

配网自动化对配电网供电可靠性影响研究

曹丽佳 王翠

国网石家庄供电公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 随着社会经济的快速发展和能源需求的不断增长, 电力系统的稳定供电和高效运行成为了当今社会的迫切需求。在电力系统中, 配电网作为连接电源和终端用户的桥梁, 其运行状态直接影响着供电的可靠性和稳定性。为了提高配电网的运行效率和可靠性, 配网自动化技术应运而生。配网自动化技术以智能感知、数据分析和自动控制为核心, 实现了对配电网运行状态的实时监测、快速故障诊断和自动调节, 为电力系统的安全稳定运行提供了重要保障。探讨配网自动化技术的发展现状、影响因素以及优化措施, 以期为推动电力系统的智能化和高效化发展提供理论支持和实践指导。

[关键词] 配网自动化; 可靠性; 故障检测与诊断

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12526

中图分类号: TM76

文献标识码: A

Research on the Impact of Distribution Network Automation on the Reliability of Power Supply in Distribution Networks

CAO Lijia, WANG Cui

State Grid Shijiazhuang Power Supply Company, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the rapid development of the social economy and the continuous growth of energy demand, stable power supply and efficient operation of the power system have become urgent needs in today's society. In the power system, the distribution network, as a bridge connecting power sources and end users, its operating status directly affects the reliability and stability of power supply. In order to improve the operating efficiency and reliability of the distribution network, distribution network automation technology has emerged. With intelligent perception, data analysis, and automatic control as the core, distribution network automation technology realizes real-time monitoring, rapid fault diagnosis, and automatic adjustment of the operating status of the distribution network, providing important guarantees for the safe and stable operation of the power system. Exploring the current development status, influencing factors, and optimization measures of distribution network automation technology, in order to provide theoretical support and practical guidance for promoting the intelligent and efficient development of the power system.

Keywords: distribution network automation; reliability; fault detection and diagnosis

引言

在这个信息时代, 人们对电力供应的依赖程度越来越高, 对供电可靠性和质量的要求也日益提升。然而, 传统的配电网结构和管理模式已经难以满足日益增长的电力需求和复杂的运行环境, 传统的手动操作和静态规划方式面临着故障定位不准确、响应速度慢、运行效率低等问题, 难以满足电网安全稳定运行的需求。为了应对这些挑战, 配网自动化技术应运而生, 为配电网的智能化运行提供了新的解决方案。因此, 了解配网自动化技术的发展背景和现状, 以及其对电力系统可靠性的影响, 对于推动电力行业的智能化和高效化发展具有重要意义。

1 配网自动化的研究现状

1.1 配网自动化技术概述

配网自动化技术是利用先进的通信、控制和信息技术实现配电网的自动化管理和运行的技术体系。该技术通过引入智能设备、传感器、通信网络和自动化算法, 实现对配电网系统各个环节的实时监测、远程控制和数据处理, 从而提高配电网供电的可靠性和效率。在配电网供电系统

中, 智能设备扮演着关键角色, 如图 1 所示。智能开关、智能变压器、智能计量设备等设备具备数据采集、通信和控制功能, 能够实时获取电网状态、负荷信息和故障数据, 并与控制中心进行实时通信^[1]。传感器的应用使得系统能够感知电流、电压、功率等关键参数, 从而提供准确的电网状态信息。通信网络的建立和发展则保证了各个设备之间的数据传输和信息交换, 实现了配网自动化系统的整体联动。

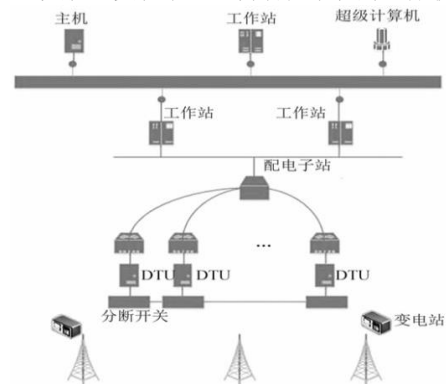


图 1 配电网供电结构图

配网自动化技术主要包括故障检测与诊断、故障隔离与恢复、负荷管理和网络优化等方面的功能。故障检测与诊断利用数据采集和智能算法,实现对电网异常情况的及时发现和定位,以及故障类型和位置的准确诊断。故障隔离与恢复通过智能开关和自动重构技术,快速隔离故障区域,并实现对未受影响区域的供电恢复。负荷管理和网络优化利用实时负荷数据和智能调度算法,实现对负荷的合理分配和优化,以提高供电的稳定性和效率。

1.2 国内外配网自动化发展现状

国内外配网自动化技术的发展在近年来取得了长足的进步,其历史背景和现状反映了不同国家和地区在能源管理和电力系统优化方面的不同重点和发展路径。国内配网自动化技术的发展始于20世纪末,随着中国经济的快速增长和城市化进程的加速,对电力系统的可靠性和效率要求不断提高,促使了配网自动化技术的迅速发展。我国在配网自动化领域进行了大量的研究和实践,建立了一系列标准和规范,并在智能感知、数据分析和控制算法等关键技术方面取得了一定成果。同时,国内一些大型电力企业和科研机构也积极开展了配网自动化系统的建设和应用,取得了一些成功的应用案例。与国外相比,国外在配网自动化技术方面的发展历史较早,成熟度也较高。欧美等发达国家在配网自动化方面已经积累了丰富的经验和规范,并建立了较为完善的标准体系和技术规范。这些国家在智能感知、通信网络和控制算法等方面处于领先地位,并在智能配电网、分布式能源管理和可再生能源接入等领域取得了一系列成功的应用案例。

在国内外配网自动化领域的研究热点和趋势方面,智能配电网、分布式能源管理和可再生能源接入等是当前的主要关注点。智能配电网技术旨在通过智能感知、数据分析和控制算法等手段,实现对电网的智能化管理和优化调度,提高供电可靠性和灵活性。分布式能源管理技术则致力于实现对分布式能源的有效管理和利用,促进电力系统的绿色发展和可持续性。同时,随着可再生能源接入比例的不断增加,对配网自动化技术的需求也日益增加,需要进一步研究和探索如何有效地实现可再生能源的接入和调度,以实现电力系统的安全稳定运行。综上所述,国内外配网自动化技术在不断发展和完善,但仍面临着一些挑战和机遇,需要不断加强研究和创新,推动配网自动化技术的进一步应用和推广。

2 配网自动化系统的结构组成与功能分析

在配电线路结构图中,我们可以看到配电系统的基本组成和工作原理。图2中展示了一个典型的配电线路结构,包括了重合器和分段器等重要设备的示意图。

首先,我们可以看到电流经过了标记为FD2和FD4的分段器。分段器是配网自动化系统中的关键设备,具有隔离断口功能。在图中,如果电流经过FD2和FD4时,分段器的保护范围内出现过流或者短路永久性事故,将会触

发分段器的保护机制,通过控制器记录后备保护开断故障电流的次数,并根据设定的记忆次数进行故障电流的分闸闭锁操作,以实现故障电流的有效隔离保护。其次,图中还显示了重合器CH1和CH2。重合器是配网自动化的重要组成部分,一般设置于户外线路,能够对电路的瞬时故障进行快速恢复,实现永久性故障隔离与自动重合。在配网自动化运行中,重合器按照设定的电路分段与重合顺序,根据电路运行情况实现电路的自行开断与重合操作。重合器的动作也会促使与其连接的其他没有故障的线路进行重合,以支持配电网线路的正常运行^[2]。总之,图2展示了配电线路结构及配网自动化系统中重合器和分段器等重要设备的工作原理和作用。这些设备在配电网运行中发挥着至关重要的作用,保障了供电系统的安全稳定运行。

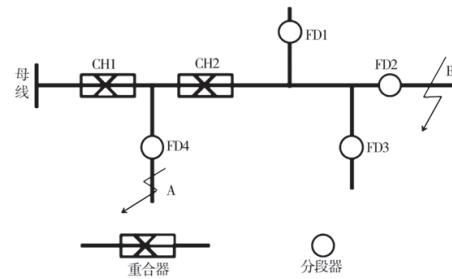


图2 配电线路结构

3 配网自动化的可靠性影响分析

3.1 故障检测与诊断的影响

配网自动化系统在故障检测与诊断方面发挥着关键作用。通过智能感知和数据分析技术,配网自动化系统能够实时监测配电网的运行状态,对电力参数进行持续监测和分析,从而快速识别任何潜在的故障点,并准确地进行定位。配网自动化系统利用智能感知技术,配备了各种传感器和监测设备,可以实时获取配电网各个节点的电流、电压、频率等关键参数数据。这些数据被传输到数据中心或监控中心,通过数据分析算法进行处理和分析。系统可以对电力参数进行实时监测和分析,发现异常情况,如电压异常、电流突变等,从而确定是否存在潜在故障。配网自动化系统利用先进的数据分析技术,对收集到的大量数据进行处理和分析。系统可以利用机器学习、人工智能等算法,对历史数据进行比对和分析,建立故障模型,并通过模式识别技术来识别电网中的异常情况和故障特征。一旦发现故障迹象,系统会立即发出警报,并指示运维人员对可能的故障点进行检查和处理。配网自动化系统的快速故障检测与诊断功能能够大幅缩短故障排除时间。传统上,故障排查通常需要耗费大量的人力和时间,特别是在大型配电网中,往往需要数小时甚至数天才能准确定位故障点。而配网自动化系统可以在故障发生后立即发出警报,并提供准确的故障位置信息,大大缩短了故障排除的时间。这不仅降低了故障对用户的影响,减少了停电时间,也提高了供电可靠性,保障了电力系统的稳定运行。

3.2 故障隔离与恢复的影响

配网自动化系统通过智能感知和数据分析技术,配网自动化系统能够快速响应故障事件,根据故障诊断结果,迅速实施故障隔离和局部恢复措施,以最小化故障范围,缩短停电时间,从而提高供电可靠性。配网自动化系统在接收到故障警报后,基于智能感知和数据分析技术,系统能够准确判断故障的具体位置和范围,快速定位故障点,并确定受影响的电网区域。通过智能控制系统,系统可以自动切断故障节点与其他节点的连接,将故障隔离,防止故障扩散。同时,系统还能够通过备用线路或其他电源源泉,快速实现对受影响区域的局部恢复供电,尽可能减少停电范围和时间。配网自动化系统的快速故障隔离与恢复功能通过及时隔离故障节点和迅速恢复供电,系统可以有效减少故障对用户的影响,最大限度地降低停电时间,保障用户的正常用电需求。此外,快速响应故障事件还有助于减少供电中断对生产、交通和生活等方面的不利影响,提高了电力系统的抗灾能力和应急响应能力。

3.3 负荷管理和网络优化的影响

配网自动化系统在负荷管理和网络优化方面发挥着关键作用。通过实时监测和控制技术,系统能够对负荷进行精细化管理和动态优化,实现负荷均衡和网络负载优化,从而提高电力系统的运行效率和稳定性,降低过载和拥塞风险,进而提高供电可靠性。配网自动化系统通过实时监测各个节点的电流、电压、频率等关键参数,能够准确了解电力系统的负荷状况。系统可以根据负荷的实时变化情况,对各个节点进行精细化管理和动态调整,以实现负荷均衡。通过将负载合理分配到各个节点,系统可以最大限度地利用电力资源,避免部分节点负载过重而引发的过载风险。系统可以根据实时监测到的数据,预测未来的负荷需求,并合理调整电力系统的运行状态,以适应负荷变化的需求。通过优化调度,系统可以有效减少系统中的拥塞点和瓶颈,提高电力系统的运行效率和稳定性,降低故障发生的风险。通过实时监测和调整负荷,系统可以避免因负荷过重而引发的设备过载和电网拥塞,降低供电系统发生故障的概率。同时,优化调度能够提高电力系统的运行效率,减少能源浪费,进一步保障了供电的可靠性和稳定性。

3.4 容错性和可靠性设计的影响

配网自动化系统的容错性和可靠性设计是确保电力系统稳定运行的关键因素。通过具备较强的容错性和可靠性设计,配网自动化系统能够在部分设备故障或通信中断情况下,依然维持系统的基本运行,保障供电的可靠性。首先,配网自动化系统采用了多层次的容错设计策略。系统中的各个模块和组件都经过精心设计,具备了冗余备份和自动切换功能。当系统中的某个设备出现故障时,自动化系统会立即自动切换至备用设备,保障系统的连续运行。

这种容错设计能够有效降低系统单点故障的影响,提高了系统的稳定性和可用性。其次,配网自动化系统采用了先进的通信技术,具备了多通道、多路径的通信网络。即使在部分通信路径中断或通信设备故障的情况下,系统仍然能够通过其他通信路径或备用通信设备进行数据交换和信息传输,保证了系统的通信连通性和数据传输的可靠性。此外,配网自动化系统还具备了智能的故障自愈功能。当系统发生故障或异常情况时,自动化系统能够快速检测并识别故障原因,并采取相应的措施进行自动修复或恢复。这种智能的故障自愈功能能够大幅减少故障对系统运行的影响,保障了系统的稳定运行^[3]。总之,配网自动化系统通过多层次的容错设计、先进的通信技术和智能的故障自愈功能,系统能够在面对设备故障或通信中断等异常情况时,依然保持系统的基本运行,最大限度地减少了故障对系统的影响,从而提高了电力系统的稳定性和可用性,确保了供电的可靠性。

4 配网自动化建设现状及优化措施

配网自动化建设在电力系统中扮演着越来越重要的角色,以提高供电可靠性、优化运行效率、降低运维成本为目标,其现状与优化措施体现了电力行业的发展趋势和技术创新。随着智能技术的不断发展和成熟,越来越多的电力企业开始投入到配网自动化系统的建设中。比如智能感知、数据通信、数据分析、控制算法等多个方面,能够实现配电网运行状态的实时监测、智能诊断和快速响应。国内外许多地区已经部署了配网自动化系统,并取得了明显的经济和社会效益。

配网自动化建设仍面临一些挑战和问题。首先是技术标准和规范的制定与推广。由于配网自动化技术的应用涉及到多个领域,各种设备和系统的兼容性、互操作性成为了一个重要问题。因此,需要建立统一的技术标准和规范,推动产业链上下游的协同发展,加快配网自动化技术的应用和推广。其次是数据安全与隐私保护。随着配网自动化系统的普及,大量的电力数据被实时采集和处理,涉及用户隐私和商业机密等敏感信息。因此,需要加强数据安全技术的研究和应用,建立健全的数据安全管理制度,保护用户隐私和电力企业的商业利益。另外,配网自动化系统的运维和维护也是一个重要问题。传统的配电网运维模式主要依靠人工巡检和维护,效率低下且容易出现漏检漏修等问题。因此,需要加大对配网自动化系统运维人员的培训和技术支持,提高其运维水平和工作效率,确保系统的稳定运行。此外,随着智能技术的不断发展,未来配网自动化建设还将面临更多的机遇和挑战。例如,人工智能、大数据分析、物联网等新技术的应用将进一步提升配网自动化系统的智能化水平和运行效率,为电力行业的可持续发展注入新动力。

5 结束语

随着科技的不断进步和电力行业的快速发展,配网自

动化技术在电网建设中的应用日益广泛,为提高供电可靠性和运行效率提供了重要支撑。为了进一步推动配网自动化建设,我们需要加强技术创新和研发投入,提升系统的智能化水平和数据处理能力。同时,还需要加强人才培养和技术交流,积极探索符合国情的配网自动化解决方案,推动电力行业迈向更加智能化、高效化的未来。随着不断的努力和探索,相信配网自动化技术将为电力行业带来更多的创新和发展机遇,为人们的生活和生产提供更加可靠、安全、高效的电力保障。

[参考文献]

[1]郭威. 配电线路故障类型辨识及故障选线定位方法的

研究[D]. 河北:华北电力大学(北京),2023.

[2]林旭,蔡新雷,孟子杰,等. 基于双层混合整数优化的有源主动配电网电压调控设计方法[J]. 高电压技术,2023,49(1):78-84.

[3]郝玲,陈磊,徐飞,等. 基于智能融合终端的新型配电网协同自治调控运营模式及关键技术[J]. 全球能源互联网,2023,6(5):459-472.

作者简介:曹丽佳(1992.12—),毕业院校:中国电力科学研究院,所学专业:电力系统及其自动化,当前就职单位:国网石家庄供电公司,职务:配电运检工,职称级别:工程师。