

电力继电保护的故障及电工维修技术研究

张明轩

邹城正方热力有限公司

摘要：电力继电保护在电力系统中扮演着重要的角色，用于监测和保护电力系统的各种电气设备。一旦电力系统发生故障，将会对电力系统和设备造成很大的影响，甚至带来人员伤亡和财产损失。因此，电力继电保护设备的可靠性、准确性和稳定性对于电力系统的安全运行至关重要。本文将着重研究电力继电保护在电力系统中的重要作用，并探讨分析故障诊断和电工维修技术。

关键词：电力继电保护；故障诊断；电工维修技术；研究

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2023.08.201

引言

电力继电保护的主要作用是在发生电力系统故障时，迅速切断故障区域，保护电力设备和系统的安全和稳定运行。然而，其在长期使用和应用过程中也存在一些问题和挑战，比如故障判断不准确、保护动作过程中的互换误动、抗干扰能力不足等。因此，需要分析电力继电保护系统的故障类型与原因，以便针对不同故障类型提出应对策略，为保障电力系统的安全运行奠定良好基础。

一、电力继电保护的原理和作用

（一）电力继电保护的原理

电力继电保护的原理是通过对电力系统中的关键参数进行实时监测和测量，如电压、电流和功率等，利用传感器将这些参数变化转化为电信号，并传输给保护装置。保护装置对接收到的信号进行处理和分析，使用预设的保护算法和逻辑，判断是否发生故障。一旦故障被检测出来，保护装置会迅速触发继电器或开关动作，切断故障区域，尽可能地减少故障影响范围，保护电力设备和系统的安全运行。保护装置还可以提供故障记录和报警功能，帮助运维人员快速定位故障位置和原因，以便及时采取修复措施^[1]。电力继电保护的原理通过快速准确的故障检测和保护动作，保障电力系统的稳定性和可靠性，大大提高了系统运行的安全性和可用性。

（二）电力继电保护的作用

1. 故障检测和切除

电力继电保护的核心作用是实现电力系统中故障的快速检测和切除。通过实时监测电力系统中的关键参数，如电压、电流和功率等，继电保护装置能够及时感知到任何异常或故障信号。一旦故障发生，保护装置会立即做出反应，并通过继电器或开关等手段迅速切断故障区域，以防止故障进一步扩大和对其他设备造成更大的损害。例如，当发生短路或过电流故障时，电力继电保护能够立即检测到电流异常，并通过切断电源或故障

区域的电气连接来隔离受影响的设备，防止电流过大导致设备过载、损坏或引发火灾等风险。此外，电力继电保护还能对过电压、欠电压、频率偏差等故障进行监测和判断，在故障发生时及时切断电源，保护设备免受电压波动和频率异常的影响。

2. 隔离和保护设备

电力继电保护装置可以根据故障类型和位置，切断故障区域与正常区域的电气连接，实现设备的隔离保护。首先，当发生故障时，保护装置会根据预设的保护算法和逻辑，判断故障的类型和位置；然后，保护装置会迅速触发继电器或开关动作，切断故障区域与正常区域的电气连接，将故障隔离。如此，既可以防止故障扩散到其他设备和线路，从而减少故障对整个系统的影响范围，保护系统其他部分的正常运行，又可以提高系统的抗干扰和抗短路能力，保护系统的稳定性和可靠性。

3. 保护人员和设备安全

由于电力系统中故障电流的存在，电线、电缆等设备可能因过载而过热，引发火花和燃烧，严重的话甚至可能造成火灾，危害人员和设备安全。电力继电保护能够阻止故障电流进一步流入系统，通过切断电源或故障区域的电气连接，防止故障扩散，减少火灾发生的可能性，从而起到保护人员和设备安全的作用^[2]。

4. 提供故障记录和分析

当电力系统发生故障时，电力继电保护设备会自动记录相关故障信息，包括故障发生的时间、具体位置和故障类型等重要数据。运维人员可以通过访问这些存储的故障信息，了解故障的基本情况，并对故障进行更深入地分析。同时，这些故障信息也可以为后续的设备巡检和维护提供参考。通过对故障发生的时间和位置进行分析，可以发现故障频发的区域和设备，从而加强相关的巡检和维护工作，预防类似故障的再次发生。

二、常见的电力继电保护系统故障

（一）继电保护元件故障

在电力继电保护系统中，继电保护元件（如继电器、电流互感器、电压互感器等）承担着检测和响应电力系统异常情况的重要任务。然而，由于长期运行和环境影响，这些元件可能会出现老化、接触不良或损坏等故障现象。元件老化可能导致元件性能下降，如继电器响应时间变慢，互感器测量精度减小等；接触不良会导致继电保护信号无法准确传递，或者信号中断。例如，由于接点氧化或污秽，继电器接触不良，导致保护动作迟滞或失效；而元件损坏则会直接影响其正常工作，例如互感器线圈短路或开路，使得继电保护系统无法正常感知电流或电压信号。这些故障会导致继电保护系统无法准确感知电力系统中的故障信号，从而无法及时切除故障或进行正确的保护动作。

（二）电源故障

电源故障是电力继电保护系统的常见故障，包括电源断电和电源电压异常。当电源断电时，继电保护系统无法得到所需的电力供应，这种情况下，系统不能进行准确地故障检测和切除操作，可能导致故障持续存在或扩大，加剧电力设备的损坏和系统的稳定性问题；当电源电压异常（如过高或过低）时，同样会对继电保护系统产生负面影响。首先，过高的电压可能导致继电器或其他电子元件过载，使其损坏或失效；其次，过低的电压可能导致继电器无法正常触发或工作，这将导致保护动作延迟或无法实施，使故障得不到及时切除。

（三）通信故障

电力继电保护系统与其他系统（如监控系统、自动化系统等）之间的通信非常重要。若在系统运行过程中出现通信故障，那么，可能导致以下问题：首先，继电保护系统无法传递保护动作指令或接收故障信息，这将使得故障无法及时被切除或监测，增加了故障对电力设备和系统的损害风险；其次，故障信息无法及时传递给其他系统，如监控系统，可能导致无法及时进行故障定位和状态监测，影响对电力系统的实时监控和管理；最后，还可能导致保护系统的误动作或保护不动作。例如，当通信线路中断或通信设备失效时，保护系统可能无法准确获取其他系统的信息或信号^[3]。这可能导致保护系统错误地进行保护动作，误切除正常运行的设备，或者保护系统无法对实际的故障进行正确的保护操作。

（四）参数设置错误

电力继电保护系统的参数设置对于其正常运行和故障切除非常关键。如果参数设置不正确或不合理，可能导致误动作、漏动作等问题，使得继电保护系统无法准确判断和切除电力系统中的故障，甚至误切除正常区域，给电力系统和设备带来严重的影响。

三、电力继电保护的故障诊断技术

（一）自诊断功能

现代电力继电保护设备通常具备自诊断功能，能够自动检测设备的工作状态和性能，发现故障并报告。自诊断功能通过内置的算法和检测机制，对继电保护设备的各个组件进行检测和分析，识别可能存在的故障，如元件损坏、参数设置错误等。通过自诊断功能，运维人员可以及时获得故障信息，采取相应的修复措施，提高继电保护系统的可靠性和稳定性。

（二）故障录波分析

电力继电保护设备通常具备故障录波功能，能够记录并存储系统中发生的故障及其波形信息。运维人员可以通过提取故障录波数据分析故障的形态和特征，了解故障的原因和影响范围。故障录波分析不仅可以帮助定位故障，还能为故障的根本原因分析提供重要依据。

（三）人工巡检和测试

除了自动的诊断功能外，运维人员还可以通过人工巡检和测试来诊断电力继电保护的故障。人工巡检包括对设备和接线的外观、接触状态进行检查，通过观察和测试判断是否存在故障。此外，还可以进行参数测试，如定时检查设备的动作时间和准确性等，以判断设备是否正常工作。

（四）远程监控与管理

利用远程监控与管理技术，运维人员可以实时监测电力继电保护设备的工作状态和性能指标，并接收设备故障报警信息。通过远程监控，运维人员能够及时了解设备的异常情况，进行远程故障诊断和处理，提高故障的响应速度和效率^[4]。

四、电力继电保护的电工维修技术

（一）元件更换

当继电保护设备的元件出现损坏或老化时，需要及时对元件进行更换。这些元件包括继电器、电流互感器、电压互感器等。在进行元件更换时，需要注意遵循正确的操作流程和规范，以确保更换后的元件与系统的配合良好，保证继电保护系统的正常运行和准确切除故障。

（二）接触清洁与修复

继电保护设备的接触部分容易受到污秽物、氧化物等的影响，导致接触不良或接触电阻增加。为了解决这个问题，在维修过程中，可以采用清洗剂或软刷进行清洁，以恢复接触的良好状态。清洁时需要注意选择适当的清洗剂和工具，避免对继电保护设备的材料造成损害，并小心操作，避免对其他部分或电子元件造成干扰或损坏。清洁后应进行相应的测试和验证，以确保接触

状态恢复正常。如果接触部分出现损坏或磨损，可能需要进行修复，修复可以采用特殊的接触修复剂或焊接进行，以恢复接触的可靠性和良好状态。但若是损坏严重或无法修复，那么，就需要更换受损的接触部分。

（三）参数设置与校准

在维修电力继电保护设备时，参数设置是至关重要的。它涉及保护装置的灵敏度、动作延时、动作定值等关键因素，直接影响到继电保护系统的正常运行和保护效果。在维修过程中，首先需要检查原有参数设置是否满足系统的要求。如果存在偏差或不准确的情况，需要进行相应的调整和更新。这包括检查并修改灵敏度定值、动作时间设定、延时参数等^[5]。此外，还需要对涉及测量和校准的参数进行检查和校准。这可能涉及电流互感器、电压互感器、功率因数等参数的校准。校准工作需要依据相关标准和规范进行，确保测量准确性和保护可靠性。在进行参数设置和校准时，需要注意操作的准确性和精度。可以使用专业的调试设备和工具进行校准，避免误差和不准确性。完成后，还需要进行相应的测试和验证，确保参数设置和校准结果的有效性和合格性。

（四）电路故障排除

如果电力继电保护设备出现故障导致无法正常工作，需要进行电路故障的排除。这可能包括检查电源供应、通信线路、回路连接等各个方面。通过逐步检查和排除，找出故障点并进行修复，以确保设备的正常运行。

（五）软件升级与调试

现代电力继电保护设备通常具备可编程功能，需要进行软件的升级和调试。在维修过程中，可能需要下载最新的软件版本，进行设备的软件升级。同时，也需要进行相应的软件调试，确保设备的功能正常，并符合系统的要求。

五、提高电力继电保护系统运行可靠性的措施

（一）制定维修制度

制定电力继电保护系统的维修制度，明确维修的内容、频率和责任分工。建立维修记录和档案，及时记录设备维修情况，便于跟踪和分析故障原因，并提供参考资料。

（二）定期维护与巡检

制定定期的维护与巡检计划，包括对设备的外观检查、清洁维护、接线与接触检查、参数校准等内容。通过定期的维护和巡检，及时发现并处理设备的潜在问题，预防故障的发生。

（三）联锁保护策略

联锁保护策略是基于系统的动作、保护元件的位置和特性、设备的运行状态等因素进行设计和设置的。通过设置适当的逻辑和动作条件，可以确保只有在故障发生时，受影响的设备或线路被及时隔离或保护。这可以有效地避免故障扩散到其他设备或线路，并防止连锁故障的发生。

（四）提高维修人员技术水平

定期组织培训和技术交流，提高维修人员的电力继电保护设备维修能力和技术水平。培训内容包括设备的维护和巡检知识、故障分析与排查技巧等。通过提高维修人员的专业素质，能够更好地应对设备故障和维修工作^[6]。

（五）故障预防措施

通过定期的故障分析和数据统计，总结故障的原因和规律。根据故障的分析结果，采取相应的预防措施，如参数优化设置、提高设备可靠性指标、加强设备的维护和巡检等，预防类似故障的再次发生。

结语

综上所述，电力继电保护的故障及电工维修技术是一个重要的研究领域，通过深入研究和实践探索，可以提出有效的维修方案和技术手段，为电力系统的运行和维护提供全面的支持和保障。在未来的研究中，可以进一步深入探讨继电保护设备故障的原因和机制，开发更有效的维修技术和工具，提高维修效率和质量，并结合智能化技术的发展，探索新的维修模式和方法，为电力继电保护设备的维修和维护提供更好的支持和解决方案。

参考文献

- [1] 胡馨. 电力继电保护故障的检测与维修技术[J]. 电子元器件与信息技术, 2021, 5(02): 113-114.
- [2] 许登雄, 于大海. 电力继电保护的故障及维修技术分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2018(32): 4.
- [3] 宋文文, 张青, 王勇. 浅论电力继电保护故障及维修技术的运用[J]. 科技创新导报, 2018, 15(09): 26+28.
- [4] 李章平. 电力继电保护故障及电工维修技术分析[J]. 中小企业管理与科技(上旬刊), 2017(07): 158-159.
- [5] 林晓峰. 电力继电保护的故障及维修技术要点解析[J]. 电子技术与软件工程, 2015(06): 243+259.
- [6] 王金生, 原金国, 穆秀梅. 论述电力继电保护故障及维修技术的运用[J]. 赤子(上中旬), 2014(13): 308.