

分析电力自动化继电保护安全管理策略

韩宇鹏 郭明皓

国网陕西省电力有限公司洛川县供电分公司 陕西 延安 716000

摘要: 电力自动化继电保护系统是保障电力系统安全的关键。本文概述了继电保护的基本概念、核心作用及系统构成,并分析了影响其安全性的设备、环境、人为因素。接着,探讨了设备管理、环境管理、人员管理策略,以及智能化技术、通信技术优化、冗余技术等提升安全管理的技术措施,旨在确保电力系统稳定运行。

关键词: 电力自动化;继电保护;安全管理;策略

引言:电力自动化继电保护系统是保障电力系统安全稳定运行的关键。随着科技的发展,继电保护技术不断革新,智能化、通信优化及冗余技术等成为提升安全管理水平的重要手段。本文将从设备管理、环境管理、人员管理以及技术措施等方面,探讨如何有效提升电力自动化继电保护的安全管理,确保电力系统的可靠供电。

1 电力自动化继电保护概述

1.1 继电保护的基本概念与工作原理

继电保护是电力系统中不可或缺的一种重要保护措施,其基本概念可以概括为:在电力系统中,通过监测电气元件(如发电机、变压器、输电线路等)的电气量(如电流、电压、相位角等)变化,当检测到故障或异常情况时,迅速发出报警信号或直接隔离、切除故障部分,以保护电力系统及其设备的安全稳定运行。继电保护的工作原理主要基于电力系统故障时电气量的变化特征。例如,在短路故障时,故障点附近的电流会急剧增大,远超正常负荷电流;同时,系统电压会降低,且越靠近故障点,电压越低。此外,电流与电压之间的相位角也会发生变化,测量阻抗(即保护安装处的电压与电流之比)也会显著变化。继电保护装置通过实时监测这些电气量的变化,运用预设的逻辑和条件判断系统是否发生故障,并决定是否发出跳闸指令或报警信号。

1.2 继电保护在电力系统中的核心作用

继电保护在电力系统中发挥着至关重要的核心作用,主要体现在以下几个方面:(1)故障隔离:当电力系统发生故障时,继电保护装置能够自动、迅速、有选择性地将故障元件从系统中切除,防止故障扩大,保护其他正常运行的设备不受影响。(2)保护设备:通过快速切除故障,继电保护装置能够有效保护电力设备免受损坏,延长设备使用寿命,降低维修成本。(3)维持系统稳定:继电保护装置能够确保电力系统的其他部分在故障切除后能够继续正常运行,减少停电范围和时间,

提高供电可靠性。(4)异常告警:对于一些不正常运行状态,如过负荷、失磁等,继电保护装置可以发出警报信号,提醒值班人员及时处理,避免潜在的安全隐患。

1.3 电力自动化继电保护系统的构成

电力自动化继电保护系统是一个复杂的综合体系,主要由硬件设备和软件系统两大部分构成。(1)硬件设备。数据采集单元:负责采集电力系统中的电气量信息,如电流、电压、功率等,并将其转换为数字信号供后续处理。中央处理单元:对采集到的数据进行处理和分析,运用预设的算法和逻辑判断系统是否发生故障,并决定是否发出跳闸指令或报警信号。执行单元:根据中央处理单元的指令,控制断路器等执行机构进行跳闸操作,以隔离或切除故障部分。通信接口:实现继电保护装置与其他设备或系统之间的通信,如与监控系统、调度中心等交换信息,实现远程监控和故障诊断。(2)软件系统。软件系统主要包括操作系统、数据库管理系统、应用程序等。其中,操作系统负责整个继电保护装置的运行和管理;数据库管理系统用于存储和处理大量的电气量数据;应用程序则根据实际需求开发,实现各种保护功能,如短路保护、过负荷保护、接地故障保护等。各部分之间通过内部通信总线或外部通信接口相互连接,形成一个有机的整体。在电力自动化继电保护系统中,硬件设备和软件系统相互配合、协同工作,共同实现对电力系统的全面保护和监控。

2 影响电力自动化继电保护安全的因素

2.1 设备因素

设备是电力自动化继电保护系统的基础,其性能状态直接影响到保护的可靠性和准确性。设备因素中,老化和磨损是两个不可忽视的问题。(1)设备老化是自然界中不可抗拒的规律,随着使用时间的延长,继电保护装置中的元件会逐渐老化,其性能参数也会发生变化。例如,电阻、电容等元件的阻值、容值可能会漂移,导

致保护装置的测量精度下降。这种参数变化可能使得保护装置在故障发生时无法准确判断,从而引发误动作或拒动作。误动作会导致正常运行的设备被错误地切除,影响电力系统的稳定性;而拒动作则可能使故障设备继续运行,加剧故障程度,甚至引发更大的事故。(2)设备选型不当也是影响继电保护安全性的重要因素。在保护装置的设计选型过程中,需要充分考虑其灵敏度、可靠性、速动性等技术指标。如果选型的保护装置灵敏度不够,可能无法准确检测到故障信号;如果可靠性不高,则可能在关键时刻失效;如果速动性不足,则可能延长故障切除时间,增加设备损坏的风险。因此,设备选型必须根据电力系统的实际需求和运行特点进行,确保保护装置能够满足实际保护需求。

2.2 环境因素

环境因素对电力自动化继电保护设备的影响同样不容忽视。其中,电磁干扰是一个重要方面。在电力系统中,存在着大量的电磁设备,如变压器、电动机等,它们在工作时会产生电磁场,对继电保护设备的通信线路造成干扰。这种干扰可能导致数据传输错误,使得保护装置无法准确接收或发送信息,从而影响其正常判断和执行。此外,温湿度、灰尘等环境条件也对继电保护设备的运行产生影响。高温环境会加速设备元件的老化过程,缩短设备的使用寿命;高湿度环境则可能导致设备内部受潮,引发绝缘性能下降或短路等问题。灰尘的积累也可能影响设备的散热性能,使得设备在运行过程中产生过热现象,进而引发故障。因此,在继电保护设备的安装和维护过程中,必须充分考虑环境因素的影响,采取相应的防护措施,确保设备能够在恶劣的环境下稳定运行。

2.3 人为因素

人为因素是影响电力自动化继电保护安全性的另一个重要方面。操作人员的专业技能和责任心直接关系到保护装置的正确使用和维护。(1)在操作人员方面,如果专业技能不足,可能无法正确理解保护装置的工作原理和设置方法,导致误整定保护定值。保护定值是保护装置判断故障的重要依据,如果定值设置不当,可能使保护装置在故障发生时无法准确动作,从而引发事故。因此,操作人员必须接受专业的培训和学习,掌握保护装置的使用和维护技能。(2)在运维人员方面,责任心不强可能导致设备维护不到位。运维人员是保护装置的日常维护者,他们负责定期检查设备的运行状态、清理灰尘、更换老化元件等工作。如果运维人员责任心不强,可能忽视设备的隐患和问题,导致设备在关键时刻

失效。因此,必须加强运维人员的责任心教育和管理,确保他们能够认真履行自己的职责^[1]。

3 电力自动化继电保护安全管理策略

3.1 设备管理策略

设备管理是继电保护安全管理的基础,涉及到设备的采购、安装、维护、更换等各个环节。为了确保继电保护设备的质量和性能,必须建立完善的设备采购标准。(1)在采购阶段,应优先选择具有良好信誉和丰富生产经验的厂家,确保设备的技术参数、性能指标均满足电力系统实际需求。同时,要对设备进行严格的质量检测,包括外观检查、功能测试、环境适应性试验等,确保设备在出厂前无任何质量问题。(2)设备维护是保障继电保护系统长期稳定运行的关键。应制定科学的设备维护计划,定期对设备进行巡检、校验与维修。巡检过程中,要仔细检查设备的运行状态,及时发现并处理潜在的隐患。校验工作则要确保设备的测量精度和保护功能的准确性,防止因设备漂移或误差导致的保护误动或拒动。对于老化或性能下降的设备,应及时更换,以确保系统的整体性能不受影响。(3)还应建立完善的设备档案管理制度,对设备的采购、安装、维护、更换等全过程进行记录,为设备的后续管理和维护提供有力支持。

3.2 环境管理策略

环境因素对继电保护设备的运行性能有着重要影响。为了减少电磁干扰对设备的影响,应采取有效的电磁屏蔽措施。在设备安装时,应合理选择安装位置,避免将设备安装在电磁干扰源附近。同时,可以采用金属屏蔽罩、屏蔽电缆等手段,提高设备的抗干扰能力。(1)除了电磁干扰,温湿度、灰尘等环境条件也对设备的运行产生影响。为了优化设备运行环境,应安装空调、除湿设备等,确保设备工作环境的温湿度控制在适宜范围内。对于灰尘较多的环境,应定期清理设备表面的灰尘,防止灰尘积累影响设备的散热性能和绝缘性能。(2)还应加强对设备运行环境的监测和管理,及时发现并处理环境因素对设备运行的影响。例如,可以安装温湿度传感器、灰尘监测仪等设备,实时监测环境条件的变化,为设备的运行和维护提供有力支持。

3.3 人员管理策略

人员是继电保护系统管理和维护的主体,其专业技能和责任心直接影响到系统的安全性和可靠性。为了加强对操作人员的培训,应定期组织专业技能培训课程,提高操作人员的专业技能与操作水平。培训内容应包括继电保护设备的基本原理、操作技能、故障处理方法等方面,确保操作人员能够熟练掌握设备的使用和维护技

能。同时,应建立健全人员管理制度,明确岗位职责和 workflows,强化人员的责任心与安全意识。对于关键岗位的操作人员,应实行持证上岗制度,确保其具备相应的专业技能和工作经验。此外,还应定期对操作人员进行技能考核和绩效评估,激励其不断提高自身的专业技能和工作水平^[2]。

4 提升电力自动化继电保护安全管理的技术措施

4.1 智能化技术应用

智能化技术是当今科技发展的前沿领域,其在电力自动化继电保护中的应用为系统的安全管理带来了新的思路和方法。(1)智能化技术可以通过人工智能、大数据等手段实现继电保护设备的智能诊断与故障预测。传统的继电保护设备在故障发生时只能进行事后处理,而智能化技术则能够通过设备运行数据的实时监测和分析,提前发现设备的潜在故障,并给出预警信息。这样,运维人员可以在故障发生前采取相应的措施,避免故障的扩大和蔓延,从而提高系统的可靠性和安全性。

(2)智能保护装置在提高保护动作准确性与快速性方面具有显著优势。传统的继电保护装置在判断故障时往往依赖于固定的逻辑和条件,而智能保护装置则能够根据电力系统的实际运行状态和故障特征,灵活调整保护策略,提高保护的准确性和快速性。例如,智能保护装置可以通过对电流、电压等电气量的实时监测和分析,准确判断故障的类型和位置,并迅速发出跳闸指令,切除故障部分,保证系统的稳定运行。(3)智能化技术还可以实现继电保护设备的远程监控和管理。通过构建智能化的监控平台,运维人员可以实时查看设备的运行状态、历史数据和维护记录等信息,对设备进行远程操作和维护。这样,不仅可以提高运维效率,还可以减少人为误操作的风险,确保系统的安全运行。

4.2 通信技术优化

通信技术是电力自动化继电保护系统中不可或缺的一部分,其可靠性和实时性直接影响到保护信息的传输和处理。为了提升继电保护系统的安全管理水平,必须采用先进的通信技术。(1)光纤通信是一种具有高速、大容量、低衰减等优点的通信技术,其在电力自动化继电保护中的应用可以显著提高信息传输的可靠性和实时

性。通过采用光纤通信,可以确保保护信息的准确、快速传输,减少信息延迟和丢失的风险,提高系统的响应速度和准确性。(2)为了加强通信网络的安全防护,必须采取有效的安全措施。例如,可以采用加密技术对传输的信息进行加密处理,防止信息泄露和非法访问;还可以建立完善的网络访问控制机制,对访问网络的人员和设备进行身份认证和权限管理,确保网络的安全可控。

4.3 冗余技术应用

冗余技术是提高电力自动化继电保护系统可靠性的一种有效手段。通过在系统中采用冗余配置,如双重化保护配置,可以确保在设备故障或异常情况下,系统仍然能够保持正常运行。冗余技术的工作原理是在系统中设置多套相同的保护装置或设备,当其中一套装置或设备发生故障时,另一套装置或设备可以立即接管工作,保证系统的连续运行。这种配置方式可以显著提高系统的可靠性和稳定性,减少因设备故障导致的系统停电或事故风险。冗余技术在应对设备故障时具有显著优势。

(1)它可以提高系统的容错能力,使系统能够在设备故障时继续保持正常运行;(2)它可以提高系统的可维护性,使运维人员可以在不影响系统运行的情况下对故障设备进行维修或更换;(3)它还可以提高系统的可用性,使系统能够满足更高水平的供电可靠性和安全性要求^[3]。

结束语

电力自动化继电保护系统的安全管理是确保电力系统稳定运行的关键。通过设备管理、环境管理、人员管理以及技术措施的不断提升,如智能化技术的应用、通信技术的优化和冗余技术的采用,可以显著提高继电保护的可靠性和安全性。未来,应继续探索和创新,为电力系统的安全、高效运行提供更有力的保障。

参考文献

- [1]孙博辉.电力自动化继电保护安全管理策略分析[J].水利电力技术与应用,2023,5(8):12-15.
- [2]闫志刚,李乐政.电力自动化继电保护安全管理策略分析[J].电力系统装备,2020(6):136-137.
- [3]胡江南,姚海祥.电力自动化继电保护安全管理策略分析[J].水利电力技术与应用,2024,6(1):262-267.