

某电厂 1000MW 发电机出口刀闸过热问题研究

李龙洲 秦志 岳毅 史小毅 刘艳晓

华能沁北发电有限责任公司 河南济源 454650

摘要: 电厂 1000MW 发电机出口刀闸过热问题是一个影响电厂安全性和可靠性的重要问题。出口刀闸是电力系统中的重要电气设备,其主要功能是在机组检修时可靠地将发电机与主变电路切断,确保安全。刀闸的过热问题不仅会导致设备损坏,还可能引发更大的安全事故。本文结合某电厂 1000MW 发电机出口刀闸过热问题进行研究,以供参考。

关键词: 发电机出口刀闸; 1000MW; 发热严重

1. 电厂 1000MW 发电机基本概况

三期 2×1000MW 发电机组配套发电机为哈尔滨电机厂制造的三相交流隐极式同步汽轮发电机,型号 QFSN2-1000-2 型,发电机出口电压为 27kV。发电机由定子、转子、端盖及轴承、油密封装置、冷却器及其外罩、出线盒、引出线及瓷套端子、集电环及隔音罩刷架装配、内部监测系统部件组成。发电机采用整体全封闭、发电机冷却方式为水氢氢,定子绕组水内冷、转子绕组气隙取气氢内冷、定子铁心及端部结构件氢气表面冷却。发电机定、转子绕组均采用 F 级绝缘。发电机组采用发电机—变压器组单元接线形式,发电机出口与主变间装设断路器、隔离开关、接地刀闸。主变低压侧引接分裂式有载调压高压厂用变压器、双绕组高压公用变压器、励磁变,均采用封闭母线连接。

2. 电厂 1000MW 发电机出口刀闸过热的影响

刀闸作为电力系统中重要的开关设备,其过热现象对电厂的运行安全和效率有着显著的影响。长时间的过热可能会导致短路或电流泄漏,从而引发更严重的电气故障。过热可能导致刀闸金属部件变形或熔化,进而影响刀闸的机械性能,降低其开关能力。刀闸故障可能导致发电机无法正常连接到电网,造成电力供应中断。频繁的停机和维护也会降低电厂的整体运行效率。电力中断会导致发电损失,并可能引发额外的经济赔偿,造成严重的经济损失和品牌声誉损害。刀闸过热导致的设备故障将增加检修频率,导致维护成本上升。刀闸过热可导致设备过载、短路或电弧现象,从而引发火灾。严重时可能会引发电力系统的不稳定,影响整个电网的运行。这不仅会损害设备,还可能对电厂内的人员和周边环境构成安全威胁。过热导致的设备故障可能对维护人员的

安全构成威胁。在发生故障时,工作人员可能面临电击、火灾或其他危害。电厂 1000MW 发电机出口刀闸的过热问题不仅影响设备的正常运行,还可能导致一系列的经济损失和安全隐患。因此,电厂应加强对刀闸的监测与维护,及时处理过热现象,确保电力系统的安全与稳定。同时,制定科学合理的应急预案,提升对设备故障的响应能力,以最大限度地降低刀闸过热带来的负面影响。

3. 电厂 1000MW 发电机出口刀闸过热的原因分析

3.1 电气因素

刀闸的额定电流低于实际通过的电流,可能导致过热。特别是在发电机全负荷运行或短路故障时。接触面脏污、腐蚀、磨损或未正确连接,导致接触电阻增加,产生热量。

3.2 机械因素

刀闸的机械部件磨损或老化可能导致接触不良,产生局部过热。刀闸的安装位置不当,或支架不稳定,可能导致机械应力集中,从而导致接触不良。

3.3 环境因素

刀闸工作环境温度高、通风不良,或冷却装置失效,导致热量不能及时散发。刀闸周围设备产生的热量影响刀闸的温度。

4. 电厂 1000MW 发电机出口刀闸过热的解决方案

4.1 监测与检测

根据刀闸的工作环境和监测需求,选择合适类型的温度传感器,如热电偶、热电阻或红外温度传感器。热电偶具有广泛的温度范围和快速响应时间,适合高温环境。温度传感器应安装在刀闸的关键部位,如接触点和电流输入端,以确保能够准确监测到刀闸的工作温度。通过温度传感器采

集刀闸的实时温度数据，并将其传输至监控系统。可以使用 PLC（可编程逻辑控制器）或 SCADA（监控和数据采集系统）进行数据管理。设置温度报警阈值，一旦温度超过设定值，系统将自动发出警报，及时通知运维人员进行处理。选择适合电厂环境的红外热像仪，考虑其分辨率、测温范围和灵敏度等参数，以确保能够准确检测到潜在的热点。制定定期的红外检查计划，比如每月或每季度进行一次，特别是在高负载或极端天气条件下要加密检查频率。使用红外热像仪对刀闸进行检查，观察热成像图中的异常热点。注意接触点和连接处，这些位置最容易产生过热现象。实时监测和定期检查有助于及时发现过热问题，减少刀闸故障的风险，降低事故发生的可能性。通过提前发现潜在问题，可以在不影响正常运行的情况下进行维护，减少设备停机时间，从而降低维护成本。

4.2 定期维护

刀闸的接触面如若积累灰尘、污垢或氧化物，会导致接触不良，增加接触电阻，从而引发过热现象。根据刀闸的工作环境和使用频率，制定合理的清洁计划，如每季度或每月进行一次清洁。使用非腐蚀性清洁剂和刷子清洁接触面，避免使用强酸或强碱性物质，以免损坏设备。清洁过程中注意检查刀闸的绝缘材料是否完好，及时处理任何磨损或老化问题。定期检查刀闸的机械部分，如刀片、铰链和锁紧装置，确保其工作顺畅，无卡滞现象。注意观察刀片和其他摩擦部件的磨损情况，及时更换磨损部件，以避免因机械故障导致的电力中断。对机械活动部分进行定期润滑，使用适当的润滑油或润滑脂，减少摩擦，提高机械效率，防止生锈。定期检查刀闸的连接紧固情况，尤其是电缆连接、螺栓和焊接点，确保它们紧固牢靠。在检查连接时，使用扭矩扳手确保所有螺栓达到规定的紧固扭矩，减少因连接松动造成的接触电阻，确保连接面清洁，避免因污垢或氧化物导致的接触不良。检查连接导体的表面，及时处理任何可能影响导电性能的问题，保持良好的导电状态。

4.3 改进设计

根据电厂的运行数据，分析发电机在不同工况下的实际负载情况，了解峰值负载和常态负载。当刀闸设计型号偏小时，可根据实际情况进行必要的升级改造和更换，包括改进更有冷却效果的冷却系统，更换更符合需求容量的刀闸。在选择刀闸时，需考虑短路电流和其它突发情况所带来的额

外负荷。选择额定电流应高于实际运行中的最大负载电流，确保刀闸在高负载下仍能安全工作，确保刀闸的额定电压与电力系统的工作电压相匹配，避免因电压不匹配导致的绝缘击穿。刀闸应具备短路保护功能，能够在短路情况下快速断开电流，保障设备安全。在刀闸周围增设风扇或空调冷却器，帮助降低刀闸工作环境的温度，保持其在安全温度范围内运行。对于大型刀闸，考虑使用冷却液循环系统，通过液体冷却方式提高冷却效率，确保刀闸安装区域有良好的通风条件，避免热量积聚。可通过设计合理的通风道、进气口和排气口，促进空气流通。在刀闸的安装位置尽量避开高温区域，选择温度较低且空气流通良好的位置进行安装。在刀闸周围可以使用隔热材料，降低刀闸受到外部热源的影响。如他厂刀闸安装在户外，应考虑加装遮阳设施，避免阳光直射导致设备温度升高。

4.4 故障处理

在确认刀闸过热时，第一步应立即切断相关电源，确保电力系统的安全，防止设备进一步损坏。按照电厂应急预案启动紧急响应程序，通知相关维护和操作人员，确保切断电源过程安全且迅速。收集过热前的温度监测数据、负载变化记录以及运行状态，确保对过热原因有充分的了解。对刀闸进行现场检查，观察是否存在接触不良、机械磨损、环境因素等。分析接触面是否存在污垢、氧化物或磨损，导致接触电阻增加，检查刀闸是否在超负荷情况下工作，分析负载情况及其变化。评估刀闸周围的通风状况，判断是否因环境温度过高或通风不良导致过热。根据分析结果，考虑更换或升级刀闸，以提高其耐温和承载能力。增设或优化冷却设备，如风扇、冷却器等，确保刀闸在正常运行时温度保持在安全范围内。建立定期的刀闸维护和检查计划，确保定期清洁接触面、检查机械部分和紧固连接。引入更先进的温度监测系统，增加实时监控和自动报警功能，确保及时发现过热现象。

结束语

综上所述，电厂 1000MW 发电机出口刀闸过热问题需要高度重视。通过实施有效的监测和维护措施、选择合适的设备及改进设计，可以有效预防刀闸过热现象的发生，确保电力系统的安全稳定运行。定期的检查和维护是保障刀闸正常运行的重要手段，建议电厂建立完善的刀闸维护计划，并在实际运行中及时调整和优化。

参考文献:

- [1] 王文鹏,汪帅涛,张衡. 发电机出口刀闸合闸不到位原因分析及处理办法 [J]. 水电与新能源, 2024,38(05):62-64.
- [2] 崔鹏. 某电厂发电机出口断路器烧损事故分析 [J]. 东北电力技术, 2021,42(11):47-49.
- [3] 周红斌,朱建伟,王华有. 一起发电机刀闸熔断接地故障保护动作分析及改进措施 [J]. 电气技术, 2018,19(01):85-89+93.