

电气工程继电保护故障与处理技术

郑琦, 康信, 崔景岚, 刘清峰, 张志龙
国网德州供电公司, 山东 德州 253000
DOI: 10.61369/SSSD.2025170047

摘 要 : 随着现代电力系统的高速发展, 新能源并网向着大容量、跨区域、高比例的方向发展, 电网的安全稳定运行对于国家能源战略和经济社会发展的重要性也开始体现。继电保护作为保护电力系统安全的重要防线, 其动作的正确性和快速性直接关系着故障的切除和事故范围的限制。然而, 在电网结构日益复杂以及新型电力电子设备接入的情况下, 继电保护系统的运行环境也比较复杂, 本身也可能由于元器件老化、设计缺陷、正定不当、电磁干扰等因素出现故障现象。如果无法第一时间有效处理则会直接影响供电工作的开展。因此, 这就需要充分做好对继电保护系统的故障检查, 进一步提高电力系统运行的可靠性。基于此, 本文对电气工程继电保护故障与处理技术展开分析和研究, 以供参考。

关 键 词 : 电气工程; 继电保护故障与处理技术; 电力电子设备

Faults and Handling Technologies of Relay Protection in Electrical Engineering

Zheng Qi, Kang Xin, Cui Jinglan, Liu Qingfeng, Zhang Zhilong
State Grid Dezhou Power Supply Company, Dezhou, Shandong 253000

Abstract : With the rapid development of modern power systems, new energy grid connection is moving towards the direction of large capacity, cross-region and high proportion. The safe and stable operation of the power grid has become increasingly important for the national energy strategy and economic and social development. As an important line of defense to protect the safety of the power system, the correctness and rapidity of relay protection actions are directly related to fault removal and accident scope limitation. However, with the increasing complexity of the power grid structure and the access of new power electronic equipment, the operating environment of the relay protection system has become relatively complex. It may itself suffer from faults due to factors such as component aging, design defects, improper setting, and electromagnetic interference. Failure to effectively handle these faults in a timely manner will directly affect the development of power supply work. Therefore, it is necessary to fully conduct fault inspections on the relay protection system to further improve the reliability of power system operation. Based on this, this paper analyzes and studies the faults and handling technologies of relay protection in electrical engineering for reference.

Keywords : electrical engineering; relay protection faults and handling technologies; power electronic equipment

前言

电气工程继电保护装置是电力系统的核心部分, 该装置的合理运用能够帮助运维人员快速定位电网故障, 并采取针对性的措施进行处理。随着智能电网规模的持续扩大, 电力系统对继电保护装置的性能指标也提出更加严格的要求。当前电网运行的环境较为复杂, 其负载承载力持续攀升, 设备老化、触点接触不良等问题容易导致突发性故障。如果没能及时控制可能会导致整个电网系统停止运行, 对社会生产和生活带来严重影响。因此, 深入剖析电气工程继电保护的问题, 探索高效的故障处理方式, 有助于提升电力系统的常态化运行效率。

一、电气工程继电保护的重要性

在电气工程领域, 继电保护装置对于保障电力系统的稳定运行具有重要的价值。这一装置可以对电网运行的参数进行有效监

测, 如果发现指标超出安全阈值范围, 则意味着系统会存在运行的问题。此时, 继电保护装置会迅速触发响应机制, 发出报警的指令, 运维人员应根据装置反馈的信息锁定具体的故障位置, 排查出根源出现的原因, 为后续的检修工作提供支持。然而, 需要

特别关注的是，在复杂和特殊的运行场景中，继电保护装置仍然可能会受到外部的干扰，从而出现故障误判的情况，这仍然需要在实际应用中关注。这些问题的出现需要充分利用更加专业、精准的检测技术^[1]。

近年来，电力系统的发展速度提升，其应用规模不断增加，这也对继电保护工作提出更加严格的要求，这就需要加大继电保护装置的管理力度，进而保障该装置能够识别到故障情况，从而为人员提供更加准确的信息^[2]。这一装置具有选择性的特点，如果发现故障问题后，距离最近的保护装置会做出相应的动作，从而隔离故障，确保非故障的部位能够有效运行，避免整个电力系统受到影响，保障其他区域能够正常供电，减少负面影响。

继电保护装置能够对电力系统进行实时的监测，并且保障全天候不间断采集各类设备的数据，如果出现数据上的异常则会触发预警机制。在极端工况下，当主保护装置出现问题，系统会立即采取备用的保护措施，利用相邻的线路，构建联合防护体系，从而保障隔离故障位置，避免扩大影响^[3]。

二、电气工程继电保护常见的故障类型及成因

（一）产源故障

产源故障指的是继电保护装置出厂时就存在的质量性问题。设备经过一定时间的使用，也会产生更多的安全隐患。由于故障电气设备的元件质量没有达到标准，这也不利于设备的有效使用。因继电保护装置出厂时未能进行质量的监控，进而引发产源故障包括：继电设备参数设置的问题，存在相应的误差；开入量设置问题，导致故障保护并不准确；整定计算错误、定值自动漂移、装置原件期间损坏导致继电保护无法采取有效的动作；三极管击穿，进一步增加漏电流，从而出现回路电源损坏。

（二）破坏故障

继电保护装置的测量模块、逻辑模块、出口继电器等硬件组件由于长期运行，电压冲击或环境因素影响发生损坏，这也会导致装置功能的失效。包括雷雨天气造成的过电压冲击，会损坏保护装置的电压采集模块，使其无法正常检测电气量的数据；电流互感器在饱和状态下，或是继电保护长时间高负荷运行，会积聚大量的粉尘，从而引发导电通道的短路。此时，高强度电流会进一步增加对电流互感器的压力，从而破坏绝缘，引发失灵的情况^[4]。

（三）运行故障

运行故障指的是电力系统正常运行或发生非故障性扰动后，继电保护装置错误发出跳闸的指令，从而导致正常供电的中断，具体原因如下：一是定值设置的不合理。保护定值设置较小则会导致系统正常运行的过程中，波动电流达到动作阈值，进而引发误动问题。例如，变压器空载合闸时产生的励磁涌流，如果电流保护值没能考虑涌流影响，则可能导致保护装置误动作。二是电磁干扰。在电力系统中，电力电子设备的增多，使电磁环境日益复杂，外部电磁干扰可能会侵入继电保护装置，从而出现逻辑电路紊乱的情况，发出错误的信号。包括高压线路操作产生的电磁脉冲，可能干扰保护装置的信号采集，引发误动。三是软件存在

缺陷。智能继电保护装置的软件程序仍然存在漏洞情况，在特殊的运行情况下，程序无法判断运行的状态，会导致误动作的出现。包括软件对系统振荡和短路故障的判断不清，可能会判断为短路故障启动保护动作^[5]。

（四）隐形故障

在电气工程继电保护工作中，隐形故障也被称为继发故障。这类故障具有突发性和特殊性的特点，容易被精准识别。和普通的故障相比，隐形故障引发的危害更加严重，并且故障的定位难度较大，容易衍生出其他的问题。从成因分析，设备在长期的使用下容易出现老化的情况，再加上日常的维护工作不到位，继而容易出现隐形故障。加上继电保护装置常安装于隐蔽的区域，日常检索维护的成本较大。在装置安装与调试的过程中，如果存在测试覆盖不全面的问题，同样可能会导致保护装置产生错误的行动，最终造成电网序位误解除的问题。

三、电气工程继电保护故障处理方法

（一）定期检查维修

继电保护装置是保障电力系统安全稳定运行的核心保障组件，应强化其管理的全流程。在设备采购阶段，应精准筛选与当前电力系统、运行工况匹配的产品型号，确保从源头把握设备的质量。在设备正式使用前，开展全面的预运行检测，重点监测设备是否会出现温度骤升、线路短路等异常问题。如果发生问题则说明设备运行质量没有达到标准。在日常运维的过程中，应做到常态化的检查，有效识别其中的导线老化的问题，分析潜在的隐患。巡检人员还需要着重排查设备的连接问题，检查零部件的紧固状态和磨损程度。如果发现绝缘结构出现损坏，则需要更新全新的绝缘材料，从根本上规避故障，避免出现安全事故^[6]的问题。

（二）加强系统监管

检修人员需要对系统运行的状态实施实时动态的监管，持续追踪运行的情况，其中电源模块是重点监测的对象。一旦电源模块出现超温的问题，则会出现断路、导线熔断等严重的故障。因此，检修人员则需要强化监管工作，精准把握各项运行的参数，确保及时捕捉到故障的隐患，快速处理问题。针对电力工程中继电保护装置可能会出现报警延迟问题，可以通过构建分级保护体系的方式进行解决，在母线回路配置主保护装置，在并联支路部署辅助保护装置。这种方案有助于避免保护装置出现误动和拒动的情况，进而使继电保护装置对故障位置进行精确判断。在系统监控的过程中，应重点关注电流的参数波动问题。为了避免电流出现异常的波动，可以再并联回路中加装调压变压器，进而实现电压与电流的稳定调控。在线路选择的过程中，优先选择导电性稳定的材质，为电流的稳定运行提供支持^[7]。为了避免继电保护装置受到电磁干扰，则需要采取针对性的电磁屏蔽措施，从而有效隔离外部的电磁干扰源。系统监管中还需要高度重视二次回路的绝缘性能，定期进行回路电阻的检测，强化隐性故障的识别能力。

（三）分析故障来源

在进行故障溯源分析时，检修人员应优先开展外部排查工作，在排除外部故障隐患后，再深入剖析设备内部可能会出现的问题。这种由外及内的故障分析方法，有助于帮助检修人员精准缩小排查的范围，快速定位故障的根源。在规划维修方案的过程中，应遵守先易后难的原则，优先处置高发的常见故障，再选择解决复杂的故障，进而确保维修工作效率的提升。当继电保护装置发出报警提示，需要兼顾关联设备的全面核查与装置本体的细致检测，通过全方位地排查化解安全风险，保障电力系统的稳定运行^[8]。

四、继电保护故障处理技术的发展趋势

（一）智能化发展

在人工智能、大数据等技术深度融合的背景下，继电保护故障处理将向着智能化的方向发展。未来的故障诊断系统将具备自主学习能力，能够通过分析海量的运行数据和故障的案例，不断优化诊断模型，从而提高故障识别的精准性和即时性。与此同时，智能处理系统可以实现故障的自动定位和远程处理，有助于减少人工的干预，提升故障处理的成效。

（二）数字化升级

数字化技术的发展将持续推动继电保护装置的优化和升级，

实现保护数据的标准化采集和传输。基于 IEC 61850 标准的数字化继电保护系统，有助于实现不同设备之间的信息共享和操作，从而为故障处理提供更完善的数据支持。与此同时，数字化仿真技术可以模拟各种故障的问题，为故障处理方案的制定和验证提供虚拟化的环境，降低现场的试验风险与成本^[9]。

（三）网络化协同

利用智能电网的通信网络，继电保护装置处理能够实现多装置、多区域的网络化协同。当出现故障问题时，多个保护装置可以实时进行故障信息的交换，判断故障的位置和类型，避免单一装置因为信息不足导致误判。除此之外，运维人员可以通过远程监控平台掌握当前的故障发生的特点，制定相应的协同处理方法，快速隔离故障问题，确保系统的回复^[10]。

五、结语

综上所述，继电保护装置作为电力系统安全运行的保障，其故障处理技术的先进性与可靠性会直接影响电力系统的稳定运行。为此，这就需要深入了解故障类型与成因，并进行故障的有效处理，确保电力系统的安全运行。随着电力系统的智能化、数字化发展，继电保护故障处理技术将不断创新，智能化诊断、数字化升级和网络化协同也将成为未来发展的趋势。

参考文献

- [1] 彭珩. 电气工程中的自动化继电保护策略分析 [J]. 集成电路应用, 2024, 41(07): 272-273.
- [2] 李长城, 莫峻, 李昊然, 等. "电力系统继电保护" MOOC 教学模式探索 [J]. 电气电子教学学报, 2024, 46(02): 187-190.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 季亮. 电气自动化系统继电保护安全技术应用 [J]. 光源与照明, 2023, (06): 198-200.
- [7] 孟伟航. 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(01): 146-147.
- [8] 杜鹏飞. 基于电气工程的电气自动化金属机械运行技术研究 [J]. 造纸装备及材料, 2022, 51(08): 132-134.
- [9] 霍婷婷. 电力系统继电保护虚拟仿真技术设计及应用 [J]. 黑龙江工业学院学报 (综合版), 2022, 22(07): 62-68.
- [10] 李鹏飞. 电气自动化在电气工程中融合运用的分析 [J]. 工程建设与设计, 2022, (11): 74-76.