

Maintenance Strategy for Secondary Circuit Faults in Relay Protection Systems

Xiaoni Hang Yu Wen Jiaxin Li

State Grid Shaanxi Electric Power Co., Ltd. Yulin Power Supply Company, Yulin, Shaanxi, 719000, China

Abstract

The secondary circuit of relay protection serves as the critical link for monitoring, control, protection, and signal transmission in power systems. Ensuring its operational stability and reliability is fundamental to power supply safety. However, secondary circuit faults during power system operation exhibit strong concealment characteristics and complex root causes, posing significant maintenance challenges. Establishing effective repair strategies for relay protection secondary circuit faults is therefore essential. Fault diagnosis and localization can identify root causes, enabling targeted optimization of maintenance approaches for common issues including connection failures, insulation defects, transmission interference, and component malfunctions. This methodology enhances repair quality and effectiveness, ultimately ensuring stable operation of relay protection secondary circuits.

Keywords

relay protection secondary circuit; common faults; maintenance strategies; operational stability

继电保护二次回路故障的维修策略

杭晓妮 文玉 李佳鑫

国网陕西省电力有限公司榆林供电公司, 中国·陕西 榆林 719000

摘要

继电保护二次回路是电力系统监测、控制、保护和信号传输的核心链路,保障其运行的稳定性和可靠性是确保供电安全的重要基石,但是在供电系统运行期间二次回路故障的隐蔽性较强且构成原因较为复杂,处理难度较高,明确继电保护二次回路故障维修策略十分必要。可通过故障诊断与定位明确故障原因,在此基础上紧抓连接故障、绝缘故障、传输与干扰故障、元件故障等相应常见故障优化维修对策,提高维修质量和维修效果,确保继电保护二次回路能够稳定运行。

关键词

继电保护二次回路; 常见故障; 维护策略; 运行稳定

1 引言

在电力系统运行期间二次回路是连接互感器、保护装置等相应组件的重要载体,可以为电力系统的稳定运行提供必要保障。而随着近几年来电网建设规模的不断扩大,二次回路结构也变得越来越复杂,对于信号传输的要求更高。但是二次回路在运行的过程中受震动、潮湿、粉尘、电磁干扰等相应因素的影响很容易会出现故障问题,若不快速加以解决则很容易会引发电网扰动、设备损坏、越级跳闸等相应问题,必须引起关注和重视落实维修工作。在分析继电保护二次回路故障的维修处理措施之前首先则需要了解继电保护二次回路的常见故障类型。

2 继电保护二次回路常见故障类型

在继电保护二次回路运行期间可根据电气特性和表现形式将常见故障划分为传输故障、元件故障、绝缘故障等相应的故障类型。绝缘故障是指二次回路的绝缘电阻降低会出现漏电、短路、杂散电流干扰等相应问题,影响信号的正常传输。连接故障大多是端子触点氧化、接线松动、端子虚接导致的二次回路运行电阻上升、回路压降异常,影响信号传输。传输故障往往是因接地不良、回路错接、电磁干扰、线缆衰减等相应因素引发信号丢失、指令误传、采样偏差等相应问题。元件故障即二次回路继电器、熔断器等相应部件出现老化、性能受损等相应问题,影响二次回路的正常运行。二次回路故障的构成原因是相对而言较为复杂的,例如硬件老化、环境潮湿、电磁干扰、运维管理不足等相应因素都有可能引发故障问题,而不同故障问题的构成原因、表现形式不同,因此其维修对策也存在着鲜明差异需通过故障诊断、定位明确二次回路故障类型,并针对性地优化故障维修

【作者简介】杭晓妮(1985-),女,中国陕西榆林人,本科,中级,从事变电站继电保护二次维修研究。

对策^[1]。

3 继电保护二次回路故障维修对策

3.1 故障诊断与定位

故障诊断定位是二次回路故障维修的重要基础和首要前提，在故障诊断与定位的过程中工作人员应坚持先外观后内部、先分段后整体、先静态后动态、先电气后逻辑的原则对诊断流程做出有效优化，获得准确的诊断信息并精准定位故障所在位置。首先工作人员需要做好二次回路的外观检查，分析端子排、元件、标识、线缆等相应组件是否存在松动、破损、受潮等相应问题，根据回路施工图纸进行线路排查，分析二次回路是否存在物理缺陷。在此基础之上则需要分段检测，可根据二次回路接线图纸将二次回路划分为不同区段，例如直流控制回路、接地回路等，逐段落实定期检测，不断缩小故障锁定范围，并通过静态测试分析断电状态下不同回路的绝缘性能、电阻数值及触点通断性能，分析二次回路绝缘与连接状态是否符合于运行标准。还需通过动态测试，模拟、验证、分析二次回路信号传输、元件动作的特性，辅助故障定位。其次，在诊断定位中可借助专业化工具保障定位精准，例如可引入兆欧表、万用表、回路电阻测试仪、抗干扰分析仪等相应仪器设备，根据仪器设备的操作标准规范

操作方法，通过通断测试法、接地测试法、绝缘检测法、替换验证法、压降分析法展开检测获得量化结果，更好地锁定故障位置。为确保故障类型及位置分析结果的准确性，工作人员在检测结束以后可收集整理二次回路运行状态、历史缺陷、检修记录等相应信息，辅助诊断、判定，为后续维修工作的落实提供明确的方向和指导^[2]。

3.2 标准化维修工艺与实施对策

3.2.1 绝缘故障维修

绝缘故障在维修的过程中应当以恢复绝缘强度、消除漏电短路隐患为重点，通过清洁、修复、更换、加固达到预期的修复效果。首先，工作人员需要对回路进行检查，并且采用专用工具进行清扫除尘，对回路进行除湿、干燥处理，最大程度地降低因环境因素导致的绝缘下降问题。若在清理的过程中发现回路存在轻微破损问题可引入专用材料对回路进行包裹、封堵，保障其绝缘性能达到标准要求。若在检查的过程中发现回路绝缘老化较为严重且破损范围较大，这时则可以通过整体更换的方式保障其绝缘效果。在绝缘检测期间可根据回路类型来选择测试仪表，明确绝缘电阻标准值和工频耐压要求，分析是否存在绝缘故障。在绝缘故障修复结束以后还需进行二次检验，确保其满足运行要求，如表1为二次回路绝缘维修合格指标。

表 1：为二次回路绝缘维修合格指标

回路类型	测试仪表	绝缘电阻标准值	工频耐压要求
交流电压 / 电流回路	500V 兆欧表	≥1MΩ	2kV/1min 无击穿
直流控制 / 信号回路	500V 兆欧表	≥1MΩ	1kV/1min 无击穿
弱电采样 / 通信回路	250V 兆欧表	≥2MΩ	不做耐压，绝缘达标
回路间绝缘	500V 兆欧表	≥1MΩ	——

3.2.2 连接故障维修

在连接故障维修中工作人员需要紧抓端子、接线、触点三大关键部位，通过紧固、清洁、修复、规范压接对连接故障进行有效处理。连接故障的构成原因是相对而言较为复杂的，需坚持具体问题具体分析的原则，结合实际情况对故障维修策略作出适当调整。例如若因端子松动导致的连接故障，需按标准要求确定紧固力矩进行修复，修复中需注意避免过度拧紧引发滑丝等相应问题。若因氧化烧蚀进而导致连接故障，这时则可以引入专用清洁剂对氧化层和烧蚀痕迹进

行处理，恢复回路的接触性能^[3]。若因虚接、错接导致的连接故障可按照设计要求和施工规范重新压接，保障线径与端子的匹配度。若因散股、断股导致接触不良引发连接故障，可通过加装冷压端子进行处理。维修后同样需要进行接触电阻和回路压降检测，保障连接的可靠性。在检测的过程中应根据连接部位明确回路电阻限值、接触电阻限值及紧固力矩标准，逐点核查，分析连接状态是否达到要求，借助通断测试和动态模拟验证保障检测结果准确、真实可靠，如表2为二次回路连接检修合格指标。

表 2：为二次回路连接检修合格指标

连接部位	回路电阻限值	接触电阻限值	紧固力矩标准
电流回路端子	≤100mΩ	≤5mΩ	按端子规格执行
电压 / 信号回路端子	≤200mΩ	≤10mΩ	按端子规格执行
继电器 / 开关触点	——	≤5mΩ	机械行程合规
电缆中间接头	≤150mΩ	≤8mΩ	压接牢固无松动

3.2.3 传输与干扰故障

在传输与干扰故障维修处理的过程中工作人员需着重关注回路布线优化、屏蔽接地规范和抗干扰能力提升等相应

关键点，结合现场情况明确线缆走向，在此基础之上做好弱电与强电回路、直流与交流回路的分离。若在现场检验的过程中发现线缆存在破损问题需进行修复可采用线缆更换

的方式进行处理,更换后需保证屏蔽层单端能够接地,接地电阻符合于相应的规范要求。还需优化接地系统,有效规避在系统运转过程中出现地电位差过大、多点接地、接地不良等相应问题,确保接地回路电气的连续性。若回路对干扰较为敏感,可通过更换双层屏蔽线缆在缩短传输距离的同时有效规避信号衰减和畸变等相应问题。维修工作开展的过程中需同步落实干扰测试,分析回路的抗干扰能力,判断回路采样精度、传输时延、信号畸变率是否达到标准要求,并通过资料收集分析回路协议匹配度、报文完整性是否达到要求,判断是否存在传输丢包、延迟超标等相应问题^[4]。

3.2.4 元件故障

元件故障维修时所需要考虑的要件是相对较少的,工作人员可按照检测、判定、更换、校验的流程进行元件故障维修,恢复回路的运转性能。例如可通过性能测试判定继电器、电源模块、熔断器、转换开关等相应元器件是否能够正常运转,通过动作值、动作时间、输出精度、返回值、稳压性能等相应参数的分析及时发现元件存在故障问题并对故障元件进行更换处理。需注意在元件更换的过程中应确保更换后的元件与原元件型号、规格、参数相同,以此来确保更换后元件与系统的兼容性。在元件更换期间需确保安装规范、接线规范,避免元件更换后出现机械应力和电气干扰,更换以后则需进行功能验证,分析元件与回路的匹配性,判断更换后系统能否正常运行^[5]。

3.2.5 逻辑与定值故障维修

逻辑与定值故障维修中应以核对、修正、验证为重点,通过消除配置偏差来恢复系统运转。这就需要维修工作人员做好保护定值和最新定值单的核对,分析是否存在错误参数,若存在则需对其进行修正。在此之后则需要对软件版本和逻辑程序进行检验和核查,如果版本存在缺陷需对版本进行升级并对逻辑进行修正,最后需完成回路和装置配置参数的检查。维修后可通过模拟故障测试分析其动作逻辑、闭锁功能实现配合是否达到标准要求。

4 预防性维护与长效管控

为确保二次回路能够正常运行,还需通过预防性维护及长效管控工作的有效落实消除故障隐患,从源头上降低二次回路故障的发生率。这就需要相关工作人员定期落实巡检工作,通过装置自检、在线监测、数据采集等多种方式明确二次回路各元件的运行状态,分析回路绝缘、干扰水平、电阻温度是否达到标准要求,根据检测数据判断是否存在潜在隐患,建立隐患台账,并对隐患问题加以处理。在运维管理中可通过防尘、防潮、防震、抗干扰改造优化回路运行条件,配合人工智能、物联网、大数据等相应现代化技术的有效应用实现智能诊断、在线检测,提高各类故障问题的发现能力、响应能力和处理能力,为二次回路的稳定运行打下坚实基础^[6]。

5 结语

继电保护二次回路故障维修工作的有效开展是确保电力系统能够稳定运行的重要基础,必须引起关注和重视。可通过精准诊断、规范维修、预防性维护与长效管控最大化地降低故障发生概率及故障所带来的影响损失,提高二次回路故障处理能力和处理效果。

参考文献

- [1] 孙涛,刘国成,袁楠. 继电保护二次回路故障处理技术探析[J]. 电力设备管理, 2026, (02): 215-217.
- [2] 王程,林滢,郭超,等. 继电保护二次回路施工工艺优化及典型缺陷诊断方法[J]. 科技与创新, 2025, (23): 101-103+106.
- [3] 杨涵鼎. 继电保护二次回路故障的维修策略研究[J]. 家电维修, 2025, (12): 140-142.
- [4] 汪源,吴侃. 智能变电站继电保护二次回路检修技术[J]. 通讯世界, 2025, 32 (11): 98-100.
- [5] 印海洋. 电力继电保护二次回路故障的检修策略分析[J]. 集成电路应用, 2025, 42 (04): 356-357.
- [6] 李永斌,王佳. 应对继电保护二次回路故障策略研究[J]. 科学家, 2017, 5 (04): 59-60.