

“生物质&有机固废耦合燃烧”专题

客座主编致读者

生物质及有机固废的高效处置是资源循环利用和防治环境污染的重大需求；在“双碳”背景下，我国利用生物质及其他有机固废对化石资源进行部分替代，对解决约束资源环境突出问题、实现低碳转型发展具有重要意义。我国拥有世界最大的清洁高效煤电体系，利用燃煤机组与生物质、有机固废耦合燃烧，充分发挥清洁高效煤电机组的技术领先优势，是实现生物质及有机固废资源化、规模化利用的重要技术手段。国家能源局、国家环保部于2017年联合印发《关于开展燃煤耦合生物质发电技改试点工作的通知》，提出利用现有燃煤机组协同处置废弃物（生物质、垃圾、污泥等）；2018年，国家能源局、生态环境部下发《关于燃煤耦合生物质发电技改试点项目建设的通知》，正式公布了燃煤耦合生物质发电技改试点名单；国家发改委于2019年发布《产业结构调整指导目录2019》，“燃煤耦合生物质发电”作为新增鼓励产业被列入指导目录；2022年，国家能源局、科学技术部发布《“十四五”能源领域科技创新规划》，指出要大力推广燃煤耦合农林废弃物、市政污泥、生活垃圾等发电技术，进一步提高现役燃煤电厂耦合生物质发电技术水平。加强燃煤与生物质、有机固废耦合燃烧技术的研发是实现我国生物质及有机固废资源化利用的有利举措，也是助力我国煤电走向低碳化、可持续化发展的有效途径。

为实现生物质及有机固废的高效处置，我国学者在生物质&有机固废耦合燃烧方面开展了大量深入研究，取得了重要的研究进展和成果。应《洁净煤技术》编辑部邀请，我们组织了“生物质&有机固废耦合燃烧”专题。专题收录了来自华中科技大学、西安交通大学、哈尔滨工业大学、华南理工大学、华北电力大学、中国科学院工程热物理研究所、同济大学、南京理工大学、浙江工业大学、西安热工研究院有限公司等国内多家高校与科研机构的16篇论文，包括1篇综述和15篇研究论文。

（1）生物质&有机固废耦合燃烧现状：华中科技大学汪靖良等综述了燃煤机组耦合生物质直燃发电在非球形生物质大颗粒气固两相动力学模型方面的研究进展，分析了直燃耦合非球形生物质大颗粒数值模拟过程中存在的问题，并提出了发展建议。

（2）生物质&有机固废耦合燃烧试验：南电能源综合利用有限公司孙锦余与西安交通大学王学斌等对某15 MW生物质循环流化床的 NO_x 和温室气体排放进行测量，探究了床压、一二次风比、前后墙二次风比、废木料掺烧比例等因素对 NO_x 和温室气体排放特性的影响。华北电力大学李鹏鹏与中国科学院工程热物理研究所任强强等开展了水泥分解炉煤/生物质耦合预热特性试验，在循环流化床反应器上，以神木烟煤混合生物质稻壳为燃料，探究了煤与生物质混合燃料进入分解炉前经循环流化床预热后的预热特性。西安热工研究院有限公司贾子秀等对市政污泥与煤配伍（磨制）焚烧特性进行研究，分析不同污泥掺烧比例对原煤磨制特性、燃烧特性的影响，结合现场掺烧试验，揭示了燃煤电站协同处置市政污泥对机组现有设备系统和运行状况的影响。广东能源集团科学技术研究院叶骥等在700 MW四角切圆粉煤锅炉上开展了50%负荷下燃煤耦合生活污水发电工程试验，系统研究了燃煤耦合污泥发电对锅炉热效率、污染物排放、二噁英排放、副产物重金属含量、 CO_2 排放的影响。

浙江工业大学孙飞凡等探讨了固体回收燃料作为掺混燃料与污泥协同燃烧处置的可能性，解析了不同掺烧比例时固体回收燃料与污泥混燃过程的热重规律、综合燃尽特征指数、结渣特性和烟气中 NO_x 排放特性，研究结果为多源高热值有机固废作为固体回收燃料高效利用提供新的思路。

(3) 生物质&有机固废耦合燃烧性能评估与经济性：南京理工大学张利娟等对燃煤耦合垃圾焚烧发电系统开展了全流程模拟，与燃煤发电系统进行对比，对其发电效率、经济性、环保性及电力生产全流程碳排放进行计算及评估。国网新疆电力有限公司经济技术研究院于志勇与华北电力大学陈衡等基于燃烧合成气发电过程与S- CO_2 循环和燃煤机组锅炉的给水预热系统集成，以某660 MW燃煤机组和16 t/h生物质气化炉为例，通过系统仿真进行了热力学和经济性分析。哈尔滨工业大学杨旭和华南理工大学余昭胜等以某500 t/d垃圾焚烧炉为对象，采用数值模拟研究了城市生活垃圾掺混高热值废弃物下不同配风方案对燃烧过程、流场分布的影响和最佳的选择性非催化还原工艺参数。

(4) 有机固废预处理干化：同济大学冯昱恒等开展了市政污泥水热耦合干化系统能耗模拟研究，建立了水热+空气干化系统的能量-质量流模型，分析了水热条件对系统能耗的影响，并进一步与空气干化系统、厌氧发酵+空气干化系统的能耗进行对比，结果可为污泥独立焚烧或与燃煤电站耦合燃烧前预处理方式的选择和优化提供参考。

(5) 有机固废新型处置工艺：华中科技大学严超等针对高含水有机固废的新型低能耗阴燃处置技术，通过阴燃试验系统，研究了砂料比、点火温度、达西流速等参数对剩米饭减重效果和阴燃烟气各组分浓度的影响。针对厨余垃圾烘焙-气化制氢工艺，华中科技大学赵常希等采用Aspen plus对厨余直接气化和烘焙-气化制取高纯 H_2 两种技术路线开展研究，探究了关键参数（如温度、水碳比）对工艺性能的影响，提出了2种工艺的较优操作参数。

(6) 生物质自燃及安全储存：华中科技大学闫泓池等开展了含水量对电厂玉米秸秆燃料自加热特性影响试验，定量对比了不同含水量玉米秸秆内部温度和产热特性，并探究了不同含水量玉米秸秆内部的微生物活性差异。

(7) 零碳燃料氨的耦合燃烧：北京国电电力有限公司闫卫东等在沉降炉试验平台上开展了氨煤混燃试验，讨论了温度（1000~1300℃）、空燃比（0.8~1.5）、掺烧比例（0~30%）等对 NO_x 排放的影响。烟台龙源电力技术股份有限公司牛涛等基于自稳燃试验平台，对氨煤掺烧模式下的空气分级策略开展了数值模拟，研究了不同空气分级策略下炉内燃烧特性，获得了其空气分级策略。国家能源集团山东电力有限公司徐连兵等对某40 MW煤粉燃烧试验炉进行数值模拟，研究了煤粉大比例掺烧氨且不采用深度空气分级条件下，纯氨或氨/空气混合气由煤粉火焰区不同位置（根部、中部及尾部火焰区）送入炉内时燃烧及 NO 生成特性，为燃煤锅炉耦合氨燃烧提供相关参考。

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，同时感谢同行专家们对每篇稿件耐心细致的审阅和提出的真知灼见。希望本专题能加深读者对生物质&有机固废耦合燃烧的了解和关注，加强生物质及有机固废的高效处置与资源化利用。

方宗毅 乔琦 王学斌

2023年9月

客座主编



方庆艳 教授

华中科技大学 能源与动力工程学院

方庆艳，华中科技大学能源与动力工程学院，教授/博导，丹麦Aalborg University能源技术系访问学者，主要从事生物质与煤先进燃烧理论与技术、智能发电、燃烧数值模拟等方面研究；主持与承担国家重点研发计划国际合作项目1项、国家自然科学基金5项、国家自然科学基金重大项目课题1项、国家高技术发展863项目2项，广东省重大科技专项1项、广东省教育部产学研结合项目1项，横向科技项目20余项；授权国家发明专利20余项，发表学术论文150余篇，出版著作3部；荣获2020年湖北省科技进步二等奖、2015年中国商业联合会科技进步一等奖、2012年教育部科技进步二等奖和2011年湖南省科技进步三等奖；荣获2022年国家级教学成果二等奖和2022年湖北省教学成果特等奖。



乔瑜 教授

华中科技大学 能源与动力工程学院

乔瑜，华中科技大学煤燃烧国家重点实验室，教授，固废方向学术带头人，博士生导师，教育部能源动力装置节能减排工程研究中心主任。“循环经济”领域国家重点研发计划项目首席科学家。主要从事固体废弃物高值利用、高湿有机固废阴燃处置及污染物控制等方面研究，相关研究成果连续在6届国际燃烧会议上汇报并发表；在国内最早开展了高湿有机固废阴燃直接处置技术研发，开发了国际上首台套千吨级阴燃连续处置系统。在*Proceedings of the Combustion Institute*、*Fuel*、*Waste Management*等国际权威SCI期刊发表学术论文70余篇，总引用数达1190，H指数达23；先后主持国家自然科学基金3项、国家重点研发计划项目1项、国家重大专项“水专项”子课题1项，承担研究经费超过5000万元；授权发明专利15项；获得省部级科技进步一等奖1项、二等奖1项。



王学斌 教授

西安交通大学 能源与动力工程学院

王学斌，西安交通大学能源与动力工程学院，教授/博士生导师，陕西省杰出青年基金获得者，西安交通大学青年拔尖人才（A类），国家重点研发计划青年科学家项目负责人，美国加州大学伯克利分校联合培养博士、美国圣路易斯华盛顿大学博士后。研究方向为清洁低碳燃烧与有机固废资源化处置，以第一/通讯作者发表高水平期刊论文100余篇，授权发明专利20余项，主持国家和省部级课题20余项，获得省部级科技奖励和荣誉5项。担任《洁净煤技术》编委、《煤炭学报》青年编委、中国工程院院刊*Engineering*青年通讯专家。

客座编辑



马 仑 博士

华中科技大学 能源与动力工程学院

马仑，工学博士/博士后，助理研究员。2018年毕业于华中科技大学能源与动力工程学院，获热能工程专业博士学位，主要从事含碳固体燃料高效清洁耦合燃烧理论与调控技术、污染物控制技术、有机固废处置技术、燃烧数值模拟等研究。主持国家自然科学基金青年科学基金项目1项、中国博士后科学基金面上项目1项、企业委托研发项目10余项，参与国家重点研发计划、国家自然科学基金以及企业委托研发项目10余项，授权发明专利14项、实用新型专利4项，发表学术论文70余篇（SCI论文20余篇），获河南省电力科学技术进步一等奖、二等奖。