

先进制造与新材料动态

ADVANCED MANUFACTURING AND MATERIALS NEWSLETTER

监测快报

2025 第 20 期
(总第 474 期)

本期要目

- 英 EPSRC 资助国家 X-射线计算机断层扫描设施
- 摩根大通启动“安全与韧性计划”助力关键行业发展
- NVIDIA 发布全球最小 AI 超算 DGX Spark
- “中国灯笼”结构聚合物可变换多种形状
- 新型 3D 打印技术“生长”出超强材料
- 新型高温金属合金有望推动航空发动机节能变革
- 原子钟精度提高一倍
- 全球首颗二维-硅基混合架构闪存芯片问世

中国科学院武汉文献情报中心

目 录

项目资助

英 EPSRC 资助国家 X-射线计算机断层扫描设施 1

摩根大通启动“安全与韧性计划”助力关键行业发展 1

英投入 3000 万英镑资助电动汽车研发 3

行业观察

NVIDIA 发布全球最小 AI 超算 DGX Spark 4

研究进展

“中国灯笼”结构聚合物可变换多种形状 5

新型 3D 打印技术“生长”出超强材料 6

新型高温金属合金有望推动航空发动机节能变革 7

SpectroGen 工具实现材料质量检测新突破 8

非晶氧化物阴极实现镁电池室温稳定运行 8

量子材料商业化潜力评估体系 9

电化学工艺将废弃物转化为高价值化学品 10

原子钟精度提高一倍 11

全球首颗二维-硅基混合架构闪存芯片问世 11

全固态金属锂电池使设备续航时间提升两倍以上 12

项目资助

英 EPSRC 资助国家 X-射线计算机断层扫描设施

英国国家 X-射线计算机断层扫描设施（National X-ray Computed Tomography facility, NXCT）获得工程与自然科学研究理事会（EPSRC）五年期 650 万英镑的资助，巩固其在 3D 和 4D 成像研究的领先地位¹。

此次资助主要推进以下工作：①先进设备升级：远程访问计算基础设施，支持先进的大容量和原位成像；②拓展用户访问：加强现有的免费机时供给计划，同时为中小企业和公众提供参与机会；③数据与计算支持：通过与“研究 IT”服务团队合作，升级工作站、大容量存储及定制数据流程；④培训与技能开发：面向初次使用和资深研究人员的不同需求，分别制定用于断层扫描数据收集和分析的额外专业培训模块。

【快报延伸】

NXCT 是英国基于实验室 X-射线 CT 成像的国家研究中心，自 2020 年 11 月开始运营，汇集了来自曼彻斯特大学、南安普顿大学、华威大学、伦敦大学学院和钻石光源等机构的世界级 CT 专业人才资源，坐落于亨利·罗伊斯研究所，为用户提供尖端成像、数据分析和科学支持。

（姚 熠）

摩根大通启动“安全与韧性计划”助力关键行业发展

10 月 13 日，美国商业银行摩根大通宣布推出“安全与韧性计划”，这是一项为期 10 年、规模达 1.5 万亿美元的计划，旨在促进、资助和投资于对国家经济安全与韧性至关重要的产业²。

作为该计划的一部分，摩根大通将进行高达 100 亿美元的直接股权和风险投资，重点支持以美国企业为主的特定公司，强化企业增长动能、

¹ NXCT Awarded £6.5 Million Five Year EPSRC Grant to Power the Future of UK 3D Imaging.

<https://www.royce.ac.uk/news/nxct-awarded-6-5-million-five-year-epsrc-grant-to-power-the-future-of-uk-3d-imaging/>

² JPMorganChase Launches \$1.5 Trillion Security and Resiliency Initiative to Boost Critical Industries.

<https://www.jpmorganchase.com/newsroom/press-releases/2025/jpmc-security-resiliency-initiative>

激发创新活力，并加速战略制造业的发展进程。

摩根大通将专注于供应链与先进制造业、国防与航空航天、能源独立与韧性、前沿与战略技术四个关键领域，通过提供咨询建议、融资支持，并在部分情况下投入资本，为各种规模和处于各个发展阶段的企业提供助力。该行目前将这四个关键领域细分为 27 个子领域，范围从造船和核能到纳米材料和关键国防部件。

核心领域	领域说明	部分细分领域	细分领域说明
供应链与先进制造业	关键行业回流，构建稳健、冗余的供应链网络，以防范全球供应链中断风险，减少对潜在对手及合作方的依赖，并推动关键领域的生产力增长	先进散装材料	包括电介质、聚合物等可提升功能属性的材料
		纳米材料与微电子材料、组装及制造	用于微芯片组装测试及半导体生产的工艺与材料
		关键矿产开采与加工	重要工业矿产的开采与精炼
		医药前体	用于生产必需药品的化学品
		先进制造	通过自动化与网络化提升制造业质量的相关技术
		关键任务房地产	先进制造设施、数据中心、生命科学研究基地、物流枢纽等对美国安全至关重要的物业
		造船	商用及军用船舶的建造
		自主移动机器人	基于人工智能技术、可自主导航并执行任务的机器人
国防与航空航天	重要弹药储备不足，现代战争形态正快速演变。在低成本空、陆、海无人机、卫星及电子战等领域，对现代国防技术存在明确需求	指挥与控制技术	用于管理军事行动及军事资产的系统
		关键部件	先进国防系统的核心部件
		航天器	用于太空探索及太空应用的飞行器
		太空发射	用于发射航空器的相关技术
		无人系统	用于商用及军事任务的无人机与机器人
		弹药、导弹与高超音速武器	可实现先进国防系统作战能力的高速投射武器
		6G	超高速下一代无线通信技术
		安全通信	用于实现安全高效通信的技术

核心领域	领域说明	部分细分领域	细分领域说明
能源独立与韧性	能源生产的多元化以及电网的现代化与韧性，对于维护国家利益和推动人工智能发展至关重要	网状网络	用于连接的分布式网络架构
		核能	基于下一代核技术产生的电力
		电网韧性	助力能源网络抵御中断风险的技术
		分布式能源	在多个分散地点产生的安全能源
		电池储能	采用先进电池技术实现的化学储能
前沿与战略技术	强化人工智能、网络安全及量子计算领域的能力，可直接推动GDP增长，并创造军事、情报、生物技术及网络韧性等多重效益	太阳能	利用太阳能的相关技术
		网络安全	保护信息及基础设施免受网络威胁的技术
		量子计算	基于量子力学的先进计算
		人工智能	模拟人类认知的计算机系统
		边缘计算	在源头附近处理数据以提升效率
		传感器硬件	用于捕获并测量物理输入的设备

（郭文娟）

英投入 3000 万英镑资助电动汽车研发

10 月 15 日，英国政府宣布将与行业合作推进总资金达 3000 万英镑的电动汽车研发项目，助力零排放汽车创新，契合政府现代产业战略³。

该项目采用“匹配资金”模式，其中英国政府出资 1500 万英镑，由丰田牵头，联合德比大学、Elm Mobility Limited 等合作伙伴共同实施，旨在加速零排放技术的可行性研发、推动前沿创新，并创造高质量汽车工程岗位，同时响应英国对零排放汽车日益增长的需求，助力实现“变革计划”目标。项目研发的电动汽车将集成前沿技术，包括提升能效的太阳能车顶、支持智能城市融合的先进互联功能，以及轻量化且可回收的可持续性材料。此外，该项目还将与英国政府此前启动的“DRIVE35”计划相衔接，进一步推动英国零排放汽车端到端供应链的建设。

（吴文涛）

³ Government works in partnership with industry to unlock £30 million electric vehicle R&D project.
<https://www.gov.uk/government/news/government-works-in-partnership-with-industry-to-unlock-30-million-electric-vehicle-rd-project>

NVIDIA 发布全球最小 AI 超算 DGX Spark

10 月 13 日，NVIDIA 正式宣布开始全球发货 NVIDIA DGX Spark，这是世界上最小的人工智能超级计算机⁴。该产品将极大地扩展 AI 计算的普及范围，助力医疗保健等隐私安全敏感领域加速 AI 研发的原型设计与实验。

在技术层面，DGX Spark 基于 NVIDIA Grace Blackwell 架构，实现了高达 1 petaflop 的 AI 性能，并配备 128GB 统一内存，使得开发者能够在本地对高达 2000 亿参数的模型进行推理，并对 700 亿参数的模型进行微调，同时还能创建 AI 代理并运行高级软件栈。

Evolution of AI Computing: NVIDIA DGX-1 to DGX Spark

	DGX-1 (2016)	DGX Spark (2025)
GPU Architecture	NVIDIA Pascal	NVIDIA Blackwell
GPU Memory	128GB (16GB per GPU)	128GB unified system memory
AI Performance	170 TFLOPS (FP16)	1 PFLOP (FP4)
System Power	3,200 W	240 W
Dimensions	866 mm x 444 mm x 131 mm (34.1 in. x 17.48 in. x 5.16 in.)	150 mm x 150 mm x 50.5 mm (5.91 in. x 5.91 in. x 1.99 in.)
System Weight	60.8 kg (134 lb)	1.2 kg (2.65 lb)
Price	\$129,000	\$3,999

DGX Spark 与 DGX-1 性能对比

（董金鑫）

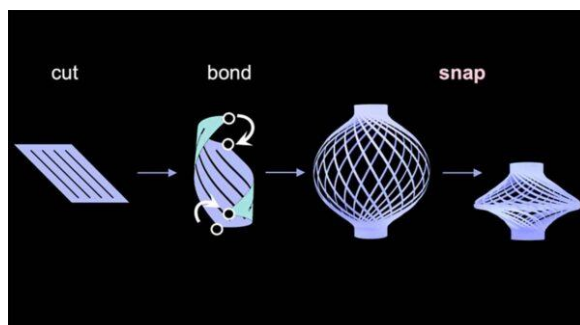
⁴ NVIDIA DGX Spark Arrives for World’s AI Developers.
<https://nvidianews.nvidia.com/news/nvidia-dgx-spark-arrives-for-worlds-ai-developers>

研究进展

“中国灯笼”结构聚合物可变换多种形状

美国北卡罗来纳州立大学 Jie Yin 研究团队创制出形似中国灯笼的聚合物材料结构，通过压缩、扭曲等简单操作，能够快速变换出十几种不同的三维弯曲形态。这种变形过程可利用磁场进行远程操控，大大拓展了应用潜力⁵。

研究人员将中国灯笼这种传统结构的力学特性与聚合物科学相结合，核心创新在于利用存储弹性能量实现可编程的快速形态变化。研究人员先将聚合物薄片切割成钻石状的平行四边形，在每条边的中央刻出一排平行缝隙，在薄片顶部和底部形成由实心条连接的均匀带状结构，再将这些实心条的左右两端相连，便构成了一个类似球形“中国灯笼”的三维结构。研究显示，该结构具有“双稳态”特性。当从顶部向下推压，该结构会慢慢开始变形，直至达到某个临界点，瞬间转变为类似旋转陀螺的第二种稳定形状。此时，该结构已储存了此前推压施加的全部能量。一旦向上拉起，能量便会瞬间释放，迅速恢复为最初的灯笼形状。研究发现，通过扭曲结构、将顶部或底部的实心条向内或外折叠等操作，还能创造出更多形状。研究人员在结构底部实心条附上磁性薄膜，实现磁场远程控制结构的压缩与扭曲。未来，这类灯笼结构有望组装成二维或三维系统，应用于可变形的力学超材料、机器人技术等领域。



灯笼结构制作过程示意图

⁵ ‘Chinese Lantern’ Structure Shifts Into More Than a Dozen Shapes for Various Applications.
<https://mae.ncsu.edu/2025/10/10/chinese-lantern-structure-shifts-into-more-than-a-dozen-shapes-for-various-applications/>

上述研究工作发表在 *Nature Materials* (文章标题: Reprogrammable snapping morphogenesis in ribbon-cluster meta-units using stored elastic energy)。

(姚 熠)

新型 3D 打印技术“生长”出超强材料

瑞士洛桑联邦理工学院 Daryl W. Yee 研究团队开创了以水基凝胶为模板“生长”金属与陶瓷的 3D 打印方法,制造出具有卓越密度且结构精密的构件,为下一代能源、生物医学及传感技术开辟新路径⁶。

研究团队先用水基凝胶制作 3D 支架,再向其中注入金属盐并将其化学转化为渗透整个结构的含金属纳米颗粒。随后重复该过程 5-10 次,形成高金属浓度复合材料,最后通过加热去除残留凝胶,获得保留原始结构的超高密度金属或陶瓷成品。由于水凝胶仅在制备后才注入金属盐,因此该技术允许将单一水凝胶转化为多种不同的复合材料、陶瓷或金属。

研究团队通过制作铁、银、铜材质的回转体(gyroids)进行技术验证,新材料能承受 20 倍以上压力,且收缩率仅 20% (传统方法为 60%-90%)。该材料兼具高强度、轻量化与复杂结构等特点,特别适用于传感器、医疗设备及能量转换存储装置等领域。目前团队正通过机器人自动化提升加工效率,推动技术产业化应用。

上述研究工作发表在 *Advanced Materials* (文章标题: Hydrogel-Based Vat Photopolymerization of Ceramics and Metals with Low Shrinkages via Repeated Infusion Precipitation)。

(冯瑞华)

⁶ New 3D printing method 'grows' ultra-strong materials.
<https://actu.epfl.ch/news/new-3d-printing-method-grows-ultra-strong-material/>

新型高温金属合金有望推动航空发动机节能变革

传统高温金属（如钨、钼、铬）虽耐高温，但其实际应用长期面临两大瓶颈，室温脆性问题和在 600 °C-700 °C 空气中会快速氧化失效。目前广泛使用的镍基高温合金虽综合性能良好，但其安全工作温度上限仅为 1100 °C，限制了能源转换效率的进一步提升。

德国卡尔斯鲁厄理工学院 Alexander Kauffmann 领导的研究团队研发出由铬、钼、硅构成的新型耐高温金属基合金 Cr-36.1Mo-3Si (at.%)，其综合性能优于现有部分高温材料，未来有望降低飞机发动机和燃气轮机的化石燃料消耗⁷。

该新型合金在室温下具有延展性，其熔点高达约 2000 °C，即使在高温下也能保持稳定，同时具备优异的抗氧化性。该合金首次实现了三大关键性能的完美结合，使构件能够在远超 1100 °C 的环境下稳定工作。据测算，涡轮机工作温度即使仅升高 100 °C，也能降低约 5% 的燃料消耗，这对航空业减排具有重要意义。

材料的抗氧化性和延展性目前仍无法通过计算机进行充分预测并实现精准的材料设计。该技术仍处于基础研究阶段，但已为全球高温材料研究树立了重要里程碑，为后续产业化发展奠定了坚实基础。

上述研究工作发表在 *Nature*（文章标题：A ductile chromium-molybdenum alloy resistant to high-temperature oxidation）

（冯瑞华）

⁷ Novel Metal Alloy Withstands Extreme Conditions.
https://www.kit.edu/kit/english/pi_2025_070_novel-metal-alloy-withstands-extreme-conditions.php

SpectroGen 工具实现材料质量检测新突破

当前材料质量检测依赖多种昂贵光谱仪器交叉验证，存在效率低与成本高双重瓶颈。美国麻省理工学院 Loza Tadesse 研究团队开发出生成式 AI 工具 SpectroGen，通过跨模态光谱转换实现虚拟测量，为半导体、制药等领域提供了高效质量检测新方案⁸。

研究团队基于 6000 种矿物样本光谱数据库，通过数学建模将不同模态光谱解析为高斯/洛伦兹分布特征，结合生成式神经网络构建跨模态转换模型。采用物理先验知识引导的 AI 架构替代传统化学键分析路径，经公开数据集验证生成光谱与实测数据相关性达 99%，并将传统耗时数小时至数天的检测流程压缩至 1 分钟内完成。

上述研究工作发表在 *Matter*（文章标题：SpectroGen: Harnessing Generative AI for Cross-Modal Spectroscopic Analysis of Materials）。

（董金鑫）

非晶氧化物阴极实现镁电池室温稳定运行

当前镁电池受制于二价镁离子扩散动力学缓慢，难以在室温下实现可逆充放电。日本东北大学 Tetsu Ichitsubo 研究团队开发出新型非晶氧化物阴极材料（ $\text{Mg}_{0.27}\text{Li}_{0.09}\text{Ti}_{0.11}\text{Mo}_{0.22}\text{O}$ ），通过构建扩散通道，成功实现镁电池在室温条件下的稳定运行。该突破为替代锂离子电池提供了可持续储能技术新路径⁹。

研究人员通过改性溶液燃烧合成方法，制备出纳米级非晶氧化物作为阴极材料，并以氟化烷氧基硼酸盐 $\text{Mg}[\text{B}(\text{HFIP})_4]_2$ 作为电解质材料构建镁电池。通过非晶结构中的自由体积效应促进镁离子迁移，结合锂离子预嵌入形成的交换通道将扩散势垒降低至室温可操作范围。实验数据显示，该原电池放电比容量达 150 mAh/g，经 200 次循环后仍保持 70

⁸ Checking the quality of materials just got easier with a new AI tool.

<https://news.mit.edu/2025/checking-quality-materials-just-got-easier-new-ai-tool-1014>

⁹ New Magnesium Battery Prototype Achieves Stable Operation at Room Temperature.

https://www.tohoku.ac.jp/en/press/magnesium_battery_prototype_achieves_stable_operation_at_room_temperature.htm

mAh/g 容量，成功驱动需 2.5 V 工作电压的蓝色 LED 发光元件。

上述研究工作发表在 *Communications Materials*（文章标题：Amorphous oxide cathode enabling room-temperature rechargeable magnesium batteries）。

（董金鑫）

量子材料商业化潜力评估体系

量子材料是当前的研究热点，部分量子材料已在计算机硬盘、电视屏幕和医疗设备等领域实现商业化应用，但绝大多数量子材料仍停留在实验室研究阶段。美国麻省理工学院 Mingda Li 团队构建了一套数据驱动的评估体系，将材料的量子行为与其成本、供应链韧性和环境足迹等因素相结合，用于判断量子材料的商业规模化潜力¹⁰。

研究人员以具有奇异电子特性的拓扑材料为研究对象，共评估了超 16000 种材料，首次发现量子权重越高的材料，往往价格更昂贵且环境破坏性更大。研究团队基于评估结果进一步筛选，先锁定 200 种环境可持续的量子材料，最终精减出 31 种能在“量子功能”与“商业潜力”间实现最优平衡的候选材料，为后续研究提供了明确方向。同时，研究还发现，当前许多被广泛研究的量子材料因环境影响评分过高，难以实现可持续规模化生产，这也解释了为何绝大多数量子材料仅停留在实验室阶段、无法走向商用。目前，团队已与半导体企业展开合作，计划通过实验深入验证这些低成本拓扑材料的性能。

上述研究工作发表在 *Materials Today*（文章标题：Are quantum materials economically and environmentally sustainable?）。

（吴文涛）

¹⁰ Why some quantum materials stall while others scale.
<https://news.mit.edu/2025/why-some-quantum-materials-stall-while-others-scale-1015>

电化学工艺将废弃物转化为高价值化学品

生物柴油作为源自植物油、动物脂肪及回收食用油的可再生燃料，虽因可生物降解、燃烧时温室气体排放低等优势成为石油柴油的绿色替代品，但生产过程中存在显著副产物难题——每生产 1 吨生物柴油便会产生约 100 公斤粗甘油。这种粗甘油因残留燃料生产过程中的化学物质与杂质，难以直接回收，当前多数生物柴油生产商只能将其低价出售给精炼企业，而这些企业需通过高温高压等高能耗工艺将其转化为 solketal（一种生物基溶剂，广泛用于制药、化妆品和工业领域，全球市场价值约 780 亿美元）。此过程不仅让生产商损失潜在收益，还因粗甘油常需跨国运输产生额外排放，对环境造成双重负担。

英国拉夫堡大学衍生公司 R3V Tech 开发出一种电化学工艺，可助力生物柴油生产商在现场直接将粗甘油转化为高价值 solketal，无需依赖外部精炼，且工艺在常温常压下运行，大幅降低能耗与运营成本，同时还能利用废弃二氧化碳，进一步减少环境影响¹¹。

R3V Tech 公司的电化学转化流程清晰且易于落地：首先对粗甘油进行过滤提纯，随后将其混入预制溶液并通入二氧化碳使其饱和，接着将混合液引入电化学反应器，通过电力驱动化学反应，最终收集液态形式的 solketal。目前，该工艺已从实验室的克级实验阶段推进至每小时千克级的生产规模，且近期获得 Innovate UK 资助，计划未来 5 个月内在生物柴油厂建造并测试试点演示设备。R3V Tech 公司的长期目标是打造一套自成一体的模块化设备，将电化学反应器及配套组件整合其中，形成“即插即用”系统，让不同规模的生物柴油生产商都能便捷地在现场开展粗甘油转化。

（吴文涛）

¹¹ Scientists' electrochemical process enables biodiesel producers to transform waste into planet-friendly profit.
<https://www.lboro.ac.uk/news-events/news/2025/october/electrochemical-transform-biodiesel-solketal/>

原子钟精度提高一倍

科学家们正在开发下一代依赖于振荡更快的原子（如镱原子）的原子钟，使用更高光学频率的激光器进行追踪。如果保持稳定，光学原子钟将能够追踪更精细的时间间隔，每秒高达 100 万亿次。麻省理工学院 Vladan Vuletić 研究团队找到了一种通过减少“量子噪声”提高光学原子钟稳定性的方法¹²。

“量子噪声”是一种由于量子力学效应造成的基本测量限制，这种效应会模糊原子的纯粹振荡。研究人员利用激光在镱原子中诱导“全局相位”，并通过量子放大技术增强了这种效应。该方法使光学原子钟的精度提高了一倍，与具备相同设置的传统方法相比，每秒能够分辨出两倍多的“滴答”次数。更重要的是，他们预计该方法的精度将随原子钟中原子数量的增加而稳步提高。

上述研究工作发表在 *Nature*（文章标题：Quantum-amplified global-phase spectroscopy on an optical clock transition）。

（郭文娟）

全球首颗二维-硅基混合架构闪存芯片问世

复旦大学周鹏-刘春森团队成功研发出全球首颗全功能二维-硅基混合架构闪存芯片。该芯片将今年 4 月发布的二维超快闪存器件“破晓”与成熟硅基 CMOS 工艺深度融合。“破晓”器件实现了 400 皮秒的超高速非易失存储，是迄今最快的半导体电荷存储技术¹³。

团队创新性地采用模块化集成方案，通过高密度单片互连技术，先将二维存储电路与 CMOS 控制电路分离制造，再实现完整芯片集成，最终实现了超过 94.3% 的芯片良率。全片测试表明，该芯片支持 8 比特指令操作和 32 比特高速并行操作与随机寻址，性能远超目前的 Flash 闪存

¹² MIT physicists improve the precision of atomic clocks.
<https://news.mit.edu/2025/mit-physicists-improve-atomic-clocks-precision-1008>

¹³ 全球首颗！复旦团队研发二维-硅基混合架构闪存芯片.
<https://news.fudan.edu.cn/2025/1009/c1268a146868/page.htm>

技术，首次实现了混合架构的工程化。在此基础上，团队进一步提出了跨平台系统设计方法论，包含二维-CMOS 电路协同设计、二维-CMOS 跨平台接口设计等，并将这一系统集成框架命名为“长缨(CY-01)架构”。团队计划在 3-5 年内将该芯片推进至百万量级集成。该技术有望颠覆传统存储体系，为 AI 时代提供标准存储方案。

上述研究工作发表在 *Nature*（文章标题：A full-featured 2D flash chip enabled by system integration）。

（复旦大学）

全固态金属锂电池使设备续航时间提升两倍以上

全固态金属锂电池凭借高安全性和能量密度优势，被视为下一代储能技术的代表，但长期以来因固态电解质与金属锂电极间的界面接触难题而受阻。中国科学院物理研究所黄学杰团队通过拓扑强化负极(TFA)和动态自适应界面(DAI)技术成功攻克这一难题，为全固态电池实用化开辟新路径¹⁴。

TFA 由三维纤维状 Li_5B_4 骨架（模量 10-50 GPa）和 60% 体积的金属锂组成， Li_5B_4 骨架形成快速锂扩散路径，将表面锂“沉积/剥离”过程变成沿亲锂骨架的锂扩散输运行为。因此，TFA 体积变化率仅为金属锂负极的 40%，耐受压力范围拓宽至 0-50 MPa。TFA 对称电池临界电流密度提升至 5.8 mA cm^{-2} （约为纯金属锂的 3.6 倍）。另外，在硫化物电解质（ $\text{Li}_{3.2}\text{PS}_4\text{I}_{0.2}$ ）中预置可迁移碘离子，在电场下原位形成微米级 LiI 层，界面层起始终动态维系界面紧密接触并兼具离子传输能力。联合 TFA 与 DAI 两项技术，首次实现零外压全固态金属锂软包电池稳定循环。

实验结果表明，基于以上技术制备的原型电池在标准测试条件下表现优异，经历数百次充放电循环后仍保持稳定性能，远超当前同类电池水平。该技术可使电池能量密度突破 500 Wh/kg ，有望使电子设备续航

¹⁴ 全固态金属锂电池固-固界面接触研究取得新进展。
https://www.iop.cas.cn/xwzx/kydt/202510/t20251008_7984216.html

能力提升两倍以上。这项工作是全固态金属锂电池迈向实用化的关键一步，也为设计下一代钠、钾等固态电池提供了变革性思路。

上述研究工作分别发表在 *Advanced Materials*（文章标题：Topology Fortified Anodes Powered High-Energy All-Solid-State Lithium Batteries）和 *Nature Sustainability*（文章标题：Adaptive interphase enabled pressure-free all-solid-state lithium metal batteries）。

（中国科学院物理所）

中国科学院武汉文献情报中心

先进制造与新材料情报研究



微信扫一扫，关注我们

编辑：中国科学院武汉文献情报中心战略情报研究部

地址：湖北省武汉市武昌区小洪山西 25 号

电话：027-8719 9180

传真：027-8719 9202

邮箱：[amto at whlib.ac.cn](mailto:amto@whlib.ac.cn)