

水电站刀闸发热的预防及处理方法

冉静

重庆渝浩水电开发有限公司 重庆 408500

【摘要】水电站刀闸动静触头很容易产生发热缺陷,影响设备的安全稳定运行。通过对浩口电站刀闸发热缺陷的处理,分析了导致刀闸发热的因素,并且进一步分析了刀闸发热的处理和预防措施,以供参考。

【关键词】水电站;刀闸发热;处理方法;预防措施。

1 引言

刀闸是电力系统中必不可少的元件,其运行质量直接关系到电力系统的安全稳定性。但在长期运行过程中,刀闸可能会出现不同的故障,发热是其中危害较大最为常见的故障之一。因此,加强对水电站刀闸发热的预防及处理方法,具有重要的现实意义。

2018年3月初,浩口水电站进行设备红外热成像测温时发现:2号发电机带额定负荷运行时,周围空气温度约为25℃,2号发电机出口刀闸上隔离三相温度持续升高,特别是B相温度升高较快,最高温度已经接近100℃,比A相、C相高10℃左右。根据《GBT11022-2011_高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》中对温度有着严格的控制,触头材质不同,温度限额也存在一些差别,但最高不能够超过105℃。由此可看出在该水电站中的刀闸已经处于过热状态,必须要得到及时的处理。经观察,1号主变低压侧刀闸9011、1号机出口刀闸11、2号主变低压侧刀闸9022,在带额定负荷工况下温度最高在70℃-80℃范围内变化,也存在因温度过高导致设备被烧毁的严重安全隐患。

事故发生后,立即停运了有关机组和主变,并且对刀闸进行了初步处理,发现了多处故障现状,包括:刀闸锁紧装置未到位、发热处镀锡层已经严重氧化、回路电阻严重超标等。

2 刀闸发热的原因分析

2.1 刀闸发热的原因

2.1.1 锁紧装置制造工艺不达标或容量不合理。

从GN22型电动隔离开关的动作原理来看,对角度、行程、推力等参数指标有着严格的控制,任何一项参数不合理都会影响到最终的开合效果。如果制造工艺不达标,滑动轴无法顶开滚珠,顶杆无法推出,导致触刀无法压紧,回路电阻不满足规范要求。不仅是上述动作参数指标,刀闸中设计的参数内容不合理也会导致发热现象。如:过流容量、冗余量等指标,不能过小,否则会导致刀闸长期处于过负荷状态下,电流在无形之中提高,温度升高较快,加大发热风险。

2.1.2 对于大电流刀闸触头未采用镀银或镀镍工艺。

刀闸动静触头采用镀锡工艺,最高允许温度仅为90°,且在接触区未有连续镀层,刀闸操作频繁,增大了摩擦腐蚀概率,氧化速度加快,电阻随之增加。另外,刀闸开合过程中,电弧烧损也会加快接触面氧化。但不同材质的触头,性能存在一定的区别,与镀银或镀镍工艺(最高105°)比较抗摩擦腐蚀能力和散热效果较差。

2.1.3 开关柜通风设计不合理,换热风量偏小。

在开关柜顶部安装了4个风机(型号:KA2206,功率53W,风量为360CFM,即10.2m³/min),均是向外排风,未向柜体内部送风,柜内未形成空气对流,导致降温效果不明显。

2.1.4 环境温度过高。

10KV开关柜处于上游副厂房EL313高程,开关室四周用轻质隔墙进行了封闭,室内通风系统均向外排风,未向室内送风,未形成空气对流,导致开关柜室内散热慢、环境随之升高。而导体的载流能力会受到周围环境温度的影响,以铝母线为例,如果周围环境温度提高,那么铝母线的电阻就会随之增加,产生的热量也随之增多,形成恶性循环,直接导致温度超过标准。

2.2 从公式角度分析刀闸发热成因

在上述内容的基础上,结合相应的公式原理进一步分析导致刀闸发热的各奔原因。从实际运行工作来看,当电流流过刀闸时会产生热量,导体的温度也会随之升高,而刀闸产热的同时也会散热。正常情况下,产热和散热会保持在一个相对平衡的状态,而一旦产热大于散热,就会出现过热问题。而从公式定理来看,导致这一问题的本质在于,刀闸所通过的负荷或者短路电流较大,导致一些接触部位的电阻较大。因此,想要从源头上避免这一问题,就要尽可能的减小电流或者电阻。电流热效应和散热量公式分别为:

$$Q = I^2R$$

$$Q' = \alpha(\theta_w - \theta_o)F$$

其中 Q 和 Q' 分别代表着产生的热量和散走的热量, I 为电流、 R 为电阻, α 为对流换热系数, F 为对流换热面积, θ_w 和 θ_o 分别为运行温度和周围空气温度。

3 刀闸发热的处理

如果刀闸发热问题得不到系统的处理, 那么会对多个部位产生危害, 由上述案例中可以看出, 刀闸发热问题, 需要对刀闸所处的整条母线和主变进行停电处理, 而如果在供电高峰, 会对国民、社会产生极大的损失和负面影响。长期处于高温状态下, 金属材料的绝缘程度也会随之降低, 轻则导致使用寿命下降, 重则导致水电站出现大型事故。因此, 必须要在刀闸发热的第一时间展开系统的处理。

3.1 不同部位下刀闸发热的处理措施

由上可知, 水电站中刀闸的位置、作用各不相同, 出现发热问题所带来的危害也存在一定的区别, 需要结合实际情况确定具体的处理措施。首先, 要判断刀闸发热程度, 以此合理的规划步骤。这就需要运维人员定期对刀闸温度进行监控, 借助红外测温仪器得到具体的温度数据, 按照相关标准判断发热情况, 并且将信息第一时间汇报给有关部门, 与此同时, 对相关线路进行初期处理, 缩小发热故障的波及范围。其次, 检修人员到达后对具体的发热部位进行判断, 对处理措施进行细化。不同的发热部位处理措施不同。最常见的故障部位有两种, 为动静触头。无论何种触头都要相对其进行分解拆分, 及时的清理触头表面, 进一步展开后续检查。如果是动触头, 则要对滑动轴进行检查, 确认其能顶开滚珠, 适当调整锁紧螺母, 保证顶杆推出, 磁锁板压紧在触刀上。如果是静触头, 则要对固定螺母进行检查, 确认其是否出现松动问题, 并且展开进一步清除处理。最后, 按照相应的工艺标准进行复装, 试运行确保刀闸温度合理。除此之外, 如果是母排与静触头的连接部位出现发热问题, 则要对固定螺丝、弹簧垫圈进行检查, 及时更换、清理零部件, 让刀闸可以正常运行。

3.2 刀闸发热处理案例

3.2.1 本次对 4 台刀闸进行了整体更换, 调整三相刀头与相应连接母排对中度, 保证合闸过程中横平竖直, 合闸-锁紧装置动作可靠, 对动、静触头整体镀银, 磁锁板压紧触刀后, 三相回路电阻值均在 2 微欧以下, 满足出厂值 5 微欧以下要求;

3.2.2 在三相静触头与母排连接处加装散热片, 对柜内

通风系统进行改造, 在柜体前门、后门分别加装 2 个轴流风机(型号: KA2509HA2, 功率 50W, 风量为 666CFM < 20m³/min >)对柜内进行送风, 柜顶两个风机(型号: KA2206, 功率 53W, 风量为 360CFM, < 10.2m³/min >)更换为四个 KA2509HA2 型风机, 对柜内进行排风, 保证了柜内热量及时排出。

3.2.3 改善 10KV 开关柜室环境温度条件, 在 10KV 开关柜室内增加 2 个 5P 柜式空调, 降低室内环境温度。

3.2.4 对刀闸上隔离、下隔离和断路器上三相无线测温手表进行改造, 功放芯片由 20db 更换为 30db, 预埋无线天线, 增大无线测温手表输出功率, 保证无线测温显示仪温度显示的可靠性、准确性。

改造后, 在额定负荷工况下, 刀闸最高温度稳定在 50°左右, 基本达到了预期目的, 实现了设备安全稳定运行。

4 预防刀闸发热的具体措施

刀闸作为水电站中最为关键的设备之一, 一旦出现发热问题就要面临十分严重的后果, 除了基本的处理之外, 还要从源头处进行处理, 尽可能的降低发热问题出现的概率。

4.1 加强对工艺标准和技术规范管理

在设计过程中, 刀闸的参数设计非常关键, 参数指标的合理可以有效降低发热问题出现的概率。在设计过程中不仅要全面了解水电站的运行环境, 还要对实际的负荷参数进行调查, 以此确保刀闸参数的合理性。另外在制造安装环节中, 要对其中的细节问题进行控制, 包括工艺标准和技术规范, 尤其是刀闸的表面处理不能够出现不平衡的凹凸点, 也不能够出现划伤或者毛刺, 从而保证接触面均匀。

4.2 加强对运维人员的操作技术管理

想要避免发热问题, 就需要运维人员严格按照操作管理说明展开相应工作, 一般情况下运维人员都是手动操作刀闸的, 这就需要人员有针对性的控制用力, 并且注意观察, 从而避免刀闸出现一些人为故障。在手动合闸的过程中, 是检测刀闸传动系统的最佳时机, 可以更加直观的判断传动系统的灵敏性以及导电杆运动的方向。刀闸开合过程中最为关键的一项指标为动静触头, 当动静触头接触的第一时间, 迅速合上刀闸, 反之当动静触头分开的第一时间, 也要迅速拉开电闸, 以此减少电弧烧损。但需要注意一点, 无论分合, 都不要用力过猛, 否则会导致合闸不到位、刀闸过合等问题, 还会导致接触电阻增大。

4.3 加强对有关设备的日常监管维护

在水电站运行过程中, 巡视监测是最为重要的环节, 刀闸作为其中的关键部位, 必须要得到重视。红外线测温是目前应用最为广泛的一种监测技术, 借助观察设备得到红外测温图谱, 从而对设备的运行情况形成更加具体的了解, 及时的展开处理。除了日常的监管检测之外, 在实际维护过程中要根据刀闸的型号、使用说明以及额定电流有针对性的缩短检修周期, 设计出最为合适的维护时间, 避免设备在长期使用下出现发热问题。另外, 还可以借助信息技术实现远程监控。设备定期巡检工作量较大, 人工巡检很容易出现疏忽, 导致一些数据细节没有得到重视。但是接触大数据技术和自动化技术, 配合无线测温温度仪器, 可以实现线上监测, 配合数据库系统, 及时发现参数上的变化, 一旦数据出现问题

或者波动就可以及时报警, 并且展开初步处理。这种自动化的监控方式最大程度减少了事故的发生概率。

5 总结

综上所述, 刀闸发热问题必须要得到重视, 会影响到水电站的正常运行, 从一起水电站发电机出口和主变刀闸发热缺陷事故中可以看出, 导致刀闸发热的原因有很多, 如果没有能够得到及时处理, 那么故障波及范围会进一步扩大。因此, 必须要加强对刀闸发热的原因进行调查分析, 明确相应的处理预防措施, 以此确保水电站的正常运行。

致谢

本次刀闸的处理, 川开电气公司技术部人员提出宝贵的参考意见, 特意致谢。

参考文献:

- [1] 《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》(GB 11022-2011-T)。
- [2] 《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》(DL / T593-2006)。
- [3] 《国家能源局防止电力生产事故的二十五项重点要求》(2016版)。
- [4] 《电力安全生产基础知识》。