

电力系统继电保护不稳定原因及解决办法研究

张皓文 王海龙

国网中卫供电公司 宁夏 中卫 755000

摘要: 本文深入剖析了电力系统继电保护不稳定的原因,包括硬件故障、软件缺陷、人为失误及外部环境干扰等,这些因素均对电网的安全运行构成威胁。为提升继电保护稳定性,文章提出了多项解决办法,如加强设备维护、优化软硬件、提高人员技能、完善故障信息机制及采用合理检查方式,为电力系统继电保护工作提供了有益指导。

关键词: 电力系统; 继电保护; 不稳定性; 解决办法

引言

随着电力系统的快速发展和电网规模的不断扩大,继电保护装置在保障电网安全稳定运行方面发挥着越来越重要的作用。然而,由于多种因素的影响,继电保护装置有时会出现不稳定现象,给电力系统的安全运行带来潜在威胁。因此,深入研究电力系统继电保护不稳定的原因及解决办法,对于提高电网的安全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系统安全稳定运行的关键技术之一,其核心在于通过自动装置对电力系统进行实时监测、故障检测和快速响应;继电保护装置作为这一技术的具体实现,承担着在电力系统发生故障或异常时,迅速切除故障设备或隔离故障区域,以保障电力系统整体安全的重要任务。继电保护装置的工作原理基于电力系统故障时的电气量变化,如电流、电压、频率等参数的异常波动;通过预设的保护逻辑和定值,继电保护装置能够准确识别故障类型,如短路、过载、接地等,并快速作出反应;其动作速度之快,往往以毫秒计,从而有效限制了故障的扩散,减少了对电力系统的冲击和损害。除了快速响应外,继电保护装置还具备高度的选择性和灵敏性。选择性意味着装置能够精确区分故障设备和正常设备,仅对故障设备进行切除或隔离,避免了对正常设备的不必要干扰;而灵敏性则保证了装置对微小故障信号的捕捉能力,即使是微小的异常也能被及时发现并处理。此外,继电保护装置还具备可靠性强的特点;它必须能够在各种复杂的电力系统环境下稳定运行,不受外界干扰和误动作的影响;为了确保这一点,继电保护装置通常采用了多重冗余设计和严格的校验机制,以确保其动作的准确性和可靠性^[1]。

2 电力系统继电保护不稳定原因分析

2.1 硬件因素

(1) 继电器故障。继电器是继电保护装置的核心部件,其作用是根据输入信号的大小和性质,通过控制电路的通断来实现对电力系统的保护;由于继电器长期运行于高电压、大电流的环境中,容易受到电磁干扰、机械磨损和温度变化的影响,导致触点接触不良、动作失灵等故障,从而影响继电保护的准确性和快速性。(2) 保护屏故障。保护屏是继电保护装置的外壳,起到保护内部元件免受外界环境干扰的作用;保护屏长期暴露在户外环境中,容易受到风吹雨打、日晒雨淋的侵蚀,导致绝缘性能下降、密封性变差等问题;这些问题不仅会影响保护屏的防护效果,还可能引发内部元件的故障,进而影响继电保护的稳定性。(3) 二次回路绝缘老化。二次回路是继电保护装置中传输信号和能量的重要通道,其绝缘性能的好坏直接影响着信号传输的准确性和可靠性;由于二次回路长期运行于高电压环境中,绝缘材料容易受到电场、热场和机械应力的综合作用,导致绝缘性能逐渐下降;当绝缘性能降低到一定程度时,就可能发生短路、接地等故障,从而影响继电保护的正確动作。(4) 断路器老化或腐蚀。断路器是电力系统中用于切断故障电流的重要设备,其性能的好坏直接影响着电力系统的安全稳定运行;由于断路器长期运行于恶劣的环境中,容易受到机械磨损、化学腐蚀和温度变化的影响,导致触头接触不良、操作机构失灵等问题;这些问题不仅会影响断路器的分断能力,还可能引发误动或拒动等故障,进而影响继电保护的可靠性和准确性。

2.2 软件因素

(1) 程序编码错误。程序编码是继电保护装置实现保护功能的基础,其正确性直接影响着保护装置的准确性和可靠性;在程序编码过程中,由于编程人员的疏忽或经验不足,可能会出现语法错误、逻辑错误等问题;这些错误在程序运行时可能导致保护装置误动或拒动,从而影响电力系统的安全稳定运行。(2) 软件结构设计

不合理。软件结构设计是继电保护装置软件系统的核心部分，其合理性直接影响着软件系统的可维护性、可扩展性和稳定性；在实际设计中，由于设计人员的经验不足或对系统需求理解不透彻，可能会导致软件结构过于复杂、模块划分不合理等问题；这些问题不仅会增加软件系统的维护难度，还可能引发软件故障，进而影响继电保护的稳定性和可靠性。（3）运行定值输入错误。运行定值是继电保护装置在运行时需要参考的重要参数，其准确性直接影响着保护装置的动作性能和准确性；在实际操作中，由于操作人员的疏忽或经验不足，可能会导致运行定值输入错误。这些错误在保护装置运行时可能导致误动或拒动等故障，从而影响电力系统的安全稳定运行。

2.3 外部环境干扰

（1）高强度或高频率的信号干扰。在电力系统中，存在着各种高频信号和强电磁场，如雷电冲击、开关操作等产生的瞬态过电压和过电流等；这些信号如果进入继电保护装置中，就可能对装置的正常运行产生干扰和影响，导致装置误动或拒动等故障的发生。（2）接地故障造成的工频干扰。在电力系统中，接地故障是一种常见的故障类型。当发生接地故障时，会产生较大的工频电流和电压波动，这些波动可能通过接地系统传播到继电保护装置中，对装置的正常运行产生干扰和影响；如果继电保护装置对接地故障的处理不当或抗干扰能力较差，就可能导致误动或拒动等故障的发生。（3）极端天气条件的影响。在极端天气条件下，如雷电、暴雨、大风等，电力系统中的设备容易受到损坏或影响；这些损坏或影响可能导致继电保护装置的运行环境变得恶劣，如温度升高、湿度增大等，从而影响装置的性能和稳定性；极端天气条件还可能导致电力系统的负荷发生变化或出现故障，这些变化或故障也可能对继电保护装置的稳定性产生影响^[2]。

3 电力系统继电保护不稳定的解决办法

3.1 加强设备维护与管理

在电力系统继电保护不稳定的诸多因素中，设备自身的老化和维护不当占据了相当大的比例；加强设备维护与管理，是保障继电保护装置稳定性的首要措施。

（1）定期检测与维护：应制定严格的设备检测与维护计划，定期对继电保护设备进行检查和维护。这包括检查设备的外观、接线、触点等是否完好，测量设备的电气参数是否满足要求，以及进行必要的清洁和紧固工作。通过定期的检测与维护，可以及时发现并处理设备存在的潜在问题，防止其发展为导致继电保护不稳定

的严重故障。（2）严格校验与检查参数设置：继电保护装置的参数设置对其性能有着至关重要的影响。在设备投运前和每次维护后，都应进行严格的校验和检查，确保参数设置的准确性和合理性；这包括校验保护装置的动作时间、动作电流、动作电压等关键参数，以及检查保护逻辑和定值是否符合实际运行需求；通过严格的校验和检查，可以确保继电保护装置在故障时能够准确、快速地动作，从而保障电力系统的安全稳定运行。（3）提高抗干扰能力：电力系统中的继电保护装置往往处于复杂的电磁环境中，容易受到各种外部信号的干扰；提高继电保护系统的抗干扰能力也是保障其稳定性的重要措施；这可以通过采用抗干扰性能强的元器件、增加滤波电路、加强接地系统等方式来实现；还应定期对继电保护装置的抗干扰性能进行测试和评估，确保其能够满足实际运行环境的需求。

3.2 优化软硬件设备

软硬件设备的性能和质量直接影响着继电保护装置的稳定性和可靠性，优化软硬件设备是提升继电保护装置稳定性的重要途径。（1）选用高质量元器件：在继电保护装置的研制和生产过程中，应选用高质量、长寿命的元器件；这些元器件应具有良好的电气性能、机械性能和热稳定性，能够在恶劣的环境条件下长时间稳定工作；通过选用高质量的元器件，可以从源头上提高继电保护装置的稳定性和可靠性。（2）加强质量核查与监管：在继电保护装置的生产和使用过程中，应加强质量核查与监管；这包括对生产过程中的原材料、半成品和成品进行严格的质量检验，以及对使用过程中的设备进行定期的维护和检修；通过加强质量核查与监管，可以确保继电保护装置的质量符合相关标准和要求，从而提高其稳定性和可靠性。（3）引入智能化、网络化技术手段：随着智能化、网络化技术的不断发展，这些技术也被广泛应用于电力系统继电保护中；通过引入智能化、网络化的技术手段，可以实现对继电保护装置的远程监控、故障诊断和参数设置等功能，从而提高其运行效率和稳定性；例如，采用智能传感器和智能算法可以实现对电力系统运行状态的实时监测和分析，及时发现并处理潜在故障；采用网络化技术可以实现继电保护装置之间的信息共享和协同工作，提高故障处理的效率和准确性。

3.3 提高人员技能与责任心

人为因素是导致继电保护不稳定的重要原因，提高继电保护人员的技能水平和责任心也是保障继电保护装置稳定性的重要措施。（1）加强技能培训和考核：应定期对继电保护人员进行技能培训和考核，提高其专业

技能水平和故障处理能力；培训内容应包括继电保护原理、设备结构、故障排查方法等方面，确保人员能够熟练掌握相关知识和技能；还应通过考核来检验人员的技能水平和工作能力，对于考核不合格的人员应进行再培训或调整工作岗位。（2）建立完善的继电保护管理制度和操作规程：应建立完善的继电保护管理制度和操作规程，明确人员的职责和操作流程；这包括制定设备检测与维护计划、故障处理流程、应急预案等，确保人员在工作中能够有章可循、有据可查；还应加强对人员执行规程情况的监督和检查，对于违反规程的行为应及时进行纠正和处理。（3）强化人员之间的交流和协作：继电保护工作需要多个部门和人员之间的紧密协作，应加强人员之间的交流和协作，建立良好的工作氛围和团队精神；这可以通过定期组织技术交流会议、开展联合故障排查活动等方式来实现；通过强化人员之间的交流和协作，可以共同提高继电保护的稳定性和可靠性^[3]。

3.4 完善故障信息收集与分析机制

及时发现并处理继电保护装置存在的问题是提高其稳定性的关键，应完善故障信息收集与分析机制，实现对故障信息的有效管理和利用。（1）充分利用计算机系统收集与记录故障信息：在电力系统中，应充分利用计算机系统来收集和记录继电保护装置的故障信息；这包括故障发生的时间、地点、类型、原因等详细信息；通过收集和记录这些信息，可以为后续的故障分析和处理提供有力的数据支持。（2）深入分析故障信息：收集到的故障信息应进行深入的分析 and 处理，这包括对故障信息的分类、整理、归纳和总结，以及采用专业的分析方法和工具对故障信息进行挖掘和提炼；通过深入分析故障信息，可以找出故障的根源和规律，为制定针对性的解决措施提供依据。

（3）制定针对性的解决措施：根据故障分析的结果，应制定针对性的解决措施来消除故障隐患和提高继电保护装置的稳定性；这包括修改保护定值、优化保护逻辑、更换故障元器件等，还应将解决措施落实到具体的部门和人员身上，确保措施得到有效执行。

3.5 采用合理的检查方式

对继电保护装置进行全面而有效的检查是确保其稳定运行的重要手段，在实际工作中，应采用合理的检查方式来全面检测继电保护装置的逻辑动作和动作时间。

（1）逆序检查法：逆序检查法是一种从故障结果出发，逆向推查故障原因的方法；在继电保护装置发生故障后，可以采用逆序检查法来逐步排查故障原因；这包括从故障现象出发，逆向推查保护装置的逻辑过程和逻辑判断过程，直到找到故障根源为止。（2）顺序检查法：顺序检查法是一种按照保护装置的动作顺序和逻辑顺序逐步检查的方法，在采用顺序检查法时，应按照保护装置的动作顺序和逻辑顺序逐一检查各个环节和元器件是否正常工作；如果发现异常或故障，应及时进行处理和修复。（3）整组试验法：整组试验法是一种对继电保护装置进行整体性能测试的方法，在采用整组试验法时，应对保护装置进行模拟故障试验，观察其动作情况和动作时间是否符合要求；通过整组试验法可以全面检测保护装置的性能和稳定性，及时发现并处理潜在问题。

结语

电力系统继电保护的不稳定性是关乎电网安全的关键问题，受硬件、软件、人为及环境等多重因素影响。通过强化设备维护、优化软硬件配置、提升人员技能和责任心、完善故障信息机制及合理检查，可显著提升继电保护装置的稳定性和可靠性。展望未来，需持续探索新技术和方法，以应对更复杂多变的电力系统挑战，确保电网安全稳定运行。

参考文献

- [1]朱鹏宇.电力系统继电保护不稳定原因及解决对策研究[J].科技创新导报,2020,16(24):19-20.
- [2]苗辰.浅谈电力系统继电保护不稳定原因及解决办法[J].现代信息科技,2020,3(13):47-48+51.
- [3]刘洋,李强.探讨电力系统继电保护不稳定原因及解决办法[J].决策探索(中),2020(05):47.