

电力系统继电保护的常见事故研究分析

周玟钰 胡继民

国网江西省电力有限公司南昌市湾里供电分公司 江西 南昌 330000

摘要：电力系统继电保护是确保电网安全稳定运行的关键环节。继电保护系统通过监测电气量变化，迅速响应故障，切除故障设备，防止事故扩大。然而，运行中常出现运行事故、设备故障及抗干扰等问题，影响保护效果。为应对这些挑战，需提高技术可靠性，强化人员培训管理，完善应急预案，推动技术创新升级。本文旨在研究分析电力系统继电保护的常见事故，探讨有效的预防与应对措施。

关键词：电力系统；继电保护；常见事故

引言

随着电力工业的发展，电网规模日益扩大，结构愈发复杂，对电力系统继电保护的要求也愈发严格。继电保护作为电网安全的第一道防线，其重要性不言而喻。然而，在实际运行中，继电保护系统面临着诸多挑战，如运行事故频发、设备老化、抗干扰能力弱等。这些问题不仅影响了电力系统的安全稳定运行，也给社会经济带来了巨大损失。因此，深入研究电力系统继电保护的常见事故，提出有效的预防与应对措施，具有重要的现实意义。

1 继电保护系统概述

继电保护系统是电力系统中的重要组成部分，其核心任务是在电力系统发生故障或异常工况时，能够迅速、准确地切除故障设备或发出警报信号，以保护电力系统的安全稳定运行。该系统主要由测量部分、逻辑部分和执行部分组成，监测电力系统中的电气量（如电流、电压、功率等）或其他物理量（如变压器油箱内的瓦斯、油流速度等）的变化，来判断电力系统是否处于正常状态。正常情况下，继电保护系统处于监视状态，对电力系统中的电气量进行实时监测。系统发生故障时，如短路、过载或接地故障等，继电保护系统会迅速响应，根据预设的保护逻辑和定值，判断故障类型和位置，并立即向相应的断路器发出跳闸命令，以切除故障设备，防止故障范围扩大，保护电力系统的其他部分不受损害。继电保护系统的可靠性和选择性是其重要的性能指标。可靠性要求系统在该动作时应能准确动作，在不应该动作时保持静默，避免误动或拒动。选择性要求系统优先切除故障设备本身，当故障设备本身的保护或断路器拒动时，才允许由相邻设备的保护切除故障，以保证电力系统的最小停电范围和最小影响。随着电力系统的不断发展，继电保护系统也在不断更新和完善。现

代继电保护系统具有更高的可靠性和选择性，还具备自适应能力，能根据电力系统的实际运行情况和故障特征，自动调整保护参数和策略，提高保护的准确性和灵活性。

2 电力系统继电保护中的常见事故类型

2.1 运行事故的分析

（1）高温环境对继电保护装置的影响不容忽视。长时间暴露在高温下，设备的性能和稳定性可能受到损害，增加故障发生的概率。（2）继电保护装置如果长时间处于超负荷工作状态，也会导致其功能下降，甚至引发故障。保护开关和二次电压回路中的运行故障也是常见的问题。这些问题影响单个设备的正常运行，还对整个电力系统的稳定性造成威胁。在实际运行中，继电保护系统的这些薄弱环节需要特别关注。如高温环境下工作的设备，应定期检查其散热情况，确保设备能够在安全的温度范围内运行。长时间超负荷工作的设备，应合理安排维护和检修时间，避免因过度使用而导致的设备老化或损坏；对保护开关和二次电压回路中的故障，应及时进行诊断和修复，以减少对电力系统的影响。（3）为了提高电力系统继电保护的可靠性和稳定性，除了加强日常的维护和检修外，还应采用先进的技术和设备。如引入智能监控系统，实时监测设备的工作状态，及时发现潜在的问题并进行处理。通过这些措施，有效降低运行事故的发生概率，保障电力系统的安全稳定运行^[1]。

2.2 设备事故的分析

第一，电力系统继电保护中，若选用的元器件质量未能满足设计标准要求，其自身的性能和可靠性便存在先天不足。如某些关键的电子元件，继电器、互感器等，若其制造工艺粗糙，材质不符合标准，在正常运行条件下就出现性能不稳定的情况。当这些元件应用于继电保护装置时，即便在初始阶段可能看似正常运行，随着时间推移和

运行环境的变化, 很容易出现故障, 影响整个继电保护装置的正常工作。第二, 设备整体质量问题也不容忽视。即使单个元器件质量合格, 如在设备组装、调试过程中存在瑕疵, 或者设备所采用的整体设计方案不合理, 也导致设备事故的发生。如继电保护装置的组装过程中, 接线不规范、紧固程度不够, 在运行过程中可能会因振动、温度变化等因素导致接线松动或接触不良, 引发信号传输异常, 使继电保护装置出现误判或拒动等情况。设备的散热设计不合理、防护措施不到位等, 也会影响设备的长期稳定运行, 增加事故发生的概率。第三, 无论是单个元件还是整体设备的质量问题, 引发事故, 都会对电力系统产生严重影响。继电保护装置的拒动导致故障无法及时被切除, 使故障范围扩大, 影响电力系统的稳定性; 误动造成不必要的停电, 影响电力供应的可靠性; 失控更是会使继电保护装置完全失去对电力系统的保护作用, 使电力系统面临严重的安全风险, 无法保障电力系统的正常运行和电能的可靠传输。

2.3 抗干扰问题

(1) 从继电保护的设计角度来看, 微机继电保护的预设是核心环节, 准确性和稳定性直接关系到电力系统的安全运行。然而实际应用中, 外部环境的诸多因素往往会对微机继电保护产生干扰, 影响其正常工作。(2) 这些干扰因素可能来源于各种通讯设备, 如对讲机、无线通信设备等。这些设备在工作时会产生电磁场, 对微机继电保护装置产生干扰, 可导致装置误动或拒动, 引发电力事故。其他电气设备的运行也可能对微机继电保护产生不良影响, 如电力线路中的谐波、暂态过电压等。(3) 为了应对这些问题, 必须做好抗干扰工作。在微机继电保护装置的设计、安装和调试过程中, 需要充分考虑外部干扰因素, 并采取相应的措施进行防范。如采用屏蔽技术、滤波技术等手段来降低干扰信号的影响, 提高微机继电保护装置的抗干扰能力。同时需要加强设备的维护和检修工作, 及时发现并处理潜在的干扰源, 确保电力系统的安全稳定运行^[2]。

3 继电保护事故的预防与应对措施

3.1 提高继电保护技术的可靠性

第一, 采用先进技术与设备是提升继电保护技术可靠性的基础。在当今科技飞速发展的时代, 高性能的继电器具备更高的灵敏度和准确性, 更快速、精准地检测到电力系统中的故障信号并做出响应。智能传感器实时采集多种电力参数, 智能化的数据分析为继电保护装置提供更全面、准确的运行状态信息, 更准确地判断故障类型和位置。自适应保护算法能够根据电力系统实时运

行状况自动调整保护定值和动作特性, 使其更好地适应复杂多变的电力系统运行环境, 提高保护动作的可靠性和有效性。如电力系统负荷波动较大或运行方式频繁变化时, 自适应保护算法能够及时调整保护参数, 确保在不同工况下都能准确可靠地动作, 避免因定值不匹配而导致的误动或拒动。第二, 加强设备定期检测与维护至关重要。设备在长期运行过程中, 不可避免地会受到各种因素的影响, 如温度、湿度、电磁干扰等, 导致性能下降或出现故障隐患。定期对继电保护设备进行全面检测, 包括电气性能测试、机械部件检查、软件系统校验等, 及时发现潜在问题并进行修复; 做好日常维护工作, 如清洁设备、紧固接线、检查散热装置等, 保证设备始终处于良好的工作状态, 延长设备使用寿命, 提高其可靠性。建立完善的设备检测维护档案, 记录设备的运行情况、检测数据和维护历史, 有助分析设备故障规律, 为后续的维护工作提供参考依据, 提高设备维护的针对性和有效性。第三, 实施冗余设计是提高系统可靠性的重要手段。电力系统中, 关键部位的故障会引发严重后果, 因此采用冗余设计为系统提供额外的保障。如重要的保护回路中设置备份设备或冗余通道, 当主设备或通道出现故障时, 备份设备或冗余通道能够立即投入运行, 确保继电保护功能不中断, 防止因单一设备故障导致整个系统瘫痪, 提高了电力系统继电保护的可靠性和稳定性^[3]。

3.2 强化人员培训与管理

(1) 人员作为继电保护系统的直接操作者和维护者, 其专业素质和技能水平直接影响到系统的运行效率和安全稳定性。因此必须高度重视人员的培训工作, 定期组织专业技能和安全知识的培训, 帮助他们深入理解继电保护系统的原理、结构和功能, 掌握正确的操作方法和应急处理技巧。(2) 除了专业技能的提升, 人员的管理同样至关重要。我们要建立健全的管理制度, 明确各项工作的职责和权限, 确保每一个人都能在自己的岗位上尽职尽责; 操作规程的制定和执行也是管理中的重要环节, 它能为人员提供明确的指导和依据, 避免误操作和事故的发生。(3) 强化人员培训与管理还需要注重实际效果。我们应定期的考核和评估, 检验人员的学习成果和工作表现, 发现问题并加以改进; 还要加强人员的沟通和协作, 形成良好的工作氛围和团队精神, 共同为继电保护系统的安全稳定运行贡献力量。强化人员培训与管理是预防继电保护事故、保障电力系统安全运行的重要措施。我们要从多个方面入手, 全面提升人员的专业素质和技能水平, 建立健全的管理制度和操作规

程, 确保继电保护系统的稳定可靠运行。

3.3 完善应急预案与演练

第一, 详尽的应急预案需涵盖从事故识别到恢复的全部阶段, 具体包括对潜在风险的快速识别机制、事故严重性的准确评估流程、有效的信息通报体系、迅速响应的操作指南, 以及事故后的系统恢复计划。这一预案旨在为每一种可能发生的紧急情况提供清晰的指导方针, 确保在危机时刻能有条不紊地采取行动。第二, 为了验证并优化这些预案的实际效用, 定期组织实战演练变得尤为重要。模拟不同类型的继电保护事故场景, 让相关人员在接近真实的压力环境下实践应急流程, 能够检验预案中的每环节是否切实可行, 能有效提升团队成员间的协作效率与个人应对突发状况的能力。演练后进行详细复盘, 识别过程中暴露的问题和不足, 是持续改进应急预案的重要环节。第三, 强调持续更新和适应性调整的重要性不容忽视。随着电力系统的不断升级和技术的进步, 新的风险因素可能不断出现, 因此, 应急预案须保持灵活性, 以适应环境变化和新兴挑战。这要求建立一套动态评估机制, 定期回顾并调整预案内容, 确保其始终与当前电力系统的实际情况相匹配, 最大限度地减少事故影响, 保障电力供应的连续性和可靠性^[4]。

3.4 推动技术创新与升级

(1) 基于人工智能的故障诊断技术能够对大量电力系统运行数据的学习和分析, 快速准确地识别故障类型、位置和程度。它利用机器学习算法建立故障模型, 实时监测电力系统的运行状态, 发现异常情况, 能迅速做出判断并发出警报。如利用深度学习算法对继电保护装置采集到的电流、电压等信号进行分析, 更精准地检测出早期故障迹象, 为及时采取措施提供充足时间。无线技术的应用则为继电保护系统带来了更便捷的数据传输方式和更广阔的监控范围。无线通信网络, 继电保护装置可以实现远程数据传输和控制, 提高了系统的灵活性和可扩展性, 使得对电力系统的实时监控和保护更加高效。(2) 对现有系统进行升级改造是提升继电保

护性能的重要手段。随着电力系统的发展和运行要求的提高, 现有的继电保护系统可能逐渐无法满足新的需求。引入更多的智能化和自动化元素, 可以提高系统的自适应能力和抗干扰能力。智能化升级使继电保护装置具备更强大的数据分析和处理能力, 根据电力系统的实时运行状况自动调整保护策略和定值, 更好地适应复杂多变的运行环境。自动化元素的加入减少人工干预, 提高保护动作的速度和准确性, 降低人为误操作的风险。如自动化控制系统实现继电保护装置的远程监控和自动投切, 能在故障发生时迅速做出响应, 提高电力系统的恢复速度和可靠性。

(3) 持续的技术创新和系统升级需要电力行业各方的共同努力。科研机构应加大对继电保护新技术的研发投入, 培养专业人才, 推动技术创新成果的转化和应用。电力企业应积极关注行业技术发展动态, 及时引进先进的技术和设备, 对现有系统进行升级改造。

结束语

综上所述, 电力系统继电保护在电网安全稳定运行中发挥着至关重要的作用。针对常见的运行事故、设备故障及抗干扰问题, 我们应采取一系列有效的预防与应对措施, 如提高技术可靠性、强化人员培训管理、完善应急预案、推动技术创新升级等。这些措施的实施, 将有助于提高继电保护系统的整体性能, 为电网的安全稳定运行提供有力保障。未来, 我们还将继续探索更多先进的继电保护技术和方法, 以适应电网发展的新需求。

参考文献

- [1]李炳智.电力系统继电保护的常见事故及预防分析[J].科学与财富,2021,13(10):71-72.
- [2]王建新.电力系统继电保护常见故障与对策研究[J].矿业装备,2021(6):102-103.
- [3]董聪.电力系统继电保护的故障分析及处理措施研究[J].百科论坛电子杂志,2019(14):472-473.
- [4]董健康.继电保护装置的事故处理方法研究[J].百科论坛电子杂志,2019(13):302-303.