

# Analysis of Measures to Prevent Salt Spray Corrosion in Power Transmission and Transformation Equipment

Fei Zeng

Hainan Power Grid Co., Ltd. Wenchang Power Supply Bureau, Wenchang, Hainan, 571300, China

## Abstract

In order to prevent the harm caused by salt spray corrosion to power transmission and transformation equipment, this paper proposes a series of protective measures. First, choosing materials with good corrosion resistance to salt spray is the key. By evaluating the index, the materials suitable for the Hainan climate are selected to improve the corrosion resistance of the equipment. Secondly, the surface coating technology can effectively prevent the erosion of salt mist. Select the appropriate anticorrosive coating according to different characteristics to enhance the protection ability of the equipment. In addition, the structural design of the equipment also needs to consider the anti-salt spray corrosion factors. The erosion of salt spray can be reduced by rational design of protective covers and seals and optimizing the anticorrosion design of joints and connections. Finally, regular cleaning and inspection of the equipment, and timely repair and renewal of the anticorrosive coating, can extend the service life of the equipment. Through the comprehensive application of the above measures, the influence of salt spray corrosion on the power transmission and transformation equipment can be effectively prevented, and the reliability and stability of the equipment can be improved.

## Keywords

power transmission and transformation equipment; salt spray corrosion prevention; measures; analysis

## 输变电设备防盐雾腐蚀的措施分析

曾飞

海南电网有限责任公司文昌供电局, 中国·海南文昌 571300

## 摘要

为了防止盐雾腐蚀对输变电设备造成的危害, 论文提出了一系列防护措施。首先, 选择抗盐雾腐蚀性能良好的材料是关键。通过评估指标, 选择适用于海南气候的材料, 以提高设备的耐腐蚀能力。其次, 采用表面涂层技术可以有效防止盐雾的侵蚀。根据不同特点选择合适的防腐涂层, 以增强设备的防护能力。此外, 设备的结构设计也需要考虑防盐雾腐蚀因素。通过合理设计防护罩和密封, 以及优化接头和连接件的防腐设计, 可以减少盐雾对设备的侵蚀。最后, 定期清洗和检查设备, 并及时修复和更新防腐涂层, 可以延长设备的使用寿命。通过以上措施的综合应用, 可以有效防止盐雾腐蚀对输变电设备的影响, 提高设备的可靠性和稳定性。

## 关键词

输变电设备; 防盐雾腐蚀; 措施; 探析

## 1 引言

输变电设备是电力系统中重要的组成部分, 其正常运行对于电力系统的稳定运行和供电质量具有至关重要的作用。然而, 由于输变电设备通常安装在海洋附近或者盐湖地区等高盐度环境中, 长期暴露在盐雾腐蚀的环境中, 导致设备表面产生腐蚀现象, 严重影响设备的正常运行和寿命。盐雾腐蚀是指在高盐度环境中, 盐分溶解在空气中形成盐雾, 当盐雾接触到输变电设备表面时, 会与金属表面发生化学反

应, 导致金属表面腐蚀。盐雾腐蚀不仅会导致设备外观的损坏, 还会影响设备的绝缘性能和导电性能, 进而影响设备的安全性和可靠性。因此, 为了保证输变电设备在高盐度环境中的正常运行, 防止盐雾腐蚀对设备造成的损害, 需要采取一系列的防护措施。目前, 国内外学者和工程技术人员已经开展了大量的研究工作, 提出了各种防盐雾腐蚀的方法和技术。然而, 由于不同地区的盐雾腐蚀环境和设备特点存在差异, 针对不同情况的防护措施还需要进一步研究和改进。

## 2 盐雾腐蚀对输变电设备的影响

### 2.1 盐雾腐蚀的定义和机理

盐雾腐蚀是指在海洋环境或含有盐分的大气环境中, 由于盐雾中的氯离子、硫离子等腐蚀性物质的作用, 导致金

【作者简介】曾飞(1982-), 男, 中国海南海口人, 本科, 工程师, 从事输配电运行、电力通信、自动化、电力调度等研究。

属表面发生化学反应而产生腐蚀现象。盐雾腐蚀的机理主要包括电化学腐蚀和化学腐蚀两种方式。电化学腐蚀是指金属表面与盐雾中的电解质形成电池,产生阳极和阴极反应,导致金属发生溶解和腐蚀。化学腐蚀是指盐雾中的腐蚀性物质直接与金属表面发生化学反应,导致金属发生腐蚀<sup>[1]</sup>。

## 2.2 盐雾腐蚀对输变电设备的危害

①金属表面腐蚀:盐雾腐蚀会使输变电设备的金属表面产生腐蚀现象,降低设备的使用寿命。腐蚀会使金属表面失去光洁度,形成氧化物和盐类沉积物,进一步加速腐蚀的发展,最终导致设备的损坏。腐蚀还可能导致设备的结构变形、松动等问题,进而影响设备的正常运行。

②电气性能受损:盐雾腐蚀会影响设备的电气性能。腐蚀会导致设备的接触电阻增加,电气连接不良,进而影响设备的正常运行。高接触电阻会导致设备发热、能量损耗增加,甚至引发火灾等安全隐患。同时,腐蚀还会导致设备的绝缘性能下降,增加设备发生漏电、短路等故障的风险,进而影响设备的可靠性和安全性。

③外观美观受损:盐雾腐蚀会影响设备的外观美观。腐蚀会使设备表面出现锈斑、褪色等现象,影响设备的外观质量,给人一种不良的印象。这不仅影响设备的整体形象,也可能降低设备的市场竞争力。

## 2.3 海南气候对设备腐蚀程度的影响

海南气候的高温、高湿和高盐特征对设备腐蚀程度有着明显的影响。根据数据统计,海南地区的平均温度在30摄氏度以上,高温环境会加速盐雾腐蚀的速度。同时,海南地区的湿度较高,平均湿度超过80%,高湿环境会增加盐雾的腐蚀性。此外,海南地区周围环境中盐分含量较高,海水中的盐分会随着海风飘散到设备表面,增加了盐雾中腐蚀性物质的浓度。综合上述因素,海南地区的输变电设备更容易受到盐雾腐蚀的侵害,腐蚀程度更为严重。根据实际情况,海南地区的输变电设备的腐蚀速度比其他地区高出30%以上。

## 3 输变电设备防盐雾腐蚀的措施

### 3.1 设备材料的选择

#### 3.1.1 抗盐雾腐蚀性能的评估指标

①耐盐雾腐蚀性能:材料应具有较高的耐盐雾腐蚀性能,能够在高湿度和高盐度的环境下长期使用而不受腐蚀。②耐高温性能:由于海南气候特点,设备材料需要具备良好的耐高温性能,能够在高温环境下保持稳定性能。③耐湿度性能:材料应具有较高的耐湿度性能,能够在高湿度环境下长期使用而不受损。④耐盐度性能:材料应具有较高的耐盐度性能,能够在高盐度环境下长期使用而不受腐蚀。

#### 3.1.2 适用于海南气候的材料选择

①不锈钢:不锈钢具有良好的耐盐雾腐蚀性能,能够在高湿度和高盐度的环境下长期使用而不受腐蚀。常用的不

锈钢材料有304不锈钢和316不锈钢。②镀锌钢:镀锌钢具有较好的耐盐雾腐蚀性能,能够在高湿度和高盐度的环境下长期使用而不受腐蚀。镀锌钢的耐盐雾腐蚀性能取决于镀锌层的厚度和质量。③铝合金:铝合金具有较好的耐盐雾腐蚀性能,能够在高湿度和高盐度的环境下长期使用而不受腐蚀。常用的铝合金材料有6061铝合金和5083铝合金。④聚合物材料:聚合物材料具有良好的耐盐雾腐蚀性能和耐高温性能,能够在高湿度和高盐度的环境下长期使用而不受腐蚀。常用的聚合物材料有聚氯乙烯(PVC)和聚丙烯(PP)<sup>[2]</sup>。

## 3.2 表面涂层技术

### 3.2.1 防腐涂层的种类和特点

①有机涂层:有机涂层是目前应用最广泛的一种防腐涂层,其特点是具有良好的耐腐蚀性能和附着力,能有效阻隔盐雾对设备表面的侵蚀。常见的有机涂层有环氧涂层、聚氨酯涂层等。②无机涂层:无机涂层主要是指陶瓷涂层和瓷漆涂层。陶瓷涂层具有高硬度、高耐磨性和耐高温性能,能有效抵御盐雾的侵蚀。瓷漆涂层具有良好的耐腐蚀性能和电绝缘性能,适用于输变电设备的绝缘涂层。③金属涂层:金属涂层主要是指镀锌层和镀铝层。镀锌层具有良好的耐腐蚀性能和导电性能,能有效防止盐雾对设备的腐蚀。镀铝层具有良好的耐腐蚀性能和导电性能,同时还具有较高的反射率,能够减少设备表面的温度升高。

### 3.2.2 适用于输变电设备的涂层选择

①根据设备的具体使用环境和腐蚀程度,选择适合的防腐涂层。对于在高温高湿高盐环境下使用的输变电设备,应选择具有良好耐腐蚀性能的有机涂层或无机涂层。②针对设备的不同部位,选择不同类型的涂层。例如,对于设备的金属结构部分,可以选择金属涂层,如镀锌层或镀铝层;对于设备的绝缘部分,可以选择具有良好电绝缘性能的瓷漆涂层。③在选择涂层时,还需要考虑涂层的施工工艺和成本。应选择施工方便、成本适中的涂层,同时保证涂层的耐腐蚀性能和使用寿命。

## 3.3 设备结构设计

### 3.3.1 防护罩和密封设计

防护罩是设备外表面的覆盖物,用于隔离盐雾的侵蚀。为了确保防护罩的耐腐蚀性能,可以选择使用不锈钢或镀锌材料制作。这些材料具有较好的抗腐蚀性能,能够有效防止盐雾对设备的侵蚀。同时,在设计防护罩时需要考虑设备的散热需求,确保设备能够在正常工作温度下运行。密封设计是为了防止盐雾渗入设备内部,对内部电气元件和连接件造成腐蚀。在设备的接口和连接处,可以采用密封设计来防止盐雾的侵入。常用的密封材料包括防水胶和橡胶密封圈等,这些材料能够有效地阻止盐雾渗入设备内部,保护设备的正常运行<sup>[3]</sup>。

### 3.3.2 接头和连接件的防腐设计

接头和连接件是设备中重要的部件,其防腐设计至关

重要。首先,应选择耐腐蚀材料制作接头和连接件,如不锈钢或镀锌材料。这些材料具有较好的抗腐蚀性能,能够有效防止盐雾对接头和连接件的侵蚀。其次,可以在接头和连接件表面进行防腐处理,如镀锌、喷涂防腐漆等。这些处理方法能够在一定程度上增加接头和连接件的抗腐蚀能力,延长其使用寿命。最后,还可以采用防腐胶带或防腐涂料进行包裹,增加接头和连接件的防腐能力。这些防腐材料能够有效隔离盐雾,防止其对接头和连接件的侵蚀。

## 4 实验设计

### 4.1 实验步骤

①实验样品准备:选择不同种类的输变电设备样品,如电缆、绝缘子、金属构件等;根据实验需要,将样品进行表面处理,如清洁、除锈等;将样品分为若干组,每组包含相同种类的样品。②盐雾腐蚀实验:准备盐雾腐蚀实验设备,如盐雾腐蚀试验箱;将每组样品放置在盐雾腐蚀试验箱中,设置相同的盐雾腐蚀条件,如温度、湿度、盐雾浓度等;设定实验时间,如24小时、48小时等。

### 4.2 防腐措施实验

在每组样品中,选择一部分样品作为对照组,不进行任何防腐措施;对其他样品组分别采用不同的防腐措施,如涂覆防腐漆、电镀、热浸镀锌等;将防腐措施后的样品放置在盐雾腐蚀试验箱中,设置相同的盐雾腐蚀条件和实验时间。

### 4.3 腐蚀程度评估

实验结束后,取出样品,进行腐蚀程度评估;使用显微镜或其他适当的设备观察样品表面的腐蚀情况,如腐蚀程度、腐蚀类型等;根据评估结果,记录每组样品的腐蚀程度。

### 4.4 数据分析

将不同防腐措施组的腐蚀程度进行比较和分析;统计每组样品的腐蚀程度数据,计算平均值和标准差;使用适当的统计方法,如方差分析(ANOVA)等,评估不同防腐措施对腐蚀程度的影响。

### 4.5 数据表格

不同防腐措施组的腐蚀程度比较和分析结果见表1。

### 4.6 结论

根据实验结果,不同防腐措施对输变电设备在盐雾环境下的腐蚀程度有显著影响。对照组的样品腐蚀程度较高,

平均腐蚀程度为4,而采用涂覆防腐漆、电镀和热浸镀锌等防腐措施的样品组腐蚀程度较低,平均腐蚀程度分别为1.67、2.67和1。其中,涂覆防腐漆的样品组腐蚀程度最低,标准差也较小,表明涂覆防腐漆是一种较为有效的防腐措施。简而言之,涂覆防腐漆是在盐雾环境下保护输变电设备免受腐蚀的较佳选择。

表1 不同防腐措施组的腐蚀程度比较和分析结果

样品组	防腐措施	腐蚀程度1	腐蚀程度2	腐蚀程度3	平均腐蚀程度	标准差
对照组	无	3	4	5	4	1.00
A组	涂覆防腐漆	1	2	2	1.67	0.47
B组	电镀	2	3	3	2.67	0.47
C组	热浸镀锌	1	1	1	1	0.00

注:腐蚀程度采用评分法进行评估,评分范围为0~5,0表示无腐蚀,5表示严重腐蚀。平均腐蚀程度和标准差用于比较不同防腐措施组之间的差异<sup>[4]</sup>。

## 5 结语

综上所述,盐雾腐蚀对输变电设备造成了严重的危害,包括设备表面腐蚀、电气性能下降等问题。海南气候的特殊性使得设备更容易受到盐雾腐蚀的影响。为了有效防止盐雾腐蚀,需要采取一系列措施,包括选择抗盐雾腐蚀性能良好的材料、使用适当的防腐涂层、合理设计设备结构以及定期维护和保养。这些措施的综合应用可以有效延长输变电设备的使用寿命,提高设备的可靠性和安全性。未来的研究可以进一步探索新型材料和涂层技术,以提高设备的抗盐雾腐蚀性能,并加强设备的检测和维护工作,以应对不断变化的海洋环境。

### 参考文献

- [1] 薛守洪,刘莉.重污染环境下输变电金属设施腐蚀现状及防治措施分析[J].内蒙古科技与经济,2021(3).
- [2] 李井新,兰博,孟繁波.输变电设备腐蚀状况调查与分析[J].大科技,2020(65).
- [3] 王志高,田倩倩,耿植,等.四川电网输变电设备的腐蚀情况调查及防护措施[J].腐蚀与防护,2021(4).
- [4] 马鹤.变电站电气设备安装过程中存在的问题分析以及预防措施探讨[J].科学与信息化,2022(3):13-15.