

城市配网自动化及其配网规划的应用

张泽锋 徐振扬

国网宁夏电力有限公司宁东供电公司

摘要: 城市配网自动化及其配网规划是当前电力行业关注的重要议题之一。随着城市化进程的加速和电力需求的增长,传统的配电网已经难以满足日益复杂的供电需求。因此,引入自动化技术成为提升配网效率、提高供电可靠性和适应新能源接入的必然选择。本文从城市配网自动化的定义、发展背景和技术特点出发,探讨了自动化技术在配电网中的应用现状及未来趋势。随后,针对城市配网规划,分析了配网规划的重要性、影响因素和方法论。最后,提出了在城市配网自动化及其规划方面应关注的关键问题,并展望了未来城市配网的发展方向和挑战。本文旨在为城市配网自动化及其规划提供理论参考和实践指导,促进电力系统的智能化、安全可靠的发展。

关键词: 配网自动化; 配网规划; 城市配网

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2023.12.101

引言

现代城市(乃至全社会),电力供应已经成为其电力来源、社会生活和生产建设,对电力的依赖越来越紧密,电力供应状况的好坏,将直接影响城市乃至全社会的正常生产生活,以及城市网络规划的好坏,也直接影响城市网络建设和城市网络管理的正常运行。因此,城市网络规划是城市网络建设与发展,以及规划工作正常运行的基础,这不仅关系到城市网络自身的优缺点,而且直接影响到整个城市的建设与发展。

一、城市配网自动化概述

1. 城市配网自动化的功能

城市配网自动化的功能涵盖了多个方面,可以实时监测配电设备状态、电力负荷和故障情况,能够远程对配电网进行控制和调度,及时应对各种运行异常。利用数据分析、人工智能等技术,自动识别故障点位置和类型,并采取快速的恢复措施,最大程度减少故障对用户的影响。根据实时负荷情况和用户需求,进行负荷调节和优化,合理分配电力资源,提高供电效率和节能减排。应用智能开关、智能变压器等设备,实现设备自动化控制,提高配电设备的运行效率和可靠性。自动识别配电网中的潜在安全隐患,并实施隔离措施,确保电力系统的安全稳定运行。实时采集和分析配电网各个节点的数据,为系统运行优化和决策提供数据支持,管理可再生能源的接入和分布式发电系统的运行,确保新能源与传统能源的协调运行,利用智能化技术和数据分析,对配电网进行规划设计,提高系统的扩展性和适应性。

2. 城市配网自动化的特点

城市配网自动化利用先进的传感器技术、数据通信技术和智能控制算法,实现对配电网的智能监控、诊断

和控制,减少了对人工干预的依赖,提高了系统的自动化程度。实时监测配电网的运行状态和负荷情况,及时响应各种异常情况,采取相应的措施,以确保供电的持续稳定性。城市配网自动化系统设计灵活,可以根据城市电力需求的变化和新技术的应用进行调整和扩展,以适应不断变化的环境和需求,集成多种设备和子系统,实现各个部件之间的信息共享和互联互通,提高了系统的整体运行效率和协调性,采用了多重备份和故障自愈机制,提高了系统的可靠性和稳定性,并通过加密和认证等手段保障了系统的信息安全。

自动化技术的应用能够优化配电网的运行方式,减少能源浪费,提高能源利用效率,从而实现节能减排和环境保护的目标。使得配网自动化系统能够有效管理和调度可再生能源和分布式能源,提高了系统对新能源接纳的能力,促进了清洁能源的大规模应用。为用户提供更加智能化的用电服务,如智能电表、智能家居控制等,增强了用户对能源的参与度和控制权。

3. 城市配网自动化的结构

数据采集是城市配网自动化的基础,该系统通过安装在配电网各个关键节点的传感器、智能仪器等设备,实时采集配电设备的运行状态、电力负荷、电压、电流、频率等数据,并将这些数据传输到数据处理中心。通信网络负责将数据采集系统采集到的数据传输至数据处理中心,常见的通信方式包括有线通信(如光纤、以太网)、无线通信(如无线传感器网络、LTE、5G等),确保数据的及时性和可靠性。数据处理与存储系统对采集到的数据进行处理、分析和存储,通过数据挖掘、人工智能等技术,实现对配电网运行状态的监测、预测、诊断和控制,以及对故障的快速定位和处理。

智能控制与决策系统是城市配网自动化的核心部分，根据数据处理系统提供的信息和算法，实现对配电网的自动化控制和调度，包括负荷管理、故障诊断和恢复、设备控制等功能。其中配电网主站是城市配网自动化系统的中心节点，通常位于配电网的运营中心或监控中心，负责集中管理和监控整个配电网的运行状态，接收来自子站的数据，进行数据处理、分析和存储，制定配电网的运行策略、调度指令，并向子站下发控制指令，实现对配电网的远程监控、调度和控制。配电网子站是分布在配电网各个关键节点的终端设备，用于实时采集和传输配电设备的运行数据，负责采集配电设备的状态信息、负荷数据等，并将这些数据传输至主站，还能接收来自主站的控制指令，执行相应的操作，如设备开关控制、负荷调节等。

用户接口与服务系统提供给用户与配电网交互的界面，包括用户端的应用软件、智能电表、智能家居控制系统等，用户可以通过这些界面实时监测用电情况、参与用电调节、获得用电信息等服务。安全保护系统负责配电网的安全保护和隔离，包括过载保护、短路保护、接地保护等功能，确保配电网运行安全稳定。监控与管理中心是城市配网自动化系统的指挥中心，负责监控整个配电网的运行状态、负荷情况和故障信息，实施配电网的实时控制和调度，并提供决策支持和技术服务。

4. 城市配网自动化的通信网络

城市配网自动化的通信网络是实现配网自动化的重要基础，它负责将各个节点采集到的数据传输至数据处理中心，并接收来自中心的控制指令，以实现配电网的远程监控、调度和控制。通信网络的选择通常会考虑到通信距离、带宽、延迟、安全性、成本等因素，并根据实际情况采用多种技术相结合的方式，以确保配网自动化系统的稳定运行和高效性能。

城市配网自动化通信网络技术常见的有以下几种：光纤通信具有高速率、大带宽、抗干扰能力强等优点，适用于长距离的数据传输，常用于城市配网自动化的主干网通信。以太网技术常用于局域网（LAN）通信，可实现较快的数据传输速率，适用于配电网内部的数据传输。无线传感器网络（WSN）技术利用无线传感器节点构建自组织的网络，适用于分布广泛、节点密集的场景，如城市配电网的终端节点通信。移动通信网络如LTE、5G等具有较高的带宽和较低的延迟，可用于城市配电网中远程终端设备与监控中心的通信。LPWAN技术

包括LoRa、NB-IoT等，具有低功耗、远距离覆盖和低成本等特点，适用于城市配电网中边缘设备与数据处理中心的长距离通信。卫星通信技术可覆盖范围广、通信稳定，适用于城市配电网中偏远地区或通信基础设施不完善的情况。电力线通信（PLC）利用电力线路传输数据，不需要额外铺设通信线路，适用于城市配电网内部设备之间的数据传输。

二、城市电力网规划的基本原则

1. 配电网规划的指导思想

配网规划需要从整体系统的角度出发，全面考虑城市电网的供电需求、结构特点、发展趋势等因素，对配网进行综合规划和设计，确保系统的协调性和一致性。根据不同地区的地理、气候、负荷特点等实际情况，灵活选择适合的技术和方案，制定针对性的规划方案，实现最优的配网结构和性能。配网规划应借鉴和采纳先进的技术和管理经验，但也要兼顾技术的可行性和成本效益，确保规划方案既具有先进性，又符合实际应用的需求。

配网规划要基于科学的数据分析和预测，制定合理的决策方案，并合理评估和管理潜在的风险和不确定性，确保规划的实施能够取得良好的效果，保持灵活应变的态度，根据城市电网发展的变化和需求的调整，及时调整和优化规划方案，持续改进配网系统的运行效率和供电可靠性，鼓励各方面的共享和合作，包括政府部门、电力企业、科研机构、社会组织和居民等，共同参与规划决策和实施管理，实现城市电力系统的共赢和可持续发展。更需要综合考虑经济、社会和环境因素的影响，以实现经济效益、社会效益和环境效益的统一，促进城市电力系统的可持续发展。

2. 配网规划的基本原则

配网规划应当根据城市未来的发展规模和电力需求，确定配网的发展目标和规划方向。这意味着要考虑城市的未来发展趋势和扩张规模，确保配网规划的长远性和可持续性。在配网规划过程中，要注重整体利益，遵循局部服从整体的原则，确保各个配电设备和系统在整个配电网中的协调运行和优化布局，以实现配电网的高效、稳定运行。还要与城市规划建设相协调，服从城市发展的总体规划和布局，充分考虑城市的用地规划、道路交通、环境保护等因素，确保配电设备的布局和建设符合城市的发展需求和环境要求。

配网规划应当兼顾经济性和供电可靠性，确保规划

方案既具有良好的经济效益，又能够保障电力系统的可靠供电，满足用户的用电需求，借鉴和采用先进的技术和管理经验，但也要根据实际情况和可行性进行合理选择，确保技术方案既先进又适用，能够有效解决城市电网面临的实际问题。注重可持续发展，考虑未来能源需求和环境保护的需要，采取可再生能源和清洁能源的配电方案，降低能源消耗和环境污染，实现城市电力系统的可持续发展，还要注重安全和环保，采取有效的措施和技术手段，保障配电设备的安全运行，减少电力系统对环境的影响，确保城市电力系统的安全、稳定和环保。

三、城市配网自动化在配网规划中的应用分析

1. 城市配网自动化应用的定位和目标

城市配网自动化的首要目标是提高配电系统的可靠性，通过实时监控、快速诊断和故障隔离恢复等功能，减少停电时间和范围，提高供电可靠性，保障用户的用电需求，自动化技术能够优化配电网的运行方式，实现智能化的负荷管理、设备控制和电力调度，提高系统的运行效率和能源利用效率，降低运行成本。配网自动化可以有效管理和调度分布式能源和可再生能源的接入，优化电力供需平衡，提高新能源的利用率，促进清洁能源的大规模应用，是智能电网建设的重要组成部分，为智能电网的发展提供技术支持和基础设施，实现智能电网的全面覆盖和智能化运行。

城市配网自动化的应用有助于优化城市能源结构，提高能源利用效率，减少能源消耗和碳排放，促进城市绿色低碳发展。还可以通过智能电表、智能家居等用户接口，提供给用户更加智能化、便捷的用电服务，增强用户的参与感和满意度。因此城市配网自动化的定位和目标主要包括提高供电可靠性、提升运行效率、适应新能源接入、支持智能电网发展、提升用户体验和支持城市可持续发展等方面，旨在实现电力系统的智能化、高效化和可持续发展。

2. 提供重要的支持和指导

配网规划阶段可以明确自动化的范围和目标，通过对城市电网的全面评估和分析，确定需要自动化的区域、关键节点和设备，并制定自动化的目标和指标，为后续的设计和和实施提供明确的方向和依据。配网规划是进行技术选型和方案制定的阶段，根据城市电网的特点和需求，选择合适的传感器、通信技术、控制系统等设备和技術，制定符合实际情况的自动化方案，通过对电网拓扑结构、设备布局等方面进行优化设计，提高配网

的可靠性、灵活性和适应性，为自动化系统的部署和运行提供更好的条件。

配网规划还可以对自动化系统的投资效益进行评估和分析，通过对投资成本、运营成本、收益和风险等方面进行综合评估，确定自动化系统的实施方案和优先级，确保投资能够取得合理的经济效益。根据规划确定的目标和方案，指导自动化系统的设计、设备采购、施工和调试工作，并建立完善的运行管理机制，确保系统能够按照规划的要求正常运行，为配网自动化的实施和运行提供指导和支持。

四、结论

在城市电力系统的发展和运营中，城市配网自动化和规划都扮演着至关重要的角色。通过引入先进的技术和管理手段，配网自动化提高了城市电力系统的运行效率、供电可靠性和安全性，为城市电力供应提供了坚实的保障。而配网规划则为配网自动化的实施提供了指导和支持，确保配电系统的结构合理、布局科学，适应城市发展的需要。城市配网自动化和规划的重要性在于它们不仅仅关乎电力系统的运行，更关乎城市的生活质量、经济发展和环境保护。通过科学合理的规划和自动化技术的应用，我们可以更好地应对城市化进程带来的电力需求增长、能源结构转型和环境压力等挑战，实现城市电力系统的可持续发展。

然而，城市配网自动化和规划仍面临着诸多挑战和机遇。在未来，我们需要进一步推动技术创新，不断提升配网自动化系统的智能化、可靠性和安全性；加强规划设计，充分考虑城市发展的全局和长远，促进配电系统与城市规划的有机融合。同时，还需要加强各方合作，共同推动城市配网自动化和规划工作的深入开展，为城市电力系统的可持续发展贡献更大的力量。

参考文献

- [1]黄燕彬.智能电网发展与城市配网的规划改造模式分析[J].电子测试,2019,(24):78-79+85.
- [2]朱维佳.城市配网自动化的建设及对配电网可靠性影响研究[D].导师:陈瑛;余剑璋.南昌大学,2019.
- [3]卢肃.城市配网自动化及其配网规划的应用分析[J].科技创新与应用,2019,(02):174-175.
- [4]张星火.城市配网自动化发展分析及其运行管理模式研究[J].科技风,2018,(31):167.
- [5]魏阳阳.城市配网自动化发展分析及其运行管理模式初探[J].通讯世界,2018,(09):181-182.