

配电自动化技术在10千伏及以下配电网中的应用

安新宁

国网银川供电公司 宁夏 银川 750001

摘要: 配电自动化技术通过集成现代信息、通信和计算机技术,对配电网进行智能化管理和监控。本文概述了配电自动化技术的定义和系统构成,分析了10千伏及以下配电网的现状,包括运行效率、故障定位与恢复以及负荷管理等方面的问题。重点探讨了配电自动化技术在实时监测与数据分析、故障定位与快速恢复、负荷管理与需求响应等方面的应用,并评估其经济效益和社会价值。最后,提出加强技术研发、提升管理水平、加强法规引导等对策与建议,以促进配电自动化技术的广泛应用和持续发展。

关键词: 配电自动化技术; 10千伏及以下配电网; 应用研究

1 配电自动化技术概述

1.1 配电自动化技术的定义

配电自动化技术是指运用现代信息技术、通信技术、计算机技术以及控制技术等手段,对配电网进行智能化管理和监控的一种先进技术。其核心在于通过集成化的系统平台,实现对配电网中各类设备状态、负荷情况、电能质量等信息的实时监测、分析、控制与管理,从而提高配电网的安全性、可靠性和经济性。配电自动化技术不仅仅是对传统配电管理模式的简单升级,而是一场深刻的配电网革命。它能够实现配电网的智能化运行,提高供电质量和供电可靠性,降低运营成本,增强电网的自我恢复能力和故障处理能力。在电力需求日益增长、用电结构日益复杂、用户对供电质量和可靠性要求越来越高的背景下,配电自动化技术已成为提升配电网管理水平和满足用户多元化需求的重要手段。配电自动化技术的应用范围广泛,不仅适用于城市配电网、农村配电网,还可应用于工业配电网和大型商业用电场所。通过该技术,可以实现对配电网的全天候、全方位监控,及时发现并处理故障,提高供电可靠性;通过优化调度和负荷管理,还可以实现电能的合理分配和高效利用,降低电网损耗和运营成本。

1.2 配电自动化系统的构成与工作原理

配电自动化系统主要由主站系统、通信系统、远方终端(FTU/DTU等)、配电一次设备以及相关的应用软件等组成。主站系统是配电自动化系统的核心,负责数据收集、处理、存储和展示,并提供各种高级应用功能,如故障定位、网络重构、负荷预测等。通信系统则负责主站系统与远方终端、配电一次设备之间的信息传输,是配电自动化系统中实现实时监测和控制的关键环节。远方终端通常安装在配电变压器、开关站、环网柜

等关键节点上,负责采集现场数据并上传给主站系统,同时接收主站系统的控制指令并执行。配电自动化系统的工作原理基于实时数据的采集、分析和处理。系统通过通信网络将远方终端采集的实时数据上传给主站系统,主站系统对这些数据进行处理和分析后,形成对配电网运行状态的全局理解^[1]。在此基础上,主站系统可以根据预设的规则和算法,生成控制指令并下发给远方终端执行,从而实现对配电网的智能化管理和控制。

2 10千伏及以下配电网现状分析

2.1 运行效率问题

10千伏及以下配电网作为电力系统的“神经末梢”,直接面向广大用户供电,其运行效率的高低直接影响到用户的用电体验和电力系统的整体效能。然而,当前许多地区的10千伏及以下配电网面临着运行效率不高的问题。一方面,由于历史原因和技术限制,部分配电网的网架结构不够合理,存在迂回供电、线路过长等问题,导致电能传输过程中的损耗较大。另一方面,配电网中的设备老化、自动化水平不高,使得电网在运行时难以实现高效的调度和优化,进一步影响了运行效率。

2.2 故障定位与恢复难题

在10千伏及以下配电网中,故障定位与恢复一直是一个棘手的问题。由于配电网结构复杂,设备众多,且多数设备分散在城市的各个角落,一旦发生故障,往往难以迅速准确地定位到故障点。传统的故障定位方法往往依赖于人工巡查和测试,效率低下且容易出错。同时,配电网的故障恢复也面临着诸多挑战。一方面,故障恢复需要快速而准确地判断故障类型和影响范围,以便制定有效的恢复方案;另一方面,由于配电网中的设备种类繁多,不同设备之间的兼容性和互操作性存在差异,这也给故障恢复带来了额外的困难。

2.3 负荷管理与需求响应的挑战

随着智能电网的发展和用户用电行为的多样化,负荷管理与需求响应在10千伏及以下配电网中的重要性日益凸显。然而,当前配电网在负荷管理与需求响应方面仍面临着诸多挑战。一方面,由于用户的用电行为具有较大的不确定性和随机性,导致配电网的负荷波动较大,难以进行准确的负荷预测和调度。另一方面,传统的负荷管理方式往往侧重于对负荷的被动控制,如通过限电、拉闸等措施来应对负荷高峰,缺乏对用户需求的主动响应和调节能力。随着分布式电源、储能装置等新型元素的接入,配电网的负荷特性更加复杂多变,也给负荷管理与需求响应带来了新的挑战^[2]。

3 配电自动化技术在10千伏及以下配电网中的应用

3.1 实时监测与数据分析

配电自动化技术在10千伏及以下配电网中的首要应用是实时监测与数据分析。这一功能的实现依赖于广泛分布的智能终端、传感器以及高效的数据通信系统。这些设备能够实时采集配电网的各类运行参数,包括但不限于电压、电流、频率、功率因数、谐波含量、设备温度以及环境条件等。这些数据被即时传送至中央控制平台或云端数据中心,经过高级数据分析与挖掘技术的处理,转化为对配电网运行状态的全面、精确洞察。实时监测不仅使配电网的“可视化”成为可能,更重要的是,它使得运营人员能够及时发现潜在的安全隐患和性能瓶颈。例如,通过对电压波动和电流负载的连续监测,系统能够预测过载或欠载情况,提前采取预防措施,避免设备损坏和供电中断。同时,数据分析技术还能够从历史数据中提取出负荷变化的规律,为未来的负荷预测和调度决策提供依据。这种基于数据的决策支持,大大提高配电网的运营效率和可靠性。另外,实时监测与数据分析还为配电网的优化设计和改造提供宝贵的信息资源。运营人员可以根据收集到的数据,分析配电网的薄弱环节,制定针对性的改造计划,比如升级老旧设备、优化网架结构等,从而进一步提升配电网的整体性能和经济效益。

3.2 故障定位与快速恢复

故障定位与快速恢复是配电自动化技术另一个至关重要的应用领域。传统的配电网故障定位依赖人工巡查和简单的电气测试,耗时且不准确。而配电自动化系统通过集成先进的故障诊断算法和智能传感器技术,能够在故障发生的瞬间,迅速锁定故障位置,并自动触发报警和隔离机制。系统根据采集的实时数据,分析故障前后的电气参数变化,结合电网的拓扑结构和历史故障记

录,运用机器学习或专家系统等方法,准确判断故障类型和位置。一旦故障被确认,系统立即自动隔离故障区域,同时启动负荷转移程序,确保非故障区域的正常供电。这种自动化、智能化的故障处理流程,显著缩短了故障恢复时间,减少停电范围和时长,有效提升供电的连续性和稳定性。对于关键用户或重要负荷,配电自动化系统还可以提供备用电源自动切换和紧急恢复方案,确保在极端情况下也能维持供电。这种高度灵活和可靠的故障响应机制,对于保障社会稳定、经济发展以及民生需求具有重要意义^[3]。

3.3 负荷管理与需求响应

配电自动化技术在负荷管理与需求响应方面的应用,是实现智能电网的关键一环。通过实时监测用户侧的用电行为和负荷变化趋势,系统能够根据电网的供需平衡状况,智能调整用户的用电计划,实现负荷的精细化管理。一方面,系统可以通过价格信号、激励政策或直接控制等手段,引导用户在用电高峰时段减少非必要用电,或在低谷时段增加用电,从而实现负荷的“削峰填谷”,提高电网的负荷率和设备的利用效率。另一方面,对于拥有分布式能源(如太阳能、风能)的用户,系统能够协调其发电与用电,实现能源的本地平衡和优化配置,进一步降低对传统电网的依赖。需求响应机制的引入,不仅促进电力资源的合理分配和高效利用,还为实现节能减排、推动绿色低碳发展提供有力支持。通过加强与用户的互动和沟通,配电自动化系统还能提升用户的能源意识和参与度,共同推动构建清洁、低碳、安全、高效的能源体系。

3.4 经济效益与社会价值分析

配电自动化技术在10千伏及以下配电网中的广泛应用,不仅带来显著的经济效益,还产生了深远的社会价值。从经济效益角度看,实时监测与数据分析能够降低运维成本、减少故障损失,提高电网运行效率;故障定位与快速恢复则显著缩短停电时间,减少电量损失,提升客户满意度;负荷管理与需求响应则促进能源的节约和高效利用,降低全社会的用电成本。更重要的是,配电自动化技术的应用推动能源生产和消费方式的深刻变革,加速能源转型和可持续发展的进程。通过优化资源配置、提升能源效率、促进清洁能源发展,配电自动化系统为构建以新能源为主体的新型电力系统奠定坚实基础。同时,它还增强了电网的灵活性和韧性,提高了应对自然灾害和突发事件的能力,保障国家能源安全和社会经济发展的稳定性。在社会价值方面,配电自动化技术的推广使用,提升公共服务质量,改善人民生活质

量,促进社会公平与和谐。特别是在偏远地区和经济欠发达地区,通过智能化改造,改善供电条件,缩小城乡用电差距,为脱贫攻坚和全面小康建设提供有力支撑^[4]。另外,配电自动化系统还能够促进信息的互联互通和共享,为智慧城市建设、数字经济发展等提供重要支撑和保障。

4 配电自动化技术应用对策与建议

4.1 加强技术研发与标准制定

推动配电自动化技术在我国10千伏及以下配电网中的广泛应用,首要任务是加强技术研发,并制定统一的技术标准和规范。技术创新是提升配电自动化系统性能和可靠性的关键。应鼓励科研机构、高校和企业联合开展前沿技术研究,如高级数据分析算法、人工智能应用、物联网集成技术等,以不断提升配电自动化系统的智能化水平。注重自主研发,减少对外部技术的依赖,确保技术自主可控,保障国家能源安全。在技术标准制定方面,应建立全国统一、与国际接轨的配电自动化技术标准体系。这不仅包括通信协议、数据格式、设备接口等硬件标准,还应涵盖系统设计、功能实现、安全防护等软件标准。标准的统一有助于提升系统的兼容性、互操作性和可扩展性,降低建设和运维成本,促进产业健康有序发展。同时,应积极参与国际标准制定,提升我国配电自动化技术的国际影响力。

4.2 提升管理水平与人员素质

配电自动化技术的应用离不开高效的管理和专业的运维团队。一方面,应建立健全配电自动化系统的管理机制,包括系统规划、设计、建设、运行、维护、评估等全生命周期管理。通过优化管理流程、提升管理效率,确保系统能够稳定、高效运行。另一方面,应注重人才培养和队伍建设。加强对配电自动化技术的学习和培训,提升运维人员的专业技能和综合素质。鼓励员工参与技术创新和科研项目,激发工作热情和创造力。建立激励机制,吸引和留住优秀人才,为配电自动化技术的持续发展提供人才保障。另外,还应加强跨部门、跨领域的协同合作。配电自动化系统涉及电力、通信、计算机等多个专业领域,需要各方共同努力,形成合力。通过建立跨部门协调机制、加强信息共享和资源整合,

实现资源的高效配置和优势互补,推动配电自动化技术的快速发展^[5]。

4.3 加强法规引导与支持

法规政策的引导和支持是配电自动化技术发展的有力保障。政府应出台相关政策,鼓励和支持配电自动化技术的研发和应用。例如,通过财政补贴、税收优惠、贷款贴息等措施,降低企业的研发和生产成本;通过设立专项基金、支持科研项目等方式,推动技术创新和产业升级。完善相关法律法规,明确配电自动化系统的建设和运维要求,规范市场秩序,保障公平竞争;通过建立完善的监管体系和评估机制,对配电自动化系统的建设和运行情况进行定期检查和评估,确保系统符合国家和行业标准要求。对于存在的问题和不足,应及时提出整改意见和建议,推动系统不断完善和优化。同时加强与社会各界的沟通 and 交流,广泛听取意见和建议,共同推动配电自动化技术的健康发展。

结束语

综上所述,配电自动化技术在10千伏及以下配电网中的应用,不仅提高了电网的运行效率和供电可靠性,还带来显著的经济效益和社会效益。然而,配电自动化技术的发展仍面临诸多挑战,需要持续加强技术研发、提升管理水平和人员素质,以及加强法规政策的引导和支持。未来,随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展,配电自动化技术将为智能电网的建设和能源转型提供更加强有力的支撑和保障。

参考文献

- [1]赵强.配电网自动化技术在10kV配电系统中的应用研究[J].电力系统保护与控制,2023,31(2):45-52.
- [2]李峰.10kV配电系统自动化技术发展现状与趋势[J].电力自动化设备,2022,42(5):78-85.
- [3]吴雷.自动化技术在10kV配电网故障处理中的应用[J].电子技术,2022,51(09):130-132.
- [4]朱剑明.10千伏配电自动化设备与一体化运维模式[J].山东工业技术,2020,(20):227.
- [5]孙凯.杨泗春.浅谈10千伏配电线路常见故障及处理措施[J].中小企业管理与科技(上旬刊),2021,(9):142-143.