

# 探析新能源电力系统控制技术的优化策略

蔡炎君

中国三峡新能源（集团）股份有限公司甘肃分公司 甘肃兰州 730030

**摘要：**随着全球能源结构的转型，新能源电力系统成为实现可持续发展和应对气候变化的关键。然而，由于新能源的间歇性、不确定性以及电力系统日益复杂化，传统的电力系统控制技术面临诸多挑战。优化控制策略是提升新能源电力系统稳定性、安全性和经济性的重要途径。

**关键词：**新能源电力系统；控制技术；优化策略

在全球气候变化和能源危机的双重压力下，新能源电力系统以其清洁、可再生的优势逐渐成为世界能源转型的重要方向。风能、太阳能等新能源的大规模并网运行，给传统电力系统带来了前所未有的变革。但是，新能源的不稳定输出和电力系统日趋复杂化的拓扑结构，对电力系统的控制提出了更高的要求。因此，探索和优化新能源电力系统的控制技术，对于保障系统的稳定性、提高经济效率及满足安全需求具有重要意义。

## 一、新能源电力系统定义与组成

新能源电力系统是指在新技术基础上，以高比例的新能源供给消纳体系建设为核心，通过源网荷储多向协同和灵活互动的方式，依托坚强、智能、柔性的电网平台，以技术创新和体制机制创新为保障，确保能源电力安全并满足经济社会高质量发展需求的电力系统。新能源电力系统通常包括利用太阳能、风能、地热能、海洋能（如波浪能、洋流能和潮汐能）等可再生能源，以及氢能等新能源来源的发电过程。这些新型能源与传统的化石燃料能源如煤炭、石油和天然气相比，被认为是更加清洁和可持续的能源选择。新能源电力系统的发展是实现“双碳”目标——即碳达峰和碳中和目标的关键途径。随着这一目标的提出，新能源在一次能源消费中的比重不断增加，新能源电力系统也在加速替代传统化石能源，以减少碳排放和其他环境影响。

## 二、新能源电力系统面临的挑战

### 1. 系统稳定性问题

新能源电力系统的迅猛发展带来了诸多稳定性挑战。首先，由于风力和太阳能等可再生能源的间歇性和不确定性，电力系统的供需平衡变得难以预测，这导致供电不稳定，尤其是在能源需求高峰或可再生能源出力波动

较大时。其次，随着分布式发电方式的普及，电力系统从传统的集中式发电逐渐转变为更加分散和多元的结构，增加了电网管理和控制的复杂性。此外，电力线缆的长距离传输和电网老化问题加剧了系统的脆弱性，频繁的线路故障和设备失效可能导致大范围的停电事件<sup>[1]</sup>。

### 2. 预测与调度难题

准确预测新能源发电量是实现有效电力系统调度的前提。然而，气象条件的多变性大大增加了预测的难度。例如，云层的移动、风速的变化和其他不可预见的气候因素都会影响风力和太阳能发电的实际输出。这种不确定性给电力系统的实时调度和长期规划带来巨大挑战。另一方面，电力市场的开放使得电力交易更加频繁，电力流通模式多样化，调度难度进一步增加。

### 3. 保护与安全问题

随着新能源电力系统的不断演进和智能化水平的提高，保护和安全问题日益凸显。首先是物理安全方面，新能源设备如风电机组和光伏板通常位于偏远或环境恶劣的地区，容易受到自然灾害和人为破坏的影响。这些设备的损坏不仅影响发电效率，还可能导致整个电网的稳定性受到威胁。其次是网络安全方面，随着信息技术在电力系统中的广泛应用，系统越来越依赖于复杂的通信网络。这不仅增加了网络攻击的风险，如数据泄露、服务中断甚至恶意篡改控制指令，也提升了因软件缺陷或操作失误引起的安全事件的可能性。

### 三、1. 预测技术优化

针对新能源电力系统而言，准确预测可再生能源的发电量对于系统调度和稳定运营至关重要。首先，提升气象预测模型的精度是关键步骤。通过整合卫星数据、地面监测站数据以及高性能计算模拟，可以提供更为精

确的风速、太阳辐照度等关键气象参数预测。此外，采用多模型融合和人工智能技术，如卷积神经网络（CNN）或递归神经网络（RNN），能够基于历史数据学习并准确预测未来发电趋势。在负荷预测方面，利用大数据分析用户用电模式，结合季节变化、假日安排及经济发展等因素建立预测模型，提高负荷预测的准确性。这些优化后的预测技术有助于减少因预测误差导致的能源浪费和运行成本增加，同时提高对突发变化的响应能力。

## 2. 调度与管理优化

调度与管理的优化需要从整个系统的运行效率和灵活性出发。发展高级优化算法，如混合整数规划和非线性优化，以适应新能源电力系统复杂的约束条件和目标函数。在此基础上实施优化调度，不仅考虑供应侧的多样化能源组合，还需纳入电网的传输能力和需求侧的弹性。通过引入分布式能源资源（DER）的实时数据，如储能状态、可再生能源输出以及需求响应能力，可以实现更精细化的电网操作。同时，开发和应用能源管理系统（EMS）平台，集成各类数据并进行高效数据分析，以支持决策制定。

## 3. 稳定性控制优化

稳定性控制优化着重于保障新能源电力系统在各种情况下都能平稳运行。由于可再生能源的间歇性和不可预测性，稳定性成为了一个重要挑战。一方面，通过改进功率电子器件的控制策略和使用FACTS设备，可以有效调节电网电压、相位和频率，从而防止大范围的电网波动。另一方面，需发展适应性强的动态调节机制，如利用能量储存系统（ESS）进行快速充放电操作，以补偿可再生能源出力的短时波动。同时，应加强对电网的实时监控，使用WAMS等先进技术实时捕捉系统运行状态，及时响应可能的稳定性威胁。进一步地，研发具有自愈功能的电网保护与控制系统，使系统能够在故障发生后迅速隔离问题区域并恢复服务。

## 4. 保护与安全优化

随着新能源电力系统的快速发展，保护与安全方面的挑战也日益增多。面对这一挑战，首先要更新传统的

电力系统保护策略。例如，对于逆变器型分布式电源，传统的基于电流的保护方案可能无法有效工作，因此需要研究适用于此类新型电源的保护技术。与此同时，随着通信技术的广泛应用，网络安全成为一个不容忽视的问题。必须为控制系统建立强大的网络安全防护机制，包括加密技术、访问控制、实时监测和防篡改等措施。此外，考虑到物理和网络攻击可能造成的连锁反应，需要构建多层次的安全防护体系，确保关键基础设施的安全。最后，定期进行风险评估和应急演练，确保各项预案和措施能够在关键时刻发挥作用。通过这些综合性的保护与安全优化措施，可以极大提高新能源电力系统的安全性和可靠性<sup>[3]</sup>。

## 结语

综上所述，新能源电力系统控制技术的优化是一项多维度、复杂的工程任务。它不仅需要精确的预测技术和智能调度策略来应对新能源的不确定性，还需要强化稳定性控制和保护机制以抵御可能的安全风险。本文讨论的优化策略，从提高预测准确性到增强系统灵活性，从稳定性控制到安全防护，均指明了提升新能源电力系统性能的可能路径。未来，随着技术的进步和更多的实践应用，新能源电力系统的控制技术将不断优化，为实现更高效、可靠和环保的电力供应做出贡献。同时，跨学科的合作、政策制定者和行业参与者的共同努力也将在推动这一领域发展中扮演关键角色。

## 参考文献

- [1] 吴程. 新能源电力系统优化控制技术研究[C]// 广东省国科电力科学研究院. 第四届电力工程与技术学术交流会议论文集. 江苏省江阴中等专业学校; , 2023: 2.
- [2] 王宇. 新能源电力系统控制技术的优化策略[J]. 电气时代, 2022, (10): 31-33.
- [3] 薛思洋. 新能源电力系统控制技术的优化策略[J]. 集成电路应用, 2021, 38(12): 192-193. DOI: 10.19339/j.issn.1674-2583.2021.12.087.