

“超超临界循环流化床锅炉发电技术”专刊

特约主编致读者

煤炭是中国的基础能源，煤炭开采、加工、利用的效率和排放决定了中国的能源效率及其对环境的影响程度。洗选加工、按质利用是煤炭综合利用的成功之道。我国每年煤炭开采、洗选加工副产的低热值煤超过 7 亿吨，这些劣质燃料难以在常规煤粉锅炉或其他燃烧设备中燃用，只能采用循环流化床锅炉燃烧，这是我国循环流化床锅炉技术发展的动力。循环流化床燃烧中，炉内添加石灰石可低成本脱硫；循环流化床锅炉内部特有的低温燃烧和快速床中特殊的气固流动结构营造出的还原性气氛，可将 NO_x 生成浓度控制在较低水平，从而实现低成本污染物控制，促进循环流化床燃烧技术迅速发展。

20 世纪 80 年代初，我国开始循环流化床燃烧技术的研究。通过对化工流态化理论和实践的借鉴，揭示了循环流化床燃烧中的气固两相流动特性及其对传热和燃烧的影响规律，建立了物料循环系统整体性能的工业实现方法，创建了普适的循环流化床锅炉设计理论体系，自主研发了性能优异的系列循环流化床锅炉，简约型循环流化床锅炉的性能达到了国际先进水平，完全替代了引进设备和引进技术，产品大量出口海外。

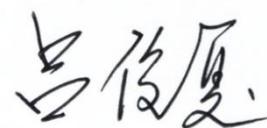
循环流化床燃烧在低成本污染物控制方面具备显著优势，但在发电效率方面与电力行业的期望值相比，尚有进步空间。火电技术发展历史表明，提高效率的有效途径是将蒸汽参数从亚临界提高到超临界。为进一步促进劣质煤的清洁高效利用，国家“863”计划立项支持超临界循环流化床锅炉的探索，又在“十五”科技支撑计划滚动项目支持该技术的工程化问题研究，进而在“十一五”国家科技支撑计划资助了超临界循环流化床关键技术与工程示范的研究开发。经过十多年的努力，取得了一系列原创性突破，建成了世界容量最大的 600 MW 超临界循环流化床锅炉发电示范工程，国际能源组织认为这是循环流化床燃烧技术国际发展的里程碑，也标志着我国在循环流化床锅炉技术跻身于世界前列，极大提高了我国循环流化床锅炉设备的国际声誉和国际竞争力。

针对燃煤排放问题，我国于 2011 年更新了《火电厂大气污染物排放标准》(GB 13223—2011)，规定了世界上最为严格的燃煤发电污染物排放限值。鉴于我国的环境容量，为了进一步改善大气环境，2014 年我国又发布了《煤电节能减排升

级与改造行动计划（2014—2020年）》，要求燃煤发电机组大气污染物超低排放。传统循环流化床燃烧技术自身的污染物控制效果难以达标，而增加烟气脱硫脱硝装置又会导致其失去低成本污染物控制的优势，循环流化床燃烧技术面临巨大挑战。在“十二五”国家科技支撑计划支持下，我国学者提出了基于流态优化和气氛重整理念，深度挖掘循环流化床燃烧本身的超低排放潜力，进一步从气固反应的本质过程理解和认识污染物生成、脱除和最终排放的机理，通过气固反应调控，实现了高效石灰石炉内脱硫和强化还原性燃烧气氛抑制 NO_x 生成，以在燃烧过程中控制 NO_x 和 SO_2 的原始排放，走在了国际前列。

我国正在研发超超临界循环流化床锅炉发电技术，这是国家“十三五”重点研发计划重点项目。很多本领域的专家学者都参与到该研究工作中，全面研究超高超大炉膛的气固两相流、低热流密度低质量流速下垂直管超超临界水动力、循环流化床燃烧的污染物生成与控制，开发分离器和换热床等关键部件、整体布置、整体动态特性与控制策略等技术。这些研究成果将进一步丰富气固两相流动、水动力学、燃烧学、传热学、热工动态学等学科内涵，对于超超临界循环流化床的设备开发及工程应用具有重要意义。本专刊正是这方面研究工作的一个阶段性展示。

本专刊征稿、审稿历时近一年的时间，期间还经历了新冠病毒疫期。值此正式刊出之际，我代表编辑部感谢众多学者的踊跃投稿，特别感谢同行专家对稿件认真细致的评阅。相信通过本专刊的发行，将会进一步促进学术交流，推动我国循环流化床燃烧技术不断进步，为促进能源结构完善、推动能源生产革命注入更大动力！



2020年5月