

中国材料大会 2024
暨第二届世界材料大会
CMC 2024 & WMC 2024

July 8-11, 2024
Guangzhou, China

D28-双碳生态健康功能材料
D28-Dual-Carbon Ecological and
Healthy Functional Materials

Organized by

Chinese Materials Research Society

Website: <https://cmc2024.scimeeting.cn>

D28-双碳生态健康功能材料

分会主席：周科朝、魏秋平、徐浩、刘正乾

最终交流类型：主题报告

全氟化合物高效降解研究

刘敏*

中南大学物理与电子学院

全氟化合物 (PFCs) 是一类完全氟化的有机化合物, 具有极强的持久性、抗生物降解性、内分泌干扰性和免疫毒性, 引起了广泛的关注, 被列入了《新污染物治理行动方案》。PFCs 在许多国家的工业生产过程中都普遍存在, 如电解铝、氟化工、半导体加工及煤炭燃烧等过程。其中, 电解铝工业是 CF_4 主要的排放来源, 每年排放量约 8 万吨, 约占全社会排放的 60%。 CF_4 进入人体将对心血管系统产生一定的影响, 排放在大气中将引起严重的温室效应, 其温室效应值为二氧化碳的 7390 倍。然而, PFCs 由于 C-F 键能极高, 结构对称, 使得它具有很强的化学稳定性和热稳定性, 难以高效降解。因此, 如何实现 PFCs 气体污染物的高效稳定降解, 是大气污染治理亟待解决的关键科学难题。我们针对 PFCs 污染物分子高度对称, 非极性, 难以吸附的问题, 提出了电荷局域化策略, 通过构建正电荷聚集位点, 提升了 CF_4 在催化剂表面的吸附^[1]; 针对 PFCs 污染物 C-F 键能极高, 难以断键的问题, 开发了多位点协同策略, 通过质子酸与电荷局域化位点协同作用, 促进 C-F 键的拉伸与断裂, 实现了 CF_4 的高效完全降解^[2]; 针对催化剂与 F 结合力较强, 易 F 中毒的问题, 发展了质子酸基团原位生成策略, 促进活性位点的脱氟与再生, 实现了 CF_4 的高效稳定降解^[3]。

参考文献

- [1] H Zhang, T Luo, Y Long, Y Chen, J Fu, H Liu, J Hu, Z Lin, L Chai, M Liu, *Environ. Sci. Nano* 2022, 9, 954.
- [2] Y Chen, W Qu, T Luo, H Zhang, J Fu, H Li, C Liu, D Zhang, M Liu, *Proc. Nat. Acad. Sci.* 2023, 120, e2312480120.
- [3] H Zhang, T Luo, Y Chen, K Liu, H Li, E Pensa, J Fu, Z Lin, L Chai, E Cortés, M Liu, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2023, 62, e202305651.

最终交流类型：主题报告

非传统供电模式在二氧化铅电极制备与电催化降解中的应用

徐浩*

西安交通大学环境科学与工程系

电催化氧化技术作为一种典型的高级氧化技术，由于其去除效率高、操作简便、反应条件温和等特点，在有机物处理，尤其是难降解有机物处理方面具有良好的应用前景，阳极作为电催化氧化反应的核心会直接对目标污染物的降解效果产生影响。钛基体二氧化铅电极由于其出色的电催化性能、化学稳定性以及相对低廉的价格，在电催化氧化水处理中被广泛应用。

作为电化学技术的核心要素之一，供电模式一直以来是被人所忽视的因素。本研究以钛基体二氧化铅电极在制备和应用过程中的供电模式为研究目标，考察了非传统供电模式（线性衰减模式、线性增加模式）在电极制备中的应用，并利用制得的电极以脉冲供电模式和衰减供电模式进行有机物的电催化氧化降解。结果表明，非传统供电模式制备得到的电极在电化学性能、稳定性能以及降解性能等方面都较恒流模式电极有所提升，其中线性增加模式效果更优。

最终交流类型：邀请报告

电化学氧还原电极驱动水体中抗生素高效降解

周惠玲、陈洪*

南方科技大学环境科学与工程学院

以抗生素为代表的水体新污染物治理引起人们的广泛关注，传统水处理技术聚焦于以氧化化学试剂大力消耗为代表的高级氧化技术，其存在危化试剂消耗量大，成本高等缺点。本研究耦合高级氧化技术与芬顿活化技术，聚焦于氧还原与电芬顿电极材料的开发及器件设计，并展示其对医院废水以及天然水体中，抗生素原位降解效果与机制。有望实现低化学试剂、低成本的水体新污染物高效降解。

最终交流类型：邀请报告

利用催化膜实现“一站式”阻断抗生素抗性传播

王燕*

山东大学环境科学与工程学院

抗生素耐药性被认为是 21 世纪最重要的全球环境和健康问题之一，其传播控制已经列入国家行动计划。抗生素的过度使用和抗生素抗性基因（ARGs）的水平转移被认为是抗生素抗性在全球传播的主要原因。如何高效去除水体中抗生素和 ARGs 已成为研究热点问题。作为一直新型水处理材料，催化膜同时耦合膜分离和高级氧化过程，可以在过滤的同时产生活性氧组分（ROS），有望实现“一站式”阻断抗生素抗性的传播与扩散。

本研究利用具有不同晶型结构的 CeO_2 ，合成了两种 CeO_2 修饰碳纳米管电化学膜，分别标注为 $\text{CeO}_2\text{-Ar@CNT-EM}$ 和 $\text{CeO}_2\text{-O@CNT-EM}$ 。 $\text{CeO}_2\text{-Ar@CNT-EM}$ 表面的 CeO_2 主要暴露晶面为 $\{110\}$ 和 $\{111\}$ ，具有更多的弱结合氧（ O_{ad} ）和晶格氧（ O_{lat} ），氧空位（ O_{v} ）含量较高。 $\text{CeO}_2\text{-O@CNT-EM}$ 表面的 CeO_2 则为立方晶系的 cerianite 结构，其暴露晶面上的 O_{v} 含量较少。比较而言， $\text{CeO}_2\text{-Ar@CNT-EM}$ 的等效极化电阻更小，电位差也更低，表现出更优的电催化性能。

由于表面结构形貌的不同， $\text{CeO}_2\text{-Ar@CNT-EM}$ 和 $\text{CeO}_2\text{-O@CNT-EM}$ 耦合次氯酸钠消毒产生了不同的 ROS。 $\text{CeO}_2\text{-Ar@CNT-EM}$ 能够产生更多的 $^1\text{O}_2$ ，而 $\text{CeO}_2\text{-O@CNT-EM}$ 则产生更多的 $\cdot\text{OH}$ 。虽然 $\cdot\text{OH}$ 具有很强的氧化能力，可以快速降解水体中抗生素，但其难以突破细胞膜进入胞内，因此 $\text{CeO}_2\text{-O@CNT-EM}$ 耦合次氯酸钠消毒工艺中胞内 ARGs 的去除速率远低于抗生素，未能实现两者同步去除。由于 $^1\text{O}_2$ 具有选择性氧化特性，经过 $\text{CeO}_2\text{-Ar@CNT-EM}$ 耦合次氯酸钠消毒工艺处理，抗性微生物胞内 $^1\text{O}_2$ 浓度明显升高，进而增大了胞内 ARGs 的去除速率，实现了抗生素和 ARGs 的同步去除。

本研究的研究表明通过精确调控电催化膜结构形貌，我们有望开发出高效的水处理工艺，实现“一站式”阻断抗生素抗性的传播与扩散，为生态安全和健康安全提供理论支撑和技术方案。

最终交流类型：邀请报告

另辟蹊径脱氮：氨同化的新认识

薛罡*

东华大学环境科学与工程学院

摘要：针对污废水传统脱氮碳源需求量大、过程调控复杂的问题，基于实际工程中氨同化主导作用的发现，提出氨同化合成蛋白的新路径，分析了氨同化形成的 DO 等影响因素，论述了氨同化脱氮在工程中的应用方式，并指明其应用前景。

最终交流类型：主题报告

环境监测与精准医疗中的气敏功能薄膜材料

罗景庭*、陶然、李冲、付琛

深圳大学物理与光电工程学院

在近年来，随着工业化的深入推进和交通运输的快速增长，工业废气和车辆尾气中的主要成分显著地影响着环境质量。污染气体和有害气体检测对于保护环境、保障公共健康、促进可持续发展具有不可替代的作用。同时，随着气敏技术的不断进步，气体传感器的检测极限逐渐下探至 101 ppm 至 101 ppb 范围，为其在精准医疗领域的应用打开了新的视野，显示出巨大的潜力。通过对人体呼出气体中的特定成分进行精确检测，可实现便捷、低成本、有效的疾病诊断和慢性病监控。例如，无机气体如氨气和硫化氢在浓度上的异常增加可能预示着特定的健康问题，而挥发性有机化合物（VOCs），以丙酮和乙醇为代表，其存在的模式可作为疾病特异性的“指纹”被识别出来。因此，开发具有高特异性、高灵敏度、超限检测极限的气敏传感器，是具有重要意义的研究方向。

本报告采用低维材料涂覆薄膜对不同物理机制的换能器进行表面功能化，从而实现了对污染气体和人体呼出特征气体的高灵敏度快速检测。深入讨论金属氧化物/硫化物和 MXenes 等材料的纳米结构及其复合形成的异质结构所具有的独特电学性质、光学性质及增加的比表面积和表面活性位点对气敏传感器的性能影响；探究针对不同机制换能器，如半导体电阻式、声表面波、光纤型 SPR，低维材料的分散悬浮工艺、涂覆技术及涂覆后热处理过程（如干燥、烧结）对敏感薄膜的形成、结构、均匀性和性能的重要影响；提出有效提升气敏材料性能的技术路线，为开发高灵敏度、超低检测极限的气敏传感器奠定基础。

最终交流类型：邀请报告

聚吡咯甲烷分子结构调控及其对水中汞离子的特异性吸附

王桢钰、张爱京、郭子瑜、宋艳娜、冯江涛*

西安交通大学环境科学与工程系

聚吡咯甲烷是一种新型的导电聚合物材料，其不仅具有导电聚合物的结构和性能特性，还可以依据特定需求对分子结构及吸附活性位点进行定向调控。本研究针对水体中的汞离子污染，采用醛类材料与吡咯单体在酸催化条件下一步共聚制备出适用于汞离子吸附去除的聚吡咯甲烷材料，通过选择含有不同功能基团的醛类物质调控聚吡咯甲烷的分子结构及其微观形貌、比表面积、亲水性等物理化学性能，并进而调控其对水中汞离子的吸附特性。对材料的结构和物理化学进行表征，并对其吸附汞离子的性能和机理进行研究，结果表明引入含氧官能团能够明显提高聚吡咯甲烷的亲水性能。羧基和羟基的引入，极大地提高了聚吡咯甲烷的亲水性，特别是羟基的数量和在分子中的相对位置对聚吡咯甲烷的亲水性和汞离子的吸附性能具有非常明显提高。羟基越多，聚吡咯甲烷材料的亲水性越强，对水中汞离子的吸附速率和吸附容量也越大，初始吸附速率为 190 mg/g/min，最大的吸附容量可达 2678 mg/g。通过不同酸掺杂可以改变聚吡咯甲烷的物理化学性能，进一步提高其对汞离子的吸附性能，吸附容量提高到 3637 mg/g。获得的聚吡咯甲烷类材料对汞离子吸附的适用 pH 范围为 3~11。水中常见共存离子对吸附过程几乎没有影响，表现出对汞离子良好的选择吸附性能。同时，在重复吸附再生 20 次后，聚吡咯甲烷材料仍然对汞离子具有 98% 的吸附去除率，吸附性能稳定，并能在 20 min 之内将初始浓度为 10 mg/L 左右的汞离子浓度降低到 0.05 mg/L 以下，达到国家《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中关于汞离子排放的限制要求。聚吡咯甲烷材料对汞离子的特异性吸附主要归因于自身的分子结构特征和汞离子自身特性及其在水中赋存形式，这些因素导致了聚吡咯甲烷材料与汞离子之间产生较强的相互螯合作用，从而提高了聚吡咯甲烷对汞离子的特异吸附性能。本研究为新型重金属离子吸附材料的设计开发提供了一种新的思路和方法，并为重金属污染水体的修复提供了一种技术选择。

最终交流类型：邀请报告

铜基催化剂的微环境调控与二氧化碳电化学还原性能研究

孔春才*

西安交通大学物理学院

利用可再生能源进行二氧化碳电还原反应 (eCO_2RR) 有助于将 CO_2 转化为高附加值的燃料或化学品, 例如碳氢化合物 (如乙烯、甲烷) 和含氧化合物 (如甲酸、甲醇、乙醇)。然而, eCO_2RR 系统的规模化应用受到低电流密度、法拉第效率不足以及稳定性问题的限制。深入理解催化机理并设计和优化催化剂表界面性质至关重要。本报告通过对铜纳米催化剂的微结构设计和反应微环境调控, 提升 eCO_2RR 的多碳产物选择性。首先, 通过应变工程调控 Cu 催化剂的表面应力, 改变催化剂表面水分子吸附浓度, 从而提高 C-C 耦联几率, 实现了 C^{2+} 产物的高法拉第效率和显著的电流密度。其次, 采用原位电化学还原方法制备了具有蓄水池结构的枫叶铜 (PML-Cu) 催化剂, 优化了反应界面的局域微碱性环境, 在酸性介质中有效提升了 eCO_2RR 活性和 C^{2+} 产物选择性。这些进展为开发高效、高选择性的 Cu 基催化剂提供了新思路。

最终交流类型：邀请报告

缓释碳填料制备及脱氮性能研究

王宝山*、张兴祥

兰州交通大学环境与市政工程学院

近年来, 城镇生活污水处理厂尾水总氮超标已成为普遍存在的问题。由于传统生物处理过程中有机碳源供给的影响, 脱氮过程受到限制。玉米芯 (CC) 能作为固相缓释碳源和生物膜载体, 具备作为释碳反硝化材料的潜力。铁、锰作为地壳中的常见元素, 其铁氧化物 (Fe_3O_4) 和锰氧化物 (MnO_2) 具有吸附和氧化性, 基于铁、锰负载的固相碳源可催化硝化反硝化过程, 并提高对低 C/N 生活污水的生物脱氮处理效果。研究以玉米芯为核心释碳基材, 制备了 CC、CC-Fe、CC-Mn 和 CC-Fe&Mn 4 种不同缓释碳填料, 并应用于同步硝化反硝化过程。研究结果表明, 负载铁、锰的 CC 填料在静态硝化反硝化稳定期, 对 NO_3^- -N 的去除率均能达到 90% 以上, 对 NH_4^+ -N 的去除率均在 80% 以上, 其中, CC-Fe&Mn 填料对 NO_3^- -N 和 NH_4^+ -N 均实现了最好的去除效果, 最高去除率分别为 98.52% 和 85.12%。以玉米芯 (CC) 为基材、聚乙烯醇为粘结剂, 协同铁、锰复合氧化物催化, 可构建适应于长期脱氮的缓释碳源填料, 并能够实现 NO_3^- -N 和 NH_4^+ -N 的协同去除。

最终交流类型：口头报告

掺硼金刚石（BDD）在难降解有机废水处理中的应用

蔡群欢*

湖南新锋科技有限公司

掺硼金刚石(BDD)电极是通过化学气相沉积改性而成的薄膜电极材料，该材料具有高势窗、高析氧电位、催化活性高、耐酸碱耐腐蚀、稳定性高、寿命长等特点。基于这些理化性质，BDD 电极被广泛应用于工业废水处理领域、医疗健康、资源回收等领域。

本团队针对 BDD 电极制备的核心技术和关键装备开展了多年持续攻关，打破了国外设备与技术的多重封锁，首次实现了完全自主知识产权的高端 BDD 电极的工业化量产，并完成成套装备与核心技术的多轮迭代。基于工业化 BDD 电极集成的电化学模组设备，在石油化工、煤化工、医药、农药、垃圾渗滤液等领域均有成功的应用案例，该技术操作简单、效果稳定、无二次污染，尤其是针对高毒废水脱毒、难降解有机物深度处理，优势明显。在难降解的有机废水处理中，结合其他的废水处理工艺，BDD 具有广阔的应用前景。

D28-双碳生态健康功能材料

2024-07-10 星期三（上午）

广州白云国际会议中心：3 号楼-3411（4 层）

最终交流类型：主题报告

无碳铝电解惰性阳极技术最新发展趋势与研发进展

张雷*

中南大学粉末冶金研究院

针对现行碳素阳极铝冶炼的温室气体与氟化物排放，无碳排放铝电解技术是基于低温熔盐下惰性阳极材料的新型铝冶炼技术，是电解铝行业的根本性环保解决方案，其消除了传统铝冶炼过程中的所有直接温室气体，并在生产过程中释放氧气，是铝工业升级换代追求绿色发展的重要战略支撑。

本报告对无碳铝电解技术工业化试验研究及应用示范的最新发展趋势与进展进行了概述，涵盖金属陶瓷惰性阳极的低温电解与腐蚀抑制技术，大型金属陶瓷惰性阳极规模化制备技术，工业级惰性电极铝电解槽设计与运行三方面的内容。通过借鉴和吸收国内外惰性电极铝电解最新研究技术，制备铝电解试验所需惰性阳极材料，开发并形成具有自主知识产权金属陶瓷惰性阳极材料及其电解腐蚀试验评价方法，提出惰性阳极铝电解试验电解槽设计方案及试验实施方法，为持续开展金属陶瓷惰性阳极铝电解工业试验提供全面技术方案和材料支撑。

最终交流类型：邀请报告

节能型钛基金属氧化物电极材料制备及应用研究

陈步明*

昆明理工大学冶金与能源工程学院

随着能源转型与“双碳”战略的推进，全面推进节能降耗、绿色发展是促进有色金属工业高质量发展的关键措施和方向。针对传统铅合金在铜电积中存在寿命短、阴极铜品质低和槽电压高等诸多缺陷，开发新型节能电极对降低冶炼过程能耗和提升阴极品质具有重要现实意义。本文围绕铜电积用钛基 PbO_2 复合电极的制备技术和性能提升，系统研究了钛基体的预处理、中间层结构调控及 PbO_2 复合镀层等，开发了钛基体预处理短流程工艺技术，明确了中间层的结构特性和电子调控机制；采用脉冲电沉积新技术对活性层颗粒 Ti_4O_7 和 Ta_2O_5 共掺杂 PbO_2 进行了系统研究，重点研究了电沉积过程的关键技术参数对钛基 PbO_2 复合镀层电极的性能影响规律，阐释了固体颗粒对复合阳极的强化作用机制，并进行了该复合电极的工业化生产与规模应用。 Ti_4O_7 和 Ta_2O_5 共掺杂提高了复合 PbO_2 层的性能，在 $180 \text{ g/L H}_2\text{SO}_4$ （含 1 mol/L Cl^- ）的体系中，当施加电流密度 20000 A/m^2 强化腐蚀时，与直流电镀的 PbO_2 电极相比，脉冲电沉积制备的 $\text{Ti/Ta-Ti-RuO}_x/\beta\text{-PbO}_2\text{-Ti}_4\text{O}_7\text{-Ta}_2\text{O}_5$ 复合电极的寿命提高了 98.90%，显著延长了强化使用寿命达到 71.4 h。铜产品中 Pb 含量仅为 0.00024%，在节能降耗方面具有明显优势。

最终交流类型：邀请报告

铝电解炭基危废处理及其高价值资源回收

杨文杰

郑州大学材料科学与工程学院

铝电解槽的阳极、阴极及部分侧部内衬均由炭素材料构成，在电解槽运行周期内将产生大量阳极炭渣和废阴极残块，依据《国家危险废物名录（2021 年版）》该类物质均为危险废物，必须有效处理。而炭渣与废阴极中 50 wt%以上为 C，其余组分主要为冰晶石等电解质，具有良好的资源属性。考虑到废阴极与炭渣在结构、形态虽有差异，但均属于炭基材料范畴，且所含杂质成分类似，因此研发团队针对废阴极与炭渣的分选除杂、高值资源化等综合利用技术进行了多年的研究，开发了“基于靶向界面调控的铝电解炭基危废协同高值资源回收处理”的技术原型，并于实验室成功利用该技术产出了高纯碳粉、炭基吸附材料及石墨烯等产品。该技术较现有的危废处置技术具有分离效率高、产品纯度高、低碳环保等优点；不仅改变原料的危废属性，更赋予其高值化的经济属性。

最终交流类型：邀请报告

金属陶瓷惰性阳极材料的粉末冶金流变制造技术研究

熊慧文、张雷、周科朝*

中南大学粉末冶金研究院

铁酸镍基金属陶瓷具有良好的高温导电、耐腐蚀和抗热震性能，是无碳铝电解惰性阳极关键材料。T 型惰性阳极具有均电流密度分布、大工作底面和易于电连接的优点，呈现大型复杂曲面结构特征，对粉末冶金制造带来重大挑战。本项目基于高浸润粘结剂物料的流动充模与致密化规律，提出粉末冶金流变成形技术，以高能活化-混合造粒-预烧结法调控球形复合粉末颗粒级配与物化特性，探究物料流变性能、成形工艺参数对大坯件宏微观组织与脱脂连通孔结构的影响机制，形成具有高临界脱脂厚度的粘结剂分布形态构建方法；采用可控氧分压气压烧结技术制备了相对密度达 97.2%的大尺寸金属陶瓷惰性阳极材料，为粉末冶金流变成形大型复杂构件的形性调控提供理论和实验依据。

最终交流类型：邀请报告

载体表面改性强化厌氧氨氧化的探索

刘泽湘、张健*

广西大学轻工与食品工程学院

厌氧氨氧化（Anammox）技术在去除水体氮污染物方面展现出巨大潜力。厌氧氨氧化反应器启动周期较长，是制约技术快速推广的瓶颈之一。本研究通过简单可控的浸渍法制备了负载了纳米零价铁（nZVI）和沸石的复合载体（nZVI@Z-PU），并对其表面进行了有利于微生物吸附的调控，以加速 Anammox 工艺的启动。实验结果显示，调控后的复合载体表现出正电性和亲水性，且表面粗糙度增加，使其对微生物的吸附能力提高了 8.7 倍。沸石赋予复合载体 4.50 mg/g 的氨氮吸附能力，在载体表面形成富氨环境，有效抑制了亚硝酸盐氧化细菌（NOB）。添加该复合载体的移动床生物膜反应器快速表现出了低浓度氨氮下的 Anammox 活性，实现了 91% 的氨氮去除率和 81% 的总氮去除率。同时，nZVI 的负载提升了 Anammox 菌（AnAOB）的活性，整个实验过程中，AnAOB 对 nZVI 修饰的复合载体表现出显著的生态位偏好。通过富集微生物、抑制 NOB 和提升 AnAOB 活性，复合载体显著加速了 Anammox 工艺的启动，这对稳定实施 Anammox 工艺的规模化应用具有重要意义。

最终交流类型：邀请报告

防微杜渐——基于 2.5 维阳极的电化学高温氧化降解微塑料研究

邵丹*

陕西科技大学材料科学与工程学院

新污染物治理是我国基础研究和科技创新的重点领域。微塑料 (MPs) 是典型的新污染物，积极应对微塑料污染关乎人民健康，也事关我国生态文明建设和高质量发展。相较于传统物理、化学及生物处理技术，电化学氧化技术在处理 MPs 水污染方面具有绿色可控、快速高效等优势。然而，与其他氧化技术类似，MPs 在降解过程中不可避免会发生破碎现象或尺寸逐渐减小，产生危害性更大的纳塑料 (NPs)。因此，本研究利用电化学氧化水处理过程中阳极-溶液界面温度远高于本体溶液的特点（界面焦耳热效应），专门开发了“焦耳热辅助电化学降解”策略。该策略令 MPs 接触高温阳极，使其发生软化乃至熔融，一方面实现了 MPs 与阳极的直接电子转移，另一方面最大程度利用了阳极上产生的短寿命活性物质。该策略不仅能够加快 MPs 降解速度，而且能够抑制 NPs 的产生。本研究在该策略指导下制备多种高效阳极材料（包括结构组成灵活可调的 2.5 维阳极）并搭建专用反应器，综合考察不同条件下多种典型 MPs 的处理效果，并通过多物理场模拟和阳极性能表征解释实验结果，总结不同条件下各类 MPs 的电化学氧化降解机制，为实际微塑料治理提供理论依据和技术支持。

最终交流类型：邀请报告

基于共轭聚合物的贵金属靶向资源化机制研究

石慧*

南昌航空大学环境与化学工程学院

贵金属回收利用是保障国家金属资源供应安全与环境经济可持续发展的战略需求，与贵金属离子匹配的吸附材料体系构建是实现贵金属废水处理协同资源化的关键。然而，吸附剂与吸附质之间难以形成特异性相互作用严重阻碍了这一目标的实现。报告主要介绍近年来在废水贵金属靶向吸附材料设计与性能方面的研究进展。通过充分挖掘贵金属吸附质赋存特性，创新性设计共轭微孔聚合物构建特异性 $\pi^{\delta+}-\pi^{\delta-}$ 相互作用实现了废水贵金属靶向捕获，并系统探究了共轭微孔聚合物对贵金属的吸附特征与选择性作用机制；在此基础上，利用 $\pi^{\delta+}-\pi^{\delta-}$ 相互作用及还原能力差异，成功从钨/金双金属混合体系中选择性吸附 AuCl_3 ，突破了性质相似贵金属元素难以定向分离的瓶颈。此外，开发了兼具高截留率-水通量及良好抗污染性能的吸附-还原多功能共轭聚合物膜，成功应用于含银废水处理。以上研究为含贵金属废水处理与资源化提供了新思路。

最终交流类型：邀请报告

揭示多功能、清洁高效 Fe 电极电 Fenton 氧化协同原位电凝聚去除难降解有机物的机制

徐涛*、刘康

中南林业科技大学化学与化工学院

本研究揭示了无 pH 干预的 Fe 电极电芬顿 (EF) 转变电凝聚 (EC) 过程中经常被忽视的演变机制。通过使用影响因素实验和响应面方法 (RSM)，对在相同研究水平下的 EC、EF (恒定 $\text{pH} = 3$) 和电催化氧化 (EO) 过程的能效进行了全面评估。还探究了 EF-EC 系统对难降解有机物多功能清洁和高效去除的机理。结果表明，当 $c(\text{RhB}) = 100 \text{ mg/L}$ ， $c(\text{NaCl}) = 100 \text{ mg/L}$ ， $j = 30 \text{ A} \cdot \text{m}^{-2}$ ， $\text{pH} = 3$ ， $t = 60 \text{ min}$ 时，RhB 的去除效率 ($Re(\text{RhB})$) 为 96.39%。EF-EC 系统增加了 pH 应用范围，并可以有效地去除染料有机物，而不会形成有毒中间产物。克服了 EC 过程去除效率低、EF 过程电极消耗大 (污泥量大) 和 EO 过程电流效率低的问题。自由基清除剂测试表明 EF-EC 系统中存在 $\cdot\text{OH}$ 。随着 pH 的增加， $\cdot\text{OH}$ 降解了大量的难降解有机物，溶液中铁物种的形式从单体物种变为过渡性寡聚体物种和多核物种。纳米铁溶胶表现出对中间体的最高吸附能力，导致 Sol/Gel 的形成，最终形成沉淀。XRD 和 EDS 分析表明形成的铁氧化物主要是 Fe_2O_3 和 $\alpha\text{-FeOOH}$ 。DFT 计算和 LC-MS 分析表明 RhB 的降解主要包括脱乙基化、脱氨基化 (脱色)、降解、开环和矿化反应。本研究的结果为环境电化学修复领域的相关研究提供了宝贵的参考。

最终交流类型：邀请报告

微纳结构惰性阳极材料电化学氧化去除抗生素类新污染物

满帅帅*

江南大学

抗生素类新污染物残留会对环境生态系统产生巨大威胁，电化学氧化技术可绿色、高效、彻底去除抗生素及抗性基因，因而备受关注。 Sb-SnO_2 电极析氧电位值高且成本低廉，但亟需解决其活性短板。基于此，采用水热法对催化层进行微纳结构设计，可显著提升电极电化学活性面积及活性位点数目。其中，纳米花状 Sb-SnO_2 电极比表面积值可达 $34.62 \text{ m}^2/\text{g}$ ，远高于传统二维平面 Ti/Sb-SnO_2 电极 ($< 0.1 \text{ m}^2/\text{g}$)。稀土元素 Nd 掺杂后，可进一步缩小电极晶粒尺寸，将比表面积提升至 $44.77 \text{ m}^2/\text{g}$ 。电极导电性、析氧电位值，自由基产生能力等也得到明显提升，因而所得 Nd-Sb-SnO_2 电极可实现对诺氟沙星的高效矿化与脱毒，展现出良好应用前景。

D28-双碳生态健康功能材料

2024-07-10 星期三（下午）

广州白云国际会议中心：3 号楼-3411（4 层）

最终交流类型：口头报告

基于 MOFs 及其衍生物的痕量甲醛气体传感器制备

朱蕾、王嘉楠、张佳欣、徐浩、刘建伟、延卫*

西安交通大学能源与动力学院

甲醛是一种无色有刺激性气味的气体，被世界卫生组织国家癌症研究机构列为一级致癌物，长期、低浓度接触甲醛会引发头痛、感觉障碍和免疫力降低等导致人体健康损害，因此，研发一种操作简单且可靠的新型痕量甲醛气体传感器，构建可实时检测室内痕量甲醛污染物的监测平台，对解决室内空气污染问题和保护公众健康具有重要的实用价值[1-2]。目前，基于金属氧化物半导体（MOSs）电阻式气体传感器因具有易操作、灵敏度高、成本低和实时检测等优点，是使用最为广泛的一类气体传感器。然而，受限于金属氧化物半导体敏感材料较低的表面化学能和电子特性，其气敏性能（灵敏度、检测限及选择性等）仍需进一步提高以满足商业需求。金属有机骨架化合物(MOFs)因其具有结构多样性、大比表面积、可控的孔径/几何形状以及主客体相互作用等特性，为气体传感反应提供更多的反应活性位点，有利于气体传感性能的提高优化[3-4]。本研究以开发高性能的甲醛气体传感器为导向，利用静电纺丝技术联用不同后续处理技术，开发出一系列基于 MOFs 及其衍生物改性的金属氧化物（SnO₂, In₂O₃ 等）气体传感器用于室内环境甲醛检测，分析其气敏性能，通过不同表征手段探究其增敏机制。制备的 MOFs 及其衍生物的新型甲醛气体传感器可实现对 ppb 级痕量甲醛气体的高灵敏度检测，且具备快速响应恢复时间，开发了一款甲醛云检测装置可实现对甲醛气体的实时可视检测。该研究为室内痕量甲醛气体传感器的制备提供新的研究思路。

最终交流类型：口头报告

大尺寸高质量半导体级金刚石生长机理及装备研制

彭国令*

中南大学材料科学与工程学院

金刚石材料具有高硬度、宽光谱光学透过率、宽禁带宽度、高热导率、高载流子迁移率、高稳定性的优异性质，可应用于精密加工、光学窗口、热沉、半导体器件、量子信息等领域，被誉为“战略性先进半导体材料”。微波等离子体化学气相沉积（MPCVD）法具有生长面积大、生长质量优异、设备稳定性好、无污染等优点，可以生长工具级、热沉级、光学级、半导体级、量子级全领域的金刚石产品，是目前能够制备大面积、高质量金刚石最优的方法。然而，我国在大尺寸高质量半导体级 MPCVD 金刚石材料制备及其装备研制方面，与国外相比仍存在较大的差距。2022 年 8 月，美国宣布升级超宽禁带半导体材料等技术出口限制，以金刚石为代表的宽禁带半导体材料赫然在列。在国家竞争激烈、市场需求迫切的环境下，对半导体级金刚石系统的生长机理及其装备研制开展系统研究，实现半导体级金刚石制备技术及其装备的自主可控极为关键。

最终交流类型：口头报告

颗粒 BDD 基三维曝气电化学反应系统的构建及其降解机制

吴浩、梁浩琪、蒋鸾、邓泽军、魏秋平*

中南大学材料科学与工程学院

首次提出并制备了硼掺杂金刚石颗粒（G-BDD）电极，构建了三维曝气（3D+Air）电化学反应体系，3D+Air 体系对有机物污染物孔雀石绿（MG）的去除率从传统平板二维体系（2D）的 45.9% 提高到 89.5%，能耗降低 91.6%，延长降解时间至 60 min，去除率超过 99.0%。MG 在 3D+Air 体系中的降解是以 G-BDD 的吸附、直接氧化和再吸附不断富集 MG，并通过曝气提高活性氧物种（ROS）产量和扰动液流增强传质协同完成。曝气引入的 O_2 在接受电子后生成 $\cdot O_2^-$ 并释放，通过直接电子转移或与 $\cdot OH$ 反应生成 1O_2 。同时，3D+Air 体系中的 G-BDD 电极能够将水氧化为 $\cdot OH$ ，进一步促进 MG 的降解。此外，3D+Air 体系具有可重复性和稳定性，G-BDD 电极具有超长寿命。本研究为有机污染物废水的处理提供一种低能耗、高稳定和长寿命的新型方法。

最终交流类型：口头报告

掺硼金刚石电极结构异质性与电化学反应的第一性原理研究

袁罡、邓泽军*、魏秋平*

中南大学材料科学与工程学院

掺硼金刚石(BDD)电极具有化学稳定性好、析氧电位高、电化学窗口宽等优势，在污水处理、电化学分析、生物传感检测等领域具有广泛的应用前景。其中，多晶BDD电极表面的结构异质性对其电化学反应具有显著影响。然而，目前对于BDD表面构型与本征性质的认识仍不够深入，特别是其结构异质性与电化学反应间的关系尚不明晰。本文基于第一性原理计算方法，阐明了硼掺杂浓度对BDD表面结构与本征电子性质的影响机理，并揭示了晶面取向与端基修饰等结构异质性因子对表面电荷转移、水分子吸附等电化学反应的作用机制。结果表明，替位式硼原子在金刚石(100)面内的形成能较低，但在(111)面的分布较为均匀。能带结构显示，硼原子的掺杂浓度、掺杂位点均对BDD表面结构稳定性与电子性质的影响较大。此外，B-O间较强的轨道杂化作用有效地增强了BDD表面对水分子的吸附作用。本文从原子与分子水平出发，为BDD电极表面异质性及电化学反应提供了全新的信息，有助于进一步拓展BDD电极的高效电化学反应应用。

最终交流类型：口头报告

铝电解惰性阳极材料技术研究进展

何勇、张雷*

中南大学粉末冶金研究院

惰性阳极铝电解技术是未来铝工业持续低碳化发展并实现碳中和目标的关键技术，近年来，惰性阳极材料的研究取得了长足进展，为其工业化应用的突破性进展创造了条件。本文通过综述铝电解惰性阳极材料近期研究进展，重点关注合金阳极表面耐蚀层的生长机制、金属陶瓷组成与结构优化以及阳极材料综合性能提升等研究方向，系统对比了现有惰性阳极材料的导电性及耐蚀性能，并对其未来发展趋势做出展望。

最终交流类型：口头报告

利用高填充 POM 基喂料的 NiFe_2O_4 基金属陶瓷挤出打印成型

陈梦熊、易中怀、沈庭、熊慧文*、张雷、周科朝

中南大学粉末冶金研究院

NiFe_2O_4 基金属陶瓷具有耐腐蚀，高温导电性等优势，有望能作为无碳铝电解惰性阳极材料。我们采用有限元分析，设计了电流密度分布均匀的 T 型阳极结构，并通过挤出式 3D 打印的方法成型。通过将粉末与聚甲醛基粘结剂混合制得喂料，以熔融沉积的形式制备生坯，经脱脂烧结后得到成品。我们研究了喂料固相含量以及打印路径对生坯、烧结样品的微观组织形貌以及力学性能的影响，并成功制备了重量超过 1.3 kg 的 T 型阳极样品。

最终交流类型：口头报告

缺陷型 p 区金属基敏感材料的制备及其重金属离子电化学传感性能研究

何焱、梁浩琪、王润、邓泽军、魏秋平*

中南大学材料科学与工程学院

重金属离子 Pb^{2+} 、 Cd^{2+} 和 Hg^{2+} (HMI) 等离子因不能生物降解而直接在生物体器官中富集，会对人类和其他生物体健康造成严重损害。当前快速发展的电化学检测技术是基于电活性敏感物质修饰电极的检测，主要涉及到了敏感材料的化学识别和液/固界面的电荷传输过程，可应用于自然界水质中痕量级 HMI 的高效分析。在所报道的敏感材料中，过渡金属氧化物 (TMOs) 具有高效比表面积和丰富可调谐的表面化学性质，被认为是理想的电化学传感材料。然而，TMOs 固有不足的电化学活性和差的导电性导致了其不理想的选择性；此外，针对于 TMOs 应用于 HMI 电化学传感过程中的传感机制仍不清晰。上述问题均极大限制了 TMOs 作为高性能敏感材料的构建与商业化应用。本报告主要以 p 区金属 (Bi 和 Sn) 为基础，通过缺陷工程、多活性中心、吸附性增强等表界面微环境的调控策略开发了 p 区金属基敏感材料，并进行了其 HMI 的传感性能与可能机理探究。

最终交流类型：口头报告

掺硼金刚石（BDD）基四重耦合氧化体系通过非自由基与自由基去除难降解有机污染物的协同效应

蒋鸾、吴浩、邓泽军、魏秋平*

中南大学材料科学与工程学院

掺硼金刚石(BDD)基电化学高级氧化工艺(EAOPs)在处理难降解有机污染物方面具有独特的优势。然而, 仅靠电化学氧化(EO)工艺无法在低能耗下实现有机污染物的高效去除。本报告首次提出基于 BDD 的四重耦合体系(+)BDD|PMS+CoAl₂O₄+Air|GF(-), 其充分耦合电化学氧化、过氧单硫酸盐(PMS)活化、铝酸钴 (CoAl₂O₄) 催化和类电芬顿(electro-Fenton-like)过程, 通过产生非自由基(¹O₂)和活性自由基(O₂·⁻、SO₄·⁻、·OH)协同降解四环素(TC)。在该耦合体系中, CoAl₂O₄ 粒子可在电场作用下被极化成粒子电极, 通过均相和非均相途径促进 PMS 活化形成活性自由基; 同时, 阴极曝气是类电芬顿工艺的关键, 也是非自由基 ¹O₂ 的重要来源。利用协同效应, 耦合系统去除 TC 的准一阶动力学常数 k 值为 $0.52 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$, 是 EO 工艺的 5.5 倍, 能耗仅为 EO 系统的六分之一。重复实验表明所提出的耦合系统具有长期稳定性和实际应用潜力。本工作中四耦合系统的构建为 EAOPs 耦合工艺处理难降解有机污染物提供了一种新颖的解决方案。

最终交流类型：口头报告

球形颗粒制备厚壁 NiFe_2O_4 基金属陶瓷部件的催化脱脂行为

付杨*

中南大学粉末冶金研究院

无碳铝电解是未来铝工业实现低碳发展和碳中和的关键，具有良好的耐腐蚀性和高温导电性，是惰性阳极的潜在候选者。粉末冶金流变制造可实现 10kg 级复杂粉末冶金构件的近净成形，构件表面精度高。然而惰性阳极大尺寸构件的壁厚 $> 20\text{mm}$ ，需要优化微米级陶瓷粉末的脱脂通道，进行粉体球化预处理。我们采用球化的粉末，将其与聚甲醛基粘结剂制备成喂料，通过粉末冶金流变压制的方法制备了复杂形状的 NiFe_2O_4 基金属陶瓷金属陶瓷。研究了使用球化的粉末压制的生坯中的脱脂通道，并与非球化粉末制备的样品的脱脂速率进行比较。研究结果表明，使用球化的粉末能大大提升催化脱脂样品的脱脂厚度和脱脂效率。

最终交流类型：口头报告

厌氧颗粒污泥反应器对植物多酚胁迫的响应：絮体解体和微生物抑制

罗杰德、毕士林、张健*

广西大学

植物多酚是木材加工、制药和皮革行业废水厌氧处理的潜在抑制剂。本研究选择单宁酸 (TA) 作为模型化合物，以评估植物多酚在模拟废水中的抑制作用。分别以葡萄糖和醋酸钠为碳底物，研究了单宁酸对产甲烷活性、污泥形态和微生物群落的影响。结果表明，TA 的阈值浓度超过 1500 mg-L^{-1} ，就会明显抑制甲烷生成和挥发性脂肪酸 (VFAs) 的积累。此外，TA 的添加使颗粒内部胞外聚合物 (EPS) 发生变化和出水中絮状物增加。在面对 TA 的胁迫时，以醋酸钠为底物的厌氧颗粒污泥 (AnGS) 比以葡萄糖为底物的厌氧颗粒污泥 (AnGS) 更敏感。颗粒污泥中 *mcrA* 基因的浓度在 TA 胁迫下明显下降，直接证明了高浓度 TA 会抑制特定基因的表达。这项研究详细说明了 TA 胁迫对甲烷生产、微生物群落和颗粒完整性的不利影响，加深了我们对废水中所含植物多酚厌氧处理的理解。

最终交流类型：口头报告

BDD 微电极电化学检测尿酸性能研究

于睿智、邓泽军、魏秋平*

中南大学粉末冶金研究院

尿酸作为人体嘌呤代谢的最终产物，是引起痛风和高血酸症的主要生物物质，目前对于人体尿酸的检测方式主要通过侵入式一次性检测，不利于实时监测人体内尿酸浓度变化，同时药物的副作用不利于疾病的长期管理。在本工作中，我们通过在商业 BDD 颗粒表面再生长一层 BDD 薄膜的方法制备了一种无修饰的颗粒 BDD 微电极，相较于 BDD 平板电极其具有更高的电子转移速率和电流密度，通过差分脉冲伏安法 (DPV) 在磷酸盐缓冲液中对尿酸检测，5-500 μM 范围内均具有良好的线性关系，其检测限为 0.77 μM ，灵敏度为 4.08 $\mu\text{A } \mu\text{M}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$ ，在人造汗液中实现了尿酸的精准灵敏检测。BDD 微电极的颗粒结构不仅提升了电极的电流密度，并且具有良好的稳定性，BDD 微电极在大气环境下可以至少保持 180 天的信号稳定，对于检测中的吸附在人造尿液和牛血清蛋白的环境中均可以分别通过去离子水清洁和电极活化的方式进行信号恢复。BDD 微电极的提出为实现非侵入式微量汗液检测尿酸提供了可行性，对痛风等疾病的长期疾病管理提供了解决方案。

最终交流类型：口头报告

制浆废水中木质素衍生物减少甲烷产生：抑制游离水解酶

谢立、雷谨旭、张健*

广西大学轻工与食品工程学院

制浆过程中产生的木质素衍生物可能是导致厌氧反应器在处理制浆废水过程中性能不佳的原因。然而，这些衍生物产生影响的确切机制仍不清楚。本研究利用腐植酸 (HAs) 模拟了木质素衍生物对厌氧颗粒污泥 (AnGS) 的影响。与絮凝结合和颗粒结合过程中存在的酶相比，腐植酸阻碍了未水解底物向甲烷的转化，并导致游离酶大量失活。此外，钙离子有助于保持污泥结构的完整性。因此，使用木质素衍生物抑制胞外酶会延迟未水解底物的甲烷化，从而导致 AnGS 反应器内的生物量因污泥解体和生物量损失而减少。这项研究为调查木质素衍生物在使用厌氧颗粒污泥床反应器处理制浆废水时产生的持久性风险提供了参考。

最终交流类型：口头报告

基于抗结垢阴极的电化学水软化技术实用性研究

王威龙、于洪涛*

大连理工大学环境学院

海水、海产循环养殖水、工业循环冷却水等含盐水中的钙、镁离子的含量均相对较高。钙、镁离子是组成水垢的主要成分，浓度过高会产生不利影响。例如浓度过高的钙、镁离子与水中的碳酸盐、硫酸盐等阴离子结合形成水垢，对管道等设施造成严重危害。工业上常用阻垢剂法、石灰软化法等额外添加化学药剂的方法去除含盐水中硬度。电化学水软化技术是化学软化的升级方法，由于其具有维护操作方便、环境兼容性好、避免添加任何化学物质、运行成本低等优势而受到广泛的关注。然而电化学水软化技术在实际工业应用中存在着阴极结垢问题。对此，本研究提出两种策略：一、加速 OH⁻扩散传质，强化均相成核过程；二、研发晶体自动脱落的抗结垢阴极。均相成核技术与晶体自动脱落技术的结合实现了电化学装置在高盐水中的连续稳定运行。针对本技术开发了三套电化学反应器，处理能力均达到 100 L/h。此外，本研究还实现了将高盐水中钙、镁离子进行资源化回收，生成高纯度的碳酸钙和氢氧化镁，此过程可额外吸收二氧化碳废气，做到了使含盐水资源化的同时符合国家“双碳”战略。

最终交流类型：口头报告

沸石和零价铁对聚氨酯海绵表面改性促进短程硝化作用

李科林、刘泽湘、张健*

广西大学轻工与食品工程学院

部分硝化-厌氧氨氧化法 (PN-A) 是一种经济有效、环保、高效的去除水中氨 (NH_4^+-N) 污染物的方法。然而, 亚硝酸盐 (NO_2^--N) 的有限积累是 PN-A 过程发展的瓶颈。为了解决这一问题, 本研究开发了一种装载纳米零价铁 (nZVI) 和沸石的复合载体, 以增强短程硝化过程中 NO_2^--N 的积累。改性的复合载流子具有较高的正电性、亲水性和表面粗糙度。这些表面特性与载体的总生物量吸附能力呈正相关, 复合载体对微生物的初始吸附增加了 8.7 倍。沸石赋予载体 NH_4^+-N 的 4.50 mg/g 载体, 熵驱动的氨吸附过程在载体表面创造了富氨微环境, 有效抑制亚硝酸盐氧化细菌 (NOB)。在移动床生物膜反应器-测序批处理反应器进行的试验中, 复合载体达到了 95% 的 NH_4^+-N 去除效率, NO_2^--N 积累效率为 78%, 总脱氮效率提高了一倍。该复合载体通过防止生物量洗脱、抑制 NOB 和富集 PN-A 功能细菌来增强 NO_2^--N 的积累, 表明其具有大规模、稳定的 PN-A 应用潜力。

最终交流类型：口头报告

光伏能量正弦交流电混凝技术处理电镀废水控制系统的设计与实现

刘康、汤翕婷、徐涛*、胡思萌

中南林业科技大学化学与化工学院

提出了一种新型光伏能量-正弦交流电混凝(PE-SACC)体系,用于去除电镀废水中的重金属离子(HMs)。采用响应曲面法研究了两个因素对去除效率(Re)和能耗(EEC)的综合影响,并获得了最佳工艺参数。采用 SEM、EDS、XRD、FTIR 和 XPS 技术对电絮凝(EC)过程中生成的絮体的形貌、表面元素含量、晶体结构和化学组成进行了表征。采用颗粒内扩散模型描述絮体对 HMs (Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 和 Ni^{2+})的吸附行为。最后,详细探讨了 SACC 技术对 HMs 的去除机理及其在实际废水处理中的应用。结果表明,当 $c(\text{Ni}^{2+}) = c(\text{Zn}^{2+}) = c(\text{Cu}^{2+}) = 50 \text{ mg} \times \text{dm}^{-3}$, $c_{\text{Cl}^-} = 100 \text{ mg} \times \text{dm}^{-3}$, $\text{pH} = 10$, $j = 1.3 \text{ A} \times \text{m}^{-2}$, $t = 85 \text{ min}$ 时, $\text{Re}(\text{Cu}^{2+})$, $\text{Re}(\text{Zn}^{2+})$ 和 $\text{Re}(\text{Ni}^{2+})$ 分别为 99.3%、99.1%和 98.4%, EEC 为 $0.105 \text{ kWh} \times \text{m}^{-3}$ 。与传统直流混凝(DCC)相比, SACC 模式的 EEC 、电极消耗量和污泥产量分别降低了 37.1%、62.2%和 66.6%。PE-SACC 系统实现了重金属电镀废水的超低成本处理。PE-SACC 系统实现了重金属电镀废水的超低成本处理。吸附过程包括表面吸附、孔隙吸附和吸附平衡。HMs 的去除机理包括阴极还原、碱性沉淀和吸附。在实际废水处理过程中, HMs 的去除效率仍能保持在 99%以上,出水满足国家排放标准(GB 31574-2015)。本研究为新型电絮凝技术的发展和工业应用提供了一种经济和环境可持续的方法。

最终交流类型：口头报告

Si-Al 改性层对金刚石/铝复合材料微观结构与性能的影响

吴建杰、焦增凯、魏秋平*

中南大学粉末冶金研究院

在抑制金刚石/铝复合材料界面反应形成 Al_4C_3 的基础上，优化界面结合来提高其综合热性能。本工作提出了一种在金刚石表面涂覆 Si-Al 涂层的方法，以 Al_4C_3 为中间相，形成由 SiC 和 Al_4SiC_4 等构成的多相过渡层。以 CVD 金刚石为基底，研究了界面相类型和涂层厚度对金刚石与表面改性层之间结合性的影响。通过气体压力辅助渗透工艺制备了 Si-Al 涂层金刚石/铝复合材料，并与无涂层金刚石/铝复合材料进行对比。结果表明，随着涂层反应程度的增加或厚度的提高，复合材料的界面 Al_4C_3 相的尺寸和含量不断降低。不同 Si-Al 涂层的引入均导致了复合材料热导率的降低。值得注意的是，部分 Si-Al 涂层金刚石/铝复合材料在冷热冲击和潮湿环境中表现出比无涂层金刚石/铝复合材料更优异的长期稳定性。因此，Si-Al 涂层的引入是否可以在保持高热导率的同时提高性能稳定性，涂层的反应程度和厚度是关键因素。

最终交流类型：口头报告

金刚石/铜复合材料界面的 Mo-Ni 梯度化设计

姚远卓、魏秋平*

中南大学粉末冶金研究院

从界面设计的角度出发，在金刚石和铜之间构建了具有梯度结构的 Diamond/纯 Mo 层/Mo-Ni 梯度渐变层/Cu 界面，有望实现金刚石铜复合材料热导率与热膨胀系数的协同优化，揭示了多组元组分相较于单组元组分在解决界面问题上的优势，为提高金刚石铜复合材料的综合性能提供新的思路。同时，探究了不同熔渗工艺对金刚石/铝复合材料微观结构，界面组成的影响，并反映到宏观上复合材料导热性能的变化。

最终交流类型：墙报

D28-P01

基于钨钼分离的改性蒙脱石对重金属阴/阳离子的吸附特征与机制

胡小洁^{1,2}、肖婷^{1,2}、罗武辉*^{1,2}

1. 江西省矿冶环境污染控制重点实验室，中国赣州 341000
2. 江西理工大学资源与环境工程学院，中国赣州 341000

使用强碱性阴离子树脂可选择性地分离钨钼料液中的硫代钼酸盐，深度除钼获得高纯度钨产品。然而，吸附的硫代钼酸根不易解吸，饱和树脂再生困难。本工作使用聚二烯丙基二甲基氯化铵(PDADMA)对超声预处理的蒙脱石(Mt)进行改性，探究其钨钼分离效果，并对钨钼分离后负载了四硫代钼酸盐(MoS_4^{2-})的改性蒙脱石进行重金属的吸附研究。在超声预处理的三个变量(Mt 浓度、超声功率和处理时间)中，Mt 浓度对钨钼分离性能影响最为显著，其次是超声功率。与改性蒙脱石的层间距和表面电荷相比，PDADMA 含量与钨钼分离系数有较密切的相关性。通过 Box-Behnken 设计，在 Mt 浓度为 6.9 g/L、超声功率为 593.8 W、超声时间为 13.8 min 的条件下，得到的改性蒙脱石对钨钼分离性能最佳。在该钨钼分离条件下衍生的复合材料对 Cu 的吸附归因于 Cu-S 络合物的形成，对 Pb 的吸附归因于络合作用和表面沉淀，而对 Cr(VI)吸附归结于与最初负载的 $\text{WO}_4^{2-}/\text{MoO}_x\text{S}_{4-x}^{2-}$ 进行离子交换、被硫化物还原成 Cr(III)以及形成 Cr(III)-S 络合物。与 Cr(VI)相比，Cu 和 Pb 的吸附平衡速率更快，耐酸性更好。使用 PDADMA 改性蒙脱石用于钨钼分离是可行的，得到的复合材料不再生，可有效去除阴/阳离子型重金属。

最终交流类型：墙报

D28-P02

W(VI)和 Ni(II)在 MgAl 型层状双氢氧化物上的共吸附效应

谢亿丽^{1,2}、袁秀娟^{1,2}、罗武辉*^{1,2}

1. 江西理工大学资源与环境工程学院, 江西赣州 341000
2. 江西省矿冶环境污染控制重点实验室, 江西赣州 341000

采用微波法制备了硝酸型镁铝层状氢氧化物 (MgAl-LDH), 系统研究了初始浓度、时间、温度和共存离子等因素对其吸附单一和共存体系下 W(VI)和 Ni(II)的影响。实验结果表明单一体系下 MgAl-LDH 对 W(VI)、Ni(II)的吸附动力学拟合均更符合拟二级动力学模型, 最高吸附量分别为 182.8 和 125.6 mg/g。温度升高有利于 MgAl-LDH 的吸附, 共存离子不同程度地抑制 W(VI)、Ni(II)的吸附。共存体系下, 两种元素的吸附量均显著增加, 表明 W(VI)和 Ni(II)之间存在协同效应。不同浓度 W(VI)对 MgAl-LDH 吸附 Ni(II)有一定的促进作用, 与空白组相比吸附量最大提升了 281.4%。Ni(II)的存在显著提高了 MgAl-LDH 对 W(VI)的吸附量, 最大提升了 27.2%。W-Ni 共存体系中 MgAl-LDH 吸附 W(VI)的机制有内层络合、外层络合, 与单一体系不同的是 W(VI)被吸附的位点增加了 NiAl-LDH 位点。MgAl-LDH 对共存体系中 Ni(II)的吸附机制为内层络合和同晶置换, 与单一体系一致。