

# 变压器设备腐蚀的因素及防护策略

## Corrosion Factors and Protection Strategies of Transformer Equipment

李新文

Xinwen Li

正泰电气股份有限公司 中国·上海 201614

Chint Electric Co., Ltd., Shanghai, 201614, China

**摘要:** 变压器的内部绝缘主要由矿物油和绝缘纸组成, 在长期运行过程中油纸绝缘系统会逐渐老化并导致变压器的使用寿命缩短。所以为了防止变压器的腐蚀, 论文根据变压器的作用和变压器设备腐蚀的因素, 来探讨变压器腐蚀的防护措施。

**Abstract:** The internal insulation of a transformer is mainly composed of mineral oil and insulating paper. During long-term operation, the oil-paper insulation system will gradually age and shorten the service life of the transformer. Therefore, in order to prevent the corrosion of the transformer, this article discusses the protective measures of transformer corrosion according to the role of the transformer and the factors of the corrosion of the transformer equipment.

**关键词:** 变压器; 腐蚀; 防护

**Keywords:** transformer; corrosion; protection

**DOI:** 10.12346/etr.v3i2.3455

### 1 引言

近年来, 在绝缘老化的过程中, 由腐蚀引起的故障非常突出。变压器绝缘油纸铜中的活性金属硫化物通常会与油纸铜绝缘绕组的热反应合并生成活性硫化亚铜 ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ), 然后通过  $\text{Cu}_2\text{S}$  将亚铜附着在油纸铜线和金属绝缘复合纸的连接表面, 从而大大降低变压油纸铜线绝缘的离子电气稳定性能并从而导致铜线绝缘纸的故障。

### 2 变压器的作用

变压器主要有升降压力的作用。生活使用照明电焊机为 220V, 工业安全使用照明为 36V, 焊机的工作电压可根据需要调节。还有阻抗参数匹配器的主要作用。在一些通用电子高频信号控制电路中, 输出与直接信号输入的输出信号不在连接上, 为了能够保证输出信号通畅无阻, 采用直流高频变压器等装置来对其进行阻抗匹配, 如老式有声喇叭广播, 因为有声信号输出是直接输入采用直流高频定压输出信号进行输出, 喇叭端本身就是一种高频低阻抗的有声喇叭, 用直流定压信号输出喇叭端和直流变压器等装置来对其进行阻抗匹配<sup>[1]</sup>。

在发电、输送电、配电和用电的四个环节中, 电力变

器出现在前三个环节中。

第一, 在发电环节, 力变压器把发电厂所发的电能输送到电网中去, 且提高发电厂输出的电压, 使之满足输送电电网额定高电压的要求。这里所用的变压器属于升压变压器。

第二, 用于不同电压等级的电网之间的电压变换。

第三, 用于输电的末端, 通过各级的电力变压器把电压降低, 以符合配电网的电压要求。

### 3 检测变压器的意义

第一, 变压器油在使用过程中, 由于油本身的老化变质和外部环境的污染, 使变压器油的质量恶化, 影响变压器的绝缘、散热和消弧; 此外, 变压器运行过程中, 由于绝缘子局部放电发热, 变压器油会产生化学气体。

第二, 跟踪检测油品质量, 判断自身腐烂程度和外部污染程度, 准确确定换油周期。

第三, 协助设备故障诊断和原因分析, 预测和预防设备故障。

第四, 为了保证变压器的安全运行, 需要定期检测在用变压器油的油质, 分析油中的溶解气体, 监测变压器的绝缘和散热情况, 指导变压器的安全检修。

第五,实施设备状态监测,对设备进行状态维修,降低维修成本,制定合理的设备维修规范。

## 4 变压器设备腐蚀的因素

首先一定要准确分析明白,原有合成原油燃料中的各单位化学元素及其原油的总含量主要分别取决于原有合成燃料原油的总含量和合成油质。经过多次快速蒸馏和连续加热直到静止后,虽然其中的乙醇和硫酸以及臭氧离子含量已经完全得到了有效度的完全控制,但是其在制作半成品的油溶液和水中的S和臭氧离子含量也仅仅没有能够完全控制在0.5%以内<sup>[2]</sup>。而在一些工业器械机器设备的日常维护运行以及管理使用过程中,活性的二氧化硫对内部以及整体其他金属元素的任何化学反应,都会对其结构产生直接的抗腐蚀性和影响,这都大大程度加重了对内部其他整体金属材料的直接的抗腐蚀剂和抑制剂的作用。在一种常温或者常压下的环境下,一些铜元素或者一些活性碳的硫化物都已经能够与该废铜直接发生反应,而我们在日常的工业生产中,就可以称之为废铜腐蚀。而其中非活性有机化合物的例如硫醇,在常温下不发热反应,但是当其在有大量氧气气体存在的高温环境中,就仍然能够与铜离子发生显著的热反应,这样就大大加重了对化学仪器的机械损伤。反应中的生成物为数为Cu<sub>2</sub>S型的蓝色酸性沉淀物。其直接形成纸的机理大致可以细分为三个形成阶段持续进行,第一和二阶段,压器的氧化铜铜电导线在其表面与纸和氧气长期相互接触后,生成了一层薄薄的白色氧化亚铜这层薄膜;第二和三阶段,氧化亚铜这层薄膜在与硫醇亚铜接触后,能够直接生成一种形状可直接溶于水或油的硫醇化亚铜,进而将其直接溶解于纸的油液中;第三和四阶段,在薄膜到达了纸与变压器的各个接触部位后,受到一种高温水的催化,进而将其生成了一层硫化亚铜薄膜沉淀,附着于纸的绝缘层或纸的周围<sup>[3]</sup>。

长期以来,受传统运行方式和历史原因的影响,输变电设备的设计、制造和运行主要以电气性能和经济性为依据,缺乏与防腐相关的设计。同时,电站或输电线路在选址时缺乏环境腐蚀评价和检测,导致电网设备在短时间内腐蚀环境强烈的地区。

变压器的主要腐蚀部位包括壳体、储油柜、放油阀、散热器和法兰。变压器壳体、放油阀、储油柜、散热器的主要材料为碳钢,主要防腐措施为外涂层。

综上所述,造成变压器部件腐蚀的主要原因有以下几点:

①设备制造厂的防腐涂层工艺差,涂层厚度不足,或散

热器等一些死角处有漏喷;

②焊接改变了焊缝的金相组织,造成耐腐蚀性差;

③设备安装过程中防腐层损坏;

④紧固件与异种金属接触易造成电偶或缝隙腐蚀。

## 5 变压腐蚀的防护措施

### 5.1 注重变压器的外观清洁和维护

变压器内部如长期被大量灰尘气体覆盖时就会严重影响整体散热系统功能,散热不良时还会直接降低电动变压器的整体绝缘散热效果,容易直接引起电力变压器散热故障,降低电力变压器的实际使用寿命,因此要注意电力变压器整体外观的清洁和维护。

### 5.2 加强变压器的日常巡视监管

变压器的日常损坏监管维护工作很重要,如异常声响、渗漏溢油、漏油等等当故障一旦发生时,如果我们能够在第一时间迅速做出应急反应就有可能能够大大降低变压器的日常损坏危险程度。安排部门专人对每天使用变压器质量进行一次巡视检查监管。查看电源变压器的实际工作电压状态显示是否正常。监管时除了靠近的眼睛通过观察、耳朵和视听等多种方式随时查看电力变压器的日常运行管理情况外。还有就需要用一些仪器仪表仔细测量一下变压器的三相电流、电压、三相供电负荷等相关参数显示是否正常<sup>[4]</sup>。

### 5.3 定期对变压器进行检修和维护

为了有效保障变压器的正常使用安全,必须对变压器进行定期检修和维护。检查阀变及各冷却系统的正常运行、通风、供水情况,检查各冷却阀固定位置的自动开关,合理研究制定阀门检查管理机制和并对结果进行登记。让电器交班操作人员和电器维修操作人员都能够及时的深入了解空气变压器的正常工作运行状况。定期组织安排对变压器设备进行一次大修和小修,及时排查消除重要故障和潜在危险。

### 5.4 按要求定制订购各种金属绝缘油

严格按照业内国际知名生产商的技术要求批量定制订购各种金属绝缘油,确保压力表和变压器专用设备产品中的各种金属绝缘油及其产品必须能够有效的完全同时抵抗硫化氧和金属硫化物的各种化学氧化剂和化学反应。并在所影响进口石油收购我国专用电力变压器原油中的专用绝缘油中适当减少添加一些石油抗氧化剂,对于影响我国石油进出口的收购专用高压原油,应当按照相关国家的 ASTM 原油标准规定中的专用原油以及相关质量管理办法规定及时组织进行二次能源采购和原油的合理选择,保证在正常生产使用

中,减少原油对燃气供电系统线路的直接性及腐蚀性和间接影响。使用这种生产设备过程中,严格控制了发电机和汽油液在真空气过程中的部分金属线含硫化物和氧含量,确保密封真空脱气装置全部部分处于完全复合真空第一部分脱气氧化状态进行处理,减少部分金属线和铜线被完全真空第一氧气部分脱硫氧化,杜绝第一氧气脱硫氧化反应的任何可能事件发生。这样你就可以能够有效的完全准确控制各种核反应的各种可能后续安全事件的的发生。

### 5.5 严格控制金属绝缘油原料

严格控制金属绝缘油原料中的金属氧气和铁含量,减少含铁氧气与金属硫化物间的反应,减少金属氧气与铜单质之间进行氧化反应,这样能够做好金属绝缘油的耐热脱气氧化处理,能够更好的有效控制绝缘设备的耐热抗压和腐蚀性。调控控制设备的实际运行工作温度,由于存在Cu的各种氧化物与有机油溶液中的各一种硫化物间的反应温度需要在80℃以上的工作温度下才可以能够大量的反映,所以能够避免调控设备运行出现过度负荷,能够做到更好的保证减少油

中硫化物腐蚀的过程进行。在金属绝缘油中可以添加适当的活性金属腐蚀钝化剂,可以有效的起到抑制金属硫化物的腐蚀。

## 6 结语

综上所述,变压器能够满足广大民众用电的需要,而对于变压器设备的腐蚀要采取正确的防护措施,消除不应该的发生的腐蚀现象,促进电力电网系统平稳运转。

### 参考文献

- [1] 舒想,杨贤,周丹,等.基于多特征指标综合评价的变压器油硫腐蚀程度定量表征方法[J].电工电能新技术,2020,39(9):6-12.
- [2] 朱航,高波,刘亚婕,等.硫腐蚀对变压器油纸绝缘局部放电过程影响研究[J].高压电器,2020,56(7):181-188.
- [3] 胡恩德,赵伟苗,许甜田,等.变压器油中硫腐蚀对绕组匝间绝缘局部放电特性的影响研究[J].高压电器,2020,56(1):216-223.
- [4] 舒想,李庆民,丛浩熹,等.基于铜失重的变压器油硫腐蚀程度定量表征方法[J].绝缘材料,2019,52(5):75-80.

(上接第42页)

存在约0.3s的偏差,会导致飞剪切头不稳定,忽长忽短,所以暂时将高温计信号退出,单独使用扫描式热检对板坯头部进行修正。

## 6 达到的技术经济指标及产生的效果

通过对热检的移位,程序中控制逻辑的修改,修改后板坯的减速位置由原来的过桥西光纤式热检挪到了过桥东的扫描式热检,向轧机靠近了4000mm,轧制节奏可以缩短4s的,同时为二级模型的优化控制提供了更大的空间<sup>[6]</sup>。

## 7 经济效益及计算依据

每块钢节约4s时间,按照当前每班轧制150块的节奏,每班可以节约 $150 \times 4 = 600s$ ,轧制节奏为120s,每块钢重20t,当前吨钢利润500,当前轧制节奏120s,一年的计算经济效益:

$$600 \times 3 \times 30 \times 12 / 120 = 5400 \text{ 块。}$$

$$5400 \times 20 \times 500 = 5400 \text{ 万元。}$$

## 8 结语

飞剪作为热连轧主体设备的关门设备,能否准确、高效、稳定运行直接关联连轧线的产量提升,全面系统的经验数据、革新技改方案极大地提高了飞剪控制的应用水平,精度得到极大改善,故障处理时间的大幅缩小减轻了职工工作负担,该优化项目有着很好的应用前景。

### 参考文献

- [1] 林奎.1700mm横切飞剪控制系统分析[J].铝加工,2005(160):42.
- [2] 宋明,赵菁,王钢,等.飞剪运动控制方法的研究[J].冶金动力,2013(8):70-72.
- [3] 王维,杨轶婷,彭东辉,等.宁波钢铁1780mm热连轧机飞剪系统控制[J].冶金自动化,2010,34(S1):464-466.
- [4] 姚梦琳.变频技术在电机控制中的应用研究[J].科协论坛(下半月),2011(2):46.
- [5] 孙海霞,李德英,张春蕾.水泵变频的运行效果分析[J].建筑节能,2010(9):46-49.
- [6] 李飞跃,杨杰,易志强,等.高压变频技术在取水泵电机上的应用[J].中国给水排水,2007(10):12-13.