

先进制造与新材料动态

ADVANCED MANUFACTURING AND MATERIALS NEWSLETTER

监测快报

2025 第14期
(总第468期)

本期要目

- 欧发布“量子欧洲战略”
- 英企业与高校携手开展多项尖端研究
- 欧投资 8.52 亿欧元用于电动汽车电池制造
- 欧 LNOI 平台助力下一代光子电路发展
- 金属有机框架碳捕获材料的发展和商业突破
- 全球首款电子-光子量子芯片在商用晶圆厂成功制造
- 铝离子钟创世界最高精度记录

中国科学院武汉文献情报中心

目 录

战略规划

欧发布“量子欧洲战略” 1

项目资助

英企业与高校携手开展多项尖端研究 4

英研究所设立储能电池示范项目 6

欧投资 8.52 亿欧元用于电动汽车电池制造..... 7

欧 LNOI 平台助力下一代光子电路发展..... 8

行业观察

金属有机框架碳捕获材料的发展和商业突破 10

研究进展

全球首款电子-光子量子芯片在商用晶圆厂成功制造 11

可穿戴传感器实时监测人体水分 12

全自动机器人系统快速测量半导体材料特性 13

AI 创制热辐射超材料降低能源费用 13

自主实验室加快先进功能材料发现 15

铝离子钟创世界最高精度记录 15

超导量子比特相干时间突破毫秒大关 17

欧发布“量子欧洲战略”

7月2日，欧盟发布《量子欧洲战略：变化世界中的量子欧洲》（*Quantum Europe Strategy: Quantum Europe in a Changing World*），旨在巩固欧洲在量子科学领域的全球领导地位，并推动量子技术从实验室迈向工业化应用。该战略围绕五大核心领域制定，包括科研创新、基础设施、生态系统、国防安全及人才培养，目标是到2030年使欧洲成为全球量子技术研发与应用的核心力量¹。

欧洲在量子科学方面取得了显著进展，汇聚了全球最大规模的量子人才，并在全球科学出版物数量方面位居第一。欧洲还拥有最大的量子初创企业生态系统，全球大约三分之一的量子公司总部设在欧洲，欧洲供应商提供了近一半用于量子计算机的硬件和软件组件。然而，欧洲目前在将创新能力转化为实际市场机遇方面已显滞后。欧洲在量子计算、传感和通信领域的专利申请数量上目前仅排名全球第三，落后于中国和美国。欧盟意识到，量子技术已成为未来经济与安全的战略制高点，需通过系统性布局应对全球竞争。

（1）核心领域一：量子研究与创新

过去五年，欧盟在量子技术方面投入了近20亿欧元，各成员国还提供了超过90亿欧元的公共资金。这些资金支持了量子研究和教育、国家量子集群和混合量子-经典超级计算机中心的创建、量子技术产业以及国际合作伙伴关系。欧盟提出设立一个专门的“量子欧洲研究与创新倡议”，推动量子计算、通信与传感的基础研究、技术开发和创新行动；投资先进试点生产线和设计工具；支持在关键公共和工业领域开发应用。2026年前提交《量子法案》。

¹ European Commission launches strategy to make Europe Quantum leader by 2030.
<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/quantum-europe-strategy>

（2）核心领域二：量子基础设施建设

欧洲量子基础设施建设包括欧洲高性能计算联合体（EuroHPC JU）的计算系统、欧盟安全连接计划（IRIS²）的欧洲量子通信基础设施（EuroQCI）以及先进传感平台；欧盟还在“芯片联合企业”（Chips JU）下投资多条试点生产线，以推动量子技术在欧洲的产业化。这些由公共资金支持的量子基础设施是欧洲量子战略的推动力。①**量子计算与模拟方面**，2026 年起发布“欧盟量子计算与模拟路线图”，扩大基于 EuroHPC 的量子计算系统的数量和容量，并建立量子计算的监测框架。②**量子通信方面**，2026 年发布量子通信路线图，启动欧洲量子互联网试点设施，以及 2030 年前部署首个欧盟互联的实验性量子地面和空间安全通信网络。③**量子传感方面**，2025 年起建立欧洲量子磁共振成像试点基础设施，2026 年起发布量子传感路线图，部署一个分布式的重力仪系统。

（3）核心领域三：强化量子生态系统

欧洲量子生态系统涵盖了约 70 家初创企业和成长型企业、深度科技投资者、研究与创新组织以及工业供应链。然而，这一生态系统仍然非常脆弱。欧洲必须果断采取措施，促进工业化，扩大有潜力的参与者规模，确保战略供应链。①**从实验室到工厂以及工业化方面**，通过“芯片联合企业”启动六条量子试点生产线，将“量子旗舰计划”的实验试点生产线扩展为工业试点生产线；2026 年发布一份全面的量子芯片工业化路线图和一份欧洲量子标准路线图。②**强化新兴的欧洲量子生态系统方面**，建立一个覆盖全欧洲的、集中的开放准入量子试验平台网络；扩大量子能力集群；推动知识产权保护机制，确保对关键创新的战略控制，并防止关键资产的外流；加快量子技术的工业采用；将量子初创企业与欧洲大公司联系起来等。③**投资量子初创企业和成长型企业方面**，鼓励包括私人基金在内的投资基金，为量子技术的发展筹集大量资本投资；利用激励措施和灵活性的机会，重新分配资金，优先投资于“欧洲战略技术平台”（STEP）目标等领域；解决金融服务单一市场的碎片化问题，

消除欧盟内部跨境投资的障碍，包括对量子技术发展至关重要的风险投资。④**强化供应链安全性方面**，识别并解决欧洲量子供应链中的关键脆弱点，以降低因欧盟对非欧洲来源过度依赖引发的风险；开展一次全欧盟范围的量子技术风险评估，以绘制供应链的脆弱性图景，尤其要聚焦材料、组件和关键技术领域；即将出台的《量子法案》将为强化量子生态系统提供进一步的支撑。

（4）核心领域四：空间与安防应用

量子技术具有双重用途的潜力，对于提升欧洲在空间、安全和防务领域的竞争力以及战略自主性至关重要。①**在空间领域**，安全的量子通信技术已经嵌入到欧盟关键的空间计划中，包括欧洲量子通信基础设施和量子空间重力仪探路者任务，以及量子惯性导航系统、伽利略计划下基于量子光学传感器的原型设备、量子钟等。2025 年与欧洲航天局合作制定空间量子技术路线图。②**在安全和防务领域**，量子计算有望彻底改变关键的安全和防务应用，例如极端温度流体流动、燃烧动态或耐热材料发现的模拟；量子传感技术为防务提供了关键能力，包括高精度的重力测量、磁测量和惯性导航。2025 年为欧洲军备技术路线图做出贡献；2026 年制定量子传感空间与防务技术路线图；2026 年起启动“民用转军用”计划，将民用公司和学术界引入防务应用。

（5）核心领域五：量子技能与教育

欧洲已经培养了大量学术界的量子人才，拥有超过 40 个量子技术和量子工程的专门硕士项目，每年有超过 11 万名毕业生。然而，这仍然不足以满足欧盟初创企业和行业对相关应用技能专业人员的预期需求。欧盟正采取多项措施来解决技能短缺问题，其中就包括了量子技术领域的专项行动。2025 年启动量子技术初创企业的驻场研究员试点计划；2026 年起建立欧洲量子技能学院，启动欧洲量子人才流动计划和量子领域的欧洲高级数字技能竞赛等。

（冯瑞华）

项目资助

英企业与高校携手开展多项尖端研究

7月10日，据英国国家科研与创新署（UKRI）网站报道，英国工程与自然科学研究理事会（EPSRC）投入4100万英镑，企业和高校另匹配5600万英镑，共同资助23个合作伙伴关系项目，致力于发展开创性技术，将科学研究转化为实际解决方案，从而改善人民生活并促进经济发展²。

每一项合作均由英国商业伙伴共同创建和实施，以确保研究能够满足行业的需求。这些商业伙伴涵盖了从大型知名企业到中小型企业各类企业，包括阿斯利康、保柏、葛兰素史克、塔塔钢铁等。此外，英国多所高校也参与到合作伙伴关系项目中，包括布里斯托大学、伦敦大学学院、斯旺西大学、诺丁汉大学等。这23个合作伙伴关系项目涵盖环境保护、药物制造、人工智能、网络安全、能源存储等多个关键领域。具体如下：

（1）聚合物生物降解：设计生物可降解的新型聚合物，解决液体配方中聚合物的环境影响问题；

（2）聚变反应堆屏蔽材料：开发先进的屏蔽材料，助力英国实现清洁、可靠的聚变能源目标；

（3）药物合成低碳材料：使用铁、镍等地球丰富金属替代药物生产中的钯，以实现更环保、高效的药物生产；

（4）风力涡轮机叶片：利用计算机建模和机器学习改造风力涡轮机叶片的设计和制造，降低成本并加快生产；

（5）氢燃料发动机：研发清洁且经济实惠的氢动力引擎，大幅减少交通运输和工业领域的排放；

（6）工程化酶催化剂：设计工程酶和模拟酶，将甲醇转化为更有价

² UK businesses and academia partner up in cutting-edge research.
<https://www.ukri.org/news/uk-businesses-and-academia-partner-up-in-cutting-edge-research/>

值的化学品，实现碳循环化学生产的经济化；

（7）电弧炉钢铁生产：利用 AI 和快速合金原型制造等技术，预测并优化电弧炉生产的钢材性能；

（8）AI 技术保险：探索保险服务，保护组织免受不可靠 AI 解决方案的影响，增强对 AI 技术的信任；

（9）航空虚拟计算：利用超级计算机，准确模拟和解决未来燃气轮机发动机在使用环保燃料时出现的新问题；

（10）化学合成技术：利用数字化学或化学计算技术，开发新型化学合成方法，加速合成速度并保持成本竞争力；

（11）AI 虚拟助手：开发安全的 AI 虚拟助手，协助专家做出高质量、公平公正的评估与决策；

（12）沉浸式技术材料：开发先进材料和光学组件，解决当前 AR/VR 系统的限制，使设备更舒适实惠且易于使用；

（13）重型动力系统脱碳：减少或消除重型车辆行业的温室气体排放，优化发动机效率并开发工程设计工具；

（14）医疗材料循环利用：减少医疗保健行业产生的环境影响和废物，探索安全重复使用和回收消耗品的方法；

（15）量子计算电子学：开发先进工具监测低温电子学的热行为，助力半导体量子计算的规模化；

（16）锂硫电池稳定化：加速锂硫电池开发，解决其快速磨损问题，构建可持久使用的实验室规模电池；

（17）能源存储脱碳：开发更安全、持久、高效的工业电池，用于采矿、运输和建筑等难以脱碳的行业；

（18）新型药物分子设计：利用 AI 和机器学习开发创新方法，设计可调节和重新编程生物系统的新型药物分子；

（19）可持续包装：改进新型纸瓶设计，开发低能耗、可持续的阻隔涂层喷涂方法，降低碳足迹并减少塑料污染；

（20）网络韧性工程：加强国家关键基础设施的网络安全，增强自动化和互联系统整个生命周期的安全性；

（21）下一代生物制药：利用 AI、自动化和数字孪生技术，变革生物药物的开发和制造方式，提高效率并减少浪费；

（22）生物工艺优化：结合微流体和 AI 等技术，创造新型生物制造优化方法，提升新药研发速度并降低成本；

（23）生物基单体：开发用于特种聚合物产业的生物衍生、低碳足迹单体，助力企业实现净零目标。

（吴文涛）

英研究所设立储能电池示范项目

7 月 21 日，英国法拉第研究所（Faraday Institution）宣布投入 164 万英镑，资助 5 个概念验证示范项目，覆盖利比里亚、尼泊尔、肯尼亚、卢旺达、泰国及尼日利亚，旨在验证钠离子电池、可溶性铅流电池及热湿适应型电池系统在新兴经济体的性能与寿命，以降低储能成本并加速清洁能源转型³。

这些项目由英国 5 所大学牵头，联合 5 国产业与学术伙伴，聚焦无电网/弱电网储能及电动出行场景。具体项目包括：

（1）NaSEMA 项目，谢菲尔德大学主导

在利比里亚对 MOPO Max 钠离子电池租赁包进行商用可行性测试，评估其在实际应用场景中的成本效益与推广潜力。

（2）SL2FBat 项目，南安普顿大学主导

在尼泊尔推进可溶性铅流电池示范系统的落地，由 Gham Power 负责现场安装，以验证该电池在当地市场环境中的运行性能；同时，由 Swanbarton 开展电池优化及智能电网集成工作，提升系统整体效能。

³ Five concept-to-demonstrator projects initiated to advance deployment of batteries in emerging economies.
<https://www.faraday.ac.uk/five-concept-to-demonstrator-projects-initiated-to-advance-deployment-of-batteries-in-emerging-economies/>

（3）UniBatt 项目，牛津大学主导

将牛津大学研发的电池健康状态及寿命诊断技术集成至 Bboxx Pulse 软件，实现对电池寿命的精准预测及电池组健康状态的实时监控。此外，该项目还将研发适用于肯尼亚和卢旺达地区多种电动出行工具的通用型电池包，并进行实地验证。

（4）THAI-BATT 项目，帝国理工学院主导

针对泰国高温、高湿的特殊环境，开展电池设计优化工作，研发低能耗冷却策略，以提升电池在极端环境下的使用寿命、安全性与稳定性。

（5）StamiNa 项目，斯旺西大学主导

以正极/硬碳负极钠离子电池为核心，研发适用于电动两轮车的电池包，并在肯尼亚斯特拉斯莫大学完成实地示范应用，探索该类型电池在电动出行领域的应用前景。

（董金鑫）

欧投资 8.52 亿欧元用于电动汽车电池制造

7 月 21 日，欧盟委员会通过“创新基金”（Innovation Fund）向法国、德国、瑞典及波兰的 6 个电动汽车电池制造项目拨款 8.52 亿欧元⁴。此项投资旨在落实《欧洲汽车工业行动计划》与《清洁工业协议》核心目标，通过构建自主可控的电池价值链降低进口依赖，并加速交通领域碳中和进程。获资助项目预计 2030 年前全面投产，届时年总产能将达 56 GWh。这 6 个获资助项目的具体内容如下：

（1）ACCEPT 项目

法国 ACC 公司主导，将在该国两座千兆工厂新建 5 条三元锂电池（NMC）生产线，年设计产能 15.7 GWh。该项目将通过紧凑型工厂设计、自动化升级及数字化制造优化电池性能，其 80% 以上供应链源自欧洲本土。

⁴ EU invests €852 million in six innovative electric vehicle battery projects.
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_25_1727

（2）46inEU 项目

波兰 LG Energy Solution 负责，专注于 46 mm 直径圆柱电池量产，计划年产 8500 万颗电芯（11.5 GWh）。

（3）NOVO One 项目

瑞典 NOVO Energy 牵头，将采用 100%绿电驱动，计划年产 3500 万颗 NMC 棱柱形电芯（17.3 GWh），其无化石能源工艺结合生物多样性生态补偿区与回收材料闭环生产体系，显著提升欧洲在 EV 电池市场的竞争力。

（4）AGATHE 项目

法国 Verkor 牵头，以抑制温室气体排放为核心目标，通过 AI 优化、预测性维护及现场预回收设施（回收率 $\geq 95\%$ ），计划将敦刻尔克工厂产能从 8 GWh 倍增至 16 GWh。

（5）CF3_at_Scale 项目

德国 Cellforce Group 牵头，联合欧洲设备供应商优化综合设备效率，聚焦硅/碳复合负极与高镍层状氧化物正极技术，年设计产能 1.6 GWh。

（6）WGF2G 项目

德国 Leclanché 牵头，开创全球首条全 PFAS-free 锂离子电池产线，采用全水系电极工艺兼容 NMC/LFP 体系，通过无钴化设计降低能耗与碳足迹，到 2030 年产能将达到 2 GWh，并直接支持欧盟化学品安全与关键原材料法规目标。

（董金鑫）

欧 LNOI 平台助力下一代光子电路发展

欧盟光子学合作项目 ELENA 宣布，欧洲首次成功研发出用于光子集成电路的绝缘体上铌酸锂（LNOI）衬底。这一突破性成果标志着欧洲建立了完整的薄膜铌酸锂（TFLN）技术供应链。TFLN 是一种高性能材料，其薄膜结构赋予光子集成电路优异的电光、非线性光学和声光特性。

LNOI 晶圆可实现高精度铌酸锂微加工，可在指尖大小的芯片上集成多种光学功能。这些特性使 LNOI 在高速、低功耗光通信及量子系统中极具应用潜力⁵。

这项 500 万欧元的计划汇聚了瑞士电子与微技术中心、法国原子能委员会电子与信息技术实验室、法国 Soitec 公司、德国 VPI 光子技术公司、瑞士苏黎世联邦理工学院等 10 家涵盖光子集成电路全价值链的合作伙伴，贯穿衬底创新、光子设计到制造、测试和封装等环节。关键成果包括首个 LNOI 平台工艺设计套件，并推动代工兼容工艺发展，使 TFLN 技术从研究迈向商业化生产。这一努力显著增强了欧洲在半导体供应链战略关键环节的自主权。

项目的核心成就是在瑞士电子与微技术中心的认证洁净室中建立了欧洲首个开放式 LNOI 光子芯片代工厂，该工厂将实现 150 mm 光学级 LNOI 晶圆的工业规模量产。作为项目协调方，瑞士电子与微技术中心成立初创企业 CCRAFT 以扩大生产规模，并计划将 TFLN 芯片的年产能提升至数百万颗，巩固欧洲在光子芯片制造的全球领先地位。

为验证平台性能，ELENA 项目开发了面向四大重点领域的演示芯片，包括：

- 量子计算：离子阱、光学时钟、纠缠光子；
- 通信领域：>400 Gbit/s 调制器、密集波分复用、CMOS 兼容收发器；
- 航天应用：卫星通信用轻量化低功耗光子集成电路；
- 激光雷达/传感：汽车、医疗和环境监测用紧凑高效系统等。

（郭文娟）

⁵ Photonics Partnership Project ELENA Pioneers LNOI Platform for Next-Gen Photonic Circuits & Europe's 1st Commercial Supplier of LNOI Wafers.
<https://www.photonics21.org/2025/photonics-partnership-project-elena-pioneers-lnoi-platform-for-next-gen-photonic-circuits--europe>

金属有机框架碳捕获材料的发展和商业突破

金属有机框架材料（MOFs）是一种多孔的粉末状固体，因极高的孔隙率而闻名，每克 MOFs 粉末的内部表面积可达一个足球场大小。MOFs 具有巨大的潜力，在过去 30 多年里吸引了大量的学术研究，但其制造成本较高，一直未能实现大规模商业化应用⁶。

2025 年 5 月，加拿大伯纳比市开设了一家名为 Redwood 的工厂，专门生产用于捕获二氧化碳的过滤器，其固体吸附剂为 MOFs。该工厂由 Svante 公司运营，目标是每年生产足够的过滤器来捕获 1000 万吨二氧化碳。这一进展标志着 MOFs 在商业应用上的重大突破。

在早期应用探索方面，MOFs 曾被研究用于储存氢气，但因技术挑战和成本问题未能实现商业化。目前在碳捕获应用方面取得突破，Svante 公司通过与加拿大卡尔加里大学合作，开发了一种名为 CALF-20 的锌基 MOF，该材料能够在含有水分的烟气中捕获二氧化碳。这一合作成功将 CALF-20 的合成方法简化并规模化，使其能够以较低成本生产。除碳捕获外，MOFs 还在用作催化剂、从水中捕获有毒化学物质、药物输送等等领域展现出应用潜力。例如，美国加州大学伯克利分校 Omar Yaghi 团队推动了 MOFs 在从空气中收集水的应用，在加利福尼亚死亡谷展示了基于 MOF-303 的水收集装置，可在低湿度环境下，吸收水蒸气。

除了 Svante 公司，还有多家公司正在开发用于碳捕获和封存的 MOFs 产品。根据 IDTechEX 分析预测，MOFs 的市场可能在未来十年内增长 30 倍，从 3000 万美元增长到 2035 年的 9.3 亿美元。

（冯瑞华）

⁶ World's most porous sponges: intricate carbon-trapping powders hit the market.
<https://www.nature.com/articles/d41586-025-02067-y>

全球首款电子-光子量子芯片在商用晶圆厂成功制造

量子系统芯片极易受到温度变化、制造缺陷以及自身组件产生的热量等因素干扰，导致系统失效。传统量子光学实验依赖庞大、笨重的设备来稳定量子光学器件，难以实现小型化。美国西北大学 Anirudh Ramesh、波士顿大学 Imbert Wan 和加州大学伯克利分校 Danielius Kramnik 联合领导的研究团队成功开发出一款在商用晶圆厂制造的电子-光子量子芯片。该芯片将量子光生成组件与经典电子控制电路集成于一个仅一平方毫米的硅芯片上，能够实时监测并稳定量子光源。这一成果不仅展示了量子芯片大规模生产的潜力，还为量子通信、传感和计算等领域提供了可扩展的解决方案，标志着量子技术向实际应用迈出了重要一步⁷。

研究团队通过创新设计，将微小的环形通道（微环谐振器）集成到硅芯片中，这些通道在强激光照射下能够自然生成量子光对。为解决量子光源稳定性问题，芯片上集成了光电流传感器，可实时监测光源变化，并通过微型加热器进行调整，使其保持在最佳状态。这种内置反馈机制使芯片能够在温度变化和制造差异的情况下稳定运行，无需外部大型设备支持。

为实现芯片的商业化制造，研究人员采用巧妙设计策略，将光子组件直接集成到商用互补金属氧化物半导体（CMOS）工厂现有的芯片制造结构中，确保量子芯片可通过标准 CMOS 工艺生产。这一成果不仅证明复杂量子光子系统可在 CMOS 芯片内完全构建并稳定运行，还为未来量子通信网络、先进传感技术和量子计算基础设施发展奠定了基础。

上述研究工作发表在 *Nature Electronics*（文章标题：Scalable feedback stabilization of quantum light sources on a CMOS chip）。

（蒿巧利）

⁷ First Electronic-Photonic Quantum Chip Manufactured in Commercial Foundry.
<https://www.mccormick.northwestern.edu/news/articles/2025/07/first-electronic-photonic-quantum-chip-manufactured-in-commercial-foundry/>

可穿戴传感器实时监测人体水分

人体水分不足将引发脱水，即使是轻度脱水也会损害认知功能、身体机能和体温调节能力，而重度脱水则可能导致肾结石、心血管疾病和中暑等危及生命的情况。评估身体水分状况的传统方法，如尿液检测或血液分析，往往具有侵入性、耗时久的特点，且不适用于持续监测。市售的水分测定设备体积较大，且需要固定的安装环境，限制了其在日常生活中的应用。

美国得克萨斯大学奥斯汀分校 Nanshu Lu 团队开发了一种非侵入式可穿戴传感器，能够实时连续监测人体水分情况，为人体在不同环境下的水分管理提供便捷且精准的动态数据支持⁸。

水是电的良导体，电流在高水分含量的组织具有更好的传导性能。传感器基于生物阻抗技术，向手臂发送微小且安全的电流，通过采集电流在人体内的流动情况，并将数据无线传输至智能手机，实现人体水分含量的实时监测。研究人员开展了利尿剂诱导脱水研究和 24 小时自由生活试验，并将传感器监测结果与尿液样本测试结果进行对比。结果表明，手臂生物阻抗对水分含量的变化十分敏感，且与全身的水分含量测量结果密切相关，展示了该传感器用于人体水分含量监测的可靠性。未来，研究人员还计划探索新的设计方案，如透气的电子纹身或吸汗型穿戴设备，以提升长时间佩戴的舒适度和性能，同时测试范围将扩大到更大群体，并探索传感器在其他身体部位的应用。

上述研究工作发表在 *PNAS*（文章标题：Wireless arm-worn bioimpedance sensor for continuous assessment of whole-body hydration）。

（吴文涛）

⁸ Stay Hydrated: New Sensor Knows When You Need a Drink.
<https://cockrell.utexas.edu/news/archive/10218-stay-hydrated-new-sensor-knows-when-you-need-a-drink>

全自动机器人系统快速测量半导体材料特性

科学家正努力探索新型半导体材料，以提升太阳能电池等电子产品的效率，但材料的重要特性依赖科学家手动测量，限制了材料创新的步伐。美国麻省理工学院 Tonio Buonassisi 团队开发了一种全自动机器人系统，利用机器人探针实现材料光电导特性（材料对光的电响应性能）的快速测量，加速新型半导体材料的研发进程⁹。

研究人员将人类专家在材料科学领域的知识融入到机器学习模型中，该模型指导机器人的决策过程，使机器人能够确定探针接触材料的最佳位置，以获取关于材料光电导特性的最全面的信息。同时，该机器人系统通过计算机视觉和神经网络处理材料图像，路径规划算法能够找到探针在接触点之间移动的最快路径。在 24 小时的测试中，该机器人系统每小时可完成超过 125 次的独特测量，且精度和可靠性均高于其他基于人工智能的方法。高精度的测量有助于识别出材料的高光电导热点和降解区域，为发现高性能半导体开辟道路，促进太阳能电池板等可持续性应用的发展。

上述研究工作发表在 *Science Advances*（文章标题：A self-supervised robotic system for autonomous contact-based spatial mapping of semiconductor properties）。

（吴文涛）

AI 创制热辐射超材料降低能源费用

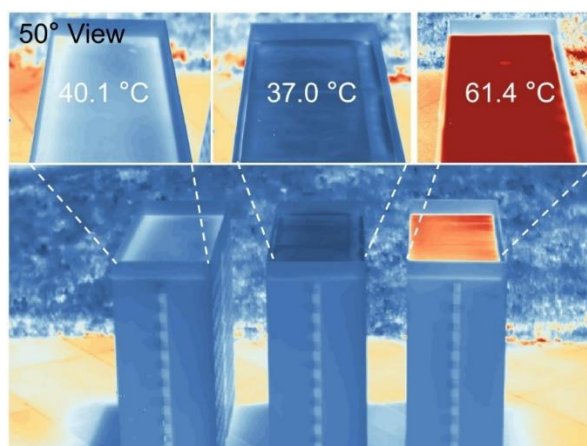
上海交通大学、得克萨斯大学奥斯汀分校、新加坡国立大学和瑞典于默奥大学的联合研究团队开发了一种基于机器学习的新方法——“三平面建模法”，巧妙实现了对三维结构单元的精准描述，建立了庞大的三维复杂结构数据集。结合多种材料体系，研究团队训练得到了一个热辐射超材料逆向设计 AI 模型，能够根据所需光谱特性快速、精准地生成

⁹ Robotic probe quickly measures key properties of new materials.
<https://news.mit.edu/2025/robotic-probe-quickly-measures-key-properties-new-materials-0704>

相应超材料的多种设计方案，实现了设计维度、速度和性能全方位的提升。研究人员利用该系统开发了 1500 多种材料，这些材料可以选择性地以不同水平和不同方式散发热量¹⁰。

为验证 AI 模型的实际效能，研究团队用 AI 模型设计并通过实验验证了七种针对特定应用的热辐射超材料，包括宽带热辐射超材料、单波段选择性及双波段选择性热辐射超材料等。实际应用包括柔性薄膜、涂料、贴片等多种形式。研究团队将其中一种材料应用于模型房屋，并将其与商业涂料的冷却效果进行了比较。在正午暴露在阳光直射下 4 小时后，涂有热辐射超材料涂层的建筑屋顶温度比使用白色和灰色油漆的屋顶平均低 5 °C-20 °C。

研究人员将继续完善这项技术，并将其应用于纳米光子学领域的更多方面。所创制的热辐射超材料可广泛应用于地面辐射冷却、建筑节能降温、航天热控等诸多重要领域，推进相关领域的发展及产业化应用。



中间模型建筑使用了新型冷却材料，在阳光下放置后温度较低

上述研究工作发表在 *Nature*（文章标题：Ultrabroadband and band-selective thermal meta-emitters by machine learning）。

（冯瑞华）

¹⁰ AI-Created Materials Could Make Your Energy Bill Cheaper.
<https://cockrell.utexas.edu/news/archive/10216-ai-created-materials-could-make-your-energy-bill-cheaper>

自主实验室加快先进功能材料发现

先进功能材料的快速发现对于克服能源和可持续性方面的全球挑战至关重要。自主实验室是将机器学习和自动化与化学和材料科学相结合的机器人平台，能够以更快速度发现新材料。美国北卡罗莱纳州立大学 Milad Abolhasani 研究团队通过将瞬态反应条件连续映射到稳态等效物，将动态流动实验作为自主实验室中无机材料合成的数据强化策略¹¹。

传统系统需等待样本达到稳态后逐个检测，研究人员创建了一个不间断的连续运行系统。样品在系统中连续流动，由于系统连续表征样品，可以每半秒捕获一次样品变化情况的数据。研究发现，与在同一时间段内使用稳态流动实验的自主实验室相比，搭载动态流动系统的自主实验室生成的数据量至少多 10 倍，并且能够在训练后的第一次尝试中确定最佳候选材料。

上述研究工作发表在 *Nature Chemical Engineering* (文章标题: Flow-Driven Data Intensification to Accelerate Autonomous Inorganic Materials Discovery)。

(冯瑞华)

铝离子钟创世界最高精度记录

铝离子因其高频稳定性和对环境干扰的低敏感性，而被视作理想的计时介质。美国国家标准与技术研究院（NIST）Mason Marshall 团队研制出迄今最精确的铝离子钟，其时间测量精度达小数点后 19 位。这款新型原子钟在光学时钟的两大核心指标上均实现突破：准确度较此前纪录提升了 41%；稳定性更是达到其他原子钟的 2.6 倍。该成果有望推动国际单位制中“秒”的重新定义，并促进量子技术的发展¹²。

研究团队经过 20 年的持续优化，从离子阱结构到真空腔体再到激

¹¹ Researchers Hit ‘Fast Forward’ on Materials Discovery with Self-Driving Labs.
<https://news.ncsu.edu/2025/07/fast-forward-for-self-driving-labs/>

¹² NIST Ion Clock Sets New Record for Most Accurate Clock in the World.
<https://www.nist.gov/news-events/news/2025/07/nist-ion-clock-sets-new-record-most-accurate-clock-world>

光系统都进行了精密的改造。研究团队面临的重大挑战在于离子阱设计，早期的设计会导致离子微运动，干扰计时精度。通过采用更厚的金刚石基板、改良电极金镀层厚度及优化导电性，研究人员成功稳定了离子运动。此外，传统钢制真空腔析出的氢气会干扰离子，迫使每 30 分钟就需重新装载离子。团队改用钛合金真空腔体后，背景氢气浓度降低 150 倍，实验可持续数日不间断。另一关键突破来自激光系统的升级，团队借助实验天体物理联合研究所（JILA）叶军团队研制的锶原子光晶格钟（前精度纪录保持者）搭载的超稳激光源，通过 3.6 公里光纤线路，将超稳定激光束从 JILA 传输至 3.6 公里外的 NIST 实验室中的光频梳装置，使铝钟激光稳定性显著提升。离子探测时间从 150 毫秒延长至 1 秒，测量到小数点后 19 位所需时间从三周缩短至一天半。



用于铝离子钟的新改进的离子阱

上述研究工作发表在 *Physical Review Letters*（文章标题：High-Stability Single-Ion Clock with 5.5×10^{-19} Systematic Uncertainty）。

（郭文娟）

超导量子比特相干时间突破毫秒大关

量子比特的相干时间是衡量其在量子态下保持稳定的时间长度，相干时间越长，量子计算机能够执行的无误操作窗口就越宽，同时也能减少量子纠错所需的资源，从而能够进行更复杂的量子计算。芬兰阿尔托大学 Mikko Möttönen 研究团队在超导量子比特相干时间测量方面取得重大突破，成功将相干时间提升至毫秒级别，远超此前 0.6 毫秒的最高记录。该成果不仅为量子计算技术的发展奠定了坚实基础，也为未来量子计算机的大规模应用提供了广阔前景¹³。

研究团队的最高记录达到 1.06 毫秒，中位数也超过了半毫秒。这一成果得益于团队在高质量超导薄膜制备、低温测量技术以及微纳加工工艺等方面的深厚积累。

上述研究工作发表在 *Nature Communications*（文章标题: Methods to achieve near-millisecond energy relaxation and dephasing times for a superconducting transmon qubit）。

（蒿巧利）

¹³ New quantum record: Transmon qubit coherence reaches millisecond threshold.
<https://www.aalto.fi/en/news/new-quantum-record-transmon-qubit-coherence-reaches-millisecond-threshold>

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)