡，但底涂层完好时，先清理损坏区域周围松散的涂层，延伸至未损坏区域 50 mm~80 mm，并应修成坡口，选择相应的中间漆、面漆，进行维修涂装；
- 当涂层出现大于 2 级生锈时，打磨处理和清洁表面，按照初始涂装要求进行涂装。

5.2.2.2.3 维修涂装材料的选择和验收要求如下。

- 叶片返厂维修涂层材料的选择见表 2。现场维修应选用挥发性有机化合物(VOC)含量不超过 100 g/L(按 GB 30981.2 进行测试)的涂料，宜选用聚天门冬氨酸酯涂料、水性聚氨酯涂料或水性氟树脂涂料施工。
- 塔筒外表面维修在表面无法完全除锈的情况下宜采用低表面处理容忍性环氧涂料，在完全除锈的情况下宜选用环氧富锌底漆。
- 塔筒内表面维修或重新涂装底漆宜采用低表面处理容忍性环氧涂料，并宜采用浅色高固体分或无溶剂环氧涂料。
- 处于干湿交替区的海上基础，在水位变动情况下涂装时，应选择表面容忍性好的涂料，并能适应潮湿涂装环境的涂层体系。
- 处于水下区的海上基础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。
- 维修涂装好的涂膜表面应平整无缺陷，附着力应符合 5.2.1.3.3 的要求。

5.2.2.3 安全、卫生和环境保护

涂装作业安全、卫生和环境保护应符合 GB 6514、GB 7691 和 GB 50212 的有关规定。

6 试验方法

6.1 涂层材料

6.1.1 密度

按 GB/T 6750 的规定测定。

6.1.2 不挥发物含量

按 GB/T 1725 的规定测定,试验条件由有关方商定。

6.2 涂层体系

6.2.1 附着力

按 GB/T 5210 的规定测定。试柱直径为 20 mm。采用上下两个试柱与试板同轴心对接进行试验,也可采用单个试柱从单侧进行试验。当采用单个试柱从单侧进行试验时,底材厚度大于 5 mm。仲裁检验用上下两个试柱与试板同轴心对接进行试验的方法。



耐水性、耐酸性、耐碱性、耐湿性、人工老化试验、低温湿热循环试验、耐盐雾性、循环老化试验和耐人工海水性试验完成后的样板在符合 GB/T 9278 规定的温度和相对湿度条件下放置 7 d,再进行附着力测试。

6.2.2 耐水性

按 GB/T 30648.2 的规定测定。将 3 块试板浸入同一水槽中进行部分浸泡试验至规定的时间,水温(50±2)℃,涂膜不进行人工破坏,不开启水循环和通气系统。在符合 GB/T 37356 规定的自然日光或人造日光下目视观察试板,按 GB/T 1766 进行评定,以 3 块试板中 2 块变化程度一致的结果表示。

6.2.3 耐酸性

按 GB/T 30648.1—2014 中 A 法的规定测定。用 3 块试板进行平行试验。将试板浸入温度为(23±3)℃的 5%(质量分数)硫酸溶液中至规定的时间,取出用流水冲洗干净试板,用吸水纸吸干水迹,立即在符合 GB/T 37356 规定的自然日光或人造日光下目视观察,按 GB/T 1766 进行评定,以 3 块试板中 2 块变化程度一致的结果表示。

6.2.4 耐碱性

按 GB/T 30648.1—2014 中 A 法的规定测定。用 3 块试板进行平行试验。将试板浸入温度为(23±3)℃的 5%(质量分数)氢氧化钠溶液中至规定的时间,取出用流水冲洗干净试板,用吸水纸吸干水迹,立即在符合 GB/T 37356 规定的自然日光或人造日光下目视观察,按 GB/T 1766 进行评定,以 3 块试板中 2 块变化程度一致的结果表示。

6.2.5 耐油性

按 GB/T 30648.1—2014 中 A 法的规定测定。用 3 块试板进行平行试验。将试板浸入温度为(23±3)℃的符合 GB 11118.1 规定的 L-HM 32 抗磨液压油(高压)中至规定的时间,取出用洁净的纱布将油轻轻擦净,立即在符合 GB/T 37356 规定的自然日光或人造日光下目视观察,按 GB/T 1766 进行

评定,以3块试板中2块变化程度一致的结果表示。

6.2.6 耐湿性

6.2.6.1 叶片涂层体系耐湿性

按GB/T 13893.2的规定,在CH恒定湿度的冷凝环境下进行试验,至规定的时间后取出试板,在符合GB/T 37356规定的自然日光或人造日光下目视观察,按GB/T 1766进行评定,以3块试板中2块变化程度一致的结果表示。

6.2.6.2 其余部位涂层体系耐湿性

按GB/T 13893的规定测定。至规定的时间后取出试板,在符合GB/T 37356规定的自然日光或人造日光下目视观察,按GB/T 1766进行评定,以3块试板中2块变化程度一致的结果表示。

6.2.7 人工老化试验

6.2.7.1 人工老化试验(UVA-340)

按GB/T 23987.3的规定测定。灯管类型为UVA-340,循环曝露周期为4 h干燥、4 h凝露。干燥周期辐照度在340 nm处为0.83 W/(m²·nm),黑板温度(60±2)℃,凝露周期黑板温度(50±2)℃,循环曝露至规定试验时间。按GB/T 1766进行结果的评定。

6.2.7.2 人工老化试验(UVB-313)

按GB/T 23987.3的规定测定。灯管类型为UVA-313,循环曝露周期为4 h干燥、4 h凝露。干燥周期辐照度在313 nm处为0.71 W/(m²·nm),黑板温度(60±2)℃,凝露周期黑板温度(50±2)℃,循环曝露至规定试验时间。按GB/T 1766进行结果的评定。

6.2.7.3 人工老化试验(氙灯)

按GB/T 1865的规定测定,试验条件如下:

- 曝露循环:干燥时间为102 min,水喷淋时间为18 min,此为1个循环;
- 滤光器:日光滤光器;
- 辐照度:300 nm~400 nm之间为(60±2)W/m²,或在340 nm处为(0.51±0.02)W/(m²·nm);
- 光照方式:连续光照;
- 黑板温度:(65±3)℃(水喷淋时不控制);
- 试验箱内空气的温度和相对湿度:温度为(38±3)℃,相对湿度为(50±10)% (水喷淋时均不控制)。

按GB/T 1766进行结果评定。

6.2.8 低温湿热循环试验

将3块试板置于试验箱内。(1)在(5±2)℃条件下保持2 h;(2)以均匀速率在2 h内将温度降至(-40±2)℃,并在(-40±2)℃条件下保持6 h;(3)以均匀速率在2 h内将温度升至(5±2)℃,在(5±2)℃条件下保持2 h;(4)以均匀速率在2 h内将试验箱调节至温度(60±2)℃、相对湿度(98±2)%,在此条件下保持6 h;(5)以均匀速率在2 h内将温度降至(5±2)℃,以上过程为1次试验循环。循环次数结束后在符合GB/T 37356规定的自然日光或人造日光下目视观察试板,按GB/T 1766进行评定,以3块试板中2块变化程度一致的结果表示。

6.2.9 水接触角

按 GB/T 23764 的规定测定。试板不进行紫外光照射,不涂油酸,测定时,水滴接触试片形成液滴后,在 3 s~5 s 内测定试板的初始接触角。

6.2.10 耐盐雾性

按 GB/T 10125 的规定进行中性盐雾试验。试板投试前按 ISO 12944-6 的规定进行划痕,至规定的时间后取出试板,在符合 GB/T 37356 规定的自然日光或人造日光下目视观察,未划痕区如出现生锈、起泡、开裂和剥落等涂膜缺陷,按 GB/T 1766 进行描述。按 ISO 12944-6 的规定计算试板划痕处的单向腐蚀宽度。

6.2.11 循环老化试验

按 ISO 12944-9 的规定进行循环老化试验。试板投试前按 ISO 12944-9 的规定进行划痕,至规定时间后取出样板,在符合 GB/T 37356 规定的自然日光或人造日光下目视观察,未划痕区如出现生锈、起泡、开裂、剥落、粉化等涂膜缺陷,按 GB/T 1766 进行描述。按 ISO 12944-9 的规定计算试板划痕处的单向腐蚀宽度。

6.2.12 耐霉菌性

按 GB/T 1741 的规定测定。试验菌种可由有关方商定。

6.2.13 耐冲击性

按 HG/T 4337 的规定测定。

6.2.14 耐人工海水性

按 GB/T 30648.2 的规定测定,试验溶液为按 GB/T 7790 规定配制的人造海水。试板投试前按 ISO 12944-9 的规定进行划痕,将样板完全浸入人造海水中至规定的时间取出,在符合 GB/T 37356 规定的自然日光或人造日光下目视观察,未划痕区如出现生锈、起泡、开裂、剥落、明显变色、明显失光等涂膜缺陷,按 GB/T 1766 进行描述。按 ISO 12944-9 的规定计算试板划痕处的单向腐蚀宽度。

6.2.15 耐阴极剥离

按 HG/T 5059 的规定测定。

6.3 表面处理

6.3.1 按以下方法进行表面油污检查。

- 粉笔试验法(适用于非常光滑的钢结构表面):对于怀疑有油污污染的部位,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,并将擦拭后的棉球中的异丙醇挤入透明玻璃管中,加入 2 倍~3 倍的蒸馏水(符合 GB/T 6682 中规定的三级水),振荡混合约 20 min。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。

6.3.2 表面清洁度等级评定按 GB/T 8923.1 进行。

6.3.3 表面粗糙度等级评定按 GB/T 13288.1 进行。

6.3.4 表面灰尘等级评定按 GB/T 18570.3 进行。

6.3.5 表面水溶性盐的总表面浓度测定按 GB/T 18570.6 和 GB/T 18570.9 进行。

6.4 涂层现场

6.4.1 外观

按 GB/T 1727—2021 中 6.5 的规定进行检查。

6.4.2 涂层厚度



湿膜厚度和干膜厚度的测试按 GB/T 13452.2 规定的方法之一进行。

6.4.3 附着力

6.4.3.1 拉开法试验按 GB/T 31586.1 的规定进行。

6.4.3.2 划格或划叉试验按 GB/T 31586.2 的规定进行。

7 检验规则

7.1 取样

7.1.1 涂料产品取样

7.1.1.1 产品按 GB/T 3186 规定取样,也可按商定方法取样。取样量根据检验要求确定。

7.1.1.2 抽检的产品应包装完整,标志清晰。

7.1.1.3 采用电动或气动搅拌装置,确保抽检产品均匀一致。

7.1.2 表面处理及现场涂层取样

所选定构件应包括所有的构件类型,所选构件及测定点应兼顾代表性和随机性。

7.2 检验项目

7.2.1 进场涂料检测项目由监理、施工方及涂料供应商确定。

7.2.2 涂层现场检测项目见 5.2.1.3。

7.3 判定原则

7.3.1 进场涂料检测结果全部符合本文件的要求为合格。检测结果有 1 项及以上指标不符合要求时,可对不符合项进行复验,复验结果仍不符合要求,则判该批产品为不合格。

7.3.2 现场涂层检测结果全部符合本文件的要求为合格。检测结果有 1 项及以上指标不符合要求时,应在现场处理至合格后方可进入下道工序。

8 验收

8.1 涂层验收可按构件分批次验收。

8.2 涂装承包商至少应提交下列验收资料:

——设计文件或设计变更文件;

- 涂料出厂合格证和质量检验文件,进场验收记录;
- 钢结构表面处理和检验记录;
- 涂装施工记录(包括施工过程中对重大技术问题和其他质量检验问题处理记录);
- 修补和返工记录;
- 其他涉及涂层质量的相关记录。



附录 A
(规范性)
叶片涂层材料性能要求和试验方法

A.1 叶片底漆和面漆

叶片底漆和面漆的要求和试验方法应符合表 A.1 的规定。

表 A.1 叶片底漆和面漆的要求和试验方法

项目	指标						试验方法
	聚氨酯 底漆	聚氨酯 面漆	水性聚 氨酯 面漆	水性氟 树脂 面漆	聚天门 冬氨酸 酯底漆	聚天门 冬氨酸 酯面漆	
不挥发物含量 ^a /%	≥70	≥70	≥55	≥55	≥90	≥85	GB/T 1725
密度 ^b /(g/mL)	商定					GB/T 6750	
黏度 ^b /KU	商定					GB/T 9269	
细度 ^c /μm	≤30 或商定					GB/T 1724—2019 的 A 法	
干燥时间	表干/min	≤45					GB/T 1728 表面干燥时间指触法
	实干/h	≤8					GB/T 1728 实际干燥时间压滤纸法
适用期(时间商定)	通过					HG/T 5368	
光泽(60°)/GU	—	≤30	—	≤30	—	GB/T 9754	
耐磨性(1 000 g, 1 000 r, 砂轮型号: CS-10)/mg	≤60					GB/T 1768	
拉伸强度 ^d /MPa	标准状态 ^e	≥10		≥15		GB/T 1040.1 GB/T 1040.3	
	3 000 h(UVA-340) 或 1 500 h(UVB-313) 老化 ^f 后	≥10		≥15			
	(-40±2)℃, 2 h ^g	≥20		≥30			
断裂伸长率 ^d /%	标准状态 ^e	≥10				GB/T 1040.1 GB/T 1040.3	
	3 000 h(UVA-340) 或 1 500 h(UVB-313) 老化 ^f 后	≥5					
	(-40±2)℃, 2 h ^g	≥1.5					
耐霉菌性/级	—	商定	商定	商定	—	商定	6.2.12
基料中氟含量/%	—	—	—	≥20	—	—	HG/T 4104

表 A.1 叶片底漆和面漆的要求和试验方法(续)

项目	指标						试验方法
	聚氨酯 底漆	聚氨酯 面漆	水性聚 氨酯 面漆	水性氟 树脂 面漆	聚天门 冬氨酸 酯底漆	聚天门 冬氨酸 酯面漆	
VOC 含量 ^b /(g/L)	≤380	≤380	≤150	≤150	≤150	≤250	GB 30981.2

^a 双组分涂料混合后测试,试验条件由有关方商定。

^b 双组分涂料的不同组分分别测试。

^c 双组分涂料混合后测试。

^d 底漆和面漆单独制备涂膜,分别测试拉伸强度和断裂伸长率。施涂 2 道~4 道,干膜厚度为 150 μm~200 μm。选用 2 型试样,拉伸速度为(50±5)mm/min。每个项目测试 6 个数据,取平均值。

^e 在 GB/T 9278 规定的条件下放置 30 d 后测试。

^f 人工老化试验(UVA-340)和人工老化试验(UVB-313)两者可选一种。仲裁时采用人工老化试验(UVA-340)。UVA-340 老化试验按 6.2.7.1 的规定进行,UVB-313 老化试验按 6.2.7.2 的规定进行。在 GB/T 9278 规定的条件下放置 30 d 后进行人工老化试验,试验结束后在 GB/T 9278 规定的条件下放置 24 h 后测试。

^g 在 GB/T 9278 规定的条件下放置 30 d 后,将试件安装在温度为(-40±2)℃的拉力机夹具中,并放置 2 h。

^h 溶剂型产品按 GB 30981.2 进行溶剂型涂料 VOC 含量测试,水性产品按 GB 30981.2 进行水性涂料 VOC 含量测试。

A.2 叶片整形腻子和针孔腻子

叶片整形腻子和针孔腻子的要求和试验方法应符合表 A.2 的规定。

表 A.2 叶片整形腻子和针孔腻子的要求和试验方法

项目	指标		试验方法
	整形腻子	针孔腻子	
不挥发物含量 ^a /%	≥98	≥95	GB/T 1725
适用期/min	≥7	≥10	HG/T 4561
可打磨时间 ^b /h	≤4		HG/T 4561
刮涂性	易刮涂,不卷边,立面刮涂 3 mm 未出现明显流挂现象	易刮涂,不卷边,立面刮涂 300 μm 未出现明显流挂现象	GB/T 1727—2021
耐冲击性 ^c (冲头直径: 15.9 mm,正冲)/(kg·cm)	≥50		GB/T 20624.2
附着力 ^d	≥7 MPa,测定点的最小值≥5 MPa		GB/T 5210
拉伸强度 ^e /MPa	≥8		GB/T 1040.1
断裂伸长率 ^e /%	≥20		GB/T 1040.3
耐湿性 ^f	1 500 h 不起泡、不开裂、不剥落, 试验后附着力≥7 MPa,测定点的最小值≥5 MPa	6.2.1 6.2.6.1	

表 A.2 叶片整形腻子和针孔腻子的要求和试验方法(续)

项目	指标		试验方法
	整形腻子	针孔腻子	
^a 多组分涂料混合后测试,试验条件由有关方商定。			
^b 用磨料粒度符合 GB/T 9258.1 中粒度标记为 P80 或 P120 的耐水砂纸手工干磨,不粘砂纸(即粘在砂纸上的粉经拍打后容易掉落)的最短时间,即为可打磨时间。			
^c 底材为玻璃钢,刮涂一道,湿膜厚度约为 500 μm,在 GB/T 9278 规定的条件下放置 14 d 后测试。			
^d 底材为玻璃钢,刮涂一道,湿膜厚度约为 500 μm,在 GB/T 9278 规定的条件下放置 14 d 后测试。			
^e 刮涂一道,湿膜厚度约为 500 μm,在 GB/T 9278 规定的条件下放置 14 d 后测试,选用 2 型试样,拉伸速度为 (50±5)mm/min,测试 6 个数据,取平均值。			
^f 底材为玻璃钢,刮涂一道整形腻子,湿膜厚度约为 500 μm,1 d 后刮涂一道针孔腻子,湿膜厚度约为 50 μm,在 GB/T 9278 规定的条件下放置 14 d 后测试。			

A.3 叶片前缘保护漆

叶片前缘保护漆的要求和试验方法应符合表 A.3 的规定。

表 A.3 叶片前缘保护漆的要求和试验方法

项目	指标		试验方法
	普通型	加强型	
不挥发物含量 ^a /%	≥ 80		GB/T 1725
密度 ^b /(g/mL)	商定		GB/T 6750
黏度 ^b /KU	商定		GB/T 9269
细度 ^c /μm	≤ 20 或商定		GB/T 1724—2019 的 A 法
干燥时间/h	表干	≤ 1	GB/T 1728 表面干燥时间指触法
	实干	≤ 24	GB/T 1728 实际干燥时间压滤纸法
拉伸强度 ^d /MPa	标准状态 ^e	≥ 12	GB/T 1040.1 GB/T 1040.3
	3 000 h(UVA-340)或 1 500 h(UVB-313)老化 ^f 后	≥ 12	
	(-40±2)℃, 2 h ^g	≥ 40	
断裂伸长率 ^d /%	标准状态 ^e	≥ 300	GB/T 1040.1 GB/T 1040.3
	3 000 h(UVA-340)或 1 500 h(UVB-313)老化 ^f 后	≥ 250	
	(-40±2)℃, 2 h ^g	≥ 20	

表 A.3 叶片前缘保护漆的要求和试验方法(续)

项目	指标		试验方法
	普通型	加强型	
适用期(时间商定)	通过		HG/T 5368
剥离强度 ^b /(N/cm)	≥ 7		GB/T 15254
附着力/MPa	≥ 5		GB/T 5210
耐水性(50 ± 2)℃	240 h 不起泡、不开裂、不剥落, 允许轻微变色、轻微失光, 试验后附着力 ≥ 5 MPa		6.2.1 6.2.2
耐酸性 [5%(质量分数)硫酸溶液]	168 h 不起泡、不开裂、不剥落, 允许轻微变色、轻微失光, 试验后附着力 ≥ 5 MPa		6.2.1 6.2.3
耐碱性 [5%(质量分数)氢氧化钠溶液]	72 h 不起泡、不开裂、不剥落, 允许轻微变色、轻微失光, 试验后附着力 ≥ 5 MPa		6.2.1 6.2.4
耐油性 [L-HM 32 抗磨液压油(高压)]	24 h 不变色、不起泡、不开裂、不剥落		6.2.5
耐湿性	2 000 h 不起泡、不开裂、不剥落, 允许轻微变化、轻微失光, 试验后附着力 ≥ 5 MPa		6.2.1 6.2.6.1
人工老化试验 ^f (UVA-340)	3 000 h 不起泡、不开裂、不剥落、不粉化, 试验后附着力 ≥ 5 MPa		6.2.1 6.2.7.1
人工老化试验 ^f (UVB-313)	1 500 h 不起泡、不开裂、不剥落、不粉化, 试验后附着力 ≥ 5 MPa		6.2.1 6.2.7.2
低温湿热循环试验(63 次循环)	不起泡、不开裂、不剥落, 允许轻微变色、轻微失光, 试验后附着力 ≥ 5 MPa		6.2.1 6.2.8
耐雨蚀试验 ⁱ	老化前	8 h 允许点蚀, 不露底材	ISO/TS 19392-2
	3 000 h (UVA-340) 或 1 500 h(UVB-313) 老化 ^f 后	4 h 允许点蚀, 不露底材 8 h 允许点蚀, 不露底材	

^a 双组分涂料混合后测试, 试验条件由有关方商定。

^b 双组分涂料的不同组分分别测试。

^c 双组分涂料混合后测试。

^d 制备涂膜, 干膜厚度为 $250 \mu\text{m} \sim 350 \mu\text{m}$ 。在 GB/T 9278 规定的条件下放置 30 d 后测试, 选用 2 型试样, 拉伸速度为 $(200 \pm 20)\text{mm/min}$ 。

^e 在 GB/T 9278 规定的条件下放置 30 d 后测试。

^f 人工老化试验(UVA-340)和人工老化试验(UVB-313)两者可选一种。仲裁时采用人工老化试验(UVA-340)。UVA-340 老化试验按 6.2.7.1 的规定进行, UVB-313 老化试验按 6.2.7.2 的规定进行。在 GB/T 9278 规定的条件下放置 30 d 后进行人工老化试验, 试验结束后在 GB/T 9278 规定的条件下放置 24 h 后测试。

^g 在 GB/T 9278 规定的条件下放置 30 d 后, 将试件安装在温度为 (-40 ± 2) ℃的拉力机夹具中, 并在此温度下放置 2 h。

^h 叶片前缘保护漆与下道漆之间。

ⁱ 涂层配套体系由有关方商定, 除另有规定外, 前缘保护漆厚度不大于 $600 \mu\text{m}$ 。喷淋系统应覆盖试样旋转的全区域, 水流量为 $(60 \pm 5)\text{L/h}$, 水滴直径为 $2.0 \text{ mm} \sim 2.4 \text{ mm}$, 试件转速为 $(1 280 \pm 10)\text{r/min}$ 。试样数量为 3 个, 至少 2 个满足指标要求。

附录 B

(规范性)

除叶片外其他部位涂料性能要求和试验方法

B.1 除叶片外其他部位溶剂型涂料

B.1.1 环氧玻璃鳞片漆、不饱和聚酯玻璃鳞片漆、超强耐磨环氧漆的要求和试验方法应符合表 B.1 的规定。

表 B.1 环氧玻璃鳞片漆、不饱和聚酯玻璃鳞片漆、超强耐磨环氧漆的要求和试验方法

项目	指标			试验方法		
	环氧玻璃鳞片漆	不饱和聚酯玻璃鳞片漆	超强耐磨环氧漆			
不挥发物含量 ^a /%	≥ 90			GB/T 1725		
玻璃鳞片的定性	含有玻璃鳞片		—	HG/T 4336		
干燥时间/h	表干	≤ 4		GB/T 1728 表面干燥时间指触法		
	实干	≤ 24		GB/T 1728 实际干燥时间压滤纸法		
耐冲击性	5 J, 无漏点			HG/T 4337		
附着力/MPa	≥ 8			GB/T 5210		
耐磨性(1 000 g, 1 000 r, 砂轮型号: CS-10)/mg	≤ 100			GB/T 1768		
^a 双组分涂料混合后测试, 试验条件由有关方商定。						

B.1.2 热喷锌涂层应符合 ISO 2063-1 的要求。

B.1.3 无机富锌底漆应符合 HG/T 3668 中溶剂型无机富锌底漆 3 类的要求。

B.1.4 环氧压载舱漆应符合 GB/T 6823 规定的环氧基涂层体系中涂料的要求。

B.1.5 低表面处理容忍性环氧涂料应符合 HG/T 4564 的要求。

B.1.6 封闭漆、连接漆应符合有关方商定的验收要求。

B.1.7 其他溶剂型涂料的要求和试验方法应符合表 B.2 的规定。

表 B.2 其他溶剂型涂料的要求和试验方法

项目	指标								试验方法	
	环氧 (底) 漆	环氧 富锌 底漆 ^c	无溶剂 环氧 底漆	环氧中 间漆或 环氧 面漆	丙烯酸 聚氨酯 面漆	氟树脂 面漆	聚硅 氧烷 面漆	聚天门 冬氨酸 酯面漆		
不挥发物含量 ^a /%	≥80	≥85	≥95	≥80	≥70	≥60	≥80	≥85	GB/T 1725	
密度 ^b /(g/mL)	商定								GB/T 6750	
黏度 ^b /KU	商定								GB/T 9269	
细度 ^c /μm	≤60	—	≤60	≤80	≤30	≤30	≤30	≤30	GB/T 1724—2019 的 A 法	
干燥时间/h	表干	≤1	≤0.5	≤2	≤1	≤1	≤1	≤2	≤1	GB/T 1728 表面干 燥时间指触法
	实干	≤12								GB/T 1728 实际干 燥时间压滤纸法
适用期	2 h 通过	2 h 通过	(时间 商定) 通过	2 h 通过	4 h 通过	4 h 通过	4 h 通过	1 h 通过	HG/T 3668	
耐弯曲性/mm	2								GB/T 6742	
划格试验/级	≤1								GB/T 9286	
耐冲击性(正冲)/cm	50								GB/T 1732	
耐盐雾性 ^d /h	500	1 000	500	—	—	—	—	—	GB/T 10125 中性盐 雾试验	
耐磨性(500 g, 500 r, 砂轮 型号:CS-10)/mg	—	—	—	—	≤60	≤50	≤50	≤50	GB/T 1768	
不挥发分中金属锌含量/%	—	≥75	—	—	—	—	—	—	HG/T 3668	
基料中氟含量/%	—	—	—	—	—	≥22	—	—	HG/T 3792	
基料中硅氧键含量(全 漆)/%	—	—	—	—	—	—	≥15	—	HG/T 4755	

^a 双组分涂料混合后测试,试验条件由有关方商定。

^b 双组分涂料的不同组分分别测试。

^c 双组分涂料混合后测试,含片状颜料的产品除外。

^d 耐盐雾性测试干膜厚度为 $(90\pm10)\mu\text{m}$,试板投试前按 GB/T 30786 的规定在试板上划一条平行于试板长边的单线划痕,V形切口,并划透至底材,划痕宽度 W 为 0.2 mm~1.0 mm。试验后未划痕区不生锈、不起泡、不开裂、不剥落,划痕处单向腐蚀宽度≤2.0 mm。

^e 采用石墨烯环氧富锌底漆时应符合 HG/T 5573 中Ⅱ型富锌涂料的技术要求。

B.2 除叶片外其他部位水性涂料

除叶片外其他部位水性涂料的要求和试验方法应符合表 B.3 的规定。

表 B.3 塔筒、其他部位水性涂料的要求和试验方法

项目	指标					试验方法				
	水性环氧(底)漆	水性环氧富锌底漆	水性环氧中间漆或水性环氧面漆	水性丙烯酸聚氨酯面漆	水性氟树脂面漆					
不挥发物含量 ^a /%	≥60	≥75	≥60	≥55	≥55	GB/T 1725				
密度 ^b /(g/mL)	商定					GB/T 6750				
黏度 ^b /KU	商定					GB/T 9269				
细度 ^c /μm	≤60	—	≤60	≤30	≤30	GB/T 1724—2019 的A法				
干燥时间/h	表干	≤1	≤0.5	≤1	≤1	GB/T 1728 表面干燥时间指触法				
	实干	≤12				GB/T 1728 实际干燥时间压滤纸法				
适用期	2 h 通过					HG/T 3668				
耐弯曲性/mm	2					GB/T 6742				
划格试验/级	≤1					GB/T 9286				
耐冲击性(正冲)/cm	50					GB/T 1732				
耐盐雾性 ^d /h	500	1 000	—	—	—	GB/T 10125 中性盐雾试验				
耐磨性/mg (500 g, 500 r, 砂轮型号:CS-10)	—	—	—	≤60	≤50	GB/T 1768				
不挥发分中金属锌含量/%	—	≥75	—	—	—	HG/T 3668				
基料中氟含量/%	—	—	—	—	≥20	HG/T 4104				
闪锈抑制性 ^e	正常	正常	—	—	—	HG/T 3668				

^a 双组分涂料混合后测试, 试验条件由有关方商定。

^b 双组分涂料的不同组分分别测试。

^c 双组分涂料混合后测试, 含片状颜料的产品除外。

^d 耐盐雾性测试干膜厚度为 $(90 \pm 10)\mu\text{m}$, 试板投试前按 GB/T 30786 的规定在试板上划一条平行于试板长边的单线划痕,V形切口, 并划透至底材, 划痕宽度 W 为 0.2 mm~1.0 mm。试验后未划痕区不生锈、不起泡、不开裂、不剥落, 划痕处单向腐蚀宽度≤2.0 mm。

^e 干膜厚度为 $(50 \pm 5)\mu\text{m}$ 。

