

智能电网中分布式能源的自动化调度优化策略

胡 猛

国网四川省电力公司古蔺县供电分公司 四川泸州

【摘要】智能电网的迅速发展为分布式能源的接入和优化调度提供了新的机遇。分布式能源系统作为一种灵活且可再生的电力资源，其自动化调度优化在智能电网中起着关键作用。本文探讨了在智能电网环境下，如何通过先进的调度策略实现分布式能源的高效利用。重点分析了调度优化的关键技术，包括预测算法、需求响应和能源存储的优化管理。通过多元化的调度优化方法，可以有效提高分布式能源的协调性，降低系统运行成本，同时确保电网的稳定性与安全性。本文提出了一种基于智能算法的自动化调度框架，为分布式能源的可持续发展提供了新的思路和解决方案。

【关键词】智能电网；分布式能源；自动化调度；优化策略；能源管理

【收稿日期】2025 年 3 月 9 日 **【出刊日期】**2025 年 4 月 8 日 **【DOI】**10.12208/j.jeea.20250113

Automated scheduling and optimization strategies for distributed energy resources in smart grids

Meng Hu

State Grid Sichuan Electric Power Company Gulin County Power Supply Branch, Luzhou, Sichuan

【Abstract】The rapid development of smart grids has provided new opportunities for the integration and optimal scheduling of distributed energy resources (DERs). As a flexible and renewable power resource, the automated scheduling and optimization of DER systems play a critical role in smart grids. This paper explores how to achieve efficient utilization of DERs through advanced scheduling strategies in the smart grid environment. It focuses on analyzing key technologies for scheduling optimization, including prediction algorithms, demand response, and optimal management of energy storage. Through diversified scheduling and optimization methods, the coordination of DERs can be effectively improved, system operation costs can be reduced, and the stability and security of the power grid can be ensured simultaneously. This paper proposes an automated scheduling framework based on intelligent algorithms, providing new ideas and solutions for the sustainable development of distributed energy resources.

【Keywords】Smart grid; Distributed energy resources; Automated scheduling; Optimization strategy; Energy management

引言

随着全球能源结构转型和可持续发展目标的推进，分布式能源系统在智能电网中的角色日益重要。分布式能源不仅能有效补充传统电网电力供应，还能提高能源利用效率并促进绿色能源发展。如何实现分布式能源的高效调度，成为当前的关键挑战。传统调度方法通常依赖于集中式电力系统，无法充分发挥分布式能源的灵活性和可再生特性。如何在确保电网稳定性和可靠性的基础上优化分布式能源的接入和调度，成为研究的热点。本文将探讨分布

式能源在智能电网中的自动化调度优化策略，重点关注相关技术与方法，为智能电网高效运行提供可行的解决方案。

1 智能电网中分布式能源调度面临的主要问题

智能电网中分布式能源调度面临的主要问题可以从多个角度进行分析。分布式能源的接入特点使得电网调度复杂度大幅提升。分布式能源，尤其是可再生能源，如太阳能和风能，具有间歇性和波动性，这给电网的实时平衡带来了很大的挑战。在传统电网中，电力供应相对稳定，可通过大型发电厂

的集中式调度进行管理,但分布式能源则是通过大量小规模发电装置接入电网,且不同地区的能源生产具有高度不确定性,导致电网无法准确预测实时电力的供应和需求。如何应对这一变化性,确保电网的稳定性和安全性,是当前智能电网调度中亟待解决的问题。

另一个关键问题是如何协调不同类型的分布式能源与传统能源之间的协同工作。随着智能电网的不断发展,太阳能、风能、地热能等多种分布式能源接入电网,带来了各类能源在发电效率、成本和环境影响方面的差异。如何合理调度这些能源,以确保高效且平衡的运行,成为一项复杂的任务^[1]。在需求波动较大的情况下,如何优化分布式能源与传统能源的协调,避免能源浪费和电网过载,成为了电网管理者亟待解决的问题。随着电力市场化进程的推进,如何整合市场参与者的需求和利益,进一步提高调度效率,成为提升智能电网性能的关键。

分布式能源的自动化调度优化在智能电网中的应用前景广阔。通过智能算法和先进的调度技术,能够充分发挥分布式能源的灵活性和可再生特性,不仅提升电网的稳定性,还能显著提高能源利用效率。尽管分布式能源的多样性和不确定性带来了一定的挑战,但随着信息技术、人工智能和优化算法的持续发展,未来的调度系统将变得更加智能化和精准化。新一代调度技术将能够更有效地应对复杂的电力供需波动,实时调整能源流动,确保电网的安全运行。优化后的分布式能源调度系统将推动电网向更加绿色、可持续发展的方向发展,为全球能源结构转型提供有力支撑,并为实现低碳经济目标做出积极贡献。

2 自动化调度优化技术与策略的研究现状

在分布式能源调度优化方面,近年来随着信息技术和智能算法的不断发展,自动化调度技术得到了显著的提升。许多研究集中在如何通过先进的计算方法提升调度的精度与效率。基于模型的优化方法,如线性规划、整数规划、动态规划等,已广泛应用于分布式能源调度问题。这些方法通过建立精确的数学模型,结合电网的实际运行情况,对能源生产、存储与需求进行优化调度。在风能和太阳能等可再生能源波动性较大的情况下,调度系统通过预测算法预测未来的电力需求与生产,并利用优化模型合理调度不同类型的能源资源,以实现成本最小化和效率最大化。

随着人工智能技术的兴起,基于智能算法的自

动化调度优化技术逐渐得到重视。机器学习和深度学习作为人工智能的重要分支,已被应用于电力系统调度的预测、决策支持和调度优化中。通过机器学习算法,可以对大量历史数据进行学习与分析,从而预测负荷需求和可再生能源的产出,并制定相应的调度策略^[2]。基于智能算法的调度系统能够处理更复杂的数据集和多样化的约束条件,如电网的多区域调度、分布式能源的局部调度等。深度学习网络可以通过自我学习提高调度系统的精度,在不确定性较高的电力供应环境中,提升系统的灵活性与自适应能力,优化系统的长期运行效果。

自动化调度优化技术面临多种实际挑战,尤其是在多种能源和市场参与者,以及高不确定性的环境下。目前的研究主要集中在多目标优化和实时调度策略的提升。实时调度需要根据电网实时状态迅速响应,而多目标优化则要求在成本、效率和稳定性等多个维度中找到最佳平衡。随着分布式能源的增加,如何有效整合不同能源的调度信息,协调电网内外的需求响应与储能系统,成为重要研究方向。为了解决这些复杂问题,研究者们采用了粒子群优化、遗传算法和强化学习等智能算法,这些新型算法不仅能够处理复杂的调度问题,还能有效应对不确定性,推动自动化调度优化技术的不断进步。

3 基于智能算法的分布式能源调度优化方法

基于智能算法的分布式能源调度优化方法逐渐成为研究的热点。随着分布式能源系统的复杂性增加,传统的优化方法已经难以满足实时调度和大规模数据处理的需求。智能算法通过自我学习、适应环境和优化决策,为电网调度提供了更加灵活且高效的解决方案。近年来,粒子群优化(PSO)、遗传算法(GA)和蚁群算法(ACO)等自然启发式算法在分布式能源调度优化中取得了显著的应用成果。这些算法通过模拟自然界的生物行为,在多维度和多目标的复杂问题中寻找最优解,具有较强的全局搜索能力,可以有效解决电力系统中的非线性、动态约束和多目标优化问题。

另一类基于智能算法的调度优化方法是强化学习(RL)。强化学习通过与环境的交互不断更新策略,以最大化长期回报。在分布式能源调度中,强化学习能够在面对能源供需变化及不确定性时,通过智能体自主探索和学习,优化电网调度策略。通过对历史数据的学习,强化学习算法能够有效预测能

源的生产与需求波动,自动调整调度计划,从而提升调度的精度和响应速度^[3-7]。深度强化学习(DRL)在处理高维数据时显示出了更强的能力,能够在多维决策空间中找到最优解,广泛应用于分布式能源的调度、负荷平衡和电池储能优化管理等领域。

尽管基于智能算法的调度优化方法已取得一定成果,但在实际应用中仍面临挑战,尤其是算法的计算复杂度。在大规模电力系统中,优化问题的求解时间和计算资源消耗较大。为提升算法效率,研究者们提出了混合智能算法,通过结合多种算法的优点克服单一算法的局限性。如何在处理实时数据和动态环境变化时保持稳定的优化效果,仍然是一个重要问题。未来,随着计算能力的提升和新型智能算法的不断涌现,基于智能算法的分布式能源调度优化方法将进一步得到完善,并在实际电网运营中发挥更大作用,从而提升电网的效率与稳定性。

4 分布式能源自动化调度优化的实践与前景

分布式能源自动化调度优化在实践中的应用正在逐步深化。随着智能电网技术的发展,越来越多的地区开始部署基于自动化调度的分布式能源管理系统。这些系统通过先进的计算方法和智能算法,能够实时监测电网负荷、能源生产及存储情况,并自动优化能源的分配。在实际应用中,许多电力公司已经采用了基于预测算法和优化模型的调度策略,提升了分布式能源的协调性和响应速度。在一些大型的太阳能和风能项目中,结合储能系统进行调度优化,可以在能源产出波动较大的情况下保持电网的稳定性。通过动态调整能源的使用和存储,这些自动化调度系统有效减少了能源浪费,提高了系统的整体效率。

尽管自动化调度技术在实践中已经取得了一定进展,仍然面临许多挑战。分布式能源系统的多样性和不确定性使得调度系统必须应对大量的动态变化和复杂的约束条件。在实际操作中,如何有效处理这些不确定性,特别是在可再生能源的波动性方面,仍然是一个亟待解决的问题。为了应对这种挑战,电网管理者需要结合先进的智能算法与实时监控技术,不断优化调度策略^[8]。分布式能源的接入要求电网具备更高的智能化水平和更强的自适应能力,这对信息通信技术和硬件设施提出了更高的要求。

展望未来,分布式能源自动化调度优化的前景广阔。随着人工智能、物联网、大数据等技术的进一步发展,未来的电网将能够更加精准地预测能源需

求和生产,从而实现更加智能化的调度系统。智能算法与大数据技术的结合,将极大提升调度系统的实时性和精确性,进一步促进分布式能源的高效利用和电网的稳定运行。未来,随着政策支持和技术的不进步,分布式能源的自动化调度优化将成为电力行业的重要组成部分,对全球能源结构的转型和可持续发展起到至关重要的作用。

5 结语

分布式能源的自动化调度优化在智能电网中的应用前景广阔。通过智能算法与先进的调度技术,分布式能源的灵活性和可再生特性得以最大化利用,有效提升电网的稳定性和能源效率。尽管面临着多样性、不确定性等挑战,随着信息技术和优化算法的不进步,未来的调度系统将更加智能、精准,并能应对复杂的电力需求和供给波动。分布式能源调度的优化不仅对电网的可靠运行至关重要,也为实现能源结构的绿色转型和可持续发展提供了强有力的支撑。

参考文献

- [1] 孙静,于斌.智能电网建设中分布式能源并网技术的应用[J].电力设备管理,2025,(04):126-128.
- [2] 丁倩.智能电网建设中分布式能源及储能技术的应用[J].光源与照明,2025,(02):234-236.
- [3] 张雨轩.电力调度自动化系统中的智能技术分析[J].集成电路应用,2025,42(02):280-281.
- [4] 李娇,周政.智能电网中的分布式能源管理与优化分析[J].电子技术,2024,53(11):286-287.
- [5] 鞠益宏.分布式能源在智能电网中的集成技术与实现路径[J].电力设备管理,2024,(21):176-178.
- [6] 司松平.分布式能源与微电网技术在输配电系统中的应用[J].内江科技,2024,45(10):23-24+8.
- [7] 唐铭泽.智能电网分布式能源协同优化控制方法研究[D].华北电力大学(北京),2024.
- [8] 王冬.电力工程技术中的智能电网与分布式能源接入研究[C]//中国电力设备管理协会.全国绿色数智电力设备技术创新成果展示会论文集(五).国网河北省电力有限公司顺平县供电分公司,2024:283-285.

版权声明:©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS