

配电自动化技术应用与配电网安全运行管理分析

邓志军

国网湖南省电力有限公司蓝山县供电分公司 湖南蓝山 425800

【摘要】随着电力需求的持续增长和电网结构的日益复杂,配电网的安全运行管理成为电力系统中的关键环节。配电自动化技术作为提升配电网运行效率和安全性的的重要手段,其应用已逐渐成为行业共识。本研究旨在深入探讨配电自动化技术在配电网安全运行管理中的具体应用、实施策略及实际案例,以期为电力系统的稳定运行提供有力的技术支持和实践指导。通过理论分析、实地调研和案例研究,本文揭示了配电自动化技术在提高配电网故障定位、快速响应、资源优化及安全管理等方面的显著成效,并提出了针对性的策略建议,旨在推动配电网安全运行管理的现代化进程。

【关键词】配电自动化;配电网安全;运行管理;应用策略

Analysis of application of distribution automation technology and safe operation management of distribution network

Deng Zhijun

State Grid Hunan Electric Power Co., LTD. Lianshan County Power Supply Branch, Hunan Province 425800

【Abstract】With the continuous growth of electricity demand and the increasing complexity of grid structures, the safe operation and management of distribution networks have become a critical aspect of power systems. Distribution automation technology, as an essential means to enhance the efficiency and safety of distribution network operations, has gradually become a consensus in the industry. This study aims to delve into the specific applications, implementation strategies, and practical cases of distribution automation technology in the safe operation and management of distribution networks, with the goal of providing robust technical support and practical guidance for the stable operation of power systems. Through theoretical analysis, field research, and case studies, this paper reveals the significant achievements of distribution automation technology in improving fault location, rapid response, resource optimization, and safety management in distribution networks, and proposes targeted policy recommendations to promote the modernization process of safe operation and management of distribution networks.

【Key words】 distribution automation; distribution network security; operation management; application strategy

引言

配电网作为电力供应的“最后一公里”,其安全稳定运行直接关系到用户用电质量和电力系统的整体效能。传统的人工巡检和故障处理模式已难以满足现代配电网的高效运行需求。配电自动化技术的引入,以其智能化、实时化和自动化的特点,为配电网的安全运行管理带来了革命性的变革。本研究将围绕配电自动化技术在配电网安全运行管理中的具体应用、策略制定及实践案例展开,旨在构建一个全面、系统的研究框架,为配电网的现代化管理提供科学依据。

1 配电自动化技术的核心构成与功能

1.1 数据采集与监控(SCADA)系统

SCADA系统(Supervisory Control And Data Acquisition,即数据采集与监视控制系统)是配电自动化技术的核心组成部分。它通过安装在配电网各节点的传感器和智能终端,实时采集电压、电流、功率等关键电力参数,实现对配电网运行状态的全面监控^[1]。SCADA系统的工作原理是远程收集实时数据并进行处理,以实现了对配电网的监视和控制。这一系统能够及时发现异常信号,为故障预警和快速响应提供数据

支撑。

SCADA系统由硬件系统和软件系统组成。硬件系统包含客户端层和数据服务器层,分别实现人机交互和数据处理功能。软件系统则通常由图形显示过程数据、诊断信息和数据管理的软件组成,使得工作人员能够使用人机界面(HMI)软件直接控制和管理阀门、传感器、电机等设备。SCADA系统的高实时性和高效率,使得它成为配电自动化中不可或缺的一环。

1.2 馈线自动化(FA)技术

馈线自动化(Feeder Automation, FA)技术通过智能算法和通信手段,实现了对配电网馈线的远程控制和故障自动隔离。当配电网发生故障时,FA技术能够迅速定位故障点,并自动执行隔离和恢复操作,从而最大限度减少停电范围和停电时间。这一功能对于提高供电可靠性和用户满意度至关重要。

FA技术主要包括当地控制方式和远方控制方式。当地控制方式依靠馈线上安装的重合器和分段器自身的功能来消除瞬时性故障和隔离永久性故障,而远方控制方式则通过负荷开关、FTU(馈线终端单元)加主站系统来实现^[2]。FTU采集到故障前后的各种信息并传送到主站,由主站确定故障区段,然后发遥控命令控制开关动作,完成故障隔离并恢复

非故障区供电。

1.3 配电管理系统 (DMS)

配电管理系统 (Distribution Management System, DMS) 是集成了数据采集、处理、分析和决策于一体的综合管理系统。它不仅能够实现配电网的实时监控和调度,还能进行负荷预测、电力平衡、优化运行等高级功能,为配电网的安全运行提供科学决策依据。DMS 系统建立在配电自动化设备和通信网络的基础之上,应用计算机技术、自动控制技术、电子技术以及通讯技术,对配电网进行在线和离线的智能化监视、控制、保护和管理。

DMS 系统通常包括配电网数据采集和监控 (SCADA)、地理信息系统 (GIS)、网络分析和优化、工作管理系统、需方管理 (DSM) 等多个模块。这些模块相互协作,共同实现对配电网的全面管理和优化。

2 配电自动化技术在配电网安全运行管理中的应用策略

配电自动化技术作为现代电力系统的重要组成部分,对于提升配电网的安全运行管理水平具有至关重要的作用。为了充分发挥配电自动化技术的优势,必须结合配电网的实际情况,制定具体、可行的应用策略。

2.1 构建完善的配电自动化系统架构

2.1.1 系统架构设计原则

系统架构应具有高可靠性,能够确保在各种恶劣环境下稳定运行,减少故障发生的可能性。随着配电网的不断扩展和升级,系统架构应具备可扩展性,以便轻松添加新的功能和设备。系统应能够灵活应对配电网的不同运行场景和需求,提供定制化的解决方案。系统架构应充分考虑安全性,确保数据的安全传输和存储,防止数据泄露和非法访问。

2.1.2 系统架构组成要素

通过安装在配电网各节点的传感器和智能终端,实时采集电压、电流、功率等关键电力参数。这些数据是配电自动化系统进行分析 and 决策的基础。利用先进的通信技术,如光纤通信、无线通信等,将采集到的数据快速、准确地传输到数据处理中心。传输层应具备高带宽、低延迟的特点,以确保数据的实时性。对传输过来的数据进行处理和分析,提取出有用的信息供决策使用。处理层应具备强大的数据处理能力和智能分析算法,以实现配电网运行状态的准确判断。根据数据处理层提供的信息,制定科学的配电网运行策略,并通过控制系统对配电网进行远程控制和调节。决策控制层应具备高度的智能化和自动化水平,以实现配电网的精准管理。

2.1.3 系统集成与信息共享

为了加强配电自动化系统与其他电力管理系统的集成,实现信息共享和协同作业,需要制定统一的数据接口标准,确保不同系统之间的数据能够顺畅交换和共享^[1]。建立数据共享平台,将配电自动化系统的数据与其他电力管理系统的数据进行整合和共享,为决策提供更加全面的信息支持。通过优化系统间的协同作业流程,实现不同系统之间的无缝衔接和高效配合,提高配电网的安全运行管理水平。

2.2 强化故障定位与快速响应机制

2.2.1 故障定位技术

利用 SCADA 系统实时采集的配电网运行数据,结合故障指示器、保护装置等设备的信号,实现对故障的初步定位。将 SCADA 系统采集到的故障信息与地理信息系统 (GIS) 相结合,通过空间分析和定位技术,实现对故障点的精确识别。利用人工智能算法,如神经网络、模糊逻辑等,对故障数据进行深度学习和分析,提高故障定位的准确性和效率。

2.2.2 快速响应机制

根据配电网的实际情况和故障类型,制定详细的应急响应流程,确保故障发生后能够迅速启动处理流程。利用馈线自动化技术,实现对故障点的快速隔离和恢复供电,减少停电范围和停电时间。通过加强抢修队伍建设和培训,提高抢修人员的专业技能和应急处理能力,确保故障发生后能够迅速恢复供电。

2.2.3 故障预防与预警

除了故障定位和快速响应外,还应加强故障预防和预警工作。通过对配电网运行数据的持续监测和分析,及时发现潜在的故障隐患,并采取相应的预防措施进行干预。同时,建立故障预警系统,根据历史故障数据和实时运行数据,对可能发生的故障进行预测和预警,为故障处理提供提前量。

2.3 优化配电网运行策略

优化配电网运行策略是提高配电网安全运行管理水平的关键。通过制定科学的运行策略,可以实现对电力资源的合理分配和高效利用,提高配电网的供电质量和可靠性。

2.3.1 负荷预测与电力平衡

利用 DMS 系统的负荷预测功能,结合历史负荷数据、天气条件、节假日等因素,对配电网的未来负荷进行准确预测。负荷预测是制定运行策略的基础,能够为电力资源的合理分配提供科学依据。根据负荷预测结果和配电网的实际情况,制定电力平衡方案。通过调整发电机的出力、优化电网结构、调整负荷分布等措施,实现电力资源的平衡分配,确保配电网的稳定运行。

2.3.2 动态调整运行方式

根据负荷的实时变化情况,动态调整配电网的运行方式。如通过调整变压器的分接头位置、投切电容器组等措施,改善电压质量和无功补偿效果。针对恶劣天气条件(如雷雨、大风等)对配电网运行的影响,提前制定应对措施并调整运行方式。如加强设备巡检、增加备用电源等,确保配电网在恶劣天气下的稳定运行。

2.3.3 优化配电网结构

通过加强不同电压等级电网之间的互联和互通,提高配电网的灵活性和可靠性。如建设环网结构、增加联络线等,确保在故障情况下能够快速转移负荷和恢复供电。积极推广智能设备在配电网中的应用,如智能开关、智能电表等。这些设备具有自动化、智能化等特点,能够实现对配电网的精准控制和管理,提高配电网的运行效率和安全性。

2.4 加强人员培训与技能提升

配电自动化技术的应用需要专业的人才队伍支撑。为了

确保系统的有效运行和维护,必须加强相关人员的培训和教育。

2.4.1 培训内容

对配电自动化技术的基本原理、系统架构、功能特点等进行详细讲解,使相关人员能够全面了解配电自动化技术的内涵和应用价值。通过模拟操作、实操演练等方式,对相关人员进行配电自动化系统的操作技能培训。包括系统登录、数据查询、远程控制、故障处理等方面的操作。加强安全知识的培训和教育,使相关人员能够熟练掌握配电自动化系统的安全操作规程和注意事项,确保在操作过程中不发生安全事故。

2.4.2 培训方式

组织相关人员进行集中培训,邀请专家进行授课和讲解,通过面对面的交流互动,提高培训效果。利用网络平台进行在线培训,提供丰富的培训资源和课程,方便相关人员进行自主学习和提升。结合配电网的实际运行情况,组织相关人员进行实操演练。通过模拟故障处理、远程控制等场景,提高相关人员的应急处理能力和实际操作水平。

2.4.3 建立激励机制

为了激发相关人员的积极性和创造力,应建立有效的激励机制。如设立奖励基金、评选优秀学员等,对在培训中表现突出的人员进行表彰和奖励。同时,将培训成绩与绩效考核相挂钩,促使相关人员更加重视培训和学习,不断提升自己的专业技能和综合素质。

3 实际案例分析

表1 配电自动化技术在配电网安全运行管理中实施效果分析

问题点	配电自动化技术应用缺失的影响	改进措施
电杆状态监测不足	无法及时发现电杆缺陷,增加事故风险	引入配电自动化系统,实现电杆状态实时监测
施工方法不规范	缺乏技术指导,易导致违规操作	利用自动化技术优化施工方案,强化安全指导
安全生产责任制不落实	管理漏洞大,事故责任难以追溯	建立基于配电自动化的安全管理体系,明确责任
现场勘察不细致	隐患识别能力弱,防范措施针对性不强	应用自动化技术辅助勘察,提高准确性
安全规程执行不严	人员安全意识淡薄,自我防护能力差	通过自动化系统强化安全培训,提升执行力

通过引入和强化配电自动化技术,不仅可以实现对电杆、线路等基础设施的实时监测和预警,减少因设备老化、缺陷导致的事故风险;还能通过自动化手段优化施工方案,提供精确的施工指导,确保作业过程的安全合规。同时,配电自动化技术的应用还能促进安全生产责任制的落实,提升现场勘察的准确性和安全规程的执行力,从而全面提升配电网的安全运行管理水平。

3.1 案例背景

2005年5月26日,某县电力公司在执行拆除旧线路的任务时,发生了一起严重的倒杆人身死亡事故。该事故不仅造成了人员伤亡,也暴露了配电安全管理中的多个漏洞,特别是对配电自动化技术应用不足的问题^[1]。此案例背景深刻反映了在配电网安全运行管理中,忽视安全规程、缺乏有效技术支撑所带来的严重后果。

3.2 实施过程分析

事故电杆因长期受潮湿环境影响,根部出现严重裂纹并内部腐蚀,这是导致电杆断裂的直接物理原因。若采用配电自动化技术中的远程监控和数据分析,可提前发现电杆状态异常,及时采取措施。作业前未按照《安规》要求打临时拉线,导致在拆除导线时电杆失去平衡而倒塌。这反映了作业人员对安全规定的忽视,以及配电自动化技术在施工指导上的缺失。

现场作业管控不力,安全责任制形同虚设,表明管理层在安全管理和监督上存在明显漏洞。对老旧电杆的安全隐患评估不足,施工方案缺乏针对性防范措施,显示出勘察工作的不专业和不严谨。作业人员安全意识淡薄,违反《安规》规定,未检查电杆牢固程度即盲目登杆,体现了安全教育和规程执行的不到位。

3.3 实施效果反思

此案例深刻揭示了配电自动化技术在配电网安全运行管理中的重要作用。具体效果如表1所示:

综上所述,配电自动化技术在配电网安全运行管理中的应用具有显著的优势和成效。通过构建完善的配电自动化系统架构、强化故障定位与快速响应机制、优化配电网运行策略以及加强人员培训与技能提升等措施,可以显著提高配电网的安全性和稳定性。未来,随着电力行业的快速发展和技术的不断创新,配电自动化技术在配电网安全运行管理中的应用将更加广泛和深入。同时,还应关注配电网安全运行管理面临的挑战和问题,不断完善相关措施和政策,确保电力系统的安全稳定运行。

4 结束语

参考文献

- [1]陈孟,许伟,袁莉.配电自动化技术在用电监察中的应用研究[J].科技资讯,2024,22(18):66-68.
- [2]杜长风,鹿存鹏.配电系统监测与控制中的自动化技术分析[J].集成电路应用,2024,41(09):388-389.
- [3]宋平.配电生产管理中配电自动化技术存在的问题及解决对策[J].电气技术与经济,2024,(08):319-322.
- [4]郑剑武.配电自动化技术应用与配电网安全运行管理分析[J].中国设备工程,2022,(01):72-73.