

“新型电力系统关键技术:多能互补系统低碳转型与数字化调度技术”专辑

# 特约主编寄语

在“双碳”目标的引领下,构建以新能源为主体的新型电力系统已成为我国能源转型的战略任务。随着风电、光伏等新能源装机规模持续攀升,其固有的间歇性、波动性给电力系统的安全稳定运行带来了前所未有的挑战。在此背景下,多能互补系统的协同优化与低碳转型,以及以大数据、人工智能为代表的数字化调度技术,已成为破解新能源消纳难题、提升系统灵活性、实现电力系统深度脱碳的关键路径。

为深入探讨新型电力系统在多能互补、低碳转型与数字化调度领域面临的技术挑战与解决方案,推动该领域的理论创新与工程应用,《电力自动化设备》编辑部策划组织了“新型电力系统关键技术:多能互补系统低碳转型与数字化调度技术”专辑,旨在汇聚学术界与工业界的智慧,共同擘画未来电力系统的发展蓝图。本专辑共收录23篇论文,根据研究内容分为“新型电力系统优化调度技术”“新型电力系统智能调度技术”和“新型电力系统低碳调度技术”3个核心板块,系统展示了我国学者在该前沿领域的丰硕成果。

## ◆ 新型电力系统优化调度技术

多能流耦合场景下的系统建模与优化运行是新型电力系统优化调度的关键。山东科技大学张玉敏副教授等提出了基于L形算法-目标级联分析算法和综合需求响应的电-气双侧输配协同优化调度方法,有效提升了多能源系统间的动态协调能力;清华大学蔺晨晖助理研究员等针对梯级水光互补系统,提出了数据驱动的不确定性建模与鲁棒调度方法,为高比例可再生能源接入下的配电网安全运行提供了新思路;华中科技大学艾小猛教授等研究了考虑飞轮与锂电储能协同频率支撑的电力系统优化调度方法,深入分析了多元储能协同运行对系统频率安全的提升作用;东北电力大学张虹教授等提出了考虑热供需

波动同源特性的数据中心微网灵活供能仿射优化调度模型,揭示了不确定因素间的内在关联,提升了多能源微网的运行灵活性和经济性;西安交通大学王秀丽教授等构建了计及灵活性挖掘的电-气综合能源系统多源分布鲁棒优化调度模型,量化了数据质量对调度决策的影响,促进了新能源消纳;四川大学何川副教授等提出了考虑精细化电制氢建模与多点掺氢的气电氢综合能源系统优化运行方法,推动了氢能的高效梯级利用;合肥工业大学杨越副教授等提出了考虑地热热泵变流量热交换特性的电-热协同调度方法,充分挖掘了热力系统的调节灵活性。

## ◆ 新型电力系统智能调度技术

随着人工智能技术的快速发展,以数据驱动为核心的智能调度技术成为应对系统不确定性的有力工具。东北电力大学杨茂教授等提出了基于深度强化学习的综合能源系统增量场景动态优化调度方法,有效解决了因功率分布偏移导致的模型性能下降问题;新疆大学程静副教授等构建了基于数据驱动与供需灵活性的综合能源系统两阶段鲁棒优化低碳调度模型,提升了系统在复杂风电场景下的可靠性;浙江工业大学郭方洪副教授等提出了基于分布式联邦强化学习的多区域综合能源系统优化调度方法,在保护数据隐私的同时实现了多主体协同优化;北京工业大学黎海涛副教授等研究了基于纳什竞争深度Q网络学习算法的综合能源微网电-热-碳联合调度策略,通过博弈均衡实现了多微网间的利益协调;华东交通大学彭春华教授等提出了基于进化深度强化学习的含氢虚拟电厂低碳经济调度方法,显著提升了系统的全局搜索能力和调度性能;广东电网有限责任公司陈荃高级工程师、华南理工大学朱建全教授等提出了基于数据驱动碳排放流模型的配电网电碳协同调度方法,实现

了碳责任的精细化分摊以及配电网的低碳经济运行;三峡大学席磊教授等研究了基于软脉冲双延迟深度确定性策略梯度算法的自动发电控制算法,有效平衡了 $Q$ 值估计中的高估与低估偏差,提升了系统控制性能;浙江大学杨强教授等提出了基于多智能体强化学习的储能电能量-调频市场交易策略,为储能参与多市场竞争提供了决策支持。

### ◆ 新型电力系统低碳调度技术

面向碳中和的远景目标,低碳化已成为电力系统调度的核心约束之一。贵州大学张靖教授等提出了基于绿证-碳交易等价交互的综合能源系统低碳优化调度策略,实现了绿证与碳配额的高效流通;西南石油大学李茜副教授等构建了风光气储氢耦合的海上油气平台群低碳优化运行模型,为海洋能源系统低碳转型提供了可行方案;东北电力大学张儒峰教授等提出了含电解铝工业园区的柔性配电网低碳优化运行方法,挖掘了高耗能工业负荷的碳减排潜力;东北电力大学李军徽教授等构建了考虑碳捕集设备和调峰主动性的含储能电力系统多目标低碳调度模型,在保证各调峰主体收益的同时实现了资源的尽限利用;湖南大学李勇教授等提出了考虑动态能源集线器的综合能源系统分布鲁棒低碳经济调度方法,提高了模型对设备时变效率的刻画精度以及系统调度鲁棒性、低碳性;郑州大学王要强教授等提出了考虑源荷不确定性的5G基站光储一体化低碳经济运行策略,有效提升了通信基础设施的光伏消纳能力;四川大学贺帅佳副研究员等提出了考虑低碳需求响应与季节性氢储的能源

站分布鲁棒联合机会约束低碳规划方法,实现了短期低碳需求响应降碳与长期季节性氢储降碳的协同优化;河海大学史林军副教授等提出了考虑碳能定价机制的综合能源系统季节性低碳经济优化调度策略,解决了碳交易与能量交易在时间尺度上不匹配的问题,实现了高低碳需求季节间的能量再分配。

本专辑的出版,系统展示了我国在新型电力系统多能互补、低碳转型与数字化调度领域的最新研究成果。然而,我们清醒地认识到,面向新型电力系统的关键技术研究仍处于快速发展阶段,诸多理论问题与技术瓶颈有待进一步突破。随着能源转型的深入推进,源网荷储各环节的耦合将更加紧密,数字化与低碳化的协同效应将更加凸显,亟需学术界与工业界持续开展跨学科、跨领域的协同创新。

衷心感谢所有为本专辑撰稿的专家学者,是你们的智慧与汗水铸就了本专辑的学术价值。感谢《电力自动化设备》编辑部在专辑策划、评审、编辑、出版过程中付出的辛勤劳动。同时,向在本专辑评审工作中做出重要贡献的特约评审专家致以崇高的敬意,正是你们严谨求实的科学态度保证了本专辑的高质量出版。期待本专辑能为推动我国新型电力系统的理论发展与工程实践贡献绵薄之力,为建设清洁低碳、安全高效的现代能源体系提供有益参考。



2026年3月12日