

自动化技术在电力系统配电网工程中的应用探讨

董延新

新疆宏远建设集团有限公司

摘要：随着科学技术的不断进步和社会经济的快速发展，电力系统在现代社会中扮演着至关重要的角色。而电力系统的配电网工程则是电力系统中的重要组成部分，它负责将高压输电线路传输的电能分配到各个终端用户，直接影响着电力供应的稳定性和可靠性。近年来，随着自动化技术的不断发展和应用，其在电力系统配电网工程中的应用日益广泛，为提高配电网运行效率、优化能源利用、提升供电质量和可靠性等方面带来了重要的变革。论文将就自动化技术在电力系统配电网工程中的应用进行探讨，以为电力系统自动化技术的进一步应用提供理论指导和实践参考。

关键词：自动化技术；电力系统；配电网工程；工程应用

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2022.10.127

通过自动化技术，可以实现对配电设备的远程监控和管理，及时发现和解决潜在问题，提高了配电系统的运行效率和可靠性。同时，自动化技术还可以实现对电力系统数据的实时采集和分析，帮助电力系统运营商更加科学地制定运行策略，优化能源调度，提高供电质量和稳定性。

一、配电网自动化技术的概述

配电网自动化技术作为现代电力系统的重要组成部分，旨在提高配电网运行的智能化、高效化和可靠化水平，从而满足日益增长的电力需求，保障电力系统的安全稳定运行。首先，配电网自动化技术的概述需要从其基本原理和目标开始。配电网自动化技术主要包括对电力系统中各个环节的智能化监控、控制和管理。这包括对配电设备、线路、开关、变压器等的状态监测与诊断，以及对配电网运行情况进行实时监控和优化调度。其目标在于提高配电网的运行效率、降低运维成本、提升供电质量和可靠性。其次，配电网自动化技术的核心应用包括智能设备的应用、远程监控与管理、数据分析与优化等方面。智能设备的应用使得配电设备能够实现自动化的检测和控制，提高了设备的智能化水平和运行效率。远程监控与管理技术则实现了对配电设备的远程监视和实时响应，提高了配电网的故障诊断和处理能力。数据分析与优化技术则通过对配电系统数据的采集和分析，帮助电力系统运营商更加科学地制定运行策略，优化能源调度，提高供电质量和稳定性。此外，配电网自动化技术还面临着一系列挑战和问题，如数据安全、系统稳定性、设备兼容性等方面的挑战。因此，针对这些挑战，需要不断加强技术研发和应用推广，提高配电网自动化技术的可靠性和安全性。

二、配电网自动化技术的发展现状

随着电力系统的现代化和智能化发展，配电网自动化技术正处于快速发展的阶段。配电网自动化技术的发展现状涵盖了多个方面，包括技术水平、应用领域、市场需求和发展趋势等方面的情况。首先，从技术水平来看，配电网自动化技术已经取得了显著的进展。智能化设备的广泛应用、远程监控与管理系统的建设、数据分析与优化技术的不断提升，使得配电网自动化技术在技术水平上不断提高。智能化设备的普及和远程监控技术的成熟化，为配电网自动化提供了可靠的技术支持。其次，从应用领域来看，配电网自动化技术的应用已经涵盖了城市配电、农村电网、工业用电等多个领域。在城市配电方面，自动化技术已经广泛应用于城市供电网络的建设和运行管理中，提高了城市供电的可靠性和稳定性。在农村电网方面，自动化技术正在加速普及，为农村电网的现代化建设提供了重要支持。在工业用电方面，自动化技术的应用使得工业生产能够更加智能化、高效化，提高了工业用电的安全性和稳定性。此外，从市场需求来看，随着社会经济的发展和人民生活水平的提高，对电力供应的稳定性和可靠性要求越来越高，这就对配电网自动化技术提出了更高的要求。市场对于智能化设备、远程监控系统 and 数据分析技术的需求不断增长，促进了配电网自动化技术的发展和應用。最后，从发展趋势来看，配电网自动化技术将会越来越趋向于智能化、高效化和可靠化。随着人工智能、大数据、物联网等技术的不断发展和应用，配电网自动化技术将会更加智能化，实现对配电系统的自主诊断和自适应控制。同时，自动化技术还将更加注重能源的节约利用和环境保护，推动电力系统向可持续发展的方向迈进。

三、自动化技术在电力系统配电网工程中的应用

1. 智能配电网

智能配电网是自动化技术在电力系统配电网工程中应用的重要体现。它通过先进的信息通信技术、智能控制技术、现代化管理技术等,实现了对配电网的智能化监控、自动化控制和优化管理,大幅提升了配电网的安全可靠性和运行效率。智能配电网的核心是建立起一个全面的信息化平台,通过先进的遥测、遥控和遥信系统,将配电网各环节的运行数据实时采集回传至主站,并在此基础上完成故障诊断、负荷预测、线路重配、无功优化等智能化管理。配电网各元件的运行状态、负荷信息、故障位置等都可以通过此系统及时获知,为运维人员的快速响应和科学决策提供了有力支持。同时,智能配电网还广泛应用了分布式自动化技术。在配电网的各级线路、变电站等关键节点,部署了具有本地数据处理和控制能力的智能终端,实现了对该节点设备的自动运行控制和故障隔离,避免了单点故障的大范围扩散。通过各智能终端互联和与主站的无缝集成,形成了一个智能分布式控制系统。另外,智能配电网还引入了电能计量自动化技术。通过在用户侧和变电所侧安装电能计量装置,可以实现配电网中的用电信息自动采集、传输和管理,为电能营销和节能减排提供数据支撑。一些先进的电能计量装置还具备负荷控制功能,实现对关键用户和高负荷区域的智能用电管理。智能配电网的应用不仅提高了供电可靠率,缩短了故障抢修时间,还优化了运行方式,降低了线损和无功损耗,从而大幅提高了配电网的运营效率。与此同时,智能配电网的广泛应用也为电力系统的智能化发展奠定了坚实基础,是实现智能电网的重要一环。

2. 电力自动化装置

电力自动化装置是自动化技术在配电网工程中的重要应用体现。这些装置通过智能化控制和执行机构,实现了配电网关键设备的自动检测、自动控制和自动保护,大大提高了配电网的可靠性和安全运行水平。智能终端是电力自动化装置的核心组成部分。这些终端分布在配电网各节点,集成了先进的数据采集、处理和控制功能。它们可以实时监视所在节点设备的运行状态,一旦发生故障或异常,立即执行预设的保护动作,快速实现故障隔离和负荷转移,避免故障扩大。同时终端还负责向上级系统报警,为人工干预提供依据。智能开关设备是另一类重要的电力自动化装置。在配电网各节点,都安装了各种智能开关,如智能断路器、智能负荷开关等。这些开关由终端控制,可根据网络状态自动跳闸或合闸,实现对线路、负荷等的自动切换管理,发挥自动化保护和自动化分段的作用。先进的智能开关设备还具

有自检功能,可自动诊断自身故障,提高系统可靠性。电力电子装置也是配电网自动化不可或缺的一部分。它们主要包括无功自动补偿装置、有源滤波装置等。这些装置可实时检测无功功率、谐波等,并自动调节补偿量,优化电能质量。同时还具备自动控制、自动诊断、自动报警等功能,实现了电能质量的智能化管理。此外,一些新型电力传感装置也为配电网自动化提供了重要支持。如在线监测系统可实时采集电缆沿线温度、沿路红外等数据,预测和预警电缆故障隐患;智能变电站巡检机器人可自主巡查变电站关键设备,提高故障发现率和响应速度。电力自动化装置的广泛应用,使配电网具备了自我监测、自我诊断、自我保护、自我修复的能力,极大地提高了供电可靠性和智能化管理水平。这也为配电网向智能电网方向发展奠定了基础。但同时,电力自动化装置给运维管理带来了新的挑战,需要配备先进的远程监控和控制系统,并培养专业的运维队伍。

3. 先进的智能监测设备

先进的智能监测设备是电力系统配电网工程中自动化技术应用的重要组成部分。这些设备通过先进的传感技术、数据采集和处理技术,可以实时全面监测配电网各环节的运行状态,为配电网的安全高效运行提供了有力支持。在配电网的关键节点,安装有智能化的在线监测设备,如在线监测电力电缆温度、阻泻等状态参数的电缆监测系统;监测隔离开关、断路器等开关设备操作状态的智能开关监测系统;监测变压器负荷、温升等运行状况的智能变压器监测系统等。这些系统可以实时采集监测点的数据,并通过数据分析模型对设备状态进行智能诊断,一旦发现异常或故障隐患,会及时发出预警,为运维人员的检修决策提供依据。同时,无线传感网络技术也大量应用于配电网的监测领域。通过在线路杆塔、设备外表等位置安装各类智能传感器,并利用无线自组网技术互联互通,形成了一张覆盖整个配电网的感知层。这些传感器可以实时采集沿线的环境温度、振动、红外等数据,对线路通廊进行智能巡视,大大提高了对重要设备和线路环境的监测能力。此外,先进的视频监控系統、机器人巡检系統等技术装备也被广泛应用。高清智能视频监控可以远程监视变电站、场站等重要场所;智能巡检机器人则可代替人工对这些场所进行全天候的自主巡视和检查,极大提高了运维效率和安全性。先进的智能监测设备极大地扩展了配电网的感知能力,实现了对运行状态的实时全面监测。海量的监测数据通过云计算、大数据等先进技术进行分析挖掘,不仅为故障诊断和预警提供了支持,更为资产管理、运维优

化等提供了数据依据,有助于建立起科学的预测性维护模式。同时,先进的智能监测设备与配电网的自动化控制系统深度融合,有助于实现状态感知、故障识别和自动化处理的无缝衔接,提高配电网的智能化运维水平。但智能监测设备的投资和运维成本较高,需要可靠的通信网络和大数据处理平台的支撑,这对电网公司也提出了新的挑战。

4. 自动化控制策略

自动化控制策略是自动化技术在电力系统配电网工程中的核心应用,对提高配电网的智能化管控水平、优化配电网运行至关重要。先进的自动化控制策略通常基于配电网的实时监测数据,综合考虑电网的拓扑结构、负荷曲线、设备状态等多方面信息,利用优化算法对配电网的运行模式进行自动化控制和优化调度。其中一个重要的控制策略就是配电网自动化无功优化控制。该策略根据线路无功分布情况,自动计算出各节点的最佳无功补偿量,通过自动投切各补偿装置达到无功优化的目标,降低线损和提高电压质量。另一个重要的自动化控制策略是自动化潮流配置。通过实时监测负荷分布和网络拓扑变化情况,自动计算各电源点的潮流引入方式,自动控制开关状态,优化潮流分布,达到减少线损、提高可靠性的目标。对于备用电源的自动切换控制、潮流自动分拆控制等也都有较为成熟的控制策略。线损管理控制策略也是自动化控制的一个重点领域。该策略基于负荷预测,自动优化母线电压和电容器投切,调节潮流分布,采用最经济的运行方式降低线损。同时,结合时间电价策略对关键负荷进行错峰控制,进一步降低运营成本。配电网自动化故障控制策略同样至关重要。该策略基于监测数据对故障进行自动识别、自动定位,然后自动控制开关动作实现故障快速隔离,自动调整网络结构实现负荷转移或重构备用回路,最大程度减少故障损失。先进的故障控制策略还能自动调整保护装置定值,提高系统灵活性。此外,一些新兴的自动化控制策略也逐步应用,如基于微网的自动化能源管理控制、基于区域能量路由器的自动化能流控制等,这些策略将使配电网具备更强的自治能力和柔性适应能力。但任何自动化控制策略的有效性都建立在配电网实时监测与通信系统基础之上。只有获得准确及时的状态数据,并具备可靠的控制通道,才能实现高质量的自动化控制。因此,自动化控制策略需要与先进的监测技术和通信技术相结合,与电网实际情况相适应,形成集成的智能控制系统。

5. 信息化技术

信息化技术是实现配电网自动化的重要支撑,在配电网工程中发挥着越来越重要的作用。信息化技术为配电网的自动化监控、智能控制和高效管理提供了技术基础和数据支撑。首先,先进的通信技术为配电网自动化奠定了网络基础。在配电网各个节点广泛部署了各种智能终端和自动化装置,这些设备需要可靠的通信网络来传输海量的实时数据和控制指令。目前,电力专用的窄带物联网通信技术(NB-IoT)正在配电网中大规模应用,可以高效组网、低功耗、抗干扰,满足配电网对通信网络的可靠性和实时性要求。其次,大数据和人工智能技术为配电网自动化提供了强大的分析和决策支持。海量的监测数据通过大数据平台进行采集、存储和处理,并结合机器学习等人工智能算法进行深度分析和知识挖掘,形成对电网运行状态的准确评估,并自动生成控制策略,实现“自动化决策”。此外,地理信息系统(GIS)、全分布式能源管理系统(DERMS)等新一代信息系统也被广泛应用。GIS为配电网各元件的位置分布、状态监测和运维管理提供直观可视化支持。而DERMS则将分布式电源、储能装置、智能负荷等新型电力元件纳入统一的能源管理体系,为配电网的灵活调节和可再生能源消纳提供解决方案。云计算、边缘计算等新兴技术也逐步在配电网自动化领域落地。通过将控制策略部署在边缘节点,可以极大降低时延,提高自动化响应速度。同时借助云计算平台,可实现多能源协调优化,提升自动化管控水平。

结束语

自动化技术在电力系统配电网工程中的应用是当前电力行业发展的一个重要方向,其不仅提高了配电网运行效率,优化了能源利用,还提升了供电质量和可靠性。通过对自动化技术在配电网工程中的应用进行探讨和分析,希望能够进一步推动自动化技术在电力系统领域的广泛应用,并为电力系统的安全稳定运行和可持续发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1]王平,张毅,周智,等.关于电力自动化系统技术在配电网运行管理中的应用探讨[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2017(1):00169-00169.
- [2]徐晓亮.电力系统配电网中自动化技术的运用[J].商品与质量,2016,000(008):347-348.
- [3]李兴旺.电力自动化系统技术在配电网安全运行中的应用[J].电子技术与软件工程,2018(16):1.
- [4]尚黎明.电力自动化系统在配电网运行管理中的应用[J].建筑工程技术与设计,2017.