

先进制造与新材料动态

ADVANCED MANUFACTURING AND MATERIALS NEWSLETTER

监测快报

2025 第 18 期
(总第 472 期)

本期要目

- 英研究所宣布 900 万英镑电池技术资助项目
- 美 DOE 宣布资助 MIT 建立极端环境模拟中心
- 美 DOE 强化镓供应链安全
- 加资助 Qubic 开发先进量子放大器技术
- 国际采矿和金属理事会推出全球采矿数据集
- Quantum Motion 推出业界首台全栈硅 CMOS 量子计算机
- 英首款由再生材料制成的电动汽车电池

中国科学院武汉文献情报中心

目 录

项目资助

英研究所宣布 900 万英镑电池技术资助项目 1

美 DOE 资助 MIT 建立极端环境模拟中心..... 1

美 DOE 强化镓供应链安全 2

加资助 Qubic 开发先进量子放大器技术 3

行业观察

国际采矿和金属理事会推出全球采矿数据集 4

Quantum Motion 推出业界首台全栈硅 CMOS 量子计算机 5

研究进展

英首款由再生材料制成的电动汽车电池 6

大规模量子化学数据集实现催化剂设计两万倍速突破 7

新型高亮度 MOF 材料助力照明显示节能环保升级 7

破解石墨烯的量子密码 8

磁冷却实现高效氢液化 9

英国复合材料助力太空储罐减重 30%..... 10

低成本镍基催化剂实现塑料废弃物高效转化 11

汽车聚氨酯废料回收取得重大突破 11

波音 3D 打印太阳能阵列基板技术提速航天制造进程 12

革新计算架构助力光芯片实现 AI 能效百倍提升..... 13

新型量子传感器可承受极端压力 14

可生物降解 PET 替代品 PDCA 的高效生物合成 15

项目资助

英研究所宣布 900 万英镑电池技术资助项目

9月3日，英国法拉第研究所（Faraday Institution）宣布投入 900 万英镑，深化对电池形成、老化及测试过程的理解，研发锂富集阴极材料，旨在缩减制造能耗、突破电极材料性能瓶颈并强化本土电池供应链。首批资金将支持两个项目¹。

（1）推进电池化成、老化与测试的绿色制造技术（FAST 项目）

由伯明翰大学牵头，联合 4 所高校（华威、剑桥、诺丁汉、牛津）、4 家产业伙伴及英国电池工业化中心（UKBIC），针对高镍 NMC-石墨体系，跟踪和优化在化成和老化过程中发生的物理及化学变化，提供机制数据，建立新规程，实现制造能耗降低 20%、循环寿命提升 15% 的目标。

（2）加速开发新一代富锂三维阴极材料（3D-CAT 项目）

由牛津大学主导，联合伦敦大学学院、4 家产业伙伴及英国 CPI-AMBIC 材料中试平台，研发部分有序富锂三维阴极材料。该项目基于前沿发现——无序岩盐结构中锂/过渡金属元素的局部有序排列可构建三维锂离子传输网络，有望开发出性能超越磷酸铁锂、媲美高镍 NMC 且无需稀缺钴资源的新体系，目标是合成百克级材料并完成软包电池验证。

（董金鑫）

美 DOE 资助 MIT 建立极端环境模拟中心

9月10日，美国能源部（DOE）国家核安全局宣布选择麻省理工学院（MIT）建立“高焓流体-固体耦合作用百亿亿次级模拟中心”（Center for the Exascale Simulation of Coupled High-Enthalpy Fluid-Solid Interactions, CHEFSI），资助金额为最高 1750 万美元（五年期），聚焦高焓流固耦合相互作用的高性能计算模拟，旨在提升高超声速飞行、大气

¹ Faraday Institution commits a further £9m to battery research to deliver commercial impact.
<https://www.faraday.ac.uk/two-new-lithium-ion-projects/>

再入等极端环境的预测能力，支撑国家安全任务相关技术开发²。

该中心将整合 MIT 计算科学与工程中心、施瓦茨曼计算学院与士兵纳米技术研究所（Institute for Soldier Nanotechnologies）资源，运用基于百亿亿次超算和下一代算法，以空前精度模拟温度超 1500 °C、速度达 25 马赫的极端环境下气固材料相互作用过程。通过结合高保真物理模型与 AI 代理模型、实验验证及百亿亿次计算工具，重点突破高焓气流与固体材料化学-热学-力学行为的多尺度耦合模拟，揭示氧化、氮化、烧蚀、断裂等关键现象。该中心将与劳伦斯利弗莫尔、洛斯阿拉莫斯、桑迪亚等国家实验室合作，为博士后与研究生提供科研机会。

（董金鑫）

美 DOE 强化镓供应链安全

9 月 15 日，美国能源部（DOE）化石能源与碳管理办公室宣布，将提供高达 600 万美元的联邦资金，启动“镓关键材料先进提取与回收技术”（Technology for Recovery and Advanced Critical-material Extraction – Gallium, TRACE-Ga）计划。该计划采用择优方式，拟资助 1-3 个项目，旨在通过本土创新工艺，从金属加工料流中回收关键金属镓，重启已中断近 40 年的原生镓回收，落实特朗普总统关于加强关键矿产供应链的行政承诺，降低对外依赖度，提升本国供应链安全³。

镓是能源、国防和半导体行业的关键材料，目前美国 100% 依赖进口。TRACE-Ga 要求项目团队测试并验证原型装置，在 14 天连续运行中，从真实工业料流（如铝拜耳液、锌浸出渣）产出不少于 50 kg 高纯镓，并验证年产 1 公吨级的原型装置可行性。一旦成功，将标志着美国首次恢复原生镓回收能力。

² DOE selects MIT to establish a Center for the Exascale Simulation of Coupled High-Enthalpy Fluid – Solid Interactions.

<https://news.mit.edu/2025/mit-center-exascale-simulation-coupled-high-enthalpy-fluid-solid-interactions-0910>

³ U.S. Department of Energy Announces \$6 Million to Enhance U.S. Supply Chain Security Through Domestic Gallium Production.

<https://www.energy.gov/fecm/articles/us-department-energy-announces-6-million-enhance-us-supply-chain-security-through>

该项目分两个阶段进行，旨在将镓回收技术从实验室原型逐步推向商业化预备阶段。第一阶段为期 9 个月，在工业伙伴的金属工艺流中回收镓，产出至少 100 g 镓，纯度不限；提交第三方验证报告、工艺流程图、成本基线和现金流预测，并完成第二阶段原型的最终工艺流程图和商业计划的制定。第二阶段为期 24 个月，连续 14 天的运营，产出至少 50 kg 的 4N 级高纯镓，完成工艺危害分析和材料寿命评估，提供基于第二阶段数据的更精确流程图和国际成本工程促进会（AACE）国际三级成本估算，更新商业计划，为后续融资与规模化奠定基础。

（冯瑞华）

加资助 Qubic 开发先进量子放大器技术

9 月 5 日，加拿大量子技术公司 Qubic 宣布，已通过创新、科学和经济发展部及由加拿大微电子有限公司负责管理的 FABrIC 项目，获得了 92.5 万加元的资助，用于开发由量子材料制成的低温放大器。该技术旨在攻克量子计算机发展中的关键热障难题⁴。该资助印证了 Qubic 在解决量子计算领域紧迫技术难题时采用的创新方法具备可行性与价值。

当前，量子计算机大多在低温环境下运行，系统电子设备产生的热量需额外冷却，不仅成本高昂，还可能干扰低温系统的正常运行，限制了单个低温设备中可同时运行的量子比特数量。传统放大器作为量子系统的主要散热源，已成为容错量子系统开发的重大障碍。Qubic 量子放大器技术将热量散失降低一万倍，消除了量子计算机的扩展瓶颈，推动量子计算向实际应用迈出了重要一步。

目前，Qubic 量子放大器正处于原型设计与测试阶段，预计于 2026 年推向市场。这一加速的进度安排凸显了行业对量子计算热管理解决方案的迫切需求。

（蒿巧利）

⁴ Qubic Secures Nearly \$1 Million Grant to Develop Advanced Quantum Amplifier Technology.
<https://qubitech.co/media/qubic-secures-nearly-1-million-grant-to-develop-advanced-quantum-amplifier-technology/>

国际采矿和金属理事会推出全球采矿数据集

随着全球应对气候变化、生物多样性丧失及能源转型等挑战，关键矿产需求激增，采矿行业在资源供给与可持续发展中作用凸显，但行业长期存在数据不全面、不统一、缺乏标准化的问题，导致政策制定者、投资者等难以精准评估行业影响与贡献，制约了基于证据的决策制定与行业对话。为此，国际采矿和金属理事会（ICMM）启动为期多年的数据收集项目，联合 Accenture、Global Energy Monitor 和 Skarn Associates 等机构，整合公共与专有数据，推出“全球采矿数据集”，旨在填补行业数据空白，构建透明、可靠的信息基础，为行业践行负责任运营模式、推动可持续发展目标落地提供坚实的信息支撑⁵。

“全球采矿数据集”涵盖全球 15188 个采矿及加工设施，涉及 47 种主要大宗商品，每个设施标注有大致的地理坐标与名称。数据集信息显示，全球采矿行业呈现出以下三大特征。

（一）全球分布：广泛但高度集中

该数据集包含 12876 座矿山、1980 家金属/矿材加工厂，以及 332 处矿采-加工共址设施。矿采与加工设施遍布全球超 151 个国家，这意味着全球至少 75% 的经济体与大型采矿活动或金属/矿材加工业务存在一定关联。数据集显示，尽管全球矿采与加工业务分布广泛，但设施布局高度集中，仅中国、美国、澳大利亚的设施数量占比就达到了约 45%。

（二）大宗商品：四大品类占主导

80% 的矿山以四类大宗商品为主要产出，其中煤矿占比最高（42%，共 5509 个），其次是金矿（17%，2269 个）、铜矿（12%，1612 个）、铁矿（9%，1194 个）。同时，区域分布上也呈现出显著差异：亚洲拥有全球数量最多的铜矿、铁矿和煤矿，北美和中美洲是金矿数量最多的地区。

⁵ Global Mining Dataset: Understanding the global distribution of mining and metals facilities.
<https://www.icmm.com/en-gb/research/data/2025/global-mining-dataset>

（三）产业链分布：采矿与冶金设施错位

全球金属矿山与冶金设施（冶炼厂、精炼厂、钢铁厂）的整体分布趋势相近，但在国家及区域内部存在明显错位。例如，北美金属矿山集中在西部，而冶金设施则多分布于东部；日本的采矿设施主要位于北部，而冶金设施集中在南部。从区域视角来看，欧洲的冶金设施密度高于矿山，这很可能与两方面因素有关：一方面，欧洲拥有支撑汽车、航空航天及电子产业的强大制造业；另一方面，欧洲易开采的高品位矿石资源已逐渐枯竭。从全球范围来看，中国拥有该数据集中数量最多的冶金设施（426 个），远超美国（120 个）、印度（87 个）和巴西（65 个）。

未来，ICMM 计划邀请来自学术界、咨询机构、各国政府，以及各类矿种协会与国家行业协会的区域及全球合作伙伴，共同完善该数据集，进一步提升数据的准确性、覆盖范围与可信度，形成丰富且可靠的公开数据资源，为采矿与金属行业相关的政策制定及公共讨论提供有力依据。

（吴文涛）

Quantum Motion 推出业界首台全栈硅 CMOS 量子计算机

9 月 15 日，Quantum Motion 公司宣布成功交付业界首台采用标准硅 CMOS 芯片制造工艺打造的全栈量子计算机。该计算机部署于英国国家量子计算中心（NQCC），基于 300 mm 硅 CMOS 晶圆技术制造，也是首台安装在 NQCC 量子计算测试平台计划下的硅自旋量子比特计算机⁶。

该系统将 Quantum Motion 的量子处理单元与行业标准软件框架（如 Qiskit 和 Cirq）兼容的用户界面和控制堆栈集成于一体，形成了完整的全栈解决方案。系统仅占用三个 19 英寸服务器机架，适合数据中心环境，内置稀释冰箱和集成控制电子设备。辅助设备可单独放置，适应标准数据中心环境，并支持升级至更大规模 QPU，无需改变系统占用空间。

（蒿巧利）

⁶ Quantum Motion Delivers the Industry's First Full-Stack Silicon CMOS Quantum Computer.
<https://quantummotion.tech/quantum-motion-delivers-the-industrys-first-full-stack-silicon-cmos-quantum-computer/>

研究进展

英首款由再生材料制成的电动汽车电池

英国清洁技术公司 Altilium 与全球豪华汽车制造商捷豹路虎合作，于 2025 年 Cenex 博览会上展示了英国首款使用再生阴极活性材料生产的电动汽车电池。这一进展不仅标志着英国电动汽车电池循环经济发展迎来重要里程碑，同时也为验证再生材料在高性能电动汽车中的应用潜力迈出关键一步⁷。

Altilium 公司的 EcoCathod™ 工艺能够从废旧电池中回收超 95% 的阴极金属材料以及超 99% 的石墨。其中，阴极金属材料经再加工后，可生产高镍阴极电池材料，直接用于新电池制造；石墨则经进一步净化处理，用于阳极材料制造。回收所得阴极金属材料的再生含量已达到欧盟《电池和废电池法规》规定的最低再生含量目标：到 2036 年，钴的再生占比需达 26%、锂需达 12%、镍需达 15%。

依托 EcoCathod™ 工艺，Altilium 公司在 Cenex 博览会上展示了新研发的车用级 NMC 811 多层软包电池。该电池已完成初步电化学测试，测试结果证实其性能与传统原生材料制成的电池相当。目前，捷豹路虎公司正使用其先进电池测试设施，对该电池开展全面性能验证。此外，Altilium 公司还采用 100% 再生阴极材料和石墨阳极材料，制造出单层软包电池，以此展现完整的阳极和阴极循环利用效果。

相比采用亚洲开采并精炼的原生材料制成的电池，以 100% 再生阴极活性材料生产的 NMC 811 电池，其温室气体排放量可减少 32%。此外，对于欧盟《移动应用高比能可充电电池的产品环境足迹分类规则》明确的另外三类影响指标，NMC 811 电池同样展现出显著优势：颗粒物形成减少 30%、淡水生态毒性降低 58%、金属/矿产资源消耗减少 38%。

（吴文涛）

⁷ Altilium and JLR to demonstrate UK's first EV battery cells made from recovered materials at Cenex Expo.
<https://altium.tech/2025/09/03/altium-and-jlr-to-demonstrate-uks-first-ev-battery-cells-made-from-recovered-materials-at-cenex-expo/>

大规模量子化学数据集实现催化剂设计两万倍速突破

当前人工智能在计算多相催化领域面临量子化学数据精度不足与磁性材料数据缺失双重瓶颈。SandboxAQ 团队发布 AQCat25 大规模催化数据集，包含 1100 万个高精度量子化学计算数据点，覆盖 4 万种中间体-催化剂系统并首次纳入自旋极化参数，实现较物理方法高出 2 万倍的加速效果。该数据集为可持续航空燃料生产、工业废料转化等催化应用提供了原子级精度预测能力⁸。

研究人员依托 NVIDIA DGX Cloud 平台，完成了超 40 万 GPU 小时（H100 芯片）的量子化学计算，包含能量/力场/磁矩等多维参数。通过引入自旋极化测量突破氧化物材料限制，结合 GPU 加速确保建模预测可靠性，扩展机器学习模型至工业相关问题的应用能力。实验验证该数据集训练的大型定量模型（LQMs）可在数日内完成最优化合物识别，大幅缩短了传统模式动辄需数月乃至数年的研发周期。

（董金鑫）

新型高亮度 MOF 材料助力照明显示节能环保升级

照明与显示设备是全球能源消耗和温室气体排放的重要源头，仅美国每年照明与显示相关系统的耗电量便高达 2130 亿千瓦时，占全球总碳排放量的 13%，而美国 80% 的电力供应依赖化石燃料燃烧，进一步加剧了环境负担。此外，传统照明与显示技术依赖铕、铽、钇等稀土金属，这类材料不仅开采加工成本高昂，还会引发严重的生态破坏，其全球供应链更因地缘政治紧张局势而面临极大不确定性。

美国俄勒冈州立大学 Kyriakos C. Stylianou 团队研制出新型高亮度金属有机框架（MOF）材料，不仅有望彻底终结照明与显示技术对铕、铽等稀土金属的依赖，破解稀土开采污染、供应链不稳定等行业痛点，

⁸ SandboxAQ Releases AQCat25 Dataset, Accelerating Next-Generation Catalysis and Materials Discovery with AI. <https://www.sandboxaq.com/press/sandboxaq-releases-aqcat25-dataset-accelerating-next-generation-catalysis-and-materials-discovery-with-ai>

还能推动相关设备向更低能耗、更少碳排放的方向升级，为照明与显示技术迈入节能环保新时代提供关键支撑⁹。

研究人员通过调控有机配体的种类，开发出了两种锆基 MOF 多孔晶体，并采用一种称为“MOF-on-MOF”的方法，将这两种 MOF 进行堆叠组合，构建出新型 MOF 结构。研究表明，这种新型结构设计可显著提升 MOF 材料的量子产率，并有效降低其发光能量损耗。该新型 MOF 材料的光发射能效约为传统 MOF 材料的四倍，这一发现意味着，未来 LED 器件在输出同等亮度光的同时，有望大幅降低耗电量，为低功耗光电器件的发展提供了新方向。通过替代传统照明与显示设备中的稀土组件，该材料可同步实现生产成本降低、生态破坏减少与能耗下降，兼具经济、环境与气候三重价值。

上述研究工作发表在 *Nature Communications* (文章标题: Uncapping energy transfer pathways in metal-organic frameworks through heterogeneous structures)。

(吴文涛)

破解石墨烯的量子密码

几十年来，量子物理学领域一直有一个未解之谜：电子是否可以表现得像一种完美的、无摩擦的流体，并具备由通用量子数描述的电子特性？由于材料中存在原子缺陷、杂质和其他缺陷，尚未在材料中检测到电子的这种特性。

印度科学学院 Arindam Ghosh 与日本国立材料科学研究所合作，在石墨烯中检测到电子量子流体，为量子领域打开了一扇新窗口¹⁰。

研究人员探究了异常干净的石墨烯样品如何同时导电和导热。研究发现，这两个属性之间存在反比关系：当一个值（电导率）增加时，另

⁹ Researchers take key step toward greener lighting and display technologies.
https://news.oregonstate.edu/news/researchers-take-key-step-toward-greener-lighting-and-display-technologies?utm_source=miragenews&utm_medium=miragenews&utm_campaign=news

¹⁰ Cracking graphene's quantum code.
<https://iisc.ac.in/events/cracking-graphenes-quantum-code/>

一个值（热导率）降低，反之亦然。这与教科书中的维德曼-弗朗茨定律不符，该定律明确电导率和热导率的值应成正比。研究人员发现，在低温条件下，与该定律的偏差超过 200 倍，这验证了电荷和热传导机制的解耦。此时，电荷和热传导都依赖于一个与材料无关的通用常数：电导量子，这是一个与电子运动相关的基本值。这种奇特的行为出现在“狄拉克点”，这是一个精确的电子临界点，在这种状态下，电子不再是单粒子，而是像液体一样流动，但粘度低 100 倍。研究人员将其命名为狄拉克流体，其粘度极低，最接近完美流体。该研究使石墨烯成为在实验室环境中研究高能物理学和天体物理学概念（如黑洞热力学、纠缠熵缩放）的理想低成本平台。

上述研究工作发表在 *Nature Physics*（文章标题：Universality in quantum critical flow of charge and heat in ultraclean graphene）。

（万 勇）

磁冷却实现高效氢液化

德国德累斯顿-罗森多夫亥姆霍兹中心（HZDR）会同初创企业 MAGNOTHERM 创制出欧洲首个用于氢液化的磁热中试装置¹¹。

当具有某些特性的材料（例如镧-铁-硅合金 LaFeSi）放置在磁场中时，就会发生磁热效应。根据磁矩方向，金属材料会引起温度突然下降或升高。利用这一原理，通过液氮预冷后，可将氢气进一步冷却到-253 °C。一旦达到这个低温，气体就开始液化。本研究方法为氢液化提供了显著优势，目标是每天生产 100 kg 液氢，证明该技术在工业部署中的可规模化，并将每 kg 氢气液化成本降至 1.50 欧元以下。

（万 勇）

¹¹ Magnetic Cooling for efficient Hydrogen Liquefaction.
<https://www.hzdr.de/db/Cms?pOid=75544&pNid=3438>

英国复合材料助力太空储罐减重 30%

太空行业已认识到复合材料在航天应用中的关键作用，部分企业已开始探索其在太空储罐设计中的使用。例如，美国 Virgin 轨道和新西兰火箭实验室已分别开发并验证了替代金属的复合材料储罐。澳大利亚 Omni Tanker 公司与合作伙伴致力于研发并商业化无衬复合材料液氢储罐；欧洲 MT Aerospace 公司开发新型火箭燃料储罐的材料与制造工艺，并进行相关测试。在此背景下，英国国家复合材料中心（NCC）SpaceTank 项目正在提升英国在该领域的核心竞争力，推动英国在创新推进产品设计与制造方面取得突破。这些成果有望彻底改变未来火箭燃料和卫星推进剂的存储方式¹²。

NCC 已制成全复合材料、无内衬的 Type-V 储罐原型，长 750 mm、直径 450 mm，容积 96 升，壁厚 4-5.5 mm，仅 8 kg 碳复合材料即可承受 85 bar 的压力，比传统金属罐减重约 30%。NCC 采用 SHD 复合材料公司提供的 MTC510 低温固化环氧碳预浸料，胶带宽度为 300 mm，由 BINDATEX 公司精切成 6.35 mm 窄带，配合 Coriolis 自动纤维铺放系统，将 24 层碳纤材料按螺旋和环向组合缠绕，铺覆至标称厚度为 5.5 mm。随后进行 100 °C 热压罐固化，并用超声 C 扫描与红外热成像进行无损检测，以评估未来储罐对分层、孔隙等缺陷的可检性。NCC 与 AeroConsultants 公司合作开发了一种铸造工艺，采用后者的 Aqua 水溶型芯材，最终模具由壁厚 30 mm 的集中式外螺纹芯构成，该芯由两部分铸造后再粘接成一体。模具内设有三只可水洗的内部加强环，用于承受自动化铺层过程中的扭转载荷以及热压罐固化压力。

（冯瑞华）

¹² Shaping the future of composite space tank tech.
<https://www.nccuk.com/insight-impact/shaping-the-future-of-composite-space-tank-tech/>

低成本镍基催化剂实现塑料废弃物高效转化

美国西北大学 Tobin J. Marks 团队开发出一种稳定的单位点有机镍基催化剂 AlS/NiH ，能够在温和条件下选择性氢解支化聚烯烃中的 C-C 键，将难降解的塑料废弃物高效转化为有价值的化学品¹³。

研究团队采用单位点有机镍分子催化剂，通过精确调控配位环境和电子特性，实现了在温和条件下（反应温度较常规工艺降低约 100 °C，氢气压力减半）对 C-C 键的高选择性氢解。该催化剂设计避免了贵金属的使用，采用地球储量丰富的镍金属，显著降低了材料成本。催化剂消耗量仅为传统方式的 1/10，而活性提升了 10 倍。即使废弃塑料中含有多达 25% 的 PVC 污染物，催化性能仍不受影响甚至表现更优。催化剂还可多次再生使用，保持持久活性。该技术可直接处理未分类的聚烯烃混合废弃物，无需传统工艺中的分拣和净化步骤，产出物为高价值的液体油和蜡，可用于生产燃料、润滑油、蜡烛等产品，极大提升了塑料回收的经济性。

上述研究工作发表在 *Nature Chemistry*（文章标题：Stable single-site organonickel catalyst preferentially hydrogenolyses branched polyolefin C–C bonds）。

（冯瑞华）

汽车聚氨酯废料回收取得重大突破

9 月 3 日，美国陶氏公司（DOW）与意大利回收创新企业 Gruppo Fiori 公司联合宣布，双方合作开发的创新工艺取得重大进展，可实现无需拆解即从报废车辆中回收聚氨酯废料。此项创新结合了 DOW 在材料科学领域的专业优势与 Gruppo Fiori 成熟的汽车回收生态系统，为报废车辆材料开辟了新处理路径¹⁴。

¹³ No-sort plastic recycling is near.

<https://news.northwestern.edu/stories/2025/09/no-sort-plastic-recycling-is-near>

¹⁴ Dow and Gruppo Fiori develop breakthrough recycling process for automotive polyurethane waste.

<https://corporate.dow.com/en-us/news/press-releases/dow-and-gruppo-fiori-develop-breakthrough-recycling-process.html>

聚氨酯泡沫因其舒适性、安全性和燃油效率高，成为汽车内饰的重要材料。一辆普通汽车约含 28 kg 聚氨酯材料，其中 10-15 kg 用于座椅。传统车辆回收需要拆解汽车部件，导致回收成本高昂且流程复杂。陶氏与 Gruppo Fiori 的创新技术省去了这一步骤，实现了聚氨酯废料流的简化回收，其纯度满足解聚（化学回收）要求。该技术通过以下方式推动汽车供应链循环化发展：无需拆解即可从报废车辆中获得适用于解聚的聚氨酯废料流；避免有价值的聚氨酯泡沫进入填埋场，将其重新投入生产使用；实现移动出行领域聚氨酯材料的工业化规模回收再利用；促进含回收成分的多元醇生产；助力符合《报废车辆法规》（ELVR）即将实施的强制回收成分要求及原始设备制造商的可持续发展目标。

此次突破基于双方 2024 年签署的合作备忘录，现已迅速从概念发展为可投入试点的工艺。两家公司通过加速“测试-学习”模式，分析拆解流程、评估回收材料纯度和可回收性，并试点创新商业模式，为未来工业化应用奠定了积极基础。

（郭文娟）

波音 3D 打印太阳能阵列基板技术提速航天制造进程

9 月，波音公司推出 3D 打印太阳能阵列基板技术，将典型太阳能阵列翼从打印到最终组装的时间缩短了六个月。与当前生产周期相比，此举可实现高达 50% 的生产效率提升。波音公司首批 3D 打印太阳能阵列基板将搭载其子公司 Spectrolab 的太阳能电池，应用于由其另一子公司 Millennium Space Systems 生产的小型卫星¹⁵。

此次技术突破的核心优势体现在多方面：其一，设计上实现功能一体化，将线束路径、连接点等结构直接打印到每块基板面板中，用单一高强度、高精度构件替代传统工艺中的数十个独立部件、长周期工装及精密粘接步骤，大幅简化了组装与集成流程，且技术基于波音已认证的

¹⁵ Boeing Sets Rapid Pace with 3D-Printed Solar Array Substrates.
<https://boeing.mediaroom.com/2025-09-10-Boeing-Sets-Rapid-Pace-with-3D-Printed-Solar-Array-Substrates>

增材制造工艺及经过飞行验证的材料体系，可靠性得到了充分保障；其二，生产模式转向并行化，通过打印基板结构与内置功能，波音可同步推进阵列组装与电池片生产，再结合 Spectrolab 的机器人辅助组装与自动化检测技术，减少工序交接环节，兼顾速度与一致性；其三，适配范围具备扩展性，新方案可从小卫星逐步拓展至波音 702 级大型航天器，计划 2026 年实现市场化应用。

整合波音的增材制造能力、Spectrolab 的高效太阳能技术以及 Millennium Space Systems 的高产量生产线，将助力客户更快部署弹性卫星星座。

（郭文娟）

革新计算架构助力光芯片实现 AI 能效百倍提升

美国佛罗里达大学 Volker J. Sorger 研究团队成功研发出一种基于光计算的新型芯片，以光替代电执行 AI 中最耗电的卷积运算，能够将人工智能任务能效提升 10-100 倍。该突破不仅有望缓解 AI 电力需求激增对电网造成的压力，还有望为全球 AI 需求提供可持续的算力支持¹⁶。

卷积运算是 AI 系统处理图像、视频和语言的核心，当前卷积运算需要消耗大量电力资源和时间。研究团队研发出一种光子联合变换相关器（pJTC），通过近零能耗的片上傅里叶变换技术，大幅降低了卷积运算复杂度。将光学组件集成到硅基芯片上，通过激光和微型透镜实现卷积运算。该系统的关键组件是两组微型菲涅尔透镜，这种透镜的扁平超薄结构与灯塔中使用的透镜类似，每个透镜宽度不足人类发丝直径。执行卷积运算时，机器学习数据（如图像或其他模式识别任务）在芯片上被转换为激光信号，激光穿透透镜后再转回数字信号以完成 AI 任务。在测试中，该芯片对手写数字识别准确率达 98%，性能媲美传统电子芯片，但能耗大幅降低。为提升计算效率与速度，研究团队提出了一种升级的

¹⁶ New light-based chip boosts power efficiency of AI tasks 100 fold.
<https://news.ufl.edu/2025/09/optical-ai-chip/>

pJTC 架构以增强并行处理能力，该架构利用了波分复用（WDM）光子技术的核心优势，采用不同颜色激光同步处理多组数据流，多波长光可同时穿透透镜，显著提升了计算效率与速度。研发团队已提交相关知识产权申请，下一步将聚焦多波长多通道集成，推动技术从实验室走向产业化落地。目前包括行业巨头英伟达在内的芯片制造商，已在 AI 系统其他环节引入光学元件，这将有助于卷积透镜技术的无缝集成。若成功实现商业化，光芯片或将很快赋能人们日常依赖的各类 AI 工具。

上述研究工作发表在 *Advanced Photonics*（文章标题：Near-energy-free photonic Fourier transformation for convolution operation acceleration）。

（郭文娟）

新型量子传感器可承受极端压力

在美国国家科学基金会（NSF）的支持下，华盛顿大学 Zu Chong 研究团队研发出一种量子传感器，能在超过地球大气压 3 万倍的环境下追踪应力与磁场变化¹⁷。

研究团队利用中子辐射束轰击氮化硼薄片，击出硼原子形成晶格空位，这些空位可立即捕获电子。电子的自旋能量会随附近材料的磁性、应力、温度等特性发生变化。通过追踪每个电子的自旋状态，研究人员能从量子层面深入了解被研究材料的特性。氮化硼薄片厚度可小于 100 nm，由于传感器嵌入的材料本质上是二维的，传感器与被测材料的距离可缩短至不足 1 nm，成功解决了此前通过钻石空位研发量子传感器时存在的“难以贴近被测材料”这一短板。但钻石在此过程中仍扮演重要角色，研究团队制备出“钻石砧板”——两个宽度约 400 μm 的平坦钻石表面，在高压腔内实施挤压，产生超过 3 万倍大气压的极端环境。测试表明，新型传感器能检测二维磁体磁场的微小变化。下一步，研究团队计划测试其他材料，包括模拟地核高压环境的岩石样本，将有助于更好理

¹⁷ New quantum sensors can withstand extreme pressure.
<https://source.washu.edu/2025/09/new-quantum-sensors-can-withstand-extreme-pressure/>

解地震等大规模地质现象。

上述研究工作发表在 *Nature Communications* (文章标题: Probing stress and magnetism at high pressures with two-dimensional quantum sensors)。

(郭文娟)

可生物降解 PET 替代品 PDCA 的高效生物合成

开发可生物降解、生物来源的塑料替代品是全球研究热点,但现有替代品存在产量低、纯度差、成本高等问题。日本神户大学 Tanaka Tsutomu 团队通过改造大肠杆菌,成功在生物反应器中实现了 PDCA(吡啶二羧酸)的高效生产,其浓度比此前报道高出七倍多。PDCA 是一种可生物降解的化合物,其物理性能与广泛用于容器和纺织品的 PET 相当甚至更优,有望成为 PET 的理想替代品¹⁸。

该团队利用微生物代谢反应吸收氮元素,从头合成 PDCA,规避了传统化学合成中不可避免的副产物,实现了目标化合物的清洁、高效合成。在研究过程中,团队遇到引入的酶产生高反应性过氧化氢(H_2O_2)导致酶失活这一瓶颈问题。通过改进培养条件,添加可清除 H_2O_2 的化合物,团队成功攻克了该难题,但可能对大规模生产带来新的经济和物流挑战。此次研究不仅为解决塑料污染问题提供了新的思路和解决方案,还拓宽了通过微生物合成可获得的分子范围,增强了生物制造的潜力,为未来生物工程的发展开辟了新的可能。

上述研究工作发表在 *Metabolic Engineering* (文章标题: Biosynthesis of 2,5-pyridinedicarboxylate from glucose via p-aminobenzoic acid in *Escherichia coli*)。

(蒿巧利)

¹⁸ Biodegradable PET alternative bioproduced at unprecedented levels.
<https://www.kobe-u.ac.jp/en/news/article/20250904-67078/>

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)