

先进制造与新材料动态

ADVANCED MANUFACTURING AND MATERIALS NEWSLETTER

监测快报

2024 第20期
(总第450期)

本期要目

- 欧发布石墨烯旗舰计划十年成果报告
- 英现代产业战略绿皮书公开征集意见
- 英国防部启动先进电子器件和机电设备挑战赛
- 美加速 AI 驱动的可持续半导体材料自主实验
- 欧 6500 万欧元支持量子芯片研发
- 德 BMBF 资助量子材料、量子光学和量子环保项目

中国科学院武汉文献情报中心

目 录

专 题

欧发布石墨烯旗舰计划十年成果报告 1

战略规划

英现代产业战略绿皮书公开征集意见 6

项目资助

英国防部启动先进电子器件和机电设备挑战赛 7

美 DOE 支持直接空气捕获技术开发 8

英推动现代绿色产业发展 8

美加速 AI 驱动的可持续半导体材料自主实验 9

欧 6500 万欧元支持量子芯片研发 10

德 BMBF 资助量子材料、量子光学和量子环保项目 12

美 DOC 投资 7.5 亿美元加强碳化硅制造 14

美 DOC 投资 1800 万美元加强干式真空泵制造 15

研究进展

可降解“软电子”材料 16

兼具稳定性和可回收性的新型聚合物 17

光子学突破：具有完全光谱带隙的 3D 光子晶体 18

大规模超导量子比特制造技术问世 19

欧发布石墨烯旗舰计划十年成果报告

编者按：2013年，欧盟委员会将石墨烯列为“未来与新兴技术旗舰项目”研究主题之一，总预算10亿欧元，是有史以来最大的泛欧洲区域研发计划之一。石墨烯旗舰计划的目标是推动欧盟成为全球石墨烯及其相关材料技术与产业的全球领导者。2023年底，欧盟委员会组建了一支由不同学术和产业背景的人员组成的独立专家小组，对石墨烯计划十年的活动进行了评估。9月，欧盟委员会发布《石墨烯旗舰计划十年评估报告》（*Graphene Flagship 10 Years Assessment*）¹。本期专题对该报告的摘要部分进行了编译。

该报告概述了石墨烯旗舰计划的主要科学、技术和产业成果，检视了实施过程中的优势、挑战与机遇。专家小组从以下几个方面开展了评估工作。

一、相关性（聚焦重大需求）

报告认为，石墨烯计划聚焦重大需求，即挖掘石墨烯相关材料的创新潜力，带动其从基础科学走向实际应用。该计划的启动及时且高度聚焦。随着亚洲、美国在大多数创新应用驱动的材料及器件方面处于领先地位，石墨烯计划是欧盟实现石墨烯相关材料领域战略定位正确且关键的抓手，有力支撑了欧盟在该领域的战略自主性和竞争力。

二、有效性——科技目标的实现

“未来与新兴技术旗舰项目”鼓励在诸多科技领域开展各类协同活动，涉及基础研究、健康与环境、材料与生产、电子设备、自旋电子、光子与光电子、传感器、柔性电子、储能与发电、纳米复合材料和生物

¹ European Commission has published reports on the ten-year achievements of the Human Brain Project and the Graphene Flagship European initiatives.
<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/european-commission-has-published-reports-ten-year-achievements-human-brain-project-and-graphene>

医学等。十年时间里，石墨烯计划在这些领域取得了重大进展，代表性案例包括：

(1) 持续深化对石墨烯相关材料的科学探究，特别是在过渡金属二硫化物等新型二维材料方面。这些材料具有有限的带隙，可用于电子和光电子领域。

(2) 推动了自旋电子领域的发展，为基于石墨烯相关材料的自旋电子的变革性进步奠定了坚实的理论基础。然而，由于与现有半导体技术和工业规模设备生产的集成仍面临挑战，技术影响有限。

(3) 在推进石墨烯生产和规模化方面取得显著成果，确保了在产量、质量和产品范围方面的生产能力，并开展了石墨烯涂层、泡沫和复合材料等的原型示范，实现了在能源等领域中的使用。

(4) 在生物医学应用的材料及工程化进展方面，展示了先进的技术样机，例如能够与视网膜进行双向（记录和刺激）通信的石墨烯电极，或首个基于石墨烯的神经界面设备。

(5) 鉴于石墨烯的机械强度、独特电子特性，以及化学功能化的便利性，该计划展示了石墨烯相关材料传感器的巨大潜力，包括机械、电子、光学和化学传感器等，助力实现低成本、高灵敏度和高选择性检测。

(6) 开发小规模单晶石墨烯阵列，使得众多高性能光子和光电子设备的示范成为可能，揭示了石墨烯在该领域的潜能。

(7) 石墨烯相关材料在柔性和可穿戴电子中的可行性探索取得显著进展，实现了功能性演示。隐蔽安全特性、干电极、石墨烯相关材料基织物及纱线等三项创新技术显示出了产业应用的真正潜力。

(8) 石墨烯相关材料在超大规模电子设备中的应用可能是最具挑战性的目标。在 2D-EPL 中，利用先进方法进行晶圆规模石墨烯沉积方面取得了相关进展。然而，在实现低功耗、高频晶体管方面进展甚微。在这方面，将高性能器件技术从实验室转移到制造设施，仍需要大量努力才能达到既定目标。

三、有效性——全球定位、培训、欧盟研究的结构效应、竞争力

石墨烯计划因欧盟在石墨烯相关材料领域的投资备受全球关注，这对于推动欧盟成为比肩中国和美国的石墨烯相关材料领导者至关重要。该计划为约 1000 名博士生和博士后提供培训及教育的平台，培养了新一代熟练的专业人才，为欧盟未来的石墨烯相关材料研究奠定了基础。

“未来与新兴技术旗舰项目”通过欧盟及其成员国的国家和地区方案间的协调努力，使得在欧洲建立一个大型创新生态系统成为可能。其中，该计划的核心部分受到“地平线 2020”项目资助，补充活动的资助来源于国家和地区资助机构支持的“合作项目”，而个人组织可以“联营会员”的身份加入石墨烯计划。当前，核心项目已有 170 个合作伙伴参与，并有来自 35 个欧盟成员国和联盟国的 213 个组织与该计划建立了联系。通过这一方式，该计划成功减少了碎片化现象，创造了协同效应，并优化了欧洲、国家和地区研究和创新项目之间的互补性，对欧盟的研究工作产生了潜在的长期结构性影响。

石墨烯计划在制定标准、标准化制造流程以及健康和安​​全协议方面也取得了重大成就。由此产生的生态系统确保了欧盟在全球石墨烯相关材料市场的竞争力，预计该市场将持续增长，其中复合材料、电池和电子产品将率先进入大规模生产。当前，石墨烯计划已将 100 多款产品推向市场，获得了 80 多项专利，在石墨烯知识产权产出方面与美国和中国相当，欧盟 27 国联合在一起，成为了一个具有相当经济权重的全球实体，是强大的全球竞争对手。此外，该计划已促成了 17 家初创企业的成立，表明了从科学研究到商业化转型的广阔前景。该计划还利用石墨烯相关材料技术进行生物医学、ICT 和创新应用，探索石墨烯材料作为可持续替代品，并为减缓气候变化做出贡献，从而应对社会和环境挑战。

四、有效性——治理与经营

石墨烯计划展现出战略化的治理，对大量合作伙伴的有效管理以及精简的行政流程。灵活应对新机遇和挑战的能力是其成功的关键，这也

对石墨烯相关材料技术的发展和商业化产生了持续的影响。然而，在成员更新率和工业界与学术界代表性方面，对执行委员会的组成进行更多的改变，均有可能进一步提升科学竞争力、对颠覆性想法的接受度，以及高效将创新转化为工业开发的能力。

五、效益

石墨烯计划致力于优化资源利用，促进可持续的技术发展，并在追求前沿科技突破的同时保持财政责任。石墨烯计划是欧盟具有代表性的战略投资，产生了巨大的科学、技术和经济价值，并将欧洲定位为石墨烯相关材料研究创新的主要贡献者之一。

六、与其他活动的关联性

虽然石墨烯计划已经成为全球石墨烯相关材料领域的重要参与者，但若将该计划与全球计划的关联性构建成伞式计划，将能促进更加广泛的合作视角。

七、欧盟的重要作用

石墨烯计划致力于解决重大的多学科科技挑战，其性质和规模意味着只能通过欧盟层面的联合和持续努力来实现。全球融资机制涉及欧盟委员会的大量资金，并得到了参与国的捐款补充。这种财政资源的汇集能够筹集到足够数量的资金，使单个国家无法承担的大规模项目实施成为可能。

八、展望未来

未来，研究创新工作需要进一步提高技术成熟度，特别是在几个应用领域的系统集成方面，需将生产从实验室层面拓展到工厂层面。为石墨烯相关材料技术提供资助对于保持欧洲的竞争力以及技术的颠覆性突破仍然至关重要。这些计划已在“地平线欧洲”修订的资助项目下启动，在 2023 年 10 月启动的协调行动支持下，已对小型的研究创新项目进行了竞争性呼吁。新的“欧洲创新先进材料”合作伙伴关系预计将于 2025 年启动，这将进一步推进相关领域的发展。

在此背景下，为了进一步推动石墨烯相关材料创新，专家组提出如下建议：

（1）加强与欧盟其他活动的关联性，努力在全球计划中发挥领导作用，以扩大石墨烯计划在研究创新活动中的影响力；

（2）建立一个由利益相关者组成的外部独立咨询委员会，反映对欧洲和国际层面的政治、工业、社会、伦理和科学影响；

（3）将科学和咨询活动与日常管理分开，加强思考优于当前愿景和利益的潜在新方向；

（4）使所有欧盟成员国的参与更加均衡。

（万 勇、吴文涛）

英现代产业战略绿皮书公开征集意见

10月13日，英国商业和贸易部发布《英国产业战略绿皮书》，向公众阐述了英国产业战略的目标、方法及重点举措，并向公众征集意见和证据，以研究制定现代产业最终战略²。

英国产业战略的核心目标是推动英国经济增长。方法是大力发展先进制造、清洁能源、创意产业、国防、数字技术、金融服务、生命科学、商业服务等战略产业，为投资者提供长期稳定的环境，激励国内企业增加投资并扩大其产业规模。重点举措包括：

打造强大的供应链。绿皮书明确了供应链的重要性。英国如果要吸引航空航天、汽车、生命科学或清洁能源等领域的公司进行更多投资，就必须确保国内拥有强大的供应链。

发展区域产业集群。产业战略的核心目标是利用规模经济、人才管道、土地、供应链、知识溢出等优势，释放英国城市和地区的发展潜力。英国拥有世界领先的集群，包括：剑桥和利物浦的生命科学集群，爱丁堡、利兹和伦敦的金融服务集群，布劳顿-新港、大曼彻斯特、西米德兰兹、东北地区和南约克郡的高级制造业集群，布里斯托尔和北爱尔兰的数字产业集群，阿伯丁和德比的清洁能源产业集群等。

改善商业环境。政府将在人才与技能、创新、能源与基础设施、监管环境、吸引投资、国际合作伙伴关系与贸易等方面实施积极政策。

英国政府还宣布成立产业战略咨询委员会，并任命微软英国首席执行官 Clare Barclay 担任主席。下一步，英国将启动立法程序将产业战略咨询委员会设定为政府机构。

（黄 健）

² Industrial Strategy launch to 'hardwire stability for investors'.
<https://www.gov.uk/government/news/industrial-strategy-launch-to-hardwire-stability-for-investors>

英国国防部启动先进电子器件和机电设备挑战赛

英国国防部国防和安全加速器（DASA）启动“先进电子器件和机电设备挑战赛”（Advanced Electronics and Electromechanical Devices, AWE），征集新方法克服一系列的技术挑战³。

挑战 1: 封闭金属屏障之间的电力和数据传输

该挑战在于开发新系统穿过太空金属屏障进行电力和数据传输。候选方案应至少考虑每通道 9 个多路复用数据通道，每个通道数据传输速度为 66 Mb/sec。AWE 建议采用压电电声换能器、电感耦合、电容耦合、磁共振耦合等技术方案。

挑战 2: 太空领域高电压应用的稳健半导体开关

航天系统需要更具韧性、耐辐射、高开关速度、高电压的半导体开关。候选方案需要证明半导体开关在复杂空间环境、人工辐射环境、高动态机动条件下的性能和韧性。AWE 建议采用宽带隙半导体材料，包括但不限于碳化硅。

挑战 3: 小温差高效发电

重点解决空间环境下将热能转化为电能的问题。AWE 建议从健康和安​​全、潜在环境危害以及供应链韧性等角度，研究可持续性更好的热电材料；对比制造热电发电器（TEG）所需的不同材料和方法；针对高压和低压需求，开发热电发电器。

挑战 4: 低漂移惯性导航传感器

AWE 需要开发用于贴装式惯性导航的低漂移惯性传感器，要求低噪声、低偏置不稳定性、低零偏、高动态范围、适用于航空和航天应用的形态和适配性。

（黄 健）

³ Finding Future Advanced Electronics and Electromechanical Devices.
<https://www.gov.uk/government/news/finding-future-advanced-electronics-and-electromechanical-devices>

美 DOE 支持直接空气捕获技术开发

在美国能源部(DOE)碳捕获与储存计划的支持下, Research Triangle Institute 公司开发了金属有机框架(MOFs)和 P 型树枝状大分子(P-dendrimers)两种二氧化碳先进吸附材料,并用于直接空气捕获(DAC)装置,可直接从大气中捕获二氧化碳,推动实现负排放。捕获的二氧化碳可安全地储存在地质储层中,或者转化为各种工业产品,包括建筑材料和化学品。该公司还承担了一个后续项目,旨在设计并测试台式 DAC 接触器,针对利用高性能、高耐用性的 P 型树枝状大分子吸附材料的风驱动操作进行了优化,以降低能源需求和资本及运营成本⁴。

碳捕获与储存计划由 DOE 化石能源与碳管理办公室和美国国家能源技术实验室联合推出,研究范围涵盖了从新型材料和组件系统的应用研究到试点测试以及前端工程设计研究,旨在降低资本投入和运营成本,以支持 DOE 的“碳负排目标”。

(董金鑫)

英推动现代绿色产业发展

10 月,英国科研与创新署(UKRI)拟投资 2500 万英镑建设五个新的绿色产业中心,用于推动英国现代绿色产业的发展。这五个中心的基本情况如下⁵。

(1) 电子和循环经济中心

位于苏格兰。通过开展系统级示范,为可持续电子产品制造与设计制定标准。

(2) 循环经济与制造业中心

位于格拉斯哥。聚焦高完整性(high-integrity)行业。与制造新产品相比,再制造等“价值保留工艺”(value retention processes)可减少 98%

⁴ NETL-Managed Projects Support Direct Air Capture Technology Development.
<https://netl.doe.gov/node/14220>

⁵ UK centres to play vital role in boosting modern green industries.
<https://www.ukri.org/news/uk-centres-to-play-vital-role-in-boosting-modern-green-industries/>

的原材料、99%的隐含能源排放，以及总体更少的浪费。

(3) 生物经济中心

位于威尔士。旨在提高真核微生物的产业化潜力，培养跨学科协作生态系统，满足全球对替代能源、弹性净零农业和抗菌素耐药性的迫切需求。

(4) 净零高密度建筑中心

位于爱丁堡和格拉斯哥。设计、开发高密度建筑及城乡街景，并提供包容性的净零解决方案。

(5) 关键原材料中心

位于英格兰西南部。加速英国国内关键矿物生产项目的商业化，并扩大已经在全球范围内运作的相关产业集群，以提高矿物生产。

(尹伟)

美加速 AI 驱动的可持续半导体材料自主实验

10月2日，美国商务部宣布开展一项公开竞赛，拟出资1亿美元资助人工智能驱动的可持续半导体材料自主实验(AI/AE)项目，加速新材料与新工艺的发现、设计、合成和部署，以及培养满足行业技术、经济和可持续发展目标所需的研究人员，确保美国国内半导体制造业的长久繁荣⁶。

AI/AE项目目标包括但不限于：提高尖端产品的性能；提高制造产量、能源和水的利用效率以及供应链韧性；开发材料和工艺替代品减少制造排放和废弃物，从而造福人类健康和安全。申请方应证明可以在五年内设计出满足行业需求的新型可持续半导体材料和工艺，并将其用于行业测试。该竞赛将进一步加快参与美国半导体研发生态系统的大学、研究人员和毕业生数量的增长。

⁶ Biden-Harris Administration to Invest up to \$100 Million to Accelerate R&D and AI Technologies for Sustainable Semiconductor Materials.
<https://www.commerce.gov/news/press-releases/2024/10/biden-harris-administration-invest-100-million-accelerate-rd-and-ai>

AI/AE 已经成为加速材料研究和开发的潜在变革性方法。AI/AE 结合了自动化合成与表征工具以及一个“AI 规划器”(AI planner)，大大加快了新材料的设计和材料数据的获取。“AI 规划器”可以有多个反映材料设计者的目标。例如，在材料开发方面，AI/AE 系统可包括：①用于材料处理的专用和通用自动化实验室设备组合；②用于数据分析的软件；③机器学习工具(可参考基于物理学的模型和共享数据库)，以预测材料特性并帮助规划进一步的实验。通过在多个地点启用联合研究，AI/AE 可以为研究型大学、新兴研究机构、行业和国家实验室之间的合作创造机会。美国政府将利用 AI 的巨大潜能，构建一个更安全、更持久的美国国内半导体产业。该资助机会公告预计将在今年晚些时候发布。

(冯瑞华)

欧 6500 万欧元支持量子芯片研发

9 月 24 日，欧洲“芯片联合计划”(Chips Joint Undertaking, Chips JU) 宣布将向量子芯片研究和创新项目投资 6500 万欧元，这些投资是 Chips JU 在未来三年内针对量子芯片投资 20 亿欧元的一部分⁷。本次资助的两个量子芯片项目如下。

(1) 开发量子芯片技术以实现稳定性试点

旨在工业、研究组织和财团之间建立稳定和结构化的长期伙伴关系，建设和部署两条或两条以上的试验线，开发创新型量子芯片。

项目提案应涉及以下活动：

①为量子芯片开发可扩展的生产工艺，以建立工业化生产流程。

②将最先进的量子工艺设计工具包(PDK)与欧洲虚拟设计平台相结合，实现生产标准化，减少定制开发的需求。

③提高整个量子产业的技术(包括使能技术)和制造准备水平，解决以下一个或多个领域的应用问题：量子计算、通信、模拟和/或传感。

⁷ EU invests €65 million in quantum chips.

<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/eu-invests-eu65-million-quantum-chips>

④建立量子芯片设计、测试和制造的标准化方法，以简化生产流程，扩大应用领域。

⑤展示可扩展、高效和稳定的生产能力，以实现高产量为目标。针对量子芯片的独特要求，开发稳健、可重复的生产工艺，为欧洲利益相关方提供稳定可靠的供应。

⑥开发可靠的表征工具，确保量子芯片的质量保证，确保各生产批次的一致性和可靠性，并展示中试线技术的可扩展性，从小批量到中等批量生产，直至可能的大规模工业生产。

⑦确定量子芯片工业化生产的技术路线图和实施计划。

(2) 开发用于高质量囚禁离子试点的量子芯片技术

旨在为欧洲的囚禁离子量子计算处理器开发可扩展的生产基础设施，从手工制造离子囚禁器件过渡到自动化制造流程。

项目提案应涉及以下活动：

①将制造能力整合到主流微电子学或光子学制造工艺中。

②可用于高产下一代离子捕获器的微制造技术。

③使用标准化构件制造下一代离子捕获器的工艺设计工具包（PDK）。将最先进的 PDK 与欧洲虚拟设计平台相结合，实现标准化生产，减少定制开发的需要。

④在离子阱芯片中集成先进功能，如段和结，以及用于寻址、操作和读出的集成光子学。

⑤提高整个量子产业的技术（包括使能技术）和制造准备水平，解决以下一个或多个方面的应用问题：量子计算、通信、模拟和/或传感。

⑥为量子计算、量子通信、量子计量学和量子模拟等各种应用实现生产流程标准化并开发高质量的离子阱。

⑦展示可扩展、高效和稳定（如高产量）的生产能力。针对量子芯片的独特要求，开发稳健、可重复的生产工艺，为欧洲利益相关方提供稳定可靠的供应。

⑧开发可靠的表征工具，确保囚禁离子芯片的质量保证，确保不同芯片的一致性和可靠性。

⑨确定量子芯片工业化生产的技术路线图和实施计划。

量子芯片应用领域广泛，包括解决物流和供应链管理中的复杂优化问题、通过分子模拟加速药物发现、使用先进的加密方法增强网络安全，以及改进人工智能和机器学习算法。本次资助的量子技术项目将为在欧洲建立量子芯片制造供应链铺平道路。

【快报延伸】

2022年2月欧盟委员会提出《欧洲芯片法案》，2023年9月21日该法案生效。为加强欧盟的半导体技术和创新能力，法案提出设立“欧洲芯片计划”。Chips JU作为“欧洲芯片计划”的主要实施机制，于2023年11月30日启动，旨在通过促进欧盟、成员国和私营部门合作，推动研究、创新、制造，确保欧洲半导体技术和工业领域的领先地位⁸。

(蒿巧利)

德 BMBF 资助量子材料、量子光学和量子环保项目

10月，德国联邦教育研究部(BMBF)在“量子系统-开发顶尖技术，塑造未来”研究计划下启动7个项目⁹。

(1) “量子系统的创新材料和过程”项目

这类项目支持开发新材料和新工艺，以应用于光子学和量子技术的具体领域。本次启动此类项目5个，具体如下。

①DIAQUAM 项目

研究可扩展生产功能化钻石量子构件的方法，整合这些方法，并优化各个步骤之间的协调。这一全面制造方法旨在优化生产流程，并建立一个长期可靠的钻石量子构件供应链。该项目的创新方法还将为控制钻

⁸ Commission launches Chips Joint Undertaking under the European Chips Act.
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_6167

⁹ Neue Projekte im Oktober.
<https://www.quantentechnologien.de/artikel/neue-projekte-im-oktober-3.html>

石生长、色心产生和钻石表面功能化提供新的视角。

②MagSQuant 项目

奠定基于磁子和超导电路的材料基础，用于开发低损耗、小型化和可集成组件。项目将开发氧化物基板晶体、更纯净的区域熔融硅、改进的外延层和新型元件。目标是实现小型化磁子微波组件与超导电路的混合集成，从而加强量子比特系统，以满足高性能量子计算机的需求。

③NEPOMUQ 项目

研究和开发新型非线性光学钙钛矿（NLO-PWKS），为集成马赫-曾德尔干涉仪（MZIs）和可电控光栅耦合器奠定基础。NLO-PWKS 的易加工性和与量子技术常用平台的技术兼容性，使其能够集成到光子系统中，为离子阱量子计算机开辟新视野。

④NANO-INC 项目

研究可集成到现有光子平台的材料，这些材料可以与现代微芯片无缝连接，降低进入新技术的门槛。项目覆盖从材料合成到量子光子构件的全过程，通过非线性材料扩展光子电路，确保光子量子技术在可扩展基板上的生产技术支持。

⑤MexSiQuo 项目

致力将光学非线性和活性功能集成到成熟的 CMOS 兼容硅氮化物平台（SiN）中，实现具有新型量子光子功能的低成本元件，使集成极其强大的量子计算机和固有安全量子网络成为可能。

(2) “科学预备项目（WiVoPro）：光子学和量子技术”项目

这类项目旨在研究光子学和量子技术中的科学问题，以期待未来的工业应用，补充现有的研究资助，并在基础研究和工业主导的联合资助之间架起桥梁。本次启动此类项目 1 个，具体如下。

⑥UltraLOQ 项目

研究和实现超越光学激发衍射极限的方法，目标是空间上超精确地定位一个光学量子存储器，理论上具有无限的位置分辨率。项目将使用

相干光-物质相互作用技术，有效和稳健地用激光操纵量子系统，为量子技术和光子学提供广泛的应用前景。

(3) 环境与气候保护项目“量子技术和光子学系统解决方案”项目

这类项目支持研究和开发量子技术和光子学系统解决方案，以应对环境和气候保护、生物多样性、可持续能源系统和资源节约的挑战。本次启动此类项目 1 个，具体如下。

⑦X@Line 项目

开发能够直接在现场测量电池回收中重要材料成分的程序和设备。项目将建造必要的组件，并将分析系统在实际回收过程中进行测试。通过将两种 X-射线分析方法组合成一种新的测量方法，首次实现在回收过程中测量不同材料的含量占比。

(蒿巧利)

美 DOC 投资 7.5 亿美元加强碳化硅制造

10 月 15 日，美国商务部（DOC）和 Wolfspeed 公司签署了一份初步条款备忘录¹⁰，拟向其提供高达 7.5 亿美元的资助，支持在北卡罗来纳州建立首个 200 mm 碳化硅制造基地，并催化其在纽约州计划扩建的设备制造工厂，以加强本土供应链韧性。

计划建造的 John Palmour 制造中心，将是美国最大的碳化硅晶圆制造设施，也是世界上首个大批量生产 200 mm 碳化硅晶圆的制造设施。与纽约州的设备制造工厂相结合，该中心将成为全球首家全自动化的 200 mm 碳化硅功率器件制造厂，可为汽车、工业和能源领域客户提供服务。Wolfspeed 公司预计其碳化硅器件产量将增长五倍，200 mm 材料产能将增长十倍。

¹⁰ Biden-Harris Administration Announces Preliminary Terms with Wolfspeed to Solidify U.S. Technological Leadership in Silicon Carbide Manufacturing.
<https://www.commerce.gov/news/press-releases/2024/10/biden-harris-administration-announces-preliminary-terms-wolfspeed>

【快报延伸】

Wolfspeed 公司是全球领先的碳化硅晶圆和器件制造商，其生产的碳化硅器件为电动汽车（EV）和插电式混合动力汽车提供动力，用于延长续航里程，缩短充电时间，并降低整体成本。除电动汽车领域外，Wolfspeed 公司的设备还用于可再生能源系统、工业设备和人工智能等领域。

（董金鑫）

美 DOC 投资 1800 万美元加强干式真空泵制造

10 月 10 日，美国商务部（DOC）和 Edwards Vacuum 公司签署了一份初步条款备忘录¹¹，拟向其提供 1800 万美元的资助，支持其在纽约州建设一座全新的先进制造设施，以生产用于半导体生产的干式真空泵，并计划为美国未来 5 年内建造的所有晶圆厂提供设备，从而加强美国经济和国家安全。

Edwards Vacuum 公司还与当地社区学院合作，并承诺确保向其员工提供最新半导体行业技能和知识的培训。此外，该公司还是纽约州“SMART I-Corridor”联盟的成员。该联盟汇集了当地参与者，以增强半导体制造能力，同时确保经济机会惠及纽约州北部的服务不足社区。

（董金鑫）

¹¹ Biden-Harris Administration Announces Preliminary Terms with Edwards Vacuum to Bring Specialized Dry Vacuum Pump Manufacturing to the U.S. for the First Time.
<https://www.commerce.gov/news/press-releases/2024/10/biden-harris-administration-announces-preliminary-terms-edwards-vacuum>

可降解“软电子”材料

传统的铁电材料主要基于含有毒性或稀有金属的硬质无机材料。有机铁电体因其轻质、低毒，以及良好的机械柔韧性和生物相容性而备受关注。然而，现有的有机铁电材料，例如基于聚偏二氟乙烯（PVDF）的软铁电体，存在热力学不稳定、半结晶结构复杂和矫顽场高等问题，限制了铁电材料在柔性、可穿戴领域的应用。

美国西北大学研究团队开发了一种突破性软性可持续电活性材料。该材料利用肽和塑料 PVDF 的微型片段，自组装形成纳米带状结构。该结构能够像电池一样储存能量和信息，为新一代电子设备的开发应用提供了新方案¹²。

这种材料由含有六个 VDF 重复单元的低聚物与能够自组装成 β -折叠结构的四肽共价结合而成，被称为肽两亲物（PA）。与常用的铁电共聚物相比，这种生物分子自组装体的矫顽场要低出两个数量级，并具有相似的极化强度。此外，该材料的居里温度比含有相似 VDF 含量的共聚物高约 40 °C，显现出较好的热稳定性。同时，与典型塑料难以降解的特点不同，无需有毒有害溶剂或高耗能工艺，即可实现该材料的生物降解或再利用。

上述研究工作发表在 *Science*（文章标题：Peptide programming of supramolecular vinylidene fluoride ferroelectric phases）。

（尹伟）

¹² Nature and plastics inspire breakthrough in soft sustainable materials.
<https://news.northwestern.edu/stories/2024/10/nature-and-plastics-inspire-breakthrough-in-soft-sustainable-materials/>

兼具稳定性和可回收性的新型聚合物

塑料（主要成分为聚合物）因其优异的稳定性和耐用性，在现代生产生活中广泛使用，但这也导致其难以降解回收，造成了严重的环境污染问题。传统的物理回收方法只能重复使用而非分解塑料，且回收的塑料性能明显下降。近年来新兴的化学回收方法能够将聚合物链分解为单体，并将单体重新聚合成新的聚合物，使得回收的聚合物能够保持优异性能。然而，当前化学回收方法仅适用于回收主链中具有不稳定化学键的聚合物，高稳定性聚合物塑料的回收仍面临挑战。

日本大阪大学 Mamoru Tobisu 和 Hiroshi Uyama 团队开发了一种新型聚合物设计策略，制备得到的聚合物兼具稳定性和可降解性，极大拓展了化学可回收塑料的应用场景，将有助于缓解塑料污染问题¹³。

研究人员以苯醚基聚合物为研究对象，在聚合物中引入含杂原子官能团的定向取代基。正常情况下，定向取代基不会影响聚合物共价键的稳定性，因此聚合物仍具有良好的热稳定性和化学稳定性。然而，当过渡金属（如镍）催化剂存在时，定向取代基将与过渡金属催化剂发生配位，形成稳定的环状中间体，促使聚合物主链的强共价键发生断裂，进而生成低分子量化合物，实现聚合物的降解。此方法还可用于其他类型聚合物的设计，使多种塑料均具有化学可降解性。

上述研究工作发表在 *Chemical Science*（文章标题：Controlled degradation of chemically stable poly(aryl ethers) via directing group-assisted catalysis）。

（吴文涛）

¹³ New polymer design breaks the tradeoff between toughness and recyclability.
https://resou.osaka-u.ac.jp/en/research/2024/20241007_1

光子学突破：具有完全光谱带隙的 3D 光子晶体

光子晶体具有重复的内部结构，以独特的方式与光相互作用。光子带隙可以阻挡某些波长和方向的光，类似于半导体中的电子带隙，这种效应的一种特殊类型是“完全光子带隙”，它可以阻挡来自各个方向的光。这种完全带隙允许对光进行精确控制，为电信、传感和量子技术的进步开辟了可能性。

新加坡科技设计大学 Joel K. W. Yang 领导的联合团队基于材料科学、光学和制造技术，利用钛树脂制造出一种高分辨率 3D 光子晶体，在可见光范围内具有完整的光子带隙¹⁴。

研究团队开发了一种钛离子掺杂树脂（Ti-Nano），采用双光子聚合光刻（TPL）增材制造技术高分辨率打印光子晶体，并在空气中加热去除晶体中的有机成分，同时晶体内的钛离子转化为二氧化钛。晶体结构在加热过程中收缩了大约六倍，收缩后其晶体层间距可以小至 180 nm，间距越小分辨率越高，折射率为 2.4-2.6。光学表征显示，在可见光范围内，光子晶体带隙内的反射率约为 100%。研究人员在光子晶体 3D 结构中观察到了整个可见光范围内的光子带隙。

该 3D 打印光子晶体技术的成功开发，代表了光子学领域的重大突破。该工艺有望在纳米尺度上助力制造各种材料，包括玻璃、陶瓷和金属等。

上述研究工作发表在 *Nature Nanotechnology*（文章标题：Printing of 3D photonic crystals in titania with complete bandgap across the visible spectrum）。

（冯瑞华）

¹⁴ A photonics breakthrough: Printing 3D photonic crystals that completely block light.
<https://www.asiaresearchnews.com/content/photonics-breakthrough-printing-3d-photonic-crystals-completely-block-light>

大规模超导量子比特制造技术问世

目前的工业制造工艺不适合高相干器件生产，且不与常用的超导量子比特制造方法兼容。比利时微电子研究中心（IMEC）与比利时鲁汶大学联合开发了一种新的先进互补金属氧化物半导体（CMOS）技术，成功在 300 mm 晶圆上制造出高相干的超导量子比特，标志着一种全新、大规模、真正与 CMOS 兼容的超导量子计算处理器制造方法的出现¹⁵。

研究人员提出了在 300 mm 硅晶片上采用完全工业化半导体纳米制造方法，用于大规模制造超导量子比特，在工业标准设备上实现了高相干性和 98.25% 的跨晶片良率。通过对整个晶片进行大规模的量子比特弛豫和相干性测量统计，研究人员确认了其工艺质量：在 300 mm CMOS 试验线上制造的超导 transmon 型量子比特（即 transmission-line shunted plasma oscillation qubit，中文：传输线分流等离子体振荡量子比特）的弛豫和相干时间均超过 100 μ s。研究人员还通过跨晶片大规模统计，展示了与工业制造相关的产量、变异性和老化等多种数据，进一步证实该方法的有效性。此外，整个生产过程至少可以在 151 天以内保持稳定，证明了新制造工艺的稳健性和可靠性。

上述研究工作发表在 *Nature*（文章标题：Advanced CMOS manufacturing of superconducting qubits on 300 mm wafers）。

（蒿巧利）

¹⁵ Advanced CMOS manufacturing of superconducting qubits on 300 mm wafers.
<https://www.nature.com/articles/s41586-024-07941-9#author-information>

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)