

先进制造与新材料动态

ADVANCED MANUFACTURING AND MATERIALS NEWSLETTER

监测快报

2023 第03期
(总第409期)

本期重点

- 世经论坛发布《未来产业战略》白皮书
- 美印关键和新兴技术倡议正式启动
- 美 DoD 发布《小企业战略》报告
- 英推动电池技术研发
- 美 NSF 与企业合作推进半导体计划

目 录

专 题

世经论坛发布《未来产业战略》白皮书 1

战略规划

美印关键和新兴技术倡议正式启动 4

美 DoD 发布《小企业战略》报告 5

项目资助

英推动电池技术研发 7

美 NSF 与企业合作推进半导体计划 9

美 DARPA 宣布开发用于 3HDI 的热管理系统 10

研究进展

氧化二维材料修复技术 11

MXene 织物超级电容器为可穿戴设备供电 11

非外延式单晶二维材料生长 12

新型仿蚱蜢材料可跃过自身厚度的 200 倍 13

世界经济论坛发布《未来产业战略》白皮书

1月，世界经济论坛发布《未来产业战略：韧性制造业面临的五大挑战》（*The Future of Industrial Strategies: Five Grand Challenges for Resilient Manufacturing*）白皮书。该白皮书是由世界经济论坛、联合国工业发展组织、剑桥大学联合推出，其目的是为下一代工业战略的设计和开发提供信息，为政府和企业提供交流平台，并阐明最新的全球趋势和优先事项。

一、三大全球趋势为制造业生态系统带来机遇和挑战

（1）地缘政治趋于紧张

政治转变、保护主义、俄乌冲突、新冠疫情等引发的供应链冲击和日益激烈的人才竞争，使政府和企业面临诸多脆弱性，包括能源价格上涨、全球短缺和关键零部件的物流延误等。影响：地缘政治趋于紧张正在挑战所有制造业部门的战略和运营模式，并将政府和企业的注意力转移到韧性和安全性上。因此，许多政府和企业已经开始探索如何对全球化和国际贸易采取更具区域性、友岸外包（*friend-shoring*）或近岸外包（*near-shoring*）的方式。

（2）技术创新速度加快

世界正处于前所未有的速度和范围的技术变革之中，跟上新技术对发展经济至关重要。然而技术进步也在引发激烈竞争，加速网络犯罪，扩大领先者和落后者之间的现有技术差距。影响：使技术采用和创新成为制造战略的关键基石，对企业竞争力至关重要。正如联合国工业发展组织《2020年工业发展报告》（*Industrial Development Report 2020*）所强调的，采用新的先进制造技术带来的经济效益包括但不限于提高生产率以及更容易进入国际市场和价值链，并将鼓励产业结构升级，同时增强供应链韧性和强化劳动者能力。

(3) 气候变化影响加剧

几十年来，气候变化一直是全球威胁，但其迅速扩大的影响正迫使政府和企业作出新的承诺，并探索更快见效的新脱碳战略。影响：与气候相关的压力要求政府和制造业企业在短期内适应，在长期内转型。在这种情况下，将工业产出与二氧化碳排放脱钩、供应链脱碳、综合考虑关键材料未来需求与当前储量的新战略将至关重要。

二、制造业五大挑战及应对措施

随着上述三大趋势继续影响经济社会发展，为推动产业转型和创造新的社会和经济价值带来了独特的挑战和机遇。这就要求政府和制造商联合起来，合作重新思考工业战略，并制定新的工业议程。应围绕以下五大主要挑战采取具体的可行动的应对措施及应对举措（下表）。

挑战	应对措施
生产运营、产品和供应链脱碳	提高资源效率、改进材料替代、提高能源效率、启用清洁燃料、推进碳捕获和储存、收集更好的数据并建立数字标准、在碳密集型行业制定具体行动。
增强供应链韧性	提高对供应链的理解和端到端可视性、建设国内生产能力、冗余、储备、可信的伙伴关系和从附近国家采购、支持业务连续性规划的制定和实施、加强国际协调与合作、鼓励使用可增强产业链韧性的技术。
加快推广新工业技术	汇集整个制造系统参与者的专业知识、与一系列研究参与者建立协作联系、为知识交流提供示范设施和支持网络、为制造商在现有生产线中采用新技术提供技术援助、投资支持基础设施、与发展中国家的研究机构 and 工业网络合作。
确保劳动力满足制造业需求	在雇主和培训提供者之间建立更牢固伙伴关系、支持在职培训和学徒制、转变公众对制造业的过时看法、扩大和多样化制造业劳动力的人口基础、发挥劳动者在新技术采用上的核心作用、提供再培训计划（特别是针对弱势群体）、建立安全网以帮助失业者平稳过渡。
将商业价值与社会及环境责任联系起来	减少性别差异以促进制造业的多样性、确保新技术的安全、道德和监管安全、使用预测性维护、无人机和数据分析等解决方案以减少工人面临的安全风险、探索新形式的公司所有权和治理潜力。

三、建议

未来成功的制造业竞争性战略需要回答关键问题，包括政府和行业应优先考虑哪些政策应对措施，以及这些应对措施如何适用于各自的国家背景。

必须与制造商协商采取行动。由于应对上述五大挑战需要包括政府大量投资等新举措，因此资本分配必须负责任且可行。通过将社会责任纳入新的商业模式、促进环境转型、增加劳动力并为其他破坏性挑战做好准备来建立韧性产业链可能不会立即产生回报。然而，随着时间的推移，这些投资终将获得回报。因此，了解哪些应对措施对于平衡未来竞争力和实现国家目标最为重要，仍然是任何工业战略的关键组成部分。

政府和行业必须根据本国情况制定政策。例如，在某些情况下，材料替代可能最好通过税收和补贴来实现，而在其他情况下则需要开展提高公众认识的运动。政策类型取决于多种因素，包括各自行业的成熟度、行为见解和国家优先事项等。因此，即使各国政府确定了最重要的应对措施，如何在特定环境下适应和转型的问题仍然至关重要。确定哪些政策在特定环境下有效，需要了解当地的条件和需求，以及获得最佳做法和共享思想。

利用与政府和企业讨论的初步见解作为未来产业战略设计和发展的知识库。这项工作将收集专业知识和经验，提供知识共享机制，并随着产业战略制定工作不断推进，通过易于访问的工具交流见解。具体而言，下一步将是与利益相关者进行磋商，以收集过去取得成功的经验，政府如何优先考虑现有选项，以及采取哪些不同的行动。这一深入探索将揭示哪些因素、机制和过程对设计成功的产业战略最为重要。

黄 健 编译自[2023-01-31]

The Future of Industrial Strategies: Five Grand Challenges for Resilient Manufacturing

https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Future_of_Industrial_Strategies_2023.pdf

美印关键和新兴技术倡议正式启动

1月31日，美国与印度国家安全顾问在华盛顿特区主持了美印关键和新兴技术倡议（iCET）开幕会议，双方讨论了在关键和新兴技术、共同开发与生产等方面加强合作的机会，以及深化整个创新生态系统的互联互通方式，并确定将生物技术、先进材料和稀土加工技术等领域为未来合作的领域。随后美国白宫公开发布了倡议的具体内容，主要包括以下6个合作内容。

（1）强化创新生态系统

美国国家科学基金会和印度科学机构之间签署了研究机构伙伴关系实施计划，扩大在人工智能、量子技术和先进无线技术等一系列领域的双边合作；建立由官产学研参与的印度-美国联合量子协调机制，以促进研究和工业合作；制定值得信赖的人工智能共同标准和基准；促进高性能计算方面的合作，包括与国会合作降低美国向印度出口高性能计算技术和源代码的壁垒等。

（2）国防创新与技术合作

制定新的双边国防工业合作路线图，以加快两国之间的技术合作，促进联合开发和生产，重点包括喷气发动机、弹药相关技术等；迅速审查通用电气与印度联合生产喷气发动机的申请；加强长期研发合作，重点是确定海上安全和情报监视侦察作战用例；启动连接美国和印度的国防初创企业的“创新桥”等。

（3）合作打造韧性半导体供应链

加强在半导体供应链韧性方面的双边合作，支持在印度发展半导体设计、制造和加工生态系统。重点举措包括：在美国半导体行业协会（Semiconductor Industry Association, SIA）与印度电子半导体协会（India Electronics Semiconductor Association, IESA）之间建立特别工作组，以

确定近期的产业机会，并促进互补的半导体生态系统的长期战略发展；工作组还将向商务部和印度半导体代表团提出建议，说明需要克服的机遇和挑战，以进一步加强印度在全球半导体价值链中的地位。

(4) 太空合作

主要举措包括：加强宇航员培养等载人航天方面的合作；以 NASA 商业月球有效载荷服务、美印民用空间联合工作组等为抓手推动两国商业部门合作；扩大“专业工程师和科学家交流计划”(Professional Engineer and Scientist Exchange Program, PESEP)；实现双方太空主管部门官员互访；将行星防御纳入美国-印度民用空间联合工作组议程等。

(5) 科学、技术、工程和数学 (STEM) 人才培养

美国大学协会和印度主要教育机构将建立联合工作组，为研究和大学合作提出建议。

(6) 下一代电信技术合作

启动关于电信和法规的公私对话；推进 5G 和 6G 的研发合作，在印度推广开放式无线接入网络。

黄 健 编译自[2023-01-31]

FACT SHEET: United States and India Elevate Strategic Partnership with the initiative on Critical and Emerging Technology (iCET)

<https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/01/31/fact-sheet-united-states-and-india-elevate-strategic-partnership-with-the-initiative-on-critical-and-emerging-technology-icet/>

美 DoD 发布《小企业战略》报告

1 月 26 日，美国国防部 (DoD) 发布《小企业战略》(*Small Business Strategy*) 报告。该战略旨在通过减少进入壁垒、增加“预留”类别竞争和提升项目效应等来发展工业基础，从而促进强大、充满活力的小企业工业基础。小型企业数量占美国国防工业基础中的 73%，是国家安全和

国防使命的重要贡献者。该战略将通过三个目标帮助国防部充分利用小企业的潜力，并且侧重于加强与行业的接触，包括提供更多的工具和资源。国防部位于全国各地的 96 个 APEX 加速器（以前称为“采购技术援助中心”）将促进这一参与和培训工作，帮助他们找到与国防部开展业务的机会，并加速其进入国防市场。具体措施如下：

（1）针对小企业项目实施统一管理方法

国防部的小企业项目、活动和劳动力分布在各军种和国防机构。这种分布虽然有一些益处，但也常常导致小企业对如何参与和利用相关项目、以及如何向国防部提供多样化的商品和服务感到困惑。为解决这一问题，国防部将为相关项目制定和实施统一的管理结构，发展统一的小企业专业人员队伍，简化切入点，并改善接触方式。

（2）确保国防部的小企业活动符合国家安全优先事项

国防部必须采取行动，吸引小企业进入国防市场，同时考虑到它们的商业增长目标。国防部将通过努力稳定和扩大现有计划，帮助小型技术和制造企业向作战人员提供服务，利用数据工具了解和扩大小型企业的参与和支出，确保开展小型企业活动，以推进国防优先事项，扩大小企业专业人员和高级领导人在小企业事务上的政策和流程参与。

（3）加强部门对小企业的参与和支持

为了使国防部有效地支持小企业，国防部必须提高其与小企业进行有效接触的能力，并确保小企业能够理解和使用国防部最新的项目和政策。此外，国防部应提供培训和其他资源，帮助小企业增强其抵御网络威胁、知识产权侵权和外国入侵的能力。这些努力有助于降低国防部供应链的脆弱性。

董金鑫 编译自[2023-01-27]

DOD releases Small Business Strategy

<https://www.afrl.af.mil/News/Article-Display/Article/3281382/dod-releases-small-business-strategy/>

英推动电池技术研发

1月26日，英国创新机构（Innovate UK）发布了“法拉第电池挑战赛”的17个新项目，将总共资助2760万英镑，推动英国电动汽车电池技术创新。这些项目将通过建设并保护英国供应链、提升电池性能、降低电池成本、开发更高效更具全球竞争力的制造工艺、开发更具可持续性的电池、加速电池技术开发及放大等多种形式提升英国在整个电池价值链中的竞争力。

研究主题	主要研究内容
可行性研究	
1 用于锂离子电池的薄而轻的集流体	开发轻量化、低成本的聚合物集流体，取代铝箔和铜箔集流体。预计将使得典型的 50 kg 汽车电池组减轻 4 kg 重量。
2 利用振荡折流板反应器或结晶器技术连续制造锂离子电池正极材料	验证利用该技术制备镍盐、钴盐和锰盐前驱体材料的可行性，并为将来扩大到商业规模提供所需的工程数据；确定新工艺的参数及其技术优势。
3 用于高功率电极的增强型碳纳米管	将高导电性超长碳纳米管用于负极材料，推动电池实现高功率、高能量密度和长循环寿命。
4 利用数字孪生助力电池超级工厂提质增效	利用数字孪生技术，探索 CT 扫描作为先进分析工具的有效性，更快速准确地识别、分析和解决质量缺陷。
5 电池组演示正常运行期间的温度监控、冷却和加热	创建一个智能电池模块，可以监测和控制其自身的温度曲线。
协同研发	
6 电子束电池焊接	展示使用比激光焊接快 20 倍的工艺制造的电池组。

		同时，由于电子束不会受到铜和铝反射率的影响，可使得焊接具有更优的一致性和可靠性。
7	实现极致汽车电源	将超快速充电电池技术推向市场，为汽车及其他行业的关键需求提供解决方案。这种创新电池可将车辆充电时间从数小时降至数分钟。
8	用于提高电池性能的涂层集流体	利用有机聚合物、粘合剂和导电材料降低接触电阻，防止腐蚀并增加附着力；验证相关涂层技术在连续卷对卷环境中以及圆柱形电池生产中的性能。
9	通过工业流程和标准构建智能三维电极锂离子电池	通过采用 AI 设计新型集流体、利用自动化涂层定制电极等，将技术成熟度提升到 7，为全面商业化做准备
10	下一代磷酸铁锂正极材料	满足用户需求：更高的功率密度和放电率；成本降低约 30%（或容量增加约 30%）；重量和材料消耗减少 20%；克服低温容量衰减，在高放电倍率下实现低温容量 3 倍提升；安全性与可靠性；供应安全等。
11	从多化学组成、报废的电动汽车电池中回收关键金属，转化为正极活性材料	重点是优化新型湿法冶金方法，处理含有多种报废电池化学物质的黑色物质，回收关键金属，并确保一致地生产高质量、量身定制的正极活性材料。
12	用于虚拟建模和优化的电池参数数据库	组织利用数据和建模的力量来加速电池开发，允许客户访问内部高质量电池数据集和电池模型。
13	具有高能量密度的新型生物质负极技术和硅电极	开发新的硅负极材料和高硅含量电极，实现更高能量密度的锂离子电池；通过电极结构和循环电池分析的反馈来支持优化。
14	为汽车市场开发商业可行的准固态锂硫电池	开发准固态锂硫电池，有望显著提高循环次数，提升电池能量密度，拓宽电池工作温度范围。
15	固态电池的高硅含量正	开发多层固态软包电池，实现比锂离子电池更高的

极	安全性和性能
16 从升级后的黑色物质中回收电池级材料	利用新型分层、磁性、静电和膜分离技术分离出纯度 $\geq 89\%$ 的正极和 $\geq 94\%$ 的纯负极黑色物质（竞争对手的纯混合黑色物质均低于 89%），以 6 英镑/公斤的价格实现电池级正极活性物质回收；从含镍和钴的生产废料中直接回收正极，无需湿法冶金，并可在新电池中直接重复使用；利用静电和磁选工艺处理粗碎材料（2-6 mm），防止致癌粉尘形成，显著降低工人的健康安全风险。
17 Gamma	开发集成结构电池组和无线通信电池单元，提高汽车电池的效率、可靠性和可持续性。

万 勇 编译自[2023-01-26]

Delivering the future of battery technology

<https://www.ukri.org/news/delivering-the-future-of-battery-technology/>

美 NSF 与企业合作推进半导体计划

1 月 26 日，美国国家科学基金会（NSF）宣布与爱立信、IBM、英特尔和三星联合投资 5000 万美元建立合作伙伴关系，作为“未来半导体计划”（Future of Semiconductors, FuSe）的一部分，支持下一代半导体设计与制造。

NSF 主任在讲话中指出，未来半导体和微电子将需要包含材料、设备和系统等领域的跨学科研究，以及学术和行业领域全方位人才的参与。这样的伙伴关系对于满足研究需求、激励创新、加速将成果转化为市场产品，以及为未来的劳动力做好准备至关重要。

此次合作，将资助培养科学和工程研究人员广泛联盟的项目，以追求整体的“协同设计”方法。通过支持材料、器件、架构、系统和应用的复合型研究人员，以集成的方式设计和开发新的半导体技术。协同设

计方法同时考虑了设备/系统的性能、可制造性、可回收性，以及对环境的影响。

美国国内的半导体短缺，加上全球疫情的复杂情况，使得芯片行业难以满足对芯片产品日益增长的需求。虽然美国的需求量很大，但全球芯片供应中，只有约 10%是在美国国内生产。通过此次这种公私合作伙伴关系进行的投资，将激励研究和创新来解决这个问题，进而在半导体和微电子技术方面取得突破，并助力拓展应用。

万勇 编译自[2023-01-26]

NSF announces nearly \$50 million partnership with Ericsson, IBM, Intel, and Samsung to support the future of semiconductor design and manufacturing

<https://beta.nsf.gov/news/nsf-announces-nearly-50-million-partnership>

美 DARPA 宣布开发用于 3HDI 的热管理系统

三维异构集成（3HDI）微电子技术可以将不同的电路类型和材料集成在一个 3D 层堆栈中，具有巨大的性能优势。然而，热管理方面的挑战阻碍了其应用。1 月 23 日，美国国防部先进研究计划局（DARPA）宣布设立用于三维异构集成的微型集成热管理系统（MiniTherms3D）项目。该项目旨在从多个角度解决这一问题，从而使美国国防部能够将高性能 3HDI 应用到包括对无人机平台进行并行雷达处理，以及在移动和边缘进行高速、大容量数据分析等方面。

该项目具体要求包括：构建五层 3D 堆叠，并且其总散热量应大于 6.8 kW，排热系统体积小于 0.006 m³。项目所提出的热管理方法必须与给定应用的电气设备和互连性能目标完全兼容。

董金鑫 编译自[2023-01-25]

This Chilling Effect on Stacked Chips Could Ignite Computing at the Edge

<https://www.darpa.mil/news-events/2023-01-25a>

氧化二维材料修复技术

二维材料 MXene 具有优异的性能和潜力，但实际应用受到其氧化敏感性的限制。氧化后的材料性能和寿命都会受到严重的影响。澳大利亚皇家墨尔本理工大学 Leslie Y. Yeo 教授带领的研究团队开发出纳米级高频振动方法，能够有效地修复氧化的 MXene。这一技术将有望使 MXene 制作的电池组件寿命延长三倍，并为纳米材料在储能、传感器、无线传输和环境修复等领域的广泛应用打开了大门。

研究人员将氧化的微米或纳米厚度的 MXene 膜，进行一分钟的 10 MHz 纳米级机电振动，可以显著去除其表面氧化层，同时保持其结构和特性。测试表明其电化学性能恢复到原始值的 98%。在 10 A/g 的电流下，充放电 10000 次后，电容保持率约为 93%。

上述研究工作发表在 *Nature Communications* (文章标题: Recovery of oxidized two-dimensional MXenes through high frequency nanoscale electromechanical vibration)。

董金鑫 编译自[2023-01-25]

Recyclable mobile phone batteries a step closer with rust-busting invention

<https://www.rmit.edu.au/news/all-news/2023/jan/rust-busting-invention>

MXene 织物超级电容器为可穿戴设备供电

美国德雷塞尔大学 Yury Gogotsi 研究团队采用二维材料 MXene 设计出一种柔性可穿戴超级电容器贴片，该电容器可以在几分钟内充电，并为 Arduino 微控制温度传感器和数据无线电通信供电近两个小时。这种织物超级电容器贴片经受住作为纺织品的严酷考验，而且还能储存和提供足够的电力，有望在柔性电子产品领域获得广泛应用。

为制造超级电容器，研究团队将小块的棉织品浸入 MXene 溶液中，然后在氯化锂电解质凝胶上分层。每个超级电容器单元由两层涂有

MXene 的棉织品和一个由棉纺织品制成的电解质隔板组成。为了使贴片有足够的能量来运行 Arduino 可编程微控制器，研究团队将五个电池单元堆叠在一起，创建了能够充电到 6 V 的电源组。性能最佳的织物超级电容器为 Arduino Pro Mini 3.3V 微控制器供电，该微控制器能够在 96 分钟内每 30 秒无线传输一次温度，而且在 20 多天的时间里一直保持着这种性能水平。

MXene 织物超级电容器贴片经受住作为纺织品的严酷考验，而且还能储存和提供足够的电力，提供了一种基于纺织品的储能解决方案，将在柔性电子产品领域获得广泛应用。

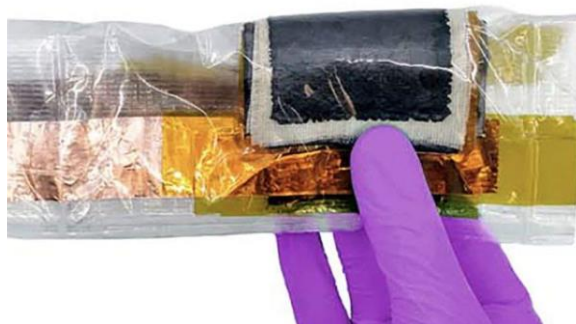


图 织物超级电容器贴片为微控制器供电

上述研究工作发表在 *Journal of Material's Chemistry A* (文章标题: Wearable energy storage with MXene textile supercapacitors for real world use)。

冯瑞华 编译自[2023-01-30]

Powering Wearable Technology with MXene Textile Supercapacitor 'Patch'

<https://drexel.edu/news/archive/2023/January/MXene-textile-supercapacitor>

非外延式单晶二维材料生长

美国圣路易斯华盛顿大学 Sang-Hoon Bae 助理教授率领的研究团队开发出过渡金属双硫属化物 (TMD) 二维材料的受限生长技术，这种二维半导体材料有望取代电子产品中的硅，且可使电子设备具有更高性能和更低能耗。此外，这种受限生长技术能够在晶圆规模上构建单畴逐层

异质结，为二维材料适应工业环境打下坚实的基础。

为在晶圆尺度上确保单晶度和垂直异质结构，并防止生长过程中的不规则厚度，研究人员设计了一个有利于二维材料动力学控制的几何限域结构，从而解决了高质量二维材料生长中面临的挑战。此外，研究人员使用各种化学化合物制成的衬底，成功限制了晶核的生长。这些衬底形成物理屏障，阻止了横向外延的形成，并迫使晶核垂直生长。通过逐层生长，研究人员在晶圆尺度上展示了单畴异质结 TMD。

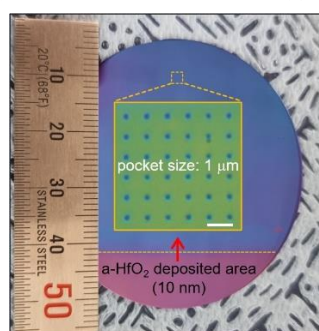


图 晶圆尺度的非外延式单晶二维材料

上述研究工作发表在 *Nature* (文章标题: Non-epitaxial single-crystal 2D material growth by geometrical confinement)。

冯瑞华 编译自[2023-01-18]

Two technical breakthroughs make high-quality 2D materials possible

<https://source.wustl.edu/2023/01/two-technical-breakthroughs-make-high-quality-2d-materials-possible/>

新型仿蚱蜢材料可跃过自身厚度的 200 倍

美国科罗拉多大学博尔德分校 Gallogly 教授研究团队设计了一种新的、类似橡胶的液晶弹性体薄膜，可以像蚱蜢一样高高跃起，不需要外界干预。

研究团队通过模仿蚱蜢在腿部储存和释放能量的跳跃行为，试图创造出这种自然属性的合成材料。在这项研究中，研究团队制作了约为隐形眼镜大小的液晶弹性体小圆片，将它们放在一个热板上。然后加热这

些薄膜，它们开始变形，形成了一个上升的圆锥体，直到它突然爆炸性地从里面翻转出来，在短短 6 ms 内将材料弹起到近 200 倍其自身厚度的高度。

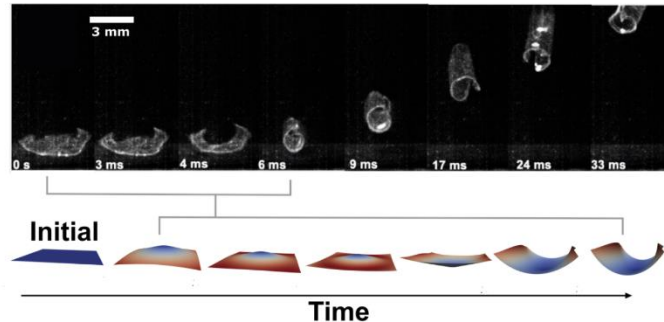


图 液晶弹性体受热“跳跃”过程

这些薄膜由三层弹性材料组成，在变热时就会收缩，上面两层的收缩速度比下面一层快。这种不协调的现象，再加上层内液晶分子的取向，导致薄膜收缩并形成圆锥形。随着圆锥体的形成，薄膜中的应力不断增加，直到圆锥体倒转，拍打着表面，把材料撞起来，材料就会折断，就像孩子的爆竹玩具一样，从表面跃起。该液晶弹性体薄膜材料未来可应用于软体机器人等领域。

上述研究工作发表在 *Science Advances*（文章标题：Leaping liquid crystal elastomers）。

冯瑞华 编译自[2023-01-18]

Jumpin' Jehoshaphat! New grasshopper-like material can leap 200 times its own thickness

<https://www.colorado.edu/today/2023/01/18/jumpin-jehoshaphat-new-grasshopper-material-can-leap-200-times-its-own-thickness>

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)