

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 10663—2021

海上型风力发电机组 电气控制设备腐蚀防护结构设计规范

Design specification for structural anticorrosion for offshore
wind turbine electrical control equipments

2021-04-26 发布

2021-10-26 实施

国家能源局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 环境条件及设计要求 2

5 电气控制设备腐蚀防护结构设计 3

6 试验方法和判定依据 6

附录 A（资料性） 海上型风力发电机组腐蚀环境区域划分 9

附录 B（资料性） 常用材料电化学电位 10

附录 C（资料性） 钢铁基体材料的腐蚀性级别对应的耐久性期限与耐盐雾时间 11

参考文献 12

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。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件由能源行业风电标准化技术委员会风电电器设备分技术委员会（NEA/TC 1/SC 6）归口。

本文件主要起草单位：北京金风科创风电设备有限公司、机械工业北京电工技术经济研究所、新疆金风科技股份有限公司、中国广核新能源控股有限公司、上海电气风电集团股份有限公司、浙江运达风电股份有限公司、远景能源有限公司、中国船舶重工集团海装风电股份有限公司、明阳智慧能源集团股份有限公司、维谛技术（西安）有限公司、中国电器科学研究院股份有限公司、西安热工研究院有限公司、中国华能集团有限公司、东方电气风电有限公司、天津瑞能电气有限公司。

本文件参与起草单位：国电联合动力技术有限公司、中国电力科学研究院有限公司、华锐风电科技（集团）股份有限公司、苏州电器科学研究院股份有限公司、深圳市禾望电气股份有限公司、清华大学、北京鉴衡认证中心有限公司、北京源清慧虹信息科技有限公司、上海中认尚科新能源技术有限公司、天津天传电控设备检测有限公司、国家电控配电设备质量监督检验中心、四川省能投开发有限公司。

本文件主要起草人：马永超、徐秀平、果岩、俞黎萍、许伟、吴磊、俞庆、赵一秋、傅兴忠、陈海鹏、苏宝焕、韩花丽、董振华、张朝远、居海超、蔡雅娜、王艳华、贾石、黎炯、余远建、王俊、陈川、李铭志、乔倩、童博、蒋贲、李国庆、余业祥、赵家欣、杜云涛、韩昊、袁凌、代林旺、黄强、刘志、王文卓、胡德霖、单亮、姜洪立、张旭日、王鹏军、孟祥才、顾伟峰、霍钧、庄骏、董小兴、张杰、李浩然、刘瑞、胡开文。

本文件为首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

海上型风力发电机组 电气控制设备腐蚀防护结构设计规范

1 范围

本文件规定了海上型风力发电机组电气控制设备腐蚀防护结构设计的环境条件参数、设计要求、防腐方法、试验方法与判定依据。

本文件适用于海上型风力发电机组的机舱、轮毂和塔筒内、风力发电机组外部电气控制设备。

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 1766—2008 色漆和清漆 涂层老化的评级方法

GB/T 2423.16 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验J及导则：长霉

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 5210 色漆和清漆 拉开法附着力试验

GB/T 5270 金属基体上的金属覆盖层 电沉积和化学沉积层 附着强度试验方法评述

GB/T 6461—2002 金属基体上金属和其他无机覆盖层经腐蚀试验后的试样和试件的评级

GB/T 8264—2008 涂装技术术语

GB/T 9286 色漆和清漆 漆膜的划格试验

GB/T 9793—2012 热喷涂 金属和其他无机覆盖层 锌、铝及其合金

GB/T 9797 金属覆盖层 镍+铬和铜+镍+铬电镀层

GB/T 9799—2011 金属及其他无机覆盖层 钢铁上经过处理的锌电镀层

GB/T 10125—2012 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 12334—2001 金属和其他非有机覆盖层关于厚度测量的定义和一般规则

GB/T 12599—2002 金属覆盖层 锡电镀层技术规范和试验方法

GB/T 13452.2—2008 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 13912—2002 金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法

GB/T 17462 金属覆盖层 锡-镍合金电镀层

GB/T 18684 锌铬涂层 技术条件

GB/T 19334 低压开关设备和控制设备的尺寸 在成套开关设备和控制设备中作电器机械支承的标准安装轨

GB/T 20016 金属和其它无机覆盖层 不锈钢部件平整和钝化的电抛光法

GB/T 26110 锌铝涂层 技术条件

GB/T 30790.1—2014 色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 第1部分：总则

GB/T 30790.5 色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 第5部分：防护涂料体系

GB/T 30790.6—2014 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

GB/T 33630—2017 海上风力发电机组 防腐规范

JB/T 5067 钢铁制件粉末渗锌

JB/T 12855 金属覆盖层 锌镍合金电镀层

ISO 2063-2 热喷涂 锌、铝及其合金 第2部分：防腐系统的实行 (Thermal spraying-Zinc, aluminium and their alloys-Part 2: Execution of corrosion protection systems)

ISO 12944-5 涂料和清漆 用防护漆系统对钢结构的腐蚀保护 第5部分：防护涂料系统 (Paints and varnishes-Corrosion protection of steel structures by protective paint systems-Part 5: Protective paint systems)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

耐久性 durability

防护涂料体系从涂装完工后到第一次主要维护涂装前的预期使用期限。

[来源：GB/T 30790.1—2014, 3.5]

3.2

表面处理 surface preparation

为提高涂(镀)层与基体间结合力及防腐蚀效果，使用机械或化学方法对基体材料表面进行的处理。

3.3

基体材料 basis materials

需要涂覆或保护的成型构件的主体材料。

[来源：GB/T 8264—2008, 2.1]

3.4

电泳 electrophoresis

具有导电性的被涂物浸入电泳涂料槽中作为阳极(或阴极)，在槽中另设置与其对应的阴极(或阳极)，两极间通过电流作用，在被涂物表面沉积出均匀细密、不被水溶解的涂层方法。

3.5

磷化 phosphorization

工件(钢铁或铝、锌件)浸入磷化液(某些酸式磷酸盐为主的溶液)，在表面沉积形成一层不溶于水的结晶型磷酸盐转换膜的过程，给基体金属提供保护。

3.6

纳米陶瓷 nano ceramics

采用专用设备在基体材料表面采用喷涂工艺形成高硬度致密陶瓷涂层。

3.7

粉末喷涂 powder coating

用喷粉设备把粉末涂料喷涂到工件的表面，在静电作用下，粉末均匀吸附于工件表面，形成粉状涂层。

4 环境条件及设计要求

4.1 环境条件

海上型风力发电机组电气控制设备工作环境条件要求如下：

a) 海拔：≤1000 m；

b) 运行环境温度：-20℃~+45℃；

- c) 空气相对湿度：所有湿度条件；
- d) 盐雾影响：有；
- e) 霉菌影响：有。

4.2 设计要求

4.2.1 腐蚀防护设计年限应考虑风力发电机组设计使用年限（一般不低于 25 年）。

4.2.2 电气控制设备防护等级不应低于 GB/T 4208 规定的 IP43 等级要求，特殊情况的供需双方协商确定。

4.2.3 根据 GB/T 33630—2017 的规定，针对海上型风力发电机组电气控制设备的使用环境和使用年限，海上型电气控制设备所处环境对应的腐蚀等级一般不低于 C3 级，具体见附录 A。

4.2.4 对于处在密闭式机组干洁区的电气控制设备或运行环境中带有盐雾过滤装置的情况，可根据实际控制的环境状况进行防腐设计。

4.2.5 根据电气控制设备所处机组的环控条件、所处的位置、自身防护等级、柜体内结构零部件可考虑比柜体外表面低一级的防腐等级设计。

5 电气控制设备腐蚀防护结构设计

5.1 防腐设计基本原则

结构件的整体设计应该考虑到易于表面处理、涂（镀）层检测和防腐维修。海上型风力发电机组电气控制设备在结构设计时，应该遵循以下防腐设计的原则。

- a) 根据结构件所处的环境腐蚀性级别，合理选择基体材料及表面处理；
- b) 结构件防腐设计不能实现整个产品生命周期免维护的，应能做到可拆卸更换，或者二次防腐修复；
- c) 形状复杂的结构件设计时应力求简单或设计成分体结构，使腐蚀部位易于拆卸更换；
- d) 结构件应进行防积水设计，对易积水的部位设计排水孔；
- e) 为防止出现缝隙腐蚀，推荐采用焊接工艺并注意焊缝防腐；
- f) 为防止电偶腐蚀，电位序相差过大的金属不应直接连接在一起，并避免电解液在表面形成电子通道；
- g) 通过增加总膜厚度和涂层道数可提高涂层体系的耐久性，注意增加漆膜附着力要求。

5.2 防电偶腐蚀设计

当两种具有不同电位的金属结构件在装配过程中连接在一起时，由于电位差原因可能会出现电偶腐蚀。常用材料电极电位见附录 B。在结构件的防腐设计中，如果电偶不可避免，应遵循以下设计原则。

- a) 不同类金属材料的组合件不能在一起进行溶液处理，应尽可能采用喷涂或在电化学处理后进行组合；
- b) 两种金属（或镀层）接触时，选用两种电位相近的金属接触；
- c) 柜体内部两种金属（或镀层）接触的电位差最大不宜超过 0.5 V；
- d) 柜体外部两种金属（或镀层）接触的电位差不宜超过 0.25 V；
- e) 当两种不允许接触的金属（或镀层）接触时，用镀层或涂层减小电位差，也可以采用加入相容金属垫片的方法进行调整，以符合 c)、d) 的电位差要求；
- f) 允许“大阳极小阴极”情况出现。

5.3 常用材料表面处理方式与选择

5.3.1 金属结构件

电气控制设备零部件常用的金属材料主要有碳钢板、不锈钢板、铝合金板、电镀锌板、覆铝锌板、热浸镀锌板等。非喷涂零部件表面处理方式及防腐能力见表 1，喷涂零部件表面处理方式及防腐能力见表 2，耐蚀金属推荐表面处理方式见表 3。钢铁基体材料的腐蚀性级别对应的耐久性期限与耐盐雾时间，参见附录 C。

表 1 非喷涂零部件表面处理方式及防腐能力

序号	材质		推荐表面处理方式	耐中性盐雾 (NSS) 时间 h	防腐 能力	参考标准
1	碳钢		电镀层 GB/T 9799—Fe/Zn12/B	168	C2	GB/T 9799—2011
2	碳钢		电镀层 GB/T 9799—Fe/Zn12/C	192	C3—L	GB/T 9799—2011
3	碳钢		电镀层 GB/T 9799—Fe/Zn25/C	360	C3—M	GB/T 9799—2011
4	热镀锌板 DC51D+Z		切边处冷喷锌	240		推荐
5	覆铝锌板 DC51D+AZ		切边处冷喷锌	240		推荐
6	电气安装导轨		切边处防腐处理	480	C3—H	GB/T 9799—2011
7	型钢 (钢板)	厚度小于 6 mm	热浸锌；镀层平均厚度不小于 70 μm，最小局部厚度不小于 55 μm	—		GB/T 13912—2002
8		厚度大于或 等于 6 mm	热浸锌；镀层平均厚度不小于 85 μm，最小局部厚度不小于 70 μm	—		GB/T 13912—2002
9	碳钢		电镀锌镍合金，镀层不小于 8 μm	720	C4—H	JB/T 12855
10	型钢（钢板）		热浸锌；镀层平均厚度不小于 90 μm，最小局部厚度不小于 80 μm	—		推荐
11	型钢（钢板）		热喷锌；最小局部厚度不小于 150 μm	720		ISO 2063—2
注 1：非喷涂零部件盐雾试验后（除热浸锌件），按标准 GB/T 6461—2002 进行保护和外观评级评定。试验后基体材料保护评级 $R_p \geq 9$，视为可以满足使用。 注 2：热浸锌件以产生红锈作为判定标准。 注 3：选用热镀锌板 DC51D+Z 或覆铝锌板 DC51D+AZ 时，四周切割处做好防腐处理，不包含不便处理的局部加工处，及 IP 防护等级较高的干洁区内。 注 4：电气安装轨，建议采用符合 GB/T 19334 规定的标准导轨切割而成，两端切边防腐处理。 注 5：未列出的材质和表面处理方式，供需双方协商自定。						

表 2 喷涂零部件表面处理方式及防腐能力

序号	材质	推荐表面处理方式	耐中性盐雾 (NSS) 时间 h	防腐能力	参考标准
1	碳钢	电泳或磷化或纳米陶瓷预处理; 表面喷涂纯聚酯粉末涂料, 厚度不小于 70 μm	—	C2	GB/T 30790.5
2	碳钢	电泳或磷化或纳米陶瓷预处理; 底涂层: 环氧富锌粉末涂料, 厚度不小于 60 μm; 面涂层: 纯聚酯粉末涂料, 厚度不小于 80 μm; 总膜厚度不小于 140 μm	480	C3-H	GB/T 30790.5
3	覆铝锌板 DC51D+AZ	磷化或纳米陶瓷预处理; 表面喷涂纯聚酯粉末涂料厚度不小于 70 μm	480		GB/T 30790.5
4	覆铝锌板 DC51D+AZ (推荐)	磷化或纳米陶瓷预处理; 底涂层 (环氧富锌粉末涂料)+面涂层 (纯聚 酯粉末涂料), 总膜厚度不小于 120 μm	720	C4-H	GB/T 30790.5
5	热镀锌板 DC51D+Z	磷化或纳米陶瓷预处理; 底涂层 (环氧富锌粉末涂料)+面涂层 (纯聚 酯粉末涂料), 总膜厚度不小于 120 μm	720		GB/T 30790.5
6	碳钢	底涂层: 环氧漆不小于 120 μm; 中间涂层: 环氧漆不小于 120 μm; 面涂层: 聚氨酯面漆不小于 60 μm; 总干膜厚度不小于 300 μm	1440	C5-H	ISO 12944-5
7	碳钢	热喷锌: 不小于 100 μm; 中间涂层: 环氧漆不小于 100 μm; 面涂层: 聚氨酯面漆不小于 60 μm; 总膜厚度 (含金属覆盖层) 不小于 260 μm	1440		ISO 12944-5
8	碳钢	热浸锌: 按照 GB/T 13912—2002 执行; 中间涂层: 环氧漆不小于 100 μm; 面涂层: 聚氨酯面漆不小于 60 μm; 总膜厚度 (含金属覆盖层) 不小于 260 μm	1440		ISO 12944-5
注 1: 推荐环境可以兼容低环境等级。 注 2: 未列出的材质和表面处理方式, 供需双方协商自定。 注 3: 对于机组外部无保护性外壳的结构件推荐序号 6、7、8。					

表 3 耐蚀金属推荐表面处理方式

序号	材质	推荐表面处理方式
1	铝及铝合金	阳极氧化，膜厚 5 μm~10 μm
		有机涂层
2	不锈钢	钝化
		有机涂层
注：耐蚀金属根据使用工况选择不处理或以上推荐表面处理方式。		

5.3.2 铜材

电气控制设备的铜材一般都安装在柜体内部, 表 4 列出了可供选择的铜材的表面处理方式及防腐能力。

表 4 铜材表面处理方式及防腐能力

序号	材质	推荐表面处理方式	耐中性盐雾（NSS）时间 h	防腐能力	参考标准
1	铜材	Cu/Sn5b	—	C2	GB/T 12599—2002
2	铜材	Cu/Sn15b	480	C3—H	GB/T 12599—2002
3	铜材	Cu/Ni10bCr r	480		GB/T 9797
4	铜材	Cu/SnNi 15	720	C4—H	GB/T 17462
注 1：铜排盐雾试验后按 GB/T 6461—2002 进行保护和外观评级评定。盐雾试验后基体材料保护评级 $R_p \geq 9$ ，视为可以满足使用。					
注 2：未列出的材质和表面处理方式，供需双方协商自定。					

5.3.3 标准件

电气控制设备标准件包括柜内和裸露于柜外两种，其表面处理方式及防腐能力见表 5。

表 5 标准件表面处理方式及防腐能力

序号	材质	表面处理方式及防腐原理	耐中性盐雾（NSS）时间 h	防腐能力	参考标准
1	碳钢	电镀锌；5 μm～8 μm	72	C2	GB/T 9799—2011
2	碳钢	达克罗；9 μm～15 μm	720	C4—H	GB/T 18684
3	碳钢	粉末渗锌；平均厚度大于 40 μm，局部不小于 25 μm	不小于 720		JB/T 5067
4	碳钢	无铬达克罗，9 μm～15 μm	720		GB/T 26110
5	碳钢	电镀锌镍合金；不小于 8 μm	720		JB/T 12855
6	不锈钢	—	720		GB/T 20016
注 1：标准件盐雾试验后按标准 GB/T 6461—2002 进行保护和外观评级评定。盐雾试验后基体材料保护评级 $R_p \geq 9$ ，视为可以满足使用。					
注 2：达克罗标准件在使用时需考虑二次防腐处理，达克罗标准件不推荐用于电器元件的电连接。					
注 3：防腐能力 C5 级以上标准件施打力矩后均应有二次防腐层涂（包）覆。					
注 4：注未列出的材质和表面处理方式，供需双方协商自定。					

5.3.4 附件

如门锁、导杆，铰链、拉手、搭扣等金属附件，应选用不低于设备防腐级别的产品。

6 试验方法和判定依据

6.1 涂（镀）层试验项目

6.1.1 总则

本条款包含有机涂层（碳钢、热镀锌、覆铝锌、不锈钢、铝合金）、碳钢电镀、热浸锌、热喷锌四种表面处理方式的试验。

6.1.2 附着强度

6.1.2.1 有机涂层（碳钢、热镀锌、覆铝锌、不锈钢、铝合金）

有机涂层的附着强度按照下述的试验方法和判定依据执行。

a) 试验方法：

- 1) 涂层厚度不大于 250 μm ，按照 GB/T 9286 的规定进行试验。
- 2) 涂层厚度超过 250 μm ，按照 GB/T 5210 的方法进行试验。

b) 判定依据：按照 GB/T 30790.6—2014 中 6.3 的规定。

6.1.2.2 碳钢电镀

碳钢电镀层的附着强度按照下述的试验方法和判定依据执行。

a) 试验方法：按照 GB/T 5270 规定的方法之一进行测试。

b) 判定依据：依据不同的测试方法试验后，不得出现镀层与基体脱离的迹象，例如，鼓泡、片状剥离或分层剥离等。

6.1.2.3 热浸锌（碳钢）

镀锌层与基体的附着力若能满足制件在使用和一般操作条件下的要求，通常不需要专门测试镀锌层和基体之间的结合力。若需方有特殊要求，可由供需双方协商确定附着力的试验方法，试验方法参考 GB/T 13912—2002 中附录 C.6。附着力试验应在主要表面和使用过程中对附着力有一定要求的区域内进行。

6.1.2.4 热喷锌（碳钢）

热喷锌的附着强度和判定方法按照 GB/T 9793—2012 中附录 A 执行。

6.1.3 涂（镀）层膜厚度

6.1.3.1 有机涂层（碳钢、热镀锌、覆铝锌、不锈钢、铝合金）

有机涂层厚度测试按照下述的试验方法和判定依据执行。

a) 试验方法：按照 GB/T 13452.2—2008 规定的方法之一测定干膜涂层厚度。测定时，尽可能在靠近要测定切割试验位置的涂层上进行，测定次数视所用方法而定。

b) 判定依据：按照 GB/T 12334—2001 中第 5 章得到的平均厚度，满足设计需求厚度，判定为合格。

6.1.3.2 碳钢电镀层

碳钢电镀层测试按照下述的试验方法和判定依据执行。

a) 试验方法：按照 GB/T 9799—2011 中 6.2 规定的方法之一进行测量。

b) 判定依据：按照 GB/T 12334—2001 中第 5 章得到的平均厚度，满足设计需求厚度，判定为合格。

6.1.3.3 碳钢热浸锌

碳钢热浸锌层厚度按照下述的试验方法和判定依据执行。

a) 试验方法：按照 GB/T 13912—2002 中 7.2.3 给出的方法之一进行测量。

b) 判定依据：按照 GB/T 13912—2002 中 6.5 执行。

6.1.3.4 碳钢热喷锌

碳钢热喷锌层厚度按照下述的试验方法和判定依据执行。

- a) 试验方法：按照 GB/T 9793—2012 中 8.1 给出的方法进行测量。
- b) 判定依据：按照 GB/T 12334—2001 中第 5 章得到的平均厚度，满足设计需求厚度，判定为合格。

6.1.4 有机涂层耐湿热试验

有机涂层耐湿热试验按照下述的试验方法和判定依据执行。

- a) 试验方法：按照 GB/T 13893 规定的方法进行试验。
- b) 判定依据：按照 GB/T 1766—2008 中表 23 中综合等级不小于 1 级的评定。

6.2 电镀铜材试验项目

6.2.1 电镀层附着强度

电镀层附着强度按照下述的试验方法和判定依据执行。

- a) 试验方法：按照 GB/T 12599—2002 中附录 B 所给出的方法之一进行试验。
- b) 判定依据：试验后不得出现镀层与基体脱离的迹象，例如，鼓泡、片状剥离或分层剥离等。

6.2.2 电镀（锡）层厚度

电镀（锡）层厚度测试按照下述的试验方法和判定依据执行。

- a) 试验方法：按照 GB/T 12599—2002 中附录 A 所给出的方法之一进行试验。
- b) 判定依据：按照 GB/T 12334—2001 中第 5 章得到的平均厚度，满足设计需求厚度，判定为合格。

6.3 中性盐雾（NSS）

中性盐雾试验按照下述的试验方法和判定依据执行。

- a) 试验方法：依据 GB/T 10125—2012 中性盐雾（NSS）试验有关条款进行试验。
- b) 判定依据：
 - 1) 有机涂层按照 GB/T 30790.6—2014 附录 A 中公式进行计算后，基体材料上划痕处的单边腐蚀宽度不应超过 1 mm。
 - 2) 碳钢镀层、热浸锌及电镀铜材根据 GB/T 6461—2002 相关内容和性能评级标准，结合产品实际应用情况，对试验样品评判规定如下：试样保护评级（ R_p ）为 9 级以上（基体发生腐蚀面积小于 0.1%），且外观评级（ R_A ）为 -1/7 s C 等级以上（面积小于 0.5%，为表面点蚀或更轻微的表面轻度腐蚀），认定试样抗腐蚀性能为合格；否则视为不合格，评级标准可参考 GB/T 6461—2002 中表 1 和表 2。

6.4 霉菌

霉菌试验按照下述的试验方法和判定依据执行。

- a) 试验方法：按照 GB/T 2423.16 规定的方法 1 进行试验。
- b) 判定依据：试样长霉程度等级为 2b。

附录 A

(资料性)

海上型风力发电机组腐蚀环境区域划分

海上型风力发电机组基础以上部件处于海洋大气中，按 GB/T 33630—2017 的规定，将其所处的腐蚀环境分为干洁区、舱内区、舱外区，见表 A.1。

表 A.1 海上型风力发电机组腐蚀环境区域划分

区域名称	环境条件		特征	示例
	低碳钢腐蚀速率 $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	腐蚀性等级		
干洁区	≤ 400	$\leq \text{C3}$	不受自然气候、海洋大气和海水的影响，潮湿时间和腐蚀介质含量均处于较低水平	采用腐蚀环境控制措施的机舱内部
舱内区	> 400 且 ≤ 650	C4	与大气相通，不受阳光、雨、雪、露等污染物的直接侵蚀，潮湿时间或腐蚀介质含量至少处于较高水平	采用罩壳保护的轮毂内部、机舱内部、塔架内部
舱外区	> 650 且 ≤ 1500	C5-M	暴露在海洋大气环境中，受阳光、雨、雪、露等污染物的直接侵蚀，温度、湿度变化大，潮湿时间和腐蚀介质含量均处于很高水平	机舱外部、塔架外部

附 录 B
(资料性)
常用材料电化学电位

无论是电子导体还是离子导体，根据物理化学理论，凡是固相颗粒同液相接触，在其界面上必定产生偶电层，它是一封闭的均匀的偶电层，因而不形成外电场。其间的电位差称为电极电位。

标准电极电位是以标准氢原子作为参比电极，即氢的标准电极电位值定为 0，与氢标准电极比较，电位较高的为正，电位较低者为负。常用材料电极电位见表 B.1。

表 B.1 常用材料电化学电位表

电对	电动势 V
Li^+/Li	-3.045
Zn^{2+}/Zn	-0.7628
Fe^{2+}/Fe	-0.409
Cd^{2+}/Cd	-0.4026
Ni^{2+}/Ni	-0.23
Sn^{2+}/Sn	-0.1364
Pb^{2+}/Pb	-0.1263
H^+/H_2	0.0000
$\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}$	+0.15
Cu^{2+}/Cu	+0.3402
O_2/OH^-	+0.401
I_2/I^-	+0.535
$\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$	+0.770
Ag^+/Ag	+0.7996
Br_2/Br^-	+1.065
$\text{MnO}_2/\text{Mn}^{2+}$	+1.208
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$	+1.33
Cl_2/Cl^-	+1.358
$\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$	+1.491
F_2/F^-	+2.87

附录 C

(资料性)

钢铁基体材料的腐蚀性级别对应的耐久性期限与耐盐雾时间

钢铁基体材料的腐蚀性级别对应的耐久性期限与耐盐雾时间见表 C.1。

表 C.1 钢铁基体材料的腐蚀性级别对应的耐久性期限与耐盐雾时间

序号	腐蚀性级别	耐久性期限	ISO 6270-1: 2017 中规定的 凝露试验时间 h	ISO 9227 中规定的 耐盐雾 (NSS) 时间 h	备注
1	C2	L	48	—	
		M	48	—	
		H	120	—	
		VH	240	480	
2	C3	L	48	120	
		M	120	240	
		H	240	480	
		VH	480	720	
3	C4	L	120	240	
		M	240	480	
		H	480	720	
		VH	720	1440	
4	C5	L	240	480	
		M	480	720	
		H	720	1440	
		HVH	—	—	

注：L 表示低；M 表示中；H 表示高；VH 表示很高。

参 考 文 献

- [1] GB/T 2518 连续热镀锌钢板及钢带
- [2] ISO 9227: 2017 人造空气的腐蚀试验 盐雾试验 (Corrosion tests in artificial atmospheres-Salt spray tests)
- [3] ISO 6270-1: 2017 色漆和清漆 耐湿性的测定 第 1 部分: 冷凝 (单面曝光) [Paints and varnishes-Determination of resistance to humidity-Part 1: Condensation (single-sided exposure)]
-

中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
海上型风力发电机组
电气控制设备腐蚀防护结构设计规范
NB/T 10663—2021

*

中国电力出版社出版、印刷、发行
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

*

2021年11月第一版 2021年11月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 1印张 31千字

*

统一书号 155198·3462 定价 15.00元

版权专有 侵权必究
本书如有印装质量问题，我社营销中心负责退换



中国电力出版社官方微信



中国电力百科网网址



电力标准信息微信

为您提供最及时、最准确、最权威的电力标准信息



155198.3462