

继电保护与配电自动化配合的配电网故障处理

龚旗林¹, 吕福虎²

(1. 国电南瑞科技股份有限公司, 江苏 南京 210000;
2. 国电南瑞南京控制系统有限公司, 江苏 南京 210000)

摘要 配电网的安全稳定运行对于保障电力供应、提高供电可靠性具有重要意义。在配电网中, 继电保护与配电自动化的有效结合, 为实现故障的快速定位、隔离与恢复供电提供了强有力的技术支持。基于此, 文章首先概述了继电保护与配电自动化的基本原理与功能; 其次分析了继电保护与配电自动化配合的必要性与可行性, 并提出了具体的配合策略; 最后通过案例分析验证了继电保护与配电自动化配合在配电网故障处理中的效果, 并探讨了未来发展趋势, 旨在为提升配电网故障处理效率、保障电力供应稳定提供参考。

关键词 继电保护; 配电自动化; 配电网; 故障处理

中图分类号: TM77

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)10-0025-03

配电网作为电力输送的最终环节, 担负着直接向终端用户供电的重任, 它的工作状况对供电质量和可靠性有很大的影响。然而, 配电网在实际运营中面临着诸多挑战, 如设备因长期使用而自然老化、极端天气等自然灾害的不可预测性, 以及人为操作失误等, 这些因素都可能触发故障, 影响电力供应的稳定性。因此, 如何迅速且准确地识别故障点、隔离故障区域, 并尽可能快地使无故障地区恢复电力供应, 成为电力行业亟需攻克的关键难题^[1]。在这一背景下, 继电保护与配电自动化的协同工作显得尤为重要。继电保护以其快速响应和精准动作的能力, 能在故障发生时迅速切断故障源, 防止故障范围扩大; 而配电网自动化是一种通过对电网进行实时监控、智能分析、遥控控制的方法, 实现了对配电网的高效管理和故障的快速处理。两者的紧密结合, 为配电网故障处理提供了强有力的技术支撑, 极大地提升了故障响应速度和供电恢复效率, 对保证电网稳定可靠运行具有重要意义。

1 继电保护与配电自动化的概述

1.1 继电保护的基本原理与功能

继电保护作为电力系统安全防护的核心组成部分, 其基本原理在于实时监测系统运行状态, 一旦检测到异常或故障特征, 如电流异常增大、电压骤降等, 便迅速启动保护逻辑, 精准定位并隔离故障区域。这一过程体现了继电保护的“四性”原则: 选择性、速动性、灵敏性和可靠性。选择性确保故障仅被局部隔离, 不影响非故障区域的正常运行; 速动性则通过快速切除故障, 减少设备损坏风险及停电时间; 灵敏性保证

对轻微故障也能及时响应; 可靠性则是继电保护装置本身工作的基石, 确保不误动或拒动。继电保护装置由测量元件负责采集电气量, 逻辑元件根据预设条件判断故障, 执行元件则执行隔离操作, 三者紧密配合, 共同守护电力系统的安全。

1.2 配电自动化的概念与功能

配电自动化是现代电网智能化的重要标志, 它深度融合了计算机技术、先进通信技术和自动控制技术, 旨在构建一个高效、灵活、可靠的配电网管理系统。配电自动化不仅关注故障的快速响应与恢复, 还致力于提升日常运维效率、优化资源配置、增强系统互动性等多个维度。其主要子系统包括馈线自动化 (FA), 负责故障检测、隔离与恢复供电; 变电站自动化, 实现变电站设备的远程监控与自动化操作; 配电管理系统 (DMS), 提供全面的数据分析与决策支持, 以及需方管理, 促进用户侧能效提升与需求响应。其中, 馈线自动化作为配电自动化的核心, 通过集成智能开关、故障指示器等设备, 实现了故障区域的快速定位、隔离与非故障区域的快速复电, 极大地缩短了停电时间, 提高了供电可靠性和用户满意度。

2 继电保护与配电自动化配合的必要性与可行性

2.1 必要性分析

在用电负荷持续增加、电网结构日趋复杂化的背景下, 如何有效地处理故障已成为保证供电可靠性的重要手段。首先, 继电保护与配电自动化的配合, 能够实现对故障的即时响应, 通过智能分析和远程控制, 迅速定位故障点, 自动隔离故障区域, 同时, 对未发生

故障的地区，也能迅速地恢复电力供应，从而大大减少了停电时间，提高了供电的可靠性。其次，这种自动化处理方式还显著降低了人工巡检和故障排查的频次，这将大大减少维护和维修人员的工作量，减少运营费用^[2]。更重要的是，快速切除故障元件，防止故障扩大，对于保护电网设备、维持系统稳定具有重要意义，有助于提升整个电力系统的抗风险能力和持续运行能力。

2.2 可行性分析

继电保护与配电自动化的配合之所以可行，首先得益于两者技术基础的成熟。经过多年的研发与实践，这两项技术已经积累了丰富的经验，形成了完善的技术体系，为配合提供了坚实的基础。其次，随着智能电网建设的深入推进，相关标准规范不断完善，为两者的配合提供了明确的指导和规范，确保了配合过程的科学性和合理性。最后，国内外多个配电网项目的成功实施，充分验证了继电保护与配电自动化配合的可行性和有效性，这些成功案例不仅展示了技术配合的实际效果，也对今后工程的推广与应用具有一定的借鉴意义^[3]。

3 继电保护与配电自动化配合的配电网故障处理策略

在配电网的故障处理中，继电保护与配电自动化的有效配合是实现快速、准确故障定位与恢复供电的关键。为了实现这一目标，需要采取一系列策略来优化保护配置、加强数据共享、提升自动化水平以及制定科学的配合流程。

3.1 优化保护配置

保护配置的优化是继电保护与配电自动化配合的基础。首先，应对配电网进行全面的现状评估，包括设备老化程度、负荷分布、线路长度等因素，以此为依据进行保护装置的合理配置。在选择保护装置时，应优先考虑具备与配电自动化系统接口能力的智能保护装置，这些装置不仅能实现基本的保护功能，也可以和分配自动化系统交换数据，提升故障处理的智能化水平^[4]。其次，在保护定值设置上，应根据配电网的实际情况，结合历史故障数据和模拟分析结果，科学设定保护定值。最后，考虑到与配电自动化的配合需求，应合理设置保护动作的逻辑关系和时序，确保在故障发生时各级保护能够协调动作，既快速切除故障，又避免不必要的停电范围扩大。例如，可以采用多级级差保护策略，通过精确设定各级保护的动作时间差，实现故障的逐级隔离，减少停电面积。

3.2 加强数据共享

数据共享是继电保护与配电自动化配合的核心环

节。首先，为了实现两者之间的无缝对接，需要建立高效的数据共享机制。这包括构建集成信息平台或利用现有的通信基础设施，如光纤环网、无线专网等，搭建稳定可靠的通信通道。通过这些通道，继电保护装置的动作信息、故障录波数据等关键数据可以实时传输至配电自动化系统，为故障的快速定位、隔离与恢复供电提供有力支持。其次，配电自动化系统也应具备强大的数据处理和分析能力，能够迅速解析继电保护装置上传的数据，结合自身的监测信息，综合判断故障类型和位置。通过数据挖掘和机器学习算法的应用，配电自动化系统可以不断优化故障处理策略，提高故障处理的智能化水平。

3.3 提升自动化水平

配电自动化系统的建设和维护是提升自动化水平的关键。首先，应加大对自动化设备的投入力度，选用技术成熟、性能稳定的智能开关、故障指示器等设备，确保其在恶劣环境下的可靠运行。其次，加强对自动化设备的巡检和维护工作，及时发现和解决隐患，保证生产设备的正常运行。再次，在软件层面，配电网自动化系统的功能与性能需要不断地优化^[5]。引入先进的算法和技术手段，提升系统的故障识别能力、故障处理速度和恢复供电效率。例如，可以采用模式识别技术来快速判断故障类型；利用分布式电源和储能系统的灵活调度能力来优化恢复供电策略；通过大数据分析来预测潜在故障点并提前采取措施进行预防。最后，还应加强人员培训和技术支持工作。定期开展业务培训及技术交流会，提高运营管理人员的业务水平与综合能力；建立健全的技术支持体系，为配电网运营管理人员及时、高效地进行技术支援，保证了配电网的稳定、可靠运行。

3.4 制定配合流程

制定科学的配合流程是确保继电保护与配电自动化有效配合的重要保障。首先，应结合配电网的实际情况和继电保护与配电自动化的特点，明确各级保护之间的动作顺序和时间配合关系。通过模拟仿真和现场试验等方式验证配合流程的合理性和有效性，并根据反馈结果进行必要的调整和优化。其次，在配合流程中应明确各环节的职责分工和操作步骤。例如，在故障发生时，继电保护装置应首先动作切除故障元件；配电自动化系统则负责接收并处理继电保护装置上传的故障信息；运维人员则根据系统提示进行故障隔离和恢复供电操作。各环节之间应紧密协作、无缝对接确保故障处理的高效进行。最后，还应建立应急响应机制以应对特殊情况下的故障处理需求。例如，制定

应急预案,明确在极端天气、重大活动等特殊时期的故障处理流程和保障措施;建立快速响应团队负责在故障发生时迅速赶到现场进行抢修工作等。这些措施将有助于提高配电网的应急能力和保障水平,确保在特殊情况下仍能够迅速恢复供电,减少损失和影响范围。

4 案例分析

4.1 案例背景

以某城市配电网为例,该配电网覆盖范围广、用户众多且用电需求量大。近年来,城市化进程的加快和电力负荷的增长,使配电网故障频发且处理难度较大。为提高故障处理效率,保证供电可靠性,可在配电网中引入继电保护和配电自动化的协作机制^[6]。

4.2 实施措施

在具体实施中,首先,针对配电网的当前状态进行了深入分析,并据此重新配置了继电保护装置。这一过程不仅涉及设备更换,更重要的是对保护定值进行了精细调整,并优化了动作逻辑,确保在故障发生时,保护装置能迅速且准确地响应,同时与配电自动化系统的协同更加顺畅。其次,构建了数据共享机制,通过引入集成信息平台,打破了信息孤岛,实现了继电保护与配电自动化之间的无缝对接。这一机制确保了故障信息、保护动作记录等关键数据的实时传输与共享,为快速故障定位与决策支持提供了坚实的数据基础。再次,对配电自动化系统进行了全面的智能化改造与升级。通过引入更先进的控制算法、优化系统架构,并替换老旧设备,显著提升了自动化设备的可靠性和稳定性。这不仅增强了系统的故障处理能力,也降低了运维成本。最后,结合配电网特点与改造后的系统能力,制定了详尽的配合流程。该流程明确了从故障检测到隔离、再到恢复供电的每一步操作规范,并通过多次模拟演练与应急响应培训,确保所有相关人员都能熟练掌握流程,以应对实际故障情况。这些措施共同构成了继电保护与配电自动化高效配合的实践框架。

4.3 实施效果

通过实施继电保护与配电自动化的配合机制,大大提高了配电网的处理效率。故障定位时间缩短了约 60%,故障隔离和恢复供电时间也大幅缩短。同时,供电的可靠性也有了很大的提高,客户的满意度也有了很大的提高。此外,该机制还有效降低了运维成本和人工干预程度,提高了配电网的整体运行效率和管理水平^[7]。

5 继电保护与配电自动化配合的发展趋势

5.1 技术融合与创新

随着智能电网技术的不断发展,在电力系统中,继电保护和配电自动化的结合将进一步深化。通过集成新技术,如人工智能、大数据等,将进一步提升故障处理的智能化水平,实现更精准的故障定位和更快速的故障恢复。

5.2 标准化与互操作性

随着电力行业的标准化进程加快,继电保护与配电自动化之间的标准化和互操作性将成为重要趋势。通过建立统一的标准和规范实现不同厂家设备之间的无缝对接和互操作,提高系统的整体性能和可靠性。

5.3 分布式能源接入与微电网发展

随着分布式能源和微电网的快速发展,配电网的结构与运营方式将会产生深刻的改变。继电保护与配电自动化需要适应这种变化,通过优化保护配置和自动化策略实现对分布式能源和微电网的有效接入和管理,保障配电网的安全稳定运行^[8]。

6 结束语

继电保护与配电自动化的配合在配电网故障处理中发挥着重要作用,通过技术可行性和经济可行性的分析以及实际案例的验证表明,该配合方式能够显著提高配电网的故障处理能力和运行可靠性。随着智能电网技术的不断发展和完善,以及新能源的大规模接入和应用场景的不断拓展,继电保护与配电自动化的配合将发挥更加重要的作用。同时,我们也需要持续关注新技术的发展和应用以及人才培养等方面的问题,以确保配电网的安全稳定运行和可持续发展目标的实现。

参考文献:

- [1] 秦年. 继电保护与配电自动化配合的故障处理措施[J]. 中华纸业, 2024(01):103-105.
- [2] 徐攀峰,郝兴宏,刘相利. 基于继电保护与配电自动化的配电网故障处理分析[J]. 大众用电, 2022(12):36-37.
- [3] 周凌峰. 继电保护与配电自动化配合的配电网故障处理[J]. 现代工业经济和信息化, 2023(03):266-267.
- [4] 郭旋,蒋李蒙,陈磊. 基于继电保护与配电自动化配合的配电网故障处理[J]. 光源与照明, 2022(07):189-191.
- [5] 代文静. 继电保护配合提高配电自动化故障处理性能的研究[J]. 电子测试, 2018(23):98-99.
- [6] 荣旭东,张蓓,高伟,等. 电力系统配电自动化与继电保护配合的电网故障处理研究[J]. 科技创新导报, 2019(18):58,60.
- [7] 丘嘉倩. 继电保护与配电自动化配合的配电网故障处理[J]. 居舍, 2018(24):223.
- [8] 李卓文. 浅析继电保护与配电自动化配合的故障处理措施[J]. 通信电源技术, 2017(03):142-143,146.