

先进制造与新材料动态

ADVANCED MANUFACTURING AND MATERIALS NEWSLETTER

监测快报

2025 第23期
(总第477期)

本期要目

- 英关键矿产战略助力量子产业发展
- 澳资助超3400万澳元建立先进科研设施
- 英实验室资助研发远程具身智能机器人系统
- 美NIST规划可持续金属加工发展路径
- 全球最小OLED问世
- 稀土材料高效电致发光
- 低碳一步法稀土合金技术实现能耗下降95%

目 录

战略规划

英关键矿产战略助力量子产业发展 1

项目资助

澳资助超 3400 万澳元建立先进科研设施 3

英印达成生物打印战略合作 5

英实验室资助研发远程具身智能机器人系统 6

英研究机构联合启动 AI 驱动电池创新项目 6

韩将向高科技材料、零部件和设备投资 1.2 万亿韩元 7

行业观察

IonQ 与 Heven AeroTech 联合开发量子无人机 8

美 NIST 规划可持续金属加工发展路径 8

研究进展

全球最小 OLED 问世 10

稀土材料高效电致发光 11

3D 打印开发混凝土替代品 12

新型量子材料实现创纪录的电导率 12

两步闪速焦耳加热法实现锂电材料快速清洁回收 13

成对钻石缺陷揭示量子世界中隐藏的磁涨落 14

低碳一步法稀土合金技术实现能耗下降 95% 15

明胶-有机酸基可拉伸电池推动可降解电子革新 16

英关键矿产战略助力量子产业发展

11月22日，英国政府发布《关键矿产战略》¹，提到2035年将本土开采比例提高至10%，回收再利用比例提升至20%，并把对任一国家的单一矿产进口依存度压至60%以下，且在英国生产不少于5万吨锂（超过泰坦尼克号重量），旨在提升关键矿产的本土供应能力，减少对外部供应链的依赖，推动清洁能源、先进制造业、国防、数字基础设施等领域产业发展。

11月24日，新闻媒体“量子内幕”发文²称，量子产业虽未被明确提及，但也将作为相关产业受益。文章指出，《关键矿产战略》重点关注锂、稀土元素、镍、铜以及新划分的“增长型矿产”类别。量子技术领域（如超导处理器、离子阱系统、光子芯片和量子传感器等）对上述材料存在高度依赖。这种材料重叠性使量子产业得以参与主要针对智能手机、电池和清洁能源制定的矿产政策。具体表现在以下三个方面：

（1）中游加工能力提升与供应链稳定

该战略预测，随着先进工业发展，锂等关键材料需求将大幅增长，全球供应链在稀土和中游加工等环节高度集中，存在战略脆弱性，影响量子计算、传感等领域发展。量子技术所需超纯金属、半导体原料和稀土掺杂剂等关键材料，面临与电池、半导体制造商相同的上游供应风险。为此，政府推动扩大中游加工能力，将采矿或回收材料转化为高纯度原料，以增强国家竞争优势。英国在康沃尔、威尔士、东北部和北爱尔兰的炼油专业技术、研究机构和产业集群，可为量子硬件企业提供稳定的关键原材料投入，降低海外供应集中带来的成本波动风险。

¹ From smartphones to fridges: UK to end overreliance on imports of critical minerals.

<https://www.gov.uk/government/news/from-smartphones-to-fridges-uk-to-end-overreliance-on-imports-of-critical-minerals>

² UK Critical Minerals Strategy 2035: What It Means for Quantum Computing and Quantum Technologies.

<https://thequantuminsider.com/2025/11/24/uk-critical-minerals-strategy-2035-what-it-means-for-quantum-computing-and-quantum-technologies/>

（2）国防储备与军民两用技术的积极影响

战略强调加强国防部门矿产供应链，提出通过行业主导的库存管理和多样化采购，减少对单一国家的依赖。量子技术虽未被明确提及，但作为具有军民两用用途的领域，也将受到影响。量子处理器依赖多种关键材料，符合国防要求的供应规则，可能对在英国运营或销售的量子公司提出更高采购标准和新的报告要求，同时也为量子硬件供应商带来新的资金支持渠道。

（3）高科技材料循环经济与供应链韧性

回收是英国政府 2035 年目标的核心内容，计划到 2035 年通过回收材料满足 20% 的英国本土矿产需求。目前，英国在铂族金属和早期稀土磁体回收方面已具备一定能力。随着量子技术在 2030 年代实现商业化，稀土、超导合金和高纯金属的回收基础设施将变得至关重要。报告指出，2030 年后，关键矿产的回收来源将显著增加，这与大规模量子技术部署的时间线高度契合，将为行业提供更可持续、波动更小的原材料供应渠道。同时，战略强调在与中国保持接触的基础上，进一步扩大与加拿大、澳大利亚等国的伙伴关系，以增强供应链韧性，确保关键矿产供应的多元化。

（蒿巧利）

项目资助

澳资助超 3400 万澳元建立先进科研设施

11月25日，澳大利亚研究理事会（ARC）宣布，已通过“联动基础设施、装备与设施”（Linkage Infrastructure, Equipment and Facilities, LIEF）计划拨款超3400万澳元，资助29个新项目³。这些项目均以建立先进科研设施为核心，覆盖生命科学、物理学、材料科学、环境科学等多个关键领域，将进一步强化澳大利亚在国家重点领域的科研实力，巩固其在国际协同创新中的领先优势。这些项目中涉及材料和制造方向的共17项，具体资助情况如下表所示。

序号	承担单位	资助金额 (万澳元)	项目概况
1	悉尼科技大学	133	建立澳大利亚独有的3D纳米制造设施，整合平面与非平面纳米制造能力，支持量子技术、传感、超光学和光伏等领域研究与转化
2	新南威尔士大学	~120	建立一个超高速透射电子显微镜设施，能够在原子尺度直接观察材料中电荷的产生、迁移和结合过程
3	新南威尔士大学	~56	建立全新的多用户量子科学与工业实验室，为先进量子设备和材料的测量与特性分析提供关键功能
4	新南威尔士大学	38	建立一个现场光学特性分析平台，研究新兴能源材料的成核、结晶和相变过程
5	悉尼大学	~96	整合电子显微镜校正器和原位低温偏置样品固定器，实现原位低温偏压条件下的原子尺度成像，并达到亚皮米级精度与1 nm的深度分辨率
6	悉尼科技大学	~179	发展先进质谱分析系统，全面测量挥发性有机化合物，并用于寻找失踪人员、监测环境污染物及推断健康状况
7	昆士兰科技大学	~135	建立首个专门用于精细表征光响应分子和聚合物材料的质谱仪，具有按需启动光化学反应的独特能力，能够以前所未有的特异性和灵敏度实时揭示分子结构

³ Over \$34 million in ARC funding to strengthen Australia's research capability through collaboration.
<https://www.arc.gov.au/news-publications/media/media-releases/over-34-million-arc-funding-strengthen-australias-research-capability-through-collaboration>

序号	承担单位	资助金额 (万澳元)	项目概况
8	昆士兰大学	~94	利用先进的光学诊断设备革新世界级高超音速设施的研究工作,以前所未有的精度、分辨率和准确度研究高超音速流场,获取关于流场基本过程的全新、确凿数据
9	昆士兰大学	~40	搭建一套集成解吸电喷雾电离技术的最先进三重四极杆质谱仪,以极高灵敏度揭示化学和生物分子在样品中的存在区域
10	弗林德斯大学	~180	搭建一套用于分子成像和复杂混合物高通量化学分析的高分辨率质谱仪设施,深入揭示功能材料与复杂生物系统的分子组成特征
11	弗林德斯大学	~185	搭建澳大利亚首台开放获取的原位拉曼联用扫描电子显微镜平台,提供最先进的材料研究能力,可模拟的环境包括-5 °C~1000 °C的温度范围、最高 5 千牛的拉伸应力、气态与液态环境,以及偏压与电化学控制条件
12	阿德莱德大学	~132	搭建一套精密微纳光子学 3D 打印设施,能够高速、精准制造具有纳米级特征、超光滑表面和高精度对准能力的复杂光学微结构
13	蒙纳士大学	~171	搭建一座国家级可持续聚合物制造设施,用于加工新型生物基、生物衍生及循环材料,包括可再加工热固性材料、天然纤维复合材料、可持续多材料、再生塑料及生物塑料
14	蒙纳士大学	164	搭建具备实时分析能力的高端核磁共振设施,通过对动态系统进行高通量分析,支持诸如二氧化碳再利用、可持续肥料、高端聚合物制造等相关领域的创新
15	斯威本科技大学	~120	搭建实验室 X 射线吸收光谱仪,支持快速使用仪器的核心需求,并开展长期原位研究,将推动电催化、环境科学、关键矿产及循环经济等多个领域的创新
16	蒙纳士大学	~61	将惰性采样能力与最先进的质谱技术相结合,实现对有机金属物种的精准检测与鉴定
17	科廷大学	~152	搭建一座全新的世界级设施,通过下一代电子探针技术实现固体材料快速、高空间分辨率、高精度分析

(吴文涛)

英印达成生物打印战略合作

英国亨利·罗伊斯研究所与印度科学研究所签署一项重大协议意向书，将在3D生物打印、生物制造和材料科学领域开展前沿研究合作。该合作是“英印科技安全倡议”下联合两国科研优势的重要一步，旨在加速医疗保健、精准医疗和可持续生物制造领域的创新⁴。

此次合作汇聚了生物打印、生物材料、工程生物学和先进制造领域的世界顶尖专业力量。未来几年，亨利·罗伊斯研究所与印度科学研究所将联合开发新型生物材料、类器官模型、医疗植入物和转化技术，为下一代医疗解决方案提供支持。生物打印技术的临床应用与商业化是该协议的核心目标。

该合作将通过结构化的三阶段计划推进：

第一阶段（2025年） 双方将建立虚拟英印生物打印中心，为协调沟通、知识交流和战略规划提供平台。通过互惠访问、研究人员交流和主题研讨会等方式，明确共同优先事项并制定长期研究议程。

第二阶段（2025-2026年） 在英印两国联合资助机制的支持下，启动联合研发项目、培训计划和人才培养举措，旨在加强两国的能力建设，加速研究成果转化。

第三阶段（2026年） 双方将探索建立实体联合生物打印设施的可行性，旨在填补关键创新缺口，促进工程生物学和生物制造领域的可持续产业发展。

（吴文涛）

⁴ IISc and Henry Royce Institute agree on Strategic Bioprinting Partnership to Advance Global Research and Innovation.

<https://www.royce.ac.uk/news/iisc-and-henry-royce-institute-agree-on-strategic-bioprinting-partnership-to-advance-global-research-and-innovation/>

英实验室资助研发远程具身智能机器人系统

现有远程机器人系统虽能让操作员远离危险，但缺乏复杂操作所需的精细动作控制能力、环境感知能力和直观操控体验。由于操作员无法感知机器人的触觉反馈，也难以获取清晰视野，即便是简单任务也会变得困难且危险。

英国谢菲尔德大学先进制造研究中心获英国国防科学与技术实验室资助，开展一项名为“远程具身行动与控制中心”（REACH）的机器人项目，旨在研制具有人类灵活性的下一代机器人，为危险区域高精度作业提供以人员安全为核心的解决方案⁵。

REACH 项目将采用先进的远程具身技术，让操作员在安全区域远程操控机器人的同时，获得逼真、实时的感官反馈，仿佛亲临现场完成复杂任务，尤其契合英国国防部在现代冲突中面临的人员防护升级需求。REACH 项目具有三大核心技术创新点：一是类人灵活性，机器人配备人形五指抓取器，操作员可佩戴触觉手套对其进行控制，从而精准模拟精细动作并感知机器人触碰的物体；二是真实远程临场感，通过结合 360 度高清成像与空间沉浸式音频技术，彻底打破用户与远程现场的界限，使操作员能如身临其境一般感知远程场景并做出合理响应；三是低疲劳设计，采用人因工程技术，优化人体工程学界面，最大限度降低操作员的认知和身体负荷，以适应长时间高危任务。这些创新使机器人能够胜任炸弹拆除以及化学、放射性等高精度、高风险环境作业场景任务，填补现有技术在复杂高危任务中的空白。

（吴文涛）

英研究机构联合启动 AI 驱动电池创新项目

11 月，英国科学与技术设施理事会（STFC）哈特里中心与法拉第研究所宣布启动合作项目，旨在通过人工智能（AI）与高性能计算加速英

⁵ Novel robot to prioritise human safety in high-risk environments.

<https://www.amrc.co.uk/news/novel-robot-to-prioritise-human-safety-in-high-risk-environments>

国下一代电池技术开发，以推动行业增长并助力实现净零目标⁶。

双方将探索 AI 驱动的电池建模与仿真技术等方向，并计划通过向学术界和工业界研究人员提供专业培训来强化相关数字技能。项目同时致力于建立国际伙伴关系，包括组建国际联盟以开发面向下一代（百亿亿次级）计算的电池模拟软件。

（董金鑫）

韩将向高科技材料、零部件和设备投资 1.2 万亿韩元

11 月 18 日，韩国产业通商资源部（MOTIR）召开国家高科战略产业委员会技术小组会议，最终选定 21 家企业，纳入“国家高科战略产业材料、零部件及设备中小企业投资基金”。主要入选企业包括 Soulbrain（半导体材料）、周星工程（半导体设备）、东和电解液（二次电池用电解液）、Amicogen（生物技术）等⁷。

该投资基金为今年新设，其中国库出资规模为 700 亿韩元。政府共收到 62 份投资申请，申请总额达 1.2 万亿韩元。经过书面审查和评估，MOTIR 计划向半导体、二次电池、生物技术、显示四大高科领域的入选企业提供总计 1211 亿韩元的资金支持，其中包括地方政府出资。

MOTIR 表示，将继续积极扩大对产业竞争力核心基础——材料、零部件及设备领域的投资，提升韩国企业的技术能力，提高本土化率，确保韩国高科产业生态系统的稳定增长。此外，从明年起，该项目将支持范围扩大至包括机器人和国防在内的六大领域，目前正与财政主管部门协商，计划在政府预算中安排 1000 亿韩元的国库资金。

（冯瑞华）

⁶ Accelerating UK next generation battery innovation through AI.

<https://www.ukri.org/news/accelerating-uk-next-generation-battery-innovation-through-ai/>

⁷ MOTIR to Fund KRW 120 Billion for High-Tech Materials, Parts, and Equipment Firms, Catalyzing KRW 550 Billion in Investment.

<https://english.motir.go.kr/eng/article/EATCLdfa319ada/2411/view?pageIndex=4&bbsCdN=2>

IonQ 与 Heven AeroTech 联合开发量子无人机

11月24日，美国量子技术企业IonQ宣布，与先进氢动力无人机系统解决方案提供商Heven AeroTech达成一项新的投资和战略合作伙伴关系。根据协议，Heven计划将IonQ的量子计算、量子网络、量子传感及量子安全技术整合至其自主空中系统，在GPS拒止环境中重新定义任务弹性、隐身性能和作战效能。此次合作将聚焦以下联合研究方向⁸。

(1) 量子网络与安全 利用量子通信在无人机之间建立超安全、可靠的链路，同时增强任务韧性。

(2) 量子计算 利用IonQ的量子系统优化机群路径规划，并实现无人机与卫星图像的实时融合。

(3) 量子传感 在Heven无人机上部署量子传感器，用于替代性定位、导航和授时等应用。

该合作不仅将推动IonQ量子技术在实际航空航天场景中的部署落地，也将为Heven提供前沿的量子能力，并增强其在国防、情报和航空航天市场的核心竞争力。

(郭文娟)

美NIST规划可持续金属加工发展路径

11月20日，美国国家标准与技术研究院(NIST)发布《发展可持续金属加工基础设施的材料挑战》(*Material Challenges in Developing a Sustainable Metal Processing Infrastructure*)报告，系统提出了构建可持续金属加工经济体系的路径，旨在通过提升金属在整个经济系统中的循环利用效率，增强美国工业创新与竞争力，巩固国家经济安全⁹。

⁸ IonQ and Heven AeroTech Partner to Develop Quantum-Enabled Drones for National Security Applications.
<https://ionq.com/news/ionq-and-heven-aerotech-partner-to-develop-quantum-enabled-drones-for-national-security-applications/>

⁹ Building a Sustainable Metals Infrastructure: NIST Report Highlights Key Strategies.
<https://www.nist.gov/news-events/news/2025/11/building-sustainable-metals-infrastructure-nist-report-highlights-key-strategies>

报告围绕构建支持创新、循环发展与国家竞争力的金属加工基础设施，系统阐述了七项核心议题：

(1) 关键材料，重点介绍通过联邦协调、风险评估、创新中心建设及国内投资等举措，保障锂、钴等关键材料供应安全的计划；

(2) 可持续提取冶金工艺，探讨从采矿与工业废弃物中回收关键材料的湿法冶金和电化学工艺，并强调重振美国冶金领域教育与人才培养的紧迫性；

(3) 铝材料，聚焦提升铝合金中再生料比例的重要性，分析杂质控制及现有合金标准对废铝熔铸产品应用带来的制约；

(4) 集成计算材料工程与数据，探索计算工具与材料建模在合金设计、工艺优化及数据整合中的作用，以实现更高效、可持续的材料生产；

(5) 钢铁材料，介绍熔融氧化物电解、氢还原等前沿炼铁炼钢技术，以及管控废钢质量与合金性能的相关策略；

(6) 可持续制造，以汽车和增材制造为例，强调通过生命周期评估指导直接与间接可持续性实践；

(7) 回收与再利用，分析废旧材料回收过程中的经济与技术挑战，提出提升再生原料分选与利用效率的路径，并强调建立标准与认证体系对保障再生材料制品性能的重要性。

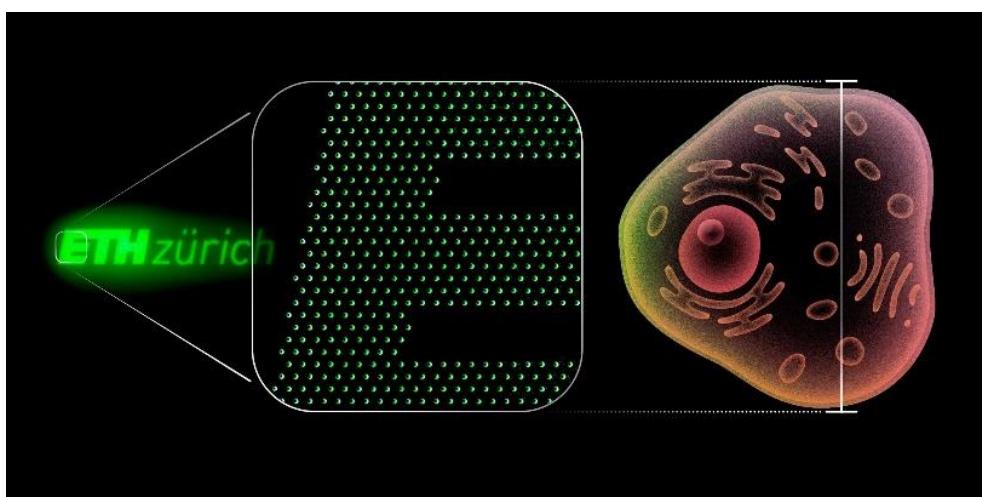
最后，报告提出以下五项关键战略以帮助金属行业应对挑战：①发展可持续金属制造的先进测量科学，包括回收利用中的新型分离技术；②建立支持标准制定的技术基础，为制定或改进铝、钢等高回收率金属的性能标准提供数据支撑；③增强数据与建模工具，以应对供应风险并设计更具回收性的产品；④设立培训计划，促进高校、实验室与产业界的协作，推动人才发展和教育培训；⑤建立协作平台，促进知识共享与创新。

(冯瑞华)

全球最小 OLED 问世

微型化是半导体产业的核心驱动力之一。自 20 世纪 50 年代以来，计算机性能的提升在很大程度上得益于能够在硅芯片上制造越来越小的结构。瑞士苏黎世联邦理工学院 Chih-Jen Shih 团队制备出世界上最小的有机发光二极管 (OLED)，像素直径 100 nm，是当前技术的 1/50，而像素密度高出约 2500 倍，为超高分辨率屏幕奠定了基础¹⁰。

研究团队将氮化硅陶瓷薄膜用作纳米 OLED 像素的模板，其非常薄且具有韧性，能够在微小面积上保持平整。该方法可直接集成到标准光刻工艺中，与当前芯片制造工艺相兼容。纳米 OLED 可用作高分辨率显微镜光源、微型传感器等，通过精确调控纳米像素的相互作用，还有望推动全息投影、三维图像显示等技术的发展。



由 2800 个纳米 OLED 组成的校徽图案，高度 20 μm ，相当于一个人体细胞

上述研究工作发表在 *Nature Photonics* (文章标题：Scalable nanopatterning of organic light-emitting diodes beyond the diffraction limit)。

(陈安邦)

¹⁰ Manufacturing the world's tiniest light-emitting diodes.

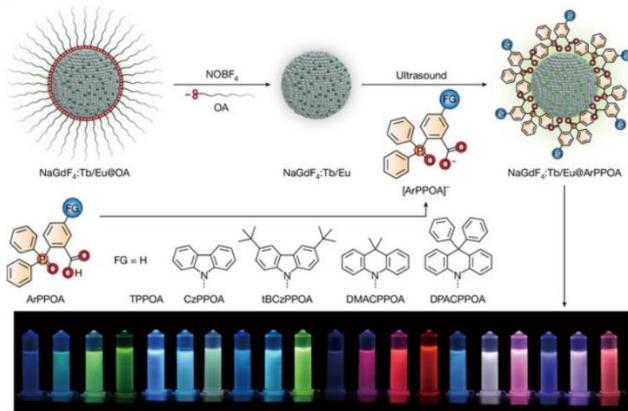
<https://ethz.ch/en/news-and-events/eth-news/news/2025/11/manufacturing-the-worlds-tiniest-light-emitting-diodes.html>

稀土材料高效电致发光

稀土纳米材料因发光颜色可调、谱线窄、稳定性高等优势，在发光材料与器件领域展现出巨大应用潜力。然而，稀土材料的绝缘特性使电流难以注入和传输其中，因而无法像半导体材料那样被电流直接高效点亮，严重阻碍了稀土材料在现代光电技术中的研究和应用。

清华大学、黑龙江大学、新加坡国立大学联合研发出“能量转换外衣”技术，实现稀土材料的高效电致发光，突破电致发光器件研究和应用瓶颈¹¹。

研究团队采用镧系掺杂纳米材料和有机半导体小分子杂化策略，精准调控有机无机杂化体系的各组分能级结构，相当于在绝缘的镧系稀土纳米材料外表穿上了一层导电的“外衣”，使得能量能够高效注入到稀土纳米材料中并产生发光，实现高达 96.7%的能量传递效率。通过调控不同稀土离子组合，即可获得从绿光到暖白光，甚至到近红外光的宽光谱发光能力，极大简化了现有显示器件复杂的制备工艺，为下一代显示技术发展开辟了新路径。



镧系纳米材料-有机分子杂化发光单元设计

上述研究工作发表在 *Nature* (文章标题: Electro-generated excitons for tunable lanthanide electroluminescence)。

(吴文涛)

¹¹ 韩三阳团队与合作者在稀土电发光领域取得新进展。
<https://www.sigs.tsinghua.edu.cn/2025/1119/c7688a286982/page.htm>

3D 打印开发混凝土替代品

混凝土的胶凝材料为水泥，其生产过程的碳排放量占全球总量的 8%；同时，混凝土的凝固时间往往持续数日，还需要有必要的结构支撑，这些都阻碍着建筑项目的进展。美国俄勒冈州立大学 Devin Roach 团队开发出一种快速凝聚、环境友好的新型粘土基材料，可成为混凝土的替代品¹²。

该材料主要由浸有大麻纤维、沙子和生物炭（在低氧条件下，加热木屑和其他有机生物质而成）的土壤组成，其环境碳足迹远小于混凝土。研究人员利用 3D 打印设备，当物料挤出时，通过丙烯酰胺粘合剂的前聚合化学反应实现快速固化，强度可达 3 MPa。仅需 3 天，就可达到住宅结构混凝土所需的强度 17 MPa，而传统水泥混凝土往往需要 28 天。这种材料甚至可以打印在无支撑的缝隙上，如门框窗框的上缘。

上述研究工作发表在 *Advanced Composites and Hybrid Materials* (文章标题: 3D printing of sustainable infrastructure using rapid-set clay concrete with biobased additives)。

（陈安邦）

新型量子材料实现创纪录的电导率

大多数现代半导体器件由硅材料制成或基于硅衬底制造，但随着设备向更小尺寸、更高集成度持续演进，其功耗也随之增加，正逐渐逼近物理极限。英国华威大学 Maksym Myronov 研究团队成功在硅片上制备出纳米级厚度的压缩应变锗外延层材料，使电荷在该材料中的迁移速度达到前所未有的水平，且该材料与现代芯片制造工艺兼容¹³。

研究人员对锗层施加精准的应变控制，构建出一种超纯净晶体结构，

¹² 3-D printing researchers develop fast-curing, environmentally friendly concrete substitute.

<https://news.oregonstate.edu/news/3-d-printing-researchers-develop-fast-curing-environmentally-friendly-concrete-substitute>

¹³ Scientists achieve record-breaking electrical conductivity in new quantum material.

<https://warwick.ac.uk/news/pressreleases/scientists-achieve-record-breaking-electrical-conductivity-in-new-quantum-material/>

使电荷能以近乎零电阻的状态流动。测试结果显示，该材料的空穴迁移率达到 715 万 $\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ ，意味着电荷传输效率远超传统硅材料。这一特性有望推动未来芯片实现更高运行速度与更低能耗。

上述研究工作发表在 *Materials Today* (文章标题: Hole mobility in compressively strained germanium on silicon exceeds $7\times 10^6 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$)。

(郭文娟)

两步闪速焦耳加热法实现锂电材料快速清洁回收

美国莱斯大学 James Tour 教授领导的研究团队开发出一种两步闪速焦耳加热-氯化氧化 (Flash Joule Heating-Chlorination and Oxidation, FJH-ClO) 工艺，可快速从废旧锂离子电池中分离锂和过渡金属。该方法为传统回收技术提供了无酸、节能的替代方案，这一突破顺应了全球电动汽车和便携式电子产品对电池日益增长的需求¹⁴。

研究团队开发了一种两步法工艺，利用短暂的热脉冲和空气替代强腐蚀性化学试剂。第一步，用氯气短暂加热电池材料，使其分解；第二步，在空气中进行二次加热，使大部分金属转化为可与锂分离的形态。由于锂不像其他金属那样易于形成氧化物，它仍以氯化锂形式存在，可通过水轻松提取。测试表明，新工艺可从废旧电池中高纯度回收几乎所有有价值材料，包括锂、钴和石墨。初步分析显示，即使是小规模应用，与现有方法相比，该工艺也可节省约一半能耗，减少 95% 的化学试剂使用量，并显著降低成本。

上述研究工作发表在 *Advanced Materials* (文章标题: Holistic Recovery of Spent Lithium-Ion Batteries by Flash Joule Heating)。

(郭文娟)

¹⁴ Two-step flash Joule heating method recovers lithium-ion battery materials quickly and cleanly.
<https://news.rice.edu/news/2025/two-step-flash-joule-heating-method-recovers-lithium-ion-battery-materials-quickly-and>

成对钻石缺陷揭示量子世界中隐藏的磁涨落

在小于光波长的微观尺度上，电流以一种违背经典物理直觉的方式从一点跃迁至另一点，而磁场则如同螺旋钻一般穿梭于原子晶格之间。然而，目前科学家们尚无法直接观测到这些神奇的现象。美国普林斯顿大学 Nathalie P. de Leon 团队开发出一种基于钻石的量子传感器，能够揭示微观尺度上隐藏的磁现象波动，为研究量子材料如石墨烯和超导体提供了新视角。这种技术的灵敏度较以往基于钻石的传感方法高出约 40 倍，可测量传统方法无法触及的微小磁场和极小尺度结构¹⁵。

该技术的核心是利用实验室培育的钻石，并在其表面附近制造微小缺陷。这些缺陷与磁场相互作用强烈，可作为磁传感器。普林斯顿团队的关键创新在于利用量子纠缠来检测磁噪声中的相关性。以往的传感器被视为独立的空间点，而此次研究人员通过精确控制氮分子撞击钻石的能量，使氮原子嵌入钻石晶体结构中，形成约 10 nm 间距的两个缺陷。将两个缺陷紧密放置在一起，使它们能够以量子力学的方式相互作用。当这两个缺陷的电子发生量子纠缠时，它们的测量结果会相互关联，从而能够更精准地探测到微小的磁场变化。这种基于量子纠缠的传感器，能够像两只眼睛一样，通过测量两个缺陷的相互作用，精确地定位噪声源，大大增强了系统的探测能力。

上述研究工作发表在 *Nature* (文章标题: Multi-qubit nanoscale sensing with entanglement as a resource)。

(蒿巧利)

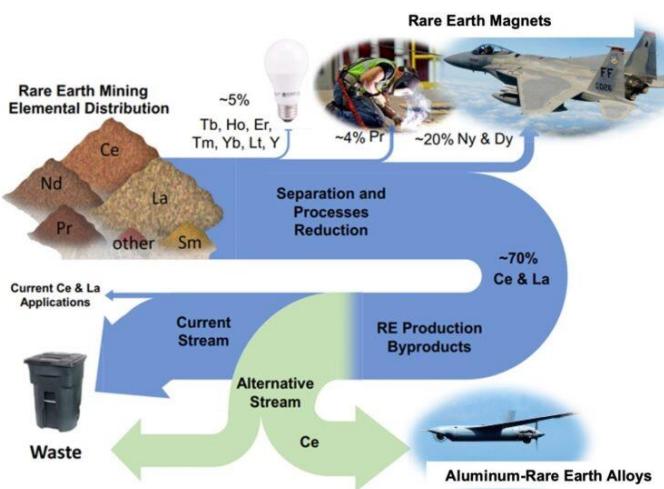
¹⁵ Diamond defects, now in pairs, reveal hidden fluctuations in the quantum world.
<https://engineering.princeton.edu/news/2025/11/26/diamond-defects-now-pairs-reveal-hidden-fluctuations-quantum-world>

低碳一步法稀土合金技术实现能耗下降 95%

美国得克萨斯州初创企业 Gadodyn 公司宣布开发变革性低碳直接还原清洁转化技术 (Decarbonized Direct Reduction for Clean Transformation)，可实现从稀土原料粉末到合金的直接一步转化，有望解决稀土合金行业百年来的高污染、高能耗难题¹⁶。

该技术的核心是基于等离子体辅助气液相金属化平台，可将稀土和过渡金属氧化物粉末直接还原为纯度高达 99.9% 的合金。整个生产流程无需使用氟盐电解质，唯一副产物为水，实现有害气体零排放。该技术普适性强，不仅可用于稀土合金，还可扩展至铝钪合金、钛合金等多种高端合金材料的制备，能够将生产能耗降低约 95%。

传统熔盐电解等工艺先从矿石提取纯金属再合成合金，流程冗长、成本高昂，并产生二氧化碳、四氟化碳及其他有害气体，且难以高效制备特种稀土合金。新技术可将合金生产成本降至 25-30 美元/公斤，远低于传统工艺的 65-75 美元/公斤。该技术突破有望降低美国对国外稀土等关键战略材料的依赖，为其构建绿色低碳、自主可控的本土稀土材料产业体系提供关键技术支撑。



稀土磁铁的替代生产途径减少了浪费

(冯瑞华)

¹⁶ R&D 100 winner: How one startup is eliminating the century-old ‘dirty step’ in rare earth alloy manufacturing. <https://www.rdworldonline.com/gadodyn-clean-rare-earth-manufacturing/>

明胶-有机酸基可拉伸电池推动可降解电子革新

当前可穿戴与植入式电子设备依赖传统电池，其不可降解性加剧了电子垃圾问题，而现有可生物降解电池则普遍面临电化学性能不佳的瓶颈。麦吉尔大学 Sharmistha Bhadra 团队开发出一种基于明胶与有机酸的可拉伸、可生物降解电池，为柔性设备提供了环境友好的可持续性供电方案¹⁷。

研究人员将柠檬酸或乳酸与明胶混合构成电解液体系，并采用镁和钼制作电极，通过剪纸式 (kirigami) 结构设计实现物理拉伸性。利用有机酸分解镁电极表面钝化层提升反应活性，结合明胶基质与剪纸结构使电池在拉伸 80% 时仍保持性能稳定。测试表明，在 $40 \mu\text{A cm}^{-2}$ 的条件下，该电池实现的最大功率和最大容量分别为 $76.8 \mu\text{W}$ 和 1.36 mAh cm^{-2} 。在模拟实际应用的压力传感器中，输出电压为 1.3 V ，且连续运行未出现明显衰减。

上述研究工作发表在 *Advanced Energy & Sustainability Research* (文章标题: Gelatin-Organic Acid-Based Biodegradable Batteries for Stretchable Electronics)。

(董金鑫)

¹⁷ McGill researchers develop stretchable, biodegradable battery using eco-friendly acids.
<https://www.mcgill.ca/newsroom/channels/news/mcgill-researchers-develop-stretchable-biodegradable-battery-using-eco-friendly-acids-369300>

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