

分会场四：纳米能源分会

高稳定性原子级分散的金属催化材料

周煌*

中国科学技术大学

原子级分散的金属催化材料由于原子结构明确、活性位点均一使得材料的精准化研究成为可能。然而，当物质尺寸降低到原子级别，其产生的高比表面能带来金属原子烧结、结构难于精准调控以及反应功能性差等系列问题。为此，我们提出一系列新型的原子级金属材料合成方法和结构调控策略，有效避免了金属原子在高温和反应条件下因奥斯特瓦尔德熟化等形成的烧结和团聚，然后进一步通过反应位点界面设计，实现了材料反应适应的催化应用。主要概括为以下三个方面：1) 提出了一种氮掺杂碳热原子化的普适性策略，不仅能重新分散负载在载体表面的金属颗粒得到高稳定性原子级分散的金属催化材料，还能有效恢复严重烧结和失活的催化剂，为工业失活催化剂的回收提供新思路[1-3]；进一步在载体界面处提出“热打印”策略[4]，借助金属颗粒与不同载体的强弱相互作用，实现颗粒到单原子的精准分散，巧妙规避了传统合成中原子迁移、团聚的难题；2) 精细调控了催化中心金属原子的配位原子数目和类型，揭示了第一壳层和第二壳层原子对催化活性与选择性的调变规律，进一步丰富了高稳定性原子级分散的金属材料合成方法[5, 6]；3) 针对涉及三相界面的氢析出和氧还原反应，提出了单原子“针尖效应”和“表面皱缩”策略构建高暴露性原子级分散的金属位点和单原子阵列，极大提升催化性能[7, 8]；进一步的设计原子级分散的金属位点不同界面分布，为同时高效活化不兼容的氢、氧分子提供新方案[9-11]。

[1] Zhou, H. ; Wu, Y. Nat. Commun. 2020, 11, 335.

[2] Zhou, H. ; Wu, Y. Angew. Chem. Int. Ed. 2019, 58, 18388.

[3] Zhou, H. ; Wu, Y. Energy&Environ. Sci., 2023, 16, 148.

[4] Zhou, H. ; Lin, Y. ; Wu, Y. PNAS. 2023, 120, e2310916120.

[5] Zhou, H. ; Wu, Y. J. Am. Chem. Soc. 2020, 142, 12643.

[6] Zhou, H. ; Wu, Y. Angew. Chem. Int. Ed. 2020, 59, 20465.

[7] Yang, L. ; Zhou, H. ; Wu, Y. J. Am. Chem. Soc. 2020, 142, 12643.

[8] Wang, L. ; Zhou, H. ; Wu, Y. J. Am. Chem. Soc. 2022, 144, 15999.

[9] Zhao, Y. ; Zhou, H. ; Wu, Y. Nat. Catal. 2021, 4, 134.

[10] Zhao, Y. ; Zhou, H. ; Wu, Y. Nat. Commun. 2023, 14, 5338.

[11]Zhou, H. ;Wu, Y. Nat. Synth. 2025, 4, 53.

关键词原子级分散金属，碳热原子化策略，氢析出，氧还原

全固态锂电池界面调控

郭少华*

南京大学

全固态锂电池因其高能量密度和高安全性被认为是最具潜力的下一代动力电池体系之一，其中正极材料通常需要与固态电解质和导电碳混合形成复合电极。与液态电池相比，这样的复合正极面临独特的化学力学挑战，主要包括在高电压下固态电解质的电化学降解、颗粒断裂以及界面离子传输限制等，因此在复合正极中建立稳定的多相界面对提升全固态电池的性能至关重要。报告人围绕全固态锂电池的界面调控开展了创新性研究：（1）设计多功能的正极涂层，有效实现界面保护，极大提升了全固态电池循环性能和高电压下的稳定性；（2）报道了高容量富锂正极和两种常用固态电解质的界面相容性，发现了自形成的晶格氧稳定界面；（3）首次构筑 Li^+/Cu^+ 双离子导体，建立了活性物质和电解质之间的高速离子传输通道，电极反应过程展现出了极为优异的动力学特性，此外还验证了 Cu^+ 在锂固态电解质中传输的普适性。这些研究丰富了复合正极材料中界面调控的策略，为发展高性能全固态锂电池提供了新的见解。

关键词 全固态电池；界面调控

功能性共价有机框架

王康*

北京科技大学

变革性与战略性功能材料的发现、发明和应用推广为技术革命和产业变革提供物质基础。多孔材料具有高的比表面和开放的通道，使其广泛的应用于气体储存、小分子分离、非均相催化、离子交换等，在国民经济中发挥重要作用。其中，以共价有机框架（Covalent Organic Frameworks, COFs）为代表的新型共价有机多孔聚合材料，具有结构清晰明确、孔道规则有序、易功能化修饰、稳定性高等优点，不仅有利于构效关系的理论探索，且在新能源、催化、生物医药等领域均有很好的应用前景。近年来，围绕COFs领域的若干科学问题和挑战，我们开展了系列的研究工作：1）提出了无溶剂绿色合成二维共轭COFs的普适性方法，利用位阻效应发展了制备二维COFs超薄纳米结构的普适性策略，实现了COFs材料的宏量、廉价、可控合成；2）发展了构筑二维COFs的新链接方式和构筑三维COFs的新单体，拓展了COFs的结构和拓扑种类；3）针对COFs材料在能源催化领域中的应用，构筑了基于COFs材料的高性能锂离子电池正极，建立COFs功能化的设计策略。

关键词 共价有机框架，四吡咯，合成，催化，能源存储，

过渡金属硫化物基锂电池正极材料研究

王丽平*

电子科技大学

转换型过渡金属基材料因其低成本、储量丰富和高能量密度等优点，被视为极具潜力的锂金属电池正极材料¹。然而，这类材料在放电过程中会转变为两相不均匀结构，导致容量快速衰减。本研究以天然矿物黄铁矿FeS₂为典型正极材料，通过界面调控突破其循环寿命瓶颈：1) 通过新型螯合型粘结剂与适配电解液的协同作用构建三维离子-电子导电网络（图1）²⁻³；2) 引入脉冲放电电流调控放电产物的均匀相成核-生长过程⁴。通过上述策略，成功实现FeS₂材料在10,000次循环后仍保持优异循环稳定性。

关键词：黄铁矿；转换型正极；锂金属电池

参考文献：

1. LipingWang, ZhenruiWu, JianZou, PengGao, XiaobinNiu, HongLi, LiquanChen, Li-freecathodematerialsforhighenergydensitylithiumbatteries, Joule, 3 (2019) 2086-2102.
2. ZhendongLi, GeZhou, ShuaiLi, HongyuLiu, LipingWang, HongLi, Unlockingcyclinglongevityinmicro-sizedconversion-typeFeS₂cathode, Joule, 7 (11) (2023) 2609-2621.
3. HongyuLiu, ZhenruiWu, HaoWang, XiaobinNiu, HongLi, LipingWang, Chelating-TypeBinderstowardStableCyclingandHigh-SafetyTransition-MetalSulfide-BasedLithiumBattery, ACSEnergyletters, 2024, 9 (9) 4666 - 4672.
4. ChuntaoMa, YuhaoMa, ShuaiLi, HongyuLiu, HaoWang, DongYan, XiaobinNiu, HongLi, LipingWang, PulseCurrentInducedHomogenousPhaseNucleationforHigh-PerformanceConversion-TypeCathodes, ACSNano, 2025, 19 (6) 6563.

关键词硫化铁；高能量密度；锂电池；纳米化

从纳米晶到单原子：催化剂合成新策略与性能调控

李治*

北京师范大学

多相金属催化剂在能源转化领域得到广泛应用，其活性中心通常以纳米颗粒形式负载于高比表面积载体上，纳米颗粒的粒径直接影响金属原子的分布状态及催化反应界面。近年来，单原子催化剂因其接近100%的原子利用率及独特的几何和电子结构特征，成为提升催化性能和揭示原子尺度催化构效关系的前沿方向。然而，单原子位点在高温、强还原等严苛条件下易发生团聚与迁移，导致催化剂失活。本报告介绍一类自上而下的单原子催化剂构筑策略，结合热驱动、激光诱导及界面原子调控，实现纳米颗粒向单原子的可控转化。通过原位表征技术，深入解析转化过程中的中间结构及动态行为，系统揭示结构演化机制与调控规律。同时，本报告还将介绍单原子通用合成策略及配位环境调控的研究进展，为构建高效、稳定且具可扩展性的单原子催化体系，以及实现纳米结构向原子级催化材料的理性设计提供新型研究思路。

关键词单原子催化；纳米晶单原子化；纳米-单原子协同位点；合成方法；构效关系

硅基固态电池与新型固态电解质研究

张桥保^{1,*}

¹表界面化学全国重点实验室, 厦门大学材料学院, 厦门, 361005

*Email: zhangqiaobao@xmu.edu.cn

报告摘要:

发展高能量密度、高功率密度和长循环寿命二次电池是当前国内外前沿研究热点, 也是能源电化学材料研究的核心。先进电极材料开发是实现高比能二次电池的关键前提, 这迫切需要对现有电极材料进行优化并探索新型高性能电极材料, 同时借助清晰、精确的先进实验表征手段对新机理、新材料和新设计进行深入探讨, 以形成系统的科学认识^[1-5]。

本报告将围绕高比容量硅基负极材料在固态电池中的结构设计及性能提升的机理解析而展开, 以先进显微和谱学表征为研究手段, 深入解析其微观结构与宏观电化学性能间的构效关系, 以期为解决目前硅基负极应用于固态锂离子电池存在的瓶颈问题提供新的研究思路

关键词: 硅基负极; 固态电池; 原位透射电镜表征

参考文献:

- [1] W. An, B. Gao, S. Mei, B. Xiang, J. Fu, L. Wang, **Q. Zhang***, P. K. Chu, K. Huo*, Nat. Commun., 2019, 10, 1447
- [2] L. Liang, M. Su, Z. Sun, L. Wang, L. Hou, H. Liu, **Q. Zhang***, C. Yuan*, Sci. Adv., 2024, 10, eado4472
- [3] C. Ke, R. Shao, Y. Zhang, Z. Sun, S. Qi, H. Zhang, M. Li, Z. Chen, Y. Wang, B. Sa, H. Lin, H. Liu, M. Wang, S. Chen*, **Q. Zhang***, Adv. Funct. Mater., 2022, 2205635
- [4] X. Han, L. Gu, Z. Sun, M. Chen, Y. Zhang, L. Luo, M. Xu, S. Chen, H. Liu, J. Wan, Y. He, J. Chen*, **Q. Zhang***, Energy Environ. Sci., 2023, 16, 5395-5408
- [5] X. Zhan, M. Li, X. Zhao, Y. Wang, S. Li, W. Wang, J. Lin, Z. Nan, J. Yan, Z. Sun, H. Liu, F. Wang, J. Wan, J. Liu*, **Q. Zhang***, L. Zhang*, "Self-assembled hydrated copper coordination compounds as ionic conductors for room temperature solid-state batteries", Nat. Commun., 2024, 15, 1056

混合电解水

傅晓阳*

北京大学

在混合电解水体系中，通过采用其他底物的氧化反应替代传统电解水中阳极的析氧反应，从而显著降低制氢过程中的所需的电压及能耗，同时有望实现污染物的去除以及高附加值产物的制备。目前核心挑战在于开发具有高活性、高稳定性、高选择性和低成本的阳极氧化反应电催化剂。鉴于此，面向常见小分子底物（如肼¹⁻²、醛³、醇⁴）的电氧化反应，基于配体效应、界面效应和双功能效应⁵等策略，设计并构筑了一系列高性能纳米合金电催化剂。在此基础之上，进一步将小分子底物的氧化与析氢反应进行耦合，并结合膜电极组装构建混合电解水装置，实现节能制氢，同时以高选择性实现污染物处理与高附加值产物制备，展现出优异的性能与稳定性，验证了该策略的可行性与应用前景。

关键词混合电解水；电催化剂；电氧化；纳米材料

双连续结构多孔材料及其能源存储与转化应用

麦亦勇*

上海交通大学

光电功能材料是能源存储与转化等多个国家重大科技发展目标领域的核心材料，其主要研究目标之一的获得材料的构效关系和实现性能的优化。为此，实现材料的有序化是必要条件之一。上海交通大学麦亦勇教授团队致力于用高分子自组装方法解决结构特殊的光电功能材料的有序化难题，构筑了一系列新颖的多维多尺度光电功能材料，并揭示和理解未知的构效关系。本报告将介绍该团队在高分子自组装可控构筑双连续结构多孔材料研究方面的成果：他们通过嵌段共聚物精准溶液自组装和相结构精确调控，获得了有序双连续结构组装体，填补了长期以来该相图的空缺；以此为模板精准构筑了双连续结构光电功能材料，并揭示该结构在光电应用上的独特优势。

关键词 高分子；自组装；多孔材料；双连续结构；能源存储与转化

报告人简介：



麦亦勇博士，2001-2007年期间获上海交通大学学士、硕士、博士学位。2008-2013年在加拿大McGill大学从事博士后研究。2013年3月受聘上海交通大学特别研究员（正高）/博导，同年到德国马普高分子研究所交流访问。2018年6月晋升教授并获得终身教职，2023年6月晋升特聘教授。主要研究方向为基于高分子自组装的光电功能材料化学体系。已在 Nat. Mater., Nat. Commun., JACS, Angew. Chem. Int. Ed., Adv. Mater., CCSChem. 等国际权威杂志上发表研究论文130余篇，被引用10000余次，入选英国皇家化学会2021Top1%高被引中国学者（化学）；受邀撰写高分子自组装专著《大分子自组装新编》；授权专利10余项。目前担任 SusMat, NanoResearch, 功能高分子学报等杂志（青年）编委。所获荣誉包括国家杰出青年科学基金资助，上海市优秀学术带头人、上海市高等学校特聘教授

(含跟踪计划)、唐立新优秀学者奖、ChemCommPioneeringInvestigator等。

失效锂电池电极材料的修复与再利用

周光敏*

清华大学深圳国际研究生院

随着新能源汽车、各类电子设备的普及，锂离子电池的使用量呈现爆发式增长，随之产生了大量废弃锂离子电池。废弃锂电池中包含大量的金属资源，处置不当既会造成资源浪费，也有潜在的环境风险。现有的商业化电池回收方法以火法、湿法回收方法为主，二者均需要将失效电池中的电极材料结构破坏到原子程度后进行再提取，用作新电极材料的制备，流程长、成本高，且涉及到高温、强酸等极端条件的应用，经济效益与环境效益堪忧。如何开发创新的清洁回收方法，简化回收流程，开拓回收产物的再利用途径，是电池回收领域的重大挑战。报告人针对现有回收方法的缺陷，提出了在分子尺度直接对电极材料进行修复的直接回收思想，设计了低共熔溶剂直接修复失效钴酸锂正极、低温熔融盐修复高失效程度三元正极、多功能溶剂热及有机锂盐再生失效磷酸铁锂等创新回收方法；并对与之匹配的直接回收过程进行了闭环化设计；此外提出了失效电极材料向高性能电极材料、纳米催化剂等产物转化的高值化利用途径，大幅简化了回收流程，规避了极端条件的使用，为电池回收研究与产业提供了新的技术体系与理论指导。

关键词 锂离子电池，电池回收，正极材料，再利用

低成本电解水制氢：催化剂和阳极反应在电堆层面的研究

林斐*、刘利峰

松山湖材料实验室

质子交换膜（PEM）电解水制氢能够与风电和光伏结合，是一种很有前景的绿氢生产方式。然而，绿氢面临高成本问题，难以与传统的灰氢竞争。其中，绿氢成本较高的主要原因是：（1）阳极催化剂需要用到贵金属Ir，使得设备成本较高；（2）高能耗（4.5-6.0 kWh/m³H₂），产生较高电力成本占比（50%）。针对两个关键问题，我们团队从两个方面提出了解决方案。

在成熟PEM电解水制氢技术中，通过设计RuM_x（M=Hf、Y、Mn、Ir）酸性OER催化剂，降低了Ir的使用。其中，Hf掺杂RuO₂调控Ru位点电子结构的工作中，我们通过原位红外光谱证实了吸附演化机制（adsorbate evolution mechanism-AEM）和吸附氧耦合机制（oxide path mechanism-OPM）机制共存于同一催化剂体系（图1a），显著降低晶格O的参与程度，实现高活性和稳定性酸性OER反应；也有利于实际工况下选择最优反应路径。基于此材料的指导，我们在含氧缺陷的RuO_x中通过O空位、以及Ir和Pb掺杂对于Ru电子结构的调控，与商业RuO₂相比，RuM_x晶格氧参与程度不断降低，从而增加材料的催化耐久性。在电解槽中，在3 A/cm²的电流密度下能够稳定运行400小时；并且在优化膜电极方案，应用于kW级电堆的测试。

在降低电力成本方面，硫离子氧化反应（SOR）理论电位低至0.23 V，显著降低制氢能耗。以往的研究仅在简单的电化学电池中进行了中低电流密度的测试，并且产物附加值较低。我们设计了泡沫镍负载的非晶镍钼（NiMo）包覆的碲化镍纳米棒（NR）阵列催化剂（NiTe@NiMo/NF）。针对电解和腐蚀环境、以及高活性和导电性要求，NiTe阵列提供高密度导电通道、耐硫离子腐蚀特性。在商业形式电解槽中，1.33 V槽压可达5.0 A/cm²，1.0 A/cm²下的能耗仅为1.6 kWh/m³H₂，稳定性也达到300 h以上且无明显衰减。并且我们还首次通过电化学串联反应的方式制备了硫量子点，提高了SOR反应的经济性。通过连续涂覆制备膜电极，在电堆层面（4片堆叠），我们也验证了连续制备硫量子点的可行性。

关键词绿氢；非对称电解水；电堆

金属有机框架(MOF)材料的催化与能源应用

徐强*

Southern University of Science and Technology, China

We have successfully synthesized a number of porous metal-organic frameworks (MOFs) and developed their new applications as catalysts, as supports for metal nanoparticles and as templates/precursors for synthesis of nanostructured materials. Porous carbon and carbon composite materials have been synthesized by using MOFs as templates/precursors and the resultant materials display high specific surface areas and excellent electrochemical properties as electrode materials for electric double-layered capacitor (EDLC) and as electrocatalysts for various reactions. This talk will discuss the catalytic and energy applications of MOF-derived nanomaterials. 1-7

References

1. D. Chen, B. Chu, F. Li, Y. -T. Zheng, Y. Lu, B. Shao, L. Li, N. -Y. Huang, Q. Xu, J. Am. Chem. Soc. , 2025, 147, 22705 - 22713.
2. N. -Y. Huang, B. Chu, D. Chen, B. Shao, Y. -T. Zheng, L. Li, X. Xiao, Q. Xu, J. Am. Chem. Soc. , 2025, 147, 8832-8840.
3. N. -Y. Huang, B. Li, D. Wu, Z. -Y. Chen, B. Shao, D. Chen, Y. -T. Zheng, W. Wang, C. Yang, M. Gu, L. Li, Q. Xu, Angew. Chem. Int. Ed. , 2024, 63, e202319177.
4. M. Du, B. Chu, Q. Wang, C. Li, Y. Lu, Z. Zhang, X. Xiao, C. -Q. Xu, M. Gu, J. Li, H. Pang, Q. Xu, Adv. Mater. , 2024, 36, 2412978.
5. Y. -S. Wei, M. Zhang, R. Zou, Q. Xu, Chem. Rev. , 2020, 120, 12089.
6. S. Dang, Q. -L. Zhu, Q. Xu, Nat. Rev. Mater. , 2018, 3, 17075.
7. B. Liu, H. Shioyama, T. Akita, Q. Xu, J. Am. Chem. Soc. , 2008, 130, 5390.

关键词 MOFs; MOF-derived nanomaterials; Catalysis; Energy

相变能量存储-纳米限域结构协同调控与自适应热管理

耿晓叶、邹如强*

PekingUniveristy

柔性电子与穿戴器件的瞬态热冲击对材料提出“可拉伸-储热-散热”耦合需求，而传统的固-液相变材料（PhaseChangematerials, PCMs）因刚性大、泄漏风险难以直接匹配。因此，我们以“纳米限域-界面工程”协同策略构建多种柔性复合体系以期突破应用瓶颈。（1）原位聚合法将可视化的固-液PCM限域于微/纳米尺度微纳胶囊，光热转换效率86.9%，具备可视化的潜热存储与释放能力（ $\Delta H_m=171.9\text{J/g}$, $\Delta H_c=171.4\text{J/g}$ ）；可借助锐孔-凝固浴法制备窄分散复合大胶囊，集成智能调温服与热防护服，实现人体体表温度恒定与热舒适的自适应智能调节。（2）化学-物理双交联协同构筑动态三维网络，实现固-液相变材料的限域封装定形，兼具高储热能力（ $\Delta H_m=171.9\text{J/g}$, $\Delta H_c=171.4\text{J/g}$ ）、高柔韧性、形变率（ $\epsilon=1500\%$ ）与90.6%的形状回复率的柔性相变材料，并通过石墨烯赋能增强成功应用于光热驱动人工肌肉与柔性驱动器。（3）基于静电纺丝技术，将相变微纳胶囊或固固相变材料分散体系构建均质前驱体，通过纳米纤维化封装制备具有机械柔韧性与热自适应性的柔性相变复合材料，借助连续导热网络结构的构建与界面优化策略进一步实现高效抗热冲击性能。（4）聚合物分子链骨架与多级牵伸作用限域小分子固-液相变材料实现限域封装定形构筑多功能型相变复合纤维，通过碳纳米管赋能增强策略制备高焓值烯碳相变纤维（ $\Delta H_m=138.6\text{J/g}$, $\Delta H_c=137.4\text{J/g}$ ），并借助经纬编织技术实现高性能智能可穿戴纺织品的可扩展制备，实现其在人体舒适热管理方面的应用。

关键词相变材料；纳米限域；热管理；能量存储

微型电化学能源材料与器件

吴忠帅*

中国科学院大连化学物理研究所

Researcher Zhong-

Shuai Wu is the principle investigator of Dalian Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences, the Group Leader of 2D Materials & Energy Devices and Ph.D Supervisor. His current scientific interests include graphene, two-

dimensional nanomaterials, and advanced nanomaterials for energy and environmental applications, including supercapacitors (e.g., electric double layer capacitors, pseudocapacitors, lithium ion capacitors, asymmetric supercapacitors, hybrid supercapacitors), batteries (Li/Na/K/Al/Zn based batteries, Li-S batteries, all-solid-

state batteries), flexible microscale energy storage devices, and catalysis (e.g., ORR, OER, HER). Until now, he has published 100 peer-

reviewed papers (IF > 10, 55 papers) in *Energy Environ. Sci.*, *Nat. Commun.*, *Adv. Mater.*, *J. Am. Chem. Soc.*, *ACS Nano*, etc, which have been cited more than 18000 times, 24 papers are recurrently ESI "Highly Cited Paper". In recent five years, he has published 71 peer-

reviewed papers (IF > 10, 36 papers), which have been cited more than 13000 times. H-

index = 43. Additionally, he has authored 2 book chapters, 30+ CN and EU patents, applied for an international standard 《IEC 62607-6-22-

Determination of ash content of graphene by incineration》 and presented more than 50+ Plenary, Keynote, Invited, and Oral talks. And he has won several important awards and honors such as the National Natural Science Award (2nd class, 2017), Liaoning Provincial Science and Technology Award (1st class, 2015), Recruitment Program of Global Expert (1000 Talent Plan), etc. He also serves the guest editor and editorial board of *Advanced Materials* (AM), *Energy Storage Materials* (ESM) and *Journal of Energy Chemistry* (JEC), the member of National Technical Committee 279 on Nanotechnology of Standardization Administration of China, CIGUI International Standardization Technical Committee, Technology Committee for Inner Mongolia Institute of Graphene Materials, etc.

针对可穿戴与微电子系统用储能器件的重大需求，报告人围绕微型电化学能源材料与器件的关键科学问题，开展了深入系统研究。发展了固相锂化和剥离新策略实现了二维碲化物材料安全、高效、快速宏量制备，研制出与平面化微器件特性相匹配的高活性二维赝电容材料、高电压高容量钴酸锂、富锂正极材料以及快充石墨负极材料；发展了耐高压、宽电压窗口和高离子电导率的高浓盐水系、离子液体、凝胶电解质和硫化物等电解质，建立了高效微电极-耐高压电解质强界面作用规

律，揭示了离子多方向传质反应机制，创制出高性能、柔性化、集成化微型储能器件及太阳能-储能-传感等一体化共面微能源系统。

关键词 二维材料；钴酸锂；微型储能器件；微能源系统；能源化学

热-电磁耦合管理一体化形状稳定相变复合材料

韩生会、FengXiong、RuqiangZou*

北京大学

With the ongoing miniaturization and ever-increasing power of electronic devices, overwhelming heat accumulation and electromagnetic-wave (EMW) pollution have become key issues restricting their development. To shield external EMW and prevent electromagnetic radiation from generated waves, high-quality packaging materials for electronic devices must possess the capability to shield electromagnetic interference in addition to thermal management performance. Phase change materials (PCMs) are excellent thermal management materials that can store and release a large amount of latent heat while maintaining a constant temperature during phase transition processes. The development of multifunctional materials that integrate efficient thermal management and wideband EMW attenuation has attracted much attention and is challenging. Herein, PP aerogel that simultaneously provides electromagnetic-wave absorption and phase-change-material encapsulation is selected as the matrix for the phase change composites (PCC). PCC exhibits good shape stability and cycling stability while processing a high latent heat. PCC shows a substantial average temperature drop of 20.2°C through phase transition heat absorption compared with traditional natural cooling. Meanwhile, PCC has impressive EMW attenuation capacity, with a low reflection loss and a broad effective absorption bandwidth at thicknesses less than 2.2 mm, providing effective electromagnetic pollution protection for devices and human bodies. The composite also exhibits outstanding photothermoelectric conversion performance. It establishes a universal research paradigm for the design of multifunctional composite phase-change materials.

关键词 相变储能材料，热管理，电磁屏蔽

PEM电解水阳极关键材料的合成化学与制备技术

邹晓新

吉林大学

质子交换膜（PEM）电解水技术凭借其高能效、快速动态响应特性及与可再生能源系统的高度兼容性，成为绿氢制备领域最具发展潜力的技术路线之一。然而，PEM电解堆阳极材料体系依赖贵金属铱基催化剂和钛纤维毡基多孔传输层（PTL），它们长期存在进口依赖度高、国产材料性能不足及精密制造工艺缺失等问题，严重制约电解堆成本下降、效率提升及产业链安全可控。针对上述难题，我们的研究重点突破了高性能铱基催化剂高一致性批量制备、大尺寸钛基PTL直通孔结构精密成形等核心技术。通过开发高孔隙率氧化铱催化剂合成工艺与直通孔钛基PTL的机械加工技术，实现了PEM电解堆阳极催化层与传质层的协同优化。基于此构建的国产化材料体系综合性能已全面对标并部分超越国际竞品，为氢能装备核心材料自主化提供了关键技术支撑。