

# 特约主编寄语

人类活动导致全球范围内碳排放不断增加,引发全球气候变化等环境危机。转变经济发展模式,走低碳化的发展道路,成为世界各国普遍的选择。为实现社会经济的可持续发展,中国做出了“到2020年单位GDP碳排放比2005年下降40%~45%”的减排承诺。低碳已经成为当前中国经济发展的新主题。

中国电力工业所产生的碳排放接近全国化石燃料燃烧碳排放总量的一半,具有排放量大、排放强度高的特点,是达成减排承诺的重要行业。在当前电力负荷迅速增长的背景下,碳减排目标的提出给中国电力工业的发展带来了新的压力和挑战。发展低碳电力,实现电力工业的可持续发展已是刻不容缓。在应对挑战的同时,也应清晰地看到,低碳发展对电力工业而言,机遇与挑战并存。一方面,电力行业是碳排放的主要来源之一,也是碳减排的主力军;另一方面,各类非化石能源的规模化开发利用一般需转化为电的形式,电力行业是低碳目标的主要承载者。因此,电力系统低碳化必然在全社会低碳发展中发挥独特的作用。

低碳电力的发展离不开各类新型技术的支撑。在学术界和工业界的努力下,从传统的火力发电领域到新能源技术,各类新型低碳电力技术如雨后春笋般蓬勃涌现,碳交易试点、碳捕集电厂示范工程等各方面的推进建设也已取得阶段性成果。低碳电力技术有着广阔的发展空间,但目前一些低碳电力技术的研究仍处于起步阶段,更多类型的低碳电力技术仍有待进一步深化,更多渠道的电力工业低碳技术途径仍有待进一步挖掘。低碳电力已经成为当前阶段中国乃至全球电力行业发展的热点问题。

《电力系统自动化》杂志敏锐地抓住这一研究热点,于2013年暑期提出了围绕“低碳电力技术”进行专题讨论的策划方案。值得指出的是,几乎与此同时,国际著名期刊IEEE Transactions on Power Systems提出了该刊关于“低碳电力技术”Special Section的征文通知。本人非常荣幸地受邀担任《电力系统自动化》此次特别策划专刊的特约主编。

本期专刊采取约稿与征稿相结合的方式,汇总了28篇论文,以学术论文组的形式,集中讨论中国电力工业低碳发展的战略、机制、技术与方法,展示了国内在低碳电力技术方面的最新研究成果。专刊注重理论与实践相结合,在总结当前低碳电力理论研究最新进展的基础上,兼顾低碳电力技术在中国电力工业中的应用及当前电力工业的低碳发展动态。专刊论文来源广泛,涵盖了大专院校、科研机构、电网企业、发电企业等。

专刊论文分为7个领域。“源网荷低碳化”着重从电力系统物理机理角度分析其低碳途径;“低碳电力规划”、“低碳化运行”分别从长时间尺度和短时间尺度看待电力系统的低碳化问题;“碳交易与电力市场”希望从机制层面促进电力系统低碳化运营;“碳排放流”、“碳捕集技术”是低碳电力技术的两个独特而重要的专题;最后,通过“低碳效益评估”分析电力系统的低碳效果。

## (一)源网荷低碳化

电力系统源、网、荷各环节具有不同的低碳特性,统筹兼顾各环节的低碳资源,可充分挖掘电力系统的低碳发展潜力。西安交通大学王锡凡院士等人的论文从电源侧入手,对面向低碳发展的海上风电系统的拓扑结构、可靠性评估方法等进行了总结,阐述了海上风电系统优化规划的模型与算法,并针对今后的研究方向提出了建议。大唐发电集团科研院丁军威高工等人的论文对中国发电行业温室气体的减排技术及潜力进行了分析,给出了中国发电行业主要减排技术清单,通过对未来减排的多情景分析,测算分析了中国发电行业的减排潜力。南方电网公司计划发展部胡飞雄处长等人的论文从电网侧入手,量化分析了南方电网公司通过大力发展西电东送所带来的节能减排效益,深刻揭示了电网对电力行业低碳发展的贡献。国网能源研究院胡兆光教授及北京交通大学张

宁等人的论文从负荷侧入手,在计及经济目标的同时充分考虑碳排放目标,提出了一种考虑需求侧低碳资源、促进电力系统碳减排的新型机组组合模型。

## (二) 低碳电力规划

做好低碳电力规划,是应对电力系统“碳锁定”效应的有效方法。南方电网公司科研院杨柳等人的论文,通过精细化进行电力系统逐日小时级连续“全景”模拟的方法,实现了大电网节能与经济运行水平的判断和评价。国网江苏省电力公司经济技术研究院黄俊辉主任等人的论文抓住电网中“线损”这一重要的低碳要素,对未来江苏电网规划方案的线损结构和分布情况进行了实证分析。国网江西省电力公司经济技术研究院章力院长、熊宁博士等人的论文则立足于配电网,提出了一种考虑潮流倒送约束的分布式光伏电站选址定容规划方法,最大限度地提高了现有配电网接纳分布式光伏发电的能力。浙江大学周浩教授、陈光博士等人的论文提出一种电动汽车充电站多目标选址定容规划模型,充分考虑了由于充电站规划不合理使用户行驶距离加长而造成的碳排放,为电动汽车充电站的选址定容提供了新的思路。

## (三) 低碳化运行

在电源结构、电网拓扑和负荷特性既定的前提下,实现电力系统低碳化运行,是电力行业推动碳减排的主要手段。华北电力大学盛四清教授等人的论文在目标函数和机组开停机优先指标中均计及污染物排放的影响,建立了考虑风电和负荷多重不确定性的多目标混合机会约束机组组合模型。河海大学袁越教授等人的论文分析了影响大规模新能源并网低碳效益的关键因素,建立了计及大规模风能和太阳能发电的年度时序生产模拟仿真模型。国网山东省电力公司经济技术研究院田鑫等人的论文以系统网络损耗最小为目标,求解典型潮流断面下各个节点最佳的无功注入量,通过降低电网损耗取得显著低碳效益。合肥工业大学丁明教授等人的论文关注孤立微电网的功率实时动态平衡问题,在考虑实际约束条件的基础上提出了按优先级设计的储能柴油机协调策略,可提高微电网对光伏、风电等波动性出力的承载能力。

## (四) 碳交易与电力市场

在电力工业中引入电力市场与碳交易,将以机制的力量推动市场各主体的低碳实践。国网电力科学研究院薛禹胜院士等人的论文以实验经济学作为指导,提出了碳排放交易的多代理模型和混合交互动态仿真研究方法,可以充分利用实验经济学和计算经济学的互补特性,有效模拟多个发电企业碳排放交易的决策行为。国家电网公司电力交易中心张显博士等人的论文从宏观角度总结了我国开展发电权交易以来的交易运营情况,分析发电权交易的节能减排效益及其面临的新形势,提出了解决问题的建议。华中科技大学姜素华副教授等人的论文将碳交易机制引入电力系统经济调度,构建了考虑大规模光伏电源接入和碳排放经济价值的电力系统优化调度模型,模型兼顾了系统运行的经济性、低碳性和可靠性。中国电力科学研究院电工所闫涛等人的论文结合国内某风电-储能示范工程项目,提出了商业型虚拟电厂运行方式,并给出了虚拟电厂的优化调度策略,实现低碳效益。

## (五) 碳排放流

基于电网拓扑的碳排放流理论,为厘清电力系统碳排放成本提供了新的分析思路和手段。重庆大学汪锋副教授等人的论文基于电力系统碳排放流理论,设计了计及二次能源终端消费的分省碳排放量计算方法,有利于合理分析能源生产地与终端消费市场间的利益分配。上海交通大学蒋传文教授等人的论文在复比例共享原则的基础上进行碳流追踪,最终实现电力用户侧的碳排放计量。华南理工大学余涛教授等人的论文提出了初步的最优碳流分析模型,并设计了高效的求解算法。长沙理工大学马瑞教授等人的论文提出了一种考虑风电随机性注入对电力系统碳排放流影响的分析方法,计算了风电注入功率对其他节点和支路的碳流影响因子,可用于分析在不确定性注入影响之下的碳流分布特征。

## (六) 碳捕集技术

在当前以火力发电为主的电源结构下,碳捕集技术成为中国电力系统低碳化的重要技术选项。湖南大学黎灿兵副教授、曹一家教授等人的论文分析了利用新能源驱动实现从空气中直接捕集二氧化碳的技术潜力,并对新能源捕碳的规划进行了初步研究。南昌工程学院王宗耀等人的论文提出了碳捕集系统最佳投资时机决策的数学模型,在考虑碳价和碳减排成本不确定性的基础上,得出了投资时机临界值和电厂碳捕集系统的最优投资策略。燕山大学张晓辉副教授、卢志刚教授等人的论文以减排量和机组煤耗作为目标函数,建立了优化碳捕集电厂相对捕集度和机组间出力分配的模型。华北电力大学高亚静等人的论文提出了一种考虑碳交易并计及风电、电动汽车换电站、碳捕集电厂等的电力系统优化调度模型,并分析了风电和电动汽车换电站接入对碳捕集电厂捕集效率的影响。

## (七) 低碳效益评估

低碳效益评估可为电力行业各主体低碳发展效果提供有效量度,为技术改进及规划、运行、决策等提供有益的参考。清华大学孙彦龙等人的论文关注低碳电网的效益评估,基于全生命周期理念建立了低碳电网评价指标体系,并设计了低碳电网综合量化评价方法,可实现电网低碳发展状况的量化评价。天津大学罗凤章博士、王成山教授等人的论文结合光伏发电的低碳特性和经济效益,建立了光伏发电的低碳综合效益分析评估模型,并总结了光伏发电低碳综合效益的评估流程。上海交通大学严正教授等人的论文在分析传统超效率数据包络分析模型缺陷及误差的基础上,利用主成分分析法对其进行了改进,提出一种以碳效指数为核心的低碳电力生产效率评估新思路。华北电力大学孙英云副教授等人的论文基于实测功率数据的分析结果,计算每类气象条件对应的输出功率波动大小和备用容量,提出了一种考虑备用影响的光伏发电碳减排量评估与计算方法。

低碳电力是电力工业在新形势下应对可持续发展要求的技术响应,各项技术的研究极富生命力,发展空间广阔且现实意义重大。本期专刊集成了各相关领域专家学者对低碳电力技术的最新研究成果与经验,以期为中国电力工业实现低碳发展提供理论、方法、技术、机制、政策等方面的支持、借鉴与参考。本期专刊的策划注重各学术论文主题的设置及各篇稿件技术内容的互补性,力图展示低碳电力技术研究的整体框架及当前研究热点,期冀启迪和引导低碳电力的新技术开发和工业化实践。希望本期专刊对于未来中国在低碳电力技术方面的研究起到引领作用,为中国电力工业的低碳发展提供有益的思路与参考。

衷心感谢众多专家学者对本专刊的大力支持,将您的最新研究成果贡献给本期专刊。感谢国网电力科学研究院名誉院长、《电力系统自动化》主编薛禹胜院士,期刊中心王青主任,编辑部王志鸿主任,顾晓荣副主任等为本专刊的选题、策划、组织和出版所做的大量而细致的工作。



2014-08-06

清华大学电机系 北京清华园