

新材料监测快报

MATERIALS NEWSLETTER

2023.07

本期要目

- 《欧洲芯片法案》正式生效
- 美商务部发布芯片法案安全护栏最终规则
- 美 NSF 资助变革性材料设计、未来制造、超高强度激光设施建设
- 美 DOE 设立关键材料协作计划推进关键材料研究
- 金属有机框架超薄膜实现创纪录的氢气分离
- 蚕吐蛛丝实现高强高韧

中国新材料产业技术创新平台
中国科学院武汉文献情报中心

目 录

战略规划

《欧洲芯片法案》正式生效	1
美商务部发布芯片法案安全护栏最终规则	2

项目资助

美 NSF 投资 7250 万美元设计变革性材料	4
美 NSF 资助未来制造	6
美 DOE 设立关键材料协作计划推进关键材料研究	7
美 DOE 出资 2200 万美元支持中小企业智能化	8
EIT Manufacturing 启动 2024 第二批项目征集	8
美 NSF 资助建设超高强度激光设施 EP-OPAL	9

研究进展

金属有机框架超薄膜实现创纪录的氢气分离	10
MXene 材料制备均质化方法为量产铺平道路	11
用于量子计算的拓扑超导体	12
蚕吐蛛丝实现高强高韧	12
“固态溶剂法”制备混合基质膜	14

《欧洲芯片法案》正式生效

9月21日,《欧洲芯片法案》正式生效¹。该法案制定了一整套措施,强化欧洲芯片生产能力,建立芯片设计生态系统并支持芯片产业链创新,确保欧盟在半导体技术和应用方面的供应安全、恢复能力和技术领先地位。目标是到2030年将欧盟芯片产量全球份额由10%提高到20%。

(1) 落实欧洲芯片倡议

促进知识从实验室到工厂的转移,缩小研究创新与产业活动之间的差距,推动欧洲企业将创新技术产业化,加强欧洲在技术上的领先地位。该倡议将得到欧盟33亿欧元资金的支持,开展以下活动:建立先进的试点生产线加快创新和技术开发、开发基于云的设计平台、建立能力中心、开发量子芯片、创建芯片基金等。

(2) 鼓励公私部门资金建设芯片生产设施

吸引投资和提高半导体制造的生产能力来确保供应安全,明确成员国政府可向先进芯片制造厂提供国家补贴。为欧盟“首创”的集成生产设施(IPF)和开放式欧盟代工厂(OEF)建立一个框架,保障供应安全和建立符合欧盟利益的韧性生态系统。

(3) 欧委会和成员国间建立协调机制

欧盟委员会和成员国之间建立协调机制,加强成员国之间的合作,监测半导体的供应,估计需求,预测短缺,并在必要时启动危机警报。作为第一步,2023年4月18日已建立了半导体警报系统。任何利益相关者都可通过该系统报告半导体供应链中断情况。

《芯片联合承诺条例》也正式生效,允许实施欧洲芯片倡议的主要部分。芯片基金也将开始活动。新成立的欧洲半导体委员会也将正式运转,成为欧盟委员会、成员国和利益相关方之间进行协调的重要平台。

(冯瑞华)

¹ European Chips Act enters into force today. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_4518

美商务部发布芯片法案安全护栏最终规则

9月22日，美国商务部发布了《芯片与科学法案》（CHIPS）国家安全护栏的最终规则²。2023年3月美国政府公布了拟议规则，并收集了利益相关方的意见、建议。商务部审查并吸收了部分意见、建议以制定最终规则。该规则提供了适用于CHIPS激励计划的国家安全措施详细信息和定义。

两党已通过的CHIPS法案包含了加强国家安全的明确护栏，包括：
①禁止CHIPS奖励基金受资助者使用这些资金在美国境外建造、修改或改进半导体设施；②限制CHIPS奖励基金受资助者在授予之日起10年内投资特定国家半导体制造；③限制CHIPS奖励基金受资助者与特定实体进行联合研究或技术许可工作。如果违反上述规则，商务部可以收回整个联邦财政援助奖励。

本次最终规则提供了国家安全护栏的详细信息和定义，包括：

（1）制定标准，限制先进设施在国外的扩张

该法规禁止自授予之日起10年内在特定国家尖端和先进设施的半导体制造能力进行材料扩展。除了前端和后端工艺外，该规则还阐明了晶圆生产包含在半导体制造中。最终规则将扩大的半导体制造能力与增加洁净室或其他物理空间联系起来，并将材料扩展定义为将设施的生产能力提高5%以上，但允许通过正常的业务过程，进行设备升级和效率改进来维护其现有设施。

（2）限制遗留设施在特定国的扩张

该法规对特定国遗留设施的扩建和新建进行了限制。该规则提供了有关此限制的详细信息，禁止添加新的洁净室空间或生产线，从而导致设施的生产能力扩大到10%以上。该规则为计划扩大传统芯片设施的受资助者建立了通知流程，以便商务部可以确认受资助者遵守国家安全护

² Biden-Harris Administration Announces Final National Security Guardrails for CHIPS for America Incentives Program. <https://www.commerce.gov/news/press-releases/2023/09/biden-harris-administration-announces-final-national-security>

栏规则。

（3）将半导体归类为对国家安全至关重要

虽然该法规允许公司在有限的情况下在外国扩大传统芯片的生产，但本次规则将半导体清单归类为对国家安全至关重要，从而受到更严格的限制。该名称涵盖了具有对美国国家安全需求至关重要的独特属性芯片。半导体芯片清单是与国防部和美国情报部门协商制定的。

（4）与特定外国实体进行联合研究和技术许可工作的详细限制

该法规限制受资助者与特定外国实体进行联合研究或技术许可。特定外国实体包括受关注外国拥有或控制的实体、工业和安全局（BIS）实体清单和财政部中国军工复合体企业名单上的实体，以及法规中概述的其他实体。这一限制不适用于现有业务所必需的、不威胁国家安全的几种类型的业务，例如与国际标准有关的活动、涉及专利许可以及使受资助者能够利用代工和包装服务的活动。

（5）与美国伙伴和盟国的国际协调

美国商务部将继续与国际盟友和合作伙伴协调，以支持全球半导体生态系统，推动创新并抵御网络安全威胁、自然灾害、流行病、地缘政治冲突等。

（黄 健）

项目资助

美 NSF 投资 7250 万美元设计变革性材料

美国国家科学基金会 (NSF) 投资 7250 万美元³, 用于设计、发现和开发应对重大社会挑战所需的先进材料。2023 年度“通过材料设计变革我们的未来”(DMREF) 计划将资助 37 个为期四年的新项目, 涉及 30 个州 61 所大学的 161 名研究人员, 其中包括首次获得 DMREF 奖项的三所少数族裔机构: 佛罗里达国际大学、塔斯基吉大学和新墨西哥高地大学。项目名称及参与机构参见下表。

项目名称	参与机构
高通量筛选下一代可充电电池的电解质	北伊利诺伊大学、密歇根大学、芝加哥伊利诺伊大学
用于聚合物网络连接点的新蛋白质	华盛顿大学、西北大学
加速设计具有纳米级热机械性能控制的粘合剂	伊利诺伊大学香槟分校、普渡大学、空军研究实验室
超固态启发材料迭代设计和制造, 获得目标机械和传输特性	北卡罗来纳州立大学、加州大学洛杉矶分校、约翰霍普金斯大学
加速有机半导体系统的商业化进程	肯塔基大学、维克森林大学、普林斯顿大学、NIST
拓扑设计超高温陶瓷	阿拉巴马大学、加州大学圣地亚哥分校、科罗拉多州立大学、Plasma Processes、Ultramet、Kratos Defense & Security Solutions、Solar Turbine
利用深度学习预测扭转电子学, 开发自组装量子光子器件	宾夕法尼亚大学、东北大学、威斯康星大学
设计具有可调化合价的凝胶网络	德克萨斯大学奥斯汀分校、纽约大学、NIST
数据驱动的有机-无机混合结构预测	科罗拉多大学博尔德分校、杜克大学、新墨西哥高地大学、空军研究实验室、美国能源部能源效率和可再生能源办公室
研究红外光振动激发的有机材料结构	佐治亚理工学院、纽约市立大学高级科学研究中心、纽约市立大学皇后学院、加州大学圣地亚哥分校、加州大学河滨分校、空军研究实验室、Brilliant Matters
发现具有异质电气和机械性能的 3D 打印材料	佐治亚理工学院、佛罗里达国际大学、空军研究实验室、NIST
基于 AI 的负载单原子催化剂设计	弗吉尼亚理工大学、特拉华大学、宾夕法尼亚大学
功能聚合物的多材料数字光处理	加州大学圣巴巴拉分校、爱荷华州立大学
变革性氧化物分散强化超合金多模态设计	俄亥俄州立大学、密歇根大学、空军研究实验室、通用电气研究公司
非晶金属增材制造的仿真模型	约翰霍普金斯大学、威斯康星大学、华盛顿大学

³ NSF invests \$72.5M to design revolutionary materials.
<https://new.nsf.gov/news/nsf-invests-72m-design-revolutionary-materials>

自适应网络聚合物闭环设计	达特茅斯学院、波士顿大学、得克萨斯大学达拉斯分校、芝加哥大学、加州大学伯克利分校
外延有机电子学和光子学的知情设计	卡内基梅隆大学、密歇根大学、普林斯顿大学
用于光子集成电路的磁-电-光耦合混合超材料薄膜平台	普渡大学
用于感知分析的 DNA 纳米碳混合材料	利哈伊大学、斯隆凯特琳研究所、NIST
人工智能自动化设计超强和超弹性金属合金	密歇根大学、亚利桑那州立大学、内华达大学里诺分校
用于超荧光量子发射器的混合材料	北卡罗来纳州立大学、杜克大学、北卡罗来纳大学
通过赝自旋控制发现新型磁性材料	威斯康星大学、西弗吉尼亚大学、美国海军研究实验室
利用机器学习发现异质超合金生产加工和微结构关系	南加州大学、加州大学欧文分校、加州大学圣巴巴拉分校和 NIST
加速发现可持续生物塑料：自动、可调、集成设计、加工和建模	华盛顿大学、佛蒙特大学、杜克大学、科罗拉多大学博尔德分校、NIST、3M、清洁生产行动、微软研究院、蓝点海洋农场
合理设计用于关键元素分离的氧化还原反应材料	伊利诺伊大学、明尼苏达大学
发现、开发、设计和增材制造多主元素六方紧密堆积结构合金	加州大学伯克利分校
开发和利用准一维拓扑材料平台实现新型功能和器件	俄亥俄州立大学、得克萨斯大学达拉斯分校、加州大学伯克利分校、莱斯大学、空军研究实验室、湖滨低温电子公司、哈利伯顿公司
基于计算模拟发现和合成二维材料	奥本大学、塔斯基吉大学、密苏里科技大学
软材料的可编程设计、合成和验证	北卡罗来纳大学、卡内基梅隆大学
加速设计、发现和部署电子相变	圣母大学、西北大学、杜克大学、佐治亚理工学院、NIST、三星、美光、英特尔。
建立分子相互作用框架，设计和预测现代聚合物半导体组件	佐治亚理工学院、北卡罗来纳州立大学、NIST
利用活性流体的混沌动力学实现生物细胞卓越功能	加州大学圣巴巴拉分校、布兰迪斯大学
为下一代自旋电子装置设计材料	普渡大学、加州大学欧文分校、内布拉斯加大学、亚利桑那大学、空军研究实验室、IBM
钙钛矿量子点组件中的相干性和纠缠性设计	普渡大学、麻省理工学院、南加州大学
快速储能赝电容材料设计	加州大学洛杉矶分校、斯坦福大学

(冯瑞华)

美 NSF 资助未来制造

“未来制造计划”启动于 2020 年，旨在寻找制造业解决方案，克服当前科学、技术、教育、经济和社会障碍，为美国企业提供新的制造能力。四年来，美国国家科学基金会（NSF）向该计划的投资总额逾 1.37 亿美元。

2023 年，NSF 向“未来制造计划”注资超过 3500 万美元，总共有 21 项资助，其中包括 10 项研究资助，每项四年内获得高达 300 万美元的资助，用于重大领域的融合研究，包括基础研究、劳动力发展等；还有 11 项种子资助，每项两年内获得最高 50 万美元的资助，用于发展多学科团队并产生初步结果，进而提出研究资助提案⁴。

这些资助侧重于三个领域：①生物制造研究，利用生物学和/或将生物材料整合到制造中；②网络制造研究，变革制造业的可预测性、安全性、可靠性和效率；③生态制造研究，重新设计整个制造生命周期和供应链，以实现可持续性目标。

（1）研究资助

下一代钙钛矿半导体大规模制造；通过制造、人工智能和材料科学的融合实现材料按需制造；新一代硅酸盐胶凝材料的环保制备；通过低能耗生物过程实现生物矿化基础设施材料的制造、维护和再利用；利用大麻衍生物实现可持续生物塑料的循环制造；利用电化学制造和电网之间的时空相互依赖性来优化灵活性和可持续性；制造超高密度的 DNA 纳米电子系统；太空制造可持续性；细胞外囊泡疗法的生物制造使能技术；6G 推动的未来制造等。

（2）种子资助

全息光学处理器的 3D 打印；利用生物质衍生呋喃和 CO₂ 电催化生产有价值的聚合物原料；细菌碳存储聚合物的无细胞合成方法；镍基高温合金 Inconel 718 可重复增材制造的工艺-结构-性能-表面关系不确定

⁴ NSF invests \$35M in future manufacturing.
<https://new.nsf.gov/news/nsf-invests-35m-future-manufacturing>

性的量化；微藻蛋氨酸的生物制造；通过人工智能引导传感和材料建模实现生物基建筑材料的水下增材制造；用于下一代光子学和量子计算的场辅助纳米组装系统；整合生物过程和合成生物学用于未来工业产品的生物制造；制造设计自动化的学习基础模型；压电生物晶体薄膜的界面导向制造；整合电化学和代谢工程用于生产碳中和氨等。

（万 勇）

美 DOE 设立关键材料协作计划推进关键材料研究

9 月，美国能源部（DOE）设立了首个关键材料协作计划（Critical Materials Collaborative, CMC），并宣布出资 1000 万美元开展“关键材料加速器计划”（Critical Materials Accelerator Program）⁵。

CMC 愿景是整合 DOE 和联邦政府的关键材料应用研究、开发与示范，加速美国国内关键材料供应链的发展。这是一种创新型的连接模式，通过加快跨领域应用研发与示范的商业化，推动创新生态系统的发展，从而实现对关键材料的相关支持支撑。CMC 串联起 DOE 在整个创新链条上的资助，如关键材料创新中心（原名关键材料研究所）、关键材料加速器计划，以及本月早些时候的关键材料资助公告等。

通过加速器计划资助的项目将推动相关技术或工艺原型化并走向成熟，以应对高影响领域的关键材料挑战，包括用于电动汽车和风力涡轮机发电机的稀土磁铁。该计划还将推动早期科学技术解决方案的研究走向商业化。此外，加速器计划还可通过试点规模项目进行示范展示，如化石能源与碳管理办公室拟提供 1.5 亿美元推进具有成本效益和对环境负责的工艺流程，进行关键矿物和材料的生产与精炼。

（闫泽坤）

⁵ DOE Launches Critical Materials Collaborative to Harness and Unify Critical Materials Research Across America's Innovation Ecosystem.
<https://www.energy.gov/eere/articles/doe-launches-critical-materials-collaborative-harness-and-unify-critical-materials>

美 DOE 出资 2200 万美元支持中小企业智能化

美国能源部(DOE)宣布在州级制造业领导计划(State Manufacturing Leadership Program)框架下向 12 个州的智能制造项目投资 2200 万美元,帮助各州消除阻碍中小型制造商利用创新、数据驱动工具和技术的障碍,提高生产效率,降低成本,并减少有害排放⁶。

美国制造业碳排放量占全美 1/6 以上,占能源使用量的近 1/4。智能制造可促进互联互通,提高生产并提高制造过程的整体效率。这些完全集成和协作的制造系统实时响应生产设施和供应网络中不断变化的需求和条件。高性能计算可以实现更快、更准确的建模、模拟和数据分析,以解决技术问题,并减少开发过程中成本高昂的“试错”步骤。由于成本高昂,人员配备和培训资源不匹配,大多数中小企业目前没有采用智能制造或高性能计算技术。

为了降低中小企业使用智能化解决方案的门槛,能源部选定 12 个州,创建新的或扩大现有的州级项目,以支持 3500 多个中小企业访问智能制造技术、实践经验和/或高性能计算资源。这些计划将为中小企业提供各种各样的资源,如技术援助、培训、设施评估、推行学徒制,以及实施智能制造改进的直接财政援助等。这些计划还将优化美国智能制造生态系统,从而帮助中小企业更好地采用智能制造技术。

(黄 健)

EIT Manufacturing 启动 2024 第二批项目征集

欧洲制造业创新与技术研究院(EIT Manufacturing)发起 2024 第二批项目征集,本次项目征集分为创新、区域创新及教育等领域八项主题,参见下表⁷。

⁶ Biden-Harris Administration Announces \$22 Million to Support Smart Manufacturing at Small- and Medium-sized Facilities Across the Nation. <https://www.energy.gov/articles/biden-harris-administration-announces-22-million-support-smart-manufacturing-small-and>

⁷ EIT Manufacturing invites submissions to the 2nd Call for Proposal 2024. <https://www.eitmanufacturing.eu/calls/second-call-for-proposals-2024/>

领域	主题	说明
创新	通过数字化解决方案优化生产流程并提高资源效率	实时数字孪生和基于人工智能的解决方案开发和商业化，允许监控制造过程并帮助实现生产线实时配置 以提高能源和资源效率为目标的解决方案开发和商业化
	可持续和以人为本的制造业	通过人机协作和先进技术、机器人、人工智能、增强现实、虚拟现实等提高生产力、安全性、决策和控制，为劳动者提供支持
	通过循环商业模式和新技术实现环境可持续制造	规模化生产技术开发和商业化，通过减少资源消耗和增加回收材料的使用来提高生产过程的效率 新的、可规模化生产的循环商业模式开发和商业化
区域	中小企业的公平、绿色和数字孪生转型	该活动应展示如何在实践中帮助当地中小企业满足需求
创新	推动深度技术创新的广泛采用	旨在支持创新解决方案的项目
教育	可持续性——识别和应用可持续制造技术的技能	
	数字化——识别和发展技能以定义和执行数字化转型路线图	
	通过循环商业实现环境可持续制造业未来趋势——促进循环经济相关的再制造及关键资源和新技术的教育及培训	

(黄 健)

美 NSF 资助建设超高强度激光设施 EP-OPAL

高强度激光开启了大量开创性的科学研究——从等离子体科学到粒子加速，从实验室天体物理学到激光驱动的核物理学，并促进了相关技术的科学、医学、商业和工业应用。超高强度激光设施有可能成为全球科学界独特的开放获取资源。9月，美国国家科学基金会（NSF）宣布将在未来三年向罗切斯特大学提供约1800万美元的资助，用于EP-OPAL关键技术的设计和原型验证。作为NSF“中等规模研究基础设施-1”计划的一部分，本次资助将推动美国位居全球科学和工程前沿领导地位⁸。

EP-OPAL是一个用于研究超高强度激光物质相互作用的新设施，建成后将坐落于罗切斯特大学激光能量学实验室（Laboratory for Laser Energetics, LLE）。EP-OPAL是激光器OMEGA EP耦合光参量放大器线

⁸ NSF funds multi-institutional design of world-leading EP-OPAL laser at Rochester.
<https://www.rochester.edu/newscenter/nsf-funds-multi-institutional-ep-opal-laser-design-568092/>

路（Optical Parametric Amplifier Lines, OPAL）的缩写，其设计目的是将该实验室 OMEGA 和 OMEGA EP 这两个非常强大的激光器整合在一起，并充分利用高能 OMEGA EP 激光器的功能。EP-OPAL 项目充分整合了美国合作机构的专业知识、资源和人才，包括六所大学和一家私营公司：布法罗大学、加州大学欧文分校、圣母大学、马里兰大学、密歇根大学、俄亥俄州立大学和马萨诸塞州普利茅斯光栅实验室。

（蒿巧利）

研究进展

金属有机框架超薄膜实现创纪录的氢气分离

金属有机框架材料（MOFs）是一类含有纳米级孔隙的材料，尤其适用于从氮气中分离氢气，这对清洁能源生产、燃料电池效率、氨合成和各种工业流程至关重要。瑞士洛桑联邦理工学院（EPFL）Kumar Varoon Agrawal 教授领导的研究团队开发了厚度仅为一个单胞的沸石咪唑啉框架 MOFs 薄膜，该超薄薄膜的氢氮分离性能达到了创纪录的高度⁹。

研究人员采用了一种创新的结晶方法，将超稀释前驱体混合物与底层结晶基底精确对准，仔细控制前驱体浓度以及与基底的相互作用，抑制平面外生长，解决了薄膜制造的常见问题。在室温下，几分钟内制造出宏观上均匀一致的二维 MOFs 薄膜，厚度仅为两个纳米。该工艺可以扩展到制备面积达数百平方厘米的薄膜，突破了传统方法制备薄膜厚度（50 nm）限制。该薄膜实现了氢通量和选择性的完美结合，为高效气体分离应用带来了巨大潜力。

上述研究工作发表在 *Nature Materials*（文章标题：Unit-cell-thick zeolitic imidazolate framework films for membrane application）。

（冯瑞华）

⁹ Ultrathin films achieve record hydrogen separation.
<https://actu.epfl.ch/news/ultrathin-films-achieve-record-hydrogen-separation/>

MXene 材料制备均质化方法为量产铺平道路

MXene 是一类具有二维层状结构的过渡金属碳化物或氮化物材料，具有独特的物理化学性质，但面临的一大挑战是高质量规模化制备。实现 MXene 材料高质量规模化制备，需要 MXene 纳米片的形貌和物理化学性质保持一致性。韩国科学技术研究院 Seung-Cheol Lee 领导的研究团队开发出一种新方法，利用纳米材料 MXene 的磁阻特性预测表面分子分布情况，为简化质量控制和进行批量生产铺平了道路¹⁰。

研究团队根据导电性或磁性随表面分子变化的规律，开发出二维材料性能预测程序，可计算 MXene 的磁传输特性，快速分析出吸附在表面上的分子类型和数量，而以往使用高性能电子显微镜分析需要花费几天时间。该表面分子分析新方法可轻松地对所制备的材料进行分类，将该成果与实验研究相结合，有望有效控制生产过程，克服以往制备方法的不足，大规模生产出具有均匀质量的 MXene 材料。

霍尔系数是描述半导体材料电荷携带特性的物理常数，基于数值大小具有不同的应用。如果该值小于 1，则可以应用于高性能晶体管、高频发生器、高效传感器和光电探测器；如果该值大于 1，则可以应用于热电材料和磁传感器。研究团队通过二维材料性能预测程序分析 MXene 的表面，可以预测霍尔系数会因表面分子类型的不同而发生巨大变化。研究小组使用罗德迭代法计算了 Sc_2CF_2 、 Sc_2CO_2 和 $\text{Sc}_2\text{C}(\text{OH})_2$ 三种 MXene 材料的霍尔系数， Sc_2CF_2 的霍尔系数值最高为 2.49； Sc_2CO_2 的霍尔系数则非常小，仅为 0.5； $\text{Sc}_2\text{C}(\text{OH})_2$ 的霍尔系数达到了所谓的理想值为 1，这使研究人员能够分析 MXene 材料的分子分布。

上述研究工作发表在 *Nanoscale*（文章标题：Can magnetotransport properties provide insight into the functional groups in semiconducting MXenes?）。

（冯瑞华）

¹⁰ MXene, a dream new material, paves the way for mass production.
<https://eng.kist.re.kr/eng/newscenter/latest-research-news.do?mode=view&articleNo=9406>

用于量子计算的拓扑超导体

量子计算机使用量子比特处理信息，而量子比特基于脆弱、短暂的量子力学状态。为了使量子比特稳定可靠，并适合于各种应用，美国橡树岭国家实验室 Robert Moore 率领的研究团队尝试开发一种新的材料系统¹¹。

研究人员将没有电阻的超导体与表面导电、内部绝缘的拓扑绝缘体结合在一起，在具有不同原子对称排列的晶体薄膜之间形成了泾渭分明的界面。这种新型界面可能会产生奇异的物理学，并承载一种独特的量子构件，具有作为高级量子比特的潜力。该团队目标是利用具有更强大量子力学特性的材料制造量子比特，目前他们已经掌握如何独立控制拓扑绝缘体和超导体的电子结构，这样就可以在该界面上定制电子结构。控制界面两侧的电子结构可以在材料内部产生马约拉纳粒子，这是以前从未有过的。

上述研究工作发表在 *Advanced Materials* (文章标题: Monolayer Superconductivity and Tunable Topological Electronic Structure at the Fe(Te,Se)/Bi₂Te₃ Interface)。

(蒿巧利)

蚕吐蛛丝实现高强高韧

东华大学孟清教授、西南大学夏庆友教授率领的联合研究团队利用转基因蚕合成蜘蛛丝，兼具高强度和高韧性，有望成为合成纤维的绿色替代品¹²。

研究人员将蛛丝蛋白基因引入蚕的 DNA 中，利用 CRISPR-Cas9 基因编辑技术和数十万次显微注射到受精卵中的方法，在蚕的腺体中表达蛛丝蛋白。这是首个完整全长的蜘蛛丝蛋白纤维。该蜘蛛丝纤维具有

¹¹ Researchers advance topological superconductors for quantum computing.

<https://www.ornl.gov/news/researchers-advance-topological-superconductors-quantum-computing>

¹² 《科学》网站报道生物与医学工程学院转基因蚕绿色生产蜘蛛丝方向的重要进展。

<https://news.dhu.edu.cn/2023/0921/c6406a419476/page.htm>

1299 MPa 的高拉伸强度和 319 MJ/m³ 的卓越韧性，这个韧性是杜邦用于防弹衣的凯夫拉纤维的 6 倍。

在该研究中，研究人员首次探究并界定了材料强度与韧性的“本质”，并开创了两个新的理论：分子间非共价键能密度理论（INCBED）和平均单分子间非共价键能密度理论（average single-molecule intermolecular non-covalent bond energy density, ASM-INCBED），有望用于指导高性能材料的设计与改良。



转基因蚕吐出的蛛丝蛋白纤维

上述研究工作发表在 *Matter* (文章标题: High-strength and ultra-tough whole spider silk fibers spun from transgenic silkworms)。

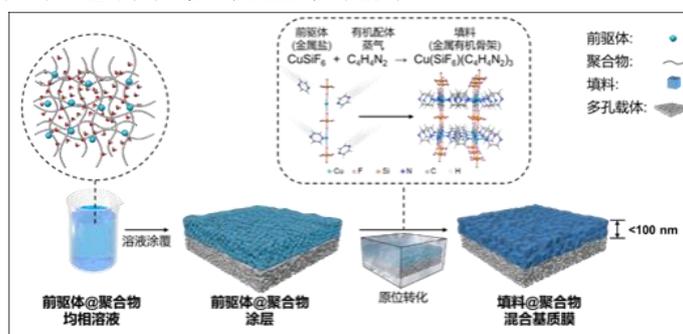
(东华大学)

“固态溶剂法”制备混合基质膜

与传统分离技术相比，膜分离技术具有能耗低、环境友好等优势，但由于渗透性和选择性等的制约，发展受到一定制约。将高性能无机填料掺杂在聚合物中用于制备混合基质膜，有望突破这一瓶颈，但又存在填料团聚、界面缺陷等挑战。

南京工业大学金万勤、刘公平教授率领的研究团队提出“固态溶剂法”，首次从实验上证明了超薄超高掺杂混合基质膜的可行性，也为发展基于纳米材料的超薄分离膜及功能涂层提供了新思路 and 理论技术基础¹³。

研究人员将聚合物作为固态溶剂，溶解填料前驱体，并涂覆在多孔载体表面，形成超薄膜层，之后再将聚合物中的前驱体原位转化成填料。相较于传统的“合成填料-分散填料-填料与聚合物混合”复杂工艺，该方法仅需在聚合物中溶解高含量前驱体，即可实现填料的均匀超薄化掺杂，同时有利于填料之间形成贯穿孔道，为分子提供超快传输通道。实验显示，该方法制备的混合基质膜厚度仅有 50 nm，填料掺杂量高达 80% 以上，膜渗透性和选择性实现量级提升。



混合基质膜制备示意图

上述研究工作发表在 *Science*（文章标题：Solid-solvent processing of ultrathin, highly loaded mixed-matrix membrane for gas separation）。

（南京工业大学）

¹³ 《Science》报道我校金万勤团队在膜领域的重大突破“固态溶剂法制备超薄超高掺杂量的混合基质膜”。
<https://www.njtech.edu.cn/info/1058/8711764.htm>