工程热物理所在循环流化床气固流动研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/9468.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

循环流化床煤粉气化燃烧过程是一个复杂的多尺度气固流动过程，为了保证系统安全、稳定和高效运行，要对反应器内部气固两相多尺度流动特性进行深入的机理研究，组织合理的颗粒浓度分布，使煤粉颗粒和空气或氧气之间有良好的接触面积和反应时间，以便提高系统运行效率和对过程进行调控。

针对循环流化床内部复杂的气固流动，中国科学院工程热物理研究所循环流化床实验室开展了基于流体计算和过程层析成像相结合的复杂流动过程研究，研究了煤粉气化过程反应器及气固分离系统内部气固两相多尺度流动特征。数值计算采用MP-PIC方法，基于CPFD计算平台，嵌入EMMS曳力模型。通过三维全循环数值计算分析，获取了反应器内部气固多尺度运动特性，揭示复杂气固流场特性分布及颗粒循环流率变化特性。实验研究通过电容层析成像（ECT），微波多普勒（Microwave Doppler）、压力和光纤信号，结合信号互相关理论，对料腿内颗粒分布状况进行在线实时监测，通过双层电极同步测量和相关性分析，得到颗粒平均流速与循环流率；通过多模式融合测量和数据融合分析，为反应器不同区域提供固体颗粒浓度、速度、压力分布信息；分析获得了循环流化床气固多尺度流动特征。基于计算与测量的融合，获得了复杂炉流动结构下反应器之间固体颗粒质量分配规律，为煤粉气化过程设计和大型化提供在线监测工具和实验数据库。

研究结果表明：数值计算结果可较好地反映流化床加压气固流场特性；颗粒体积分数及速度分布可反映出颗粒经过四个区域的循环状态；床内压降主要集中在底部密相区，要对压力信号进行频域分析需将芯管内外压力信号分别分析；EMMS曳力模型能够准确预测压力和固体浓度径向分布，但在固体通量预测上，较实验值偏低，今后将在模型上开展更深入的研究。通过该研究，得到了加压气固全循环回路详细动力学特征参数分布，包括循环回路压力平衡和密相区颗粒分布特征等关键参数的变化，实现了加压气固返料流率的非侵入式在线测量，为循环流化床加压气化的工业设计提供了重要参数数据。

上述研究率先在国际上开展了加压气固流动过程层析成像和CPFD数值计算研究，将电容层析成像、微波多普勒和数值计算融合，实现加压复杂气固流动过程在线测量。研究成果应邀分别在国际流态化化会议(International Conference on FLUIDIZATION XVI, Guilin, China – Keynote speaker)和国际能源会议(Energy Engineering and Powder Technology International Conference, Krakow, Poland – Plenary Speaker)做邀请报告2次。并受国际期刊*Applied Thermal Engineering* 邀请，撰写气固流动过程层析成像测量综述文章一篇，文章标题*Application of electrical capacitance tomography in circulating fluidised beds – A review* (10.1016/j.applthermaleng.2020.115311)。研究成果分别发表在*Powder*

Technology(10.1016/j.powtec.2020.02.047)、*Particuology*(10.1016/j.partic.2019.05.002, 10.1016/j.partic.2019.11.003)、*Measurement Science and Technology*(10.1088/1361-6501/aafd7e)、*Transaction of Institute on Measurement and Control*(10.1177/0142331219851913, 10.1177/0142331218808857)等期刊上。

上述研究得到国家自然科学基金项目(61771455和61811530333)、科技部重大科研仪器项目(2018YFF01013801)、中科院重点对外合作项目、英国皇家学会牛顿高级学者基金（Royal Society Newton Advanced Fellowship-NA170124)的资助。

图1 加压气固全循环回路实验测量

图2 加压气固全循环回路CPFD计算

研究团队单位：工程热物理研究所

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发