

清华大学分析中心工作简报

2025 年 11-12 月

分析中心办公室

目 录

一. 【中心动态】

- 1.1 国强楼搬迁工作全面启动
- 1.2 分析中心 2025 年终总结与评优结果
- 1.3 分析中心获清华大学仪器效益奖 14 项
- 1.4 测试服务与人员培训

二. 【交流活动】

- 2.1 邢志担任 2025 年度第三届“强国杯”技术技能大赛项全国总决赛总裁判长
- 2.2 分析中心无机平台接待新疆研学团
- 2.3 邢志受邀在检验检测实验室管理体系培训班解析测量不确定度核心技术
- 2.4 邢志受邀出席全国电工电子产品与系统的环境标准化技术委员会年会
- 2.5 有机分析平台参加学术会议并作报告

三. 【技术创新】

- 3.1 能谱分析平台获批 CSTM 标准化委员会研制项目计划“纳米多层膜膜厚标准样品 (ITO/Ag/ITO 与 $\text{SiO}_2/\text{ZrO}_2/\text{SiO}_2/\text{ZrO}_2$ 两种)”

四. 【服务支撑】

- 4.1 能谱分析平台 AFM 胶体探针技术支撑中国石油大学（北京）杨钰龙团队研究成果在 *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 期刊发表
- 4.2 X 射线光电子能谱支撑北京化工大学孙晓明和李加展团队研究成果发表在 *Applied Catalysis B: Environment and Energy* 发表
- 4.3 有机分析平台支撑化工系刘振东、徐建鸿、陈晓团队研究成果发表
- 4.4 有机分析平台支撑北京科技大学李子富团队研究成果
- 4.5 有机分析平台支撑清华大学化学系曹化强团队研究成果发表

4.6 有机分析平台与北京工业大学孙再成/刘弈畅团队、武汉大学雷爱文团队合作发表研究成果

五. 【DK 项目仪器安装情况】

5.1 高分辨 MALDI 质谱分子成像仪器安装

六. 【党群活动】

6.1 分析所党支部组织党员参加 2025 年秋季学期第二次全校党员集中培训

6.2 分析所党支部与中科院化学所活体分析化学党总支开展联学共建活动

编撰：李海芳 资料收集：杜翼

一、【中心动态】

2.1 国强楼搬迁工作全面启动

2025 年 11 月 17 日，分析中心召开搬迁动员会，会议要求中心全体人员积极行动，尽快完成搬迁工作，及时腾退理科楼。截至 12 月底，分析中心多个实验室已搬迁至国强楼。

1.2 分析中心 2025 年终总结与评优结果

2025 年 12 月 30 日，分析中心年终考核圆满完成。化学系党委副书记张昊代表化学系参加考评，党支部书记何彦组织该次考核，今年的评优采取新的政策，即评优人员预先报名，投票规则由全员投票改为评委投票。无论申报优秀与否，每位老师都非常认真地汇报了本年度的工作。范博文、石文昊、杨海军、曹波波、杜翼和毕宇六位老师获评 2025 年度优秀。

1.3 分析中心获清华大学仪器效益奖 14 项

分析中心 2025 年度获“第三十八届大型仪器设备使用效益奖” 13 项，其中一等奖 3 项，二等奖 6 项，三等奖 5 项。获奖情况如下：

(1) 一等奖 3 项

MALDI-TOF 质谱仪（申报人：李海芳、吴海铭）

冷场发射电子显微镜（申报人：郭冲、宗瑞隆）

400M 核磁共振谱仪（申报人：周萌、杨海军）

(2) 二等奖 6 项

X 射线光电子能谱仪（申报人：段建霞、姚文清）

双微焦斑单晶衍射仪（申报人：范博文、黄秀、邢志）

飞行时间二次离子质谱（申报人：郭冲、李芹、姚文清）

高分辨场发射透射电子显微镜（申报人：马超、宗瑞隆）

纳米扫描俄歇系统（申报人：杨立平、姚文清）

电喷雾-离子阱/飞行时间串联质谱（申报人：吴海铭、李海芳）

(3) 三等奖 5 项

等离子体发射光谱仪（申报人：黄秀、范博文、邢志）

透射电子显微镜（申报人：李芹、宗瑞隆）

顺磁共振波谱仪（申报人：李文郁、杨海军）

气相色谱质谱联用仪（申报人：韩强）

多功能单分子力谱仪（申报人：岳淑芳、宗瑞隆）

1.4 测试服务与人员培训

2025 年 11-12 月，中心测试服务校内 3103 人次、校外 930 人次，完成测试总机时 10026 小时，测试样品数 14935 个。支撑校内发表论文 60 篇，校外发表论文 13 篇。

2025 年 11-12 月中心在校级科研条件平台上共组织培训 12 场次，培训学生 65 人次。

二、【交流活动】

2.1 邢志担任 2025 年度第三届“强国杯”技术技能大赛项全国总决赛总裁判长

2025 年 12 月 20 日，由工业和信息化部教育与考试中心主办的 2025 年度第三届“强国杯”技术技能大赛—电气电子产业环保技术赛项全国总决赛隆重召开，大赛设置了企业个人、整机企业团体、检测检验企业团体、院校团体四大竞赛组别，吸引了来自全国各地的 120 余名优秀选手参赛。清华大学分析中心无机平台主管邢志正高工担任了该赛事的总裁判长。



图 1 邢志老师作为赛事总裁判长在比赛现场和颁发奖项

2.2 分析中心无机平台接待新疆研学团

2025 年 11-12 月，清华大学分析中心无机平台迎来新疆乌苏一中、新疆兵团二中研学团参观访问。邢志老师带领研学团走进清华大学校园、清华大学化学系，近距离感受清华大学的校园人文和清华大学化学系的科研环境与氛围。在无机平台的组织安排下，师生们参观了大型仪器设备，就学习方法、科研兴趣培养等问

题展开热烈交流。

此次活动为新疆学子搭建了与清华大学沟通的桥梁，既是推动教育援疆、促进教育公平的具体实践，也展现了清华服务社会、开放办学的责任担当。期待未来更多边疆学子走进清华，在科学探索的道路上逐梦前行。



图 2 新疆研学团在清华的系列活动和赠送的纪念品

2.3 邢志受邀在检验检测实验室管理体系培训班解析测量不确定度核心技术

邢志老师出席在珠海举办的检验检测机构资质认定实验室管理体系培训班，并作《揭开不确定度的面纱：精准测量的关键密码》专题技术培训。邢志老师结合多年科研实践，系统阐述了测量不确定度在实验室质量控制中的核心作用，并通过典型案例解析，深入浅出地讲解了不确定度来源、评估方法及在质控体系中的应用价值。此次培训为参会人员进一步完善实验室管理体系、提升检测能力有重要的指导意义。

2.4 邢志受邀出席全国电工电子产品与系统的环境标准化技术委员会年会

2025 年 11 月 13 日，全国电工电子产品与系统的环境标准化技术委员会有害物质检测方法分技术委员会（以下简称“标委会”）2025 年年会在北京召开，分

析中心邢志正高工作为主任委员，受邀出席了该会议，并担任会议主持工作。

会议围绕材料成分分析、有害物质检测、回收利用技术等核心议题展开研讨。邢志老师在年度工作报告中，系统梳理了当前标准制定中的技术难点，与会专家就低碳设计、绿色制造等前沿方向达成共识。



图 3 全国电工电子产品与系统的环境标准化技术委员会年会合影

2.5 有机分析平台参加学术会议并作报告

2025 年 12 月 13 日，有机分析平台主管杨海军正高工参加了第四届浦东核磁共振论坛年会，作大会邀请报告。

2025 年 11 月 19 日-22 日，有机分析平台参加了第二十四届全国波谱学学术年会，李文郁作报告《乙肝患者血浆白蛋白结合能力评价的电子顺磁共振波谱研究》。

三、【技术创新】

3.1 能谱分析平台获批 CSTM 标准化委员会研制项目计划“纳米多层膜膜厚标准样品（ITO/Ag/ITO 与 SiO₂/ZrO₂/SiO₂/ZrO₂两种）”

针对光电子能谱深度剖析技术（如 XPS、AES）在表征纳米多层薄膜时，由于缺乏统一标准而导致的实验室间数据可比性差、产业质量控制困难等问题，能谱分析平台牵头研制了具有精确层厚与结构的标准样品。2024 年，依托所承担的高校评审组实验室间比对项目《多层薄膜厚度测量》，通过组织 20 家实验室对检测

样品进行比对与定值验证，建立了相应的标准化分析方法。2025 年 9 月 5 日，CSTM 标准化委员会正式下达了“纳米多层膜厚标准样品（ITO/Ag/ITO 与 SiO₂/ZrO₂/SiO₂/ZrO₂两种）”研制项目计划（立项编号：T/CSTM RMLX0002-2025）。目前，该项目已按计划启动，正在有序开展样品制备与初步表征工作。

四、【服务支撑】

4.1 能谱分析平台 AFM 胶体探针技术支撑中国石油大学（北京）杨钰龙团队研究成果在 *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 发表

在环境工程、能源地质和生物界面等领域，胶体颗粒在固液界面上的附着行为直接影响污染物迁移、油气开采和材料性能。传统理论常基于均匀表面假设，但实际材料表面普遍存在纳米级电荷异质性，这导致胶体附着行为呈现显著的空间不均一性。如何定量表征并理解这种异质性对界面力的影响，一直是胶体界面科学中的难点。

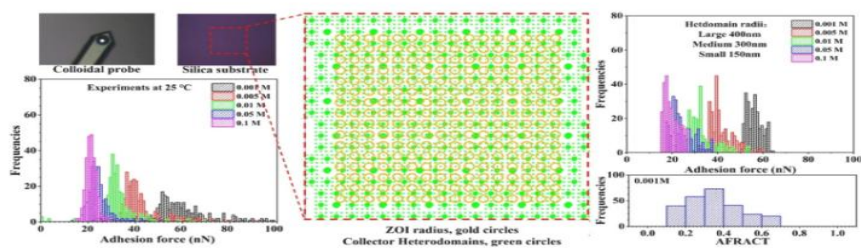
为了满足中国石油大学（北京）杨钰龙团队的测试需求，分析中心能谱分析平台采用原子力显微镜 AFM 技术，制备了羧基化聚苯乙烯微球胶体探针，并采用胶体探针与亲水性二氧化硅基板之间的力学测试，系统研究了不同盐浓度

（0.001 - 0.1 M NaCl）下粘附力的空间分布特征。实验在 20×20 μm 区域进行 256 点网格测量，结合 DLVO 和扩展 DLVO 理论模拟，建立了表面电荷异质性分布与粘附力空间变异的定量关系。

AFM 胶体探针技术实现了在液体环境中对单个胶体与表面之间相互作用力的原位、定量、空间分辨测量，直接捕捉到因表面电荷异质性引起的粘附力波动。本研究通过原子力显微镜的高精度测量，为理解复杂界面系统中的胶体行为提供了新的视角和方法。该研究成果可广泛应用于地下水污染治理、油气田开发、膜分离技术等领域，通过调控表面电荷分布来优化胶体附着行为，为功能性界面材料的设计和工程应用提供科学指导。

杨钰龙团队研究成果“胶体-表面粘附力的空间变异机制”以“Probing spatial variation in AFM-measured adhesion: Implication of distributed nanoscale charge heterogeneity”为题发表在 *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 期刊上。

GRAPHICAL ABSTRACT



Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects 722 (2025) 137276

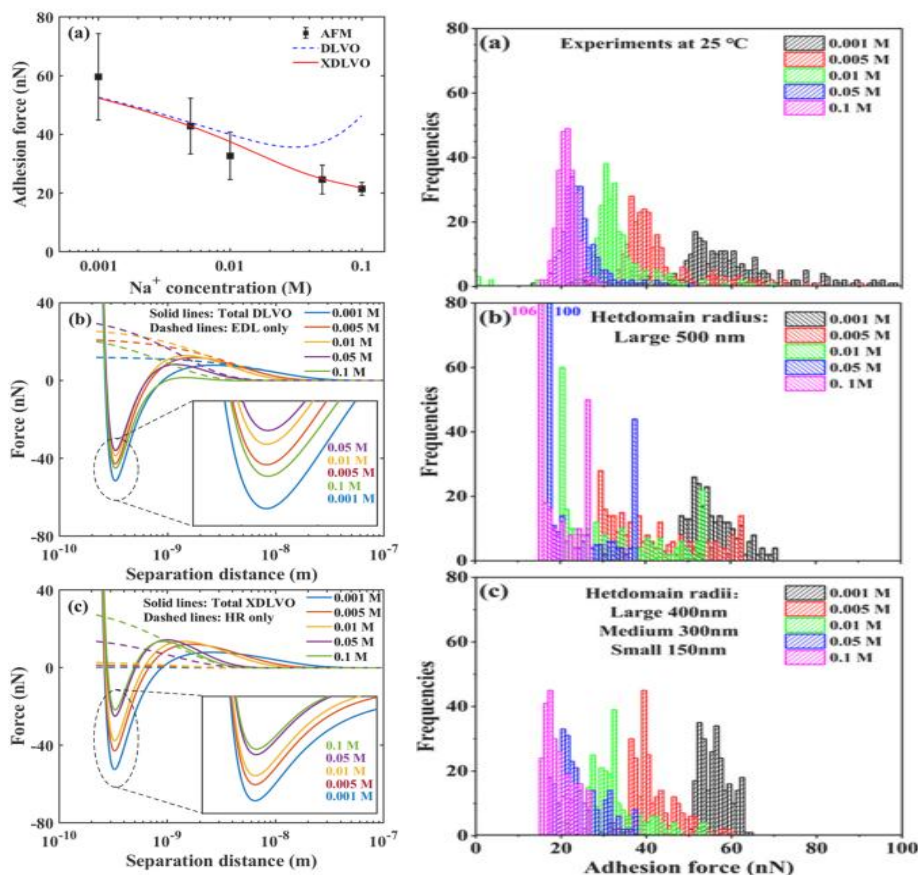


图 4 杨钰龙团队“胶体-表面粘附力的空间变异机制”研究成果截图

4.2 X 射线光电子能谱支撑北京化工大学孙晓明和李加展团队研究成果发表在 Applied Catalysis B: Environment and Energy 发表

北京化工大学孙晓明教授和李加展副教授团队通过将原子分散的 Pd 原子整合到 Cu 基质中，构建了 Cu-Pd 催化对。这种配对的 CuPd 催化剂在-0.3 至-0.9 V vs. RHE 的电位窗口内表现出超过 91%的氨法拉第效率 (FENH₃)，在-0.9 V 时的中性电解质中氨产率为 689.01 μmol h⁻¹ mgcat⁻¹，显著优于大多数报道的催化剂。

针对用户进一步理解 Pd 单原子与 Cu 基体之间相互作用的研究需求，分析中心能谱分析平台采用 X 射线光谱分别对 Cu 和 CuPd 催化剂的 Cu 2p 和 Pd 3d 轨道窄谱进行了测试分析。由于 Cu2p 谱图较为敏感，不能长时间被 X 射线辐照，为了获得真实准确的 Cu2p 谱图，本机组恰当调整谱图采集顺序，优先采集 Cu2p 谱图，且采集次数仅 3 次，最大限度降低 X 射线辐照引起的损伤。而 Pd 为单原子，含量极低，为了获得信噪比较好的 Pd3d 谱图，将 Pd3d

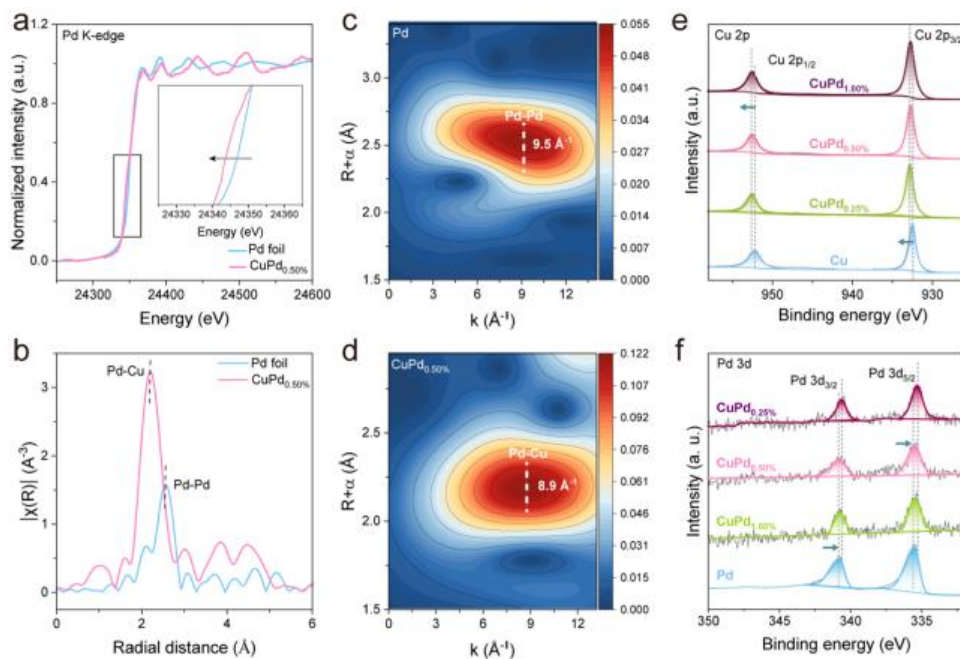


Fig. 2. Structural characterization analysis. a, b) Pd K-edge XANES (a) and Fourier-transform EXAFS (b) of CuPd_{0.50} % and Pd foil reference; the inset image of (a) is the enlarged spectra. c, d) Wavelet transforms for the k^2 -weighted EXAFS signals of (c) Pd foil reference and (d) CuPd_{0.50} % catalyst. e) XPS Cu 2p spectrum of Cu, CuPd_{0.25} %, CuPd_{0.50} %, and CuPd_{1.00} % catalysts. f) XPS Pd 3d spectrum of Pd, CuPd_{0.25} %, CuPd_{0.50} %, and CuPd_{1.00} % catalysts.

图 5 孙晓明教授和李加展副教授团队“Cu-Pd 催化对”研究成果截图

采集次数提高到 60 次。高分辨率 XPS 谱图显示，与纯 Cu 催化剂相比，CuPd 催化剂的 Cu 2p 结合能向更高能量方向移动，而 Pd 3d 结合能随 Pd 含量增加向更低能量方向移动，这为电子从 Cu 向 Pd 转移提供了有力证据。X 射线光电子能谱的测试表征为用户研究成果发表在 Applied Catalysis B: Environment and Energy 382 (2026) 126007 的发表提供了有力支撑。

4.3 有机分析平台支撑化工系刘振东、徐建鸿、陈晓团队研究成果发表

有机分析平台杨海军老师为清华大学化工系刘振东、徐建鸿、陈晓团队发表于 Journal of the American Chemical Society (IF 15.6) 的文章 Ultrafast Encapsulation of Bimetallic Nanoclusters into Zeolites: Linking Structural Features to Catalytic

Performance (doi.org/10.1021/jacs.5c15231) 提供了固体核磁技术支持。该工作提出一种超快原位封装双金属纳米团簇的通用方法，可构筑高效稳定的分子筛催化材料并展现优异催化性能。有机分析平台的固体核磁氢谱证实，双金属纳米团簇包覆后，存在不同类型的羟基物种，并观察到了这些物种的演变过程。

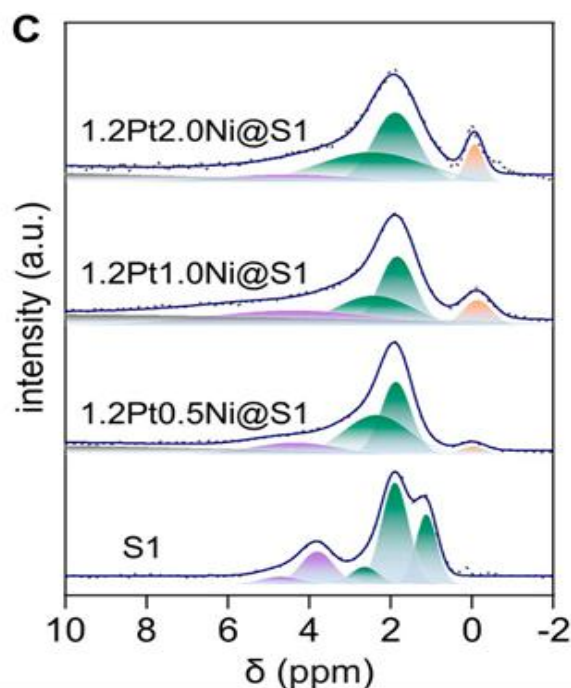


图 6 有机分析平台支撑的化工系刘振东、徐建鸿、陈晓团队研究成果

4.4 有机分析平台支撑北京科技大学李子富团队研究成果

有机分析平台曹波波为北京科技大学李子富教授团队发表在 *Nature Protocols* (IF 16) 的文章“Extracting and characterizing microplastics and nanoplastics from environmental samples” (doi.org/10.1038/s41596-025-01276-z) 提供了检测微纳塑料回收率的 O-PTIR 技术支持。该工作提出了一种抗干扰程度较高、高效、准确、可靠的分析流程，对环境监测、污染评估和国际标准制定具有重要意义，为全球微纳塑料研究提供了标准化方法学基础。在光谱技术联用的多尺度表征中，对于小于 500 μm 的微纳塑料，有机分析平台的 O-PTIR 体现出了更好的技术优势。

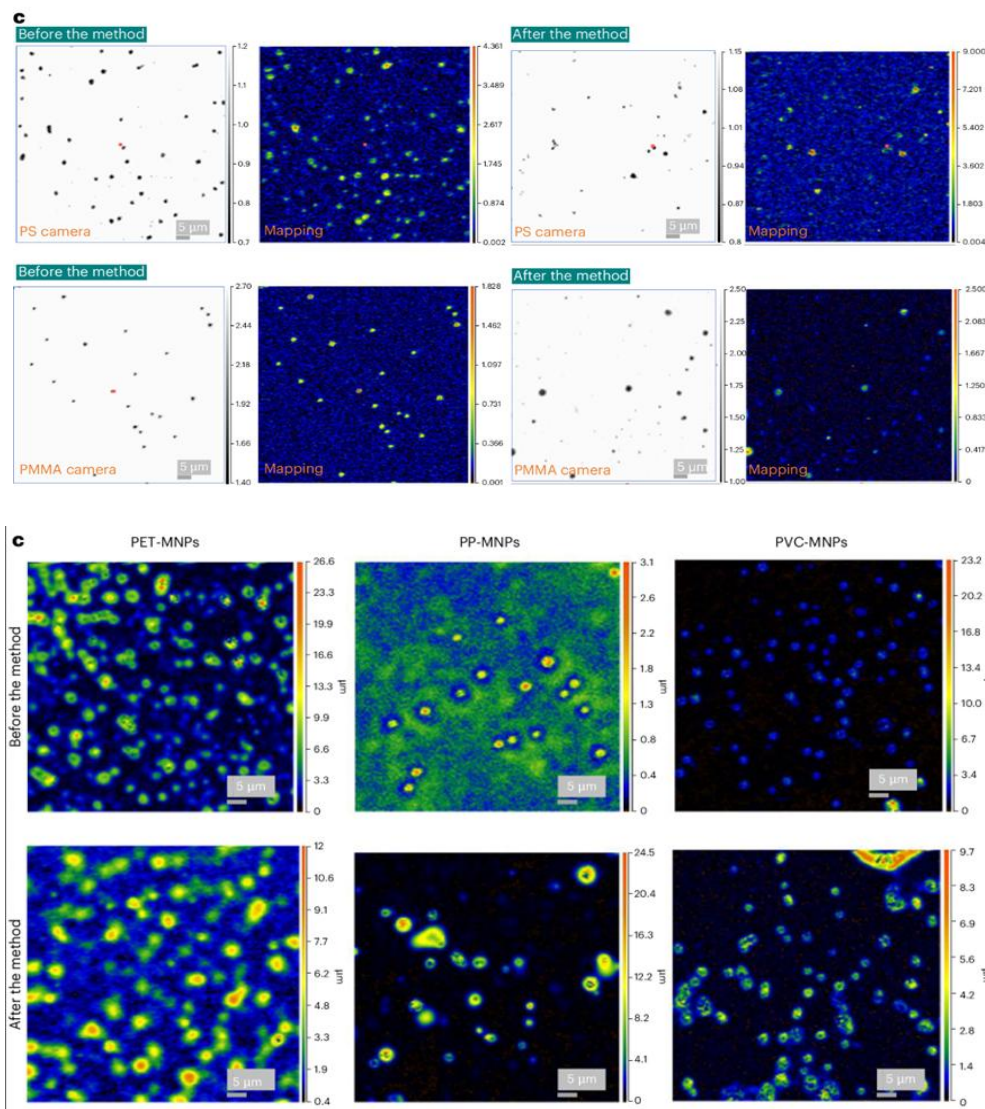


图 7 北京科技大学李子富教授团队研究成果截图

4.5 有机分析平台支撑清华大学化学系曹化强团队研究成果发表

有机分析平台为清华大学化学系曹化强教授团队发表于 *Materials Today* (IF 22) 的文章 *Carbon-spin-catalyzed selective oxidation of styrene* (doi.org/10.1016/j.mattod.2025.11.007) 提供了核磁和顺磁技术支持。该工作研究了通过自下而上方法合成的类石墨烯纳米网状催化剂对苯乙烯选择性催化氧化为苯甲醛的反应，详细阐述了氧气的引入与碳材料电子自旋的相互作用，从电子层面阐明了碳材料中普遍存在的自旋催化过程。有机分析平台的固体核磁技术为材料结构的确立提供了数据支持，连续波电子顺磁共振结合自旋捕获实验为反应中短寿命自由基物种的鉴别提供了实验依据，脉冲电子顺磁共振技术为自旋作用机制和自旋催化理论的阐明提供了有力支撑。

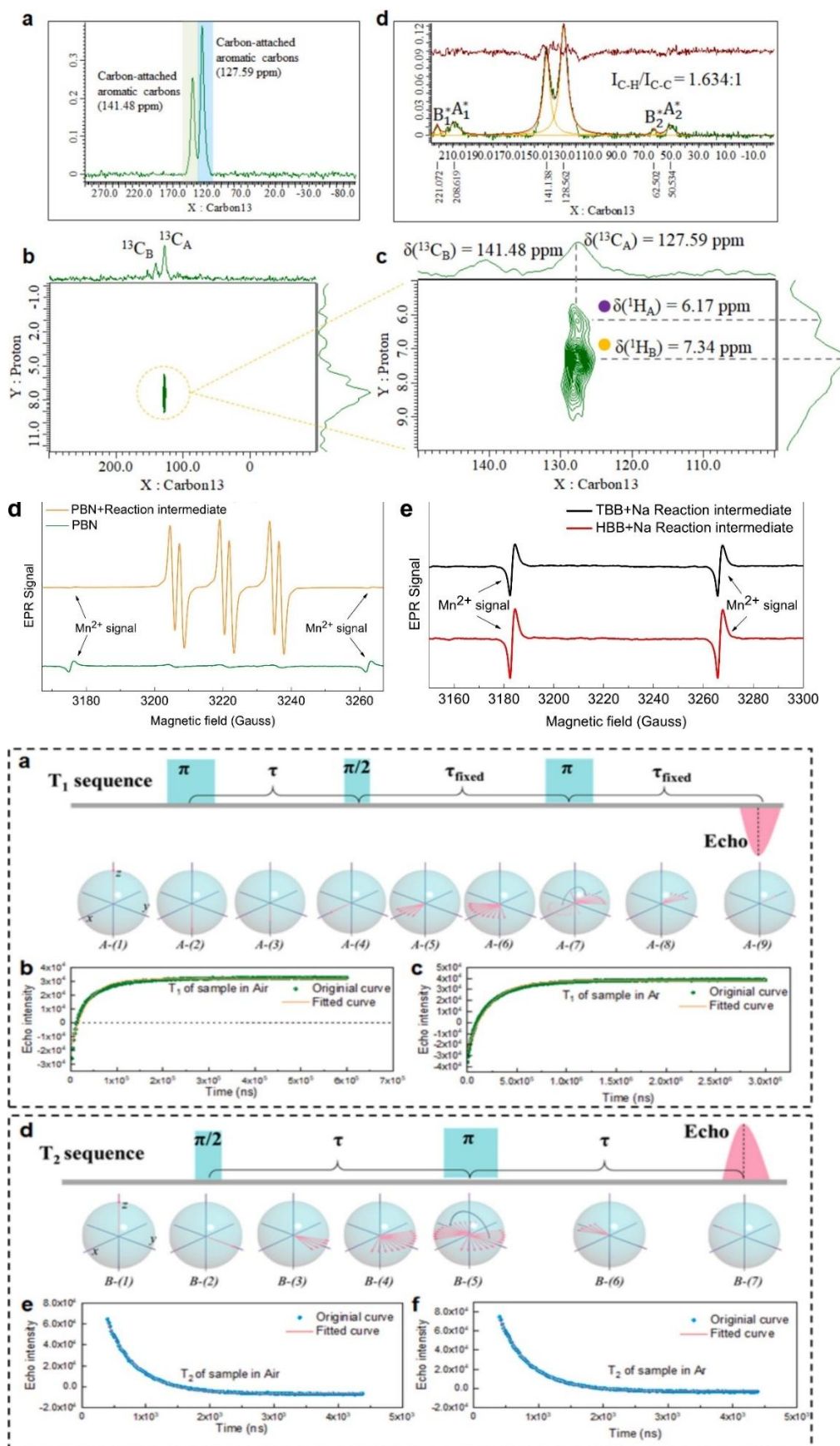


图 8 曹化强团队研究成果截图

4.6 有机分析平台与北京工业大学孙再成/刘弈畅团队、武汉大学雷爱文团队合作发表研究成果

有机分析平台与北京工业大学孙再成/刘弈畅团队、武汉大学雷爱文团队合作，发表论文 *Bespoke electrolytic cell for operando EPR tests: Revealing the formation and accurate structures of amino and phenolic radicals*，被 *Chemical Engineering Journal* (IF 15) 接收 (doi.org/10.1016/j.cej.2025.172246)。该工作成功设计并开发了 3D 打印的新型扁平池结构，用于原位电子顺磁共振波谱 (EPR) 测试。该扁平池可在 80 K–353 K 温度范围内使用，耐受 10 种以上常用有机溶剂和水，检出限与商品化石英扁平池相当，加工成本显著低于石英扁平池，与毛细管法相比检出限可降低一个数量级。

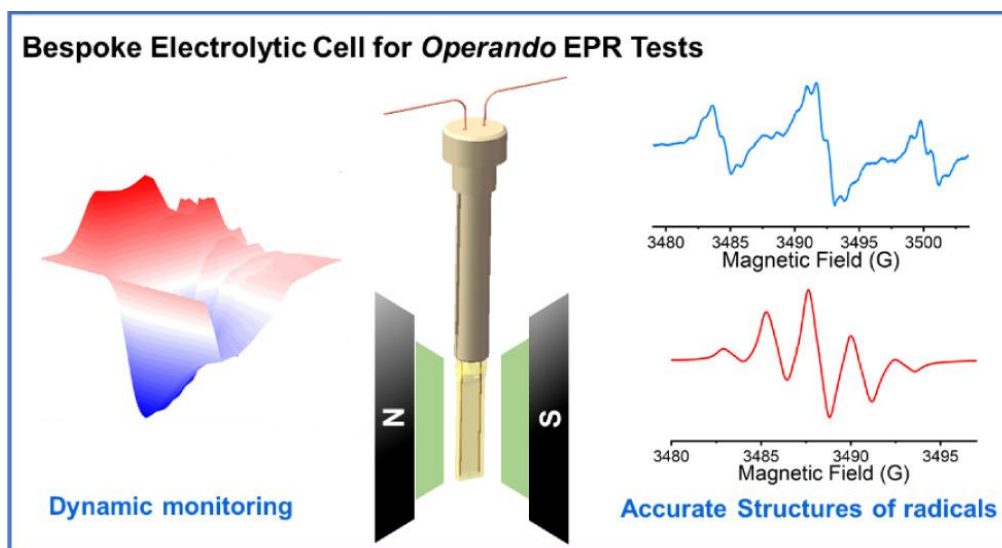


图 9 论文截图 doi.org/10.1016/j.cej.2025.172246

五、【DK 项目仪器安装情况】

5.1 高分辨 MALDI 质谱分子成像仪器安装

分析中心 DK 项目购置的高分辨 MALDI 质谱分子成像仪器 MRT 于 2025 年 12 月底在国强楼 B211 完成安装。该仪器是分析中心第一台有机质谱成像设备，无需任何化学标记即可对样品表面分子进行可视化成像分析，提供物质的空间分布精确信息和相对含量，在生命科学、化学生物、材料研发等领域具有广泛的应用前景。MRT 仪器具有高空间分辨率、超高质量分辨率、高准确度和高灵敏度的优越性能，质量数分辨率最高达 20 万，空间分辨率 10–200 微米可调，兼有 MALDI 和

DESI 双成像功能。

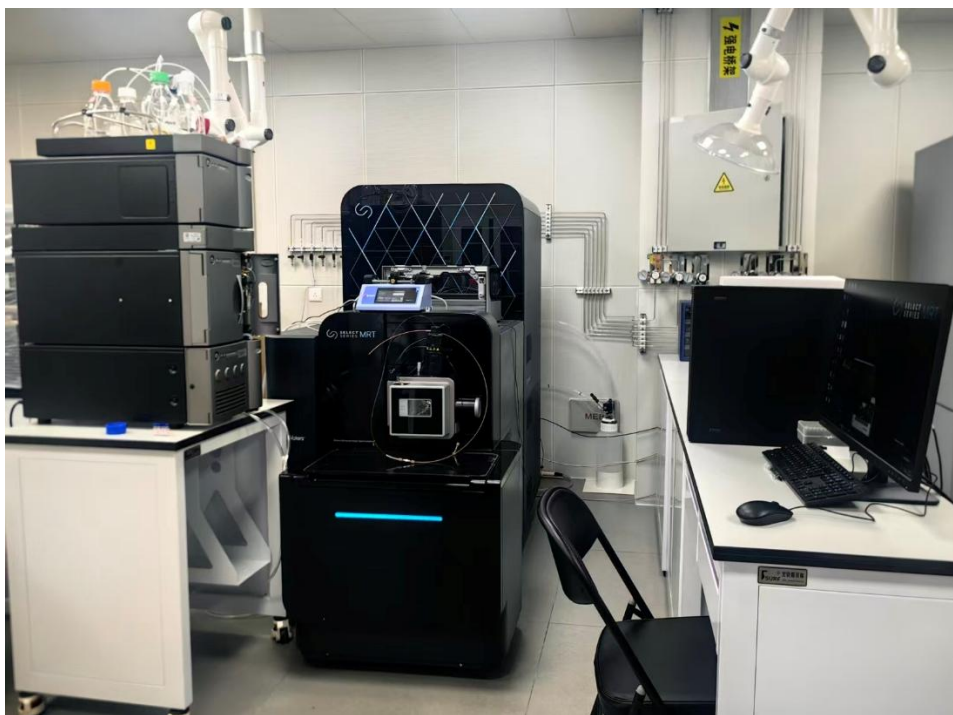


图 10 高分辨 MALDI 质谱分子成像仪器完成安装

六、【党群活动】

6.1 分析所党支部组织党员参加 2025 年秋季学期第二次全校党员集中培训

2025 年 12 月 11 日，清华大学党委面向全校党员组织开展 2025 年秋季学期第二次集中培训，重点围绕党的二十届四中全会精神开展全覆盖学习。化学系党委分析所党支部积极响应，组织全体党员以线上线下相结合的方式全程参加本次学习。

6.2 分析所党支部与中科院化学所活体分析化学党总支开展联学共建活动

为充分发挥党支部战斗堡垒作用，推动科研创新高质量发展，2025 年 12 月 31 日，分析所党支部与中科院化学所活体分析化学党总支开展联学共建活动，双方共 80 余名师生参加。这次共建活动在清华化学馆涌泉报告厅举行，由分析所党支部书记何彦教授主持。化学系张洪杰院士被邀请作题为“稀土功能材料的基础研究与应用”的专题报告。张洪杰院士系统阐述了稀土功能材料在国民经济多个领域的战略价值，重点介绍了其团队在相关基础研究方面取得的突破性进展，

并分享了我国在该领域产业化应用中的多项重要创新成果。他强调，我国在稀土领域取得的一系列世界领先的成就，离不开党对科技的全面领导与政治保障，希望老、中、青三代科研人员与青年学子共同努力，为建设科技强国贡献力量。在交流研讨环节，双方围绕党建与科研创新深度融合主题，结合各自研究方向，围绕推动多学科交叉、促进分析技术协同发展等议题展开讨论。



图 11 分析所党支部与中科院化学所活体分析化学党总支联学共建活动合影