

# “CO<sub>2</sub>高效捕集及资源化关键技术”专题

## 客座主编致读者

气候变化是21世纪人类面临的严峻挑战，是深刻影响世界各国经济社会发展和生态环境的重大问题，积极应对气候变化已成为全球普遍共识和大势所趋。2020年9月，习近平总书记向世界宣布“中国力争2030年前实现碳达峰，2060年前实现碳中和”的气候行动目标，掀起了广泛的降碳研究热潮。国务院早在《“十二五”控制温室气体排放工作方案》中就明确要求，在火电、煤化工、水泥和钢铁行业中开展碳捕集试验项目，建设CO<sub>2</sub>捕集、驱油、封存一体化示范工程，并对相关人才建设、资金保障和政策支持等方面做出规划。

CO<sub>2</sub>捕集、利用及封存（CO<sub>2</sub> Capture Utilization and Storage, CCUS）技术是实现碳中和的关键手段之一。国际能源署（IEA）预测到2060年，CCUS预计将累计减排CO<sub>2</sub>总量的14%。CCUS适用于能源、化工、环境等多领域，是缓解气候变化的重要手段，对我国经济、环境和社会的可持续发展具有重要的现实意义。然而，目前CO<sub>2</sub>捕集、资源化技术应用存在成本及能耗较高、效率较低等瓶颈。因此，新型捕集材料设计、低成本/低能耗CO<sub>2</sub>捕集技术的开发成为该领域研究的重点和难点之一。

近年来，我国在新型CO<sub>2</sub>吸收液、CO<sub>2</sub>吸附材料、膜材料及新兴CO<sub>2</sub>捕集、资源化技术领域均取得了重要进展。鉴于此，应《洁净煤技术》编辑部邀请，我们组织了“CO<sub>2</sub>高效捕集及资源化关键技术”专题，总结报道该领域的最新研究成果与技术热点，探讨未来发展方向。本专题专注我国碳捕集及资源化领域的关键技术、核心材料与工艺，汇集了来自天津大学、瑞典梅拉达伦大学、重庆大学、北京林业大学、中国矿业大学、北京化工大学、中国石油大学（华东）、天津商业大学、桂林理工大学等国内外多家单位的最新研究成果。

（1）CO<sub>2</sub>化学吸收技术方面：桂林理工大学周小斌团队系统总结了有机胺非水溶液、盐溶液和离子液体固-液相变吸收剂3种固-液相变CO<sub>2</sub>吸收剂的研究进展，并展望了该领域未来发展方向。中国矿业大学陆诗建团队系统总结了4种典型的醇胺溶液和低浓度烟气吸收法胺液在国内外研究现状，介绍了国外三菱重工的KM-CDR工艺、壳牌康索夫脱硫脱碳工艺、陶氏化学Ucarsol溶剂的配套工艺、西门子氨基酸盐溶液的配套工艺、Powerspan的ECO<sub>2</sub>工艺，同时对阿尔斯通的富氧燃烧技术进行了总结。天津商业大学刘圣春团队联合瑞典梅拉达伦大学提出了生物质热电厂化学吸收碳捕集控制新策略，基于对传统反馈控制策略的控制性能评估，提出了再沸器负荷控制的改进策略，以实现CO<sub>2</sub>捕集率恒定。

（2）CO<sub>2</sub>吸附技术方面：北京林业大学王强团队聚焦极具应用潜力的Li<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>基CO<sub>2</sub>吸附材料，介绍了不同合成方法及合成条件对Li<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>材料的影响，论述了材料性能改性方法及其影响机制，归纳了近年来Li<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>材料的成型及应用技术，最后总结了目前Li<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>基吸附材料发展过程中面临的挑战并提出了该领域的发展趋势。

（3）CO<sub>2</sub>资源化技术方面：北京化工大学赵宇飞团队从光、电催化的优势、反应效率和反应条件等方面综述了近年来光、电催化CO<sub>2</sub>与有机化合物耦合制备碳酸酯、羧酸等研究进展，详细讨论了针对不同类型有机化合物的活化策略以及各类反应的反应机理，最后提出了该领域当前面临的挑战并对未来进行展望。天津大学宋春风团队基于微藻固碳技术发展现状，系统讨论了微藻的光合作用和固碳机理；回顾了微藻菌株固定CO<sub>2</sub>最新进展，重点关注用于燃煤烟气的微藻改良和改进；全面总结了提高微藻光合效率的最新趋势和策略。重庆大学黄云/廖强团队针对烟气高浓度CO<sub>2</sub>和含SO<sub>2</sub>等酸性气体的特点，从耐受烟气环境的高效藻种构建、微藻对高浓度碳的代谢及转化过程调控再到烟气中高浓度CO<sub>2</sub>在光生物反应器中的传输及转化过程进行全面综述。天津大学石家福团队综述了近年来基于生物酶介导的“酶+X”耦合催化CO<sub>2</sub>资源化转化系统，包括“酶+酶”耦合催化系统、“酶+化学”耦合催化系统、“酶+光”耦合催化系统和“酶+电”耦合催化系统。对不同耦合催化系统的结构进行解析，

明确了系统特点及催化反应过程。中国石油大学（华东）韩丰磊团队对等离子体催化CO<sub>2</sub>加氢制甲醇过程中催化剂类型、反应器结构及操作条件的影响进行了综述。上述工作为CO<sub>2</sub>资源化利用技术发展提供重要参考。

值此专题正式刊出之际，我们谨代表编辑部对众多专家学者的踊跃投稿表示真诚的谢意，同时也感谢同行专家们对稿件耐心细致的审阅。希望本专题能够加深碳减排行业读者对碳捕集及资源化领域相关技术的了解和关注，进一步碰撞思维，助力我国双碳技术发展。

宋春风 王强 Yasuki Kansha

2022年9月

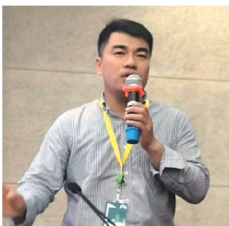
## 客座主编



宋春风 教授

天津大学 环境科学与工程学院

天津大学环境科学与工程学院副院长，博士生导师。2013年毕业于日本筑波大学，2013—2014年任日本东京大学特任研究员，2014年9月，新加坡国立大学短期访问学者，2014年12月由天津大学引进回国。曾获国家级青年人才、天津市海外高层次人才、天津市青年托举人才、天津市创新人才、天津市131创新人才等称号。担任*Frontiers in Energy Research*副主编，《煤化工》《洁净煤技术》编委，中国化工学会中日交流工作委员会委员、天津市可再生能源学会碳中和专委会主任委员、天津市生物质能源环境国际联合研究中心副主任等职务。主持国家重点研发计划国际合作项目、国家自然科学基金、天津市自然科学基金等科研项目20余项。发表SCI论文60余篇（ESI高被引论文3篇、热点论文1篇、封面论文4篇），授权发明专利8项，主办学术会议4次，受邀作大会报告7次。研究成果分别被CCTV-10、人民日报、科技日报、光明日报、天津日报、天津大学官方网站、天津大学科技网等多家媒体报道。



王强 教授

北京林业大学 环境科学与工程学院

北京林业大学环境科学与工程学院院长，博士生导师。于2003、2005年分别在哈尔滨工业大学获学士和硕士学位，2009年在韩国浦项工业大学获博士学位，2009—2011年在新加坡科技局化学与工程科学研究院任研究员，2011—2012年在英国牛津大学进行博士后研究，2012年进入北京林业大学环境科学与工程学院工作。主要从事大气污染物和CO<sub>2</sub>协同控制等相关应用基础研究。入选国家杰青、国家优青、中组部青年海外高层次人才计划、新世纪优秀人才、国家环境保护专业技术青年拔尖人才、北京市优秀青年人才、北京市青年拔尖人才、北京市科技新星等。任*Journal of Energy Chemistry*责任编辑、*Frontiers of Environmental Science & Engineering*青年编委等。已在*Chemical Reviews*、*Energy & Environmental Science*、*Applied Catalysis B: Environmental*等期刊发表SCI论文230余篇（第一/通讯作者150篇），H指数52，被引用12000余次。主持项目10余项，获授权国际专利4项、国内专利8项，主编英文专著3部。获北京市科学技术三等奖1项（排名第1）、黑龙江省科学技术三等奖1项（排名第3）、中国环境科学协会青年科学家金奖、中国产学研合作创新奖。



Yasuki Kansha 副教授

日本东京大学

2008年于新加坡国立大学获博士学位，2009年入职日本东京大学。曾获日本科学技术振兴机构（JST）、日本化工学会等颁发的国际学术奖励5项。发表SCI/EI论文100余篇，授权发明专利10余项，出版相关专著10部，研究成果在日本新能源产业技术综合开发机构（NEDO）、三菱化学公司、神户制钢公司等多家机构与企业进行了推广应用。