

多学科交叉视角下的离子液体: 能源、环境与材料的协同创新

刘艳荣^{1*}, 张香平^{1,2*}

1. 中国科学院过程工程研究所, 北京 100190

2. 中国石油大学(北京)化学工程与环境学院, 北京 102249

* 联系人, E-mail: ylriu@ipe.ac.cn; xiangping.zhang@cup.edu.cn

Ionic liquids from a multidisciplinary perspective: collaborative innovation in energy, environment, and materials

Yanrong Liu^{1*} & Xingping Zhang^{1,2*}

¹ Institute of Process Engineering, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China

² College of Chemical Engineering and Environment, China University of Petroleum-Beijing, Beijing 102249, China

* Corresponding authors, E-mail: ylriu@ipe.ac.cn; xiangping.zhang@cup.edu.cn

doi: [10.1360/CSB-2025-5325](https://doi.org/10.1360/CSB-2025-5325)



刘艳荣

中国科学院过程工程研究所研究员、博士生导师、海外高层次引进人才, 主要从事氢能关键技术及器件的开发。

在全球绿色低碳转型和可持续发展重大战略需求下, 开发高效、清洁、可持续的绿色技术已成为全球科技竞争的制高点。离子液体(ionic liquids, ILs)作为新一代绿色介质, 凭借其独特的可设计性、优异的热稳定性与化学稳定性、高溶解性、宽电化学窗口与显著的催化性能等优势, 成为国际研究的热点及多学科创新发展的重点方向, 近年来其在基础研究与工业应用方面持续取得新突破。

为促进多学科交叉研究, 推动离子液体在国家重大需求中的创新应用, 《科学通报》特组织出版“离子液体在能源、环境和材料中的应用”专题, 该专题共收录10篇文章, 系统梳理了基于离子液体的模拟预测、CO₂捕集与转化、高效分离、材料开发及绿氨合成等方面的创新成果。王键吉团队^[1]综述了5-HMF及其衍生物与离子液体分离的最新研究进展, 介绍了不同分离技术的应用及其分离机理, 旨在为生物质精炼过程中5-HMF及其衍生物的选择性和经济性分离提供重要参考。余江团队^[2]介绍了基于离子液低共熔溶液的硫碳协同资源化工艺的构建与发展, 提出CSCU工艺在建设绿色化学工厂, 实现“双碳”目标上, 具有重大的研发意义和应用潜力。张香平团队^[3,4]分别综述了离子液体作为电解质和催化剂活性组分在电催化还原二氧化碳(CO₂RR)方面的应用, 重点总结了离子液体对CO₂RR过程中反应中间体生成、转化路径以及产物选择性等方面的影响; 以及综述了离子液体介导的废塑料化学回收研究进展, 探讨了离子液体介导的塑料化学降解过程机理, 分析了存在的难题及发展趋势。董海峰团队^[5]系统概述了离子液体在强化丙烯/丙烷分离过程中的研究进展, 重点讨论了离子液体新材料的设计合成、

引用格式: 刘艳荣, 张香平. 多学科交叉视角下的离子液体: 能源、环境与材料的协同创新. 科学通报, 2025, 70: 4430–4431

Liu Y, Zhang X. Ionic liquids from a multidisciplinary perspective: collaborative innovation in energy, environment, and materials (in Chinese). Chin Sci Bull, 2025, 70: 4430–4431, doi: [10.1360/CSB-2025-5325](https://doi.org/10.1360/CSB-2025-5325)



张香平

中国石油大学(北京)化工学院院长、中国科学院过程工程研究所研究员、博士生导师。研究方向为绿色系统集成、化工热力学及过程模拟、离子液体及气体分离、CO₂捕集及资源化利用。

分离机理、分离性能及影响因素。崔国凯团队^[6]综述了基于人工智能和机器学习的定量结构-性能关系方法用于离子液体CO₂捕集性能研究的进展,并对机器学习应用于离子液体CO₂捕集性能研究中存在的问题和进一步的研究工作提出了建议。刘艳荣团队^[7]综述了离子液体在电化学合成氨中的应用,同时阐述了离子液体的作用机制与机理,并展望了离子液体在电催化合成氨体系中的发展趋势。杨振团队^[8]提出了一种结合图神经网络和机器学习框架用于预测CO₂在离子液体中的亨利系数,该框架在CO₂亨利系数预测中的成功应用为CO₂捕集技术的优化提供了有力支持。李宇亮团队^[9]构建了离子液体协同Fe₃/ZnIn₂S₄/g-C₃N₄S型异质结萃取耦合光催化高效降解四环素体系,该体系能应用于多种有机污染物及实际水体,有望为有机污染物降解方法的设计提供一个新思路。谭蓉团队^[10]研究了季铵盐离子液体对氨基酸铜催化CO₂环加成反应的协同机制,表明氨基酸铜配合物与四丁基卤化铵离子液体的协同作用是构建系列简单可行的CO₂环加成催化体系的重要策略之一。

离子液体这一“可设计的绿色介质”,已不仅仅是实验室的明星分子。它正被锻造成一把开启能源可持续、环境清洁、材料高性能之门的战略钥匙。本期专题的出版,不仅是对过往成果的集中展示,更是对未来离子液体多维度应用的探索。期待它能激发更广泛的跨学科合作,推动离子液体从基础研究加速奔向工业化应用,为实现全球绿色低碳转型与可持续发展贡献不可替代的“离子”力量。

参考文献

- 1 Wang H Y, Li Z Y, Wang J J. Recent progress in the separation of 5-hydroxymethylfurfural and its derivatives from ionic liquids (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2025, 70: 4438–4450 [王慧勇, 李志勇, 王键吉. 离子液体与5-羟甲基糠醛及其衍生物分离的研究进展. *科学通报*, 2025, 70: 4438–4450]
- 2 Bai W, Gu Z, Zhong Y, et al. Synergistic resource recovery of hydrogen sulfide and carbon dioxide in ionic liquid deep eutectic solution: construction and development (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2025, 70: 4432–4437 [白文轩, 谷志平, 钟焱, 等. 基于离子液体低共熔溶液的硫碳协同资源化工艺的构建与发展. *科学通报*, 2025, 70: 4432–4437]
- 3 Feng J Q, Wang Y L, Xue Q Z, et al. Research progress and development trends in ionic liquid-enhanced electrocatalytic reduction of CO₂ (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2025, 70: 4451–4461 [冯佳奇, 王艳霖, 薛其州, 等. 离子液体强化电催化还原CO₂研究进展及发展趋势. *科学通报*, 2025, 70: 4451–4461]
- 4 Zhang Z, Ai J, Shi G, et al. Research progress on chemical recycling of waste plastics mediated by ionic liquids (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2025, 70: 4473–4487 [张振磊, 艾佳臻, 史国靖, 等. 离子液体介导的废塑料化学回收研究进展及趋势. *科学通报*, 2025, 70: 4473–4487]
- 5 Cai A, Dong H, Ren M, et al. Reviews on propylene/propane separation by using ionic liquids materials (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2025, 70: 4488–4500 [蔡艾梓, 董海峰, 任梦雨, 等. 离子液体强化丙烯/丙烷分离的研究进展. *科学通报*, 2025, 70: 4488–4500]
- 6 Zhang R N, Tian Y, Ge C L, et al. Artificial intelligence and machine learning for analysis of CO₂ capture by ionic liquids (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2025, 70: 4462–4472 [张瑞娜, 田媛, 葛春亮, 等. 人工智能机器学习助力离子液体CO₂捕集性能分析. *科学通报*, 2025, 70: 4462–4472]
- 7 Cheng X, Han L, Zhang C, et al. The application of ionic liquids in the electrocatalytic synthesis of ammonia (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2025, 70: 4501–4511 [成曦, 韩丽君, 张聪, 等. 离子液体在电催化合成氨中的应用. *科学通报*, 2025, 70: 4501–4511]
- 8 Wang C, Dai Z, Zhou G, et al. Machine learning prediction of CO₂ Henry's law constant in ionic liquid assisted by graph neural network features (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2025, 70: 4512–4524 [王晨阳, 戴中洋, 周国兵, 等. 图神经网络特征辅助预测离子液体中CO₂亨利系数. *科学通报*, 2025, 70: 4512–4524]
- 9 Lu Y, Liu X, Xu S, et al. Ionic liquid assisted Fe₃/ZnIn₂S₄/g-C₃N₄S-scheme heterojunction for extractive coupled photocatalytic degradation of tetracycline (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2025, 70: 4538–4550 [卢奕彤, 刘晓楠, 徐帅, 等. 离子液体协同Fe₃/ZnIn₂S₄/g-C₃N₄S型异质结萃取耦合光催化降解四环素. *科学通报*, 2025, 70: 4538–4550]
- 10 Xiao Z S, Liu S Y, Song T X, et al. Synergistic mechanism of quaternary ammonium salt ionic liquid in CO₂ cycloaddition reaction catalyzed by amino acid copper (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2025, 70: 4525–4537 [肖自胜, 刘思怡, 宋涂暄, 等. 季铵盐离子液体对氨基酸铜催化CO₂环加成反应的协同机制. *科学通报*, 2025, 70: 4525–4537]