

## 能源互联网主动支撑新能源供给消纳体系

当前我国能源转型正迈向纵深发展，新能源发电占比不断提升，但仍存在能源供需时空不匹配、能源消费结构不合理、缺乏支撑新能源消纳的灵活性资源等问题。2022年1月，习近平总书记指出，要加大力度规划建设以大型风光电基地为基础、以其周边清洁高效先进节能的煤电为支撑、以稳定安全可靠的特高压输变电线路为载体的新能源供给消纳体系。这符合我国资源禀赋、电力系统发展的客观规律，依托互联电网支撑新能源更大范围消纳，对于促进实现碳达峰、碳中和目标以及我国能源转型具有重要意义。能源互联网是以电为核心，利用新能源发电技术、信息技术，融合电力网络、天然气网络、供热/冷网络等多能源网以及电气交通网形成的异质能源互联共享网络。将新能源与能源互联网融合发展，有助于解决新能源的消纳难题，支撑建设新能源供给消纳体系，同时有助于改善能源的生产和供应模式，提高能源使用效率，是推动能源革命和实现“双碳”目标的重要举措。

《全球能源互联网》编辑部紧追学术前沿和研究热点，邀请我们作为特约主编，共同策划“能源互联网主动支撑新能源供给消纳体系”专题，围绕建设新能源供给消纳体系形势下能源互联网新理论、新技术和新实践等方面的研究，征集并发表相关专家在该领域的最新研究成果。

本专题共收录论文10篇，主要涵盖能源互联网规划、储能技术及经济性、先进ICT技术和综合能源系统调度规划等4个方面。在能源互联网规划方面，华北电力大学胡俊杰等通过选取包含数据中心、常规负荷与光伏机组的配电网作为研究对象，采用双层规划方法建立了考虑数据中心运行灵活性和分布式光伏接入的配电网规划模型，利用了配电网内数据中心自身的灵活性，同时降低了配电网系统与数据中心的规划成本与运行成本；全球能源互联网发展合作组织的梁才浩等分析了全球能源互联网与多能互补的内涵和内在关系，总结了全球能源互联网多能互补的典型应用场景，提出了基于全球清洁能源资源评估平台（GREAN）和生产模拟的多能互补协同开发综合规划分析方法，并通过典型案例展示了全球能源互联网多能互补的分析结果和互补效益；国网智能电网研究院的朱琳等研究了大型城市供电电网短路电流，从柔性直流内外环控制方式及交流系统短路电流计算原理出发，分析得出柔性直流短路电流的幅值和相位对并网点的短路电流影响均较大，其中幅值受外环电流限幅环节的影响易于控制，因此需着重对相位进行控制，并提出了一种降低柔性直流输电换流站两端PCC点短路电流的控制策略；大连理工大学的申建建等构建了适合跨省、跨区送电的水电站月度合同电量曲线分解模型，考虑了保量保价、保量竞价、市场化

三类品种电价差异，以及电网调峰、市场和电站运行复杂约束，提出了多省多品种发电收益总和最大的二次规划目标，并采用混合整数线性规划方法实现了模型高效求解。

储能技术及经济性方面，清华大学的程林等从国内外储能政策的提出、电力市场的运营、碳市场的交易等方面综述了国内外电池储能系统需求及市场机制，并分析了梯次利用电池储能系统的适用场景与经济效益，以及目前电池储能系统经济性研究方法和商业模式，提出了电池储能系统参与电力系统存在的问题并且提出了改善建议；华北电力科学研究院的王开让等针对并联电池组支路电流采集过程繁琐且状态估计复杂的情况，以电池的二阶等效电路为基础结合回路电流法建立了并联电池组的仿真模型，并研究了并联电池组的支路不均衡电流现象，采用控制变量法通过模型详细分析了内阻、容量、初始SOC等因素对支路电流点的影响。

先进ICT技术方面，中国电力科学研究院有限公司的赵日晓等对人工智能在电力系统源、网、荷、储等关键环节的预测、建模、分析、优化控制等核心应用的现状进行了综述，并对元学习、无监督预训练、可解释性与人机混合增强等人工智能领域的技术发展和其在新型电力系统的应用进行了分析展望；国网区块链技术实验室的石竹玉等梳理了国内外区块链技术及其在能源电力领域应用的标准化现状，分析了区块链技术与碳交易、绿电交易、分布式交易等低碳化典型应用场景的匹配性，按照GB/T 12366综合标准化工作指南梳理提炼出了典型应用场景中的标准化需求以及标准化对象。

综合能源系统调度规划方面，中国石油大学（华东）的于馨玮等从不确定性问题入手阐述了分布鲁棒优化理论在综合能源系统中的应用，总结了其典型的应用场景并与电力系统进行对比，以基于矩信息和基于概率距离的分布鲁棒优化模型为例从模型、求解方法以及应用等方面分析了各自的优缺点，并针对不确定性问题提出了待研究方向。上海仪电人工智能创新院的崔一澜等以科技型产业园区低碳转型为切入点，通过引入数据中台概念对园区多源异构大数据进行了汇聚和存储，为前端业务提供可共享复用、可快速构建的数据应用服务，探索了智慧园区能效精细化管理方式。

希望本专题可以为能源互联网主动支撑新能源供给消纳体系的理论、方法、机制、政策等方面提供借鉴和参考，推动能源互联网相关低碳转型技术的跨学科、系统性研究。最后，衷心感谢各位作者、审稿专家对本专题的支持和广大读者的关注，希望在各位同仁的共同努力下，加速推进我国能源转型和“双碳”目标的实现。

康重庆 钟海旺

2023年3月9日，北京清华园



康重庆，清华大学电机系主任，清华大学能源互联网创新研究院院长，清华四川能源互联网研究院院长，清华大学能源与电气大类首席教授；国家杰出青年科学基金获得者；IEEE Fellow，IET Fellow，CIGRE C1.39工作组召集人。主要研究方向为电力系统规划、电力系统调度运行、可再生能源、低碳电力技术、负荷预测。



钟海旺，清华大学电机系副教授，清华四川能源互联网研究院交易与运筹研究所所长，国家优秀青年科学基金获得者。研究方向为智能电网优化运行与电力市场。