

“未来能源系统的转型与变革:低碳与清洁技术”专辑

特约主编寄语

在碳达峰、碳中和、构建以新能源为主体的新型电力系统等战略目标下,未来能源系统(包括电力系统、天然气系统、热力系统、交通系统等)将迎来多种深刻的转型与变革,而其中低碳与清洁技术的应用尤为关键。一方面,需充分挖掘各能源系统的灵活性及多能互补的优势,以支撑低碳与清洁技术在能源系统的应用;另一方面,应根据各类低碳与清洁技术的特征及各能源系统的资源禀赋,探索多样化能源系统低碳化/零碳化转型路径。此外,应设计合理的政策与市场机制,推动各能源行业主动寻求转型与变革。

为探讨新形势下驱动未来能源系统转型与变革的关键低碳与清洁技术,进一步推动该领域的深入研究,《电力自动化设备》邀请我们针对这一热点问题,共同策划组织了“未来能源系统的转型与变革:低碳与清洁技术”专辑,收到了来自学术界和工业界的百余篇饱含真知灼见的投稿。经过严格评审,最终本专辑共收录31篇论文,涵盖了面向未来能源系统转型与变革的多能流协同技术、低碳与清洁能源技术、能源系统转型路径规划、市场机制设计等方面的内容。

◆ 多能流协同技术

河海大学陈胜副教授和卫志农教授、东南大学顾伟教授、清华大学郭庆来教授对多能流协同技术下能源系统转型与变革进行了综述,归纳总结了以新能源为主体的能源系统面临的核心挑战;浙江大学李知艺研究员、鞠平教授等对低碳化转型下综合能源电力系统弹性进行了综述,以多元技术融合的视角对弹性提升手段进行思考与展望;山东大学李正烁教授等提出了计及电转气设备响应特性的电-气综合能源系统协同调度模型,评估了电转气设备灵活性对于风电消纳的支撑作用;青海大学陈来军副教授、梅生伟教

授等构建了低碳园区综合能源系统氢储能优化配置模型,分析验证了氢储能在降低碳排放与提高综合能效方面的作用;四川大学刘天琪教授、何川副教授等提出了一种考虑综合需求响应的电-气综合能源系统可靠性评估方法,并采用综合需求响应贡献系数指标刻画其对系统可靠性的影响;武汉大学胡志坚教授等构建了一种计及阶梯式碳交易机制与电制氢的综合能源系统低碳经济调度模型;东南大学丁泉博士、窦晓波教授等研究了现货市场环境下游区综合能源系统日前-日内-实时多阶段优化问题,以储能、热电互补等综合调节手段优化校正偏差电量;华中科技大学罗毅副教授等提出了多能源市场下热电联产机组策略报价模型,研究结果表明热力市场实时定价机制有利于提高热电机组在电力侧功率的灵活性。

◆ 低碳与清洁能源技术

西安交通大学丁涛教授等综述了面向碳中和的工业尾气电厂技术及典型案例,探讨了未来尾气电厂参与新能源消纳、运营模式、政策完善等发展方向;河海大学卫志农教授等综述了以新能源为主体的交直流配电网优化运行与安全分析问题,围绕稳态建模、不确定性分析、灵活运行、安全域构建等展开了介绍;上海交通大学冯冬涵教授、周云博士等构建了计及智慧充电桩群的楼宇低碳优化调度模型,楼宇的灵活性调度显著降低了碳排放量;东北电力大学姜涛教授等提出了计及分布式光伏的主动配电网分布式控制策略,有效消除了电压越限问题;河海大学林克曼博士、吴峰教授等提出了光伏-光热联合发电系统协调控制模型,计及了联合发电系统多变量耦合与多时间尺度特征;四川大学刘俊勇教授、

刘继春教授等提出了基于电量共享的梯级水光蓄联合发电系统优化调度策略,充分挖掘了梯级水电、光伏发电和抽水蓄能三者之间功率输出的互补性;河海大学谢俊教授等研究了风-光-水互补发电增益分配方法,采用基于强化学习的Shapley值抽样估计法保证了增益分配方法的精确性与计算效率;东北电力大学陈海鹏博士构建了计及碳捕集电厂的电力系统低碳调度模型,采用碳捕集电厂灵活运行与需求响应提升了系统的风电消纳能力。

◆ 能源系统转型路径规划

上海交通大学尚策副教授等提出了计及煤电机组退役的新能源与储能多阶段协同规划模型,分析了新能源与储能的投建对于电力系统低碳转型的支撑作用;武汉大学胡志坚教授等提出了基于阶梯碳交易机制的园区综合能源系统多阶段规划方法,分析了影响园区碳排放量的主导因素;湖南大学李勇教授等构建了碳交易机制下电转气与光伏联合优化配置模型,分析了碳排放配额量对于优化配置结果的影响;广西大学黎静华教授等提出了计及供能可靠性的电-气综合能源系统最优规划模型,通过多能耦合设备的协同规划提升了系统的风电消纳能力;华中科技大学苗世洪教授等构建了考虑可靠性的城市综合能源系统最优规划模型,分析了投资者经济性/可靠性偏好对规划方案的影响;浙江大学杨莉副教授、林振智教授等提出了多功能区综合能源系统多元储能规划模型,计及了电动汽车负荷、冷热负荷和供热系统的虚拟储能特性;国网浙江省电力有限公司电力科学研究院苏焯高级工程师、清华大学沈欣炜研究科学家等从储能参与调频的角度出发,综述了储能的投资规划与竞价策略问题。

◆ 市场机制设计

大连理工大学李刚副教授、程春田教授等建立了基于信息间隙决策理论的梯级水电站中期调度及交易决策方法,分析了梯级水电站运营者

的风险偏好对交易结果的影响;四川大学刘继春教授等提出了计及需求响应的多售电主体风光储容量优化方法,建立了基于贡献度利益分配的共建共享投资模型;东南大学王蓓蓓副教授等提出了去中心化的分布式资源P2P交易模型,并基于配电网安全裕度水平优化交易次序;华北电力大学杨锡运教授等设计了基于异构能源区块链的综合能源系统交易机制,建立了基于智能合约的匹配拍卖机制,保证了清洁能源用户的供能优先级;东北电力大学崔杨教授等提出了考虑碳交易机制的光热电站与风电系统低碳经济调度策略,采用碳交易机制挖掘了火电机组减排的潜力;东南大学喻洁副教授等研究了售电商滚动修正月度市场交易策略,分析了清洁能源季节性波动对售电商交易策略的影响;昆明理工大学骆钊副教授构建了碳排放权-绿色证书联合交易市场框架,基于此提出了综合能源系统低碳调度模型;贵州电网有限责任公司姚璐高级工程师等建立了面向分布式主体的可交易能源模型,形成了分布式主体间的灵活交易及利益分配的多样化。

然而值得注意的是,新形势下驱动未来能源系统转型与变革的关键低碳与清洁技术研究远未成熟,世界各国的电力能源转型与变革仍在摸索中前进,现有学术研究与工程经验难免有局限之处,也势必存在大量的学术争鸣与思维碰撞。由于篇幅、主题以及稿件处理周期的限制,部分高水平投稿论文未能完全涵盖于本专辑中,希望能够得到所有为本专辑撰稿的作者和广大读者的理解。

衷心感谢各位专家学者对本专辑的大力支持,感谢《电力自动化设备》编辑部为本专辑的选题、策划、组织和出版所做的大量而细致的工作。同时,还要感谢本专辑的各位特约评审专家,正是他们求实的科学态度和无私的奉献精神保证了本专辑的高质量出版。

陈伟 郭东 陈胜

2021年8月22日