

ICS 27.180

F 11

备案号: 64291-2018

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 31138 — 2018

高原风力发电机组电气控制设备 结构防腐技术要求

Specifications for structural anticorrosion for plateau wind
turbine electrical control equipments

2018-04-03 发布

2018-07-01 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 高原环境条件参数和运行环境 3

5 腐蚀性等级 3

6 技术要求 4

附录 A（资料性附录） 高原环境条件对材料性能的影响 8

附录 B（资料性附录） 橡胶材料在不同环境条件下的用途 9

附录 C（资料性附录） 铬酸盐转化膜 10

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国高原电工产品环境技术标准化技术委员会归口（SAC/TC 330）和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/TC1/SC6）归口。

本标准起草单位：北京天诚同创电气有限公司、昆明电器科学研究所、新疆金风科技股份有限公司、成都阜特科技股份有限公司、浙江海德新能源有限公司、机械工业北京电工技术经济研究所、浙江运达风电股份有限公司、广州高澜节能技术股份有限公司、湘潭电机股份有限公司、深圳电气科学研究院。

本标准主要起草人：徐秀平、王自玲、居海超、王艳华、刘世军、程世宇、谢生清、吴莎莎、果岩、周琼芳、李宏、史晓鸣、于海舒、王素飞、黄杨、付小林、戎麒、高波、肖敏英、卢志敏、李志道、吴健超、李素平。

本标准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）。

高原风力发电机组电气控制设备 结构防腐技术要求

1 范围

本标准规定了高原风力发电机组电气控制设备结构防腐蚀技术的相关术语和定义、高原环境条件参数和运行环境、腐蚀性等级和技术要求。

本标准适用于海拔 1000m~5000m 高原用风力发电机组的机舱、轮毂和塔筒内的电气控制设备。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 8013.1 铝及铝合金阳极氧化膜与有机聚合物膜 第 1 部分：阳极氧化膜

GB/T 8264—2008 涂装技术术语

GB/T 9793 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 9798 金属覆盖层 镍电沉积层

GB/T 9799 金属及其他无机覆盖层 钢铁上经过处理的锌电镀层

GB/T 9881—2008 橡胶 术语

GB/T 10123 金属和合金的腐蚀 基本术语和定义

GB/T 12599 金属覆盖层 锡电镀层 技术规范和试验方法

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 14048.1—2012 低压开关设备和控制设备 第 1 部分：总则

GB/T 14597 电工产品不同海拔的气候环境条件

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 26110 锌铝涂层 技术条件

GB/T 20625 特殊环境条件 术语

GB/T 20644.1—2006 特殊环境条件 选用导则 第 1 部分：金属表面防护

GB/T 20644.2—2006 特殊环境条件 选用导则 第 2 部分：高分子材料

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 30790.2—2014 色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 第 2 部分：环境分类

GB/T 30790.4—2014 色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 第 4 部分：表面类型和表面处理

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

JB/T 5067—1999 钢铁制件粉末渗锌

SJ/T 11110 银电镀层规范

EN 10169—2: 2006 连续有机涂层（带卷涂层）扁产品 第2部分：建筑物外部用产品

3 术语和定义

GB/T 10123 和 GB/T 20625 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

耐磨性 abrasion resistance

抵抗由于机械作用使材料表面产生磨损的性能。

注：磨损性通常以耐磨指数表示。

[GB/T 9881—2008, 定义 2.2]

3.2

大气类型 type of atmosphere

以存在的腐蚀介质和它们的浓度为基础，对大气特性的描述。

注：主要的腐蚀介质是气体（尤其是二氧化硫）和盐（尤其是氯化物和/或硫酸盐）。

[GB/T 30790.2—2014, 定义 3.7]

3.3

表面处理 surface preparation

对待涂表面进行处理任何方法。

[GB/T 30790.4—2014, 定义 3.11]

3.4

基体材料 basis materials

需要涂覆或保护的成型构件的主体材料，又叫底材。若此材料为金属，则叫金属基体。若为非金属材料，则叫非金属基体。

[GB/T 8264—2008, 定义 2.1]

3.5

基底 substrate

需要涂覆的基体材料表面，此表面或有涂覆层或无涂覆层。

[GB/T 8264—2008, 定义 2.2]

3.6

（环境条件的）污染等级 pollution degree (of environmental conditions)

根据导电或吸湿的、游离气体或含盐量和相对湿度的大小，以及由于吸湿或凝露导致表面介电强度和/或电阻率下降事件发生的频度，而对环境条件做出的分级。

注 1：暴露装置的污染等级可不同于提供外壳或内部加热方法防止其吸湿或凝露的处于宏观环境的装置的污染等级。

注 2：就本部分而言，污染等级指的是微观环境的污染等级。

[GB 14048.1—2012, 定义 2.5.58]

3.7

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。

[GB/T 30790.1—2014, 定义 3.5]

3.8

热浸镀锌 hot dip galvanizing

将经过前处理的钢或铸铁制件浸入熔融的锌浴中，在其表面形成锌和（或）锌+铁合金镀层的工艺方法。

[GB/T 13912—2002, 定义 3.1]

3.9

镀层局部厚度 **local coating thickness**

在某一基本测量面按规定次数用磁性法所测得的镀层厚度的算术平均值, 或用称量法进行一次测量所测得的镀层镀覆量的厚度换算值。

[GB/T 13912—2002, 定义 3.8]

3.10

粉末渗锌 **sherardizing of iron and steel articles**

以粉末渗锌剂为供锌源, 并通过加热产生锌、铁原子互扩散而在钢铁表面形成渗锌层的表面处理工艺。

[JB/T 5067—1999, 定义 3.1]

3.11

涂装 **painting**

将涂料涂覆于基底表面, 形成具有防护、装饰或特定功能涂层的过程, 又叫涂料施工。

[GB/T 8264—2008, 定义 2.4]

3.12

抗紫外线类别 **UV resistance category**

呈现一定抗紫外线辐射水平的涂层分类。

[EN 10169-2: 2006, 定义 3.7]

3.13

耐腐蚀级别 **corrosion resistance category**

产品呈现出的一定耐腐蚀水平的等级, 其依据腐蚀类别、耐腐蚀期及可达到程度进行划分。

[EN 10169-2: 2006, 定义 3.6]

4 高原环境条件参数和运行环境

4.1 高原环境条件参数

高原环境条件参数应符合 GB/T 14597 的规定。

4.2 高原运行环境

应在如下规定的环境条件下运行:

- a) 运行环境温度: 按照 GB/T 14597 环境温度指标选取;
 - b) 空气相对湿度 $\leq 95\%$ (25℃时);
 - c) 腐蚀级别: 不小于表 1 中的 C2 级别;
 - d) 霉菌影响: 有;
 - e) 太阳直接辐射影响: 有;
 - f) 污染等级: 不小于 GB 14048.1—2012 中第 6.1.3.2 条规定的污染等级 3。
- 当有特殊环境要求时, 应由供需双方协商确定。

5 腐蚀性等级

按大气环境腐蚀性分类, 可分为 6 个级别, 表 1 列出了这 6 类的分类定义 (符合 GB/T 30790.2 的规定)。

表 1 大气环境腐蚀性分类

腐蚀性等级	单位面积上质量和厚度损失 (经第一年暴露后)				温性气候环境下的典型环境案例 (仅供参考)	
	低碳钢		锌		外部	内部
	质量损失 g/m ²	厚度损失 μm	质量损失 g/m ²	厚度损失 μm		
C1 很低	≤10	≤1.3	≤0.7	≤0.1	—	清洁大气环境下的保温建筑物, 如办公室、商店、学校、旅馆
C2 低	>10 且 ≤200	>1.3 且 ≤25	>0.7 且 ≤5	>0.1 且 ≤0.7	低污染水平的大气, 大多数乡村地区	可能发生凝露的不保温建筑物, 如仓库、体育馆
C3 中等	>200 且 ≤400	>25 且 ≤50	>5 且 ≤15	>0.7 且 ≤2.1	城市和工业大气, 中度 SO ₂ 污染的地区, 低盐度的沿海地区	湿度高和存在一定空气污染的生产场所, 如食品加工厂、洗衣房、酿酒厂、牛奶厂
C4 高	>400 且 ≤650	>50 且 ≤80	>15 且 ≤30	>2.1 且 ≤4.2	工业区和中等盐度的沿海地区	化工厂、游泳池、沿海船舶、造船厂
C5-I 很高 (工业)	>650 且 ≤1500	>80 且 ≤200	>30 且 ≤60	>4.2 且 ≤8.4	高湿度和侵蚀性大气的工业区	冷凝和高污染持续发生和存在的建筑物或/和地区
C5-M 很高 (海洋)	>650 且 ≤1500	>80 且 ≤200	>30 且 ≤60	>4.2 且 ≤8.4	高盐度的沿海和海上区域	冷凝和高污染持续发生和存在的建筑物或/和地区
注: 在炎热潮湿的沿海区域, 质量和厚度损失值有可能超过 C5-M 等级的范围, 因此为这些区域使用的结构涂料防护体系时, 必须采取特别的防御措施。						

6 技术要求

6.1 材料

选用材料首先应满足相应产品标准的规定, 为了适应高原环境的特点, 电气控制设备应选用耐候性和结构性能稳定的材料。高原环境条件对材料性能的影响参见附录 A。

6.1.1 高分子材料

选用原则如下:

- a) 宜选用耐低温材料;
- b) 宜选用对紫外线不敏感的材料, 其次选用添加了紫外线吸收剂的材料;
- c) 宜选用对臭氧不敏感的材料。

选用高分子材料时, 应符合 GB/T 20644.2—2006 第 6.1、6.2 节的要求。常用橡胶材料参见附录 B。性能评价如下:

- a) 性能评价项目按照 GB/T 20644.2—2006 第 7 章表 1 的要求进行；
- b) 试验方法按照 GB/T 20644.2—2006 第 8 章的要求进行。

6.1.2 金属表面防护层

金属表面防护层主要分为涂膜、金属覆盖层和转化膜 3 类，防护材料选用原则如下：

- a) 宜选用耐低温材料；
- b) 宜选用低吸湿性材料；
- c) 应避免太阳辐射引起的老化影响；
- d) 对于防护等级低的产品，应考虑风沙因素。

选用时，涂膜应符合 GB/T 20644.1—2006 中附录 A 的要求。金属覆盖层应符合 GB/T 20644.1—2006 中附录 C 的要求，转化膜的要求参见附录 C。

性能评价如下：

- a) 性能评价项目按照 GB/T 20644.1—2006 第 8 章表 1 的要求进行；
- b) 试验方法按照 GB/T 20644.1—2006 第 7 章的要求进行。

6.2 防护等级

采用液体冷却方式的产品防护等级不应低于 GB 4208 中规定的 IP54，采用强迫式风冷的产品防护等级不应低于 GB 4208 中规定的 IP21。

6.3 防腐蚀

6.3.1 防腐蚀等级

防腐蚀等级总体不应低于表 1 中规定的 C2 等级，对于不同用途的金属材质，应选用不同的表面处理方式。

注：当有特殊要求时，应由供需双方协商确定。

6.3.2 柜体

防护层选用涂膜防护层，通过盐雾试验、耐水试验等，考核其外观、附着力等性能指标。高原环境下，常用的几类涂膜见 GB/T 20644.1—2006 中的附录 A。

6.3.3 电气安装轨

电气安装轨应符合 GB/T 19334 的规定，切割加工处应做防腐蚀处理。

6.3.4 金属结构件

表 2 列出了常用金属结构件材质的技术要求及评价标准。

表 2 常用金属结构件材质的技术要求及评价标准

序号	基材	表面处理方式	技术要求及评价标准
1	碳钢	电镀锌	见 GB/T 9799
2	碳钢	电镀镍	见 GB/T 9798
3	碳钢	电镀铜+镍	见 GB/T 9798
4	碳钢	达克罗（锌铬涂层）	见 GB/T 18684

表 2（续）

序号	基材	表面处理方式	技术要求及评价标准
5	碳钢	无铬达克罗（锌铝涂层）	见 GB/T 26110
6	碳钢	静电喷涂	见 GB/T 30790.5
7	碳钢	热浸镀锌	见 GB/T 13912
8	碳钢	粉末渗锌	见 JB/T 5067
9	碳钢	热喷涂锌、铝及其合金	见 GB/T 9793
10	覆铝锌板	切口处做防腐处理（推荐）	供需双方协商
11	热镀锌板	切口处做防腐处理（推荐）	供需双方协商
12	不锈钢	钝化（推荐）	供需双方协商
13	铝、铝合金	阳极氧化，着色（颜色自定）	见 GB/T 8013.1
14	铝、铝合金	镀镍	见 GB/T 9798
注：未列出的材质和表面处理方式，由供需双方协商确定。			

6.3.5 铜板（铜排）

表 3 列出了铜板（铜排）的技术要求及评价标准。

表 3 铜板（铜排）的技术要求及评价标准

序号	材质	表面处理方式	技术要求及评价标准
1	铜板（铜排）	电镀锡	见 GB/T 12599
2	铜板（铜排）	电镀镍	见 GB/T 9798
3	铜板（铜排）	电镀锡+镍合金	见 GB/T 17462
4	铜板（铜排）	电镀银	见 SJ/T 11110
5	铜板（铜排）	电镀镍+铬合金	见 GB/T 9797
注：未列出的表面处理方式，由供需双方协商确定。			

6.3.6 标准件

表 4 列出了常用标准件材质的技术要求及评价标准。

表 4 常用标准件材质的技术要求及评价标准

序号	材质	表面处理方式	技术要求及评价标准
1	碳钢	电镀锌	见 GB/T 9799
2	碳钢	达克罗（锌铬涂层）	见 GB/T 18684
3	碳钢	无铬达克罗（锌铝涂层）	见 GB/T 26110

表 4（续）

序号	材质	表面处理方式	技术要求及评价标准
4	碳钢	热浸镀锌	见 GB/T 13912
5	碳钢	粉末渗锌	见 JB/T 5067
6	不锈钢	带螺纹的标准件需浸蜡等防锁死处理（推荐）	供需双方协商
注：未列出的材质和表面处理方式，由供需双方协商确定。			

6.3.7 附件

门锁、导杆、铰链等金属附件，应选用与设备防腐级别相同的产品。

附 录 A
(资料性附录)
高原环境条件对材料性能的影响

高原环境条件对电气控制设备中金属和非金属材料性能的影响见表 A.1。

表 A.1 高原环境条件对电气控制设备中金属和非金属材料性能的影响

高原环境条件	影 响 性 能
低温	塑料（热固性、热塑性、弹性材料）变脆，金属及合金的断裂脆性随屈服强度的增加而减少，对金属的使用性能有很大影响
高温	塑料加速老化
海拔升高	空气压力或空气密度降低，引起低密度、低浓度、多孔性材料（例如：电工绝缘材料、隔热材料等）的物理和化学性质的变化，塑料制品中增塑剂的挥发加速；空气压力或空气密度的降低，在电场中更容易发生电离，从而导致绝缘性能的下降；气压的降低使在低海拔生产的塑性绝缘材料内的气泡扩张，使绝缘材料局部放电加大，绝缘性能变差，老化加快；内外压力差的增大，使气体或液体易从密封容器中泄漏或泄漏率增大，间接影响电气性能
昼夜温差大	较大的温度变化使产品外壳容易变形、龟裂，密封结构容易破裂；温差大，温度变化快，设备表面容易产生凝露，在低气压、污秽等综合作用下，绝缘强度急剧下降，极易产生运行电压的绝缘闪络事故。凝露的产生，也促进了腐蚀速度
太阳辐射	太阳热辐射的增加引起较大的表面附加温升，降低有机绝缘材料的材质性能，使材料变形，产生机械热应力；涂膜褪色
紫外线辐射	紫外线引起有机绝缘材料的加速老化，使空气容易电离，导致外绝缘强度和电晕起始电压降低，强紫外线对风机外漆影响严重，风机必须考虑抗紫外线漆；塑料绝缘件在强紫外线下老化加快
砂粒和尘埃	金属和非金属表面产生磨损
高湿度	潮湿空气将使设备中的导电金属、导磁硅钢片及金属外壳锈蚀，降低设备的性能和使用寿命，甚至造成电气故障；零部件表面会凝结或吸附一层薄薄的水膜，增加了材料的导电性，使绝缘材料的绝缘性能大大降低，对多孔的绝缘材料甚至会造成绝缘击穿

附 录 B
(资料性附录)

橡胶材料在不同环境条件下的用途

高原、干热、干热沙漠环境条件下采用的橡胶材料的主要特点、工作温度、适用环境和主要用途见表 B.1。

表 B.1 橡胶材料的主要特点、工作温度、适用环境和主要用途

序号	种类	主要特点	工作温度 ℃	适用环境	主要用途
1	天然橡胶 NR	具有优良的回弹性、绝缘性、隔水性及可塑性,适当处理后还具有耐油、耐酸、耐碱、耐热、耐压、耐磨等特性。不耐老化、不耐浓强酸、耐油性和耐溶剂性很差	-20~+80	高原	用于制造雨鞋、暖水袋、松紧带、外科医生手套、输血管;轮胎、传送带、运输带、耐酸和耐碱手套;排灌胶管、氨水袋、探空气球
2	三元乙丙橡胶 EPDM	耐臭氧性、耐热性、耐候性、低温柔软性较好,可用于耐臭氧、耐候、耐紫外线场合,但基于自身的结构特点,其阻燃性、耐油性和粘结性较差	-40~+150	高原、干热、干热沙漠	用于制造飞机、轿车、火车、客车、船舶、高低压开关柜等
3	丁腈橡胶 NBR	耐油、耐热、耐磨、耐臭氧、耐老化、耐阻燃性好。用于制作密封制品,但不适用于磷酸酯系列液压及含极性添加剂的齿轮油	-40~+120	高原、干热、干热沙漠	用于制作“O”形圈、油封、唇形密封圈、杂件等,适用于一般的液压、气动系统
4	氟橡胶 FPM	化学性能稳定、耐高温、耐老化、吸湿性低、透气性小、机械强度好,耐低温、耐辐射性差	-20~+200	干热、干热沙漠	用于国防工业制造飞机、火箭上的耐真空、耐高温、耐化学腐蚀的密封材料、胶管或其他零件及汽车工业
5	硅橡胶 HTV/RTV	耐热、耐寒性好,极好的压缩永久变形和介电性能,但机械强度低	-60~+200	干热、干热沙漠	适用于高、低温下高速旋转密封及食品机械的密封
6	氯丁橡胶 CR	耐气候性、耐臭氧性、耐老化性、耐油性、耐溶剂性好,具有优异的耐燃性,耐寒性不好,储存稳定性差	-40~+120	高原、干热、干热沙漠	耐油制品、耐热输送带、耐酸碱胶管、桥梁支座、密封件、电缆护套、电线包皮等

附 录 C
(资料性附录)
铬 酸 盐 转 化 膜

铬酸盐转化膜的主要类型、典型外观和膜层表面密度见表 C.1。

表 C.1 铬酸盐转化膜的主要类型、典型外观和膜层表面密度

主要类型		典型外观	膜层表面密度 ρ_a g/m ²
代号	名称		
A	光亮膜	透明、透明至浅蓝色	$\rho_a \leq 0.5$
B	漂白膜	带轻微彩虹的白色	$\rho_a \leq 1.0$
C	彩虹膜	偏黄的彩虹色	$0.5 < \rho_a < 1.5$
D	不透明膜	橄榄绿	$\rho_a > 1.5$
E	黑色膜	黑色	$0.5 \leq \rho_a \leq 1.0$