

先进制造与新材料动态

ADVANCED MANUFACTURING AND MATERIALS NEWSLETTER

监测快报

2025 第22期
(总第476期)

本期要目

- 美DOE推进量子信息科研中心下一阶段建设
- 韩出台钢铁产业重组措施应对供应过剩
- 英机构拟启动第六轮工业合作计划
- 英伟达与SK共建韩最大规模AI工厂
- 澳企开设全球首家商业量子钻石铸造厂
- 首次利用石墨烯基太阳能电池为温度传感器供电
- 首次观测到魔角石墨烯中非常规超导关键证据

目 录

战略规划

- 美 DOE 推进量子信息科研中心下一阶段建设 1
韩出台钢铁产业重组措施应对供应过剩 2

项目资助

- 英机构拟启动第六轮工业合作计划 3

行业观察

- 英伟达与 SK 共建韩最大规模 AI 工厂 4
澳企开设全球首家商业量子钻石铸造厂 5
BMW、三星 SDI 和 Solid Power 达成全固态电池技术合作 5

研究进展

- 新型气压驱动式软体机器人 7
首次利用石墨烯基太阳能电池为温度传感器供电 8
AI 驱动的材料分析与设计自动化方法 9
食盐解决金属纳米材料卷曲难题 10
首次观测到魔角石墨烯中非常规超导关键证据 11
受人体新陈代谢启发的新型葡萄糖电池 11
木质素基材料推动可持续钠离子电池革新 12
新型超导量子芯片适合规模化扩展 13

战略规划

美 DOE 推进量子信息科研中心下一阶段建设

11月4日，美国能源部（DOE）宣布投入6.25亿美元资金，用于续建下属的五个国家量子信息科学研究中心（NQISRC）。DOE正将其量子研究体系与国家优先事项对齐，集中资源推动美国量子信息科学领域的关键研发，加强量子创新生态系统，加速催生下一代技术的科学发现，并确保美国在量子计算、硬件及应用领域的领导地位¹。

各中心主要承担以下任务：支持在量子计算、模拟、网络与传感领域具有颠覆性潜力的基础科学研究；开发独特工具、设备与仪器，解锁量子信息科学领域变革性创新能力；推动量子技术在科学挑战与国家安全等DOE重点关注领域的应用落地；建立社区资源、人才培养机制和产业合作伙伴关系，强化整个量子信息科学生态系统。

(1) 量子优势协同设计中心 布鲁克海文国家实验室将通过改进用于超导和等离子体生长金刚石基量子器件的材料，并开发用于超导和中性原子系统的模块化方法，推进量子计算和传感技术发展。

(2) 超导量子材料与系统中心 费米国家加速器实验室将扩展基于超导微波腔的量子设备，研发新型制冷技术与多量子处理器互联技术，为量子数据中心建设奠定基础。

(3) 下一代量子科学与工程中心 阿贡国家实验室将优化算法和芯片组件技术，实现在同一芯片上以及跨越不同实验室和城市的量子运算规模化，同时确保量子纠缠态在复杂运算环境中保持稳定，并研制下一代量子传感器原型机。

(4) 量子系统加速器中心 劳伦斯伯克利国家实验室将利用中性原子、离子和超导电路等改进量子纠错技术，实现大规模量子计算，

¹ Energy Department Announces \$625 Million to Advance the Next Phase of National Quantum Information Science Research Centers.
<https://www.energy.gov/articles/energy-department-announces-625-million-advance-next-phase-national-quantum-information>

应对 DOE 在基础物理、化学和新兴量子现象领域的重大挑战。

(5) 量子科学中心 橡树岭国家实验室将致力于量子加速高性能计算，开发支持量子-经典融合工作流程的开源软件，加速跨多学科的科学发现进程。

(郭文娟)

韩出台钢铁产业重组措施应对供应过剩

11月4日，为应对全球钢铁供应过剩与贸易保护主义加剧的挑战，韩国政府公布了一项旨在提升钢铁产业竞争力的支持方案。该方案将通过产能优化、资金扶持与技术升级，推动行业向高附加值及环保转型²。

根据韩国产业通商资源部在经济部长会议上公布的路线图，政府将支持钢铁企业主动调整结构性钢材、钢管等过剩产品的产能。此项支持以企业实施“负责任”的经营管理为前提，推动行业有序整合。

针对美国对进口钢铁征收50%关税及欧盟拟实施新的钢铁保障措施等贸易壁垒，韩国将持续开展谈判，并严格执行今年9月发布的出口企业支持政策，以最大限度减少本国企业损失。此外，政府将在已有的5700亿韩元紧急金融援助基础上，增设两项专项支持：一项是4000亿韩元的钢铁出口担保计划，由浦项制铁、韩国产业银行与韩国贸易保险公司共同出资；另一项1500亿韩元，用于支持钢铁、铝和铜的衍生品产业。

自2026年起，韩国将实施进口钢铁产品强制提交工厂测试证书制度，并加强对规避倾销行为的监管，以防范不正当进口产品冲击国内市场。同时，政府将重点投资特种碳钢等未来增长领域，并支持行业应用人工智能技术提升生产效率。其中，约2000亿韩元将用于特种碳钢的研发项目。作为产业长期发展方向，韩国将积极推进钢铁业绿色转型，加快氢能炼钢技术的研发与应用，构建低碳化产业体系。

(冯瑞华)

² Gov't unveils steps to support restructuring of steel industry to overcome supply glut.
<https://www.koreatimes.co.kr/business/20251104/govt-unveils-steps-to-support-restructuring-of-steel-industry-to-overcome-supply-glut>

项目资助

英机构拟启动第六轮工业合作计划

11月3日，英国亨利·罗伊斯研究所宣布，将于12月1日启动第六轮工业合作计划，其资助方向与英国《国家材料创新战略》的重点领域高度契合，旨在攻克英国材料领域的关键挑战³。

该合作计划资助的项目领域包括：①能源解决方案，涉及电池储能材料，大规模电化学能源生成和转换材料，氢气运输、储存与使用材料，热交换、热储存和废热回收材料，能量收集材料，先进核燃料及核试验能力材料；②未来医疗，涉及生物相容性材料，生物电子材料；③结构创新，涉及低碳混凝土，复合材料，金属制品，陶瓷；④先进表面技术与材料耐用性，涉及表面工程与摩擦学材料及建模，严苛环境用表面处理技术与材料；⑤下一代电子设备、电信与传感器，涉及电力电子材料，量子科技材料，连接与通信材料；⑥消费品、包装及特种聚合物，涉及可持续包装材料，可持续弹性体。

此外，该合作计划特别鼓励开展跨领域研究项目，包括材料创新中的可持续性及设计可持续原则；采用数字工具进行材料发现、优化及规模化生产的材料4.0方法。

（吴文涛）

³ Funding Pre-Announcement: Royce Industrial Collaboration Programme Round 6 to Launch in December 2025.
<https://www.royce.ac.uk/news/funding-pre-announcement-royce-industrial-collaboration-programme-round-6-to-launch-in-december-2025/>

英伟达与 SK 共建韩最大规模 AI 工厂

英伟达（NVIDIA）宣布与韩国 SK 集团达成重大合作，将联合建设一座 AI 工厂，聚焦半导体研发与生产、数字孪生云基础设施及 AI 智能体开发三大核心领域。未来将部署超 5 万台英伟达 GPU，一期工程预计于 2027 末竣工，建成后将成为韩国规模最大的 AI 工厂之一。该工厂将通过“GPU 即服务”（GPU-as-a-service）模式，为 SK 海力士、SK 电信等集团旗下子公司及外部机构提供算力支持，助力韩国各行业加速产业创新与数字化转型⁴。

（1）SK 电信借力 NVIDIA Omniverse 推进物理 AI 与机器人

作为英伟达云服务提供商，SK 电信计划基于 NVIDIA RTX PRO 6000 Blackwell 服务器版 GPU，构建面向亚洲的工业级 AI 云平台，助力本国制造业领军企业推进物理 AI 与机器人研发。首期部署将包含超 2000 台 GPU，并运行 NVIDIA OmniverseTM 负载，以支持 SK 海力士的半导体制造、晶圆厂数字孪生及内部 AI 智能体。

（2）SK 海力士通过 AI 物理、数字孪生、机器人及 AI 智能体提升效率

SK 海力士正利用 SK 电信的加速云基础设施扩展业务。通过采用 NVIDIA CUDA-XTM 技术，利用 AI 物理计算加速芯片设计，大幅提升技术计算机辅助设计仿真效率，从而更快、更精准地推出新一代半导体产品。目前 SK 海力士还在测试基于 NVIDIA Blackwell GPU 加速其现有 Synopsys 软件运行的技术方案，旨在进一步提升技术计算机辅助设计与电路仿真效率。

（郭文娟）

⁴ NVIDIA and SK Group Build AI Factory to Drive Korea's Manufacturing and Digital Transformation.
<https://nvidianews.nvidia.com/news/sk-group-ai-factory>

澳企开设全球首家商业量子钻石铸造厂

11月5日，澳大利亚量子技术公司量子辉煌（Quantum Brilliance, QB）宣布正式启用全球首座量子级钻石铸造厂。该量产设施位于澳大利亚维多利亚州墨尔本市，旨在向全球客户批量供应量子级合成钻石，加速钻石量子器件研发，充分挖掘钻石量子技术潜能⁵。

钻石量子技术具备器件小型化、轻量化、室温运行等突出优势，可支撑规模化部署，在日常及恶劣环境中保持稳定性能，并无缝融入现有基础设施，实现计算与传感一体化应用。其应用范围已覆盖床旁病理诊断、神经医学研发提速、无GPS可靠导航、矿产勘探、可再生能源设施及人工智能等多个领域。

投产前，QB铸造厂已向欧、美、澳多地超算中心交付室温量子加速器等硬件。此次启用得益于“国家重建基金”（National Reconstruction Fund）、“突破维多利亚”（Breakthrough Victoria）等政府资本，标志着澳大利亚率先将钻石量子技术从实验室推向可制造、可运输、可日常使用的产业化阶段。依托该铸造厂，维多利亚州将集聚高端人才、创造高技能岗位，并推动澳大利亚跻身全球钻石量子产业领军者。

（蒿巧利）

BMW、三星SDI和Solid Power达成全固态电池技术合作

10月，BMW、三星SDI和Solid Power宣布建立全固态电池技术合作，旨在通过研发硫化物基电解质材料，开发更安全、高性能的全固态电池，实现续航里程翻倍和充电速度减半等目标^{6,7}。

⁵ Quantum Brilliance Opens World's First Commercial Quantum Diamond Foundry in Australia.
<https://quantumbrilliance.com/press-release/quantum-brilliance-opens-worlds-first-commercial-quantum-diamond-foundry-in-australia>

⁶ BMW Group and Solid Power take next step in ASSB development path: new partner Samsung SDI joins the effort.
<https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0453689EN/bmw-group-and-solid-power-take-next-step-in-assb-development-path:-new-partner-samsung-sdi-joins-the-effort>

⁷ Solid Power Inc. - Solid Power Partners with Samsung SDI and BMW to Advance All-Solid-State Battery Technology.
<https://www.solidpowerbattery.com/investor-relations/investor-news/news-details/2025/Solid-Power-Partners-with-Samsung-SDI-and-BMW-to-Advance-All-Solid-State-Battery-Technology/default.aspx>

此次合作基于 BMW 与 Solid Power 自 2022 年以来的合作基础，并借助三星 SDI 在大规模电芯制造和材料工程领域的经验得以进一步加强。三家公司已联合开发出全固态电池生产系统，明确分工如下：三星 SDI 将采用 Solid Power 提供的硫化物基固态电解质材料，负责全固态电池单元的制造；BMW 则负责电池包与模块的设计与集成。在项目推进方面，三星 SDI 已于 2023 年 3 月在韩国启动试点生产线，并于同年年底完成原型电池生产及客户样品交付；BMW 则于 2023 年 5 月成功完成基于改装 i7 轿车的全固态电池道路测试，并计划在 2030 年前将该技术导入量产车型。通过整合三方在材料研发、规模化制造与整车设计的专业能力，该合作将共同推动全固态电池技术的商业化进程。

（董金鑫）

研究进展

新型气压驱动式软体机器人

软体机器人非常适合在崎岖地形中移动或处理易碎物品等任务。软体机器人领域的主要研究目标是将行为与决策逻辑直接编码到机器人的物理结构中，打造出更具适应性和响应性的机器系统。然而，这种源于机体与环境相互作用的自主行为，往往难以通过传统电子电路复制。

哈佛大学 Antonio E. Forte 团队开发出一款新型软体机器人，无需电子元件、电机或计算机，仅依靠气压即可运行，能够产生复杂、有节奏的动作，并且还能自动协调彼此的动作⁸。

研究人员从自然界“无中央控制仍能同步行为”的现象（如生物肢体多功能性）汲取灵感，设计出几厘米大小的模块化气压组件，该组件可灵活实现三种核心功能：响应气压变化致动（类似肌肉运动）、感知压力与接触（类似触觉传感器）、切换气流通断（类似阀门或逻辑门），且像积木般无需改动硬件，即可拼接成鞋盒大小的桌面机器人，实现跳跃、摇晃、爬行等动作。例如，摇晃机器人能够通过倾斜旋转平台将珠子分拣到不同的容器中，爬行机器人能检测桌面边缘并自动停止防坠落，所有动作均由机械反馈实现，无需外部电子控制。未来，研究人员计划进一步升级机器人系统，以适配核污染区、深海等极端场景，推动机器人从“依赖软件大脑”向“自身即智能系统”的转变，为具身智能技术开辟新路径。

上述研究工作发表在 *Advanced Materials* (文章标题: Multifunctional Fluidic Units for Emergent, Responsive Robotic Behaviors)。

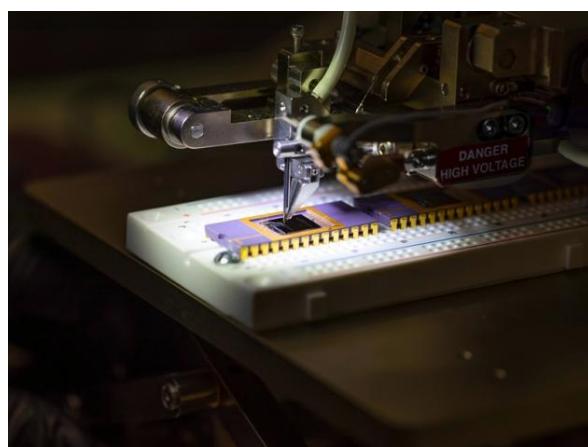
(吴文涛)

⁸ Engineering researchers develop ‘brain-free’ robots that move in sync, powered entirely by air.
<https://eng.ox.ac.uk/news/oxford-engineering-researchers-develop-brain-free-robots-that-move-in-sync-powered-entirely-by-air>

首次利用石墨烯基太阳能电池为温度传感器供电

自主传感器系统能够从环境中采集多种能量供自身运行，包括太阳能、热能、声能、动能及环境辐射等。美国阿肯色大学 Paul Thibado 与密歇根大学联合团队首次利用石墨烯基太阳能电池为超低功耗温度传感器供电，为开发多源供能自主传感系统迈出关键一步，助力“物联网”落地，推动智能技术融入日常生活⁹。

该研究的成功依赖于两大核心挑战的突破：一是将传感器功耗从传统的微瓦级降至纳瓦级；二是实现用环境中的太阳能直接为传感器供电。研究人员移除了传统电源管理单元，通过三组石墨烯太阳能电池直接为三个储能电容充电，电容仅需几分钟即可充满，能够为传感器持续供电超 24 小时。未来团队计划进一步整合石墨烯的振动动能收集功能，完善多模态供能，以应对太阳能间歇性短缺问题，并探索传感器在农业气候监测、可穿戴健康设备、建筑警报系统及工业预测性维护等场景的应用潜力。



石墨烯基传感器焊接过程

上述研究工作发表在 *Journal of Vacuum Science and Technology B* (文章标题：Array of mini-graphene-silicon solar cells intermittently recharges storage capacitors powering a temperature sensor)。

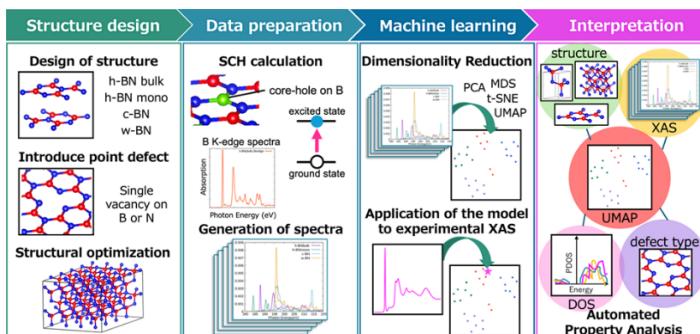
(吴文涛)

⁹ First Graphene-Based Solar Cells Used to Power Temperature Sensors.
<https://news.uark.edu/articles/80375/first-graphene-based-solar-cells-used-to-power-temperature-sensors>

AI 驱动的材料分析与设计自动化方法

硼化物在半导体、物联网设备和储能等领域有着重要应用，其原子改性、结构缺陷、杂质与掺杂等，都会产生独特且复杂的光谱数据变化。对这些差异利用 X-射线吸收光谱（XAS）进行详尽分析，可深入理解硼化物的电子状态，并有助于开展材料设计。然而，这类分析通常需要丰富的专业知识和繁重的人工劳动，特别是在目视分析大量数据集时。日本东京理科大学 Masato Kotsugi 团队开发了一种基于人工智能的 XAS 数据分析方法，能够可靠且自动地利用这些数据识别材料属性¹⁰。

研究团队首先针对三种不同原子结构的氮化硼（BN）相及其缺陷类似物，生成了 XAS 数据。这些数据是基于基础物理的理论计算，并利用实验数据进行了验证。随后通过降维机器学习技术，将具有多变量高度复杂的数据简化为基本元素，只捕捉本质特征。团队测试了四种机器学习方法：主成分分析、多维尺度、t-分布随机邻域嵌入和均匀流形近似与投影（UMAP）。其中，UMAP 在根据不同原子结构和缺陷对复杂光谱数据进行分类方面表现尤为出色。



利用 AI 解读 XAS 数据的工作流程

上述研究工作发表在 *Scientific Reports* (文章标题: Automated elucidation of crystal and electronic structures in boron nitride from X-ray absorption spectra using uniform manifold approximation and projection)。

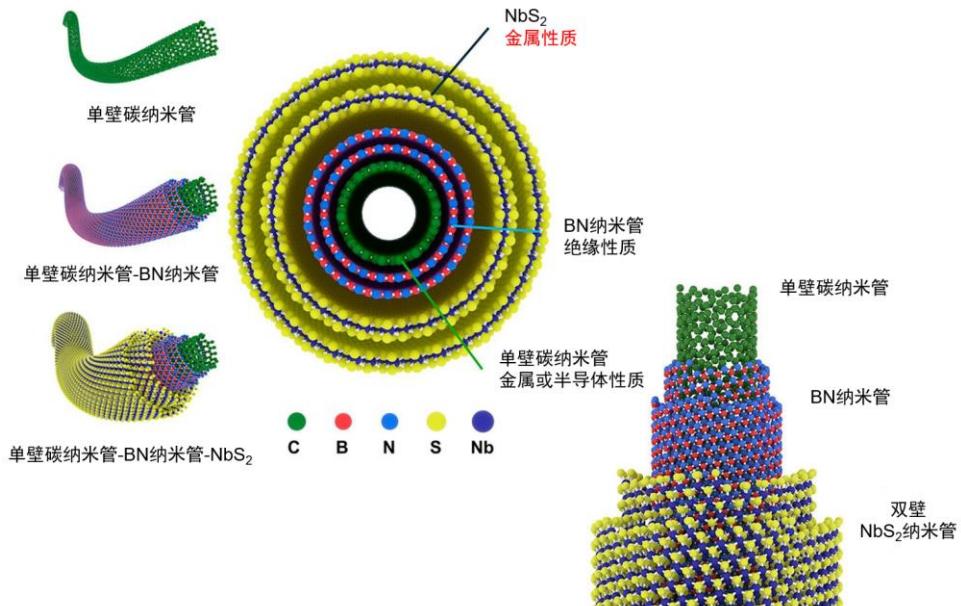
(万 勇)

¹⁰ A New AI-Powered Method to Automate Material Analysis and Design.
https://www.tus.ac.jp/en/mediarelations/archive/20251104_1297.html

食盐解决金属纳米材料卷曲难题

美国宾夕法尼亚州立大学 Slava V. Rotkin、日本东京大学 Shigeo Maruyama 联合团队首次制备出具有稳定且可预测性质的二硫化铌 (NbS_2) 金属纳米管，为更快的电子设备、更高效的电力传输，甚至未来量子计算打开了大门。而推动实现这些功能的，是日常生活中常见的一种物质：食盐（ NaCl ）¹¹。

NbS_2 通常呈片状结构，在生长过程中加入少量食盐，则会发生卷曲，并包覆在由碳和氮化硼纳米管制成的模板上。同时， NbS_2 更倾向于形成双层纳米管，类似嵌套的吸管。研究发现，这种双层结构的热力学稳定性更高，而且能放大 NbS_2 的超导特性。



多层纳米管结构示意图

上述研究工作发表在 *ACS Nano* (文章标题: Metallic NbS_2 One-Dimensional van der Waals Heterostructures)。

(万 勇)

¹¹ Needs salt: Table seasoning enables new nanomaterial development.
<https://www.psu.edu/news/materials-research-institute/story/needs-salt-table-seasoning-enables-new-nanomaterial-development>

首次观测到魔角石墨烯中非常规超导关键证据

传统超导体的应用存在显著局限，需通过精密冷却系统将其降至极低温，才能维持超导状态。若能实现室温级超导，将催生全新技术革命，从零损耗电缆、电网到实用化量子计算系统均可成为现实。麻省理工学院 Jarillo-Herrero 研究团队首次观测到魔角扭曲三层石墨烯（MATTG）中非常规超导的关键直接证据。该材料通过将三层原子级厚度的石墨烯以特定角度堆叠扭曲而成，可催生出奇异的电子特性¹²。

研究团队成功测量了 MATTG 的“超导能隙”，这一特性描述了在特定温度下材料超导状态的稳健程度。实验结果显示，其超导能隙与传统超导体存在显著差异，这意味着该材料实现超导的机制也必然不同，并且是非常规的。研究团队通过自主研发的新型实验平台，实现了对二维材料超导能隙的实时观测。未来，该平台将进一步应用于 MATTG 的深度探究，并绘制其他二维材料中的超导能隙。

上述研究工作发表在 *Science*（文章标题：Experimental evidence for nodal superconducting gap in moiré graphene）。

（郭文娟）

受人体新陈代谢启发的新型葡萄糖电池

受人体通过酶分解葡萄糖获取能量的启发，美国太平洋西北国家实验室 Wei Wang 等成功开发出一种以维生素 B₂（核黄素）和葡萄糖为核心成分的新型液流电池，为可持续储能技术提供了新路径¹³。

葡萄糖是植物中广泛存在的天然糖类，具备成为低成本、可持续电解质的潜力。研究团队将核黄素整合至液流电池系统中，核黄素作为绿色催化剂，在电极与葡萄糖电解质之间高效传递电子，从而将糖中储存的化学能转化为电能。这一设计突破了当前葡萄糖燃料电池普遍存在依

¹² MIT physicists observe key evidence of unconventional superconductivity in magic-angle graphene.
<https://news.mit.edu/2025/physicists-observe-evidence-unconventional-superconductivity-graphene-1106>

¹³ A prototype glucose battery inspired by the body's metabolism.
<https://www.acs.org/pressroom/presspacs/2025/october/a-prototype-glucose-battery-inspired-by-the-bodys-metabolism.html>

赖贵金属催化剂、功率低、成本高及难以规模化等问题。

在电池结构上，正负极均由碳材料制成。负极端电解质为含活性核黄素与葡萄糖的溶液；正极端则使用铁氰化钾溶液或氧气作为反应介质。其中，铁氰化钾体系便于精确测量催化活性，而氧气体系因成本更低，更适于未来规模化应用。

测试结果表明，在铁氰化钾体系的实验中，电池在室温下的功率密度与现有钒液流电池相当。当与氧气电极结合并在碱性条件下运行时，葡萄糖液流电池达到 13 mW/cm^2 的峰值功率密度，是先前在相似条件下报道数值的 20 倍。

上述研究工作发表在 *ACS Energy Letters*（文章标题：Vitamin-Mediated Glucose Flow Cell for Sustainable Power Generation）。

（冯瑞华）

木质素基材料推动可持续钠离子电池革新

当前电池技术依赖锂、钴等关键金属，面临成本高昂与资源稀缺限制。德国弗劳恩霍夫陶瓷技术与系统研究所和耶拿大学的联合研究团队开发出木质素基硬碳（hard carbon）钠离子电池，以木材工业副产品替代关键材料，实现 100 次循环无明显容量衰减。该技术为固定存储与低速车辆提供了可持续能源路径¹⁴。

研究人员通过热解工艺在惰性条件下将木质素转化为硬碳并加工成负极材料，其硬碳三维结构实现了钠离子的可逆存储，正极则采用资源丰富且环保的铁基材料（普鲁士蓝及其类似物）。实验结果显示，经过 100 次充放电循环后，制备的软包电池未出现明显性能衰减。研究人员后续将在 1 Ah 的全电池上试验 200 次充放电循环。

（董金鑫）

¹⁴ Sustainable Batteries Made From Wood Industry By-Products.

<https://www.fraunhofer.de/en/press/research-news/2025/november-2025/sustainable-batteries-made-from-wood-industry-by-products.html>

新型超导量子芯片适合规模化扩展

当前，量子比特技术路线呈多元并进态势，但实用化量子计算机的核心瓶颈仍在于量子比特退相干时间过短。普林斯顿大学 Nathalie P. de Leon 和 Andrew Houck 联合领导的研究团队推出一款最新的超导量子计算芯片，其量子比特退相干时间超 1 毫秒，较实验室最佳处理器提升 3 倍，较行业标准处理器提升近 15 倍，标志着量子计算从实验室向工程化应用迈出关键一步¹⁵。

研究团队采用的 Transmon 超导量子比特方案能够运行于极低温环境，兼具抗干扰能力强、与现有半导体工艺兼容等优势，已被谷歌、IBM 等广泛应用。此次研究团队在量子比特设计上采取了两项关键改进：一方面，选用钽金属替代传统材料，有效减少表面缺陷。这些微小且隐蔽的表面缺陷会在金属通过电路时捕获并吸收能量，而钽金属的低损耗特性显著降低了能量损耗。另一方面，以高质量的硅基板取代传统的蓝宝石基板。硅不仅是一种广泛可得且纯度极高的材料，还因其在计算机行业的成熟工艺和广泛兼容性，进一步降低了能量损失，同时为量子比特的规模化生产和产业化应用提供了坚实基础。研究人员指出，若用该设计替代当前行业最优方案，一台 1000 量子比特计算机的运行效率理论上将实现约 10 亿倍的提升。

上述研究工作发表在 *Nature*（文章标题：Millisecond lifetimes and coherence times in 2D transmon qubits）。

（蒿巧利）

¹⁵ Princeton's New Quantum Chip Built for Scale.
<https://www.bnl.gov/newsroom/news.php?a=122688>

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