

# 智能电网技术在电力系统节能减排中的应用研究

张航, 刘超, 张东卓, 包爽, 裴冬

国网吉林省电力有限公司松原供电公司, 吉林 松原 138000

DOI: 10.61369/SSSD.2026080013

**摘 要 :** 节能减排是电力系统高质量发展的核心导向,也是实现“双碳”目标的关键举措。智能电网技术依托大数据、人工智能、储能等先进技术,具备高效化、智能化、协同化的优势,可以精准优化电力生产、传输、分配全流程,为电力系统节能减排提供重要技术支撑。基于此,本文将主要探讨智能电网技术在电力系统节能减排中的应用路径,以期为电力系统绿色低碳转型提供理论参考。

**关 键 词 :** 电力系统; 节能减排; 智能电网技术; 能源; 低碳

## Research on the Application of Smart Grid Technology in Energy Conservation and Emission Reduction of Power Systems

Zhang Hang, Liu Chao, Zhang Dongzhuo, Bao Shuang, Pei Dong

State Grid Jilin Electric Power Co., Ltd. Songyuan Power Supply Company, Songyuan, Jilin 138000

**Abstract :** Energy conservation and emission reduction is the core orientation of the high-quality development of power systems, and also a key measure to achieve the "dual carbon" goal. Relying on advanced technologies such as big data, artificial intelligence, and energy storage, smart grid technology possesses the advantages of high efficiency, intelligence, and coordination. It can accurately optimize the entire process of power generation, transmission, and distribution, providing important technical support for energy conservation and emission reduction in power systems. Based on this, this paper mainly discusses the application paths of smart grid technology in energy conservation and emission reduction of power systems, aiming to provide theoretical references for the green and low-carbon transformation of power systems.

**Keywords :** power systems; energy conservation and emission reduction; smart grid technology; energy; low carbon

## 引言

电力行业作为全球经济与社会进步不可缺少的能源,快速成长为全世界能源消耗与二氧化碳对外排放的主要来源。随着“双碳”目标的提出,我国能源领域正式进入新阶段,这对电力行业节能减排提出更高的要求。智能电网技术融合大数据、人工智能、储能、物联网等先进数字技术与电力技术,具备高效化、智能化、协同化、低碳化的鲜明优势,可以实现电力生产、传输、分配、消费全流程的精准管控与优化升级<sup>[1]</sup>。将智能电网技术应用于电力系统节能减排中,可以推动电力系统绿色低碳转型、降低能源损耗与碳排放,从而进一步落实“双碳”目标。

## 一、智能电网技术在电力系统节能减排中的应用优势

### (一) 提升电网传输效率,降低能源传输损耗

传统电力系统的传输网络缺乏智能化管控能力,传输线路布局不够合理、潮流分布不均衡,导致大量电能传输过程中以热能等形式损耗。依托物联网技术与传感器设备,智能电网技术可以实时采集传输线路的电压、电流、功率等运行参数,并利用大数据分析精准识别潮流分布不均衡的区域与环节,借助柔性交流输电等技术对潮流进行动态调控,实现电力资源的优化配置,进

而从源头降低传输损耗<sup>[2]</sup>。同时,智能电网技术可以对传输线路进行智能化监测与维护,及时发现线路老化、接触不良等可能导致损耗增加的隐患,实现隐患的精准排查与及时处理,减少因设备故障引发的额外损耗。最重要的是,数字化管控平台可以实现对传输全流程的实时监控与动态优化,可以根据电力供需变化及时调整传输策略,避免无效传输与冗余传输,最大限度减少能源浪费。

### (二) 优化能源配置,提升可再生能源消纳能力

在当今天时代背景下,能源绿色发展成为主要趋势,这要求电

力企业推动能源结构向清洁化、低碳化转型<sup>[3]</sup>。智能电网技术具有全方位管控的优势，可精准预测可再生能源的发电功率与电力供需变化，结合不同能源的特性与优势，制定科学的能源调度方案，实现化石能源与可再生能源的协同互补，最大限度提升可再生能源的利用效率。同时智能电网具有不可替代作用，可以搭建分布式能源并网平台，优化分布式可再生能源的并网流程，解决可再生能源并网过程中出现的电压波动、频率不稳定等问题，提升电网对分布式清洁电力的接纳能力，推动更多清洁电力融入电网，替代化石能源消耗<sup>[4]</sup>。

### （三）优化电力分配，减少额外能耗与碳排放

智能化负荷管控技术可以精准掌握电力消费需求的变化规律，实现负荷的动态调度、优化管控，避免能源浪费。具体而言，智能电网技术可以对电力消费终端做全面感知，实时、可靠地采集用户数据，发现不同用户、不同时段电力消费需求及负荷变化规律，为负荷调度及节能管控提供数据基础。据此，智能电网可以精准分析用户用电需求，借助智能电力传感器主动、精细地调整电力分配，缓解高峰时段的供电压力，减少高峰负荷过载时的额外能耗及相应的碳排放<sup>[5]</sup>。更进一步地说，智能电网从电力供需变化及负荷特性出发，对各类负荷做动态、最优的调度管控，优先满足高效、低碳负荷的用电需求，合理限制高耗能负荷的不合理用电，真正做到负荷资源的优化配置。

## 二、传统电力系统节能减排模式中存在的问题

### （一）电网管控水平低下

作为直接影响能源利用水平及节能减排效果的环节，电力传输在电力系统运行中发挥着极其重要的作用，然而，传统电力系统的电网架构及管控模式难以满足绿色低碳发展的要求，具体而言：第一，传统电网的传输网络布局相对固定，缺少灵活调整拓扑结构的能力，无法按电力供需变化、潮流分布特点及时、合理地优化电力潮流分布，从而造成电力潮流分布不均<sup>[6]</sup>。第二，传统电网运行中缺乏智能化的监测设备及数据采集手段，不能实时、可靠地获取传输线路的运行参数及损耗数据，因而部分线路长期处于低负荷运行状态，既影响电网运行稳定性，又增加传输损耗。第三，传统电网所采用的传输设备能耗较高，而长期以来又缺乏主动、系统的节能技术升级及设备更新措施，导致大量电能传输过程中以热能形式消散，直接造成能源浪费<sup>[7]</sup>。

### （二）用户侧用电粗放

用户作为电力系统能源消耗的终端环节，其用电行为的科学与否直接影响电力系统节能减排的整体成效。具体表现在，电力系统与用户之间缺乏有效的互动沟通机制，用户无法及时获取自身用电数据、能耗水平及节能建议，对用电浪费的危害、节能的重要性以及自身在节能减排中的责任认知不足，存在粗放用电行为，从而进一步增加电力系统的供电压力与化石能源消耗<sup>[8]</sup>。传统电力系统缺乏对用户侧用电行为的精准监测与引导，用户在使用过程中缺乏科学的用电规划，存在长明灯、长待机、过度用电等粗放行为，导致大量电能被无效消耗。

### （三）负荷调度模式僵化

传统负荷调度主要基于历史用电数据为基础做静态规划，难以预测实时电力供需变化及负荷波动，导致所制定的调度方案缺乏针对性，无法实现电力供需的动态平衡，比如用电高峰时只能靠增加化石能源发电来满足用户用电需求，从而容易出现能源消耗增大、碳排放增加、电网运行压力加剧等问题<sup>[9]</sup>。更根本的是，传统电力系统中的节能减排工作多集中于电力生产环节，对传输、消费环节的减排长期重视不够，各环节又缺乏有效的协同机制，导致传统电力系统的节能减排工作难以形成系统性、长效性局面，导致整体减排成效不佳。

## 三、智能电网技术在电力系统节能减排中的应用路径

### （一）优化电力供需平衡，降低能源消耗与碳排放

传统电力系统的调度模式缺乏精准的负荷预测能力，多基于历史数据进行静态规划，难以适应电力供需的实时变化，而借助大数据、人工智能、物联网等先进数字技术，可以实现电力生产、传输、消费全流程的精准管控与动态优化，推动电力系统向高效化、低碳化运行转型，降低能源无效消耗与碳排放<sup>[10]</sup>。首先，智能电网技术可以整合用户侧用电数据、可再生能源发电数据、电网运行数据等多维度信息，实现对电力负荷、可再生能源发电功率的精准预测，精准把握电力供需的动态变化规律，为发电调度提供科学依据。在此基础上，可以合理安排各类电源的发电计划，优化化石能源发电与可再生能源发电的协同配比，最大限度提升可再生能源的利用效率，从源头降低碳排放。

其次，电力传输环节的损耗是电力系统能源浪费的重要来源，利用智能调度技术和交流输电等先进技术，可以实时监测电网潮流分布情况，以此对潮流进行动态优化，实现电网潮流的均衡分配。最重要的是，智能调度系统可以实时监测电网运行状态，及时发现传输环节的损耗异常，精准识别损耗偏高的环节与原因，制定针对性的损耗控制策略<sup>[11]</sup>；最后，智能调度技术可以实现对储能系统的精准管控，根据电力供需变化与可再生能源发电情况，制定科学的充放电调度方案，优化储能资源的利用效率，提升可再生能源消纳率，减少清洁电力浪费。

### （二）构建智能用户交互体系，释放用户侧减排潜力

用户侧作为电力系统能源消耗的终端，其用电行为的优化对电力系统节能减排具有重要意义。依托数字化技术搭建电网与用户之间的高效互动平台，实现用电数据的实时共享、节能建议的精准推送与用电行为的科学引导，释放用户侧节能减排潜力，推动消费环节节能降耗。具体体现在，第一，依托智能电表、物联网终端等设备，电网终端可以实时采集用户用电数据，而后可以借助数字化平台向用户推送用电明细、能耗分析报告等信息，让用户清晰了解自身用电情况，明确用电浪费的环节与原因<sup>[12]</sup>。与此同时，平台可以结合用户用电行为特点，推送个性化的节能建议，引导用户摒弃粗放用电行为，减少无效用电与能源浪费，从终端环节降低电力系统能源消耗与碳排放。

第二，智能用户交互体系结合峰谷电价、分时电价等政策，

通过数字化平台向用户精准推送电价信息，引导用户将高峰时段的用电需求转移至低谷时段，实现错峰用电。第三，智能用户交互体系可以实现对用户侧负荷的精准管控，结合用户用电需求与电网运行状态，引导用户优化用电流程，合理安排用电时间，充分释放用户侧节能减排潜力，推动电力系统消费环节节能降耗，提升整体节能减排成效。

（三）依托智能电网技术，提升电网运行能效

节能是电力系统节能减排的核心抓手，也是实现“双碳”目标的重要路径，传统电力系统在各环节均存在不同程度的能源浪费问题，而智能电网技术通过全方位赋能，能够从根本上优化能源利用方式，减少无效能耗<sup>[13]</sup>。

其一，在大数据与人工智能算法的支撑下，智能电网可以精准预测电力负荷需求与可再生能源发电功率，优化发电计划制定，实现化石能源发电与可再生能源发电的协同配比，在保障电力供应稳定的前提下，最大限度提升发电效率，减少化石能源消耗。

其二，电力传输环节的能源损耗是传统电力系统节能的薄弱环节，导致大量电能传输过程中被浪费，而智能电网技术的应用可以推动传输设备的智能化升级，替换传统高耗能传输设备，采用高效节能的传输技术与设备，降低传输过程中的电阻损耗、铁损等固有损耗，从而进一步提升传输环节的能源利用效率，减少传输环节的能源浪费。

其三，智能电网技术具备实时监测和精准处置的功能，可以优化变电运维流程，制定个性化的维护计划，推动变电设备向高效节能、智能化方向升级，完善设备运行参数，确保变电设备始终处于最优运行工况，降低变电设备自身能耗，实现变电环节的节能降耗。

四、结束语

智能电网技术为破解传统电力系统节能减排困境、推动绿色低碳转型提供了重要技术支撑。通过优化电力供需平衡、构建智能用户交互体系、提升电网运行能效等路径，可以有效降低能源损耗、优化能源配置、释放减排潜力。

参考文献

[1] 刘海成. 智能电网中的电力系统自动化技术研究 [J]. 光源与照明, 2024, (12): 210-212.  
[2] 何启成. 新形势下电力工程设计中的电力系统规划设计研究 [J]. 光源与照明, 2024, (12): 207-209.  
[3] 任磊. 电力系统运行中的数字技术应用研究 [J]. 电工技术, 2024, (S2): 129-130+133.  
[4] 于文双. 新型电力系统与智能电网技术的发展综述 [J]. 电子技术, 2024, 53 (12): 140-141.  
[5] 王超. 基于智能电网技术的电力调度自动化研究 [C]// 《中国建筑金属结构》杂志社有限公司. 2024新质生产力视域下智慧建筑与经济发展论坛论文集（三）. 国网山东省电力公司东明县供电公司; , 2024: 30-31.  
[6] 王钰鸣. 电力工程技术在智能电网建设中的应用分析 [C]// 吉林省电机工程学会. 吉林省电机工程学会2024年学术年会获奖论文集. 国网吉林省电力有限公司吉林供电公司; , 2024: 64-67.  
[7] 孙睿泽, 李佳豪. 智能电网技术在电力系统自动化中的应用研究 [J]. 电力设备管理, 2024, (20): 14-16.  
[8] 吴云晖. 绿色能源背景下电力系统节能降碳措施研究 [J]. 产业科技创新, 2024, 6 (04): 4-7.  
[9] 董训鹏, 温煦. 电力系统节能调度降损措施探讨 [J]. 光源与照明, 2024, (03): 137-139.  
[10] 陈冰宇. 基于电力系统自动化的资源优化调度研究——节能减排与环保效益分析 [J]. 生态与资源, 2024, (03): 83-85.  
[11] 姚振, 胡小勇, 陈光, 等. 化工企业电力系统节能降耗分析 [J]. 塑料工业, 2024, 52 (01): 180.  
[12] 陈伟, 黄良俊, 林振兴. 基于节能减排理念的新型电力系统网格计算平台构建研究 [J]. 节能与环保, 2023, (10): 47-51.  
[13] 陈红洋, 王刚, 王新. 浅谈化工企业电力系统节能降耗措施 [J]. 氮肥技术, 2023, 44 (05): 16-17+40.