

2023-2024

南开大学

限域化学与催化研究团队

年度报告

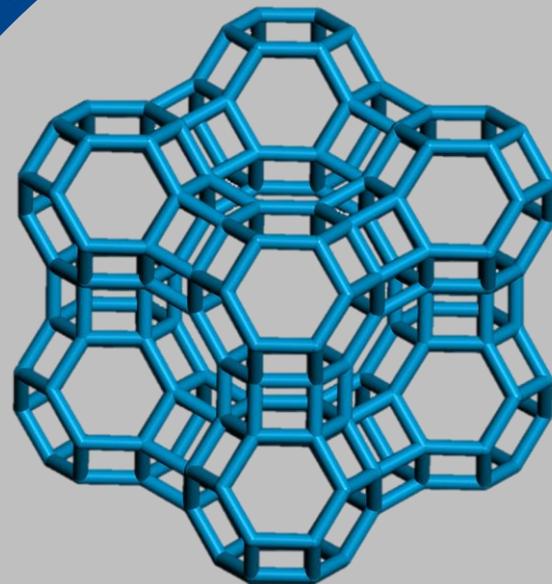
zeolite.nankai.edu.cn

责任编辑：邓欣 李玮杰 杨迪

Confined Chemistry and Catalysis Research Group

2023

2024



课题组简介

化学目标：理解化学行为，调控化学行为



团队致力于微尺度限域化学与催化研究，聚焦微尺度限域空间内的特异性化学行为及其本质，以实现在分子/原子/电子尺度上理解化学行为、调控化学行为。

- ① 针对分子筛经典酸催化反应，通过先进谱学技术表征反应中间物种与过渡态，揭示分子尺度限域空间内复杂催化反应机制；
- ② 基于分子筛的结构特异性，引入限域过渡金属中心构筑新模型体系，应用于小分子吸附活化过程；
- ③ 基于原子限域体系，阐明电子/轨道参与催化反应模式，建立电子尺度催化构效关系，探索统一的电子催化理论。

部分研究成果于 Science、Natl Sci Rev、Chem、J Am Chem Soc 等学术期刊发表论文 200 余篇，获国家发明专利授权 30 余项，通过产-学-研合作服务国家重大战略需求。



研究方向

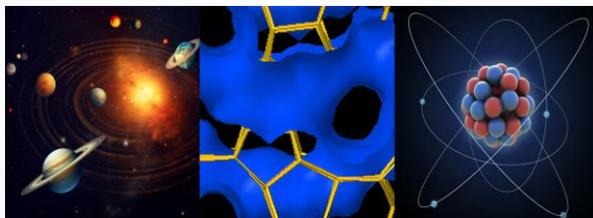


分子筛合成



分子筛合成新路线
 新结构分子筛
 分子筛形貌调控
 分子筛晶化机理
 限域金属分子筛

限域化学



Galaxy
Astronomy

Zeolite (Molecular scale)
Chemistry

Atom (Electron scale)
Physics

限域空间内主客体相互作用机制
 分子筛限域催化反应网络与反应机理
 分子筛限域多步串联反应

限域电子催化

吸附分离



烯烃-炔烃选择性吸附分离
 烯烃-烷烃吸附分离
 氢气纯化
 二氧化碳吸附与捕获
 稀有气体吸附分离

工业催化



气固相丙烯氧气环氧化
 烯烃液相氧气环氧化
 芳烃衍生物氧化羟基化
 烷烃直接脱氢与氧化脱氢
 二氧化碳选择加氢转化



团队介绍



李兰冬 教授

- 2011年入选教育部新世纪优秀人才支持计划
- 2015年入选南开大学百名青年学科带头人培养计划
- 2016年入选天津市“131”创新型人才培养工程（第一层次）
- 2017年获国家优秀青年科学基金资助
- 2017年获天津市自然科学一等奖（第二完成人）
- 2018年获天津青年五四奖章
- 2018年获天津市杰出青年科学基金资助
- 2019年获中国分子筛青年奖
- 2019年获国家自然科学基金二等奖（第四完成人）
- 2020年获国家杰出青年科学基金资助



武光军 教授



柴玉超 研究员



秦斌 讲师

在读学生（博士研究生和博士后）



王健



倪雨文



吕昕彤



额其马林



赵嘉涵



王黎



贾继真



郭玉亮



党健



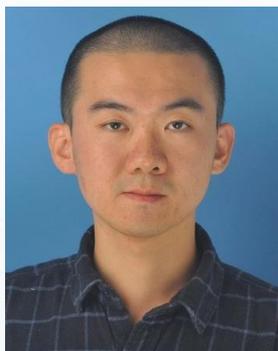
岳斌



李玮杰



邵文姝



韩哲 博士后



邓欣 博士后

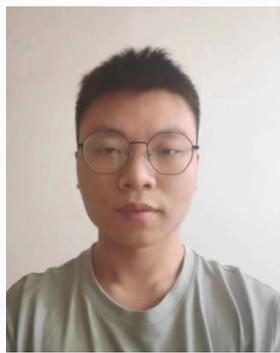


刘珊珊 博士后

在读学生 (硕士研究生)



侯润旺



易鑫豪



王煜媛



王溪阅



鲁永杰



李婷



霍雅晴



侯滢滢



高博海



唐傲然



杨迪



魏正昌



王天维



王建骅



蔡厚雪

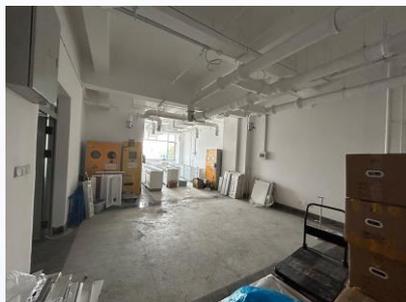
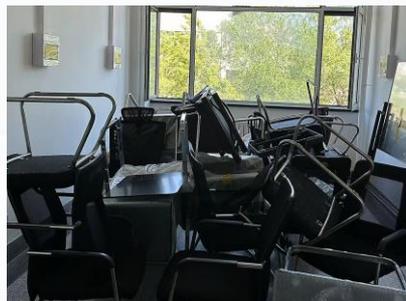
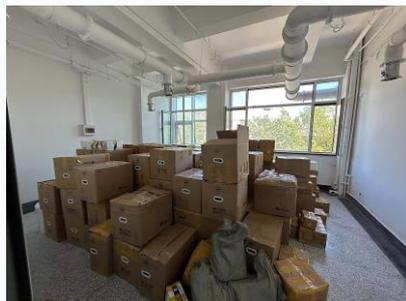


万象更新



2023年8月

8月28-29日，课题组从津南校区材料学院搬迁至八里台校区伯苓辅楼，全体师生齐心协力，不辞辛劳，分工明确，有序打包实验器材，展现出了强大的团队凝聚力 and 高效执行力。





万象更新



2023年9月

9月初，课题组位于伯苓辅楼的实验室全面投入使用，各项仪器设备正常有序运行。目前实验室拥有固定床微反装置15套、小试反应器1台、高压平行反应釜8套、气相色谱十余台、在线质谱3台，红外光谱仪、紫外光谱仪各1套，物理/化学吸附仪6套，充分满足材料表征、催化反应研究及机理探索的多元化需求，为科研团队提供了坚实的技术保障。





在研项目



2023-2024年度，课题组在研科研项目 18 项

项目名称	项目类别	起止年月
分子筛中阳离子位点调控及碳基小分子吸附分离	国家自然科学基金青年项目 (22302100)	2024.01-2026.12
分子筛负载金属双位点催化剂级联选择加氢性能调控	国家自然科学基金青年项目 (22302099)	2024.01-2026.12
原子层沉积制备分子筛限域过渡金属 催化甲醇水蒸气重整制氢	国家自然科学基金青年项目 (22302098)	2024.01-2026.12
工业催化联合研发中心	滨化集团股份有限公司	2023.07-2028.06
分子筛限域过渡金属离子体系催化丙烷直接脱氢	中国博士后科学基金第73批面上项目 (2023M731797)	2023.07-2025.06
资源/能源小分子催化转化与高效利用	中央高校优秀青年团队项目	2023.03-2025.02
限域金属Lewis酸分子筛合成及高稳定烷烃催化脱氢	国家自然科学基金联合基金集成项目 (U22B6011)	2023.01-2026.12
分子筛限域过渡金属离子体系氢活化、氢溢流及 选择性加氢机制研究	国家自然科学基金青年项目 (22202107)	2023.01-2025.12
基于晶化动力学的分子筛形貌控制合成	天津市自然科学基金面上项目 (21JCYBJC00020)	2021.10-2024.09
烃类定向转化分子筛催化材料的精准设计与合成	国家重点研发计划 (2021YFA1501202)	2022.01-2026.12
石油精准炼制催化剂的功能设计与构建	国家重点研发计划 (2021YFA1501203)	2022.01-2026.12
多功能纳米材料的研究与开发	天津市合成生物技术创新能力提升行动项目 (TSBICIP-KJGG-009)	2021.02-2024.01
载能小分子高效转化	国家自然科学基金创新研究群体项目 (22121005)	2022.01-2026.12
MFI沸石分子筛纳米片的合成、表征与催化性能研究	国家自然科学基金面上项目 (22172079)	2022.01-2025.12
南开大学先进催化材料创新团队	天津市“131”创新型人才团队建设项目 (天津市教育委员会)	2021.04-2024.03
分子筛限域化学与催化	国家自然科学基金杰出青年基金 (22025203)	2021.01-2025.12



重点项目



2024 年 8 月，**李兰冬教授**主持的“多相羰基合成催化”课题荣获国家自然科学基金**重点研发项目**资助！

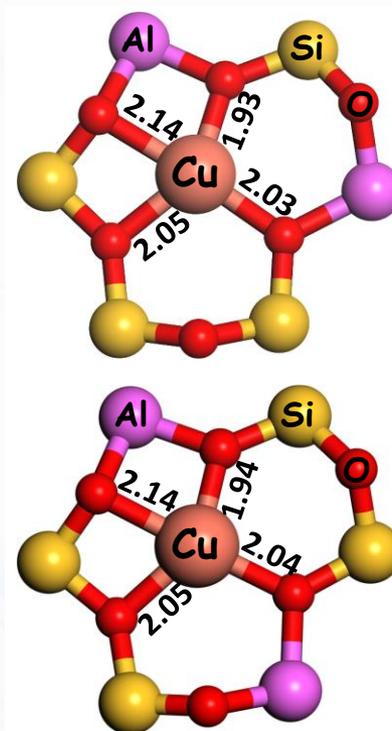
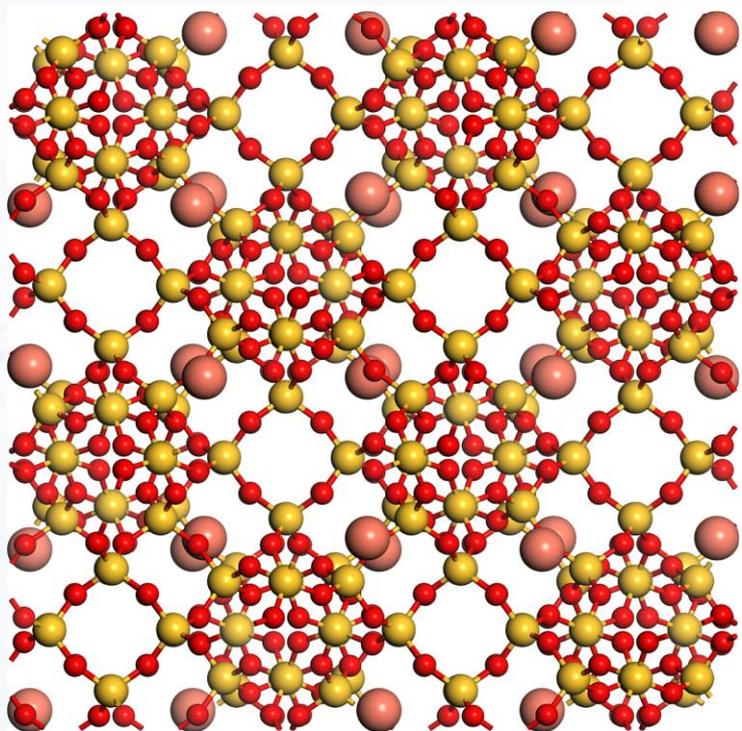
2024 年 8 月，**柴玉超研究员**主持的“分子筛限域金属体系催化乙烯齐聚制 α - 烯烃”课题荣获国家自然科学基金**面上项目**资助！

2023 年 9 月，**柴玉超研究员**入选**国家级四青人才**！





Zeolite-encaged mononuclear copper centers catalyze CO₂ selective hydrogenation to methanol

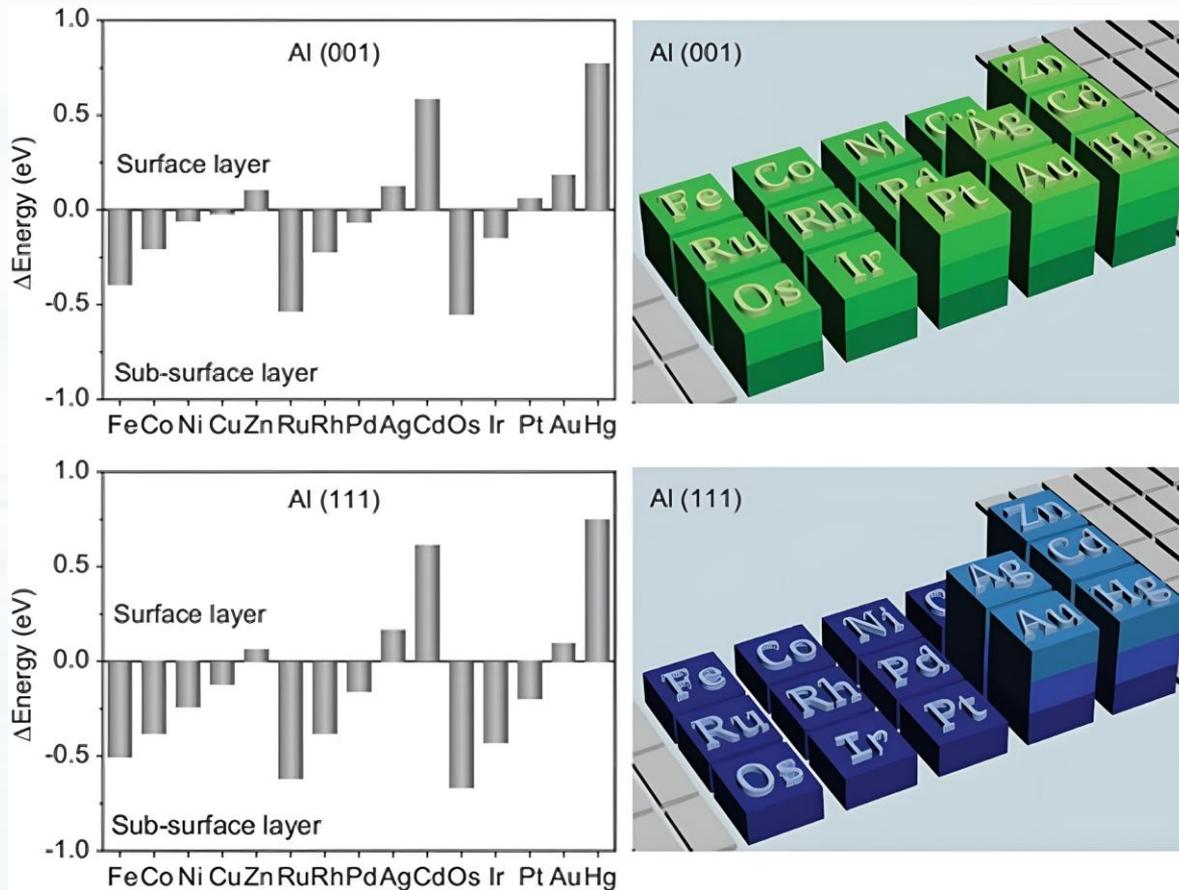




发表论文

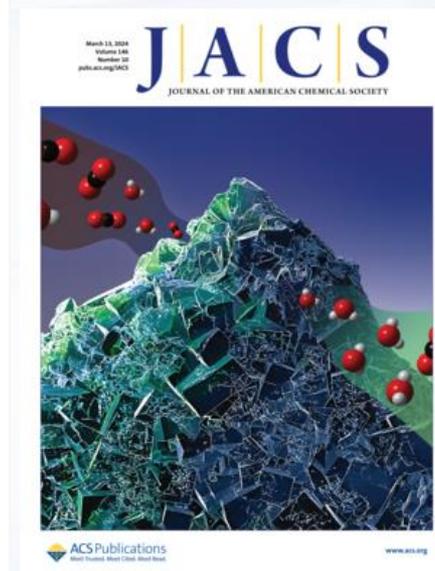
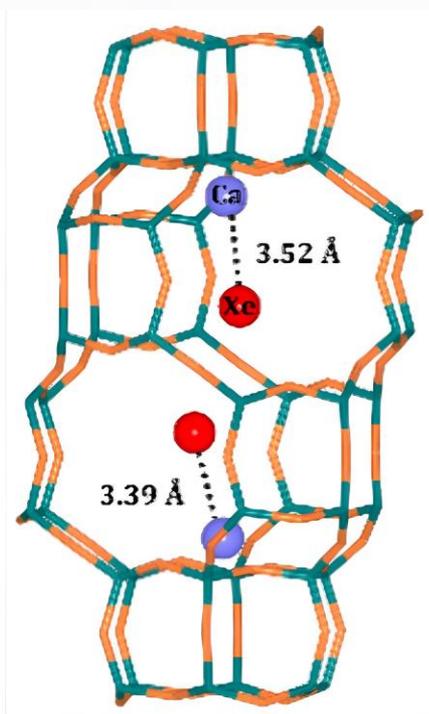
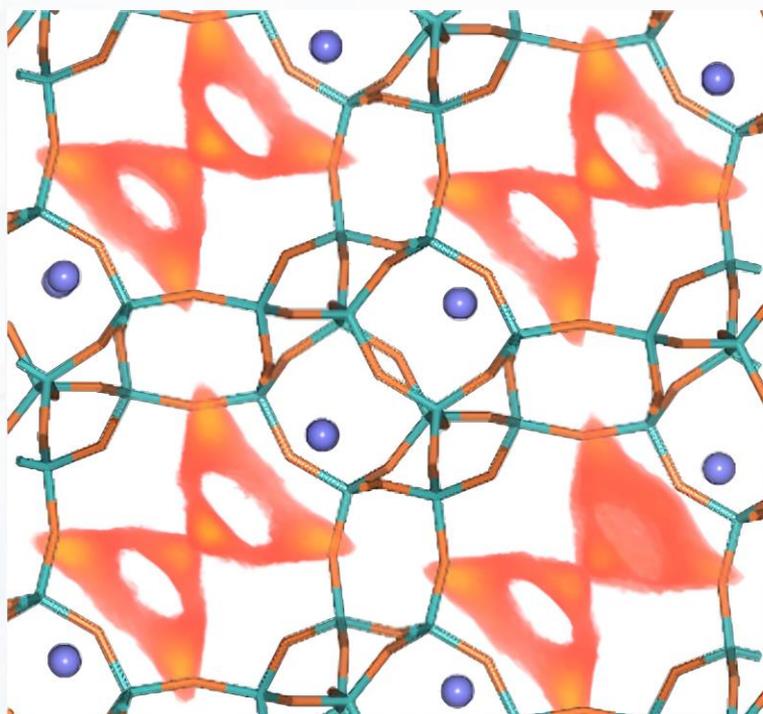


Conductive catalysis by subsurface transition metals



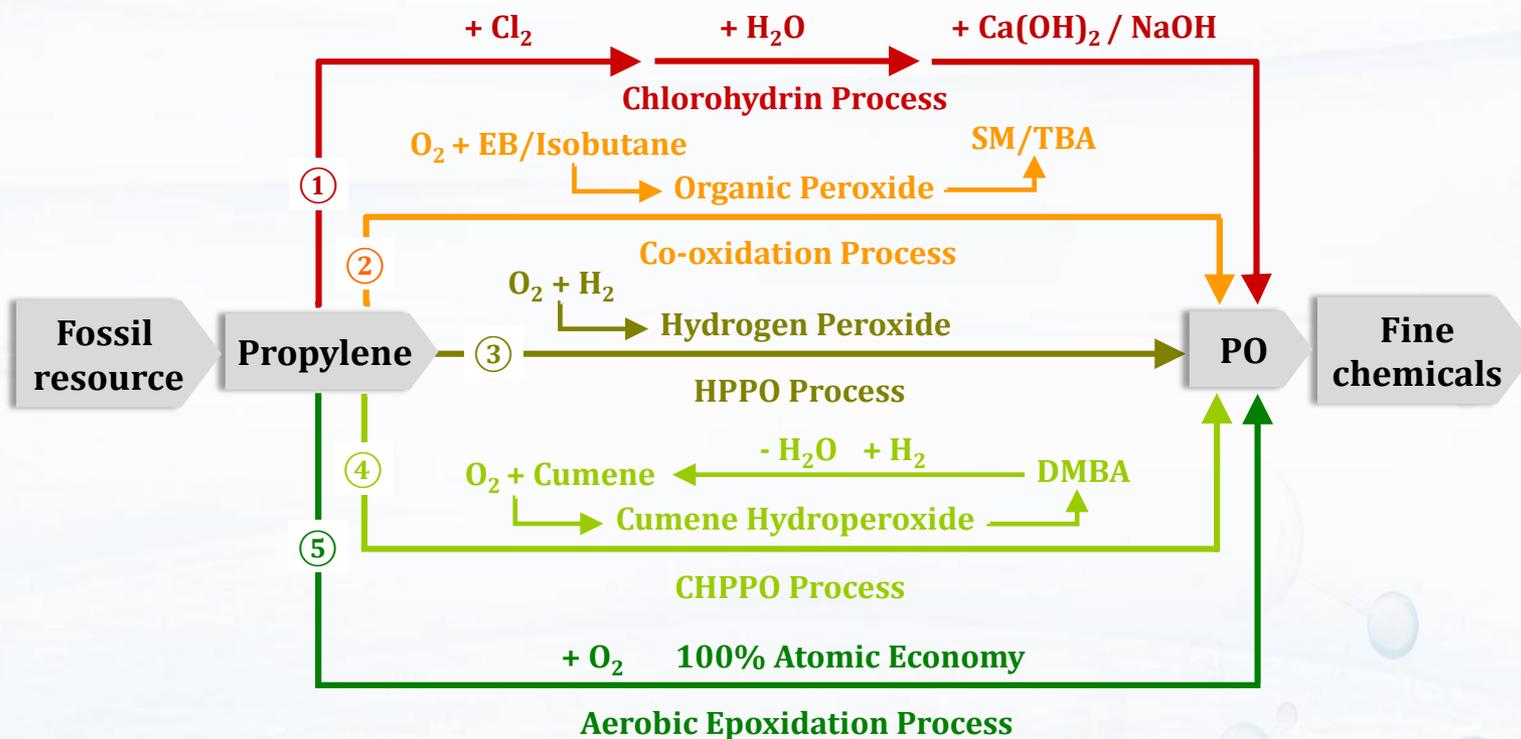


Control of Zeolite Local Polarity toward Efficient Xenon/Krypton Separation





Direct Propylene Epoxidation with Molecular Oxygen over Titanosilicate Zeolites



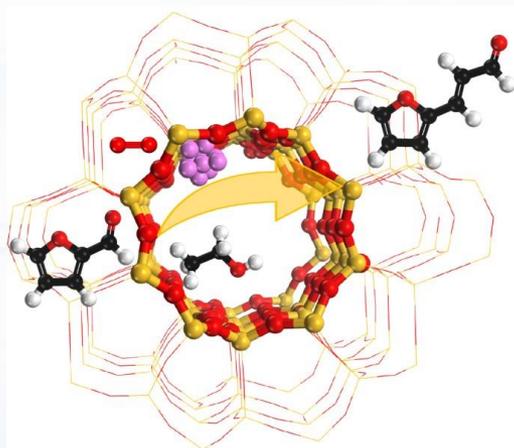


发表论文

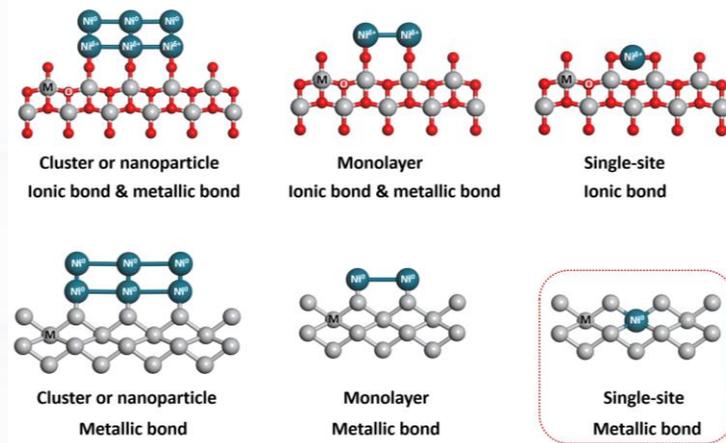


Spontaneous dispersion of metallic nickel centers in inert metal substrate for the selective hydrogenation of carbon-carbon triple bonds,

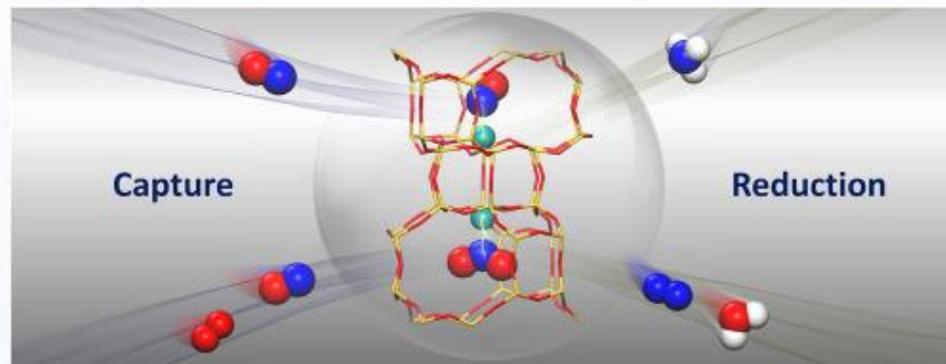
Chinese Journal of Catalysis, 2024, 61, 259



Efficient nitric oxide capture and reduction on Ni-loaded CHA zeolites,
Green Energy & Environment, 2024



Zeolite-encaged gold catalysts for the oxidative condensation of furfural, **Frontiers of Chemical Science and Engineering, 2024, 188, 90**

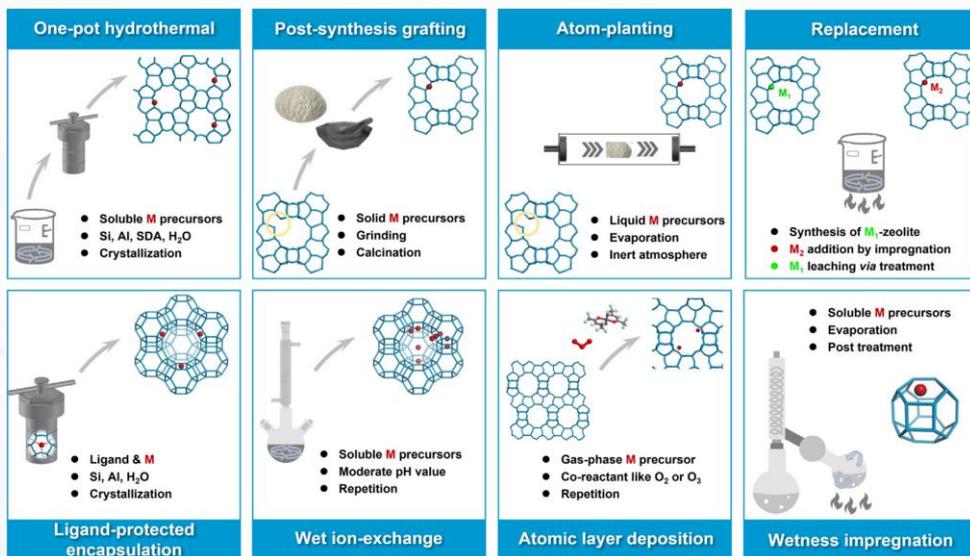




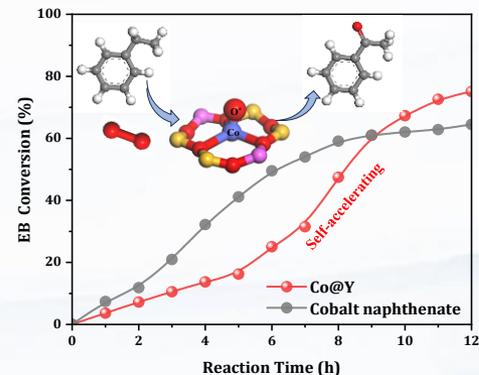
发表论文



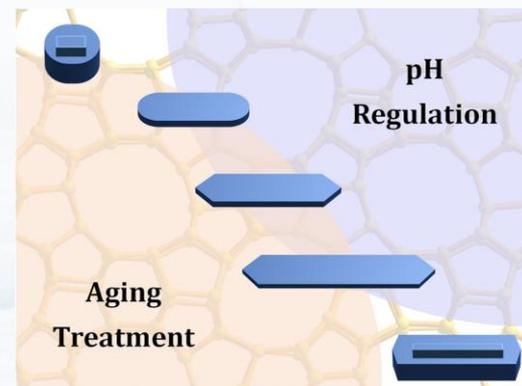
Self-adjusted reaction pathway enables efficient oxidation of aromatic C-H bonds over zeolite-encaged single-site cobalt catalyst, *Chinese Journal of Catalysis*, 2024, 57, 133



A simple strategy for synthesis of b-axis-oriented MFI zeolite macro-nanosheets, *Chemical Synthesis*, 2023, 3, 38



Chemistry of coordinatively unsaturated centers in zeolites, *Trends in Chemistry*, 2023, 512, 892

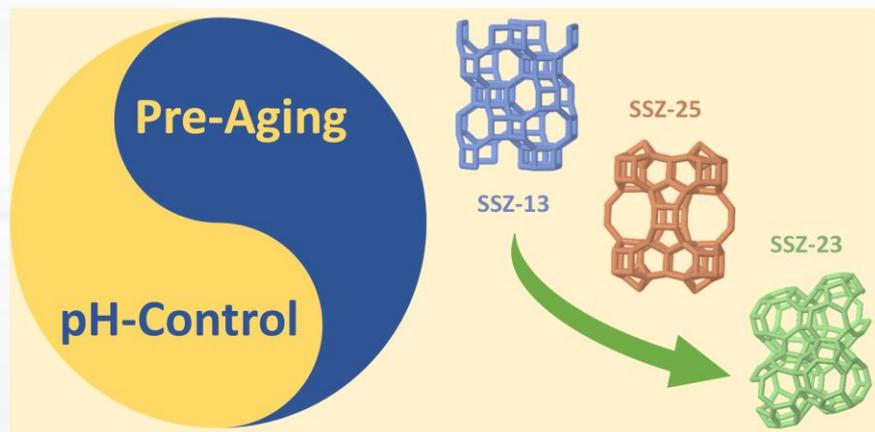
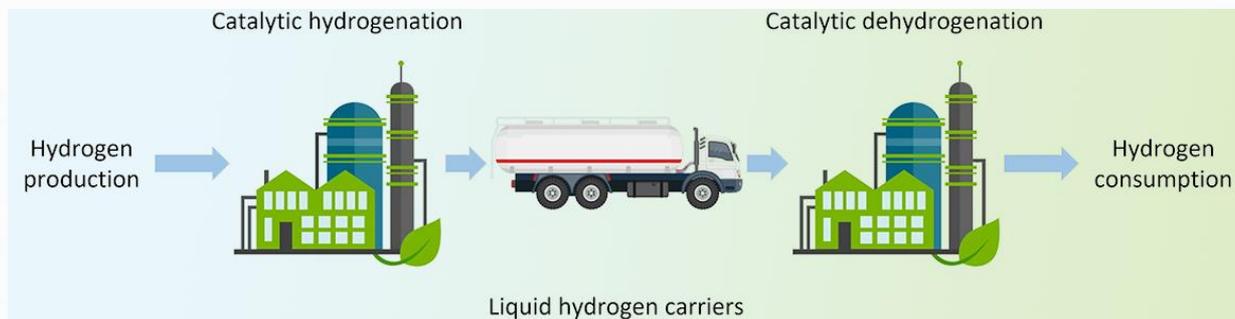




发表论文

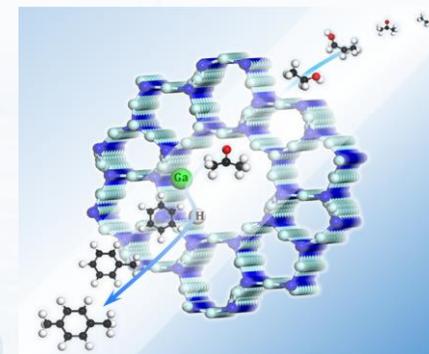


Catalytic hydrogen storage in liquid hydrogen carriers, **EES Catalysis**, 2023, 1, 459



Facile synthesis of aluminosilicate zeolites with STT, CHA and MWW topology structures, **Dalton Transactions**, 2023, 52, 9398

Acetone-Butanol-Ethanol Catalytic Upgrading into Aromatics over Ga-Modified HZSM-5 Zeolites, **ACS Catalysis**, 2023, 13, 7087

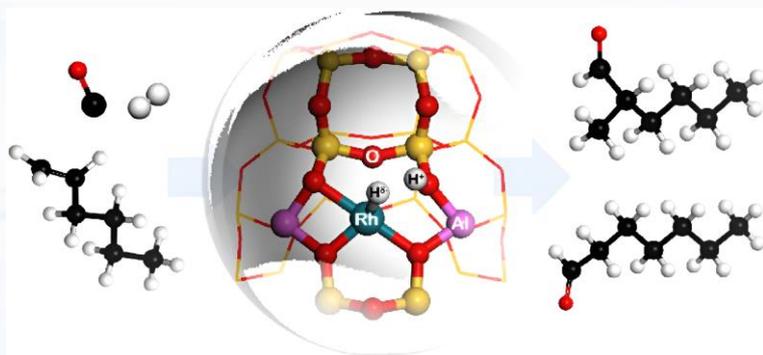
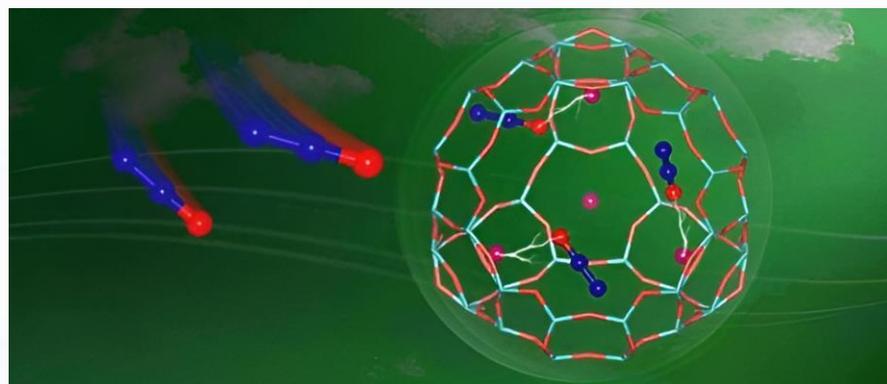




发表论文

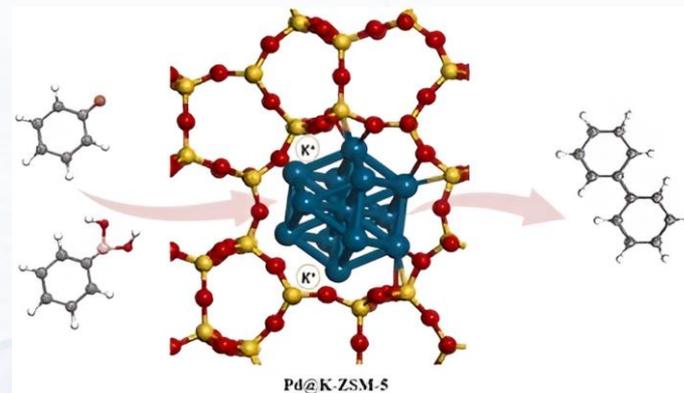


Efficient nitrous oxide capture by cationic forms of FAU and CHA zeolites, **Chemical Engineering Journal**, 2023, 462, 142300



Efficient Heterogeneous Hydroformylation over Zeolite-Encaged Isolated Rhodium Ions, **CCS Chemistry**, 2023, 5, 1526

Zeolite-encaged palladium catalysts for heterogeneous Suzuki-Miyaura cross-coupling reactions, **Catalysis Today**, 2023, 410, 237





学术交流



2023年7月

李兰冬教授带领团队与滨化集团签约共建“南开大学——滨化集团工业催化联合研究中心”，双方将围绕“2030年前实现碳达峰，2060年前实现碳中和”这一国家承诺与目标，针对绿色催化相关课题开展联合攻关，充分利用双方互补优势，进行产、学、研紧密合作。





学术交流



2023年8月

8月18日，首届多孔材料合成、应用及表征前沿论坛在山西太原举办，李兰冬教授受邀出席，并作题为“分子筛吸附与催化”报告。

2023年9月

9月12日，李兰冬教授受纳米催化材料与石油化工实验室邀请进行“分子筛限域化学与催化”学术报告，李兰冬教授基于分子筛特定结构带来的特殊性能，向同学们拓展了分子筛功能中心的可控构筑及机理研究思路，展示了分子筛限域化学的独特魅力。





学术交流



2023年9月

9月14日，复旦大学化学系“笃志讲坛”第十一讲在江湾校区先进材料实验室一楼报告厅顺利举行，李兰冬教授作题为“微尺度限域化学与催化”的主题报告，报告会由化学系主任周鸣飞教授主持。报告结束后，李兰冬教授就相关问题进行了与同学们热烈讨论，现场反响热烈，学术氛围浓郁。





学术交流



2023年9月

9月16-19日，由中国颗粒学会和清华大学共同主办的**首届多孔材料合成、应用及表征前沿论坛**在太原顺利召开。**李兰冬教授**受邀参加并作特邀报告，该会议为多孔材料领域的专家学者以及企业界代表提供了共同探讨和交流的平台，启发广大师生在多孔材料设计、性能优化以及前沿表征等领域的创新意识，开创新的研究方向。



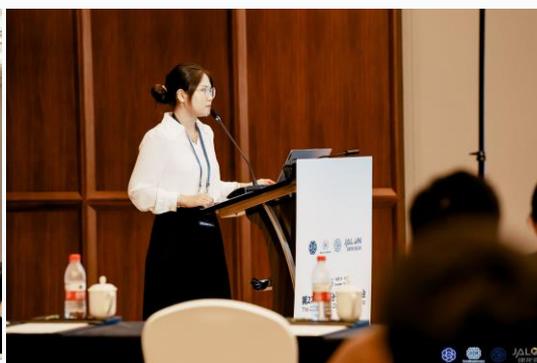


学术交流



2023年10月

10月11-14日，第22届全国分子筛学术大会在河南洛阳召开，课题组师生12人参会。本次大会上，课题组师生共作大会主题报告1个、邀请报告1个、口头报告3个、墙报1个。





学术交流



2023年10月

会议中，李兰冬教授受邀作题为“分子筛限域化学与催化”的报告。



柴玉超研究员受邀作题为“分子筛限域体系的设计与吸附催化应用”的报告，并荣获第4届中国化学会分子筛新秀奖。





学术交流



2023年10月

10月13日，洛阳建龙微纳新材料股份有限公司五大联合实验室，暨洛阳分子筛新材料产业研究院挂牌仪式在洛阳建龙技术创新中心成功举办。李兰冬教授受邀出席仪式，并为五大联合实验室和洛阳分子筛新材料产业研究院揭牌。





学术交流



2023年10月

10月30日，以“面向可持续发展的催化技术”为主题的**第九届亚洲-太平洋地区催化会议（APCAT-9）**在杭州洲际酒店盛大召开。**李兰冬教授**受邀出席并作题为“**Confinement in Zeolite and Zeolite Catalysis**”报告。

2023年11月

11月16-18日，**第三届“唐敖庆”博士生学术论坛暨吉林大学第十六届博士生国际学术论坛化学分论坛**在吉林大学举办，课题组**李玮杰博士**参加并作题为“**金属限域型分子筛上的烯烃选择氧化反应研究**”的学术报告，荣获口头报告一等奖。





学术交流



2023 年 12 月

12 月 4-5 日，“材”聚浙中·金华市催化新材料尖峰论坛在浙江师范大学举办，李兰冬教授受邀出席并作“分子筛限域化学与催化”报告。

2024 年 3 月

3 月 22 日，李兰冬教授参与项目“分子筛催化反应机理和构效关系的理论基础”获中国石化前瞻性基础性研究科学二等奖。





学术交流



2024年4月

4月13-14日，课题组成功举办国家自然科学基金联合基金“面向烯烃及衍生物低碳制备的新型分子筛材料”项目2024年度交流会。会议邀请了来自华东师范大学、武汉理工大学、中石化（上海）石油化工研究院有限公司、北京化工大学、南京工业大学等高校及科研院所的知名专家学者。课题组武光军教授为主要负责人并做主题报告。





学术交流



2024年4月

4月14日，课题组邀请了华东师范大学**吴鹏教授**、中石化上海院**王仰东教授**、**滕嘉伟教授**、**王传明教授**进行学术交流，课题组师生积极参与，会议气氛浓厚，讨论热烈。会议中，吴鹏教授就“杂原子分子筛材料及其催化应用”这一课题开展了详细的介绍，加深了我们对催化剂理性设计及其在催化反应中特异性的理解；滕嘉伟教授更是向同学们传授了自己对科研工作的理解，大家深受启发。



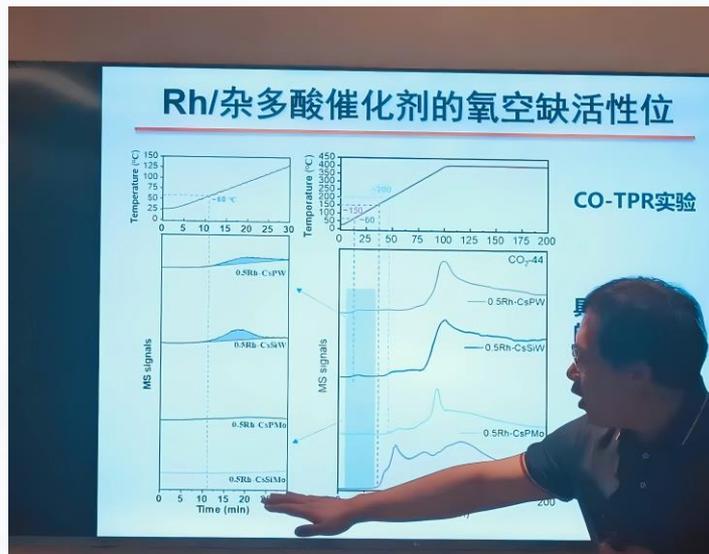
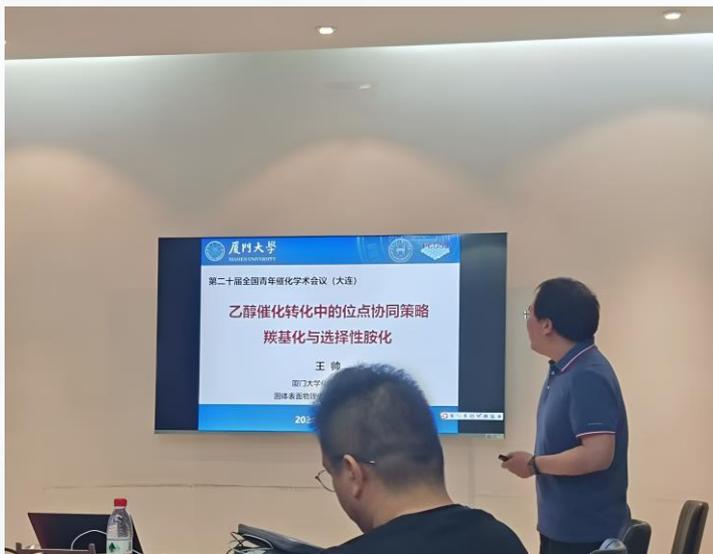


学术交流



2024年5月

5月23日，课题组邀请了厦门大学王帅教授学术交流，王帅教授作了题为“乙醇催化转化中的位点协同策略羰基化与选择性胺化”主题报告。课题组师生积极参与，讨论热烈。



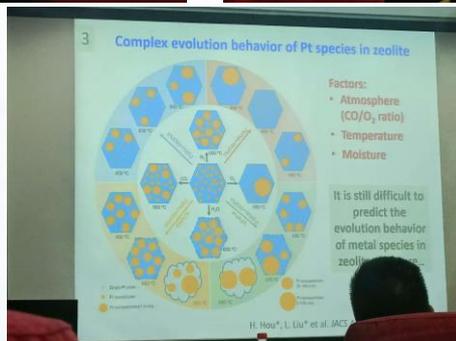
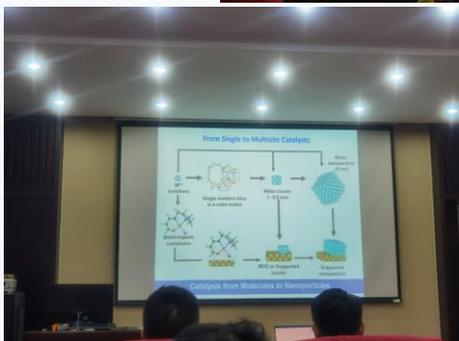
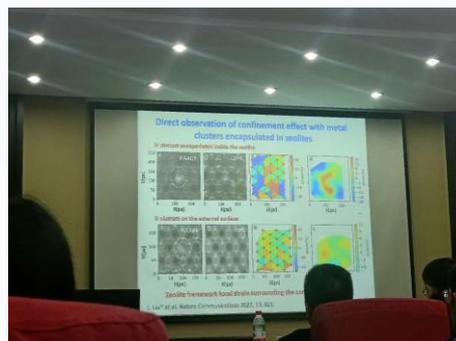
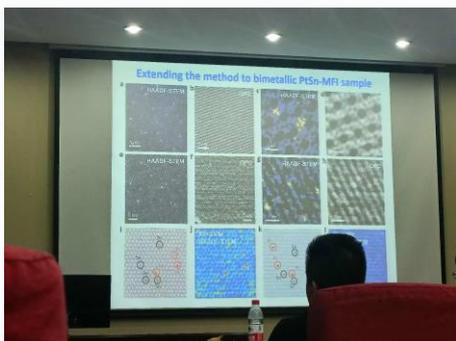


学术交流



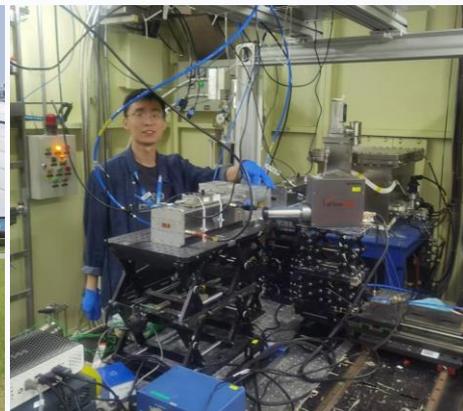
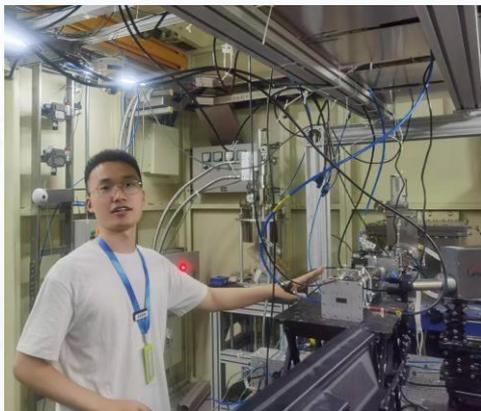
2024年5月

5月24日，课题组邀请了扬州大学施慧教授、清华大学刘礼晨研究员、中科院化学所林龙飞研究员、南京大学黎建研究员、天津大学付东龙研究员进行学术报告，课题组师生积极参与，会议气氛浓厚，讨论热烈，就分子筛合成、表征与催化领域等问题进行了深入交流。



团结互助，共同进步

2023-2024 年度，实验室累计申请**上海同步辐射光源**机时 36 h，课题组**赵嘉涵、额其马林、党健、李玮杰**等博士生多次参与测试工作，这不仅是对个人科研能力的锤炼，更是展现课题组团结协作、乐于奉献精神的生动实践。





团结互助，共同进步



为优化实验室资源管理和利用效率，**杨迪、高博海**等博士生创建了飞书预约系统，确保每位同学都能根据实际需求合理预约仪器使用时间，有效避免了时间冲突与资源浪费，极大提升了实验仪器的运营效率。此外，**杨迪、霍雅晴、侯滢滢**还创建了**飞书共享试剂清单**，组织大家将实验室现有百余种试剂登记录入，同时便于新试剂入库，为同学们提供了便捷、准确的查询途径。

预约问卷

预约开始时间*

预约结束时间*

金属浴编号I*

合计22台，具体编号已张贴：15-18为50ml大加热套，30ml使用者勿约。

预约状态

预约无效

金属浴编号II

起止时间同上

快速预约

表格助手将按预约个数和起止时间，并结合你前期的预约行为，个性化预约金属浴

预约开始时间*

预约结束时间*

预约台数*

同一时段最多约5个

预约大加热套

键入15-18之间的任一数字，可预约15-18大加热套。预约其他金属浴，不用填写该问题

预约结果

预约无效

实验室试剂 外部

伯苓楼试剂

试剂清单 贵金属 试剂入库

676 条记录

- 309-左柜-醇醚酮/烃
- 309-右柜-常用试剂/酸
- 309-试剂架
- 308-冰箱
- 308-有机瓶
- 308-红外紫外
- 303-左柜-常用底物
- 303-右柜-常用溶剂
- 303-试剂架
- 302-剧毒毒害制剂

1层

硝酸铜水合物

207398-97-8

规格 数量 瓶盖颜色

25g 1 红色

实验室试剂 外部

伯苓楼试剂

试剂清单 贵金属 试剂入库

35 条记录

- Au
- Ir
- Pd
- Pt
- Rh
- Ru

二氯二羰基双(三苯基膦)钌

14564-35-3

规格 数量

1g 1

瓶盖颜色 存放地

蓝色 301-贵重试剂

钌碳催化剂(5%)

7440-18-8

规格 数量

5g 1

伯苓楼试剂

试剂清单 贵金属 试剂入库

试剂名*

请填写中文名

CAS

规格

数量

瓶盖颜色

将“棕色”也归入“黑色”

存放地

柜内位置



毕业季



聚是一团火，散是满天星。2024 年夏，课题组**李玮杰**顺利完成博士学位论文答辩，**魏正昌、蔡厚雪、王建骅、王天维**顺利完成硕士学位论文答辩，开启了人生的新篇章。他们分别前往北京、合肥、天津等地，用实际行动和专业知**识**，为祖国的建设与发展添砖加瓦，贡献自己的力量。



新征程，新希望

2023-2024年度，课题组取得了显著成就，发表**二十余篇文章**，申请多项专利，承担**18项**在研项目，累计获得**千万元**项目资助。

在人才培养方面，课题组始终将培养高质量科研人才作为核心使命，培育了**五名研究生**，助力他们在科研和工作道路上稳步前行。

同时，课题组还积极承担本科生教学工作，**累计授课 180 小时**，激发了学生们对科学的浓厚兴趣和探索精神，培养了多名具有潜力本科毕业生。此外，课题组还积极引导学生参与创新实践，带领**两个团队成功开展大创项目**，为他们的创新能力和团队协作能力打下了坚实基础。课题组的这些努力与成果，不仅彰显了我们的科研实力，更为培养未来科研人才贡献了重要力量。

新征程，新希望

展望新的学年，课题组满怀期待地迎来十余位新生力量。这是一个充满希望的开始，新同学们的到来，不仅带来了多元化的学术背景和前沿的研究视角，更带来了对于未知世界无畏探索的勇气和坚持不懈的斗志。

我们坚信，在导师们的悉心指导下，在同学们的共同努力下，这支不断壮大的科研队伍定能紧密合作、相互学习、共同进步，共同攀登科学的高峰。让我们携手并进，共创更加辉煌的明天！

2024-2025

奋斗，拼搏，在路上！

