

智能电网技术在新能源并网中的挑战与解决方案

赵吉昌

国电河南新能源有限公司，河南省郑州市，450000；

摘要：随着新能源的广泛应用，智能电网技术在实现新能源并网方面发挥着关键作用。新能源发电的不稳定性和智能电网系统的复杂性为并网带来了诸多挑战。分析了智能电网技术在新能源并网中的核心特点、存在问题及优化对策。在阐述双向互动、灵活调度等智能电网特性的基础上，剖析了新能源并网的技术瓶颈、智能电网面临的难点以及政策与市场的制约因素。针对上述问题，提出了提升智能电网技术能力、完善储能与辅助服务系统、健全政策与市场保障机制的解决方案。通过这些措施，智能电网技术能够更有效地支持新能源的大规模并网，推动能源系统的绿色转型。

关键词：智能电网；新能源并网；技术挑战；优化对策

DOI:10.69979/3041-0673.24.4.050

引言

全球能源转型背景下，可再生能源的发展迅速成为实现碳中和目标的关键路径。风能、太阳能等新能源发电的波动性和间歇性特征对传统电网提出了巨大挑战。智能电网作为一种融合信息通信技术和电力技术创新体系，以其高效调度和实时监测能力，为新能源大规模并网提供了可能。新能源并网过程中，电力稳定性、电能质量和储能技术不足等问题成为智能电网技术应用的主要障碍。同时，政策支持和市场机制的不完善，也限制了智能电网与新能源并网的协同发展。基于此，系统探讨了智能电网技术在新能源并网中的特点、存在问题及优化对策，旨在为智能电网技术的发展和新能源并网效率的提升提供理论参考与实践建议。

1 智能电网技术在新能源并网中的特点

1.1 智能电网的核心特性

智能电网以其双向互动、信息共享及灵活调度的能力成为现代电力系统的重要变革力量。首先双向互动的特性使得电力系统能够实现能源生产者与消费者之间的信息实时传递与反馈，大幅提升电力系统运行的透明度和效率。这种特性依赖于先进的传感器、通信技术和控制系统，为用户提供更精准的电力消费建议，同时也为电力公司提供需求侧响应数据。智能电网引入大数据分析和人工智能技术，显著提高了电力系统的预测与优化能力，通过分析历史数据和实时信息，智能电网能更精准地预测负荷需求并动态调整供电策略。智能电网在分布式能源接入和调度方面具有独特优势，通过灵活的能源管理系统，它能够快速响应分布式能源接入需求，

降低传统电网因不可预见因素造成的稳定性问题。智能电网核心特性为新能源并网提供了技术基础，同时也推动了整个能源系统向低碳化和智能化方向转型^[1]。

1.2 新能源并网的技术需求

新能源的波动性和间歇性特征对电网提出了更高的技术需求。新能源发电量受自然环境条件的影响较大，如风速变化或光照强度波动，这导致新能源输出具有显著的不稳定性。为了应对这种波动性，电网需要具备强大的调峰能力和灵活的负荷管理能力，以维持电力供需平衡。新能源并网对电网设备的实时响应和保护提出了更高要求，例如在新能源发电量突然减少或波动时，电网必须具备快速切换备用电源的能力，以确保电网的稳定运行。新能源并网还必须满足电力质量要求，包括电压稳定、频率波动控制及谐波抑制等，尤其是在大规模并网情况下，如何有效控制新能源对电网电能质量的影响是亟待解决的问题。新能源并网的技术需求集中在电网的灵活性、稳定性和适应性方面，为智能电网技术的应用创造了现实需求与挑战。

1.3 智能电网与新能源并网的契合点

智能电网与新能源并网之间的契合点主要体现在技术功能和系统优化方面的高度匹配。智能电网通过先进的信息通信技术和分布式能源管理系统，能够有效整合多样化的新能源资源，包括风能、太阳能等，实现能源供需的精准匹配和优化调度。这种整合能力对提高新能源利用率和减少能源浪费具有重要意义。智能电网的实时监测与动态响应能力使其在应对新能源波动性问题上具有独特优势，例如利用智能调度技术对新能源波

动进行平抑，降低并网对主网的冲击。再次，智能电网与新能源并网在绿色低碳发展目标上高度一致。智能电网通过提高新能源消纳能力和减少化石能源使用，为实现碳中和目标提供了有力支撑。总的来说，智能电网技术与新能源并网的契合不仅体现在技术层面，还体现在推动能源系统转型和实现可持续发展的战略层面，为能源领域的全面革新奠定了基础^[2]。

2 智能电网技术在新能源并网中的存在问题

2.1 新能源并网的技术瓶颈

新能源并网面临的技术瓶颈主要集中在并网稳定性、电力质量和储能技术等方面。新能源发电的波动性和间歇性特点显著影响了电网的稳定性。当新能源发电的实际输出与预测值存在较大偏差时，电网容易出现频率和电压的异常波动，甚至引发连锁故障。并网新能源的高比例接入会对电网的电力质量造成影响，例如谐波、电压闪变和频率漂移等问题，这些电能质量问题在分布式发电较为普遍的区域尤为显著。储能技术的不足是制约新能源并网的重要瓶颈。当前的储能技术在经济性、能量密度和寿命等方面仍存在明显限制，难以满足新能源波动的缓冲需求。尤其是在新能源发电高峰与用电负荷高峰不一致的情况下，储能设备的缺失或能力不足会导致能源浪费或电力供需失衡。解决并网技术瓶颈需要系统化提升电网灵活性、改善电能质量并加速储能技术的研发与应用^[3]。

2.2 智能电网在新能源并网中的难点

智能电网在推进新能源并网的过程中也面临技术和运营的多重难点。实时数据采集与处理的技术瓶颈限制了智能电网的并网效率。新能源发电设备分布广泛，采集设备和通信网络需要处理海量实时数据，而现有系统的处理能力难以完全满足低延迟、高可靠性的要求。信息通信系统的安全性问题成为智能电网的重要隐患。智能电网的网络化和数字化特性虽然提高了系统的智能化水平，但也使其更容易受到网络攻击或数据篡改等安全威胁，会引发重大供电事故。智能电网技术的高投入和普及性问题制约了其全面推广。智能电网涉及的核心技术和设备成本较高，尤其是针对新能源并网的技术研发和系统改造费用往往需要较长的投资回报周期，这对企业和政策支持提出了更高要求。如何突破智能电网技术难点并降低应用成本，是实现新能源高效并网的关键环节^[4]。

2.3 政策与市场环境的制约

政策与市场环境的制约对新能源并网和智能电网的推广应用形成了重要障碍。现有电力市场机制尚未完全适应新能源并网的需求，特别是在分布式发电和可再生能源交易中，电力调度和结算规则相对滞后，无法充分体现新能源的灵活性和价值。政策层面缺乏系统性协调机制，政府、企业和用户在推进智能电网和新能源并网时的利益诉求存在差异，导致整体规划和实施效率较低。例如分布式能源接入政策在某些地区尚未完全落地，影响了新能源项目的推进速度。投资回报机制的不完善阻碍了新能源和智能电网相关技术的研发和应用。由于缺乏长期稳定的补贴政策或市场激励，企业在技术创新和设备升级方面的投入积极性受到限制，影响了行业整体发展。加强政策引导和市场机制优化，将是促进智能电网技术与新能源并网协同发展的重要保障。

3 智能电网技术在新能源并网中的优化对策

3.1 提升智能电网技术能力

提升智能电网技术能力是解决新能源并网问题的关键途径之一。需要加大对电力电子与传感器技术的研发力度，重点开发高性能的电能质量监测设备和快速响应控制装置，以应对新能源波动性和间歇性对电网稳定性的冲击。推进智能电网设备的标准化和互操作性建设，确保不同设备之间的数据共享和无缝协作，从而提高新能源并网效率。利用人工智能和大数据技术优化电网调度策略，通过预测新能源发电趋势和负荷需求，动态调整电力分配，降低系统运行风险。加强对分布式能源管理系统的开发与应用，使智能电网能够更好地整合分布式新能源，提高整体消纳能力^[5]。

例如，丹麦在智能电网技术提升方面提供了成功经验。丹麦通过开发高级电力预测系统和智能调度平台，实现了风能与电网的高度协调。其国家电网公司（Energinet）部署了一套基于人工智能的预测系统，能提前数小时精确预测风能发电量，并实时调整电网负荷分配，从而有效缓解新能源波动对电网的影响。同时丹麦还制定了统一的设备标准，使不同厂商的设备能够兼容互通，促进了智能电网技术的快速普及。通过技术的不断创新，丹麦成功实现了50%以上的电力来自可再生能源，为全球智能电网技术发展提供了参考。

3.2 完善储能与辅助服务系统

储能与辅助服务系统是新能源并网的重要支撑，其完善能够显著提高电网的调节能力和稳定性。应加大对经济高效储能技术的研发投入，尤其是高能量密度、长寿命电池储能技术的开发，以满足大规模新能源并网的

需求。鼓励分布式储能系统与集中式储能系统相结合，实现调节能力和经济性的优化。建立灵活的辅助服务市场体系，为储能设备和其他辅助服务提供合理的市场化补偿机制，以激励更多企业参与电网调峰和频率调节服务。通过优化储能系统的调控策略，使其不仅能承担短时功率平衡，还能为电网提供长期能量储备，增强电网的整体稳定性。

例如。美国加州在储能与辅助服务系统建设方面取得了显著成效。加州公共事业委员会（CPUC）通过政策支持，推动了储能设施的大规模部署。加州的“储能授权计划”设立了1.3吉瓦的储能目标，推动电池储能系统在分布式能源管理和电网辅助服务中的广泛应用。加州独立系统运营商（CAISO）建立了完善的辅助服务市场，通过经济激励机制，吸引储能系统参与电网调峰和频率调节。2016年阿尔塔蒙特风电场储能项目成功为电网提供备用容量和频率调节服务，显著提高了风能的利用效率。这些举措充分展示了储能与辅助服务系统在新能源并网中的重要作用。

3.3 健全政策与市场保障机制

健全政策与市场保障机制是推动智能电网技术和新能源并网协同发展的基础。首先应完善电力市场机制，优化新能源并网激励政策，例如实行差别化电价补贴或市场化交易机制，提升新能源在电力市场中的竞争力。政府应加强对智能电网技术研发的资金支持，建立多方合作平台，促进政府、企业和科研机构之间的协同创新。应制定完善的新能源并网技术标准和政策法规，为智能电网与新能源的深度融合提供法律保障。通过推广能源互联网建设，推动电力市场的数字化与智能化转型，为新能源和智能电网的发展提供更高效的市场环境。

例如，我国在“十三五”规划中明确提出构建能源互联网，并通过补贴政策支持风能和太阳能发电的规模化应用。以江苏省为例该省通过实施分布式发电市场化交易试点，允许分布式新能源发电企业直接与用户交易，同时提供优先并网和消纳的政策支持。国家能源局制定了《新能源并网技术导则》，统一了并网技术标准，降低了企业实施成本。通过政策和市场的双重保障，我国新能源并网比例迅速提升，智能电网技术也得到了快速

发展，为全球能源转型提供了宝贵经验。

4 结论

智能电网技术在新能源并网中的应用是推动能源系统转型的关键力量。通过对智能电网技术特点的分析，能发现其在双向互动、实时调度和能源优化方面展现出显著优势。智能电网通过信息技术的深度融合，不仅提高了能源系统运行的透明度和效率，还为应对新能源发电的不稳定性和间歇性提供了有效的技术解决方案。智能电网的灵活调度能力和对分布式能源的高效整合，为新能源的大规模接入和消纳奠定了坚实的基础。当前新能源并网仍然面临诸多挑战，包括电力系统的稳定性问题、电能质量下降以及储能技术发展滞后的限制。通过研发高性能的传感器、控制设备以及智能调度系统，提升智能电网技术能力，增强其应对新能源波动性的灵活性。完善储能与辅助服务系统，发展经济高效的储能技术，并优化辅助服务市场，为电网提供更稳定的调节支持。通过补贴和激励措施推动智能电网技术的普及，同时加强政府与企业的协作，形成合力推动行业发展。通过技术进步和政策支持，智能电网将进一步推动新能源的大规模并网，并在实现碳中和目标中发挥更大作用。这不仅是技术发展的必然方向，更是全球能源转型的战略需求，也是应对气候变化、实现可持续发展的重要支撑。

参考文献

- [1] 金飞. 电力电缆初期绝缘故障检测方法综述[J]. 电力设备管理, 2024(2): 56-58.
- [2] 宋维宏, 张聪泰. 串联谐振在电力电缆绝缘试验中的应用及故障排除[J]. 冶金动力, 2022(6): 17-19.
- [3] 梁建权, 张健, 张可心. 寒冷环境下绝缘电力电缆本体外护套开裂故障影响因素分析[J]. 黑龙江电力, 2023, 45(6): 531-534.
- [4] 苏保中, 朱振民. 高压交联聚乙烯电缆护套绝缘故障检测与优化系统[J]. 电气技术与经济, 2023(4): 209-211.
- [5] 程萌. 高压电缆绝缘在线监测与诊断系统分析[J]. 数字技术与应用, 2023, 41(5): 159-161.