

“典型燃煤行业降碳与质量基础协同控制技术”专题

客座主编致读者

《质量强国建设纲要》和《进一步强化碳达峰碳中和标准计量体系建设行动方案（2024—2025年）》分别指出，“实现计量、标准、认证认可、检验检测等质量基础设施要素更高水平协同发展，建设系统完备、结构优化、高效实用的质量基础设施”；“加强碳计量基础能力建设，完善碳计量体系，提升碳计量服务支撑水平，推动加强火电、钢铁等重点行业和领域碳计量技术研究”。火电、钢铁等典型燃煤行业是碳排放的重点控制领域，统筹推进燃煤典型行业碳达峰碳中和标准计量体系建设，加快行业碳计量、标准创新发展，促进计量、标准等国家质量基础设施的协同发展和综合应用，是典型燃煤行业如期实现碳达峰碳中和目标的重要支撑。

为推动典型燃煤行业降碳和质量基础设施能力建设，我国学者在典型行业质量基础设施建设、关键碳计量及在线监测技术、碳排放核算、二氧化碳捕集与利用、典型燃煤行业低碳技术等方面开展了大量深入研究，取得了重要的研究进展和成果。针对不同行业的特点，建立了质量基础设施体系，开发了碳计量技术及碳排放核算方法，构建了二氧化碳捕集与利用技术发展路径。然而，燃煤行业降碳和质量基础设施建设仍存在质量基础要素不协同、碳计量准确性差、碳捕集成本高等问题。应《洁净煤技术》编辑部邀请，我们组织了“典型燃煤行业降碳与质量基础协同控制技术”专题。专题收录了来自华中科技大学、华南理工大学、广东能源集团科学技术研究院有限公司、国网湖北省电力有限公司电力科学研究院、国网冀北电力有限公司电力科学研究院、中钢集团武汉安全环保研究院有限公司、国家能源集团新能源技术研究院有限公司、国能三河发电有限责任公司、北京大学、中国科学技术大学、武汉大学等国内多家高校和科研机构的15篇研究论文。

（1）质量基础协同控制方面：华中科技大学华天熠等为深入探究质量基础设施（NQI）内部计量、标准和合格评定三要素间的协同机理，构建了基于哈肯模型的NQI协同演化模型，通过将已识别得到的NQI各要素内部序参量进行合理归一化处理后，识别出NQI整体的序参量和关键变量，系统分析了目前我国NQI协同发展情况，对NQI协同支撑火电行业低碳发展提出了建议。

（2）碳计量技术与碳在线监测技术方面：华南理工大学姚顺春等综述了燃煤电厂碳排放计量中软测量技术的研究进展和应用，评估了软测量机理建模和数据驱动建模技术的有效性、准确性和实用性。广东能源集团科学技术研究院有限公司陈公达等对比分析了发电行业烟气端碳计量技术中CO₂监测数据缺失时不同补缺方法的效果差异，评估了各补缺方法的适用性。华中科技大学姜春等基于低分辨率红外发射光谱采集技术，耦合深度学习计算方法，提出了一种烟气温度和CO₂浓度在线检测方法。

（3）碳排放核算方面：华中科技大学赵悦等分析了国内外生物质耦合煤发电机组碳核算方法，提出了生物质直接耦合发电机组温室气体核算边界、计算方法和核算参数的选取原则。国网冀北电力有限公司电力科学研究院李朋等为提高火电碳排放核算准确性和时间分辨率，采用Aspen Plus结合数学模型对碳排放绩效核算，分析了机组负荷、排烟温度、配风量、煤质成分对碳排放绩效的影响。中钢集团武汉安全环保研究院有限公司万迎峰等分析了不同组分含量的钢铁厂高炉煤气低位发热量实测值、全碳组分和燃烧过程的高炉煤气单位热值含碳量实测值等变化情况，提出了3种基于实测数据的含碳量推荐值修正方法。

（4）二氧化碳捕集与利用技术方面：广东能源集团科学技术研究院有限公司叶骥等为预测化学链

燃烧（CLC）燃煤电站的投资成本变化趋势，提出了一种新的学习速率模型并获得双因子学习曲线，对CLC技术中长期成本进行了预测。国家能源集团新能源技术研究院有限公司徐冬等针对化学吸收法燃煤烟气脱碳技术，提出了以高容量、低能耗三级胺为吸收剂主剂，高动力学一级胺和高稳定环状胺为辅剂的吸收剂方案，形成了从实验室配方遴选、百标方时中试工艺匹配到年万吨级规模工业装置运行优化的工程化开发体系。国能三河发电有限责任公司魏书洲等提出了一种自制的多层堆栈式电解池，将SnO₂纳米颗粒作为电催化剂，进行了电催化还原CO₂试验研究，探究了电解池的阴极-阳极间距、电解液流速、电解液浓度及电极堆栈数目等参数对电催化性能的影响。

（5）燃煤行业低碳技术方面：北京大学刘祥涛等研究了预混NH₃/H₂射流火焰的MILD燃烧和排放特性，分析了不同氢气比例和当量比情况下的温升、反应域、抬升高度、自由基浓度以及氮氧化物排放。中国科学技术大学林其钊联合贵州开放大学宋祉慧等为应对可再生能源出力不确定性对电力系统的影响，构建了风、光出力不确定参数合集，建立了两阶段鲁棒优化的风光火储联合系统调度方法。武汉大学韩磊等针对光谱响应曲线简化影响燃烧测量精度的问题，分析了形状、半宽、不对称性等不同光谱响应曲线参数对火焰温度及烟黑浓度重建精度的影响。华中科技大学毛文超等提出了一种生物质重整煤气喷吹-氧气高炉工艺流程，结合高炉煤气富氧燃烧碳捕集，可实现末流烟气中CO₂的富集，实现了高炉的低能耗与低碳（负碳）排放。

值此专题刊出之际，我们谨代表编辑部对众多学者的踊跃投稿表示真诚的谢意，同时感谢同行专家对每篇稿件耐心细致的审阅和提出的宝贵意见。希望本专题能加深读者对典型燃煤行业降碳与质量基础协同控制技术的了解和关注，从而促进该领域相关研究和技术的快速发展。

赵永椿 龙妍

2024年8月

客座主编



赵永椿 教授
华中科技大学

赵永椿，华中科技大学教授、博导，国家“万人计划”青年拔尖人才，国家重点研发计划项目首席科学家。能源与动力工程学院副院长、煤燃烧与低碳利用全国重点实验室副主任、国家环境保护燃煤低碳利用与重金属污染控制工程技术中心主任。主要从事“3060”双碳战略和能源清洁低碳利用技术研发。主持国家级科研项目20余项，发明了可再生磁珠脱汞技术、重金属异相凝并技术、CO₂资源化技术，先后在300~1 000 MW电厂应用示范。获湖北省技术发明奖一等奖（排1）等奖励。获国家发明专利授权20余项。发表SCI收录论文100余篇，SCI他引总计6000余次，连续入选Elsevier中国高被引学者。牵头、合作出版中英文专著3部。



龙妍 副教授
华中科技大学

龙妍，华中科技大学副教授、博导，ISO/TC 301（原ISO/TC 242）中国代表团专家组成员，全国能源基础与管理标准化技术委员会能源管理分技术委员会委员（SAC/TC20/SC3），湖北省碳达峰碳中和标准化技术委员会委员（HUBS/TC23）。主要从事物质流-能量流-信息流协同、能源经济与管理、“双碳”标准及标准体系研究。主持国家级、省部级科研项目7项，提出了物质流-能量流-信息流协同理论框架和方法论、典型行业企业能源管理绩效评价方法。获国家级教学成果奖二等奖、湖北省高校教师教学创新大赛二等奖、湖北省科学技术进步三等奖等奖励。参与制订国家标准13项、团体标准15项，出版著作5部，发表论文30余篇。