

先进制造与新材料动态

ADVANCED MANUFACTURING AND MATERIALS NEWSLETTER

监测快报

2024 第11期
(总第441期)

本期要目

- 英拟成立独立机构支持半导体创新
- 澳发布国家电池战略、机器人战略
- 英日发布半导体联合研究机会公告
- 诺瓦研究所：中国将成为生物聚合物的最大产地
- 美 SIA 发布对国家半导体技术中心的行业建议
- 除氧是大规模制备石墨烯的关键
- 首个室温拓扑量子模拟器

中国科学院武汉文献情报中心

目 录

战略规划

英拟成立独立机构支持半导体创新	1
澳发布首个国家电池战略	2
澳发布《国家机器人战略》	3
澳启动量子技术计划旨在解决国家挑战	4
英打造五大中心推动制造业可持续发展	5

项目资助

塔塔与罗伊斯研究所共建先进材料创新中心	7
美 DOC 投资 7500 万美元提升半导体封装能力	7
英日发布半导体联合研究机会公告	8

行业观察

诺瓦研究所：中国将成为生物聚合物的最大产地	9
美 SIA 发布对国家半导体技术中心的行业建议	10

研究进展

除氧是大规模制备石墨烯的关键	12
首个室温拓扑量子模拟器	12
经济又节能的聚苯乙烯回收新工艺	13
具有记忆能力的机械超材料	14
基于计算设计的非金属有机框架材料开发	15
二维六方氮化硼可稳定实现量子态	16
设计拉胀材料的新方法	16

英拟成立独立机构支持半导体创新

5月20日，英国政府网站发布消息称，拟新建一家半导体新型研究机构，通过汇聚政府、学术界及私营部门的共同力量，确保英国在技术研发、技能培养以及国际合作等方面采取战略性、协同一致的方法，进而推动英国半导体产业的发展，助力英国在未来半导体领域的竞争中取得显著优势¹。该机构将独立于政府，更多地发出业界的的声音，并作为英国国外投资和研究人员的主要对接机构。

该机构将根据英国《国家半导体战略》确定关键领域；联合英国半导体行业，提高行业发展所需的专业技能；为芯片研究人员提供所需的工具和基础设施，推动重点领域的研发工作，并加快“从实验室到制造业”的过渡；此外，随着国际半导体协议的达成，该机构还将成为英国半导体行业与国际合作伙伴之间的桥梁。

【快报延伸】

自从2023年5月英国发布《国家半导体战略》以来，作为整体战略的延伸与落地，英国相继发布了一系列政策和举措。例如，在发展产业方面，投资2200万英镑支持建立两个“创新与知识中心”，推进下一代半导体功率器件技术研究和硅光子技术的开发及商业化；投资480万英镑资助11个半导体技术项目，提高行业所需专业技能；推出“ChipStart”孵化器项目，帮助初创企业将新产品推向市场等。在降低供应链风险方面，组建由Viper RF、化合物半导体应用弹射中心（CSA Catapult）等机构参与的项目联盟，试图通过ORanGaN项目打造5G核心组件的自主供应链。此外，英国还加入了“欧洲芯片计划”，并将提供3500万英镑的资金资助。

（董金鑫）

¹ New independent Institute to steer UK semiconductor innovation and support semiconductor strategy.
<https://www.gov.uk/government/news/new-independent-institute-to-steer-uk-semiconductor-innovation-and-support-semiconductor-strategy>

澳发布首个国家电池战略

5月23日，澳大利亚政府发布首个国家电池战略²，旨在利用其在电池技术和关键矿产方面的优势，通过扩大澳大利亚的电池制造能力，推动经济增长、加强经济韧性和安全，从而助力实现82%可再生能源的目标，并确保澳大利亚在全球电池供应链中的地位。

澳大利亚2024-2025年预算³中与该战略相关的项目包括：①**电池突破**。该项目由澳大利亚可再生能源署（ARENA）管理，将投入5.232亿澳元，以激励澳大利亚优势领域（如固定式储能）生产高价值电池产品，以增强经济韧性并支持关键的电池制造能力；②**建设未来电池能力**。向未来电池行业合作研究中心（FBICRC）提供990万澳元，以规划澳大利亚电池能力和价值链，推动电池创新和扩大规模，并为电池行业提供最佳实践指南和标准。向澳大利亚动力工业增长中心（PAIGC）提供1000万澳元，用于发展劳动力技能和培训；③**支持建立电池园区**。该项目将提供560万澳元，并与昆士兰市政府合作，支持澳大利亚制造电池园区的建立，助力实现政府在该地区投资高达1亿澳元的承诺；④**未来澳大利亚制造创新基金**。该项目将投入17亿澳元，通过支持包括电池等清洁能源制造在内的优先行业的创新、商业化、试点和示范项目，加快创新技术和设施的部署。

该战略还提出了四个高价值战略机遇：①制造用于可再生电网的储能系统，以加强国家电网、社区、企业和家庭的可再生能源发电能力；②通过将原材料加工成电池组件，向世界提供电池活性材料，以加强电池供应链；③制造更安全、更可靠的电池，并与管理和控制系统协同工作，以应对电网集成和安全方面的挑战；④为澳大利亚的运输制造业建造电池，包括重型车辆制造业，助力实现运输领域的净零未来。

（董金鑫）

² New battery strategy to make more batteries here.

<https://www.pm.gov.au/media/new-battery-strategy-make-more-batteries-here>

³ Budget 2024-25.

<https://budget.gov.au/content/overview/download/budget-overview-final.pdf>

澳发布《国家机器人战略》

5月28日，澳大利亚发布了《国家机器人战略》，作为鼓励发展本国工业“未来澳大利亚制造”政策的补充。澳大利亚国家机器人战略咨询委员会通过广泛征集公众意见，举办多轮研讨会，并与专家一对一访谈，充分调查研究了澳大利亚机器人技术及产业的现状，总结了相关问题及挑战，提出了四大战略目标及具体举措⁴。

优势 1: 澳大利亚具备较好的产业基础

澳大利亚广阔多样的地理环境非常适合测试和部署户外机器人，在采矿、应急响应和国防等领域对机器人也存在较大需求，澳在相关机器人技术及产业上处于全球领先，为本土机器人生态系统奠定了较好的基础，未来还可以将相关机器人推广应用于更广泛行业。

优势 2: 澳大利亚拥有较好的人才基础

首先，澳大利亚高校机器人相关科学、工程、技术和数学（STEM）课程质量受到国际认可，培养了世界领先的机器人领域人才。其次，在集成服务、为现有机器人系统开发软件和定制解决方案方面已拥有一批优秀的产业技术人才。再次，澳大利亚对技术移民具备较强吸引力。

存在的问题与挑战

例如，澳大利亚机器人企业多为中小企业，缺乏龙头企业，往往倾向于寻求国际现成的解决方案，而不是开发定制解决方案；基本材料和组件供应链不稳定，某些机械臂采购周期长达36个月；数字基础设施的可用性和可靠性不佳；企业对机器人成功案例和投资机会的了解有限，限制了澳大利亚机器人市场需求增长等。

为了充分利用澳大利亚的基础与能力，解决当前发展面临的问题与挑战，战略提出发展澳大利亚机器人国家能力，加速机器人推广应用，信任、包容和负责任的开发和使用的机器人，培育人才等战略目标及具体举措。

⁴ National Robotics Strategy.
<https://www.industry.gov.au/publications/national-robotics-strategy>

发展目标 1: 发展澳大利亚机器人国家能力

促进澳大利亚解决方案的研发及产业化；利用政府采购增加对机器人的需求；提升机器人能力以及打造供应链品牌；利用国际伙伴关系和网络创造新机会。

发展目标 2: 加速机器人推广应用

提高社会对机器人和自动化技术及其提升先进制造业、农业和采矿业等关键行业竞争力的认识；支持和鼓励企业采用当地机器人和自动化解决方案；改善数字和电信基础设施。

发展目标 3: 信任、包容和负责任的使用机器人

完善相关监管和法律框架；更好地理解并解决机器人在关键行业的影响；参与制定国际标准制定；提高机器人安全性。

发展目标 4: 培育人才

降低进入机器人相关职业的门槛；促进机器人行业的多样性和包容性；监测和规划劳动力变化和技能发展；吸引技术移民；提高对机器人技术经济所需技能的认识。

(黄 健)

澳启动量子技术计划旨在解决国家挑战

澳大利亚政府宣布启动一项价值 3600 万澳元的量子技术计划，支持澳大利亚的世界级量子技术企业与研究人员和最终用户合作，开发创新解决方案，由市场引领解决面临的四个重大挑战⁵。

这些挑战包括：①优化能源网络性能、可持续性和安全性，帮助实现净零排放；②改善医学成像和医学传感器，以支持人体内的疾病诊断、治疗和监测活动；③在不同的环境中增强与自主系统之间的通信；④提高效率，减少资源勘探、开采和矿物加工的影响。

该计划将加速量子技术的商业化进程，提高对量子技术的认识和采

⁵ Solving national challenges using quantum technologies.

<https://www.minister.industry.gov.au/ministers/husic/media-releases/solving-national-challenges-using-quantum-technologies>

用率。计划分为两个资助阶段，第一阶段将为成功申请者提供高达 50 万澳元的可行性项目资金。第二阶段将为成功完成第一阶段项目的申请者提供额外的 500 万澳元资金，用于技术演示和概念验证。这项量子技术计划是去年发布的澳大利亚国家量子战略的一部分，也是之前量子投资的延续。前期投资包括创建澳大利亚量子增长中心、资助硅量子计算公司，以及与昆士兰州政府和 PsiQuantum 建立合作伙伴关系，确保在澳大利亚建造出世界首台容错量子计算机，并获取相关的产业和研究效益。

（蒿巧利）

英打造五大中心推动制造业可持续发展

5 月，英国研究与创新署（UKRI）向五大中心分别提供 1100 万英镑资助，利用基础科学和技术的进步，推动制造业新工艺、系统和网络的设计和开发，提高效率，减少废弃物、排放和污染，并降低生产成本，提高制造过程中的环境可持续性⁶。

（1）CSManuHubSust 中心

将由卡迪夫大学牵头建设，为量子等关键新兴技术开发节能光电子器件，如无汞“夜视”中红外探测器阵列和基于集成晶体管和 LED 的通信和照明设备，扩大化合物半导体的环境效益，抓住英国国家半导体战略中确定的化合物半导体制造的发展机遇。

（2）可持续化学品和材料制造中心（SCHEMA）

将由牛津大学牵头建设，将空气（二氧化碳、水和氧气）和废物（生物质和塑料）等原料与可再生电力驱动的工艺相结合，利用最新的计算和信息技术，开发绿色环保的化石基聚合物，推动产业的可持续、灵活、数字化发展。

（3）可持续制造业先进计量中心

由哈德斯菲尔德大学牵头建设，将利用纳米光子超材料和量子传感

⁶ Hubs launched to create a sustainable future for manufacturing.
<https://www.ukri.org/news/hubs-launched-to-create-a-sustainable-future-for-manufacturing/>

器开发超快、紧凑型传感器等开创性新技术，提高依赖精密制造的一系列产业部门的资源效率和生产力水平。

（4）MediForge 中心

将由思克莱德大学牵头建设，利用机器人和人工智能等先进技术实现可持续、韧性和以人为中心的药品生产，目标是：①减少 60%原材料使用量并减少废物排放；②提高研发生产能力和敏捷制造以加速新药走向市场；③减少重复性任务，使研究人员能够自由地从事创造性工作等。

（5）面向可持续循环制造和材料的机器人、自动化和智能机器制造研究中心

由伯明翰大学牵头建设，将利用人工智能、机器人和智能自动化技术，在电池和电动机等电力驱动、能源、大型结构和医疗设备等行业创建新的可持续循环制造生态系统，彻底改变再利用、维修、翻新、再制造和回收方式，将关键部件的再利用率提高至少 75%，并回收至少 50% 以上的部件。

（黄 健）

项目资助

塔塔与罗伊斯研究所共建先进材料创新中心

塔塔钢铁公司与亨利·罗伊斯研究所签署了一项合作协议，拟新建“英国先进材料创新中心”（UK Centre for Innovation in Advanced Materials）。该中心将设在位于曼彻斯特大学的罗伊斯研究所总部，未来四年将从塔塔钢铁公司获得 1000 万英镑的资助⁷。

合作双方通过制定战略计划，为行业开发下一代增值产品。起步阶段的项目将围绕医用材料、二维材料和二次材料（尤其是重视资源再利用与回收的再生技术，最大限度地减少消耗）。此次合作还将利用剑桥大学、谢菲尔德大学和伦敦帝国理工学院等在先进材料领域的研究优势。

（尹伟）

美 DOC 投资 7500 万美元提升半导体封装能力

5 月 23 日，美国商务部（DOC）和韩国 SKC 公司附属机构 Absolics 签署了一份初步条款备忘录，根据《芯片和科学法案》（CHIPS），向 Absolics 提供高达 7500 万美元的直接资金⁸。这笔资金是 CHIPS 对半导体供应链商业设施的首次投资，将用于在佐治亚州科温顿建造一个 120000 平方英尺的设施，以及开发用于半导体先进封装的衬底技术，帮助美国提升在半导体供应链中的领导力。

Absolics 将继续与佐治亚理工大学合作开展研发工作，并将同美国国防部射频技术部门就后者的“最先进异构集成封装”项目开展合作，并为佐治亚州皮埃蒙特技术学院提供技能培训和实践教育。

（董金鑫）

⁷ TATA Steel and Henry Royce Institute Sign Collaboration Agreement for New Centre for Innovation in Advanced Materials.

<https://www.royce.ac.uk/news/tata-steel-and-henry-royce-institute-sign-collaboration-agreement-for-new-centre-for-innovation-in-advanced-materials/>

⁸ Biden-Harris Administration Announces Preliminary Terms with Absolics to Support Development of Glass Substrate Technology for Semiconductor Advanced Packaging.

<https://www.commerce.gov/news/press-releases/2024/05/biden-harris-administration-announces-preliminary-terms-absolics>

英日发布半导体联合研究机会公告

5月24日，英国工程与自然科学研究理事会（EPSRC）和日本科学技术振兴机构（JST）联合发布了关于半导体研究的国际资助机会公告，资助总额达399万英镑。此次资助重点关注以下四个优先领域⁹。

（1）用于人工智能（AI）系统的低功耗硬件

包括：低功耗设计技术和方法；提高能源效率的创新架构；针对低功耗设备的硬件或软件系统方法；搜索或生成算法或架构设计空间，以提高能源效率；用于新材料和新计算范式的3D或2.5D集成电路工艺、电路和架构；AI算法与半导体硬件的兼容性；光子器件，用于解决以上任何问题，例如低功耗、低热量或更节能的并行处理等。

（2）功率器件或射频（RF）器件

包括：各类材料及SiC相关材料的工艺、评估和计算；更广泛的化合物半导体，包括GaN、Ga₂O₃、GaAs、InP、AlN、BN等；在功率电子设备、无线电传输、光子学材料的应用；有源电子设备或热管理，如金刚石等。

（3）面向安全的设计

包括：值得信赖的电子产品；在设计阶段使安全架构内化为集成电路固有部分；利用离散化设计使封装或电路板包括安全模块；用于安全设计的系统级芯片方法，如Morello等功能架构；侧重于硬件和制造等。

（4）半导体光子器件

包括：探索用于异质集成的材料，推动低功耗电子发展，如光子器件、硅、化合物半导体、纳机电系统、微机电系统；用于光子集成电路的材料平台，例如硅光子器件、化合物半导体、新材料平台；光子逻辑；光子集成电路；芯片内和芯片间的光子通信（封装间）；新型器件，如低功耗调制器、与光子集成电路有效耦合、用于AI的特定可重构器件等。

（陈安邦）

⁹ Japan-UK joint opportunity in semiconductor research (JST-EPSRC).
<https://www.ukri.org/opportunity/japan-uk-joint-opportunity-in-semiconductor-research-jst-epsrc/>

行业观察

诺瓦研究所：中国将成为生物聚合物的最大产地

5月，德国诺瓦研究所（nova-Institute）发布《中国生物基和生物降解塑料产业》（*Bio-based and Biodegradable Plastics Industries in China*）报告，概述了中国生物聚合物行业的主要市场趋势、政府政策、技术进步、活跃公司以及增长机会。报告指出，中国已经是世界上最大的塑料生产国，也正成为未来几年生物聚合物的最大产地。报告指出，中国生物聚合物产能预计将从2023年的765631吨增长到2026年的253万吨，年均复合增长率约为49%¹⁰。

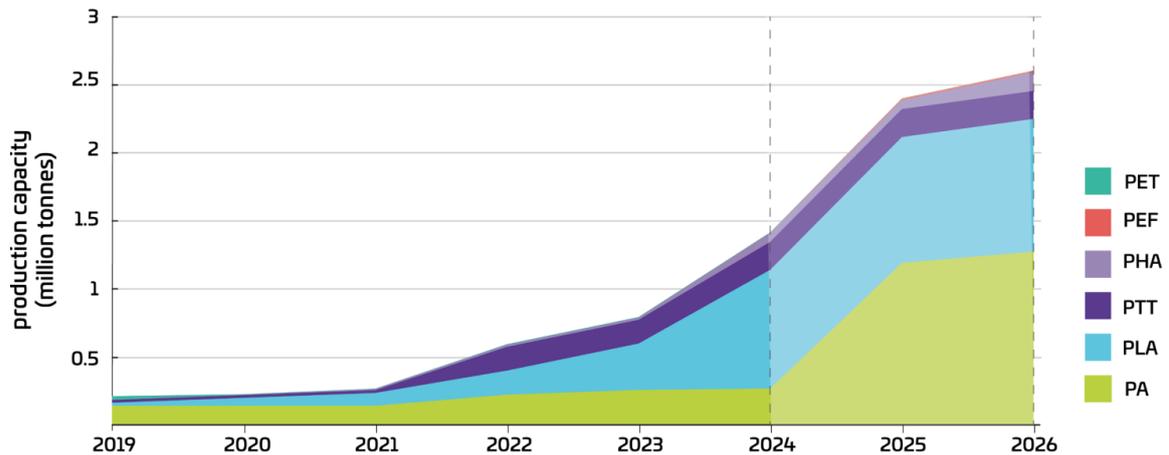


图 中国生物基塑料产能（2019-2026）

报告称，这一增长预期在很大程度上是由政府政策推动的，但与预期需求相矛盾。报告提出，自2020年以来，中国政府出台了一系列刺激生物降解塑料市场的政策措施，为公司提供了大量资源和激励措施。私营企业已按照政策趋势投资于该行业。这些因素促进了行业发展，但也导致了结构性产能过剩。相关观点包括：

（1）可生物降解聚合物过剩

2023年，中国PLA和PBAT的总产能为150万吨，而实际产量仅

¹⁰ New Market Analysis: Bio-based and Biodegradable Plastics Industries in China.
<https://nova-institute.eu/news/pr/?id=541>

为 26 万吨。此外，预计到 2025 年，中国 PLA 和 PBAT 的总产能将达到 360 万吨，平均复合年增长率为 65%，但市场规模预计将仅增加至 250 万吨。这表明中国生物降解塑料市场产能过剩。

报告认为，中国热衷于生物聚合物的两个原因：其一是实现巴黎气候协议中的碳减排目标，其二是出于国家安全考虑，减少对石油资源的依赖。

（2）与“双碳目标”对齐

2020 年，中国宣布了到 2030 年前达到二氧化碳排放峰值的新目标，并计划在 2060 年前实现碳中和，也就是“双碳”目标。目前的预测显示中国的二氧化碳排放量可能在 2024 年进入结构性下降。

根据诺瓦研究所预测，中国的石化行业严重依赖进口石油。到 2020 年至 2030 年，中国对外部能源的平均依赖率将达到 76%，因此中国政府必须采取战略行动。

（3）中国生物聚合物行业的主要驱动力

包括：①中国政府认为生物基聚合物行业可能有助于其“双碳”计划，这导致了各种激励措施和监管措施的实施；②中国成熟的化工行业已经形成了完整的价值链，使创新生物初创企业能够与合作伙伴一起实现产品商业化；③国内市场的巨大潜力：预计到 2026 年，中国对生物基塑料的需求将达到 253 万吨；④中国拥有相对强大且活跃的融资体系，尤其是在私募股权和风险投资领域。

（蒿巧利）

美 SIA 发布对国家半导体技术中心的行业建议

美国国家半导体技术中心（NSTC）是根据《芯片与科学法案》建立的重要公私合作研究联盟，旨在推动半导体技术的研究和原型制造，培养美国半导体劳动力队伍，加强国内半导体产业链的经济竞争力和安全性。5 月 23 日，美国半导体行业协会（SIA）发布了针对 NSTC 的一揽

子行业建议¹¹。

建议主要包含以下部分：

（1）行业驱动的公私合作伙伴关系

NSTC 应反映行业的技术优先事项，并确保与美国半导体行业的技术议程和路线图保持一致。

（2）目标和重点

NSTC 的研究议程应追求全栈创新，其相关基础设施应满足试验、原型制作和商业规模扩展的需求。

（3）组织结构

NSTC 应由聚焦于行业子部门（如先进逻辑、先进存储、模拟和混合信号等）、跨领域研发优先事项（如能源效率、安全性等）以及终端市场工作组（如汽车、边缘计算、新兴技术等）的技术中心组成。NSTC 应尽可能利用现有设施，仅在实现计划目标所需时才建设新设施。

（4）运营模式

NSTC 应主要通过会员模式，参与研发项目和设施准入/使用，并采用多种资助机制，为各种利益相关方提供充足和持续的支持。

（5）政策考量

在可能的情况下，NSTC 应利用现有的、行业认可的协议，并在需要新政策或指导（如国内生产要求、研究安全和知识产权）时，确保 NSTC 和芯片法案研发办公室所有项目提供有行业参与的明确的指导意见。

另外，SIA 还强调了芯片法案研发项目应更多地关注美国半导体产业优先事项，促进公司、政府机构、高等教育机构和其他关键利益相关方之间的有效合作。

（陈安邦）

¹¹ SIA Outlines Industry Recommendations for the National Semiconductor Technology Center.
<https://www.semiconductors.org/sia-outlines-industry-recommendations-for-the-national-semiconductor-technology-center/>

除氧是大规模制备石墨烯的关键

制备石墨烯有多种方法。其中，“撕胶带法”剥离得到的石墨烯非常纯净，没有影响性能的杂质，但产物宽度仅几十微米，只适合于实验室研究；化学气相沉积（CVD）方法在 1000 °C 高温下，甲烷等含碳气体通过铜表面，分解使得碳原子重新排列，形成石墨烯层，然而在可重复性、质量稳定性等方面存在问题。

美国哥伦比亚大学 James Hone、加拿大蒙特利尔大学 Richard Martel 等联合团队研究发现，利用 CVD 方法合成高质量石墨烯，在生长过程中消除氧气是关键。通过无氧化学气相沉积（OF-CVD）方法净化石墨烯，实现了大规模高质量石墨烯的制备¹²。

该研究工作展示了微量氧如何影响石墨烯的生长速度，并首次确定了氧气和石墨烯质量之间的联系。研究发现，当微量氧被消除时，石墨烯的生长速度会加快很多。研究人员开发出一种简单模型，可以预测气压、温度等不同参数下石墨烯的生长速度。该方法得到的石墨烯质量可与“撕胶带法”相媲美。

上述研究工作发表在 *Nature*（文章标题：Reproducible graphene synthesis by oxygen-free chemical vapour deposition）。

（尹伟）

首个室温拓扑量子模拟器

美国伦斯勒理工学院 Wei Bao 团队研制出首个在室温下运行的、基于强的光与物质相互作用的拓扑量子模拟器，其宽度与人类发丝相当。该装置将有助于物质和光的基本性质研究，支持从医学到制造业等诸多领域高效激光器的开发¹³。

¹² Graphene Gets Cleaned Up.
<https://www.engineering.columbia.edu/news/graphene-gets-cleaned>

¹³ How a Tiny Device Could Lead to Big Physics Discoveries and Better Lasers.

该装置由一种称为光子拓扑绝缘体的特殊材料制成。这种材料可引导光子到达材料内部专门设计的界面，同时防止这些光子通过材料本身发生散射。由于这种特性，拓扑绝缘体可使许多光子像一个光子一样相干行动。这些装置还可用作拓扑“量子模拟器”，用于研究量子现象，在极小尺度上支配物质的物理定律。

研究人员表示，他们制造的光子拓扑绝缘体具有独特性，可在室温下工作，这是一个重大进步。此前，人们往往只能利用在真空中对物质进行超冷却的大型、昂贵的装置。该新装置不仅提供了在实验室进行基础物理研究的便利，而且为开发低能耗激光器带来了广阔前景。

为了制造该新装置，研究人员培育了由铯、铅和氯组成的卤化物钙钛矿超薄板材，并在其顶部蚀刻了带有图案的聚合物。研究人员将这些晶体板和聚合物夹在各种氧化物材料薄片之间，最终形成一个厚度约 2 μm 、长宽约 100 μm 的装置。

上述研究工作发表在 *Nature Nanotechnology* (文章标题: Topological valley Hall polariton condensation)。

(尹伟)

经济又节能的聚苯乙烯回收新工艺

目前只有不到 5% 的聚苯乙烯被回收利用，这促使人们寻找可以大规模回收聚苯乙烯的方法。英国巴斯大学和美国伍斯特理工学院的联合研究团队开发出一种回收聚苯乙烯的新方法，可能成为第一种既经济又节能的聚苯乙烯回收方法，从而减少垃圾填埋量¹⁴。

新工艺设备包括一个热解反应器、热交换器和一对蒸馏塔。首先，在无氧室内将聚苯乙烯置于极高温环境中（450 °C 以上），使其分解；然后，利用蒸馏柱将聚苯乙烯的部分分离为“单体级”苯乙烯和石油类

<https://news.rpi.edu/2024/05/28/how-tiny-device-could-lead-big-physics-discoveries-and-better-lasers>

¹⁴ New polystyrene recycling process could be world's first to be both economical and energy-efficient.

<https://www.bath.ac.uk/announcements/new-polystyrene-recycling-process-could-be-worlds-first-to-be-both-economical-and-energy-efficient/>

副产品；最后，将“单体级”苯乙烯提纯重新合成聚苯乙烯。模拟结果表明，“单体级”苯乙烯的回收能耗小于 10 MJ/kg，与热解副产品的能耗相当，大约够一台普通微波炉工作 30 分钟。该工艺的转化效率为 60%，意味着如果使用 1 kg 废旧聚苯乙烯，可以产出 600 g 纯度为 99%的“单体级”苯乙烯来生成新的聚苯乙烯。此外，与生产燃料的热解工艺系统相比，该工艺二氧化碳减排成本约为 1.5 美元/吨，远低于其他回收工艺。

上述研究工作发表在 *Chemical Engineering Journal*（文章标题：Thermodynamic and economic analysis of a deployable and scalable process to recover Monomer-Grade styrene from waste polystyrene）。

（冯瑞华）

具有记忆能力的机械超材料

美国洛斯阿拉莫斯国家实验室和以色列特拉维夫大学联合研究团队开发了一种独特的机械超材料 Chaco（以新墨西哥州北部的考古遗址命名），它就像计算机遵循指令一样，可以记住对其执行的动作顺序。这种超材料为内存存储、机器人甚至机械计算的应用提供了一条途径¹⁵。

Chaco 超材料设计灵感来自磁性阻挫，洛斯阿拉莫斯国家实验室通过借鉴人造纳米磁体设计方面的经验，提出了早期的设计，特拉维夫大学研究人员实现了设计。这种材料就像一个机械记忆存储设备，可以记住一系列输入，它的每个机械结构单元都有两种稳定状态，就像磁性存储器的单比特一样。翻转材料中的两个单元可能会导致一个最终状态，但以相反的顺序翻转这两个单元将导致不同的最终状态。研究人员利用这种能力对行动序列中的信息进行编码，通过观察材料的最终状态就能获取信息。

元机械领域一直有望设计出新的智能材料，该研究通过赋予机械材料与磁体相关的奇特特性和功能，在元机械领域开辟了一个新的设计方

¹⁵ Unique ‘Chaco’ metamaterial detects order of external operations, mechanical memory.
<https://discover.lanl.gov/news/0522-chaco>

向。

上述研究工作发表在 *Nature Communications* (文章标题: Emergent Disorder and Mechanical Memory in Periodic Metamaterials)。

(冯瑞华)

基于计算设计的非金属有机框架材料开发

金属有机框架 (MOF) 是一类多孔结晶材料, 已发现的 MOF 超过 95000 种, 在催化、气体分离和储能等领域有着广泛的应用。英国利物浦大学和南安普敦大学联合团队利用计算设计方法和廉价而丰富的非金属元素 (如氟离子) 开发出非金属有机多孔框架材料 (N-MOF), 为 MOF 提供了一种替代方案, 有望应用于催化、水捕获或储氢等领域¹⁶。

该研究利用了利物浦大学在新材料发现和机器人技术方面的专长, 以及南安普顿大学在计算建模方面的专长。利物浦大学使用非金属阴离子作为节点来构建框架, 而不是 MOF 中的金属阳离子。在元素周期表中, 可用的阴离子比金属还多, 因此寻找新材料的空间是巨大的。MOF 中的金属节点会引导框架结构, 这些节点具有可预测的几何形状, 因此可以为特定应用设计 MOF。但这种“分子乐高”方法不适用于非金属盐, 因为相互作用的方向性要弱得多。南安普顿大学使用晶体结构预测的计算方法来引导这些材料的发现, 使能够预测哪些非金属盐会形成稳定的多孔框架, 并在实验工作之前预测出精确的晶体结构。该研究旨在通过结合计算预测、人工智能和机器人技术等新兴技术, 重新定义发现新材料的方式。

上述研究工作发表在 *Nature* (文章标题: Porous isorecticular non-metal organic frameworks)。

(冯瑞华)

¹⁶ Liverpool and Southampton researchers design new metal-free porous framework materials.
<https://news.liverpool.ac.uk/2024/05/22/liverpool-and-southampton-researchers-design-new-metal-free-porous-framework-materials/>

二维六方氮化硼可稳定实现量子态

英国剑桥大学和曼彻斯特大学在研究二维材料时，发现在六方氮化硼（hBN）薄膜材料中，单个原子缺陷可以保持量子信息长达微秒之久。到目前为止，只有少数几种固态材料能够做到这一点，因此这项工作标志着量子技术取得了重大进展¹⁷。

六方氮化硼由一层层原子厚度的材料堆叠而成，层间存在的原子缺陷可以吸收并发射可见光，并且还可以俘获电子。研究团队利用这些缺陷研究被俘获电子的行为，特别是研究使电子能够与磁场相互作用的电子自旋属性。研究发现，六方氮化硼系统不需要特殊条件，在室温和没有大型磁铁的情况下就可以存储自旋量子状态长达微秒的时间，并且研究人员可以在室温下控制这些电子自旋。这项研究对于量子技术的实施具有重要意义，并为未来的技术应用，特别是传感技术铺平了道路。科学家们正在努力优化这一系统，并探究缺陷的稳定性和发光质量等因素。

上述研究工作发表在 *Nature Materials*（文章标题：A quantum coherent spin in hexagonal boron nitride at ambient conditions）。

（蒿巧利）

设计拉胀材料的新方法

与大多数材料的泊松比相反，拉胀材料（auxetic materials）的泊松比为负值，这使得其成为一种反常规材料，当它们被拉伸时会变宽，被压缩时会变窄。相较于传统材料，拉胀材料具有更多独特的性质，适用于各种领域，如运动鞋鞋垫、抗爆炸建筑、汽车保险杠和服装等。这类材料尽管潜力巨大，但相关产品上市缓慢。

美国国家标准与技术研究院（NIST）与芝加哥大学合作开发了一种新工具，可以更轻松、快速地设计具有拉胀功能的材料。

研究人员开发的这种工具是一种“逆向设计”算法，用户通过输入

¹⁷ Scientists make quantum breakthrough in 2D materials.
<https://www.manchester.ac.uk/discover/news/scientists-make-quantum-breakthrough-in-2d-materials/>

所需的拉胀材料的泊松比值，该算法为材料提出优化的结构。他们已经申请了该算法的专利，并且利用3D打印技术实现了该算法的实际应用。

在研究过程中，科学家们还发现，拉胀材料可以在不同领域发挥重要作用。比如，在建筑和汽车行业，拉胀材料有望提供更大的爆炸和碰撞保护；在运动鞋鞋垫中，拉胀凝胶或橡胶泡沫能更好地缓冲脚部与地面的接触；在服装方面，拉胀尼龙、纤维和其他合成材料可能比传统材料更舒适，更有效地将压力分散在身体上。

上述研究工作发表在 *npj Computational Materials*（文章标题：An autonomous design algorithm to experimentally realize three-dimensionally isotropic auxetic network structures without compromising density）。

（陈安邦）

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)