

电力系统配电网自动化技术的应用及解析

王磊 陈亚娟

国网冀北供电有限公司文安县供电分公司, 河北 廊坊 065800

[摘要] 本篇文章针对电力系统配电网自动化技术的应用现状及发展趋势进行了深入研究和分析。首先, 介绍了配电网自动化技术的基本概念和内涵, 阐述了其在电力系统中的重要作用和应用价值。其次, 从配电网自动化技术的优势、存在的不足以及应用要点三个方面进行了系统阐述。针对配电网自动化技术的应用, 文章从通信架构设计、智能终端部署、配电管理系统开发、故障定位与隔离、自愈重构控制、配电网潮流优化等方面提出了具体的应用要点和实现路径。

[关键词] 配电网; 自动化技术; 智能电网; 供电可靠性; 故障定位

DOI: 10.33142/hst.v7i5.12306

中图分类号: TM76

文献标识码: A

Application and Analysis of Power System Distribution Network Automation Technology

WANG Lei, CHEN Yajuan

Wen'an County Power Supply Branch of State Grid Jibei Power Supply Co., Ltd., Langfang, Hebei, 065800, China

Abstract: This article conducts in-depth research and analysis on the application status and development trends of distribution network automation technology in the power system. Firstly, the basic concepts and connotations of distribution network automation technology were introduced, and its important role and application value in the power system were elaborated. Secondly, a systematic exposition was conducted on the advantages, shortcomings, and application points of distribution network automation technology. The article proposes specific application points and implementation paths for the application of distribution network automation technology, including communication architecture design, intelligent terminal deployment, distribution management system development, fault localization and isolation, self-healing reconstruction control, and distribution network flow optimization.

Keywords: distribution network; automation technology; smart grid; power supply reliability; fault location

引言

传统的配电网存在着规划建设滞后、运行管理粗放、故障处理效率低下等问题, 已经无法适应新时期电网发展的要求。为了解决这些问题, 国家提出了建设智能电网的战略部署, 将配电网自动化作为智能电网建设的重要内容和关键环节。配电网自动化技术通过在配电网中应用先进的传感测量、通信控制、信息处理等技术, 实现配电设备的在线监测、故障自动定位与隔离、远程控制与调度等功能, 大幅提升了配电网的智能化水平和运行效率。

1 配电网自动化技术的优势

1.1 提高供电可靠性

配电网自动化技术的应用可以显著提高供电可靠性。传统配电网依赖人工巡检和故障处理, 存在响应时间长、处理效率低等问题, 影响了供电可靠性。而配电网自动化技术通过在线监测、故障自动定位与隔离等功能, 可以实现故障的快速发现和处理, 大幅缩短停电时间。同时, 配电网自动化技术还可以通过自愈重构控制, 在发生故障时自动调整网络拓扑结构, 将故障影响范围降到最低, 保障电力用户的供电。此外, 配电网自动化技术还可以通过对配电设备的实时监控和状态评估, 及时发现和消除设备隐患, 预防故障的发生, 从而提高整个配电网的供电可靠性水平。综合来看, 配电网自动化技术在提高供电可靠性方

面具有十分突出的优势和价值。

1.2 优化配电网运行

配电网自动化技术可以显著优化配电网的运行状态。传统配电网缺乏有效的监测和控制手段, 难以实现配电网运行的精细化管理和优化调度。而配电网自动化技术通过各类传感器和智能终端, 可以实时采集配电网的各项运行参数, 如电压、电流、功率等, 为配电网优化控制提供数据支撑。在此基础上, 配电网自动化技术可以利用先进的控制算法和优化模型, 对配电网的无功优化、负荷平衡、网损降低等进行科学决策和自动控制, 使配电网始终处于最佳运行状态。同时, 配电网自动化技术还可以根据负荷预测结果, 提前调整配电网运行方式, 避免设备过载或低载运行, 延长设备使用寿命。

1.3 降低运维成本

配电网自动化技术可以有效降低配电网的运行维护成本。传统配电网主要依靠人工开展运维工作, 存在工作强度大、效率低下、成本高昂等问题。而配电网自动化技术可以通过远程监控和集中管理, 大幅减少现场作业的人员需求, 降低人力成本投入。同时, 配电网自动化技术可以利用状态监测和故障诊断技术, 准确评估设备健康状态, 优化运维策略, 实现状态检修向预防性检修的转变, 减少设备检修频次和维护成本。此外, 配电网自动化技术还可以通过配

电自动化终端和配电通信网络,实现业务系统的集成应用,简化业务流程,提高作业效率,从而降低运维管理成本。总的来说,配电网自动化技术在降低运维成本方面具有多方面的优势,可以为配电网运营商创造显著的经济效益。

2 配电网自动化技术存在的不足

2.1 技术标准统一性有待提高

目前,配电网自动化技术在实际应用中存在技术标准不统一的问题。由于配电网自动化涉及多个专业领域,如电力系统、自动控制、通信技术等,不同厂商和研究机构在技术路线和标准制定方面存在差异,导致配电网自动化设备和系统之间的互操作性和兼容性受到影响。这不仅增加了系统集成和维护的难度,也限制了配电网自动化技术的推广应用。因此,亟需加强配电网自动化技术标准的统一性,促进不同厂商和系统之间的互联互通,推动行业的健康发展。

2.2 设备兼容性需进一步改善

配电网自动化技术的应用离不开各类设备的支撑,如智能终端、通信设备、传感器等。然而,由于配电网自动化起步较晚,加之技术标准不统一,导致不同厂商生产的设备在接口、协议等方面存在差异,兼容性有待进一步提高。这不仅影响了设备的互联互通和数据共享,也给系统的维护和升级带来困难。因此,需要加大力度开展设备兼容性测试和验证,推动厂商之间的合作和协调,提高设备的互操作性和可靠性。

2.3 网络安全性面临新的挑战

随着配电网自动化技术的不断发展和应用,网络安全问题日益凸显。配电网自动化系统通过通信网络实现设备监控、数据传输和远程控制等功能,一旦网络遭受攻击或入侵,可能导致设备失控、数据泄露等严重后果,甚至影响电网的安全稳定运行。特别是在当前网络安全形势日益严峻的背景下,保障配电网自动化系统的网络安全显得尤为重要。因此,需要加强网络安全防护,完善安全管理制度,提高系统的抵御网络攻击的能力,确保配电网自动化的安全可靠运行。

2.4 专业人才培养机制亟待完善

配电网自动化技术是一门复合型的交叉学科,涉及电力、自动化、通信、计算机等多个专业领域,对从业人员的知识结构和技能水平提出了较高要求。然而,当前配电网自动化领域的专业人才培养机制还不够完善,高校相关专业的课程设置和实践教学与行业需求存在一定脱节,导致人才供给与市场需求不匹配。同时,企业内部的人才培养和技能提升也有待加强。因此,需要政府、高校、企业等多方携手,加快构建产学研用相结合的人才培养机制,为配电网自动化技术的发展和應用提供有力的人才支撑。

3 配电网自动化技术的应用要点

3.1 科学设计通信架构

在设计配电网自动化通信架构时,需要充分考虑配电网

的地理分布、业务需求、通信距离、数据量等因素,合理选择通信方式和传输媒介。针对配电网自动化的多样化业务,可采用分层分域的通信架构设计,通过配电主站层、配电区域层和配电终端层的划分,实现通信资源的合理配置和优化利用。在通信方式选择方面,可根据业务特点和传输距离,灵活采用光纤通信、无线通信、电力线载波通信等多种方式,保障通信的可靠性和实时性。同时,为了提高通信网络的可靠性和容错能力,可采用双路由、双通道等冗余备份设计,增强通信网络抵御故障的能力。考虑到配电网环境复杂多变,通信架构设计还应具备一定的灵活性和可扩展性,以适应未来配电网自动化业务的发展需求。通过科学合理地设计配电网自动化通信架构,可为配电网自动化各项业务的开展提供坚实高效的通信保障。

3.2 合理部署智能终端

智能终端是配电网自动化的重要组成部分,承担着数据采集、设备监控、故障判断等关键功能。合理部署智能终端是实现配电网自动化的基础和前提。在选择和部署智能终端时,需要综合考虑配电网的拓扑结构、负荷分布、自动化功能需求等因素,优化终端布点方案。针对配电网自动化的测量、控制、保护等不同功能,可选用配电终端、馈线终端、故障指示器等专用智能终端,提高配电网自动化的针对性和有效性。同时,还应重视智能终端的性能指标,如测量精度、采样速率、通信能力等,确保智能终端能够满足配电网自动化的实际需求。在智能终端部署过程中,还需统筹考虑各类终端的协调配合和信息共享,合理设置终端参数,规范安装调试流程,保障终端与主站、终端与终端之间的可靠通信和协同互动,最大限度地发挥智能终端在配电网自动化中的作用。

3.3 开发配电管理系统

配电管理系统是实现配电网自动化的关键支撑,是配电网自动化各项业务的承载平台。开发一套功能完备、性能可靠、易于维护的配电管理系统,对于提高配电网自动化水平至关重要。配电管理系统的开发应遵循先进性、实用性、安全性、可扩展性等原则,采用合适的系统架构和技术路线。系统功能设计应全面覆盖配电网运行监控、故障管理、电力调度、设备管理等各个环节,实现配电网业务的集中管理和智能决策。同时,系统还应具备良好的人机交互界面和数据可视化功能,方便用户对配电网运行状态的掌握和分析。考虑到配电管理系统需要与其他系统互联互通,系统接口设计应遵循开放性原则,采用标准化的接口规范和数据格式,实现与地理信息系统、客户信息系统、电网调度系统等无缝衔接。此外,配电管理系统还应重视性能优化和安全防护,提高系统的运行效率和抗干扰能力,为配电网自动化的稳定运行提供有力保障。

3.4 实现故障快速定位与隔离

配电网故障检测和隔离是配电网自动化的核心功能之

一,对保障配电网安全稳定运行至关重要。实现配电网故障的快速定位和隔离,需要综合应用多种技术手段。首先,要加强配电网的在线监测,通过在配电线路和设备上安装智能传感器和测控装置,实时采集电流、电压、温度等运行参数,为故障分析提供数据支撑。其次,需要研究和应用先进的故障检测算法,如基于行波原理、模式识别、人工智能等的故障判别方法,提高故障检测的速度和准确性。在故障定位方面,可利用配电自动化终端和配电通信网络,通过就地判断和主站判断相结合的方式,快速确定故障位置,缩小抢修范围。对于确定的故障区段,可通过远程控制开关和断路器,实现故障区段的快速隔离,最大限度地减小故障影响范围。同时,还应建立配电网故障信息管理系统,完善故障抢修流程,加强故障分析和预防,不断提高配电网故障处理的智能化水平。

3.5 构建自愈重构控制机制

配电网的供电可靠性是衡量配电自动化水平的重要指标。为了进一步提高配电网的供电可靠性,需要构建自愈重构控制机制。自愈重构是指在配电网发生故障时,通过自动控制技术,根据故障类型和位置,快速确定最优恢复供电方案,并通过控制开关和负荷转移等手段,自动恢复非故障区域的供电,最大限度地减少停电范围和时间。构建自愈重构控制机制,需要在配电网中布置一定数量的自动化开关,形成多电源、多联络的网络拓扑结构,提高配电网的可重构性。同时,需要研究和应用先进的网络拓扑分析和优化算法,在满足电力负荷和设备约束条件下,快速生成最优供电恢复方案。在自愈重构的执行过程中,还需要考虑负荷转移的优先级和次序,避免出现电压跌落、设备过载等问题,确保自愈重构的安全可靠。自愈重构控制机制的构建离不开配电自动化各环节的协同配合,需要充分发挥配电通信网络、智能终端、故障定位与隔离等功能的作用,形成一体化的自愈重构控制体系,全面提升配电网的供电可靠性和自恢复能力。

3.6 开展配电网潮流优化

为了实现配电网的经济运行,需要开展配电网潮流优化。配电网潮流优化是指在满足电力供需平衡和设备运行约束条件下,通过优化配电网的无功功率分布、调节变压器分接头位置、控制可调负荷等手段,实现配电网的低损

耗、高效率运行,提高电能质量和经济效益。开展配电网潮流优化,首先需要建立精确的配电网潮流计算模型,考虑配电网的拓扑结构、线路参数、负荷特性等因素,掌握配电网的实时运行状态。在此基础上,需要研究和应用现代优化理论和算法,如混合整数规划、启发式搜索、多目标优化等,构建配电网潮流优化的数学模型和求解方法。同时,还需要充分利用配电自动化系统提供的实时监测数据,如电压、电流、功率等,对潮流优化模型进行实时校正和更新,提高优化结果的准确性和可靠性。在实施配电网潮流优化时,需要综合考虑优化措施的经济性和可行性,合理制定优化策略和执行方案。通过配电自动化系统的远程控制功能,可实现优化措施的自动下发和执行,提高配电网潮流优化的时效性和精细化水平。配电网潮流优化是一项长期持续的工作,需要建立完善的优化管理机制,加强优化效果的监督评估,不断总结经验和改进方法,持续提升配电网的经济运行水平。

4 结束语

配电网自动化技术作为智能电网建设的重要内容,在提高供电质量、优化电网运行、降低运维成本等方面具有重要的应用价值和广阔的发展前景。然而,当前配电网自动化技术的应用还存在着一些亟待解决的问题和挑战,需要政府、企业、高校、科研机构等各方主体加强协同创新,在关键技术攻关、标准规范制定、人才培养等方面持续发力,不断推动配电网自动化技术的应用水平迈上新台阶。

[参考文献]

- [1]薛建标.自动化技术在电力系统配电网工程中的应用探讨[J].科技风,2024(3):84-86.
- [2]蔡节约.电力系统中的配电网自动化技术应用[J].集成电路应用,2023,40(11):196-197.
- [3]崔阳杨.电力系统配电网自动化技术的应用[J].现代工业经济和信息化,2022,12(12):149-150.
- [4]孙晨.配电网自动化技术及其在电力系统中的应用[J].光源与照明,2022(6):163-165.

作者简介:王磊(1987.5—),男,毕业院校:华北电力大学,所学专业:农业电气化与自动化,单位:国网冀北供电有限公司文安县供电分公司,职务:初级综合业务员,职称:助理工程师,初级。