

ICS 29.020  
K 04  
备案号: 50070-2015

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

DL / T 1425 — 2015

---

## 变电站金属材料腐蚀防护技术导则

The technical codes of anti-corrosion protection for metallic material  
in the transformer substation

2015-04-02 发布

2015-09-01 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 ..... 1

4 设计准则 ..... 2

5 现场施工与检验标准 ..... 6

6 检验和维护 ..... 7

附录 A（资料性附录） 大气腐蚀等级划分 ..... 9

## 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。  
本标准为首次发布。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电站金属材料标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位：广东电网有限责任公司电力科学研究院。

本标准参加起草单位：国网湖南省电力公司电力科学研究院、国网山东省电力公司电力科学研究院。

本标准主要起草人：聂铭、梁永纯、谢国胜、林介东、陈军君、刘纯、陈剑光、张都清、钟万里、李辛庚、李顺华、胡波涛、董重里、苏伟、陈曦、肖凯。

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）。

# 变电站金属材料腐蚀防护技术导则

## 1 范围

本标准规定了变电站金属材料的防腐蚀设计、制造及安装质量检验，以及运行维护、检修的防腐蚀技术要求。

本标准适用于自然大气环境下变电站金属材料的防腐蚀选材，同样适用于防护涂镀层、金属构件耐腐蚀性能评价，以及巡检维护。

## 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，仅所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/T 1034 塑料 吸水性的测定
- GB/T 5210 色漆和清漆拉开法附着力试验
- GB/T 5267.1 紧固件 电镀层
- GB/T 5267.3 紧固件 热浸镀锌层
- GB/T 7998 铝合金晶间腐蚀测定方法
- 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 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 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 11379 金属覆盖层 工程用铬电镀层
- GB/T 11547 塑料 耐液体化学试剂性能的测定
- GB/T 12332 金属覆盖层 工程用镍电镀层
- GB/T 12599 金属覆盖层 锡电镀层 技术规范和试验方法
- GB/T 13912 金属覆盖层 钢铁制件浸镀锌层 技术要求及试验方法
- GB/T 19292.1 金属和合金的腐蚀 大气腐蚀性 分类
- GB/T 19292.3 金属和合金的腐蚀大气腐蚀性 污染物的测量
- DL/T 646 输变电钢管结构制造技术条件
- JGJ/T 251 建筑钢结构防腐蚀技术规程
- HB 5051 银镀层质量检验
- SJ 20146 银电镀层总规范
- SJ 20818 电子设备的金属镀覆与化学处理
- YS/T 814 黄铜制成品应力腐蚀试验方法

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**润湿时间 time of wetness**

金属表面被能导致大气腐蚀的吸附物或（和）电解质液膜覆盖的时间。

### 3.2

**附着力 adhesive force**

涂层与基体之间的结合力。

### 3.3

**应力腐蚀破裂 stress corrosion cracking**

金属在腐蚀和残余应力或外加应力的共同作用下破裂而引起的自发损坏。

### 3.4

**镀层厚度 coating thickness**

基体表面金属覆盖层的总厚度，以微米（ $\mu\text{m}$ ）表示。

### 3.5

**平行样品 parallel samples**

从整批产品中随机抽出的用于检测产品性能的样品。

## 4 设计准则

### 4.1 一般规定

变电站金属材料应根据环境条件、所用材质、结构型式、使用要求、服役年限、施工条件和维护管理条件等进行防腐蚀设计。

### 4.2 大气腐蚀等级

4.2.1 大气腐蚀等级 C1、C2、C3、C4、C5 按 GB/T 19292.1 的规定划分，腐蚀等级划分见附录 A。

4.2.2 当在污染严重的区域如化工厂、发电厂等测定的大气污染物含量超过 GB/T 19292.1 规定的范围时，应将相应的大气腐蚀至少提高 1 个等级。

4.2.3 确定某一地区的大气腐蚀等级后，其所在地区室内的腐蚀环境应至少降低 1 个等级。

### 4.3 金属结构件的选择

4.3.1 腐蚀等级为 C4、C5 时，宜增加钢结构受力部件厚度。

4.3.2 重要金属结构件和闭口截面杆件的焊缝，应采用连续焊缝。

4.3.3 各类防护罩与设备外壳不宜采用平板式外形，应设计成不易积水的形状。对于构型特殊且易积水的部位，应设计排水槽或排水口，且不易淤积或容易清淤。

4.3.4 端子箱、机构箱等箱体若采用不锈钢，其厚度应大于 2mm。

4.3.5 端子箱、控制箱、机构箱等箱体应进行密封处理，开门处应加装胶条；宜在箱体内增加防凝露装置。

### 4.4 金属材质的选择及防护要求

4.4.1 碳钢部件宜采用热浸镀锌，镀锌层厚度应符合表 1 的规定，也可选用不低于热浸镀锌的可靠防腐工艺。不能满足防腐要求的，宜更换为不锈钢、铝合金等耐蚀材料，或采用锌铝合金镀层、铝锌合金镀层等耐蚀性能更好的镀层。

4.4.2 防护罩、设备壳体、箱体等外部设备宜采用热浸镀锌钢、铝合金、不锈钢或其他耐蚀材料，热浸镀锌的厚度应符合表 1 规定，铝合金表面宜做阳极氧化并封闭处理。对腐蚀等级高于 C5 且有特殊要求的外部设备，宜选用 18-8 不锈钢，且应做钝化处理，或选用耐蚀铝合金。

4.4.3 腐蚀等级为 C1、C2、C3 时，隔离开关传动部件的轴销宜采用铝青铜、不锈钢或其他耐蚀材料，当腐蚀等级为 C4、C5 时，宜选用不锈钢轴销。

4.4.4 轴套宜选用不锈钢、无油复合润滑或塑料自润滑材料。

4.4.5 腐蚀等级为 C1、C2、C3 时，露天使用的连杆、拐臂等传动件，应通过 720h 中性盐雾试验，腐蚀等级为 C4、C5 时，应通过 1000h 中性盐雾试验。

4.4.6 机械传动部件表面镀铬时，镀层厚度不应小于 25 $\mu\text{m}$ ，硬度不应小于 250HV。

4.4.7 铜及铜合金与异种金属接触时，应增加过渡镀层；黄铜部件应通过应力腐蚀检测。

4.4.8 机构弹簧宜采用磷化+电泳工艺，涂层厚度不应低于 90 $\mu\text{m}$ ，附着力应大于 5MPa；弹簧防腐处理后应能通过 480h 中性盐雾试验，露天使用的弹簧应能通过 720h 中性盐雾试验。 $M \leq 16$  的弹簧宜采用不锈钢。

表 1 不同腐蚀等级下的镀锌层厚度

部件类别	尺寸规格	腐蚀等级	最小平均厚度 $\mu\text{m}$
一般结构件	厚度 $\geq 5\text{mm}$	C1、C2、C3	86
		C4、C5	120
	$2\text{mm} \leq \text{厚度} < 5\text{mm}$	C1、C2、C3	65
		C4、C5	86
	厚度 $< 2\text{mm}$	C1、C2、C3	55
		C4、C5	65
绝缘子金属附件	—	C1、C2、C3	90
		C4、C5	100
受装配精度限制的传动件 和连接件	—	C1、C2、C3	55
		C4、C5	65
螺栓紧固件	直径 $\geq 20\text{mm}$	C1、C2、C3	55
		C4、C5	60
	$6\text{mm} \leq \text{直径} < 20\text{mm}$	C1、C2、C3	45
		C4、C5	55
	直径 $< 6\text{mm}$	C1、C2、C3	25
		C4、C5	45

4.4.9 户外隔离开关主导电回路的接触导电部位应进行电镀银处理，镀银层厚度不应小于 20 $\mu\text{m}$ ；当腐蚀等级为 C5 时或是在特殊污染区域，镀银层厚度不应小于 22 $\mu\text{m}$ ，且所有环境下的镀银层均应做钝化和防变色处理。所有镀银层硬度不应小于 120HV。

4.4.10 轴系部件宜优先选用 5 系、6 系铝合金，高氯离子环境下不宜选用 2 系、7 系铝合金，且均应做阳极氧化+封闭处理。

4.4.11 端子箱内的二次元件应根据不同需求镀覆金属层。电镀镍的厚度不应小于 6 $\mu\text{m}$ ，电镀锡的厚度不应小于 8 $\mu\text{m}$ 。

4.4.12 复合材料电缆桥架的耐水、耐腐蚀性能应通过 24h 水、酸和碱的浸泡试验。

## 4.5 紧固件的选择

4.5.1 紧固件的尺寸、强度等指标应符合相关国家标准。

4.5.2 紧固件表面镀层宜与被连接部位的镀层相同。

4.5.3 腐蚀等级为 C1、C2、C3 时，紧固件表面宜进行电镀锌等表面处理工艺，电镀层的厚度不应小于 5 $\mu\text{m}$ ，并应做铬酸盐钝化处理。腐蚀等级为 C4、C5 时，宜使用热浸镀锌紧固件，厚度应满足表 1 的规定；也可使用电镀镍、电镀铬紧固件，电镀层厚度应符合表 2 的规定。

4.5.4 腐蚀等级为 C1、C2、C3 时，户外箱体内紧固件的电镀锌层最小厚度不应小于 5 $\mu\text{m}$ ，腐蚀等级为 C4、C5 时，电镀锌层最小厚度不应小于 8 $\mu\text{m}$ 。

4.5.5 规格小于或等于 M12 的紧固件，宜采用不锈钢螺栓或其他耐蚀材料。

4.5.6 所有紧固件耐中性盐雾时间不应小于 72h。

表 2 电镀铬、镍的厚度

部件类别	腐蚀等级	厚度 μm	
		电镀铬	电镀镍
螺栓紧固件	C1、C2、C3	12	6
	C4、C5	25	12

#### 4.6 防腐有机涂层的设计

4.6.1 腐蚀等级为 C4、C5 时，防护罩、端子箱、机构箱体等表面有热浸镀锌、热喷锌的设备，以及铝制部件、不锈钢件宜涂覆有机涂层。

4.6.2 腐蚀等级高于 C5 时，在有机或无机富锌底漆上，宜采用环氧云铁中间漆，面漆宜采用氟碳类。

4.6.3 锌、铝和含锌、铝金属层的钢材以及不锈钢件，其表面不宜采用如醇酸底漆等不耐碱性的底漆及富锌底漆，宜采用环氧类底漆封闭，且底漆的颜料宜采用锌黄类。

4.6.4 无机富锌底漆的后道漆应有耐碱性。

4.6.5 乙烯磷化底漆不应与呈碱性反应的底漆配套使用。

4.6.6 当选用无机富锌底漆时，金属结构件表面上的底层涂料附着力应大于 3MPa，划格法测定不应低于 2 级；选用其他类型底漆时，附着力应大于 5MPa，划格法测定不应低于 1 级。

4.6.7 室外环境的面漆宜优先选择耐老化性能不低于丙烯酸类或聚氨酯类的面漆，对涂层的耐磨、耐久和抗渗性能有较高要求时，宜选用玻璃鳞片类面漆。

4.6.8 有机防腐涂层的干膜厚度应符合表 3 的规定。

表 3 金属结构件有机防腐涂层的干膜厚度

有机防腐涂层 设计使用年限 y	金属结构件有机防腐涂层最小干膜厚度 μm				
	C2	C3	C4	C5	高于 C5
$2 \leq t < 5$	120	140	160	180	200
$5 \leq t < 10$	160	180	200	220	240
$10 \leq t < 15$	200	220	240	260	280
$t \geq 15$	280	300	320	340	360

注：铝合金表面的干膜厚度不应小于 90μm。

#### 4.7 质量检验

##### 4.7.1 热浸镀锌

4.7.1.1 目测观察，镀锌层表面应连续、完整，不应有酸洗、漏镀、结瘤、积锌、毛刺等缺陷。

4.7.1.2 厚度宜用涂层测厚仪测量，当镀锌件表面积大于 100cm<sup>2</sup> 时，每个镀锌件均匀分成 3 部分，每个部分应测量不少于 5 个测量点，厚度应符合表 1 的规定；当镀锌件表面积小于 100cm<sup>2</sup> 时，每个镀锌件均匀分成 3 部分，每个部分应测量不少于 2 个测量点，厚度应符合表 1 的规定。

4.7.1.3 镀锌层应均匀，按 DL/T 646 做硫酸铜试验，耐浸蚀次数不应少于 4 次，且不露基体。

4.7.1.4 镀锌层应与金属基体结合牢固，按 DL/T 646 做落锤试验，镀锌层不应凸起和剥离。

#### 4.7.2 电镀锌

4.7.2.1 目测观察，在电镀锌的主要表面上不应有明显可见的镀层缺陷，诸如起泡、孔隙、粗糙、裂缝或局部无镀层，镀层表面不允许有块状物、突起、水珠或沉淀物。

4.7.2.2 厚度宜用测厚仪测量，当镀锌件表面积大于  $100\text{cm}^2$  时，每个镀锌件均匀分成 3 部分，每个部分应测量不少于 5 个测量点，厚度不应小于规定的最小局部厚度；当镀锌件表面积小于  $100\text{cm}^2$  时，每个镀锌件均匀分成 3 部分，每个部分应测量不少于 2 个测量点，厚度应符合 4.5.4 的规定。

#### 4.7.3 电镀锡

4.7.3.1 目测观察，抽检数量不宜少于总数的 5%。普通镀锡层应为银灰色或浅灰色，允许有轻微的水印，复杂或大型部件边缘允许有轻微的粗糙，同一表面允许有不同光泽和颜色，允许有夹具印记但应有镀层；不允许的缺陷有：局部无镀层，粗糙、黑点、斑点、烧焦、起泡、触及基体的伤痕、起皮和脱落，条纹状、海绵状和树枝状的镀层，深灰的镀层，未洗净的盐类痕迹。

4.7.3.2 厚度宜用测厚仪测量，抽检数量不宜少于总数的 5%。每个镀锡件均匀分成 3 部分，每个部分应测量不少于 5 个测量点，厚度应符合 4.4.11 的规定。

#### 4.7.4 电镀铬

4.7.4.1 目测观察，抽检数量不宜少于总数的 5%。主要表面上的铬电镀层应是光亮或有光泽的；不允许的缺陷有：局部无镀层，麻点、起泡、脱落、肉眼可见的裂纹或对表面精饰有害的其他缺陷。

4.7.4.2 厚度宜用测厚仪测量，抽检数量不宜少于总数的 5%。每个镀铬件均匀分成 3 部分，每个部分应测量不少于 5 个测量点，厚度应符合表 2 的规定。

#### 4.7.5 电镀镍

4.7.5.1 目测观察，抽检数量不宜少于总数的 5%。主要表面上的镍电镀层应光滑且无明显缺陷，不允许的缺陷有：麻点、裂纹、起泡、起皮、脱落、烧焦和露镀。

4.7.5.2 厚度宜用测厚仪测量，抽检数量不宜少于总数的 5%。每个镀镍件均匀分成 3 部分，每个部分应测量不少于 5 个测量点，厚度应符合表 2 的规定。

#### 4.7.6 电镀银

4.7.6.1 目测观察，抽检数量不宜少于总数的 5%。电镀银外观应为银白色，经抛光后的表面有镜面般的光泽，硬镀银层和钝化的镀银层应为带浅黄色调的银白色，镀氢氧化铍的银镀层应为透明的或稍带彩虹色调的银白色。允许有轻微的水印，同一表面允许有不同光泽和颜色，允许有夹具印记但应有镀层；不允许的缺陷有：局部无镀层，粗糙、黑点、斑点、烧焦、起泡、起皮和脱落，条纹状、海绵状和树枝状的镀层，深灰的镀层，镀氢氧化铍的表面有用手能擦掉的白色粉状物，未洗净的盐类痕迹。

4.7.6.2 厚度宜用测厚仪测量，抽检数量不宜少于总数的 5%。每个镀银件均匀分成 3 部分，每个部分应测量不少于 5 个测量点，厚度应符合 4.4.9 的规定。

4.7.6.3 抗硫性能检验：每批抽取 4 个零件或制备能代表批的专用试样进行检验，若有一件不合格，则整批零件拒收。抗硫性能检验可以在与零件材料相同、表面状态相同，并同槽电镀的试样上进行。检验方法为：在 1% 的硫化钠溶液中，温度控制在  $15^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，浸渍 30min，银镀层应不变色。

4.7.6.4 镀银层的结合强度试验参照 SJ 20146 的相关规定进行，首选热震试验，在放大倍数为 8 倍或 4 倍且具有照明功能的放大器下检查，镀银层应无起泡和脱落。

#### 4.7.7 不锈钢钝化

4.7.7.1 目测观察，必要时可用 3 倍~5 倍放大镜观察。抽检数量不宜少于总数的 5%，若有 2 个或以上的零件不合格，应退回重新钝化。不锈钢部件钝化后表面应为银白、灰白或钢灰色，允许表面色调不一致；不允许的缺陷有：部件表面有暴露的结晶组织和麻坑等过腐蚀现象，钝化后表面有挂灰。

4.7.7.2 从一批交付的部件中取 1 个~2 个进行试验，若有一个部件不合格，则该批部件应全部退回重新钝化。允许用与部件同类材料、同槽处理的试件检验。检验方法为：用 1g 铁氰化钾  $\{\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN}_6)]\}$  加 3ml (65%~85%) 硝酸 ( $\text{HNO}_3$ ) 和 96ml 水配制成 100ml 溶液（宜现用现配）。然后用滤纸浸渍溶液后，



贴附于待测表面或直接将溶液涂、滴于待测表面, 30s 内观察显现蓝点情况, 有蓝点为不合格。需要注意的是, 该试验需待酸洗钝化表面基本干燥后进行, 试验后也应该将试验液体冲洗干净。

#### 4.7.8 黄铜部件抗应力腐蚀

4.7.8.1 黄铜部件应在同一批产品中随机抽取。单重不大于 2kg 的产品, 抽样数量为 6 个; 单重大于 2kg 的产品, 抽样数量为 3 个。若产品标准另有规定或用户另有要求, 应供需双方协商确定。

4.7.8.2 应力腐蚀检测按 YS/T 814 中规定的步骤进行。经 8h 试验后, 若发现试样出现裂纹, 应判定该批产品为不合格。

#### 4.7.9 铝合金部件抗晶间腐蚀

4.7.9.1 铝合金部件的抗晶间腐蚀试验应采用 3 个~5 个平行试样, 试样应在同一批次产品中随机抽取。若产品标准另有规定或用户另有要求, 应供需双方协商确定。

4.7.9.2 晶间腐蚀检测按 GB/T 7998 规定的步骤进行。对于 5 系铝合金, 经 24h 试验后, 若试样出现晶间腐蚀, 应判定该批产品不合格; 对于 2 系、7 系铝合金, 经 6h 试验后, 若试样晶间腐蚀为 2 级以上, 应判定该批产品不合格。

#### 4.7.10 紧固件

4.7.10.1 镀覆不同镀层的紧固件应按 4.7.1~4.7.5 的规定进行检查。

4.7.10.2 每批次紧固件的抽检数量不宜小于总数的 5%, 不同镀层的耐蚀性检验按 4.7.12 的规定进行。

#### 4.7.11 复合材料电缆桥架

4.7.11.1 按 GB/T 1034 规定的试验方法检测复合材料的耐水性能, 经 24h 浸泡后, 复合材料的重量增加不应超过 0.5%。

4.7.11.2 按 GB/T 11547 规定的试验方法检测复合材料的耐腐蚀性能, 经 24h 浸泡后, 复合材料的质量、尺寸、外观应无明显变化。

#### 4.7.12 防腐涂镀层的中性盐雾试验

4.7.12.1 本标准中涉及的所有涂镀层均应按 GB/T 10125 的规定进行中性盐雾试验。

4.7.12.2 用于钢结构件防腐的热浸镀锌层耐中性盐雾时间不应小于 480h。

4.7.12.3 在 C1、C2、C3 环境下用于紧固件和二次元件防腐的镀层耐中性盐雾时间不应小于 72h, C4、C5 环境下耐中性盐雾时间不应小于 96h。

4.7.12.4 在 C1、C2、C3 环境下使用的有机防腐涂层应通过 720h 中性盐雾试验, C4、C5 环境下应通过 1000h 中性盐雾试验。

4.7.12.5 中性盐雾试验合格的标准按以下特征评判: 电镀锌表面无白色或灰黑色腐蚀物, 热浸镀锌表面无棕锈点或红锈; 电镀镍、电镀锡、电镀铬表面无红色锈点; 铜合金基体表面无灰色或绿色腐蚀产物。

### 5 现场施工与检验标准

#### 5.1 一般规定

5.1.1 变电站现场施工应编制防腐蚀方案。

5.1.2 施工使用的设备、仪器应具备出厂质量合格证或质量检测报告。

5.1.3 根据气象部门数据, 润湿时间应按温度大于 0℃和相对湿度大于 80%来估算, 腐蚀等级按 GB/T 19292.1 判定。

5.1.4 施工单位应具有防腐保温二级及以上资质或为国家一级及以上企业, 具备保证工程安全、质量的能力。

5.1.5 施工人员应通过涂装专业培训。关键施工工序(涂装、质检等)的施工人员应获得涂装中级工及以上证书。涂装作业人员应在试涂合格后方可正式涂装。输电杆塔涂装作业人员还应具备带电作业、高空作业等相关资格。

## 5.2 表面处理

5.2.1 金属结构在涂装前应进行表面处理，防腐方案应提出表面处理的质量要求，并应对表面除锈等级和表面粗糙度作出明确规定。

5.2.2 金属结构在除锈处理前，应清除焊渣、毛刺和飞溅等附着物，应对边角进行圆滑处理，并应清除基体表面可见的油脂和其他污浊物。

5.2.3 用汽油等溶剂擦洗金属结构表面时，溶剂和抹布应经常更换。若需保留旧涂层，应使用对涂层无损的溶剂。

5.2.4 用氢氧化钠、磷酸钠、碳酸钠和钠的硅酸盐等溶液擦洗或喷射清洗金属结构表面时，清洗后应用洁净淡水冲洗。

5.2.5 用混有强乳化液和湿润剂的有机溶液配制而成的乳化清洗液清洗金属结构表面时，清洗后应用洁净淡水冲洗。

5.2.6 用液体清洗金属结构表面时，应进行通风、防火、呼吸保护和防止皮肤直接接触等防护措施。

5.2.7 金属结构宜用动力工具除锈，不应动力喷砂除锈。

5.2.8 动力工具除锈宜用砂纸或砂轮进行，表面粗糙度应达到 GB 8923 中规定的 St3 级。

## 5.3 涂层施工

5.3.1 施工环境温度宜为 5℃~38℃，相对湿度不宜大于 85%；金属表面温度应高于露点 3℃ 以上；在大风、雨、雾、雪天、有较大灰尘或阳光照射时，不宜在室外施工；施工环境通风较差时，应强制通风。

5.3.2 金属构件表面不应误涂、漏涂，涂层不应脱皮和返锈，涂层应均匀，无明显皱皮、流坠、针眼和气泡等。

5.3.3 在同一检验批次内，抽查构件的数量不应少于 10%，且不应少于 5 件，每个构件应检测 6 处，每处的数值为 3 个相距 50mm 测点涂层干膜厚度的平均值。干膜厚度应符合表 3 的规定。

5.3.4 在同一检验批次内，每 200m<sup>2</sup> 检测数量不应少于 20 次，且总检测数不应少于 40 次，检测方法按照 GB 5210 规定的步骤进行。附着力应符合 4.6.6 的规定。

5.3.5 电焊、切割后的镀锌层应进行修复，修复的面积不应超过每个部件总表面积的 0.5%；镀锌层修复宜采用涂富锌涂层进行修补，修复层的厚度应比镀锌层要求的最小平均值厚 30μm 以上。对运输和安装中的少量损坏部位，宜采用含锌量大于 70% 的环氧富锌涂料进行修复。

## 6 检验和维护

6.1 设备检查宜与日常巡检同时进行，应记录检查结果，并建立台账。

### 6.2 钢结构

6.2.1 腐蚀等级不高于 C3 时，钢结构宜每 2 年巡检一次；高于 C3 时，宜每 1 年巡检一次；在特殊污染的区域，宜每半年巡检一次。

6.2.2 目测检查钢结构外观，表面出现红锈时，宜涂覆有机涂层进行二次防护。

### 6.3 设备外壳

6.3.1 对于端子箱、防护罩、设备壳体等遮挡部件，雨后宜进行巡检。查看是否有积水，检查端子箱门胶条密封情况，应及时清理积水，更换不密封的胶条。

6.3.2 对于特殊污染区域的不锈钢外壳宜每 1 年巡检一次。

### 6.4 紧固件

6.4.1 腐蚀等级不高于 C3 时，普通紧固件宜每 2 年巡检一次，受力紧固件宜 1 年巡检一次；高于 C3 时，普通紧固件宜每 1 年巡检一次，受力紧固件宜每半年巡检一次；在特殊污染的区域，普通紧固件宜每半年巡检一次，受力紧固件宜每 3 个月巡检一次。

6.4.2 目测观察，紧固件镀层表面是否有破损，连接处是否有锈蚀，紧固件是否松动。当镀层有破损时应及时更换；当连接处有锈蚀时，应及时清除锈蚀物并涂抹防锈油；当紧固件出现松动时应及时固定。

## 6.5 隔离开关

6.5.1 隔离开关的一般部件和主要部件的巡检宜按照不同的周期进行。一般部件包括机构箱、防雨罩、底座、铝合金导电部件等，重要部件包括触头、传动装置等。

6.5.2 腐蚀等级不高于 C3 时，一般部件宜每 2 年巡检一次，重要部件宜每 1 年巡检一次；高于 C3 时，一般部件宜每 1 年巡检一次，重要部件宜每半年巡检一次；在特殊污染的区域，一般部件宜每半年巡检一次，重要部件宜每 3 个月巡检一次。

6.5.3 目测观察触头处镀银层的外观，查看是否变色、破损，是否有污染物附着。

6.5.4 检查传动装置密封情况，应及时清理污染物和积水。检查传动装置是否有锈蚀，若有应及时清除；当发现锈蚀影响传动动作时，应及时更换传动部件。发现传动关节缺油应及时加注。

## 6.6 有机涂层

6.6.1 腐蚀等级不高于 C3 时，宜每 3 年巡检一次；高于 C3 时，宜每 2 年巡检一次；在特殊污染的区域，宜每 1 年巡检一次。

6.6.2 目测观察涂层是否有破损、剥落、边缘起皮、起泡等现象。若上述缺陷占总面积的比例不大于 10%，宜进行局部修补；若超过 10%，应重新涂覆有机涂层。涂层修复使用的涂层应与原涂层匹配。

附 录 A  
(资料性附录)  
大气腐蚀等级划分

温度大于 0℃和相对湿度大于 80%的润湿时间分类见表 A.1。

表 A.1 润湿时间分类 (温度大于 0℃和相对湿度大于 80%)

等级	润湿时间 (h/a)	举 例
$\tau_1$	$\tau \leq 10$	在室内调节的内部微气候
$\tau_2$	$10 < \tau \leq 250$	在潮湿气候中内部无空气调节的空间除外, 无空气调节的内部微气候
$\tau_3$	$250 < \tau \leq 2500$	在干冷气候或半温带气候的室外大气; 在温带气候下适当通风的工作间
$\tau_4$	$2500 < \tau \leq 5500$	在所有气候的室外大气中 (除了干冷气候外) 在潮湿条件下通风的工作间; 在温带气候下不通风的工作间
$\tau_5$	$\tau > 5500$	部分潮湿气候; 在潮湿气候中不通风的工作间

注 1: 由于遮蔽程度不同, 没有包括所有情况。  
 注 2: 有氯离子沉积的海洋性气候中被遮蔽的表面实际上增加了润湿时间, 由于吸湿性盐的存在, 因此被列在  $\tau_5$  等级。  
 注 3: 润湿时间  $\tau_1 \sim \tau_2$  范围内, 不洁净的表面其腐蚀的可能性较高。

以二氧化硫为代表的含硫化合物污染物分类见表 A.2。

表 A.2 以二氧化硫为代表的含硫化合物污染物分类

二氧化硫的沉积率/ [mg/ (m <sup>2</sup> · d)]	二氧化硫的浓度/ (μg/m <sup>3</sup> )	等级
$P_d \leq 10$	$P_c \leq 12$	$P_0$
$10 < P_d \leq 35$	$12 < P_c \leq 40$	$P_1$
$35 < P_d \leq 80$	$40 < P_c \leq 90$	$P_2$
$80 < P_d \leq 200$	$90 < P_c \leq 250$	$P_3$

注 1: 二氧化硫的沉积率和浓度是经过至少一年的连续测量计算得到的, 并且表达为年平均值, 短期测量的结果与长期的平均值有很大差别, 这些结果只作为指导。  
 注 2: 由沉淀法 ( $P_d$ ) 和容量法 ( $P_c$ ) 确定的二氧化硫的值用于分类是等效的, 测量值之间的关系可近似地表达为  $P_d = 0.8P_c$ 。  
 注 3: 在等级为  $P_0$  的二氧化硫的浓度被作为背景浓度并且对于腐蚀破坏是微不足道的。  
 注 4: 在等级  $P_3$  中的二氧化硫被认为是极限, 超出本部分范围是典型的作业微环境气候。

以氯化物为代表的空气中盐类污染物分类见表 A.3。

表 A.3 以氯化物为代表的空气中盐类污染物分类

氯化物的沉积率/ [mg/ (m <sup>2</sup> · d)]	等级
$S \leq 3$	$S_0$
$3 < S \leq 60$	$S_1$
$60 < S \leq 300$	$S_2$
$300 < S \leq 1500$	$S_3$

注 1: 用各种方法确定的大气中含盐量结果通常是不可以直接比较或转化的。  
 注 2: 氯化物的沉积是年平均值, 短期测量结果是变化无常的, 并且受天气影响很大。  
 注 3: 氯化物污染的极限, 如以海水飞溅或喷淋为代表, 是超出本标准范围的。

在不同等级腐蚀性环境下暴晒第一年的腐蚀速率见表 A.4。

表 A.4 在不同等级腐蚀性环境下暴晒第一年的腐蚀速率

等级	金属的腐蚀速率 $r_{\text{corr}}$ $\mu\text{m/a}$			
	碳钢	锌	铜	铝
C1	$r_{\text{corr}} \leq 1.3$	$r_{\text{corr}} \leq 0.1$	$r_{\text{corr}} \leq 0.1$	忽略
C2	$1.3 < r_{\text{corr}} \leq 25$	$0.1 < r_{\text{corr}} \leq 0.7$	$0.1 < r_{\text{corr}} \leq 0.6$	$r_{\text{corr}} \leq 0.2$
C3	$25 < r_{\text{corr}} \leq 50$	$0.7 < r_{\text{corr}} \leq 2.1$	$0.6 < r_{\text{corr}} \leq 1.3$	$0.2 < r_{\text{corr}} \leq 0.7$
C4	$50 < r_{\text{corr}} \leq 80$	$2.1 < r_{\text{corr}} \leq 4.2$	$1.3 < r_{\text{corr}} \leq 2.8$	$0.7 < r_{\text{corr}} \leq 1.8$
C5	$80 < r_{\text{corr}} \leq 200$	$4.2 < r_{\text{corr}} \leq 8.4$	$2.8 < r_{\text{corr}} \leq 5.6$	$1.8 < r_{\text{corr}} \leq 3.6$
注 1: 铝经受局部腐蚀,但在表中所列的腐蚀速率是按均匀腐蚀计算得到的,最大点蚀深度是潜在破坏性的最好指示,但这个特征不能在暴晒的第一年后用于评估。				
注 2: 超过上限等级 C5 的腐蚀速率表明环境超出本表的范围。				

评估大气的腐蚀性等级见表 A.5。

表 A.5 评估大气的腐蚀性等级

碳 钢															
	$\tau 1$			$\tau 2$			$\tau 3$			$\tau 4$			$\tau 5$		
	$S_0 \sim S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_0 \sim S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_0 \sim S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_0 \sim S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_0 \sim S_1$	$S_2$	$S_3$
$P_0 \sim P_1$	1	1	1&2	1	2	3&4	2&3	3&4	4	3	4	5	3&4	5	5
$P_2$	1	1	1&2	1&2	2&3	3&4	3&4	3&4	4&5	4	4	5	4&5	5	5
$P_3$	1&2	1&2	2	2	3	4	4	4&5	5	5	5	5	5	5	5
锌和铜															
	$\tau 1$			$\tau 2$			$\tau 3$			$\tau 4$			$\tau 5$		
	$S_0 \sim S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_0 \sim S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_0 \sim S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_0 \sim S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_0 \sim S_1$	$S_2$	$S_3$
$P_0 \sim P_1$	1	1	1	1	1&2	3	3	3	3&4	3	4	5	3&4	5	5
$P_2$	1	1	1&2	1&2	2	3	3	3&4	4	3&4	4	5	4&5	5	5
$P_3$	1	1&2	2	2	3	3&4	3	3&4	4	4&5	5	5	5	5	5
铝															
	$\tau 1$			$\tau 2$			$\tau 3$			$\tau 4$			$\tau 5$		
	$S_0 \sim S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_0 \sim S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_0 \sim S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_0 \sim S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_0 \sim S_1$	$S_2$	$S_3$
$P_0 \sim P_1$	1	2	2	1	2&3	4	3	3&4	4	3	3&4	5	4	5	5
$P_2$	1	2	2&3	1&2	3&4	4	3	4	4&5	3&4	4	5	4&5	5	5
$P_3$	1	2&3	3	3&4	4	4	3&4	4&5	5	4&5	5	5	5	5	5
注: 腐蚀性用腐蚀性等级代号的数字部分(如 1 代表 C1)。															

中 华 人 民 共 和 国  
电 力 行 业 标 准  
变电站金属材料腐蚀防护技术导则  
DL/T 1425 — 2015

\*

中国电力出版社出版、发行  
(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)  
北京九天众诚印刷有限公司印刷

\*

2015 年 9 月第一版 2015 年 9 月北京第一次印刷  
880 毫米×1230 毫米 16 开本 0.75 印张 22 千字  
印数 0001—3000 册

\*

统一书号 155123 · 2633 定价 9.00 元

敬 告 读 者

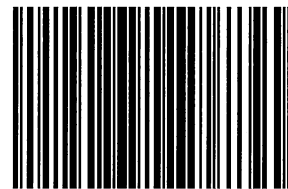
本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换  
版 权 专 有 翻 印 必 究



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.2633