

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

B08-矿物功能材料
B08-Mineral Functional Materials

Organized by

Chinese Materials Research Society

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

B08. 矿物功能材料

分会主席：杨华明、梁金生、金胜明、杨绍斌、廖立兵、冯培忠

最终交流类型：邀请报告

等离激元调控凹凸棒石驱动二氧化碳还原耦合生物质转化研究

李霞章*

常州大学

人工光合作用下的二氧化碳与水转化为燃料对实现双碳目标具有重要意义，然而该反应存在动力学缓慢的挑战，氧化端耦合生物质脱氢反应在提高二氧化碳还原效率的同时可实现生物质增值化过程，发挥天然矿物资源禀赋驱动该耦合反应具有重要意义。本文以天然凹凸棒石为基，通过微波溶剂热法合成了氧化镍量子点(NiO QDs)/镍重构凹凸棒石(Ni-Pal)，发现适当的 Ni^{2+} 掺入可重构 Pal，使其带隙减小。当 Ni^{2+} 的含量超过 8 wt% 时，Ni-Pal 表面开始原位析出 NiO 量子点并形成 S 型异质结构，有效促进电荷转移。Ni-Pal 表面高度分散的 NiO 量子点具有 LSPR 效应，可将光吸收范围扩大到近红外区域，同时 Ni-Pal 基底的胶体特性能够紧密吸附 5-羟甲基糠醛(5-HMF)。结果表明，在全光谱的照射下 25 wt% NiO/Ni-Pal 表现出显著的 CO_2 还原能力和 5-HMF 氧化脱氢能力，CO 产率达到 $98 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ，DFF 为 5-HMF 氧化脱氢的主产物产率达到 $120 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 。另外通过简易的溶胶-凝胶法合成了凹凸棒石负载高熵尖晶石 $(\text{NiFeMnCoCu})_3\text{O}_4$ 纳米颗粒复合材料。发现酸改性凹凸棒石促进 $(\text{NiFeMnCoCu})_3\text{O}_4$ 产生高浓度的氧空位可诱导产生 LSPR 效应，显著提升载流子传输和分离效率，这有利于提升 $(\text{NiFeMnCoCu})_3\text{O}_4/\text{H-Pal}$ 复合材料光催化 CO_2 还原能力以及 5-HMF 的转化能力。CO 产率达到 $153 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ，DFF 为 5-HMF 氧化脱氢的主产物，产率达到 $106 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 。以上工作为天然矿物驱动 CO_2 与生物质转化提供了新的思路。

最终交流类型：口头报告

Halloysite Clay Nanotubes as Versatile Materials for Biologically Self-Healing Construction MaterialsMohammad Fahimizadeh^{*1}, Pooria Pasbakhsh², Joash Ban Lee Tan³, Raman R. K. Singh⁴, Peng Yuan¹

1. School of Environmental Science and Engineering, Guangdong University of Technology, Guangzhou, 510006, China

2. School of Engineering, Monash University Malaysia, Jalan Lagoon Selatan, Bandar Sunway, 47500 Subang Jaya, Malaysia

3. School of Science, Monash University Malaysia, Jalan Lagoon Selatan, Bandar Sunway, 47500 Subang Jaya, Malaysia

4. Department of Chemical Engineering, Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Monash University, Clayton 3168, Australia

Biological self-healing of concrete is a sustainable approach to remedy small cracks and structural faults in cement-based materials, extend their service life, and reduce the environmental footprint of the construction industry. Such systems rely on CaCO_3 biomineralization by alkaliphilic bacteria, nutrients, and a protective carrier. This approach faces multiple challenges, such as a lack of material durability and short-lived self-healing action. Multifaceted materials such as halloysite clay nanotubes (HNTs) can enhance different aspects of biologically self-healing concrete systems. Our research group demonstrated that HNTs can effectively carry bacterial nutrients and support bacterial growth and biomineralization. The nutrient-loaded HNTs were added to crosslinked hydrogel microcapsules alongside the biomineralizing bacteria and incorporated into concrete samples, which were then artificially cracked and subjected to self-healing analysis. HNTs improved the resistance of the calcium-crosslinked hydrogel to the cement environment, likely by supplementing detached Ca^{2+} ions to the hydrogel polymer chains, and considerably improved the hydrogel-cement interface by C-(A)-S-H gel formation. Furthermore, encapsulated nutrient-loaded HNTs directly exposed to the cement pore solution successfully retained the nutrients and supported intracapsular biomineralization. Encapsulated HNTs mitigated the loss of early flexural strength observed in concrete samples with basic hydrogel microcapsules. The self-healing system successfully healed 300 μm concrete cracks, restoring the crack water tightness by approximately 95% and improving the flexural strength regain by approximately 75% compared to control samples. While the self-healing system can have various alternative applications, we demonstrated that the self-healing system is suitable for artificial coral reef restoration, replacing cement by 25 wt% when applied alongside metakaolin without impacting coral health while possibly encouraging coral attachment.

最终交流类型：口头报告

熔盐诱导凹凸棒石晶相转变行为及其储锂机制

张开龙*、张超

淮阴工学院

凹凸棒石(ATP)是一种天然存在的一维富镁铝硅酸盐, 具备微米级长度和纳米级直径。由于其独特的结构, ATP 作为聚阴离子型微纳米电极材料具有广阔的应用前景。然而, ATP 的深度亲水特性限制了锂离子的存储与传输效率。传统方法难以有效阻止 ATP 内部的水分子和羟基等水性基团与电解质发生反应, 这影响了金属离子的嵌入与释放动力学。本研究利用“介质-反应物”熔盐策略, 调控 ATP 中的水分子和羟基基团及相关的晶相转变, 这对提升储锂性能至关重要。与未改性的原始 ATP 相比, 在 100 mA/g 的低电流密度下循环 100 圈后, Li-ATP 的锂存储容量显著提高, 增加了近 7 倍, 达到 498 mAh/g。通过采用光谱学和电子显微镜技术, 本研究深入分析了熔盐改性前后 ATP 的形态、物相和理化特性的变化及其储锂机理, 进一步拓宽了 ATP 在能源存储领域的应用潜力。

最终交流类型：口头报告

载体表面铝硅氧化物涂层增强铝钴尖晶石/氧化铝催化剂性能

刘琨*、彭倩

中南大学资源加工与生物工程学院，矿物材料及其应用湖南省重点实验室

非均相钴基催化剂是基于硫酸根自由基的高级氧化技术研究热点，是最具应用前景的催化剂之一。目前，催化剂普遍存在制备工艺复杂、成本较高、难以连续化应用等问题，制备兼具高活性和强稳定性的成型催化剂具有挑战性。本文以毫米级氧化铝颗粒为载体，通过在其表面包覆一层硅铝氧化物优化了载体表面性质，并结合浸渍-焙烧法制备了铝钴尖晶石/氧化铝颗粒状催化剂(Co/AlSi/AP)。Co/AlSi/AP/PMS 体系可以在 pH 为 3-9 的范围内实现对硝基苯酚等有机物的充分降解，相较于对照组，降解速率提升了 73.7%。进一步研究发现高温预处理可以优化氧化铝颗粒的理化性质，从而强化了硅铝氧化物涂层的作用，进而制得性能增强的改进型颗粒状催化剂(Co/Si/AP-1000)，可使有机物降解速率继续提升 57.5%。在连续催化实验中，Co/Si/AP-1000 展现了良好的长效稳定性，当对硝基苯酚模拟废水与催化剂的质量比达到 4500 时，仍具有 48.5%的降解率，全过程钴离子溶出浓度平均为 0.45 mg/L，钴总损失率为 13.9%。硅铝氧化物涂层既可以优化铝钴尖晶石的性质，也可以提高其在载体表面的附着强度，从而提升了催化剂的活性和稳定性。该复合材料制备方法具有成本低、操作简单、易于规模化生产等优点，对新型过硫酸盐催化剂的研发具有理论和实际意义。

最终交流类型：口头报告

Mn 掺杂 CuFe₂O₄尖晶石长效型催化剂的制备及性能强化机理

钟婉菱、刘琨*

中南大学资源加工与生物工程学院，矿物材料及其应用湖南省重点实验室

尖晶石型结构的过硫酸盐催化剂具有催化效率高、制备简单等优点，其中铁酸铜尖晶石由于其结构稳定、价格低廉、生物毒性小等特点在基于硫酸根自由基的高级氧化技术(SR-AOPs)中备受关注。但是铜铁尖晶石在使用过程中由于高离子浸出、循环性能差等原因导致使用寿命短。本研究利用 Mn 离子在四面体、八面体共存的特性，通过调控 CuFe₂O₄中的杂质 Mn 离子赋存状态，成功制备了性能强化的 Mn 掺杂 CuFe₂O₄ 催化剂。研究表明 Mn 离子的作用机制主要如下：(1)Mn 离子的占位使得 Cu²⁺在 CuFe₂O₄表面局部富集形成亚稳态的 CuO，对 CuFe₂O₄起到了保护效果，有效延长了催化剂的使用寿命；(2)二价 Mn 离子的优先四面体占位作用促使其余低价态的金属离子富集在八面体中，从而提高了活性组分的活化效率；(3)Mn 离子自身同步参与催化反应，进一步提高了催化剂的活化效率。随后通过海藻酸钠固化 Mn 掺杂 CuFe₂O₄，开

发出了反应速度快、使用寿命长的颗粒状催化剂,该催化剂与处理废水的质量比达到 1:33000 仍能保持 50% 以上的去除率。这项作为开发长效稳定型的过硫酸盐催化剂提供了新的策略。

最终交流类型: 口头报告

镍钴水滑石及石墨烯复合材料的氨扩散制备与电化学性能研究

王学雷*、李丽鑫、周轶慧

辽宁工程技术大学

层状双金属氢氧化物类水滑石材料 (LDHs)由于其可调节的成分和低成本是良好的赝电容电极。本文采用一种新颖的室温氨扩散法制备了一系列 NiCo-LDHs。与其他合成方法相比,该方法简单、绿色、新颖、有效。对 NiCo-LDH 电极材料的形貌、结构和元素组成进行了表征,并对其电化学性能进行了测试。Ni:Co 比例为 1:1 时, NiCo-LDH 在 $1\text{ A}\cdot\text{g}^{-1}$ 时的比电容为 $1302.4\text{ F}\cdot\text{g}^{-1}$, 在 $20\text{ A}\cdot\text{g}^{-1}$ 的高电流密度下, 经过 2000 次充放电循环后, 保持率仍为 70%; 探究了还原氧化石墨烯对 NiCo-LDHs 性能的影响, 复合后, 在 1 A/g 电流密度下, 比电容达到 1826.3 F/g , 提高了 40%。组成不对称超级电容器时, 能量密度为 50.5 Wh/kg , 功率密度为 900 W/kg 。在高功率密度 9000 W/kg 下, 能量密度保持为 17.5 Wh/kg 。

最终交流类型: 口头报告

以废治废: $g\text{-C}_3\text{N}_4$ 改性天然低品位白云石质-坡缕石对 Gd^{3+} 的高效吸附及机理研究

陈波*、张元凯、段佳毅

广西绿色化工新材料与安全技术重点实验室, 北部湾大学

稀土元素在众多高科技领域扮演着关键角色, 然而其开采和加工产生的废水对环境和资源安全构成挑战。因此, 开发高效的稀土废水回收吸附剂具有重要意义。白云石质-坡缕石(DPal)作为常见的低品位坡缕石黏土, 通常被当做废弃物而遭弃置, 造成矿物资源的浪费。本研究采用简便的“一锅法”工艺, 将 DPAl 与石墨相氮化碳($g\text{-C}_3\text{N}_4$)进行复合焙烧, 成功研制出一种新型的稀土吸附剂($g\text{-C}_3\text{N}_4/0.5\text{DPal}$)。通过 XRD、FT-IR、XPS、SEM 和 TEM 等表征手段, 对 $g\text{-C}_3\text{N}_4/0.5\text{DPal}$ 复合材料的结构进行了深入分析。同时, 选取典型的稀土元素钆离子(Gd^{3+})为研究对象, 进行批量吸附实验, 以评估其吸附性能。实验结果表明, $g\text{-C}_3\text{N}_4/0.5\text{DPal}$ 具有更大的比表面积和更多的吸附官能团, 其对 Gd^{3+} 的吸附容量高达 192.46 mg/g , 相较于未改性的 DPAl 吸附容量(57.62 mg/g)提升了 3.34 倍。吸附过程涉及静电作用、表面络合作用和阳离子- π 作用等多种机制。值得注意的是, $g\text{-C}_3\text{N}_4$ 促进了 DPAl 中白云石向方解石的转化, 生成的方解石作为电子的“中转枢纽”为吸附阳离子提供新型的活性位点, 从而增强了 $g\text{-C}_3\text{N}_4/0.5\text{DPal}$ 对 Gd^{3+} 的吸附能力。本工作不仅为稀土元素的净化与回收提供了一种高效的吸附材料, 而且为低品位矿物的高值化利用开辟了新路径, 符合“以废治废”的环保理念。

最终交流类型：口头报告

元素掺杂纳米碳与少层蒙脱石复合材料作为锂硫电池正极硫载体

董伟、沈丁、杨芳、杨绍斌*

辽宁工程技术大学

锂硫电池以其高比能量和高理论容量的优势在能源存储领域受到广泛关注。然而，在实际应用中仍存在诸多困难，如硫的导电性差、体积膨胀大、多硫化物的穿梭效应等，导致容量迅速衰减和循环稳定性差。为解决这些问题，本文采用简单的水热法制备了氮掺杂碳纳米管与层状蒙脱石复合材料(NMMT/CNT/S)，并将其作为锂硫电池的硫载体。由于碳纳米管的高导电性、蒙脱石的高比表面积和大量吸附位点，以及氮元素增加电化学反应活性的能力，所制备的 NMMT/CNT/S 具有优异的电化学性能：在 0.5C 电流密度下的初始放电容量高达 1122 mAh/g，在 1C 电流密度下的初始比容量为 1017 mAh/g，100 次循环后容量保持率为 80.1%，剩余容量为 815 mAh/g。所制备的 NMMT/CNT/S 正极材料具有良好的倍率性能，在 0.2、0.5、1、2 和 4C 电流密度下的平均比容量分别为 1085.9、902.2、820.4、681.2 和 526.4 mAh/g。NMMT/CNT/S 在 2C 电流密度下的初始比容量为 698 mAh/g，经过 500 次循环稳定后容量保持为 542 mAh/g，容量保持率为 77.7%。这些结果表明，所制备的 NMMT/CNT/S 在锂硫电池的应用中取得了突破性进展。

最终交流类型：口头报告

海泡石纳米纤维功能材料对生物链中微生物及其衍生物的净化性能研究

张娜、雷印元、韩筱玉、梁金生*

河北工业大学

细菌、霉菌和病毒等微生物广泛分布在生物链中，在适宜的环境中会快速生长繁殖并产生如霉菌毒素等具有致病性、低浓度、高毒性、难降解特点的衍生物，不仅危害动物和人体健康，还会在生物链中转移，对环境造成潜在风险。海泡石矿物材料具有特殊的纳米纤维形貌，较大的比表面积，丰富的孔道结构以及良好的离子交换性等特点，在环境保护领域表现出广阔的应用前景。本报告介绍了微生物及其衍生物风险序列谱的构建，以弥补不能有效识别有益菌和致病菌的不足，为适用不同条件的长效、高性能海泡石抗菌净化材料的制备提供理论指导。并且，通过对海泡石矿物结构与形貌的精准调控，制备了介孔硅酸镁、硅酸铜等矿物功能材料用于高效吸附去除霉菌毒素；同时，原位合成了海泡石基氧化铈纳米晶复合矿物功能材料等，实现了对霉菌毒素的高效降解，不仅为动物与人体健康提供了安全保障，还为生态环境保护以及非金属矿物材料向高品质功能化方向的发展奠定了基础。

最终交流类型：口头报告

电气石尾矿地质聚合物微观结构调控及吸附性能研究

任志晓*

河北工业大学

本研究以内蒙古某矿区的电气石尾矿作为单一固体原料，NaOH 和液体硅酸钠的混合溶液作为碱活化剂制备电气石尾矿(TMT)地质聚合物(TMT-GP)。系统性考察水玻璃模数等对电气石尾矿地质聚合物物相组成、比表面积、孔道特征、表面化学形态和微观结构的影响；探讨 TMT 的地质聚合机理；评价电气石尾矿地质聚合物吸附盐酸四环素(TCH)和 Zn (II)性能，并通过吸附动力学、等温线和热力学的一系列吸附实验和分析，结合 FT-IR、XPS 揭示电气石尾矿地质聚合物对 TCH 和 Zn (II)潜在的吸附机理。在碱活化剂作用下，TMT 不同程度地表现出地质聚合物凝胶无定形态的典型特征，模量为 1.2 的样品具有最高的平均孔径和比表面积，分别为 5.83 nm 和 150.17 m²·g⁻¹。TMT-GP 对 TCH 的吸附涉及物理吸附和化学吸附的综合作用，包括孔隙填充、静电吸引、氢键和离子交换。在 318 K 和 pH=5 条件下，拟合 Langmuir 模型得到的最大理论吸附容量为 105.4 mg·g⁻¹。在展望中提到吸附 Zn (II)后的电气石尾矿地质聚合物，通过水热法在电气石尾矿地质聚合物上原位构筑纳米 ZnS 制备复合光催化材料(ZnS/TTG)，并用于光降解溶液中的 TCH。

最终交流类型：邀请报告

黏土矿物超疏液涂层

张俊平*

中国科学院兰州化学物理研究所 资源化学与能源材料研究中心

针对超疏液涂层制备方法复杂昂贵、机械稳定性差等问题，采用黏土矿物天然纳米材料代替合成纳米材料，系统开展了黏土矿物超疏液涂层研究，制备了一系列基于凹凸棒石等黏土矿物的超疏液涂层，赋予涂层彩色、光热、刺激-相应等功能性，阐明了黏土矿物的作用机制。

最终交流类型：口头报告

直写 3D 打印电气石/氧化锆复合陶瓷的制备与性能研究

张晓旭¹、梁金生^{*2}

1. 中铝郑州有色金属研究院

2. 河北工业大学

电气石作为岛状硅酸盐矿物材料，因其独特的晶体结构具有众多优异的性能，已广泛应用于各个领域。本研究以电气石矿物为第二相引入氧化锆陶瓷浆料中，采用直写 3D 打印技术成形齿科用氧化锆基陶瓷，通过材料表征与性能测试系统研究了其制备及强韧性能调控。研究发现，氧化锆陶瓷浆料中添加热处理后的亚微米级电气石粉体，配制的氧化锆基陶瓷浆料具有良好的流变特性和分散稳定性，通过建立直写 3D 打印的成形工艺参数与陶瓷浆料流变性能的匹配关系，成功打印出高成形精度和表面质量的氧化锆陶瓷坯体。打印成形的陶瓷坯体经过烧结处理后，亚微米级电气石原位生成的莫来石晶须显著提高了氧化锆陶瓷的强韧性，同时原位自生莫来石晶须还有望解决陶瓷增材制造单层及层间弱结合问题。本研究将电气石矿物引入到齿科用氧化锆基陶瓷直写 3D 打印增材制造中，为快速制备异形结构、高强韧性的陶瓷部件提供了一种新途径。

最终交流类型：邀请报告

几种典型攀西工业固废制备功能陶瓷的原理与技术

孙红娟*、陈涛、惠涛、彭同江

西南科技大学

我国攀西地区蕴藏着丰富的矿产资源，其在开采和加工过程中产生了大量工业固体废弃物，其中较为典型的有提钛渣和石棉尾矿。工业固体废弃物的大量堆存不仅造成了资源的浪费，而且会对环境造成危害，亟需对其进行减量化、资源化、无害化利用。针对提钛渣和石棉尾矿的高效、高值、综合利用的原理及关键技术的研究不仅可以实现固废资源化、制备功能性材料，而且还可达到保护环境和留住“绿水青山”的目的。以攀西典型地域性固废为原料，采用粉末烧结法，制备出致密陶瓷和泡沫陶瓷，研究粉煤灰添加量、 SiO_2/MgO 质量比和烧结温度对制备陶瓷的影响，以及提钛渣、石棉尾矿和粉煤灰制备泡沫陶瓷的技术。研究表明，在制备致密陶瓷过程中， SiO_2/MgO 质量比和粉煤灰含量的增加均有利于促进黄长石向透辉石和钙长石的转变； SiO_2/MgO 质量比增加有利于形成低粘度的液相，促进离子迁移和结晶过程，并降低烧结温度，提高陶瓷理化性能；粉煤灰含量的添加有利于补充非晶相和 Si、Al 成分，提高样品的致密性；发现透辉石具备优于钙长石、黄长石和镁橄榄石的耐酸性能。当 SiO_2/MgO 质量比等于 3.03，1175℃烧结 1h 和粉煤灰添加量为 20%，1180℃烧结 1h，可制备得到密度大、强度高、耐腐蚀性能好的致密陶瓷。在制备

泡沫陶瓷的过程中,提钛渣不仅有发泡作用,还能调控晶体的类型及生长方式,提高泡沫陶瓷的抗折强度,同时少量提钛渣可作为助熔剂,降低混合物软化温度,过量后,增加作为矿化剂的作用;石棉尾矿有助于调控孔形貌,是良好的稳泡剂;提高烧结温度能促进了结晶相的熔融和液相粘度的降低,有利于增加气孔率和优化孔隙结构,过高的温度会导致气泡粗化,增加孔壁上缺陷的存在几率。添加 30%提钛渣和 70%黄金尾矿在 1180 °C 烧制得到的泡沫陶瓷体积密度、抗折强度、吸水率、开气孔率和釉面维氏硬度分别为 1.67 g/cm³、19.97 MPa、0.13%、0.22%和 6.49 GPa;添加 30–40% 提钛渣,20–40% 石棉尾矿,在 1180 °C 烧制的泡沫陶瓷体积密度为 1.32–1.69 g/cm³,吸水率为 0.09%–1.19%,显气孔率为 0.13%–1.58%,抗折强度为 15.7–42.5 MPa。本研究采用全工业固体废弃物协同处理,可为攀西地区工业固废资源化提供新思路。

最终交流类型:邀请报告

矿物型土壤调理材料关键技术研究及应用

李小燕*

河北工业大学

总结了非金属矿制备土壤调理材料领域的研究进展与未来发展方向。针对土壤酸化、中微量元素缺乏、重金属污染等土壤问题,开展了以钾长石矿为原料制备矿物型土壤调理材料的研究。研究了各种活化因素(钙质助剂、机械力、温度等)条件下钾长石矿物晶体结构演变规律与营养元素活化之间的关联,掌握了营养元素构溶性调控方法。发明了带预热预分解系统的回转窑连续煅烧新工艺,降低烧成热耗和成本;发明了造粒添加剂以及以“湿颗粒筛分”和“两级烘干”为核心技术的造粒工艺及装备,解决了造粒成品率低、颗粒难崩解的技术难题。基于计算石灰用量的双缓冲法,建立了一种依据土壤 pH 值确定矿物型土壤调理材料适宜用量的方法,并与土壤培养法进行了对比。在山东苹果、内蒙马铃薯、吉林玉米、四川水稻、广东沙糖橘上开展田间小区试验来验证矿物型土壤调理材料的应用效果,并建成多个应用示范基地。

最终交流类型:邀请报告

双碳目标引领:碳化合成白炭黑功能材料的可控纳米结构研究

胡广艳*

中南大学校本部

大气中 CO₂ 浓度的增加是全球变暖的主要原因,传统沉淀法使用硫酸制备 1 吨白炭黑(水合二氧化硅)直接产生约 2.0 吨 CO₂,在酸沉淀法中,无机酸所产生大量的高盐废水导致环境污染,生产过程中对含盐废液处理技术不足,工艺的耗水量大。本研究使用 CO₂ 代替无机酸制备白炭黑,减少 CO₂ 排放并回收废液中纯碱,提高钠的利用率,具有重大的经济和环保意义。在 CO₂ 微泡碳化方面,以硅酸钠为对象,通过微泡发生系统调控产生直径为 0.1–4 mm 的 CO₂ 微泡,采用高速摄像系统结合 Matlab 图像识别程序,对比研

究了微泡和传统鼓泡条件下 CO_2 在碱性体系中的反应行为。结果表明, CO_2 微泡直径 2.0 mm 时, CO_2 的利用率提高 1.9 倍。在静态水溶液中, 无干扰 CO_2 微泡的运动轨迹在水平方向和垂直方向均具有显著周期性特征, 且与溶液粘性具有显著相关性, 溶液粘度及微泡直径越大, 周期性振动幅度越大。对硅酸钠溶液体系中微泡/鼓泡条件下制备白炭黑及其动力学进行研究, 得到微泡条件下可以提高 CO_2 利用率, 同时进一步研究十六烷基三甲基溴化铵表面活性剂对 CO_2 单气泡动力学及气液传质的影响。通过调控碳化工艺不仅制备出高质量且性能可调控的白炭黑在橡胶、土壤吸附、涂料等领域有较好的性能, 同时碳化工艺符合“碳达峰”“碳中和”的理念, 具有重要的研究前景。

最终交流类型: 墙报

B08-P01

$\text{Ag}_3\text{PO}_4\text{-BiVO}_4\text{@HNTs/PAN}$ 膜: 具有增强光反应性的 S 型异质结用于光催化降解污染物

杨梦娟、赵晰蒙、马佳瑜、汪滨*

北京服装学院

日益严重的水污染问题, 对人类的生存环境和身体健康构成了严重威胁。光催化技术已成为一种最具应用前景的环境污染治理技术。磷酸银是一种出色的可见光驱动的光催化剂, 在处理废水、制氢和还原 CO_2 等领域具有广泛的应用前景。然而易团聚、载流子迁移缓慢和表面电荷重组严重阻碍了光生载流子的转移效率, 导致光催化性能不理想。开发具有复杂电荷转移机制和界面的异质结复合光催化剂是提高光催化效率的有效途径。本论文基于静电纺丝技术开发了一种对有机污染物兼具良好吸附捕捉与光催化降解功能的新型纳米纤维膜材料, 用于改善水体污染问题。本文采用水热合成法和溶液法相结合, 通过调控各组分的配比, 构建了 $\text{Ag}_3\text{PO}_4\text{-BiVO}_4\text{@HNTs}$ 异质结光催化剂。优化条件下所得 $\text{Ag}_3\text{PO}_4\text{-BiVO}_4\text{@HNTs/PAN-30\%}$ 复合纳米纤维膜对紫外吸收光的阈值最大(~ 560 nm), 禁带宽度值最小(2.22 eV), 对环丙沙星表现出较高的可见光催化活性, 300 min 内降解率为 60.07%。

最终交流类型: 口头报告

矿物功能设计协同强化温控-电磁特性及作用机理

李道奎²、唐异立³、左小超^{1,4,5}、张昕怡^{1,4,5}、赵晓光²、张艳婷^{1,4,5}、杨华明^{*1,2,4,5}

1. 纳米矿物材料及应用教育部工程研究中心, 中国地质大学(武汉), 武汉 430074
2. 矿物材料及其应用湖南省重点实验室, 资源加工与生物工程学院, 中南大学, 长沙 410083
3. 化学化工学院, 中南大学, 长沙 410083
4. 先进矿物材料实验室, 中国地质大学(武汉), 武汉 430074
5. 材料与化学学院, 中国地质大学(武汉), 武汉 430074

电磁辐射污染已经成为一种严重的环境污染，对人类的身体健康造成了严重危害。随着无线通信的发展，高集成度、高速、小型化的无线通信设备往往会受到不希望的电磁干扰效应和显著发热的影响。然而，设计同时具有高效电磁干扰屏蔽和热管理功能的灵活、轻质和小体积的一体化材料仍然是一个巨大的挑战。为了解决高端电子设备受电磁干扰效应和显著发热的影响，以凹凸棒石作为调节介电常数的基体材料，碳纳米管作为介电损耗材料，NiCo 合金作为磁损耗材料，构筑复合微球作为内核。海胆状 TiO_2 包覆微球内核封装相变材料制备具有核壳结构的海胆状储热吸波一体化材料。结果表明，海胆状 TiO_2 形貌在封装相变材料方面具有独特的优势，一体化材料的熔化焓达到了 111.6 J/g ，具有优越的热能储存能力。结合介电 TiO_2 壳层和磁性复合微球内核，核壳微球结构机制可以产生可调的反射损耗，促进复介电常数和复磁导率的阻抗匹配。一体化材料在 $2\sim 18 \text{ GHz}$ 范围内，当厚度仅为 1.6 mm 时，有效吸波带宽可以达到 5.76 GHz ，表明复合材料具有优越的吸波性能。基于海胆状核壳微球的结构设计，有利于协同提升复合材料的吸波性能和热管理能力，对同步实现高端电子设备的电磁干扰屏蔽和热能调节具有重要意义。

最终交流类型：口头报告

似长石-小孔沸石的性能特征及应用

刘昶江*

河北地质大学

长石、似长石、沸石均属于架状硅酸盐，三者结构中硅(铝)氧四面体排布的紧密程度依次降低。长石结构紧密，在陶瓷等传统领域已被广泛应用；沸石具有开放的三维孔道，大孔沸石因其吸附/离子交换作用被广泛用作功能材料；而处于过渡段的似长石-小孔沸石矿物，孔道尺寸较小，应用受限。

本文旨在对某些似长石-小孔沸石矿物的性能特征进行研究，并探讨其潜在应用价值；以长石、高岭石等硅酸盐矿物为原料，通过水热法合成了方沸石、羟钙霞石、铯沸石等小孔沸石；通过烧结法获得了钾霞石、白榴石等似长石矿物。离子交换实验结果表明：方沸石可有效负载 NH_4^+ 、 K^+ ，转变为相应的榴石(白榴石、铵榴石)结构，可作为 N、K 的缓释肥料；羟钙霞石对 Li^+ 有强选择性，有望用于 Li^+ 的提取与储存；铯沸石可在碱性环境下合成，而无法通过离子交换获得，且碱金属离子共存条件下， Cs^+ 可释放 $10\text{mol}\%$ 以上，因此若用作放射性核废料的封存材料，须综合评估其应用场景。组分溶出实验表明：白榴石、钾霞石，以及钾霞石结构的钾镁硅酸盐化合物具有良好的枸溶性，可用作缓释型钾(镁)硅肥。

最终交流类型：邀请报告

埃洛石/铁酸锰自驱动催化剂对难降解有机污染物的降解机理研究

沈岩柏*

东北大学

为了克服传统 Fenton 工艺在 pH 应用范围和催化剂回收方面的局限性,本研究合成了一种自驱动磁性非均相的埃洛石/铁酸锰催化剂(15%-HM),以用于处理难降解有机污染物亚甲基蓝(MB)和苯甲羟肟酸(BHA)。研究表明,15%-HM 具有 pH 应用范围广、抗阴离子干扰能力强、循环性能好以及稳定性高的优点,同时还具备降解多种有机污染物(MB、BHA、黄药、曙红 Y)的应用潜力。结构表征和计算结果发现,15%-HM/H₂O₂ 体系中参与污染物降解的活性氧基团主要为·OH 和·O₂⁻。其中,·OH 主导了有机污染物的直接降解,而·O₂⁻通过加速铁和锰的循环,增强 15%-HM 的催化活性。

最终交流类型:口头报告

锂离子电池黄铜矿负极材料的合成及储锂性能研究

沈丁、付晓帆、吉彦臻、董伟、杨绍斌*

辽宁工程技术大学

黄铜矿材料作为典型的能量储存转换材料,被认为是锂离子电池商业化石墨负极材料的替代候选者之一。但是,黄铜矿材料导电性和循环性能差,阻碍了其商业应用。本文采用溶剂热法制备了黄铜矿材料,研究合成工艺对其形貌、结构和电化学性能的影响。结果表明,随着反应温度的升高或时间的延长,物相组成发生明显变化,杂质相 CuS 消失,最终形成 CuFeS₂ 相;形貌由团聚颗粒转变为片层自组装花球。在 180 °C 下水热反应 12 h 时合成的黄铜矿材料电化学性能最优,首次放电容量和库伦效率分别为 679.7 mAh/g 和 86.0%,经过 100 次循环后的放电比容量为 476.0 mAh/g,容量保持率达到 81.5%。再此基础上引入碳进一步改善黄铜矿的电化学性能,制得的黄铜矿@C 复合材料经过 100 次循环后放电比容量为 611.0 mAh/g,容量保持率达 97.7%,表现出优异的循环性能。

最终交流类型:口头报告

相场模拟在矿物材料微结构演化及相变动力学研究中的应用

韩筱玉*、唐睿昊、雷印元、梁金生

河北工业大学

材料的各种宏观性能与其内部的微观结构密切相关,如何通过控制材料微结构的分布来提高其性能指标一直是广泛关注的课题。相场法是在计算材料学中发展最快的一种计算方法,其以基本的热力学和动力学为输入,在介观尺度范围内为复合材料的微观结构及其物理性质的演化过程提供了有效的分析工具,填补了原子尺度微观模拟和宏观尺度模拟之间的跨度。在矿物材料研究中引入相场模拟,有助于深入揭示晶粒生长及材料微观组织演变规律、本征构效关系、及材料劣化机制,并从结构设计角度为矿物功能材料的制备提供理论指导。

最终交流类型：邀请报告

矿物材料的结构调控及其水处理应用进展

陈德良^{*1}、徐宇铎²

1. 东莞理工学院
2. 郑州大学

天然产出具有一种或几种可利用的物理化学性能或经过加工后达到应用条件的矿物材料，包括金属矿物(铝土矿、铁矿、铅锌矿、锰矿、镍矿和铜矿等)、非金属矿物(高岭土、石英、蒙脱石、累托石、海泡石、沸石、硅灰石和电气石等)和人工合成矿物(人造水晶、人造金刚石和人造宝石)等，具有种类多、储量大、多用性、多样性、价格低廉、环境友好、应用领域广等特点。同时，我国工业化进程高速推进，工业化过程伴随而来的巨量工业废水、农业养殖废水、高浓度有机废水等问题日益凸显；随着环境保护条例的要求程度更加严格，水污染与防治成为制约经济高质量发展的瓶颈之一。以天然矿物为原料开发改性吸附剂和利用新技术合成的高性能矿物基体吸附剂，具有特异吸附性、孔道效应、离子交换效应、溶解效应、结晶效应和水合效应等特性，在废水处理方面拥有与生俱来的基因优势。本报告将结合当前工业废水治理的特点与需求，重点聚焦几种代表矿物在工业废水处理中的应用特性、构效关系，力求总结一些共性特点，为矿物材料在水处理应用提出可参考的建议。

最终交流类型：邀请报告

黏土矿物基气凝胶的制备及其在储热材料中的应用

左小超、赵晓光、张昕怡、杨华明*

中国地质大学(武汉)

以相变材料为储热功能体的潜热存储技术被广泛用于太阳能存储、工业余热回收及建筑节能等领域。易泄漏是阻碍相变材料应用的主要问题，以多孔材料为基体进行封装制备定形复合相变材料是解决此问题的重要方法。气凝胶作为相变材料的重要支撑基体，尤其是黏土矿物基气凝胶，由于其环保、易加工的特性，近年来复合相变储热材料领域研究颇多。本文主要论述了近年来黏土矿物基气凝胶制备及其在储热材料中应用的最新研究进展。

最终交流类型：口头报告

玄武岩纤维的功能特性探究

李红超*

河北地质大学

玄武岩纤维是以天然玄武岩为主要原料经高温熔融-快速拉丝而成的非晶态硅酸盐连续纤维,在光、电、磁和油水分离等领域具有优良性能,是一种绿色高新纤维材料。

本团队通过对连续纤维原料的调控、纤维微观结构表征和光电磁性能检测,获得以下基本结论:玄武岩纤维负载光催化剂降解生物医药废水中有机物,使催化剂高效回收;玄武岩纤维通过原料调配可达到 E 玻璃纤维的低介电特性,具备替代传统印制电路板中 E 玻璃纤维的能力;玄武岩磁性浸润剂的开发使玄武岩纤维拓宽了磁性应用领域;玄武岩纤维负载 TiO_2 使其具备优异的油水分离性能,在油水分离领域前景广阔。

最终交流类型：邀请报告

矿物纳米酶的结构设计与应用性能调控研究

汪浩*

中国地质大学(武汉)纳米矿物材料及应用教育部工程研究中心

基于蒙脱石和高岭石的表面特性调控尖晶石纳米酶晶体结构,制备的矿物基纳米酶复合材料表现出优异的类过氧化物酶、类氧化酶、类过氧化氢酶等多种类酶活性。阐明了纳米黏土矿物调控纳米酶活性位点的微观作用机制,所制备的矿物基纳米酶材料具备优异的类酶催化活性,实现了创面细菌感染的高效治疗以及前列腺癌标志物的可视化检测。此外,基于蒙脱石独特的层间结构特性和矿物特性(即阳离子交换能力),我们设计和构筑了铁离子饱和的蒙脱石纳米酶,表现出优异的类过氧化物酶活性,是一种新型的矿物纳米酶材料。因此,利用天然矿物材料的矿物特性和结构特点有望开发新型纳米酶,为重大疾病的诊断和治疗提供关键材料。

最终交流类型：口头报告

微晶石墨/铁复合材料制备与储锂性能研究

杨森*、张帅卿

辽宁工程技术大学

相比于鳞片石墨,微晶石墨锂离子电池负极材料粒度更细,储锂孔隙更多,具备各向同性、低迂曲度,能够提供快速输锂通道,放电比容量更高。然而相比于硅、锡等负极材料,放电比容量低是制约其应用的主要原因。以微晶石墨为原料,采用混酸法制备高纯微晶石墨,使用氧化插层法制备微膨石墨;采用溶胶-凝胶法,以氧化微晶石墨制备微膨微晶石墨/四氧化三铁复合材料;采用液相包覆法,制备三氧化钨和碳共包覆的微膨微晶石墨/四氧化三铁复合材料。研究表明:改性微晶石墨的储锂性能显著提高,首次库伦效率为 81.06%,循环 100 次之后放电比容量为 853.2 mAh·g⁻¹,结构更稳定,具有稳定的循环性能和优异的倍率性能。

最终交流类型:口头报告

2H 相辉钼矿到 1Tx-MoS₂ 异质结构的相态调控及电解水析氢性能研究

侯艳、周闯、杨绍斌*、杨芳

辽宁工程技术大学

氢能是一种清洁高效的新型绿色能源。电解水析氢的碳排放量低,能量转换率高,是获得高纯氢气的最有发展前景的工艺^[1]。辉钼矿是一种黑色软矿物,主要成分为 2H 相 MoS₂。2H 相 MoS₂ 处于热力学稳态。然而,2H 相 MoS₂ 导电性差、层间距窄(约为 0.65 nm)、催化活性的原子占比极低,严重制约了其在电解水析氢领域的广泛应用。1T 相 MoS₂ 表现出金属特性,具有高导电性、优异的催化活性和良好的亲水性,在基面和边缘部位均暴露大量活性位点,在电催化析氢领域具有广阔的应用前景^[3]。然而,1T 相 MoS₂ 属于热力学亚稳定相,因此,探索一种构筑稳定的 1T 相 MoS₂ 的方法可以有效的提高电解水析氢效率。本文以氧化石墨烯为诱导剂,通过相态调控技术将 2H 相 MoS₂ 诱导为 1Tx-MoS₂ 异质结构,构筑具有多界面的 FeS/1T-MP MoS₂@rGO 纳米阵列异质结构,扩大的层间距促进了析氢过程中物质转移和电荷转移。通过调控诱导剂的用量、反应条件等控制 1T 相 MoS₂ 的比例,在 1T 与 2H 相 MoS₂ 的比例为 2:1 时展现出最优的碱性电解水析氢性能。在电流密度为 100 mA cm⁻² 时,过电位仅为 254mV,优于 20%Pt/C 的性能,且优于大多数已报道的 MoS₂ 基复合材料。

最终交流类型:主题报告

天然石墨的深加工技术进展

康飞宇*

清华大学深圳国际研究生院

报告人长期从事天然石墨深加工技术、石墨烯制备与应用、储能用碳材料的设计制备和先进电池的研究。将重点介绍在石墨层间化合物、天然石墨负极材料、天然石墨深加工技术以及高导热碳材料的研发进展。利用石墨插层化学原理,发明了共插层、微膨化和间隙碳钉扎等天然石墨改性方法,获得长循环、高

容量、大功率、宽工作温区的低成本天然石墨负极。各类纳米结构碳材料的制备，对超级电容器和混合电容器的发展都有重要作用。石墨烯的低成本制备对开发高效导电剂和导热材料，促进锂离子电池及其他先进储能器件都大有帮助。

最终交流类型：口头报告

凹凸土-高分子复合气凝胶的制备与性能研究

金慧然*

中国地质大学(武汉)纳米矿物材料及应用教育部工程研究中心

气凝胶是一种具有三维多孔结构的固态材料，其具有高比表面积、低密度、低热导率等诸多优异特性。2021 年，《Science》杂志将气凝胶誉为“可以改变世界的多功能新材料”。凹凸棒石黏土(凹凸土)是一种天然一维纳米材料(单晶长约 1-5 μm ，直径约 20-70 nm)，属含水富镁铝硅酸盐黏土矿物，具有高长径比的优良力学结构单元和胶体性能，使其成为制备气凝胶的理想候选材料之一。然而，仅靠凹凸棒晶间的氢键作用难以获得力学性能良好的气凝胶。本论文以天然高分子交联辅助、柔性大孔材料内构建凹凸土纳米多级孔、高分子原位聚合构建凹凸土-高分子互穿型网络结构等设计思路，成功制备系列高分子改性凹凸土基复合气凝胶，并对气凝胶微结构及表面功能进行调控，实现凹凸土基复合气凝胶在隔热阻燃、印染废水处理、油水分离等领域的功能化应用。主要研究内容及结论如下：

(1)天然高分子改性凹凸土基气凝胶：针对纯黏土气凝胶力学性能差、孔隙结构难以调控等难点，引入海藻酸钠和壳聚糖等天然高分子，将醇置换引入冰模板法制备凹凸土含量高达 85% 以上的具有超低密度(0.035 g/cm^3) 和良好力学性能(2.1 MPa)且大孔尺寸可调(孔径尺寸调控范围 15-200 μm)的凹凸土基气凝胶。通过三甲氧基硅烷(MTMS)气相法疏水改性，复合气凝胶的接触角可高达 130° 。所得复合气凝胶具有优良的隔热阻燃性能(导热率 0.0332 W/mK ，极限氧指数 $\text{LOI} > 90\%$)，在 1000°C 酒精喷灯外焰下燃烧 10 min 不塌缩变形。通过对天然高分子的针对性选择及引入金属离子，实现复合气凝胶的表面电位及功能团的调控。所得海藻酸钠改性凹凸土基复合气凝胶对阳离子型染料孔雀石绿的吸附量高达 2008 mg/g ，壳聚糖改性凹凸土基复合气凝胶对阴离子型染料日落黄的吸附量高达 630 mg/g ，相关吸附性能均优于迄今为止报道的黏土复合气凝胶材料。

(2)密胺海绵-凹凸土复合气凝胶：针对高分子改性凹凸土复合气凝胶孔径尺寸大、柔韧性不足等问题，在密胺海绵的毫米级孔隙中以凹凸棒晶构建微纳米级三维结构，显著降低干燥过程中应力作用对气凝胶网络结构的破坏，实现常压干燥制备孔径分布在 2-80 μm 的复合气凝胶，同时赋予其良好的力学性能(3.5 MPa)和柔性可调特性。在冰模板工艺及密胺海绵大孔柔性结构的协同作用下，仅需两次溶剂置换即可通过常压干燥获得性能优良的复合气凝胶；凹凸土浆料在海绵骨架中形成更为均匀的三维网络凝胶结构。所得复合气凝胶具有优良的高温隔热阻燃性能(1000°C 高温下导热率仅为 0.150 W/mK ，极限氧指数 $\text{LOI} > 85\%$)。研究进一步发现，凹凸土的引入可显著增大复合气凝胶的比表面积，经疏水改性后的复合气凝胶表现出良好的油水分离性能，对四氯化碳的吸附可高达 26 g/g ，同时海绵框架的柔性赋予复合气凝胶优异的重复使用性能(100 次循环后吸油效率仍可保持 90%以上)。

(3)三聚氰胺甲醛树脂-凹土复合气凝胶：针对凹土纤维(直径 20-70nm) 自身尺寸限制其难以在纳米尺度精细调控气凝胶孔隙的问题，引入原位聚合工艺构建互穿型结构，使所得三聚氰胺甲醛树脂-凹土复合气凝胶孔隙尺寸在 3 nm-20 μm 范围内可有效调控且力学性能显著提升。通过对催化剂和水热条件的调控，精准控制原位聚合的密胺树脂颗粒尺寸在 3 nm 左右，为三聚氰胺甲醛树脂-凹土复合气凝胶孔隙在纳米级调控奠定了良好的理论基础；凹土纤维的三维网络结构与三聚氰胺甲醛树脂三维网络形成分布均匀的、具有良好力学性能的互穿型双网络结构。独特的双网络结构使常压干燥制备复合气凝胶成为可能，所得复合气凝胶隔热性能良好(0.036 W/mK) 且具有烟雾缓慢释放特性(200 s 内总烟释放量仅为 6.26m²/m²)。

最终交流类型：口头报告

基于化学反应动力学的煅烧蒙脱石微观结构变化研究

葛伟、闵凡飞*

安徽理工大学

采用化学反力场分子动力学(ReaxFF-MD)模拟方法研究了蒙脱石的热活化行为。研究发现，在煅烧过程中，蒙脱石中羟基的去除不仅导致 Al(Mg)-O 键的断裂，还导致 Si^[5]的形成和 Si-O 键断裂。在 900℃煅烧后，蒙脱石中只有 32.5%的羟基被去除。游离羟基与 Si^[4]的结合导致 Si-O-Al(Mg)结构中 Si-O 键的断裂以及四面体二氧化硅(SiO₄)片与八面体氧化铝(AlO₆)片之间连接的破坏。蒙脱石中的 Si-O-Si 网络很难破坏。剧烈运动的离子 Na⁺离子不会破坏 Si-O-Si 网络，这可归因于蒙脱石层间有足够的运动空间。

最终交流类型：口头报告

电气石强化 BiOBr/黑 TiO₂ 光降解盐酸四环素性能研究

周鹏飞、梁金生*

河北工业大学材料科学与工程学院

抗生素的滥用给生态环境和人类健康造成了严重威胁，如何实现对废水中残留抗生素的快速有效去除成为生态环境治理领域的研究热点。本研究基于溶剂/水热法合成了一种新颖的 BiOBr/黑 TiO₂/电气石(BTS)三元复合光催化材料，将其用于降解废水中残留的盐酸四环素(TCH)。对 BTS 的结构及形貌表征结果发现，BiOBr 纳米片与黑 TiO₂ 纳米颗粒均匀地分散在复合材料中，BiOBr 与 TiO₂ 之间形成异质结，且与电气石表面形成稳定化学键。与单一的 BiOBr，黑 TiO₂ 以及相应的二元复合材料相比，BTS 对 TCH 表现出更加优异的催化降解性能。这主要得益于电气石的发射远红外性能可以有效增加反应体系中活性自由基的数量，且电气石表面的永久电场可以有效提高光催化材料光生电子/空穴对的分离效率，从而强化 BiOBr/黑 TiO₂ 光降解 TCH 性能。

最终交流类型：口头报告

Effect of synthesis temperature on the structural morphology of the metal-organic framework and the capacitors performance of derived cobalt-nickel layered double hydroxides

Xiaoliang Wang, Xiaoqi Song, Jingsong Gao, Yibo Zhang, Shaobin Yang*

Liaoning Technical University

Three-dimensional interconnected nickel-cobalt layered double hydroxides (NiCo-LDH) were prepared on nickel foam by ion exchange using a cobalt-based metal-organic framework (Co-MOF) as templates at distinct temperatures. The effect of Co-MOF preparation temperature on growth mass, morphology, and electrochemical properties of Co-MOF and derived NiCo-LDH samples was studied. It was shown that the synthesis temperature from 30 to 50 °C gradually increased the mass of the active material and the thickness of Co-MOF sheets grown on nickel foam. The higher the temperature, the higher the proportion of Co^{3+} . β -cobalt hydroxide ($\beta\text{-Co}(\text{OH})_2$) sheets were generated above 60 °C. The derived flocculent layer clusters NiCo-LDH inherited metal-organic frameworks' (MOFs') morphology and growth mass pattern. The area-specific capacitance of NiCo-LDH shows an inverted U-shaped curve trend with increasing temperature. The electrode material synthesized under 50 °C acquires the tremendous specific capacitance of $7631 \text{ mF}\cdot\text{cm}^{-2}$ at a current density of $2 \text{ mA}\cdot\text{cm}^{-2}$. The asymmetric supercapacitor assembled with the sample and active carbon (AC) achieves an energy density of $55.0 \text{ Wh}\cdot\text{kg}^{-1}$ at a power density of $800.0 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$, demonstrating the great prospect of the NiCo-LDH material for energy storage. This work presents a new strategy for designing and fabricating advanced green supercapacitor materials with huge power and energy densities.

最终交流类型：口头报告

SiO_2 和 Al_2O_3 的添加对玄武岩玻璃介电性能的影响

杨春成*

河北地质大学

本研究重点探讨了 SiO_2 和 Al_2O_3 的添加对玄武岩玻璃结构和介电性能的影响。加入 SiO_2 和 Al_2O_3 后，所有制备的玄武岩玻璃均呈现非晶态。未添加 SiO_2 和 Al_2O_3 的玄武岩玻璃的初始介电常数为 7.893。然而，随着 SiO_2 和 Al_2O_3 含量的增加，玄武岩玻璃的介电常数先下降后上升。值得注意的是，加入 1 wt% Al_2O_3

后测得的最低介电常数为 6.561，而加入 1 wt% SiO₂ 后测得的最低介电常数为 6.368，比 Al₂O₃ 的添加效果更显著。这些发现为玄武岩玻璃和连续玄武岩纤维的介电性能提供了新的视角。

最终交流类型：口头报告

单脉冲电沉积 Ni-纳米 TiC-氧化石墨烯复合镀层结构及磨损性能研究

任鑫*、王浩鑫、孟超

辽宁工程技术大学

本研究利用单脉冲电沉积技术在 Q235 钢表面制备了一种新型的 Ni 基减摩耐磨三元复合镀层，首先通过研究氧化石墨烯(GO)浓度对 Ni-纳米 TiC 基复合镀层形貌、镀速及硬度的影响确定了最佳的 GO 添加量，然后利用 X 射线衍射仪(XRD)、拉曼光谱仪(Raman)和 X 射线光电子能谱仪(XPS)等设备对三元复合镀层的结构进行了表征。最后与 Ni-纳米 TiC 复合镀层等进行对比，研究了三元复合镀层硬度及耐磨损性能。结果表明：本研究条件下镀液中 GO 的最佳质量浓度为 200 mg/L。此时，Ni-纳米 TiC-GO 复合镀层的表面均匀致密，粗糙度值 Ra=3.087 μm。XRD 和拉曼光谱等分析结果表明纳米 TiC 和 GO 成功复合到 Ni 基镀层之中。Ni-纳米 TiC-GO 复合镀层的硬度为 726.3 HV，约是 Ni-纳米 TiC 复合镀层(463.8 HV) 的 1.5 倍。Ni-纳米 TiC-GO 复合镀层的平均摩擦系数为 0.108，相比于 Ni-纳米 TiC 复合镀层(0.285)，其具备更好的减摩耐磨性能。

最终交流类型：墙报

B08-P02

蛭石模板法氮硫共掺杂碳纳米片的制备及其锂离子电容性能

杨芳*、董伟

辽宁工程技术大学

锂离子电容器是介于锂离子电池和超级电容器之间的一种储能器件，以其出色的能量密度和功率密度成为近年来研究热点。电极材料是锂离子电容器能量密度和功率密度的关键，开发性能优异的电极材料尤为重要。本文以亚甲基蓝为碳源，膨胀蛭石为模板，制备了具有二维结构的氮、硫共掺杂类石墨烯碳纳米片。经过真空负压静置吸附、高温煅烧以及蚀刻后，碳材料嵌入到蛭石限域空间中。结果表明，制备的氮硫共掺杂碳纳米片呈薄纱线形状，其中氮元素的存在形式为石墨氮、吡啶氮、吡咯氮和氧化吡啶氮四种构型，而 S 元素主要以噻吩 S 和与氧共价硫的形式存在。其中经过 700℃制备的 CNS-700 电极材料，在电流密度为 0.1 A/g 时，放电比容量为 460 mAh/g，在电流密度为 2 A/g 时，仍能保持 200 mAh/g 的比容量，组装成锂离子电容器器件后的功率密度高达 20 000 W/kg。

最终交流类型：邀请报告

华北地区富锂黏土中锂的赋存状态

程宏飞*

长安大学

关键金属锂等战略资源及其引发的国家安全问题，在当今国际政治、经济、军事舞台中愈显突出和重要。华北克拉通是我国沉积型锂矿床主要分布区域之一，富锂黏土岩资源丰富，成为重要的沉积型锂资源勘探区域。本文以华北克拉通晋南地区的煤系黏土岩为研究对象，利用 X 射线粉末衍射(XRD)、X 射线荧光光谱(XRF)、电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)、傅里叶变换红外光谱(FTIR)和魔角旋转固体核磁共振谱(MAS NMR)等表征技术，结合化学物相分析及黏土矿物分离提取实验对研究区本溪组黏土岩中锂的赋存状态及其沉积环境进行研究。发现黏土矿物是锂的主要载体矿物，其主要包括锂绿泥石、伊利石和高岭石；锂含量与锂绿泥石含量呈显著正相关关系，与伊利石和高岭石的含量呈微弱的正相关关系；样品中的锂主要赋存于锂绿泥石的氢氧化物八面体晶格中，部分赋存于伊利石和高岭石中。

最终交流类型：口头报告

合成温度对 MOF 及其衍生 NiCo-LDH 结构形貌和电容性能的影响

王晓亮、宋晓琦、高靖淞、张一波、杨绍斌*

辽宁工程技术大学材料科学与工程学院，辽宁省地矿工程特种材料专业创新中心，辽宁省矿物高值化与储能材料重点实验室

以钴基金属有机框架(Co-MOF)为模板，在不同温度下通过离子交换在泡沫镍上生长三维互联的镍钴层状双氢氧化物(NiCo-LDH)。研究了 Co-MOF 制备温度对 Co-MOF 和衍生 NiCo-LDH 样品的生长质量、形貌和电化学性能的影响。合成温度从 30 °C 升至 50 °C，在镍泡沫上生长的 Co-MOF 片的厚度和质量逐渐增加。温度越高，Co³⁺的比例越大。衍生出的絮状层团簇 NiCo-LDH 的形态和质量负载模式继承了 Co-MOF 的特征。60 °C 以上生成了 β -氢氧化钴(β -Co(OH)₂)薄片。随着温度的升高，NiCo-LDH 的电容值呈现出倒 U 型曲线趋势。在 50 °C 下合成的电极材料在 2 mA cm⁻² 的电流密度下具有 7631 mF cm⁻² 的比电容。用该样品和活性碳(AC)组装的混合超级电容器在功率密度为 800.0 W kg⁻¹ 时的能量密度达到了 55.0 Wh kg⁻¹，证

明了 NiCo-LDH 在储能方面的应用潜力。这项研究为设计和制造性能先进的绿色超级电容器材料提供了一种新策略。

最终交流类型：邀请报告

水合法制备氢氧化镁及其功能化应用

白丽梅*、李萌

华北理工大学

氢氧化镁作为重要的无机化合物，具有无毒、无害、不挥发的优点，被广泛应用于阻燃剂、废水处理、烟气脱硫以及食品工业领域。氢氧化镁的制备方法主要有水合法、直接沉淀法、水热/溶剂热法、电化学法等，其中以氧化镁为原料水合法制备氢氧化镁具有反应温度低(70~90°C)、反应时间短(2~3 h)、工艺简单、生产成本低、氢氧化镁形貌好等特点，氧化镁水合法可通过改变制备条件和添加剂类型，分别制备出均匀六方片状、晶须状、花瓣状、薄膜状等不同形貌的氢氧化镁产品。六方片状、晶须状氢氧化镁具有低的表面能、良好的机械强度，用于阻燃复合材料可提高其强度、稳定性和热变形温度；花瓣状氢氧化镁由于其良好的吸附性和较大的比表面积，可大大提高废水中重金属离子的去除效率；薄膜状氢氧化镁具有优异的透明度和耐腐蚀性，应用于涂料中可大幅提升其阻燃和抗冲击性能。氢氧化镁的功能化制备是提高其应用价值的重要手段。

最终交流类型：口头报告

NiCo₂O₄ 复合石墨相碳化氮光催化剂制氢电荷转移的研究

吴艳*

中国地质大学(武汉)

量子点/二维(0D/2D)半导体光催化剂表现出宽的太阳光吸收区和高电荷转移效率。然而，光催化制氢过程中界面电场与电荷转移之间的关系尚不清楚。在这里，我们构建了与 2D 石墨相碳化氮(CN)锚定的 NiCo₂O₄ 量子点(QDs)和 NiCo₂O₄-纳米颗粒(NP)，以形成 NiCo₂O₄-QDs/CN 和 NiCo₂O₄-NPs/CN 异质结。负载 NiCo₂O₄ 量子点的 CN 的产氢速率比负载 NiCo₂O₄ 纳米颗粒的 CN 高约 3 倍。经计算，NiCo₂O₄ 量子点/CN 界面处的电场强度约为 15600 V cm⁻²，约为 NiCo₂O₄-NPs/CN 界面处电场强度的 9 倍，这可以有效地驱动 CN 的电子流向 NiCo₂O₄ 量子点，促进光载流子分离，从而大大提高光催化性能。这项作为理解异质结构光催化剂的界面电场强度与光生电荷的关系提供了一种方法。

最终交流类型：邀请报告

硅藻土基材料设计与应用

张育新*

重庆大学

硅藻土作为一种天然多孔生物材料，具有孔隙率高、堆积密度低、化学性质稳定、比表面积大等优点。得益于这些优点，将硅藻土作为仿生基质合成硅藻土仿生材料具有重要意义，可赋予硅藻土良好的结构稳定性和天然力学性能。它是晶体生长和纳米结构均匀分散的理想选择，以提高纳米材料的团聚性和高成本。报告介绍了我们近年来在不同应用领域的硅藻土仿生材料成果。硅藻土仿生材料因其优异的光学、热学、化学和力学性能，在催化、防腐、微波吸附、超疏水性、污染物吸附、储能等科学和工程各个领域显示出广泛的应用潜力。结果表明，具有不同功能性质的硅藻土仿生材料可以通过不同的化学手段和制备方法合成不同的应用。该硅藻土仿生材料由无机纳米材料杂化而成，呈现出具有硅藻土形貌的三维网络结构。硅藻土仿生材料的设计和合成为不同的应用提供了更多潜在的仿生类别，可以加速低成本、高性能仿生材料的开发。

最终交流类型：主题报告

非金属矿物在环境功能建材中的作用机理与应用现状

冀志江*

中国建筑材料科学研究总院有限公司

从多孔、纤维、层装等环境矿物的化学组成、表面性质、微观结构出发，论述不同特性的非金属环境矿物在建材中作为室内化学污染、微生物污染、建筑物理环境改善中的作用和作用机理，以及在我国相关功能性建材中的应用发展现状。

最终交流类型：主题报告

黏土矿物功能化及综合利用技术

吕国诚、张泽朋、周凤山、廖立兵*

中国地质大学(北京)材料科学与工程学院

黏土矿物是构成黏土岩、土壤的主要矿物组分，主要有高岭石、多水高岭石、蒙脱石、水云母、海绿石、绿泥石等。其储量丰富、价格便宜且具有环境友好性，被认为是 21 世纪最具发展潜力的材料之一。但是传统行业应用导致黏土矿物资源综合利用率地、产品单一，附加值较低。因此，将黏土矿物转化为功能矿物材料，提高黏土矿物附加值，寻求技术创新引起了许多学者的特别关注和兴趣。

我国黏土矿物材料的研究仍存在理论基础研究不够深入，研究成果与实际应用需求脱节等问题。本工作对蒙脱石、高岭石、海泡石等黏土矿物进行基础理论研究，探究不同改性方法(酸改性、碱改性、有机改性、金属阳离子改性、插层等)对多种黏土矿物层间距、形态、催化降解等性能的影响。在此基础上，根据不同黏土矿物的特殊性能，以其为基础开发了多种黏土矿物功能复合材料。主要研究成果如下：

1.高岭石堆垛的有序-无序会使相邻两结构层的空间关系发生改变，进而影响层间作用力的大小和结晶度。分析了不同堆垛状态高岭石的晶格能，确定了高岭石两结构层相对滑移矢量为 0 时为有序堆垛，其它滑移方式均为无序堆垛。基于高岭石层堆垛有序-无序构建了新结晶度指数，拓展了结晶度的适用范围，建立了高岭石的 Hi 结晶度指数与高岭石层堆垛有序-无序的关联。

2.制备了高岭石、海泡石、蒙脱石基纳米零价铁(nZVI)/黏土矿物复合材料，探究了其微波协同降解罗丹明 6G(Rh 6G)的性能。新型复合材料对 Rh 6G 具有良好的降解能力，效果明显高于大多数现有去除方法。

3.通过将经酸催化和碱处理的铝土矿废料赤泥与铁电子介质耦合，构建了一种模拟自然界的 Z-Scheme 光催化剂。这种全固态系统在水分离方面具有最先进的活性，甚至超过了几种人工合成的 Z-Scheme 光催化剂。

4.基于埃洛石的选择性构建了 pH 响应药物纳米载体，以环丙沙星(CIP)、双氯芬酸钠(DS)和烟酸(NA)为代表，通过控制溶液 pH 值，探索了埃洛石内外表面与不同药物的相互作用机制，比较并研究了吸附法和真空过程对载药量的影响，评价了药物在模拟胃液和模拟肠液的缓释特性和 pH 响应性能。

最终交流类型：口头报告

矿物固碳材料在碳中和技术中的关键作用及环境领域的应用

余梦涵*

中国地质大学(武汉)

CO₂ 排放被认为是全球变暖和海洋酸化的主要驱动因素。碳捕集利用与封存技术作为碳中和技术组合不可或缺的组成部分，是实现《巴黎协定》温控目标的关键技术手段。基于矿物的表界面结构特性构筑矿物基碳捕集材料用于缓解 CO₂ 排放相关的气候问题具有重要意义。本项目通过研究矿物结构及理化性质与 CO₂ 吸附能力之间的构效关系，考察复合矿物吸附/脱附 CO₂ 的界面反应过程，阐明矿物层状结构调控对 CO₂ 固定的增强效应。引入第一性原理密度泛函理论，通过计算电子结构与能量的变化，从分子层面揭示矿物与 CO₂ 之间的界面吸附/脱附机制，进一步开发矿物基复合材料应用于工业 CO₂ 排放治理。本研究对

深入挖掘天然矿物的结构特性及功能，解决矿物碳捕集技术的知识缺口，推动天然矿物资源在碳中和领域的合理开发与高效利用具有重要理论意义和应用价值。

最终交流类型：主题报告

煤系固体废物高值高效资源化利用开发

杜慧玲*

西安科技大学

当前以矸石为代表的煤系固体废弃物存在环境压力大，资源利用率低，高值化应用仍存在研发瓶颈等问题。秉承绿色低碳、循环利用的发展思路，把煤矸石等固体废弃物通过复合化、多功能化等手段，系统研究了其在工业废水处理及建材等方面的应用。

基于当前煤矸石资源化利用途径窄、技术单一、产品附加值低、环境适应性问题。通过调控三大固废原材料的配比与性状，优化制备工艺，获得高性能透水砖，其透水系数达到 $2.58 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$ ，且保持良好的力学性能和耐腐蚀性，为处理煤矸石堆积问题提供了新的思路和解决方案。

系统开发了矸石基工业废水吸附剂研究，引入生物质固废如花生壳、小麦秸秆等，与煤矸石同时进行固相烧结、低氧热解等工艺，构筑吸附多孔碳化表界面，获得了矸石基多孔陶瓷和生物炭复合吸附剂，应用于工业废水中有色染料和重金属离子的吸附，对污染物的去除效率均达 90% 以上，分析在不同的吸附条件对改性煤矸石吸附效果的影响，探索了物理化学协同增强吸附效果的机理，为矸石类矿山固废的高值化利用提供了技术创新支持。

最终交流类型：口头报告

累托石制备环境矿物材料及其除磷性能研究

陈洪运*

中国地质大学(武汉)

针对水体富营养化除磷的国家重大环境治理需求，结合累托石的二维片状形态、表面羟基丰富、离子交换能力强、吸附性好等优异特性，开展表面改性、单质掺杂、结构改型累托石制备环境矿物材料的系统研究。通过引入多种手段表征环境矿物材料的表界面特征，分析累托石的结构与环境矿物材料除磷性能之间的相互关系，揭示累托石环境矿物材料高效除磷的物理化学机制，为黏土矿物基环境材料的调控制备及其在水体富营养化除磷领域的产业化应用提供理论指导。

最终交流类型：口头报告

含砷难处理金矿的矿物学特性及生物氧化处置研究

李佳峰*

中国矿业大学

中国安徽某含砷金矿是一种极难回收的金矿，直接氰化物浸出率仅为 36%。通过工艺矿物学分析，讨论了该金矿浸出率低的矿物学因素。结果表明，金精矿中含有 0.85 g/t 金、0.19%砷、2.27%硫和 3.21%铁。金分别被金属矿物和脉石矿物包裹，占比分别为 75.85%和 24.15%。黄铁矿、毒砂是主要的金属矿物，占比分别为 3.47%和 0.45%。脉石矿物包括石英、云母、长石等，占比分别为 58.90%、14.50%和 6.07%。此外，统计分析得出了主要矿物的粒度和分布特征，得出黄铁矿和砷相是导致金浸出率低的主要因素，碳酸盐矿物和粘土矿物的存在是次要因素。1.5 万吨级工业化生物堆浸氧化 80 天后，该金矿 Au 浸出率可升高至 80%。结合生态化学过程，构建了生物堆浸氧化过程微生物协同代谢网络，并采用 Boltzmann 模型对该过程进行拟合分析，形成了低品位难处理金矿生物堆浸高效清洁生产工艺。研究结果为企业生产技术的选择提供了理论基础，对同类矿石的回收发挥了重要的指导作用。

资助项目：中央高校基本科研业务费(2022QN1005)

最终交流类型：墙报

B08-P03

氧官能团对煤基多孔碳电容性能影响研究

杨绍斌*

辽宁工程技术大学材料学院

在多孔碳孔隙中，氧官能团对不同去溶剂化状态 $K(H_2O)_n^+$ ($n=0\sim4$) 的比电容和扩散系数的影响目前还不清楚。本文采用多孔碳的表面-孔径分布和比电容，建立了估算 $K(H_2O)_n^+$ 存在状态，以及 $K(H_2O)_{n-1}^+$ 与 $K(H_2O)_n^+$ 转化的临界孔径的新方法。对比本征双层石墨烯，利用第一性原理计算研究了氧官能团间距对 $K(H_2O)_n^+$ 的扩散能垒和去溶剂化反应能的影响。随着氧官能团间距的增大，在垂直于两个官能团连线的路径上扩散时，会依次出现扩散阻碍区、加速区和不变区；在两个官能团连线中心处，会依次出现 $K(H_2O)_n^+$ 的去溶剂化反应能的增大区、减小区和不变区。采用碱活化、碳沉积、氧化和热处理等方法制备了煤基多孔碳，在官能团浓度为 3.25% 时，比电容高达 $273\text{ F}\cdot\text{g}^{-1}$ ，其单位面积比电容为 $18.4\text{ }\mu\text{F}\cdot\text{cm}^{-2}$ ，达到目前文献中煤基多孔碳的最大值。

最终交流类型：口头报告

改性蒙脱土负载 $\text{Ni}(\text{OH})_2/\text{Co}(\text{OH})_2$ 纳米复合材料的电化学性能研究

王鸣*、包红玲、陈颖、杨蝉旭

辽宁工程技术大学

蒙脱土由于存在独特的层间域矿物结构，在矿物功能化领域(光催化、能量储存)得到广泛应用。本研究利用水热法制备得到改性蒙脱土负载 $\text{Ni}(\text{OH})_2/\text{Co}(\text{OH})_2$ 纳米复合材料，测试了该纳米复合材料的电化学性能。结果发现， $\text{Ni}(\text{OH})_2/\text{Co}(\text{OH})_2/\text{M-MMT}$ 纳米复合材料具有优异的比电容、倍率性能及长循环性能。在 1 A/g 电流密度下比电容为 2318 F/g; 在 10 A/g 的电流密度下，仍具有 1 A/g 下比电容的 77.4% (1795 F/g), 2000 周循环后容量保持率达到 66.8% (1200 F/g)。利用 Dunn 定律拟合出复合材料不同扫速下的 CV 曲线氧化还原峰的 b 值为 0.78，并计算出表面控制电容的贡献由 6% 提高到 11%。 $\text{Ni}(\text{OH})_2/\text{Co}(\text{OH})_2/\text{M-MMT}$ 纳米复合材料的倍率性能和循环稳定性主要由 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 组元贡献，电容量主要由 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 组元贡献，在各组元协同作用下， $\text{Ni}(\text{OH})_2/\text{Co}(\text{OH})_2/\text{M-MMT}$ 纳米复合材料综合电化学性能全面得到提高。

最终交流类型：口头报告

钙基固废资源高值化加工与利用

刘磊*

中国地质大学(武汉)

石灰石广泛应用于水泥、钢铁行业。近年来，房地产行业的持续低迷造成水泥和粗钢产量有所下降。但是，可以预见的是，未来在相当长一段时间内水泥和粗钢的产量将维持在高位。因此，我国每年产生大量钙基固废资源(钢渣、混凝土)。大量堆积的钙基固废占用土地、污染环境，亟需进行合理的处置。钙基固废碳酸化在碳捕获和封存方面具有巨大潜力，而且生成碳酸盐等高附加值产品。与直接碳化相比，间接碳化可制备高纯碳酸钙，产品附加值高。但是存在工艺复杂、药剂使用量大、废液产生量大等缺点。另一方面，废弃混凝土微粉脱钙后的硅胶也未实现高效分离。基于电化学技术开发了一种钙基固废资源直接制备氢氧化钙微粉的新技术，药剂消耗量少、不产生废液，产生的氢氧化钙微粉可直接用于生产水泥，避免石灰石分解释放二氧化碳。此外，基于两步碳化法开发了废弃混凝土微粉同时制备高纯碳酸钙和无定形纳米硅胶的新技术。针对硅胶制备石英玻璃力学性能差问题，提出向石英玻璃添加金属纳米颗粒进而引入塑性变形，显著提高玻璃的断裂韧性。

最终交流类型：口头报告

矿物基催化材料用于有机污染物降解

赵国强*

中国地质大学(武汉)

传统芬顿氧化技术利用铁离子活化过氧化氢产生高氧化性的羟基自由基，能够有效降解废水中的有机物，然而铁离子的存在极大程度上限制了该技术的使用。利用电催化剂活化过氧化氢产生羟基自由基，能够实现有机废水的高效处理，从而有效避免传统芬顿氧化技术适用范围窄、成本较高、二次污染等问题。团队基于高岭土、煤炭、生物质等开发了一系列低成本的电化学芬顿氧化催化材料，在不引入铁离子的前提下实现过氧化氢的快速活化，在有机废水处理领域拥有广阔的应用前景。

最终交流类型：主题报告

生命健康矿物材料的概念与发展：以埃洛石为例

刘明贤*、冯悦、陈翔宇、周水清、周长忍

暨南大学化学与材料学院

矿物药作为中药的重要品种，在医学领域发挥着不可替代的关键作用，然而基础研究薄弱，缺乏专门研究的研究平台和研究队伍，不利于中药全面创新发展和服务于人民生命健康的战略需求，需要在国家层面予以重视。国外十分重视埃洛石等黏土矿物的生物医学效应研究和相应的产品开发，特别是作为止血敷料和止泻药物已经广泛应用。埃洛石作为天然管状纳米材料，结构性能独特，我国储量巨大、品质上乘，资源优势明显，作为矿物药古代被列为给皇帝的贡品。江苏阳山、四川叙永、贵州大方、山西晋城、云南临沧等地有丰富的埃洛石矿产资源。同时，埃洛石矿物在世界各地也有丰富储量，然而，目前埃洛石多用于陶瓷、石油催化等传统较低附加值领域，缺乏在微纳米尺寸解析其构效关系，也没有开发其在生物医药等高附加值领域的应用。本报告讲系统阐述埃洛石等黏土矿物在生命健康领域的应用进展。

最终交流类型: 仅发表论文

B08-PO02

Monolithic Cu/Al₂O₃-palygorskite composite aerogel for high-efficiency iodine elimination in a multimedia environment

Xinyu Zhou^{1,2}, Jing Chen^{*1}

1. Huaiyin Institute of Technology

2. Nanjing University of Science and Technology

Radioactive iodine has highly radioactive and biological toxicity, and its effective recovery is of primary importance. However, few materials can show good iodine adsorption in different media. Herein, Cu/Al₂O₃-Pal aerogels with improved mechanical properties and hierarchical pore structures were prepared by constructing the three-dimensional support skeleton of the aerogel with palygorskite fibers. The Cu/Al₂O₃-Pal aerogel exhibited excellent adsorption properties for I⁻ (aqueous phase, 264-411 mg/g) and I₂ (organic phase, 503-744 mg/g), I₂ vapor (459-1122 mg/g), and CH₃I vapor (559-1032 mg/g). Notably, the aerogel also exhibited ultra-high removal rates for trace iodide in solution (> 90%) and was able to efficiently convert to stable CuI. Importantly, the Cu/Al₂O₃-Pal aerogel can be prepared directly for use as a monolithic material, allowing for an easy recovery process. Overall, our work demonstrates the great potential of Cu/Al₂O₃-Pal_{x wt%} aerogels for radioactive iodine elimination.

最终交流类型: 闪报

黏土矿物功能化设计及其在能源、环境领域的应用

彭康^{*1}、李晓玉²

1. 西安交通大学

2. 长安大学

天然黏土为层状铝硅酸盐矿物, 晶体结构单元层由硅氧四面体和铝氧八面体组成, 具有丰富的表面羟基, 不同的形貌特征, 优良的吸附性和良好的亲水性, 是吸附、催化等复合功能材料的优良载体。我国的黏土矿产资源分布广泛、储量丰富, 在经济建设中起着重要作用, 广泛用于化工、冶金、建材和农业等行业, 但其开发利用水平有待提高。本研究基于黏土矿物表面良好的吸附性和亲水性、丰富的形貌特征以及层状结构等天然特性, 采用表面负载催化材料、碳材料界面调控、不同形貌匹配和层间域调控等功能化设

计方法, 构筑系列功能矿物材料, 应用于污染物吸附与降解、电/光催化产氢、二氧化碳捕集与还原等方向; 面向双碳目标, 满足环境和能源领域的应用需求, 实现黏土矿物的高值化利用; 同时也可作为矿物高值化加工提供指导, 推动资源绿色高效利用。

最终交流类型: 仅发表论文

B08-PO03

TiO₂/diatomite composite photocatalyst prepared by solvothermal method: optimization of physicochemical parameters and degradation mechanism studies

Ruirui Liu*, Shuai Xie, Chunyan Zhao, Jing Wang, Zhijiang Ji

China Buiding Materials Academy

A novel UV-visible-driven TiO₂/diatomite (TiD) composite was synthesized by one-pot solvothermal method with the assistance of cetyltrimethylammonium bromide (CTAB). Prepared samples were characterized by XRD, FESEM, FT-IR, XPS, BET, UV-vis DRS, and PL. The photocatalytic activities of TiD composites were assessed via the photocatalytic degradation of methyl orange (MO) under UV-visible light (350≤λ≤780 nm) irradiation. Some synthetic parameters in the solvothermal reaction, such as the weight ratio of diatomite/TiO₂, solid-liquid ratio and HAc content, have a great influence on the photocatalytic properties of TiD. Photocatalytic reaction parameters including catalyst amount and dye concentration were also systematically studied. The as-synthesized TiD showed higher photocatalytic activities than bare TiO₂. TiD-2 exhibited the highest photocatalytic activity. The degradation efficiency of MO were approximately 96.2%, at diatomite/TiO₂ weight ratio of 1/1, HAc/H₂O volume ratio of 7/3, catalyst dosage of 1.0 g/L and MO initial concentration of 20 mg/L after 60 min of photodegradation. The trapping experiments indicated that superoxide radical was the most important active species during the photocatalytic process. A reasonable photocatalytic mechanism was further proposed.

最终交流类型: 闪报

均质冻干法合成含钡铝酸盐及高发射扩散阴极构筑

蔡永丰、王金淑*

北京工业大学

扩散阴极的电子发射能力直接决定着大功率真空电子设备的性能, 含钡铝酸盐位于多孔基体近表面的孔隙中, 发挥着显著降低阴极表面逸出功的作用。本文开发了一种适用于铝酸盐体系的均质冻干技术, 利用该技术合成多类型含钡铝酸盐。基于 DFT 计算确定了“411”型含钡铝酸盐的晶体结构为 (Ba_{0.75}Ca_{0.25})₄Al₂O₇, 建立了活性相与扩散阴极发射特性之间的关系。当引入 BaF₂ 后, 所构筑的钨基阴极可

在 1100°C_b 提供 15.89A/cm² 的零场电流密度，是普通 S 型扩散阴极的 1.11 倍。本研究将对新型含钡铝酸盐的开发和相关无机硅铝酸盐的合成提供新的视角。

最终交流类型：墙报

B08-P04

有机质协同黑云母对 Pb(II)和 Cr(VI)的固定/稳定化机制

罗东霞*、王凤羽、成琨、孔秀琴

兰州理工大学

重金属铅[Pb(II)]和六价铬[Cr(VI)]是一种典型的高毒性、高致癌污染物，广泛存在于各环境介质，污染严重，对生态环境和粮食安全构成重大威胁。土壤和沉积物是 Pb(II)和 Cr(VI)重要的“汇”，其中黏土矿物结合态是 Pb(II)和 Cr(VI)在土壤和沉积物中赋存的重要形式。同时，土壤和沉积物中往往存在多种环境因子如有机质、微生物等，能够调控 Pb(II)和 Cr(VI)在黏土矿物-水界面的环境化学行为，但是，目前有机质协同黏土矿物对 Pb(II)和 Cr(VI)固定/稳定化机制仍然不清楚。综上所述，深入研究黏土矿物对 Pb(II)和 Cr(VI)在土壤和沉积物中的迁移、转化、归趋及生物可利用性等行为的影响具有重要的科学和现实意义，因此本研究选取了典型黏土矿物-黑云母和有机质-腐殖酸作为研究对象，结合宏观实验和微观谱学(如 XRD、XPS 和 FT-IR 等)系统研究了有机质协同黑云母对 Pb(II)和 Cr(VI)的固定/稳定化机制。研究结果显示腐殖酸的添加强化了黑云母对 Pb(II)和 Cr(VI)的固定/稳定化，其中对 Pb(II)的固定/稳定化机制主要为吸附作用，且腐殖酸的添加增加了黑云母层间对 Pb(II)的吸附位点；对 Cr(VI)的固定/稳定化机制主要为还原作用，黑云母结构中的二价铁通过电子穿梭还原 Cr(VI)为 Cr(III)，而腐殖酸的存在促进的黑云母对 Cr(III)的吸附，进而提高了黑云母对 Cr(VI)的固定/稳定化效果。

最终交流类型：墙报

B08-P05

煤矸石辅助生物炭共热解及吸附特性研究

李鑫鑫*、杜慧玲、师玉璞、张兆、杜娟

西安科技大学雁塔校区

随着工业化进程加快，工业废水中的重金属离子对自然环境和人类健康的威胁已成为全球关注的问题，清洁高效地治理重金属废水至关重要。本研究将生物质固废秸秆引入矿山固废中的首要污染源煤矸石进行共热解，将煤矸石中的硅元素和含氧官能团引入生物炭中，构筑出了高比表面积的多孔结构，在 pH6-7 的环境下，对溶液中的镉离子(Cd(II))最大吸附容量提升至 76.966 mg/L，是原生物炭(33.732 mg/L) 的 2.3 倍。并通过微结构分析了其表面官能团的类型和作用，进一步对吸附过程进行非线性拟合解析其吸附过程为单

层化学吸附, 吸附剂通过价电子交换和羟基羧基等含氧官能团对溶液中的 Cd(II) 进行螯合和固定。本研究为固体废弃物的资源化利用及重金属废液处理提供了新的技术支持。

最终交流类型: 口头报告

类水滑石/蒙脱石主动防御体系构建及其防腐性能研究

吴丽梅¹, 吕国诚², 廖立兵², 唐宁¹, 王晴¹

1 沈阳建筑大学, 材料科学与工程学院, 沈阳

2 中国地质大学(北京), 材料科学与工程学院, 北京

提高混凝土材料的耐久性是延长土木结构服役寿命、增强土木结构可靠度的关键技术, 也是混凝土材料性能设计的主要内容之一。现代海洋工程, 混凝土长期暴露在海水侵蚀的环境中, 混凝土材料的腐蚀反应多与外部环境提供的侵蚀性离子侵入过程有关。这些侵蚀性离子在混凝土材料内部的传输、渗透、迁移、吸附等多种行为, 导致出现混凝土劣化、钢筋锈蚀等诸多问题, 严重威胁着混凝土结构的耐久性。因此, 提高混凝土抵抗侵蚀性离子的能力, 是现代混凝土环境友好化与长寿命化的必然要求。

本研究合成了硝酸根插层的水滑石(LDH), 将其与钙基蒙脱石(Ca-Mnt)进行剥离再组装, 获得了随机组装的 LDH/Mnt 复合材料。LDH/Mnt 复合材料针对氯和硫酸根离子的侵蚀, 表现出了较高的防腐效率。其吸附行为符合 Langmuir 吸附模型, 对氯离子的最大吸附量为 206.89 mg/L, 对硫酸根离子的最大吸附量为 79.69 mg/L。经电化学交流阻抗谱分析, LDH 和 Mnt 的质量比为 1:1 时, 防腐效率可达 94.16%。LDH/Mnt 复合材料应用于海工混凝土体系中, 不仅吸附侵蚀性阴离子, 同时释放 LDH 层间硝酸根离子, 再与 Ca-Mnt 层间释放出的钙离子结合, 形成硝酸钙保护膜附在钢筋表面, 起到主动防御的作用。通过本研究, 可降低外部侵蚀性离子向混凝土材料内部渗入速率, 实现海工混凝土的长期服役性能。

最终交流类型: 邀请报告

再生玻璃纤维增强水泥基复合材料技术与工程应用示范

彭龙贵

西安科技大学

为提升我国纤维回收的技术应用水平和产业附加值, 推动再生玻璃纤维在土木工程绿色建材中的资源化、规模化、产业化应用, 促进我国复合材料回收与再利用的产业结构优化和创新发展。本团队突破了再生玻璃纤维可控分切、超分散, 大掺量再生玻璃纤维水泥基复合材料抗裂/抗压性能同步增强等关键技术。完成了中交路桥样板项目、安徽合肥“方兴大道下穿巢湖南路节点工程”项目等再生玻璃纤维水泥基复合

材料工程应用示范。研究成果为再生玻璃纤维在道、桥、路、隧等工程中的应用提供了产业与示范的技术支撑。

最终交流类型：邀请报告

华北地区富锂黏土中锂的赋存状态

程宏飞

长安大学

随着新能源汽车和锂电池的快速发展，锂资源已成为许多国家的重要战略储备。然而，全球锂资源分布不均，我国锂资源对外依存度高达 75%，锂的成矿特征和赋存状态制约着其分离提取和高效开发利用。本文介绍了全球锂资源的主要类型及其特点，分析了沉积型锂矿的时空分布特征和形成地质背景，认为沉积型锂矿已成为全球新型锂资源的重要类型。因其具有储量大、分布广、开采成本低等优势而表现出巨大的开发价值和广阔的利用前景。通过总结评述现阶段沉积型锂矿研究成果，得出：①沉积型锂矿通常分为 3 种类型：火山岩黏土型、碳酸盐黏土型/伴生型和贾达尔型。主要分布在北美洲、南美洲、欧洲和亚洲等地区。其成矿时代多为新生代，部分与铝土矿和煤系伴生的沉积型锂矿形成于古生代或中生代。②火山岩黏土型锂矿多形成于封闭的湖相沉积盆地，成矿物质主要来源于火山岩浆活动。贾达尔型锂矿中锂的主要来源为不同时期的河流沉积物和火山喷发物质。碳酸盐黏土型/伴生型锂矿中锂主要来源于沉积环境，其富集过程主要与风化沉积作用有关。③火山岩黏土型锂矿中锂主要赋存于锂皂石、伊利石和锂蒙脱石中；碳酸盐黏土型/伴生型锂资源中矿物组成不同，锂的赋存状态主要有三种：a)赋存于锂绿泥石的层间氢氧化物层中，其 Li_2O 含量通常高于 0.321%；b)赋存于伊利石结构八面体或假六方环中，其 Li_2O 含量通常为 0.171%~0.321%；c)赋存于高岭石结构八面体中，多数矿床中 Li_2O 含量低于 0.11%；贾达尔型锂矿中锂主要存在于矿物贾达尔石的晶体结构中。最后，论文展望了我国沉积型锂资源的研究方向和开发利用前景。

最终交流类型：主题报告

抗静电矿物材料

传秀云

北京大学 地球与空间科学学院，北京

静电产生的电磁波危害工作生活，因此需要性能良好的静电防护材料。综合分析静电防护涂料中导电材料的特点和防静电机理。以防静电环氧地坪涂料为例，分析静电防护材料中的导电矿物材料，导电金属抗静电涂料、浅色抗静电涂料、碳系抗静电涂料中导电矿物材料。以碳系抗静电涂料为主，分析了决定防静电性能的导电材料的成分、结构和性能。在此基础上，探讨抗静电地坪涂料导电矿物材料的发展趋势，探索能够防护静电的高性能抗静电地坪涂料。与传统导电材料相比，碳石墨矿物材料具有明显优势。采用石墨矿物为原料合成的石墨烯碳添加少量就能大幅提高环氧树脂的电导率，获得优异的防静电效果。深入

研究导电矿物微观结构特点，在分子原子层次上进行纳米结构组装，有可能开发出高性价比的抗静电涂料，提高电子仪表、医药等行业生产生活洁净场所的防静电水平。

最终交流类型：邀请报告

矿渣微晶玻璃在酸碱水溶液中的腐蚀机理研究

欧阳顺利

矿渣微晶玻璃是以固体废弃物作为主要原料制备的高附加值材料，是进行固废资源化利用实现中国经济绿色发展的重要途径之一。但固体废弃物中绝大多数含有重金属元素，其不仅仅对微晶玻璃析晶过程产生影响，重金属元素的浸出更有可能对自然环境与人体健康造成威胁。因此，本研究解析了重金属在矿渣微晶玻璃中对晶体生长的影响机制及重金属的迁移规律。由于晶相与非晶相的结构特点不同，我们研究其各自与腐蚀溶液的反应性，以及界面结构处结构变化对微晶玻璃与腐蚀溶液反应的影响，阐明了微晶玻璃表面蚀变层形成过程及机制，明确了矿渣微晶玻璃对重金属元素的固化机理。研究成果对固体废弃物综合利用绿色产业化具有实际意义，为矿渣微晶玻璃在深地质存放核废料的应用提供实验依据。