

# 新材料监测快报

MATERIALS NEWSLETTER

2023. 04

## 本期重点

- 美 NASA 成立 3D 打印研究所
- 美 DoD 发布生物制造战略
- 欧委会发布《净零工业法案》草案和《关键原材料法案》提案
- 美 DARPA 寻求打破“一件一料”制造范式
- 星际环境中关键成分环氧树脂实现首次实验室合成
- 我国发现首个光阴极量子材料

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

美 NASA 成立 3D 打印研究所 .....	1
美 DoD 发布生物制造战略 .....	2
欧委会发布《净零工业法案》草案 .....	2
美商务部发布芯片国家安全护栏细则 .....	4
欧提出《关键原材料法案》提案 .....	5
美日签署关键矿物贸易协议 .....	6
美国家实验室联合加速脱碳 .....	7

## 项目资助

美 DARPA 寻求打破“一件一料”制造范式 .....	8
美 DARPA 太空生物制造项目正式实施 .....	9
美 NSF 资助 MIT 开展可持续材料研究 .....	9
加政府推动半导体产业发展 .....	11

## 研究进展

自旋电子器件制造工艺获突破 .....	11
星际环境中关键成分环氧树脂实现首次实验室合成 .....	12
我国发现首个光阴极量子材料 .....	13
速度最快能耗最低二维晶体管问世 .....	14
“宇宙混凝土”有望用于火星上建造房屋 .....	14
超临界流体多级萃取工艺从粉煤灰中提取稀土元素 .....	15
用于智能基础设施系统的自感知超材料混凝土 .....	16

---

### 美 NASA 成立 3D 打印研究所

3月16日，美国国家航空航天局（NASA）成立了两家新的空间技术研究所，其中一家是“基于模型的增材制造鉴定与认证研究所”（Institute for Model-Based Qualification & Certification of Additive Manufacturing, IMQCAM）。未来五年，该研究所将获得1500万美元的资助，由卡内基梅隆大学和约翰斯·霍普金斯大学共同领衔。该所将为用于航空航天领域的增材制造零件开发数字孪生模型以及评估，并对新材料进行建模，进而提高对使用先进制造技术制造的金属零件的理解，并帮助实现快速认证。

该研究所将通过投资早期技术，并利用来自大学、行业和非营利组织的多学科专业知识，来增强未来的航空航天能力，实现增材制造金属零件的快速认证。增材制造金属零件的有效认证和使用需要对其特性进行高精度的预测，但该类型零件的内部结构与通过其他任何方法生产的零件都有很大不同。利用数字孪生模型将助力工程师能够了解零件的功能和局限性，例如零件在断裂前能承受多大的压力等。此类模型将根据零件加工过程数据，对零件属性进行预测，这对于验证零件的可用性至关重要。

#### 【快报延伸】

当天成立的另一家研究所是“量子路径研究所”（Quantum Pathways Institute），由得克萨斯大学奥斯汀分校领衔负责，将专注于支持气候研究的量子传感技术。该所未来5年也将获得1500万美元的资助。

宋韦哲、万勇 编译自[2023-03-17]

*NASA Awards Advance 3D Printing, Quantum Tech for Climate Research*

[https://www.nasa.gov/press-release/nasa-awards-advance-3d-printing-quantum-tech-for-cl](https://www.nasa.gov/press-release/nasa-awards-advance-3d-printing-quantum-tech-for-climate-research)

[imate-research](https://www.nasa.gov/press-release/nasa-awards-advance-3d-printing-quantum-tech-for-climate-research)

## 美 DoD 发布生物制造战略

3 月 22 日，美国国防部（DoD）发布《生物制造战略》（*Biomanufacturing Strategy*），旨在进一步扩大生物制造投资，加速生物制造在美国本土的发展，保障美国生物制造、生物技术和生物安全。

该战略提出了发展生物制造的 3 项工作指导原则。

### （1）建立技术合作伙伴关系，促进早期生物制造创新

通过正式需求开发等流程确保早期生物制造科学研究，提高技术能力，支持指挥官实现任务目标；优先考虑基于生物技术的解决方案。

### （2）通过实践与应用创新发展生物制造

在美国本土与盟友和伙伴合作发展生物制造，创建一个自给自足的美国国内生物制造生态系统，以满足国防需求，并确保持续竞争力。

### （3）绘制生物制造生态系统图，跟踪生物制造关键指标

由于生物制造生态系统相对较新，评估当前的生态系统并跟踪其发展变化至关重要，将有助于制定未来投资优先事项，并减少实施风险。

王 轩 编译自[2023-03-22]

*DoD Releases Biomanufacturing Strategy*

<https://www.defense.gov/News/Releases/Release/Article/3337235/dod-releases-bio-manufacturing-strategy/>

## 欧委会发布《净零工业法案》草案

3 月 16 日，欧盟委员会发布《净零工业法案》（*Net-Zero Industry Act*）草案。作为欧盟绿色协议工业计划（*The Green Deal Industrial Plan*）中的一部分，草案将为设立清洁技术项目和吸引投资创造更好的条件，提高欧盟清洁技术制造的竞争力，帮助欧盟实现清洁能源转型目标。

草案规定，欧盟应在欧洲本土生产满足至少 40% 的净零技术及产品需求。将特别支持以下对低碳化带来重大贡献的战略净零技术：太阳能光伏（PV）和太阳能热能、陆上风能和海上可再生能源、电池和存储、

热泵和地热能、电解槽和燃料电池、可持续沼气/生物甲烷、碳捕获利用和储存（CCUS）以及电网技术等。该法案支持的其他净零技术包括：可持续替代燃料技术、核发电燃料循环产生最少废物的先进技术、小型模块化反应堆以及最佳燃料等。

为了推动草案设定的目标，草案提出如下支撑措施。

#### （1）打造有利环境

将通过增强信息、减轻建立项目的行政负担和简化许可授予程序来改善净零技术投资的条件。此外，该法建议优先考虑净零排放战略项目，它们将能够从更短的审批时间和简化的程序中受益。

#### （2）加速二氧化碳捕获

该法案规定了欧盟的目标，即 2030 年欧盟战略性二氧化碳封存地点达到每年 5000 万吨能力，欧盟石油和天然气生产商将按比例作出贡献。这将消除发展二氧化碳捕集和封存作为经济上可行的气候解决方案的主要障碍，特别是对于难以减排的能源密集型行业。

#### （3）促进市场准入

为了促进净零排放技术供应的多样化，草案要求公共当局在公共采购或拍卖中考虑净零排放技术的可持续性和弹性标准。

#### （4）提高技能

该法案引入了新的措施，以确保有熟练的劳动力支持欧盟的净零排放技术的生产，包括在欧洲净零排放平台的支持和监督下，设立净零工业学院。

#### （5）促进创新

该法案使成员国有可能建立监管沙盒，在灵活的监管条件下测试创新的净零排放技术并刺激创新。

#### （6）欧洲净零排放平台

将协助委员会和成员国交流信息和协调行动。欧委会和成员国还将共同努力，监测《净零工业法案》目标的进展情况。

黄 健 编译自[2023-03-16]

*Net-Zero Industry Act: Making the EU the home of clean technologies manufacturing and green jobs*

[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_23\\_1665](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_1665)

## 美商务部发布芯片国家安全护栏细则

3月21日，美国商务部就 CHIPS 激励计划中的安全护栏发布“拟议规则制定通知”，意在增强美国技术安全和国家安全，确保《芯片与科学法案》资助的创新和技术不被外国竞争对手利用，进而危害美国和盟友以及合作伙伴。

该通知中规定了更多关于国家安全方案的细节，对获得美国资金资助的半导体制造商在中国、俄罗斯、伊朗和朝鲜的业务施加严格限制，禁止进行部分联合研究、技术授权等。围绕美国国家安全护栏的更多细节和定义，该通知将：①建立标准，限制先进设备在上述国家的推广；②限制已有设备在上述国家的推广；③与国防部和美国情报界协商后制定半导体芯片清单，将涵盖对美国国家安全需求至关重要的芯片，并对其进行更严格的管控；④加强美国出口管制，防止中国购买和制造可增强其军事能力的先进芯片；⑤针对与美国国外受关注实体开展共同研究和技术许可，细化限制措施等。

此外，拟议规则还包括了对先进制造业投资信贷、与盟国开展国际合作协调等事项。

李 喻 编译自[2023-03-21]

*Commerce Department Outlines Proposed National Security Guardrails for CHIPS for America Incentives Program*

<https://www.commerce.gov/news/press-releases/2023/03/commerce-department-outlines-proposed-national-security-guardrails>



## 欧提出《关键原材料法案》提案

3月16日，欧盟委员会提出一项名为《关键原材料法案》的提案，为欧洲制定本土生产、加工和回收稀土、锂、镁等关键原材料的目标。该法案旨在摆脱未来发展碳中和、数字经济等所需战略原材料对第三国家的依赖，使欧盟关键原材料供应链多样化并增强其韧性。该提案将由欧洲议会和欧洲理事会进行讨论，达成一致后方可生效。

### （1）欧盟内部举措

除了更新的关键原材料清单外，该法案还确定了一份战略原材料清单，这些材料对欧洲的绿色和数字发展以及国防和太空应用的重要技术至关重要，同时在未来面临潜在的供应风险。该法案提议将关键原材料清单和战略原材料清单纳入欧盟法律。要求到2030年，欧盟关键原材料的本土加工比例至少达到40%，战略原材料的开采提取占比提升到10%，并提出了15%的回收目标，以确保在任何相关的加工阶段，各战略原材料对单一第三国的依赖程度不超过65%。

该法案将简化欧盟关键原物料项目的许可程序。针对选定的战略项目，其许可时限变得更短（开采许可证为24个月，加工和回收许可证为12个月）。欧盟成员国还必须制定勘探地质资源的国家方案。此外，该法案还提出将对关键原材料供应链进行监测，并协调成员国之间的战略原材料库存。欧盟委员会将加强对关键原材料突破性技术的部署，并建立一个关于关键原材料的大规模技能伙伴关系和原材料学院。

此外，该法案将通过提高关键原材料的循环性和可持续性来保护环境。欧盟会员国将采取和实施国家措施，以改善富含关键原材料的废物的收集，并确保将其回收为二次关键原材料。并且调查当前采矿废物和历史采矿废物回收关键原材料的潜力。针对含有永磁体的产品，需提供有关可回收性和可回收含量的信息。

### （2）国际参与举措

由于欧盟在关键原材料供应方面无法自给自足，其大部分消费将继续

续依赖进口。欧盟需要加强与可靠合作伙伴的全球接触，特别是，在其全球门户战略的框架内与新兴市场和发展中经济体建立互利的伙伴关系。

欧盟将强化贸易行动，与其他国家合作建立关键原材料俱乐部，加强世界贸易组织（WTO）机制，以扩大其可持续投资便利化协定和自由贸易协定网络，并加大执法力度，打击不公平贸易行为。并将进一步发展战略伙伴关系，通过创造价值链，以可持续的方式促进合作伙伴国的经济发展，同时促进欧盟价值链的发展。

董金鑫 编译自[2023-03-16]

*Critical Raw Materials: ensuring secure and sustainable supply chains for EU's green and digital future*

[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_23\\_1661](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_1661)

## 美日签署关键矿物贸易协议

3月28日，美国和日本宣布达成一项关于电动汽车电池矿物的贸易协议——《日美关键矿产协议》。面对电动汽车电池需求大幅增长的前景，该协议旨在通过日本和美国之间以及志同道合的国家之间的协调，建立强大的供应链，加强合作，确保此类关键矿产供应链的可持续和公平性。

拜登政府希望通过这份贸易协议，让盟友享受《通胀削减法案》中关于电动汽车的税收抵免。拜登政府高级官员称，依照协议，将禁止两国对电动汽车电池最关键的矿物（包括锂、镍、钴、石墨和锰）实施双边出口限制。

董金鑫 编译自[2023-03-28]

*Signing of the Japan-U.S. Critical Minerals Agreement (CMA)*

[https://www.meti.go.jp/english/press/2023/0328\\_001.html](https://www.meti.go.jp/english/press/2023/0328_001.html)



## 【快报延伸】

《环球时报》相关报道指出，路透社称，该协议旨在通过寻求合作来打击其他国家在该行业的“非市场政策与做法”，以及对其关键矿物供应链中的外国投资进行投资审查，以减少美日在此类材料方面对中国的“依赖”。同一天报道此事的彭博社则提到，美国财长耶伦日前在众议院筹款委员会作证时表态说，未来几年对关键矿物的需求将非常巨大，美国仍然高度依赖中国。

## 美国国家实验室联合加速脱碳

3月17日，美国橡树岭国家实验室（ORNL）与国家能源技术实验室（NETL）签署谅解备忘录，双方合作探索碳管理技术创新以及经济发展与可持续能源转型战略。该协议的目的是在碳管理领域建立合作，包括脱碳、关键矿物、工业排放、清洁能源技术、智能制造、数字制造技术和先进数据分析，以及阿巴拉契亚地区的能源转型。根据协议，ORNL和NETL将在以下领域进行合作：

（1）碳捕获与利用材料与技术的开发和示范，特别是直接空气捕获技术（DAC）；

（2）脱碳最佳实践开发，包括测量、报告和验证，以及先进的数据分析，开发专注于信息、自动化、监测、计算、传感、建模和网络的技术和实践；

（3）关键矿物生产、提取、分离和利用等可持续技术的研究、开发、示范和商业化，以确保长期安全和可持续的美国国内供应链；

（4）创造煤炭替代用途，包括将其作为制造高附加值产品的前驱体；

（5）技术开发，如清洁先进制造技术，重点是能源、工业、运输和建筑行业的脱碳技术。关注的领域包括但不限于：增材制造、智能制造、数字制造和先进数据分析，以开发传感、自动化、监测、计算、建模、工艺集成与强化以及工艺放大方面的先进技术和实践；

(6) 制定和实施战略，促进阿巴拉契亚地区的经济发展和可持续能源转型。

冯瑞华 编译自[2023-03-21]

*ORNL and NETL researchers join forces to accelerate decarbonization*

<https://www.ornl.gov/news/ornl-and-netl-researchers-join-forces-accelerate-decarbonization>

## 项目资助

### 美 DARPA 寻求打破“一件一料”制造范式

一般而言，飞机、船舶、车辆和其他工程机构在设计及制造过程中，每个零部件往往是由单一材料构成。当高度工程化的零部件在使用中遇到不同的局部作用力或环境时，这种单一材料约束可能会引起结构问题。

3月22日，美国国防先进研究计划局（DARPA）宣布推出“合金结构多目标工程与测试”（Multiobjective Engineering and Testing of Alloy Structures, METALS）项目，目标是从根本上颠覆当前各类工程结构设计过程中“单一零部件单一材料”的思维方式，将材料成分和微观结构作为连续变量，在单个零部件上通过定制这些变量，进而在特定区域精准地增强热、结构及功能特性。

该项目将历时一个 24 个月的第一阶段和两个 12 个月的可选阶段，包括新型材料测试方法和材料集成设计优化两个技术领域。项目提出的挑战问题包括两个：①用于喷气和火箭发动机系统的涡轮叶盘；②应用于船舶和泵的叶轮。

王 轩 编译自[2023-03-22]

*Breaking the One Part-One Material Paradigm*

<https://www.darpa.mil/news-events/2023-03-22>

## 美 DARPA 太空生物制造项目正式实施

3月14日，美国国防先进研究计划局（DARPA）发布消息称，“生物制造：地外生存、效用和可靠性”（Biomanufacturing: Survival, Utility and Reliability beyond Earth, B-SURE）项目已遴选出三支研究团队，将正式实施推进。该项目旨在解决基础科学问题，确定在太空环境下制造微生物的可行性，支持发展轨道制造技术<sup>1</sup>。

### （1）“低重力轨道”研究

由佛罗里达大学领衔，研究微生物在太空低重力环境下的表征；评估典型微生物（由 NASA 在 3 月 14 日的商业补给任务中携带至国际空间站）在太空环境下的性能；量化工程成本以及微重力模拟器生产效率，并确定未来研究的最佳备选者。

### （2）“可变辐射追踪”研究

由得克萨斯大学奥斯汀分校领衔，研究不同辐射对微生物分子的影响，确定能够减轻有害影响的措施，提高微生物生产效率。

### （3）“替代原料追踪”研究

由华盛顿大学领衔，研究宿主生物可以消耗的替代原料种类、数量和纯度水平，探索可用于空间微生物制造的替代原料。

孙 琴 编译自[2023-03-14]

*B-SURE Teams Ready to Blast Off!*

<https://www.darpa.mil/news-events/2023-03-14a>

## 美 NSF 资助 MIT 开展可持续材料研究

麻省理工学院（MIT）的三个研究团队获得美国国家科学基金会（NSF）融合加速器计划（Convergence Accelerator program）的资助。该计划于 2019 年启动，旨在通过纳入多学科研究方法，加快解决特别紧迫的社会或科学挑战。各个研究团队的具体研究内容如下：

---

<sup>1</sup> 该项目曾在 2021 年 11 月发布了项目征集公告，此次为项目落地实施。相关内容可参见 2021 年第 23 期《先进制造与新材料动态监测快报》。

### (1) 可持续性微芯片

“为微芯片制造建立可持续的创新生态系统”项目将由 MIT 材料研究实验室首席科学家 Anuradha Murthy Agarwal 领导。该项目的目的是将微芯片的制造过渡到更可持续的工艺，例如，可以通过允许修复芯片来减少电子垃圾，或者使用户能够更换主板中的芯片，而非换掉整个设备。

研究团队将通过与行业合作，采用多模态方法，对技术进行原型化设计，以最大限度地减少能源消耗和废物产生，对半导体员工进行再培训，并为新的工业生态制定路线图，以缓解材料关键限制和供应链限制。该项目还将制定并在桥水州立大学开设一门关于微芯片制造可持续性的本科课程。

### (2) 可持续性拓扑材料

“用于节能应用的可持续拓扑能材料”项目将由 MIT 核科学与工程专业副教授 Mingda Li 领导。第一阶段的拨款为 75 万美元，该阶段的优先事项包括：①建立拓扑材料数据库；②为节能拓扑应用确定最佳候选材料；③为 MIT 可持续拓扑能源材料中心奠定基础，鼓励产学研合作。

### (3) 社会韧性材料设计 (Socioresilient materials design)

“思维至上：社会韧性材料设计”项目将由 MIT 材料科学与工程教授 Christine Ortiz 领导。该项目旨在从根本上将材料研发转向更环保、更社会、更经济的可持续和更具韧性的材料。这种“社会韧性材料设计”将作为新的研发框架的基础，从材料设计和开发过程初期就考虑到技术、环境和社会因素。该项目将借鉴材料科学与工程、化学和计算机科学，制定材料设计和开发框架。并将结合强大的计算能力（即人工智能和基于物理的材料模型的机器学习）以及社会科学和人文学科的方法，以了解任何投入生产的新材料可能对社会产生的影响。

董金鑫 编译自[2023-03-21]

*MIT-led teams win National Science Foundation grants to research sustainable materials*  
<https://news.mit.edu/2023/mit-affiliates-win-nsf-grants-research-sustainable-materials-0321>

## 加政府推动半导体产业发展

3月27日，加拿大政府宣布通过战略创新基金（Strategic Innovation Fund, SIF）向总部位于渥太华的网络设备公司 Ranovus 资助 3600 万加元，推动在加拿大国内生产和制造半导体产品及服务，同时将加拿大定位为这一战略行业的关键参与者。

受资助的研究项目旨在为下一代人工智能工作开发最高性能和最节能的计算机芯片互连技术。这将进一步撬动加拿大在半导体和化合物半导体制造能力，以及硅光子学专业知识，助力 Ranovus 保持在该领域的领先地位，同时为数据中心的温室气体减排做出贡献。

李 喻 编译自[2023-03-27]

*Government of Canada invests in Ranovus to further advance Canada's semiconductor industry*

<https://www.canada.ca/en/innovation-science-economic-development/news/2023/03/government-of-canada-invests-in-ranovus-to-further-advance-canadas-semiconductor-industry.html>

## 研究进展

### 自旋电子器件制造工艺获突破

自旋电子设备利用电子自旋来存储数据，具有非易失性、快速随机、能耗低等优点。目前稀土过渡金属化合物、钴铁硼等自旋电子材料要么无法制造小于 20 nm 器件，要么无法耐受目前半导体产线退火工艺高温，要么需要用与目前半导体集成不兼容的衬底材料外延，因而无法整合到

现有半导体制造工艺和产品中。

由美国明尼苏达双城大学和美国国家标准与技术研究院（NIST）组成的联合团队开发了制造自旋电子器件的突破性工艺，将为制造更快、更高效、物理尺寸更小的自旋电子设备铺平道路。联合研究团队使用铁钬材料替代钴铁硼，可将材料缩小到 5 nm 尺寸，从而解决了作为行业标准的自旋电子材料钴铁硼可扩展性已达极限的难题。同时，研究人员首次能够使用支持 8 英寸晶圆的多室超高真空溅射系统在硅晶圆上生长铁钬，意味着 Honeywell、Skywater、Globalfoundries、英特尔等公司可以直接将这种材料整合到其半导体制造工艺和产品中。

上述研究工作发表在 *Advanced Functional Materials*（文章标题：Sputtered L10-FePd and its Synthetic Antiferromagnet on Si/SiO<sub>2</sub> Wafers for Scalable Spintronics）。

黄 健 编译自[2023-03-20]

*Researchers create breakthrough spintronics manufacturing process that could revolutionize the electronics industry*

<https://cse.umn.edu/college/news/researchers-create-breakthrough-spintronics-manufacturing-process-could-revolutionize>

## 星际环境中关键成分环氧乙烯实现首次实验室合成

美国夏威夷大学玛诺分校、佛罗里达国际大学和德国波鸿鲁尔大学组成的联合研究团队首次在实验室制备出以往被认为“不可能合成”的反芳香性杂环化合物：环氧乙烯（oxirene）。这也是星际环境中的一类关键活性成分，被认为是有机瞬变中最神秘的分子之一。

研究人员对极低温的冰进行处理，并利用转移到冰基质上的共振能量，通过模拟深空分子云和恒星形成区域的实验室条件，制备出环氧乙烯，并利用质谱工具进行了观测。该研究将助力进一步理解该物质的化学键和稳定性，并为在极端环境合成类似分子提供了新的思路。



上述研究工作发表在 *Science Advances* (文章标题: Gas-phase detection of oxirene)。

王 轩 编译自[2023-03-10]

*Elusive antiaromatic molecule produced in a lab for the 1st time*

<https://www.hawaii.edu/news/2023/03/10/gas-phase-detection-oxirene/>

## 我国发现首个光阴极量子材料

光阴极材料是粒子加速器、自由电子激光、超快电镜、高分辨电子谱仪等尖端装置的核心元件之一。然而传统光阴极材料存在固有性能缺陷:发射的电子束相干性较弱,需要引入特殊工艺及辅助技术,从而提高了建造要求和成本。

西湖大学何睿华副教授率领的研究团队通过角分辨光电子能谱技术,意外发现氧化物量子材料钛酸锶( $\text{SrTiO}_3$ )的相干性远超现有光阴极材料,这是世界首例具有本征相干性的光阴极量子材料,且现有光电发射理论暂无法解释,为光阴极研发、应用与基础理论发展开辟了新的路径。

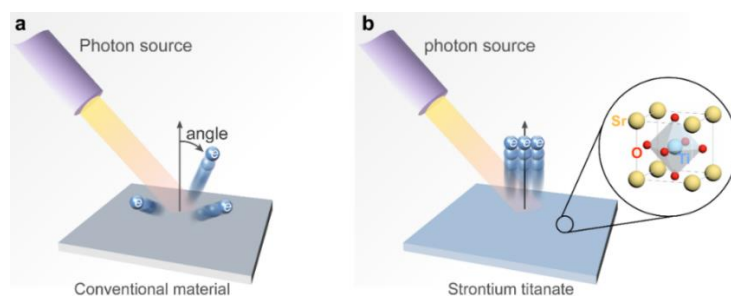


图 普通光阴极材料 (a) 和光阴极量子材料钛酸锶 (b) 发射的初始电子束的区别

上述研究工作发表在 *Nature* (文章标题: Anomalous intense coherent secondary photoemission from a perovskite oxide)。

王 轩 摘编自[2023-03-09]

西湖大学何睿华实验室发现首个光阴极“量子”材料

[https://www.westlake.edu.cn/news\\_events/westlakenews/academics/202303/t20230309\\_2](https://www.westlake.edu.cn/news_events/westlakenews/academics/202303/t20230309_2)

6351.shtml



## 速度最快能耗最低二维晶体管问世

由于接触、栅介质和材料等的限制，当前所有二维晶体的性能均逊色于业界先进硅基晶体管，实验结果落后于理论预测。

北京大学邱晨光研究员率领的研究团队制备出 10 nm 超短沟道弹道二维硒化铟晶体管，实际性能首次超过 Intel 商用 10 nm 节点的硅基鳍型晶体管，并将工作电压降到 0.5 V，这是世界上迄今速度最快能耗最低的二维半导体晶体管。

研究团队采用高载流子热速度（更小有效质量）的三层硒化铟作沟道，室温弹道率高达 83%，是目前场效应晶体的最高值，远高于硅基晶体管 <60% 的弹道率。研究人员制备出 2.6 nm 超薄双栅氧化铟，解决了二维材料表面生长超薄氧化层的难题，将器件跨导提升到  $6 \text{ mS } \mu\text{m}^{-1}$ ，比二维器件高出一个数量级。同时，该研究团队开创了掺杂诱导二维相变技术，克服了二维器件领域金半接触的国际难题，将总电阻刷新至  $124 \Omega \mu\text{m}$ 。

上述研究工作发表在 *Nature*（文章标题：Ballistic two-dimensional InSe transistors）。

王 轩 摘编自[2023-03-23]

电子学院研制出速度超越硅极限的二维晶体管

<https://ele.pku.edu.cn/info/1111/2496.htm>

## “宇宙混凝土”有望用于火星上建造房屋

目前，在太空中建造基础设施的成本十分高昂，而且很难实现。英国曼彻斯特大学 Nigel S. Scrutton 教授带领的团队创造了一种新材料，被称为 StarCrete，由地外尘埃、土豆淀粉和少量氯化镁制成，有望用于在火星上建造房屋。

研究人员将土豆淀粉与浮土充分混合，加水并且加热后，进行脱水和压缩，最终得到 StarCrete。测试结果表明 StarCrete 的抗压强度为 72

MPa，是普通混凝土的两倍多。而由月球尘埃制成的 Starcrete 抗压强度超过 91 MPa。

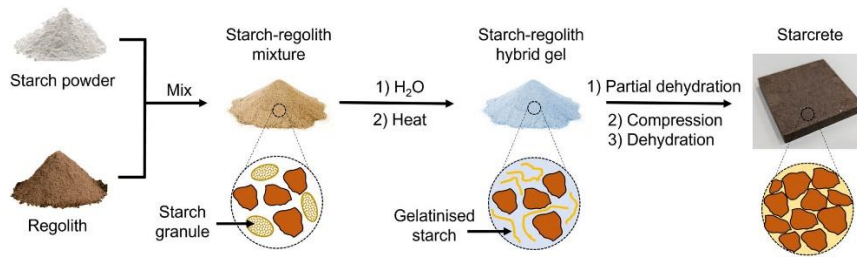


图 StarCrete 制备工艺流程图

上述研究工作发表在 *Open Engineering*（文章标题：StarCrete: A starch-based biocomposite for off-world construction）。

董金鑫 编译自[2023-03-16]

*Scientists develop a 'cosmic concrete' that is twice as strong as regular concrete*

<https://www.manchester.ac.uk/discover/news/scientists-develop-a-cosmic-concrete-that-is-twice-as-strong-as-regular-concrete/>

## 超临界流体多级萃取工艺从粉煤灰中提取稀土元素

稀土元素(REE)广泛应用于电子设备、车辆和可再生能源技术等，需求逐年增加，但其供应受限于地缘政治，且是以在环境上不可持续的方式进行开采。粉煤灰是煤炭燃烧产生的一种细小的粉末状废物，是一种潜在的低级别的 REE 资源。

美国圣路易斯华盛顿大学 Young-Shin Jun 教授领导的研究团队提出了一种新型的 REE 提取工艺的概念验证，利用超临界二氧化碳/氮气/空气多级萃取工艺从煤粉尘中提取 REE，其中超临界流体增强了磷酸三丁酯(TBP)直接从固体粉煤灰基质中选择性地提取 REE 的能力。研究首次表明，超临界氮气和超临界空气可以像超临界二氧化碳一样选择性提取。此外，使用水溶液的原型多级萃取工艺，从萃取剂中收集了浓度高达 21.4 毫克/升的 REE。该研究最终产品含有高达 6.47% 的 REE，而粉煤灰源最初只含有 0.0234% 的 REE。美国每年产生的粉煤灰超过 7900 万

吨，因此，可以从美国的粉煤灰中提取的稀有金属的潜在价值估计超过 40 亿美元。

上述研究工作发表在 *RSC Sustainability* (文章标题: Supercritical carbon dioxide/nitrogen/air extraction with multistage stripping enables selective recovery of rare earth elements from coal fly ashes)。

冯瑞华 编译自[2023-03-24]

*Novel process extracts rare earth elements from waste*

<https://source.wustl.edu/2023/03/novel-process-extracts-rare-earth-elements-from-waste/>

## 用于智能基础设施系统的自感知超材料混凝土

混凝土是建筑行业最常用的材料，创造具有先进功能和机械可调性的多功能混凝土材料对于智能民用基础设施系统至关重要。美国匹兹堡大学 Amir Alavi 助理教授提出“集成纳米发电机的机械超材料混凝土” (nanogenerator-integrated mechanical metamaterial concrete) 概念，设计了具有能量收集和传感功能的轻质和机械可调谐的混凝土系统。

超材料混凝土系统由嵌入导电水泥基体中的增强辅助聚合物晶格组成，复合材料结构在机械触发时诱导层之间的接触带电。用石墨粉增强的导电水泥作为电极，同时提供理想的机械性能。实验表明，超材料混凝土系统在循环负载下，可实现高达 15% 的可压缩性，产生 330  $\mu\text{W}$  的功率。

超材料混凝土系统还能够发电，足以为路边传感器供电，产生的电信号也可用于监测混凝土结构内部的损坏或监测地震，减少对建筑物的影响。这种智能结构甚至可以为嵌入道路内的芯片供电，帮助自动驾驶汽车在 GPS 信号太弱或激光雷达无法正常工作时在高速公路上导航。超材料混凝土范式有可能使智能民用基础设施系统的设计具有广泛的先进功能，实现更经济环保的目标。

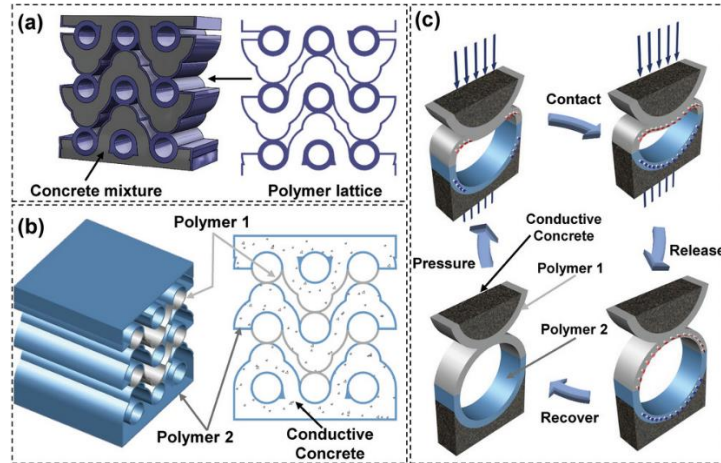


图 多功能超材料混凝土

(a) 超材料混凝土示意图；(b) 嵌入导电层和非导电层集成纳米发电机的超材料混凝土基体组成；(c) 集成纳米发电机的超材料混凝土单元的工作机制

上述研究工作发表在 *Advanced Materials* (文章标题: Multifunctional Nanogenerator-Integrated Metamaterial Concrete Systems for Smart Civil Infrastructure)。

冯瑞华 编译自[2023-03-20]

*Cracking The Concrete Code*

<https://news.engineering.pitt.edu/cracking-the-concrete-code/>