

# 电力系统配电网自动化现状及前景

杨帆 李丽

固原农村电力服务有限公司 宁夏 固原 756000

**摘要:** 电力系统配电网自动化是指利用先进的控制与通信技术,对电力系统配电网进行远程监测和管理的一种系统。本文全面剖析了电力系统配电网自动化的关键技术构成,包括馈线自动化、变电站自动化及配电管理系统,并深入探讨了其在应用现状与存在问题,还进一步展望了配电网自动化的未来发展趋势,包括智能化技术的深入应用、分布式电源的融合发展及电力电子技术的广泛应用,预示了配电网自动化将推动电力系统向更加智能、高效、可持续发展的方向发展。

**关键词:** 电力系统;配电网自动化;现状;前景

引言:随着现代社会对电力供应可靠性和质量要求的不断提高,电力系统配电网自动化成为提升电网运行效率和安全性的关键途径。本文首先概述了配电网自动化的三大关键技术构成,随后分析了这些技术在我国城市与农村配电网中的实际应用情况及当前存在的问题。在此基础上,探讨了配电网自动化的未来发展趋势及其对电力系统的整体影响,旨在为电力行业的技术进步和改革发展提供有益的参考和借鉴。

## 1 配电网自动化的关键技术构成

### 1.1 馈线自动化

馈线自动化是配电网自动化中最直接面向用户端的技术,其核心目标在于实现馈线故障的迅速检测、精准定位、高效隔离以及非故障区域的快速恢复供电。传统的馈线故障处理依赖于重合闸和备用电源自动投入装置,但这种方式往往效率低下,故障排查和恢复供电的时间较长,难以满足现代社会对供电可靠性和连续性的高要求。随着技术的进步,基于智能开关、馈线终端单元(FTU)和通信网络的馈线自动化方案应运而生。FTU作为馈线上的智能感知设备,能够实时采集馈线的电流、电压、功率等关键电气参数,并通过通信网络将这些数据实时回传至配电网控制中心。当馈线发生故障时,FTU能够依据预设的逻辑迅速判断故障类型,如短路、接地等,并精准锁定故障位置<sup>[1]</sup>。随后,控制中心根据FTU上传的数据和故障定位结果,操控智能开关进行故障隔离,同时协调相邻开关的动作,以确保非故障区域能够迅速恢复供电。

### 1.2 变电站自动化

变电站作为配电网的重要节点,其自动化水平直接影响到整个配电网的运行效率 and 安全性。传统的变电站管理依赖人工巡检和就地操作,不仅效率低下,而且

容易出错。随着传感器技术、智能二次设备和通信技术的快速发展,变电站自动化已成为可能。变电站自动化通过大量传感器细密采集变压器、断路器、隔离开关等关键设备的运行参数,如温度、电流、电压等,并将这些数据通过通信网络实时传输至监控系统。运维人员通过远程监控系统,就能够实时了解设备的运行状态,及时发现并处理异常。一旦设备发生故障或异常,继电保护装置会迅速动作,跳闸隔离故障,从而保护电网的安全稳定运行。此外,设备状态监测系统也是变电站自动化的重要组成部分。该系统利用油色谱分析、局部放电监测等先进技术,对设备的运行状态进行实时监测和分析,预判设备的潜在故障,为提前检修和维护提供有力支持。这不仅提高了设备的可靠性和使用寿命,还降低了运维成本和安全风险。

### 1.3 配电管理系统(DMS)

配电管理系统(DMS)是配电网规划、运行和管理的核心中枢,它整合了地理信息系统(GIS)、停电管理系统(OMS)、负荷管理系统(LMS)等多元子系统,为配电网的智能化管理提供了强大的技术支持。GIS作为DMS的基础,能够直观呈现配电网的地理分布和拓扑结构,精准定位设备的地理位置。这不仅为线路规划、故障抢修等提供了准确的基础数据,还为运维人员提供了直观的可视化界面,便于他们快速了解配电网的整体布局和运行状态。OMS则负责高效管理停电流程。从计划停电的发布、用户通知,到抢修进度的跟踪、复电确认,OMS都能实现全程可视化管控。这不仅提高了停电管理的效率和透明度,还减少了因停电给用户带来的不便和损失。LMS则实时监测负荷的变动情况,预测负荷的走势。通过LMS,调度人员能够及时了解配电网的负荷状况,合理调配资源,避免过载和欠载现象的发生。

这不仅提高了配电网的运行效率，还确保了电网的安全稳定运行。

## 2 电力系统配电网自动化的现状

### 2.1 电力系统配电网自动化的应用规模

(1) 城市配电网中的应用。在我国城市配电网中，配电网自动化的应用已经取得了一定的成果。许多大城市已经逐步建立起了较为完善的配电网自动化系统。例如一线城市，在核心城区基本实现了馈线自动化功能的全覆盖。通过馈线自动化系统，当馈线上发生故障时，可以在很短的时间内（通常在几分钟内）定位故障点并隔离故障，大大缩短了停电时间，提高了供电可靠性。城市中的配电管理系统也在不断升级，能够对城市庞大而复杂的配电网进行有效的管理和优化调度，提高了电力资源的利用效率。(2) 农村配电网中的应用。随着农村电网改造升级工程的推进，配电网自动化在农村地区也开始逐步推广。虽然农村配电网相对于城市配电网规模较小且分布较为分散，但自动化技术的应用也带来了显著的改善。例如，在一些农村地区安装了智能电表和远程抄表系统，实现了电费的自动抄收，提高了抄表的准确性和效率，降低了人工成本<sup>[2]</sup>。部分农村地区也开始应用简单的馈线自动化技术，在遇到故障时能够更快地恢复供电，提高了农村地区供电的可靠性，促进了农村经济的发展。

### 2.2 技术应用水平

(1) 故障诊断与处理能力。在故障诊断方面，目前的配电网自动化系统已经具备了较为先进的技术手段。通过在配电网中安装大量的传感器，如电流互感器、电压互感器等，可以实时监测配电网的运行参数。当故障发生时，系统可以根据监测到的异常参数变化迅速判断故障类型，如短路故障、接地故障等。在故障处理上，馈线自动化技术能够实现故障的快速定位、隔离和非故障区域的快速恢复供电。例如，一些基于智能开关和通信技术的馈线自动化系统，可以在1-2分钟内实现故障隔离，并在3-5分钟内恢复非故障区域的供电，大大提高了供电可靠性。(2) 电力资源优化调度能力。配电管理系统通过对配电网运行数据的分析，可以实现电力资源的优化调度。在不同的用电时段，根据负荷的变化情况，系统可以调整变压器的运行状态，如调整变压器的分接头以优化电压，或者调整电容器组的投切以改善功率因数。通过对分布式电源（如太阳能光伏发电、小型风力发电等）的接入管理，配电管理系统可以合理安排分布式电源的发电计划，使其与电网的负荷需求相匹配，提高整个配电网的能源利用效率。

### 2.3 存在的问题

(1) 技术标准不统一。目前我国配电网自动化技术标准存在不统一的问题，不同地区、不同设备供应商采用的技术标准和通信协议存在差异。例如，在一些地区，部分老旧设备采用的通信协议与新设备不兼容，这给配电网自动化系统的集成和升级带来了困难。当需要对整个配电网自动化系统进行扩展或者更新设备时，由于技术标准的不统一，可能需要对原有设备进行改造或者更换，增加了成本和实施难度。(2) 设备可靠性有待提高。配电网自动化系统中的一些设备，如智能开关、传感器等，在实际运行中存在可靠性问题。由于配电网的运行环境较为复杂，如恶劣的天气条件、电磁干扰等，可能会影响设备的正常运行。一些智能开关可能会出现误动作或者拒动作的情况，传感器的测量精度也可能受到环境因素的影响而降低。这不仅会影响配电网自动化系统的正常运行，还可能导致故障诊断和处理的错误，降低供电可靠性。(3) 数据管理与安全问题。配电网自动化系统会产生大量的数据，如电力运行数据、设备状态数据等。目前在数据管理方面存在一些问题，例如数据存储的格式不统一、数据质量参差不齐等。数据安全也面临威胁，随着配电网自动化系统与外部网络的连接越来越紧密，如与电力企业的管理信息系统、用户端的智能设备等进行信息交互，网络攻击的风险也在增加<sup>[3]</sup>。一旦数据被篡改或者泄露，可能会影响配电网的正常运行，甚至会对电力系统的安全造成严重威胁。

## 3 电力系统配电网自动化的前景

### 3.1 技术发展趋势

(1) 智能化技术的应用。随着人工智能、大数据、物联网等智能化技术的不断发展，配电网自动化将向更加智能化的方向发展。人工智能技术可以应用于配电网的故障诊断和预测，通过对大量历史数据的学习和分析，能够更加准确地预测故障的发生，并在故障发生前采取相应的预防措施。大数据技术可以对配电网运行过程中产生的海量数据进行深度挖掘，为配电网的优化运行提供更多有价值的信息，如负荷预测、设备健康状态评估等。物联网技术将使配电网中的所有设备实现互联互通，形成一个庞大的智能网络，提高设备之间的协同工作能力。(2) 分布式电源与配电网的融合发展。随着可再生能源的不断发展，分布式电源（如太阳能、风能等）在配电网中的接入比例将不断提高。未来，配电网自动化需要更好地适应分布式电源的接入。一方面，要实现分布式电源的有效控制和管理，确保分布式电源的接入不会对配电网的电压、频率等运行参数产生负

面影响。例如,通过控制分布式电源的输出功率,使其与配电网的负荷需求相匹配。另一方面,要充分利用分布式电源的灵活性,将其作为配电网的一种补充电源,提高配电网的供电可靠性和能源利用效率。(3)电力电子技术的广泛应用。电力电子设备如静止无功发生器(SVG)、有源电力滤波器(APF)等可以对配电网的无功功率进行动态补偿,改善配电网的功率因数,减少无功损耗。电力电子技术还可以用于电压调节,通过快速调整电压幅值,实现配电网电压的稳定控制。在未来,随着电力电子技术的不断发展,其在配电网自动化中的应用将更加多样化,为配电网的高效运行提供更多的技术手段。

### 3.2 市场发展趋势

(1)市场规模的持续扩大。随着我国经济的不断发展和电力需求的持续增长,配电网自动化市场规模将持续扩大。一方面,城市配电网的升级改造将不断推进,对配电网自动化设备和技术的的需求将不断增加。例如,为了提高城市供电的可靠性和智能化水平,城市配电网将不断更新智能开关、智能电表等设备,并进一步完善配电管理系统。另一方面,农村配电网的建设也将逐步向自动化方向发展,随着农村经济的发展和农村居民对电力质量要求的提高,农村配电网自动化市场也将迎来广阔的发展空间。(2)企业竞争格局的变化。在配电网自动化市场中,目前已经有众多企业参与竞争。随着市场规模的扩大和技术的发展,企业竞争格局将发生变化。一方面,技术实力强、产品质量高的企业将在市场竞争中占据优势地位。这些企业将通过不断研发创新,提高产品的智能化水平和可靠性,从而赢得更多的市场份额<sup>[4]</sup>。另一方面,随着市场的整合,一些小型企业可能会被大型企业兼并或者淘汰,市场集中度将逐渐提高。

### 3.3 对电力系统的整体影响

(1)提高供电可靠性和质量。配电网自动化的发展将显著提高供电可靠性和质量,通过快速的故障诊断和处理,配电网的停电时间将大大缩短,减少了因停电给用户带来的不便和经济损失。通过优化电力资源调度和

电压控制,用户端的电压质量将得到改善,减少了电压波动、闪变等问题,提高了用户用电设备的使用寿命和运行效率。(2)促进能源的可持续发展。配电网自动化的发展有利于促进能源的可持续发展,随着分布式电源的接入和有效管理,可再生能源在电力系统中的利用率将提高,减少了对传统化石能源的依赖。通过提高配电网的能源利用效率,减少了电力传输过程中的损耗,降低了能源消耗,符合可持续发展的理念。(3)推动电力体制改革。配电网自动化的发展将推动电力体制改革,随着配电网自动化水平的提高,电力系统的运营管理将更加智能化和精细化<sup>[5]</sup>。这将促使电力企业在管理模式、运营机制等方面进行改革,如加强对用户需求侧的管理,提供更加个性化的电力服务等。配电网自动化也为电力市场的开放和竞争提供了技术支撑,有利于打破传统电力行业的垄断局面,促进电力市场的健康发展。

### 结语

综上所述,电力系统配电网自动化作为现代电网发展的重要方向,其关键技术构成和应用现状展示了显著的成效与广阔的前景。面对当前存在的挑战,电力行业需持续加强技术创新与标准化建设,提升设备可靠性和数据管理水平。未来,随着智能化、分布式电源及电力电子技术的深入融合,配电网自动化将引领电力系统迈向更加智能、绿色、高效的新时代,为经济社会发展提供坚实可靠的电力保障。

### 参考文献

- [1]刘锦涛.电力系统配电网自动化实现技术分析[J].通信电源技术,2023,40(7):89-91.
- [2]陶飞达,黄智鹏,王东芳,等.配电网故障智能诊断技术综述[J].机电工程技术,2020,49(1):16-18.
- [3]张艺馨,李璐,张春鸽,等.电力系统配电网自动化研究[J].电力系统装备,2022(11):118-120.
- [4]郁丹琦.电力系统配电网自动化技术的应用探讨[J].科技创新与生产力,2024,45(5):43-45,48.
- [5]屈梦禹.电力系统配电网自动化技术的研究[J].通信电源技术,2023,40(18):58-60.