

新能源电力系统控制与优化

曲 斌

华电能源股份有限公司 黑龙江 牡丹 157000

摘要：新能源电力系统控制与优化是当前能源领域的重要研究方向。随着新能源的大规模接入，电力系统的结构和运行方式发生了深刻变化，对系统的控制和优化提出了更高要求。本文探讨了新能源电力系统控制与优化的关键技术，包括先进的控制策略、优化算法以及智能监测与诊断技术。这些技术旨在提高新能源电力系统的稳定性、可靠性和经济性，为新能源的广泛利用和电力系统的可持续发展提供有力支撑。

关键词：新能源；电力系统控制；优化

引言：随着社会的发展和进步，主要的电能发电装置，由于过多的消耗自然资源，造成资源的不断短缺和对环境的持续破坏，将逐渐被新能源的发电形式所取代。新能源的发展，在现代社会中逐渐的被人们所重视，主要原因在于新能源装置能够在发电的过程中起到保护自然环境的作用，在环境污染方面几乎为零，因此，新能源的发电形式逐渐的出现在社会生活中。通过探讨新能源电力系统控制与优化的关键技术和方法，以提高系统的稳定性、可靠性和经济性，为新能源的广泛利用和电力系统的可持续发展提供理论和技术支持。

1 新能源电力系统控制的重要性

随着全球能源需求的不断增长和环境保护意识的日益增强，新能源电力系统作为替代传统化石能源的重要途径，其控制技术的提升和优化显得尤为迫切。第一，新能源电力系统控制对于保障电网安全稳定运行至关重要。新能源发电具有波动性、间歇性和不可预测性等特点，这些特性给电网的稳定运行带来了巨大挑战。通过精确的控制策略，可以有效地调节新能源发电的输出功率，确保电网的频率、电压等关键参数处于安全范围内，避免大规模停电事故的发生。第二，新能源电力系统控制对于提高能源利用效率具有重要意义。通过优化新能源发电设备的运行模式和调度策略，可以最大限度地发挥新能源的潜力，减少能源浪费。同时，通过合理的储能和调度，可以实现新能源与传统能源之间的互补，提高整个电力系统的能源利用效率。第三，新能源电力系统控制还有助于推动能源结构的优化和升级^[1]。随着新能源技术的不断发展和应用，传统能源在能源结构中的占比将逐渐降低，而新能源的占比将不断提高。通过精确的控制技术，可以确保新能源在电力系统中的稳定、高效运行，为能源结构的优化和升级提供有力支撑。

2 新能源电力系统控制策略

2.1 友好型控制策略

友好型控制策略的核心在于对新能源发电功率的精准预测与控制。由于新能源发电受到自然条件（如风速、光照强度等）的显著影响，其输出功率往往具有较大的波动性和不确定性。为了克服这一挑战，友好型控制策略充分利用了先进的数据分析、机器学习等技术，对历史发电数据、天气预报信息等进行深度挖掘和智能分析，从而实现了新能源发电功率的精确预测。在预测基础上，友好型控制策略进一步通过优化算法对新能源发电系统的输出功率进行动态调整。这种调整不仅考虑了新能源发电的实时需求，还充分考虑了电网的稳定性和经济性要求。通过精确控制新能源发电的输出功率，友好型控制策略能够有效地缓解电网调峰的压力，提高电力系统的整体稳定性和可靠性。除此之外，友好型控制策略还注重新能源发电与传统能源发电之间的协调互补。在新能源发电出力不足时，传统能源发电可以迅速补充电力缺口，确保电网的稳定运行；而在新能源发电出力过剩时，可以通过储能系统等方式将多余的电力储存起来，以备不时之需。这种协调互补机制不仅提高了新能源发电的利用率，还降低了传统能源的消耗，实现了能源的高效利用和可持续发展。

2.2 自平衡与广域能源供需平衡策略

新能源电力系统控制策略中的自平衡与广域能源供需平衡策略的核心在于通过智能化、自动化的控制机制，实现新能源发电与电力负荷之间的动态平衡，以及在不同区域间的能源供需优化。自平衡机制主要依赖于新能源发电系统的自我调节能力。在新能源电力系统中，各发电单元（如风电场、光伏电站等）配备有先进的传感器和控制系统，能够实时监测风速、光照强度等自然条件的变化，并据此调整发电功率。这种自适应调

节不仅有助于减少新能源发电的波动性，还能提高发电效率，确保新能源电力在电力系统中的稳定供给。广域能源供需平衡策略则侧重于在更大范围内实现能源的优化配置。随着新能源发电规模的扩大，单一地区的能源供需平衡可能面临挑战^[2]。自平衡与广域能源供需平衡策略通过构建跨区域的电力传输网络，实现不同区间新能源电力的互补与共享。利用先进的能源管理系统和数据分析技术，对电力负荷进行精准预测，并根据预测结果调整新能源发电计划和电力传输策略，以确保能源供需在广域范围内的平衡。最后，自平衡与广域能源供需平衡策略还注重储能系统的应用。储能系统能够在新能源发电过剩时储存电力，在电力不足时释放电力，从而进一步平滑新能源电力的波动，提高电力系统的整体稳定性。通过智能调度储能系统的充放电过程，可以更有效地实现能源供需的平衡。

2.3 智能微电网控制策略

智能微电网作为一个集成了新能源发电、储能系统、负荷管理以及先进通信与控制技术的局部电力系统，其控制策略的设计与实施对于实现能源的高效利用和电力系统的稳定运行具有重要意义。（1）智能微电网控制策略的核心在于实现分布式能源的协调优化运行。在微电网内部，新能源发电单元（如太阳能光伏板、风力发电机等）产生的电力通过智能逆变器接入电网，逆变器不仅具备电力转换功能，还能实时监测和调节发电功率，确保微电网内部的电力供需平衡。同时，储能系统（如电池储能、超级电容器等）在电力过剩时储存电能，在电力不足时释放电能，进一步增强了微电网的灵活性和可靠性。（2）智能微电网控制策略还注重负荷侧的管理与优化。通过先进的负荷预测技术和需求响应机制，智能微电网能够实时调整电力供应，满足负荷需求的同时，最大化利用新能源发电。负荷侧的管理不仅包括传统的电力负荷控制，还涵盖了电动汽车充电管理、智能家居系统等多个方面，通过智能调度和优化，实现能源的高效利用和成本的最小化。（3）智能微电网控制策略还强调与主电网的协同运行。在微电网与主电网相连的情况下，智能微电网能够根据主电网的运行状态和自身的能源供需情况，灵活切换运行模式（如并网运行、孤岛运行等），确保在任何情况下都能为负荷提供稳定可靠的电力供应，还能通过参与电力市场交易，实现能源的优化配置和经济收益的最大化。

2.4 远程监控与自动化控制策略

新能源电力系统控制策略中的远程监控与自动化控制策略，是确保新能源发电设施高效运行、电力系统安

全稳定的关键技术。这一策略通过集成先进的通信技术、数据处理技术和自动化控制技术，实现了对新能源发电设施、电网运行状态以及电力负荷的实时监测与远程控制。（1）远程监控技术为新能源电力系统的运维管理提供了强有力的支持。通过在新能源发电设施（如风电场、光伏电站）和关键电网节点安装传感器和监测设备，可以实时采集和传输电力参数、设备状态、环境条件等关键数据。这些数据通过高速通信网络传输至远程监控中心，由专业的监控系统进行集中处理和分析。监控人员可以实时查看新能源发电设施的运行状态，及时发现并处理异常情况，确保设施的安全稳定运行。（2）自动化控制技术则是远程监控技术的延伸和深化。在新能源电力系统中，自动化控制系统能够根据远程监控中心提供的实时数据，自动调整新能源发电设施的运行参数，实现发电功率的优化调节。例如，在风电场中，自动化控制系统可以根据风速变化自动调整风机的转速和叶片角度，以最大化发电效率；在光伏电站中，则可以根据光照强度和温度等条件自动调整光伏板的倾斜角度和跟踪策略，提高发电效率。（3）远程监控与自动化控制策略还注重与智能电网技术的融合。通过与智能电网的协同运行，新能源电力系统可以实现对电力负荷的精准预测和智能调度，进一步优化电力供需平衡，还能支持新能源电力设施参与电力市场交易，实现能源的优化配置和经济收益的最大化。

3 新能源电力系统优化算法

3.1 遗传算法

遗传算法（Genetic Algorithm, GA）作为一种模拟自然选择和遗传机制的优化搜索算法，在新能源电力系统优化中发挥着重要作用。（1）遗传算法可用于新能源发电系统的布局优化。针对风电场、光伏电站等新能源发电设施，遗传算法可以综合考虑地形、气候、电网结构等多种因素，通过迭代搜索找到最优的发电设施布局方案，以最大化发电效率和降低对电网的冲击。（2）遗传算法在新能源电力系统的调度优化中表现出色。面对新能源发电的间歇性和不确定性，遗传算法能够结合实时气象数据、电力负荷预测等信息，制定出最优的发电计划和调度策略，确保电力系统的供需平衡和稳定运行。（3）遗传算法还可用于新能源电力系统的储能优化。储能系统作为新能源电力系统的重要组成部分，其充放电策略的优化对于提高系统效率和降低成本至关重要。遗传算法可以综合考虑储能系统的容量、充放电效率、电价波动等多种因素，制定出最优的储能策略，实现储能系统的经济性和高效性。在遗传算法的具体实现过程

中,通常采用二进制编码或实数编码来表示解空间中的个体(即候选解),并通过适应度函数来评估个体的优劣。通过选择、交叉和变异等遗传操作,不断迭代更新种群中的个体,直至找到满足要求的最优解或达到预设的迭代次数。

3.2 粒子群优化算法

在新能源电力系统优化中,粒子群优化算法因其收敛速度快、全局搜索能力强等特点而被广泛应用。(1)粒子群优化算法可用于新能源发电系统的参数优化。在新能源发电系统中,如光伏电站和风电场,发电效率受到多种因素的影响,包括设备参数、环境条件等。粒子群优化算法可以通过调整这些参数,如光伏板的倾角、风机的转速等,以最大化发电效率。(2)粒子群优化算法在新能源电力系统的经济调度中发挥着重要作用。面对新能源发电的间歇性和不确定性,如何制定合理的发电计划和调度策略,以实现经济效益最大化,是新能源电力系统面临的重要挑战。粒子群优化算法可以综合考虑电价波动、负荷需求、新能源发电预测等多种因素,制定出最优的调度策略,确保电力系统的经济性和稳定性。(3)粒子群优化算法还可用于新能源电力系统的储能系统优化。储能系统作为新能源电力系统的重要组成部分,其充放电策略的优化对于提高系统效率和降低成本至关重要。粒子群优化算法可以综合考虑储能系统的容量、充放电效率、电价波动等多种因素,制定出最优的储能策略,实现储能系统的经济性和高效性。在粒子群优化算法的具体实现过程中,每个粒子代表一个潜在的解决方案,通过迭代更新粒子的位置和速度,不断逼近最优解。算法中的适应度函数用于评估粒子的优劣,指导粒子的搜索方向。通过不断迭代和更新,最终可以找到满足要求的最优解或近似最优解。

3.3 深度强化学习算法

作为一种结合深度学习和强化学习的方法,深度强化学习能够处理复杂的高维状态空间和动作空间,通过训练模型使其能够自动学习和改进策略,达到优化系统的目标。深度强化学习算法可用于电力系统的实时调度

和优化。面对新能源发电的间歇性和不确定性,传统的调度方法往往难以适应快速变化的环境。而深度强化学习算法可以通过不断与环境交互,学习到适应不同场景的调度策略,实现电力系统的实时优化。例如,在光伏抽水蓄能互补系统中,深度强化学习算法可以根据光伏出力 and 实时电价的变化,自动调整抽水蓄能电站的运行工况,实现联络线功率波动最小化和电站收益最大化的目标。另外,深度强化学习算法在电力系统的故障诊断和恢复中也具有重要作用^[1]。电力系统中的故障往往具有突发性和复杂性,传统的故障诊断方法往往难以快速准确地定位故障点。而深度强化学习算法可以通过对大量历史数据的训练,学习到电力系统的故障特征和恢复策略,实现故障的快速诊断和恢复。最后,深度强化学习算法还可用于电力系统的稳定性和安全性优化。电力系统的稳定性和安全性是保障电力供应的重要前提。深度强化学习算法可以通过对电力系统运行状态的实时监测和分析,学习到保障系统稳定性和安全性的最优策略,提高电力系统的运行效率和可靠性。

结语

总之,新能源电力系统控制与优化是一个复杂而富有挑战性的研究领域,它直接关系到能源转型的成功与否以及电力系统的未来可持续发展。通过探讨,我们深刻认识到,只有不断创新和优化控制策略与优化算法,才能有效应对新能源发电的间歇性和不确定性,确保电力系统的安全稳定运行。未来,随着技术的不断进步和应用的深入,新能源电力系统控制与优化将取得更加显著的成果,为构建清洁、低碳、安全、高效的能源体系贡献力量。

参考文献

- [1]戴忠.新能源电力系统优化控制方法及关键技术[J].农村电气化.2020(05):47-48.
- [2]茹琦.新能源电力系统优化控制方法及关键技术[J].现代工业经济和信息化.2019(03):34-35.
- [3]化泽强,万志强.新能源电力系统的控制与优化[J].工程技术.2020(12):311-312.