

先进制造与新材料动态

ADVANCED MANUFACTURING AND MATERIALS NEWSLETTER

监测快报

2025 第 19 期
(总第 473 期)

本期要目

- 英发布新版聚变材料路线图
- 英 NCC 发布新版技术战略
- 美英投入 1000 万美元启动量子化学联合研究计划
- 英出资 1000 万英镑推动下一代半导体开发
- 欧首次实现再生苯乙烯单体商业供应
- 美芬企业合作利用月球氦-3 推动量子产业发展
- 英机构发布循环经济人才与技能挑战报告
- 澳生产出首台 3D 打印双金属火箭推进器

中国科学院武汉文献情报中心

目 录

战略规划

英发布新版聚变材料路线图 1

英 NCC 发布新版技术战略 3

项目资助

美英投入 1000 万美元启动量子化学联合研究计划 5

英出资 1000 万英镑推动下一代半导体开发 6

美 DOE 投资 9500 万美元促进关键矿物供应链发展 6

行业观察

欧首次实现再生苯乙烯单体商业供应 7

美芬企业合作利用月球氦-3 推动量子产业发展 8

英机构发布循环经济人才与技能挑战报告 9

研究进展

新型低温氢电池突破储氢技术瓶颈 11

微米尺寸的激光驱动齿轮 12

钠基全固态电池实现超高导电性 12

澳生产出首台 3D 打印双金属火箭推进器 13

人工智能系统从多源科学信息中学习并开展实验 14

激光技术现场检测煤炭和页岩中的关键材料 14

石墨烯超级电容器性能超越传统铅酸电池 15

英发布新版聚变材料路线图

9 月，英国原子能管理局（UK Atomic Energy Authority, UKAEA）发布新版聚变材料路线图，拓展了实现可持续聚变能源必须攻克的关键材料范畴，为未来技术突破指明了方向¹。

路线图指出，到 2028 年，锂增殖氚创新计划（LIBRTI）将生成第一组数据，用于球形托卡马克能源生产计划（STEP）的材料仍处于长交付周期状态；到 2035 年，国际聚变材料辐照设施-示范导向中子源项目（IFMIF-DONES）将投运，用于 STEP 的材料将处于短交付周期状态。到本世纪 40 年代初期，STEP 首次实现等离子体放电。

路线图从“模拟聚变环境”“构建材料供应链，助力绿色、可持续的商业化聚变”和“开发预测模型，确保材料合格”三个维度，分近期（2025 年-2035 年）和长期（21 世纪 40 年代及以后）两个层级，介绍了聚变材料的发展目标。

（1）模拟聚变环境

近 期 建立在相关温度、强磁场（20 T）和应变（+/-0.5%）条件下，辐照、处理和测试高温超导带材的能力，并确定带材的临界电流值；开发原位协同测试能力，模拟各种聚变材料的实际运行条件；利用 IFMIF-DONES、LIBRTI 和其他聚变相关中子设施的数据，确定最佳氚增殖材料。

长 期 与远程机器人团队合作，利用 STEP 监测采样（以及其他示范发电厂和聚变相关能力），开发原位监测及修复方法，并确定真实聚变环境对材料的影响；委托并利用英国裂变材料试验反应堆进行聚变材料验证。

¹ Updated Roadmap Focuses on Materials for Commercial Fusion.
<https://www.royce.ac.uk/news/updated-roadmap-focuses-on-materials-for-commercial-fusion/>

（2）构建材料供应链，助力绿色、可持续的商业化聚变

近 期 培育高温超导带材供应商，制定质量保证策略；开发出新的方法，能够制造复杂几何形状、连接同种（如屏蔽陶瓷）或不同种（如陶瓷或钨与钢）材料以及生产功能梯度材料；开发增殖材料及组件的工业规模制造工艺；保障足够数量的高品质/纯度原材料的持续供应；开发工业规模低活化结构材料（例如，可承受 650 °C 高温的钢或钒合金，可在 1000 °C 运行的 SiC/SiC）。

长 期 制定可持续的材料回收路线；确立控制杂质、减少放射性同位素的策略；开发增材制造等先进制造技术，提高可靠性或开辟新的设计可能性，并实现规模化；为尚未在其他行业广泛使用的高温、聚变专用材料（如钒基材料）培育增长点。

（3）开发预测模型，确保材料合格

近 期 开发多尺度建模技术，用于预测聚变条件下材料性能的演变；设计集成建模/实验矩阵，用于制定小样本测试和监测采样规程，并按照行业标准进行大样本测试验证；利用裂变或其他中子，针对辐照引起的损伤和嬗变效应，提供合格的工程级候选材料数据（如屏蔽效能、结构完整性）。

长 期 开发工厂和组件规模级的建模技术，能够远超实验范围进行外推。

（陈安邦）

【快报延伸】

自 2021 年英国发布首份聚变材料路线图以来，聚变材料开发取得重大进展，英国和全球聚变计划也取得了实质性突破。然而，该领域范畴很广，随着电厂项目不断深化对工程子系统的探索，材料需求的定义正在持续完善和扩展。

6 月，英国政府宣布未来五年将向核聚变领域投入创纪录的 25 亿英

镑²。在英国，磁约束聚变是政府资助的 STEP 计划以及私营企业 Tokamak Energy 商业化推进的主导技术，而私营企业 First Light Fusion 关注惯性约束聚变技术。无论采取哪一种技术路线，聚变领域都面临着重要材料挑战，并缺乏能够在聚变条件下对材料进行协同原位测试的设施。英国此次发布的路线图，既揭示了材料挑战的规模，也提出了应对这些挑战的可能路径。

英 NCC 发布新版技术战略

英国国家复合材料中心（NCC）发布最新版《技术战略》，阐述其保持技术领先地位，并投资未来十年最重要的工具、技能和系统的路径。该战略围绕以下四个核心领域展开，每个领域均呼应英国产业界的实际需求³。

（1）先进材料

面向极端条件应用，开发并规模化应用新型材料，涵盖高温陶瓷和本土碳纤维，致力于提升材料性能、耐久性与可持续性。新的碳纤维研发设施将于 2026 年启用。

（2）产品创新

将 AI 辅助设计、数字孪生与系统思维应用于氢气压力容器、航空航天结构等项目，减少返工、降低风险、缩短认证周期。通过结构化整体系统方法集成复杂技术，确保功能、效率与可靠性；借助先进设计方法、仿真与实物测试加速创新并验证性能；推行可维修、可重复及可回收的设计，实现产品的全生命周期和可持续管理。

（3）工艺创新

通过开放设施与规模化样机，展示自动化、数字过程控制及高效制造在实际供应链中的应用，“空客未来机翼”项目为典型案例。发展复合

² Major funding milestone for world-first prototype fusion plant.

<https://www.gov.uk/government/news/25-billion-for-world-first-prototype-fusion-energy-plant>

³ Engineering the future: NCC's Technology Strategy.

<https://www.nccuk.com/insight-impact/engineering-the-future-nccs-technology-strategy/>

材料结构的制造与装配技术，实现轻量化、高性能与成本优化；改进金属成形、连接与加工工艺，满足强度、精度与可持续性的新需求；设计并优化灵活、可扩展的数字化制造系统，适配现代工业；运用先进检测、监控与测量技术，确保制造过程持续符合质量与性能要求。

（4）增长倡议

理解并管理高度互联的系统（多领域产品、基础设施与供应网络）；推动数字制造、人工智能、量子技术及工程生物学从实验室走向产业，依托英国最强 AI 超算 Isambard-AI 提供支撑；探索新兴与颠覆性技术，解锁新能力并为长期产业演进做好准备。

NCC 还联合合作伙伴，制定了面向航空航天、能源与国防等领域的技术路径，展示这些技术如何围绕实际工业挑战协同发力，并注重实际交付与可扩展性。

（冯瑞华）

项目资助

美英投入 1000 万美元启动量子化学联合研究计划

美国国家科学基金会（NSF）与英国研究与创新署（UKRI）联合资助八项研究项目，这些项目有望为量子计算、超高精度导航及安全通信领域带来突破性进展。该计划获得了 NSF 提供的 470 万美元以及 UKRI 下属工程与自然科学研究理事会（EPSRC）提供的 420 万英镑资助。项目汇集美英两国研究人员，共同探索一个尚未被充分挖掘的科学领域：量子信息如何影响化学反应与分子系统，以及如何将相关知识投入实际应用⁴。

项目名称	NSF 资助机构	合作机构	NSF 资助额/美元
有机分子量子发射体的三重态自旋相干光调控	普渡大学	布里斯托大学	500,000
凝聚相光化学反应动力学中的量子相干性与关联性	南加州大学	布里斯托大学	597,560
探索开发分子单线态裂变量子关联的新构架	得克萨斯大学奥斯汀分校	谢菲尔德大学	655,882
合成分子罗盘	西北大学	牛津大学	477,158
基于量子光的阿秒光电子成像	斯坦福大学	亚利桑那大学、伦敦大学学院	741,571
光化学反应中量子纠缠的探测与机理研究	普林斯顿大学	剑桥大学、伦敦大学学院	500,000
纳米级自旋纠缠与化学（NanoSPINEC）	加州大学圣地亚哥分校	剑桥大学	600,000
面向单量子比特纠缠的化学工具箱构建	芝加哥大学	麻省理工学院、格拉斯哥大学	636,963

（郭文娟）

⁴ NSF and UKRI launch \$10M quantum chemistry collaborative research effort.
<https://www.nsf.gov/news/nsf-ukri-launch-10m-quantum-chemistry-collaborative-research>

英出资 1000 万英镑推动下一代半导体开发

9 月 24 日，英国科学、创新与技术部宣布，将通过英国创新机构（Innovate UK）出资 1000 万英镑，推动半导体从实验室到市场的创新研究，支持英国企业开发对国家安全至关重要的计算机芯片技术，并为手机、汽车等日常产品提供技术支撑。该资助将强化英国在先进制造和清洁能源技术方面的能力，在日益数字化的全球环境中构建英国半导体专业知识储备，这对于经济增长和国家韧性至关重要⁵。

预计将有 40 多家英国企业获得此次资助，通过专业、超清洁的半导体制造设施、技术专长和业务指导等的支持，推动创新成果转化为商业产品。例如，Paragraf 公司将利用石墨烯技术开发高效半导体器件，助力延长手机电池的使用寿命，并降低汽车、飞机和国防系统的能耗。Silicon Microgravity 公司将制造火柴盒大小的导航设备，无需依赖卫星信号即可工作，用于健身追踪器和智能手表等可穿戴技术以及工业机器人，为英国提供导航技术方面的关键能力，降低对国外导航系统的依赖性。此外，作为芯片设计领域的全球领导者，英国最大的科技公司 Arm 还将展示专业知识如何推动下一代半导体的突破。

（万 勇）

美 DOE 投资 9500 万美元促进关键矿物供应链发展

9 月 26 日，美国能源部（DOE）化石能源办公室启动两项“未来矿山”计划的提案征集，总额 9500 万美元，以支持矿业技术试验场和美国国家实验室研究，旨在通过实现采矿流程和技术创新加快关键矿物供应链发展，加强美国矿产安全⁶。

（1）“矿业技术试验场”项目

资助达 8000 万美元，用于建立现场站点测试、优化和部署下一代采

⁵ New £10 million fund to support UK businesses to deliver next generation of semiconductors.
<https://www.gov.uk/government/news/new-10-million-fund-to-support-uk-businesses-to-deliver-next-generation-of-semiconductors>

⁶ U.S. Department of Energy Launches Mine of the Future Initiatives to Bolster the U.S. Mining Industry.
<https://www.energy.gov/fecm/articles/us-department-energy-launches-mine-future-initiatives-bolster-us-mining-industry>

矿技术，并作为矿工培训场所；通过开发试验场、加速研发项目以及政府、行业与学术界合作降低技术商业化风险。

（2）“国家实验室”项目

资助达 1500 万美元，用于支持能够彻底改变采矿行业的研发与示范活动，重点聚焦新型传统矿石开采技术、现场预富集与分离技术及原位提取等三大方向，以弥补从实验研究到商业规模示范的差距。

（董金鑫）

行业观察

欧首次实现再生苯乙烯单体商业供应

全球苯乙烯类材料企业 INEOS Styrolution 与欧洲废弃物管理企业 Indaver 合作，将聚苯乙烯塑料废弃物转化为高纯度再生苯乙烯单体，实现欧洲首次再生苯乙烯单体的商业化规模供应⁷。

Indaver 公司在比利时安特卫普建成欧洲首座聚苯乙烯专用回收工厂，依托其自主研发的化学解聚技术，将聚苯乙烯塑料精准分解为再生苯乙烯单体，并直供同处该市的 INEOS Styrolution 生产基地。这种“回收工厂-生产基地”的本地化联动布局大幅缩短了原料运输链路，显著提升了产业可持续性。化学解聚技术能将聚苯乙烯降解至分子层面，产出的再生单体纯度极高，可用于生产与化石基产品质量、性能完全一致的新型苯乙烯类产品，涵盖食品级包装、透明级材料及医疗级制品等多个应用领域。

聚苯乙烯作为现代塑料工业的关键品类，其回收再利用问题始终是行业发展的难点。传统回收技术主要包括机械回收和高温热解，前者因高分子链断裂导致塑料性能衰减，后者存在能耗高、产物提纯难度大等不足，均难以实现规模化产业应用。化学解聚技术将难回收塑料废弃物转化为高纯度再生材料，印证了循环性与产品性能可并行，为化石资源

⁷ INEOS Styrolution marks milestone with first commercial delivery of recycled styrene monomer from Indaver.
<https://www.ineos.com/businesses/ineos-styrolution/news/ineos-styrolution-marks-milestone-with-first-commercial-delivery-of-recycled-styrene-monomer-from-indaver/>

提供了可持续替代方案。此次商业供应标志着化学回收技术从“概念验证”迈向“产业实践”阶段，有望重塑全球塑料产业链的资源循环流向与价值分配格局。

（吴文涛）

美芬企业合作利用月球氦-3 推动量子产业发展

芬兰超低温设备生产商 Bluefors 与美国太空资源企业 Interlune 达成重要合作，签署为期十年（2028 年-2037 年）的供应协议，Interlune 公司将每年向 Bluefors 公司提供多达 1 万升从月球开采的氦-3，旨在破解量子产业氦-3 资源稀缺问题⁸。

氦-3 是量子计算领域不可或缺的核心资源，但地球天然氦-3 极度稀缺，其供应受地缘政治与核政策严重制约。月球缺乏磁场保护，数十亿年来持续接收太阳风轰击，因而月壤中含有丰富的氦-3 资源，成为最具潜力的替代来源。Interlune 公司已开发出适配月球环境的开采技术，开采设备具有体积小、重量轻、能效高等优势，使得设备运往月球的成本更低，且在月球上的运行难度更小。Interlune 公司已与美国政府机构签署合同，计划在十年内开展多项月球任务。

Bluefors 公司是全球氦-3 消耗量最大的企业之一，其 KIDE 低温平台专为大规模量子计算设计，可支持 1000 多个量子比特。迄今为止，Bluefors 公司已交付 1500 余台稀释制冷机和 1.5 万余台低温冷却器，凭借全球最广泛的装机量引领市场。此次合作通过将 Bluefors 先进低温工艺与 Interlune 月球资源开采技术相结合，构建出安全、稳健的工业供应链，从而加速量子设备规模化发展。未来，Interlune 公司还计划从月球开采工业金属、稀土元素、水等资源，为人类在月球的长期驻留及稳健的太空经济提供支持。

（吴文涛）

⁸ Bluefors to source helium-3 from the Moon with Interlune to power next phase of quantum industry growth.
<https://www.interlune.space/press-release/bluefors-to-source-helium-3-from-the-moon-with-interlune-to-power-next-phase-of-quantum-industry-growth>

英机构发布循环经济人才与技能挑战报告

10月，英国材料、矿物和采矿研究所，化学工程师学会和皇家化学学会联合发布《循环经济的人才与技能需求：化工与材料领域的多维洞察》(*Jobs and skills for a circular economy: a cross-sector perspective from the chemical and materials science and engineering communities*)报告。报告指出，英国在培养循环经济人才方面存在技能差距，并为此制定了一系列应对措施⁹。

报告强调，化工与材料科学是循环经济转型的核心，它们通过优化材料选择、可持续设计及回收技术，为实现绿色增长与保障供应链安全提供关键解决方案。然而，当前的人才培养体系与市场需求存在严重错配，若不加应对，将严重制约英国循环经济目标的实现。报告主要有以下5点发现。

(1) 技能需求演变

随着循环经济转型的深入，化工与材料领域的技术技能需求日益凸显，特别是在冶金、化学工艺工程及监管合规等方面。与此同时，市场对人才的要求正从单一技能转向复合能力，亟需兼具跨学科知识、系统思维，并能将技术、商业与法规深度融合的综合性人才。

(2) 教育体系承压

尽管融合学术、职业与实践的多元教育路径至关重要，但职业教育仍被严重低估。与此同时，高校的化学与材料院系正承受显著的财务压力，部分课程甚至面临关停，这直接影响合格毕业生的培养数量、地域分布的多样性，并动摇了人才输送渠道的稳定根基。

(3) 人才招聘困境

无论在地地方、国家还是国际层面，招募循环经济相关技能人才都面临挑战。农村地区受限于地理条件，中小企业受困于脱欧后的签证法规。此外，劳动力高龄化导致专业知识流失的风险加剧。

⁹ IOM3 publishes joint report with IChemE and RSC on skills shortage.
<https://www.iom3.org/resource/iom3-publishes-joint-report-with-icheme-and-rsc-on-skills-shortage.html>

（4）技能再培训壁垒

从传统行业（如油气）向循环经济转移技能是可行路径，但雇主与求职者对此认识不足。薪酬差距及高昂的持续专业发展成本是主要障碍，亟需模块化、经济可负担的培训及国家认可的技能认证框架。

（5）政策支持不足

政府尚未充分认识到化工与材料科学的战略重要性。业界呼吁政策应具备协同性、长期稳定性和明确目标，从而提振投资信心。同时，应从根本上将循环经济原则嵌入教育课程，提升职业路径吸引力，并特别加强对中小企业的支持。

根据以上 5 点发现，报告针对 4 大关键主体提出高层行动建议：

（1）政府

应明确化工与材料科学的战略地位，主导跨行业、跨区域的战略性人才规划，解决关键技能短缺，确保核心课程的长期存续，降低企业合作门槛、简化国际招聘流程、设定可衡量的技能目标并强化监管能力。

（2）行业/雇主

应积极参与未来技能标准的制定，加强与教育界的合作，拓展工业实习机会，并提升循环经济相关职业的公众认知度。

（3）教育与培训机构

嵌入循环经济教学目标、加强校企合作、开发模块化跨学科课程、融入产业实践、扩大职业过渡培训。

（4）专业机构

应发挥桥梁与枢纽作用，推动跨部门协作、提升职业路径认知、支持教师能力提升、促进政策与技能需求对接。

（周 鼎）

新型低温氢电池突破储氢技术瓶颈

氢能作为清洁、高效的能源载体，其规模化应用的核心瓶颈在于存储技术。传统储氢方案存在条件严苛、储氢容量低、可逆性差等不足，导致氢能存储长期处于高成本、低效率的困境，制约了氢动力汽车、分布式清洁能源系统等领域的发展。

日本东京科学大学 Naoki Matsui 团队研发出可在 90 °C 下稳定运行的低温氢电池，突破了传统氢能存储技术对高温、高压的依赖及容量不足的局限，实现了高容量、可逆、低温的氢储存系统，为氢能在氢动力汽车、无碳产业等领域的规模化应用提供了关键技术支撑¹⁰。

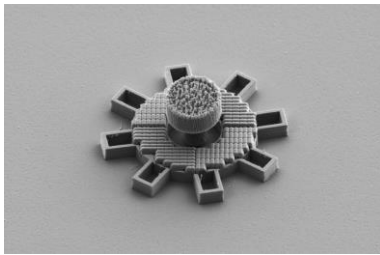
该氢电池的核心突破在于研制的新型钡钙钠氢固态电解质 ($\text{Ba}_{0.5}\text{Ca}_{0.35}\text{Na}_{0.15}\text{H}_{1.85}$)。该电解质具有反 α -碘化银型晶体结构，钡、钙、钠离子占据体心位置，氢负离子可通过共面的四面体和八面体位点自由迁移，从而在室温下呈现出优良的离子导电性和电化学稳定性。研究人员以氢化镁为阳极、氢气为阴极，制造出氢电池。在充电（释氢）过程中，阳极氢化镁释放氢负离子，经固态电解质传导至阴极后，被氧化为氢气并释放；在放电（储氢）过程中，阴极氢气被还原为氢负离子，经固态电解质传导至阳极后，与镁反应生成氢化镁。这一过程使得电池能在 90 °C 的温和条件下，根据需求完成氢气的存储与释放。测试结果显示，该氢电池能够达到氢化镁的理论最大储氢容量，约为 2030 mAh/g，相当于 7.6 wt% 的氢气含量，且在反复循环中无明显性能衰减。

上述研究工作发表在 *Science*（文章标题：High-capacity, reversible hydrogen storage using H⁻-conducting solid electrolytes）。

（吴文涛）

¹⁰ Overcoming the barriers of hydrogen storage with a low-temperature hydrogen battery.
https://www.isct.ac.jp/en/news/okmktjxyrvdc?utm_source=miragenews&utm_medium=miragenews&utm_campaign=news

微米尺寸的激光驱动齿轮



微米尺寸的光驱动齿轮

从钟表、汽车到机器人和风力涡轮机，齿轮无处不在，是这些设备不可或缺的核心部件。30 多年来，人们一直在尝试造出更小的齿轮来制造微型发动机。然而，相关研究长期止步于 0.1 mm（即 100 μm ）的尺寸瓶颈。瑞典哥德堡大学 Giovanni Volpe 团队研制出一种由激光驱动的微型齿轮，直径仅几十微米，甚至可嵌进一根头发丝中¹¹。

研究人员利用传统光刻技术，直接在微芯片上制造出带有光学超材料的硅基齿轮，直径仅有几十微米。激光照射在超材料上，可使齿轮旋转起来。激光强度不仅能控制转速，还可改变光的偏振来调整齿轮方向。该微齿轮不仅可以单独旋转，还可形成传动系统，带动整个齿轮链条运转。由于激光无需与机器进行任何固定接触，且易于控制，因此微电机可扩展到复杂的微系统。未来，微齿轮可进一步缩小至 16-20 μm ，与人体细胞大小相当。

上述研究工作发表在 *Nature Communications*（文章标题：Microscopic geared metamachines）。

（周 鼎）

钠基全固态电池实现超高导电性

当前钠基全固态电池因室温离子电导率不足，实际应用效能未能充分发挥。芝加哥大学 Y. Shirley Meng 领导的研究团队开发出正交相 $\text{Na}_3(\text{B}_{12}\text{H}_{12})$ 固态电解质，通过阴离子框架调控策略使钠电池在 30 $^{\circ}\text{C}$ 条件下实现超离子传导，为下一代储能系统提供可行方案¹²。

研究团队采用机械球磨的方法处理 $\text{Na}_2\text{B}_{12}\text{H}_{12}$ 与 NaBH_4 前驱体，并

¹¹ Light-powered motor fits inside a strand of hair.

<https://www.gu.se/en/news/light-powered-motor-fits-inside-a-strand-of-hair>

¹² Breakthrough advances sodium-based battery design.

<https://pme.uchicago.edu/news/breakthrough-advances-sodium-based-battery-design>

在 410 °C 热处理 10 小时后, 以 0.5-2.0 °C/min 梯度冷却, 合成出 $\text{Na}_3(\text{B}_{12}\text{H}_{12})$ 固态电解质。该材料在 275 MPa 冷压条件下形成致密电解质层, 30 °C 时离子电导率达 4.6 mS cm^{-1} , 室温储存 30 天后仍保持 94% 导电性能。结合氯化物基固体电解质包覆的阴极, 实现 45 mg cm^{-2} 的高面积负载量, 组装 Sn/NaCrO_2 电池在室温至零下环境均保持 $>3 \text{ mAh cm}^{-2}$ 的可逆容量。

上述研究工作发表在 *Joule* (文章标题: Metastable sodium closo-hydridoborates for all-solid-state batteries with thick cathodes)。

(董金鑫)

澳生产出首台 3D 打印双金属火箭推进器

澳大利亚自主航天制造能力取得新的进展, 利用多材料增材制造技术生产出该国首个双金属火箭推进器¹³。

该推进器由太空机器公司 (Space Machines Company) 开发, 在澳大利亚联邦科学与工业研究组织 (CSIRO) 的 Lab22 实验室使用尼康 SLM Solution SLM280 2MA 3D 金属打印机制造。利用多材料激光粉末床熔融技术, 在一次打印中融合了两种高性能金属: 高强度钢作为外壳, 用于提高结构强度; 铜合金用于提高导热性。铜合金通道的蓄热冷却功能可确保推进器能够承受反复点火和长时间燃烧, 而钢护套在高压下能保持结构完整性。这种组合使推进器能够承受极端高温, 同时保持轻质和坚固性, 这是传统单金属火箭推进系统中不常见的设计。

该推进器将为太空机器公司 Optimus Viper 航天器提供动力, 用于在轨检测、维修和后勤保障。

(万 勇)

¹³ Australia's first bimetal, 3D-printed rocket thruster set to power Aussie-built spacecraft.
<https://www.csiro.au/en/news/All/News/2025/September/Australias-First-Bimetal-3D-Printed-Rocket-Thruster-Set-to-Power-Aussie-Built-Spacecraft>

人工智能系统从多源科学信息中学习并开展实验

机器学习模型能够通过预测和提出实验建议来加速新材料的发现，但当今大多数模型仅能处理有限类型的数据或变量，而人类科学家开展研究时会综合考量实验结果、科学文献、成像分析数据等多方面信息。麻省理工学院 Li Ju 研究团队开发出名为“CRESt”的人工智能平台，通过整合多源科学信息实现材料发现的突破性进展¹⁴。

CRESt 整合了来自不同来源的信息，例如文献见解、化学成分、微观结构图像等，并利用机器人设备进行高通量材料测试。研究人员可通过自然语言与系统交互，无需编写代码，系统在此过程中会自主进行观察并提出假设。摄像头和视觉语言模型还能监控实验、检测问题并提出修正建议。研究团队借助 CRESt 探索了 900 多种化学成分，完成了 3500 次电化学测试，最终成功发现了一种在甲酸盐燃料电池中实现创纪录功率密度的新型催化剂。

上述研究工作发表在 *Nature*（文章标题：A multimodal robotic platform for multi-element electrocatalyst discovery）。

（郭文娟）

激光技术现场检测煤炭和页岩中的关键材料

美国国家能源技术实验室（NETL）Dustin McIntyre 研究团队开发出一项突破性激光技术，实现稀土元素的现场实验室级检测与分析，为美国建立可靠国内稀土供应链的战略目标迈出关键一步¹⁵。

传统稀土检测依赖样本采集与实验室送检，流程耗时且成本高昂。NETL 研究团队采用激光诱导击穿光谱（LIBS）技术，通过高能激光脉冲在样品表面产生微量发光等离子体，通过分析等离子体发射光谱，可在数秒内完成野外甚至地下深层的元素成分定性与定量检测。

¹⁴ AI system learns from many types of scientific information and runs experiments to discover new materials.
<https://news.mit.edu/2025/ai-system-learns-many-types-scientific-information-and-runs-experiments-discovering-new-materials-0925>

¹⁵ NETL Laser Technology Detects Critical Materials in U.S. Coal and Shale in the Field.
<https://netl.doe.gov/node/15036>

研究团队重点针对镧（La）和钕（Nd）两种关键稀土元素，在实验室模拟样本与天然稀土矿床的实际煤岩样本中展开测试。双脉冲 LIBS 技术通过两束精确同步的激光脉冲，使镧和钕的信号强度提升 3.5-6 倍，模拟煤样中镧和钕的检测限分别为 10 ppm 和 15 ppm。

团队还成功测试了专为地下测量而设计的原型 LIBS 传感器头。该紧凑型探头能够在具有挑战性的钻孔环境中运行，证明了其检测天然煤样中镧和钕的能力，证实 LIBS 技术部署于地质构造中实时评估稀土的可行性，将极大加速资源勘探进程。

上述研究工作发表在 *Chemosensors*（文章标题：Rare Earth Element Detection and Quantification in Coal and Rock Mineral Matrices）。

（冯瑞华）

石墨烯超级电容器性能超越传统铅酸电池

澳大利亚莫纳什大学 Mainak Majumder 研究团队成功开发出一种新型碳基材料，解决了超级电容器能量密度不足的核心难题，关键性能指标超越传统铅酸电池¹⁶。

研究团队采用澳大利亚天然石墨为原料，开发出多尺度还原氧化石墨烯（M-rGO）新型材料体系。通过快速热退火工艺，研究人员构建出具有高度弯曲结构的石墨烯，并形成让离子快速高效运动的精准通道。这种独特结构使材料兼具高能量密度与高功率密度——这在单一器件中实属罕见。采用该技术的软包器件表现出卓越性能：在离子液体电解质中体积能量密度达 99.5 Wh/L，功率密度高达 69.2 kW/L，具备快速充电能力与出色的循环稳定性。

该技术已通过莫纳什大学衍生企业 Ionic Industries 启动商业化进程。这项技术将推动电动交通、电网储能、消费电子等领域的设备升级，并在需要瞬间大功率输出与快速充电的场景中展现优势。

¹⁶ Lightning-fast power: breakthrough powers supercapacitors that rival batteries.
<https://www.monash.edu/news/articles/lightning-fast-power-breakthrough-powers-supercapacitors-that-rival-batteries>

上述研究工作发表在 *Nature Communications* (文章标题: Operando interlayer expansion of multiscale curved graphene for volumetrically-efficient supercapacitors)。

(冯瑞华)

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