

“煤气化的灰化学”专题

客座主编致读者

党的二十大报告强调，深入推进能源革命，加强煤炭清洁高效利用。随着我国“碳达峰、碳中和”政策的实施，当前我国各行业尤其是煤化工行业的碳减排任务艰巨。煤炭仍是我国的主体能源，在保障能源安全供应的前提下，煤气化技术是煤炭清洁高效转化利用的关键之一。

经过150多年的发展，众多研究人员在煤气化领域进行了艰难探索，煤气化技术在基础研究和工程应用方面取得了系统性成果，以大型煤气化技术为主的煤化工产业已在我国迅速发展，成为支撑我国经济发展的重要产业之一。与此同时，气化规模增大及用煤量增加导致气化渣的产生和排放量逐年增加。煤气化灰渣处置难度大、流程长，是制约煤化工清洁可持续发展的关键因素。研究煤气化灰渣的理化性质可促进气化炉的顺畅排渣，保证系统长周期稳定运行，为灰渣的资源化利用提供重要的理论指导。因此，煤气化的灰化学研究是该领域研究的重点和难点。

为实现煤炭资源的清洁高效利用及煤气化灰渣的资源化利用，我国学者在煤气化灰渣的理化特性、黏温和排渣调控、碳渣分离回收及灰渣有价值组分资源化利用等方面开展了大量深入的研究，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“煤气化的灰化学”专题。专题收录了来自中国科学院山西煤炭化学研究所、太原理工大学、华东理工大学、中国矿业大学、中国科学院工程热物理研究所、西安交通大学、华中科技大学、北京科技大学、山西大学、河南理工大学等国内多家高校与科研机构的14篇论文，包括6篇综述和8篇研究论文。

(1) 煤气化灰渣的物理化学性质方面：中国科学院山西煤炭化学研究所张显显等综述了近年来气化过程中高钠煤的灰化学最新研究进展，系统总结了煤中钠的赋存形态及含量，阐明了气化过程中钠的迁移转化机制及钠释放导致气化炉受热面造成的灰沉积、结渣问题，提出了高钠煤灰的研究及展望。华东理工大学沈中杰等综述了近年来铁元素在气化灰渣的赋存形态、铁对煤气化灰渣的熔融特性、降温过程结晶性和黏温特性等方面研究进展，展望复杂气氛下铁对煤气化灰渣物理和化学综合作用及煤气化灰渣性质预测体系等。

(2) 煤气化灰渣相变机理方面：华东理工大学刘霞等研究了高温气化条件下高钙镁准东煤灰熔融性，获得了助剂添加对原煤灰熔融性及矿物质演化影响规律，对煤灰熔融性预测及高温矿物质转化提供参考。华东理工大学李萌等研究了城市污泥和制药污泥对高灰熔融温度焦作煤灰熔融特性的影响，获得了污泥中组分对煤灰矿物转化和熔融特性的影响机制。河南理工大学赵薇等研究了高硅铝煤和高钙铁煤配煤对灰熔融温度的影响规律，探讨了高硅铝煤调控高钙高铁煤灰熔融特性的变化机制。煤炭资源高效开采与洁净利用国家重点实验室吕俊鑫等采用碱金属含量差异较大的2种典型新疆准东煤按不同比例混合，探究混煤灰熔融过程中各特征温度的影响规律及调控机制。

(3) 煤气化灰渣黏温特性及调控机制与排渣技术方面：华东理工大学吴昊等选用典型气化用煤煤灰和市政污泥灰，研究了原料灰样与混合灰样的灰熔融性与黏温特性，获得了熔渣降温过程中结晶规律，阐明了市政污泥灰含量对熔渣黏度的影响机理。北京科技大学张永泉等论述了非牛顿熔渣析晶行为近期研究，分析了灰渣中结晶行为的影响因素，展望了晶体生长预测和控制调节熔渣流变行为研究。中国矿业大学石文举等研究了高碱煤灰渣结渣倾向及过程特征，获得了高碱煤灰渣结渣过程的矿物相变化规律，提出了分段矿物转化机制。

(4) 气化灰渣残碳回收利用技术方面：太原理工大学杨进等分析了气化细渣的理化特性，系统总结了气化细渣的筛分分级、重力分选和浮选技术，根据国内外研究现状，提出了气化细渣的浮选新方向。

(5) 基于气化灰渣利用的高性能材料制备方面：西安交通大学王学斌等采用气化渣高温预热脱碳工艺处理煤气化灰渣，并对其固相产物水泥特性开展试验研究，实现近零挥发分和超低热值固废的自稳燃和燃尽过程，利用工业示范生产线脱碳后气化渣及气化渣污泥混合物磨细后替代30%水泥进行胶砂制备，提高强度活性指数，符合拌制砂浆和混凝土用粉煤灰以及水泥活性混合材料用粉煤灰强度活性指数要求。

(6) 煤气化灰渣重金属固化与处理技术方面：华中科技大学陈博文等综述了重金属在煤气化过程中的迁移规律及在气化渣中浸出行为和固化处理方法，系统分析了重金属元素在煤气化过程各阶段的赋存、迁移和转化规律，分析了各重金属元素在处理过程的浸出行为和特征，最后对气化灰渣的固化和处理技术进行了总结分析，展望了煤气化灰渣重金属的后处理工作。中国科学院工程热物理研究所周丽等聚焦流化床煤气化细灰和气流床煤气化细渣的热处理技术，综述各热处理技术的处置原理、处置能力和研究阶段，主要归纳了流化床煤气化细灰基于强化预热的循环流化床燃烧和流化-熔融气化等工艺研究进展，同时概述了气流床煤气化细渣掺烧和流化熔融燃烧及气化技术的研究进展，最后提出煤气化灰渣热处理技术应综合考虑有机组分和无机组分的转化利用。

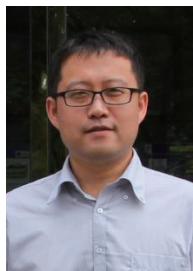
(7) 煤气化灰渣在建筑、陶瓷等行业利用技术方面：山西大学郭航昊等通过升温诱导结晶的方式控制煤气化渣中玻璃体含量和组成，通过碱激发制得胶凝材料，并测定了抗压强度、硅铝溶出率、胶凝材料微观形貌等，阐明了煤气化渣玻璃体组成和含量对碱激发胶凝材料力学性能和微观形貌的影响机理。

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煤气化的灰化学的了解和关注，加强煤炭清洁高效利用和煤灰渣的资源化利用。

白进 吴桂选 沈中杰

2023年7月

客座主编



白进 研究员

中国科学院山西煤炭化学研究所

白进，工学博士，研究员，博士生导师。现任中国科学院山西煤炭化学研究所研究员，国家重点实验室副主任，国家重点研发计划项目首席科学家。主要从事煤化学及灰化学研究，在气化炉内灰渣结构、性质预测和调控、灰渣高附加值利用等应用基础和技术开发方面取得进展。承担国家自然科学基金、中科院人才及设备研发等项目。发表论文100余篇，授权发明专利和软件著作权多项。曾获中国化工学会侯德榜青年奖、工程热化学创新奖、中科院青促会优秀会员、山西省“三晋英才”拔尖骨干人才称号，获上海市科技进步奖1项。



吴桂选 研究员

中国科学院山西煤炭化学研究所

吴桂选，研究员，博士生导师，2015年于德国亚琛工业大学获博士学位，在德国于利希国家研究中心从事热化学相关博士后研究，2017年9月加入全球权威热化学计算软件FactSage研发团队——德国GTT技术公司，担任高级研发科学家，同时在德国于利希国家研究中心兼任客座研究员。2023年通过中国科学院山西煤炭化学研究所，作为中科院引才计划B类候选人引进回国，并兼任德国于利希国家研究中心客座研究员。围绕氧化物体系在气化领域的难点与瓶颈问题，主持参与了欧盟、德国政府、中科院等项目17项；发表SCI论文30余篇；开发的黏度和密度商业数据库以及黏度优化计算软件，已应用于世界著名科研单位与企业。



沈中杰 特聘副研究员

华东理工大学 资源与环境工程学院

沈中杰，特聘副研究员，华东理工大学资源与环境工程学院，上海市“浦江人才”。长期开展煤等含碳燃料的低碳转化与利用研究。主持国家自然科学基金、上海市科委、中国博士后基金、企业委托等项目，作为研究骨干参与美国能源部能源科学技术实验室项目。在*Combustion and Flame*、*AIChE Journal*、*Fuel*、*Energy*等期刊发表论文60余篇。