

电气工程中电气继电保护的常见故障及维修策略分析

许克飞

华电库车发电有限公司 新疆 库车 842000

摘要: 本文针对电气工程中的电气继电保护展开研究,明确其为利用电气量变化,借助特定装置保障电力系统安全的技术。深入剖析常见故障,包括电路接点不合理、计算误差、接触不良和设备故障等,这些故障成因多元,严重威胁系统稳定。提出一系列维修策略,如定期检查维护、快速故障排除、备用设备切换、提升检修人员专业水平及规范维护检修机制,旨在提升电气继电保护系统可靠性,为电力系统稳定运行提供有力支撑,为相关领域实践与研究提供参考。

关键词: 电气工程; 电气继电保护; 常见故障; 维修策略

引言

在电气工程体系中,电气继电保护至关重要,是保障电力系统安全稳定运行的核心环节。随着社会对电力需求的增长,电力系统规模不断扩大,结构愈发复杂,对电气继电保护的性要求日益严苛。一旦电气继电保护出现故障,可能引发局部甚至大面积停电,给社会生产生活带来巨大影响。因此,深入探究其常见故障根源并制定有效维修策略,对保障电力系统可靠运行、推动电力行业发展意义重大。

1 电气继电保护的定义

电气继电保护是指在电力系统发生故障或出现异常运行状态时,能够自动、迅速、有选择性地故障设备从电力系统中切除,或者发出信号以便运行人员及时采取措施,恢复电力系统正常运行的一种自动化措施和设备。其基本任务包括:当电力系统发生故障时,自动、迅速、有选择性地故障元件从电力系统中切除,使故障元件免于继续遭到破坏,保证其他无故障部分迅速恢复正常运行;当电力系统出现异常运行状态时,根据运行维护的具体条件和设备的承受能力,发出信号、减负荷或延时跳闸,以避免异常运行状态发展成故障。电气继电保护装置由测量部分、逻辑部分和执行部分组成。测量部分用于测量被保护设备的物理量,如电流、电压、功率等,并与给定的整定值进行比较,判断是否发生故障;逻辑部分根据测量部分输出的信号,经过逻辑判断,确定保护是否应该动作,并发出相应的指令;执行部分根据逻辑部分的指令,完成保护装置的动作,如跳闸、发出信号等。

2 电气工程中电气继电保护的常见故障

2.1 电路接点不合理

电路接点作为电流传输的关键节点,其设计与安装

的合理性直接影响系统运行效能。在实际工程中,接点设计选型若未充分考虑运行中的电流承载能力、环境温度湿度及电磁干扰等因素,易出现额定电容量与实际运行电流不匹配的情况。当实际电流超出额定容量,接点长期运行会因过热导致金属软化、变形,接触电阻增大,形成恶性循环,最终可能引发接点烧蚀、熔断,使保护装置无法正常工作。同时,接点安装工艺质量也至关重要,连接不牢固,如螺丝拧紧力矩不足、焊接有缺陷,在设备振动、电磁力波动等外力作用下,接点易松动,有效接触面积减小,接触电阻增大,影响电流稳定传输,引发保护系统误动作或拒动作。此外,接点长期暴露于外部环境,受灰尘、水汽、化学腐蚀性气体侵蚀,表面氧化、腐蚀形成高电阻层,进一步增加故障发生几率。

2.2 计算误差

在电气继电保护装置设计与整定中,需精准计算众多复杂电气参数,以保障装置在各种工况下准确动作。但实际电力系统复杂多变,负荷波动、电源投切使电气参数持续改变。若继电保护整定计算模型简化,未综合考虑动态因素,计算结果与实际运行情况就会出现偏差。像短路电流计算,若未准确考量系统阻抗实时变化及线路分布电容作用,得出的计算值与实际短路电流有较大出入,导致保护装置动作电流整定不准,故障发生时可能无法及时响应或误动作,危及电力系统安全^[1]。同时,测量仪器精度有限,获取电气参数测量值时存在误差,在后续计算中传递、放大,影响继电保护装置整定精度。人为因素也关键,计算人员对公式理解不深、计算粗心或遗漏关键参数,都易使计算结果出错,影响系统可靠性与稳定性。

2.3 接触不良

装置内插件与插槽、继电器触点等电气连接部位是高发区。插件受机械振动、温度剧烈变化影响,可能松动,使引脚与插槽内簧片接触不紧密,阻碍信号传输,造成电流不稳定,引发保护装置误报警或误动作。继电器触点频繁开合,受电弧侵蚀、机械磨损,表面粗糙、氧化,接触电阻大幅增大,严重时闭合状态也无法正常导通足够电流,影响装置工作性能。连接导线接头若制作工艺不规范,长期运行易松动、断裂,导致电路中断或接触电阻急剧增大,威胁系统可靠性与稳定性,在电力系统故障时还可能延误保护装置动作时机。

2.4 设备故障

电气继电保护系统中的继电器、互感器、微机保护装置等关键设备,任何一个故障都可能使保护系统失效。继电器长期在高电压、大电流环境工作,内部线圈、触点易受电气与机械应力损坏,如线圈过热烧毁、触点磨损粘连,使其无法按预定逻辑动作。互感器负责信号采集与变换,故障形式有绕组短路、开路、绝缘损坏等,绕组短路会使输出信号畸变,绝缘受损可能引发电气击穿。微机保护装置内部电子元件受老化、过电压、静电等影响易损坏,软件系统也可能出现程序漏洞、死机等问题,严重影响系统可靠性与稳定性。

3 维修策略分析

3.1 定期检查和维修

定期检查和维修是保障电气继电保护系统可靠运行的重要手段。通过制定科学合理的定期检查和维修计划,能够及时发现并处理潜在的故障隐患,有效降低故障发生的概率。在定期检查方面,应根据电气继电保护系统的实际运行情况,确定合适的检查周期。一般来说,对于运行环境较为恶劣、负荷变化频繁的区域,检查周期应适当缩短;而对于运行环境良好、负荷相对稳定的区域,检查周期可适当延长。检查内容涵盖电气继电保护装置的外观、电气连接部位、运行参数等多个方面。外观检查主要查看装置外壳是否有破损、变形,指示灯是否正常显示等;电气连接部位检查则重点关注接点是否松动、腐蚀,插件与插槽连接是否紧密等;运行参数检查包括测量电流、电压、功率等电气参数,与装置的整定值进行对比,判断装置是否运行在正常范围内^[2]。在维护方面,应定期对电气继电保护装置进行清洁,清除内部的灰尘、杂物,防止因灰尘积聚导致电气元件短路或接触不良。同时,对继电器、互感器等关键设备进行预防性试验,如测量继电器线圈电阻、触点接触电阻,检测互感器的绝缘性能等,及时发现设备潜在的缺陷并进行修复或更换。此外,还应定期对微机保护装置的软件

系统进行升级和优化,修复程序漏洞,提高装置的性能和可靠性。通过严格执行定期检查和维修制度,能够有效提高电气继电保护系统的运行稳定性,确保其在电力系统发生故障时能够准确、可靠地动作。

3.2 快速故障排除

当电气继电保护系统出现故障时,快速故障排除是减少故障损失、保障电力系统安全稳定运行的关键。为实现快速故障排除,首先应建立完善的故障诊断体系。利用先进的故障诊断技术,如基于人工智能的故障诊断方法、基于数据分析的故障诊断方法等,对电气继电保护系统的故障进行快速准确的定位和诊断。例如,基于人工智能的故障诊断方法可以通过对电气继电保护装置运行过程中产生的大量数据进行学习和分析,建立故障模型,当系统出现异常时,能够迅速根据模型判断故障类型和故障位置。在故障诊断过程中,应充分利用电气继电保护装置自身的故障报警信息以及电力系统自动化监控系统提供的数据,结合现场实际情况进行综合分析。一旦确定故障位置和原因,应立即采取相应的维修措施。对于一些简单的故障,如接点松动、插件接触不良等,维修人员可在现场迅速进行修复;而对于较为复杂的故障,如设备内部元件损坏等,则需要将故障设备带回维修车间进行详细检修或更换。在故障排除过程中,应遵循先急后缓、先主后次的原则,优先处理对电力系统安全运行影响较大的故障。同时,维修人员应具备丰富的专业知识和实践经验,能够熟练运用各种维修工具和设备,确保故障能够在最短时间内得到有效排除,最大限度地减少故障对电力系统的影响。

3.3 备用设备切换

为提高电气继电保护系统的可靠性和可用性,备用设备切换是一种行之有效的维修策略。在电气继电保护系统设计阶段,应合理配置备用设备,确保在主设备出现故障时,备用设备能够迅速投入运行,接替主设备的工作,维持电气继电保护系统的正常功能。备用设备的配置应根据电气继电保护系统的重要性、设备故障概率以及经济成本等因素综合考虑。对于一些关键的电气继电保护装置,如线路保护装置、主变压器保护装置等,应采用双重化配置,即设置两套完全独立的保护装置,互为备用^[3]。在正常运行情况下,两套保护装置同时工作,相互监视,当其中一套保护装置出现故障时,另一套保护装置能够自动切换至工作状态,确保对电力系统的保护不间断。除了设备的双重化配置外,还应建立完善的备用设备切换机制。备用设备切换机制应具备快速、可靠的特点,能够在主设备故障发生后的极短时间

内完成切换操作。切换过程应实现自动化,避免人为操作带来的延迟和失误。同时,备用设备切换机制应具备自检和互检功能,定期对备用设备的运行状态进行检测,确保备用设备始终处于良好的备用状态。在备用设备切换后,应及时对故障设备进行维修和调试,使其恢复正常运行状态,作为新的备用设备,为电气继电保护系统的可靠运行提供保障。

3.4 提升检修技术人员的专业水平

检修技术人员的专业水平直接影响着电气继电保护系统的维修质量和效率。因此,提升检修技术人员的专业水平是保障电气继电保护系统可靠运行的重要举措。一方面,应加强对检修技术人员的培训教育。定期组织技术人员参加专业知识培训课程,邀请行业专家进行授课,内容涵盖电气继电保护原理、设备结构、故障诊断方法、维修技术等方面。通过系统的培训学习,使技术人员不断更新知识结构,掌握最新的技术动态和维修技能。同时,应注重实践培训,为技术人员提供实际操作的机会,通过模拟故障场景,让技术人员在实践中锻炼故障诊断和维修能力。另一方面,应鼓励检修技术人员开展技术创新和经验交流活动。技术人员在日常工作中积累了丰富的实践经验,通过组织经验交流活动,能够促进技术人员之间的相互学习和借鉴,共同提高业务水平。此外,还应鼓励技术人员开展技术创新,针对电气继电保护系统维修过程中遇到的难题,探索新的解决方案和维修方法,提高维修工作的效率和质量。为激励技术人员不断提升自身专业水平,企业应建立完善的绩效考核机制,将技术人员的专业技能水平、工作业绩等与薪酬待遇、职业晋升等挂钩,充分调动技术人员的学习积极性和工作主动性。

3.5 规范维护检修机制

规范的维护检修机制是确保电气继电保护系统维护检修工作有序开展的重要保障。首先,应制定详细的维护检修规程。维护检修规程应明确规定维护检修的项目、周期、方法、质量标准以及安全注意事项等内容,使维护检修工作有章可循。在制定维护检修规程时,应充分考虑电气继电保护系统的特点和实际运行情况,结

合相关的行业标准和规范,确保规程的科学性和实用性。其次,应建立严格的维护检修质量管理体系。对维护检修工作的各个环节进行质量控制,从维护检修计划的制定、执行到检修后的验收,都应进行严格的质量把关。在维护检修过程中,应要求检修人员认真填写维护检修记录,详细记录检修项目、更换的零部件、检修时间等信息,以便对维护检修工作进行追溯和质量分析。同时,应建立维护检修质量监督机制,定期对维护检修工作的质量进行检查和评估,对发现的质量问题及时进行整改,确保维护检修工作质量符合要求^[4]。此外,还应加强维护检修工作的安全管理。电气继电保护系统的维护检修工作涉及到高电压、大电流等危险因素,必须严格遵守相关的安全操作规程,采取必要的安全防护措施,确保检修人员的人身安全和设备安全。通过建立规范的维护检修机制,能够有效提高电气继电保护系统维护检修工作的质量和效率,保障电气继电保护系统的可靠运行。

结束语

总之,电气继电保护系统对电力系统稳定运行起着关键作用。通过对常见故障的分析,我们明确了电路接点、计算、接触以及设备等方面问题的危害。而针对性提出的一系列维修策略,能有效提升系统可靠性。在实际应用中,要切实落实这些策略,不断优化完善,确保电气继电保护系统处于良好运行状态。同时,紧跟电力技术发展步伐,积极探索创新故障诊断与维修方法,以适应电力系统的变化,为社会经济发展提供稳定电力保障。

参考文献

- [1]袁振华,李彬.基于电气工程中的继电保护自动化运行及其维护措施探讨[J].电气技术与经济,2023,(10):341-343.
- [2]李彬,袁振华.电气工程中电气继电保护的常见故障及维修策略分析[J].电气技术与经济,2023,(10):344-347.
- [3]主坤艳.电气工程中的继电保护故障与对策分析[J].集成电路应用,2023,40(07):116-117.
- [4]董立城,薛彦君.探讨电气继电保护装置的检修和运行维护[J].科技经济市场,2022,(03):39-41.