

电力系统继电保护故障研究

郭大鑫

江投国华信丰发电有限责任公司 江西 赣州 341000

摘要: 随着电力工业的快速发展,电力系统的安全稳定运行日益成为关注焦点。本文深入探讨了电力系统继电保护中的常见故障及其处理方法。继电保护作为确保电力系统安全稳定运行的关键环节,其故障将直接影响电力供应的可靠性和稳定性。包括运行故障、产源故障、电流互感器饱和故障及开关设备选择不当等在内的多种继电保护故障类型,并提出了对比参照法等高效故障处理手段。通过对故障原因的深度剖析和处理方法,旨在为电力系统继电保护的优化与改进提供有力支持,确保电力系统能够安全、稳定地运行。

关键词: 电力系统; 继电保护; 故障研究

引言: 继电保护作为电力系统的重要防线,其性能直接关系到电网的可靠性和安全性。然而,在实际运行中,继电保护系统可能因各种原因发生故障,导致保护误动或拒动,进而威胁电力系统的稳定运行。基于此,深入研究电力系统继电保护的故障类型、原因及处理方法,对于提高电力系统运行的可靠性和稳定性具有重要意义。

1 电力系统继电保护概述

电力系统继电保护是电力技术中的关键一环,它通过在电力系统中安装电力继电器和相关装置,对各种异常和故障进行检测、定位和隔离,从而确保电力系统的安全稳定运行。第一,继电保护的核心原理在于利用电力系统故障时电气量的显著变化,如电流增大、电压降低等,来触发保护动作。这些电气量的变化偏离了正常运行范围,因此可以通过检测这些变化来识别故障。当检测到异常信号或变化时,继电保护装置会迅速发出保护信号,使断路器跳闸或发出告警信号,从而隔离故障部分,防止故障扩大,保护电力系统的整体安全。第二,继电保护装置按照保护电器设备的类型和使用条件的不同,可以分为多种类型,如过电流保护、欠电流保护、差动保护、方向保护、距离保护等^[1]。这些不同类型的保护装置共同构成了电力保护系统的核心,能够在各种故障情况下迅速准确地做出响应。第三,继电保护装置还具备选择性、速动性、灵敏性和可靠性等特点。选择性意味着在故障发生时,保护装置能够仅将故障元件从电力系统中切除,使停电范围尽量缩小;速动性则要求保护装置能够尽快切除故障,以提高电力系统的稳定性;灵敏性则要求保护装置能够准确反应保护范围内的各种故障或不正常运行状态;而可靠性则是保护装置最基本的要求,它要求保护装置在应该动作时不会拒动,

在不应该动作时不会误动。

2 电力系统继电保护常见故障分析

2.1 电压互感器二次回路故障

电力系统继电保护中,电压互感器二次回路故障是较为常见的一种故障类型,其影响不容小觑。这类故障主要包括熔断器熔丝熔断、隔离开关辅助触点接触不良、二次接线螺丝松动等问题。这些故障会导致保护装置失去正确的电压信号,进而可能引发保护装置的误动作或拒动。当电压互感器二次回路的熔断器熔丝熔断时,保护装置接收到的电压信号会突然中断,可能导致低电压继电器、阻抗继电器等反映电压降低的保护装置误动作。同样,隔离开关辅助触点接触不良或二次接线螺丝松动也可能导致保护装置接收到的电压信号异常,进一步影响保护装置的正确判断。

2.2 电流互感器饱和问题

电力系统继电保护中,电流互感器饱和问题是另一个需要重视的常见故障。电流互感器饱和主要发生在高负载电流、突变电流或电流频率漂移等情况下。当负载电流超过电流互感器的额定电流值时,其磁路会发生饱和,导致输出的二次电流波形畸变,有效值减小,误差增大。突变电流,如短路或故障电流,也会使电流互感器瞬时饱和,影响继电保护的准确性和可靠性。另外,电流互感器饱和对继电保护的影响主要体现在以下几个方面:首先,饱和会导致输出的信号失真,影响继电保护的動作特性,可能导致误动作或迟动作;其次,饱和会降低继电保护的准确性,使保护动作值与实际电流不相符,无法精确地对故障进行判断和动作;最后,饱和还可能增加电力系统的维护成本,因为误动作和迟动作可能导致电力设备受损,需要维修和更换。

2.3 干扰和绝缘问题

电力系统继电保护中的干扰和绝缘问题,是影响其稳定运行的重要因素。

2.3.1 外部干扰

雷击干扰:当变电站的接地部件或避雷器遭受雷击时,会产生高频电流,引起暂态电位的升高,可能导致继电保护装置误动作或损坏灵敏设备与控制回路。**高频电流干扰:**如隔离开关操作缓慢时产生的电弧闪络,会产生高频电流,通过母线时在其周围产生强电场和磁场,对二次回路和二次设备造成干扰,引起保护装置的不正常工作。**辐射电磁场干扰:**现代通信工具的广泛应用,如步话机和移动通信等,会在其周围产生强辐射电场和磁场,这些变化的电磁场耦合到电力系统回路中,形成假信号源,导致继电保护装置误动作。

2.3.2 内部干扰

软件干扰:继电保护软件的设计、编码、测试等环节存在失误,或内部设置定值不准确,都可能导致保护装置误动作。**硬件干扰:**包括继电保护装置本身的硬件故障,如电源模块、信号采集模块、通讯模块等出现问题,以及二次回路电网的线路或装置故障,都会影响保护装置的正常工作。

2.3.3 绝缘问题

绝缘破坏是继电保护二次回路中常见的故障之一。由于基建或技改时施工单位安装工艺质量不过关、设备产品质量缺陷或结构设计不合理、二次回路设计或布线路径及空间位置布置不合理、现场装配线人员水平或厂家厂内装配线质量不过关、运行环境恶劣等原因,都可能导致二次回路绝缘薄弱点被击穿破坏。这会造成二次回路直流失地、跳闸触点高阻导通、交流电流/电压回路两点或多点接地等故障,进而引起被保护的设备运行异常、误跳闸或区内故障拒跳闸等严重后果。

2.4 参数设置问题

继电保护装置的参数设置是根据电力系统被保护部分的相关电气参数,通过计算、逻辑分析确定保护参数,并对装置进行参数值的设置。然而,在实际操作中,由于多种原因,可能会出现参数设置不当的情况,从而影响保护装置的性能。当设置的参数值高于实际需要的标准值时,可能会导致保护装置在正常情况下误动作,即在系统并未发生故障时错误地切断电路。相反,如果设置的参数值低于实际需要的标准值,保护装置可能在系统故障时无法及时响应,导致故障范围扩大,影响电力系统的稳定运行^[1]。部分需要的保护功能被关闭,或者部分不需要的保护功能被开启,都会使得保护装置在特定故障情况下无法正确动作或误动作。另外,设计

人员或运维人员对系统参数理解不足,导致计算错误或判断失误。装置本身的软件或硬件缺陷,使得参数设置不准确或无法调整。外部环境变化(如电网结构变化、负荷变化等)导致原有参数设置不再适用。

3 电力系统继电保护故障处理方法

3.1 回路拆除法

回路拆除法,作为电力系统继电保护故障处理中的一项关键且深度技术,其核心在于通过系统性、有序地拆解与重构二次回路,以精准锁定并解决故障源。该方法不仅考验技术人员的专业知识,更要求其具备严密的逻辑思维和细致的操作能力。在实施回路拆除法时,技术人员首先需对故障现象进行详尽分析,依据保护装置的動作记录、指示灯状态及电气量变化等信息,初步判断故障可能涉及的回路范围。随后,结合二次回路图纸,精心制定拆除计划,明确每一步的拆除顺序、预期效果及安全注意事项,确保操作过程既高效又安全。在拆除过程中,技术人员需保持高度的专注与细致,逐步拆解回路中的各个组件,并同步进行功能测试,观察故障现象是否随之变化。这一过程如同解开复杂的谜题,每一步都需谨慎推进,避免遗漏任何可能的故障线索。当发现某一部分的拆除能显著改变或消除故障现象时,即可初步锁定故障点,随后进行深入检查,确认故障的具体原因和性质。一旦故障点被精确定位,技术人员需迅速制定修复方案,并严格按照操作规程进行修复工作。修复完成后,还需对整个回路进行恢复与验证,确保所有组件连接正确、功能正常,且继电保护系统能够准确、可靠地响应系统故障。

3.2 短接法

短接法作为电力系统继电保护故障处理中的一种重要且深入的技术手段,其精髓在于通过暂时性地短接电路中的某一部分,以观察故障现象的变化,从而快速定位并排除故障点。该方法不仅操作简便,而且能够有效缩小故障范围,提高故障处理的效率。在实施短接法时,技术人员需首先明确故障现象,并根据继电保护系统的原理图和接线图,确定可能存在故障的回路或元件。随后,选用一根绝缘良好的硬导线,按照预定的顺序和范围,对电路中的某一部分进行短接操作。短接过程中,需密切关注保护装置的动作情况、指示灯状态以及电气量的变化,以判断故障是否位于被短接的部分。短接法的应用关键在于对故障现象的准确分析和对电路结构的深入理解。技术人员需根据故障现象的特点,结合继电保护系统的工作原理,灵活选择短接的位置和范围。同时,还应注意短接操作的安全性和规范性,避免

对设备造成二次损害或引发新的故障。注意的是，短接法一般适用于控制电路中压降较小的导线及触点之类的断路故障检查，而不适用于主电路或压降较大的电器元件。此外，在进行短接操作时，还需注意防止触电和短路等安全问题的发生。

3.3 替换法

替换法，作为电力系统继电保护故障处理中的一项核心且深入的技术手段，其原理在于通过将怀疑存在故障的元件或设备替换为已知完好的元件或设备，以观察故障现象是否消除，从而迅速定位并排除故障点。这种方法不仅操作简便，而且能够直接验证故障元件的可靠性，提高故障处理的准确性和效率。在实施替换法时，技术人员需首先根据故障现象和继电保护系统的原理，初步判断可能存在故障的元件或设备。随后，准备相应的替换元件或设备，并确保其性能参数与原元件或设备相匹配。在替换过程中，技术人员需严格遵守操作规程，确保替换操作的安全性和规范性。同时，还需注意记录替换前后的故障现象变化，以便后续分析和总结。替换法的应用关键在于对故障元件的准确判断和替换元件的可靠选择。技术人员需具备丰富的实践经验和深厚的专业知识，能够迅速识别故障元件的特征和表现，并准确选择合适的替换元件^[1]。此外，还需注意替换过程中的细节处理，如接线是否正确、紧固是否牢固等，以避免因操作不当而引发新的故障。通过替换法的实施，技术人员可以迅速定位并排除继电保护系统中的故障元件，恢复系统的正常运行。同时，该方法还能够为后续的故障分析和预防提供有价值的参考信息，帮助技术人员更好地理解系统的运行状况和故障规律，提高系统的可靠性和稳定性。因此，替换法在电力系统继电保护故障处理中具有重要的应用价值。

3.4 对比参照法

在电力系统继电保护故障处理中，对比参照法是一种深入且有效的技术手段，它基于对比分析的原理，通过细致的技术参数比对来精确定位故障点。该方法的核心

在于构建一个清晰的对比框架，包括明确对比的主体（即故障设备）、客体（正常设备或标准技术参数）以及度量标准（技术指标或规范），从而实现对故障设备的全面剖析。对比参照法的应用深度体现在其不仅关注表面现象的对比，更深入到技术参数的细微差异之中。在继电保护系统中，每个设备都有其特定的技术参数和运行标准，当某一设备出现故障时，其技术参数往往会偏离正常值。此时，对比参照法通过采集故障设备与正常设备在相同运行条件下的技术参数，如电压、电流、阻抗等，进行逐一比对，找出其中的异常值或偏差范围。对比参照法还注重分析这些异常值背后的原因，可能是接线错误、元件老化、设置不当等多种因素导致。通过对比不同因素下的技术参数变化，可以逐步缩小故障范围，直至精确定位到具体的故障点。除此之外，对比参照法还强调对故障处理过程的记录与分析，为后续类似故障的处理提供宝贵的经验参考。通过不断积累和总结，可以形成一套完善的故障处理数据库，为电力系统的稳定运行提供有力支持。

结语

总之，电力系统继电保护故障的深入研究对于保障电网的安全稳定运行至关重要。通过本文的分析，我们认识到继电保护故障的多样性和复杂性，并探讨了多种有效的故障处理方法。未来，随着电力技术的不断进步和电网规模的持续扩大，继电保护系统的可靠性将面临更高要求。因此，持续加强继电保护故障的研究，优化故障处理策略，将是电力系统发展的重要方向。

参考文献

- [1]史卓越,戎蓉.关于电力系统继电保护不稳定问题分析与研究[J].科技传播,2020,6(19):69-70.
- [2]王悦研.电力系统继电保护与故障检测新方法研究[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2020(9):231-232.
- [3]卢盛平.电力系统继电保护及故障信息系统的设计与研究[J].中国电力教育,2019(20):207-208.