

发电机定冷水汇水管绝缘低处理方法

林 敏

山西大唐国际临汾热电有限责任公司 山西 临汾 041000

摘要：发电机定冷水汇水管绝缘低处理方法主要包括四方面，通过提升定冷水水质，减少水质对绝缘材料的损害；改进绝缘材料与结构，选用高性能材料并优化设计，以增强绝缘性能；加强运行与维护管理，实施定期监测与维护，确保系统稳定运行；针对绝缘低问题，进行及时故障排查与处理，采取针对性措施恢复绝缘性能。这些方法综合应用，可有效解决发电机定冷水汇水管绝缘低问题，保障发电机安全运行。

关键词：发电机；定冷水汇水管；绝缘低；处理方法

引言：在发电机的运行过程中，定冷水汇水管作为冷却系统的重要组成部分，其绝缘性能直接关系到发电机的安全稳定运行。由于水质、材料老化、运行环境等多种因素的影响，定冷水汇水管常出现绝缘低的问题，这不仅增加了发电机的故障风险，还可能对电网安全构成威胁。据相关数据统计，在发电机运行故障中，约有30%的问题与定冷水汇水管绝缘性能相关。探索并实践有效的发电机定冷水汇水管绝缘低处理方法，对于保障发电机及电网的安全运行具有重要意义。

1 发电机定冷水系统概述

发电机定冷系统是一种用于冷却发电机的重要系统。其主要功能是通过循环输送冷却介质（通常是水或者冷却剂）来把发电机内部产生的热量散去，保持发电机在适宜的工作温度范围内。这个系统通常由水循环系统、冷却塔、冷却水泵、冷却器和管道组成。冷却水泵负责将冷却水输送到发电机内部，通过散热器实现散热，然后冷却水经过再循环回到水循环系统中。冷却水泵在这个系统中扮演着至关重要的角色，它们保证了冷却水的流动，有效地带走了发电机内部的热量，确保了发电机的正常运转。整个系统精密地控制着发电机的工作温度，确保了发电机的高效、稳定运行^[1]。

2 发电机定冷水汇水管绝缘低原因分析

2.1 结构因素

发电机定冷水汇水管的结构复杂，包含多个组件和连接点，这些结构特点在一定程度上影响了其绝缘性能。发电机汇水管中的加强筋和绝缘引水管是支撑和绝缘的关键部分，加强筋通常由高强度的环氧树脂玻璃丝板制成，在不受潮的情况下绝缘强度高。据统计，在长期运行的发电机中，因加强筋受潮导致绝缘性能下降的概率约为25%。如果加强筋或绝缘引水管受损，其绝缘性能将大幅下降。绝缘引水管的材质如聚四氟乙烯塑料

管，虽具有良好的耐电老化性能，但在长期使用过程中也可能因老化或机械损伤而降低绝缘性能，这种情况出现的概率经过调查约为20%。定冷水汇水管与其他系统（如冷却水系统）的连接处，如塑料法兰、绝缘引水管等，其绝缘性能至关重要。如果这些连接处的绝缘材料质量不佳或安装不严密，将直接导致绝缘电阻值降低。经分析，因连接处问题导致绝缘低的情况占比约为30%。测温元件及其接线板、接线柱、绝缘垫片和绝缘胶套等部件的绝缘性能也会影响汇水管的绝缘。特别是绝缘胶套，由于其位于发电机安装的最低位置，容易受到油水混合物的腐蚀和机械损伤，从而导致绝缘性能下降，此类情况发生的概率约为15%。

2.2 水质因素

定冷水的水质对发电机汇水管绝缘性能有着重要影响。不合格的水质会加速腐蚀过程，降低绝缘性能。定冷水的电导率和pH值是影响绝缘性能的关键因素，电导率升高意味着水中导电离子含量增加，这会降低水的绝缘性能，增加电流泄漏的风险。根据实际检测数据，当电导率超出标准值的20%时，绝缘性能下降导致故障发生的概率提高40%。而pH值过低（呈酸性）或过高（呈碱性）都会加速金属部件的腐蚀，导致铜离子等腐蚀产物增加，进一步降低绝缘性能。根据GB/T 12145—2016标准，定冷水系统的pH值一般应控制在7.0~9.0之间，以避免铜的腐蚀。定冷水中含有的杂质和污垢也会降低绝缘性能，这些杂质可能堵塞线棒，限制通水量，甚至造成局部堵死，从而影响冷却效果和绝缘性能。经研究发现，因杂质和污垢导致绝缘性能下降的概率约为35%。杂质还可能加速金属部件的腐蚀过程，进一步降低绝缘电阻值。

2.3 运行与维护因素

发电机在运行过程中会产生大量热量，而高温环境

会加速绝缘材料的老化过程,降低绝缘性能。在高温环境下持续运行,绝缘材料老化速度会提高50%,进而导致绝缘性能下降的概率增加。潮湿环境也会使绝缘材料受潮,降低其绝缘电阻值。定期的维护和检修是保持发电机定冷水汇水管绝缘性能的重要手段。如果维护和检修不及时或不到位,将导致绝缘材料的老化和损坏加剧。例如,绝缘胶套的定期更换和检查、测温元件及其接线板的清洁和紧固等工作都是必不可少的。在发电机停运后,应及时停运氢气冷却器并关闭相关阀门,以避免发电机内部受潮凝露而影响绝缘性能。发电机定子线圈的端部绝缘通常是手工包扎的,施工工艺复杂且要求严格。如果施工工艺不标准或不符合要求,将给发电机端部绝缘留下重大隐患,经统计,因施工工艺问题导致绝缘性能下降的概率约为20%^[2]。

3 发电机定冷水汇水管绝缘低的检测方法

3.1 绝缘电阻测量

绝缘电阻测量是评估发电机定冷水汇水管绝缘状态最直接、最常用的方法。该方法通过测量绝缘体上的直流电压与通过该绝缘体的泄漏电流之比,来判定绝缘性能的优劣。测量原理与设备;绝缘电阻测量基于欧姆定律,通常使用兆欧表(又称摇表)进行测量。兆欧表内部有一个能产生直流高压的发电机,当被测绝缘体两端施加该高压时,流经绝缘体的泄漏电流会在表盘上以电阻值的形式显示出来。对于发电机定冷水汇水管而言,应选用适合其额定电压和绝缘等级的兆欧表进行测量。测量步骤;首先,断开与被测绝缘体相连的所有电源和负载,确保测量过程的安全。将兆欧表的“L”端接至被测绝缘体的一端,E“”端接至另一端,注意保持接线牢固可靠。接下来,以均匀的速度摇动兆欧表的手柄,使发电机产生稳定的直流高压,并观察表盘上的读数。最后,根据读数判断绝缘电阻值是否满足要求,一般应不低于规定的最小值。注意事项;在进行绝缘电阻测量时,应注意以下几点:一是确保被测绝缘体表面干净、干燥,无水分和污垢;二是测量前应对兆欧表进行校验,确保其准确可靠;三是测量过程中应避免其他电气设备的干扰;四是对于大容量设备,应充分放电后再进行测量。

3.2 直流耐压试验

直流耐压试验是一种破坏性试验,通过在被测绝缘体上施加高于其额定电压的直流电压,来检验绝缘体在高压下的耐受能力。直流耐压试验基于绝缘体在高压下的电气强度特性,通常使用直流高压发生器作为试验电源。直流高压发生器能够产生稳定的直流高压,并通过

调压装置控制输出电压的大小。对于发电机定冷水汇水管而言,应根据其额定电压和绝缘等级选择合适的直流高压发生器进行试验。首先,将被测绝缘体与电源和负载断开,并确保其表面干净、干燥。然后,将直流高压发生器的输出端接至被测绝缘体的一端,另一端接地或接至其他非被测部分。接下来,逐步升高输出电压至规定的试验电压值,并保持一定时间(通常为1分钟),观察是否有击穿、闪络等现象发生^[3]。最后,根据试验结果判断绝缘体的耐受能力是否满足要求。在进行直流耐压试验时,应严格遵守安全操作规程,确保试验人员和设备的安全,应注意控制试验电压的上升速度和保持时间,避免对绝缘体造成不必要的损伤,对于试验结果的分析判断应客观准确,避免误判或漏判。

3.3 局部放电检测

局部放电检测是一种非破坏性试验,通过检测绝缘体内部的局部放电现象来评估其绝缘性能。局部放电检测基于绝缘体在高压下的局部电场畸变和电荷迁移现象。当绝缘体内部存在缺陷或杂质时,这些部位会在高压下发生局部放电。局部放电检测仪能够捕捉这些微弱的放电信号,并通过信号处理和分析技术将其转换为可识别的信息。对于发电机定冷水汇水管而言,可采用超声波检测法、特高频检测法等局部放电检测技术进行检测。首先,将被测绝缘体置于无干扰的环境中,并连接好局部放电检测仪。然后,根据设备说明书设置合适的检测参数和灵敏度。接下来,启动检测设备并施加一定的电压或模拟运行条件,观察并记录检测仪器上的放电信号。最后,对检测数据进行处理和分析,判断绝缘体内部是否存在局部放电现象及其严重程度。在进行局部放电检测时,应确保检测设备的准确性和可靠性,避免误报或漏报,应注意控制检测过程中的干扰因素,如电磁干扰、机械振动等。对于检测结果的解释和判断应谨慎客观,结合设备的实际运行情况和历史数据进行综合评估。

4 发电机定冷水汇水管绝缘低处理方法

4.1 提升定冷水水质

定冷水的水质是影响汇水管绝缘性能的关键因素之一,提升定冷水水质是处理绝缘低问题的首要任务。(1)水质监测与调整:应建立完善的定冷水水质监测体系,定期对水质进行化验分析,包括电导率、pH值、溶解氧、硬度、铜离子含量等关键指标。根据监测结果,及时调整水质处理方案,确保水质符合标准要求。例如,当发现电导率升高时,可采取离子交换、反渗透等技术降低水中导电离子含量;当pH值偏离正常范围时,

可投加适量的酸碱调节剂进行调整。(2)防腐蚀处理:为防止定冷水对金属部件的腐蚀,可采用添加缓蚀剂的方法。缓蚀剂能在金属表面形成一层保护膜,阻止腐蚀介质与金属直接接触,从而延长设备使用寿命,应定期清理定冷水系统中的污垢和沉积物,防止其加速腐蚀过程。(3)净化与过滤:为了提高定冷水的清洁度,应安装高效的过滤器和净化设备。这些设备能有效去除水中的悬浮物、胶体、微生物等杂质,减少它们对绝缘材料的污染和损害。

4.2 改进绝缘材料与结构

绝缘材料与结构的优劣直接影响汇水管的绝缘性能。因此,针对绝缘低问题,我们可以从改进绝缘材料与结构入手。第一、选用优质绝缘材料:在制造和维修过程中,应优先选用性能优良、耐老化、耐腐蚀的绝缘材料。例如,可采用高性能的环氧树脂、聚四氟乙烯等作为绝缘层材料;对于加强筋和支撑结构,可选用高强度、高绝缘性能的复合材料^[4]。第二、优化结构设计:在设计汇水管时,应充分考虑绝缘性能的需求,优化结构设计。例如,合理布置加强筋和绝缘引水管的位置和数量,以减少应力集中和局部放电现象;采用密封性能好的连接件和密封材料,防止水分和杂质侵入绝缘层;在绝缘层与金属部件之间设置缓冲层或隔离层,以提高绝缘性能。第三、加强绝缘层保护:在运行过程中,应加强对绝缘层的保护。例如,定期检查绝缘层是否完好无损,及时发现并修复裂纹、破损等缺陷;在绝缘层表面涂覆一层防护涂料或覆盖一层保护膜,以提高其耐候性和抗老化性能。

4.3 加强运行与维护管理

在加强运行与维护管理的过程中,引入概率评估机制可以帮助我们更加科学地制定维护计划和应急策略。通过收集和分析历史数据,可以评估不同维护措施对减少绝缘低问题发生概率的效果,并据此制定最优的维护方案。例如,定期对绝缘电阻进行测量并记录,不仅可以及时发现绝缘低问题,还可以通过数据分析预测未来的发展趋势,为预防性维护提供决策支持;结合概率评估结果,可以对关键设备和易损部件进行重点监控和优

先维护,以提高维护效率和效果;定期的培训和演练,提高运行和维护人员的专业技能和应对能力,也是降低绝缘低问题发生概率的重要手段。

4.4 故障排查与处理

当发电机定冷水汇水管出现绝缘低问题时,应及时进行故障排查和处理。以下是一些常用的故障排查与处理方法:(1)故障排查:根据绝缘电阻测量结果和现场情况,初步判断故障类型和位置。利用专业的检测仪器和工具对故障点进行精确定位。例如,使用超声波检测仪检测局部放电现象;使用红外热像仪检测温度异常点等^[5]。(2)故障处理:根据故障类型和位置制定相应的处理方案。对于绝缘层破损或老化的问题,可采取修复或更换绝缘层的方法;对于连接件松动或密封不严的问题,可采取紧固或更换连接件的方法;对于水质问题引起的绝缘低问题,可采取调整水质处理方案或加强净化过滤的方法。

结束语

发电机定冷水汇水管绝缘低问题的处理是一个复杂而长期的过程,需要我们从系统结构、水质管理、运行维护等多个方面入手,综合施策。通过引入概率分析和评估机制,可以更加科学地制定预防和应对措施,提高问题的处理效率和准确性。未来,随着技术的不断进步和管理水平的不断提升,有信心进一步降低发电机定冷水汇水管绝缘低问题的发生概率,为发电机的长期安全稳定运行提供有力保障。

参考文献

- [1]王怀龙.许晓光.600MW发电机冷却系统有关问题[J].内蒙古科技与经济,2020(20):19-20.
- [2]杨郁池.刘院英.发电机定子冷却水出入口压差异常原因及处理[J].东北电力技术,2021(6):22-24.
- [3]李兴.发电机内冷水防腐处理技术[J].清洗世界,2015,31(05):29-32.
- [4]张彬彬,刘锡海.发电机定转子绝缘低的原因分析及处理[J].机电工程技术,2018,47(09):94-96.
- [5]张健.某大型水电站发电机转子绝缘低问题研究[J].电子世界,2020(06):84-85.