

## 大会报告-报告摘要

题目：数智聚能水处理装备制造业壮产升级

任洪强 院士  
南京大学



### 报告人简介

任洪强，环境工程专家，中国工程院院士，南京大学教授、博士生导师。现任南京大学环境学院院长、国家卓越工程师团队“工业废水治理技术与装备”负责人、国家自然科学基金基础科学中心“水质风险控制工程学”负责人，兼任国际标准化组织(ISO TC282/SC4) 工业水回用分委员会首任主席、国家技术标准创新基地（水环境技术与装备）主任、中国环境科学学会副理事长等职务。长期从事工业废水、工业园区水污染防治方向的创新研究，在生物处理强化理论、技术和装备方面取得了系统创新成果，开拓了我国复杂废水生物处理增效调控技术与工程应用研究新领域，在化工、制药、印染及其园区废水处理达标排放、增效提标、再生回用工程实践中做出重要贡献。发表论文 260 余篇（SCI 收录 160 余篇），出版专著 4 部；获授权中国发明专利 120 余件、美国和欧盟等发明专利 40 余件；编制国际/国家/行业/团体标准 100 余项；成果获国家技术发明二等奖 3 项、国家自然科学基金二等奖 1 项、国家教学成果二等奖 1 项、省部级一等奖 7 项、ISO 卓越贡献奖及何梁何利基金科学技术创新奖等。

## 题目：有机废水深度处理与毒性控制技术的探索与思考

全 燮  
大连理工大学



### 报告人简介

全燮，大连理工大学教授，国家杰出青年科学基金获得者，长江学者特聘教授，首届新世纪百千万人才国家级人选者。中国环境科学学会会士、英国皇家化学会会士。第6、7届国务院学位委员会评议组成员，国家“十·五”重大科技专项“水污染控制技术与治理工程”总体专家组成员，国家“十一·五”863计划“资源与环境”领域专家组成员。连续多年入选科睿唯安全球高被引科学家和爱思唯尔中国高被引学者，入选 Scholar GPS 前 0.05% 顶尖科学家终身榜单。任 Environ Sci Technol、Chem Eng J、ACS ES&T Eng 等期刊编委/顾问编委。长期从事水污染防治应用基础和工程技术研究，以第一发明人获授权发明专利 70 余项，以第一或通讯作者发表论文 400 余篇，SCI 他引 47000 余次，H 指数 113。获国家自然科学基金二等奖 1 项，国家技术发明二等奖 2 项，省部级科技奖励一等奖 6 项，第十三届光华工程科技奖，全国优秀科技工作者称号。

### 报告摘要

工业有机废水通常显示各类毒性效应，即使经过处理后各项物理化学指标达到排放标准情况下，仍然显示遗传毒性、胚胎毒性、内分泌干扰性等多种毒性效应，对受纳水体或资源化利用产生一定的生态风险。传统废水处理技术对废水毒性削减和控制效果有待进一步提高。该项目研发了基于纳晶电极、纳米空间限域效应、单原子催化等废水处理强化技术，应用于废水深度处理毒性控制，显著提升了废水处理效率和遗传毒性等多种毒性的控制效率，为废水的污染物和风险协同管控提供技术支撑。

## 题目：高效生成的羟基自由基快速矿化抗生素研究

白敏冬  
天津大学



### 报告人简介

白敏冬教授是海洋生态灾害防控领域杰出领军人才。针对陆海水域藻华与微小有害生物灾害量大面广、持续性强、危害大的严峻形势，在重大科研仪器研制、科技支撑计划项目等 11 项国家重大任务支持下，在大气压强电离放电高效生成羟基自由基 ( $\bullet\text{OH}$ ) 机理、技术装备方面取得原始创新成果，揭示了  $\bullet\text{OH}$  快速杀灭藻华同时矿化有机污染物新原理，发明了系列高浓度  $\bullet\text{OH}$  产生技术装备，实现了防控海洋生物入侵、海水养殖动物寄生虫病、流域藻华的工程科技创新，为我国陆海统筹海洋生态环境保护、加快建设海洋强国做出了重要贡献。

成果获国家技术发明二等奖（第 1）、省部级科技奖一等奖 7 项（5 项第 1），入选中国生态环境十大科技进展（第 1）；授权发明专利 34 件，其中美国、英国等国际发明专利 4 件，获世界知识产权组织奖和中国专利优秀奖（第 1）；发表论文 257 篇，出版专著 3 部；获中国青年科技奖、光华工程科技奖，是长江学者特聘教授、国家杰出青年基金获得者、“新世纪百千万人才工程”国家级人选、中组部万人计划领军人才，国家重点领域创新团队负责人；曾获全国五一劳动奖章、全国五一巾帼奖十佳个人等；4 次入选工程院有效候选人，2021 年、2025 年（通过大众评审）进入第二轮院士答辩。

### 报告摘要

抗生素自 20 世纪被发现以来挽救了数以亿计的病人生命，为人类传染病的治疗做出了重要贡献，其使用量呈现出逐年递增的趋势，从 2010 年到 2030 年，全球抗生素的使用量预估增长 67%。人体或动物摄入的抗生素超过 50% 通过排泄方式进入环境，导致大量具有耐药性的“超级细菌”出现，使原有的抗生素在疾病治疗中失去作用，目前每年全球因耐药性死亡人数达 70 万。地表水和近岸海域中的抗生素会对藻类和大型蚤的生长及繁殖造成抑制和干扰，并通过食物链传播和富集，使海洋生态系统中物质循环收到干扰和阻断，导致更多有毒产物出现，破坏海洋生态系统。针对抗生素威胁人体健康和生态环境安全的问题，创建了基于大气压强电离放电协同水射流空化效应高效生成羟基自由基 ( $\bullet\text{OH}$ ) 的高级氧化技术，凭借  $\bullet\text{OH}$  高达 2.8V 的氧化电位、109 L/mol·s 的反应速率常数和 非选择性反应特性，在管路中注入低浓度 (1 mg/L) 的  $\bullet\text{OH}$  溶液，3s 内将抗生素快速矿化为  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ，过程中不产生消毒副产物，实现抗生素的环境生态风险消除。通过研究  $\bullet\text{OH}$  攻击抗生素药效团的方式和作用位点，结合 ESR 自由基分析检测方法，以及 HPLC-MS/MS 和 GC-MS 分析矿化过程中的关键中间体，分析  $\bullet\text{OH}$  快速氧化降解直至彻底矿化抗生素的化学反应机制。同时在厦门市翔安水厂 12000m<sup>3</sup>/日处理工艺基础上建立了“混凝沉淀—一砂滤— $\bullet\text{OH}$ /NaClO 氧化降解抗生素及消毒—清水池”处理系统，在九龙江高藻暴发期间进行了  $\bullet\text{OH}$  氧化降解抗生素及消毒的工程化试验，为复合污染水体中抗生素的高效矿化提供新方法和新思路。

关键词：抗生素，环境生态风险，羟基自由基，快速矿化

## 题目：光能驱动的绿色催化降解技术

卢小泉  
西北师范大学



### 报告人简介

卢小泉，西北师范大学教授，博导。高原交汇区水资源安全与水环境保护教育部重点实验室主任、教育部创新团队“区域环境分析与特色功能材料应用电化学研究”负责人。“长江学者奖励计划”特聘教授，入选国家百千万人才工程，并被授予“有突出贡献的中青年专家”荣誉称号，国务院政府特殊津贴获得者，英国皇家化学学会会士，入选甘肃省首批拔尖领军人才。主持教育部创新团队发展计划 2 项，国家自然科学基金重大、重点项目等 6 项，兼任中国电化学学会常务理事，甘肃省科研管理研究会副理事长，《分析化学》、《电化学》、《分析实验室》、《化学传感》、《The Open Physical Chemistry Journal》编委。

### 报告摘要：

新污染物在全球范围内急剧增长，其难降解、易蓄积和生物毒性等特性对环境和健康构成严重威胁[1]。针对这一挑战，光驱动催化技术因其绿色可持续特性展现出巨大应用潜力，其中光生空穴作为关键的“氧化引擎”，其分离与利用效率的提升是突破技术瓶颈的核心问题。此外，由于界面光生空穴的微观行为具有高度复杂性，而传统技术难以在微观尺度上实现原位测量和实时观测，这些机制的不明晰直接影响新污染物的治理效能[2]。基于此，我们采用自主研发的扫描光电化学显微镜（SPECM），实现了光催化材料微纳界面载流子转移动力学的原位动态监测，揭示了电荷转移动力学与催化性能的构效关系。通过多种界面调控策略，我们优化了光生空穴的分离与传输效率，使光驱动催化技术在新污染物治理中的应用效能获得突破性提升[3,4]。上述研究为发展“以太阳为能源，以空穴为利剑”的光驱动催化降解技术提供了重要科学依据。

### 参考文献：

- [1] X. Li; X. Shen; W. Jiang; Y. Xi; S. Li. *Ecotox. Environ. Safe.* 2024, 278, 116420.
- [2] F. A. L. Laskowski; S. Z. Oener; M. R. Nellist; A. M. Gordon; S. W. Boettcher. *Nat. Mater.* 2020, 19, 69-76.
- [3] X. M. Ning; P. Y. Du; Z. G. Han; J. Chen; X. Q. Lu. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2021, 60, 3504-3509.
- [4] L. Zhu; Y. He; H. Huang; W. Zhao; T. Su; X. Wang; S. Zhang; P. Du; X. Quan. *Anal. Chem.* 2025, 97, 4166-4175

## 题目：离子介导的选择性光电催化氧化

陈春城  
中国科学院化学研究所



### 报告人简介

陈春城，中国科学院化学研究所研究员，博士生导师，国家杰出青年基金获得者。1994年毕业于四川大学。2003年获中国科学院化学研究所获得博士学位后留所。2010年美国北卡罗来纳大学教堂山分校访问学者。作为负责人主持基金委杰出青年项目及重点项目、科技部863课题及国家重点研发计划课题、中科院知识创新重要方向性项目等项目，总共发表SCI学术论文100余篇，包括Nature Catal., PNAS, Angew. Chem. Int. Ed., J. Am. Chem. Soc., Environ. Sci. Technol., Energy Environ. Sci., Chem. Soc. Rev.等

## 题目：电催化产双氧水及其类芬顿体系的研究与思考

贾金平  
上海交通大学



### 报告人简介

贾金平，上海交通大学特聘教授，二级教授，博士生导师，国务院特殊津贴专家，国家重点研发计划首席科学家，长期从事工业废水光电催化处理、固相微萃取环境监测技术研究。

## 第一会场-报告摘要

### 基于分子催化剂的人工光合作用体系构建

李斐 1\*, 朱勇 1, 温志兵 1

1 大连理工大学精细化工全国重点实验室, 大连, 中国, 116024

\*Email: lifei@dlut.edu.cn

**报告人简介:** 李斐, 大连理工大学教授、博导, 长期从事人工光合作用领域的基础研究, 致力于从分子层面模拟自然界光合作用体系的关键功能, 发展了一系列基于人工模拟酶催化剂的太阳能分解水制氢器件及人工光合固碳体系。研究领域涵盖光/电催化性能机制等, 在 *PNAS*、*J. Am. Chem. Soc.* (5)、*Angew. Chem. Int. Ed.* (15)、*Chem*、*Nat. Commun.* 等学术期刊发表论文 140 余篇, 获辽宁省自然科学一等奖 (1/5)、辽宁省杰青, 主持国家重点研发计划课题、国家自然科学基金等, 担任催化学报等期刊编委。



**报告摘要:** 水氧化反应是制约太阳能驱动水分解体系效率的关键步骤。基于仿生策略开发的分子催化剂具有优异的水氧化性能, 在无需牺牲剂的光电催化分解水体系中展现出重要应用潜力。通过将光敏染料或吸光半导体材料与分子水氧化催化剂耦合组装, 我们构建了染料敏化光阳极及复合型光阳极体系。然而, 光阳极界面的水氧化反应仍受限于热力学势垒高和动力学缓慢等问题, 导致显著的界面电荷复合, 使得现有光电化学池的能量转换效率普遍偏低。针对传统全解水体系中析氧反应存在的瓶颈, 我们提出采用热力学上更有利的有机底物氧化反应替代传统水氧化的新策略。在该光电化学合成系统中, 光阳极端可定向合成高附加值化学品, 并与(光)阴极的析氢反应协同耦合, 为太阳能转化与人工光合作用研究提供了新途径。本课题组以溴为介导、水为氧源, 通过差异化设计半导体光阳极和染料敏化光阳极, 并与分子催化剂协同, 构建了多种类型的光电化学池, 成功实现了烯烃环氧化与析氢的高效耦合。

1. Z. Chen, Y. Zhu, X. Li, F. Li, et al., *J. Am. Chem. Soc.* 2025, 147, 30154.
2. Y. Zhu, X. Li, Z. Wen, F. Li, et al., *J. Am. Chem. Soc.* 2024, 146, 21903-21912.
3. X. Liu, Z. Chen, S. Xu, F. Li, et al., *J. Am. Chem. Soc.* 2022, 144, 19770-19777.
4. J. Wang, D. Li, X. Li, F. Li et al., *Chem* 2025, 11, 102365.
5. Z. Wen, S. Xu, Y. Zhu, F. Li, et al., *Angew. Chem. Int. Ed.* 2022, 61, e202201086.
6. X. Wu, F. Li, et al. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2026, 65, e2704756.
7. F. Li, F. Yu et al. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2025, 64, e202514557.
8. J. Xia, F. Li, Y. Jiang et al. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2025, 64, e202500262

## 类光芬顿体系探究

王艳, 徐远国\*

1 通讯地址 江苏省镇江市学府路 301 号江苏大学化学化工学院

\*Email:(xuyg@ujs.edu.cn)

**报告人简介:** 徐远国, 教授博导, 江苏大学化学化工学院, 现主要从事环境催化和能源电催化, 围绕无机材料制备及其光、电催化性能展开研究: 包含非金属氮化碳改性光催化剂, 磁性可回收光催化剂的设计与合成等。已在 *Angewandte Chemie-International Edition*, *Nano Energy*, *Applied Catalysis B-Environmental*, *Advances in Colloid and Interface Science*, *Chemical Engineering Journal*, *Journal of Hazardous Materials*, *Chinese Journal of Catalysis* 等期刊发表 SCI 收录论 100 余篇。



**报告摘要:** 基于过氧单硫酸盐 (PMS) 的类光芬顿工艺因其通过光辅助催化剂激发 PMS 活化产生大量活性氧物种 (ROS), 被证明是一种清洁高效的去除持久性有机污染物的技术。该技术在水污染控制领域被视为一种有潜力的高级氧化工艺 (AOP)。传统的光催化降解系统对氧气 (O<sub>2</sub>) 和强制空气对流的过度依赖极大限制了其在工业上的大规模应用。

该工作构建了具有合适缺陷浓度的双空位 S 型异质结 VO-M-Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@CN<sub>x</sub>, 表现出优异的 PMS 活化能力和光激发协同作用, 实现了无曝气高效降解有机污染物。VO-M-Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@CN<sub>x</sub> 在厌氧条件下的降解速率 (4.58 min<sup>-1</sup> g<sup>-2</sup>) 高于有氧条件下的降解速率 (1.67 min<sup>-1</sup> g<sup>-2</sup>), 优于典型的异质结催化剂降解体系。原位实验和 DFT 研究揭示缺陷诱导的光生电子介导的 PMS 活化, 阐明 O<sub>2</sub> 和 PMS 在 VO-M-Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@CN<sub>x</sub> 上的竞争相互作用。该研究首次强调了催化剂中 O<sub>2</sub> 和 PMS 之间的竞争作用是调控 PMS 活化协同光激发的关键, 对开发无需曝气的高级氧化工艺协同光催化在水处理领域方面将产生重要意义。

此外, 本课题组还研发了一系列其他类光芬顿体系降解水体有机污染物。

Yan Wang<sup>+</sup>, Lianxin Li<sup>+</sup>, Puyang Zhou, Yu Gan, Weipeng Liu, Yiwen Wang, Yilin Deng, Hongping Li, Meng Xie,<sup>\*</sup> and Yuanguo Xu<sup>\*</sup>, Aeration-Free Photo-Fenton-Like Reaction Mediated by Heterojunction Photocatalyst toward Efficient Degradation of Organic Pollutants, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2025, 64, e202419680.

Zeyang Sun, Puyang Zhou, Meng Xie,<sup>\*</sup> Minqiang He, Tingting Zhang, Yuanguo Xu,<sup>\*</sup> In-situ Sulfidation constructed oxygen-deficient FeS<sub>2</sub>/CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> S-scheme heterojunction: Multi-metal redox synergy and defect-mediated carrier separation for ultra-efficient Imidacloprid degradation, *Chemical Engineering Journal*, 2026, 527, 171897.

Yiwen Wang, Yan Wang, Puyang Zhou, Chenchao Hu, Jia Yan,<sup>\*</sup> Yilin Deng, Yu Gan, Meng Xie,<sup>\*</sup> Liying Huang, Yuanguo Xu,<sup>\*</sup> Multi-Order Built-In Electric Field Engineering in Vo-ZF@TCN Heterojunctions for Efficient PMS Activation in Photo-Fenton-Like Reactions, *Green Energy & Environment*, online.

FeOOH/石墨相氮化碳类光芬顿催化剂的设计及其性能研究

## 精确的 Cu 基催化剂晶面调控提升超低过电位下 CO<sub>2</sub> 还原选择性

马丹丹, 李欣雨, 石建稳\*

西安交通大学 电气工程学院 电工材料电气绝缘全国重点实验室 新型储能与能量转换纳米材料研究中心,  
陕西西安, 710049

\* Email: jianwen.shi@xjtu.edu.cn

**报告人简介:** 马丹丹, 西安交通大学副教授。2020年毕业于西安交通大学, 主要从事光/电催化材料的设计及其在能源与环境领域的应用研究, 主持国家自然科学基金 1 项, 省部级科研项目 3 项, 参与多项国家级科研项目, 2023 年“陕西省优秀博士学位论文”获得者。目前以第一作者在 ACS Nano, Appl. Catal. B-Environ., Coordin. Chem. Rev., Nano Energy, Chem. Eng. J., ACS Mater. Lett., Small 等权威期刊发表 1 区 SCI 论文 24 篇, 包括 ESI 0.1% 热点论文 2 篇, ESI 1% 高被引论文 5 篇, 获授权专利 4 项, h-因子 40。



**报告摘要:** 现代工业碳排放导致大气 CO<sub>2</sub> 浓度持续攀升, 引发严重的气候与环境问题。电催化 CO<sub>2</sub> 还原反应 (ECRR) 是实现 CO<sub>2</sub> 资源化利用、缓解环境压力的有效途径, 其中铜基催化剂因能将 CO<sub>2</sub> 转化为乙醇等高附加值 C<sub>2</sub> 产物而备受关注。但铜基催化剂反应路径复杂、中间体多样, CO<sub>2</sub> 还原产物多为混合物, 且醇类产物生成效率偏低, 实现 CO<sub>2</sub> 定向转化为乙醇仍面临巨大挑战。现有研究表明铜晶面结构与产物选择性密切相关, 不同晶面及台阶、界面位点对乙醇生成存在显著影响, 然而铜晶面与乙醇选择性间的精确构效关系仍存在争议, 且缺乏充分实验验证, 同时制备富含高效台阶位点的铜催化剂也存在技术难点。

本研究通过 DFT 计算证实, 具有周期性(111)/(110)/(100)晶面的精准调控铜催化剂更有利于乙醇生成。在此基础上, 采用电沉积法, 借助柠檬酸钠与阴离子的协同作用, 以硝酸铜为前驱体在碳纸上制备出富台阶位点的六棱锥形铜催化剂, 实现了对催化剂形貌与结构的精细调控。该催化剂在 CO<sub>2</sub> 电还原中乙醇法拉第效率高达 79.79%, 原位红外表征表明, 该催化剂中周期性暴露的(111)/(110)/(100)台阶位点可有效促进 CO<sub>2</sub> 活化、不对称 C-C 偶联及后续加氢过程, 从而在超低电位下实现 CO<sub>2</sub> 向乙醇的高效、高选择性转化。

Ma, D., Chen J., Jia Y., Guo N., Zhi C., He D., Chen Y., Shi, J., Promoting the electrocatalytic conversion of CO<sub>2</sub> to ethanol at ultra-low potential by fully exposing periodic low-index facets in hexagonal pyramidal Cu, Appl. Catal. B, Environ., 2026, 386, 126423

Ma D., Zhi C., Zhang Y., Chen J., Zhang Y., Shi J., A Review on the Influence of Crystal Facets on the Product Selectivity of CO<sub>2</sub>RR over Cu Metal Catalysts, ACS Nano, 2024, 18, 21714-21746.

## 尖晶石催化剂位点特异性自旋调控及其高效催化氧化

汪婷\*

厦门大学环境与生态学院

\*Email: twang@xmu.edu.cn

**报告人简介:** 汪婷, 女, 厦门大学环境与生态学院副教授、博士生导师, 入选“厦门大学南强青年拔尖人才计划”。主要从事环境功能材料的设计研发及催化机理研究相关工作。当前研究方向聚焦于大气污染物催化控制、水质净化协同产能等。至今以第一/通讯作者在 *Angew. Chem. Int. Ed.*、*Adv. Funct. Mater.*、*ACS Catal.*、*Appl. Catal. B Environ.*等催化与环境领域权威期刊发表论文 22 篇, 2 篇入选 ESI 1% 高被引论文; 获授权专利 2 项; 主持国家自然科学基金青年项目等。现担任《材料工程》和《航空材料学报》青年编委。

**报告摘要:** 尖晶石氧化物是一类具有巨大潜力的氧化型催化剂, 但如何使其催化活性最大化的内在机制尚不明确。本研究通过调控  $Mn_xCo_{3-x}O_4$  中四面体与八面体位点的相互作用, 实现对自旋态 (包括自旋排列与自旋磁矩) 的精确调控, 从而提升了高碘酸盐 (PI) 的活化能力及污染物降解的催化性能。结合实验研究与密度泛函理论 (DFT) 分析, 我们揭示了四面体与八面体协同位点的自旋排列通过构建高效电子自旋通道, 促进量子自旋交换相互作用 (QSEI) 进而优化电荷转移的机制。同时,  $CoMn_2O_4$  中精心构筑的高自旋构型抬升了 d 带中心, 有利于形成稳定的  $PI^*$  表面络合物, 并在环丙沙星催化降解过程中以更低的  $-ICOHP$  值加速了决速步骤  $IO_3^-$  的脱附。由此, 经自旋态精细调控的  $CoMn_2O_4$  表现出显著增强的整体反应动力学: 其反应速率相较于  $MnCo_2O_4$  提升 2.5 倍, 较仅具八面体活性位点的催化剂提升高达 22 倍。该位点特异性调控策略同样适用于其他尖晶石型氧化物, 为通过精细调控电子结构以实现催化性能最大化提供了新的启示。

## 高级氧化中钴基催化剂设计与反应强化机制

李雪, 林金彬, 龙明策\*

上海交通大学环境科学与工程学院, 上海, 200240

\*Email: long\_mc@sjtu.edu.cn

**报告人简介:** 龙明策, 上海交通大学环境科学与工程学院教授, 科睿唯安全球高被引科学家、爱思唯尔中国高被引学者。长期从事环境功能材料与污染控制技术领域研究。担任中国感光学会光催化委员会委员、国际期刊 *Toxics* 主编、应用化学编委。主持国家重点研发计划重点专项、纳米专项课题、国家自然科学基金面上项目、上海市东方英才拔尖项目以及企事业委托横向项目等 20 余项。发表 SCI 论文 160 余篇, 被引 13000 余次, 授权专利 19 项。作为主要完成人获上海市自然科学奖二等奖、中国石油和化学工业联合会科技进步奖三等奖、中国发明协会发明创业成果奖二等奖等 7 项。

**报告摘要:** 在非均相高级氧化反应中, 钴基催化材料因高效活化过氧单硫酸盐 (PMS) 而备受关注, 其中高价钴-氧物种 ( $Co(IV)=O$ ) 凭借高氧化电位、长寿命及强抗干扰性, 成为实现选择性氧化的理想活性物种。然

而，其生成受限于钴中心高 d 电子数引发的电子排斥效应。本研究围绕非均相高级氧化反应，构建了不同钴基催化材料。通过设计不对称 N,O 配位结构（如 CoN1O2），诱导钴中心电子离域，降低 d 轨道电子填充，从而降低 Co(IV)=O 的生成能垒；通过调控金属-载体相互作用提高 Co(IV)=O 稳态浓度；并采用自旋态调控策略，增强 Co(IV)=O 氧原子转移（OAT）反应的活性与选择性。该策略优化了 Co(IV)=O 电子结构与反应路径，显著提高了 PMS 活化效率与有机污染物降解性能。本工作揭示了钴基催化材料的结构-性能关系，为高效水处理与选择性有机合成催化剂的设计提供理论依据。

参考文献：

1. Li X, Wen X, Lang J, et al. CoN1O2 Single-Atom Catalyst for Efficient Peroxymonosulfate Activation and Selective Cobalt(IV)=O Generation. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2023, 62(27): e202303267.
2. Li X, Zhang X, Lang J, et al. Support work-function dependent Fenton-like catalytic activity of Co single atoms for selective cobalt(IV)=O generation. *Sci. Bull.* 2024, 69(24):3867-3875.

## 环境光催化中的准粒子行为调控

盛剑平\*, 钟丰忆, 杜晨宇, 石恒, 孙艳娟, 董帆\*

电子科技大学, 成都, 611731

Email: jianpingsheng@uestc.edu.cn

**报告人简介：**盛剑平，教授，国家级青年人才项目获得者，博士生导师。多年来围绕大气污染控制、废气（污染气体、温室气体）净化与资源化利用、环境与能源催化、机器学习等交叉学科领域开展相关研究工作。现就职于电子科技大学资源与环境学院，已在 PNAS、Science Bulletin、Research、Environmental Science & Technology、ACS Nano、ACS Catalysis、Applied Catalysis B: Environmental 等学术期刊上发表 SCI 论文 70 余篇，ESI 高被引论文 8 篇，总被引 5900 余次，H 因子 38。主持国家自然科学基金项目、国家重点研发计划子课题等各类项目 10 余项。



**报告摘要：**光催化是环境污染治理与废弃物资源化利用领域中的重要绿色新技术，但长期以来的相关研究均聚焦于载流子行为调控，对激子、声子、极化子这些重要准粒子的复杂行为的系统性认识仍然不足。近年来，电子科技大学董帆、盛剑平教授团队围绕“环境光催化中的准粒子行为揭示与调控”主题展开系统研究，综合利用原位瞬态吸收光谱、原位/低温荧光光谱、电化学以及超快动力学分析等多维表征手段，实时揭示了光催化过程中准粒子（激子、声子、极化子）形成与演化的动态耦合规律。在此基础上，进一步通过能级调控、界面配体工程和缺陷设计等策略，构建了针对激子、极化子、声子的有效调控新方法，实现了从机理解析到性能优化的完整链条：如，在气态 NO<sub>x</sub> 污染物还原合成氨、污碳协同转化等光催化反应体系中，通过有效的能级调控或动态活性位点构筑，可打破激子解离瓶颈，促进强还原性深导带电子的产生，并强化电子、质子

迁移,从而显著提升多电子-质子耦合催化反应效率。综上,我们提出并阐释了光催化中准粒子与电子间的相互影响与作用规律,建立了机理揭示、策略调控与环境应用相结合的新模式,为理解光催化本质提供了新视角。

参考文献:

1. Du, C.; Sheng, J.\*; Zhong, F.; He, Y.; Liu, H.; Sun, Y.; Dong, F.\* PNAS 2024, 121: 2315956121.
2. Shi, H.; Zhong, F.; Mou, S.; Du, C.; He, Y.; Zhou, Y.; Sheng, J.\*; Dong, F. Sci. Bull. 2025, 70 (16), 2650-2657.
3. Sheng, J.; He, Y.; Zhong, F.; Du, C.; Liang, G.; Ma, X.; Sun, Y.; Dong, F\*. Environ. Sci. Technol. 2025, 59 (35), 19002-19011.
4. Zhong, F.; Sheng, J.\*; Du, C.; He, Y.; Zhang, F.; Sun, Y.; Zhou, Y.; Dong, F\*. Adv. Sci. 2025, 12 (9), 2410437.
5. Shi, H.; Liu, H.; Du, C.; Zhong, F.; He, Y.; Guro, V.; Zhou, Y.; Sheng, J.\*; Dong, F.\* ACS Catal. 2024, 14, 11617-11625.
6. Zhong, F.; Sheng, J.\*; Du, C.; He, Y.; Sun, Y.; Dong, F.\* Sci. Bull. 2024, 69 (7), 901-912.
7. Liu, H.; Du, C.; Sheng, J.\*; Zhong, F.; He, Y.; Zhang, F.; Zhou, Y.; Sun, Y.\*; Dong, F. ACS Nano 2024, 18 (35), 24558-24568.
8. Lei, B.; Zhou, G.; Gong, Z.; Liu, C.; Zhou, Y.; Guro, V.; Sun, Y.\*; Sheng, J.\*; Dong, F. Research 2025, 8, 0567.
9. Sheng, J.; He, Y.; Huang, M.; Yuan, C.; Wang, S.; Dong, F. ACS Catal. 2022, 12 (5), 2915-2926.
10. Sheng, J.; He, Y.; Li, J.; Yuan, C.; Huang, H.; Wang, S.; Sun, Y.; Wang, Z.; Dong, F. ACS Nano 2020, 14 (10), 13103-13114.

## 茈萘基 MOF 限域空间结构调控及光解水制氢

蒙海兵 1\*

1 太原理工大学化学与化工学院

\*Email: Menghaibing@tyut.edu.cn

**报告人简介:** 蒙海兵,男,教授,博士研究生导师,现任职于太原理工大学化学与化工学院。从事材料与化学学科相关教学科研工作,主要研究领域为多孔复合材料的构筑与其吸附及催化应用研究。在重要学术刊物 Nature Communication、Journal of the American Chemical Society、Angewandte Chemie International Edition、Energy Environmental Science、Advanced Functional Materials 等发表相关研究论文 30 余篇,其中一作/通讯 20 余篇;申请并授权专利 2 项。



**报告摘要:** 金属有机框架(MOF)具有比表面积高、孔结构丰富和光电性能可调等特性,展现出优异的光解水制氢应用潜力,但其性能提升不仅受限于缓慢的光生电荷分离与转移动力学,更关键地取决于光催化过程中的质子解离和转移行为。针对这些难题,我们利用 MOF 的空间限域作用将富勒烯嵌入其三维孔道内构筑了主客体组装结构,显著提升了催化剂的内建电场,促进了电荷分离与转移,赋予 MOF 优异的光解水制氢

性能；进一步将富勒烯与 MOF 球磨形成其固态溶液结构，增强了主客体相互作用，进一步加速了电荷分离与转移，光解水制氢性能得到了进一步提升。另一方面，聚焦于催化剂活性位点的结构调控，我们利用后合成修饰策略将不同的 Lewis 碱基团引入 MOF，有效调控了助催化剂的尺寸分布和表面电子结构，显著促进电荷分离与转移，提升了光解水制氢性能；进一步地，我们通过后合成修饰在 MOF 内引入含 N 杂环，一方面优化了助催化剂的配位结构，调控了活性中心电子态，加速了电荷分离与转移并降低了反应能垒；另一方面优化了活性位点周围氢键网络，促进了质子传输，解决了催化过程中的质子供应难题，显著提升了 MOF 催化剂的催化性能。

参考文献：（宋体，五号）

- [1] Li, J. #; Meng H. #, \*; Zhu Y.\*; Zhang X.-M. \*; et al. J. Am. Chem. Soc. 2026, *Accept.*
- [2] Liu, L.#; Meng, H.#, \*; Zhu Y.\*; et al. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2023, 62: e202217897.
- [3] Yu G. #; Liu, L. #; Meng H.\*; Zhu Y.\*; Zhang X.-M. \*; et al. *Chem. Eng. J.* 2024, 494, 153099.
- [4] Wang Z. #; Meng H.#; Wang C.\*; et al. *Chem. Eng. J.* 2025, 521, 166299.

## PDI 聚合物的微结构调控：过硫酸盐活化降解和光催化产 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

马玉花\*

新疆师范大学化学化工学院

\*Email: 15199141253@163.com

**报告人简介：**马玉花，新疆师范大学教授、博士生导师，入选新疆“天山英才”计划和“天池博士”计划，主要从事环境光催化材料与清洁能源转化研究。先后主持国家自然科学基金项目 2 项、自治区级项目 4 项，以第一作者或通讯作者身份发表论文 30 余篇，获授权专利 2 项。曾获多项荣誉，包括优秀青年人才称号、自治区科学技术进步奖二等奖以及教学成果特等奖。



**报告摘要：**有机半导体茚二酰亚胺（PDI）因其优异的可见光响应、可设计分子堆积和良好的电子传输特性，在环境催化领域展现出独特优势。本报告系统介绍我们围绕 PDI 开展的两方面工作：一是通过自组装冻结调控、海藻酸钠气凝胶复合及 Ag 纳米“热点”构筑，发展了多类 PDI 基光催化体系，实现可见光协同活化过硫酸盐高效去除抗生素等有机污染物；二是进一步将 PDI 聚合物拓展至光催化两电子氧还原制 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>。结果表明，PDI 材料中的π-π堆积、氧空位、三维孔结构以及金属协同位点能够显著改善电荷分离和界面反应动力学，调控·OH、SO<sub>4</sub><sup>·-</sup>、<sup>1</sup>O<sub>2</sub>与·O<sub>2</sub><sup>-</sup>等活性物种的生成及作用路径。相较于分散颗粒催化剂，气凝胶与聚合化策略在稳定性、回收性和反应选择性方面具有明显优势。相关研究揭示了 PDI 基有机光催化剂从污染物深度去除到 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 选择性生成的共性机制，为环境净化与绿色氧化过程耦合提供了新思路。

## 基于黑色半导体的光-热催化及光热蒸发

林雨寒 1\*

1 陕西省西安市未央大学园区陕西科技大学

\*Email: linyuhan1006@sust.edu.cn

**报告人简介:** 林雨寒, 女, 陕西科技大学环境学院副教授、硕士生导师, 研究方向为环境/能源光催化, 获批国家自然科学基金青年项目、国家重点实验室开放课题、陕西省博士后项目等, 在 EES、JCIS、CEJ 等高水平期刊发表 SCI 论文 10 余篇。



**报告摘要:** 黑色半导体具有宽光谱吸收、高光热转换效率、稳定理化性质及多功能集成等共性优势, 已在光催化产氢、有机污染物降解、二氧化碳还原、太阳能蒸发等领域被广泛报道。但目前仍面临电荷分离与光谱吸收存在矛盾、多场协同机制不明、规模化应用受限等问题与瓶颈。

课题组针对上述问题开展系列研究: 一、在光-热协同催化二氧化碳还原方面, 构筑 1T/2H-MoS<sub>2</sub> 异相结改善光吸收与电子传输, 使催化性能提升至单相 MoS<sub>2</sub> 的 3 倍; 开发 Bi/2H-MoS<sub>2</sub>-x 催化剂, 通过金属负载与缺陷工程促进载流子分离; 设计三元催化剂 WN-WO<sub>3</sub>/In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 通过改变催化剂组分比例与光-热反应条件实现 CO/CH<sub>4</sub> 选择性的精确调控, 并利用原位红外揭示了不同反应条件下反应路径与中间体的差异。二、在太阳能蒸发领域, 研发 Nb<sub>4</sub>N<sub>5</sub>-炭化木材类凤尾裙结构蒸发器, 全光谱吸收率达 93%, 通过凤尾裙尾数的优化实现盐阻抗和热限域的巧妙平衡, 最佳蒸发速率 1.75 kg·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>, 光热转换效率达 101%; 针对含挥发性有机污染物水体的蒸馏水二次污染问题, 构建 CuO 基太阳能蒸发器实现光热蒸发与光催化降解苯酚、苯胺的协同, 并开发了蒸发-冷凝-收集一体化装置显著提升蒸馏水收集效率。

本报告介绍了通过材料结构设计与多场协同机制解析提升黑色半导体性能的方法, 为解决黑色半导体在能源与环境领域的核心应用瓶颈提供了新思路。

## 超声驱动表面印迹探针压电摩擦纳米发电—散射光谱痕量分析

**报告人简介:** 温桂清, 广西师范大学环境与资源学院教授、院长、博导。长期在纳米催化及环境污染物的共振瑞利散射、表面增强拉曼散射光谱分析等前沿研究热点领域进行了创新性工作。主持国家自然科学基金 1 项、广西自然科学基金 2 项, 主持完成教育部重点实验室项目 3 项和教育厅项目 1 项, 参与国家基金项目 2 项。发表 SCI 一区论文 30 多篇, 其中 1 篇为高被引论文; 获广西自然科学二等奖 2 项 (分别排名第 1 和第 4); 授权中国发明专利 3 项; 出版著作 2 部等。

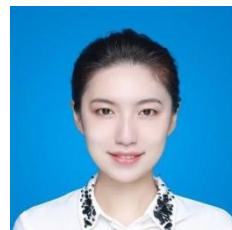


## 超声催化微藻-碳基材料絮体降解盐酸四环素动力学和机制研究

吴晓歌

江苏省扬州市扬州大学环境学院环境

\*Email: xgwu@yzu.edu.cn



**报告人简介:** 吴晓歌, 副教授, 博士毕业于英国考文垂大学超声化学中心, 并在韩国浦项科技大学从事博士后研究。回国后就职于扬州大学环境学院, 现为 Ultrasonic Sonochemistry 执行编辑 (Acoustics and Ultrasonics 小类排名第一), 中国声学学会功率超声分会第十届委员。

**报告摘要:** 本研究聚焦于水中抗生素与有害藻华共存的复合污染治理难题。我们构建了一种 40 kHz 低频超声与藻基碳点的协同处理新体系, 实现了盐酸四环素与铜绿微囊藻的同步去除。在优化参数下, 该体系可在 10 分钟内达成对盐酸四环素的降解率超过 65%, 同时对铜绿微囊藻的去除率达到 70%。通过多种分析技术, 揭示了其深层作用机制: 体系以超氧自由基为主导、羟基自由基为辅, 一方面通过超声的机械剪切力破坏藻细胞壁、增强其膜通透性; 另一方面利用自由基攻击抗生素分子, 导致其发生脱氨基、脱水、侧链断裂乃至苯环开环等深度降解。研究还发现, 在抗生素胁迫下, 藻细胞分泌的大量胞外聚合物能与藻基碳点形成稳定的复合絮体, 从而高效富集污染物并实现靶向去除, 这一过程有效抑制了藻毒素大量释放的风险。本工作为开发高效、绿色的水处理技术提供了新思路。

参考文献:

1. X. Wu, S. Yang, W. Li, J. Wang, M. Dular, X. Tan. (2024). Improving Microcystis aeruginosa removal efficiency through enhanced sonosensitivity of nitrogen-doped nanodiamonds. Ultrasonics Sonochemistry, 109, 106993.

## Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 黄@壳结构纳米反应器增效过硫酸盐活化的微观作用机制

李博 1

1 哈尔滨市南岗区学府路 52 号

\*Email: libo0803@hrbust.edu.cn



**报告人简介:** 李博, 哈尔滨理工大学, 材料科学与化学工程学院, 讲师/博士后。从事过硫酸盐高级氧化技术、过渡金属基非均相催化材料的设计与应用研究, 聚焦于微观结构调控、催化氧化性能及限域催化机理等方向, 积累了丰富且扎实的研究经验。获得国家资助博士后研究人员计划及黑龙江省博士后面资助; 在 Chemical Engineering Journal、Journal of Colloid and Interface Science 等期刊发表 20 余篇学术论文, 其中 ESI 高被引论文 3 篇。

**报告摘要:** 本文针对难降解有机污染物废水处理中过硫酸盐高级氧化技术面临的活化效率不足等问题,设计了一种具有高效活化性能的 Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 基核@壳结构纳米反应器 (CT@CT/MG)。该反应器以易调控、高还原电位的 Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 为活性组分,通过壳层限域效应实现反应物富集与过硫酸盐 (PMS) 的缓释,显著提升 PMS 利用效率,并有效抑制活性组分溶出。体系对多种持久性有机污染物展现出广谱降解能力,具有良好应用潜力。结合 XRD、电化学分析和 DFT 计算、分子动力学模拟等方法,报告内容从微观层面阐明了该纳米反应器增强 PMS 活化的作用机制,为有机废水深度处理与工业可持续发展提供了新的材料设计思路与技术方案。

## 第二会场-报告摘要

### 藻菌污染控制

张淑娟

**报告人简介:** 主要研究方向为水污染控制化学和水生物风险防控。长期致力于环境功能小分子化学研究,提出了利用小分子双酮调控环境体系中电子转移和界面过程的原创思想,初步揭示了小分子双酮在水污染控制中的应用潜力和科学内涵,取得的主要进展包括:1) 解析了小分子双酮的多模式作用机制;2) 构建了双酮基协同氧化还原新策略;3) 发明了双酮基精准控藻灭菌技术,为破解水污染控制中的关键难题和技术瓶颈提供了新思路

### 废水中重金属/抗生素协同去除性能和机理研究

陈波\*

成都大学, 建筑与土木工程学院,

\*Email: 258765600@qq.com

**报告人简介:** 陈波, 二级教授, 博士生导师, 四川省学术和技术带头人, 成都市科技创新领军人才。长期从事污水处理与资源化领域的研究, 主持国家及省部级项目十余项, 获省自然科学二等奖 1 项, 发表 SCI 论文三十余篇, 累计引用 2500 余次, 单篇最高引用 380 余次; 授权国家发明专利 6 项、国际专利 1 项。兼任中国环境科学学会 POPs 专委会委员, 国家自然科学基金通讯评议专家, 以及 Chinese Chemical Letters、Nano-Micro Letters Nano Materials Science 等学术期刊青年编委。



**报告摘要:** 针对重金属/抗生素复合污染治理难题, 本项目设计构筑了 MCS-Fe<sup>3+</sup>、SA/DA-Fe<sup>3+</sup>、GO/SA-Fe<sup>3+</sup>/Ca<sup>2+</sup> 等系列复合吸附剂, 系统研究了其对 Cu<sup>2+</sup>、Pb<sup>2+</sup> 等重金属与环丙沙星、四环素(TC)等抗生素的同步去除性能。结合 XRD、XPS 等原位表征手段, 探讨了污染物相互作用规律, 阐明了协同去除机制。主要成果: Fe<sup>3+</sup> 修饰

显著提升了 TC 的吸附容量，三种材料对 TC 的最大吸附容量分别达 209.22、804.6 和 1664.05 mg/g；首次在 MCS-Fe<sub>3</sub>+ 体系中揭示了 TC 与 Cu<sup>2+</sup>共吸附的“三阶段”动力学行为，为理解复杂体系中多污染物的吸附行为提供了新视角；明确了抗生素以静电吸引、 $\pi$ - $\pi$ 堆叠、络合作用为主，重金属以配位与离子交换为主的去除机制；证实了在 TC/Cu<sup>2+</sup>二元体系中，通过形成三元复合物实现了 pH=6 条件下的二者的协同共吸附，该协同效应在其它复合体系中也得到验证。上述研究为复杂废水中多种污染物的协同治理体系的设计提供了理论依据。

参考文献：

Chen, B.; Zhang, L.; Gao, J.; Gao, X.; Huang, J.; Ou, Y.; Wang, H. Sep. Purif. Technol. 2026, 382, 135944.

Chen, B.; Zhou, X.; He, L.; Chen, Y.; Gao, X.; Chen, X.; Li, G. J Environ. Chem. Eng. 2025, 13(6), 120511.

Chen, B.; Chen, Y.; Chen, Y.; Gao, X.; Ren, Y.; Lan, C. Int. J. Biol. Macromol. 2025, 307, 141839.

Chen, B.; Mao, Z.; Liu, Y.; Chen, X.; Gao, X.; Lan, C.; Tang, J. Environ. Technol. Innov. 2025, 40, 104590.

Chen, B.; Chen, Y.; Cao, Y.; Huang, J.; Chen, X.; Pan, X. Chem. Eng. J., 2024, 484, 149625.

## 微界面强化全氟/多氟烷基化合物还原脱氟机理与应用

陈张浩<sup>1</sup>, 谷成<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 南京大学环境学院，污染控制与资源化国家重点实验室，南京，210023

Email: zhchen@nju.edu.cn

**报告人简介:** 陈张浩, 南京大学研究员, 博士生导师, 在 Environ. Sci. Technol.、Nat. Water Water Res. 等发表论文 55 篇, 获授权中国、美国等发明专利 14 件。开发的自组装胶束限域还原脱氟技术许可中国、美国相关环保企业实现了多场景 PFAS 污染水体的治理应用, 案例入选为教育部科技成果转化典型案例。申请人获日内瓦国际发明展特别嘉许金奖(第 1 完成人)、中国发明协会发明创业二等奖(第 1 完成人)、中国国际发明展金奖(第 1 完成人)、江苏省环境保护科学技术一等奖(自然科学奖、排序 2/5); 主持国家自然科学基金青年和面上基金、博士后面上基金、江苏省自然科学基金等项目 9 项, 以子课题负责人参与国家重点研发计划项目 1 项; 获江苏省科协青年托举人才、江苏省环境科学学会青年科学家奖、江苏省卓越博士后等荣誉和称号。



**报告摘要:** 全氟/多氟烷基化合物 (PFAS) 是一类具有高毒性、难降解特性的化学物质, 已在多种环境介质中广泛检出。近年来, 已经开发多种基于水合电子的还原技术用来降解该类化合物, 然而不同水合电子光敏剂所调控的反应机制尚未明确。本研究选取不同链长的全氟羧酸 (PFCA) 作为模型污染物, 系统比较了三种水合电子体系 (UV/Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>、UV/吡啶、UV/3-吡啶乙酸 (IAA)) 对 PFAS 的转化行为。通过追踪水合电子的生成与衰减过程、分析分子间相互作用及反应中间体, 阐明了水合电子生成与分子间作用对 PFAS 降解的协同效应。研究发现, 在 UV/Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 体系中, 均相溶液中水合电子对 PFCA 的无序攻击可导致长链与短链 PFCA 均迅速降解, 但 SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>的耗竭及较低的水合电子产生效率限制了最终脱氟效率。在 UV/吡啶体系中, 吡啶与

PFCA 之间的相互作用调控了水合电子的定向传递,使疏水性长链 PFCA 的水合电子利用效率显著提升,降解效率显著优于短链 PFCA。但对于短链 PFCA,分子间作用模式的改变导致降解效率低下。而在 UV/IAA 体系中,IAA 通过分子间双氢键形成稳定簇聚,水合电子的自淬灭效应抑制了所有 PFCA 的有效分解。因此,对于实际废水中同时存在短链和长链 PFCA 的情况,可合理组合 UV/Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 与 UV/吡啶体系,充分发挥其优势实现各类 PFCA 的高效分解。本研究从机理层面阐释了水合电子驱动 PFAS 降解的途径,为发展高效 PFAS 污染控制技术提供了理论依据与新思路。

#### 参考文献

1. Evich M. G., Davis M. J. B., et al., *Science*, 2022, 375 (6580), eabg9065.
2. Sadia M., Nollen I., et al., *Environ. Sci. Technol.*, 2023, 57 (8), 3062-3074.
3. Shi Y., Mu H., et al., *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 2023, 120 (27), e2219179120.
4. Chen Z., Zhang S., et al., *Environ. Sci. Technol.*, 2023, 57 (28), 10438-10447.
5. Chen Z., Dong R., et al., *Environ. Sci. Technol.*, 2024, 58 (7), 3530-3539.

## 可见光活化高碘酸盐氧化酚类污染物的 PCET 机理

**报告人简介:** 丁耀彬,中南民族大学,教授,中国化学会会员,中国环境科学学会会员。研究兴趣为环境新型污染物的光化学转化和污染控制技术的开发与应用。主持国家自然科学基金项目 3 项,省部级自然科学基金 4 项,已经在 *Environ. Sci. Technol.*和 *Appl. Catal. B: Environ* 等国际权威期刊发表研究论文 60 余篇 (ESI 高被引论文 (Highly Cited Papers) 6 篇, ESI 热点论文 (ESI hot paper) 1 篇),个人 H 指数 34 (Google scholar),获得授权发明专利 7 项。2020-2025 年连续入选“全球前 2% 顶尖科学家榜单”。相关成果获湖北省自然科学二等奖 (2018 年)。

**报告摘要:** 高碘酸盐 (PI) 只在紫外区有吸收,对可见光 (Vis) 吸收极弱,无法在可见光下活化。针对这一难题,本文利用 PI 与酚类污染物 (PCs) 间的氢键作用,将 PI-PCs 氢键复合物的吸收带红移至可见区,实现了 PI 可见光活化和 PCs 的自催化氧化降解,并阐明了 PCs 在 PI 活化中的催化作用机理和 PI 活化对溶解氧的依赖机理,改善了对 Vis/PI 高级氧化技术的认识,并为水/废水净化提供了一种新的处理方法

## 光芬顿自给系统: 难降解芳香类废水净化的绿色新路径

周诗健\*, 陈广源, 姜晶晶, 孔岩

材料化学工程国家重点实验室, 南京工业大学, 化工学院, 江苏 南京, 210009

\*Email: zshijian@njtech.edu.cn

**报告人简介:** 周诗健,副教授,江苏省“333 工程”第三层次人才。主要从事光催化水污染控制、绿色催化和可持续化工过程研究,以过氧化氢的原位生成与活化为核心,聚焦光芬顿自给系统的构建及其在难降解芳香类废水净化中的应用。在 *Appl. Catal. B*、*Chem. Eng. J.*、



Sep. Purif. Technol.等期刊发表 SCI 论文 60 余篇，ESI 高被引论文 4 篇，获授权发明专利 10 余项。主持国家自然科学基金、江苏省科技厅等项目，参与国家重点及企业联合项目多项，获中国化工学会科学技术奖二等奖、中国循环经济协会科学技术三等奖。

**报告摘要：**芳香类污染物因结构稳定、难以矿化，是水处理领域的重点挑战。传统芬顿技术依赖外加 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 和铁盐，光自芬顿技术通过光催化原位生成并活化 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>，为芳香类废水的深度净化提供了绿色路径。本团队围绕 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 活化过程，开展从金属依赖到自给系统的连续探索。首先，在 g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 中构建“电子-质子双通道”[1]，在 g-C<sub>3</sub>N<sub>5</sub> 中构筑“电子口袋”[2]，实现 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 产率近百倍提升，并利用电子富集效应还原外源 Fe<sup>3+</sup>，驱动光芬顿反应。进一步，构建 MOF 基异质结 Cu/NML@ZIS[3]，将 Cu 纳米粒子直接负载于催化剂中，实现 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>“生成-活化-利用”一体化，对芳香类污染物实现 2min 内 99.1%的降解。在此基础上，探索非金属催化剂的本征活化路径，构建 GCN/TD-COF 异质结[4]，利用蒽醌单元实现无金属参与的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 活化，对苯酚去除率达 99.4%，TOC 去除率 81%。以上研究构建了无需外源添加剂的光自芬顿自给系统，为水污染处理技术的绿色化、集成化提供了设计范式。

参考文献：

1. Tang, T.; Zhou, S.; Kong, Y.; et al. Sep. Purif. Technol. 2026, 394, 137445.
2. Chen, Y.; Zhou, S.; Kong, Y.; et al. Sep. Purif. Technol. 2026, 394, 137555.
3. Chen, G.; Zhou, S.; Kong, Y.; et al. Chem. Eng. J. 2025, 520, 165937.
4. Hu, H.; Zhou, S.; Kong, Y.; et al. J. Environ. Chem. Eng. 2023, 11, 111108.

## 等离子体催化在水环境修复中的应用

郭贺 1,\*，宋敏 2，王铁成 3

1 南京林业大学生态与环境学院，南京，210037

2 东南大学能源与环境学院，南京，210096

3 西北农林科技大学资源环境学院，杨凌，712100

\*Email:heguo@njfu.edu.cn

**报告人简介：**郭贺，南京林业大学环境工程系副教授，系主任。2019 年 12 月博士毕业于大连理工大学。主要研究方向为等离子体催化、臭氧催化、Fenton 催化等环境污染物控制技术及农村生活污水治理。以第一/通讯作者发表 SCI 论文 60 余篇，其中 ESI 高被引论文 11 篇。入选全球 2% 顶尖科学家榜单（2022-2025），江苏省科协青年托举人才，中国物理学会静电专业委员会青年委员，Chinese Chemical Letters 期刊青年编委，教育部研究生学位论文（博士、硕士）质量评审专家。主持国家自然科学基金青年基金、江苏省自然科学基金青年基金、江苏省高等学校自然科学基金面上项目等项目 10 余项。以第一指导教师指导学生团队获中国国际大学生创新大赛（2025）国赛金奖。



**报告摘要：**等离子体催化技术结合了非热等离子体的高活性物种原位生成与催化材料的界面反应调控优势，近年来在水环境修复领域展现出显著潜力。介质阻挡放电、电晕放电等常见等离子体源与光催化、电催化及金属氧化物催化剂之间存在协同作用机制，等离子体过程可激发紫外辐射、臭氧、过氧化氢及自由基，催化剂则有效提升能量利用效率与目标污染物选择性降解能力。在此背景下，本报告重点介绍我们在等离子体均相催化与非均相催化水处理方面的研究进展。均相催化方面，利用等离子体放电激活溶液中  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$  等金属离子，构建类芬顿均相反应体系，显著增强羟基自由基产率并促进有机污染物的高效矿化；非均相催化方面，设计并制备了系列金属氧化物及负载型催化剂，与介质阻挡放电等离子体耦合，有效改善活性物种界面传质与催化剂稳定性。基于上述研究，系统探讨了界面电荷转移、活性物种转化路径及反应器构型优化等关键科学问题。最后，展望了等离子体催化在实际水体处理中的工程化挑战与发展方向。

参考文献：

1. Fang, M.; Ning, Z.; Guo, H.; Fan, X.; Zhang, G.; Ma, Q.; Zhou, J.; Wang, T.; Zhan, S. *Adv. Sci.* 2025, e13730, 1-11.
2. Song, C.; Zhao, Y.; Liu, Z.; Zhang, Y.; Lai, J.; Tan, C.; Song, M. *Environ. Sci. Technol.* 2025, 59(18), 9332-9343.
3. Ma, Q.; Tan, X.; Fang, M.; Ning, Z.; Guo, H.; Zhang, G.; Zhou, J.; Wang, T. *Water Res.* 2025, 281, 123717.
4. Liu, Y.; Ning, Z.; Fang, M.; Zhang, X.; Guo, H.; An, M.; Ma, Q.; Zhou, J.; Wang, T. *Water Res.* 2025, 278, 123393.
5. Jiang, W.; Wang, Y.; Guo, H.; *J. Hazard. Mater.*, 2025, 49, 138138.

## 分子氧选择性催化及其可持续水净化

**报告人简介：**叶健，博士，江苏特聘教授，聚焦于限域催化膜的设计制备及其低碳应用前沿研究，主持国家自然科学基金青年项目等 5 项省部级及以上课题。近五年，以第一作或通讯作者在 *AM*、*AFM*、*EST* 等权威期刊上发表 *SCI* 学术论文 30 余篇。



**报告摘要：**分子氧 ( $\text{O}_2$ ) 温和条件下高选择性转化为单线态氧 ( $^1\text{O}_2$ ) 是绿色水净化的理想路径，却长期受困于自旋禁阻、中间体强吸附与中性条件质子匮乏难题。我们以“限域微环境与不对称活性位点协同设计”为主线，逐层突破上述难题。首先在  $\text{Cu-MoO}_3$  膜中构筑  $\text{Cu}^{+}\text{-O-Mo}^{6+}$  不对称位点和纳米通道打破自旋禁阻、绕过超氧脱附瓶颈，实现  $\text{O}_2$  向  $^1\text{O}_2$  的高选择性转化。在此基础上，引入  $\text{Co-OV-Fe}$  缺陷位点与疏水氮掺杂石墨烯，同步富集  $\text{O}_2$  与污染物，大幅提升限域空间内  $^1\text{O}_2$  的利用效率。进一步，针对中性条件质子供给不足，构建  $\text{MoS}_2\text{-CuCl}$  界面  $\text{Cu-S-Mo}$  质子中继通道，实现无外能驱动的定向质子转移与  $^1\text{O}_2$  稳定生成。该研究系统揭示了从电子转移、传质富集到质子供给的完整调控链条，为自驱动分子氧催化水净化奠定基础。

## 均相体系中高价锰氧化物对磺胺类抗生素的降解机制

禹崇菲<sup>1</sup>, 李树勋<sup>2</sup>, 董淑英<sup>3\*</sup>

河南师范大学环境学院, 河南省新乡市建设东路 46 号, 453007

\*Email:yuchongfei@htu.edu.cn; dongsy@htu.edu.cn

**报告人简介:** 禹崇菲, 女, 河南师范大学环境学院副教授, 硕士生导师, 主要从事环境光/电催化方面的研究工作, 目前在 Applied Catalysis B: Environmental、Chemical Engineering Journal、Separation and Purification Technology、Journal of Colloid and Interface Science 等本领域国内外学术期刊上发表 SCI 论文 32 篇, 获得授权发明专利 11 项。主持省部级科研项目 2 项, 作为主要参与者参与国家自然科学基金面上项目 2 项。



**报告摘要:** 在金属基高级氧化工艺 (AOPs) 中, 利用过氧乙酸 (PAA) 在去除磺胺类污染物 (SAs) 已经引起了人们的广泛关注, 然而常用的均相催化剂 Mn(II) 对 PAA 的活化效率有限。本研究利用生物可降解配体 2-吡啶甲酸 (PICA) 络合 Mn(II) 活化 PAA, 实现了磺胺嘧啶的超快速降解。在优化条件下 ( $[Mn(II)]:[PICA]=1:5$ ), 该体系 3 min 内对磺胺嘧啶的降解率近乎 100%, 性能显著优于无配体及其他氨基或多羧酸配体体系。实验结果证实高价锰-氧物种 ( $Mn(V)=O$ ) 为主导活性物种 (贡献率约 90%); 电子转移路径贡献约 10%, 证明该体系存在以  $Mn(V)=O$  为主、电子转移为辅的氧化机制。密度泛函理论 (DFT) 计算表明, PICA 通过吡啶氮和邻位羧基氧与 Mn(II) 形成稳定五元螯合环, 优化了 Mn(II) 的中心电子结构, 显著降低配合物能隙, 促进  $Mn(V)=O$  生成; 福井函数分析明确了 Mn(II) 为反应活性中心, SDZ 分子的氨基和嘧啶环为  $Mn(V)=O$  优先攻击位点。此外, 由于该体系主要依赖于  $Mn(V)=O$ , 其在复杂水体中表现出优异抗干扰能力和选择性降解性能。本研究为 Mn(II)-PICA/PAA 体系的配体调控策略提供了新见解, 为 SAs 的高效选择性去除提供了理论基础。

参考文献:

1. Huang, Z., Hu, L.X., Yang, J.B., Liu, Y.H., He, L.Y., Liu, Y.S., Zhao, J.L. and Ying, G.G. 2025. Environmental Science & Technology 59(30), 15978-15989.
2. Kim, J., Wang, J., Ashley, D.C., Sharma, V.K. and Huang, C.H. 2023. Environmental Science & Technology 57(47), 18929-18939.

## 相邻双活性位点调控 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 活化路径的反应机制研究

李玲<sup>1, 2</sup>, 王聪<sup>1, 2</sup>, 黄应平<sup>1, 2\*</sup>

<sup>1</sup> 三峡大学水利与环境学院, 湖北宜昌, 443002

<sup>2</sup> 三峡库区生态环境教育部工程研究中心(三峡大学), 湖北宜昌, 443002

\*Email: chem\_ctgu@126.com

**报告人简介:** 李玲, 三峡大学水利与环境学院讲师。2024年毕业于湖南大学环境科学与工程学院, 获博士学位(师从曾光明教授与赖萃教授), 同年加入三峡大学黄应平教授团队开展科研工作。长期从事铁基类芬顿材料改性及其在有机污染物去除中的应用研究。目前, 以第一作者在 *Water Research*、*Chemical Engineering Journal*、*Journal of Hazardous Materials*、*Journal of Materials Chemistry A* 等期刊上发表 SCI 论文 8 篇, 并获授权国家发明专利 3 项。



**报告摘要:** 四氧化三铁 (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) 是一种自然界含量丰富、环境友好的磁性铁氧化物, 其主导的类芬顿技术成本低廉、实用性强, 可作为深度处理方法有效降解制药废水中抗生素。但 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 表面单一 Fe 位点易与 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 形成单位点吸附构型, 引发 O-O 键不对称断裂, 这不仅限制了羟基自由基 (•OH) 的产率, 更导致其有效利用率偏低, 进而制约了体系的降解效能。针对这一问题, 本研究通过在 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 表面构建相邻双活性位点, 诱导 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 形成双位点吸附构型, 从而驱动 O-O 键均裂, 提升•OH 产率及利用率。实验结果表明, 在极低催化剂投加量 (10 mg/L) 和 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 用量 (0.2 mmol/L) 下, 羟基化 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 对氧四环素的降解效率达到 92.3%, 其反应速率常数 (0.072 min<sup>-1</sup>) 较原始 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (0.004 min<sup>-1</sup>) 提升了 18 倍。此外, 由于表面结合态•OH 有效降低了共存基质的竞争猝灭效应, 该体系展现出优异的抗干扰能力, 在高氯离子浓度 (500 mg/L) 下, 氧四环素的降解效率仍高达 99.4%。这项研究为提高铁矿物对 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的利用率以及复杂水环境条件下抗生素的有效去除提供了可行的策略。

**关键词:** 芬顿氧化; 羟基自由基; H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 均裂; 抗生素; 降解

**参考文献:**

- [1] L. Tian, Z.J. Tang, L.Y. Hao, T. Dai, J.P. Zou, Z.Q. Liu. Efficient homolytic cleavage of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> on hydroxyl-enriched spinel CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> with dual lewis acid sites. *Angewandte Chemie International Edition*, 63 (2024) e202401434.
- [2] L. Li, M. Cheng, E. Almatrafi, L. Qin, S. Liu, H. Yi, L. Yang, Z. Chen, D. Ma, M. Zhang, X. Zhou, F. Xu, C. Zhou, L. Tang, G. Zeng, C. Lai. Tuning the intrinsic catalytic sites of magnetite to concurrently enhance the reduction of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and O<sub>2</sub>: Mechanism analysis and application potential evaluation. *Journal of Hazardous Materials*, 457 (2023) 131800.
- [3] Y. Zhang, J. Tao, Y. Hu, G. Huang, Y. Pan, W. Li, J. Chen, H. Yu. Metal oxyhalide-based heterogeneous catalytic water purification with ultralow H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> consumption. *Nature Water*, 2 (2024) 770-781.

## 具有配位不饱和铁位点的 Ni<sub>2</sub>Fe-LDH 光辅助活化草酸降解水中抗生素研究

**报告人简介:** 朱志强, 博士毕业于陕西科技大学, 师从赵进才院士和王兰教授。研究方向为高活性纳米材料制备与应用、高级氧化环境修复技术、有机污染治理。以第一作者在 *Journal of Hazardous Materials*、*Chemical Engineering Journal* 等期刊发表 SCI 论文 5 篇, 参与出版英文专著 1 部。

**报告摘要:** 基于草酸(OA)活化的非均相光芬顿反应因其成本低且无毒成为水净化领域中颇具前景的技术之一,但其应用受限于草酸的非均相氧化动力学缓慢。在此,我们提出了一种具有丰富氧空位(Vo)的 Ni<sub>2</sub>Fe-LDH (Ni<sub>2</sub>Fe-LDH-V3),它能够暴露更多的配位不饱和 Fe 活性位点以活化草酸,在可见光照射下实现高效类光芬顿性能以降解抗生素。Vo 促进了草酸与相邻不饱和 Fe 位点的吸附和配位,从而形成更多的 Fe<sup>III</sup>(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub><sup>3-</sup>和活性物质,同时原位生成 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (15 分钟内生成 175 μmol/L)。此外, Ni<sub>2</sub>Fe-LDH-V3 光生电子加速了 Fe<sup>III</sup>(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub><sup>3-</sup> 向 Fe<sup>II</sup>(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>2</sub><sup>2-</sup> 的转化,有利于草酸的持续活化。镍位点充当电子转移介质,促进光生电子转移,加快了 Fe(III)/Fe(II) 循环,促进 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 分解为 •OH。最终, Ni<sub>2</sub>Fe-LDH-V3 能够实现对典型抗生素诺氟沙星 100% 的去除,并在自行设计的连续流反应器中对诺氟沙星的降解表现出长期降解活性。本研究为合理构建高效的水处理 OA 快速活化催化剂提供了新思路。

## 材料-生物耦合人工杂合细胞体系及环境催化

雍阳春

江苏省镇江市学府路 301 号江苏大学生物质能源研究院

\*Email:ycyong@ujss.edu.cn

**报告人简介:** 雍阳春, 现任江苏大学生物质能源研究院院长、能源研究院/未来技术学院副院长、江苏大学-泓润科技研究院执行院长; 江苏省杰青、教育部霍英东基金获得者; 入选江苏省“双创人才”、江苏省“双创团队”、江苏省中青年学术带头人等; 兼任 *Frontiers in Microbiology*、*Bioprocess and Bioprocessing*、*AFOB Letter* 副主编; 在 *Nat. Commun.*、*Angew Chem Int Ed* 等发表 SCI 收录论文 160 余篇, 申请发明专利 40 余项, 主持国家重点研发计划课题、国家自然科学基金、江苏省重大项目等省部级以上项目 20 余项。

**报告摘要:** 微生物细胞跨膜电子传递是细胞与胞外固体界面进行能量交换的关键途径,是一类新型的微生物电子传递和能量代谢模式,是环境微生物参与环境污染物降解及地球化学物质循环的关键驱动力。基于细胞跨膜电子传递过程,可以实现有机污染物直接生物产电(微生物燃料电池)、光/电直接驱动的生物合成(微生物光/电合成)、生物合成的光/电调控(光/电发酵),在环境与生物制造领域展现出较大的潜力。但是,细胞跨膜电子传递效率低已成为限制其发展的关键瓶颈。本实验室围绕细胞跨膜电子传递过程调控这一关键科学问题,基于合成生物学理念,从高效跨膜电子传递能力细胞的从头设计、途径强化和人工杂合细胞构建等方面开展系列研究。以大肠杆菌为底盘细胞,通过代谢和跨膜电子传递链的设计改造,率先实现了大肠杆菌的高效跨

膜电子传输；以胞外电子传递模式菌 *Shewanella* 为底盘菌，设计了“八爪鱼仿生细胞”，强化了其生物膜与电极附着能力；提出了生物界面电子原位收集与分配新策略，构建了高效电活性杂合生物膜；进一步，结合人工细胞设计和纳米材料工程思想，建立了单细胞纳米工程新思路，人工设计构建了纳米材料-生物杂合跨膜电子传递链和单细胞电子收集器，突破了以固态界面为电子受体的微生物单细胞胞外电子传递速率极限；在此基础上，设计了有机污染物能量高效回收、能量高值利用及 CO<sub>2</sub> 高效转化新路径。

参考文献：

Yu Y.Y., Wang Y.Z., Fang Z., Shi Y.T., Cheng Q.W., Chen Y.X., Shi W., Yong Y.C.\* , Nat Commun, 2020, 11, 4087.

Zhao Y.C., Sha C., Zhao X.M., Du J.X., Zou L., Yong Y.C.\* , Angew Chem Int Ed, 2024, 63, e202402318.

Luo B., Wang Y.Z., Li D., Shen H., Xu L.X., Fang Z., Xia Z., Ren J., Shi W., Yong Y.C.\* , Adv Energy Mater, 2021, 11, 2100256

Ma X.M., Wang J.W., Zhao L.T., Zhang Y., Liu J.Y., Wang S., Zhu D., Yang Z., Yong Y.C.\* , Anal Chem, 2023, 95, 2628–2632.

Wu R., Yu Y.Y., Wang Y., Wang Y.Z., Song H., Ma C., Qu G., You C., Sun Z., Zhang W., Li A., Li C.M.\* , Yong Y.C.\* , Zhu Z.\* . 2022. Wastewater-powered high-value chemical synthesis in a hybrid bioelectrochemical system. iScience, 24, 103401.

## 铁基材料在污水深度处理过程中的应用

杨厚云 1,2,3, 全志道 2, 丁俊 2, 余丽 1,2, 李卫华 1,2, 黄显怀 1,2\*

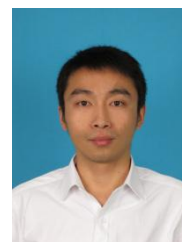
1 安徽省环境污染控制与资源化重点实验室，合肥，230601

2 安徽建筑大学环境与能源工程学院，合肥，230601

3 工业园区污染治理与资源化利用安徽省联合共建学科重点实验室，合肥，230601

\*Email: huangxh@ahjzu.edu.cn

**报告人简介：**安徽建筑大学副教授，博士生导师，安徽省优秀青年研究生导师，安徽建筑大学易海青年学者。主要从事水污染控制与资源化利用等方面的研究工作。近年来，主持和参与国家自然科学基金等省部级以上项目 10 余项；以第一作者或通讯作者发表学术论文 20 余篇，其中 SCI 论文 15 篇，申请并授权专利 10 余件；获中国环境保护科学技术二等奖 2 项、中国环境技术进步二等奖 1 项。



**报告摘要：**铁 (Fe) 广泛存在于自然界中，在生物地球化学过程中发挥着重要作用，同时铁循环不仅与微生物过程密切相关，并与碳、氮、氧、硫等非生物元素的生物地球化学过程深度耦合。因此，铁在环境污染物去除方面展现出较大的应用潜力，并被广泛应用于废水处理。基于此，首先建立了基于黄铁矿为填料的污水生物处理工艺，探索了黄铁矿填料对营养物处理效能及机理[1-3]；其次，通过在碳毡上热解含铁壳聚糖凝胶，构建了碳壳包覆的 Fe<sub>0</sub>/FeO 催化剂，解析了 Fe<sub>0</sub> 的电子可向碳壳扩散，形成稳定的富电子界面，从而促进电

-Fenton 过程中纳米限域环境下 Fe(II)再生的内在机理[4]；最后，探讨了铁锰双金属活化过硫酸盐对老龄垃圾渗滤液的修复效果及机理，并基于响应曲面法优化调控了反应体系[5]。

参考文献：

1. Zhu, Z. W.; Xu, P.; Yu, L.; Huang, X. H.; Yang, H. Y.; Li, W. H.; Zhang, P.; Chen, J.; Kong, L. T. Innovative pyrite-based constructed wetland-microbial fuel cell for enhancing nutrients removal and bioelectricity generation. *J. Water Process Eng.* 2023, 55, 104277.
2. Feng, S.; Xu, P.; Han, J. C.; Yang, H. Y.; Huang, X. H.; Yu, L.; Liu, J.; Zhang, B. B.; Li, W. H. Nutrient removal and bioelectricity generation in a constructed wetland-microbial fuel cell: Performance of pyrite anode materials. *Environ. Eng. Sci.* 2025, 42(3), 103-116.
3. Ding, J.; Ling, F.; Tian, S. Y.; Xie, W. B.; Chen, X. C.; Yu, L.; Li, X. M.; Xie, F. Z.; Li, W. H.; Xue, T. Z.; Yang, H. Y.; Huang, X. H. Enhanced wastewater treatment performance in a two-stage pyrite-based denitrifying deep bed filter. *J. Environ. Chem. Eng.* 2026, 14(3), 122319.
4. Zhang, K. X.; Tunyaz, A.; Zhou, G. N.; Ding, R. R.; Zheng, P. W.; Liu, X. C.; Yang, H. Y.; Mu, Y. Carbon encapsulated FeO/Fe oxides for heterogeneous electro-Fenton process: Promoting Fe(II) regeneration under nanoconfinement. *Chem. Eng. J.* 2025, 519, 165674.
5. Liu, X.; Liu, Y.; Zhu, X.; Yang, H.; Liao, B. Activation of Persulfate by Fe-Mn bimetallic system for the remediation of aged landfill leachate. *J. Environ. Chem. Eng.* 2025, 13(6), 120428.

## 地表原水有机物-锰复合污染特征及控制技术

**报告人简介：**梁志杰，工学博士，重庆大学环境与生态学院副教授、硕士/博士生导师，主要研究方向为城镇供水工程水质提升、应急及其智能化技术研发与应用，针对地表水嗅色味、铁锰及藻类污染等季节性水质问题，开展了原水高效预处理、混凝投药模型、消毒副产物生成控制等研究工作，形成了小型供水优化运行、应急处置和智能化改造技术体系。主持完成多项国家重点研发计划子课题、国家自然科学基金等科研项目，发表 SCI 等高水平论文 30 余篇，申获国家专利、软件著作权等 10 余项，获华夏建设科学技术奖、湖南省科学技术奖等奖励。

**报告摘要：**受自然及人类活动等因素影响，地表水中锰污染问题日益突出，并呈现有机物深度参与的复合污染特征，影响传统饮用水除锰工艺的反应动力学基础与运行稳定性。本报告系统在分析地表水源锰-有机物复合污染机制基础上，剖析其对化学氧化、生物除锰及接触氧化等传统饮用水除锰技术的影响机制；结合课题组研究工作，重点总结近年来新型除锰技术在应对锰-有机物复合污染方面的研究进展，梳理不同技术路径的作用机理、适用条件及局限性；从锰形态调控、界面反应机制及工艺协同优化等角度，对地表水除锰技术的发展方向进行展望，以为复杂有机污染背景下锰污染的高效稳定控制提供理论依据和技术参考。

## 界面水结构调控：水处理催化膜设计的新视角

林斌<sup>1</sup>, 仲兆祥<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 南京工业大学化工学院材料化学工程全国重点实验室

\*Email: (zhongzx@njtech.edu.cn)

**报告人简介:** 林斌, 南京工业大学化工学院博士后。2023年毕业于荷兰代尔夫特理工大学 (Delft University of Technology), 获环境工程博士学位。主要研究方向为环境功能材料与膜分离技术, 聚焦催化陶瓷膜在水处理中的应用、膜污染机制及高效除污策略等问题。近年来在 *Journal of Membrane Science*、*Water Research*、*Advanced Membranes* 等本领域权威期刊发表多篇第一作者/通讯作者论文。入选国家海外博士后引才专项及江苏省卓越博士后计划。

**报告摘要:** 新污染物 (ECs) 的高效去除是水资源循环利用的重要研究方向。催化膜氧化技术用于污水中 ECs 的深度处理已展现出良好的应用前景, 但仍面临活性位点易被背景出水有机物 (EfOM) 屏蔽而失活的关键瓶颈。针对 EfOM 因强界面水相互作用而导致的催化膜活性抑制难题, 提出“界面水结构调控芬顿反应路径”策略: 通过溶剂热蒸汽压法构筑 (001) 择优取向的 FeOCl 垂直限域催化膜, 构建弱氢键水催化界面。系统研究催化膜的晶面取向与垂直限域结构对其界面水氢键网络和分子取向的调控机制, 揭示弱氢键水催化界面的形成机制及其对芬顿反应路径的影响机制。研究结合原位光谱与理论计算, 建立界面水结构与芬顿催化活性之间的构效关系, 阐明垂直限域结构在抑制 EfOM 吸附和强化 ECs 降解中的作用机制。系列研究成果有望为高效抗干扰催化膜的设计提供新思路。

## 环境材料的精准构筑及电催化硝酸盐向高附加值产品转化的研究

秦疆洲<sup>1</sup>, 莫贞林<sup>1</sup>, 郭威<sup>1</sup>, 徐来季<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 贵州大学资源与环境工程学院, 贵阳, 550025

\*Email: jzqin@gzu.edu.cn

**报告人简介:** 秦疆洲, 2024年于北京大学获得博士学位。随后在 The Ohio State University 从事博士后研究, 于 2025年加入贵州大学资源与环境工程学院。主要研究方向为污染物电化学催化、转化与资源化。相关成果发表于 *Energy Environ. Sci.*、*Nano Energy*、*ACS Sustainable Chem. Eng.* 等期刊。主持贵州省基础研究计划面上项目一项。

**报告摘要:** 电催化硝酸盐 ( $\text{NO}_3^-$ ) 还原为氨 ( $\text{NH}_3$ ) 是一种极具前景的氨合成和环境硝酸盐去除技术, 为恢复受干扰的氮循环和绿色氨的生产提供了一条可行的途径。然而, 由于该反应涉及复杂的多电子转移和多质子供应, 导致了高电流密度下的  $\text{NH}_3$  合成仍然遭受着低稳定性问题和严重的析氢反应 (HER)。与此同时, 通过电还原硝酸盐合成其他高价值含氮产品 (例如尿素, 羟胺, 氨基酸等), 多元化硝酸盐氮的转化路径也

亟待更加深入的研究。因此，设计出具有优异性能的硝酸盐到氨的催化剂的同时，同步探索出可实现硝酸盐到尿素、硝酸盐到羟胺的高效催化剂也是不可忽视的。目前，通过合理设计催化剂的结构以调控硝酸盐还原路径中氢化过程、碳氮偶联过程是分别提高硝酸盐到氨和硝酸盐到尿素选择性的有效策略。具有周期性多孔结构和高表面积的二维金属有机框架（2D-MOF）是电催化还原反应的优良平台。本课题组通过杂原子掺杂，合成稳定均匀的 2D MOF 支撑的  $Ru_xO_y$  团簇（RuNi-MOF），以及 ZIF-67 衍生的 Co/NC-800 等复合材料用于电催化还原  $NO_3^-$  生成  $NH_3$ ，表现出较高的  $NH_3$  产率和  $NH_3$  选择性。同时，考虑到催化剂的潜在成本，创造性地将酒糟与废旧电池结合，制备出了可用于电催化还原  $NO_3^-$  生成  $NH_3$  的钴基催化材料（Co-NPs），大幅降低了催化剂的制备成本，并实现了环境废物的升级利用。此外，基于  $NO_3^-$  还原为  $NH_3$  过程中的两步串联还原机制，设计合成了具有双活性中心的 Cu@Co/CoFe-P 串联电催化剂，实现了高电流密度下氨的高效稳定合成。原位光谱分析和理论计算表明，Cu-P 和 Co/CoFe-P 活性中心分别促进了  $NO_3^-$  还原为  $NO_2^-$  和随后的  $NO_2^-$  转化为  $NH_3$ ，绕过了  $NO_3^-$  还原过程种缓慢的单点转化步骤。最后，对于硝酸盐氨的多元化路径，进行了  $NO_3^-$  耦合  $CO_2$  共还原合成尿素的初步探索。一种五元高熵合金（FeCoNiCuPt）被成功设计合成，并实现了良好的尿素电催化合成。机制研究表明，Pt 位点和其邻近的过渡金属原子分别扮演了电子供体和电子桥的作用，增强电子向临界 \* $NO_2$  和 \* $CO_2$  的转移。

参考文献：

1. J. Qin, B. Liu\*, et al. Achieving high selectivity for nitrate electrochemical reduction to ammonia over MOF-supported  $Ru_xO_y$  clusters. *Journal of Materials Chemistry A*, 2022, 10(8): 3963-3969.
2. H. Liu, B. Liu\*, et al. In situ interface engineered Co/NC derived from ZIF-67 as an efficient electrocatalyst for nitrate reduction to ammonia. *Journal of Colloid and Interface Science*, 2023, 636: 134-140.
3. X. He, B. Liu\*, et al. Heterostructured Co/Co $3O_4$  anchored on N-doped carbon nanotubes as a highly efficient electrocatalyst for nitrate reduction to ammonia. *Dalton Transactions*, 2023, 52(31): 10869-10875.
4. Z. Mo, B. Liu\*, et al. Efficient Synthesis of Co-Based Electrocatalysts from Waste Batteries and Distillers' Grains toward Nitrate Wastewater to Ammonia. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 2024, 12(31): 11821-11830.

## 磷酸酯水解纳米酶的设计策略与环境治理

\*Email: donglelecheng@gmail.com

**报告人简介：**成东乐博士，山东科技大学教授，研究方向为废水处理与资源回收，专注于抗生素耐药性控制及先进生物废弃物管理。基于上述研究，以第一作者或通讯作者身份发表 SCI 论文 30 余篇。其研究成果获得 Google Scholar 引用 4000 余次，H 指数 30。获评"泰山学者青年专家"称号，并主持多项纵向科研项目，包括国家自然科学基金及山东省优秀青年基金。



**报告摘要:** 抗生素抗性基因 (ARGs) 的环境传播主要由水平基因转移 (HGT) 驱动, 而涉及直接摄取持久性活性胞外 ARGs (eARGs) 的转化过程尤其难以阻断。本研究报道了一种微环境工程化纳米酶——UiO-67 中嵌入富氮 Ce-N6 配位环境的原子级分散铈位点 (Ce@UiO-67-N)。定制的 Ce-N6 单一位点通过偶联路易斯酸活化磷酸基团与邻近氨基广义碱活化水分子, 模拟核酸酶样功能, 在环境相关条件下实现快速磷酸酯水解。结构分析、同位素 (<sup>18</sup>O) 标记及密度泛函理论 (DFT) 计算证实, 这种双重活化基序通过同时实现底物极化与 Ce-OH 亲核试剂形成, 降低了 P-O 键断裂的自由能跨度。功能层面, Ce@UiO-67-N 可有效水解质粒携带的 eARGs, 并完全抑制大肠杆菌中转化介导的 HGT。延伸至实际应用场景, 污水处理厂二级出水的宏基因组分析显示, 经 Ce@UiO-67-N 处理后, eARGs、高风险 ARG 亚型、可移动遗传元件及携带 ARG 的质粒均协同减少, 这与质粒相关遗传元件的水解破坏机制一致。本研究确立了氮配位铈单一位点作为一种可移植且基质稳健的策略, 用于加速脱磷酸化反应, 并在分子、细胞及环境尺度上缓解 ARGs 传播途径。

## 微纳塑料对生物电化学系统阴极氮代谢过程的影响

严群\*, 苏佳敏\*

江南大学环境与生态学院

\*yanqun@jiangnan.edu.cn

**报告人简介:** 江南大学环境与生态学院教授, 博士生导师。主要研究方向为环境功能材料, 以及基于电化学的废水深度处理及资源化技术。



**报告摘要:** In this work, the inhibition of microplastics (MPs, 50  $\mu$ m) and nanoplastics (NPs, 50 nm) on denitrification at biocathode in bioelectrochemical system (BES), and the alleviated of this inhibition on nitrogen metabolism using algal biochar (ABC) were investigated. With the addition of biochar, it was found that nitrate removal increased to 75.6% in the NP-50-ABC group, significantly higher than the 51.2% observed in the NP-50 group. First, biochar was found to mitigate oxidative stress by reducing reactive oxygen species (ROS) and lactate dehydrogenase (LDH) release, while maintaining extracellular polymer secretion and cell membrane integrity. Second, ABC also helped reshape microbial communities, enrich denitrifying bacteria, and enhance the abundance of key functional genes (napA, napB, norB, nosZ) and enzymes. Third, biochar stimulated pathways for the anabolic reduction of nitrate to ammonia, thereby synergistically removing nitrate through denitrification. These findings provide theoretical support for improving BES resilience against emerging pollutants.

N-C-MoS<sub>2</sub> 纳米球上的单原子 Fe-N<sub>4</sub> 位点活化 PMS 生成 Fe(IV)=O

殷俞\*, 段天蒞, 李龙吉, 常念念

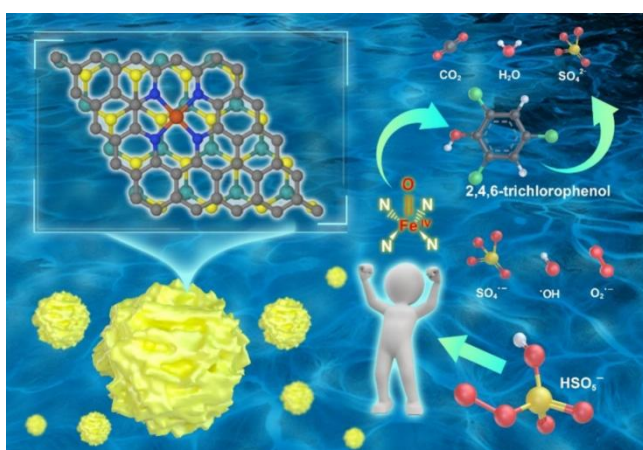
南京工业大学材料科学与工程学院, 江苏南京, 211816

\*Email:(yuyin@njtech.edu.cn)

**报告人简介:** 殷俞, 工学博士, 南京工业大学副教授。2005-2014 年, 本硕博均毕业于南京工业大学材料化学工程全国重点实验室, 获评江苏省优秀博士学位论文; 2018-2020 年, 在澳大利亚科廷大学从事研究工作。长期围绕功能化多孔/三维无机纳米材料的设计制备与定向调控, 及其在高级氧化水处理或吸附分离领域中的应用等开展研究。主持国家自然科学基金和江苏省自然科学基金等项目; 以第一/通讯作者在 Environ. Sci. Technol. 等权威期刊发论文 27 篇, 授权专利 7 件; 总引用 3300+ 次, h 因子 30 (谷歌学术)。



**报告摘要:** 高效的非均相铁基催化剂在高级氧化工艺 (AOPs) 中展现出巨大的应用潜力。在这项工作中, 我们通过两个方面实现了基于过氧单硫酸盐 (PMS) 的污染物去除效率的提升: 最大化暴露铁位点, 生成高价铁物种 (Fe(IV)=O)。为此, 制备了表面皱褶的二硫化钼纳米球 (cnMoS<sub>2</sub>), 然后在其表面修饰氮以锚定单原子 Fe-N<sub>4</sub> 位点, 并将所得的 Fe-N-C-cnMoS<sub>2</sub> 催化剂用于 PMS 活化, 从而降解 2,4,6-三氯苯酚 (TCP) 及诸多其它污染物。最优的 0.7Fe-N-C-cnMoS<sub>2</sub>/PMS 体系仅需 5 min 即可实现 100% 的 TCP 去除率, 且具有良好抵抗环境的干扰能力。催化剂中, cnMoS<sub>2</sub> 基底与 Fe-N<sub>4</sub> 单原子位点协同作用, 并在后者的主导贡献下, 实现了高活性降解。经典淬灭实验和电子顺磁共振 (EPR) 实验表明, 0.7Fe-N-C-cnMoS<sub>2</sub>/PMS 体系生成了 •OH、SO<sub>4</sub>•<sup>-</sup> 和 O<sub>2</sub>•<sup>-</sup> 等自由基; 然而, 这些并非降解过程中的关键驱动力。原位拉曼和探针实验说明, 推动 TCP 降解的主要活性物种是 Fe(IV)=O, 而非传统熟知的自由基。密度泛函理论 (DFT) 计算揭示, 催化剂中的 Fe-N<sub>4</sub>-C 与 MoS<sub>2</sub> 协同加速了 PMS 的吸附与结合, 从而促进了 Fe(IV)=O 的生成。

图 1. Fe-N-C-cnMoS<sub>2</sub> 激活 PMS 生成 Fe(IV)=O 降解 2,4,6-三氯苯酚的示意图

参考文献:

1. Yu Yin, Lei Shi, Wenlang Li, Xuning Li, Hong Wu, Zhimin Ao, Wenjie Tian, Shaomin Liu, Shaobin Wang,\* Hongqi

Sun.\* Boosting Fenton-Like reactions via single atom Fe catalysis. *Environmental Science & Technology*, 2019, 53, 11391-11400.

2. Yu Yin,\* Wenning Li, Xuan Li, Yantao Wang, Qinxin Wang, Abdul Hannan Asif, Sheng Cui,\* Xiaoguang Duan, Shaobin Wang, Hongqi Sun.\* Single-atom Fe-N<sub>4</sub> sites on crumpled N-C-MoS<sub>2</sub> nanospheres for peroxymonosulfate activation and FeIV=O generation. *Chemical Engineering Journal*, 2025, 520, 165664.

## 基于氧化还原可逆的掺杂型铜基催化剂活化过氧乙酸

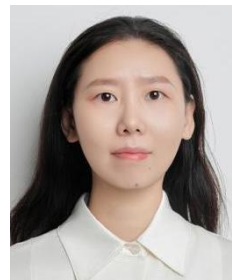
降解水中抗生素

赵晓丹

福建省厦门市集美区集美大道 668 号

\*Email:zhaoxd\_1987@163.com

**报告人简介:** 赵晓丹, 华侨大学化工学院环境科学与工程系副教授, 入选福建省高层次人才、厦门市/泉州市高层次人才。主要从事水污染控制, 尤其是基于过氧乙酸高级氧化技术处理水中有机污染物方面的研究工作, 主持国家自然科学基金、福建省、厦门市自然科学基金多项, 以第一/通讯作者在国内外环境领域期刊发表论文 20 余篇, ESI 高被引论文 1 篇, 以第一完成人授权中国发明专利 6 项。



**报告摘要:** 基于非均相铜基催化剂活化过氧乙酸(PAA)的高级氧化体系具有良好的四环素降解效能, 但存在 Cu(II)/Cu(I)氧化还原速率较低的问题, 掺杂具有氧化还原可逆特性的还原性金属 W(IV)和 Mo(IV), 通过调控硫化铜活性位点的电荷分配, 强化铜的价态循环, 可显著提升过氧乙酸的活化效率。Mo-CuS/PAA、W-CuS/PAA、CuS/PAA 体系降解四环素的速率常数分别为 1.393 min<sup>-1</sup>、0.227 min<sup>-1</sup>、0.043 min<sup>-1</sup>。Cu(I)和 Mo(IV)作为活性位点均能活化过氧乙酸, 产生 CH<sub>3</sub>C(O)OO• 降解四环素, 同时 Mo(IV)和 W(IV)兼具调控 Cu(II)/Cu(I)氧化还原循环的作用, 其可逆的氧化还原循环保证了 Cu(I)再生的持续性。基于 DFT 理论计算结果, W(IV)和 Mo(IV)掺杂均会导致 CuS 的电荷密度重新分配, 其中 Mo-CuS 的 Mo(IV)位点的电荷积累量大于 W-CuS 的 W(IV)位点, 因此 Mo(IV)可以更高效地调控 Cu(I)/Cu(II)的价态循环。掺杂型铜基催化剂活化过氧乙酸体系对不同水体和多种污染物均具有优异的适用性, 在循环利用中也表现出优异的稳定性, 具备实际应用潜力。

参考文献:

1. Wu, J; Zou, J; Lin, J; et al. Overlooked role of coexistent hydrogen peroxide in activated peracetic acid by Cu(II) for enhanced oxidation of organic contaminants. *Environ. Sci. Technol.* 2024, 14(8): 1520-5851.
2. Xiao, J; Li, Y; Dong, H; et al. Highly efficient activation of peracetic acid via zero-valent iron-copper bimetallic nanoparticles (nZVIC) for the oxidation of sulfamethazine in aqueous solution under neutral condition[J]. *Appl. Catal. B: Environ.* 2024, 340: 123183.

## 电场调控强化纳滤膜选择性分离性能

张海光 1\*

1 山东省青岛市即墨区滨海路 72 号

\*Email: zhanghg@sdu.edu.cn

**报告人简介:** 张海光, 山东大学环境科学与工程学院副研究员, 研究方向为功能性纳滤膜、脱盐与选择性分离技术; 在 PNAS、Nat. Commun.、Sci. Adv.、ES&T 等国际期刊发表 SCI 论文 30 余篇; 授权国际和国家发明专利 7 项; 主持国家自然科学基金面上、青年等 5 项, 入选山东省泰山学者青年专家。



**报告摘要:** 我国是工业大国同时面临着严峻废水处理压力, 特别是高盐有机废水产量大且处理难度极高。对废水中高值有机分子、盐离子的分离回收, 是响应国家废水零排放与资源化战略的重要需求。纳滤膜技术因其独特的分子、离子分离能力, 在解决高盐有机废水处理难题方面潜力巨大。然而, 当前的传统纳滤膜具有固定的结构, 缺乏孔/通道可调性和分离适应性, 这使其难以超越固定不变的分离以适应埃米级可调的分离。为此, 我们提出了电场调控膜分离策略, 通过同步电场调控膜通道和离子脱水的策略, 实现了埃米级尺度下对单价/二价盐、盐/分子的可调、选择性分离。单价/二价盐的分离选择性可超过 1000, 盐/分子选择性可达 900 以上, 远超过已报道膜的分离性能。这种电场调控可以改变膜孔道与离子之间的相互作用, 迫使阳离子 ( $\text{Na}^+$ ) 在埃米级限域空间中发生离子脱水合, 通过调节空间位阻和离子跨膜传输能垒, 实现选择性分离。单/多价盐分离取决于在精确调整的通道内对离子的埃级限域脱水合效应, 而盐/分子分离则归因于对分子空间位阻和离子脱水合的同步电控作用。本研究有望为纳滤膜技术的发展及其废水资源化应用提供重要指导和启示。

参考文献:

1. Violet, C.; Ball, A.; Heiranian, M.; Villalobos, L. F.; Zhang, J.; Uralcan, B.; Kulik, H.; Haji-Akbari, A.; Elimelech, M.; Nat. Water 2024, 2(8), 706-718.
2. Zhang, H. G.; Quan, X.; Du, L.; Wei, G. L.; Chen, S.; Yu, H. T.; Dong, Y. C.; P. Natl. Acad. Sci. USA 2023, 120(19): e2219098120.

## 晶态/非晶协同助力 eNO<sub>3</sub>RR: 剥离强化 LDH 电化学重构的创新策略

满帅帅\* (宋体, 五号)

1 江苏省无锡市蠡湖大道 1800 号

\*Email:(ssman@jiangnan.edu.cn)

**报告人简介:** 满帅帅, 江南大学环境与生态学院讲师。主要从事环境电化学、水污染控制与资源化利用、二维功能纳米材料设计制备等研究。以通讯/第一作者在 *Advanced Functional Materials*、*Applied Catalysis B: Environmental* 等国际知名期刊发表十六篇 SCI 论文。



**报告摘要:** 电催化硝酸盐还原 (eNO<sub>3</sub>RR) 是同步实现硝酸盐污染治理与绿色氨合成的重要途径, 但其发展受限于催化剂活性低、稳定性差、氨选择性不足等问题。本研究提出剥离强化原位电化学深度重构策略, 以多层 CuCoAl 层状双金属氢氧化物 (LDH) 为前驱体, 经甲酰胺辅助超声剥离得到少层 LDH, 再通过电化学活化实现催化剂深度重构, 构筑出金属 Cu、晶态 Co(OH)<sub>2</sub> 与非晶态 CoOOH 共存的非晶/晶态异质结构催化剂。该催化剂在 -0.57 V vs. RHE 电位下实现了 99.5% 的法拉第效率、95.7% 的氨选择性及 1.92 mol h<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup> 的氨产率, 20 次循环测试后性能无明显衰减, 且在实际电镀废水中仍能保持 87.5% 的法拉第效率。结合原位表征与密度泛函理论计算, 阐明了非晶/晶态异质结构的形成机制及多活性位点串联协同催化机制, 其中 CoOOH 锚定 Cu 团簇、晶态 Co(OH)<sub>2</sub> 提供活性氢、Cu 催化硝酸盐到亚硝酸盐的转化。基于该催化剂组装的 Zn-NO<sub>3</sub>-电池可同步实现环境修复、能量存储与氨合成, 为 eNO<sub>3</sub>RR 催化剂的理性设计及硝酸盐废水资源化利用提供了新范式。

参考文献:

1. Dong, S.; Zhang, J.; Chen, S.; Wang, H.; Man, S.; Presser, V.; Yan, Q. *Advanced Functional Materials* 2026, DOI: 10.1002/adfm.75074.

## MXene 基催化剂设计制备及其光/类芬顿催化降解水中新污染物机制

刘坤<sup>1</sup>, 张寒冰<sup>1</sup>, 童张法<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> 广西大学资源环境与材料学院, 南宁, 中国, 530004

<sup>2</sup> 广西大学化学化工学院, 南宁, 中国, 530004

\*Email: Kunliu@gxu.edu.cn

**报告人简介:** 刘坤, 广西大学资源环境与材料学院硕士生导师, 助理教授, 入选广西青年科技人才托举工程。主要从事高附加值非金属矿材料的研发及应用、环境催化材料的制备及污染控制应用。主持广西重点研发计划项目 2 项 (单位负责人), 广西自然科学基金青年项目 1 项, 广西重点实验主任基金/开放基金各 1 项, 参与国家自然科学基金项目 2 项。以第一/通讯在 *Chemical Engineering Journal*、*Separation and Purification Technology* 和 *Journal of Alloys and Compounds* 等国际知名期刊发表 SCI 论文 13 篇, 3 篇入选高被引论文, 获得广西自然科学奖二等奖 1 项。



**报告摘要:** 利用具有类金属导电性能的 Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub> MXene 与半导体耦合, 在优化载流子分离方面显示出巨大的优势。然而, Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub> 的一些固有缺陷, 如合成过程中容易被氧化, 表面氟端基团过多, 难以与半导体形成紧密的界面接触, 这限制了其作为助催化剂的应用。在本工作中, 首次构建了新型 Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>/蒙脱石片 (MMTex) 助催化剂。廉价 MMTex 的引入可以有效克服仅利用 Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub> MXene 作为助催化剂时的不足, Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>/MMTex 中的 MMTex 可以优先吸附 H<sub>2</sub>O 和 O<sub>2</sub>, 减少合成过程中 Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub> 和 O<sub>2</sub> 分子接触, 从而抑制了 Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub> 在高温水热环境下的表面氧化。此外, MMTex 利用表面富含氧官能团和配位缺失的晶格 O 可以有效地诱导 Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub> 表面实现 O 官能团化, 这能显著削弱 Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub> 末端 F 基团在复合材料合成及催化性能上的不利影响, 在改善 BiOBr 形貌、提高比表面积和活性物种产出等方面起到了积极效应。相比 BiOBr 和 BiOBr/Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>, 制得的 BiOBr/Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>/MMTex 对环丙沙星抗生素的降解速率是 BiOBr 的 3 倍, 降解率达到了 96%, 催化性能显著增强。进一步, 基于 O 官能团化助催化剂 Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>/MMTex, 在其上同时锚定 Bi<sub>2</sub>MoO<sub>6</sub> 和 BiOBr, 创新性开发出了具备 Schottky 结/S 型双异质结构的 BiOBr/Bi<sub>2</sub>MoO<sub>6</sub>/Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>/MMTex 光催化剂, 证实了 Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>/MMTex 可以诱导 BiOBr 成分{001}晶面的高暴露, 同时协同 S 型 BiOBr/Bi<sub>2</sub>MoO<sub>6</sub> 异质结和肖特基势垒, 拓宽光生电子转移途径, 确保更多 •O<sub>2</sub><sup>-</sup> 和 •OH 等氧化物种产出, 进而实现对多种氟喹诺酮类抗生素的高效降解。通过两步微波辅助溶剂热方法设计了锚定在多层 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>MXene 上的 BiOBr 纳米片, 制备的 BiOBr/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub> 三元复合材料具有层状结构、高比表面积和超顺磁性响应性。BiOBr/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>/Vis/过二硫酸盐 (PDS) 耦合体系在 60 min 内对莫西沙星 (MOX) 的降解率达 96%, 相应的矿化率达 70.4%。

参考文献:

- [1] Kun Liu, Linxing Wang, Tian Fu, et al., *Chemical Engineering Journal*, 2023, 457: 141271.
- [2] Kun Liu, Hanbing Zhang, Tian Fu, et al., *Chemical Engineering Journal*, 2022, 438: 135609.
- [3] Xiaoyan Wei, Caiwei Su, Kun Liu, et al., *Chemical Engineering Journal*, 2025, 519: 165342.

## 非均相催化氧化水处理双组分活化机制与调控

黄贵祥 1\*, 时路佳 1, 王兆华 1, 张颖捷 1, 俞汉青 1\*

1 安徽省合肥市金寨路 96 号, 中国科学技术大学, 环境科学与工程系

\*Email: gxhuang@ustc.edu.cn; hqyu@ustc.edu.cn

**报告人简介:** 黄贵祥, 中国科学技术大学环境科学与工程系副教授。主要研究方向为水中新污染物的催化氧化及机器学习方法在环境催化中的应用, 在 *Nature Water*, *Nature Communications*, *Advanced Materials*, *Environmental Science & Technology*, *Water Research*, *Analytical Chemistry* 等期刊发表 SCI 论文 32 篇, 主持国家自然科学基金等研究课题 6 项, 曾获得“中科院优秀博士学位论文”称号、CSC-DAAD (中德) 博士后奖学金; 入选中科院国际合作专家库; 任欧洲环境、生态与可持续发展华人学会青年理事和巴塞尔公约亚太区域中心化学品和废物环境管理智库专家。



**报告摘要:** 非均相化学催化氧化是去除水中难降解有机污染物的主流技术之一, 传统研究多以氧化剂活化为核心, 将污染物视为活性物种的被动氧化对象, 忽略了污染物自身界面活化对反应过程的重要作用, 导致反应机制认识不清; 此外, 仅围绕氧化剂活化展开的传统催化剂设计, 难以匹配污染物与氧化剂两种组分的差异化活化需求, 导致效能提升受限。针对上述问题, 申请人在非均相催化过硫酸盐氧化体系中提出污染物也需在催化界面同步活化的理论, 并以污染物-氧化剂双组分活化为主线开展了系列研究, 揭示了双组分活化介导的污染物界面偶联富集路径 1, 阐明了双组分反应的电子/质子转移机制 2, 从双组分视角解析了无机阴离子影响规律 3, 此外还提出了双组分协同催化策略 4, 开发了兼具高效性与抗干扰性的新型水处理技术。

参考文献:

Zhang, Y.-J.; Huang, G.-X.; Winter, L. R.; Chen, J.-J.; Tian, L.; Mei, S.-C.; Zhang, Z.; Chen, F.; Guo, Z.-Y.; Ji, R.; You, Y.-Z.; Li, W.-W.; Liu, X.-W.; Yu, H.-Q.; Elimelech, M. *Nat. Commun.* 2022, 13 (1), 3005.

Wang, Z.-H.; Huang, G.-X.; Zhang, Y.-J.; Hua, T.-W.; Chen, J.-J.; Yu, H.-Q. *Environ. Sci. Technol.* 2025, 59 (12), 6097-6105.

Shi, L.-J.; Wang, Z.-H.; Zhang, Y.-J.; Chen, J.-J.; Li, W.-W.; Huang, G.-X.; Yu, H.-Q. *Environ. Sci. Technol.* 2025, 59 (24), 12378-12386.

Shi, L.-J.; Huang, G.-X.; Wang, Z.-H.; Duan, Y.; Zhang, Y.-J.; Chen, J.-J.; Li, W.-W.; Yu, H.-Q.; Elimelech, M. *Nat. Water* 2025, 3 (3), 345-353.

## 污染物降解及活性氧物种识别

张红娜<sup>1,\*</sup> 蒋海英<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 通讯地址：中国科学院地球环境研究所，陕西，西安，

<sup>2</sup> 通讯地址：西北大学，陕西，西安

\*Email:zhanghongna@ieecas.cn

**报告人简介:** 张红娜，中国科学院地球环境研究所副研究员。2018 年于中国科学院化学研究所获得博士学位，师从赵进才院士。毕业后先后在美国劳伦斯伯克利国家实验室和波士顿学院开展博士后研究，2025 年入职中国科学院地球环境研究所。主要从事环境催化领域相关材料开发及基础研究，研究内容包括活性氧（ROS）识别检测、污染物降解，温室气体资源化利用等。已发表包括 JACS、Nature Communications、Environmental Science & Technology 等在内的 SCI 论文 24 篇，获批专利 1 项，主持陕西省“三秦英才”青年引进项目。

**报告摘要:** 环境污染体系中污染物种类繁多、结构各异，不同污染物在催化降解过程中的反应路径及活性物种响应规律也存在明显差别。这不仅增加了污染治理的复杂性，也对材料设计、机理研究和表征方法提出了更高要求<sup>1</sup>。围绕这些问题，我们前期开展了系列研究工作。首先，针对不同单一污染物的去除需求，设计并开发了多类降解材料，有效提升了相关体系的催化降解性能<sup>2-3</sup>。其次，围绕活性氧物种（ROS）在污染物转化中的关键作用，系统研究了不同污染物与 ROS 之间的关系，建立了污染物类型、分子结构特征与 ROS 响应行为之间的内在联系<sup>2,4</sup>。此外，开展了水氧化等反应过程中 ROS 的识别与调控研究，并针对反应过程中中间体难以捕捉、界面反应难以解析等问题，发展了原位光谱表征方法，实现了对关键物种演化和反应路径的动态监测<sup>5-6</sup>。上述工作为深入认识环境催化过程中 ROS 的作用机制、实现污染物的精准降解以及发展先进原位表征方法奠定了基础。

Jing-Hui Wu; Hong-Qiang Yu. Environ. Sci. Technol. 2024, 58, 18496.

Meiling Wang; Xiaochun Liu; Kebin Li; Wenting Huo; et al. J. Environ. Chem. Eng. 2024, 12, 114210.

Ya-Ge Liu; Zhenyu Han; Jiale Shi; Yibing Jia; et al. Appl. Surf. Sci. 2025, 679, 161256.

Yibing Jia; Jiale Shi; Zhenyu Han; Xiaochun Liu; et al. Langmuir 2025, 41, 13459.

Hongna Zhang; Boqiang Chen; Tianying Liu; Gary W. Brudvig; Dunwei Wang; Matthias M. Waegele. J. Am. Chem. Soc. 2024, 146, 878.

Chen, B.; Zhang, H.; Zhang, R.; Liu, T.; Shin, D.; Wang, D.; Waegele, M. M. J. Phys. Chem. Lett. 2026, 17, 2351.

## 三维氮掺杂催化剂的制备及其在高盐有机废水处理领域的应用

**报告人简介:** 黄颖, 宁波大学土木工程与未来城市学院、生态环境研究所博士。博士毕业于东华大学, 师从柳建设教授和王兆慧教授; 曾于同济大学访学, 师从隋铭皓教授。主要从事水污染控制技术和环境功能材料研发工作。先后主持或参与国家自然科学基金、浙江省自然科学基金、宁波市自然科学基金等纵向课题 9 项。以第一作者或通讯作者在 *Water Research*、*Separation and Purification Technology* 等环境领域高水平期刊发表论文 10 余篇。



## 机械力化学场下零价铁对水中金属的去除、赋存与资源回收

史昱翔<sup>1</sup>, 操家顺<sup>1</sup>, 张伟贤<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> 河海大学环境学院, 浅水湖泊综合治理与资源开发教育部重点实验室, 中国 南京 21009

<sup>2</sup> 同济大学环境科学与工程学院, 污染控制与资源化研究国家重点实验室, 中国 上海 四平路 1239 号 200092

\*zhangwx@tongji.edu.cn

**报告人简介:** 史昱翔, 现为河海大学操家顺教授团队讲师。博士毕业于同济大学环境科学与工程学院, 师从张伟贤教授, 研究方向为机械力化学、零价铁材料及其在重金属污染控制与资源回收中的应用。近年来围绕机械力化学反应器中零价铁的界面反应调控、重金属去除与固相结构演化开展了系统研究。相关成果发表于 *Environmental Science & Technology*、*Journal of Physical Chemistry Letters*、*Journal of Hazardous Materials*、*ACS Applied Materials & Interfaces* 等期刊。目前以第一/通讯作者发表 SCI 论文 13 篇, 授权发明专利 9 项 (包含 1 项美国专利)。



**报告摘要:** 零价铁因兼具还原性、界面活性和低成本优势, 被广泛用于水中金属污染物去除与资源回收。然而, 传统体系常受表面钝化、电子传递受阻及部分金属还原驱动力不足等限制, 导致去除效率和稳定固化能力受限。机械力化学为突破上述瓶颈提供了新的研究思路。本报告将围绕机械力化学场下零价铁对水中各类金属的去除、赋存演化与资源回收展开, 重点介绍机械力作用对零价铁界面反应强化和固相结构演化的影响, 讨论不同类型金属在机械力化学体系中的反应差异及其去向, 包括还原、晶格嵌入和稳定固化等过程, 探讨其在复杂废水深度处理与资源化利用中的应用潜力。

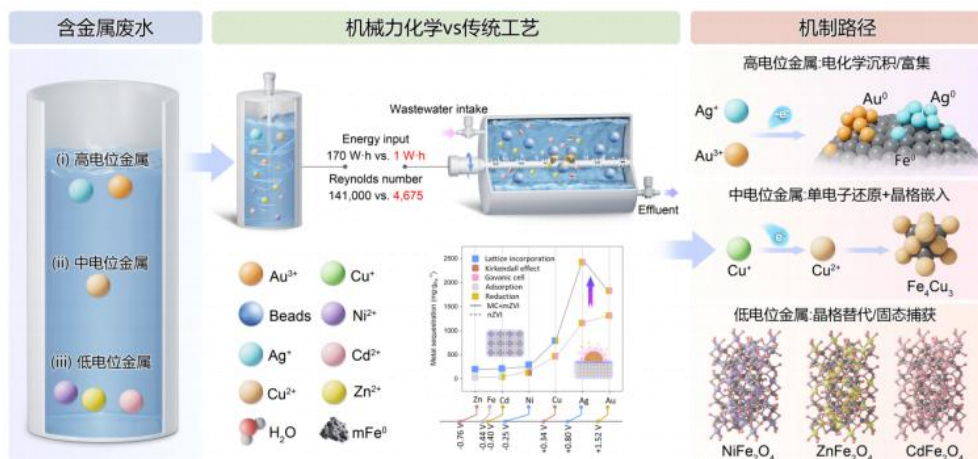


图 1 报告摘要图：机械力化学反应器去除/富集水中的金属

1. Ling, L.; Huang, X.-Y.; Zhang, W.-X. *Adv. Mater.* 2018, 30, 1705703.
2. Ling, L.; Zhang, W.-X. *J. Am. Chem. Soc.* 2015, 137, 2788-2791.
3. Shi, Y.; Liu, J.; Xue, D.; Zhang, Y.; Zhang, W.-X. *Environ. Sci. Technol.* 2025, 59, 17890-17898.
4. Shi, Y.; Li, L.; Zhang, W.-X.; Li, S. *Environ. Sci. Technol.* 2025, 59, 11898-11906.
5. Shi, Y.; Zhang, W.-X. *J. Phys. Chem. Lett.* 2025, 16, 9972-9976.
6. Shi, Y.; Li, L.; Zhang, W.-X. *ACS Appl. Mater. Interfaces* 2025, 17, 65554-65564..

## 导电碳纳米管中空纤维膜制备及其电强化净水工艺

邢加建\*（宋体，五号）

1 通讯地址 辽宁省大连市甘井子区凌工路 2 号大连理工大学环境学院

\*Email: jxing@dlut.edu.cn

**报告人简介：**大连理工大学环境学院助理教授，博士毕业于哈工大环境学院，研究方向为膜分离水处理技术与原理，包括新型功能膜的制备、膜分离耦合工艺研发、膜污染控制、电强化膜分离过程原理研究等。主持国家自然科学基金、大连市优青、中国博士后基金特别资助等项目。近年来研究成果发表在 *Nature Communications*、*EST*、*Journal of Membrane Science* 等期刊。



**报告摘要：**分散式供水是解决欠发达地区安全饮水保障问题的重要途径。膜分离技术因能够稳定高效去除病原微生物和悬浮颗粒，被认为是保障饮用水水质的重要手段。然而，传统膜材料仍普遍存在制备和运行成本较高、水渗透性不足以及易发生膜污染等问题，制约了其进一步推广应用。针对上述瓶颈，本研究构建了一种新型碳纳米管与聚偏氟乙烯富复合导电分离膜。得益于碳纳米管原子级光滑表面所带来的低传输阻力，所

制备膜表现出优异的透水性能。同时，该膜在保持良好机械强度的基础上具备较高导电性。施加微弱负电位后，可有效增强膜对污染物的静电排斥作用，并在水膜界面形成稳定致密的水化层，从而显著提升抗污染性能。

## 第三会场-报告摘要

### 光催化 CO<sub>2</sub> 还原中微观三传一反过程强化及应用

李焱 1

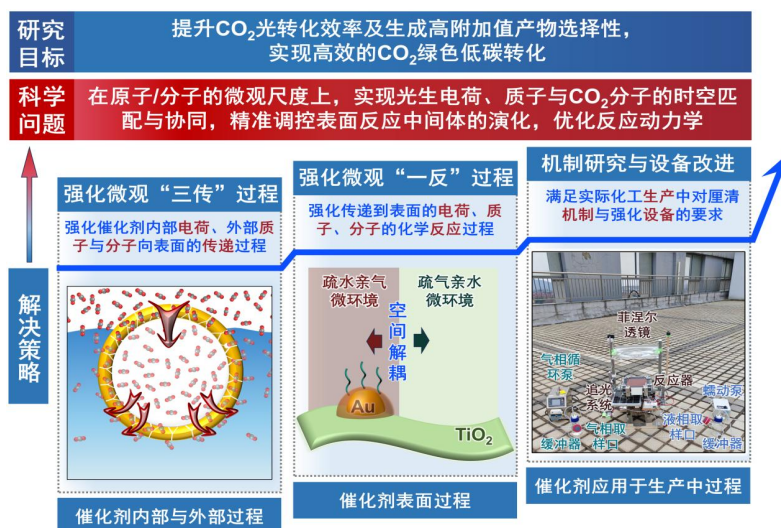
1 南京理工大学，南京市玄武区孝陵卫 200 号，210094

\*Email: liang2100@njust.edu.cn

**报告人简介:** 李焱，南京理工大学教授。目前以第一/通讯作者在 AIChE J.、Angew. Chem. Int. Ed.、Chem. Sci.、Chem. Eng. Sci.、ACS Catal.、Chem. Soc. Rev.等重要 SCI 期刊发表论文 28 篇，其中 3 篇入选 ESI 高被引论文，1 篇入选热点论文，被引用 6800 余次，个人 H-index = 35。申请人先后入选江苏省优青、江苏省高层次人才培养计划（“333 工程”）、全球前 2% 顶尖被引用科学家榜单等（附件 18）。曾在天津大学化工学院、德国马普所胶体与界面研究所长期致力于研究多相流条件下小分子光转化过程强化。获国家自然科学基金青年项目与面上项目资助。获 2023 年度天津市科学技术奖一等奖。获授权发明专利 7 项。任 SCI 一区期刊 Chin. Chem. Lett. 青年编委。受邀做会议邀请报告 19 余次，其中国际会议邀请报告 4 次。



**报告摘要:** 本研究聚焦“CO<sub>2</sub>光转化反应工程”研究，针对“如何在微观尺度上实现电荷、质子与 CO<sub>2</sub>分子的时空匹配，调控反应中间体演化路径，促进反应动力学”的科学问题，开展微观“三传一反”过程强化研究，取得以下创新：（1）提出氧化与还原助剂空间解耦策略，结合亲气/亲质子官能团精准枝接，实现电荷、质子、分子传递强化；（2）构建表面微环境空间解耦与活性位点限域调控新方法，优化反应中间体演化路径，实现反应的强化；（3）定量揭示微观“三传一反”机制，开发气液分离模块化平板反应器，推动生产连续化与规模化。



## 阴离子对酸性条件电催化 CO<sub>2</sub> 还原产甲酸调控机制研究

赵化望 1\*, 荆国华 1, 李永丹 2, Johannes W. Schwank<sup>3</sup>

1 华侨大学化工学院环境科学与工程系, 福建厦门 361021

2 阿尔托大学化学工程学院化学与冶金工程系, 芬兰埃斯波 02150

3 密歇根大学化学工程系, 美国安娜堡 48109

\*hwzhao@hqu.edu.cn

**报告人简介:** 赵化望, 华侨大学副教授, 硕士生导师。博士毕业于天津大学工业催化专业, 研究兴趣聚焦机动车尾气处理和 CO<sub>2</sub> 电催化转化, 以第一作者或通讯作者在相关领域发表 SCI 论文二十余篇, 包括 *Applied Catalysis B: Environment and Energy* (4 篇)、*Chemical Engineering Journal* (3 篇) 等。主持国家自然科学基金青年项目和福建省科技厅对外合作项目等省部级项目 7 项。入选福建省/厦门市/泉州市高层次人才 (C 类)。

## 环境材料的设计及电催化氮素转化研究

刘宝军\*, 莫贞林, 郭威, 秦疆洲

贵州省贵阳市花溪区贵州大学资源与环境工程学院

\*Email:jbliu@gzu.edu.cn

**报告人简介:** 刘宝军, 贵州大学资源与环境工程学院教授、博士生导师, 贵州大学学科学术带头人。入选全球前 2% 顶尖科学家榜单 (2025), 教育部全国研究生教育评估监测专家库专家, 教育部中西部高等学校青年骨干教师国内访问学者, 贵州省人力资源和社会保障厅职称评审专家, 中国能源学会专家委员会委员, 贵州省环境保护产业协会专家库专家, 黔东南州科技人才“蓄水库”入库专家。研究方向主要集中在光、电催化材料的设计、开发及在环境领域中的应用。主持国家重点研发计划课题、国家自然科学基金项目, 贵州省重大科技项目及科技支撑项目、贵州省基础研究重点项目等 10 余项, 发表学术论文 60 余篇, 论文被引用 4000 余次, Google Scholar H 因子 32, 申请发明专利 8 项, 授权 4 项, 出版学术专著 2 部。担任《*International Journal of Photoenergy*》和《*Atmosphere*》期刊客座主编, 《*Rare Metals*》、《*CleanMat*》、《*Environmental Functional Materials*》和《*中国给水排水*》等期刊青年编委。中国国际大学生创新大赛高校主赛道 (2025) 国家金奖获得者 (指导老师), 第十七届贵州省青年科技奖和贵州省自然科学奖三等奖获得者, 贵州省研究生教学成果奖三等奖获得者, 香港理工大学博士后奖学金基金获得者, 贵州大学“大北农”优秀教师奖和“卓越基金”二等奖获得者。



**报告摘要:** 电催化硝酸盐 (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) 还原为氨 (NH<sub>3</sub>) 是一种极具前景的氨合成和环境硝酸盐去除技术, 为恢复受干扰的氮循环和绿色氨的生产提供了一条可行的途径。然而, 由于该反应涉及复杂的多电子转移和多质子供应, 导致了高电流密度下的 NH<sub>3</sub> 合成仍然遭受着低稳定性问题和严重的析氢反应 (HER)。与此同时,

通过电还原硝酸盐合成其他高价值含氮产品（例如尿素，羟胺，氨基酸等），多元化硝酸盐氮的转化路径也亟待更加深入的研究。因此，设计出具有优异性能的硝酸盐到氨的催化剂的同时，同步探索出可实现硝酸盐到尿素、硝酸盐到羟胺的高效催化剂也是不可忽视的。目前，通过合理设计催化剂的结构以调控硝酸盐还原路径中氢化过程、碳氮偶联过程是分别提高硝酸盐到氨和硝酸盐到尿素选择性的有效策略。

具有周期性多孔结构和高表面积的二维金属有机框架（2D-MOF）是电催化还原反应的优良平台。本课题组通过杂原子掺杂，合成稳定均匀的 2D MOF 支撑的  $Ru_xO_y$  团簇（ $RuNi$ -MOF），以及 ZIF-67 衍生的  $Co/NC-800$  等复合材料用于电催化还原  $NO_3^-$  生成  $NH_3$ ，表现出较高的  $NH_3$  产率和  $NH_3$  选择性。同时，考虑到催化剂的潜在成本，创造性地将酒糟与废旧电池结合，制备出了可用于电催化还原  $NO_3^-$  生成  $NH_3$  的钴基催化材料（ $Co$ -NPs），大幅降低了催化剂的制备成本，并实现了环境废物的升级利用。此外，基于  $NO_3^-$  还原为  $NH_3$  过程中的两步串联还原机制，设计合成了具有双活性中心的  $Cu@Co/CoFe-P$  串联电催化剂，实现了高电流密度下氨的高效稳定合成。原位光谱分析和理论计算表明， $Cu-P$  和  $Co/CoFe-P$  活性中心分别促进了  $NO_3^-$  还原为  $NO_2^-$  和随后的  $NO_2^-$  转化为  $NH_3$ ，绕过了  $NO_3^-$  还原过程种缓慢的单点转化步骤。最后，对于硝酸盐氮的多元化路径，进行了  $NO_3^-$  耦合  $CO_2$  共还原合成尿素的初步探索。一种五元高熵合金（ $FeCoNiCuPt$ ）被成功设计合成，并实现了良好的尿素电催化合成。机制研究表明， $Pt$  位点和其邻近的过渡金属原子分别扮演了电子供体和电子桥的作用，增强电子向临界  $*NO_2$  和  $*CO_2$  的转移。

关键词：催化材料 电催化 硝酸盐 氮素转化

参考文献

- (1) Wenjun Zhao, Jiangzhou Qin, Wei Teng, Jincheng Mu, Chang Chen, Jun Ke, Jacob C. Huang, Baojun Liu\*, Shaobin Wang\*, Catalytic photo-redox of simulated air into ammonia over bimetallic MOFs nanosheets with oxygen vacancies, *Applied Catalysis B: Environmental*, 2022, 305, 121046.
- (2) Wei Guo, Hongmin Tian, Zhenlin Mo, Laiji Xu, Yu Zhang, Shaoqi Zhou, Baojun Liu\*, D-band center-tuned  $CoNi$  alloy@carbon composite for high-efficiency  $Cr(VI)$  removal via capacitive deionization, *Journal of Hazardous Materials*, 2025, 498, 139844.
- (3) Zhenlin Mo, Wei Guo, Laiji Xu, Yiwen Chen, Shaoqi Zhou, Baojun Liu\*, From lab-scale performance to field barriers: electrocatalytic nitrate treatment for sustainable water remediation, *Green Chemistry*, 2025, 27, 14478.
- (4) Laiji Xu, Wei Guo, Simeng Yu, Zhenlin Mo, Jiangzhou Qin, Yiwen Chen, Baojun Liu\*, Tandem catalysis over  $Cu@Co/CoFe-P$  metal-alloy heterostructure achieving ampere-level nitrate-to-ammonia electrosynthesis, 2026, *Journal of Energy Chemistry*, 112, 329-338.
- (5) Jiangzhou Qin, Nengsheng Liu, Liuzhou Chen, Kun Wu, Quanlin Zhao, Baojun Liu\*, Zhengfang Ye\*, Selective electrochemical urea synthesis from nitrate and  $CO_2$  using in situ  $Ru$  anchoring onto a three-dimensional copper electrode, *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 2022, 10, 15869-15875.
- (6) Wei Guo, Zhenlin Mo, Laiji Xu, Yu Zhang, Minghui Yang, Baojun Liu\*, High-entropy alloy  $FeCoNiCuPt$  with donor-bridge effect for enhancing urea electrosynthesis from  $CO_2$  and nitrate, *Chinese Journal of Catalysis*, 2026, DOI: 10.1016/S1872-2067(26)64981-9.

(7) Zhenlin Mo, Xianxian He, Shaoqi Zhou, Baojun Liu\*, Efficient synthesis of Co-based electrocatalysts from waste batteries and distillers' grains toward nitrate wastewater to ammonia, ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 2024, 12, 11821-11830.

## 碳材料设计及有机物高效去除研究

刘云松 1\*

1 五邑大学环境与化学工程学院, 广东省, 江门市

\*Email: liuyunsong@wyu.edu.cn

**报告人简介:** 刘云松。博士, 现五邑大学环境与化学工程学院专任教师、硕士生导师, 主要研究领域为环境功能纳米材料开发、复合环境污染修复、高级氧化水处理。已参与主持多项国家自然科学基金、广东省自然科学基金面上项目等。以第一作者在 *Journal of Cleaner Production*、*Separation and Purification Technology*、*ACS EST Engineering*、*Environmental Science: Nano*、《环境科学与技术》、《环境卫生工程》等重要期刊发表学术论文十余篇, 授权国家发明专利两项; 担任 *Journal of Hazardous Materials*、*Environmental Geochemistry and Health*、*Frontiers of Materials Science*、《环境卫生工程》等国内外学术期刊审稿人。



**报告摘要:** 在水处理高级氧化过程中, 为了获得满意的活性, 通常需要添加大量的氧化剂 (如过一硫酸盐, PMS), 从而导致污染物处理成本增加, 并带来新的二次污染。电子转移过程 (ETP) 已被证明可以有效地、选择性地降解污染物, 其性能不受活性氧化物种 (ROSs) 寿命和迁移距离的影响。因此, 调控高级氧化中的 ETP 过程对水处理的绿色可持续发展具有重要意义。然而, 精确调控 PMS 基类芬顿反应的路径仍相当具有挑战性, 且内在机制尚不明确。碳基材料因其具有高活性和低成本等优势, 已成为 PMS 基类芬顿反应的最佳候选材料之一。其中, 氮 (N) 原子因具有比碳原子 (C) 更高的电负性和更小的原子半径, 通常作为 PMS 基类芬顿反应的活性位点。基于此, 作者提出通过对 N 的位点配位工程精确操控 PMS 基类芬顿反应的反应路径

## Fe 基 S 型光催化剂中的电荷转移机理及其对污染物的降解性能研究

张敏\*

衢州学院化学与材料工程学院，浙江省衢州市，324000

\*Email:mzhang.chemmater@qzc.edu.cn

**报告人简介:** 张敏，博士毕业于南京理工大学材料科学与工程专业，华东理工大学博士后，目前就职于衢州学院化学与材料工程学院，副教授。获评南通市“江海英才”、南通市海门区“东洲英才”称号，主持浙江自然科学基金、衢州市科技计划等 3 项，企业委托横向课题 3 项，参与国家自然科学基金、浙江省领雁+X 等纵向课题 6 项，以第一/通讯（包含共同）发表 SCI 论文 18 篇，授权专利 4 项，研究方向为无机纳米材料的可控合成与光催化应用。

**报告摘要:** 构建高效的电荷转移体系，以在复杂环境中有效去除多组分污染物，是当前环境修复与材料科学领域的研究重点。构筑 S 型异质结构是增强复合材料电子转移能力的有效策略。本研究通过溶剂热法结合低温水浴工艺制备了系列 Fe 基复合催化剂（Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/FeIn<sub>2</sub>S<sub>4</sub>； $\alpha$ -FeOOH/S-g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>），并对其相结构、形态及表面光学性质进行了表征。结果表明，所制备的系列催化剂在可见光区域表现出良好的响应特性。以六价铬（Cr(VI)）和盐酸四环素（TC）等作为模型污染物，对其光催化活性进行了评估。采用开尔文探针力显微镜（KPFM）技术，揭示了 S 型异质结内电荷转移的动力学过程。密度泛函理论（DFT）计算表明，强烈的界面电场（IEF）显著促进了载流子的迁移与分离，从而实现了载流子的高效空间分离。研究证明了异质结材料通过精确的电荷调控，在光催化能量转换及环境污染物去除方面的应用潜力。

## 功能化共价有机框架体系光合成过氧化氢研究

党雪明, 赵慧敏\*

辽宁省大连市甘井子区凌工路 2 号

\*Email: dangxm@dlut.edu.cn; zhaohuim@dlut.edu.cn

**报告人简介:** 党雪明，现就职于大连理工大学环境学院。从事纳米催化剂设计与环境应用，聚焦光响应催化材料的制备及过氧化氢合成和光 Fenton 反应，以及光电化学污染物控制与传感检测。以通讯作者/第一作者在 Energy and Environmental Science, Advanced Functional Materials, TrAC-Trends in Analytical Chemistry, Journal of Materials Chemical A, ACS Sustainable Chemistry & Engineering 等期刊发表 SCI 论文 20 余篇，被引 1000 余次，H-index 18。承担国家自然科学基金青年基金和国家资助博士后研究计划项目，参与国家级项目 4 项，担任 Journal of Cleaner Production, TrAC-Trends in Analytical Chemistry, Food



Chemistry, Separation and Purification Technology 等期刊审稿人，中国化学会、中国生物物理学会会员。

**报告摘要：**光催化合成过氧化氢(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)是一种环境绿色和可持续方法，共价有机框架(COFs)材料具有周期有序结构和可见光响应等特点，在光合成 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 中具有巨大应用潜力，然而光生电荷易复合和催化能力有限导致其光能转化效率低。为此，研究中通过具有空穴传输能力的镍原子负载碳纳米点构建了功能化 COFs 复合体系，有效促进了光生电荷分离，并提出普适性氧溢流策略提高水氧化为 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 选择性，提高了催化材料的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 合成能力。同时，采用氮化碳修饰 COFs 材料构建异质结催化体系，提出异质结界面 $\pi$ - $\pi$ 共轭和氢键作为电子-空穴传输双通道促进电荷分离和增强异质结结构稳定性的策略，促进氧气还原生成 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 过程，提高了纯水中光合成 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 效率。研究为高性能光催化剂的科学设计及在环境和能源等领域的发展提供了方法借鉴。

1. Jia X. K.; Chen L.; Xiong K.; Wang Y. J.; Zhou L. J.; Xu X. H.; Li S.; Wang M.; Thomas A.; Cheng C. Nat. Synth. 2026, 10.1038/s44160-026-01037-0.
2. Dang X. M.; Wu S.; Li Q.; Gan X. R.; Jen K.-Y. A.; Lei D. Y.; Zhao H. M. Energy Environ. Sci. 2026, 19, 995-1005.
3. Dang X. M.; Wu S.; Gan X. R.; Zhang H. G.; Jiang X.; Zhang Y. B.; Zhao H. M. Adv. Funct. Mater. 2026, e74965.

## Facile Immobilization of Powdered Photocatalyst for Fabricating Self-Suspended Photocatalytic Millimeter-Sized Spheres (MSSs)

Dan Zhang<sup>1,2</sup>, Jingshen Wang<sup>1,2</sup>, Akira Fujishima<sup>1</sup>, Yonghui Deng<sup>2\*</sup>

1 Institute of Photochemistry and Photofunctional Materials, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai, 200093, P.R. China

2 Department of Environmental Science and Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, P. R. China

\*Email: Zhangdan@usst.edu.cn

**报告人简介：**张丹，上海理工大学-光化学与光材料研究院讲师，于 2024 年在中国海洋大学-海洋化学工程与技术专业获理学博士学位，并于博士期间赴瑞士苏黎世大学化学系联合培养。研究方向为水中全氟类有机污染物的无害化处置、海水/水分解制氢和小分子有机污染物氧化。近年来，在 Chem Eng J.、J Mater Chem A.、Water Res.、J Membrane Sci.及 J Hazard Mater.等期刊发表 SCI 论文 37 篇，参与发明专利 3 件。曾荣获上海理工大学“思学学者”、山东省研究生创新成果奖、中国海洋大学研究生优秀成果奖、国家留学基金委联合培养奖学金等。



**报告摘要：** Transforming powders non-destructively into macroscopic materials offers immense scientific and application potential through versatile structural and functional design, yet conventional methods struggle to

achieve this. Herein, we developed a simple and universal method for immobilizing powder catalysts. By leveraging the unique properties of polyvinylidene fluoride (PVDF), various powder materials were successfully transformed into millimeter-sized photocatalytic spheres, which provide structural support while preserving the intrinsic characteristics and structure of the photocatalysts. The study revealed that hydrophobic interactions, surface tension, and metal–F bond interactions collectively induce the expansion and contraction of PVDF and the supported powder particles, maintaining them as millimeter-sized spheres through a mild process. This approach effectively prevents particle aggregation and structural damage. We demonstrated the methodology with multiple powdered catalyst samples and fabricated photocatalytic spheres tailored for different aqueous environments. To eliminate the energy barrier associated with mechanical stirring during the photocatalytic degradation of organic wastewater, self-suspending photocatalytic spheres have been developed. These spheres establish autonomous buoyancy without mechanical agitation, requiring small size, lightweight, and a density close to that of water for optimal performance. Our self-suspending photocatalytic sphere strategy offers a universal, straightforward, and non-destructive pathway to bridge powdered particles with macroscopic applications.

## 双缺陷修饰氮化碳固载 W 单原子光催化裂解木质素模型化合物性能研究

孟佳琪<sup>1</sup>, 高鑫椿<sup>1</sup>, 郭伊苻<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 东北师范大学环境学院

\*Email:mengjq352@nenu.edu.cn

**报告人简介:** 孟佳琪, 博士, 东北师范大学环境学院讲师。2021 年博士毕业于东北师范大学环境学院环境科学专业(导师郭伊苻教授), 其博士学位论文获评 2022 年“吉林省优秀博士学位论文”。随后在校内化学学院完成博士后研究(2021–2023)。长期致力于能源与环境光催化领域的基础与应用研究, 重点聚焦于新型光催化剂的理性设计及其在催化反应中的机制探索。近年来, 第一作者或通讯作者在 Applied Catalysis B: Environment and Energy、Chemical Engineering Journal、Journal of Hazardous Materials、Applied surface science Separation and purification technology 等期刊发表多篇高水平 SCI 论文。主持国家自然科学基金青年项目和博士后科学基金面上项目等多项科研课题。



**报告摘要:** 光催化氧化裂解木质素中 C $\alpha$ –C $\beta$ 键是制备高附加值芳香族化合物的绿色途径, 但实现 C $\alpha$ –C $\beta$ 键的高效和高选择性断裂仍具挑战。本研究通过甲醛辅助熔融尿素与 WCl<sub>5</sub> 通过原位预组装并结合高温热缩聚路径, 构建了碳缺陷/氧掺杂双缺陷氮化碳固载的 W 单原子催化剂 (W1/CD-OCN)。载体双重缺陷提供的丰富的富电子 N/O 位点, 与 WCl<sub>5</sub> 中不饱和和配位的 W 原子牢固结合, 实现了单原子的牢固锚定。在模拟太阳光照射下, 0.96%W1/CD-OCN 对多种 $\beta$ -O-4 和 $\beta$ -1 型木质素模型化合物实现几乎完全转化, C $\alpha$ –C $\beta$ 键断裂的选择性高达 90%以上。W 单原子位点不仅通过 W–N(O)配位键实现电子定向传输, 而且通过 W<sup>6+</sup>/W<sup>5+</sup>价态动态转变,

显著提升了光生电荷分离和传输动力学；此外，该位点促进形成底物-催化剂配合物，使其光照下通过 LMCT 机制被有效活化。最终，在烷氧自由基中间体和多种活性氧物种的协同作用下，实现了 C $\alpha$ -C $\beta$ 键的精准断裂，高选择性的转化为芳香醛和芳香酯。该工作为木质素高值化利用提供了新思路。

## 高级氧化降解毒害有机物的催化剂结构设计

张树鹏 1\*, 王亚铭 1, 刘美玲 1, 宋海欧 2, 范扬 1

1 南京理工大学化学与化工学院, 南京, 210094

2 南京师范大学环境学院, 南京, 210023

\*Email: shupeng\_2006@126.com

**报告人简介:** 张树鹏, 南京理工大学化学与化工学院教授, 副院长, 中国高等教育学会资源能源教育分会理事, 智慧教育研究分会理事, JMRH 领域专家。四川大学博士, 南京理工大学博士后, 新加坡国立大学国家公派访问学者, 教育部高等学校国内访问学者。南京理工大学优秀教师, 卓越计划“紫金之星”, 江苏省“青蓝工程”优秀青年骨干教师。作为负责人主持包括装备发展部、国家自然科学基金、江苏省重点研发计划等科研项目 20 余项, 发表学术论文 100 余篇, 获得授权中国发明专利近 20 项等。



**报告摘要:** 近年来, 新兴污染物如抗生素的广泛使用及其废水的大规模排放造成了严重的环境污染问题。高级氧化技术 (Advanced oxidation processes, AOPs) 因其操作简单、氧化性强、无二次污染而受到广泛关注, 是一种高效、经济的污染物去除方法。1 我们课题组近年来主要从事基于过硫酸盐激活的高级氧化技术 (SR-AOPs) 降解污染物的研究。2 近期我们通过一种简单的共沉淀-氧化法合成了富含氧空位 (Ov) 的非晶态 CoZnO 催化剂, 实现了多种广谱抗生素污染物的短时快速降解。催化剂结构表征及理论计算表明钴价态循环和 Ov 的协同作用驱动了过硫酸盐的活化, 而具有较高 Ov 含量的 CoZnO 具有较低过硫酸盐吸附能, 同时锌的掺杂也降低了过硫酸盐裂解形成 Co(IV)=O 的能垒。本研究为非晶态双金属羟基氧化物催化剂提供了创新的设计理念, 克服了传统催化剂中合成复杂、稳定性差和干扰机制不明确等问题, 丰富了高级氧化技术的理论基础。

参考文献:

Zhang, S. J.; Zheng, H. C.; Tratnyek, P. G. *Nature Water*, 2023, 1(8), 666-681.

Qiu, F.; Wang, L.; Li, H.; Pan, Y.; Song, H.; Chen, J.; Fan, Y.; Zhang, S. *Journal of Colloid and Interface Science*, 2024, 655, 594-610.

## 典型过渡金属单原子催化剂活化 PMS 降解新烟碱农药研究

郭若男<sup>1</sup>, 郭昌胜<sup>1</sup>, 徐建<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 北京市朝阳区安外北苑大羊坊 8 号

\*Email: guorn@craes.org.cn

**报告人简介:** 郭若男, 中国环境科学研究院环境健康中心助理研究员。主要从事水环境中非均相材料表面的氧化活性物质生成转化机制及其对有机污染物的分解机理研究, 在环境功能材料物化表征分析、有机污染物的化学检测方法、材料与有机分子的理论计算等方面积累了较为丰富的经验。主持国家自然科学基金和中央级公益性科研院所基金 2 项, 以第一作者在 *Applied Catalysis B: Environment and Energy*、*Chemical Engineering Journal* 等期刊发表学术论文 25 篇, 其中中科院一区论文 18 篇、中文核心论文 2 篇。



**报告摘要:** 新烟碱农药 (NEOs) 具有生物毒性、环境持久性等特征, 传统水处理工艺对其处理效能有限。本研究采用热解法制备单原子催化剂 (Me SAC, 金属含量 1.5%, 配位数 4), 用于活化过一硫酸盐 (PMS) 降解烯啶虫胺 (NPR)。结果表明, Mn SAC、Fe SAC 和 Co SAC 的降解效率分别为 97.6%、100% 和 100%。Mn SAC/PMS 主要通过单线态氧 ( $^1O_2$ ) 协同氧化作用降解目标污染物; Fe SAC/PMS 降解 NPR 的反应过程中硫酸根自由基 ( $SO_4^{\bullet-}$ ) 氧化作用的贡献率高达 65%; Co SAC/PMS 则以自由基为主的协同氧化作用降解污染物。结果证明强磁性金属位点的有效磁矩、d 带能级及其与 PMS 作用时的转移电子数是调节位点反应活性的关键因素,  $^1O_2$  的形成路径与金属位点和 PMS 作用时发生的电子转移方向及作用强度有关, 明确非均相活化 PMS 产生自由基的决速步骤为自由基生成反应。Me SAC/PMS 对多种离子、有机质等的抗干扰能力排序如下: Mn SAC > Fe SAC > Co SAC。对黄河水、地下水等多种水体 NPR 去除率 >95%。耦合膜分离技术后, Co、Mn、Fe SAC 膜体系降解效率分别保持 >98.6%、>96.2% 和 >90.8%, 有效解决催化剂流失和金属溶出问题。本研究深化了对非均相 PMS 活化机理的研究, 并且考察了其在环境工程实践中的应用潜力, 为设计更有效、经济和可持续的水处理系统提供了重要的理论依据和实际指导。

## 共轭聚合物载流子的分子间定向传输设计

程蕾\*

南京师范大学化学与材料科学学院，江苏省新型动力电池重点实验室，南京，210023

\*Email: leicheng@njnu.edu.cn

**报告人简介：**程蕾，南京师范大学副研究员。2023年6月于电子科技大学电子科学与工程学院博士毕业后入职南京师范大学化学与材料科学学院。2021年12月-2022年12月赴新加坡国立大学化学系学习交流。至今以第一或通讯作者发表论文20余篇，包括 *Adv. Mater.*、*Angew. Chem. Int. Ed.*、*Energy Environ. Sci.*、*J. Phys. Chem. Lett* 等，其中ESI高被引论文6篇，单篇最高引用1400余次，个人h指数19，2024-2025年入选斯坦福大学全球前2%影响力科学家。研究方向：（1）共轭聚合物基功能材料可控合成、限域调控及光电机制探究；（2）太阳能光催化CO<sub>2</sub>人工/半人工转化研究；（3）光驱动能源化学转化的动态本质与调控。



**报告摘要：** 尽管基于太阳能驱动的S-型异质结光催化剂为燃料生产提供了极具前景的途径，其内部光生载流子传输的精确调控仍是一项关键挑战。为此，本研究通过分子设计策略，将共轭炔聚合物（CAPs）与石墨相g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>复合，通过构建定向电荷转移路径，成功制备了分子间S-型异质结光催化剂。通过对聚（1,4-二乙炔基苯）单体进行系统的N位点调控并辅以聚合度控制，我们实现了对其能带结构和分子间电荷迁移路径的精准调控。与采用无机半导体材料（如Co掺杂CeO<sub>2</sub>）作为氧化光催化剂构建异质结相比，CAPs更利于在g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>界面实现快速的S-型电荷迁移。该策略有效突破了S型异质结构建中的金属依赖性限制，同时为调控共轭聚合物体系中的载流子传输提供了通用性设计原理。上述优势在光催化CO<sub>2</sub>转化与H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>合成等应用中均得到了有效验证。

**关键词：** 非均相光催化，共轭聚合物催化剂，载流子调控，活性和产物选择性

1. Y. Z. Wu, L. Cheng\*, Y. W. Tang\*, H. J. Sun\*, Q. J. Xiang\*, *Adv. Funct. Mater.*, 2025, 36, 16617.
2. L. Cheng, Q. L. Wu, H. J. Sun\*, Y. W. Tang\*, Q. J. Xiang\*, *Adv. Mater.*, 2024, 36, 2406807.
3. L. Cheng, Y. W. Tang, K. (K.) Ostrikov, Q. J. Xiang\*, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2023, 63, 202313599.
4. L. Cheng, X. Y. Yue, J. J. Fan, Q. J. Xiang\*, *Adv. Mater.*, 2022, 34, 2200929.
5. L. Cheng, X. Y. Yue, L. X. Wang, D. N. Zhang, P. Zhang, J. J. Fan, Q. J. Xiang\*, *Adv. Mater.*, 2021, 33, 2105135.

## 贵金属负载型钕基三效催化剂在高温老化过程中的再分散现象研究

万杰 1\*, 韩婧怡 1, 刘秋实 1, 姬如意 1, 王晓丽 1, 吴晓东 2, 翁端 2, 吴功德 1\*

1 南京工程学院环境工程学院, 南京, 211167

2 清华大学材料学院, 北京, 100084

\*Email: jwan@njit.edu.cn, wugongde@njit.edu

**报告人简介:** 万杰, 工学博士, 副教授、硕士生导师, 现任南京工程学院环境工程学院学科办公室主任。主要从事挥发性有机污染物 (VOCs) 的催化消除、机动车尾气/烟气污染物的催化净化等环境催化与大气污染控制领域研究。主持江苏省自然科学基金、江苏省双创博士、江苏省科技副总等多项纵向科技/人才类项目; 获中国环境保护产业协会环境技术进步奖二等奖、中国商业联合会科技进步奖三等奖。在 *Chemical Engineering Journal*, *ACS Catalysis*, *Journal of Catalysis*, *Chinese Journal of Catalysis*, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, *Journal of Environmental Sciences* 等期刊累计发表 SCI 收录论文 50 余篇。



**报告摘要:** 汽车尾气排放法规升级对贵金属基三效催化剂 (TWC) 热稳定性提出了更高的要求, 但目前研究中关于不同气氛对三效催化材料老化过程的影响尚存争议。本文以 Pd/CeO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub> 三效催化剂为研究对象, 通过设计不同气氛、不同速率的老化-降温过程, 并采用多种表征手段研究了 Pd 贵金属位点的结构、状态变化。结果表明降温气氛比高温老化气氛对 Pd 最终状态和催化活性影响更大; 在含氧气氛缓慢降温时, 高温烧结的 Pd 会再分散为高分散态。再分散现象的发生需同时满足含氧气氛、缓慢降温和可以与贵金属发生相互作用的活性载体三个条件, 其主要过程包括降温过程中 Pd 的再氧化和 Pd-O-Ce 键的形成。进一步采用溅射镀层构建 Pd/CeO<sub>2</sub> 模型催化剂、扫描隧道显微镜和热力学计算, 验证和初步阐述了 Pd 在 CeO<sub>2</sub> 表面的再分散行为及发生机制。最后, 基于再分散现象设计了贵金属催化材料的再生方法, 并应用于高温老化失活的 Rh/ZrO<sub>2</sub> 催化剂, 取得了良好的再生效果。本文研究为探索 TWC 的原位再生方法提供了前期基础和可能途径。

1. Wang, B.; Weng, D.; Wu, X. D.; Ran, R.; *Applied Surface Science*, 2011, 257(9): 3878-3883.
2. Cao, Y. D.; Ran, R.; Wu, X. D.; Zhao, B. H.; et al. *Applied Catalysis A: General*, 2013, 457: 52-61.
3. Wan, J.; Ran, R.; Wu, X. D.; Cao, Y. D.; et al. *Catalysis Today*, 2015, 253: 51-56.
4. Wan, J.; Cao Y. D.; Ran, R.; Li, M.; et al. *Science China Technological Sciences*, 2016, 59: 1023-1028.

## 机械力驱动的一类醌氧化还原循环实现从水和氧气合成过氧化氢

叶菲<sup>1</sup>, 张庆瑞<sup>1\*</sup>, 范凤茹<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> 河北省水与资源循环利用重金属深度修复重点实验室, 燕山大学环境与化学工程学院, 中国秦皇岛市 066004

<sup>2</sup> 固体表面物理化学国家重点实验室, 厦门大学化学化工学院, 中国厦门市, 361005

\*Email: yefei@ysu.edu.cn, zhangqr@ysu.edu.cn, frfan@xmu.edu.cn

**报告人简介:** 叶菲, 燕山大学副教授/博导, 河北省水体重金属深度修复与资源利用重点实验室固定成员。近年来, 重点围绕环境功能催化材料的设计与应用开展相关研究, 主持包括国家自然科学基金青年项目、河北省自然科学基金青年、面上项目、河北省教育厅黄金台聚才骨干人才计划项目等 4 项, 以来以第一/通讯作者在 Appl Catal B: Environ Energy, Nano Lett, Chem Eng J 等期刊发表研究论文 20 余篇, 已具备很好的独立承担科研工作的能力。

**报告摘要:** 过氧化氢 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 是化工合成与环境修复等领域广泛使用的绿色氧化剂, 但在常温常压下以水和氧气为原料高效制备 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 仍面临挑战。本研究利用一种具有机械氧化还原循环特性的聚合物——聚多巴胺 (PDA) 作为催化剂, 借助界面机械氧化还原催化机制实现了高效产 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的目标。具体而言, 在超声振动作用下, PDA 结构中可动态转化的邻苯二酚/醌基团为氧还原反应提供了类醌工艺的局部短程质子转移路径, 进而通过耦合电子-质子转移实现从氧气和水中连续生成 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>。在常温常压下, 最大 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 生成速率达到 2460 μmol·g<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup> (PTO 法测定)。原位光谱分析、自由基清除实验及 <sup>18</sup>O 同位素标记综合证实, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 主要通过促进 •O<sub>2</sub><sup>-</sup> 快速转化为 \*OOH 中间体的逐步单电子氧还原途径产生, 而两电子水氧化路径贡献较小。密度泛函理论计算进一步表明, 超声诱导的界面应变降低了电荷转移能垒, 从而维持聚合物-水界面的氧化还原循环。这些结果证实机械氧化还原催化是一种颇具前景的分散式 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 生成策略, 并为在温和非平衡条件下驱动类似的氧化还原转化提供了普适性框架。

## 光催化塑料升级资源化

唐紫蓉<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 电子科技大学材料与能源学院, 成都 611731

\*Email: zrtang@uestc.edu.cn

**报告人简介:** 唐紫蓉, 教授, 博导。长期从事能源环境催化与人工光合成领域的研究工作, 主持并参与了多项包括重点基金在内的国家级科研项目。迄今为止, 在 Nature Commun., Chem. Rev., Angew. Chem. Int. Ed., ACS Nano, ACS Catal. 等学术期刊上发表 SCI 论文 140 余篇, h 指数 81。入选英国皇家化学学会会士 (FRSC), 科睿唯安全球高被引科学家 (2022-2023)。

**报告摘要:** 本研究聚焦光催化技术在塑料污染治理与碳资源循环中的协同应用, 开发了两种高效光催化体系,

实现了塑料废弃物的高值化升级与循环利用。针对 CO<sub>2</sub> 还原与聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET) 塑料共升级需求, 设计制备了带隙可调的球形 ZnxCd1-xS 催化剂 1。研究发现, 调节 Zn/Cd 摩尔比可精准调控催化剂导带/价带电位, 成功实现 CO<sub>2</sub> 还原制备可调合成气(H<sub>2</sub>/CO)与 PET 塑料转化制乙酸的协同光催化反应。其中 Zn<sub>0.8</sub>Cd<sub>0.2</sub>S 催化剂表现出最优的合成气与乙酸生成速率, 该体系为 CO<sub>2</sub> 与塑料废弃物共转化提供了新机制。此外, 针对传统催化剂仅响应紫外-可见光、未能有效利用近红外光的瓶颈, 构建了稀土上转换复合催化剂 NaYF<sub>4</sub>:Yb,Er/ZnCdS(NYE/ZnCdS)。该体系借助稀土离子的上转换效应, 将近红外光转化为可见光, 在显著拓宽光吸收范围的同时, 有效促进光生载流子的分离与转移, 进而实现 PET 塑料的高效转化, 同步生成乙酸与氢气。该催化剂对多种塑料底物展现出良好的普适性, 为塑料废弃物的高值化转化开辟了新路径。

参考文献:

1. Y. Zhang, M.-Y. Qi, M. Conte, Z.-R. Tang, Y.-J. Xu. ACS Mater. Lett. 2024, 7, 359–367.

## 分子基元序构的硫化钼基催化剂设计及其强化类芬顿效能研究

李玥

1 河南工程学院化工与印染工程学院, 河南郑州, 450000

\*Email:liyue0128@163.com

**报告人简介:** 李玥, 博士, 教授, 美国辛辛那提大学访问学者。荣获河南省教育厅学术技术带头人、河南省高校科技创新人才、河南省文明教师、河南省优秀教师、河南省优秀创新创业指导教师等称号。主持国家级项目 2 项, 河南省高校科技创新团队 1 项, 河南省高校科技创新人才 1 项, 其它省厅级项目 5 项。在 *Applied Catalysis B: Environmental* 等权威期刊发表学术论文 40 余篇, 获授权国家发明专利 8 项, 2023 年获河南省自然科学三等奖(排名第一)。研究领域为二维硫属半导体的开发及其水污染控制方面的应用。



**报告摘要:** 开发高效、稳定且适用于复杂水环境的高级氧化催化剂, 是水污染控制领域的核心挑战之一。基于 [Mo<sub>3</sub>S<sub>13</sub>]<sup>2-</sup> 功能基元序构 的普适性设计策略, 成功构建了系列高性能过渡金属硫化物催化剂。通过将 Co<sup>2+</sup>、Ni<sup>2+</sup>、Cu<sup>2+</sup> 等金属离子与该分子簇进行配位驱动自组装, 在泡沫镍等基底上可控构筑了 M<sub>m</sub> (Mo<sub>3</sub>S<sub>11</sub>)<sub>n</sub> 型双金属无定形结构。该策略打破了传统晶态材料活性位点受限的瓶颈, 实现了活性位点(边缘硫原子)的近乎全暴露, 并形成了富含电子转移通道的 M-S-Mo 界面, 极大优化了材料的电子结构。该系列材料在不同高级氧化体系中均展现出优异性能。在过一硫酸盐(PMS)活化体系中, Ni<sub>m</sub> (Mo<sub>3</sub>S<sub>11</sub>)<sub>n</sub> -NF 通过吸附与催化协同, 30 分钟内对四环素的去除率达 96.44%, 且降解路径明确、产物毒性显著降低。以纯 [Mo<sub>3</sub>S<sub>13</sub>]<sup>2-</sup> 簇构建的无定形 MoS<sub>x</sub>, 其所有硫原子均呈高活性边缘态, 作为芬顿助催化剂在中性条件下 5 分钟内降解率达 94.73%。进一步, 将该活性基元与压电材料复合, 制备的 PVDF/PVP/a-MoS<sub>x</sub> 多孔膜可利用水流能量驱动压电极化, 持续

活化 PMS，为低能耗水处理提供了新思路。

Yanfei Zhou, Yangyang Chen, Mengjie Liu, Shikun Hai, Yanying Cai, Qian Wang, Gang Qin\*, Yue Li\*. Interfacial electronic regulation of a self-supported  $\text{Cu}(\text{Mo}_3\text{S}_{11})_n\text{-NF}$  catalyst for efficient Fenton-like degradation of ranitidine. *Inorganic Chemistry Communications*, 2026, 185, 116129.

Yixiang Luo, Mengyang Zhang, Yan Wang, Zhe Feng, Ning Sun, Jianmei Chen, Yue Li,\* Longlu Wang\*. Strategies for enhancing photocatalytic hydrogen evolution of Covalent organic frameworks. *Coordination Chemistry Reviews*, 2026, 548, 217126.

Cong Li1, Yue Li1\*, Jian Xiao, Minghao Fan, Lele Qiu, Qian Wang, Mario Berrettoni, Silvia Zamponi, Shuaixia Liu\*, Longlu Wang\*. Self-suspending catalysts with Co-N4 sites in conjugated polymers for complete PMS-to-Co(IV)=O conversion to enhance ranitidine degradation[J]. *Chemical Engineering Journal*, 2025, 521, 166564.

Yue Li#, Tingting Song#\*, Conghui Wang, Lele Qiu, Cong Li, Xiang Yu, Gang Qin\*, Longlu Wang\*.  $\text{Ni}(\text{Mo}_3\text{S}_{11})_n$  derived from  $\text{Ni}^{2+}$  ions complexing  $[\text{Mo}_3\text{S}_{13}]_2^-$  loading on nickel foam to realize synergy of adsorption and PMS activation. *Chemical Engineering Journal*, 2025, 507, 160499.

Yue Li1, Conghui Wang1, Minghao Fan,, Xiang Yu, Gang Qin, Lele Qiu, Kai Yin\* and Longlu Wang\*, The preparation technology and catalytic mechanism of PVDF/PVP/a-MoSx porous membrane for water flow driven piezoelectric PMS activation, *Chemical Engineering Journal*, 2024, 498, 155584.

Yue Li1, Minghao Fan1, Bo Yu, Conghui Wang, Xiang Yu, Jun Ding, Gang Qin, Lei Yan, Kai Yin\*, Longlu Wang\*, Amorphous molybdenum sulfide nanosheets composed of  $[\text{Mo}_3\text{S}_{13}]_2^-$  active-site motifs for enhancing conversion of  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  in Fenton reaction under neutral condition, *Chemical Engineering Journal*, 2024, 495, 153463.

Enchi Zhu, Weifeng Hu, Jie Dong, Jianmei Chen, Yue Li,\* Longlu Wang\*, Advanced development of in situ characterization technique for electrocatalytic hydrogen evolution reaction, *Advanced Sustainable Systems*, 2024, 8, 2400224.

Yongqi Liu, Ning Sun, Huachao Ji, Kun Wang, Anlei Zhang\*, Yue Li\*, Longlu Wang\*, The advanced progress of single-atom photocatalysts for energy conversion and environmental remediation, *Materials Today Physics*, 2024, 44, 101458

Yue Li#, Minghao Fan#, Conghui Wang, Yanxun Li, Xiang Yu, Jun Ding, Lei Yan, Lele Qiu, Yongcai Zhang\*, Longlu Wang\*, 3D layer-by-layer amorphous MoSx assembled from  $[\text{Mo}_3\text{S}_{13}]_2^-$  clusters for efficient removal of tetracycline: Synergy of adsorption and photo-assisted PMS activation, *Chinese Chemical Letters*, 2024, 35, 109764.

## 光/电催化剂表界面调控及分解水研究

刘灿军<sup>1</sup>, 文欢<sup>1</sup>, 陈述<sup>1\*</sup>, 裴勇<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 湖南科技大学, 化学化工学院, 湖南湘潭, 411201

<sup>2</sup> 湘潭大学, 化学学院, 湖南湘潭, 411105

<sup>3</sup> 通讯地址

\* Email: \*chenshu@hnust.edu.cn

**报告人简介:** 刘灿军, 副教授、博士生导师, 一直从事光(电)催化材料的表界面结构与性能研究, 先后主持或完成国家自然科学基金项目、中国博士后基金项目、湖南省自然科学基金项目和湖南省教育厅重点基金项目等, 作为主要研究人员参加国家重点研发计划项目和国家自然科学基金面上项目等4项, 并在 ACS Nano、Journal of Colloid and Interface Science、Chemical Engineering Journal、ACS Applied Materials & Interfaces 和 Nanoscale 等知名期刊发表论文30余篇, 获得国家发明专利3项。



**报告摘要:** 提高光催化剂的光生电荷分离效率是实现太阳能高效转化的关键。构筑异质结被认为是提升光生电荷分离效率最有效的方法之一, 因为两种材料结合形成异质结时, 在交界处会形成内建电场, 促使光生电子和空穴在该电场作用下进行反向迁移, 从而产生空间电荷分离效应。显然, 异质结光催化剂中光生电子与空穴的分离效率主要取决于其内建电场的驱动力, 而这种驱动力又与异质结界面结构密切相关。本文通过相转换策略制备了多种具有不同结构的 CdS/CdO、TiO<sub>2</sub>/CdS、TiO<sub>2</sub>/BiVO<sub>4</sub> 和 WO<sub>3</sub>/BiVO<sub>4</sub> 异质结, 首次揭示了异质结界面结构对光生电荷分离的影响, 建立了异质结界面结构与内建电场分布之间的关系, 并确定了内建电场影响光生电荷分离效率的规律, 提出了异质结界面结构对光生电荷分离影响的机制[1-5]。

参考文献:

- [1] Wen H, Chen S, Zuo J, et al. J. Colloid Interface Sci., 2025: 138030
- [2] Liu, C.; Zuo, J.; Zhang, J.; Pei, Y.; Chen, S. ACS. Appl. Mater. Interfaces. 2023, 15, 3566-3573.
- [3] Liu, C.; Chen, L.; Su, X.; Chen, S.; Zhang, J.; Yang, H.; Pei, Y. ACS. Appl. Mater. Interfaces. 2022, 14, 2316-2325..
- [4] Liu, C.; Zuo, J.; Su, X.; Guo, H.; Pei, Y.; Zhang, J.; Chen, S. Nanoscale 2022, 14, 15918-15927.
- [5] Zuo, J.; Guo, H.; Chen, S.; Pei, Y.; Liu, C. Catal. Sci. Technol. 2023, 13, 3963-3973.
- [6] Liu, C.; Yang, Y.; Li, J.; Chen, S.; Li, W.; Tang, X. Chem. Eng. J. 2017, 326, 603-611.

## 活性位设计强化 CO<sub>2</sub> 光催化过程

王枫亮 1\*

1 中山大学环境科学与工程学院, 广州, 510006

\*wangfliang@mail.sysu.edu.cn

**报告人简介:** 王枫亮, 中山大学环境科学与工程学院副教授, 博士生导师, 中山大学“逸仙学者”计划新锐学者。博士毕业于华南理工大学(导师: 李映伟教授), 长期从事 CO<sub>2</sub> 光/电催化、催化剂多尺度调控与界面催化机制方向研究。目前以第一/通讯作者身份在 Nat. Commun. (2 篇), Angew. Chem. Int. Ed. (4 篇), Adv. Mater. 等期刊上发表 SCI 论文 19 篇, 其中 ESI 高引论文 6 篇; 授权发明专利 2 项; 入选斯坦福大学“全球前 2% 顶尖科学家榜单”(年度科学影响力排行榜)。主持国家自然科学基金面上项目、青年项目、博士后特别资助等多项项目。担任 Energy Materials 期刊青年编委

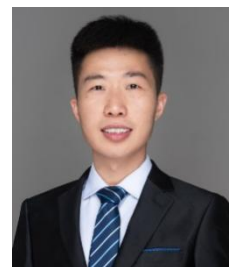


**报告摘要:** 利用太阳能将 CO<sub>2</sub> 转化为 CO、CH<sub>4</sub> 等燃料或化工原料被认为是缓解环境与能源问题的有效途径之一。然而, 由于 CO<sub>2</sub> 分子具有高度稳定性且其光催化资源化过程中涉及多种中间体的生成与转化, 同时伴随析氢等竞争反应的发生, 现有光催化 CO<sub>2</sub> 转化体系仍面临活性低和选择性差等关键问题。设计活性位点以调控催化剂微环境是提高光催化反应活性和选择性的关键, 也是领域目前面临的挑战。

致力于解决以上关键技术和科学问题, 我们以一类由金属离子与有机配体组成的多孔类沸石材料金属有机骨架 (MOF) 为前体和模板, 发展系列催化剂活性位可控设计方法, 制备出具有独特结构和形貌的光催化剂, 并应用于高效光催化 CO<sub>2</sub> 还原反应。[1-6] 主要研究成果如下: 1. 发展“缺氧氧化”新策略, 在有序大孔骨架上构筑不对称活性中心。不对称活性位点的形成将 CO<sub>2</sub> 反应构型从单位点线性模型转换为具有高度稳定构型的多位点弯曲模型, 从而增强 CO<sub>2</sub> 分子与催化剂的结合与结构极化。因此所得材料的表观量子产率达 4.2%。2. 提出一种 MOF 介导的连续相变策略, 设计制备出具有 Ni-Co 双位点的 Ni 掺杂 Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 超薄纳米片组装双空纳米管, 系统调节 CO<sub>2</sub> 还原过程与析氢反应过程的动力学。所得 Ni-Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> NSDHN 材料在稀释 CO<sub>2</sub> (10% CO<sub>2</sub>/Ar) 转化体系中展现出优异的光催化性能并实现了合成气 CO/H<sub>2</sub> 比例的大范围调节 (由 1:10 至 10:1)。相关成果工作以通讯作者身份发表于 Angew. Chem. Int. Ed.、Adv. Mater. 等期刊。

## 面向节能降耗的自供氧电芬顿技术

**报告人简介:** 刘国帅, 江南大学环境与生态学院副研究员, 主要从事低碳电化学水处理研究工作。主持国家自然科学基金面上/青年基金、中国博士后面上/站中特助等课题; 获奥加诺水质与水环境二等奖、黑龙江省高校科技成果特等奖等奖励。围绕低碳电化水处理方向, 以第一/通讯作者在 *Angew. Chem.*, *Environ. Sci. Technol.*, *Adv. Energy Mater.*, *Adv. Funct. Mater.* 等权威学术期刊发表 SCI 论文 40 余篇, 主编出版英文专著一部 (Taylor & Francis)。担任 *Eco-Environ. Health*, *Chin. Chem. Lett.* 等卓越期刊青年编委。



## 面向低浓度 CO<sub>2</sub> 捕集与转化的共轭 Ni 单原子光催化剂协同调控设计

徐庆锋 1\*, 路建美\*

1 苏州大学材料与化学化工学部, 苏州 215123, 中国

\*Email: xuqingfeng@suda.edu.cn, lujm@suda.edu.cn

**报告人简介:** 徐庆锋, 苏州大学材化部教授, 博士生导师, 江苏省青蓝工程中青年学术带头人。长期从事功能高分子杂化材料及其环境和能源转化应用研究。06 年以来, 已主持国家重点研发计划课题、国家自然科学基金、国家科技基础研究子课题和江苏省重点研发计划等国家及省部级项目十余项; 以第一或共同通讯作者在国内外著名化学期刊如 *Angew.*, *Adv. Mater.*, *Adv. Funct. Mater.*, *Chem. Eng. J.*, *ACS Catal.*, *Appl. Catal. B Environ.*, *J. Hazard. Mater.* 等发表论文近百篇。曾获得国家技术发明二等奖一项 (排名第二)。



**报告摘要:** 面向直接捕集与光催化转化工业尾气中低浓度 CO<sub>2</sub> (10–15%) 这一前沿方向, 低分压条件下 CO<sub>2</sub> 传质缓慢、吸附困难及界面反应动力学受限等问题, 严重制约了高附加值化学品或中间产物的高效生成。开发兼具优异载流子分离传输能力与强 CO<sub>2</sub> 富集能力的光催化剂, 是实现低浓度 CO<sub>2</sub> 高效转化的关键。在课题组多年研究的基础上[1-2], 围绕共轭 Ni 单原子光催化体系, 提出电子结构调控与空间结构优化协同增强的设计思路。首先, 以前期获得的非晶 Ni 单原子多孔聚合物 TPB-SA-Ni 为基础, 引入氟原子进行多尺度化学调控, 利用其强电负性和小尺寸特征, 同时调变  $\pi$  共轭骨架的光电性质、分子堆叠方式及 Ni 位点周围电荷分布, 从而同步增强催化剂的半导体特性与 CO<sub>2</sub> 吸附能力[3]。进一步地, 构筑层间距微缩的 Ni-N<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 配位 COF, 通过量子限域效应强化层间电子耦合与激子约束, 并结合不对称氧桥配位重塑活性位电子态, 精准调控 COOH\* 吸附与 CO 脱附动力学, 打破传统吸附能线性关系, 同时有效抑制了析氢副反应。该研究为低浓度 CO<sub>2</sub> 的直接捕集与高值转化提供了新的单原子催化材料设计思路。

参考文献:

Yuanyuan. Li, Yu. Fang, Zhenlei. Cao, Najun. Li, Dongyun. Chen, Qingfeng. Xu\*, Jianmei. Lu\*, Construction of g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/PDI@MOF heterojunctions for the highly efficient visible light-driven degradation of pharmaceutical and phenolic micropollutants, Applied Catalysis B: Environmental, 250 (2019) 150-162.

Xiaoyong Xia, Jie Feng, Zhaocan Zhong, Xiaoying Yang, Najun Li, Dongyun Chen, Youyong Li, Qingfeng Xu\*, Jianmei Lu\* Reconstruction of D- $\pi$ -A Polymer Accelerating Photocatalytic Degradation of BPA and Production of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Advanced Functional Materials, 2024, 34, 202311987.

Qimeng Sun, Lujie Jin, Weijie He, Xiaoyong Xia, Youyong Li, Dongyun Chen\*, Qingfeng Xu\*, Jianmei Lu\* Dual-Fluorinated Ni Single Atom Catalyst for Efficient Artificial Photosynthetic Diluted CO<sub>2</sub> Reduction. Advanced Materials 2025, 37, 202503414.

## PPDs 类新污染物多介质环境赋存与跨介质迁移转化机制

姜楠 1\*, 张曦月 1, 李敏臻 1, 袁航 2

1 郑州大学生态与环境学院

2 郑州大学化学学院

\*Email: jiangn@zzu.edu.cn

**报告人简介:** 姜楠, 博士, 教授, 博士生导师, 硕士生导师, 河南省杰出青年科学基金获得者。研究方向: 新污染物跨介质迁移转化与风险阻断。主持国家级项目 4 项, 包括: 国家自然科学基金面上项目 2 项、国家自然科学基金青年基金 1 项, 国家重点研发计划子课题 1 项。2021、2023、2025 年获河南省科技进步二等奖三项。近几年以第一或通讯作者发表 SCI 期刊论文三十余篇, 授权专利近十项。

**报告摘要:** 对苯二胺 (PPDs) 是一类广泛应用于橡胶工业的合成抗氧化剂, 其在环境中的迁移、转化行为及潜在风险正日益受到关注。PPDs 在环境中可经历复杂的降解与转化过程, 生成毒性远超其母体化合物的醌类衍生物 (PPD-Qs), 并通过多种途径进入大气、水体、土壤及生物体等多介质环境, 对生态系统与人体健康构成严重威胁。本研究系统梳理了 PPDs 从轮胎磨损颗粒释放至多介质环境的迁移路径, 详细分析了其非生物转化与生物降解过程; 建立并优化了 PPDs 及 PPD-Qs 的靶向分析方法, 揭示了其在环境中的赋存特征与影响因素, 并对其潜在生态健康风险进行了定量评价。研究成果可为 PPDs 类新污染物的风险管控与科学管理提供理论支撑。

## 温和条件下光催化氮氧化物还原合成氨性能及机理研究

雷天畅, 赵画, 尹海波\*

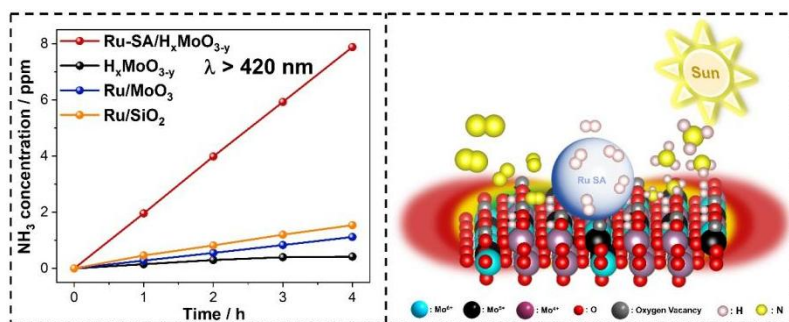
武汉理工大学, 珞狮路 122 号, 武汉市 430070, 中国

\*Email: yinhaibo@whut.edu.cn

**报告人简介:** 尹海波, 现为武汉理工大学特设研究员, 主要从事光(电)催化二氧化碳和氮氧化物资源化研究。以第一或通讯作者在 *Angew. Chem. Int. Ed.*、*Environ. Sci. Technol.*、*ACS Nano*、*Nano Lett.*、*ACS Catal.*、*Appl. Catal. B.*等期刊发表 30 多篇 SCI 论文; 主持国家自然科学基金青年科学基金项目、湖北省联合基金项目、中国博士后科学基金面上项目和特别资助项目等。



**报告摘要:** 与 Haber-Bosch 法相比, 光催化合成氨 ( $\text{NH}_3$ ) 具有显著的潜力。然而, 目前所报道的光催化剂由于缺乏局域电子而存在效率低的问题[1-3]。本文通过氢溢流过程合成了具有丰富的  $\text{Mon}^+$  ( $n < 6$ ) 基团邻近氧空位 (OV) 的 Ru-SA (单原子)/ $\text{H}_x\text{MoO}_{3-y}$  杂化物。详细表征表明, Ru-SA/ $\text{H}_x\text{MoO}_{3-y}$  杂化物可以通过双活性中心 (Ru SA 和  $\text{Mon}^+$ ) 的协同作用, 从  $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2$  中定量合成  $\text{NH}_3$ 。即 Ru SA 促进  $\text{H}_2$  的活化和迁移,  $\text{Mon}^+$  作为定域电子的俘获位点可以促进  $\text{N}_2$  的吸附和解离, 最终在  $\text{Mon}^+\text{-OH}$  上合成  $\text{NH}_3$ 。 $\text{NH}_3$  的生成速率高达  $4.0 \text{ mmol h}^{-1} \text{ g}^{-1}$ , 在  $650 \text{ nm}$  处表观量子效率超过 6.0% (图 1)。我们的发现为在温和条件下获得更好的  $\text{NH}_3$  合成方法开辟了新的策略。

图 1 光催化氮气和氢气合成  $\text{NH}_3$  性能测试及示意图

参考文献:

1. Yin, H.; Chen, Z.; Peng, Y.; Xiong, S.; Li, Y.; Yamashita, H.; Li, J. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2022, e202114242.
2. Su, H.; Yin, H.; Orbell, W.; Li, Y.; Wang, G.; Wang, Y.; Mori, K.; Chen, Z.; Li, H.; Yamashita, H.; Li, J. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2025, e202425446.
3. Yin, H.; Peng, Y.; Li, J. *Environ. Sci. Technol.* 2023, 57, 8, 3134-3144.

## 不对称位点调控构筑低碳水处理功能材料

付会芬 1\*, 赵晨 1

1 北京建筑大学环境与能源工程学院, 北京大兴区, 102616

\*Email: fuhuifen@bucea.edu.cn

**报告人简介:** 付会芬, 北京建筑大学, 副教授, 硕导, 入选北京市属高校优秀青年人才, 2023-2025 连续三年入选全球前 2% 顶尖科学家榜单。主要从事难降解废水低碳处理技术、大气污染控制、功能材料研发和传感器设计等研究, 近年来主持国家及省部级项目多项, 以第一/通讯作者在 *Advanced Functional Materials*, *Applied Catalysis B: Environment and Energy* 等高水平期刊发表 SCI 论文 20 余篇, 其中高被引论文 5 篇, 热点论文 2 篇, 获得第十一届国际发明展览会银奖, 中国绿色矿山科学技术奖 2 项。



**报告摘要:** 在我国“双碳”战略背景下, 发展低碳水处理技术, 不仅是实现水环境保护与资源可持续利用的关键路径, 更是推动水处理行业绿色转型、助力国家双碳目标达成的必然选择。近年来, 我们基于不对称位点构筑类芬顿水处理功能材料, 旨在最大限度降低水处理过程中的能耗和碳排放, 同时确保处理效果。通过在界面区域构筑各类不对称性氧空位 (As-OV), 实现了不同性质废水的独特去除路径。首先, 采用金属有机骨架模板法构筑了界面型 As-OV (Zn...Vo...Co), 揭示了依托有机污染物电子结构特性的双路径作用机制[1], 为开发适配不同水质的废水净化新型材料提供了新思路; 构筑了界面型 As-OV (Ce...Vo...Co), 实现了酚类污染物的选择性脱除[2,3]; 构筑了表面型 As-OV (In...Vo...Co), 开发了基于单线态氧 ( $^1O_2$ ) 选择性生成的靶向脱毒技术[4]; 通过催化剂结构与调控, 揭示了表面型和界面型 As-OV 截然不同的催化行为[5]; 通过设计双位点结构调控氧化剂的吸附模式, 实现了靶物自驱动类芬顿过程, 极大降低了氧化剂的投加和消耗[6]。上述研究结果显著提升了水处理过程的低碳经济性, 为推动水处理技术向绿色可持续发展提供了有力的技术支撑。

参考文献:

1. Liu S.-S.; Fu H.; Wang F.; et al. *Appl. Catal. B.* 2024, 346, 123753.
2. Liu S.-S.; Fu H.; Li S.; et al. *Appl. Catal. B.* 2026, 386, 126434.
3. Li S.; Fu F.; Guo Y.; et al. *Colloid Interface Sci.* 2026, 708, 139865
4. Wei Y.; Fu H.; Zhao C.; et al. *Appl. Catal. B.* 2025, 372, 125290.
5. Meng B.; Fu H.; Liu S.-S.; et al. *Sep. Purif. Technol.* 2025, 366, 132824.
6. Wang F.; Gao Y.; Fu H.; et al. *Appl. Catal. B.* 2023, 339, 123178.

## 第四会场-报告摘要

### 全氟烷基化合物选择性富集、检测与高效降解技术研究

**报告人简介:** 谷成, 南京大学国际化工作处处长, 教育部长江学者特聘教授, 首批国家优秀青年基金获得者, 国家重点研发专项首席科学家。主要围绕新污染物的原位界面表征、新污染物界面转化机制和界面调控新污染物高效吸附和降解开展系统性科学研究, 主持多项国家重大研发专项和国家自然科学基金项目等。在包括 Nature 子刊等有重要影响力的环境科学国际学术期刊发表论文 200 余篇, 其中以第一/通讯作者在环境科学顶级刊物 Environmental Science & Technology 发表论文 25 篇。研究成果在中国、美国环保企业得到应用, 入选中华全国专利代理师协会技术跨国应用专利转化十大典型案例, 获得由美国环保署举办的全球“有机氟化合物处理新技术国际挑战赛”第二名, 第十届中国国际技术进出口交易会优秀能源低碳项目奖, 2025 年度日内瓦发明展最高奖“特别嘉许金奖”和中国国际发明展金奖。作为第一完成人获得 2025 年度江苏省环境保护科学技术奖一等奖。



**报告摘要:** 全氟化合物是一类人工合成的有机化合物, 具有极强的稳定性, 在环境中几乎不降解, 因此在地下水中广泛分布。当前各个国家针对这类物质在地下水的浓度制定了严格的标准, 但其检测往往需要繁琐的富集并通过质谱来分析, 耗时耗力, 另外迫切需要研发高效降解技术。我们开发了多孔有机氟胶囊材料, 能够实现全氟化合物的选择性吸附; 并利用全氟化合物与蛋白结合产生的荧光效应, 结合机器学习, 开发了全氟化合物的快速检测技术; 我们还通过界面调控, 利用光生水合电子实现了对全氟化合物的完全降解。研究结果将为地下水中全氟化合物的管控提供理论支撑。

### 塑料基材三相界面新污染物释放动力学与控制技术研究

李敦柱 1, 2\*, 黄鑫 1, 2

1 浙江农林大学环境与资源学院碳中和学院, 杭州 311300

2 浙江农林大学暨阳学院, 绍兴 311800;

\*Email: lidu@tcd.ie

**报告人简介:** 李敦柱, 浙江农林大学教授, 博士生导师, 国家级人才。主要研究方向为生态环境中新污染物释放机理和控制措施研究。在国内外相关领域的高水平期刊 Nature Food, Nature Communications, Science

Advances, Environmental Science and Technology, Energy Storage Materials 等发表论文 40 余篇。环境科学与工程重点学科带头人，主持高层次人才计划、国家自然科学基金面上项目等国家级项目 5 项，浙江省探索项目等省部级项目 2 项。现为国际期刊 *Frontiers in Nutrition* (中科院 2 区) 编委，*Eco-Environment & Health*, *CleanMat* (Weily) 和中文核心期刊《环境污染与防治》青年编委，中文期刊《当代化工研究》编委，欧洲环境、生态与可持续发展华人学会 (CESEES) 青年理事，同时担任多个学术期刊客座编辑。

**报告摘要：**微塑料与纳米塑料 (micro- and nanoplastics, MNPs) 是广泛存在于水体环境及滨岸带的微量污染物。其释放通常被归因于机械磨损或紫外辐照等过程，而这些过程往往需要较高的外部能量输入。相比之下，水体因素 (例如气泡) 在 MNPs 生成中的作用仍缺乏系统认识。本文表明，在 25 - 95° C 的宽温度范围内，且在多种水体类型 (去离子水、自来水、河水与海水) 中，七种典型塑料表面可自发形成微气泡；这些微气泡能够侵蚀塑料表面并驱动 MNPs 释放。微气泡的成核、生长与迁移会产生剪切应力，从而在表面缺陷位点处剥离聚合物突起。该“扫掠”作用与三相接触线处不平衡的表面张力共同作用，促使聚合物在局部富集并形成“0”形环状结构；随后该环状结构发生破碎，最终将 MNPs 释放至水体环境中。上述结果表明，微气泡诱导侵蚀是一条驱动微量污染物释放的低能耗途径。基于此，可开发高效微塑料抑制技术。

1. Dunzhu Li\*, P. Li, Y. Shi, et al. Stress induced phase separation in plastics drives the release of amorphous polymer micro-pollutants into water. *Nature Communications*, 2025. (Nature 子刊, 期刊亮点论文)
2. Dunzhu Li\*, V. Bolikava, Y. Shi, et al. Microbubble-induced erosion drives micro- and nanoplastic release into water. *Science Advances*, 2025. (Science 子刊)

## 接触电催化绿色降解全氟化合物过程机制及调控应用

金鑫 1, 谷成 2, 高冠道 2,\*

1 南京大学环境学院, 南京市栖霞区仙林大道 163 号, 210008

2 南京师范大学环境学院, 南京市栖霞区文苑路 1 号, 210023

\*Email: xjin@njnu.edu.cn

**报告人简介：**金鑫，入选江苏省自然科学基金杰出青年项目，主持国家自然科学基金 (面上、青年)，江苏省自然科学基金 (杰青、面上、青年) 等国家级、省部级项目 10 余项；以第一/通讯作者发表包括 *Nat. Commun.*, *Angew. Chem. Int. Ed.*, *Environ. Sci. Technol.*, *Water Res.* 在内的期刊论文 20 余篇；获中国和美国授权发明专利 5 件；兼任 *Soil Use and Management* 期刊副主编，*Eco-Environmental & Health* 期刊青年编委；获江苏省环境科学学会环境保护科学技术二等奖 (排名第一)、江苏省环境科学学会“青年科学家奖”。



**报告摘要:** 全氟烷基物质 (PFASs) 的大规模生产和使用造成了全球环境污染, 并严重危害人类健康, 亟需开发绿色、低碳、高效的 PFASs 处理技术。本研究提出了一种利用低频超声波 (US) 驱动聚四氟乙烯 (PTFE) 水接触电催化降解 PFAS 的方法 [2], 该系统基于接触起电原理, 除了能够产生大量活性氧自由 ( $\text{HO}\cdot$ ,  $\text{O}_2\cdot^-$ ) 和表面电子 ( $\text{PTFE}^*(e^-)$ ) 外, 还可以在 PTFE 界面产生高电压 (几十伏特), 并伴随  $10^9\sim 10^{10}$  V/m 的强界面静电场 (IEF)。如此强的本征 IEF 可以进一步极化界面处的 PFAS 分子, 导致 PFOA 链极化拉伸, 从而显著降低  $\text{O}_2\cdot^-$  进攻  $\alpha$ -位 C-F 键的亲核反应能垒, 提高反应效率。同时, 表面电子 ( $\text{PTFE}^*(e^-)$ ) 可以直接还原脱氟,  $\text{HO}\cdot$  的参与可以进一步氧化 H/F 交换中间产物。由于该方法不使用化学药剂, 且几乎不产生多氟中间产物, 因此, 有望应用于饮用水中全氟化合物的处理。

参考文献:

1. Wang Y., et al. Electrostatic Field in Contact-Electro-Catalysis Driven C-F Bond Cleavage of Perfluoroalkyl Substances. *Angewandte Chemie International Edition* 2024, e202402440.

## 多组学技术研究新污染物的健康风险

刘星宇, 张天宇, 张沫\*

中国医学科学院基础医学研究所&北京协和医学院基础学院

重大疾病共性机制研究全国重点实验室

生物物理学系

\* Email: zhangmo@ibms.pumc.edu.cn

**报告人简介:** 张沫, 中国医学科学院基础医学研究所&北京协和医学院基础学院, 研究员, 硕士生导师。2015年毕业于清华大学化学系, 理学博士。2015年至今在基础医学研究所生物物理学系工作。面向重大疾病早期诊断需求, 发挥交叉学科背景优势, 围绕疾病标志物的检测新方法新技术的方向, 近年来主持或主要参与科研项目包括国家自然科学基金青年项目、面上项目, 北京市自然科学基金-海淀联合基金重点项目、中国医学科学院创新工程项目。在 *Nat. Commun.*、*Appl. Catal. B*、*Small*、*J. Mater. Chem. A*、*J. Hazard Mater* 等国际主流期刊发表 SCI 论文 30 余篇。



**报告摘要:** 水中的 6-PPD 醌 (6-PPDQ)、空气中的微塑料 (MPs) 等环境污染物在进入生命体后会对全身健康造成显著威胁, 然而目前的评估方法仍显不足。本研究通过整合呼吸组学、转录组学、代谢组学等技术, 建立了一种非侵入性方法, 用于评估环境污染物对小鼠内脏器官的损伤。研究采用 C57BL/6 小鼠作为实验对

象，暴露于不同粒径（0.1 微米、2 微米和 10 微米）的聚苯乙烯微塑料中，并通过光诱导缔合电离飞行时间质谱对其呼出的挥发性有机化合物（VOCs）进行分析。基于机器学习算法，研究鉴定出硫化氢、丙酮、丙烯醛、丙腈和丁腈为关键 VOC 生物标志物。转录组分析进一步揭示了肺部和心脏组织中显著的基因表达变化，涉及免疫失调、代谢紊乱和心脏功能障碍。通过组织学和免疫组化验证，通路富集分析证实了肺部炎症和心脏损伤的存在。本研究通过整合呼出生物标志物分析与转录组学见解，推动了微塑料相关健康效应的非侵入性检测策略，为公共卫生监测和早期诊断提供了新的方法<sup>1</sup>。

1. Chen, S. W.; Fang, L. F.; Yang, T.; Li, Z.; Zhang, M.; Wang, M.; Lan, T.; Dong, J. W.; Lu, Z. B.; Li, Q. R.; Luo, Y. W.; Yang, B. J. *Hazard Mater.* 2025, 490, 137781.

## 面向能源与环境安全的智能微纳气体传感器设计与系统集成

颜佳\*, 宋志龙, 许晖, 李华明

江苏大学能源研究院（未来技术学院），江苏镇江，212013

\*Email: yanj@ujs.edu.cn

**报告人简介：**颜佳，博士，金山青年特聘教授。长期从事环境污染控制和治理、能源环境安全监测等方面的研究。主持国家自然科学基金青年项目 1 项，省部级自然科学基金 2 项，香港/内地高校科学基金 2 项；在 *Adv. Funct. Mater.*、*Chem. Eng. J.*、*Appl. Catal.*、*B. J. Mater. Chem. A*、*J. Energy Chem.*、*The Innov. Inform.*、*ACS Appl. Mater. Interfaces*、*ACS Sens.* 等发表论文 50 余篇，累计被引用 4000 余次，H 指数 39；5 篇论文入选 ESI 高被引论文；以第一完成人身份授权中国发明专利 5 件，授权美国发明专利 1 件。连续 3 年入选全球前 2% 顶尖科学家。担任《工程科学学报》青年编委。担任中国石油和化工行业重点实验室办公室主任。



**报告摘要：**在能源结构转型与生态环境治理持续深化的背景下，能源系统安全运行与环境风险防控对高性能气体感知技术提出了更高要求。气体传感器作为能源与环境安全监测的核心感知单元，其智能化、低功耗与高可靠性已成为提升气体监测精度与系统应用性能的关键发展方向。围绕“面向能源与环境安全”的应用需求，开展智能微纳气体传感器的设计与系统集成研究。针对传统半导体气体传感器在选择性不足、工作温度高及系统集成能力弱等问题，通过调控胶体量子点的能带结构与表面化学特性，并结合过渡金属掺杂策略，实现对目标气体的高选择性识别，显著降低器件工作温度至室温，并将检测限提升至十亿分之一（ppb）量级。在结构设计方面，构建三维纳米管阵列传感单元，实现多通道协同感知与空间分布信息获取，从而提升复杂工况下的气体识别与定位能力，尤其在高湿度及多组分干扰环境中表现出良好的稳定性与抗干扰性能。

在系统层面，融合机器学习算法与无线传输技术，开发集感知、分析与预警于一体的智能气体监测系统，可实现能源应用场景（如燃气输配、储能系统）及环境场景中的痕量气体实时监测与远程安全预警。相关技术为提升能源系统本质安全水平与环境精细化管理能力提供了有力支撑。

参考文献：

1. Yan, J., et al., Lab on A Chip, 2025, 25, 4986.
2. Yan, J., et al., ACS Sensors, 2025, 10, 6084.
3. Yan, J., et al., The Innovation Informatics, 2025, 1, 100014.
4. Yan, J., et al., Chemistry of Materials, 2023, 35, 7750.
5. Yan, J., et al., Journal of Materials Chemistry A, 2022, 10, 15657.

## 塑料基材三相界面新污染物释放动力学与控制技术研究

李敦柱 1, 2\*, 黄鑫 1, 2

1 浙江农林大学环境与资源学院碳中和学院, 杭州 311300

2 浙江农林大学暨阳学院, 绍兴 311800;

\*Email: lidu@tcd.ie

**报告人简介：**李敦柱，浙江农林大学教授，博士生导师，国家级人才。主要研究方向为生态环境中新污染物释放机理和控制措施研究。在国内外相关领域的高水平期刊 Nature Food, Nature Communications, Science Advances, Environmental Science and Technology, Energy Storage Materials 等发表论文 40 余篇。环境科学与工程重点学科带头人，主持高层次人才计划、国家自然科学基金面上项目等国家级项目 5 项，浙江省探索项目等省部级项目 2 项。现为国际期刊 Frontiers in Nutrition（中科院 2 区）编委，Eco-Environment & Health, CleanMat (Weily) 和中文核心期刊《环境污染与防治》青年编委，中文期刊《当代化工研究》编委，欧洲环境、生态与可持续发展华人学会（CESEES）青年理事，同时担任多个学术期刊客座编辑。

**报告摘要：**微塑料与纳米塑料（micro- and nanoplastics, MNPs）是广泛存在于水体环境及滨岸带的微量污染物。其释放通常被归因于机械磨损或紫外辐照等过程，而这些过程往往需要较高的外部能量输入。相比之下，水体因素（例如气泡）在 MNPs 生成中的作用仍缺乏系统认识。本文表明，在 25 - 95° C 的宽温度范围内，且在多种水体类型（去离子水、自来水、河水与海水）中，七种典型塑料表面可自发形成微气泡；这些微气泡能够侵蚀塑料表面并驱动 MNPs 释放。微气泡的成核、生长与迁移会产生剪切应力，从而在表面缺陷位点处剥离聚合物突起。该“扫掠”作用与三相接触线处不平衡的表面张力共同作用，促使聚合物在局部富集并形成“0”形环状结构；随后该环状结构发生破碎，最终将 MNPs 释放至水体环境中。上述结果表明，微气泡诱导侵蚀是一条驱动微量污染物释放的低能耗途径。基于此，可开发高效微塑料抑制技术。

1. Dunzhu Li\*, P. Li, Y. Shi, et al. Stress induced phase separation in plastics drives the release of amorphous polymer micro-pollutants into water. *Nature Communications*, 2025. (Nature 子刊, 期刊亮点论文)
2. Dunzhu Li\*, V. Bolikava, Y. Shi, et al. Microbubble-induced erosion drives micro- and nanoplastic release into water. *Science Advances*, 2025. (Science 子刊)

## 新污染物大气水微界面化学反应的模拟与预测

夏德铭\*

- 1 工业生态与环境工程教育部重点实验室, 大连市化学品风险防控及污染防治技术重点实验室,  
大连理工大学环境学院, 大连, 116024  
\*Email: xiadm@dlut.edu.cn

**报告人简介:** 夏德铭, 大连理工大学副教授、博士生导师。2015年和2021年分别获得大连理工大学学士和博士学位, 后留校任教。主要从事理论环境化学和大气环境化学等领域的研究工作。相关成果第一/通讯作者发表在 *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, *Nat. Commun.*, *Environ. Sci. Technol.* (5篇), *J. Am. Chem. Soc.* (5篇), *Angew. Chem. Int. Ed.* 等期刊上, 两篇研究论文入选了ESI高被引论文; 申请/授权发明专利和登记软件著作权共5项, 参编中英文专著/教材3部; 入选了博士后创新人才支持计划(即“博新”计划), 获得了中国化学会青年环境化学奖、大连市高层次人才青年才俊等荣誉。

**报告摘要:** 种类与用量持续增长的化学品在进入环境后, 成为一类新污染物, 对生态系统与人体健康构成重大风险。大气水微界面(如云滴、雾滴表面等)因处于高能态、具有巨大的表面积及独特的物理化学性质, 成为两亲性化学品发生转化的重要场所。然而, 该类化学品在气-水微界面上的转化机制, 仍不完全清楚。基于分子模拟、气-水微界面实验等研究手段, 揭示了气-水微界面还原性自由基与氧化性自由基的协同作用(ROSE), 阐明了ROSE驱动的典型两亲性化学品在气-水微界面的转化机制, 进一步评估了气-水微界面转化产物的毒理学效应。相关发现为化学品暴露预测与新污染物环境归趋评估, 提供了科学支撑。

1. Xia, D.M.; Zhang, H.; Ju, Y.; Xie, H.-b.; Su, L.H.; Ma, F.; Jiang, J.; Chen, J.W.; Francisco J. S. Spontaneous Degradation of the “Forever Chemicals” Perfluoroalkyl and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs) on Water Droplet Surfaces. *J. Am. Chem. Soc.*, 2024, 146, 11266–11271.
2. Li, X.F.; Jiang, Q.; Xia D.M.; Xie, H.-b.; Chen J.W. Interfacial-Mediated Fast Formation of Toxic Derivatives of Phthalate Esters. *Nat. Commun.*, 2026, 17, DOI: 10.1038/s41467-026-69495-w.

## 调控 PFAS 在光催化剂表面的吸附构型促进 PFAS 降解脱氟

刘晓庆<sup>1</sup>, 单旭东<sup>1</sup>, 邓勇辉<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 上海市杨浦区军工路 516 号上海理工大学, 20093

\*Email: (liuxq2025@usst.edu.cn)

**报告人简介:** 刘晓庆博士 2022 年 8 月毕业于悉尼科技大学, 随后分别在悉尼科技大学和香港理工大学开展博士后研究工作; 于 2025 年 7 月加入上海理工大学环境与建筑学院。主要研究方向为光催化技术和热解技术用于环境污染修复及资源回收。具体研究包括: I 光催化技术处理水体中的新兴污染物 PFAS; II 热解技术处理生物质, 剩余污泥, 含氟废弃塑料, 常见废弃塑料等, 并实现资源回收。相关成果发表 SCI 论文 35 篇, 其中以第一作者发表 SCI 论文 11 篇 (包括环境领域权威期刊 Environmental Science & Technology, Water Research (2)), 撰写英文专著 (章节) 1 部。



**报告摘要:** Per- and polyfluorinated alkyl substances (PFAS) are a set of chemicals containing C-F bonds, which are concerned due to their persistent and toxicological properties. Photocatalytic approaches appear to be an effective way for the remediation of PFAS in water. However, the photocatalytic efficiency still needs to be improved for practical applications to treat PFAS-contaminated water. The tight binding between PFAS molecules and semiconductor photocatalysts is believed to be critical to enhance their mineralization efficiency. In this presentation, we discuss the tight binding between PFAS and photocatalysts to facilitate the degradation of PFAS. Diffuse reflectance infrared Fourier transform spectroscopy (DRIFTS) was utilized to obtain subtle molecular information about the adsorption of PFAS on photocatalysts. A series of photocatalysts including hydrophilic In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Bi single atoms deposited TiO<sub>2</sub> (BiSA/TiO<sub>2</sub>) and fluorinated BiSA/Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> were prepared and they demonstrated good performances for PFAS remediation due to their strong affinity toward PFAS. Firstly, we found that the carboxyl group of perfluorooctanoic acid (PFOA, C<sub>7</sub>F<sub>15</sub>COOH) was prone to coordinate with hydrophilic In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in a bidentate mode, which facilitated the degradation of PFOA. As such, hydrophilic In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> demonstrated significant activity for the degradation of PFOA, with a rate constant ~200 times higher than that of commercial In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Secondly, the fluorine atoms of PFOA were inclined to interact with BiSA, inducing the ionization of C-F bonds and promoting the defluorination of PFOA. The C-F bond energy decreased due to its ionization. As a result, deep defluorination of PFOA with a defluorination ratio of 85% was achieved in our BiSA/TiO<sub>2</sub> system under Xenon lamp irradiation. In addition, our ongoing studies are focusing on

the degradation of short-chain PFAS by fluorinated photocatalysts, which would form fluorophilic interactions with short-chain PFAS, and further boost their defluorination. Overall, our studies emphasize the significance of tight binding between PFAS and photocatalysts for the remediation of PFAS in water.

## 基于荧光探针与高分辨质谱的水中碳中心自由基选择性检测

连璐诗

华东师范大学

lslian@des.ecnu.edu.cn

**报告人简介:** 连璐诗, 华东师范大学青年研究员、博士生导师。2017年在复旦大学环境科学与工程系获博士学位, 2018年-2020年10月在复旦大学做博士后研究工作, 2020年10月加入华东师范大学任青年研究员。研究方向为水中新污染物的环境行为和转化过程。主持国家自然科学基金委面上项目、上海市自然科学基金面上项目、华东师范大学“紫江青年学者”启动项目等科研项目。担任国际水协会(IWA)中国青年委员、环境催化材料与污染控制化学研讨会学术委员会委员、《Eco-Environment & Health》预备编委、《Journal of Water Process Engineering》青年编委等。

**报告摘要:** 碳中心自由基是水中有机污染物转化过程中的关键中间体 1。本研究开发了一种基于荧光探针与高分辨率质谱联用的分析方法, 用于识别水中的碳中心自由基。通过系统评估九种荧光探针, 最终选定 3-ap/BDP 作为最优探针, 该探针在检测多种模型碳中心自由基时表现出卓越的线性关系、极低的基质干扰和高灵敏度的特点, 能够实现对复杂环境基质中痕量碳中心自由基的检测。将该方法应用于光化学和高级氧化过程中产生的碳中心自由基分析, 共鉴定出 30 种碳中心自由基, 且太阳辐射处理与高级氧化处理样品中呈现出显著不同的分布特征: 太阳辐射有利于形成质荷比更高的碳中心自由基, 而高级氧化过程则生成质荷比较低的碳中心自由基, 这揭示了活性物种对碳中心自由基形成的影响机制。研究结果为深入理解碳中心自由基在水生环境中的环境行为提供了重要见解, 同时所开发的分析方法为监测自然及人工水系统中的碳中心自由基提供了有力工具。

### 参考文献:

J.H. Xu, Y. Huang, L.S. Lian\* et al. Environ. Sci. Technol. 2025, 59 (36), 19435-19443.

## 自加热有机硫聚合物驱动污染物高效矿化

季秋忆 1, 陆萍萍 1, 何欢 1\*

1 南京师范大学环境学院, 210023

\*Email: huanhe@njnu.edu.cn

**报告人简介:** 季秋忆, 博士, 南京师范大学环境学院副教授, 硕士生导师。主要从事环境功能材料的合成及高级氧化水处理技术的研究, 以第一作者/通讯作者身份在 *Adv. Funct. Mater.*, *Appl. Catal. B: Environ.*, *Chem. Eng. J.* 等期刊发表 SCI 收录论文 10 余篇, 授权国家发明专利 10 项。主持国家自然科学基金青年项目、中国博士后科学基金面上项目, 获得江苏省卓越博士后计划资助。



**报告摘要:** 过硫酸盐高级氧化技术在处理有机污染物方面展现出巨大潜力, 但传统催化剂存在光吸收范围窄、光热转换效率低及活性位点密度不足等问题, 制约其实际应用。本研究将硫代羰基 (C=S) 功能团引入茈萘二酰亚胺 (PDI) 分子骨架, 创制出一种共价连接的硫脲 PDI 聚合物 (T-PDI)。C=S 的引入使 T-PDI 的光吸收范围拓展至近红外区域, 实现 39.5% 的近红外光热转换效率。基于此, 开发出自加热催化活化过硫酸盐体系 (T-PDI/NIR/PMS), 用于双酚 A 的高效矿化, 该体系 10 次循环后矿化率仍达 94.5%, 反应速率较无光照体系提升 6.18 倍。热效应 (声子) 驱动电荷扩散加速, 近红外光 (光子) 激发促进硫脲 PDI 载流子生成, 协同热能促进过硫酸盐活化, 高密度层状 C=S 活性位点可实现超高效率单线态氧 ( $^1O_2$ ) 生成 ( $1.8 \mu\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$ ), 且 C=S 基团形成的强分子偶极矩显著增强了电荷分离与传输效率。本工作为设计高效非金属光热协同催化剂提供了新策略, 拓宽了有机半导体材料在太阳能驱动环境修复领域的应用前景。

## 多重相互作用协同吸附 PFASs

谢亚强 1\*

1 厦门大学环境与生态学院, 福建 厦门, 361002, 中国

\* Email: yaqiang.xie@xmu.edu.cn

**报告人简介:** 谢亚强, 厦门大学环境与生态学院副教授、博导。近年的研究方向一直聚焦于新污染物去除、放射性碘捕获和海水提铀, 取得了多项原创性研究成果。近年在中科院大类一区期刊以第一/通讯作者发表相关论文 30 余篇 (被引 2500 余次), 其中包括权威期刊 *Nature Communications* (1 篇)、*Angewandte Chemie International Edition* (1 篇)、*Environmental Science & Technology* (1 篇) 和 *Chemical Engineering Journal* (5 篇), 入选“厦门大学南强青年拔尖人才计划”, 担任 *Microporous and Mesoporous Materials* 青年编委。



**报告摘要:** 全氟和多氟烷基物质 (PFASs) 因其极端的化学稳定性和疏水疏油特性, 被广泛应用于工业生产和日常消费品中, 被誉为“永久性化学品”。吸附法可通过静电相互作用、疏水相互作用、孔填充效应、氟-氟 (F-F) 相互作用和氢键作用吸附 PFASs, 因其操作简便、能耗低、效率高, 被视为最具应用前景的 PFASs 去除技术。然而, 现有研究大多聚焦于单一或少数几种相互作用, 关于多重相互作用的协同增效机制的探索仍然相对匮乏。本报告旨在将聚离子液体 (PILs) 和共价有机框架 (COFs) 应用于 PFASs 吸附去除领域, 通过对表面电荷、亲疏水性和氟亲和能力的精准调控, 系统研究多重相互作用的协同吸附机制, 为高性能 PFASs 吸附剂的理性设计提供新思路。

1. Liu, L.; Chen, ; Fang, X.; Zhou, C.; Li, C.; Ma, Z.; Liu, L.; Xie, Y.; Tu, S.; Li, J.; Yu, X. Environ. Sci. Technol. 2026, 60(8), 6684-6695.

## 天然阴离子调控过硫酸盐体系高效安全去除新污染物

王玉姣 1\*, 胡一舟 2

1 湖南省湘潭市雨湖区湘潭大学环境与资源学院

2 湖南省湘潭市雨湖区湘潭大学环境与资源学院

\*Email: (wyjmyhit@163.com)

**报告人简介:** 王玉姣, 博士, 硕士生导师, 湘潭大学环境与资源学院讲师, 毕业于哈尔滨工业大学。近年来主要从事废弃生物质资源化与多元化应用、活性 ROS 微界面反应机制及新污染物氧化降解及迁移转化方面的研究。主持及参与了湖南省自然科学基金项目、湖南省教育厅项目、国家自然科学基金、国家重点研发计划与国家生物能源工程研究中心基金等省级、国家级科研项目, 担任 Chem. Eng. J.、J. Environ. Sci. 学术期刊审稿人。研究成果以第一/共同作者在 Chem. Eng. J.、Environ. Pollut.、Sep. Purif. Technol.、Bioresource Technol. 等期刊发表 SCI 论文十余篇, 授权、申请专利 2 项。



**报告摘要:** 双酚类内分泌干扰物因环境持久性、生物毒性与风险隐蔽性, 被列为重点管控新污染物, 对生态系统与人类健康构成严重威胁。基于过硫酸盐 (PS) 活化的高级氧化技术, 传统上依赖活性自由基实现新污染物的氧化降解, 但现有研究表明, 天然水体中共存阴离子易与自由基发生副反应, 或被酚类物质淬灭, 显著抑制双酚类污染物的降解[1, 2]。本研究发现, 天然阴离子 (尤其是 1mM 浓度的磷酸盐与硝酸盐) 可有效调控锰基催化剂/PS 活化体系, 实现双酚 A 几乎 100% 的高效去除, 同时降低 PS 投加量, 将传统 PS 体系的适用 pH 提升至中性条件。通过活性氧物种捕获与淬灭实验证实, 磷酸盐与硝酸盐可分别诱导单线态氧与高价锰主导的非自由基氧化路径: 其中, 磷酸根通过强配位作用调控金属 d 轨道电子, 促进高价锰活性物种 Mn(IV)=O 的生成, 驱动双酚 A 经亲电加成-聚合路径实现去除; 硝酸盐则诱导活性氮物种生成, 并协同单线态氧, 使双酚 A 通过硝基化-β-裂解-羟基化路径完成安全降解。鉴于阴离子广泛存在于天然水体中, 本研

究为利用天然共存组分优化调控新污染物的高效、安全去除，提供了重要的理论依据与技术支撑。

## PPDs 类新污染物多介质环境赋存与跨介质迁移转化机制

姜楠 1\*, 张曦月 1, 李敏臻 1, 袁航 2

1 郑州大学生态与环境学院

2 郑州大学化学学院

\*Email: jiangn@zzu.edu.cn

**报告人简介:** 姜楠, 博士, 教授, 博士生导师, 硕士生导师, 河南省杰出青年科学基金获得者。研究方向: 新污染物跨介质迁移转化与风险阻断。主持国家级项目 4 项, 包括: 国家自然科学基金面上项目 2 项、国家自然科学基金青年基金 1 项, 国家重点研发计划子课题 1 项。2021、2023、2025 年获河南省科技进步二等奖三项。近几年以第一或通讯作者发表 SCI 期刊论文三十余篇, 授权专利近十项。

**报告摘要:** 对苯二胺 (PPDs) 是一类广泛应用于橡胶工业的合成抗氧化剂, 其在环境中的迁移、转化行为及潜在风险正日益受到关注。PPDs 在环境中可经历复杂的降解与转化过程, 生成毒性远超其母体化合物的醌类衍生物 (PPD-Qs), 并通过多种途径进入大气、水体、土壤及生物体等多介质环境, 对生态系统与人体健康构成严重威胁。本研究系统梳理了 PPDs 从轮胎磨损颗粒释放至多介质环境的迁移路径, 详细分析了其非生物转化与生物降解过程; 建立并优化了 PPDs 及 PPD-Qs 的靶向分析方法, 揭示了其在环境中的赋存特征与影响因素, 并对其潜在生态健康风险进行了定量评价。研究成果可为 PPDs 类新污染物的风险管控与科学管理提供理论支撑。

## 纳米中高熵铁氧体类芬顿催化剂高效降解有机污染物研究

艾建平 1, 2\*, 罗司玲 2, 王翼 2

1 江西科技师范大学材料与能源学院, 南昌 330013

2 江西科技师范大学材料表面工程江西省重点实验室, 南昌 330013

\*Email: 1020151005@jxstnu.edu.cn

**报告人简介:** 艾建平, 江西科技师范大学教授。聚焦于多孔材料功能化设计及其催化性能研究, 面向新能源、建筑材料制造业重点产业链。主持省部级以上纵向科研项目 6 项, 主持企业横向课题 2 项。以第一作者或通讯作者身份发表学术论文 20 余篇, 其中, 发表影响因子高达 16.8 的 TOP 期刊论文 1 篇, 发表 SCI 学术论文 7 篇, 发表封面论文 1 篇; 主持国家自然科学基金 2 项, 主持完成省级科研项目 4 项, 已获授权国家发明专利 3 项, 且这些专利都已实现实质性成果转化。



**报告摘要:** 采用低温溶剂热法合成了一种五组元高熵尖晶石铁氧体; 以此为基础, 采用移除一种阳离子的方法, 合成了一系列四组元中熵尖晶石铁氧体。系统探究其合成调控规律、结构特性以及类芬顿催化降解抗生素的效能与机理。结果表明, 在 180 °C 低温条件下, 通过调控 NaOH 浓度, 一步溶剂热法制备出单相中高熵尖晶石铁氧体。在前驱体 NaOH 浓度达到 0.62 mol/L 时, 合成五组元高熵尖晶石铁氧体  $(\text{Mn}_{0.2}\text{Co}_{0.2}\text{Ni}_{0.2}\text{Cu}_{0.2}\text{Zn}_{0.2})\text{Fe}_2\text{O}_4$  (MCNCZ),  $(\text{Mn}_{0.25}\text{Ni}_{0.25}\text{Cu}_{0.25}\text{Zn}_{0.25})\text{Fe}_2\text{O}_4$  (MNCZ) 等四组元中熵尖晶石铁氧体。由于四组元体系的构型熵降低, 需将前驱体 NaOH 浓度进一步提升至 1.24 mol/L 以抑制第二相  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  生成。同时, 发现 Ni 元素在物相稳定中发挥关键调控作用, 其存在可显著降低单相形成对碱浓度的依赖。MCNCZ/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 体系中主要活性物种为  $\cdot\text{OH}$ ,  $\text{HO}_2$  与  $\cdot\text{O}_2^-$  起辅助作用; MNCZ/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 体系中  $\cdot\text{OH}$ 、 $\cdot\text{O}_2^-$  与  $\text{HO}_2$  协同参与降解; 两类催化剂均通过多元变价金属离子的氧化还原循环协同作用, 持续活化 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 产生活性氧物种, 实现抗生素分子开环与矿化。

## 压电催化产 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 及其原位芬顿降解新污染物的效能与机理

江润仁<sup>1</sup>, 车慧楠<sup>1</sup>, 陆光华<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 河海大学环境学院

\*Email: jrr4047111@hhu.edu.cn

**报告人简介:** 江润仁, 河海大学环境学院青年教授、硕士生导师。主要从事新污染物处理技术开发及脱毒机制研究。主持国家自然科学基金、中国博士后科学基金特别资助等项目。以第一/通讯作者在 Nature Communications、Water Research、Applied Catalysis B: Environment and Energy 等期刊发表 SCI 论文 20 余篇, 授权国家发明专利 9 项。入选江苏省高等学校科学技术协会青年科技人才培养计划、河海大学“大禹学者”人才计划, 获得宝钢优秀学生特等奖、江苏省优秀博士学位论文、江苏省卓越博士后等多项荣誉。

**报告摘要:** 压电催化可利用自然界中水动力等机械力驱动产生活性氧, 用于新污染物降解, 具有绿色高效的优势, 但面临材料性能不佳、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 利用难及规模化应用受限等挑战。针对上述问题, 本研究开展了系列工作: 首先, 构筑 MXene 修饰与碘掺杂的钛酸铋复合材料, 协同利用体相极化电场与界面电子转移效应, 显著提升压电产 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 性能与选择性, 并有效降解抗生素及降低产物毒性。其次, 开发 Fe 掺杂 SnS<sub>2</sub> 压电材料, 构建原位芬顿体系, 实现 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 即时活化, 显著增强污染物降解效率, 并通过斑马鱼行为学分析验证了降解后溶液的毒性削减效果。最后, 以 ZnO 为模型揭示了晶面依赖的压电催化性能, 并搭建处理容量为 10 L 的 PVDF 膜反应装置, 耦合微纳气泡技术强化水动力冲击, 显著提升了双酚类污染物的降解效率, 为压电催化的规模化应用提供了可行方案。本研究为高效去除新污染物及削减毒性提供了新思路与技术支撑。

参考文献:

1. Jiang, Runren, Guanghua Lu, Min Wang, Yufang Chen, Jianchao Liu, Zhenhua Yan, and Haijiao Xie. "Lattice distortion SnS<sub>2</sub> piezoelectric self-Fenton system for efficient degradation and detoxification of pollutants." npj Clean Water 6, no. 1 (2023): 79.

2. Ruan, Xiaowen, Chunsheng Ding, Hao Cai, Runren Jiang\*, Minghua Xu, Depeng Meng, Guozhen Fang et al. "Bulk polarization fields and interfacial electron sink in MXene-modified iodine-doped Bi<sub>4</sub>Ti<sub>3</sub>O<sub>12</sub> enhance piezocatalytic H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> generation." Nature Communications (2026).

<https://doi.org/10.1038/s41467-026-70169-w>

## g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/RF 树脂异质结光催化-自芬顿体系降解抗生索的研究

朱兆连\*, 高学飞, 邓冉, 孙美慧, 冯炜

南京工业大学环境科学与工程学院, 江苏 南京, 211816

\*Email: zlnju@njtech.edu.cn

**报告人简介:** 朱兆连, 南京工业大学环境科学与工程学院副教授, 主要从事光电化学水处理技术研究。主持完成国家自然科学基金(51308284)、江苏省自然科学基金(BK2010559)和江苏省高校自然科学基金(10KJB6100044), 参与“水体污染控制与治理”国家科技重大专项(2014ZX07214-001)、国家 863 计划、江苏省科技成果转化专项资金(BA2009050)等国家和省市科研项目 10 余项, 完成企业委托横向课题 11 项。以第一/通讯作者发表学术论文 40 余篇, 授权国家发明专利 9 件, 获中国石油与化学工业协会科技进步一等奖和生态环境部科技进步一等奖各 1 项。



**报告摘要:** 为提升半导体材料可见光催化产 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的性能及其对抗生素类污染物的降解效果, 通过水热合法制备了 g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/RF 树脂 Z 型异质结催化剂, 在此基础上构建了 RF/CN (180)-0.2 光催化-自芬顿体系。结果表明, g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 导带 e<sup>-</sup>与 RF 树脂价带 h<sup>+</sup>分别通过两步单电子 ORR 和 WOR 路径合成 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 产量分别占 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 总产量的 66%-71%和 33-41%。构建的 RF/CN (180)-0.2 光催化-自芬顿体系对四环素 (TC) 降解率达 91.1%, 远高于单独光催化 (41.5%) 和单独 Fenton 氧化 (32.1%) 的效果, 降解速率比原始 g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 光催化体系提升了 20.3 倍。效果提升的原因在于 g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 导带上的光生 e<sup>-</sup>同时起到了促进 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 原位生成及加速 Fe<sup>3+</sup>/Fe<sup>2+</sup> 循环的作用, 驱动了 ·OH 和 ·O<sub>2</sub><sup>-</sup>持续产生。·OH 对抗生素等污染物的降解起主导作用, 同时反应过程产生的 ·O<sub>2</sub><sup>-</sup>以及 RF 树脂保留的 h<sup>+</sup>等对抗生素污染物的降解也发挥了重要作用。

1. JING M Y, ZHAO H, JIAN L, et al. Journal of Hazardous Materials, 2023, 449: 131017.
2. SHU Z P, LIU L H, TAN W F, et al. Environmental Science & Technology, 2019, 53(15): 8854.
3. LIU H Y, CHEN Y, YU Z X, et al. Journal of Alloys and Compounds, 2025, 1037: 182302.
4. ZHANG X D, WANG J, XIAO B B, et al. Applied Catalysis B: Environment and Energy, 2022, 315, 121525.

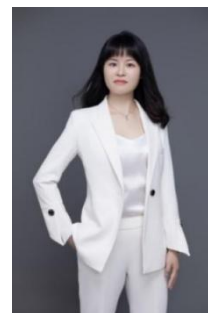
## 新型有机污染物去除机理研究

段阿冰 1, 刘俊杰 2, 段阿冰 3\*

1 湖南大学, 环境科学与工程学院

\*Email: duanabing@hnu.edu.cn

**报告人简介:** 湖南大学环境科学与工程学院副教授, 入选“香江学者”、“湖湘青年英才”。博士毕业于华南师范大学和美国加州大学洛杉矶分校, 师从顾凤龙和 K. N. Houk 两位教授, 香港科技大学博士后(合作导师: 林振阳教授)。长期致力于反应机理的理论研究, 聚焦特色反应的新机制与新模型构建, 以及机理导向的理论设计。以第一/通讯作者(含共同)在 Chem. Soc. Rev、J. Am. Chem. Soc.、Angew. Chem. Int. Ed. 等国际期刊发表论文 40 余篇。主持国家级、省级、市级等科研项目 11 项目。



**报告摘要:** 通过密度泛函理论(DFT)计算, 系统分析了多种新型有机污染物(如: 全氟化合物 PFAs、磺胺二甲基嘧啶 SMT、多菌灵 CBZ 及磺胺甲噁唑 SMX)的分子结构与电子性质, 预测了其反应活性位点, 并深入研究了超氧自由基( $\cdot\text{O}_2^-$ )、硫酸根自由基( $\text{SO}_4^{\cdot-}$ )、羟基自由基( $\cdot\text{OH}$ )等多种活性物种对污染物的自由基降解机理。并从分子层面阐明了不同自由基的活化模式及控制降解速率的关键因素, 合理解释并验证了相关实验现象, 从本质上揭示了反应过程与机理, 为优化降解技术路线、设计新型反应体系提供理论依据和理性指导。

参考文献:

1. Lai, Y.; Wang, Y.; Zhang, S.-Y.; Duan, A.\*; Chemosphere, 357 (2024), 141951.
2. Zhang, M.; Tang, L.; Duan, A.\*; Zhang, Y.\*; Xiao, F.; Zhu, Y.; Wang, J.; Feng, C.; Yin, N.; Chem. Eng. J., 452 (2023), 139068.
3. Li, M.; Yuan, X.\*; Lai, Y.; Qin, C.; Jiang, L.; Duan, A.\*; Wang, H.\*; J. Hazard. Mater., 460(2023), 132316.
4. Du, M.; Liu, X.; Wang, D.\*; Yang, Q.; Duan, A.\*; Chen, H.; Liu, Y. Wang, Q.; Ni, B.-J.; Water Res., 188 (2021) 116539.
5. Zhang, C.\*; Tian, S.; Qin, F.; Yu, Y.; Huang, D.\*; Duan, A.\*; Zhou, C.; Yang, Y.; Wang, W.; Zhou, Y.; Luo, H.; Water Res., 194 (2021) 116915. (高被引论文)
6. Zhang, C.\*; Wang, W.; Duan, A.\*; Zeng, G.; Huang, D.; Lai, C.; Tan, X.; Cheng, M.; Wang, R.; Zhou, C.; Xiong, W.; Yang, Y.; Chemosphere, 2019, 222:184-194. (高被引论文)
7. Qin, L.†; Zeng, Z.†; Zeng, G.†\*; Lai, C.\*, Duan, A.\*; Xiao, R.\*; Huang, D.; Fu, Y.; Yi, H.; Li, B.; Liu, S.; Zhang, M.; Jiang, D.; Appl. Catal. B Environ., 2019, 259(15), 118035.

## 缺陷调控聚合物界面 ROS 生成及污染物转化机制

曾滔\*

1 国科大杭州高等研究院, 环境学院, 杭州, 310024

\*Email: zengtao@ucas.ac.cn

**报告人简介:** 曾滔, 国科大杭州高等研究院, 教授, 博导。浙江省杰青、浙江省高校领军人才。主要围绕环境界面化学、环境催化、新污染物控制等方面展开研究, 主持国自然面上项目、浙江省基金杰出青年项目、浙江省基金重点项目等纵向; 以第一/通讯作者在 Nature Communications、Advanced Science、ACS Catalysis、Advanced Functional Materials、Environmental Science & Technology 等期刊上发表学术论文 88 篇, 他引 5100 余次, 单篇最高他引 553 次; 授权发明专利 13 件。获中国科学院院长奖, 浙江省自然科学三等奖, 任中国环境科学学会环境化学分会委员。受邀担任《Green Carbon》《ChemEngineering》《J. Environ. Health Res.》等期刊编委或青年编委。受聘浙江省环保产业协会第七届理事会专家, 以及巴塞尔公约亚太区域中心化学品和废物环境管理智库专家。



**报告摘要:** 通过缺陷、掺杂及形貌调控改性 CTFs 聚合物: 引入噻吩供体并暴露氰基受体, 制得 D-A 终端缺陷的 CTF-xTh; NaBH<sub>4</sub> 辅助剪切引入氰基缺陷和 B 掺杂得 CTF-SDs; 形貌调控与 Na 掺杂得三维蜂窝状 H-CTFs-Na; 羟基/氰基缺陷、碱金属掺杂及形貌调控得 H-CTF-OH-x。评估可见光下活化 PMS 降解有机微污染物 (如双酚 A、抗生素) 的性能与稳定性, 考察影响因素, 识别活性物种 ( $\cdot\text{OH}$ 、 $\text{SO}_4^{\cdot-}$  等), 改性后光降解效率显著增强。机制研究发现 D-A 缺陷优化能带结构、光捕获及富集能力, 促进载流子传输与活性物种生成; 协同元素掺杂获得更正的价带和电子离域; 结合形貌调控提供多孔结构, 增强光吸收并暴露活性位点, 加速污染物界面转化。

Sijia Jin; Wenxian Tan; Yilin Huang; Yi Wang; Zhiqiao He; Haiyan Zhang; Shuang Song; Yaqi Cai; Tao Zeng\*; Remote tuning of single-atom Fe-N5 sites via high-coordination defects for enhanced Fenton-like water decontamination, Nature Communications, 2025, 16(1): 10455

Xiaofeng Tang, Sijia Jin, Wei Li, Yingrong Wang, Haiyan Zhang, Zhiqiao He, Shuang Song, Yaqi Cai, Tao Zeng\* Regulation of Excitonic Behavior in Defective Acetylenic Polymers Enables Mechanism Switching in O<sub>2</sub> Activation for Enhanced Water Decontamination, Advanced Science, 2025, e11534.

Tao Zeng\*; Xiaofeng Tang; Xinyi Cai; Sijia Jin; Yi Zhu; Wenyu Xu; Shuang Song; Haiyan Zhang\*; Fluorinated defects engineered acetylenic polymers with separated active centers for switching the photosensitized activation pathway of peroxydisulfate, ACS Catalysis, 2024, 14(3), 1405 - 1418.

Shuqi Li; Xinming Jiang; Zhen Wang; Shuang Song; Zongwei Cai\*; Leung, Ken Cham-Fai\*; Tao Zeng\*;

Free-standing janus nanosheets: ultrafast self-assembly and versatile biphasic-application, *Advanced Functional Materials*, 2024, 34(26), 2309966.

Tao Zeng; Sijia Jin; Shuqi Li; Jiawen Bao; Zhiquan Jin; Da Wang; Feilong Dong; Haiyan Zhang\*; Shuang Song; Covalent triazine frameworks with defective accumulation sites: Exceptionally modulated electronic structure for solar-driven oxidative activation of peroxymonosulfate, *Environmental Science & Technology*, 2022, 56(13), 9474-9485.

Tao Zeng; Xiaofeng Tang; Zheqing Huang; Hong Chen; Sijia Jin; Feilong Dong; Jia He; Shuang Song; Haiyan Zhang\*; Atomically dispersed Fe - N4 site as a conductive bridge enables efficient and stable activation of peroxymonosulfate: active site renewal, anti-oxidative capacity, and pathway alternation mechanism, *Environmental Science & Technology*, 2023, 57(49), 20929-20940.

Shuqi Li; Zhiquan Jin; Weishun Lai; Haiyan Zhang; Da Wang; Shuang Song; Tao Zeng\*; Alkali and donor-acceptor bridged three-dimensional interpenetrating polymer networks boost photocatalytic performance by efficient electron delocalization and charge transfer, *Applied Catalysis B: Environmental*, 2021, 292, 120153.

## BiFeO<sub>3</sub> 基铁电极化阴极强化电催化还原硝酸根的性能和机理

李厚芬 1\*, 陈昊 1, 李瑞 1, 周爱娟 2

1 太原理工大学环境与生态学院, 山西 晋中 030600

2 太原理工大学土木工程学院, 山西 太原 030024

\*Email: lihoufen@tyut.edu.cn

**报告人简介:** 李厚芬, 太原理工大学环境与生态学院副教授、硕士生导师。研究方向为环境催化材料的设计及其水污染控制应用, 主持完成 1 项国家自然科学基金项目、1 项中国博士后科学基金面上项目、3 项山西省自然科学基金项目和 1 项山西省高等学校科技创新项目。近几年在国际权威期刊 *Applied Catalysis B-Environmental*、*ACS Applied Materials Interfaces*、*Advanced Functional Materials* 等以第一作者发表 SCI 学术论文 20 余篇, 其中包括 1 篇高被引论文, 获批第一发明人专利 2 项, 获山西省科学技术进步奖二等奖(7/8, 2023), 获 2019 年“三晋英才”青年优秀人才荣誉称号。



**报告摘要:** 电催化还原 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>反应的关键挑战在于 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸附困难与 N<sub>2</sub> 选择性差。本研究借助铁电极化对阴极表面性质的影响, 构建了不同的 BiFeO<sub>3</sub> 基铁电阴极材料—BiFeO<sub>3</sub>/Cu/Pd 与 BiFeO<sub>3</sub>/Cu/Ni, 系统考察它们对 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>还原反应性能的影响。实验结果表明, 经极化处理后, BiFeO<sub>3</sub>/Cu/Pd 阴极在 -1.4 V (vs Ag/AgCl) 条件下, 5 小时内 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>去除率达 100%, N<sub>2</sub> 选择性提升至 45.74%; BiFeO<sub>3</sub>/Cu/Ni 阴极在相同电位下, 3 小时内实现 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>的完全去除, 5 小时 N<sub>2</sub> 选择性达 46.76%; 均显著优于未极化样品(约 20%)。机理研究揭示, 两种体系均遵

循接力催化路径：Cu 优先将 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 还原为 NO<sub>2</sub><sup>-</sup>，随后由 Ni 或 Pd 进一步还原。铁电极化在催化剂表面形成局域正电荷中心，增强 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 吸附并加速还原动力学。DFT 计算结果表明，极化降低 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 吸附能垒及 N-N 耦合能垒，原位 DEMS 证实了脱氧与加氢过程。本工作验证了铁电极化能够与双金属协同相结合，为设计同类高效电催化阴极提供了参考。

## 基于亚酞菁的 S 型异质结的分子工程及光生电荷载流子分离机制

王冰 1, 李卓 2\* (宋体, 五号)

1 西京学院, 材料与能源科学技术研究院, 双碳技术研究所 (宋体, 五号)

3 香港浸会大学, 理学院

3 西北大学, 化工学院

\*wangbingphd@163.com

**报告人简介:** 王冰, 西京学院副教授, 香港浸会大学博后, 工学博士。研究主要聚焦于光化学/电化学工程、太阳能转化的分子设计与光伏组件, 以及理论计算指导的材料设计。具体研究兴趣包括光催化水分解制氢、光催化水净化以及单原子催化剂的开发。近年来, 主持多项由陕西省科技厅、教育厅等多项项目。以第一/通讯作者在 *Advanced Functional Materials*、*Advanced Science*、*Applied Catalysis B* 等期刊发表论文 20 篇。担任 *Chinese Chemical Letters* 期刊第五届青年编委。



**报告摘要:** 本报告聚焦于亚酞菁基 S 型异质结的分子工程策略, 系统研究了其界面结构对光生电荷载流子分离效率的调控机制。通过轴向官能团修饰调控亚酞菁的分子轨道能级和组装行为, 并利用范德华力、氢键、界面键合等相互作用机制, 成功构建了一系列 S 型异质结光催化剂。研究表明, 精确控制界面化学环境能显著促进光生电荷载流子的空间分离和迁移。相关成果已发表于 *Advanced Functional Materials*、*Advanced Science* 和 *Applied Catalysis B* 等高水平期刊。本工作为深入理解 S 型异质结界面电荷转移动力学、推动有机-无机光催化体系的发展提供了理论基础和实验支持。

[1] Bing Wang, XiangBo Feng\*, Yao Liu, XinYi Wang, EnZhou Liu, YuZhen Zhao\*, ZongCheng Miao, Zhuo Li\*, *Adv. Sci.*, 2025, 12, 202522285.

[2] Bing Wang, Yao Liu, YuZhen Zhao\*, EnZhou Liu, Zhuo Li\*, and ZongCheng Miao\*, *Adv. Funct. Mater.*, 2025, 35, 2507648.

[3] Zhuo Li, EnZhou Liu, Carlota Bozal-Ginesta, HaiXia Ma, HuiYong Chen, Bing Wang\*, *Appl. Catal. B*, 2025, 379, 125713.

[4] PengJiang Chao, Bing Wang\*, WenYu Luo, EnZhou Liu, HaoTian Wu, LinYu Jiao, JianLi Li, HaiXia Ma, Chengyi Dai, Zhuo Li\*, *Appl. Catal. B*, 2025, 379, 125694.

[5] Shengqian Liang, Min Ma, Zheng Zheng, Jiahang Song, Yijian Zhou, Enzhou Liu, Haixia Ma, Bing Wang\*, Bo Zhou, Yan Nie, Zhuo Li\*, *J. Mater. Sci. Technol.*, 2025, 219, 75-90.

## 铜基催化剂的形貌与组分调控及其电催化一氧化氮还原产氨性能研究

张耀宇 1\*, 盛重义 1\*

1 南京师范大学, 南京, 中国, 210023

\*Email: ( yaoyuzhang@njnu. edu. cn)

**报告人简介:** 张耀宇, 博士毕业于浙江大学, 现为南京师范大学环境学院特聘副研究员。研究方向为含氮废气催化降解及资源化转化, 迄今共发表 SCI 论文三十余篇, 以第一作者或通讯作者在 Nature Communications、Environmental Science & Technology、Chemical Engineering Journal 等 SCI 期刊上发表论文 13 篇。



**报告摘要:** 氮氧化物的高效净化与资源化是环境催化领域的重要课题。本研究围绕电催化一氧化氮还原 (NORR) 合成氨, 系统探究了铜基催化剂的价态效应、孔道结构调控及多活性中心协同机制对催化性能的影响。首先, 通过调控铜的价态发现,  $\text{Cu}^+$  位点能优化  $\text{NO}$  吸附与活化, 将决速步 ( $*\text{NO} \rightarrow *\text{NOH}$ ) 能垒降至 0.65 eV,  $\text{Cu}_{20}$  纳米片在中性电解液中氨产率达  $115.29 \mu\text{mol cm}^{-2} \text{h}^{-1}$ , 法拉第效率为 75.68%。其次, 针对低浓度  $\text{NO}$  传质问题, 构筑了孔径 240 nm 的多孔  $\text{Cu}_{20}$  微球, 其疏水表面与缺陷阶梯结构在流动池中实现 95% 的法拉第效率及  $127.76 \mu\text{mol cm}^{-2} \text{h}^{-1}$  的氨产率。进一步通过原位掺杂构筑 Ru 单原子耦合亚纳米团簇催化剂 ( $\text{CuRu-SAs/Cs}$ ), 利用氢吸附与溢流协同效应, 在流动池  $-0.2 \text{ V}$  下法拉第效率高达 96%, 氨产率达  $74.82 \mu\text{mol cm}^{-2} \text{h}^{-1}$ ,  $\text{Zn-NO}$  电池功率密度提升至  $2.82 \text{ mW cm}^{-2}$ 。本研究揭示了铜基催化剂的构效关系, 为高效 NORR 催化剂设计及绿色合成氨提供了理论依据。

参考文献:

Electrocatalytic Nitric Oxide to Ammonia over Copper-Based Nanosheets: Insights into the Critical Role of Chemical States[J]. Chemical Engineering Journal, 2025, 521: 166369.

## 光热纳米反应器的设计合成及其光热协同催化机理研究

**报告人简介:** 肖亚威, 工学博士, 海南自由贸易港拔尖人才 (D 类), 海南省科技特派员。2024 年毕业于云南大学材料科学与工程专业, 同年加入海南大学化学化工学院, 主要从事光热纳米反应器的设计及其催化机理研究。以第一作者在 Coord. Chem. Rev.、Nano Energy、Chem. Eng. J. 等材料化学领域知名期刊发表 SCI 论文 20 余篇。主持国家自然科学基金、海南省重点研发 (揭榜挂帅) 项目、海南省自然科学基金等。

**报告摘要:** 光致热效应在光催化反应中具有不可忽视的作用。然而, 设计能够协同利用光和热的先进光催化剂仍具有挑战性。我们首先基于调控光催化反应驱动力设计了一种等离子体超光热 S 型异质结纳米反应器。

$\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 和 Au 量子点作为内外双热源向 g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 传递热量,同时  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 与 g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 之间的内建电场驱动电子向 g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 转移,Au/ $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>@g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 纳米反应器中的热量和光生电子集中在 g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 上以促进光催化质子还原反应。在后续研究中,我们考虑到在催化剂表面的热量会在温度梯度作用下耗散在周围介质中,难以在表面维持稳定的高温环境。为了克服固液界面的温度梯度对催化活性的影响,我们设计了具有介孔双壳层的空心光热纳米反应器,将反应活性位点设计在空腔内部以减少固液界面的温度梯度对催化性能的影响。反应器的纳米空腔中仅有少量液体需要加热,很容易产生局部高温环境,可以促进传质并提高化学反应速率。这种在纳米反应器中充分发挥光热效应和异质结的优势,实现高效光热催化反应的策略为开发先进的光热协同催化体系提供了新思路。

## 金属-半导体复合界面的构建及光电功能化应用

马波 1, 2\*, 马改兰 1, 黄国强 1

1 宁夏银川市文昌北街 204 号, 北方民族大学

1 宁夏银川市文昌北街 204 号, 贺兰山实验室

\*Email:boma@nmu.edu.cn

**报告人简介:** 马波, 北方民族大学讲师, 硕士生导师, 2020 年 9 月在西安交通大学获得材料科学与工程博士学位, 2020 年 10 月进入北方民族大学材料科学与工程学院。目前研究方向为纳米功能材料的合成制备及性能优化, 在碳化硅及铜基氧化物半导体的设计合成及其光电催化性能等方面开展了系列研究工作。主持宁夏重点研发计划项目、宁夏自然科学基金项目等省部级科研项目 4 项, 横向项目 1 项, 近年来在 *Chemical Engineer Journal*、*Biosensors and Bioelectronics*、*Applied Surface Science* 等刊物上发论文 12 篇。

**报告摘要:** 能源短缺和环境问题是全球需要面临的共同问题, 目前应用半导体光的光电性能解决上述问题具有较高潜在价值。但是单一半导体材料由于较强的载流子复合作用, 在使用过程中往往会受到一些限制, 因此常将金属与半导体材料组合形成复合界面, 一方面将实现载流子有效分离, 另一方面可以利用金属表面等离子体共振效应产生的高能电子, 进一步增强材料光电性能。通过简单的液相反应使金属与常用半导体粉体材料 (Cu<sub>2</sub>O、ZnO 等) 结合, 构建核壳、空心、多维组合等异质结构, 形成金属-半导体复合界面。结果表明多相异质结构颗粒的复合界面具有独特的协同作用, 如金属纳米颗粒的 LSPR 效应, 核壳、空心结构的漫反射增强效应, 以及金属载体的强相互作用, 多效应同时促进载流子的产生和分离, 从而有效增强金属-半导体复合材料的光电性能, 为其在污染物降解、抗菌、产氢等方面的应用提供了新的潜力。

1. Ma, B.; Xu, Q.; Yao, H.; et al. *J. Photoch. Photobio. A.* 2024, 446: 115100.

2. Ma, B.; Ma, G.; Xu, Q.; et al. *Appl. Surf. Sci.*, 2025, 690: 162656.

## 过硫酸盐非均相催化-电催化氧化耦合体系去除腐殖酸的效能与机制

郑砚石<sup>1</sup>, 梁佳雨<sup>2</sup>, 裴建川<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> 通讯地址: 浙江农林大学环境与资源学院, 碳中和学院, 杭州 311300

\*Email: jcp2012@zafu.edu.cn

**报告人简介:** 郑砚石, 2023年毕业于哈尔滨工业大学市政工程专业, 获工学博士学位, 现工作于浙江农林大学环境与资源学院, 主要从事环境友好型高级氧化催化材料的开发及应用。迄今, 在国际知名环境类期刊共发表 SCI 论文 21 篇 (Applied Catalysis B: Environmental, Journal of Hazardous Materials, Chemical Engineering Journal 等), 其中第一作者或通讯作者 6 篇, ESI 高被引论文 2 篇, h 指数达到 16。

**报告摘要:** 垃圾渗滤液膜浓缩液中富集大量腐殖质类难降解有机物, 其结构复杂、生物可降解性低, 是制约垃圾渗滤液全量化处理的关键因素。过硫酸盐高级氧化体系可有效去除腐殖质, 但传统过硫酸盐活化体系存在活性位点有限、持续氧化能力差及有机物矿化效率低等问题。基于此, 本研究以腐殖酸为代表性腐殖质, 以高含氮量 g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 为前驱体, 构建碳纳米管限域 Co-Ni 核壳催化剂, 并建立两段式“过硫酸盐非均相催化-电催化氧化”耦合体系, 实现腐殖酸持续深度矿化。结果表明, 富含氮活性位点的 Co<sub>1</sub>Ni<sub>3</sub>@CNTs-700 具有优异的 PDS 活化性能, 可通过双底物活化机制同步实现 HA 氧化与 PDS 活化。界面形成的表面活化态 PDS\* 优先诱导腐殖酸大分子解聚、侧链断裂和初级氧化, 进而强化电催化阶段中间产物去除。基于该协同作用, 耦合体系实现 90.95% 的腐殖酸去除; 连续运行 60 h 后, TOC 去除率仍达 76.2%, 显示出良好的稳定性与工程应用潜力。本研究为腐殖质类有机物深度矿化提供了技术路径与机制依据。

## 压电 MOFs 及其衍生催化剂: 从材料设计到多场景应用

**报告人简介:** 赵世印, 博士, 本科硕士毕业于中南大学, 博士毕业于澳门大学, 2021 年加入国防科技大学理学院, 长期从事多孔材料设计及应用, 致力于利用清洁能源实现对环境污染的治理以及化学毒剂的防护。

**报告摘要:** 压电催化可将机械能转化为化学能, 但传统无机压电材料存在结构刚性、活性位点有限、电荷复合快等瓶颈。金属有机框架(MOFs)具有高比表面积和可调控结构, 但其压电活性长期被忽视。本研究以 UiO-66 为模型体系, 通过配体极性调控与异质结构构建, 系统提升 MOF 压电响应与催化效率, 拓展其在能源、环境及公共安全领域的应用。

主要研究内容:

1. 配体工程调控 MOF 压电性

通过微波辅助水热法合成系列功能化 UiO-66。发现氟化配体 (BDC-F<sub>4</sub>) 可诱导晶格膨胀、带隙收窄 (2.78 → 2.43 eV)，并通过 F 与 μ<sup>3</sup>-OH 氢键增强极化，使压电响应从 17 mV 提升至 ~50 mV，为后续应用奠定基础。

## 2. 能源转化：机械驱动产氢

UiO-66-F<sub>4</sub> 纳米片在超声条件下 (110 W, 40 kHz) 实现 178.5 μmol g<sup>-1</sup> (5 h) 的产氢速率，较母体提升 >100 倍，且循环稳定性优异。[1]

## 3. 环境治理：污染物降解与重金属还原

有机污染物：UiO-66-F<sub>4</sub> 对罗丹明 B 降解率达 95%，·OH 为主要活性物种。[2]

Cr(VI) 还原：构建 ZnO@UiO-66-F<sub>4</sub> 异质结，压电响应提升至 ~1000 mV，导带电位降至 -0.91 V，实现 <15 秒内 99.9% Cr(VI) 还原，创 MOF 基材料最快纪录。[3]

## 4. 公共安全：化学战剂模拟物解毒

首次将压电 MOF 用于神经性毒剂模拟物 DMNP 的机械增强解毒。超声使反应速率常数提升 45%，半衰期缩短至 10.58 min；第一性原理计算揭示机械应力通过带隙展宽促进活性氧生成。

## 结论

建立了“配体极性-晶体极化-能带结构-催化性能”的构效关系，为压电 MOF 的理性设计提供理论依据，在能源转化、环境修复和公共安全领域展现出广阔应用前景。

# 等离子体增强铋基光催化剂的构建及其水体抗生素降解与生态安全性研究

梁乾伟<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup> 浙江师范大学地理与环境科学学院，金华，321004

<sup>2</sup> 浙江省全省流域环境数智监测与修复重点实验室，浙江金华 321004

\*Email: qwliang@zjnu.edu.cn

**报告人简介：**梁乾伟，浙江师范大学地理与环境科学学院副教授，硕士生导师。主要从事环境功能材料开发及其在水体重金属、新污染物光催化/电催化高效去除方面的研究。目前在国内外权威期刊发表论文 50 余篇，其中以第一/通讯作者发表 SCI 论文 30 余篇。主持国家自然科学基金青年基金，金华市科技项目等多项。担任 Advanced Powder Materials (IF 24.9)、Progress in Natural Science: Material International (IF 7.1)、Carbon Neutralization (IF 12)、稀有金属等期刊青年编委。

**报告摘要：**针对水体抗生素残留引发的严峻生态与健康风险，以及传统光催化剂可见光利用率低、光生载流子复合严重的技术瓶颈，本报告系统开发了两类铋基等离子体光催化材料的研究工作。通过原位还原策略，分别构建了 Bi/CAU-17 异质结与 Bi/BiOBr 纳米花光催化剂，借助金属 Bi 的表面等离子体共振效应与材料内建电场的协同作用，显著拓宽了可见光响应范围，实现了光生载流子的高效分离。优化后的材料可分别在 60

min 内实现 99.6% 盐酸四环素降解、20 min 内完成 100% 诺氟沙星去除，反应速率较基体材料大幅提升。研究明确了核心活性物种与抗生素降解脱毒路径，证实材料在实际水体中具备优异稳定性与降解活性，生态毒性评估验证了降解过程的环境安全性，为水体抗生素污染治理的高效光催化技术发展提供了理论与实验支撑。

参考文献：

1. Shuo Song, Zilong Meng, Anqi Du, Ping Liu, Kelong Li, Xinyu Zhang, Weifeng Kong, Qianwei Liang\*, Jianrong Chen\*. *J. Mater. Chem. A*, 2025, 13, 31684 – 31698.
2. Zilong Meng, Shuo Song, Xinyu Zhang, Kaidi Zhang, Kelong Li, Weifeng Kong, Qianwei Liang\*, Jianrong Chen\*. *J. Environ. Chem. Eng.*, 2025, 13:118291.

## 动态 Fe<sup>2+</sup>/Fe<sup>3+</sup> 活性位点实现光催化苯甲醇选择性氧化与 CO<sub>2</sub> 还原反应同步增值转化

**报告人简介：** 雷奔，讲师，重庆交通大学，师从董帆教授。近五年从事大气污染控制、环境与能源催化界面反应机制方面研究。以第一作者在国内知名期刊 ACS Catalysis、Science Bulletin、Research、Journal of Catalysis、Nano Research、Small、Energy Environmental Materials、科学通报等发表论文 8 篇，H-index 为 18。

**报告摘要：** 太阳能驱动 CO<sub>2</sub> 光还原被认为是实现可持续燃料与高附加值化学品生产的途径之一。然而，反应过程中涉及复杂的质子耦合多电子转移效率和氧化半反应缓慢的动力学过程，严重制约反应性能提升。针对上述关键瓶颈问题，通过理性催化剂设计，制备二茂铁甲酸功能化修饰 Cs<sub>3</sub> Sb<sub>2</sub> Br<sub>9</sub> 纳米晶 (CSB-Fc NCs)，实现了在可见光驱动下苯甲醇选择性氧化与 CO<sub>2</sub> 还原反应同步增值。CSB-Fc NCs 展示优异催化效率：CO<sub>2</sub> 还原速率提升至 45.56 μmol g<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> (CO 选择性达 97.9%)；同时，苯甲醇转化率提升 5.8 倍，苯甲醛选择性达到 97.7%。原位拉曼光谱与紫外-可见漫反射光谱表征结果表明，Fc 中动态可逆 Fe<sup>2+</sup>/Fe<sup>3+</sup> 氧化还原循环构成了催化反应的真实活性中心，有效调控反应物分子的吸附与活化行为。值得注意的是，结合原位衰减全反射傅里叶变换红外光谱 (ATR-FTIR)、气相色谱-质谱联用 (GC-MS) 及氘代苯醇与 <sup>13</sup>C<sub>2</sub> 同位素标记实验，明确揭示苯环上羟基在 Fe<sup>2+</sup>/Fe<sup>3+</sup> 位点生成活性氢质子，促进高效 CO<sub>2</sub> 光还原转化。本工作不仅丰富动态活性位点演变机制的认识，还实现光催化氧化-还原同步增值转化。

## 第五会场-报告摘要

### 多孔 MOF 基催化剂活性位点的化学调控

谷晓俊\*

内蒙古大学化学化工学院，内蒙古呼和浩特市大学西路 235 号，010021

\*Email: xiaojun.gu@imu.edu.cn

**报告人简介:** 谷晓俊，内蒙古大学教授，博士生导师，研究生院院长，教育部新世纪优秀人才支持计划入选者，内蒙古青年科技奖获得者。科研立足于国家和内蒙古在能源和稀土领域的需求，围绕能源小分子催化转化开展工作。在 *Angew. Chem. Int. Ed.*、*Adv. Mater.*、*J. Am. Chem. Soc.* 等国际知名学术期刊上发表论文 80 余篇。担任中国能源学会第四届理事会理事、中国稀土学会第七届稀土晶体专业委员会委员、内蒙古石油和化学工业协会副会长、内蒙古低碳催化重点实验室主任等。



**报告摘要:** 随着化石资源日渐枯竭，利用高效的能源科学与技术，将 H<sub>2</sub>O、CO<sub>2</sub> 和 N<sub>2</sub> 转化为燃料和高附加值化学品具有重要意义，而设计合成高效的多相催化剂是实现上述转化的关键。基于此，我们以金属-有机框架 (MOF) 为模板，采用静电纺丝、原子迁移俘获等方法设计合成了一系列氮掺杂碳为基质的多孔金属单原子/簇催化剂，并系统研究了它们光/电/等离子体催化 H<sub>2</sub>O、CO<sub>2</sub> 和 N<sub>2</sub> 的性能[1-11]。结果表明，通过调控模板的结构和种类，可以控制缺陷、中空、多孔纤维状过渡金属催化剂中金属位点的配位结构、金属位点与载体之间的相互作用、金属位点与催化底物在催化剂表面的活化方式，进而促进 H<sub>2</sub>O、CO<sub>2</sub> 和 N<sub>2</sub> 的转化效率大幅提升。理论计算结果表明，载体中杂原子掺杂能够降低催化反应决速步骤的能垒，利于活性位点强化对反应中间体的吸附，进而促进催化反应高效进行。此外，通过对催化剂结构、电子行为与催化性能的系统研究，提出了新的光/电催化小分子转化反应机制。

Gao, R.; Zhang, J.; et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2025, 64: e202505948

[2] Wang, X.; Gao, R. et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2025, 64: e202501297.

[3] Wang, X.; Fan, G. et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2024, 63: e202404258.

[4] Wang, D., Fan, G. et al., *Adv. Mater.*, 2024, 36: 2408580.

[5] Guo, S.; Fan, G. et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2024, 63: e202409698.

[6] Han, Y.; Fan, G. et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2024, 63: e202406007.

[7] Li, Y.; Guo, Y. et al., *Angew. Chem. Int. Ed.* 2024, 63: e202317572.

[8] Zeng, Y.; Pei, H. et al., *Angew. Chem. Int. Ed.* 2023, 62: e202312145.

[9] Li, Y.; Guo, Y. et al., *Angew. Chem. Int. Ed.* 2023, 62: e202310847.

[10] Pei, Z.; Zhang, H. et al., *Adv. Mater.* 2023, 35: 2306047.

[11] Xu, Y.; Fan, G. et al., *Angew. Chem. Int. Ed.* 2023, 62: e202303529.

## 表界面调控提升光解水及污染物转化研究

李喜宝\*

1 南昌航空大学, 330063, 南昌

\*Email:lixibao@nchu.edu.cn

**报告人简介:** 李喜宝, 教授, 博士生导师。江西省杰青, 江西省主要学科学术和技术带头人领军人才, 国际先进材料学会会士 (IAAM Fellow), 斯坦福大学全球前 2% 顶尖科学家年度及终身科学影响力榜单。担任中国感光学会光催化专业委员会委员, Chinese Chemical Letter、Acta Physico-Chimica Sinica 等期刊高级编委和编委, 科技部、基金委、教育部学位评审专家。以第一或通讯作者在 Adv. Mater., Adv. Funct. Mater., ACS Catal., Appl. Catal. B, Nano Energy, 中国科学等国内外期刊上发表学术论文 100 余篇, 30 余篇入选 ESI 高被引论文和热点论文, 单篇最高引用 1000 余次。参与制定国家标准 1 项。先后获得省部级科技奖 4 项。



**报告摘要:** 针对光催化技术的载流子易复合等瓶颈问题, 从光催化剂的微结构设计及构建、表界面增益及催化反应调控入手, 提出高低异质结 (high-low heterojunction) 新概念及新机制, 探索了提高异质结表界面反应及电荷载流子分离及定向迁移率的新原理和新技术, 在异质结光催化材料表界面微结构调控新方法 with 理论、功函量化表征与调控新技术、高低异质结界面电荷选择性定向迁移机制等方面取得系列研究进展。

1. Li, X. B.; Wan, Y. Y.; Xie, Y.; et al. Adv. Funct. Mater. 2025, e23047.
2. Li, X. B.; Han, T.; Zhou, Y. T.; et al. Appl. Catal. B. 2024, 350, 123913.
3. Li, X. B.; Hu, Y.; Dong, F.; et al. Appl. Catal. B. 2023, 325, 122341.
4. Li, X. B.; Liu, Q.; Deng, F.; et al. Appl. Catal. B. 2022, 314, 121502.
5. Xiong, J.; Li, X. B.; Huang, J.; et al. Appl. Catal. B. 2020, 266, 118602.

## 无定形分子筛导向制备 MFI 纳米片及非传统晶化机理研究

张强 1, 2\*

1 吉林大学化学学院无机合成与制备化学全国重点实验室, 长春, 130012

2 吉林大学未来科学国际合作联合实验室, 长春, 130012

\*Email: qiangz@jlu.edu.cn

**报告人简介:** 张强, 吉林大学未来科学国际合作联合实验室, 研究员, 第五批吉林省青年科技人才托举工程入选者。研究方向为分子筛材料定向合成、晶化机理以及



催化应用研究。作为项目负责人/骨干，承担国家自然科学基金、吉林省重大项目和科技部重点研发计划等多项国家级/省部级课题。以第一/通讯作者（含共同）在 Chem. Rev.、J. Am. Chem. Soc.、Adv. Mater.、Angew. Chem. Int. Ed.、CCS Chem.、Chin. J. Catal. 等杂志发表论文 19 篇。

**报告摘要：**分子筛非传统晶化路线是以纳米颗粒为生长单元，经由颗粒聚集、融合生长等过程形成微孔晶体材料。传统水热合成体系复杂，离子、分子、团簇、纳米颗粒并存且相互作用，为研究分子筛生长动力学及非传统晶化机制带来阻碍。此外，分子筛材料的水热合成受模板剂、凝胶组成及晶化方式等诸多因素影响，导致其定向合成充满挑战[1, 2]。

基于此，我们采用水热合成方法制备出无定形分子筛前体原料（Protozeolite, PZ），探究分子筛晶化机制及开发分子筛材料定向合成策略：（1）通过机械球磨处理调变无定形分子筛硅羟基分布，在表面能最小化的驱动下，无定形分子筛薄片优先沿着具有高硅羟基密度的高曲率侧面融合生长，高分辨透射电镜表征技术为非传统融合生长过程提供了直接证据[3]。（2）进一步以 PZ 为晶种，制备出具有良好结晶度、单晶特性以及面/高比可调控的 MFI 分子筛纳米片，所制备的 ZSM-5 分子筛纳米片展现了更长的催化寿命（76 h）和更高的丙烯/乙烯比例（11.0）。（3）采用无定形分子筛晶种导向的合成方法，制备了 PtZn@S-1 催化剂，所制备的 PtZn@S-1 催化剂在 550 °C 和 WHSV = 4.5 h<sup>-1</sup> 条件下，其丙烷转化达到 50%（接近该条件下的热力学平衡转化率）。本工作不仅揭示了界面融合的非传统分子筛晶化机制，也提供了高效且低成本的分子筛合成策略，对推动沸石分子筛晶化机理的研究及定向合成的发展具有重要意义。

1. Zhang, Q.; Mayoral, A.; Terasaki, O.; Yu, J.-H. et al. J. Am. Chem. Soc. 2019, 141, 3772.
2. Liu, Y.-H. Zhang, Q.; Yu, J.-H. et al. Angew. Chem. Int. Ed. 2022, 61, e202205716.
3. Zhang, Q.; Xu, J.; Yu, J.-H. et al. J. Am. Chem. Soc. 2023, 145, 21231.

## 光驱动 CO<sub>2</sub> 资源化：TiO<sub>2</sub> 基高效催化剂活性位点的理性构筑

贾长超\*

青岛科技大学，青岛，266042

\*Email: jiachangchao@qust.edu.cn

**报告人简介：**贾长超，青岛科技大学副教授，硕士生导师。中国化学会、中国化工学会、中国感光学会会员。长期从事半导体纳米材料可控合成及能源环境催化领域，聚焦于纳米材料光催化，已在 Adv. Funct. Mater.、Chem. Eng. J.、Sci. China Chem.、Small、Carbon. 等期刊发表 SCI 学术论文 40 余篇，授权发明专利 10 余项。主持山东省自然科学基金青年项目、中国博士后面项目、青岛市自然科学基金原创探索项目等 5 项。获 2019 年山东省优秀博士学位论文。

**报告摘要：**探索高效光催化剂以促进 CO<sub>2</sub> 还原生成高附加值化学品具有重要的研究意义。作为反应底物的 CO<sub>2</sub>

与 H<sub>2</sub>O 分子，其在催化剂表面的吸附与相互作用行为显著影响催化产物的产率。因此，合理设计与构建光催化剂的活性位点，对提升 CO<sub>2</sub> 光催化还原性能具有关键作用。

由于 CO<sub>2</sub> 分子在催化剂表面通常表现出较弱的吸附能力，导致其活化困难，限制了还原反应的高效进行。构筑表面受阻路易斯酸碱对 (FLPs) 可有效增强 CO<sub>2</sub> 的吸附与活化能力。在工作 1 中，通过钙钛矿微米立方体的原位拓扑转化方法，首次在锐钛矿相 TiO<sub>2-x</sub> 空心盒结构表面成功构建了 FLPs。该 FLPs 由氧空位 (路易斯酸位) 与邻近表面羟基 (路易斯碱位) 协同形成，在 CO<sub>2</sub> 气体捕获、活化及选择性还原为 CO 的过程中展现出优异的催化活性。在水相体系中进行光催化 CO<sub>2</sub> 还原时，催化剂因分散于水环境中而与大量 H<sub>2</sub>O 分子接触，导致析氢副反应竞争剧烈，严重抑制目标产物的生成效率。在工作 2 中，通过对 TiO<sub>2</sub>-B 超薄催化剂表面引入过氧化氢进行微环境调控，有效抑制析氢副反应，显著提高 CO 的产率。针对光生载流子复合速率快和表面反应动力学迟缓两大关键挑战，在工作 3 中采用双金属有机框架 (BMOFs) 前驱体经原位拓扑转化构建活性位点，并结合应变工程实现电子结构优化，从而提升整体催化性能。进一步地，利用螯合剂精确控制活性金属物种的负载量，实现了 Ni 单原子位点的精准构筑。该单原子位点与载体晶格应变产生协同效应，显著增强了水相体系中 CO<sub>2</sub> 还原的产率与选择性。此外，通过调控应变 TiO<sub>2-x</sub> 材料表面单原子与纳米颗粒活性位点的分布，实现了对合成气 (CO 与 H<sub>2</sub>) 产物比例的可控调节。

参考文献:

- [1] Ren, S.; Hao, H.; Fan, Y.; Li, J.; Tian, F.; Liu, J.; Jia, C.\*. *Adv. Funct. Mater.*, 2026, 36, e15558.
- [2] Jia, C.; Gao, A.\*; Liu, J.\*; et al. *Adv. Funct. Mater.*, 2024, 34: 2311663.
- [3] Jia, C.\*; Kan, X.; Liu, J.\*; et al. *Chem. Eng. J.*, 2022, 427:131554.
- [4] Lin, G.; Zhang, Y., Hua, Y.; Zhang, C.; Jia, C.; Ju, D.\*; Li, P.\*; Liu, J.\*; et al. *Angew. Chem. Inter. Ed.*, 2022, 61: e202206283.
- [5] Gao, A.; Wan, B.; Ren, S.; Jia, C.\*; Liu, W.; Han, X.; Xing, F.; Liu, J.\*. *Small*, 2025, 21: 2411690.

## 单原子催化剂的性能提升策略

张健康 1\*, 覃勇 2

1 西北工业大学 生物与催化交叉研究中心, 西安

2 青岛科技大学 材料科学与工程学院, 青岛, 266042

\*Email: zhangjiankang@nwpu.edu.cn

**报告人简介:** 张健康, 西北工业大学长聘副教授, 2018年毕业于中国科学院大学(中科院山西煤化所), 师从覃勇研究员/教授。主要从事 ALD 方法及应用、催化剂的理性设计合成、催化加氢/制氢、纳米酶催化等方面的研究。以第一或通讯作者在 *Angew. Chem. Int. Ed.*、*Nat. Commun.*、*Adv. Mater.*、*JACS Au*、*Sci. Bull.*、*ACS Nano*、*ACS Catal*、*Appl. Catal. B: Environ.* 等期刊上发表论文 40 余篇。主持国家自然科学基金面

上项目及青年项目、国家“博新计划”、陕西省及山东省自然科学基金以及西北工业大学“翱翔新星”等青年人才项目。

**报告摘要:** 单原子催化剂因其最大化的金属原子利用率和独特的催化性能而倍受关注。需要指出的是单原子催化剂在诸多反应(尤其是涉及多中间产物或多步骤的反应)中呈现出不尽人意的表观活性。引入第二种活性组分可改变原金属原子的配位环境及电子状态,并可增加新的活性位点种类及数量。为此,我们利用原子层沉积(ALD)合成了一系列原子级分散的双组份催化剂及团簇催化剂以提升单原子催化剂的性能。

参考文献:

1. Zhang, J.; Pan, Y.; Feng, D.; Cui, L.; Zhao, S.; Hu, J.; Wang S.; Qin, Y. et al. Adv. Mater. 2023, 35, 2300902.
2. Xu, H.; Lin, D.; Lv, Z.; Zhao, X.; Xiao, J.; Cui, L.; Zhang, J.; Yuan, J.; Feng, X.; Qin, Y.; Zhang, J. JACS Au, 2025, 5, 250–260.
3. Zhang, J.; Ma, Y.; Yang, J.; Feng, D.; Zhao, X.; Xu, H.; Zhao, S.; Tian, J.; Ma, Y.; Qin, Y. ACS Nano 2025, 19, 39701–39713.
4. Zhang, J.; Li, S.; Feng, Y.; Zhao, X.; Qin, Y.; Hu, J. ACS Nano 2026, 20, 8803–8811.
5. Zhang, J.; Qiao, P.; Hu, J.; Han, X.; Feng, D.; Xu, H.; Zhao, X.; Zhong, J.; Tuo, Y.; Qin, Y.; Xu, C. Sci. Bull. 2026, 71. <https://doi.org/10.1016/j.scib.2026.01.006>.

## 基于 SMSI 强化单原子催化剂稳定性的合成策略

刘伯阳 1\*

1 南京理工大学, 南京, 210094

\*Email: liuby@njust.edu.cn

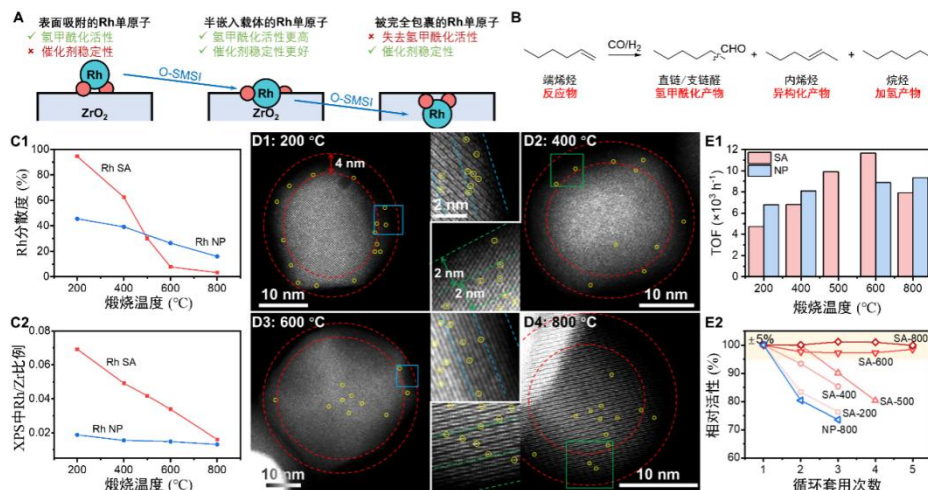
**报告人简介:** 刘伯阳, 南京理工大学副教授, 师从清华大学化工系王铁峰教授。研究领域为非均相催化、羰基化反应催化剂设计和量子力学计算辅助的催化机理研究。主持国家自然科学基金青年项目、国家重大专项青年科学家项目课题等。近五年, 以第一/通讯作者在 Chem、JACS、Nat. Commun. 等国际权威期刊发表论文 13 篇, 其中高被引论文 2 篇。曾获江苏省科协青年科技人才托举工程、江苏省“双创博士”等。



**报告摘要:** 金属-载体强相互作用(SMSI)和单原子催化剂(SAC)是非均相催化领域重要的概念之一, 但是两者的交叉领域研究还尚不充分。我们首次报道了 SAC 上氧气诱导的 SMSI 效应(O-SMSI), 即单原子 Rh 在氧气氛围热处理下, 逐渐被 ZrO<sub>2</sub> 载体包裹的过程, 通过调节合适的温度, 将 Rh 位点半嵌入载体, 从而显著

强化了 Rh 单原子在高压 H<sub>2</sub>/CO 氛围下的稳定性, Rh<sub>1</sub>/ZrO<sub>2</sub> 催化剂展现出优异的非均相氢甲酰化活性和稳定性。

首先合成了 ZrO<sub>2</sub> 表面负载的 Rh 单原子 (Rh<sub>1</sub>/ZrO<sub>2</sub>) 和纳米颗粒 (Rh<sub>n</sub>/ZrO<sub>2</sub>) 催化剂, 在氧气氛围下进行不同温度的热处理, SAC 上发生了明显的 O-SMSI 效应, Rh 位点由表面吸附的状态, 逐渐转变为半嵌入状态, 进而被完全包裹, 而 Rh<sub>n</sub>/ZrO<sub>2</sub> 上的 O-SMSI 则较不明显。O-SMSI 显著强化了 Rh 位点的活性及其在高压 CO



气氛中的稳定性, 抑制了活性金属的流失。DFT 计算结果则表明, 半嵌入的 Rh 位点具有比表面吸附 Rh 位点更低的氢甲酰化活化能, 且其流失转变为羰基化合物的过程也由热力学有利转变为热力学不利。

图 1. Rh<sub>1</sub>/ZrO<sub>2</sub> 上 O-SMSI 作用的表征结果和氢甲酰化反应性能评价结果

1. Liu B, Li M, Chen X, et al. J. Am. Chem. Soc. 2025, 147(18): 15859–15866.
2. Liu B, Wang Y, Huang N, et al. Chem, 2022, 8(10): 2630–2658.

## 表面氧空位的 In<sub>2</sub>O<sub>3-x</sub>/管状氮化碳 S 型异质结选择性 HMF 氧化协同产氢

王伟康 1\*, 张继方 2, 刘芹芹 1\*

1 通讯地址 (宋体, 五号) 1 江苏大学材料科学与工程学院, 江苏大学镇江 212013, 中国

2 中科院合肥物质科学研究院, 固体物理研究所环境与能源纳米材料中心, 合肥 230031, 中国

\*Email:wangwk@ujs.edu.cn; qinqinliu@ujs.edu.cn

**报告人简介:** 王伟康, 江苏大学材料科学与工程学院讲师/硕导。2020 年博士毕业于中国科学技术大学研究生院科学岛分院固体物理研究所, 主要致力于能源功能材料的开发, 并用于光/电催化水处理、CO<sub>2</sub> 还原、合成氨、有机转化等领域。以第一作者/通讯作者在 Angew. Chem. Int. Ed. (2), Appl. Catal. B, NanoRes., Adv. Funct. Mater 等期刊发表论文 60 余篇, 高被引 9 篇。目前主持国家自然科学基金青年基金 1 项, 中国博士后面上项目 1 项, 入选 2021 年江苏省“双创博士”, 担任《Rare Metals》(稀有金属) 2024–26 年度青年编委。

**报告摘要:** 近年来,光催化生物质转化耦合制氢技术因其可同步生产高附加值化学品和清洁能源而备受关注,在实现碳中和目标中具有重要潜力[1-3]。然而,传统光催化剂受限于载流子快速复合和表面活性位点不足,难以实现高效的选择性氧化与还原协同反应。本文提出一种表面富氧空位氧化铜/管状氮化碳(I00V/TCN)S型异质结光催化剂,通过静电自组装策略构建具有定向电荷转移通道的复合体系。实验表明,该异质结中氧空位与管状结构的协同作用显著增强可见光吸收并抑制载流子复合,而S型电荷转移机制有效保留强氧化还原电位[4]。最优催化剂I00V/TCN-10在可见光照射下,3小时内实现94.8%的5-羟甲基糠醛(HMF)转化率,目标产物2,5-二甲酰呋喃(DFP)和2,5-呋喃二甲酸(FDCA)选择性达53.6%,同步产氢量达754.05  $\mu\text{mol g}^{-1}$ 。原位X射线光电子能谱与理论计算证实S型电荷转移路径。该研究为设计高效生物质-能源协同转化系统提供了新思路,其异质结构建策略可拓展至其他可再生能源催化体系。

**关键词:** S型异质结;氧空位;生物质转化;制氢;氮化碳;选择性氧化

**参考文献:**

1. Zhu, Y., Deng, W., Tan, Y. et al. In Situ Topochemical Transformation of ZnIn<sub>2</sub>S<sub>4</sub> for Efficient Photocatalytic Oxidation of 5-Hydroxymethylfurfural to 2,5-Diformylfuran. *Adv. Funct. Mater.* 33, 2304985 (2023).
2. Yu, J., Cai, X., Zhou, X. et al. Oxygen vacancy and dual-field synergy in amorphous MnO<sub>2</sub>/B-doped tubular g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> heterojunction for efficient and selective photocatalytic oxidation of 5-hydroxymethylfurfural. *J. Catal.* 454, 116594 (2026).
3. Xia, X., Jia, Y., Wang, W. et al. Constructing surface oxygen vacancy-rich In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-x/tubular carbon nitride S-scheme heterojunction for selective biomass-derivative oxidation coupled with H<sub>2</sub> production. *J. Mater. Sci. Technol.* 236, 301-309 (2025).
4. Wan, S., Wang, W., Cheng, B. et al. A superlattice interface and S-scheme heterojunction for ultrafast charge separation and transfer in photocatalytic H<sub>2</sub> evolution. *Nat. Commun.* 15, 9612 (2024).

## 电化学高级氧化技术在环境化学中的应用

董陈成<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 同济大学环境科学与工程学院,上海市杨浦区四平路1239号

\*Email: julydong@tongji.edu.cn

**报告人简介:** 董陈成,长聘副教授/特聘研究员,2024年入选国家高层次青年人才计划(海外)和上海市高层次青年人才计划(海外)。2025年2月入职同济大学环境科学与工程学院王志伟教授团队。本科和博士均毕业于华东理工大学应用化学系,师从张金龙教授。博士毕业后,先后于香港科技大学土木工程系劳敏慈教授和香港大学



土木工程系李晓岩教授从事博士后研究。聚焦 Fenton 反应中铁离子流失、单一羟基自由基体系氧化能力不足等难点问题，开展了难降解污染物高级氧化去除理论与技术研究，形成了机理分析—材料制备—工艺设计—转化应用的研究特色，共发表 SCI 论文 33 篇，其中以第一/通讯作者发表论文 21 篇，包括 PNAS、Chem、Environ. Sci. Technol.、Appl. Catal. B-Environ. 等，发表论文总引用 3800 余次 (Google Scholar)

**报告摘要：**随着工业化和城市化的快速发展，水体中难降解有机污染物的治理已成为环境领域面临的严峻挑战。电化学高级氧化技术 (EAOPs) 作为一种绿色、高效且具有可持续发展性的水处理技术，近年来受到广泛关注。本报告系统阐述了 EAOPs 在污水处理中的应用进展、作用机制及未来发展方向。从技术层面上分析，EAOPs 主要通过电极表面直接或间接产生活性物种 (如羟基自由基、硫酸根自由基，单线态氧等) 来高效氧化分解乃至矿化各类顽固性有机污染物，包括染料、pharmaceuticals and personal care products (PPCPs)、农药、工业化学品等。与传统的芬顿法、臭氧氧化等技术相比，EAOPs 具有反应条件温和、无需添加或仅需少量化学药剂、设备紧凑、易于与自动化控制结合等优势。本报告主要介绍基于单原子材料的非均相电芬顿技术，着重分析其氧化效能、电极材料的选择，电子转移机制及对复杂水质的适应能力。通过持续的技术创新与跨学科融合，电化学高级氧化技术有望为高效、可持续的污水处理提供关键解决方案。

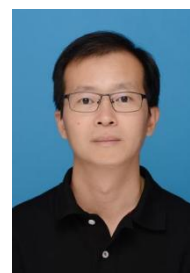
## 造纸污泥的水热化学资源化处置研究

关清卿 1

1 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市 新疆大学 830017

\*Email:15545488@qq.com

**报告人简介：**新疆大学化工学院教授、博导，教育部青年长江学者，化工学院院长。教育部教指委委员，中国创造学会理事。2012 年入职昆明理工大学，2013 年破格副教授，2015 年破格教授。云南省中青年学术和技术带头人，云南省青年拔尖人才。2021 年调入新疆大学，并在 2022 年获得新疆维吾尔自治区杰出青年自然科学基金。主要从事废弃物资源化处置、高级氧化等相关研究。作为课题负责人近年来主持科研项目包括国家自然科学基金、国家重点研发计划课题、新疆维吾尔自治区重大科技项目课题等项目 10 余项，累计经费 1200 余万。在 AM、JACS、ES&T、Water Res.、ACS Catalysis、ACB 等期刊发表论文 80 余篇 (通讯/第一)，授权发明专利 10 余件，并获得 2021 年中国发明学会创新一等奖 (排名 1)。



**报告摘要：**我国造纸行业每年产生造纸污泥总量约 1.25 亿吨，干重近 2500 万吨，该固废含水率高、组分复杂，富含综纤维素、木质素等有机质及 Ca、Fe、Al 等无机矿物。常规处置与转化技术难以同步实现污泥有机组分与无机组分的全效高值利用，主流热化学转化路径存在反应条件苛刻、产品附加值低、能耗高等局

限。本研究以造纸污泥自身组分特征为核心，实现了造纸污泥中钙、铁、铝等无机矿物与有机质的高效资源化转化，核心创新在于提出“热解 + 水热”耦合的资源化路径：既通过热解工艺构建了含钙 / 铁多孔炭材料，拓展了其在水处理与催化领域的应用；也探索出氧碱水热液化制有机酸的新路径，同步实现了污泥中 Ca、Al 组分的高效分离与再利用。该研究为造纸污泥全组分资源化提供了可行技术路径，可推动相关技术在环境修复、催化转化、能源回收等领域的落地应用，兼具显著的环保效益与经济价值。研究旨在探索温和条件下造纸污泥有机质向高附加值化学品转化、无机组分定向分离与高值利用的创新路径，最终实现造纸污泥的全效资源化处置。

1. Qing-Qing Guan, Hua-Jing Zhou, Lin-Cai Peng, Ke-Li Chen, Liang He\*, Xin-Sheng Chai\*, Bing Sun. *AIChE Journal*. 2019 65(1):13-17.
2. Zhijuan Wang, Huajing Zhou, Liang He\*, Qingqing Guan\*\*, Yinguang Chen\*. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 13 (2025) 115367.
3. Ximeng Xu, Shujing Zhang, Yuhao Wang, Yangqian Lin, Qingqing Guan,\* Chuncheng Chen\*\*. *Environ. Sci. Technol.* 2023, 57, 12922-12930.

## 光异构辅助策略构筑多级孔 MOFs 用于高效海水提铀

李南\*

(四川轻化工大学，化学与环境科学学院，四川自贡，643000)

\*Email: linann@suse.edu.cn

**报告人简介：**李南，四川轻化工大学化学与环境科学学院副教授。长期从事多孔纳米材料环境样品抽提研究，聚焦多级孔纳米材料高效富集技术。作为核心成员参与国家重点研发计划课题、国家自然科学基金等项目，在 *Small*、*J. Hazard. Mater.*、*Sci. China Mater.*、*Sep. Purif. Technol.*、*Int. J. Biol. Macromol.*、*J. Chromatogr. A* 等期刊发表文章十余篇，授权国家发明专利 1 项。



**报告摘要：**本研究提出一种通用的光响应软模板策略，用于合成多级有序介孔/大孔金属有机框架 (MOF) 材料，该方法的普适性通过两类光响应软模板 (香豆素、螺吡喃) 得以验证，二者分别对应不同光活化波长 (254、365 或 475 nm)，可在 Ce-Uio-66 MOF 结构中促进介孔向大孔的转变。其中，以香豆素作为软模板时，其在 365 nm 光照下可发生二聚反应，在 254 nm 光照下发生裂解反应，从而实现 MOF 孔结构的可逆调控 [1]；而螺吡喃基软模板在 365 nm 与 475 nm 光激发下，可通过螺环 C-O 键的断裂与重新形成，在螺环结构与大共轭部花菁结构之间发生可

逆异构化[2]，进而动态调控 MOF 的孔结构与形貌（图 1）。此外，通过简便的外场光照调控即可触发 MOF 孔道的可逆扩张与收缩，实现模板剂的快速、高效脱除，所制备的介孔/大孔 Ce-Uio-66 MOF 可实现对  $UO_2^{2+}$  的靶向识别与可控吸附，其多级孔结构有效加速  $UO_2^{2+}$  传质、提升活性位点利用率，展现其独特的协同效应。

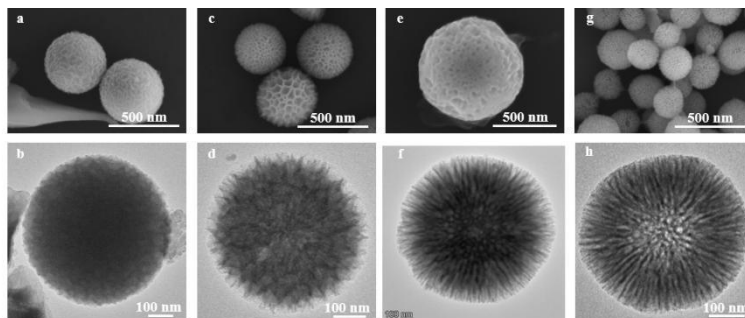


Figure 1. SEM images, and TEM images of Ce-Uio-66 NPs-Co-30 and Ce-Uio-66 NPs-Sp-10 before (a, b; e, f) and after (c, d; g, h) illumination.

参考文献:

1. Lv, H.; Li, N.;\* Zhang, J.; Hou, Y.; Fan, X.; Liu, X.; Dang, F.\* *Small* 2025, 21 (15), 2411525.
2. Song, J.; Duan, W.; Chen, Y.;\* Liu, X.;\*. *Chin. J. Struct. Chem.* 2022, 41, 2205037-2205047.

## 原子尺度催化位点设计构造

李春梅, 董红军\*

江苏大学化学化工学院

\*Email: donghongjun6698@aliyun.com

**报告人简介:** 董红军, 江苏大学教授, 博士生导师, 从事光/电催化研究工作。发以第一/通讯作者表 SCI 收录论文 90 余篇, 其中 ESI 高被引 15 篇, 2018 和 2019 年连续入选英国皇家化学会物理化学类 Top1%高被引中国作者, 2020-2025 连续入全球前 2%顶尖科学家榜单, 2024-2025 年入选终身科学影响榜单。主持国家自然科学基金、江苏省自然科学基金、国家博士后科学基金、企业委托课题及专利转让课题等各类项目 10 余项。申请国家发明专利 20 余项, 授权 17 项, 转让 2 项。获省部级及行业科技奖 4 项。



**报告摘要:** 光/电催化技术不仅为环境保护和能源发展带来了新突破, 也为低碳经济时代的到来提供了一个

前所未有的契机，然而，开发高效的催化材料仍然是其规模化应用亟需解决的关键问题。基于此，我们开发了一系列高效的光/电催化材料，着重在原子尺度上设计和构造催化位点，集成基于同步辐射的 X-射线吸收精细结构谱、球差透射电镜、瞬态吸收、原位 X-射线光电子能谱能谱、原位漫反射红外光谱、原位拉曼光谱等多种先进表征技术，结合理论计算与模拟，在原子/电子尺度下系统研究这些催化材料的光/电催化性能与反应机制，揭示其构效关系。

参考文献：

1. Li, C.; Zhang, P.; Zheng, M., *Adv. Sci.* 2026, 13, e18847.
2. Fu, B.; Luan, L.; Zhou, X. *ACS Catal.* 2026, doi: 10.1021/acscatal.5c06067.
3. Jia J.; Hu, B.; Zhao, L. *Chem. Eng. J.* 2026, 531, 174330.
4. Hong, S.; Song, N.; Zhang, Z. *ACS Catal.* 2025, 15, 18794-18803.
5. Dong, H.; Qu, C.; Li, J. *Green Energy Environ.* 2025, doi: 10.1016/j.gee.2025.09.004.
6. Dong, H.; Cheng, H.; Wang, Y. *Chem. Eng. J.* 2025, 524, 169447.
7. Song, N.; Jiang, J.; Hong S. *Chinese J. Catal.* 2024, 59, 38-81.

### Asymmetric Coordination Ru-O-Cu Species Contribution to Photo-Assisted High-Current-Density Hydrogen Evolution Reaction

Xun Feng (冯勋) 1\*, Bowen Guo (郭博文) 2, Wenqiang Li (李文强) 1, Jiaxin Ma (马佳鑫) 1

1 College of Chemistry and Chemical Engineering, Luoyang Normal University, Luoyang, P.R. China

2 State Key Laboratory of Advanced Technology for Materials Synthesis and processing, Wuhan University of Technology, Wuhan, 430070, P. R China

\*Email: hnlyfx@163.com

**报告人简介:** 冯勋，三级教授，博士。长期从事无机化学与普通化学教学及材料化学研究，主持国家自然科学基金项目 3 项，参与多项科技部专项研究及解放军装备部预研项目。近年来在国内外有重要影响的学术期刊 *Chem. Eng. J.*, *Appl. Catal. B: Environ.*, *J. Mater. Chem. A.*, *J. Colloid Interf. Sci.*, *Inorg. Chem.*, *Dalton. Trans.*, *J Cataly.*, 等上面发表研究论文 100 余篇，其中被 SCI 收录 90 篇，获河南省自然科学优秀论文一等奖 2 项，二等奖 6 项。

**报告摘要:** The development of highly active and robust photogenerated carrier-assisted electrocatalytic (PCA-EC) electrodes, operating with enhancing intrinsic activity and accelerating H<sub>2</sub>O dissociation kinetics has emerged as a promise strategy, while remains a significant challenge as for precise engineering. To address this issue, asymmetric coordination Ru-O-Cu species on Cu foam (Ru-Cu<sub>2</sub>O/CF) were designed and employed to prepare low-noble-metal Ru based high performance

PCA-EC electrodes. It is found the optimal Ru based catalyst with Ru-O-Cu asymmetric coordination achieves the potential 23 and 278 mV at 10mA cm<sup>-2</sup> and 1000 mA cm<sup>-2</sup> current density respectively under illumination, surpassing the benchmark commercial Pt/C. Benefiting from the stable Ru-O-Cu units, the photoassisted electrolytic cell achieves long-term stability at 1000 mA cm<sup>-2</sup> current densities. Experimental and theoretical analysis elucidate that enhancing light absorption range/intensity promotes charge carrier separation to a large extent, allowing photogenerated electrons directly participate in the hydrogen evolution reaction (HER), accelerating H<sub>2</sub>O dissociation kinetics, significantly enhancing the sluggish Volmer kinetics. Concurrently, the asymmetric coordination Ru-O-Cu structure redistributes the electron density of Cu active center in cocatalysts, optimizing the adsorption-desorption of the intermediate H<sub>2</sub>O\* and H\* on the dual sites. This work verifies that tailored asymmetric coordination in architectures or synergistic effect from dual active sites significantly accelerate charge carrier transport and surface-mediated processes.

#### 参考文献:

1. Guo, B. W. ; Li, W..Q. ; Chen, H. P. ; Zhang, H. ; Li, H. B. ; Feng, X. ; Li, B. ; Wang L. Y., Wang, Z. K. ; Kou, Z. K. Single-atom Ru anchored on Co<sub>3</sub>S<sub>4</sub> nanowires enabling ampere-level water splitting for multi-scenarios green energy-to-hydrogen systems, *Nano Energy*, 2025, 138, 110881.
2. Li, R. F., Chen, X.Y., Zhang, H., Wang, Y.R., Lv, Y., Jiang, H.P., Guo, B.W., Feng, X. Ultrafine Iridium Nanoparticles Anchored on Co-Based Metal-Organic Framework Nanosheets for Robust Hydrogen Evolution in Alkaline Media, *Inorg. Chem.*, 2024, 63, 2282 .

## 乙醇水相偶联经由高碳醇合成 SAF

张浅 1\*

1 广东工业大学, 广东省广州市, 510006

\*Email: zhangqian@gdut.edu.cn

**报告人简介:** 张浅, 广东工业大学副教授、博士生导师, 主要从事生物质平台分子能源催化研究, 聚焦小分子绿醇高值化转化与可持续航空燃料技术开发。近年来, 在 *Nature* 子刊、*Angewandte Chemie*、*Applied Catalysis B: Environmental*, *Applied Energy* 等期刊发表论文 50 余篇, 获授权中国/美国发明专利 30 余项, 主持国家自然科学基金面上项目、国家重点研发计划项目子课题等国家、省部级项目近 10 项。



**报告摘要:** 发展可持续航空燃料 (SAF) 技术是航空业碳减排的重要途径之一。醇基航空燃料技术路线由于

其原料绿醇（生物质乙醇）工业基础成熟而备受关注。本研究提出了一种新的乙醇制 SAF 技术路线，通过乙醇水相催化重构及一步脱氧制备 SAF。该技术先将乙醇水溶液水相催化增碳合成异构高碳醇(C8-C16)，进而通过对高碳醇进行一步加氢脱氧得到航空燃料的异构烷烃组分。针对醇分子碳链定向增长策略的关键难点开展了系列研究，设计构筑碳包覆 Ni 催化体系，通过 Ni 活性中心精细调控，有效抑制乙醇增碳过程中 C-C 断键竞争反应，并调节催化位点对关键中间体的吸附作用，成功突破了传统级联增碳机制碳数分布的局限，实现了绿醇向 C8+异构高碳醇的高效转化。研究进一步设计 Co-Mo 协同催化体系，实现了 C8+异构高碳醇保留异构碳骨架高选择性制 C8+异构烷烃。本研究为我国航空领域 SAF 合成供应和生物质绿醇产业升级提供了新的理论和技术支撑。

参考文献：

- [1] Gu, J. et al. Enabling direct-growth route for highly efficient ethanol upgrading to long-chain alcohols in aqueous phase. Nat. Commun. 14, 7935.
- [2] Chen, B. et al. Engineering Sn doping Ni/chitosan to boost higher alcohols synthesis from direct coupling of aqueous ethanol: Modifying adsorption of aldehyde intermediates for C-C bond cleavage suppressing. Appl. Catal., B 321, 122048.
- [3] Liao, J. et al. New approach for bio-jet fuels production by hydrodeoxygenation of higher alcohols derived from C-C coupling of bio-ethanol. Appl. Energy 324, 119843.
- [4] Gu, J. et al. N-rich doping strategy for constructing Ni@NC catalysts to boost aqueous ethanol coupling towards higher alcohols by inhibiting Cl byproducts. Chem. Eng. J. 453, 139583.

## 等离子激元半导体表面修饰及光催化 CO<sub>2</sub> 还原性能研究

吕娜，张振翼\*

大连市金普新区辽河西路 18 号

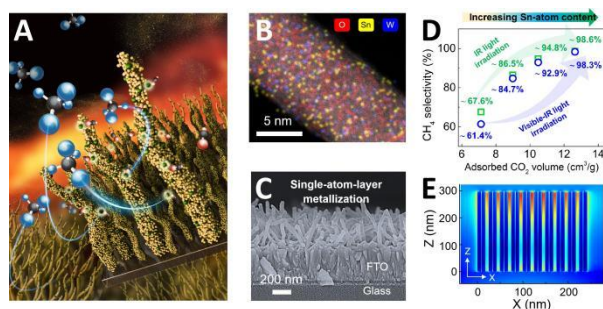
\*Email:luna@dlnu.edu.cn

**报告人简介：**吕娜，副教授，东北师范大学博士，主要从事低维半导体异质结构光催化方面的基础研究。在相关领域发表 SCI 检索论文 40 余篇，授权中国发明专利 6 项。主持国家自然科学基金 2 项、省部级项目 5 项。作为主要完成人获得辽宁省科技进步三等奖、大连市科技进步二等奖。



**报告摘要：**光催化 CO<sub>2</sub> 能源转化是实现碳中和的重要途径，其核心挑战在于 CO<sub>2</sub> 分子热力学稳定性高、活化困难，以及多电子还原产物的选择性调控。针对上述问题，课题组聚焦光催化剂活性位点的原子级构造，从不同维度探索高效、高选择性的 CO<sub>2</sub> 还原路径。

针对 CO<sub>2</sub> 深度还原为 CH<sub>4</sub> 的选择性调控难题，我们提出利用单原子层对等离子体半导体表面进行金属化的新策略。以 W18049 纳米线阵列基底，在其表面晶格氧上嫁接 Sn<sup>2+</sup>，成功构建 W18049@W-Sn 单原子层结构。研究发现，Sn 原子的 3d 轨道与 CO<sub>2</sub> 分子中 C 或 O 原子的 2p 轨道形成强烈杂化，显著增强 CO<sub>2</sub> 吸附；同时，锡单原子层不仅增强了红外等离子体吸收，还促进了高能热电子从 W18049 向 CO<sub>2</sub> 的转移，建立了多个高效电子传输通道。在红外光照射下，该催化剂活性提升 9 倍，CH<sub>4</sub> 选择性可在 67.6% 至 98.6% 之间灵活调控。这种原子级活性位点构造策略，为高效、高选择性光催化 CO<sub>2</sub> 还原提供了新思路，对推动太阳能驱动碳循环技术



术发展具有积极意义。

图 1 所制备的 W18049@W-Sn 纳米线阵列光催化材料微观结构及光催化 CO<sub>2</sub> 还原性能。

参考文献：

1. N. Lu, X. Jiang, Y. Zhu, L. Yu, S. Du, J. Huang, Z. Zhang\*, *Advanced Materials*, 2025, 37, 2413931.
2. Q. Yuan, J. Huang, A. Li, N. Lu, W. Lu, Y. Zhu, Z. Zhang\*, *Advanced Materials*, 2024, 36, 2311764

## 木质素基类酶功能材料

**报告人简介：**占金华，理学博士，山东大学化学与化工学院教授（二级），博士生导师，中国人民政治协商会议山东省第十三届委员会委员。长期从事环境界面分析化学以及纳米材料对新污染物的痕量检测与催化转化，先后承担了科技部重大研究计划课题、国家自然科学基金等国家与省部级科研项目十多项，入选“教育部新世纪人才”，已在 *Angew. Chem. Int. Edit.*, *Adv. Mater.*, *Environ. Sci. Technol.*, *Analy. Chem.* 等国际核心期刊发表论文 190 多篇，被引用 11000 多次 H 因子 63，获得国家发明专利 20 余项

**报告摘要：**木质素作为植物细胞壁的主要组分之一，是自然界储量最丰富的可再生芳香族生物质资源，每年伴随农林废弃物大量产生。如何实现木质素的高值化利用，是农业废弃物资源化与碳中和目标下的重要课题。本报告聚焦于木质素向功能碳材料的定向转化，系统阐述其作为前驱体制备具有类酶活性的碳纳米酶的设计策略、功能调控机制与应用前景。针对木质素结构独特、碳残留率高、成本低廉等特点，我们发展了一系列合成与调控方法，包括水热碳化、高温热解及自组装等工艺，实现了从木质素到高性能碳基纳米酶的绿色制备。通过表面官能团修饰、杂原子掺杂、单原子位点工程以及多金属协同等多种策略，精准调控碳材料的电子结构与活性位点分布，成功构建出兼具类氧化酶、类过氧化物酶等催化功能的木质素基碳纳米酶。该类材

料不仅稳定性高、成本低，且催化活性可调，实现了在不同微环境下功能的智能切换。在应用层面，报告展示了木质素基碳纳米酶在农业与生物医学领域的潜力：在伤口敷料中，材料可通过产生活性氧（ROS）高效杀菌，并能清除过量 ROS 以减轻炎症，促进感染伤口愈合；在农产品保鲜方面，基于木质素的纳米复合薄膜展现出优异的抗氧化与抗菌性能，可显著延长水果保鲜期；此外，材料在肿瘤术后治疗、环境检测等方面也表现出良好的应用前景。本研究为木质素的高值化利用提供了新材料与新途径，对发展绿色农业、促进资源循环与实现“双碳”目标具有重要意义。

## 功能型氮化碳光催化剂时间分辨动力学

王文超\*

1 南京理工大学新能源学院，江苏 214443，中国

\*Email: wenchao@njust.edu.cn

**报告人简介：**王文超，教授/博导，入选国家级青年人才项目（海外），现任南京理工大学新能源学院教授，曾先后在上海师范大学李和兴教授课题组、香港大学 David Lee Phillips 教授和郭正晓院士课题组从事研究工作，聚焦太阳能光催化/电催化制绿氢、CO<sub>2</sub> 还原和瞬态时间分辨光谱等基础性研究。相关研究成果发表于 Energy Environ. Sci., Angew. Chem. Int. Ed., Adv. Funct. Mater., ACS Catal. 和 Appl. Catal. B 等国际高水平学术期刊，总被引达 4000 余次，主持国家自然科学基金面上项目和青 C 项目各 1 项。



**报告摘要：**光驱动催化转化技术受到广泛的关注，针对传统光催化载流子分离效率不高问题，我们从界面构建、能级调控以及超快时间分辨吸收光谱对功能型光催化材料开展了深入的性能和机理研究。1) 设计制备了一种多孔超薄的 g-C<sub>3</sub>-xN<sub>4</sub> 纳米材料，利用磷原子间歇位掺杂及其在水中的原位质子化（加质子）的特性，在改性单组分催化剂光动力学领域取得了一定成果，研究表明，通过耦合间歇位“N-P 原子异质结”和碳缺陷，有效的调控材料的能级结构，提高光吸收能力的同时保障了单组分 g-C<sub>3</sub>-xN<sub>4</sub> 较高的光还原电势，其可见光分解水制氢性能提高了 8 倍[1]；2) 制备了具有近场增强效应的氧化铟（In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）纳米立方和 g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 复合材料，通过其近场诱导效应提高了 g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 中活性载流子的分离和利用效率，其析氢速率获得数量级提升。通过时域有限差分法模拟近场增强效果和催化热点分布，飞秒/纳秒时间分辨光谱发现电磁场增强效应极大的提高了 g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 中浅层电子捕获寿命，有效抑制了其深层捕获态[2]；3) 针对 g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 材料中深层捕获态影响，通过 sub-band 和 Z-Scheme 协同屏蔽载流子的深层捕获，提高了活性载流子寿命和定向迁移，实现无牺牲剂下光催化氧还原和水氧化合成高附加值双氧水[3]。

参考文献

[1] W. Wang, L. Du, R. Xia, R. Liang, T. Zhou, H. K. Lee, Z. Yan, H. Luo, C. Shang, D. L. Phillips, Z. Guo, Energy Environ. Sci. 2023, 16, 460-472.

- [2] W. Wang, X. Bai, Q. Ci, L. Du, X. Ren, D. L. Phillips, *Adv. Funct. Mater.* 2021, 31, 2103978.  
[3] W. Wang, T. Zhou, Y. Yang, L. Du; R. Xia, C. Shang, D. L. Phillips, Z. Guo, *Small* 2024, 2312022.

## 胶原与细胞受体特异性结合的结构学影响机制

**报告人简介:** 许承志, 男, 1991年1月出生, 博士, 副教授, 硕士生导师, 作为“农业废弃物资源化利用湖北省重点实验室”及“湖北省自然科学基金创新群体”核心成员, 长期从事农副资源高值转化及胶原基生物功能材料的设计与开发, 研究重点聚焦于水产加工废弃物中活性胶原的结构解析、性能调控、构效关系研究及其分子层面的功能设计与转化应用。近年来, 在相关领域累计发表高水平 SCI 论文 70 余篇, 其中以第一作者或通讯作者身份发表论文 20 余篇, 获授权发明专利 8 项。先后主持和参与国家自然科学基金、湖北省自然科学基金、武汉市科技计划应用基础前沿项目及多项企业横向课题。担任《Collagen and Leather》与《武汉轻工大学学报》青年编委。相关研究成果在新型生物材料构建方面展现出良好的应用潜力, 为推动农副资源活性组分的高值化利用, 以及传统农副资源向生命健康等高端领域的拓展应用提供了新的理论依据和技术路径。

**报告摘要:** 胶原与细胞受体的特异性结合, 为生物材料设计开辟了全新方向。当前, 胶原-受体相互作用机制的理论研究受结构生物学技术限制尚未完善, 而实践中单一胶原活性位点固化的现状, 也制约了“订单式”生物材料的设计与实现。本研究围绕这一核心瓶颈, 从实验学视角出发, 提出构建胶原“工具包”的研究思路, 通过胶原结构生物多样性挖掘、物理场调控等路径, 实现胶原分子结构域的多元化, 为细胞差异化响应胶原材料的创制提供核心技术支撑。同时, 依托“工具包”提供的胶原结构域变量, 结合统计学构-效关联分析方法, 从宏观信息基序含量分布、分子局部结构域构象、信息基序周边微环境等多维度, 系统解析胶原结构与细胞受体的相互作用机制, 为具备细胞生物调控功能的材料设计提供坚实理论依据。在此基础上, 进一步探索“癌细胞靶向药物精准递送材料”的设计与创制, 作为该研究成果的应用示范, 推动基础研究向临床应用转化。

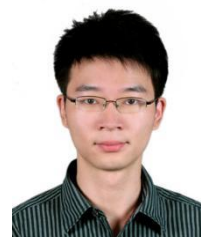
## 生物质基呋喃衍生物氢解制备高值含氧化学品

赵泽伦 1\*, 孔令照 2\*

1 苏州科技大学, 环境科学与工程学院, 苏州, 215009

\*Email: zzl@licp.cas.cn, konglz@sari.ac.cn

**报告人简介:** 赵泽伦, 理学博士, 副教授。主持国家自然科学基金、中科院西部之光青年学者项目、甘肃省重点项目子课题、甘肃省自然科学基金, 参与国家重点研发项目子课题, 并完成多项企业技术转化。近年聚焦生物质及低碳分子的高效催化



利用开展了系统而深入的研究工作，主要包括：（1）生物质的热/光催化转化制备高值含氧化化学品及燃料；（2）二氧化碳电催化还原制备一氧化碳等高附加值化学品。通过创新反应路径，创制新型稀土基及非贵金属复合催化剂，实现了多种含氧化化学品的可控催化合成。相关成果以第一/通讯作者身份在 Nat. Commun.、Chem、ACS Catal.、Green Chem.、J. Catal. 等国际顶级期刊发表论文 10 余篇。

**报告摘要：**申请人围绕生物质基呋喃衍生物的高值化利用，针对呋喃环 C-O 键氢解开环反应，发展了多种铈基催化剂。通过调控催化剂金属-载体的界面结构，利用多位点协同催化，实现糠醇、四氢糠醇、呋喃乙酸酯等高选择性合成 1,2-戊二醇，1,5-戊二醇，6-羟基己酸酯等。其中，Ni/CeO<sub>2</sub> 双功能催化剂实现了呋喃乙酸甲酯选择性氢解开环合成可降解聚酯单体 6-羟基己酸甲酯（93%）。进一步，通过构筑具有氧化物/金属反相结构的 4CeO<sub>x</sub>/Ni 催化剂调控界面活性物种的电子结构，实现了四氢糠醇氢解制 1,5-戊二醇反应速率的显著提升（29.2 μmol g<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup>）。原位表征与 DFT 计算结果表明，氧化铈与金属镍之间强电子相互作用诱导了界面富电子 Ce-VO-Ni 催化位点的生成，并增强了对环醚 C-O 键的选择性吸附，而界面 Ni 位点促进 H δ-物种的生成，两者协同作用氢解 C-O 键断裂，从而提升了氢解开环速率。

参考文献：

- [1] Zhao Zelun, Gao Guang, Huang Zhiwei, Li Fuwei, et al., Nat. Commun. 2024, 15, 8444.
- [2] Zhao Zelun, Li Fuwei, et al., ACS Catal. 2023, 13, 5170-5193.
- [3] Zhao Zelun, Gao Guang, Li Fuwei, et al., Chem 2022, 8, 1034-1049.

## 生物炭表面含氧官能团的结构表征与转化四环素类抗生素的机制解析

姚嘉一，纪继豪，方婧\*

浙江科技大学环境与资源学院，杭州 310023

\*Email:(rceesfangjing@126.com)

**报告人简介：**姚嘉一，博士，讲师。本科毕业于天津大学，博士毕业于南京大学，主要研究方向为环境新型有机污染物在功能炭材料作用下的降解转化技术及界面反应机理研究。近年来，主持或参与国家自然科学基金、中国博士后科学基金等科研项目 5 项。以第一/共一作者在 Environmental Science & Technology、Water Research、Chemical Engineering Journal 等国际知名期刊发表论文 7 篇，其他共同作者论文 7 篇。



**报告摘要：**土壤与水环境中四环素类抗生素的持续残留与扩散，已严重威胁生态环境安全与人群健康，高效控制抗生素污染成为当前环境修复领域的迫切需求。生物炭作为低成本、高性能的吸附功能材料，在四环素类污染物去除中具备广阔应用前景，但其吸附效能高度依赖表面结构，而抗生素分子异质性对吸附行为与机制的影响仍缺乏系统解析。基于此，本研究以 700℃ 热解水稻秸秆生物炭为吸附剂，结合二维红外相关光谱与量子化学计算，系统揭示四环素、土霉素、米诺环素、美他环素、多西环素 5 种典型四环素类抗生素的吸

附机制与构效关系。结果表明，所有 pH 条件下，抗生素酰胺-NH<sub>2</sub> 与生物炭表面 C=O 的氢键作用均为主导吸附机制；低浓度时-NH<sub>2</sub> 优先结合羧基 C=O，高浓度下选择性减弱。动力学符合双指数模型，吸附速率为多西环素>米诺环素>四环素>美他环素>土霉素。供电性 R1 与非供电性 R3 取代基通过增强电子极化、提高-NH<sub>2</sub> 电子云密度强化氢键吸附，吸电性 R2 取代基则表现出抑制作用。基于主成分与多元线性回归建立吸附速率常数预测模型，实现吸附性能的定量预测。本研究阐明了抗生素分子结构依赖的生物炭吸附机制，为高效靶向生物炭的设计制备与四环素污染水体修复提供理论支撑与量化依据。

参考文献：

1. Yao, J.; Wang, H.; Fang, J.; Shan, S.; Joseph, S. D.; van Zwieten, L.; Zhu, K.; Chen, D.; Jia, H., Distribution hotspots, formation mechanisms, and ecological effects of reactive oxygen species in soil and sediment: A critical review. *Environ. Sci. Technol.* 2025, 59, (27), 13551-13565.
2. 王浩伟, 侯雨橙, 姚嘉一, 黎梦薇, 方婧, 单胜道, 2025. 光照条件下施加生物质炭的水土界面中活性氧形成行为及影响因素, *土壤学报*, 1-12.
3. Yao, J. Y.; Ji, J. H.; Zhang, J. H.; Fang, J., Molecular structure-dependent adsorption mechanisms of tetracycline antibiotics congeners on biochar, *Biochar X* 2026, 2, e008.

## Tailoring Lewis Basic Sites in S-scheme Heterostructure to Boost Deep Photocatalytic Oxidation of Nitric Oxides in Air

Wingkei Ho 1, \*, Jincheng Mu1, 2

1 Department of Science and Environmental Studies and the Centre for Environment and Sustainable Development (CESD), The Education University of Hong Kong, Tai Po, New Territories 999077, Hong Kong, China

2 College of Resources and Environmental Engineering, Guizhou University, Guizhou Karst Environmental Ecosystems Observation and Research Station, Ministry of Education, Guiyang 550025, China

Email: keithho@eduhk.hk; 852-29488255

**报告人简介：**何教授在香港中文大学获得化学学士学位和博士学位，并曾在香港和加拿大获得博士后研究基金。他现任香港教育大学科学与环境学系教授。他的研究兴趣广泛，包括环境修复、纳米技术、太阳能光催化、空气污染控制和室内空气质量。他已发表期刊论文超过 260 篇，被引用约 40,000 次，h 指数为 102。他的研究成果获得了多项荣誉，包括自 2018 年起连续 6 年入选全球“高被引研究人员”，以及自 2019 年起在物理化学领域入选斯坦福大学发布的全球前 1% 顶尖科学家榜单。他已在欧洲、香港、中国内地及美国获得超过 10 项关于空气净化与消毒技术的专利。



**报告摘要:** Photocatalytic oxidation of nitrogen oxides to harmless nitrate is an attractive approach for ambient air purification. However, its practicability is hindered by the accompanying release of highly toxic NO<sub>2</sub> byproduct. This study presents an effective strategy by coupling reduction and adsorption-oxidation processes to simultaneously eliminate NO and NO<sub>2</sub> over an S-scheme heterostructure with tailored Lewis basic sites. A defective B-doped polymeric carbon nitride/NH<sub>2</sub>-MIL-125(Ti) (BCN/Ti-MOFs) S-scheme photocatalyst is delicately developed by integrating BCN with excellent O<sub>2</sub> reduction ability and Ti-MOFs with abundant Lewis basic sites for NO<sub>2</sub> adsorption. The catalyst achieves removal efficiencies of 78.8% and 33.4% for NO and NO<sub>2</sub>, respectively. Ex/in situ experimental and density functional theory calculation results demonstrate the promoted carrier separation via TiO<sub>x</sub> cluster electron shuttle channels and the robust NO<sub>2</sub> adsorption capacity. Consequently, the O<sub>2</sub>-species efficiently generates from O<sub>2</sub> reduction on electron-aggregated BCN to boost the removal of NO through the Eley-Rideal pathway. Simultaneously, NO<sub>2</sub> is captured by -NH<sub>2</sub> Lewis basic sites in Ti-MOFs and further converted to NO<sub>3</sub>- by the accumulated holes on ligands. This work provides a novel tandem-like catalysis approach by constructing S-scheme heterostructure with targeted reactive sites, offering a paradigm for the simultaneous conversion of multiple reactants.

Ref: MU, J., ZHOU, M., WU, C., LI, R., LIU, B., ZHANG, J.\*, YU, J. & HO, W. K.\*, 2026, Applied Catalysis B: Environment and Energy. 386, 126388.

## 可控加氢催化体系设计与催化稳定性提升策略

张家骏 1\*, 颜彬航 2, 王利国 1

1 中国科学院过程工程研究所

2 清华大学

\*Email: jiajunzhang@ipe.ac.cn

**报告人简介:** 张家骏, 中国科学院过程工程研究所研究员、博士生导师。2017 年博士毕业于英国克兰菲尔德大学, 先后在英国贝尔法斯特女王大学和清华大学从事博士后研究。从事能源催化方面研究, 包括关于非均相催化机理与性能调控的理论计算及原位实验。近年共主持各类科研项目 4 项, 在 JACS Au、Nature Communications、



ACS Catalysis、Applied Catalysis B: Environmental 等期刊发表学术论文 30 余篇，参编英文专著 1 部；授权发明专利 3 件。

**报告摘要：**可控加氢是诸多领域均面临的重大挑战。本研究围绕催化活性提升、过度加氢抑制及催化剂稳定性提升三大核心目标，开展系列探索并取得显著成果。在二氧化碳逆变换反应中，我们制备的改性石墨烯负载碳化钼催化剂，在 300 °C 下展现出优异催化性能，其活性优于贵金属及其他钼基催化剂。研究表明，缺陷结构可有效平抑表面氢电荷同时降低活性位点磁化强度，促进其表面迁移并加速产物脱附。在乙炔半加氢反应中，利用钼基催化剂中氧空位诱导形成的合金位点，使乙烯脱附过程变为放热反应，从而将乙炔半加氢选择性显著提升至 92%。针对镍基催化剂在干重整反应中的稳定性难题，研究结果揭示了甲烷-二氧化碳干重整过程中镍基催化剂在氧化和还原气氛下的不同失活机理，据此进一步提出了“交替进气”动态策略及表面精准改性的稳态策略，均实现了催化剂的长效稳定。

1. Jiajun Zhang#, Bin Yang\*, Binhang Yan\*, Kai Hong Luo\* et al. JACS Au. 2023, 3(10), 2736-2748 (Front Cover)
2. Zhengwen Li#; Jiajun Zhang#, Binhang Yan\*, Ligu Wang\* et al. Journal of Energy Chemistry, 2025, 113, 975-983
3. Zhengwen Li# & Jiajun Zhang#, Binhang Yan\* et al. ACS Catalysis, 2024, 14(3), 1514-1524
4. Kai Feng# & Jiajun Zhang#, Binhang Yan\*, Kai Hong Luo\* et al. Applied Catalysis B: Environmental, 2024, 344, 12364
5. Jiajun Zhang#, Bin Yang\*, Kai Hong Luo\* et al. International Jo

## 水产加工废弃物的高值转化应用及新材料设计

**报告人简介：**张军涛，武汉轻工大学 化学与环境工程学院 副教授，博士生导师，理学博士，中共党员，副院长，《Collagen and Leather》期刊青年编委，是“农业废弃物资源化利用湖北省重点实验室”“湖北省自然科学基金创新群体”骨干成员，长期致力于农副资源中天然活性产物的结构改性、高值化和跨领域应用等方面的基础和应用基础研究，尤其聚焦水产加工废弃物资源中活性胶原结构、性能、构效关系、化学改性和新材料设计等工作。近年来，在相关领域累计发表高水平 SCI 论文 50 余篇，其中以第一/通讯作者身份发表 30 余篇，以第一完成人身份授权发明专利 3 项，先后主持国家自然科学基金面上项目和青年项目、湖北省自然科学基金青年项目、武汉市青年科技晨光计划和知识创新专项项目，以及企业横向项目多项，获湖北省科学技术进步奖三等奖 1 项，入选校立杰出青年计划和“常青学者”计划（青年拔尖人才），获评校师德先进个人、优秀研究生导师、“金龙鱼”青年教师奖、《Collagen and Leather》期刊杰出青年编委（2024）

等。研究成果在新型生物材料领域具有广泛的应用价值，为农副资源活性组分的高值化利用提供了新思路，为传统农副资源向高端领域的应用拓展提供了新途径。

**报告摘要：**精深加工是大宗、低值淡水鱼养殖和加工行业增值创收的主要方式。在加工过程中，会产生大量的副产物如鱼皮、鳔、鳞、骨等，约占原料鱼重的 30~50%。目前，针对这些加工副产物尚缺乏有效的利用途径，不仅造成资源浪费，同时也成为生态环境的污染源。而另一方面，这些副产物中富含的天然胶原，作为生物体中分布最广泛的纤维状、结构类蛋白，在生物材料领域却展现出了巨大的应用价值。由于具有良好的生物相容性、加工适应性和低免疫排斥性，近年来胶原作为医学组织工程的主要生物材料在人造皮肤、血管重建、跟腱（瓣膜）修复和医学美容等领域得到了广泛应用，甚至被赋予了“生物材料中的钢材”之称号。本团队长期聚集淡水鱼加工副产物这一新型污染源，集成环境、化学、材料学、生物医学等领域的技术手段，提取天然胶原，并进行新颖生物医学材料的设计和创制工作，在实现水产加工废弃物高值转化利用的同时，也为环境污染控制提供了方向。

1. Michaels, A. M.; Nirmal, M.; Brus, L. E. J.

## 稻秆源木质素基碳纳米纤维及其储能性能研究

**报告人简介：**孙亚，女，理学博士，副教授，硕士生导师，武汉英才优秀青年人才，湖北省科技特派员，湖北省第十三批博士服务团成员。博士毕业于武汉大学无机化学专业，2018年至2020年于武汉大学材料科学与工程从事博士后研究。主要从事秸秆源木质素分离和高值转化利用，包括木质素基纤维膜用作锂离子电池隔膜材料、木质素基材料在锂离子电池/超级电容器种的应用等。近年来，主持武汉市人才计划项目、湖北省青年科技人才专项、企业委托横向项目等 10 项，已累计发表 SCI 论文 40 余篇。

**报告摘要：**面向绿色低碳储能发展的高性能可持续电极材料开发，已成为当前能源材料领域的重要研究方向。本研究以稻秆木质素为原料，构建了用于超级电容器的碳基纳米结构电极材料。首先，通过静电纺丝结合热处理方法制备了木质素基碳纳米纤维（LCNFs），所得材料具有多孔结构，可作为自支撑电极，并表现出良好的电化学稳定性。为进一步提升储能性能，在此基础上构筑了  $Mn_3O_4$  /稻秆木质素衍生碳（ $Mn_3O_4$  /RSLC）异质结构纳米纤维。结果表明，该复合材料表现出更优异的电容性能、良好的倍率性能和循环稳定性。密度泛函理论计算进一步表明，与单一组分相比， $Mn_3O_4$  /RSLC 异质界面具有更强的离子吸附能力和金属性导电特征，揭示了异质结在增强离子锚定和促进电荷传输中的关键作用。本研究为农业废弃物木质素的高值化利用提供了有效途径，也为绿色高性能超级电容器电极材料的设计与开发提供了新的思路。

## 金属掺杂与缺陷调控压电催化还原铀酰性能研究

张也 \*

1 低维纳米材料光电技术实验室, 化学化工学院, 南华大学, 湖南衡阳

\*Email: yezhang@usc.edu.cn

**报告人简介:** 张也, 教授, 博士生导师, 南华大学化学化工学院副院长。主要从事放射性污染物与有机污染物的协同高效治理方面的研究工作。主持国家自然科学基金以及湖南省湖湘青年英才项目等 4 项。在 *Adv. Mater.* 等学术期刊发表研究成果 60 余篇, 论文总被引 6,000 余次, 授权国家发明专利 3 项。



**报告摘要:** 铀的放射性与化学毒性对生态环境和人体健康构成严重威胁, 随着核能快速发展, 含铀废水高效治理成为全球性难题。传统处理方法存在效率低、二次污染风险高、抗干扰性差等瓶颈, 而压电催化作为新兴绿色技术, 为其提供了突破性方向。本研究通过双金属掺杂及缺陷调控策略, 开发出高效稳定的压电催化材料体系, 为含铀废水治理提供绿色可持续解决方案。研究主要成果包括: 一是对  $ABO_3$  优异, 构建了高效催化平台 [1]。二是对层状钙钛矿  $SrBi_2Nb_2O_9$  进行 Na 和 Sm 双掺杂, 沿 b 轴构建额外内建电场, 促进光生载流子各向异性传输, 耦合光催化与压电催化, 提升 U(VI) 还原效率 [2]。三是引入氧空位并结合外加电场极化, 在  $Bi_2TeO_5$  中构建沿 c 轴有序的强内建电场, 高效生成过氧化氢, 基于该材料的自驱动膜反应器, 实现有机污染物的高效降解 [3]。综上, 本研究不仅系统性地提升了含铀废水的处理效率, 还为核工业废水治理提供了绿色、可持续且可规模化的技术路径, 具有重要的理论和实际应用价值。

参考文献:

1. Zhang, Y. \*, Bimetal Doping Enhanced Polarization Electric Field in  $BiFeO_3$  for Piezocatalytic U(VI) Reduction and Hydrogen Production, *Appl. Catal. B: Environ. Energy*, 2025, 367, 125113.
2. Zhang, Y. \*, Internal Electric Field-Induced High-Efficiency Piezo-Photocatalytic Performance in Bimetal-Regulated Layered Perovskite  $SrBi_2Nb_2O_9$ , *Adv. Funct. Mater.*, 2024, 34, 48, 2408838.
3. Zhang, Y. \*, Oxygen Vacancies and Electric Poling Synergistically Modulate c-Axis Built-in Electric Field in  $Bi_2TeO_5$  for Efficient  $H_2O_2$  Production Under Real Water Motion, *Adv. Funct. Mater.*, 2025, 36, e20797.

## Redirecting reaction pathway in tandem catalysis with isolated metal-acid architecture

郎文峰 ab, 彭智昆 a\*

1 郑州大学河南先进技术研究院, 郑州, 450000

2 郑州大学化学学院, 郑州, 450000

\* Email: zhikunpeng@163.com

**报告人简介:** 彭智昆, 郑州大学教授, 博士生导师。近年来主要从事金属纳米催化剂的设计制备与多相催化研究, 包括芳烃的催化加氢及选择性转化, 生物质有机分子的电催化转化, 催化发光对纳米材料精细结构分析研究。获得郑州大学“青年拔尖人才”、河南省“中原青年拔尖人才”, 河南省优青。先后主持国家自然科学基金面上项目, 青年项目, 中国博士后项目等。以第一/通讯作者在 Nat. Commun., ACS Catal., J. Catal., Appl. Catal., B, Adv. Energy Mater., Adv. Funct. Mater., Nano Res 等国际知名期刊发表学术论文 60 余篇。担任《Materials Reports: Energy》、《eScience》青年编委。



**报告摘要:** 金属-酸双功能催化剂因其可协同催化加氢与酸驱动反应, 在加氢转化、生物质提质及废碳资源化等串联反应中广泛应用[1]。此类催化剂通过整合连续反应步骤, 避免中间产物分离, 兼具高效节能优势[2]。传统负载型 M/Zeolite 催化剂虽可实现串联催化, 但因金属与酸性位点空间分布无序, 高活性中间体易发生非选择性吸附, 导致目标产物选择性不理想。

本文利用方钠石笼的空间位阻限制苯与环己烯接触金属位点, 迫使环己烯的生成与转化完全发生在酸性区域, 从而改变了传统竞争反应模式。通过将钨纳米颗粒封装于方钠石笼内, 并与 HY 沸石混合构建远端酸位点, 实现了金属与酸位点的空间隔离。研究表明, 该结构可将苯加氢烷基化路径从竞争性加氢/烷基化转向氢溢流介导的酸驱动烷基化。在苯转化率约 40% 时, 该体系环己基苯选择性达 76.3%, 产率最高为 47.3%, 性能显著优于对比催化剂及文献报道结果。实验和理论计算表明, 空间限域效应结合溢流氢定向传递, 可同步抑制过度加氢副反应与增强烷基化过程, 为精准调控串联反应路径提供了新范式。

### 参考文献

Liu Yuan, Liu qiaoyun, et al., ACS Catal. 2022, 12, 8, 4765 - 4776.

Li Jianpeng, Sun Kaihang, et al. Nano Research, 2025, 18(2), 94907138.

## 第六会场-报告摘要

### 等离子体催化 CH<sub>4</sub>-CO<sub>2</sub> 共转化制含氧化合物的性能与机理研究

万辉, 宋尚志, 吴俊, 赵鑫磊, 丁靖, 管国锋\*

南京工业大学化工学院, 江苏 南京 211816

\*Email: guangf@njtech.edu.cn

**报告人简介:** 万辉, 博士, 南京工业大学教授, 博士生导师, 江苏省化工过程强化工程研究中心副主任, 主要研究方向为能源与环境催化。主持国家重点研发计划课题、国家自然科学基金项目、江苏省自然科学基金研究项目、中国石化股份有限公司科技开发项目等项目 20 余项, 发表学术论文 200 余篇, 授权国家发明专利 50 余件, 主编江苏省环保地方标准 2 项, 获石油和化学工业联合会技术发明一等奖 1 项、江苏省科技进步二等奖 1 项、江苏省优秀专利奖 1 项等。



**报告摘要:** 利用非热等离子体技术将 CH<sub>4</sub> 和 CO<sub>2</sub> 共转化为高附加值含氧化合物, 不仅能够有效降低大气中温室气体的含量, 还能将 CH<sub>4</sub> 和 CO<sub>2</sub> 转化为高附加值的化学品或燃料, 实现变废为宝, 助力绿色低碳循环发展, 满足国家“双碳”战略目标。CH<sub>4</sub> 和 CO<sub>2</sub> 均为化学惰性分子, 其 C=O 和 C-H 的键能分别为 803 kJ/mol 和 439 kJ/mol, 同时催化剂表面活性位点不足等问题严重制约了非热等离子体催化体系的效率与产物选择性。因此, 亟需设计合成高效的催化剂以实现温室气体的资源化利用。针对上述挑战, 基于活性中心结构设计、表面缺陷构筑等策略, 系统设计并优化了催化剂表面结构, 制备了系列 Cu 基单原子催化剂以增强非热等离子体催化 CH<sub>4</sub>-CO<sub>2</sub> 共转化制含氧化合物的能力。研究表明, 通过构建特定的活性中心结构和表面缺陷的构筑, 能够有效增加催化剂表面活性位点、提升活性位点分散性、改善自由基吸附能力, 从而促进常温常压下含氧化合物的合成。理论计算进一步揭示, Cu 单原子的引入与表面缺陷的构筑能够提供稳定的吸附位点, 促进 CH<sub>4</sub> 氧化和 CO<sub>2</sub> 还原的过程, 提升含氧化合物的选择性, 为实现高效非热等离子体催化剂的设计与制备提供了新的理论和实验依据。

## 基于活性位构筑与微环境调控的分子筛乙烯选择性吸附研究

刘超文, 忻睦迪, 阿来古丽·叶克平, 王春璐, 张雪静, 邱丽美, 徐广通\*

石油化工分子转化与反应工程全国重点实验室 中石化石油化工科学研究院有限公司, 北京, 100083

\*Email: xugt.ripp@sinopec.com

**报告人简介:** 刘超文 (中石化石油化工科学研究院有限公司, 工程师, 博士)。主要从事分子筛吸附分离材料设计、结构表征及性能调控研究, 长期围绕乙烯/乙烷高效分离开展相关工作, 重点关注分子筛吸附活性位构筑、孔道微环境调变及吸附分离机理。在分子筛结构优化、吸附性能提升以及 X 射线衍射等表征分析方面积累了较丰富的研究经验。近年来, 已发表学术论文 11 篇, 申请发明专利 13 件, 参与国家重点研发计划 1 项。相关研究为低能耗烯烃分离新材料的开发与应用提供了理论基础和技术支撑。



**报告摘要:** 乙烯/乙烷分离是聚合级乙烯制备的关键, 传统低温精馏过程能耗高, 亟需发展高效低耗的替代分离技术。吸附分离因流程简化、能耗低而具有重要应用前景, 但吸附剂的选择性、容量与稳定性难以协同提升。LTA 分子筛具有与乙烯/乙烷分子动力学直径相匹配的孔道结构、稳定的骨架以及可调的阳离子位点, 是构筑高性能吸附材料的理想平台。本研究通过调控 IA/IIA 族阳离子种类及交换度, 实现了 LTA 分子筛孔口尺寸与孔道微环境的精细调变, 增强了对乙烷分子的限域效应, 从而提升乙烯选择性。在此基础上, 引入 Ag 物种构筑乙烯优先吸附活性位, 揭示了  $\alpha$  笼八元环孔口 Ag<sub>20</sub> 的孔口调控作用及  $\beta$  笼六元环阳离子位 Ag<sup>+</sup> 与乙烯分子之间的  $\pi$  络合作用对定向吸附的协同强化机制。所得 Ag/LTA 分子筛乙烯吸附量达到 3.50 mmol · g<sup>-1</sup>, 乙烯/乙烷 IAST 选择性达到 32.1。进一步发展了 Zn 非贵金属活性中心构筑策略, Zn/LTA 分子筛乙烯吸附量达到 3.36 mmol · g<sup>-1</sup>, 乙烯/乙烷 IAST 选择性达到 12.35, 并表现出优异的结构与活性稳定性。该研究为分子筛中乙烯吸附活性位构筑及孔道微环境协同调控提供了新思路。

Fig. 1 Synergistically enhanced ethylene/ethane adsorptive separation performance of LTA zeolites via construction of adsorptive active sites and modulation of pore microenvironment

关键词: LTA 分子筛; 吸附活性位构筑; 孔道微环境调变; 乙烯/乙烷吸附分离

参考文献:

1. Liu C. W.; Xin M. D.; Wang C. L.; Zhao W. H.; Xiang Y. J.; Zhang X. J.; Qiu L. M.; Xu G. T. ACS Appl. Nano Mater., 2023, 6(7), 5374–5383.
2. Liu C. W.; Xin M. D.; Zhang X. J.; Wang C. L.; Qiu L. M.; Xu G. T. New J. Chem., 2023, 47, 12279–12286.

## MOFs 材料的制备及其 VOCs 资源化利用研究

金杰 1, 万诗朋 2, 张侃 3, 逯子扬 1\*

1 江苏大学, 环境与安全工程学院, 镇江, 212013

2 南京工业大学, 环境科学与工程学院, 南京, 211816

3 南京理工大学, 材料科学与工程学院, 南京, 211816

\*Email: jiejin@163.com

**报告人简介:** 金杰, 博士, 资格副教授, 硕士生导师。2023 年 2 月毕业于韩国延世大学 Jong Hyeok Park 教授课题组, 获得博士学位, 同年 6 月以海外高层次人才身份引进江苏大学环境与安全工程学院。到目前为止, 已在 *Angewandte Chemie International Edition*、*Advanced Functional Materials*、*Applied Catalysis B: Environmental*、*ACS Catalysis*、*Small* 等国际顶级期刊上发表 SCI 论文 35 篇 (H 指数: 17, 入选 EIS 高被引论文 1 篇)。授权中国国家发明专利 3 项、韩国国家发明专利 2 项, 授权实用新型专利 2 项。申报韩国专利 1 项, 美国专利 1 项。受邀参加国际学术会议 6 次。入职以来, 主持国家级青年基金项目在内的各类课题共 6 项。



**报告摘要:** 传统光催化 VOCs 矿化路径 (如完全氧化为 CO<sub>2</sub>) 不利于减污降碳, 因此开发 VOCs 资源化利用技术具有重要意义。在前期工作中, 报告人主要围绕 MOFs 材料的孔结构调控及其在 VOCs 转化中的应用展开研究。如针对甲苯这一典型 VOCs, 报告人制备了分级孔 MIL-125 与 GO 的复合催化剂 (10% GO/MIL-125(H)), 其吸附与光催化降解性能显著优于微孔对对照样。机理表明, 分级孔结构加速了传质、电荷分离及光热效应, 提升了矿化效率。但该过程仍以 CO<sub>2</sub> 为最终产物。为了克服低价值矿化路径所带来的碳排放弊端, 我们进一步转向 VOCs 资源化利用策略, 通过合理设计 MOFs 复合材料, 实现了羟基自由基 (·OH) 介导的选择性氧化路线, 以对二甲苯为模型 VOCs, 通过 ·OH 作为氧供体生成含羟基中间体, 利用氢键调控吸附-脱附行为, 将对甲基苯甲醛 (p-TALD) 的选择性从 45.25% 提升至近 100%, 产率达 3568.8 μmol g<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>。该策略成功抑制了过度氧化, 实现了 VOCs 向高值化学品的定向转化。综上, 通过 MOF 孔结构工程与表面反应路径调控, 可推动 VOCs 处理从“减污”向“降碳与资源化”协同转型。

1. Jin, J.; Kim, J. P.; Wan, S.; Kim, K. H.; Choi, Y.; Li, P.; Kang, J.; Ma, Z.; Lee, J. H.; Kwon, O.; Kim, D. W\*.; Park, J. H\*. *Appl. Catal. B Environ.* 2022, 317, 121751.
2. Lu, Y.; Yu, S.; Jin, J.\*; Wang, Z.; Liu, T.-K.; Kim, K. C.; Zhang, K.\*; Park, J. H\*. *J. Am. Chem. Soc.* 2025, 147, 38, 34891 - 34900.

## 基于新型铁基功能载体材料的垃圾渗滤液绿色低碳高效脱氮技术研究

郑砚石 1,2, 沈佳荣 1, 杨金艳 1,2, 梁佳雨 1, 孙奕豪, 裴建川 1,2\* (宋体, 五号)

1 通讯地址: 浙江农林大学环境与资源学院、碳中和学院

2 通讯地址: 浙江农林大学水污染防治研究所

\*Email: jcp2012@zafu.edu.cn

**报告人简介:** 裴建川, 博士, 教授, 博士生导师, 国家海外高层次人才计划入选者, 浙江省海外高层次人才计划入选者, 浙江省“151”人才第一层次、浙江省“钱江人才”计划 A 类人才获得者, 陕西省第十二届政协委员、临安区第九、十届政协常委, 现任浙江农林大学水污染防治研究所所长。长期从事废水、废气及固废治理等方面的研究。主持国家等各级科研项目 30 余项, 发表论文 30 余篇, 授权发明专利 10 余项, 先后获得浙江省专利奖、浙江省新农村建设奖、浙江省优秀知联会会长等奖项 30 余项。



**报告摘要:** 针对传统硝化-反硝化工艺处理垃圾渗滤液时存在外碳源投加大、能耗高及温室气体排放量显著等局限性, 本研究提出以“铁-炭-微生物”协同脱氮为核心机制, 设计并制备了新型铁基功能化生物炭材料, 构建了基于该材料强化的厌氧氨氧化脱氮技术。该技术对厌氧氨氧化菌表现出显著的富集效能, 以反硝化污泥为接种源, 经 62 天培养, 厌氧氨氧化菌 *Candidatus\_Brocadia* 的相对丰度达到 3.9%。在连续流且无外加有机碳源条件下, 长期处理晚期垃圾渗滤液, 系统启动时间仅为 12 天。在连续 46 天的运行周期内, 氨氮与亚硝态氮的去除率稳定维持在 98% 以上, 蛋白质与胞外聚合物的比值达到 4.61, 颗粒污泥呈现出良好的结构稳定性, 系统在整个脱氮过程中实现了碳排放强度接近零的水平。本研究揭示了铁-炭-微生物协同策略在垃圾渗滤液绿色低碳脱氮领域的应用潜力, 为发展下一代自养深度脱氮工艺提供了材料学与微生物学依据, 同时对垃圾渗滤液及类似高氨氮低碳废水的绿色低碳处理具有重要参考价值。

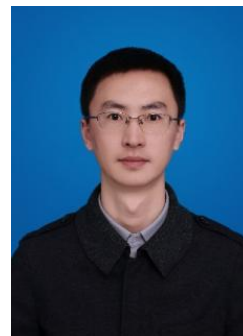
## 流体催化剂转化 CO<sub>2</sub> 制碳氢化合物

逯子扬\*

江苏大学，环境与安全工程学院，江苏省，镇江市，212013

\*Email: lzy@ujs.edu.cn

**报告人简介:** 逯子扬，江苏大学，教授，博导，江苏省杰出青年基金获得者。主要从事化工新材料、CO<sub>2</sub> 光转化技术等方面的研究。以第一/通讯作者在 *Angew. Chem. Int. Ed.* 等期刊上发表 SCI 论文近 80 篇，ESI 热点论文 3 篇、高被引论文 11 篇，H 指数 54；以第一发明人授权国家发明专利 25 件、转化 2 件；入选科睿唯安全球高被引学者、全球前 2% 顶尖科学家、江苏“青蓝工程”人才、江苏“青年托举”人才等；*Acta Phys.-Chim. Sin.* (IF=13.5)、*Chin. J. Struct. Chem.* (IF=10.3) 青年编委等；获省科技进步二等奖（第 2）等省部级奖 7 项；主持国家自然科学基金面上项目（2）、江苏省杰出青年基金项目、江苏省教改项目-重点课题等 20 余项。



**报告摘要:** 粉末/颗粒催化剂应用受限、分散性差以及 CO<sub>2</sub> 溶解度有限等严重影响了传统异相反应中 CO<sub>2</sub> 光还原的性能。设计多孔液体以开发具有永久孔隙率的液相环境和均相-异相的协同系统有望解决传统异相反应中 CO<sub>2</sub> 光还原的问题 1, 2。在此，我们展示了一种多孔液体 (NH<sub>2</sub>-UIO-66 PL)，其通过酰胺键用离子液体 ([M2070][IPA]IL) 改性金属有机骨架 (NH<sub>2</sub>-UIO-66) 来有效促进 CO<sub>2</sub> 的吸附和活化 3。将均相和异相的优点结合起来，实现了催化剂的高分散性和中间体的稳定。同样，另一种多孔液体 PIL1-EY[M2070] PL 结合了带正电荷的咪唑多孔框架和带负电荷的液端 EY[M2070]，可以引起催化剂液化，并赋予其独特的永久多孔气液反应特性，从而提高 CO<sub>2</sub> 反应浓度。这种气液反应保持了 100% 的 CO 选择性，并且与气固相反应相比实现了 18 倍的性能改进。有趣的是，可以通过更换内部多孔框架来切换 CO 到 CH<sub>4</sub> 的选择性调节，实验结果表明，与气固相反应相比，多孔液体 TiO<sub>2</sub>-PIL2-EY[M2070] PL 实现了 96.75% 的 CH<sub>4</sub> 选择性，并实现了 30 倍的性能提高。此外，通过调控内部多孔材料与外部位阻溶剂配比，还可调节多孔液体粘稠度，从而实现光催化材料的可简易涂刷应用。

参考文献:

1. Guosheng Zhou, Ziyang Lu\*, et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2024, e202411794.
2. Yangrui Xu, Ziyang Lu\*, et al., *Acta Phys.-Chim. Sin.*, 2024, 40, 2403032.
3. Yangrui Xu, Ziyang Lu\*, et al., *Adv. Funct. Mater.*, 2024, 34, 2313695.

## 梯度浸润性 PAN 纳米纤维膜的构筑及其空气净化性能研究

朱肖

常州大学 石油化工学院，常州，213164

\* E-mail: zhux@cczu.edu.cn

**报告人简介:** 朱肖，常州大学石油化工学院，博士，硕士研究生导师。主要从事纳米纤维膜材料的设计制备、功能化改性及其空气净化性能研究。主持国家自然科学基金青年基金（C类）、江苏省自然科学基金青年基金、常州市领军型创新人才引进培育项目等多项课题，累计发表 SCI 期刊论文 10 余篇。



**报告摘要:** Janus 纳米纤维膜因其独特的不对称结构和优异的定向液体传输性能受到广泛关注。然而，传统 Janus 纳米纤维膜通常采用双层或多层复合的方式制备，不同浸润性膜层之间的分子链结构差异和弹性模量失配，易导致膜层间界面剥离或开裂，严重影响膜材料在动态工况下的长期稳定性。因此，本研究采用静电纺丝与不对称光诱导表面化学能调控技术，创新性地设计并制备出具有梯度浸润性孔道结构的单层 PAN 纳米纤维膜。所制备的纳米纤维膜在厚度方向上呈现逐渐减小的水接触角，并表现出显著的定向水滴传输能力。此外，PAN 材料因其较大的偶极矩，能够显著增强颗粒物（PM）与纳米纤维表面的相互作用，实现对 PM 的高效捕获。实验结果表明，该纳米纤维膜的平均孔径为  $1.34 \mu\text{m}$ ，气通量为  $906 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{kPa}^{-1}$ 。在高湿环境下（RH = 80%），其过滤效率达 99.85%，压降为 862 Pa，显著低于纯 PAN 纳米纤维膜的 2873 Pa。

关键词：梯度浸润性；纳米纤维膜；空气净化

## 光电催化自由基介导有机污染物高附加值转化技术

**报告人简介:** 张侃南京理工大学教授，博士生导师，国家优秀青年基金获得者、江苏省特聘教授、江苏省“六大人才高峰”高层次人才，科睿唯安高被引科学家。长期聚焦于光电化学转化在能源和环境领域中的反应体系设计，作为第一/通讯作者，在 Sci. Adv.、Nat. Commun.、J. Am. Chem. Soc. 等学术期刊发表论文 70 余篇，论文他引 12000 余次，H 因子为 65，12 篇入选 ESI 高被引论文。目前担任无机材料学报编委以及 Green Energy and Environment、Ecoenergy 等期刊的青年编委、中国感光学会青年理事等。

**报告摘要:** 光电催化技术能够通过光生电子-空穴对来激发活性自由基，进而驱动有机污染物定向转化为高附加值化学品，为有机污染物的高效降解与高附加值转化提供了全新策略。然而，当前光电催化自由基介导有机物转化面临自由基反应选择性低、产物分离困难及长期运行稳定性不足等挑战。近些年，本课题组围绕催化

剂表界面工程、反应条件优化及外场耦合对自由基种类、浓度及选择性的调控机制，污染物分子结构与其转化路径（如氧化偶联、硝基化、脱氢、环氧化等）之间的构效关系展开研究，实现了  $\text{OH}\cdot$  自由基介导醇类定向脱氢反应、 $\text{NO}_2\cdot$  自由基介导的硝化反应、 $\text{Cl}\cdot$  自由基介导环氧化反应以及  $\text{O}_2\cdot/\text{OH}\cdot$  协同的 C-H 键活化等。

## 铜基催化剂界面结构调控与 $\text{CO}_2$ 加氢制甲醇性能研究

**报告人简介：**陈长伟，湖南湘西人，2022 年 12 月博士毕业于西安交通大学能动学院环境与科学工程专业，2023 年 2 月入职西安科技大学地环学院环境工程系。主要从事大气污染控制方面研究工作，目前研究主要集中在新型纳米催化材料的设计与开发及其在 VOCs 与  $\text{CO}_2$  减控资源化领域的应用研究。主持国家自然科学基金 1 项，在 Applied Catalysis B: Environment and Energy、Small、ACS ES&T Engineering、Chemical Engineering Journal、ACS Applied Materials & Interfaces、Inorganic Chemistry 等国际重要刊物上发表 SCI 论文 40 余篇（第一/通讯作者发表 SCI 论文 12 篇），3 篇入选 ESI 热点/高被引论文，论文总被引 2437 次，个人 H 因子 28 (Google scholar)；授权国家发明专利 9 项，获陕西高等学校科学技术研究优秀成果一等奖 1 项。

**报告摘要：**铜基催化剂在  $\text{CO}_2$  加氢制  $\text{CH}_3\text{OH}$  反应中因兼具高活性与选择性而备受关注，但其表界面结构复杂，活性位点与反应路径仍存争议。本研究围绕铜基催化剂界面结构的精细调控展开，旨在揭示界面特性与催化性能的内在关联。通过构建  $\text{Cu}/\text{ZnO}$ 、 $\text{Cu}/\text{ZrO}_2$  及  $\text{Cu}/\text{ZnO}-\text{ZrO}_2$  等模型催化剂，结合原位表征技术，系统探究了金属-载体界面、缺陷位点及配位环境对反应中间体吸附与转化的影响。引入“活性界面结构限域”与“层状双金属氧化物拓扑转化”双重策略，旨在构建高效稳定的  $\text{CO}_2$  加氢制  $\text{CH}_3\text{OH}$  催化体系。以层状双金属氧化物为前驱体，通过拓扑转变可控构筑了具有限域效应的 Cu 基复合催化剂，实现了活性界面在纳米尺度上的空间限域与化学锚定。层状类水滑石 (LDH) 前驱体衍生的限域结构有效抑制了 Cu 颗粒高温迁移与团聚，同时通过界面强相互作用稳定了关键中间体（如  $\text{HCOO}$  与  $\text{CH}_3\text{O}$ ），显著提升了  $\text{CH}_3\text{OH}$  选择性与长周期稳定性。优化后的催化剂在相对温和条件下  $\text{CH}_3\text{OH}$  时空产率提升近 5 倍，且副产物  $\text{CO}$  显著受抑。该工作为理性设计兼具高活性与高稳定性的铜基加氢催化剂提供了“限域界面”调控的新范式。

## 退役锂电池资源化、高值化利用新途径探索

梁键星<sup>1, 2</sup>, 孙同华<sup>1</sup>, 李侃<sup>1\*</sup>, 贾金平<sup>1, 2\*</sup>

<sup>1</sup> 绿色造纸与资源循环全国重点实验室, 上海市固体废物处理与资源化工程研究中心, 上海交通大学环境科学与工程学院, 上海, 200240

<sup>2</sup> 上海交通大学化学化工学院, 上海, 200240

\*Email: k. s. leung@sjtu. edu. cn

**报告人简介:** 梁键星, 上海交通大学环境科学与工程学院助理研究员, 长期致力于化工行业“三废”处理与处置研究, 在废旧锂电池等新能源固废低碳资源化和高值化、工业废水废气治理、功能材料制备及调控等方面积累了丰富的研究基础, 在 Science Advances、Angewandte Chemie International Edition、Environmental Science & Technology、Water Research、Journal of Hazardous Materials、Chemical Engineering Journal、Industrial & Engineering Chemistry Research 等国际期刊发表论文 40 余篇, 其中 ESI 高被引论文 2 篇, 申请发明专利 8 项, 已授权 3 项;



主持国家自然科学基金青年科学基金项目(C类)、上海市自然科学基金青年项目和中国博士后科学基金面上项目; 获得国家资助博士后研究人员计划C档资助, 并入选上海市“超级博士后”激励计划; 担任国际SCI期刊 Research on Chemical Intermediates 青年编委。

**报告摘要:** 随着废旧锂离子电池(LIBs)消费量的爆发式增长, 中国乃至全球范围内将会产生大量的废旧 LIBs。由于废旧 LIBs 中含有大量有价战略性金属元素(如 Li、Co、Ni 和 Mn), 多级分离纯化工艺常被用于上述金属元素的资源化回收, 以缓解资源匮乏的压力及其对环境的污染。近年, 由于多级分离纯化工艺冗长复杂且上述金属元素常用于环境催化剂的合成, 研究者们提出了基于废旧 LIBs 资源化合成环境催化剂的新型资源化思路, 这不仅简化了分离纯化步骤, 实现了有价金属的回收利用, 还大幅度地降低了环境催化剂的合成成本。然而, 现有的废旧 LIBs 资源化合成环境催化及工艺普遍存在二次污染严重、资源化催化剂中杂质元素影响机制模糊和资源化催化剂实用性受限等问题。为此, 本研究针对上述问题, 开发了基于有机酸协同调控的功能材料绿色合成新工艺; 通过多种(原位)表征手段和归一化比较法, 揭示了杂质元素在资源化催化剂中的存在形式及其作用, 建立了其在类芬顿反应中的构-效关系; 提出了有机酸诱导“泡沫状”结构形成新策略, 通过丰富的多孔结构及“尺寸筛分”效应, 显著提升功能材料的在环境治理中的实用性, 为基于废旧 LIBs 资源化的高效环境催化剂合成提供了新思路 and 理论依据, 有望加快废旧 LIBs 可持续资源化的进程。

## 过渡金属基催化剂电子结构调控及其对气态含氧污染物净化机理研究

**报告人简介:** 王雅笛, 西京学院副教授, 2025 年获博士学位, 陕西高校青年创新团队主要成员, 在环境化学及交叉学科领域共发表论文 10 篇, 其中以第一/共同作者在 Environmental Science & Technology、Advanced Science、JACS Au、ACS Catalysis、Applied Catalysis B: Environment and Energy、Chinese Chemical Letters、Journal of Colloid and Interface Science 等期刊发表 SCI 论文 6 篇, 主持西京学院高层次人才专项基金一项, 作为主要成员参与陕西省“揭榜挂帅”项目一项, 参与制定团体标准一项。

**报告摘要:** 气态含氧污染物的大量排放对环境及人体健康造成了严重危害, 其高效催化净化是大气污染控制领域的研究热点。针对工业源排放中典型气态含氧污染物的催化氧化过程, 目前存在污染物与氧物种在低温下吸附活化困难、复杂工况中催化剂易失活、以及 CO<sub>2</sub> 选择性偏低等关键科学难题。本报告围绕上述问题, 系统阐述通过构建原子级分散的不饱和金属-氧位点, 调控金属电子配位结构, 诱导晶格氧迁移, 从而实现 CO 低温高效活化的新方法; 提出了通过改善载体电子结构以形成丰富氧物种, 构建界面电荷通道, 协同增强催化剂抗水性与 CO<sub>2</sub> 选择性的新思路; 进一步发展了通过强化金属-载体相互作用、优化金属活性中心电子结构, 以促进中间产物转化、提升催化剂抗中毒能力的新策略。基于对催化剂电子结构的系统调控, 结合多种原位分析技术与第一性原理计算, 深入揭示污染物分子的降解反应机制, 明确活性氧物种的迁移路径与中间产物的转化途径, 建立过渡金属基催化剂电子结构与催化性能之间的构效关系, 为工业源气体污染物的高效净化提供了新思路与理论依据。

## Cu 团簇锚定 Mn<sub>0.5</sub>Cd<sub>0.5</sub>S 纳米棒光自芬顿降解抗生素研究

刘超 1\*, 孙静亭 1, 张勤芳 1\*

1 通讯地址 江苏省盐城市建军东路 211 号

\*Email: cliu@ycit.edu.cn

**报告人简介:** 刘超, 盐城工学院材料学院副院长, 教授, 开展新型光催化材料的可控制备、机理研究及应用。以第一作者(或通讯作者)发表 SCI 论文 40 余篇, 其中 ESI 高被引或热点论文 10 篇。入选“全球前 2% 顶尖科学家榜单”(2023-2025)、江苏省高校“青蓝工程”优秀青年骨干教师、江苏省“双创计划”科技副总等。主持国家自然科学基金、江苏省自然科学基金、中国博士后科学基金项目等。授权国家发明专利 5 件, 出版专著 1 部; 荣获中国商业联合会科学技术奖三等奖、江苏省材料学会科学技术奖一等奖、中国仪器仪表学会科学技术进步奖等奖项 10 余项。



**报告摘要:** 采用光还原法, 通过 Cu-S 键将 Cu 团簇锚定于 MCS 表面, 制备 Cu/MCS 肖特基异质结复合材料,

构建高效光自类芬顿（PSFL）反应体系。以盐酸四环素（TCH）为目标污染物，在模拟太阳光下探究其光自芬顿降解性能，系统分析 Cu 负载量、溶液 pH 值及共存离子的影响规律。经自由基捕获实验与 EPR 测试证实，单线态氧、超氧自由基和羟基自由基是降解核心活性物种。结合原位表征与电化学测试，阐明肖特基异质结的电荷定向分离机制。借助 X 射线吸收精细结构技术精准表征 Cu 的化学态与局部配位环境，证实 Cu<sup>0</sup>/Cu<sup>+</sup>/Cu<sup>2+</sup>之间存在高效价态循环，该循环可活化原位生成的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 持续产生活性氧物种。结合原位表征与电化学测试，阐明肖特基异质结的电荷定向分离机制，最终明确 PSFL 反应完整路径，为 TCH 等污染物高效处理提供高性能催化剂与技术支撑。

1. C. Dong, Y. Yang, X. Hu, Y. Cho, G. Jang, Y. Ao, L. Wang, J. Shen, J.H. Park, K. Zhang, Nat. Commun., 13 (2022) 4982.
2. Z. Chen, J. Wang, B. Yang, J. Li, Z. Liang, X. Liu, Y. Bao, J. Cao, M. Xing, Nat. Water, 3 (2025) 334-344.
3. L. Zhang, Y. Huang, H. Yan, Y. Cheng, Y. X. Ye, F. Zhu, G. Ouyang, Adv. Mater., 36 (2024) e2401162.

## 基于 Co 单原子催化剂的光催化氨氧化研究

夏承锴<sup>1\*</sup>, Sung Soon Kim<sup>2</sup>, Jung Kyu Kim<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 中北大学，材料科学与工程学院，太原，030051

<sup>2</sup> Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Yonsei University, Seoul 03722, Republic of Korea.

<sup>3</sup> School of Chemical Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon, 16419, Republic of Korea

\*Email:ckxia@nuc.edu.cn

**报告人简介：**夏承锴，现任中北大学材料科学与工程学院副教授，中北大学（厦门）研究院院长助理兼电化学实验室主任，主要从事光电催化有机合成技术相关研究，同时参与面向万米深海应用的高精度温盐深传感仪器的研发工作。现主持国家自然科学基金青年科学基金项目，山西省基础研究计划青年科学研究项目等多项省部级项目，并获得厦门市科技创新领军人才资助。



**报告摘要：**光电催化氧化技术是一种很有前景的可持续制氢和氧化增值技术。尽管该技术潜力巨大，但催化材料的高过电位和有限耐久性制约了其广泛应用。赤铁矿（ $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）因其成本效益、资源丰富性和可调催化特性成为关键候选材料，然而其催化效率和长期稳定性仍需进一步提升。本报告将重点介绍本团队运用界面结构工程改性措施提升  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 光电催化剂性能的最新进展，及其在光电催化氨氧化方向的应用研究。通过构筑；同时，负载 FePO<sub>4</sub> 助催化剂[1]和 Co 单原子催化剂的 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 光阳极[2]能显著降低对氨分子的吸附活化能，表现出稳定的光电催化氨分解活性；相关的 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 光阳极不仅能高效催化析氧反应，还能同步驱动

氨氮等污染物的选择性氧化，实现污染物降解与高值化学品合成的耦合。本报告将通过系统分析界面工程策略在光电催化过程中的关键作用，阐明其在推动光电催化技术向高效、稳定方向发展的重要意义。

1. Xia, C.; Li, Y.; Je, M.; Kim, J. K.. Nano-Micro Lett., 2022, 14, 209.

## C02 电催化转化的过渡金属催化剂设计与调控

顾晟燊, 钟璟\*

江苏省绿色催化材料与技术重点实验室, 常州大学石油化工学院, 常州 213164

\*Email: zjwyz@cczu.edu.cn

**报告人简介:** 姓名: 顾晟燊

职位/职称: 讲师 工作单位: 常州大学 顾晟燊, 江苏省双创博士, 毕业于麦考瑞大学, 获得工学博士学位, 现就职于常州大学石油化工学院。主要致力于有机/无机材料的制备及其在光电催化转化中的应用, 发表高水平论文 30 余篇, 参编英文专著 1 篇。承担/参与多项省部级项目的教学和科研工作, 在电催化还原 CO<sub>2</sub>, 电催化析 H<sub>2</sub>、光电催化降解污染物等领域积累了丰富的经验。



**报告摘要:** 过渡金属因其独特的电子结构、丰富的价态变化、良好的配位可调性, 在电催化还原 CO<sub>2</sub> 过程中展现出优越性[1], 通过调控过渡金属的周围环境, 可优化其催化性能[2, 3]。本工作通过调控过渡金属 Fe、Co、Ni 的分散程度以及环境结构, 制备了 MOFs 类、金属团簇类和单原子类 CO<sub>2</sub> 电催化转化催化剂。三种催化剂均具有良好的 CO<sub>2</sub> 还原活性, 可有效调控产物并抑制竞争性的析氢反应, 实现产物 CO 的选择性在 90% 以上, 稳定性达到 12 h, 反应过电位小于 450 mV。其中, 单原子催化剂的性能突出, CO 选择性达到 96%, 在较低过电位 220 mV 下实现转化频率 (TOF) 3400 h<sup>-1</sup>。理论计算表明, 单原子催化剂为过渡金属与中间体 \*COOH 的结合提供了理想的微环境, 有效促进电子向产物转移, 降低 CO<sub>2</sub> 还原反应能垒, 从而提升了催化活性。研究成果为开发高效率的过渡金属电催化剂奠定了实验与理论基础。

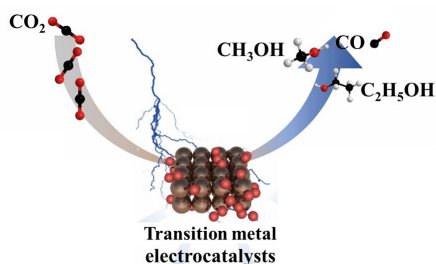


图 1. 电催化 CO<sub>2</sub> 还原示意图

参考文献

1. Chem. Soc. Rev., 2020, 49, 6884-6946.
2. Adv. Mater., 2023, 35, 2209298.
3. Angew. Chem. Int. Ed., 2024, 63, e202414506.

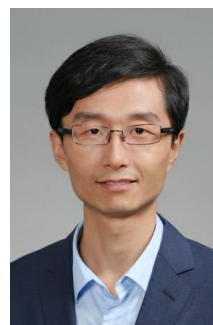
## 室温常压催化水与空气直接生成过氧化氢的新策略

李顺

江苏大学，江苏省镇江市学府路 301 号，212013

\*Email: shun@ujs.edu.cn

**报告人简介:** 李顺，江苏大学金山特聘教授。2007年毕业于天津大学材料科学专业，获得学士学位。2015年获得加拿大国家科学研究所（INRS）能源与材料科学博士学位。曾任南方科技大学副研究员。研究方向主要为铁电/压电/热电纳米材料在能量转换及催化中的应用。在 *Nature Catalysis*, *NSR*, *Prog. Mater. Sci.*, *Nano Lett.*, *Mater. Horizon.*, *Nano Energy*, 等国际知名期刊上发表论文 100 余篇。发表论文被引用 6000 余次，H 指数 45。授权发明专利 10 余项，获批国家自然科学基金 2 项。入选 2023/2024 斯坦福全球前 2% 年度科学家。



**报告摘要:** 过氧化氢 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 是一种重要的工业化学品和可持续能源载体。然而，如何在温和条件下实现简单、高效且经济的合成仍存在重大挑战。当前工业制过氧化氢的蒽醌法不仅能耗高且污染环境。氢氧混合气直接合成法受限于必须使用钌基催化剂，且需处理高压易燃氢气，存在显著安全隐患和成本问题。为解决这些安全、经济及环境问题，以水和氧气为原料直接合成 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 被视为理想解决方案——其原子利用率可达 100%。但水分子固有的稳定性 (O-H 键均裂解离能高达 118 kcal mol<sup>-1</sup>) 使该途径仍面临巨大挑战。目前突破这一能垒的策略通常需要光、电或机械力等高能输入，涉及光催化、激光直接合成、电催化和机械催化等技术。此外，这些方法往往依赖复杂昂贵的催化剂，严重制约了其实际应用潜力。

本研究提出了一种室温常压催化水与空气直接生成过氧化氢的新策略，发现具有 Sn 空位的硒化锡 (SnSe) 纳米片可在常温常压下直接催化水与氧气合成 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>，且无需额外能量输入 (如光、电)、助催化剂或牺牲剂。该方法在 40° C 时达到 2.6 mmol · g<sup>-1</sup> · h<sup>-1</sup> 的最优产率，并在室温流动反应器中实现超过 50 小时的长期稳定生产 (0.3 mmol · L<sup>-1</sup>)。实验与理论分析表明，这种独特的热催化效应源于动态过程：锡空位缺陷移动诱导 SnSe 纳米片表面的可逆重构实现了水分子连续吸附/解离。该研究为 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 生产提供了一种极其简单、高效且完全绿色的策略，对涉及水活化的其他催化反应也将具有更广泛的启示。

1. X.Y. Zhang, S. Li\*, L.-D. Zhao\*, et al. *Nature Catalysis*. 8, 465 - 475 (2025).

## 第七会场-报告摘要

### 烟气中 NO<sub>x</sub>/CO/CO<sub>2</sub> 小分子气体的去除及资源化利用

于锋 1, 2, \*

1 石河子大学 化学化工学院 兵团化工绿色过程重点实验室, 石河子 832003

2 石河子大学 碳中和与清洁能源技术实验室, 石河子 832003

\*Email:yufeng05@mail.ipc.ac.cn

**报告人简介:** 于锋, 男, 博士, 教授, 博士生导师, 国家级海外高层次人才。2010年毕业于中科院理化所, 先后在 NTU 和 A\*STAR 做博士后研究工作。主要从事“固定源烟气处理与资源化利用”的基础和应用研究工作, 主持了国家 863 计划课题子任务、国家自然科学基金等各类项目 10 余项, 提出了“N1 Chemistry (氮一化学)”的理念, 在 JC、ACB、ACS Cat. 等期刊发表 SCI 科研论文等 200 余篇, 引用 10000 余次, H 因子 53。兼任《化工进展》编委、CCL 和 FCSE 期刊青年编委、中国感光学会青年理事、北京市国际科技合作基地特聘专家等。荣获了新疆兵团技术发明奖一等奖、兵团科技进步奖二等奖(2 项)、中国化工学会科学技术奖基础研究成果奖二等奖、中国发明协会发明创新创业奖二等奖、新疆化学会杰出青年科技奖、侯德榜化工科学技术奖青年奖等荣誉称号。



**报告摘要:** 面向生态文明建设的需求, 围绕 NO<sub>x</sub> 高效去除的共性问题 and 关键技术, 针对 NH<sub>3</sub>-SCR 脱硝一直面临着低温脱硝性能差、氨气逃逸严重和整体式成型催化剂涂覆性能差等问题, 依托区位和资源优势, 设计了冰壶催化剂, 引入了过程强化技术, 采用了 3D 打印成型技术, 提出了“氮一化学”理念。具体内容包括:

(1) 基于新疆天然蛭石特色矿产资源, 通过调控界面活性位点, 制备了冰壶催化剂, 实现了气体分子在反应界面的高效吸附与转化; (2) 采用过程强化技术, 调控路易斯酸位点和氧空位, 实现了氨气“零逃逸”; (3) 设计了具有微纳米结构的多孔微球, 增强了成型催化剂涂覆能力; (4) 引入了 3D 打印成型技术, 制备了整体式脱硝催化剂; (5) 提出了“氮一化学”的新理念, 有助于 NO 的去除与资源化利用。这些工作有利于丰富 NO<sub>x</sub> 去除模式, 为低温 SCR 脱硝催化剂的设计和应用提供理论支撑和技术指导, 为生态文明建设提供有力的科技保障。

## 硅烷 VOCs 歧化催化剂及其反应机制

徐文媛 1\*

1 华东交通大学材料科学与工程学院, 南昌, 330013

\*Email:(xwyktz@163.com)

**报告人简介:** 徐文媛, 二级教授, 江西省井冈学者特聘教授, 博导, 一级主讲教师, 江西省化学化工学会理事、省材料学会理事, 新加坡 Viser 专家库材料工程专业委员会委员, 环境材料专家委员会理事, 中国化学会会员, SCI 专刊编委, 是国家基金委、京粤鄂湘冀豫皖晋藏赣藏桂等省市科技、重大、人才和奖励项目评审专家, 曾在国际催化会议、中国化学会年会、全国催化会议等国内外会议受邀作邀请报告、分会主持和口头报告。共主持国家自然科学基金课题 4 项; 承担省重点项目等省级课题 9 项, 厅级课题 9 项, 横向课题 3 项。



**报告摘要:** 二甲作为有机硅核心单体 (占比超 80%), 是战略性新兴产业的关键基础材料, 其生产过程中副产大量气态 VOCs 一甲、三甲, 引发环境、安全及资源浪费等问题, 因此通过歧化反应将一甲、三甲转化为二甲具有重要工业价值。课题组多年研究发现, 传统无机催化剂 ( $AlCl_3$  负载于 ZSM-5、 $\gamma-Al_2O_3$ ) 虽具初始歧化活性, 但活性组分易升华流失。课题组创新采用复盐离子晶体解决了  $AlCl_3$  流失的问题; 通过构建无机复合载体及核壳结构可进一步强化表界面活性, 联合实验表征与理论计算揭示了活性中心富集于催化剂表界面, 其中  $Al-O-H$  和  $Al-Cl$  键是核心活性位点。将同样含  $Al-O-H$  键的 ZSM-5、 $\gamma-Al_2O_3$  与 MIL-53(A1) (包括其  $NH_2$ -、 $NO_2$ -等衍生 MOFs) 结合, 构建的基于金属有机框架 MIL-53(A1) 的无机@有机核壳体系, 突破了传统有机-无机材料界限, 获得了更高性能的歧化催化剂。该设计通过强化表界面协同效应, 使歧化反应效率大幅提升。本研究从活性位点本质解析到催化剂结构创新, 为有机硅工业副产物高值化利用提供了理论支撑和技术方案。

### 参考文献:

1. Wenjuan Xu\*, Jinyu Liu, Boyang Jiang, Liubin Mo, Wenling Zha, Zhili Fang, Zejing Chen\*, Xi Chen\*. J. Phys. Chem. C. 2026, 10.1021/acs.jpcc.5c07500
2. Wenjuan Xu\*, Haoting Si, Liubin Mo, Zhaohua Cheng, Hongkun Huang, Jiayi Peng, Xi Chen\*, Mengyin Liao\*. J. Solid State Chem., 2024, 332:124561.

## Pt/TiO<sub>2</sub> 催化剂 CO 氧化中的反向氧溢流效应

熊尚超 1\*

1 西南交通大学环境科学与工程学院, 成都, 中国, 611756

\*Email: xiongshangchao@swjtu.edu.cn

**报告人简介:** 熊尚超, 西南交通大学环境科学与工程学院副研究员, 博士生导师。主要从事热催化控制大气污染物排放相关研究, 以第一/通讯作者在 Nat. Commun. (2 篇)、Environ. Sci. Technol. (5 篇)、Appl. Catal. B (2 篇) 等 TOP 期刊发表论文 24 篇。主持国家自然科学基金面上项目、青年项目 C 类等省部级及以上项目 8 项。担任 Energy and Environment Nexus、Environmental Nexus 期刊青年编委。入选/获得中国科协青年人才托举工程、四川省天府峨眉计划青年人才、中国博士后科学基金会香江学者、Elsevier 2024 和 2025 全球前 2% 科学家榜单、四川省环境科学学会青年科技奖。



**报告摘要:** CO 是汽车尾气和工业燃烧过程中的主要污染物之一, 因此开发高效、稳定的 CO 氧化催化剂对改善空气质量具有重要意义。在催化反应过程中, 催化剂表面活性物种的溢流过程对催化剂的活性和耐久性具有重要影响。与已有广泛研究的氢溢流相比, 反向氧溢流 (reverse oxygen spillover, ROS) 的相关研究相对较少, 但其在活性氧物种的生成及界面电子结构调控方面具有重要作用。本研究通过在 TiO<sub>2</sub> 中引入 Sn 元素, 构建了 Pt/SnTiO<sub>2</sub> (Pt/STO) 催化剂体系。Sn 掺杂在维持 TiO<sub>2</sub> 晶格结构的同时, 打破了氧的配位对称性, 显著增强了界面氧迁移能力, 从而在低温条件下激活 ROS 过程。结合原位谱学表征与从头算分子动力学 (AIMD) 模拟发现, ROS 过程由 Pt<sup>2+</sup> 位点上的 CO 吸附所触发, 随后 Ti-O-Sn 键断裂, O 迁移至 Pt 位点生成 Pt<sup>4+</sup> 物种。通过 ROS 提供的氧原子在能量上更有利于参与 CO 氧化反应, 使得该催化剂在活性和抗硫性能方面显著优于传统 Pt/TiO<sub>2</sub>。随后考察了 Pt 粒径对 ROS 过程的影响。通过调控 Pt 的负载量, 构建了从单原子、纳米团簇到纳米晶等不同尺寸的 Pt 物种。结果表明, Pt 粒径显著影响 ROS 强度: 单原子 Pt 因 CO 吸附过强抑制了 ROS 的发生; 纳米晶态 Pt 因与载体相互作用较弱而难以触发 ROS; 而纳米团簇 Pt 则凭借适中的 CO 吸附能力与有效的电子转移, 表现出最强的 ROS 效应, 因此表现出最低的反应能垒和最高的 CO 氧化活性。综上所述, 本研究系统揭示了 Sn 掺杂增强载体氧迁移能力与 Pt 粒径调控界面电子结构在 ROS 过程中的协同作用, 为高效 CO 氧化催化剂的结构设计提供了理论依据。

参考文献:

Xiong, S.-C.; Gong, Z.-J.; Wang, H.-L.; Shi, J.-Q.; Liu, H.-Y.; Chen, X.-P.; Mi, J.-X.; Chen, J.-J.\*; Li, J.-H. Nat. Commun. 2026, DOI: 10.1038/s41467-026-69327-x.

Chen, J.-J.; Xiong, S.-C.\*; Liu, H.-Y.; Shi, J.-Q.; Mi, J.-X.; Gong, Z.-J.; Chen, J.-J.; Li, J.-H.\* Nat. Commun. 2023, 14, 3477.

## 非贵金属 VOCs 氧化催化剂的研发及应用

冯能杰, 万辉, 管国锋\*

南京工业大学化工学院, 江苏 南京 211816

\*Email: guangf@njtech.edu.cn

**报告人简介:** 冯能杰, 博士, 南京工业大学副研究员, 硕士生导师, 江苏省科协青年科技人才托举工程入选者, 主要从事环境催化与大气污染控制研究。主持国家自然科学基金面上项目、青年项目、国家重点研发计划子课题、江苏省自然科学基金等科研项目 10 余项, 发表 SCI 论文 50 余篇, 申请国家发明专利 10 余件, 获中国石油和化学工业联合会科技进步二等奖、江苏省科学技术三等奖等。



**报告摘要:** 随着工业化进程的加速, 挥发性有机化合物(VOCs)的排放问题日益严重, 严重威胁自然环境与人类健康。催化氧化法具有处理效率高、适用范围广、反应温度低等优点, 是 VOCs 末端治理的主流技术。然而, 现有的贵金属催化剂价格昂贵, 其资源的稀缺性进一步推高了成本门槛, 给工业大规模应用带来显著经济压力。非贵金属催化剂虽然价格上具有明显竞争力, 但其低温活性与普适性方面存在短板, 限制了复杂工况下的应用。针对上述问题, 本研究基于“活性位点调控-界面协同效应”理论, 针对不同类型污染物分子的结构差异, 定向开发了 Mn 基、Co 基、Cu 基等非贵金属催化剂, 突破了规模化制备过程中组分均匀负载、高温抗烧结等规模化制备过程中的关键技术, 实现了工业应用, 为高性能非贵金属催化材料的精准设计与工程化应用提供了理论支撑与实践示范。

## V-W-Ti 多孔晶体材料的创制及低温脱硝机制探究

陶美林\*

1 南京师范大学环境学院, 江苏南京, 210023

\*Email: 75044@njnu.edu.cn

**报告人简介:** 陶美林于 2018 年获得东北师范大学博士学位。毕业后加入日本神奈川大学攻读博士后。自 2023 年起担任南京师范大学环境学院副教授。主要研究方向是全无机微孔材料的设计合成及工业烟气脱硝。



**报告摘要:** 氮氧化物(NO<sub>x</sub>)是 O<sub>3</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 污染的重要前体物, 其大量排放会带来酸雨、光化学烟雾、臭氧层破坏等一系列环境污染问题。因此, 切实加强对氮氧化物的控制排放和治理, 已成为我国当前环保领域的重要话题。氨选择性催化还原(NH<sub>3</sub>-SCR)是目前最有效的氮氧化物消除技术之一, 而催化剂是 SCR 技术的关键。目前商业使用的 NH<sub>3</sub>-SCR 催化剂 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-W<sub>3</sub>O<sub>9</sub>/TiO<sub>2</sub> 存在的主要问题是低温活性不高且结构组成不明确。基于此, 我们通过水热合成法制备了一类全无机 V-W 多孔晶体材料

(H0.5K1.5W4V3O19, 简称 V-W-MC)。通过酸辅助作用将 Ti 原位引入 linker 位, 制备 V-W-Ti 全无机多孔晶体材料 (V-W-Ti-MC) [1]。通过控制水热合成的条件及后处理方法, 实现了含 Mo、Zr、Fe 等多活性位点的 V-W 多孔晶体材料的可控制备 [2]。

将新型的 V-W-Ti 多孔晶体材料应用于 NH<sub>3</sub>-SCR 中, 发现其低温催化活性 (80-200 °C) 显著高于传统的 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-W<sub>3</sub>O<sub>9</sub>/TiO<sub>2</sub> 工业脱硝催化剂, 且 150 °C 下活性保持至少 16 h 不变。此外, V-W-Ti 多孔晶体材料的显著特点还包括: 1) 具有规整的孔道结构, 有利于反应物分子的吸附和活化; 2) 其明确的晶体结构和均一分布的活性位点有助于理论模型的建立, 有望为探究 V-W-Ti 基催化剂的脱硝作用机制提供理论依据。

图 1 V-W-Ti 多孔晶体材料及 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-W<sub>3</sub>O<sub>9</sub>/TiO<sub>2</sub> 工业催化剂的 NH<sub>3</sub>-SCR 活性探究参考文献:

1. Tao, M.; Ishikawa, S.; Zhang, Z.; Shimizu, Ueda, W. ACS Catal. 2021, 11, 14016.
2. Tao, M.; Ishikawa, S.; Murayama, T.; Inomata, Y.; Ueda, W. Inorg. Chem. 2021, 60, 5081.

## 复杂工况下氯代 VOCs 催化氧化材料的设计与应用

吕雪龙 1\*

1 山东科技大学 安全与环境工程学院, 青岛, 266590

\*Email: lvxuelong@sdust.edu.cn

**报告人简介:** 吕雪龙, 博士毕业于中国科学院城市环境研究所, 现为山东科技大学博士后, 山东省煤炭分级转化与低碳利用重点实验室科研骨干, 研究方向为复杂工况下氯代挥发性有机污染物及其他气态污染物的协同催化净化研究, 近年来已在 Environmental Science & Technology、Applied Catalysis B: Environment and Energy、Journal of Hazardous Materials 等环境催化领域国际刊物上发表 SCI 论文十余篇, 授权国家发明专利一项, 获批国家资助博士后研究人员计划 B 档、博士后面项目、山东省自然科学基金等纵向课题五项。



**报告摘要:** 催化氧化技术是消除 CVOCs 污染最有效的末端控制技术之一, 而研发适用于实际工况高效催化材料是该技术的应用核心。在已有报道中主要以提高抗氯能力、抑制多氯化副产物生成为目标, 较少关注催化剂在复杂工况下的适应性。而实际工业烟气中的水汽和重金属杂质等在催化剂表面的吸附和沉积会造成严重的毒化失活, 对这种毒化过程和机理进行系统考察, 并提出有效的抗毒化策略对于催化剂的工业应用至关重要。针对氯代挥发性有机污染物催化降解过程中所面临的复杂工况条件, 本研究深入探索催化剂的失活机理和稳定机制, 通过耦合稳定位点和功能载体实现催化剂对高活性、高稳定性和杂质 (水汽、重金属等) 抗性的兼顾, 为工业催化剂的选择与研发提供参考。

参考文献:

1. Lv, X. L.; Hao, X. H.; Xu, W. J.; Shao, S. T.; Li, X. L.; Zhang, Y.; Jia, H. P. Appl. Catal.

- B: Environ. Energy. 2025, 366, 125010.
2. Lv, X. L.; Wu, S. N.; Shao, S. T.; Yan, D. X.; Xu, W. J.; Zhang, Y.; Jia, H. P.; He, H. Environ. Sci. Technol. 2024, 58, 3985–3996.
3. Lv, X. L.; Jiang, M. Z.; Chen, J.; Yan, D. X.; Jia, H. Appl. Catal. B: Environ. Energy. 2022, 315, 121592.

## 改性气相催化选择性电还原 NO 合成氨的研究

**报告人简介:** 石峰, 上海工程技术大学化学化工学院讲师, 硕士生导师, 从事环境电催化及多污染物控制技术研究方向研究, 主要聚焦烟气硫/硝转化控制技术以及电催化氮还原转化材料设计及过程控制。主持国家自然科学基金青年项目 1 项, 发表 SCI 论文十余篇, 申请发明专利多项。

**报告摘要:** 工业烟气中氮氧化物是造成大气污染的主要有害物质之一, 对烟气中 NO 的协同脱除是新的环保要求下的迫切需求。电催化还原是绿色、高效的烟气 NO 脱除方法, 其应用核心在于提高 NO 气体传质以及 NH<sub>3</sub> 产物选择性。本研究聚焦工业烟气硫/氮资源化及重金属污染控制需求, 基于 N 的多价态转变及多相电催化还原路径, 构建多金属催化电极与具有亲水/疏水功能团的离聚物催化层复合体系, 解耦 NO 气液传质途径, 扩展反应界面, 提高电子利用率及还原效率, 利用协同催化净化多介质污染物, 实现工业烟气氮转化。构建原位催化还原体系, 进行催化剂表面结构调控, 优化多污染物联用控制体系, 为解决工艺问题提供理论基础。

## 挥发性有机污染物 (VOCs) 资源化与能源化利用技术开发及应用

梁鹏 1\*, 吕雪龙 2, 张腾飞 1, 刘庆 1, 焦甜甜 1

1 山东科技大学 化学与生物工程学院, 青岛, 266590

2 山东科技大学 安全与环境工程学院, 青岛, 266590

\*Email: liangpeng202@hotmail.com

**报告人简介:** 梁鹏, 山东科技大学教授/博士生导师, 山东省泰山产业领军人才, 山东省煤炭分级转化与低碳利用重点实验室主任。兼任中国环保产业协会废气净化委员会副秘书长、中国煤炭学会煤化工 and 环境保护专委会委员、中国化工学会工程热化学专委会委员。主要研究方向为煤化工、大气污染治理、化工装备等。主持国家重点研发计划课题 1 项、国家自然科学基金项目 5 项、山东省重点研发计划等省部级项目 10 余项。申请授权专利 30 余项, 在国内外期刊及会议发表学术论文 150 余篇。近年来获环境技术进步一等奖、山东省科技进步二等奖、青岛市技术发明一等奖等科技奖励 10 余项。



**报告摘要：**工业生产过程是我国挥发性有机化合物（VOCs）的重点排放源，由于生产环节繁杂、生产条件多变，工业有机废气往往具有成分复杂、风量和浓度波动幅度大、含水汽和杂原子等特点，制约了众多处理技术的应用。本科研团队围绕 VOCs 资源化和能源化利用开展技术攻关，针对高浓度、成分单一有机废气，研制了大容量、高选择性的特种差异化活性炭纤维，配套开发了 ACF 吸附-水蒸汽脱附溶剂回收工艺。针对大风量、低浓度连续排放源，研制了起燃温度低于 250 °C、抗中毒及热冲击性良好的非贵金属氧化物催化剂，开发了整体式催化剂制备技术和多种新型催化氧化装置，完成了浓缩比可达 30 倍的沸石转轮吸附浓缩-催化燃烧工艺耦合，综合治理成本降低 40% 以上。针对含 S、N 等杂原子的分散源废气，开发的撬装式工艺系统催化床净化效率稳定维持在 99% 以上。团队科研成果已在 200 多个工程项目上得以成功应用

## 界面氢调控驱动的不饱和 VOCs 选择性氢化资源化转化

**报告人简介：**李鑫哲，研究员，博士生导师，西安交通大学青年拔尖人才，小米青年学者。聚焦不饱和 VOCs 可控氢化资源化，构建模型催化剂体系，结合原位光谱、电镜及理论计算，系统揭示界面供氢机制、活性位点演化与选择性调控规律，为污染物高值利用提供理论依据。以第一作者/通讯作者在 Nat. Rev. Chem.、Nat. Commun.、Angew. Chem. 发表 20 余篇论文，总他引 4000 余。告人简介

**报告摘要：**不饱和挥发性有机污染物（VOCs）兼具环境危害性与资源化利用潜力，其选择性氢化转化是实现减污降碳与高值利用协同的重要途径。然而，不饱和 VOCs 氢化过程普遍面临界面供氢机制不清、活性氢物种生成与稳态调控困难以及氢中间体向目标不饱和键定向转移能力不足等关键挑战。围绕上述问题，报告人聚焦不饱和 VOCs 可控氢化资源化，建立了“界面氢机制辨析—供氢界面优化—定向氢转移调控”的研究框架。通过构建结构明确的模型催化体系，系统甄别界面氢在反应中的真实参与方式，明确区分氢原子转移与质子-电子耦合转移路径，揭示不同供氢机制对反应活性与选择性的决定作用；通过调控界面氢吸附强度与覆盖状态，提出弱吸附供氢界面构筑策略，实现炔类 VOCs 中 C≡C 键的高选择性半氢化；进一步通过构建定向氢转移通道，增强氢中间体由生成位点向目标不饱和键的精准运输与高效耦合，提升含杂原子不饱和 VOCs 选择性氢化性能。相关研究从界面氢参与方式、供氢行为调控到反应路径选择三个层面，揭示了不饱和 VOCs 可控氢化资源化的关键机制与构效关系，为污染物催化转化与高值利用提供了新的理论依据与设计思路。

## 碳基催化剂对氯代挥发性有机污染物的电催化脱氯性能研究

甘国强 1\*

1 旱区地下水文与生态效应教育部重点实验室, 水利与环境学院, 长安大学

\*Email: ganguoqiang@chd.edu.cn

**报告人简介:** 甘国强, 长安大学水利与环境学院副教授, 博士研究生导师, 入选第三批博士后海外引才专项(2025); 主要从事先进功能材料的构建及电催化转化技术的开发相关研究工作。博士毕业于大连理工大学, 随即入选香江学者计划, 在香港城市大学超金刚石与先进薄膜研究中心(COSDAF)从事博士后研究, 合作导师为张文军讲席教授和雷明凯教授。截至目前, 主持博士后海外引才专项、国家自然科学基金青年项目、中国博士后特别资助项目等9项; 在Advanced Functional Materials、ACS Nano、ACS Catalysis等国内外顶级期刊上发表论文40篇, H-index 22, 其中一作/通讯19篇, 申报国家发明专利3项; 担任Process Safety and Environmental Protection (CSI, 二区TOP) 杂志编辑; 荣获北京大学唐孝炎环境科学创新奖(2021)、奥加诺(水质与水环境)奖学金(2021)等多项荣誉奖励。



**报告摘要:** 电催化脱氯反应(EDR)不仅可以有效的降低氯代挥发性有机物(C1-VOCs)的毒性, 还可以回收高附加值的产物, 并且其以电子为绿色还原剂, 常温常压下进行, 契合“双碳”战略下的低碳治理需求。因此, EDR EDR 技术为C1-VOCs的消除和转化提供了独特的解决方案, 符合绿色可持续发展的理念[1]。一代材料, 一代技术。开发兼具高活性、长寿命和低成本的新型电极材料是EDR技术应用的关键突破口。碳基催化剂在EDR中表现出诸多独特的优势, 比如优异的C1-VOCs富集能力、稳定性、环境相容性以及低成本等[2]。但其本征催化活性一直有待进一步提升。因此, 本研究采用功能基元和空间序构协同调控的策略, 系统地优化其性能。功能基元方面, 从本征缺陷[3]、表面官能团[4]、非金属掺杂[5]、金属单原子[6]等角度开展, 空间序构方面从微观形貌[7]的调控到三维自支撑电极[8]的构建均做了系统地工作, 取得了一系列重要的成果。

参考文献:

1. Gan G, Hong G, Zhang W. Adv. Fun. Mater. 2024, 2401472.
2. [1] Xiaoqing Zhang, Guoqiang Gan\*, et al. Appl. Catal. B Environ. 2026, 386, 126455.
3. Gan G, Fan S, Li X, et al. ACS Catal. 2021, 11(22): 14284-14292.
4. Gan G, Fan S, Li X, et al. Chem. Eng. J. 2022, 434, 134547.
5. Gan G, Li X, Wang L, et al. ACS Catal. 2019, 9: 10931-10939.
6. Gan G, Li X, Wang L, et al. ACS Nano, 2020, 14: 9929-9937.
7. Gan G, Li X, Fan S, et al. Nano Energy, 2021, 80, 105532.
8. Gan G, Zhang X, Bu S, et al. Adv. Fun. Mater. 2022, 32(18): 2206263.

## 含氧挥发性有机物催化转化中分子吸附活化调控研究

姜泽宇<sup>1,2</sup>, 何焜<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> 西安交通大学人居环境与建筑工程学院, 陕西省西安市碑林区咸宁西路 28 号, 710049

<sup>2</sup> 西安交通大学动力工程多相流国家重点实验室, 陕西省西安市碑林区咸宁西路 28 号, 710049

\*Email: chi\_he@xjtu.edu.cn

**报告人简介:** 姜泽宇, 西安交通大学助理教授, 硕士生导师。从事含氧挥发性有机物催化净化及高值转化等方向的研究工作。已发表 SCI 论文 52 篇, 其中以第一/通讯作者(含共同)在 *Angew. Chem. Int. Ed.*、*Adv. Funct. Mater.*、*Environ. Sci. Technol.*、*ACS Catalysis* 等期刊发表 SCI 论文 30 余篇, 授权国家发明专利 14 项。主持国家自然科学基金青年项目(C类)等科研项目 4 项, 参编专著 1 部, 获得陕西省自然科学二等奖(第五完成人)等科研奖励。



**报告摘要:** 含氧挥发性有机物 (Oxygenated Volatile Organic Compounds, OVOCs) 具有较高的大气光化学活性和臭氧贡献潜势, 其高效净化技术已成为我国大气污染控制领域的迫切需求[1, 2]。针对酮酯 VOCs 催化氧化过程中污染物与氧分子协同活化能力不足、醇类 VOCs 氧化脱氢过程中 C-H 键选择性活化效率低以及高值产物选择性差等难题[3], 提出通过调控分子吸附与活化行为强化 OVOCs 高效催化转化的策略。研究首先通过调控金属-载体相互作用与活性中心电荷密度, 提升酮酯 VOCs 分子吸附活化效率, 突破了 C=O 吸电子效应导致 C-H/C-C 键难活化的技术瓶颈; 进一步构建单原子与纳米团簇耦合催化体系, 促进污染物与 O<sub>2</sub> 分子的协同活化, 实现酮酯 VOCs 分子的高效氧化。通过增强界面电子转移以及构建富电子缺陷中心, 加速反应中间体转化, 并在高湿气氛下耦合 H<sub>2</sub>O 分子活化促进深度氧化反应进行。此外, 设计“海-岛”结构及多活性中心体系, 强化多组分 VOCs 的协同净化能力。针对醇类分子高值转化过程, 通过调控金属轨道能级与构建界面强耦合活性中心, 实现对  $\alpha$ -C-H 键的选择性活化, 显著提升异丙醇氧化脱氢制丙酮的效率与选择性。

**参考文献:**

1. 郝郑平; 何焜; 邓积光; 程杰. 《挥发性有机污染物催化反应过程与控制技术》. 科学出版社, 2022.
2. Hu, Y.; Wang, Y.; Zhang, R.; Liu, X.; Huey, L. G.; Sjostedt, S.; Zeng, L.; Lu, K.; Wu, Y.; Shao, M.; Hu, M.; Tan, Z.; Fuchs, H.; Broch, S.; Wahner, A.; Zhu, T.; Zhang, Y. *Environ. Sci. Technol.* 2021, 55, 13718-13727.
3. He, C.; Cheng, J.; Douthwaite, M.; Pattison, S.; Hao, Z. *Chem. Rev.* 2019, 119, 4471-4568.

## 机器学习赋能金属氧化物气态汞脱除及抗硫性能优化

李鸿鹄\*<sup>1, 2</sup>, 孙洋<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> 中南财经政法大学环境与健康研究中心

<sup>2</sup> 中南财经政法大学信息工程学院

\*Email: (lhhsam@outlook.com)

**报告人简介:** 李鸿鹄, 中南财经政法大学信息工程学院数智工程系、环境与健康研究中心副教授, 主要从事新型碳材料的调控合成及应用、机器学习与功能材料设计及应用、“大数据+”减污降碳数智技术等领域研究工作, 近年来以第一作者或通讯作者在 Nature Communications、Chemical Engineering Journal 等期刊发表相关研究论文 20 余篇, 高被引论文 2 篇, 论文累计引用 1600 余次, H 指数 19, 授权国家发明专利 8 项、实用新型专利 4 项, 编写专著 1 部, 主持了湖北省科技创新人才计划(青年科技人才项目), 国家自然科学基金青年项目, 湖北省自然科学基金青年项目, 国家博士后科学基金面上项目等纵向课题。



**报告摘要:** 中国作为主要汞排放国之一, 有效实施汞减排具有重要意义。金属氧化物吸附剂对烟气中气态单质汞的脱除具有良好效果。但实际应用烟气复杂, 反应条件不同, 吸附剂参数存在差异, 且脱汞过程涉及活性氧/晶格氧反应、物理吸附传质扩散、表面化学反应及电子转移等复杂机制, 依赖传统经验或单因素试验难以精确揭示关键因素, 限制高性能脱汞材料快速筛选与应用。本研究通过七种机器学习算法构建了一个面向燃煤烟气中金属氧化物脱汞体系的机器学习预测框架, 整合材料物理化学结构参数与典型烟气工况条件, 对各材料进行性能对比, 并通过特征重要性分析与部分依赖图等可解释性方法揭示了影响汞去除效率的关键驱动因素及相互作用规律, 并根据预测结果指导吸附剂的优化合成。

1. Hareharen, K.; Panneerselvam, T.; Mohan, R. R. Journal of Alloys and Compounds, 2024, 991: 174494.
2. Zhang, K.; Zhang, H. Environmental Science and Technology, 2025, 59: 11063-11072.
3. Kurt, E.; Tunal, T. E.; Tavşanc, G. Thermal Science and Engineering Progress, 2025, 67: 104104.
4. Sun, Y.; Sun, P. H.; Jia, J.; et al. Chemical Engineering Journal, 2024, 485: 149975.
5. Haq, U. Z.; Ullah, H.; Khan, M. N. A.; et al. Bioresource Technology, 2022, 363: 128008.

## Ir 基催化剂用于有氧气氛下 CO 选择性催化还原 NO<sub>x</sub> 的研究

白亚荣 1\*, 彭悦 1, 李俊华 1

1 清华大学环境学院

\*Email: baiyarong@mail.tsinghua.edu.cn

**报告人简介:** 白亚荣, 男, 工学博士, 清华大学助理研究员, “水木学者”博士后。研究致力于解决工业废气中 NO<sub>x</sub> 与 CO 的深度净化问题, 核心围绕 NH<sub>3</sub>/CO 选择性催化还原 NO<sub>x</sub> 及 CO 氧化等反应, 在富氧、含硫、含水的复杂工况下, 系统开展非均相催化剂的理性设计、合成、性能与机理研究。目前在 Environ. Sci. Technol.、Appl. Catal. B-Environ 等国际知名期刊上发表 SCI 论文 10 余篇, 授权中国发明专利 2 项。近年来主持并参与了多项国家科技重大专项子课题、国家自然科学基金青年项目 C 类、国家重点研发计划等项目。



**报告摘要:** CO 选择性催化还原 NO<sub>x</sub> (CO-SCR) 技术可以在无外加还原剂的条件下实现 CO 与 NO<sub>x</sub> 的同步脱除因此被认为是一种极具前景的烧结烟气治理技术。但是现有的 CO-SCR 催化剂在有氧气氛下普遍存在脱硝效率低且活性温度窗口极窄的问题。基于此, 开发了活性相稳定分散的 IrRu 双金属合金催化剂并揭示了催化剂上 O<sub>2</sub> 的过快消耗是导致催化剂有氧气氛下 CO-SCR 脱硝效率低下的主要原因。通过一步水热法直接将金属 Ir 和 Sn 封装在分子筛的孔道内部并利用 Sn 来抑制 Ir 基催化剂上的 O<sub>2</sub> 吸附进而大幅提升催化剂的 CO-SCR 性能。之后在 IrSn 双金属载体的基础上提出酸性位点协同增强催化剂抗 SO<sub>2</sub> 中毒性能, 进一步揭示了 IrSn 双金属位点构建对 CO-SCR 反应的影响并有效改善了催化剂在有 SO<sub>2</sub> 存在条件下的脱硝性能及稳定性, 本工作可为后续有氧气氛下 CO-SCR 催化剂的开发提供新的解决方案。

参考文献:

1. Bai, Y.; Gao, S.; Sun, Y.; Ouyang, W.; Zhou Y.; Wang. H.; Wu, Z. Environ. Sci. Technol. 2023, 57(24), 9105–9114.
2. Bai, Y.; Miao, C.; Wang. H.; Wu, Z. Environ. Sci. Technol. 2024, 58(26), 11812–11821.
3. Bai, Y.; Wu, Y.; Miao, C.; Wang. H.; Peng, Y.; Wu, Z. Environ. Sci. Technol. 2025, 59(49), 26875–26885.

## 固废资源化驱动的 VOCs 氧化催化剂构筑及其性能研究

**报告人简介:** 王晓祥, 浙江大学与英国卡迪夫大学联合培养博士, 现就职于河北工业大学化工学院, 硕士生导师。主要研究方向包括: 纳米催化材料的定向合成、微观结构的精准调控、非均相催化表面反应机理的研究及其在环境与能源催化领域的应用(例如: NO<sub>x</sub> 催化还原, VOCs 催化氧化, 多污染物协同处理技术等)。主持/参与国家重点研发计划课题、国家自然科学基金项目、河北省青年拔尖人才项目、河北省青年科学基金项目(A类)等5项, 在 Applied Catalysis B: Environment and Energy, ACS Catalysis, Chemical Engineering Journal 等期刊上发表学术论文15篇, 申请国家发明专利6项。

**报告摘要:** 目前, 我国处于“双碳”战略和“无废城市”建设的关键期, 能源与环境成为两大抓手。新能源产业的迅速发展催生锂离子电池市场规模急速扩大[1]。然而, 废旧锂离子电池的固废填埋处理给环境带来了极大的威胁[2]。同时, 以 VOCs 为前驱体的臭氧污染是当下亟需解决的大气环境问题[3]。本课题以废旧锂离子电池电极为原始材料, 合成复合金属氧化物催化剂, 并将其应用于以甲苯为代表的 VOCs 氧化降解研究中, 创新提出热重构耦合杂原子调控的催化剂构筑新方法, 高效制备 CoMnNiO<sub>x</sub> 催化剂, 实现了对尖晶石多孔结构及 Mn 活性位点电子结构的调控, 加速了表面晶格氧的迁移速率和氧化还原循环。结构解析和反应机理研究表明, 所构筑的催化剂具有“缺陷-电子”协同特性, 较高的 Ni<sup>3+</sup>/Ni<sup>2+</sup>比例有利于电子传递并增强氧迁移能力, 从而促进 MVK 循环中晶格氧的再生; Mn-N<sub>x</sub> 物种的存在则有效调控 Mn 活性位的电子结构, 削弱 Mn-O 键强度并降低晶格氧参与反应的能垒, 有助于形成更多氧空位, 为 O<sub>2</sub> 的吸附与活化提供额外活性位点。本研究结果将为锂离子电池的回收、固废资源化利用及“以废治废”提供新的思路, 同时, 为 VOCs 氧化催化剂的开发、设计和定向调控提供基础研究数据, 具有重要的研究意义。

参考文献:

- [1] Cao Y, Li J, Ji H, et al. A review of direct recycling methods for spent lithium-ion batteries[J]. Energy Storage Materials, 2024, 70: 103475.
- [2] Min X, Guo M, Liu L, et al. Synthesis of MnO<sub>2</sub> derived from spent lithium-ion batteries via advanced oxidation and its application in VOCs oxidation[J]. Journal of Hazardous Materials, 2021, 406: 124743.
- [3] Chen L, Wang P, Shen Y, et al. Spent lithium-ion battery materials recycling for catalytic pyrolysis or gasification of biomass[J]. Bioresource Technology, 2021, 323: 124584.

## 燃煤掺烧烟气 NO<sub>x</sub>、CO 协同控制技术研究

王海强<sup>1</sup>, 合作者<sup>2</sup>, 通讯联系作者<sup>3\*</sup> (宋体, 五号)

<sup>1</sup> 浙江大学环境与资源学院

<sup>2</sup> 浙江省大气监测与协同控制重点实验室

\*Email: haiqiangwang@zju.edu.cn

**报告人简介:** 浙江大学环境与资源学院教授、博士生导师, 兼任烟气污染治理产业技术创新战略联盟副秘书长, 入选环境领域全球 2% 顶尖科学家榜单。多年来围绕着 NO<sub>x</sub> 催化脱除、VOCs 催化分解、恶臭污染物催化分解、温室气体催化降解及资源化等环境催化反应, 系统开展气态污染物治理中的纳米催化剂构效关系研究, 在 JACS、Appl. Catal. B、Environ. Sci. Technol.、ACS Catal. 等期刊发表论文 150 余篇, 总他引 10000 余次 (Web of Science), H 指数为 61; 授权发明专利 50 余项, 获省部级科技一等奖 6 项。



**报告摘要:** 典型的工业窑炉如垃圾焚烧烟气、固废掺烧锅炉烟气、焦炉烟气、球团烟气、烧结烟气中除了含有 NO<sub>x</sub> 外, 还会有大量的一氧化碳 (CO)、挥发性有机废气等其它污染物的存在。CO 选择性催化还原 NO<sub>x</sub> 技术是 NO 和 CO 等同时共存工况下的一种非常理想的脱硝技术。但目前已有的 Ir 基 CO-SCR 催化剂在过量 O<sub>2</sub> 存在条件下活性位点 Ir<sup>0</sup> 容易被氧化, 导致催化剂脱硝效率低、活性温度窗口窄、脱硝稳定性差。本文针对以上问题, 选用分子筛作为催化剂载体, 开发出不同助剂改性的 Ir 基分子筛催化剂。系统探究了不同反应气氛条件下 Ir 基催化剂的 CO-SCR 反应机理, 之后开发出具有优异脱硝活性、稳定性的负载型催化剂, 随后直接将金属 Ir 和助剂封装到分子筛的内部来实现活性位点的高度分散, 最后探究了烟气中常见组分 SO<sub>2</sub> 对催化 CO-SCR 反应的影响。

参考文献:

1. Yarong Bai, Yunshuo Wu, Chuhan Miao, Haiqiang Wang\*, Yue Peng\*, and Zhongbiao Wu, Sn-Mediated Regulation of the O<sub>2</sub> Adsorption and Activation Capacity of the Ir/SAP0-34 Catalyst: A Key to Boosting CO Selective Catalytic Reduction of NO<sub>x</sub> in O<sub>2</sub>-Enriched Environments, Environmental Science & Technology, 2025, 59, 26875-26885.
2. Chuhan Miao, Yarong Bai\*, Haiqiang Wang\*, Zhongbiao Wu, Unveiling the significant promoting effect of the Ir-Sn interaction on the CO-SCR performance of Ir-based catalysts in the presence of O<sub>2</sub>, Separation and Purification Technology, 2026, 385, 136475.
3. Yarong Bai, Chuhan Miao, Haiqiang Wang\*, Zhongbiao Wu, IrSn bimetallic clusters confined in MFI zeolites for CO selective catalytic reduction of NO<sub>x</sub> in the presence of excess O<sub>2</sub>, Environmental Science & Technology, 2024, 58, 11812-11821.
4. Yunshuo Wu, Xuanhao Wu, Jie Fan, Haiqiang Wang\*, Zhongbiao Wu\*, Insights into the Roles of

Different Iron Species on Zeolites for N<sub>2</sub>O Selective Catalytic Reduction by CO, Environmental Science & Technology, 2024, 58(51), 22583–22593.

5. Yarong Bai, Chuhan Miao, Weilong Ouyang, Lang Wang, Haiqiang Wang\*, Zhongbiao Wu\*, Tailoring iridium valence states on ZSM-5 for enhanced catalytic performance in CO selective catalytic reduction of NO under oxygen-enriched environments, Materials, 2024, 17(6), 1440.

6. Lang Wang, Yarong Bai, Haiqiang Wang\*, Zhongbiao Wu, Simple solid mixed Pt/TiO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub> catalyst for CO oxidation with excellent sulfur and water resistance at relatively low temperature, Fuel, 2024, 371, 131904.

7. Yarong Bai, Chuhan Miao, Shuang Deng, Haiqiang Wang\*, Zhongbiao Wu, Unveiling the effect of SO<sub>2</sub> on CO selective catalytic reduction of NO<sub>x</sub> in the presence of O<sub>2</sub> over IrRb@SBA-15 catalyst, Separation and Purification Technology, 2025, 352, 128039.

8. Sun, Y.; Wu, Y.; Bai, Y.; Wu, X.; Wang, H.\*; Wu, Z.\*; High performance iridium loaded on natural halloysite

## 从单原子协同到界面效应：CO 氧化催化剂的晶格氧活化机理探究

**报告人简介：**张腾飞，山东科技大学学术教授，入选山东省泰山学者青年专家，“菁英计划”A类人才。长期致力于CO催化氧化及CO<sub>2</sub>资源化利用领域的基础与应用研究，在晶格氧活化机制、单原子催化、界面调控以及反应气氛协同等方面取得了系列创新成果。截至目前，在Nature Communications、Applied Catalysis B: Environmental、Small等国际权威期刊发表SCI论文20余篇，多篇入选ESI高被引论文。

**报告摘要：**CO催化氧化作为多相催化领域的探针反应，不仅在汽车尾气处理、燃料电池净化等实际应用中具有重要地位，也是理解催化剂结构与性能构效关系的理想模型。传统研究多集中于贵金属表面的直接吸附氧化机理（Langmuir-Hinshelwood 或 Eley-Rideal 机理），而近年来，利用催化剂中的晶格氧参与反应（Mars-van Krevelen 机理）已成为提升低温活性和稳定性的关键。本报告将汇报我们在活化晶格氧促进CO氧化方向的系列研究工作，旨在揭示不同催化剂体系中的氧活化机制及其协同效应。

（1）Pt-Ti 单原子合金的协同晶格氧活化：我们首先构建了负载型的Pt-Ti单原子金属间化合物催化剂。研究发现，孤立的Pt原子与邻近的Ti物种以及基底之间形成了独特的几何与电子结构。这种结构不仅稳定了单原子Pt，更重要的是，Ti物种的引入显著降低了催化剂表面晶格氧的析出能垒。CO吸附在Pt原子上后，能与邻近被活化的晶格氧发生反应，实现了Pt位点与Ti诱导的活性氧之间的高效协同，从而极大地提升了CO的氧化速率。

（2）Ti掺杂调控CeO<sub>2</sub>负载Pt单原子的氧活性：基于对Ti元素作用的认知，我们将Ti单原子掺杂入CeO<sub>2</sub>载体中，并用以负载Pt单原子。Ti的掺杂改变了CeO<sub>2</sub>载体的局域配位环境和电子结构，制造了更多的氧空

位并增强了载体晶格氧的流动性。这种“载体工程”使得负载其上的 Pt 单原子能够更高效地调用来自载体的活性氧物种，在较低温度下即可触发高效的 CO 氧化反应，证实了通过掺杂孤立杂质原子调控晶格氧活性的可行性。

(3) Cu/Mn 界面用于稳定且高效的氧接力反应：为了探索非贵金属催化剂的潜力，我们设计了负载型 Cu 基催化剂，并引入 MnO<sub>2</sub> 作为助剂。高分辨显微分析表明，Cu 与 MnO<sub>2</sub> 之间形成了丰富的界面。该界面作为反应的“热点”，促进了 CO 在 Cu 位点的吸附与 Mn<sup>4+</sup>/Mn<sup>3+</sup>氧化还原对提供的晶格氧之间的快速反应。这种利用界面构建的氧传递通道使得催化剂在长达 1500 小时的运行中未见失活，展现了极高的结构稳定性和抗积碳能力。

本系列工作系统展示了通过单原子配位设计、载体掺杂改性、界面工程构建以及反应气氛调控四种策略，均可有效活化催化剂中的晶格氧或界面氧，从而优化 CO 氧化性能。这些发现不仅深化了对多相催化氧活化本质的理解，也为设计下一代高效、稳定的氧化催化剂提供了新的思路。

## 垃圾焚烧烟气中高毒难降解有机污染物的高效去除

江博琼<sup>1</sup>, 孙玉海<sup>2</sup>, 韩竞一<sup>3\*</sup> (宋体, 五号)

<sup>1</sup> 浙江工商大学, 环境科学与工程学院, 全省固体废物污染防控与资源化重点实验室, 杭州, 310018

\*Email: rings\_jbq@126.com

**报告摘要:** Mn<sub>2</sub>A11-LDO 可以在垃圾焚烧烟气的 SCR 脱硝系统中实现 NO 和 Nap 的同时脱除。受益于丰富的表面 B 酸位和高活性的晶格氧, Nap 能够大量吸附在 Mn<sub>2</sub>A11-LDO 表面并快速氧化降解。与传统的 SCR 催化剂不同, NH<sub>3</sub> 在 LDO 催化剂上的吸附能高于 Nap, 这使得 Nap 在竞争吸附中占据了优势。因此, 尽管 DFT 计算显示 NH<sub>3</sub> 的大量吸附会降低 Nap 的吸附, 但 Nap 在 Mn<sub>2</sub>A11-LDO 上的优先吸附能进一步限制 NH<sub>3</sub> 的吸附量, 从而解决 SCR 反应和 Nap 降解同时进行时, NH<sub>3</sub> 对 Nap 降解的抑制问题。Mn<sub>2</sub>A11-LDO 表面 NH<sub>3</sub> 的低吸附量使得其表面的 SCR 反应遵从反向 E-R 途径, NO 吸附后与表面晶格氧结合转化为硝酸盐, 而后与气相的 NH<sub>3</sub> 反应, 保障 SCR 反应的效率。尽管 NO 转化为硝酸盐的过程会占据一部分的表面晶格氧, 但由于 NO 基本不影响 Nap 的吸附, 并不会降低 Mn<sub>2</sub>A11-LDO 对 Nap 的结合能力。由于 Mn<sub>2</sub>A11-LDO 的晶格氧具有高度不稳定性, 形成的部分硝酸盐会继续分解成 NO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> 中 N-O 键键能较低容易断裂, 解离的氧可用于重新补充表面消耗的晶格氧, 从而形成“消耗-再生”的循环。这种循环会加速晶格氧的迁移速率, 进而促进 Nap 的转化。

## 低 N<sub>2</sub>O 排放的柴油车尾气脱硝催化剂设计

杜金鹏 1, 刘建琪 2, 单玉龙 1, 单文坡 2, 余运波 1, 贺泓 1, 2\* (宋体, 五号)

1 中国科学院生态环境研究中心, 北京, 100085

2 中国科学院城市环境研究所, 厦门, 361021

\*Email: honghe@rcees.ac.cn

**报告人简介:** 杜金鹏, 现任中国科学院生态环境研究中心副研究员, 主要科研领域为: Cu 基小孔分子筛在柴油车尾气 NO<sub>x</sub> 催化净化的研究。截止目前, 共发表 SCI 论文 55 篇, 以第一作者身份在 Applied Catalysis B: Environmental、Environmental Science & Technology 等期刊上发表文章 19 篇, 获授权专利 6 项。主持国家重点研发计划子课题、国家自然科学基金面上项目、国家自然科学基金青年基金、北京市面上基金和中国科学院特别研究助理项目等。



**报告摘要:** Cu-SSZ-13 分子筛是重型柴油车 NO<sub>x</sub> 减排的关键催化材料。然而, 当前基于 Cu-SSZ-13 SCR 催化剂的 NO<sub>x</sub> 净化技术在 NH<sub>3</sub>-SCR 反应过程中也会产生大量 N<sub>2</sub>O [1-3]。作为一种温室效应潜势约为 CO<sub>2</sub> 300 倍的强效温室气体, N<sub>2</sub>O 排放已成为亟待解决的环境问题, 特别是在全球“碳达峰、碳中和”目标驱动下。因此, 有必要调控 Cu-SSZ-13 分子筛的组成与结构, 以实现高 NO<sub>x</sub> 转化率和低 N<sub>2</sub>O 排放的双重目标。

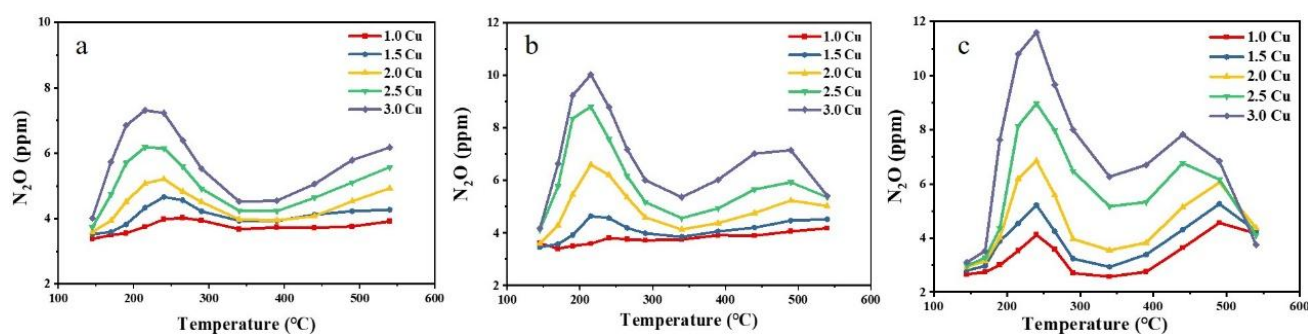


图 1. 不同铜含量的 Cu-SSZ-13 催化剂的 N<sub>2</sub>O 产量 (a) 硅铝比  $\approx 7$ , (b) 硅铝比  $\approx 11$ , (c) 硅铝比  $\approx 20$  研究表明, Cu-SSZ-13 分子筛骨架的 Si/Al 比和 Cu 负载量对 NH<sub>3</sub>-SCR 过程中的 N<sub>2</sub>O 生成具有显著影响。如图 1 所示, 在固定 Si/Al 比条件下, 提高 Cu 含量会促进 Cu(OH)<sup>+</sup> 和 CuO 物种的生成; 同样, 在固定 Cu 含量时, 提高 Si/Al 比也会促进这些物种的形成。Cu(OH)<sup>+</sup> 和 CuO 的存在有利于硝酸铵中间体的生成, 进而分解产生 N<sub>2</sub>O。因此, 较高的 Si/Al 比和 Cu 负载量会导致 N<sub>2</sub>O 排放增加。此外, 通过不同温度的热老化处理调控骨架

酸中心数量，同时在保持相似 Cu 物种分布的条件下研究发现（如图 2 所示），酸中心密度的降低会导致 NO<sub>x</sub> 转化率下降和 N<sub>2</sub>O 排放升高。这是由于 Brønsted 酸中心能促进硝酸铵分解生成 N<sub>2</sub>，从而抑制 N<sub>2</sub>O 的形成。

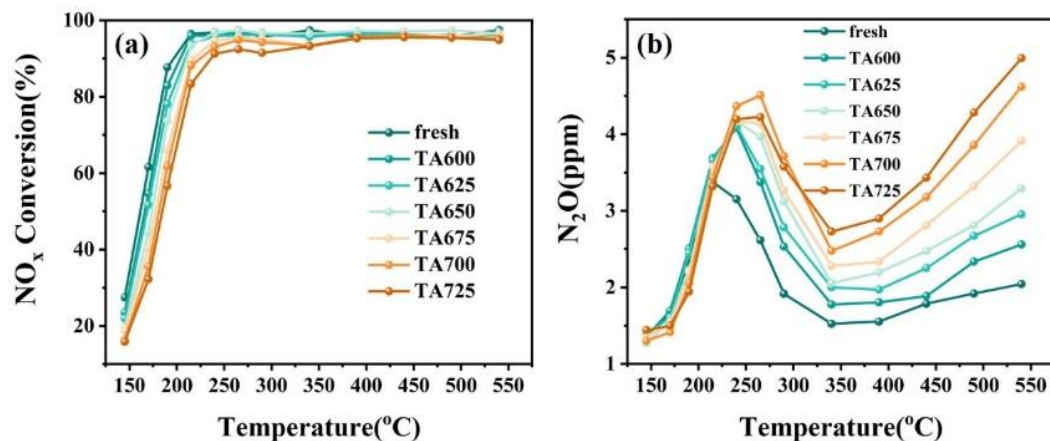


图 2. 不同温度热处理前后 Cu-SSZ-13 催化剂的 (a) NH<sub>3</sub>-SCR 活性和 (b) N<sub>2</sub>O 生成量[4]

#### 参考文献:

1. T. Zhang, F. Qiu, J. Li, Design and synthesis of core-shell structured meso-Cu-SSZ-13@mesoporous aluminosilicate catalyst for SCR of NO<sub>x</sub> with NH<sub>3</sub>: Enhancement of activity, hydrothermal stability and propene poisoning resistance, *Appl. Catal. B: Environ.*, 195 (2016) 48.
2. R. Yu, Z. Zhao, S. Huang, W. Zhang, Cu-SSZ-13 zeolite-metal oxide hybrid catalysts with enhanced SO<sub>2</sub>-tolerance in the NH<sub>3</sub>-SCR of NO<sub>x</sub>, *Appl. Catal. B: Environ.*, 269 (2020) 118825.
3. H. Zhao, M. Liu, X. Li, Y. Ma, X. Yong, H. Chen, Y. Li, Phosphorus modification to improve the hydrothermal stability of a Cu-SSZ-13 catalyst for selective reduction of NO<sub>x</sub> with NH<sub>3</sub>, *Appl. Catal. B: Environ.*, 252 (2019) 230.
4. J. Liu, J. Du, J. Wang, S. Han, Y. Shan, Y. Zhang, X. Wu, S. Gao, Y. Yu, Z. Wu, W. Shan, H. He, Towards rational design of Cu-SSZ-13 catalysts with less N<sub>2</sub>O formation in NH<sub>3</sub>-SCR reaction: the effect of Brønsted acid sites, *J. Environ. Sci.*, 157 (2024) 546.

## 面向非二氧化碳温室气体控制的催化燃烧技术

宗绪鹏 1\*, 王胜 2

1 中国科学院大连化学物理研究所, 中山路 457 号, 大连 116023

\*Email: xupengzong@dicp.ac.cn

**报告人简介:** 宗绪鹏, 博士, 中国科学院大连化学物理研究所副研究员。研究方向聚焦大气污染控制与能源转化的催化应用基础, 致力于 CO/CH<sub>4</sub>/VOCs 催化燃烧技术及工程化、碳氢燃料重整/裂解制氢、单原子多相光催化体系构建以及基于原位表征的表面催化机理研究。在 Chem. Rev.、Angew. Chem. Int. Ed.、Environ. Sci. Technol.、ACS Catal.、Appl. Catal. B 等国际期刊发表高水平 SCI 论文 40 余篇。作为项目负责人和主要骨干参与科技部重点研发计划等多项国家级科研项目, 获授权中国发明专利 7 项, 入选大连市科技人才项目“青年才俊”。

**报告摘要:** 非二氧化碳温室气体(如甲烷、一氧化碳及挥发性有机物)的排放控制是应对气候变化的关键。本研究报告了面向其催化燃烧消除及过程优化的系列研究进展。针对 CO 低温氧化, 开发了兼具高活性与耐硫稳定性的 Pt/SnO<sub>2</sub> 催化剂, 实现了复杂工况下的高效脱除; 在甲烷催化燃烧领域, 通过活性中心配位环境的精细调控, 显著提升了 Pt 基催化剂的低温活性, 有效破解了活性与稳定性的权衡难题。(1) 针对含氮 VOCs 催化燃烧中的选择性控制挑战, 系统研究了催化剂三元组分表面对副产物(如含氯有机物、不完全氧化产物)生成的协同抑制机制, 实现了深度氧化与高选择性转化的统一。(2) 此外, 在 CO 催化还原 NO 反应中, 重点揭示了单原子催化剂 (FeI 和 Ce-0v) 与氧空位的协同调控机制, 通过界面工程抑制非选择性反应路径, 显著降低了副产物 N<sub>2</sub>O 的选择性。(3) 上述研究为非二氧化碳温室气体及大气污染物的协同控制提供了理论依据与技术支持。

### 参考文献:

1. R. Wang et al., Electron Withdrawal from Methane by Pt Atoms on Stannic Oxide for Highly Active Low-Temperature Combustion. Environmental Science & Technology 59, 12121-12131 (2025).
2. X. Zong et al., Cooperative Ag-Cu-Ce Interfaces Promote Hydrocarbon-SCR Pathways in Acrylonitrile Selective Oxidation. ACS ES&T Engineering 6, 1204-1214 (2026).
3. Y. Bai, X. Zong, C. Jin, S. Wang, S. Wang, Synergy of Single-Atom FeI and Ce-0v Sites on Mesoporous CeO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> for Efficient Selective Catalytic Reduction of NO with CO. ACS Catalysis 14, 827-836 (2024).

## 尖晶石氧化物催化氧化 VOCs 的理性设计研究

刘璇 1, 2, 邓开蒙 1, 2, 李彩亭 1, 2\*

(1. 湖南大学环境科学与工程学院 长沙 410082)

(2. 环境生物与控制教育部重点实验室 (湖南大学) 长沙 410082)

Email: ( liuxuanne@hnu.edu.cn)

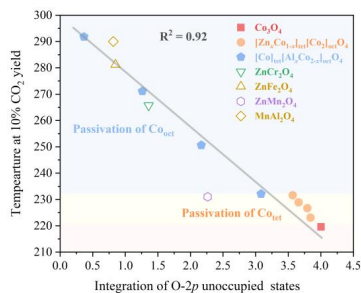
**报告人简介:** 刘璇, 湖南大学环境科学与工程学院助理教授, 硕士生导师, 陕西省优秀博士学位论文获得者。主要从事烟气多污染物协同治理、固体废弃物热化学转化等方面的研究工作。近年来主持国家自然科学基金青年基金、湖南省自然科学基金面上项目、湖南省自然科学基金青年基金等课题, 在 Applied Energy、Applied Catalysis B: Environmental and Energy、Coordination Chemistry Reviews 等期刊发表论 50 余篇。



**报告摘要:** 过渡金属氧化物对挥发性有机物 (VOCs) 的催化氧化性能通常与其金属阳离子和氧阴离子之间的配位构型密切相关。如何精准识别不同配位构型对于催化活性的贡献大小并深入揭示活性差异背后的内在机制对于金属氧化物类催化剂的高效筛选及理性设计具有重要理论指导意义。由四面体 [TM-04]tet 和八面体 [TM-06]oct 两种配位单元构成的尖晶石氧化物是一类典型的多配位构型催化剂, 但现有研究对于究竟为何种配位构型对催化活性起着主导作用仍存在争议, 不同配位构型活性差异背后的内在原因仍不明确, 且尚缺乏能够有效描述尖晶石-VOCs 反应体系催化氧化活性的电子结构描述符。

基于此, 本文以 Co<sub>304</sub>-甲苯催化氧化反应体系为研究对象, 采用金属位点选择性钝化策略 (即氧化还原惰性的 Zn<sup>2+</sup>(3d<sup>10</sup>) 和 Al<sup>3+</sup>(3d<sup>0</sup>) 分别选择性钝化 Co<sub>304</sub> 尖晶石结构中的四面体 Cotet 位点和八面体 Cooct 位点), 成功证实了 Co<sub>304</sub> 尖晶石结构中 Cooct 位点对甲苯催化氧化起着主导贡献。随后, 通过聚焦于晶格氧/吸附氧的一系列理化表征测试结合电子结构及晶体轨道哈密顿布居 (COHP) 等理论计算分析, 厘清了 Cotet 和 Cooct 位点甲苯催化氧化活性差异的根本原因在于 Cooct-0 相比于 Cotet-0 在 0 2p 轨道 Fermi 能级附近提供了大量的未占据态, 从而极大促进了甲苯吸附过程中电子转移并填充至 Cooct-0 之间的反键轨道以实现表面晶格氧的有效激活。在此基础上, 提出了以 Fermi 能级附近 0 2p 轨道的未占据态积分值作为尖晶石-VOCs 体系催化氧化活性的描述符, 实验及理论计算表明该描述符不仅适用于 Zn-Co-Al 尖晶石体系, 同时对 Fe、Cr、Mn 尖晶石的甲苯催化氧化性能也能实现较好预测。

图 1 尖晶石-甲苯催化氧化体系活性描述符的构建



## 面向多组分 VOCs 的协同吸附与催化过程强化机制研究

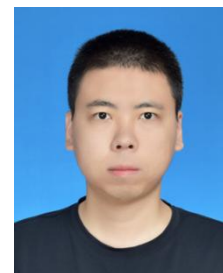
王睿猛 1\*, 赵祯霞 1

1 广西零碳智能化重点实验室, 广西高校低碳绿色化工新技术重点实验室,

广西大学化学化工学院, 广西南宁, 530004

\*Email: wangruimeng@gxu.edu.cn

**报告人简介:** 王睿猛, 广西大学化学化工学院助理教授, 硕士生导师, 主要从事面向挥发性有机物 (VOCs) 吸附分离的柔性功能材料设计与制备研究, 主持广西自然科学基金 1 项、广西青苗人才支持项目 1 项、广西教育厅教育创新项目 2 项, 近年来以一作/通讯作者身份发表 *Adv. Funct. Mater.*、*Environ. Sci. Technol.*、*Chem. Eng. J.* 等 SCI 论文 10 篇。



**报告摘要:** 针对实际环境中复杂多组分 VOCs 难以协同去除的挑战, 本报告系统阐述了从协同吸附到催化降解的过程强化新策略。首先, 提出了溶胀阵列吸附策略, 基于柔性双超交联聚合物构建多活性位点, 通过  $\pi-\pi$  作用与静电相互作用协同捕获甲苯与甲醛, 其骨架的动态形变创造了自适应吸附微环境, 并有效抑制了水分子的竞争吸附。其次, 发展了“亲醛门户”修饰策略, 在  $\gamma$ -环糊精金属有机框架表面精准构筑聚多巴胺功能层, 形成“亲醛外缘-亲芳内腔”的协同捕获结构, 在潮湿环境下实现了对甲苯与甲醛吸附能力的显著协同增强。进一步, 设计了极性分区纳米反应器, 通过将 Zr-MOF 限域于 COF 孔道内, 驱动甲醛与甲苯在空间上依据极性梯度进行选择性富集, 进而利用“甲醛优先氧化、甲苯后续降解”的时空有序自由基链式反应, 实现了多组分 VOCs 的高效协同光催化降解。系列工作为实际环境下复杂 VOCs 污染的控制提供了创新性的材料设计思路与机制理解。

参考文献:

1. Wang R. M., Luan X. Q., Muhammad Y., et. al. *Environ. Sci. Technol.* 2023, 57, 6682-6694.
2. Liu B. Y., Hu Z. F., Zhang B. G., et. al. *ACS Catal.* 2023, 13, 7857-7867.
3. Li J. Y., Chen R. M., Cui W., et. al. *ACS Catal.* 2020, 10, 7230-7239.

## 稀土基金属氧化物复合材料设计合成及其催化 N<sub>2</sub>O 分解研究

刘昊 1, 孙传智 1\*, 李俊华 2\*

1 山东师范大学地理与环境学院, 济南, 中国, 250014

2 清华大学环境学院, 北京, 中国, 100084

\*Email: suncz@sdsu.edu.cn; lijunhua@tsinghua.edu.cn

**报告人简介:** 刘昊, 博士, 山东师范大学特聘教授。2023 年 10 月在清华大学环境学院完成博士学业, 师从李俊华院士。2023 年 12 月进入山东师范大学地理与环境学院工作至今。加入孙传智教授团队, 主要从事大气污染物与温室气体控制化学方面的研究工作, 近年来在烟气氮氧化物 (NO<sub>x</sub>) 消除、挥发性有机物 (VOCs) 净化、N<sub>2</sub>O 催化分解环境功能材料设计等方面取得了从基础研究到技术创新的系列成果。主持国家自然科学基金青年基金项目和山东省自然科学基金青年基金项目。以第一/通讯作者在 Environ. Sci. Technol.、ACS Catal.、Appl. Catal. B 等期刊发表学术论文 12 篇, 其中 ESI 高被引 3 篇。



**报告摘要:** N<sub>2</sub>O 在大气中的寿命长达 114 年, 作为当前平流层最大的臭氧消耗物质, 也是温室效应仅次于 CO<sub>2</sub> 和 CH<sub>4</sub> 的第三大温室气体, 其全球变暖潜势值高出 CO<sub>2</sub> 约 300 倍。尤其是近 10 年来, 人类工业活动的日益频繁导致大气层中 N<sub>2</sub>O 的浓度急剧增加, 因而产生的温室效应已严重威胁到《巴黎协定》的温控目标。减少工业 N<sub>2</sub>O 的排放对气候作用至关重要, 但在含 O<sub>2</sub> 条件下开发高效的低温 N<sub>2</sub>O 分解催化剂仍然具有挑战性。轻稀土元素因独特的电子结构 (如非半满 4f 轨道、空 5d 轨道)、大离子半径及优异的氧化还原性能, 在多元催化中常被用作助剂或载体以调控活性中心的几何结构/电子特性。本研究聚焦轻稀土与钴族元素的耦合效应, 从助剂修饰和载体调控双维度系统探究轻稀土基催化剂的构效关系: 通过调控轻稀土的掺杂类型与含量, 揭示其对活性位点分散度、电子态及氧化物迁移能力的影响机制; 结合载体的晶相结构与表面酸性调控, 阐明轻稀土-活性组分间的协同作用路径。本研究旨在开发兼具低温高活性 (<350 °C)、抗 O<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、NO<sub>x</sub>

杂质气体中毒能力的氧化物催化剂体系，从分子层面揭示 N<sub>2</sub>O 吸附-解离的反应机理，为工业级 N<sub>2</sub>O 减排催化剂的设计与应用提供理论支撑。

## 高 N<sub>2</sub>O 分解性能 Fe-Co/ $\beta$ 双中心催化剂调控及其反应机理研究

张亮亮<sup>1</sup>，杨旻霞<sup>1</sup>，马佳军<sup>1</sup>，石保俊<sup>2</sup>，彭昱璋<sup>1</sup>，郑珂<sup>1</sup>，蔺向前<sup>2</sup>，王永钊<sup>1\*</sup>

山西大学，太原，中国，030006

<sup>1</sup> 山西省太原市坞城路 92 号，山西大学 化学化工学院/精细化学品教育部工程研究中心

<sup>2</sup> 山西省吕梁市交城县经济开发区美锦西路 02 号，山西东锦肥业有限公司

\*catalyst@sxu.edu.cn

**报告人简介：**张亮亮，男，博士，山西大学精细化学品工程研究中心教师。2017 年 7 月毕业于西北大学化工学院，2023 年在太原理工大学煤炭清洁高效利用国家重点实验室获得博士学位。同年，进入山西大学任教。研究课题聚焦于分子筛的功能化设计制备及其在精细化学品生产和环境保护领域中的应用。现主持山西省青年基金和山西省高等学校科技创新项目各 1 项，参与吕梁市校地合作项目 1 项，先后在 Applied Catalysis B: Environmental, ACS Catalysis, Industrial & Engineering Chemistry Research, Chinese Journal of Chemical Engineering 等期刊上发表多篇学术论文。



**报告摘要：**将氧化亚氮（N<sub>2</sub>O，恶性温室气体）直接催化分解为 N<sub>2</sub> 和 O<sub>2</sub> 是一条简单高效、绿色环保的工业氮氧化物减排路径。现有 Co 基分子筛催化剂虽具有良好抗杂质气体性能，但表面氧物种脱附困难和 Co<sup>2+</sup> 供电子能力弱，导致其低温催化活性差，且面临金属分散度不足、分子筛骨架易坍塌等问题，极大限制了其工业化应用。研究团队以  $\beta$  分子筛为载体，采用共浸渍法构筑 Fe-Co 双活性位调控表面氧脱附路径，并基于分子筛表面羟基调变，调控 Fe、Co 活性位点分散度及其电子结构性质，以提升低温催化 N<sub>2</sub>O 分解活性。研究表明，Fe、Co 物种间存在强相互作用，可有效抑制 Co<sub>304</sub> 活性相迁移团聚，抑制 Co<sup>2+</sup> 向 Co<sup>3+</sup> 转化。同时，Fe 物种能促进表面硝酸盐物种分解，并将部分 N<sub>2</sub>O 氧化为 NO 中间体，强化 NO 辅助的表面氧物种脱附，显著提升反应效率。采用浓硝酸脱铝和浸渍补铝策略，可在  $\beta$  分子筛中引入了丰富硅羟基（Si-OH）和铝羟基（Al-OH）结构（Al-D $\beta$ ），促进 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Co<sub>304</sub> 活性相的稳定和分散。特别地，Al-OH 可促进低价态 Fe<sup>2+</sup>、Co<sup>2+</sup> 活性位生成并增加其电子云密度，显著提升了 N<sub>2</sub>O 吸附活化性能。在 1000 ppm N<sub>2</sub>O，GHSV = 10000 h<sup>-1</sup>

的反应条件下，Co-Fe/Al-D $\beta$  催化 N<sub>2</sub>O 完全分解温度相较于 Co/ $\beta$  降低近 50 °C，且表现出优良抗杂质气体性能和催化稳定性。

## 城市环境低浓度大气污染物光催化净化及表界面反应机理

陈鹏<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 重庆师范大学化学与材料科学学院，重庆，401331

\*Email: pengchen@cqnu.edu.cn

**报告人简介:** 陈鹏，重庆师范大学化学与材料科学学院副教授、硕士生导师，民革党员。担任重庆市环境科学学会大气环境专业委员会委员，Materials Reports: Energy 期刊青年编委，中国化学会会员。长期从事大气污染物的治理及其资源化利用技术的开发、光催化剂的表界面结构调控工程及其环境与能源催化应用。主持国家自然科学基金青年项目 1 项，重庆市自然科学基金 1 项，重庆市教委科技项目 2 项。入选斯坦福大学全球前 2% 顶尖科学家 2023、2025 年榜单，获得 2021 年上海同济高廷耀环保科技发展基金会“青年博士生杰出人才奖学金”。以第一作者/通讯作者身份在 Advanced Functional Materials、ACS Nano、ACS Catalysis、Applied Catalysis B: Environmental、Journal of Hazardous Materials、Journal of Catalysis、ACS Sustainable Chemistry & Engineering、ACS ES&T Engineering 等期刊上发表论文 40 余篇，5 篇论文入选 ESI 高被引论文，论文总被引 2326 次，H 因子为 21。



**报告摘要:** 利用光催化技术高效净化城市环境低浓度氮氧化物 (NO<sub>x</sub>) 及挥发性有机化合物 (VOCs) 对大气环境污染控制具有重要意义，但目前开发的大部分光催化材料仍存在低效的电荷分离和转移效率，极大地限制了其实际应用的催化效率。表界面结构调控和活性位点合理设计可以实现对催化剂电子结构性质的调节，影响催化反应动力学、催化活性和反应路径。但表界面结构有效调控和活性位点精准设计仍然面临巨大挑战，并且催化剂活性位点失活也严重制约了其在气态污染物催化转化中的实际应用。本研究主要是对催化剂的表面组成结构与界面结构进行耦合调控，实现催化材料的表面活性位点精准构建。然后，发展原位表征技术与计算模拟相结合的方法探究反应过程中活性位点的动态变化机制，揭示催化活性位点对光催化净化 NO<sub>x</sub> 或 VOCs 性能、速率控制步骤和反应路径的影响规律与作用本质，研究结果对表界面结构、催化反应机理、大气

污染控制等方面具有重要科学参考意义。

国家自然科学基金（52400120）、重庆市自然科学基金（CSTB2023NSCQ-MSX0397）

## 电流辅助强化 NO<sub>x</sub> 与 HCs 低温催化脱除

刘凯杰 1, 2, \*

1 中国科学院赣江创新研究院，江西赣州，341000

2 中国科学技术大学稀土学院，安徽合肥，230026

**报告人简介：**刘凯杰，中国科学院赣江创新研究院副研究员。围绕国家节能环保和资源利用重大需求领域，开展聚焦冶金等工业烟气减污降碳的稀土催化体系研究。以第一/通讯作者在 Nature Chemistry, Nature Communications, The Innovation, Advanced Functional Materials, Environmental Science & Technology, Applied Catalysis B: Environment and Energy 等期刊发表 SCI 论文 30 余篇，其中 1% ESI 热点论文 4 篇、ESI 高被引论文 5 篇，长期担任 Nat. Commun., J. Am. Chem. Soc., Adv. Funct. Mater., Environ. Sci. Technol., ACS Catal., Appl. Catal. B 等期刊审稿人。



## 碳中和背景下钢铁行业脱硝过程资源减量和协同增效

**报告人简介：**袁进，男，贵州大学资源与环境工程学院特聘教授，研究方向为大气污染物与温室气体协同控制，入选中国科协青年人才托举工程，目前以第一/通讯作者在 Environmental Science & Technology、ACS Catalysis 等国际期刊上发表 SCI 论文十余篇，公开/授权国家发明专利 6 项，主持国家自然科学基金青年项目、贵州省基础研究计划面上项目、企业委托项目等 6 项科研项目，承担研究生《碳中和技术进展及应用案例》、本科生《大气污染控制工程》和《环境工程设备与应用》等课程教学。

**报告摘要：**面向碳中和背景下钢铁行业超低排放与低碳协同需求，SCR 脱硝过程亟须兼顾还原剂资源减量与多污染物协同控制。本报告围绕活性炭 SCR 与钒基 SCR 两类钢铁行业典型脱硝技术，系统阐述资源减量和协同增效的关键机制。针对活性炭 SCR，揭示酮式羰基是 NH<sub>3</sub>-SCR 本征活性位，而羧基等非活性位虽可强吸附

NH<sub>3</sub>, 却不参与脱硝反应, 是诱发氨逃逸和降低氨利用效率的重要根源; 进一步通过再生过程原位 S 掺杂调控酮式羰基邻位电子结构, 强化 NH<sub>3</sub> 吸附与活化, 显著提升低温脱硝性能, 从机制上实现氨资源高效利用。针对钒基 SCR, 面向钢铁烟气中 NO<sub>x</sub> 与 VOCs/含氯 VOCs 共存特征, 阐明 TiO<sub>2</sub> 晶相决定钒基催化剂协同氧化行为: 锐钛矿相有利于 NO<sub>x</sub>-甲苯协同去除, 金红石相有利于 NO<sub>x</sub>-氯苯协同消除; 基于此构建串联催化体系, 可实现 NO<sub>x</sub> 与多类 VOCs 的高效协同净化。相关研究为钢铁行业脱硝过程由单一污染物治理向“资源减量—协同增效”一体化调控提供了理论基础与技术支持。

## MOFs 基催化 VOCs 降解路径及残留氯迁移转化机制研究

毕付坤, 黄江华, 张晓东\*

上海理工大学环境与建筑学院, 上海, 中国, 200093

\*Email: fatzhxd@126.com

**报告人简介:** 博士, 上海理工大学环境与建筑学院助理研究员。主持国家自然科学基金青年科学基金 C 类、上海市科技启明星计划(扬帆培育)各一项, 连续三年入选全球 Top 2% 顶尖科学家年度科学影响力榜单。主要研究领域为 VOCs 污染控制, 环境功能材料合成与应用。以第一作者(共同一作)身份在 Environmental Science & Technology、JACS Au、Applied Catalysis B、ACS ES&T Engineering、Journal of Catalysis、Chemical Engineering Journal、Journal of Colloid and Interface Science 等期刊上发表 SCI 论文二十余篇, H 指数 50, 其中 8 篇入选 ESI 高被引论文、2 篇入选热点论文。相关成果获中国发明协会发明创业奖创新奖二等奖(第二完成人)。



**报告摘要:** 非均相催化氧化技术因其操作简单、能耗低且二次污染等特点而被广泛用于挥发性有机化合物(VOCs)的低温催化降解[1]。催化剂是该技术的关键核心。负载型贵金属催化剂因其优异的低温催化活性, 被认为是一种 VOCs 低温高效降解的催化材料。近年来, 金属有机框架(MOFs), 尤其是 Zr 基 UiO-66 因其具有较高的水热稳定性、高比表面积以及高孔隙率等优点而广泛用作负载型贵金属催化剂的载体, 并广泛用于 VOCs 的低温催化降解。然而, UiO-66 中残余氯物种对 VOCs 降解中间产物的影响以及其是否会参与催化降解反应却被忽视。基于此并结合先前工作[2, 3], 本文以 UiO-66 为载体制备负载 Pd 催化剂研究其催化 VOCs 降解路径及残留氯物种对降解中间产物的影响, 并揭示残留氯物种在 VOCs 降解过程中的迁移转化机制。采用 XRD、XPS 及 TEM 等表征催化剂物化性质, GC-MS 检测并分析 VOCs 降解中间产物及其分布规律。结果表明, 催化剂中残留氯物种与催化剂中活性位点 Pd 桥连, 并通过亲电取代的形式参与 VOCs 降解反应生成含氯副产物。此外, GC-MS 和理论计算揭示了残留氯物种会优先取代甲基, 依次为甲基和苯环上的 H 原子生成含氯副产物。同时, 揭示了 H<sub>2</sub>O 和 CO 等杂质气体对含氯副产物生成的影响机制。

参考文献:

1. Bi, F.K.; Feng, X.B.; Huang, J.H.; Wei, J.F.; Wang, H.M.; Du, Q.X.; Liu, N.; Xu, J.C.; Liu, B.L.; Huang, Y.D.; Tang, L.; Zhang, X.D. Environ. Sci. Technol. 2025, 59, 15526-15537.
2. F.K. Bi, J.F. Wei, B. Gao, S.T. Ma, N. Liu, J.C. Xu, B.L. Liu, Y.D. Huang, X.D. Zhang, Environ. Sci. Technol. 2024, 58, 19797-19806.
3. F.K. Bi, Z.Y. Zhao, Y. Yang, W.K. Gao, N. Liu, Y.D. Huang, X.D. Zhang, Environ. Sci. Technol. 2022, 56, 17321-17330.

## 钛基复合催化剂光催化氧化低浓度氨气研究

**报告人简介:** 张明远, 西安科技大学地质与环境学院环境工程系讲师, 博士毕业于华南理工大学叶代启老师课题组, 研究方向为大气污染控制、除臭、煤基固废利用, 以一作或通讯作者发表论文 13 篇。

**报告摘要:** 针对畜禽养殖、宠物及人居环境等无组织排放场景中 NH<sub>3</sub> 在常温下浓度低、停留时间短、恶臭突出及难以高效治理的问题, 本工作围绕钛基光催化剂在氨气光催化氧化中的应用开展系统研究。针对传统 TiO<sub>2</sub> 存在污染物富集能力弱、活性位点易钝化及光生载流子复合严重等问题, 分别构建了 TiO<sub>2</sub>/活性粉煤灰 (TAC) 和 TiO<sub>2</sub>/g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> (TCN) 两类复合光催化体系。结果表明, 粉煤灰载体可借助介孔结构、内源金属诱导缺陷及锐钛矿-金红石混相协同, 提升 NH<sub>3</sub> 传质、吸附活化及 ROS 生成能力, 最高去除率达 85.6% (图 1a); 进一步引入二维 g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 后, 构建 II 型-Z 型双异质结, 显著强化界面电荷分离与反应路径调控, NH<sub>3</sub> 峰值去除率达到 100% (图 1b)。两体系均表明 Lewis/Brønsted 酸位点及 •OH、•O<sub>2</sub><sup>-</sup> 自由基在 NH<sub>3</sub> 氧化中发挥关键作用, 最终产物以硝酸盐为主 (图 1c)。基于上述研究制作的中试样机在生猪养殖实际环境中取得了良好的效果 (图 1d)。本工作为应用于畜禽养殖、宠物及人居环境等低浓度氨气高效稳定以及抗钝化治理的钛基光催化材料设计提供了理论依据与应用参考。

## 精准调控活性氧物种实现 NO 高效氧化与硝酸盐资源化回收

尚欢 1, 张蝶青 2\*, 李和兴 3\*

1 上海理工大学

2, 3 上海师范大学

\*Email: huanshang1992@163.com

**报告人简介:** 尚欢, 上海理工大学材料与化学学院, 讲师, 主要从事氮氧化物光 (电) 催化转化、硝酸盐光化学转化等环境催化领域研究, 聚焦光/光电催化体系中活性氧物种精准调控、催化剂缺陷工程设计及催化反应机制解析, 开发了系列高效高选择性的



光/光电催化材料与技术。相关研究成果以第一/通讯作者发表于 *Angew. Chem. Int. Ed.*、*Environ. Sci. Technol.*、*Appl. Catal. B: Environ.*、*Adv. Funct. Mater.* 等国际知名期刊，为大气氮氧化物污染治理与氮资源可持续利用提供了重要的理论与技术支撑。

**报告摘要：** 本报告聚焦低浓度 NO 光催化/光电催化高效脱除与高选择性转化研究，针对传统催化过程中分子氧活化缓慢、活性氧物种调控不足、副产物 NO<sub>2</sub> 生成等瓶颈问题，通过缺陷工程、电子结构调制及活性氧物种精准调控等策略展开系统探究。研究发现，硼掺杂可实现非晶 TiO<sub>2</sub> 缺陷分布的精准调控，细化表面氧空位并填充体相氧缺陷，促进分子氧活化生成·OH，使 NO 脱除效率提升 5 倍；次磷酸盐改性 TiO<sub>2</sub> 通过氢键作用弱化 Ti-O 键形成氧空位，构建 Ti-O-P 共价键实现分子氧双电子活化，实现 NO 高效氧化。此外，Ni 修饰 NH<sub>2</sub>-UiO-66(Zr) 基三维光电阳极，在低偏压下实现电荷高效分离，以·OH 介导 NO 深度氧化，同步完成硝酸盐的原位存储与回收，硝酸盐回收率达 90%且选择性超 99%。本研究为大气 NO<sub>x</sub> 污染治理提供了新型催化剂设计方法，也为氮污染物的资源化利用开辟了可持续技术路径，对工业与室内空气净化体系开发具有重要指导意义。

1. Jia, H.; Shang, H.; He, Y.; Gu, S.; Li, S.; Wang, Q.; Wang, S.; Peng, J.; Feng, X.; Li, P.; Xu, H.; Mao, C.; Li, H.; Xiao, S.; Wang, D.; Li, G.; Zhang, D. *Appl. Catal. B Environ.* 2024, 356, 124239.
2. Shang, H.; Jia, H.; Zhang, W.; Li, S.; Wang, Q.; Yang, Q.; Zhang, C.; Shi, Y.; Wang, Y.; Li, P.; He, Y.; Xiao, S.; Wang, D.; Zhang, D. *Environ. Sci. Technol.* 2023, 57, 20400–20409.
3. Li, S.; Shang, H.; Tao, Y.; Li, P.; Pan, H.; Wang, Q.; Zhang, S.; Jia, H.; Zhang, H.; Cao, J.; Zhang, B.; Zhang, R.; Li, G.; Zhang, Y.; Zhang, D.; Li, H. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2023, 62, e202305538.

## 第八会场-报告摘要

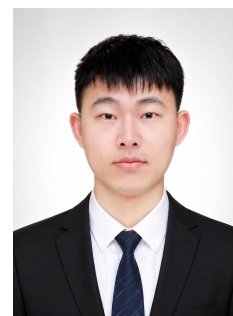
### MOFs 基光催化剂模块化设计、合成与性能研究

叶童 1, 张云斐 2, 徐蕴 3\*

1 淮北师范大学, 化学与化工学院, 安徽淮北, 中国

\*Email: ye18306771287@163.com, 17805576053@163.com, xuyun88@163.com

**报告人简介:** 叶童, 淮北师范大学化学与化工学院硕士研究生。主要研究方向为金属有机框架(MOFs)材料的设计及其在光催化领域的应用, 重点关注可见光驱动下的二氧化碳还原与过氧化氢的高效合成。在科研实践中, 熟练掌握粉末 X 射线衍射(PXRD)、扫描电子显微镜(SEM)、透射电子显微镜(TEM)、X 射线光电子能谱(XPS)及光电化学测试等材料表征与性能测试技术。具备良好的文献调研能力和实验操作水平, 致力于通过模块化集成策略构建高性能光催化体系, 以实现太阳能向化学能的稳定转化。



**报告摘要:** 同面向“双碳”战略需求, 利用太阳能驱动光催化技术来实现 CO<sub>2</sub> 转化、绿氢生产及污染物降解, 已成为推动绿色能源转型的有效途径之一。金属有机框架配合物(MOFs)凭借其明晰的结构、易于调控等特点, 成为催化材料领域的研究热点。基于课题组前期研究和软硬酸碱理论, 本研究开发了一种模块化集成策略, 构建了具有双功能特性的铪基金属有机框架(MOFs)用于光催 CO<sub>2</sub> 还原和 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 生成。该体系以 Hf<sub>6</sub> 簇为催化中心, 卟啉单元(TCPP=四(4-羧基苯基)卟啉)为光捕获基元, 2-氨基对苯二甲酸(BDC-NH<sub>2</sub>)作为电子传递介质。实验结果表明, 优化后的 Hf-TCPP-UiO-66-NH<sub>2</sub> 催化剂在可见光照射下表现出优异的活性: 其 CO<sub>2</sub> 转 CO 的转化率达到 172.9 μmol g<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, 在模拟海水中 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 产量达到 158.1 μmol g<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>。机理研究结合原位 X 射线光电子能谱(ISIXPS)和密度泛函理论(DFT)计算证实, 通过共价集成的功能模块实现了配体到金属簇的电荷转移(LCCT), 有效降低了带隙并促进了光生载流子的分离。本工作作为开发超越传统单一功能系统的高效光催化平台提供了新的范式。

参考文献: (宋体, 五号)

1. Modular Integration of Photoactive Units in Hafnium-Based Metal-Organic Frameworks for Photocatalytic Carbon Dioxide Reduction and Hydrogen Peroxide Production, Journal of Colloid and

Interface Science, 705 (2026) 139519

2. Design and fabrication of Zr-based MOF photocatalyst with functionalized moieties for CO<sub>2</sub> reduction and coupling selective oxidation of benzyl alcohol, Applied Catalysis A: General 682 (2024) 119826.

### 表面反应性增强的硫改性 $\alpha$ -FeOOH 用于磷酸盐/HA 吸附：多种硫物种的作用

张植翔<sup>1</sup>, 李甜甜<sup>1</sup>, 万东锦<sup>1</sup>, 史亚慧<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 河南工业大学 环境工程学院 河南 郑州

\*Email: shiyahui\_52@163.com

**报告人简介:** 张植翔, 河南工业大学环境工程学院硕士研究生, 研究方向主要聚焦于地表水中磷酸盐及天然有机物的协同控制, 围绕铁基功能材料构建吸附体系。重点研究材料表面反应性调控、磷酸盐去除机制、有机物转化规律, 为复杂水质条件下的高效净水提供理论基础和技术支撑。

**报告摘要:** 地表水中磷酸盐常与天然有机物共存, 二者之间的竞争吸附与界面作用显著增加了深度除磷的难度。本研究采用 Na<sub>2</sub>S·9H<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 和 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 对针铁矿 ( $\alpha$ -FeOOH) 进行硫化改性, 系统考察不同硫源改性材料在水中磷酸盐/腐殖酸 (HA) 共存体系中的除磷机制。结果表明, 与  $\alpha$ -FeOOH、S<sub>2</sub>-FeOOH 和 S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>2-</sup>-FeOOH 相比, S<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>-FeOOH 表面富集了更多高价含硫物种 (S<sub>0</sub>3<sup>2-</sup>/S<sub>0</sub>4<sup>2-</sup>), 并形成 FeS<sub>0</sub>3·3H<sub>2</sub>O 和 Fe<sub>2</sub>(S<sub>0</sub>4)<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O 等活性相, 从而显著提高材料反应活性和磷酸盐吸附能力。无 HA 条件下, 其除磷过程符合单分子层均一吸附, 最大吸附容量为 30.09 mg P/g; HA 存在时则转变为多层非均一吸附。此时, 磷酸盐去除主要涉及表面直接吸附、铁磷盐沉淀及与 HA 的竞争吸附。该材料在不同水体中均表现出良好的除磷性能和再生稳定性, 具有较好的实际应用潜力。

参考文献:

1. DI CAPUA F, DE SARIO S, FERRARO A, et al. Phosphorous removal and recovery from urban wastewater: Current practices and new directions [J]. Science of the Total Environment, 2022, 823.
2. OENEMA O, ROEST C W J. Nitrogen and phosphorus losses from agriculture into surface waters; The effects of policies and measures in The Netherlands [J]. Water Science and Technology, 1998, 37(3): 19-30.
3. XING B, OUYANG M, GRAHAM N, et al. Enhancement of phosphate adsorption during mineral transformation of natural siderite induced by humic acid: Mechanism and application [J]. Chemical Engineering Journal, 2020, 393.
4. DAI Y, DUAN L, DONG Y, et al. Elemental sulfur generated in situ from Fe(III) and sulfide promotes sulfidation of microscale zero-valent iron for superior Cr(VI) removal [J]. Journal of Hazardous

Materials, 2022, 436.

5. WENG L, VAN RIEMSDIJK WH, HIEMSTRA T J E S, et al. Humic nanoparticles at the oxide-water interface: interactions with phosphate ion adsorption [J]. 2008, 42(23): 8747-8752.

## 双配位 Zn 单原子协同调控自由基氧化及电子转移促进室温甲苯降解

**报告人简介:** 张理胜, 天津大学在读博士研究生, 研究方向为单原子催化剂制备降解 VOCs

**报告摘要:** 单原子催化剂室温降解挥发性有机物 (VOCs) 潜力巨大。然而, 传统对称性 M-N4 因局域电子均匀、反应物吸附弱, 导致性能受限, 且甲苯降解的微观机制及配位环境与反应路径间的构效关系尚不明晰。本研究通过原位硫化引入电负性低的 S, 构建 N 和 S 双配位的不对称 Zn 活性中心。实验与理论计算表明, 通过 S 诱导电子重构, 显著上移 d/p 带中心, 提升电子传递能力, 从而增强对 O<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O 及甲苯的吸附, 促进 ·OH 的生成, 并将脱羧决速步骤能垒降低了 0.05 eV。最终, 将催化性能提升 26.08%, 并展现出良好的广谱 VOCs 降解能力。本研究通过“配位环境调控-电子结构优化-反应路径促进”的策略, 揭示不对称双配位结构在增强催化性能中的关键作用, 阐明降解路径, 为设计高效室温 VOCs 降解催化剂提供新思路。

## 光热催化 CO<sub>2</sub> 甲烷化反应中氧空位与肖特基结在 Ni/CeNiO<sub>3-x</sub> 催化剂中的协同作用

田文静<sup>1,3</sup>, 王楠<sup>1,3\*</sup>, 杨志勇<sup>2</sup>, 高梓洲<sup>2</sup>, 于锋<sup>1,3,\*</sup>

<sup>1</sup> 石河子大学 化学化工学院 硅化工新材料兵团重点实验室, 石河子 832003, 中国

<sup>2</sup> 新疆天池能源有限责任公司 新疆碳捕集、利用与封存技术创新中心, 昌吉 831100, 中国

<sup>3</sup> 石河子大学 碳中和与清洁能源技术研究室, 石河子 832003, 中国

\*E-mails: nanwangsearl@outlook.com (N. Wang); yufeng05@mail.ipc.ac.cn (F. Yu)

**报告人简介:** 田文静, 石河子大学化学工程与技术专业硕士研究生, 师从于锋教授。主要从事钙钛矿基催化剂的调控设计及其在光热催化 CO<sub>2</sub> 甲烷化中的应用研究。通过氧空位与肖特基结协同提升了催化剂的低温活性与稳定性。相关成果发表于《Catalysis Science & Technology》等期刊, 并申请发明专利一项。2025年3月-6月赴墨西哥国立自治大学访学交流。



**报告摘要:** 针对日益严峻的 CO<sub>2</sub> 减排压力, 开发高效、低温的 CO<sub>2</sub> 转化技术具有重要意义。本研究聚焦光热催化 CO<sub>2</sub> 甲烷化中载流子复合严重的问题, 通过调控 CeNiO<sub>3</sub> 前驱体的氧空位浓度, 创新性地构建了具有不

同氧空位浓度的 Ni/CeNiO<sub>3</sub> 和 Ni/CeNiO<sub>3-x</sub> 催化剂。结果表明，在 250 °C 光热条件下，Ni/CeNiO<sub>3-x</sub> 的 CO<sub>2</sub> 转化率达 91.2%，CH<sub>4</sub> 选择性为 93.1%，甲烷产率为 163.7 mmol g<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>，性能显著优于参比催化剂 Ni/CeNiO<sub>3</sub>。机理研究表明，Ni-CeO<sub>2</sub> 界面形成的肖特基结促进了光生电子的定向迁移并抑制其复合，而丰富的氧空位提供了更多的电子捕获能力，同时增强了材料表面对 CO<sub>2</sub> 的吸附与活化。二者的协同效应显著提升了光热催化性能。本研究为设计高效稳定的肖特基结光热催化剂提供了新思路。

关键词：CO<sub>2</sub> 甲烷化；光热催化；肖特基结；氧空位；载流子分离

1. Tian W-J, Wang N, Yan W-X, et al. Catalysis Science & Technology, 2026, 16: 1371-1381.
2. Li H, Tang Y, Yan W, et al. Applied Catalysis B: Environment and Energy, 2024, 357: 124346.
3. Li H, Tang Y, Yan W, et al. Journal of Environmental Chemical Engineering, 2025, 13(5): 117689.
4. Yan W-X, Bao W-T, Tang Y, et al. International Journal of Hydrogen Energy, 2023, 48(64): 24652-246

## 基于机器学习的自养反硝化工艺脱氮功能预测及其关键微生物筛选

陈亚星

南京工业大学

\*Email:2580306361@qq.com

**报告人简介：**陈亚星，目前是南京工业大学的研三学生，主要在环境相关方向开展学习与研究。本科阶段我就读于武汉科技大学，在校期间打下了较为扎实的专业基础，也逐步培养了对科研工作的兴趣与热情。进入研究生阶段后，我始终保持认真踏实的学习态度，积极参与导师课题与相关科研训练，在实践中不断提升自己的实验能力、数据分析能力以及学术写作能力。在研究生期间，我参与完成了一项实用新型专利的申请工作，同时有一篇学术论文已被《南工学报》录用，这些经历让我对科研过程有了更深刻的理解。本科期间，我也曾发表国际 EI 会议论文，并参加全国“深水杯”大赛，获得全国三等奖。以上经历不仅锻炼了我的专业能力，也增强了我的团队协作和综合表达能力，今后我也希望继续努力，不断提升自己。

**报告摘要：**本研究通过系统文献调研与数据挖掘，整合国内外已发表文献中自养反硝化脱氮工艺的运行数据，构建标准化数据库，以脱氮效率和群落结构变化为核心研究对象，对不同无机电子供体体系下的脱氮效果及微生物特征进行系统对比分析。

并采用随机森林、梯度提升回归等多种机器学习算法构建脱氮效率预测模型，并以微生物相对丰度数据为输入特征建立群落结构预测模型。通过模型训练与交叉验证，比较不同算法的预测精度和泛化能力，评估机器学习方法在自养反硝化工艺性能预测中的适用性。通过相关性分析、微生物共现网络构建及代谢通路分析，筛选在不同电子供体体系中发挥核心功能的关键微生物，并验证其对系统脱氮性能的影响。

关键词：机器学习，自养反硝化工艺，脱氮功能预测，微生物群落结构，关键微生物筛选

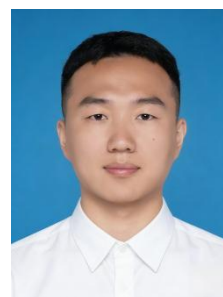
## Cu/MoS<sub>2</sub> 光热协同驱动高选择性 CO<sub>2</sub> 还原及其机理研究

洪奥博<sup>1</sup>, 罗迎澳<sup>2</sup>, 张素娟<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> 淮北师范大学, 化学与化工学院, 安徽淮北, 中国

\*Email:1786883737@qq.com

**报告人简介:** 洪奥博, 淮北师范大学化学与化工学院理学硕士生。深耕光热催化领域, 致力于探索二氧化碳的高效、高选择性还原(如向乙醇、乙炔等 C<sub>2</sub> 产物的转化)及水分解技术。在新型催化剂的设计制备、耦合反应体系构建及内在机理探析方面积累了丰富经验。能够独立操刀从材料合成到性能表征(熟练运用 XRD、SEM、TEM、XPS、UV-Vis 及光电测试)的完整科研流程。具备出色的英文科研写作与文献洞察力, 思维严谨, 善于破局科研瓶颈, 具备深耕前沿交叉课题的学术潜力



**报告摘要:** 将二氧化碳催化转化为高价值的 C<sub>2</sub>+产品为实现碳中和提供了一条可持续的道路。然而, 传统的光催化和热催化方法面临选择性和产率低等挑战。在此, 通过两步水热法合成了一种新型 Cu/MoS<sub>2</sub> 光热催化剂, 将单原子 Cu 锚定在层状 MoS<sub>2</sub> 上, 用于将 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O 还原成 C<sub>2</sub> 产物(乙醇、乙炔和乙烷)。在最佳条件(250 °C、903 mW·cm<sup>-2</sup>、320-780 nm)下, Cu5%-MoS<sub>2</sub> 催化剂的乙醇产率为 3.1 mmol·g<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>, 是空白 MoS<sub>2</sub> 的 4.6 倍。机理研究表明, Cu 改善了光吸收, 增强了 MoS<sub>2</sub> 边缘 S 位点的 CO<sub>2</sub> 吸附和\*COOH 积累, DFT 计算证实了这一点。Mo-Cu 双位点稳定\*CHO 中间体, 提高 C<sub>2</sub> 产物选择性。协同光热效应加速了电荷迁移和表面反应。这项作为燃料生产的光热二氧化碳转化提供了具有成本效益的见解。

[1] X. Zhu, H. Zong, C. Pérez, H. Miao, W. Sun, Z. Yuan, S. Wang, G. Zeng,

G. OzinSoc, *Angew. Chem. Int. Edit.* 2024, 62, e202218694.

[2] L. Ren, X. Yang, X. Sun, Y. Wang, H. Li, Y. Yuan, *Angew. Chem. Int. Edit.* 2024, 63, e202404660.

[3] Y. Wu, Q. Chen, J. Zhu, K. Z, M. Wu, X. Jiao, Y. Sun, Y. Xie, *Angew. Chem. Int. Edit.* 20123, 162, e202301075.

## 氮去除诱导富缺陷 Co<sup>0</sup>位点构筑提升 CO<sub>2</sub> 甲烷化低温活性

夏伦超<sup>1</sup>, 唐赢<sup>1</sup>, 严文霞<sup>1</sup>, 王楠<sup>1</sup>, 黄泽皓<sup>2</sup>, 杨志勇<sup>3</sup>, 高梓洲<sup>3</sup>, 李永生<sup>1, 4\*</sup>, 于锋<sup>1, 4\*</sup>

<sup>1</sup> 石河子大学 化学化工学院 硅化工新材料兵团重点实验室, 石河子 832003, 中国

<sup>2</sup> 西南石油大学 新能源与材料学院, 成都 610500, 中国

<sup>3</sup> 新疆天池能源有限责任公司 新疆碳捕集、利用与封存技术创新中心, 昌吉 831100, 中国

<sup>4</sup> 石河子大学 碳中和与清洁能源技术研究室, 石河子 832003, 中国

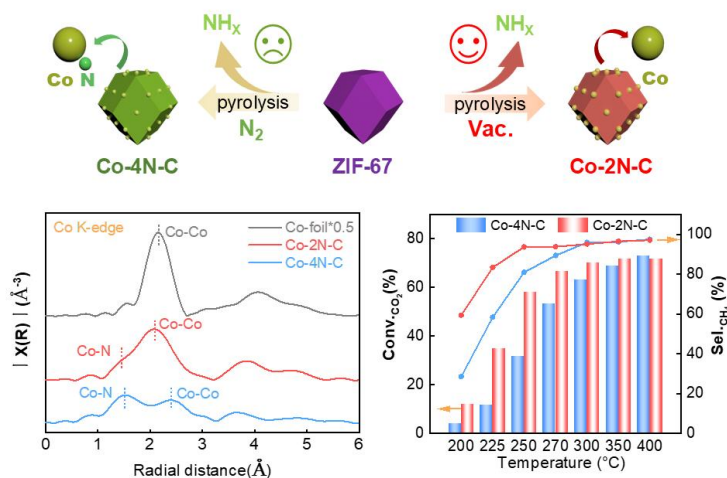
\*Email: yufeng05@mail.ipc.ac.cn; ysli@ecust.edu.cn

**报告人简介:** 夏伦超, 石河子大学化学化工学院化学工程与技术专业博士研究生, 师从李永生教授和于锋教授。主要从事 ZIF-67 基催化剂的调控设计及其在热催化 CO<sub>2</sub> 甲烷化反应中的应用研究, 通过催化剂制备方法以及构筑方式的优化实现 CO<sub>2</sub> 甲烷化的性能优化和机理研究。



**报告摘要:** 本研究针对 ZIF-67 衍生 Co-N/C 催化剂低温活性低、Co-N 键机制不明的问题, 创新提出真空热解策略, 成功构建低氮含量 Co-2N-C 等系列催化剂。通过断裂 Co-N 键诱导大量 Co<sup>0</sup>活性位点生成, 显著提升低温甲烷化性能。相较于 N<sub>2</sub> 气氛热解, 真空热解可降低 N/Co 比约 50%, Co<sup>0</sup>比例提高超 100%, 同时增强材料疏水性 (水接触角由 29.4° 增至 51.9°)。性能测试表明, Co-2N-C 在 225°C 下 CO<sub>2</sub> 转化率达 35%, CH<sub>4</sub> 选择性 83%, 分别为对照样的 3 倍和 1.4 倍; 其中 Co-2N-C(450) 在 200°C 下实现 42% 转化率与 97% 选择性, 创同类催化剂低温活性新高。机理研究表明, Co-N 键断裂促进 Co<sup>0</sup> 形成与 H<sub>2</sub> 活化, 同时 Co 颗粒表面缺陷强化甲酸盐吸附, 优化反应路径。该“脱氮-断键-疏水”策略为高效 CO<sub>2</sub> 转化提供了新范式, 并具良好普适性。

关键词：CO<sub>2</sub> 甲烷化；富缺陷 Co<sup>0</sup>位点；氮去除；真空热解；缺陷工程；低温催化；钴基催化剂；疏水性优



化

参考文献：

- [1] Tang, Y., et al. (2023). Applied Catalysis B: Environment and Energy 338: 123054.
- [2] Li, H., et al. (2024). Applied Catalysis B: Environment and Energy 357: 124346.
- [3] Ye, R., et al. (2024). Angewandte Chemie International Edition 63 (3): e202317669.
- [4] Evtushkova, A., et al. (2025). ACS Catalysis, 15 :11217.
- [5] Yan, W-X., et al. (2023). International Journal of Hydrogen Energy 48(64): 24652-24662.
- [6] Tian, W-J., et al. (2026). Catalysis Science & Technology 16: 1371-1381.

## 面向电催化二氧化碳还原的钴基催化剂构筑、机理研究及体系开发

朱平 1, 吴乾元 2\*

1 清华大学, 深圳国际研究生院, 环境与生态研究院

2 清华大学, 深圳国际研究生院, 环境与生态研究院

\*Email: wu.qianyuan@sz.tsinghua.edu.cn

**报告人简介：**朱平, 清华大学环境科学与工程专业 2022 级博士研究生, 师从吴乾元副教授, 主要研究方向为能源与催化材料制备及二氧化碳资源化利用。博士期间累计发表论文 8 篇, 其中以第一作者 (含共同第一作者) 在 Advanced Science、ACS Nano 等期刊发表 SCI 论文 3 篇。



**报告摘要：**随着能源需求的持续增长, 二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 排放不断加剧, 进而引发气候变化等一系列严峻的

环境问题，实现 CO<sub>2</sub> 高效转化与资源化利用，已成为当前亟需解决的关键科学问题。电催化 CO<sub>2</sub> 还原以可再生电能作为能源驱动将 CO<sub>2</sub> 转化为高附加化学品，具有操作简单，反应条件温和等优势，被视为极具前景的 CO<sub>2</sub> 资源化利用技术之一。然而，该体系仍面临催化剂活性与选择性不足、过程结构演变及性能增强机制尚不明确，以及产物分离成本较高等挑战。针对上述问题，开发了一系列高选择性的铋基预催化剂，通过构建可控前驱体，实现了反应过程中的原位重构，并系统揭示了结构演变与性能强化机制及其内在关联。同时构建了基于固态电解质（SSE）的电催化 CO<sub>2</sub> 还原系统，实现了无液体电解质甲酸溶液的连续制备，从而避免了能源密集型的下游分离过程，显著提升体系的应用潜力，推动了碳中和技术的发展。

## WO<sub>3</sub> 上乙醛气相降解的光催化性能增强：氧化煅烧与非氧化煅烧气氛的比较

孙书豪<sup>1</sup>，蔡贝贝<sup>2</sup>，何霏<sup>3\*</sup>（宋体，五号）

<sup>1</sup> 南京理工大学

<sup>2</sup> 南京理工大学

<sup>3</sup> 南京理工大学

\*Email: 324102010155@njjust.edu.cn

**报告人简介：**孙书豪，南京理工大学博士研究生，导师何霏。主要方向为氧化钨光催化降解 VOCs，现在 CEJ 期刊发表名为 Enhanced photocatalytic gaseous acetaldehyde degradation over WO<sub>3</sub>: Oxidizing vs. non-oxidizing calcination atmosphere 论文一篇。

**报告摘要：**煅烧是调节光催化剂中缺陷态的一种广泛采用的方法；然而，煅烧气氛、晶相结构、缺陷浓度与催化性能之间的关系尚未被充分理解。在本研究中，在典型的氧化气氛（空气和氧气）和非氧化气氛（真空、氮气和氢气）下合成了 WO<sub>3</sub>，并系统地研究了其物理化学性质、光电化学行为以及光催化乙醛降解机制。结果表明，在 600 °C 制备的单斜 WO<sub>3</sub> (m-WO<sub>3</sub>) 的活性明显高于在 350°C 合成的六方 WO<sub>3</sub> (h-WO<sub>3</sub>)，且氧化气氛比非氧化条件具有更强的增强效应。在所有样品中，经氧处理的单斜 WO<sub>3</sub> (m-WO<sub>3</sub>-O) 表现最佳，30 分钟内可实现 98.3% 的乙醛矿化率，并在 20 个循环中保持稳定的活性。结合 XRD、BET、XPS、PL、EPR、fs-TAS 和原位 FTIR 分析表明，优异的催化性能源于晶相与氧空位浓度的协同匹配，而非氧化气氛往往会导致过高的缺陷密度。此外，m-WO<sub>3</sub>-O 具有优化的孔隙结构、延迟的空穴捕获动力学以及高氧化性的表面，这有效抑制了反应中间体的积累。本研究阐明了相控 WO<sub>3</sub> 中缺陷结构和催化性能对气氛的依赖性调控，为开发高性能光催化剂的缺陷工程提供了宝贵的见解。

## 基于多自由基循环机制的甲苯低温催化降解

**报告人简介:** 陈奕冰, 天津大学在读博士研究生, 研究方向为单原子催化剂的制备及其在二氧化碳低温加氢转化的应用

**报告摘要:** 在挥发性有机化合物 (VOCs) 治理领域, 通过催化剂调控反应路径以降低能垒是突破低温催化氧化动力学瓶颈的主流策略。然而, 如何通过优化自由基的生成与利用进一步提升催化性能, 仍有待深入探索。本研究通过氮硫共掺杂与金属-载体强相互作用策略, 成功构筑了 Ni/NS-CeO<sub>2</sub> 单原子催化剂。该催化剂形成了稳定的限域反应空间, 其多配位结构构成具有高效电子转移能力的活性中心, 可持续诱导·OH、·H 及·R 自由基的生成与动态再生, 从而实现甲苯高效降解。在 25~80°C 范围内, 初始浓度为 800 mg·m<sup>-3</sup> 的甲苯去除率维持 90% 以上达 102.5h。结合 DFT 计算与多种表征方法, 阐明了限域环境中多自由基协同作用机制。该机制通过自由基的持续动态循环, 维持了体系中活性氧的浓度, 有效解决了传统催化剂在流动相中效率低、易失活的问题。为 VOCs 常温催化氧化提供了基于自由基动态循环的新理论框架。

## 还原诱导 NiWO<sub>4</sub> 结构演变驱动 CO<sub>2</sub> 加氢产物选择转变

刘禹婷<sup>1,2</sup>, 王楠<sup>1,2,\*</sup>, 杨志勇<sup>3</sup>, 高梓洲<sup>3</sup>, 于锋<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup> 石河子大学 化学化工学院 硅化工新材料兵团重点实验室, 石河子 832003, 中国

<sup>2</sup> 石河子大学 碳中和与清洁能源技术研究室, 石河子 832003, 中国

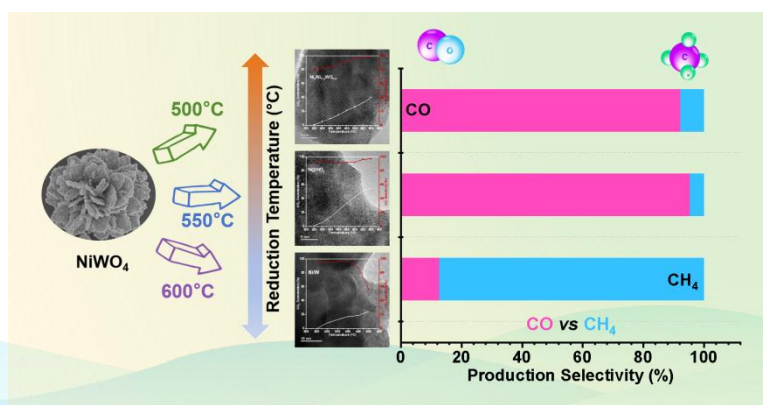
<sup>3</sup> 新疆天池能源有限责任公司 新疆碳捕集、利用与封存技术创新中心, 昌吉 831100, 中国

\*Email: yufeng05@mail.ipc.ac.cn; nanwangsearl@outlook.com

**报告人简介:** 刘禹婷, 石河子大学化学化工学院材料与化工专业硕士研究生, 师从于锋教授、王楠讲师。主要从事金属基催化剂的调控设计及其在热/光热催化 CO<sub>2</sub> 加氢反应中的应用研究, 通过催化剂在不同温度下的简单原位还原实现 CO<sub>2</sub> 加氢产物选择性可控调变。2025 年 3 月-2025 年 6 月赴墨西哥国立自治大学材料研究所访学交流。



**报告摘要:** 将 CO<sub>2</sub> 转化为高附加值化学品是解决环境和能源问题的重要手段之一, 但调控 CO<sub>2</sub> 加氢反应的产物选择性仍具挑战性。在此, 本文以 NiWO<sub>4</sub> 为前驱体, 通过控制氢气还原温度实现了对催化剂物相、界



面电子结构及 CO<sub>2</sub> 加氢产物选择性调控。经 500 ° C 还原得到的 Ni<sub>x</sub>/Ni<sub>1-x</sub>WO<sub>4-δ</sub> 催化剂在 250 - 600 ° C 测试范围内 CO 选择性高于 80%；550 ° C 还原得到的 Ni@WO<sub>x</sub> 催化剂在 550 ° C 时 CO<sub>2</sub> 转化率达 50.10%，CO 选择性为 97.01%。而 600 ° C 还原制备的 Ni/W 催化剂呈现截然不同的产物分布，400 ° C 以下 CH<sub>4</sub> 选择性高于 90%。系统表征和 DFT 计算表明，还原温度通过调控金属价态及界面电子结构决定反应路径，Ni<sub>x</sub>/Ni<sub>1-x</sub>WO<sub>4-δ</sub> 的氧空位与细小 Ni 团簇促进电荷分离；Ni@WO<sub>x</sub> 的无定形 WO<sub>x</sub> 与 Ni 的弱电子相互作用使 CO 易于脱附；Ni-W 界面强电子转移形成富电子 Ni 位点，促使中间体加氢生成 CH<sub>4</sub>。该研究为开发产物选择性可控的催化剂提供了新思路。关键词：CO<sub>2</sub> 加氢、逆水煤气变换反应、CO<sub>2</sub> 甲烷化、产物选择性、还原温度、Ni 基催化剂

图 1. 还原诱导 NiWO<sub>4</sub> 结构演变驱动 CO<sub>2</sub> 加氢产物选择转变示意图

参考文献：

- [1] Yan, W-X., et al. (2022). *Nanomaterials* 12(17): 3041.
- [2] Tang, Y., et al. (2023). *Applied Catalysis B: Environment and Energy* 338: 123054.
- [3] Yan, W-X., et al. (2023). *International Journal of Hydrogen Energy* 48(64): 24652-24662.
- [4] Li, H., et al. (2024). *Applied Catalysis B: Environment and Energy* 357: 124346.
- [5] Tian, W-J., et al. (2026). *Catalysis Science & Technology* 16: 1371-1381.

## S 型 CdS/MnO<sub>2</sub> 异质结的合理构建用于高附加值甲苯光热协同催化选择性氧化

蒋文举<sup>1</sup>, 李振<sup>2</sup>, 张素娟<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> 淮北师范大学, 化学与化工学院, 安徽淮北, 中国

\*Email:2791711640@qq.com

**报告人简介:** 蒋文举, 理学硕士, 淮北师范大学化学与化工学院硕士生, 主要研究方向为光热协同甲苯氧化和光热催化二氧化碳还原, 适用于选择性 CO<sub>2</sub> 还原, 有机转化、水分解等方面的光/光热催化剂的制备以及耦合反应体系构建和相关反应机制的探究。目前主要研究方向为光热催化。熟练掌握 XRD、SEM、TEM、XPS、UV-Vis、光电化学测试等表征手段, 能够独立完成材料制备、性能测试与机理分析。具备较强的文献阅读与英文写作能力, 善于总结科研问题, 逻辑思维清晰, 具备持续开展深度科研工作的潜力。



**报告摘要:** 甲苯的选择性氧化制备高附加值产物, 仍是催化科学中的重大挑战。为解决传统光催化效率低, 我们通过构筑了新型 S 型 CdS/MnO<sub>2</sub> 异质结催化剂。CdS 纳米颗粒被负载于具有本征光热活性的 MnO<sub>2</sub> 上, 形成致密的 S 型异质结结构, 该结构可产生内建电场, 有效促进光生载流子的快速分离并抑制其复合。同时, CdS 的引入对 MnO<sub>2</sub> 的电子能带结构进行了调控, 从而提升产物选择性。得益于上述协同效应, 优化后的 25%

CdS/MnO<sub>2</sub> 催化剂表现出优异的催化性能，在 150 °C 和氧气气氛下，实现了 14.1 mmol·g<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup> 的甲苯氧化速率，且对苯甲醇和苯甲醛的选择性高达 90%。机理研究表明，电子顺磁共振和傅立叶变换红外光谱结果验证了光热协同效应在促进氧化过程中的关键作用。本研究不仅提出了构筑高效光热异质结的有效策略，也为温和条件下甲苯的选择性氧化提供了新思路。

参考文献：

1. M. Gu, J. Zhang, I. Kurganskii, A. J. Adv. Mater. 2025, 2414803
2. Z. Meng, J. Zhang, H. Long, H. J. Angew. Chem. 2025 e202425456,
3. H. Huang, H. Fan, Y. Ge, W. J. Chem. Eng. 2023 458

## 选择性轨道耦合下 FeN<sub>4</sub> 类芬顿催化的全流程活化与降解动力学研究

田立欣<sup>1</sup>, 唐艺佳<sup>1</sup>, 黄明杰<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> 华中科技大学, 环境科学与工程学院, 湖北武汉, 430070

\*Email: mingjiehuang@hust.edu.cn

**报告人简介:** 田立欣, 华中科技大学环境科学与工程学院 2023 级博士生, 研究方向为环境功能材料制备与催化氧化水处理技术优化。以第一作者身份在 *Environmental Science & Technology*, *Coordination Chemistry Review* 等期刊发表论文 7 篇; 作为项目负责人获中国研究生“双碳”创新与创意大赛全国一等奖, 获批校研究生创新基金 2 项; 在全国环境博士生学术会议, 全国环境化学大会等会议上开展口头汇报并获评优秀。



**报告摘要:** 非均相类芬顿催化中产生的 Fe(IV)=O 是环境修复中的重要活性物种。然而, 构建一套普适性理论描述符以解读铁氧双键在形成与还原过程中的铁氧键合机制, 仍是一项关键挑战。本研究基于选择性轨道耦合 (SOC) 理论, 构建了以催化剂与底物间 Fe-O 轨道相互作用为核心的统一描述符, 可全面表征配位环境、活性中心电子性质等多因素的复杂作用。对 FeN<sub>4</sub> 结构进行非金属原子掺杂发现, 最优 O 掺杂位点因最低 p 带中心强化了 Fe-O 键合, 缩小了前线轨道能隙, 既促进 Fe 向过一硫酸盐 (PMS) 的电子反馈以生成 Fe(IV)=O, 又助力其被污染物还原。该体系实现了 Fe(IV)=O 100% 选择性生成并提升其氧化还原电位 (而非依赖浓度提升去污), 且在高浓度氯离子基质中活性显著增强。本研究揭示了掺杂原子性质对类芬顿催化效率的决定性作用, 建立了反应活性评估描述符, 为突破实际应用中的活性限制提供了新策略。

1. Zhao, X. & Zhang, Z. Heterogeneous peroxymonosulfate-based advanced oxidation mechanisms: New wine in old bottles? *Environ. Sci. Technol.* 59, 5913–5924, doi:10.1021/acs.est.4c11311 (2025).
2. Liu, C. et al. The “4+1” strategy fabrication of iron single-atom catalysts with selective high-valent iron-oxo species generation. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 121, e2322283121,

doi:10.1073/pnas.2322283121 (2024).

3. He, C., Lee, C.-H., Meng, L., Chen, H.-Y. T. & Li, Z. Selective orbital coupling: an adsorption mechanism in single-atom catalysis. *J. Am. Chem. Soc.* 146, 12395–12400, doi:10.1021/jacs.3c13119 (2024).

## CFD 与机器学习驱动的 SCR 脱硝系统优化研究

胡文元<sup>1</sup>, 钱付平<sup>2, 3\*</sup>

安徽工业大学能源与环境学院, 中国 安徽 马鞍山 243032

wenyuan23@ahut.edu.cn (胡文元); fpingqian@ahut.edu.cn (钱付平)

**报告摘要:** 在针对 SCR 脱硝反应器的数值模拟研究中, 计算流体动力学 (CFD) 模型的准确性高度依赖于网格划分的质量。本研究采用多面体网格技术对反应器内部复杂的导流板及喷氨格栅 (AIG) 进行了精细化离散。为消除网格数量对模拟结果的影响, 研究开展了严格的网格独立性考核。实验数据显示, 当网格数量达到特定临界值后, 催化剂首层入口截面的压力降 ( $\Delta P$ ) 及速度偏差系数 ( $C_v$ ) 趋于稳定, 波动幅度维持在 5% 以内。这一过程确保了在后续复杂工况下的流场模拟既能捕捉到局部湍流特性, 又能兼顾计算效率。传统 SCR 系统在面对负荷剧烈波动时, 喷氨控制往往存在明显的滞后性。本研究通过引入数据驱动的机器学习模型, 构建了烟气参数与脱硝性能之间的非线性映射关系。通过对 CFD 产生的大量高保真数据进行训练, 模型能够实时预测不同入口  $\text{NO}_x$  浓度及烟温分布下的最佳分区喷氨量。结果表明, 这种物理机理与人工智能算法的深度耦合, 不仅显著提升了系统在非额定工况下的自适应能力, 更在保证出口排放达标的基础上, 将平均氨逃逸率降低至 2.5ppm 以下, 有效缓解了下游空预器的堵塞与腐蚀风险。

1. Yang, S., Li, M., Guo, C., Requia, W. J., Sakhvidi, M. J. Z., Lin, K., ... & Yang, J. (2025). Associations of long-term exposure to nitrogen oxides with all-cause and cause-specific mortality. *Nature Communications*, 16(1), 1730.

2. Flower, G., Schneider, R., Exley, K., Mitsakou, C., Masselot, P., & Gasparrini, A. (2025). Mortality impacts of long-term PM<sub>2.5</sub> and NO<sub>2</sub> exposure in Great Britain under national and international air quality limits. *Atmospheric Pollution Research*, 102827.

3. Chen, X., Qi, L., Li, S., & Duan, X. (2024). Long-term NO<sub>2</sub> exposure and mortality: a comprehensive meta-analysis. *Environmental Pollution*, 341, 122971.

4. Taha, S. S., Idoudi, S., Alhamdan, N., Ibrahim, R. H., Surkatti, R., Amhamed, A., & Alrebei,

0. F. (2025). Comprehensive Review of Health Impacts of the Exposure to Nitrogen Oxides (NO<sub>x</sub>), Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>), and Particulate Matter (PM). *Journal of Hazardous Materials Advances*, 100771.
5. Yan, X., Xu, Y., & Pan, G. (2023). Evolution of China's NO<sub>x</sub> emission control strategy during 2005~ 2020 over coal-fired power plants: A satellite-based assessment. *Journal of Environmental Management*, 348, 119243.
6. Roeder, G. J., Haimerl, J., Chen, Y., Gaderer, M., Fendt, S., & Spliethoff, H. (2025). Measurements of NO<sub>x</sub> emissions from biomass combustion in small to large-scale power plants. *Fuel*, 135801.
7. Zhu, Y., Zhou, W., Xia, C., & Hou, Q. (2022). Application and development of selective catalytic reduction technology for marine low-speed diesel engine: trade-off among high sulfur fuel, high thermal efficiency, and low pollution emission. *Atmosphere*, 13(5), 731.
8. Feng, S., Li, Z., Shen, B., Yuan, P., Ma, J., Wang, Z., & Kong, W. (2022). An overview of the deactivation mechanism and modification methods of the SCR catalysts for denitration from marine engine exhaust. *Journal of Environmental Management*, 317, 115457.
9. Zhou, Z., Chang, J., & Wang, X. (2022). Large eddy simulation of hydrodynamics and deNO<sub>x</sub> process in a coal-fired power plant SCR system. *Journal of Environmental Management*, 320, 115800.
10. Han, J., Choi, W., Park, H. J., Han, K., Jung, W., & Hwang, W. (2023). Investigation of the complex 3D flow structure within a selective catalytic reduction (SCR) reactor of a coal-fired power plant. *Experimental Thermal and Fluid Science*, 148, 110985.
11. Ye, M., Qian, F., Gao, Y., Lu, J., Han, Y., Huang, N., ... & Wu, H. (2021). CFD analysis of influencing factors on SCR denitration efficiency of sintering flue gas based on response surface methodology. *Atmospheric Pollution Research*, 12(7), 101107.
12. Gao, X., Wang, B., Yuan, X., Lei, S., Qu, Q., Ma, C., & Sun, L. (2019). Optimal design of selective catalyst reduction denitrification system using numerical simulation. *Journal of Environmental Management*, 231, 909-918.
13. Wójcik-Gront, E., & Gozdowski, D. (2025). Air Pollution Monitoring and Modeling: A Comparative Study of PM, NO<sub>2</sub>, and SO<sub>2</sub> with Meteorological Correlations. *Atmosphere*, 16(10), 1199.
14. Guerreiro, C. B., Foltescu, V., & De Leeuw, F. (2014). Air quality status and trends in Europe. *Atmospheric environment*, 98, 376-384.
15. Čampara, L., Hasanspahić, N., & Vujičić, S. (2018). Overview of MARPOL ANNEX VI regulations for prevention of air pollution from marine diesel engines. In *SHS web of conferences* (Vol. 58, p. 01004). EDP Sciences.
16. Han, L., Cai, S., Gao, M., Hasegawa, J. Y., Wang, P., Zhang, J., ... & Zhang, D. (2019). Selective catalytic reduction of NO<sub>x</sub> with NH<sub>3</sub> by using novel catalysts: State of the art and future

- prospects. *Chemical Reviews*, 119(19), 10916–10976.
17. Wang, Y., Wang, G., Yang, L., Chen, G., & He, S. (2024). Intelligent optimization of diesel engine Selective catalytic reduction urea injection based on multi-model state estimation to reduce NH<sub>3</sub> slip and NO<sub>x</sub> emission. *Fuel*, 365, 131188.
18. Gao, W., Yin, J., Liu, M., Zhao, Y., Wang, C., & Yan, J. (2024). Enhancement of SCR denitrification control strategy considering fluegas temperature fluctuation: Fundamental principle and performance evaluation. *Fuel*, 359, 130453.
19. Zhao, S., Peng, J., Ge, R., Wu, S., Zeng, K., Huang, H., ... & Sun, Z. (2022). Research progress on selective catalytic reduction (SCR) catalysts for NO<sub>x</sub> removal from coal-fired flue gas. *Fuel Processing Technology*, 236, 107432.
20. Liu, W., Gao, Y., You, Y., Jiang, C., Hua, T., & Xia, B. (2024). Optimizing of selective catalytic reduction urea injection and NO<sub>x</sub> conversion analysis of diesel engine based on higher-order physical model and sequential quadratic programming algorithm. *Energy*, 313, 134100.

## 调控 MnO<sub>x</sub>/CNTs 催化剂中的 C-MnO<sub>x</sub> 异质界面实现高效 NH<sub>3</sub>-SCR 脱硝

**报告人简介:** 白若璇, 女, 汉族, 南京工业大学环境科学与工程专业 2025 级硕士研究生, 主要从事环境催化材料研究。现任班级班委, 曾获 2025 年度特等奖学金等荣誉。相关成果在 *New Journal of Chemistry*、*Journal of Environmental Chemical Engineering*、*Separation and Purification Technology* 期刊上发表论文 3 篇。此外, 获得江苏省大学生节能减排社会实践与科技竞赛三等奖、中国国际大学生创新大赛二等奖、“科创江苏”化学化工领域创新创业大赛二等奖等科创竞赛奖项 8 次。

**报告摘要:** 超低温 (<150 °C) 氨选择性催化还原 (NH<sub>3</sub>-SCR) 技术是非电力行业烟气治理的重有效方法之一, 但其仍受限于低温催化剂活性不足的问题。本研究通过在碳纳米管 (CNTs) 表面原位生长花状 MnO<sub>x</sub>, 成功构筑了具有 C-O-Mn 结构和丰富表面缺陷的 MnO<sub>x</sub>/CNTs 催化剂。表征结果显示, C-O-Mn 结构的形成不仅促进了反应物的吸附与活化, 还有效抑制了硝酸盐物种在催化剂表面的过度沉积, 避免了活性位点的物理堵塞, 从而提升了低温催化活性。优化后的催化剂在 100 - 270 °C 温度范围内实现了 >90% 的 NO 去除率, 展现出优异的宽温窗催化性能。因此, 开发具备超低温活性的催化剂, 是降低低温 NH<sub>3</sub>-SCR 系统能耗与运行成本的有效途径。此外, 结合原位 DRIFT 与机理分析, 探讨了 C-O-Mn 结构在反应过程中的作用机制。本研究为超低温 SCR 催化剂的设计提供了理论依据。

## 通过静电吸附将 Zn<sub>0.5</sub>Cd<sub>0.5</sub>S 纳米球嵌入 Bi-Bi<sub>2</sub>WO<sub>6</sub> 微板间隙中用于光催化制氢

薛慧慧<sup>1</sup>, 杨阳<sup>2\*</sup>, 张素娟<sup>3\*</sup>, 郑秀珍<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup> 淮北师范大学化学与化工学院, 安徽省淮北市

\*Email: yangy102@chnu.edu.cn, zhengxz@chnu.edu.cn



**报告人简介:** 薛慧慧于 2024 年毕业于淮北师范大学信息学院, 获理学学士学位, 现师从郑秀珍教授在淮北师范大学攻读硕士研究生。研究方向聚焦于光催化领域, 涵盖光解水制氢、二氧化碳转化及有机污染物降解等。硕士期间主要围绕物理化学中光催化材料展开, 重点研究异质结构构筑、能带结构优化及光生载流子传输与分离机制等问题。在实验技能方面, 能够熟练运用 XRD、SEM、TEM、XPS、UV-Vis 及光电化学等多种表征技术, 具备从材料合成到性能评估及机理探究的完整科研能力。同时具备良好的英文文献阅读与学术写作基础, 能够系统梳理研究进展并提炼关键科学问题, 逻辑严谨, 具备持续深入开展科研工作的能力。

**报告摘要:** 随着环境污染日益严重及化石燃料消耗速度加快, 清洁与可再生能源的探索已成为当前该领域的研究热点。氢气 (H<sub>2</sub>) 作为一种具有高燃烧焓的清洁燃料, 被视为化石燃料的理想替代品。为优化光催化 H<sub>2</sub> 制备性能, 已开发出多种有效策略来设计高效光催化剂, 包括形貌控制、协同反应设计以及光生载流子 (PCCs) 的高效利用。本研究通过静电自组装法将 Zn<sub>0.5</sub>Cd<sub>0.5</sub>S (ZCS) 纳米球嵌入 Bi-Bi<sub>2</sub>WO<sub>6</sub> (BBWO) 微片中, 合成了高效 Bi-Bi<sub>2</sub>WO<sub>6</sub>/Zn<sub>0.5</sub>Cd<sub>0.5</sub>S (BBWO/ZCS) 复合材料。尽管 BBWO 在 H<sub>2</sub> 生成中活性较差, 但其在可见光照射下显著提升了 ZCS 的性能。当复合材料中 BBWO 质量分数为 3% 时, BBWO / ZCS 展现出最高的 H<sub>2</sub> 产率 (28.0 mmol · g<sup>-1</sup> · h<sup>-1</sup>), 远高于纯 ZCS。同时, 其在 400 nm 波长下的表观量子效率 (AQE) 高达 8.45%。该 BBWO/ZCS 复合材料的设计不仅提高了 PCCs 的迁移与利用效率, 也为高效光催化剂的开发提供了宝贵的理论见解和实验参考。

1 W. Ren, R. Si, J. Wang, Y. Yang, J. Ge, X. Zheng, S. Chen, MoO<sub>2</sub>/MoP-Decorated CdIn<sub>2</sub>S<sub>4</sub> Octahedral Nanostructures for Photocatalytic H<sub>2</sub> Evolution and Pollutant Degradation, ACS Applied Nano Materials, 8 (2025) 13406-13417.

2 P.K. Panda, B. Sahoo, S. Ramakrishna, Electrospun nanofibers for photocatalytic water treatment

and hydrogen generation application: A review, International Journal of Hydrogen Energy, 48 (2023) 37193–37208.

3 W.-K. Chong, B.-J. Ng, Y. J. Lee, L.-L. Tan, L. K. Putri, J. Low, A. R. Mohamed, S.-P. Chai, Self-activated superhydrophilic green ZnIn<sub>2</sub>S<sub>4</sub> realizing solar-driven overall water splitting: close-to-unity stability for a full daytime, Nature Communications, 14 (2023) 7676.

## 还原诱导 SrFe 复合氧化物结构重构及其对催化 CO<sub>2</sub> 加氢制 CO 性能的调控

王佳福<sup>1,3</sup>, 王楠<sup>1,3\*</sup>, 杨志勇<sup>2</sup>, 高梓洲<sup>2</sup>, 于锋<sup>1,3,\*</sup>

<sup>1</sup> 石河子大学 化学化工学院 硅化工新材料兵团重点实验室, 石河子 832003, 中国

<sup>2</sup> 新疆天池能源有限责任公司 新疆碳捕集、利用与封存技术创新中心, 昌吉 831100, 中国

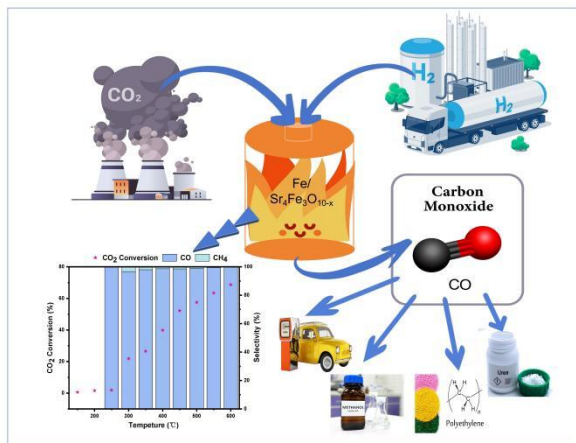
<sup>3</sup> 石河子大学 碳中和与清洁能源技术研究室, 石河子 832003, 中国

\*E-mails: anwangsearl@outlook.com (N. Wang); yufeng05@mail.ipc.ac.cn (F. Yu)

**报告人简介:** 王佳福, 硕士研究生, 现就读于石河子大学化学化工学院, 师从于锋教授、王楠讲师。研究方向为热催化二氧化碳加氢生成一氧化碳。曾获第四届全国大学生低碳循环科技创新大赛国家级三等奖, 在 2025 CIS Research Fair 全球 SDGs 研究挑战赛中提交相关提案并以墙报形式展示, 荣获优秀提案奖。



**报告摘要:** 逆水煤气变换 (RWGS) 反应是实现“双碳”目标与 CO<sub>2</sub> 资源化利用的关键技术, 开发高效稳定的非贵金属催化材料具有重要价值。本文采用水热法合成 Sr<sub>3</sub>Fe<sub>2</sub>(OH)<sub>12</sub> 前驱体, 经氢气还原原位析出 Fe 活性组分, 构筑 Fe/Sr<sub>4</sub>Fe<sub>3</sub>O<sub>10-x</sub> 双相复合催化体系。与前驱体相比, 还原后的物相发生显著变化, 表面性质与孔结构明显优化, 活性位点分布更均匀, CO<sub>2</sub> 吸附活化能力大幅提升。在 RWGS 反应中, Fe/Sr<sub>4</sub>Fe<sub>3</sub>O<sub>10-x</sub> 催化剂表现出优异性能, 即 600°C 下 CO<sub>2</sub> 转化率达 68%, CO 选择性高达 99%, 550°C 连续运行 60h 无明显失活。动力学研究表明, 前驱体表观活化能为 55.90 kJ/mol, 还原后显著降至 16.10 kJ/mol, 证明还原策略可有效构筑高活性反应中心, 显著提升反应动力学特性。该 SrFe 基双相催化剂制备简便、性能优异, 为 CO<sub>2</sub> 资源化转化与环境催化提供了新思路与实验依据。



关键词：逆水煤气变换反应；CO<sub>2</sub>资源化利用；氢气还原；Fe/Sr<sub>4</sub>Fe<sub>3</sub>O<sub>10-x</sub>；活化能

参考文献：

1. Orege, J. I.; Wei, J.; Han, Y. et al., Applied Catalysis B: Environmental 2022, 316, 121640.
2. Krausser, L.; Kondratenko, V. A.; Lund, H. et al., ACS Catalysis 2025, 15 (12), 10627–10638.
3. Wang, H.; Bootharaju, M. S.; Kim, J. H.; et al., Journal of the American Chemical Society 2023, 145 (4), 2264–2270.
4. Yang, L.; Pastor-Pérez, L.; Villora-Pico, J. J.; et al., ACS Sustainable Chemistry & Engineering 2021, 9 (36), 12155–12166.

## Mn-MOF 耦合 $\lambda$ -MnO<sub>2</sub> 复合电极增强低浓度卤水电化学提锂性能：实验与理论机制研究

张驰羽<sup>1</sup>, 陆颖仪<sup>2</sup>, 吴洋<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> 澳门科技大学

\*3250007054@student.must.edu.mo

报告人简介：张驰羽，澳门科技大学创新工程学院环境科学与工程系在读博士生。



**报告摘要：** 随着全球储能需求的爆发式增长，开发从低浓度非常规水资源中高效提取锂的技术迫在眉睫。电化学脱嵌法是一种环境友好的提取途径，但传统  $\lambda$ -MnO<sub>2</sub> 离子筛常受限于较差的电子导电性和循环结构退化。本研究提出了一种新型 Mn-MOF@ $\lambda$ -MnO<sub>2</sub> 复合电极材料，旨在利用锰基金属有机骨架 (Mn-MOF) 的高比表面积和导电网络特性解决上述瓶颈。

实验结果显示，该复合电极在低浓度 (10 mg/L) 模拟卤水中实现了约 35 mg/g 的高吸附容量，并对 Na<sup>+</sup>、Mg<sup>2+</sup> 等高浓度共存干扰离子表现出优异的选择性。电化学阻抗谱证实，Mn-MOF 的引入显著降低了电荷转移电阻，

在优化的电流密度与 pH 条件下，大幅提升了体系的循环稳定性和能量效率。

为阐明其增强机理，本研究引入密度泛函理论（DFT）进行了深入计算。态密度（DOS）计算表明，Mn-MOF 的耦合有效缩小了体系带隙，显著提升了材料的本征电子导电性；NEB 计算分析显示锂离子在晶格内的扩散能垒显著降低，解释了实验中观察到的快速动力学特征。此外，结合能计算从热力学角度证实了材料对 Li<sup>+</sup> 相较于其他大水合半径阳离子的优先吸附倾向。本研究通过实验与理论的双重验证，为设计高性能电化学提锂电极提供了新的策略。

参考文献：

1. Flexer, V. et al. . Lithium recovery from brines: A vital raw material for green energies with a potential environmental impact in its mining and processing. *Science of the Total Environment*, 2018, 639, 1188-1204.
2. Liu, G., Zhao, Z., Ghahreman, A. . Novel approaches for lithium extraction from salt-lake brines: A review. *Hydrometallurgy*, 2019, 187, 81-100.
3. Kanoh H, Ooi K, Miyai Y, Katoh S. Electrochemical recovery of lithium ions in the aqueous phase. *Separ Sci Technol* 1993;28:643-51.
4. Kanoh H, Feng Q, Miyai Y, Ooi K. Kinetic properties of a Pt/ $\lambda$ -MnO<sub>2</sub> electrode for the electroinsertion of lithium ions in an aqueous phase. *J Electrochem Soc* 1995;142:702-7.
5. Joo H, Lee J, Yoon J. Short review: timeline of the electrochemical lithium recovery system using the spinel LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> as a positive electrode[J]. *Energies*, 2020, 13(23): 6235.
6. Xiao D, Guan G, Li X, Jagadale A, Ma X, Wang Z, Hao X, Abudula A. A novel electroactive  $\lambda$ -MnO<sub>2</sub>/PPy/PSS core-shell nanorods coated electrode for selective recovery of lithium ions with low concentration. *J Mater Chem* 2016;4:13989-96
7. Wang Q, Du X, Gao F, Liu F, Liu M, Hao X, Tang K, Guan G, Abudula A. A novel H<sub>1.6</sub>Mn<sub>1.6</sub>O<sub>4</sub>/reduced graphene oxide composite film for selective electrochemical capturing lithium ions with low concentration. *Separ Purif Technol* 2019;226: 59-67.
8. Missoni LL, Marchini F, del Pozo M, Calvo EJ. A LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-polypyrrole system for the extraction of LiCl from natural brine. *J Electrochem Soc*. 2016;163:A1898- 902.
9. Sun, S. et al. Lithium extraction from high Mg/Li brine by electrochemically switched ion exchange. *Water Research*, 2022, 219, 118541.
10. Marchini F, Rubi D, del Pozo M, Williams FJ, Calvo EJ. Surface chemistry and lithium-ion exchange in LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> for the electrochemical selective extraction of LiCl from natural salt lake brines. *J Phys Chem C*. 2016;120:15875-83.
11. Kim S, Joo H, Moon T, Kim SH, Yoon J. Rapid and selective lithium recovery from desalination brine using an electrochemical system. *Environ Sci Process Impacts*. 2019;21:667-76
12. Permien S, Neumann T, Indris S, Neubuser G, et. al. Transition metal cations on the move:

simultaneous operando X-ray absorption spectroscopy and X-ray diffraction investigations during Li uptake and release of a NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/CNT composite. *Phys Chem Chem Phys* 2018;20:19129-41.

## 硫空位工程 Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub>/SV/CdS 高效光热转化 CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O 制乙烯

陈玉婷<sup>1</sup>, 张弛<sup>2</sup>, 张素娟<sup>3\*</sup>

淮北师范大学, 化学与化工学院, 安徽淮北, 中国

\*Email zhengxz@chnu.edu.cn

**报告人简介:** 陈玉婷, 女, 淮北师范大学化学与化工学院化学专业 2024 级硕士研究生, 主要研究方向为光热催化二氧化碳还原体系, 主要围绕光热催化材料的理性设计、助催化剂的修饰策略或者反应机理的原位探索, 旨在提升催化剂对二氧化碳还原产物的选择性, 以实现高效稳定地将温室气体二氧化碳转化为高附加值的碳基燃料。

**报告摘要:** CO<sub>2</sub> 催化转化为有价值的 C<sub>2</sub>+产物受到动力学迟缓和电荷利用率低的限制。在本研究中, 通过一锅溶剂热法制备了硫空位工程 Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub>/SV/CdS 异质结, 结合了光催化和热催化的优点, 同时避免了它们固有的缺点。硫空位显著增加了对 CO<sub>2</sub> 的吸附, 使载流子寿命延长了 48%。异质结进一步建立了 Z-方案电荷转移路径, 使电子-空穴分离比原始的 CdS 提高了约 2.3 倍。在光热激发下, 局域加热 ( $\Delta T \approx 192$  °C) 降低了活化势垒, 使 CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O 选择性地偶联成乙烯, 在温和的条件下, 反应速率为 342  $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ , 选择性为 77%。总体而言, 在 Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub>/SV/CdS 中, 硫空位工程和 Z-方案转移的协同效应促进了有效的电荷动力学和 CO<sub>2</sub> 活化, 提供了优异的光热性能。这项工作强调了一种实用的方法来设计多功能催化剂, 以可持续地将二氧化碳转化为高价值的 C<sub>2</sub>+化学品。

1. J. Ma, L. Li, Y. Zhang, J. Qian, X. Wang, Covalent organic frameworks: Synthesis, structures, characterizations and progress of photocatalytic reduction of CO<sub>2</sub>, *Chin. J. Struct. Chem.* 43 (2024) 100466.
2. G. Lou, Y. Sun, H. Liu, R. Wang, C. Duan, M. Sun, Y. Lu, Z. Ou, Z. Hu, Construction of a red phosphorus-molybdenum dioxide electron-rich interface for efficient photocatalytic reduction of carbon dioxide, *J. Colloid Interface Sci.* 684 (2025) 346-354.
3. K. Yan, D. Wu, T. Wang, C. Chen, S. Liu, Y. Hu, C. Gao, H. Chen, B. Li, Highly Selective ethylene production from solar-driven CO<sub>2</sub> reduction on the Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub>@In<sub>2</sub>S<sub>3</sub> catalyst with In-SV-Bi active sites, *ACS Catal.* 13 (2023) 2302-2312.



## A1 掺杂负载型催化剂 Ni/TiAlO<sub>x</sub> 光热协同 CO<sub>2</sub> 甲烷化性能与机理研究

李腾 1, 3, 王楠 1, 3\*, 杨志勇 4, 高梓洲 4, 椿范立 2, 于锋 1, 3,\*

1 石河子大学 化学化工学院 硅化工新材料兵团重点实验室, 石河子 832003, 中国

2 日本富山大学环境应用化学系能源催化与材料工程实验室, 富山 9300887, 日本

3 石河子大学 碳中和与清洁能源技术研究室, 石河子 832003, 中国

4 新疆天池能源有限责任公司 新疆碳捕集、利用与封存技术创新中心, 昌吉 831100, 中国

\*Email: yufeng05@mail.ipc.ac.cn; nanwangsearl@outlook.com

**报告人简介:** 李腾, 石河子大学化学化工学院材料与化工专业硕士研究生, 师从于锋教授、王楠讲师。主要从事金属基催化剂的调控设计及其在热/光热催化 CO<sub>2</sub> 甲烷化反应中的应用研究, 通过铝掺杂镍基催化剂对 CO<sub>2</sub> 光热甲烷化进行性能与机理研究。曾赴日本富山大学应用化学系访学交流。期待在会议上与同行深入探讨光热催化领域的前沿进展。



**报告摘要:** 为提升光热二氧化碳甲烷化的低温活性, 本研究利用金属有机骨架 (MOF) 前驱体的可调性, 并采用掺铝二氧化钛负载的镍催化剂 (即 Ni/TiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 进行光热二氧化碳甲烷化。表征结果表明, Al<sup>3+</sup> 替代 Ti<sup>4+</sup> 会诱导晶格畸变, 促进高度分散的镍纳米粒子和大量氧空位的形成, 同时增强金属与载体相互作用 (SMSI) 以及吸附和活化二氧化碳的能力。催化性能测试显示, 在光照下, Ni/TiAlO<sub>x</sub> 在 250 °C 下实现了 84% 的 CO<sub>2</sub> 转化率和 92% 的 CH<sub>4</sub> 选择性, 显著优于传统的 Ni/TiO<sub>2</sub> 催化剂 (后者需 400 °C 才能达到相当的转化率)。原位 X 射线光电子能谱 (XPS) 和漫反射红外光谱 (DRIFTS) 揭示, 光生电子从 TiAlO<sub>x</sub> 载体迁移到镍纳米粒子, 形成富电子的 Ni δ<sup>-</sup> 位点, 有效促进了氢气的解离。在光热协同作用下, 反应通过甲酸盐和 CO 两条途径协同进行; 光生电子显著降低了 CO<sub>2</sub> 解离和 CO\*加氢生成甲烷的能垒 (表观活化能从 38.07 kJ mol<sup>-1</sup> 降低到 17.88 kJ mol<sup>-1</sup>), 同时有效抑制了副产物一氧化碳的形成。本研究为设计高效的光热催化剂用于二氧化碳甲烷化提供了重要的理论基础。

**关键词:** CO<sub>2</sub> 甲烷化; 光热协同催化; 镍基催化剂; 金属与载体相互作用

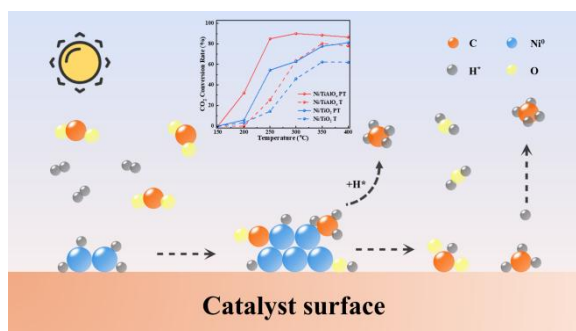


Figure 1 Schematic diagram of the CO<sub>2</sub> methanation reaction pathways of Ni/TiAlO<sub>x</sub>

参考文献:

[1] Yan, W-X., et al. (2022). Nanomaterials 12(17): 3041.

- [2] Tang, Y., et al. (2023). Applied Catalysis B: Environment and Energy 338: 123054.
- [3] Yan, W-X., et al. (2023). International Journal of Hydrogen Energy 48(64): 24652-24662.
- [4] Li, H., et al. (2024). Applied Catalysis B: Environment and Energy 357: 124346.
- [5] Tian, W-J., et al. (2026). Catalysis Science & Technology 16: 1371-1381.

## 改性碳基阴极电芬顿体系构建及其对典型抗生素的降解和毒性风险研究

报告人简介：：杨鹤云，西安理工大学环境科学与工程博士研究生

报告摘要： 参考文献：（宋体，五号）抗生素作为典型新污染物（emerging contaminants, ECs），因其使用量大、结构稳定且难以在常规污水处理过程中有效去除，已在水环境中广泛检出，并可能诱导生态毒性及耐药风险传播。电芬顿（electro-Fenton, EF）技术能够通过阴极两电子氧还原反应（ $2e^-$  ORR）原位生成过氧化氢（ $H_2O_2$ ），并在二价铁（ $Fe^{2+}$ ）活化作用下产生强氧化性的羟基自由基（ $\cdot OH$ ），在难降解有机污染物去除方面具有重要应用潜力。然而，传统 EF 体系中阴极往往难以同时兼顾高效  $H_2O_2$  生成与  $H_2O_2$  活化产  $\cdot OH$ ，且界面传质效率与活性位点利用率受限，从而制约体系整体反应效率与工程应用潜力。围绕“如何构建兼具高效  $H_2O_2$  生成与界面催化活化能力的碳基阴极体系”这一关键科学问题，本研究以碳毡（carbon felt, CF）为基底，通过多级结构构筑与多功能协同调控开发高性能复合碳基阴极，并系统研究其在抗生素污染控制中的反应机制、毒性演化与实际应用效果。研究结合材料结构表征、电化学分析、降解路径解析、DFT 理论计算与毒理评价等方法，构建了从材料设计、反应机理、生态风险到工程应用的系统研究框架。主要研究结论如下：

（1）构建了具有多级协同催化结构的高性能复合 CF 阴极。通过杂原子掺杂、碳纳米管（carbon nanotubes, CNTs）导电网络构筑及铁/钴（Fe/Co）多金属活性中心协同引入，成功制备 O, N-MWCNTs@FeCoZn-CF 复合阴极。结构表征表明，该电极在保持 CF 三维导电骨架完整性的基础上形成富含缺陷位点的微/介孔多级结构，并构建连续电子传输通道与多活性中心协同催化界面，从而显著强化界面电子传输与电化学反应动力学。在优化条件下构建的碳基阴极 EF 体系对典型抗生素环丙沙星（ciprofloxacin, CIP）表现出优异降解性能，60 min 内去除率达 99.5%，TOC 矿化率达 88.9%，显著优于原始 CF 体系。同时，该体系对不同结构抗生素（四环素（tetracycline, TC）、磺胺甲恶唑（sulfamethoxazole, SMX））及复合污染体系均表现出良好的适应性与稳定性，循环使用 10 次后仍保持稳定催化活性，显示出良好的工程应用潜力。

（2）阐明了改性碳基阴极 EF 体系中多活性氧物种协同驱动的抗生素降解机制。结果表明，该体系能够高效生成并积累  $H_2O_2$ ，其浓度可达 3.92 mmol/L，显著高于原始 CF 阴极。电子顺磁共振（electron paramagnetic resonance, EPR）与自由基淬灭实验表明体系中可同时产生  $\cdot OH$ 、超氧自由基（ $\cdot O_2^-$ ）与单线态氧（ $^1O_2$ ）等多种活性氧物种，其中电极表面吸附态  $\cdot OH$  为主导氧化物种，而溶液相  $\cdot OH$ 、 $\cdot O_2^-$  与  $^1O_2$  发挥协同氧化作用。液相色谱质谱法（LC-MS/MS）鉴定结果显示，CIP、TC 与 SMX 在该体系中的降解总体遵循“先氧化活化，后结构解体”的反应路径，即通过羟基化与氧化反应诱导分子活化，继而发生侧链剪除、断环与开环等

过程，并在连续氧化作用下逐步转化为小分子直至矿化。进一步通过密度泛函理论（density functional theory, DFT）计算比较原始 CF 与改性阴极界面反应特性，结果表明改性结构在氧气（O<sub>2</sub>）吸附、2e<sup>-</sup> ORR 产 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 及 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 向 ·OH 转化等关键步骤上均具有更有利的热力学驱动力，从分子尺度揭示了改性碳基阴极实现高效界面催化反应的结构优势。

(3) 揭示了抗生素在该改性碳基阴极 EF 降解过程中的毒性演变规律及其生态风险特征。通过构建 ECOSAR（有机物毒性预测软件）计算毒理与 Escherichia coli (E. coli) 全细胞微阵列实验毒理相结合的联合评价体系，系统评估了抗生素及其降解产物的毒性效应。结果表明，CIP、TC 与 SMX 均可诱导氧化应激、膜应激、蛋白应激、普遍应激及 DNA 损伤等多层级毒性响应，并呈现明显的浓度依赖性。EF 降解过程中，多数中间产物的预测生态毒性低于母体化合物，表明该技术具有降低生态风险的潜力。然而，在部分反应阶段观察到毒性短暂升高现象，说明毒性变化并不与污染物去除率呈简单线性关系。进一步研究混合抗生素体系发现，其毒性响应谱更加复杂且整体毒性水平高于单一污染体系，表明混合污染物可能通过多靶点作用诱导新的毒性响应通路。

(4) 验证了改性碳基阴极 EF 体系在复杂实际水环境中的处理效果与风险控制能力。将该体系应用于市政污水处理厂（wastewater treatment plants, WWTPs）全流程实际水样，结果表明其在进水及生化处理前端水样中表现出更为显著的有机物去除效果，其中进水 COD 与 TOC 去除率分别达到 51.8% 和 67.2%。毒性评估结果表明 EF 处理可显著降低终端出水 DNA 损伤风险，并整体缓解水体生态毒性。宏基因组分析显示，该过程能够有效抑制抗生素抗性基因（antibiotic-resistant genes, ARGs）及可移动遗传元件（Mobile Genetic Elements, MGEs）的丰度与传播潜势，其中整合子总体降低 65.9%，多类 ARGs 降幅达 46.4%–90.0%。共现网络分析进一步表明，EF 处理通过削弱 ARGs 与关键 MGEs 之间的耦合关系、降低网络复杂度并移除关键传播枢纽节点，从而有效降低耐药基因传播风险。上述结果表明，该阴极 EF 体系在复杂实际水环境中仍具有良好的处理性能与风险控制能力，为其在实际污水处理工艺中的应用提供了重要理论依据。

1. Michaels, A. M.; Nirmal, M.; Brus, L. E. J. Am. Chem. Soc. 1999, 121, 9932. (Times New Roman, 10pt)
2. Raether, H. Surface Plasmons on Smooth and Rough Surfaces and on Gratings (Springer, New York, 1988).

## FeOOH/石墨相氮化碳类光芬顿催化剂的设计及其性能研究

何欣<sup>1</sup>, 杨雨昕\*

东北师范大学

\*yangyx374@nenu.edu.cn

**报告人简介:** 何欣, 东北师范大学环境学院 2023 级博士研究生, 指导教师为杨雨昕教授。



主要研究方向为环境功能材料的设计合成及其在光催化/光芬顿降解新兴有机污染物中的应用。目前以第一作者在 Separation and Purification Technology 发表 SCI 论文 1 篇 (Cyano-group-rich carbon nitride supported interlayer single-atomic Fe-N<sub>4</sub> sites for photo-Fenton degradation of emerging organic pollutants), 以第三作者在 Journal of Alloys and Compounds 参与发表 SCI 论文 1 篇 (In situ synthesis of silver-decorated defective graphitic carbon nitride for enhanced photocatalytic redox performance)。同时, 作为主要发明人之一获授权国家发明专利 1 项 (FeOOH/VCN 催化剂、FeOOH/VCN 包覆的海藻酸钙水凝胶球及其制备方法, 申请号: 202411868498.3)。博士期间将围绕光催化高级氧化技术在水处理中的应用开展深入研究, 致力于开发高效稳定的环境功能材料。

**报告摘要:** 本报告采用缺陷工程结合湿化学法, 成功制备了碳空位 g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 固载 FeOOH QDs (FeOOH/VCN) 类光芬顿催化剂。FeOOH/VCN 对典型难降解抗生素表现出优异的类光芬顿催化氧化活性。在对磺胺甲恶唑 (SMX) 的降解过程中, FeOOH/VCN 类光芬顿体系的一级表观速率常数分别是芬顿和光催化体系的 234.5 倍和 23.4 倍, 反应 10 h 后 TOC 去除率达到 100%。在此基础上, 将 FeOOH/VCN 粉末包覆在海藻酸钠 (SAS) 水凝胶球表面形成核壳结构的 FeOOH/VCN@SAS, 置于连续流管式类光芬顿反应器中, 在实际太阳光下实现了对水中有机污染物的长期高效降解。FeOOH/VCN 表现出优异的类光芬顿催化氧化性能, 主要归因于以下两个方面的协同作用: 一方面, 碳空位缺陷的引入导致氮化碳内部形成内建电场, 有效促进了光生电荷的分离和传输动力学, 延长了光生电子的寿命。另一方面, FeOOH QDs 中的 Fe 原子与碳空位周围 N 原子形成化学配位键, 在牢固锚定活性位点的同时促进了光生电荷从氮化碳到 FeOOH 的定向迁移。二者的协同作用加速了 Fe(II)/Fe(III) 的氧化还原循环和 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 活化, 进而产生了 •OH 等一系列活性物种, 从而深度氧化有机污染物并最终将其化成 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O。

## 共轭微孔聚合物纳米管气凝胶和膜的制备及其 PM 过滤性能研究

董娜娜<sup>1</sup>, 李安<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> 中国甘肃省兰州市兰工坪路 287 号, 兰州理工大学石油化工学院

<sup>2</sup> 中国甘肃省兰州市兰工坪路 287 号, 兰州理工大学石油化工学院

**报告人简介:** 董娜娜, 中共党员, 兰州理工大学化学工程专业 2025 届博士研究生。主要研究方向为共轭微孔聚合物复合材料设计、制备及其功能性能调控。参与甘肃省重点研发计划与自然基金项目, 发表 SCI 论文 1 篇, 协助完成 SCI 论文 2 篇。熟练掌握 SEM、FTIR 等材料表征与数据分析技术, 具备扎实的材料化工科研能力, 研究兴趣聚焦环境催化材料与污染控制领域。



**报告摘要:** 在恶劣条件下开发能够捕捉和去除空气中颗粒物 (PM) 的高性能滤材, 对于限制 PM 对人类健康的严重影响具有极其重要的意义。我们合成了一种基于共轭微孔高分子 (CMPs) 纳米管构建坚固且具有层次多孔结构滤材的简单方法, 以实现高效的 PM 捕捉。利用其固有的超疏水润湿性, 基于 CMPs 的滤材在高湿环境 (相对湿度  $\geq 94\%$ ) 下仍具有很高的过滤效率, 其中 PM<sub>0.3</sub>、PM<sub>2.5</sub> 和 PM<sub>10</sub> 的过滤效率分别超过 99.4%、99.9% 和 99.9%。基于 CMPs 的滤材表现出高度的理化和热稳定性,

参考文献: (宋体, 五号)

1. M. Brauer, G. Freedman, J. Frostad, A. VanDonkelaar, R. V. Martin, F. Dentener, R. V. Dingenen, K. Estep, H. Amini, J. S. Apte. Ambient air pollution exposure estimation for the global burden of disease 2013. *Environ. Sci. Technol.*, 50 (2016),
2. Y. Lei, Z. Zhu, H. Sun, P. Mu, W. Liang, A. Li. Conjugated microporous polymers bearing isocyanurate moiety as efficient antibacterial membrane and aerogels. *Sep. Purif. Technol.*, 248 (2020)

## Co<sub>9</sub>S<sub>8</sub> 中硫空位的调控增强类芬顿反应中自由基-非自由基协同路径用于水处理

冯中华<sup>1</sup>, 柴波<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 通讯地址: 化学与环境工程学院, 武汉轻工大学, 武汉, 430023 中国

\*Email: willycb@163.com

**报告人简介:** 冯中华, 武汉轻工大学化学与环境工程学院 2024 级材料与化工专业研究生, 导师柴波, 主要研究方向过硫酸盐高级氧化水处理技术的效能优化与机理探究。



**报告摘要:** 硫化钴因其优异的催化活性而被广泛应用于类芬顿水污染控制过程中。然而, 其在复杂水体中的实际应用仍受到活性位点利用不足、界面电子转移受阻以及对过一硫酸盐 (PMS) 吸附能力较弱等因素的限制, 从而制约了 PMS 的高效活化。本研究采用水热法合成了一系列具有不同硫空位浓度的管状 S<sub>v</sub>-Co<sub>9</sub>S<sub>8</sub> 催化剂。实验结果结合密度泛函理论 (DFT) 计算表明, 硫空位增强了 PMS 吸附并促进了界面电子转移, 还显著降低了关键活化步骤的能垒, 从而促进了自由基物种 ( $\cdot\text{OH}$  和  $\text{SO}_4^{\cdot-}$ ) 和非自由基物种 ( $\text{IO}_2$ 、 $\text{Co(IV)=O}$  和 ETP) 的高效生成。此外, 还系统研究了环丙沙星的降解机理和转化路径, 并通过中间体毒性评估和抑菌圈实验验证了降解过程中毒性的显著降低, 表明该体系具有良好的环境相容性。因此, S<sub>v</sub>-Co<sub>9</sub>S<sub>8</sub>/PMS 体系在实际水净化中展现出较强潜力, 具有高降解效率、宽 pH 耐受范围和良好的重复使用性。本研究为硫空位介导的自由基-非自由基协同氧化类芬顿水处理提供了新的见解。

参考文献:

1. M. Xiong, J. Yan, G. Fan, Y. Liu, B. Chai, C. Wang, G. Song, Built-in electric field mediated peroxymonosulfate activation over biochar supported-Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> catalyst for tetracycline hydrochloride degradation, *Chem. Eng. J.*, 444 (2022) 136589.

2. M. Xiong, B. Chai, G. Fan, X. Zhang, C. Wang, G. Song, Immobilization CoOOH nanosheets on biochar for peroxymonosulfate activation: Built-in electric field mediated radical and non-radical pathways, *J. Colloid. Interf. Sci.*, 638 (2023) 412-426.

## 基于受阻路易斯酸碱对的 SCR 催化剂协同抗毒机制研究

宣月<sup>1</sup>, 梁艳杰<sup>1</sup>, 朱晓<sup>1\*</sup>, 王栋<sup>1\*</sup>, 彭悦<sup>2</sup>

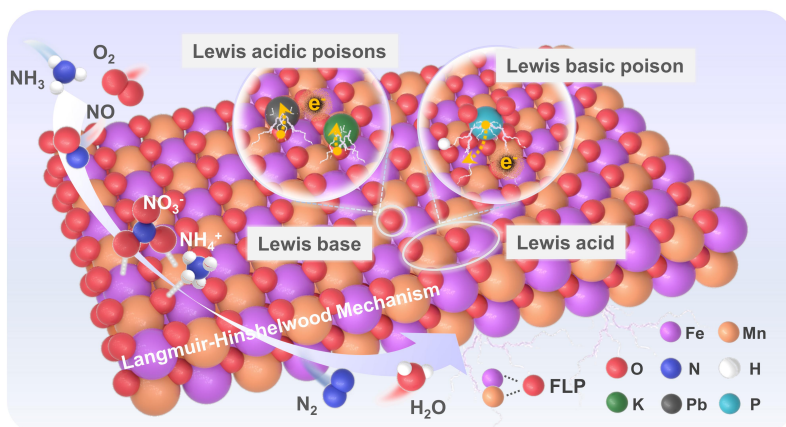
<sup>1</sup> 山东大学核科学与能源动力学院, 济南, 250061

<sup>2</sup> 清华大学环境学院, 北京, 100084

\*Email: dwang@sdu.edu.cn (Dong Wang), and zhuxiao@sdu.edu.cn (Xiao Zhu)

**报告摘要:** 工业烟气中广泛共存的碱金属 (K<sup>+</sup>)、重金属 (Pb<sup>2+</sup>) 和磷酸根 (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) 严重毒化 NH<sub>3</sub>-SCR 催化剂。其中, K<sup>+</sup>/Pb<sup>2+</sup> 作为酸性毒物优先攻击碱性羟基位点, 而 PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 作为碱性毒物则攻击过渡金属离子等酸性位点, 三者协同作用导致催化活性急剧下降。针对这一难题, 本文基于受阻路易斯酸碱对 (FLP) 理论, 在 Fe-Mn 复合氧化物催化剂上构筑了具有双功能特性的 FLP 活性位点 (Fe<sup>3+</sup>-O<sub>2</sub>-Mn<sup>4+</sup>), 实现对不同酸碱性毒物的选择性捕获。设计的 Fe<sub>5</sub>Mn<sub>5</sub> 催化剂在 K<sup>+</sup>-Pb<sup>2+</sup>-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 共中毒后, 于 150 °C 仍能保持近 100% 的 NO<sub>x</sub> 转化率。机理研究表明, 该催化剂通过双重协同机制实现抗中毒: ① 毒物空间筛分: Lewis 酸双金属位点 (Fe<sup>3+</sup>/Mn<sup>4+</sup>) 选择性结合 PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, 而 Lewis 碱桥氧 (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) 优先吸附 K<sup>+</sup>/Pb<sup>2+</sup>, 形成保护性钝化层; ② 自适应活性位点重构: PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 与 Fe<sup>3+</sup> 配位后, 原位诱导生成 Brønsted 酸位点, 促进 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 与双齿硝酸盐间通过 Langmuir-Hinshelwood 路径反应, 促使反应速率提高 3.2 倍, 有效补偿毒物造成的活性位点损失。本工作提出的“FLP 介导的空间筛分-自适应重构”机制, 为设计高耐毒工业 SCR 催化剂提供了新思路。

1. Y. Xuan, L. Zhao, B. Wang, Y. Liang, H. Ma, X. Zhu, Y. Yun, D. Wang, Y. Peng. Frustrated Lewis pair enables robust resistance to multi-poisons over Fe-Mn SCR catalysts through selective capture of poisons and reconstruction of active sites. *Chem. Eng. J.*, Available online 21 April 2026, 176505.



## COF/硫化物异质结构中硫空位诱导的 C - S 耦合促进快速电子转移与活性位析氢

乔苏锐<sup>1</sup>，柴波<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 通讯地址：化学与环境工程学院，武汉轻工大学，武汉，430023 中国

\*Email: willycb@163.com

**报告人简介：**乔苏锐，武汉轻工大学化学与环境工程学院 2024 级材料与化工专业研究生，导师柴波，主要研究方向光催化产氢耦合苯醇转化、COF 设计及其在光催化领域的应用，目前已在 Chem. Eng. J. 和 Colloids Surf. A Physicochem. Eng. Asp. 发表论文两篇。



**报告摘要：**构建高效异质界面以调控电荷转移动力学，对于提升共价有机框架（COFs）的光催化性能具有重要基础意义。在本研究中，我们采用原位溶剂热策略构筑了 TpPa-1/ReS<sub>2</sub>-Sv 杂化异质结构，其中 ReS<sub>2</sub>-Sv 通过共价 C-S 键化学锚定在 COF 骨架上。这种强界面耦合在保留 TpPa-1 本征多孔结构的同时，引入了富电子的硫空位活性位点，并有效调控了界面电子结构。优化后的 TRv-17 在可见光照射下表现出高达 8.97 mmol h<sup>-1</sup> · g<sup>-1</sup> 的析氢速率，分别为纯 ReS<sub>2</sub>-Sv 和 TpPa-1 的 42.71 倍和 20.86 倍，同时也优于物理混合体系和负载 Pt 的体系。光电化学测试、超快瞬态吸收光谱（fs-TAS）以及密度泛函理论（DFT）计算共同表明，共价 C-S 键连接有助于实现快速界面电子提取和定向电荷迁移，从而在硫空位位点形成寿命更长的富电子态。这种对界面电荷动力学的协同调控有效抑制了电子-空穴复合，并加速了表面析氢反应过程。该研究为通过共

价界面工程设计高性能 COF 基光催化剂提供了一种可靠策略。

参考文献:

1. S. Qiao, Z. Feng, J. Hu, J. Yan, B. Chai, X. Zhang, Sulfur-vacancy-mediated charge modulation for cooperative photocatalytic redox conversion, *Chem. Eng. J.* 2026, 535, 175492.
2. J. Wan, S. Qiao, Z. Feng, J. Xiao, J. Yan, B. Chai, C. Zhao, and X. Zhang, Interfacial Re-S bonds as charge transfer highways toward superior photocatalytic hydrogen evolution, *J. Colloid. Interf. Sci.*, 2026, 712, 140111.

## 硫自养微生物反应器去除水中锑酸盐与硝酸盐复合污染物

卢俊杰, 陈恒, 马琳, 万东锦, 史亚慧\*

河南工业大学环境工程学院, 河南 郑州 450001

\*Email: shiyahui\_52@163.com

**报告人简介:** 卢俊杰, 河南工业大学环境工程学院硕士研究生, 主要从事水处理相关研究方向。目前专注于硫自养微生物技术在重金属及氮素污染修复中的应用与机制探索。研究重点为硫基生物反应器对锑酸盐与硝酸盐复合污染物的协同去除, 在功能微生物富集、反应动力学及去除机制方面取得阶段性进展。相关研究成果为开发高效、绿色水体锑污染治理技术提供理论依据。本次墙报将分享该方向最新研究发现, 期待与各位同行深入交流。

**报告摘要:** 锑 (Sb) 与硝酸盐 (NO<sub>3</sub>-N) 源自矿区废水与农业活动, 随着水体流动混合富集使其协同去除面临重要挑战。本研究搭建硫自养固定床生物反应器, 以单质硫 (S<sub>0</sub>) 作为电子供体, 在缺氧条件下由功能微生物将高毒性的五价锑 (Sb(V)) 和硝酸盐还原, 并通过硫歧化反应形成 Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub> 沉淀。针对高 (10 mg/L)、低 (500 μg/L) 两种 Sb(V) 浓度, 探究其水力停留时间 (HRT) 对污染物去除效能的影响, 阐明硫化副产物 (S<sub>0</sub>4<sup>2-</sup>、S<sub>2</sub><sup>-</sup>) 及碱度消耗的变化规律, 通过动力学模型、产物表征 (XRD、Raman、XPS) 及微生物群落分析揭示其协同去除机制。结果表明, 高浓度下 HRT 是反应限制因素, 而低浓度下微生物量是关键。通过微生物分析明确 Sb(V) 还原、硫歧化的核心功能菌属, 为该技术的工程化应用提供了理论依据。

参考文献:

1. Wan, D., Shen, Z., Shi, N., Wang, J., Zhang, W., Shi, Y., Wang, P. and He, Q. 2025. S<sub>0</sub>-dependent bio-reduction for antimonate detoxification from wastewater by an autotrophic bioreactor with internal recirculation. *Biodegradation* 36(1), 1.
2. Ju, X., Sierra-Alvarez, R., Field, J. A., Byrnes, D. J., Bentley, H. and Bentley, R. 2008. Microbial perchlorate reduction with elemental sulfur and other inorganic electron donors. *Chemosphere* 71(1), 114-122.

3. Shi, Y., Wan, H., Wang, J., Wan, D., Shi, N. and He, Q. 2024. Different fates of the coexisting Sb (V) and nitrate in sulfur autotrophic bioreactor mediated by internal circulation: Performance and mechanism. *Journal of Water Process Engineering* 68, 106350.
4. Zhu, Y., Wu, M., Gao, N., Chu, W., An, N., Wang, Q. and Wang, S. 2018. Removal of antimonate from wastewater by dissimilatory bacterial reduction: Role of the coexisting sulfate. *Journal of hazardous materials* 341, 36-45.
5. Lan, C., Liang, G., Lan, H., Peng, H., Su, Z., Zhang, D., Sun, H., Luo, J. and Fan, P. 2018. Microstructural and optical properties of Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub> film thermally evaporated from antimony pentasulfide and efficient planar solar cells. *physica status solidi (RRL) - Rapid Research Letters* 12(6), 1800025.

## 宏基因组学与稳定同位素探针联合解析生物电

**报告人简介:** 逯洪利为北京工业大学资源与环境专业博士研究生，研究方向主要包括新污染物去除、功能微生物解析和电子传递机制。近年来，围绕新污染物在生物电催化体系中的转化规律开展研究，重点关注磺胺甲恶唑等抗生素的去除过程，解析其中关键电活性微生物与降解微生物的组成特征、功能分工及相互作用，并探讨电子传递在污染物转化与微生物代谢中的调控作用。相关工作有助于深化对生物电催化去除新污染物机制的认识，为难降解有机废水的高效处理提供理论基础。

**报告摘要:** 生物电化学系统 (BESs) 在电刺激强化抗生素污染物厌氧降解方面具有良好应用前景 [1, 2]，但其活性微生物、功能基因及电子传递机制仍不清晰。本研究结合 DNA 稳定同位素探针 (DNA-SIP) 与宏基因组学，解析了磺胺甲恶唑 (SMX) 在 BESs 中的厌氧代谢过程及关键电子传递网络。结果表明，电刺激显著促进了 SMX 降解，异恶唑环还原裂解是其关键转化步骤。阳极生物膜中形成了由 *Geobacter*、*Rhodocyclaceae*、*Castellaniella* 和 *Pandoraea* 等共同参与的协同微生物网络，其中 *Geobacter* 在 SMX 转化、同化及胞外电子传递中发挥核心作用。电刺激还显著富集了 NADH 脱氢酶、电子传递黄素蛋白和氢化酶等关键基因，促进电子分配与污染物降解。本研究揭示了 BESs 中抗生素高效去除的微生物机制，为抗生素污染废水的生物电化学修复提供了理论支撑。

## 在酸性矿山废水中原位微生物合成硫化亚铁并用于矿山废水中稀土元素回收

**报告人简介:** 吴娟莉, 2020年-2024年 就读于福建师范大学环境与资源学院, 获得理学学士学位; 2024年-至今 就读于福建师范大学环境资源学院, 攻读工学学术硕士学位;

**研究成果:** 2024年以第二作者身份在期刊“Journal of Environmental Chemical Engineering”发表论文《Enhanced removal and recovery of heavy metals from acid mine drainage using nFeS@GS biosynthesized by Geobacter sulfurreducens》;

2025年以第一作者身份在期刊“Chemical Engineering Journal”发表论文《In-situ microbial synthesis of ferrous sulfide from acid mine drainage and used for rare earth element recovery in mine wastewater》。

**报告摘要:** 从稀土废水中回收稀土元素 (REE) 对于资源可持续利用和环境保护至关重要。针对这一挑战, 本研究由酸性矿山排水 (AMD) 微生物原位合成硫酸盐还原菌含硫化亚铁 (SRB-nFeS), 用于稀土废水中稀土元素的回收。SEM-EDS、TEM 和 XRD 表征证实了 SRB-nFeS 的成功合成, 间歇实验表明, SRB-nFeS 在 120 min 内对 REE 的回收率很高 (67.9 %), 高于亚铁纳米硫化物 (53.9 %) 和硫酸盐还原菌 (54.9 %), 表明 SRB 和 nFeS 之间存在协同作用。动力学研究揭示了化学吸附主导的机制 (伪二阶模型,  $R^2 = 0.999$ ) 和实际适用性 (15 小时固定床作中效率为 80%), 解吸研究 (效率为 >70%)。先进的表征技术 (XPS、FTIR、3D-EEM) 阐明了微生物官能团 (-NH<sub>2</sub>) 与 nFeS 表面 (-OH/-COOH) 之间的协同作用, 这是一个涉及络合和离子交换的多机制回收过程。这项工作直接利用环境污染物 AMD 作为合成 SRB-nFeS 的生物和化学原料。它不仅为稀土元素回收的生物-纳米混合系统提供了基本见解, 而且建立了一种可扩展且环保的可持续资源回收方法。这创造了“以废物处理废物”的绿色循环, 弥合了实验室研究与工业废水处理应用之间的差距。

## 热解绿色合成的铁/镍纳米颗粒去除猪场废水中的重金属和环丙沙星: 功能与机理

**报告人简介:** 郝菁, 2019-2023 厦门大学嘉庚学院 本科 2024-至今 福建师范大学硕士, 已发表论文:

《Pyrolysis of green-synthesized Fe/Ni nanoparticles for removal of heavy metals and ciprofloxacin from swine wastewater: Function and mechanism》, 2026, 第一作者, Journal of Environmental Management

**报告摘要:** 由于环丙沙星 (CIP) 和重金属 (如铜 (II) 和锌 (II)) 对生态环境的危害以及对人类健康的潜在威胁, 因此同时有效去除猪场废水中的环丙沙星 (CIP) 和重金属 (如铜 (II) 和锌 (II)) 至关重要。本研究以植物提取物为前体, 通过绿色工艺合成了磁性纳米铁镍复合材料 (M-Fe/Ni NPs)。先进的表征结果表明, M-Fe/Ni NPs 对 CIP 的吸附受孔隙填充、氢键和静电吸引的共同作用。同时, Cu(II) 和 Zn(II) 的吸附是在孔隙填充、表面络合、离子交换和静电吸引的共同作用下发生的。皮尔逊相关分析证实了这种关联。

此外，动力学研究表明，这三种污染物的吸附都遵循伪二阶动力学模型，这表明去除过程是由化学吸附控制的。在实际的猪场废水处理中，M-Fe/Ni NPs 对目标污染物的去除率达到了 87%，证明了其同时去除抗生素和重金属的潜力。另外，急性致死试验表明，M-Fe/Ni NPs 在使用 48 小时后，大型蚤的存活率很高，这证实了它们在废水处理中的生态安全性。总之，这项工作不仅阐明了 M-Fe/Ni NPs 的吸附机理，还凸显了绿色合成纳米材料在农业废水处理中的可持续应用前景。

## 基于 Z 型 g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/OVs-WO<sub>3</sub> 催化剂在亚胺高效合成中的应用研究

**报告人简介：**郑鹏，东南大学能源与环境学院资源与环境专业在读博士生，研究方向聚焦于小分子药物中间体的合成、生物质催化转化制备高值化学品和生物液体燃料，以第一作者（含共一）发表 SCI 论文 6 篇。

**报告摘要：**亚胺是一类重要的含氮化合物，具有不饱和的 C=N 双键，是合成农药和药物的重要中间体。传统的亚胺合成方法通常依赖于胺和碳基化合物的缩合反应，但这些方法往往存在反应时间较长和效率低下的问题。本研究成功构建了 Z 型异质结光催化剂 g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/OVs-WO<sub>3</sub>，可在温和的条件下将苄胺氧化为亚胺。该方法克服了传统技术的局限性，且通过 KBr 和水的协同作用显著提高了选择性和效率。优化后的光催化过程实现了苄胺 76.44% 的转化率和亚胺 90.35% 的选择性，催化效率高达  $25 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。此外，该催化剂表现出显著的底物适应性，在 11 种胺类底物转化为亚胺中保持超过 90% 的高选择性。机制研究表明，反应遵循双途径机制，电荷载流子增强了氧化还原能力。与此同时，该催化剂具有优异的循环稳定性，在多个反应周期中均表现出优秀的催化活性。总之，本研究不仅制备了一种高性能催化剂而且构建了一种高效的光催化体系，为苄胺的绿色、高效氧化偶联提供了一种新策略。

## 精准调控 D-A 型七嗪基 COFs 的键合化学以提升光催化全解水性能的理论研究

赵致灏<sup>1</sup>，王雅<sup>2\*</sup>，张凤鸣<sup>3\*</sup>

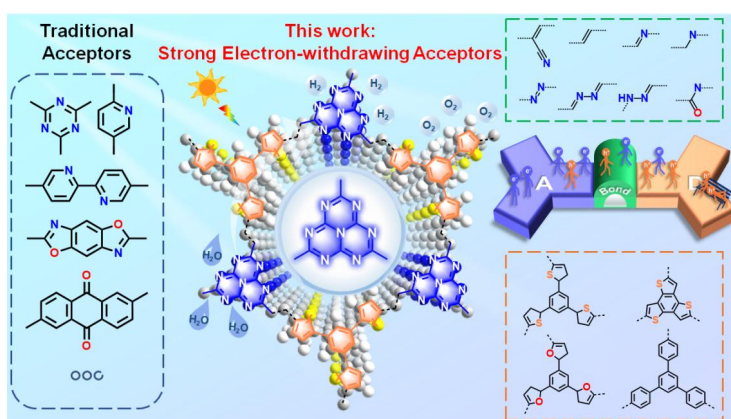
<sup>1</sup> <sup>2\*</sup> <sup>3\*</sup> Harbin Univ Sci & Technol, Sch Mat Sci & Chem Engn, Heilongjiang Prov Key Lab CO<sub>2</sub> Resource Utilizat &, Key Lab Green Chem Engn & Technol, Harbin 150080, Heilongjiang, Peoples R China.

\*Email: wangya@hrbust.edu.cn; zhangfm80@163.com

**报告人简介：**赵致灏，哈尔滨理工大学硕士研究生，师从王雅副教授。主要研究方向为用于光催化全解水的二维 D-A 型七嗪基 COFs 光催化材料的理论设计，以及 COFs 基催化剂在新能源催化领域的机理探究。研究以第一性原理计算为核心手段，系统分析材料电子结构、光吸收性能与载流子分离动力学，深入探讨其光催化全解水、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 生成及 CO<sub>2</sub> 还原反应机理。致力于设计并开发高效稳定的新型 COFs 基能源催化材料，为清洁能源转化与催化机理研究提供理论支撑。



**报告摘要:** 二维共价有机框架 (COFs) 是光催化全解水 (OWS) 领域极具应用潜力的材料, 但其性能受限于光生电子-空穴对的快速复合, 构建给体-受体 (D-A) 结构可有效促进电荷分离, 但通过键合化学精准调控载流子动力学的机制仍不明确。本文基于第一性原理, 系统研究 8 种不同键合类型的七嗪基 D-A 型 COFs, 建立涵盖结构稳定性、电子性质及催化活性的多维理论评价体系。结果显示, 全共轭氰亚乙烯基键合的 Cy-TTA-HEP-COF 综合性能最优, 其结构稳定、可见光吸收范围最宽,  $Sr/DCT$  值低至  $0.026 \text{ \AA}^{-1}$ , 表明增强的  $\pi$  共轭作用可实现高效载流子分离。光诱导电势下, 该体系全解水吉布斯自由能曲线呈连续下坡趋势, 有效克服动力学势垒, 理论太阳能制氢 (STH) 效率达 8.97%。本研究揭示了键合工程的关键调控作用, 为高性能全解水光催化剂的理性设计提供了通用理论框架。



Scheme 1 Schematic illustration of the construction of D-A structural units in HEP-COFs.

## 通过 MMTex 在光催化活化 PDS 中的“仓库效应”调控自由基/非自由基生

成及传质途径, 以实现氟喹诺酮类抗生素的高效降解

周敬一<sup>1</sup>, 刘坤<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 广西大学资源环境与材料学院, 南宁, 中国, 530004

\*Email: 19852128837@163.com

**报告人简介:** 周敬一, 广西大学资源环境与材料学院硕士研究生, 以第一作者身份在《高校化学工程学报》发表论文一篇, 参与组内高水平 SCI 一区论文发表 4 篇, 主要研究方向为水环境中新污染物的高级氧化去除。



**报告摘要:** 协同产生自由基与非自由基并同时提升传质效率, 对于提高非均相过硫酸盐活化催化体系降解有机污染物的氧化性能至关重要。本工作在基于  $\text{Bi}_2\text{MoO}_6/\text{Ti}_3\text{C}_2/\text{MMTex}$  催化剂的光催化与过二硫酸盐 (PDS) 活化耦合体系中, 观察到通过剥离蒙脱石 (MMTex) 的“仓库效应”调控自由基/非自由基生成及传质路径的

现象。采用简便的微波辅助溶剂热法，成功将微花状 Bi<sub>2</sub>MoO<sub>6</sub> 锚定在层状 Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>/MMTex 助催化剂上，形成了具有高比表面积 of 的异质结结构。最优耦合体系 Bi<sub>2</sub>MoO<sub>6</sub>/Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>/MMTex/Vis/PDS 在 60 分钟内对莫西沙星 (MOX) 的去除率达到 98%，同时矿化效率高达 79%。基于 MMTex 组分的引入，Bi<sub>2</sub>MoO<sub>6</sub>/Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>/MMTex 对 PDS、MOX 和 H<sub>2</sub>O 的吸附能显著高于 Bi<sub>2</sub>MoO<sub>6</sub>/Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>。这促进了催化剂-溶液界面处局部富集区的形成，产生了仓库效应，显著提高了氧化活性物种 (ROS) 和污染物的局部浓度，从而缩短了传质和反应路径。催化体系的分子动力学模拟能够清晰观察到，与 Bi<sub>2</sub>MoO<sub>6</sub>/Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub> 相比，Bi<sub>2</sub>MoO<sub>6</sub>/Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>/MMTex 催化剂表面吸引并富集了更多的 PDS、MOX 和水分子，形成了具有“仓库效应”特征的局部浓度区。这些模拟结果进一步证实了我们的猜想。MMTex 的引入增强了水分子的吸附，从而改变了 ROS 的生成路径。具体而言，以水分子为主要底物的 ROS 生成反应比例显著增加，进而改变了 ROS 的相对浓度比例。这使得反应机制从单一的自由基路径 (·O<sub>2</sub>-为主) 转变为自由基与非自由基协同作用的复合反应路径 (SO<sub>4</sub>·-和 IO<sub>2</sub>)，因此显著提高了催化体系的环境适应性和催化效率。此外，本工作自主设计的循环反应系统有效提升了催化剂的使用寿命，在连续运行 10 小时内，MOX 降解效率保持在 80% 以上。

#### 参考文献：

- [1] Kun Liu, Hanbing Zhang, Tian Fu, et al., Chemical Engineering Journal, 2022, 438: 135609.  
[2] Xiaoyan Wei, Caiwei Su, Kun Liu, et al., Chemical Engineering Journal, 2025, 519: 165342.

## 钼掺杂 W18049 复合材料中的三活性中心用于光催化 CO<sub>2</sub> 选择性还原制备丙酸

赵画，雷天畅，尹海波\*

武汉理工大学，珞狮路 122 号，武汉市 430070，中国

\*Email: 3388303527@qq.com

**报告人简介：**赵画，武汉理工大学研二学生，研究方向主要为光催化二氧化碳和氮氧化物资源化研究，现属于武汉理工大学尹海波课题组学生。在 Appl. Catal. B. 期刊发表 1 篇 SCI 论文，武汉理工大学 2025 年度自主创新研究基金自由探索项目主要负责人。



**报告摘要：**与传统热催化 CO<sub>2</sub> 还原制备多碳产物相比，光催化 CO<sub>2</sub> 还原制丙酸具有温和反应、太阳能直接利用与碳中和协同的显著优势[1-3]。然而，现有光催化剂难以利用可见光-近红外光子，且缺乏高效 C-C 耦合位点，导致 C<sub>3</sub> 产物产率与选择性偏低。本文通过氢溢流工艺制备了 Mo 掺杂 W18049 负载

Pd 的 Pd/MoWO 杂化材料，构建出 Mo-W-Pd 三活性中心并伴随丰富氧空位。系统表征与原位实验表明，该三活性中心实现协同催化：氧空位邻近的 Mo-W 位点促进 \*CO-\*CO 首次 C-C 耦合，Pd 位点诱导 C2-C1 中间体定向偶联，最终高选择性生成丙酸。在可见光 - 近红外下，丙酸生成速率达  $82.5 \mu\text{mol g}^{-1} \text{h}^{-1}$ ，电子基选择性 76.0%，700 nm 处表观量子效率为 2.0%。该工作为低能光子利用与 CO<sub>2</sub> 高选择性制备 C<sub>3</sub> 产物提供了全新的多活性中心设计策略。

参考文献：

Wang, K.; Hu, Y.; Liu, X.; Li, J.; Liu, B. *Nat. Commun.* 16 (2025) 2094.

Zeng, R.; Liu, T.; Qiu, M.; Tan, H.; Gu, Y.; Ye, N.; Dong, Z.; Li, L.; Lin, F.; Sun, Q.; Zhang, Q.; Gu, L.; Luo, M.; Tang, D.; Guo, S. *J. Am. Chem. Soc.* 146 (2024) 9721 - 9727.

Liu, H.; Chen, Y.; Li, H.; Wan, G.; Feng, Y.; Wang, W.; Xiao, C.; Zhang, G.; Xie, Y. *Angew. Chem. Int. Ed.* 62 (2023) e202304562.

## 基于表面刺状阵列膜的曝气优化与抗污染机理研究

毛邱纹<sup>1</sup>, 张星冉<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 东华大学环境科学与工程学院, 上海 201620, 中国

\*Email: xrzhang@dhu.edu.cn (Dr. Xingran Zhang)

**报告人简介：**毛邱纹，东华大学资源与环境专业 2023 级硕士研究生，主要研究方向为膜法污水处理工艺开发。硕士期间，围绕表面刺状阵列膜的构筑与性能调控，系统探究了膜生物反应器中曝气孔径对膜污染行为的影响规律，揭示了曝气条件优化协同纳米结构增强机械杀菌的作用机制。相关成果以第一作者在审 SCI 论文 2 篇，共同作者发表 SCI 论文 1 篇。



**报告摘要：**生物污染是膜生物反应器（MBR）面临的关键挑战，亟需开发高效抗污染膜。表面刺状阵列膜作为一种极具潜力的膜污染控制策略，具备物理机械杀菌能力且不会诱导细菌产生耐药性，但死细胞在表面的

累积可能限制其长期抗菌性能，其对 MBR 系统长期运行下的影响亦不明确。鉴于曝气在 MBR 污染控制中的关键作用，本研究考察了不同曝气孔径（0.1 mm、0.5 mm、1.0 mm 和 2.0 mm）对表面刺状阵列膜（Mm）抗生物污染性能的影响以及长期运行下 MBR 系统性能的变化。结果表明，较小曝气孔径可显著延缓跨膜压力上升，并抑制 *Thauera*、*Zoogloea* 等膜污染相关微生物的生长。XDLVO 分析显示，小孔径能有效提高污染物粘附过程中的能量势垒（从 Mm-2.0 的  $12.3 \times 10^{-9} \text{ mJ} \cdot \text{g}^{-1}$  升至 Mm-0.1 的  $19.1 \times 10^{-9} \text{ mJ} \cdot \text{g}^{-1}$ ），阻碍细菌的初始粘附；同时增强驱动力，促进细菌与刺状阵列的高效接触杀菌，进而抑制生物膜增殖（图 1）。长期运行实验表明，Mm 对出水水质及污泥性能无显著影响，且对微生物群落演变的影响不显著。本研究为 MBR 中抗污染膜的设计与稳定运行提供了理论依据。

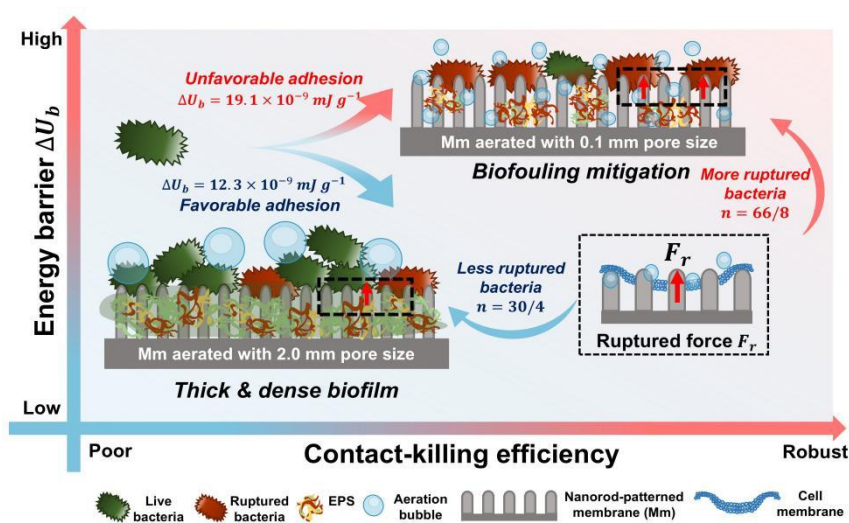


图 1 基于表面刺状阵列膜的曝气优化与抗污染机理示意图

## 自由基主导的接触电催化产氢机制探究与环境催化应用

张琼方 1, 雍阳春 1\*

江苏省镇江市学府路 301 号江苏大学生物质能源研究院

\* Email: ycyong@ujs.edu.cn

**报告人简介:** 张琼方，江苏大学生物质能源研究院与克兰菲尔德大学联培博士研究生。研究方向主要集中在微生物与材料的杂合体系，尤其是在绿色能源方面的应用。曾在 Green Carbon、ACS Applied Materials and Interfaces、Engineering Environment、中国科学：化学发表学术等期刊发表论文 7 篇，申请发表国际专利 1 项。



**报告摘要:** 液-固界面能量交换过程中产生的界面电场与自由基反应，是驱动新型催化的重要机制，为清洁能源转化与环境治理提供了新范式。近年来，接触电催化及微液滴界面化学可在常温常压下诱导氧化还原反应，但其产氢机理及关键活性物种仍不明确。本研究围绕界面自由基驱动产氢这一关键问题，构建了以 PTFE、FEP 及 PVDF 为模型的产氢体系，系统揭示了界面电荷、超声频率及离子环境对反应的影响，证实强界面电场

可诱导水裂解生成 $\cdot\text{H}$ 与 $\cdot\text{OH}$ 自由基并实现高效产氢，其中 PTFE 效果最佳。进一步结合电子自旋共振及捕获实验，阐明氢自由基主导的产氢过程，并提出“自由基重组 - 电子质子耦合”协同机制。研究还发现， $\cdot\text{H}$ 可驱动  $\text{CO}_2$  还原生成  $\text{CO}$ ，并且  $\cdot\text{OH}$  可用于有机污染物降解，实现能源转化与环境修复协同。通过引入牺牲剂调控自由基利用效率，在实际水体中实现产氢。该体系突破了对外加电源与贵金属催化剂的依赖，为可持续能源与环境一体化提供了新路径。

参考文献：

- T. Gan, Z. Yang, S. Li, H. Qian, Z. Li, J. Liu, P. Peng, J. Bai, H. Liu, Z. Wang, D. Wei, Unveiling Janus Chemical Processes in Contact-Electro-Chemistry through Oxygen Reduction Reactions, *J Am Chem Soc* 147(29) (2025), 25407-25416.
- A. Berbille, X.-F. Li, Y. Su, S. Li, X. Zhao, L. Zhu, Z.L. Wang, Mechanism for Generating  $\text{H}_2\text{O}_2$  at Water-Solid Interface by Contact-Electrification, *Adv Mater* 35(46) (2023), 2304387.
- A. J. Colussi, Mechanism of Hydrogen Peroxide Formation on Sprayed Water Microdroplets, *J Am Chem Soc* 145(30) (2023), 16315-16317.
- Z. Yao, H. Cheng, Y. Xu, X. Zhan, S. Hong, X. Tan, T.-S. Wu, P. Xiong, Y.-L. Soo, M.M.-J. Li, L. Hao, L. Xu, A.W. Robertson, B. Xu, M. Yang, Z. Sun, Hydrogen radical-boosted electrocatalytic  $\text{CO}_2$  reduction using Ni-partnered heteroatomic pairs, *Nat Commun* 15(1) (2024), 9881.
- Y. Gao, Q. Sun, C. Liu, Y. Li, S. Zhang, G. Li, G. He, Porous polyselenoviologen with long-lived charge separated states and highly cyclic stability for heterogeneous photocatalytic reaction and hydrogen production, *Applied Catalysis B: Environment and Energy* 360 (2025), 124537.

## 基于多自由基循环机制的甲苯低温催化降解

**报告人简介：**陈奕冰，天津大学在读博士研究生，研究方向为单原子催化剂的制备及其在二氧化碳低温加氢转化的应用。

**报告摘要：**在挥发性有机化合物 (VOCs) 治理领域，通过催化剂调控反应路径以降低能垒是突破低温催化氧化动力学瓶颈的主流策略。然而，如何通过优化自由基的生成与利用进一步提升催化性能，仍有待深入探索。本研究通过氮硫共掺杂与金属-载体强相互作用策略，成功构筑了 Ni/NS-CeO<sub>2</sub> 单原子催化剂。该催化剂形成了稳定的限域反应空间，其多配位结构构成具有高效电子转移能力的活性中心，可持续诱导 $\cdot\text{OH}$ 、 $\cdot\text{H}$ 及 $\cdot\text{R}$ 自由基的生成与动态再生，从而实现甲苯高效降解。在 25~80°C 范围内，初始浓度为 800 mg·m<sup>-3</sup> 的甲苯去除率维持 90% 以上达 102.5h。结合 DFT 计算与多种表征方法，阐明了限域环境中多自由基协同作用机制。该机制通过自由基的持续动态循环，维持了体系中活性氧的浓度，有效解决了传统催化剂在流动相中效率低、易失活的问题。为 VOCs 常温催化氧化提供了基于自由基动态循环的新理论框架。

## 氨基吡啶 CMP 气凝胶的 PM<sub>2.5</sub> 捕集

**报告人简介:** 刘玮君, 中共党员, 兰州理工大学化学工程专业 2026 届硕士研究生。主要研究方向为共轭微孔聚合物中空微球基复合材料设计、制备及其功能性能调控。参与甘肃省重点研发计划与自然基金项目, 以第一作者在 Langmuir 接收发表 SCI 论文 1 篇, 在投 SCI 论文 1 篇, 协助完成 SCI 论文 2 篇。熟练掌握 SEM、FTIR 等材料表征与数据分析技术, 具备扎实的材料化工科研能力, 研究兴趣聚焦环境催化材料与污染控制领域。

**报告摘要:** 捕获并消除空气和水中的有害颗粒物 (PM) 对人类健康及环境可持续性具有重要意义。本研究展示了一种新型策略, 利用带有氨基吡啶基团的共轭微孔聚合物 (A-CMPs) 作为先进过滤介质, 实现细菌灭活与高效 PM 捕集。A-CMPs 网络展现出具有机械强度与柔韧性的分级多孔结构, 尤其适用于不同粒径 PM 的过滤过程。长期耐久性测试表明, A-CMPs 气凝胶对 PM<sub>2.5</sub> 和 PM<sub>10</sub> 的捕集效率分别达到  $\geq 99.57 \pm 0.19\%$  和  $\geq 99.98 \pm 0.01\%$ , 且易于再生。此外, A-CMPs 具有优异的超疏水性, 在高湿度环境 (相对湿度:  $89 \pm 3\%$ ) 下难以被水气溶胶饱和, 从而展现出卓越的稳定性和捕集效率。更重要的是, A-CMP 整体材料表现出优异的抗菌活性, 可有效捕获并快速杀灭高浓度细菌悬浮液 (以大肠杆菌为探针菌株), 这赋予 A-CMPs 额外的灭菌性能, 具有作为新型多功能过滤介质在空气与水体净化领域的重要技术潜力。

## 基于纳米管共轭微孔聚过滤器在严苛条件下对空气悬浮颗粒物的高效捕集

**报告人简介:** 艾云欣, 女, 兰州理工大学化学工程与技术专业硕士研究生, 主要从事功能复合材料的制备及环境污染治理相关研究。具备扎实的化工专业基础、实验研发能力和数据分析能力, 熟练掌握化工 CAD、Aspen 流程模拟等专业软件, 致力于将功能材料研发与环境催化、大气 / 固废污染治理等应用场景结合, 探索材料在环境领域的实际应用价值。

**报告摘要:** 大气颗粒物 (PM) 污染严重威胁人体健康与生态环境, 传统滤材在高湿、高温等恶劣工况下存在过滤效率骤降、稳定性差等问题, 且难以解决 PM 表面附着微生物的二次污染风险。本研究以 9,10 - 二溴蒽、1,4 - 二溴萘为溴化单体, 通过 Sonogashira-Hagihara 交叉偶联反应合成两种纳米管状共轭微孔聚合物 (CMPs-ANT、CMPs-NAP), 构建了具有多级孔结构的高稳定性滤膜, 系统探究其在恶劣条件下的 PM 捕集性能、循环再生性及抗菌特性。实验结果表明, 该 CMPs 基滤膜因固有超疏水性, 在相对湿度  $\geq 94\%$  的高湿环境中, 对 PM<sub>0.3</sub> 过滤效率仍  $> 99.4\%$ , PM<sub>2.5</sub> 和 PM<sub>10</sub> 达 99.9% 以上; 经 500°C 煅烧 2 h 后, PM<sub>2.5</sub> 和 PM<sub>10</sub> 过滤效率仍保持 99.4%, 且压降仅 10 Pa, 展现出优异的理化与热稳定性。滤膜可通过简单甲

醇洗涤实现再生，经 5 次循环后  $PM_{2.5}$  和  $PM_{10}$  过滤效率仍  $>99.96\%$ ，60 h 连续过滤过程中  $PM_{2.5}$  和  $PM_{10}$  效率接近 100%，长期使用性能稳定。不同风速下，滤膜对  $PM_{2.5}$  和  $PM_{10}$  的捕集效率始终  $>99.99\%$ ，适配不同实际应用工况。更重要的是，CMPs 基滤膜具有 100% 的大肠杆菌杀灭效果，可有效消除 PM 表面附着细菌带来的传播风险，实现“颗粒物捕集 + 微生物灭活”的双重功能。本研究制备的 CMPs 基滤膜凭借高过滤效率、低压降、宽工况适应性、易再生和抗菌性的综合优势，为大气 PM 污染治理，尤其是高湿、高温等恶劣环境下的空气净化提供了新型材料与技术看案，在工业除尘、室内空气净化等领域具有重要的实际应用潜力。

## 铁锰改性污泥生物炭活化过一硫酸盐：单线态

**报告人简介：**侯涛，北京工业大学，环境科学与工程学院，硕士研究生。主要研究方向为：① 污泥基材料资源化制备；② 高级氧化技术降解持久性有机污染物。目前主要开展铁锰改性生物炭活化 PMS 体系的机理研究，揭示了单线态氧在偶氮染料降解过程中的主导作用。研究成果在本次会议进行学术墙报交流。

**报告摘要：**面向市政污泥处置压力与偶氮染料污染治理的双重挑战，本研究通过浸渍-热解工艺将市政污泥转化为功能化碳基催化材料，制备了铁锰双金属改性污泥基生物炭（FM-SBC）。实验结果表明，该材料在活化过一硫酸盐（PMS）体系中表现出较高的催化活性。在 20 min 内对 100 mg/L 酸性橙 7（A07）的去除率达到 99.6%，较原始污泥生物炭提升了 40.5%。表征分析证实，性能的改善归因于 Fe-Mn 双金属协同效应所形成的丰富活性位点，以及高比表面积介孔结构对传质过程的优化。机理研究揭示，体系遵循非自由基主导路径，单线态氧（ $^1O_2$ ）为主要的活性氧化物种。毒性评估显示，降解产物的生态风险较母体化合物大幅下降；同时，催化剂表现出良好的稳定性，5 次循环试验后去除率仍维持在 90% 以上。本研究探索了市政污泥的资源化路径，为构建基于生物质资源的高效非自由基高级氧化体系提供了理论与技术基础。

## 双极性电极连续流电絮凝处理南美白对虾养殖尾水效果研究

金意翻，韩志英\*

（浙江大学生物系统工程与食品科学学院，浙江杭州 330100）

\*Email: jinyifan@zju.edu.cn; hanzhiying@zju.edu.cn

**报告人简介：**金意翻，男，浙江大学生物系统工程与食品科学学院农业工程专业全日制在读硕士研究生，研究方向为农业生物环境与能源工程、水产工程化养殖尾水处理与资源化利用。

**报告摘要：**针对南美白对虾工厂化循环水养殖系统中尾水悬浮物粒径小、传统微滤机难处理的问题，本研究设计了一种基于旋流分离的双极性电极连续流电絮凝反应装置（已申报发明专利），以不锈钢为驱动阳极、钛板为驱动阴极、高纯度铝箔为双极性感应电极，在连续流模式下处理模拟南美白对虾海水养殖尾水。本研究系统考察了感应电极不同倾角及旋转速度、不同电絮凝水力停留时间（HRT）对双极性电极连续流电絮凝反应器处理模拟海水养殖尾水去除浊度、COD 效果的影响，并采用 COMSOL Multiphysics 多物理场耦合仿真方法探索反应器内电场分布、感应电极表面电荷分布与浊度去除效果相关关系。结果表明，改变电极倾角与

旋转速度可优化电絮凝装置内液体流态、抑制电极钝化，在较短的 HRT 条件下实现高效絮凝。本研究结果为海水工厂化养殖尾水悬浮物高效去除提供新思路。

关键词：连续流电絮凝；双极性电极；南美白对虾养殖模拟尾水；浊度；电场分布

## $\alpha$ -FeOOH/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 预氧化耦合超滤对水体锑酸盐净化特性研究

董谊昌<sup>1</sup>, 朱贝贝<sup>1</sup>, 万东锦<sup>1</sup>, 李甜甜<sup>1</sup>, 史亚慧<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 河南工业大学环境工程学院, 河南 郑州 450001

\*Email: shiyahui\_52@163.com

**报告人简介:** 董谊昌, 河南工业大学环境工程学院硕士研究生, 主要研究方向为膜法水处理和新型水处理装置的研发, 现从事重力驱动膜 (GDM) 水处理装置的优化与应用。本次墙报和摘要展示的工作聚焦于预氧化耦合超滤工艺, 旨在高效同步去除水中 Sb(V) 和天然有机物 (NOMs), 欢迎各位老师同学交流指正。

个人邮箱: 18317580059@163.com

随着矿山开采和冶金快速发展, 锑 (Sb) 及其化合物被排入水体, 是一种具有潜在生态风险的重金属污染物。本研究构建了针铁矿 ( $\alpha$ -FeOOH)/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 预氧化耦合超滤体系, 旨在高效同步去除水中 Sb(V) 和天然有机物 (NOMs)。在 Sb(V) 初始浓度为 10 mg/L、 $\alpha$ -FeOOH 投加量为 200 mg/L 的条件下, 当 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 浓度为 30 mmol/L 时,  $\alpha$ -FeOOH/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 预氧化体系对 Sb(V) 和溶解性有机碳 (DOC) 的去除率分别达到 69.25% 和 30.68%。将预氧化过程与超滤膜工艺耦合后, 末端比通量从 0.58 显著提升至 0.90, 膜污染总阻力降低 91.20%。超滤出水中, Sb(V) 和 DOC 的去除率进一步提高至 77.30% 和 81.23%。结果表明,  $\alpha$ -FeOOH/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 预处理不仅有效吸附 Sb(V) 和氧化 NOMs, 还通过改变 NOMs 的结构特性显著缓解膜污染, 实现了 Sb(V) 与 NOMs 的高效协同去除, 有望为矿区锑污染水处理工艺改进提供理论支撑和技术参考。

参考文献:

1. ZHOU W, ZHOU J, FENG X, et al. Antimony Isotope Fractionation Revealed from EXAFS during Adsorption on Fe (Oxyhydr)oxides [J]. Environmental Science & Technology, 2023, 57(25): 9353-9361.
2. WU B, LI J, GAN Y, et al. Titanium Coagulation Simplified Removal Procedure and Alleviated Membrane Fouling in Treatment of Antimony-Containing Wastewater [J]. ACS ES&T Engineering, 2021, 1(7): 1094-1103.
3. ZHU F, ZHANG X, PENG X, et al. Reductive Removal of Antimony from Wastewater by a UV/Sulfite Process: Targeted Recovery of Strategic Metalloid Antimony [J]. Environmental Science & Technology, 2025, 59(1): 924-934.

## 基于 PVA 及淀粉粘结的阴离子复合型树脂制备及其吸附海水工厂化养殖尾水电絮凝余铝的性能研究

余思思, 韩志英\*

(浙江大学生物系统工程与食品科学学院, 浙江杭州 330100)

\*Email:654718677@qq.com; hanzhiying@zju.edu.cn

**报告人简介:** 余思思, 女, 浙江大学生物系统工程与食品科学学院农业工程专业全日制在读硕士研究生, 研究方向为农业生物环境与能源工程、水产工程化养殖尾水处理与资源化利用。

**报告摘要:** 铝阳极电絮凝通常用于去除海水工厂化养殖尾水中悬浮物, 然而电絮凝处理出水余铝的生物安全性备受关注。树脂可通过吸附-解析实现液体中余铝的回收和利用, 而树脂吸附去除高盐废水中余铝的研究鲜有报道。针对传统离子交换树脂易流失(比重小于水)、难分离的问题, 本研究以 Tulsion® A-654 弱碱性阴离子交换树脂为基体, 选用聚乙烯醇(PVA)与醚化玉米淀粉为复合粘结剂, 通过阶梯加压成型、热水洗脱造孔及二次交联工艺, 制备比重大于水、易重力沉降分离的阴离子复合树脂。本研究考察了粘结剂及树脂配比、初始铝浓度、模拟海水养殖尾水盐度对阴离子复合树脂铝吸附性能的影响, 并采用扫描电镜(SEM)和 X 射线光电子能谱(XPS)检测技术研究了复合树脂微观结构及化学基团与铝吸附相关关系。结果表明, 本研究制备的复合树脂具有良好的铝吸附性能, 在海水高盐环境中仍保持稳定效能。本研究为铝阳极电絮凝去除海水工厂化养殖尾水悬浮物工艺中余铝控制提供一种新方法。

**关键词:** 电絮凝; 余铝吸附; 阴离子复合树脂; 淀粉粘结剂; 海水养殖尾水

**参考文献**

1. Chen G H. Electrochemical technologies in wastewater treatment[J]. Separation and Purification Technology, 2004, 38(1): 11-41.
2. Ebeling J M, Sibrell P L, Ogden S R, et al. Evaluation of chemical coagulation - flocculation aids for the removal of suspended solids and phosphorus from intensive recirculating aquaculture effluent discharge[J]. Aquacultural Engineering, 2003, 29(1-2): 23-42.
3. Zhu Y F, Zhao Y, Li Z G, et al. A new regeneration approach to cation resins with aluminum salts: application of desalination by its mixed bed[J]. Frontiers of Environmental Science & Engineering, 2012, 6(1): 45-50.
4. Zagorodnyaya A N, Abisheva Z S, Sadykanova S E, et al. Sorption recovery of gallium and aluminum from alkaline solutions on an AN-31 anion exchanger[J]. Russian Journal of Non-Ferrous Metals, 2017, 58(5): 471-477.
5. Podkościelna B, Wawrzkiwicz M, Klapiszewska I, et al. Polymeric resins containing modified starch as environmentally friendly adsorbents for dyes and metal ions removal from wastewater[J].

Frontiers in Chemistry, 2024, 12: 1496901.

6. Rahman M L, Wong Z J, Sarjadi M S, et al. Preparation and characterization of poly(amidoxime) chelating resin from polyacrylonitrile grafted sago starch[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2025, 142(13): e56625.

7. Baig U, Gondal M A, Khalil A M, et al. Newly designed organic-inorganic nanocomposite membrane for simultaneous Cr and Mn speciation in waters[J]. Gels, 2025, 11(3): 205.

8. Dragan E S, Humelnicu D, Dinu M V, et al. Kinetics, equilibrium modeling, and thermodynamics on removal of Cr(VI) ions from aqueous solution using novel composites with strong base anion exchanger microspheres embedded into chitosan/poly(vinyl amine) cryogels[J]. Chemical Engineering Journal, 2017, 330: 675-691.

9. Liao B, Shi Z Q, Li M X, et al. Selective removal of aluminum, nickel and chromium ions by polymeric resins and natural zeolite from anodic plating wastewater[J]. Desalination and Water Treatment, 2021, 212: 321-332.

## 光辅助低电位光电催化 NO 合成氨

陈诺, 刘肖燕\*, 李和兴\*

\*Email: hexingli@shnu.edu.cn (李和兴)

**报告摘要:** 电催化一氧化氮 (NO) 还原反应 (NORR) 合成氨 (NH<sub>3</sub>) 作为一种兼具环境治理与高附加值化学品生产的可持续策略, 因其低能耗、过程清洁的特性而备受关注。如何有效控制和转化 NO<sub>x</sub> 为无害物质或高附加值产物, 已成为环境科学与能源化学领域的研究热点[1-3]。电催化因其绿色环保、可持续运行的优势, 已成为当前研究的热点。传统光催化还原是一种非常绿色清洁的技术手段, 有着常温下就可正常运作, 不需要耗费大量能源的优点, 但同样有着光生电子和空穴分离的问题, 这一点在工业化上尤为突出, 大进气量和大体积的工业运作, 使得光催化的光生电子难以快速在液相中参与反应。但将光和电能结合, 使用光电催化还原 NO (PEC-NORR), 在负载光电催化剂的电极上施加较小的偏电压就足以使得光生电子更迅速的与空穴分离从而参与反应, 另外, NO 还原到 NH<sub>3</sub> 所需的电势也较小, 不会出现在低电势下难以还原的问题。本文报道了一种微波辅助法 CuO 修饰的 HOF 光电催化剂在标准 H 型电解池中, 于 -0.2 V (vs. RHE) 的电位和氙灯条件下, 其 NH<sub>3</sub> 法拉第效率高达 92.66%, 对应的氨产率可达 130.05 μmol h<sup>-1</sup>mg<sup>-1</sup>。

关键词: 光电催化, 微波合成, NO 还原

参考文献

[1] Jia S, Sun X, Han B. Electrocatalytic systems for NO<sub>x</sub> upgrading [J]. Chemical Communications, 2025, 61(7): 1262-1274.

[2] Wang Y, Liu Z, Li J, et al. Unveiling the Promoting Effects of Zr and the Hydrothermal Treatment

on the NH<sub>3</sub>-SCR Activity of the Cu-SAPO-18 Catalyst [J]. Environmental Science & Technology, 2025, 59(5): 2827-2837.

[3] Wei T, Zhang J, An K, et al. Recent advances in recycle of industrial solid waste for the removal of SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> based on solid waste sorts, removal technologies and mechanism [J]. Separation and Purification Technology, 2025: 132338.

## 微波辅助合成 Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@CNTs 用于电催化 NO 合成氨

强梁宇, 刘肖燕\*, 李和兴\*

\*Email: hexingli@shnu.edu.cn (李和兴)

**报告摘要:** 电催化一氧化氮 (NO) 还原反应 (NORR) 合成氨 (NH<sub>3</sub>) 作为一种兼具环境治理与高附加值化学品生产的可持续策略, 因其低能耗、过程清洁的特性而备受关注。然而, 在较低浓度 NO 下, 该反应面临析氢等严重副反应[1-2]。因此, 开发能够在较低浓度 NO 条件下兼具高活性、高选择性的高效 NORR 催化剂是该领域亟待突破的关键瓶颈。本文报道了一种基于微波辅助合成技术促进金属硝酸盐在碳纳米管 (CNTs) 上热解, 合成了四氧化三钴 (Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) 负载在碳纳米管上的电催化剂, 为金属氧化物负载型催化剂的合成提供了一种新方法, 形成了独特的结构。实验结果表明, 在的串联下, 催化剂的电子传输效率极高, 并且 Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 作为吸附并活化 NO 的活性中心具有优异的性能。在标准 H 型电解池中, 于 -0.5 V (vs. RHE) 的电位下, 其 NH<sub>3</sub> 法拉第效率高达 93.4%, 对应的氨产率可达 366.4 μmol cm<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>。

关键词: 电催化, 微波合成, NO 还原

参考文献

[1] Ahmad Tayyebi, Rashmi Mehrotra, Muhibullah Al Mubarak, Jieun Kim, Mohammad Zafari, Meysam Tayebi, Dongrak Oh, Seong-hun Lee, Jesse E. Matthews, Sang-Won Lee, Tae Joo Shin, Geunsik Lee, Thomas F. Jaramillo, Sung-Yeon Jang & Ji-Wook Jang. Bias-free solar NH<sub>3</sub> production by perovskite-based photocathode coupled to valorization of glycerol. Nat. Catal. 2024, 7, 510-521.

[2] S. Z. Andersen, V. Čolić, S. Yang, J. A. Schwalbe, A. C. Nielander, J. M. McEnaney, K. Enemark-Rasmussen, J. G. Baker, A. R. Singh, B. A. Rohr, M. J. Statt, S. J. Blair, S. Mezzavilla, J. Kibsgaard, P. C. K. Vesborg, M. Cargnello, S. F. Bent, T. F. Jaramillo, I. E. L. Stephens, J. K. Nørskov, I. Chorkendorff. A rigorous electrochemical ammonia synthesis protocol with quantitative isotope measurements. Nature 2019, 570, 504-508.

## pH 调控 PAA/CAT 体系选择性去除磺胺类抗生素的研究：醌中间体的主导作用

黄佳\*, 刘晨宇

湖北省恩施市 湖北民族大学化学与环境工程学院

\*Email: (2023082@hbmzu.edu.cn)

**报告摘要:** 本研究阐明了过氧乙酸 (PAA) 与邻苯二酚 (CAT) 相互作用生成活性物种降解磺胺类 (如磺胺甲恶唑, SMX) 等污染物的反应机制。在最优条件 (0.5 mM PAA、0.5 mM CAT、pH 6.0) 下, PAA/CAT 体系 60 min 对 SMX 的去除效率达到约 95%, 且受 10 mM 阴离子 ( $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ )、 $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  腐殖酸 (HA) 及实际水体组分的影响极小。机理研究表明, pH 6.0 时, CAT 被 PAA 氧化生成的半醌自由基 ( $\text{o-SQ}^{\bullet-}$ ) 和邻苯醌 ( $\text{o-BQ}$ ) 通过与氨基基团的迈克尔加成反应主导了 SMX 的降解, 并生成 C-N 偶联产物。随着 pH 升高, PAA 的氧化能力减弱,  $\text{o-SQ}^{\bullet-}$  和  $\text{o-BQ}$  的生成量降低。且碱性条件下,  $\text{o-SQ}^{\bullet-}$  和  $\text{o-BQ}$  更倾向于快速自聚合形成聚合物, 从而竞争性抑制其与 SMX 的迈克尔加成反应, 导致 SMX 降解效率下降。在 pH 8.0 时, SMX 的去除主要归因于 PAA 的直接氧化, 而  $\text{o-SQ}^{\bullet-}$  和  $\text{o-BQ}$  的迈克尔加成反应贡献较小。总体而言, 本研究进一步阐明了反应条件 (尤其是 pH) 对 PAA 氧化邻二羟基苯类化合物过程中活性物种演化的影响, 为选择性去除水环境中的痕量磺胺类抗生素提供了研究基础。

### 参考文献:

1. Y. Zhou, Y. Lei, Q. Kong, F. Cheng, M. Fan, Y. Deng, Q. Zhao, J. Qiu, P. Wang, X. Yang. *Environmental Science & Technology*, 2024, 58, 2123-2132.
2. S. Li, J. Zou, J. Wu, L. He, C. Tang, F. Li, B. Sun, M. Zhao, Q. Li, P. Wang, L. Huang, Q. Cheng, H. Tan, J. Ma, *Environmental Science & Technology*, 2025, 59, 7747-7759.