

先进制造与新材料动态

ADVANCED MANUFACTURING AND MATERIALS NEWSLETTER

监测快报

2024 第4期
(总第434期)

本期要目

- 美商务部2亿美元打造芯片制造业创新研究所
- 美政府拨款50亿美元用于半导体研发
- 英推动半导体产业发展
- 美DOE投资1700万美元用于加强关键矿产供应链
- 兰德报告分析增材制造可用性与风险
- 2023年石墨烯市场分析
- “溶剂筛”刷新钙钛矿发光二极管性能纪录

中国科学院武汉文献情报中心

目 录

战略规划

美商务部 2 亿美元打造芯片制造业创新研究所 1

美政府拨款 50 亿美元用于半导体研发 1

英推动半导体产业发展 3

项目资助

美 DOE 投资 1700 万美元用于加强关键矿产供应链 4

美 NSF 投资 975 万美元开发变革性生物启发解决方案 5

美 NSF 推动生物和化学传感应用技术发展 6

行业观察

兰德报告分析增材制造可用性与风险 7

2023 年石墨烯市场分析 9

研究进展

首次揭示海水中纳米塑料清晰图像 12

一种新型单向透光光学超材料 13

新工艺对坚固碳纤维复合材料进行全部原料回收 13

利用人工智能识别碳捕获新材料 14

“溶剂筛”刷新钙钛矿发光二极管性能纪录 15

无限层镍基非常规超导体工作机理 16

首次观测到多体配对赝能隙 16



战略规划

美商务部 2 亿美元打造芯片制造业创新研究所

2 月 1 日，美国《联邦纪事》发布通告，美国商务部拟在“制造业美国”框架下启动芯片制造业创新研究所（CHIPS Manufacturing USA Institute）建设工作，专注于半导体制造、封装和组装的数字孪生主题，以及在物理原型设施中验证此类数字孪生技术。国家标准与技术研究院（NIST）将在未来 5 年投入不低于 2 亿美元，私营部门和其他非联邦投资进行 1:1 匹配¹。

该研究所将实现如下目标：改进产能规划、优化生产和实现实时工艺调整，显著降低美国芯片开发和制造成本；缩短开发周期，加快采用创新的半导体制造技术，包括在共享设施验证的突破性工具、制造设备、材料和制造工艺等；推广数字孪生课程和最佳实践，在全国范围内培训半导体员工；为半导体行业降低访问数字模型和制造流程的门槛，降低数字孪生解决方案的开发和实施风险等。

预期活动包括建立共享物理设施，为半导体公司提供实验场所，同时保护专有信息；扶持行业相关研究项目；利用共享市场，实现跨公司的数据聚合，同时保护专有数据，以低成本提供数字孪生技术解决方案；实施教育和劳动力发展计划等。

（黄 健）

美政府拨款 50 亿美元用于半导体研发

2 月 9 日，美国白宫宣布将投资超过 50 亿美元用于半导体相关研究、开发和劳动力培养，维持美国在半导体研发领域的领导地位，减少新技术商业化的时间和成本，加强美国国家安全²。

¹ CHIPS Manufacturing USA Institute.

<https://www.federalregister.gov/documents/2024/02/01/2024-02025/chips-manufacturing-usa-institute>

² FACT SHEET: Biden-Harris Administration Announces Over \$5 Billion from the CHIPS and Science Act for Research, Development, and Workforce.

<https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2024/02/09/fact-sheet-biden-harris-administration-announces-over-5-billion-from-the-chips-and-science-act-for-research-development-and-workforce/>

（1）建设国家半导体技术中心

计划向 NSTC 投资至少 50 亿美元，并正式组建公私联合体（Public-Private Consortium）。NSTC 将通过支持最新半导体技术的设计、原型示范，确保美国在下一代半导体技术方面处于领先地位；利用共享设施和专业知识，确保创新人员能够获得关键能力；建立并维持一支技术娴熟、多样化的半导体劳动力队伍；宣布 NSTC 的 2024 年研究重点，包括确定早期启动的研究项目；启动 NSTC 利益共同体，使感兴趣的利益相关者能够对 NSTC 的项目产品进行投入。

（2）投资半导体劳动力

计划投资至少数亿美元用于 NSTC 的劳动力工作，包括在多个地区建立劳动力卓越中心。NSTC 将利用行业、学术界、其他教育与劳动力合作伙伴以及其自身资金进行的劳动力投资，包括：①召集利益相关者，促进雇主与教育培训机构之间的联系，如社区和技术学院、劳动力发展委员会和注册学徒计划；②利用数据衡量现有项目的成功程度，并指导未来的投资；③扩大行之有效的教育和培训项目；④尝试与得不到充分服务的社区进行接触等举措。

其他活动可能包括整合半导体教育和培训，以形成共同的基础教育计划；开展活动吸引新的学生和工人进入半导体行业以及开发新的培训方法等。

（3）投资其他关键研发需求

商务部发布了一份意向通知，计划向芯片制造业创新研究所投资至少 2 亿美元，创建首家半导体制造数字孪生研究所，这将使创新者能够以低成本复制和试验物理制造工艺，有助于大幅降低美国芯片开发和制造成本，缩短开发周期，加快创新半导体制造技术的应用。

商务部的另一份意向通知显示，将为半导体制造的关键技术（基板和基板材料先进封装）的研发活动提供高达 3 亿美元的资金，改善系统性能并支持新的半导体应用；此外，商务部已为 CHIPS 计量计划中的 29

个项目拨款超过 1 亿美元，满足微电子行业的共同需求。目前的项目正在开发新的测量仪器、测量方法以及用于先进微电子设计和制造的测量信息模型和仿真，这些研究都将帮助发明家和企业家更容易地将创新扩展到商业产品中。

(董金鑫)

英推动半导体产业发展

英国拟出资 2680 万英镑，推动半导体创新技术、新型电气设备和熟练劳动力等的发展。其中，2200 万英镑由英国工程与自然科学研究理事会（EPSRC）和英国创新机构（Innovate UK）共同出资，将支持两个新的“创新与知识中心”（Innovation and Knowledge Centres, IKCs），这两个中心分别设立在布里斯托大学和南安普顿大学；480 万英镑由英国创新机构出资，用于资助 11 个半导体技术能项目³。

(1) 设立“创新与知识中心”

设立在布里斯托大学的创新与知识中心（REWIRE IKC）将通过使用宽带隙或超宽带隙化合物半导体变革下一代高压电子设备，加速英国实现净零排放。该中心将推进下一代半导体功率器件技术，并加强英国半导体供应链的安全性。该中心将专注于风能、电动汽车、智能电网、高温应用、器件和封装的功率转换，并提高半导体器件制造的效率。

设立在南安普顿大学的创新与知识中心（CORNERSTONE IKC）将推动英国硅光子技术的开发及商业化。

(2) 部署技能项目

聚焦产业，涉及广泛的技术领域，涵盖从学校到继续教育、高等教育、大学阶段等一系列技能水平，以及劳动力的技能提升和再培训等。

(万 勇)

³ UK research investment to boost UK semiconductor industry.
<https://www.ukri.org/news/uk-research-investment-to-boost-uk-semiconductor-industry/>

项目资助

美 DOE 投资 1700 万美元用于加强关键矿产供应链

2月15日，美国能源部（DOE）宣布将向三个项目提供1700多万美元的资助，支持从煤炭资源中提取稀土元素和其他关键矿物及材料的设施的设计和建设，加强美国国内供应链，并减少对不可靠国外来源的依赖。这三个前端工程设计研究（FEED）项目如下⁴。

（1）利用煤层资源生产关键矿物和材料的 FEED 项目

伊利诺伊大学香槟分校将建立一个位于伊利诺伊州境内完全整合的垂直供应链，生产锂、钷、钆和镨、高纯度镱以及其他稀土氧化物、镍、锌、钴、锰和潜在的高纯度铝，预计每年将生产约30-100吨混合稀土氧化物/混合稀土盐。该项目设计了三个关键设施：①煤矿和燃煤发电厂综合体；②位于附近的选矿和生产厂，用于生产混合稀土氧化物、钷和其他关键矿物；③净化和精炼设施，通过电解冶金和金属热还原方法，从混合的稀土氧化物中精炼单个稀土氧化物和金属。

（2）基于 AACE 成本估算建立示范规模设施的 FEED 项目

Tetra Tech 公司将研究从煤副产品中回收并模块化生产稀土金属、氧化铝和碳酸锂，同时处理露天开采过程中暴露的粘土岩，用于钢铁生产。

（3）利用粉煤灰生产稀土氧化物的商业示范规模工厂项目

Winner Water Services 公司将研究从粉煤灰中回收稀土，剩余部分作为建筑材料。该公司已完成可行性案例研究，并完成了一个概念验证的商业规模工厂设计，用于实施从粉煤灰中回收稀土元素的技术，设计生产能力为每天1吨稀土氧化物，包括浓缩重稀土、钷/钷/钷氧化物、氧化镧、钆/镨金属以及碳酸铈等。

（董金鑫）

⁴ Biden-Harris Administration Invests \$17 Million to Strengthen Nation's Critical Minerals Supply Chain.
<https://www.energy.gov/articles/biden-harris-administration-invests-17-million-strengthen-nations-critical-minerals-supply>

美 NSF 投资 975 万美元开发变革性生物启发解决方案

美国 NSF 融合加速器计划 (Convergence Accelerator) 投资 975 万美元, 授予 15 个多学科团队进入 “Track M: 仿生设计创新” 第一阶段, 为生物系统引发的复杂社会和经济挑战提供新的解决方案⁵。通过这项投资, NSF 能够加速新概念、工具、技术和方法的发展, 对环境保护、先进制造、人类健康等产生积极影响。仿生设计借鉴了生命科学、物理科学、工程和医学融合的方法和技术, 非常适用于 NSF 融合加速器计划。第一阶段的概念验证和可行性方案通过后, 可申请进入第二阶段。第一阶段的获得者如下。

领衔机构	研究主题
1 马里兰大学环境科学中心	开发和测试新生物制造工艺来制造营养保健品和气候友好型沉淀碳酸钙产品
2 Terraferma 食品公司	用于高效食品蛋白质生产的人工智能设计微生物
3 Geosyntec 咨询公司	“永久化学品”的生物启发设计和生物催化降解
4 卡内基梅隆大学	灵巧性机器手的变革性和仿生设计
5 Benanova 公司	提高作物生产力的生物启发可扩展胶体材料
6 康奈尔大学	基于仿生表面设计的高性能机械跟踪太阳能收集系统
7 爱荷华州立大学	基于 3D 打印生物技术的生物防腐涂层设计和开发
8 伊利诺伊大学香槟分校	用于术中癌症检测的生物启发多光谱成像技术
9 卡内基梅隆大学	开发分布式柔性应变传感器实现本体感受耳蜗植入电极
10 哥伦比亚大学	通过桥接 DNA 可编程组装和纳米加工实现新型光子神经形态器件
11 伦斯勒理工学院	受自然启发的生物制造末端羟基化脂肪酸共聚酯
12 新泽西理工学院	用于洪水响应的受黏菌启发的自组装输送机系统
13 麻省理工学院	用于抓握和提升人体的软可伸缩皮带技术, 并开发一种用于安全、轻柔和自主转移老年人的功能原型
14 阿拉巴马大学	开发与人体生物力学协同工作的仿生外衣
15 纽约市立大学高级科学研究	用于蒸发能量收集的水响应材料

(冯瑞华)

⁵ NSF invests nearly \$10M to develop transformative bio-inspired solutions.
<https://new.nsf.gov/news/nsf-invests-nearly-10m-develop-transformative-bio>

美 NSF 推动生物和化学传感应用技术发展

美国国家科学基金会（NSF）融合加速器计划（Convergence Accelerator）将投资 1040 万美元，开发创新技术和解决方案，以应对与化学和生物传感相关的各种挑战。通过这项投资，16 个多学科团队获得“Track L: 真实世界化学传感应用”第一阶段奖项⁶。Track L 也是 NSF 与两个瑞典政府机构（瑞典研究委员会和 Vinnova）之间推进研究和创新的首次合作研究活动，基于化学传感、传感器技术、机器人技术、生物制造、计算建模等技术，应对环境质量、工业化农业、食品安全、疾病检测与诊断、个人护理、药物使用或滥用等相关挑战。第一阶段主要是每个团队将最初的想法发展成概念验证，参与正式提案和推介，并展示解决方案的可行性，然后再申请入选第二阶段。第一阶段项目如下。

	领衔机构	研究主题
1	北卡罗来纳州立大学	通过机器学习和生物启发加速挥发性有机化合物传感器的开发和转化为实际产品
2	佐治亚理工学院应用研究公司	人工智能驱动的智能低成本氨传感器
3	奥本大学	开发创新集成式微型阿片类药物传感器系统
4	Iridescent 传感器公司	用于急救人员检测有毒气体的光电传感器
5	哥伦比亚大学	用于评估水质的工程微生物传感器
6	Teledyne FLIR 公司	具有局部神经形态智能的现场适应性化学传感器解决方案
7	圣母大学	早期传染病现场传感设备
8	南佛罗里达大学、瑞典林雪平大学和 VOC 诊断公司	健康诊断电子器件项目
9	毕格罗海洋科学实验室	利用先进重力微传感器监测家畜甲烷排放的创新方法
10	明尼苏达大学双城分校	用于原位实时监测重点水污染物的创新化学微传感器开发
11	哈佛大学	智能自然启发嗅觉传感器
12	Canaery 公司	用于麻醉品和武器检测的嗅觉神经计算机接口
13	加州大学洛杉矶分校	开发基于晶体管的便携式生物传感器和量子增强传感器

⁶ NSF spurs technology development of biological and chemical sensing applications.
<https://new.nsf.gov/news/nsf-spurs-technology-development-biological>

14	内华达大学里诺分校	利用锰掺杂纳米晶体和 AI 实现智能手机时间分辨发光成像和检测
15	圣路易斯华盛顿大学	将昆虫嗅觉原理转化为实用且强大的化学传感平台
16	普林斯顿大学	可用于检测爆炸性挥发性有机化合物的新型传感器

(冯瑞华)

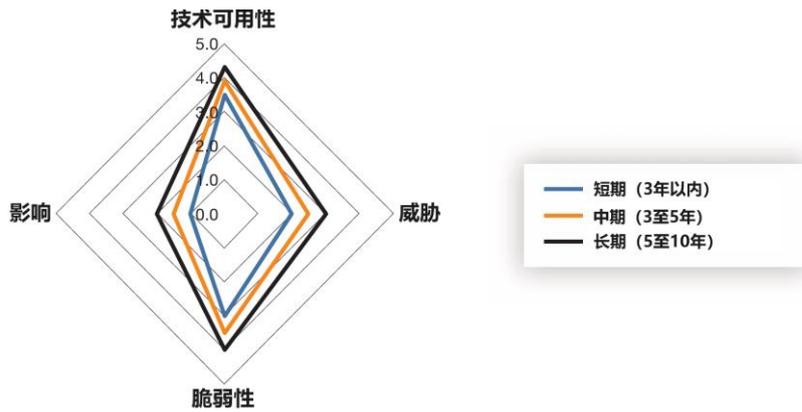
行业观察

兰德报告分析增材制造可用性与风险

2月15日，兰德公司发布《新兴技术与风险评估之增材制造篇》，试图回答了如下问题：未来十年增材制造的技术可用性如何？增材制造在未来十年可能会出现哪些风险和情景？⁷

为了回答上述问题，报告从技术可用性、威胁、脆弱性和影响四个维度对增材制造技术进行了分析。技术可用性包含：科学和技术成熟度；应用案例、需求和市场力量；确定的资源；政策、法律、道德和监管方面的障碍；以及技术可获取性等。威胁、脆弱性和影响主要与假冒技术的影响有关，根据可能受影响的程度（国家、地区或地方）、潜在的破坏性以及可能的经济和社会混乱造成的影响进行了评级，该部分分析由美国国土安全部提供。所有评级分为短期（3年以内）、中期（3-5年）和长期（5-10年）。

⁷ Emerging Technology and Risk Analysis: Additive Manufacturing.
https://www.rand.org/pubs/research_reports/RRA2984-1.html



增材制造技术分析图

最后，报告得出如下结论。

(1) 增材制造技术将继续取得进展，未来将更广泛地在合法和非法活动中使用。人工智能、材料科学、生物学、化学和纳米技术等融合技术的科学发现和技术开发将推动增材制造技术进步。

(2) 假冒的增材制造材料和产品将带来新的威胁、漏洞和后果，包括对安全、产品安全、经济和知识产权的考虑、技术的融合以及非法或违禁产品的打印的影响。

(3) 通过增材制造生产的假冒商品不太可能受到与合法商品相同的必要政策、法律、道德和监管规定的约束。尽管非法产品的外观、感觉甚至功能都可能与严格监管的同类产品相似，但它们的寿命和失效模式可能大不相同。

(4) 未来至 2030 年，增材制造市场规模预计每年增长 24.3%，达到 1050 亿美元。与 2022 年 44.5 万亿美元的全全球制造业总产量相比，增材制造产业规模偏小。尽管如此，增材制造仍可能在几个关键领域发挥巨大作用，包括医疗保健、航空航天、教育、制造业（在特定领域，如快速原型设计、打印替换零件和定制解决方案）、汽车和机器人等。

(5) 尽管在研究的十年时间范围内，3D 打印假冒产品可能会引发高后果事件 (high-consequence incidents)，但这些事件可能更局限于局部，不太可能导致广泛事件，因此将其归入中等技术风险类别。

(黄 健)

2023 年石墨烯市场分析

石墨烯及相关材料(GRM)有望在众多行业中发挥巨大的应用潜力。欧洲“石墨烯旗舰计划”合作伙伴德国弗劳恩霍夫系统与创新研究所(Fraunhofer ISI)在 *2D Materials* 发表了 2023 年石墨烯市场分析简报(*Graphene Roadmap Briefs (No. 3): meta-market analysis 2023*), 汇总了商业市场报告中的基本预期和预测, 并批判性地讨论了结果, 提出复合材料、电池和电子产品可能成为推动石墨烯市场整体发展走向大规模生产的主要应用领域⁸。

(1) 全球石墨烯市场将持续增长

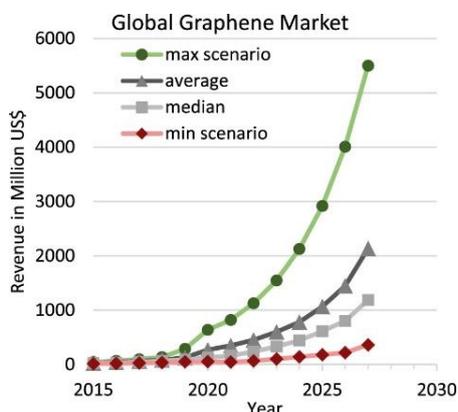


图 1 2015-2027 年全球石墨烯市场预测值

研究人员分析了 103 份关于全球石墨烯市场的市场报告。全球石墨烯市场在过去几年中持续增长,2022 年全球平均市场达到 3.8 亿美元(预测范围 5000 万-11 亿美元之间)。这仍然明显小于石墨市场(2022 年为 225 亿美元)或炭黑市场(2021 年为 170 亿美元)。未来几年石墨烯市场将显著增长,2027 年的市场规模预计将达到 15 亿美元(预测范围在 0.34-55 亿美元之间)。在全球石墨烯市场年均复合增长率方面,超过 85% 的市场报告预测增长率超过 20%,70% 的报告预计中短期内的年均复合增长率将超过 30%。另外,到 2028 年全球石墨烯需求可能会增加到每年 9000-170000 吨,中位数为 30000 吨。

⁸ Global graphene market will continue to grow, researchers find.
<https://www.mynewsdesk.com/graphene-flagship/pressreleases/global-graphene-market-will-continue-to-grow-researchers-find-3301128>

(2) 石墨烯价格将持续降低

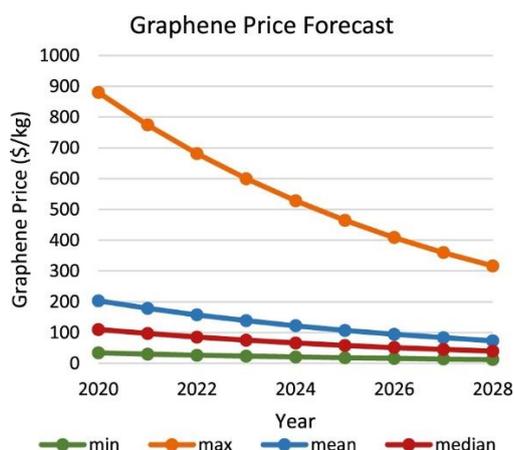


图 2 石墨烯价格预测情景

根据 IDTechEx 对石墨烯粉末/片状材料的需求和市场预测，研究人员得出预期年降价率为 12%。结合当前广泛的市场价格评估，基于价格预测情景，2022 年石墨烯价格在 26-680 美元/千克不等，中位数价格为 85 美元/千克。到 2028 年，石墨烯价格可能会降至 12 美元/千克。不过大部分石墨烯材料或将以更高的价格出售，2028 年的中位价格为 40 美元/千克。也有可能一些生产商要求石墨烯价格高于 680 美元/千克或低于 26 美元/千克。

(3) 全球知识产权活动

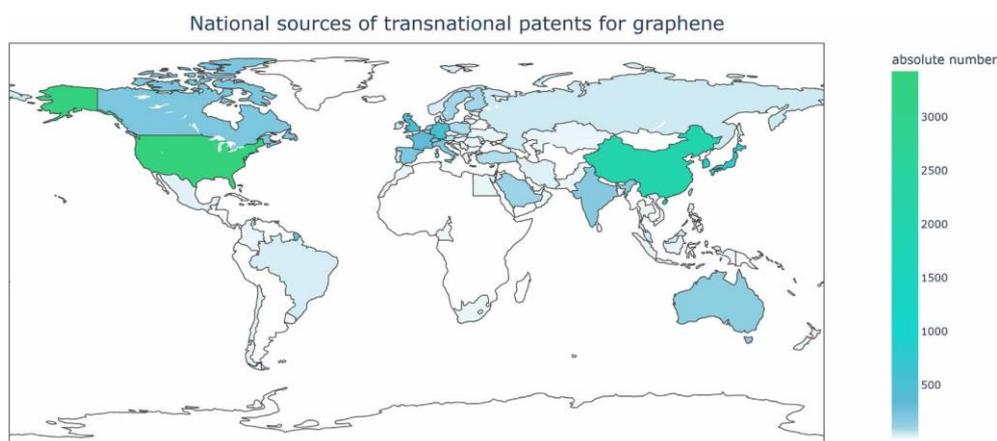


图 3 石墨烯跨国专利活动的世界地图

根据优先权日为 2000 年至 2020 年的专利族发明人的国籍，上图给出了石墨烯领域跨国知识产权的全球分布情况。美国和中国是该领域最

活跃的两个发明国，许多欧洲国家（如德国、法国、英国等）也表现出大量的专利活动。欧盟 27 国作为一个全球实体，在石墨烯知识产权方面与美国和中国大致相当。研究结果显示，北美、东亚和欧洲三个地区在很大程度上主导了全球石墨烯知识产权的产生；东亚电池中石墨烯的利用与其在整体电池技术方面的行业领先地位是一致的；日本企业在石墨烯知识产权中占主导地位，在全球前 10 名中占据了 7 个席位。

（4）三个最有前途的应用领域

基于石墨烯市场格局，研究分析了三个最有前途的应用领域：电池、电子和复合材料。对石墨烯电池当前市场（2022 年约为 1 亿美元）和预期增长（年均复合增长率在 20%-30%之间）的估算相当谨慎。而对石墨烯电子市场预测则不同，市场预测值从低于 1 亿美元到超过 10 亿美元不等，年均复合增长率从低于 20%到近 40%不等。石墨烯复合材料市场预测的变化则更为剧烈，2022 年的收入值从低于 2000 万美元到接近 120 亿美元不等，年均复合增长率在 3.5%-40%之间。

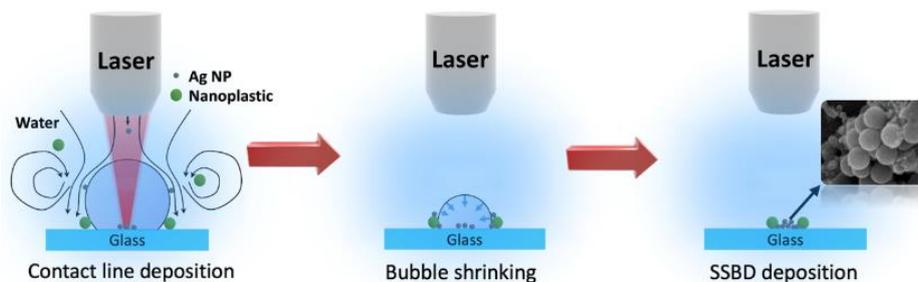
（冯瑞华）

研究进展

首次揭示海水中纳米塑料清晰图像

纳米塑料是比微塑料更小的颗粒，对生物体的毒性可能更大。美国圣母大学 Tengfei Luo 教授与得克萨斯农工大学 Wei Xu 助理教授组成的联合团队从海水样本中首次获得纳米塑料的清晰图像，发现其形状和化学成分具有惊人的多样性⁹。

纳米塑料被认为以极低的浓度存在于海洋中。为了在海水中找到它们，研究团队通过独特的“表面收缩气泡沉积技术”（shrinking surface bubble deposition, SSBD），将取自中国、韩国和美国沿海以及墨西哥湾等地的海水样本与银纳米颗粒混合，利用激光加热溶液至形成气泡。由于表面张力的改变，使得纳米塑料颗粒聚集在气泡表面，随着气泡收缩、消失，纳米颗粒最终沉积在一个集中的衬底上。研究显示，海水样本中的纳米塑料组分涵盖尼龙、聚苯乙烯和聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）等，形态包括纳米纤维、纳米薄片和球杆状纳米结构等。



SSBD 技术收集塑料纳米颗粒示意图

上述研究工作发表在 *Science Advances* (文章标题: Direct observation and identification of nanoplastics in ocean water)。

(李 喻)

⁹ Engineers unmask nanoplastics in oceans for the first time, revealing their true shapes and chemistry. <https://news.nd.edu/news/engineers-unmask-nanoplastics-in-oceans-for-the-first-time-revealing-their-true-shapes-and-chemistry/>

一种新型单向透光光学超材料

芬兰阿尔托大学研发出可实现单向透光的新型光学超材料，克服了传统“单向”玻璃只是半透明，需亮度差异才呈现单向效果的问题，为未来的隐私保护、能源效率和光电子学等领域带来无限可能¹⁰。

非互易磁电（nonreciprocal magnetoelectric, NME）效应能在磁场作用下，改变材料的光学性能。但在可见光频率下，磁化对传统材料的影响可以忽略不计。目前非互易磁电效应还没有实际用于工业应用，大多数方法仅适用于微波，不适用于可见光，也无法用现有技术制造。

但在超材料中，光的电分量可以诱导磁化，而磁分量可以产生偏振，从而改变光的透射率。研究人员利用现有材料钴和硅，并通过纳米制造技术成功克服了上述问题，创造出一种三维光学 NME 超材料，可自发磁化。

上述研究工作发表在 *Nature Communications*（文章标题：Optical Tellegen metamaterial with spontaneous magnetization）。

（黄 健）

新工艺对坚固碳纤维复合材料进行全部原料回收

作为一种轻质、强韧的复合材料，碳纤维增强复合材料（CFRP）可用于减轻汽车、飞机和航天器的重量和提高燃油效率。然而，传统的 CFRP 很难回收，多为一次性材料。

美国能源部橡树岭国家实验室 Rahman 和 Tomonori Saito 共同率领的研究团队设计了一条闭环路径：合成一种极具韧性的 CFRP，并回收其所有原料¹¹。

研究人员将动态交联法应用于商品复合材料使其功能化，然后添加交联剂使其与热固性材料类似。传统的热固性材料是永久交联的，一旦

¹⁰ A new optical metamaterial makes true one-way glass possible.

<https://www.aalto.fi/en/news/a-new-optical-metamaterial-makes-true-one-way-glass-possible>

¹¹ New process allows full recovery of starting materials from tough polymer composites.

<https://www.ornl.gov/news/new-process-allows-full-recovery-starting-materials-tough-polymer-composites>

合成、固化、定型，就不能再加工。而研究人员将动态化学基团添加到复合材料基体及其嵌入的碳纤维中，使得基体和碳纤维可以经过多次再处理循环而不损失强度和韧性等机械性能，由此开出发一种坚固且可回收的碳纤维复合材料，解决了 CFRP 回收这一重大挑战。

上述研究工作发表在 *Cell Reports Physical Science* (文章标题: Tough and recyclable carbon-fiber composites with exceptional interfacial adhesion via a tailored vitrimer-fiber interface)。

(蒿巧利)

利用人工智能识别碳捕获新材料

美国阿贡国家实验室 Eliu Huerta 率领的研究团队将生成式人工智能、高通量筛选、分子动力学和蒙特卡罗模拟连接到一个独立的工作流程中，特别是结合在线学习利用过去的实验和计算研究来加速和提高人工智能的精度以创建新的 MOF，解决了传统 MOF 设计依赖于艰苦的实验和计算工作、既昂贵又耗时这一重大挑战¹²。

研究人员利用北极星超级计算机进行计算，使用生成式人工智能，能够在 30 分钟内快速组装出超过 120000 个新的 MOF 候选材料。然后利用 Delta 超级计算机针对最有希望的候选分子进行分子动力学模拟，对分子的稳定性、化学性质和碳捕获能力等进行筛选。这种超越传统的新方法有望带来一种擅长碳捕获、成本效益高且易于生产的变革性 MOF 材料，同时也展示了在分子科学中使用基于人工智能的方法的巨大潜力，研究人员期望后续将这种方法扩展到生物分子模拟和药物设计等。

上述研究工作发表在 *Communications Chemistry* (文章标题: A generative artificial intelligence framework based on a molecular diffusion model for the design of metal-organic frameworks for carbon capture)。

(蒿巧利)

¹² Argonne scientists use AI to identify new materials for carbon capture.
<https://www.anl.gov/article/argonne-scientists-use-ai-to-identify-new-materials-for-carbon-capture>

“溶剂筛”刷新钙钛矿发光二极管性能纪录

钙钛矿材料光电性能优异、制备成本低，是当前极具发展前景的光电材料之一。然而，长期以来，工作稳定性低的问题一直是钙钛矿发光二极管实际应用面临的主要障碍。

中国科学院宁波材料技术与工程研究所向超宇研究员团队开创出“溶剂筛”方法，解决了钙钛矿材料的本征稳定性问题¹³。

研究人员发现，钙钛矿材料内部只有 1-2 层铅离子的纳米薄片是诱发钙钛矿不稳定的关键原因。这些纳米薄片是快速不可控结晶过程中形成的，结晶质量差，且缺陷较多，易于发生分解，并会进一步诱发钙钛矿薄膜整体的分解，从而大大降低了稳定性。研究团队利用较薄纳米片比其他组分更容易溶于极性溶剂的特性，通过精准调控极性溶剂占比来调整筛分的强度，使得刚好只溶解 1-2 层铅离子的纳米薄片，而不损害其他结构。得到的钙钛矿材料在湿润空气中保持发光性能超过 100 天，制备的钙钛矿发光二极管展现出在 100 cd/m² 亮度下逾 5 万小时（5.7 年）的运行寿命，比处理之前提升了近 30 倍，是当前所有绿光钙钛矿发光二极管的最高值，达到了实现商业化应用的要求。同时，钙钛矿发光二极管的发光效率达 29.5%，是当前无光提取设计的钙钛矿发光二极管效率的最高纪录。

上述研究工作发表在 *Nature Photonics*（文章标题：Phase dimensions resolving of efficient and stable perovskite light-emitting diodes at high brightness）。

（宁波材料所）

¹³ Nature Photonics|宁波材料所开发“溶剂筛”方法，刷新钙钛矿发光二极管性能纪录.
https://www.nimte.ac.cn/news/progress/202401/t20240124_6960308.html

无限层镍基非常规超导体工作机理

美国埃姆斯国家实验室、SLAC 国家加速器实验室联合团队探究了新型非常规超导体——无限层镍酸盐的工作机理¹⁴。

无限层镍酸盐非常薄且复杂，以薄膜的形式存在于其他材料上，使得很难用传统工具对其基本特性进行研究。研究团队利用在太赫兹波光谱学方面的专业知识，测量了镍酸盐的间隙尺寸，发现当接近或高于临界温度时的快速超导波动。研究证实，该材料具有 d 波超导性。

上述研究工作发表在 *Nature Materials* (文章标题: Evidence for d-wave superconductivity of infinite-layer nickelates from low-energy electrodynamic)。

(万 勇)

首次观测到多体配对赝能隙

中国科学技术大学潘建伟、姚星灿、陈宇翱等人基于强相互作用的均匀费米气体，首次观测到了由多体配对产生的赝能隙。这项研究首次确立了配对赝能隙的存在，为高温超导机理中的电子预配对假说提供了支持，朝向理解高温超导机理迈出了重要一步，是利用量子模拟解决重要物理问题的一个范例¹⁵。

研究团队建立了超冷锂-镝原子量子模拟平台，实现了世界领先的均匀费米气体的制备。该团队还发展了大磁场的稳定技术，在约 700 G 的磁场下，其短期波动优于 25 μG ，相对磁场稳定度接近 10^{-8} ，比以往国际上的最优结果提升了一个数量级以上。在该超稳磁场下，研究团队成功实现超冷原子动量可分辨的微波谱学技术。在此基础上，研究团队系统测量了不同温度下的么正费米气体的单粒子谱函数，并成功观测到赝

¹⁴ Scientists shed light on the inner workings of a new class of unconventional superconductors.
<https://www.ameslab.gov/news/scientists-shed-light-on-the-inner-workings-of-a-new-class-of-unconventional-superconductors>

¹⁵ 中国科大首次观测到多体配对赝能隙。
<https://news.ustc.edu.cn/info/1055/86281.htm>

能隙的存在，为电子预配对假说提供了支持。该研究工作不仅推进了强关联多体系统的研究，也为完善多体理论提供了重要的实验依据。此外，该工作中发展的超冷原子量子调控技术为下一步研究其它重要的凝聚态物理现象，如单带超流、条纹相、FFLO 超流等奠定了技术基础。

上述研究工作发表在 *Nature*（文章标题：Observation and quantification of the pseudogap in unitary Fermi gases）。

（中国科大）

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)