

煤燃烧国家重点实验室

范伶俐 柳朝晖

华中科技大学煤燃烧国家重点实验室, 武汉 430074

我国以煤为主的能源结构在今后相当长的时期内都不会改变。煤炭的利用效率不高以及造成的严重环境污染和导致的能源安全问题, 仍然是制约我国可持续发展的最重要的因素之一。煤燃烧国家重点实验室正是为了应运国家的这种需要, 1988 年由国家直接投资建设, 1991 年建成并对外开放, 属应用基础研究实验室。实验室自开放以来, 承担了许多国家级、省部级的重大科学研究项目, 为国家培养了大批高层次、高质量的科技人才, 在中国煤燃烧领域研究中发挥了重要作用, 是中国在煤燃烧理论与技术研究方面水平最高的实验室之一。实验室于 1997 年和 2003 年顺利通过国家的两次评估。

煤燃烧国家重点实验室一直以降低能源耗费, 创造友好生态环境为己任, 研究课题既立足于燃烧与污染防治领域的基础研究, 又紧密结合中国国情和国民经济发展中亟待解决的关键问题。同时利用自己的优势, 瞄准国际先进水平, 及时调整研究方向和制定战略发展规划, 使实验室的研究工作始终保持在高水平的位置。目前实验室的主要研究方向包括: (1) 燃料特性与湍流反应流体力学; (2) 热能转换与利用先进技术; (3) 能源利用中的污染物生成机理与防治技术; (4) 热力设备与系统的诊断、优化与综合评价。

实验室现有固定人员 37 名, 其中教授 12 名 (包括博士生导师 8 名), 副教授和高工 10 名, 讲师和专业技术人员 13 名。具有硕士、博士学位授予权, 设有博士后流动站, 目前在校硕士生、博士生 200 余名。8 人具有在国(境)外学习和研究的经历。研究人员中有国家杰出青年基金获得者 2 人, 入选国家百千万人才工程第一、二层次 1 人, 长江学者奖励计划特聘教授 3 人, 教育部跨世纪人才 2 人, 教育部新世纪创新人才 2 人, 优秀中青年人才 8 人, 教育部骨干教师 3 人, 获得霍英东基金 2 人, 教育部优秀青年教师 2 人。实验室研究人员还分别受聘为国家重点基础研究发展规划项目首席科学家, 国家高技术 863 计划能源领域专家委员会专家, 国务院学位委员会学科评议组成员, 国家科技奖励专业评审组成员, 国家自然科学基金委员会学科评审专家, 教育部煤燃烧科学与技术网上合作研究中心牵头科学家, 以及多种国内外学术刊物的编委等。

“九五”期间, 实验室共计承担国家、省部级纵向及各类

横向科研课题 200 余项, 到室的科研经费 4300 多万元。其中主持和发起了“燃煤污染防治的基础研究”和“燃烧源可吸入颗粒物的形成与控制”2 项国家重点基础研究发展规划项目 (973), 4 项国家高技术 863 项目, 国家九五攻关项目 3 项, 国家自然科学基金重点项目 1 项, 国家自然科学基金面上项目 20 项, 国家技术创新基金 1 项, 部委级的重大重点项目 8 项, 国际合作项目 8 项, 横向合作项目 170 余项。在所承担的研究课题中, 纵向课题 90 余项, 课题经费超过 2000 万元, 占科研总经费约 51%, 其中基础性研究项目 30 余项, 研究经费过千万元。这些课题既涉及到燃烧及污染防治的一些重大基础理论, 又有推动学科前沿领域富有开创意义的探索; 既有面向国家重大需求工程实际, 又有高技术层面的创新成果转化。

近 5 年来, 实验室取得了较为丰硕的研究成果。共计有 16 项成果获省部委级二等以上奖励 (其中国家自然科学二等奖、国家科技进步奖和国家技术发明奖各 1 项、省部级成果一等奖 7 项、省部级成果二等奖 6 项); 获国家发明专利 10 项; 有 13 项成果通过鉴定; 出版学术专著 8 部, 发表学术论文 740 余篇 (其中 SCI 收录 135 篇, EI 收录 278 篇)。我们在基础研究、高技术创新以及科技成果转化 3 个层面上所开展的研究活动, 具有较高的学术水平和创新性, 并且取得了卓有成效的技术成果。

燃烧过程数值模拟一直是实验室的基本研究方向之一。早在 20 世纪 80 年代中期, 实验室前主任郑楚光教授在师从实验室创始人、国内煤燃烧届的元老马毓义教授进行博士论文工作时, 即开始尝试进行煤粉钝体燃烧器的数值模拟工作。在 20 世纪 90 年代初, 实验室与澳大利亚悉尼大学合作, 在国内较早开发了电站煤粉锅炉的全三维流动、传热与燃烧的数值模拟程序, 并在此后应用于近百台套电站锅炉的优化运行和调整改造, 为相关实践提供了强大的支撑。近 10 年来, 实验室在湍流多相反应流体力学领域开展了深入地研究, 研究内容不仅涵盖了直接模拟、大涡模拟、PDF 模型、LBGK 模型等最新的发展前沿和方向, 而且对传统的多相湍流流动和湍流燃烧中的一些基本理论和难点进行了十分深入、具有创意的研究, 基本上反映了国内外在此研究领域的最新进展和水平。近年来, 我们还积极将研究内容向多

相湍流与燃烧的相互作用机理, 超细颗粒的碰撞、迁移动力学, 纳米尺度流动与传热的跨尺度模型与模拟等方面扩展。截至 2004 年底, 本方向的研究成果出版有学术专著两部, 在包括 *Physical Review E*、*Physics of Fluids*、*J. Comput. Phys.* 等国内外著名刊物上发表学术论文 56 篇 (其中国外期刊 33 篇, 国内核心刊物 23 篇), SCI 收录 22 篇, EI 收录 22 篇, 主要研究结果被国内同行专著大篇幅引用; 相关成果获得了 2002 年教育部提名国家自然科学奖一等奖和 2004 年湖北省自然科学一等奖。

加强国际、国内的学术合作和交流是扩大知识视野、提高实验室学术水平的重要手段和内容, 是国家对重点实验室提出的高水平要求, 也是培养高质量科技人才的重要途径。近年来, 实验室不仅十分重视国际学术交流和合作的层次、广度和成效, 开展了广泛全面的学术合作交流; 而且还采取了有力措施, 尤其加强了与国内同行专家与企业界的交流合作, 这种国内的学术合作交流的效果往往更加切实、更具实效。十几年来, 实验室共邀请了来自澳大利亚、荷兰、加拿大、法国、英国、德国、瑞典、日本等国的学者逾百人次, 来我室访问和进行讲学活动。

为了切实的加强国际国内合作交流作用。近年来, 我们不拘形式聘请了学有所长、深有造诣的外校专家担任实验室的客座教授, 他们每年保证 1 个月以上的时间来实验室工作, 除了在确定的课题上开展合作研究外, 还共同指导博士生, 开设研究生的课程。这一举措有力地推进了我们的研究工作, 快速地提高了我们的学术水平, 促进了研究生的培养。2006 年初, 煤燃烧国家重点实验室还成为首批入选“高等学校学科创新引智计划”(简称“111 计划”)的 26 个创新引智基地之一。实验室将以此为契机, 从海外引进、汇聚若干名海外学术大师、学术骨干, 配备一批国内优秀的科研骨干, 形成高水平的研究队伍, 努力创造具有国际影响的科技成果, 提升学科的国际竞争力, 提高高等学校的整体水平和国际地位。另一方面, 实验室还鼓励有条件的青年教师到国外访问研究, 近几年来, 实验室每年都有 2~3 位青年教师受国家留

学基金或外方留学基金(如德国洪堡基金, 葡萄牙 FCT 基金等)资助到国外进行几个月到 1 年不等的留学深造。

实验室目前拥有粒子成像测速仪 (PIV)、傅里叶红外-热重联机分析仪 (FTIR-TGA)、原子发射光谱仪 (ICP-AES)、比表面积与孔径分析仪, 热线风速仪, 全自动量热仪, 元素分析仪, 工业分析仪, 灰熔点分析仪, 便携式烟气分析仪, 便携式数字高温计、压力计等大型精密仪器 30 余套。主要的实验台架有: 热态循环流化床试验台, 0.8t/h 流化床锅炉试验台, 一维冷态循环流化床试验台, 二维冷态循环流化床试验台, 下排气旋风分离器试验台, 高温除尘试验台, 单角燃烧试验台, 四角燃烧试验台, 滴管炉, 一维炉, 烟气脱硫试验台, CO/CO₂ 循环再燃烧试验台, N₂O 排放控制试验台, 气粒两相湍流多功能实验风洞等 20 多座。另外, 211 工程资助建设的生物质气化及多联产综合实验台目前已进入最后的调试阶段, 985 工程二期资助的包括 0.5 MW 煤粉燃烧与污染物综合实验台等 10 余台套实验台架也正在紧张建设中。这些大型先进测试分析仪器和种类齐全的燃烧试验台架, 已成为高层次人才培养、能源与环境相关领域基础研究和技术开发的重要基地。

煤燃烧国家重点实验室设有学术委员会。学术委员会是实验室的学术领导机构, 学术委员由校内外知名专家学者担任。学术委员会的职能是决定实验室的研究方向, 确定研究课题, 监督研究经费的使用, 协调有关事宜, 组织论文答辩以及成果评价。煤燃烧国家重点实验室重视对外开放与合作, 热忱欢迎国内外的专家学者来实验室参观访问、讲学和交流, 同时也欢迎国内外有关机构、企业来商讨科研、技术开发与合作事宜。我们每年还提供开放基金用于资助有关的研究项目, 欢迎国内外学者申请本实验室的开放基金。

煤燃烧国家重点实验室将继续立足于燃烧与污染防治领域的基础研究, 坚持理论创新与技术成果转化的有机结合, 以自己鲜明的特色学科和充满活力的创新精神, 以及业已具备的高层次人才培养基地的条件, 为我国可持续发展的能源学科和工业作出自己应有的贡献。