

# 先进制造与新材料 动态监测快报

2022年 第6期

总第388期

## 重点推荐

- 【项目】美 NextFlex 发布第七轮项目征集及技术路线图
- 【项目】英推动塑料包装创新
- 【前沿】受海星骨架结构启发的陶瓷材料
- 【前沿】金刚石纳米线合成新策略

# 目 录

## 项目资助

NextFlex 发布第七轮项目征集及技术路线图 .....	1
英推动塑料包装创新 .....	1
印尼建造塑料创新中心解决塑料问题 .....	2
澳印合作伙伴关系推动澳关键矿产行业发展 .....	3

## 研究进展

受海星骨架结构启发的陶瓷材料 .....	3
3D 打印电极助力蓝藻光合作用产生能量 .....	4
金刚石纳米线合成新策略 .....	5
利用算法为有机太阳能电池寻找新材料 .....	5
新轻质泡沫材料用于制造下一代防护装备 .....	6
利用数据挖掘寻找超轻薄二维材料 .....	7
耐腐蚀的聚变反应堆结构材料 .....	8
硬 X-射线揭示氧原子对半导体特性的影响 .....	8

### NextFlex 发布第七轮项目征集及技术路线图

2月22日，“制造业美国”（Manufacturing USA）框架下的柔性混合电子制造业创新研究所（NextFlex）发布了第七轮项目征集，总投资预计将超过1150万美元，使NextFlex自成立以来在柔性混合电子研发领域总投资达到1.28亿美元。

本轮项目征集将以过去六轮项目研发成果为基础，以相对宽泛的研究主题覆盖多样化的项目提案，特别强调柔性混合电子对美国高优先级制造领域的影响作用以及引领未来新兴产业。具体资助的重点领域包括：基于柔性混合电子器件的汽车部件制造、在柔性混合电子设备中集成芯片的先进封装方法、利用增材制造技术制造电子元件和设备、使用柔性混合电子器件提高电子产品的环境友好性、柔软且可拉伸的电子产品制造、增强型介电材料和设备制造方法、可穿戴人体监控/界面以及开放“先导项目”等8个主题。

此外，NextFlex还发布了柔性混合电子技术路线图。路线图由NextFlex技术工作组编制，包含11个重点技术领域：柔性混合电子在汽车上的应用、设备集成与封装、材料与造型&设计、印刷元件与微流体、标准与测试&可靠性、设备监控系统、柔性电源、人类生命体征监测系统、集成天线阵列和柔性穿戴机器人等。路线图包含关于当前技术现状、市场机会与需求、关键利益相关方、五年前瞻性发展路线图等详细信息，以及每个技术工作组确定的优先技术差距。

黄健 编译自[2022-02-22]

*NextFlex Launches \$11.5 Million Funding Round for Flexible Hybrid Electronics*

[https://www.printedelectronicsnow.com/contents/view\\_breaking-news/2022-02-22/nextflex-launches-15-million-funding-round-for-flexible-hybrid-electronics/46369](https://www.printedelectronicsnow.com/contents/view_breaking-news/2022-02-22/nextflex-launches-15-million-funding-round-for-flexible-hybrid-electronics/46369)

### 英推动塑料包装创新

3月2日，英国智能可持续塑料包装（SSPP）挑战赛宣布将提供3000万英镑的资助以支持实现《英国塑料公约》。SSPP挑战是英国政府在可持续塑料包装和废物管理方面的最大投资，本次资助包含18个开创性的合作项目，分为5个大型示范项目和13个企业主导研发项目，希望推动循环经济商业模式、新型高分子材料和新回收技术等领域的研发与示范以满足英国包装和零售供应链对可持续塑料材料的需求。

大型示范项目将着力推动塑料容器重复使用、食品级聚丙烯回收、薄膜和软包装回收，具体包括清洁流技术项目、目前无法回收或无法循环的塑料回收再利用项目、硬质塑料废物分离与回收项目、塑料包装物重复使用项目、无包装物流系统（允许消费者使用自己的可重复使用容器）等项目。项目提案应包含新型回收站、可重

复使用的塑料容器、塑料容器本地清洗、跟踪和分析、智能消费应用等元素。

企业主导的研发项目包括：可重复使用的卫生塑料食品容器、用于接触食品的高阻隔性单材料柔性薄膜、可回收多层阻隔膜、清洁食品级聚烯烃回收、耐热且可回收的食品包装塑料、利用英国现有废物收集和处理系统收集和回收塑料包装、塑料包装再利用中心（每年能够以较低的环境和财务成本处理 470 万个硬质塑料包装）、塑料包装的识别和监控系统、基于技术的循环可重复使用资产、自动检测及回收系统、用于循环管理不可回收塑料包装物的新型超临界水技术、塑料薄膜和软包装的微波辅助热解/可溶解/可食用的植物基一次性包装袋等项目。

黄 健 编译自[2022-03-02]

*Plastic packaging innovations receive £30 million boost from UKRI*

<https://www.ukri.org/news/plastic-packaging-innovations-receive-30-million-boost-from-ukri/>

## 印尼建造塑料创新中心解决塑料问题

在印太地区的海岸线有 50 亿~100 亿块塑料，塑料污染问题困扰着印太地区。3 月 1 日，澳大利亚联邦科学与工业研究组织（CSIRO）和外交贸易部与印度尼西亚达成了在印度尼西亚新建耗资 130 万澳元的塑料创新中心的合作。该创新中心将汇集来自印太地区的科研人员、投资者、企业以及社区和政府的领导人，以期通过科学创新和社会创新将印太地区塑料问题转化为环境和经济效益。

塑料创新中心是 CSIRO 制定的解决塑料垃圾问题任务的一部分，目标是到 2030 年将进入环境的塑料垃圾减少 80%。该塑料创新中心以 CSIRO 与印度尼西亚政府和巴厘岛 Udayana 大学合作开展的工作为基础，使用人工智能来识别和追踪水道中的污染等最先进的技术来测量、分析和绘制巴厘岛、爪哇及其他地区的塑料污染情况，进而识别热点和困难的项目。通过制定强有力的干预政策、填补技术空白以及最大程度发挥共同资源投资的影响等方式解决塑料污染问题。

该塑料创新中心除了解决印太地区的塑料污染问题以外，还将参与制定针对全球塑料污染的协作应对措施。

黄 恒、黄 健 编译自[2022-03-07]

*War on plastic waste ramps up across the Indo-Pacific*

<https://www.csiro.au/en/news/News-releases/2022/War-on-plastic-waste-ramps-up-across-the-Indo-Pacific>

cific

## 澳印合作伙伴关系推动澳关键矿产行业发展

近日，澳大利亚政府为为期三年的澳（大利亚）印（度）关键矿产投资伙伴关系拨款 580 万澳元。该国资源与水资源部部长表示，澳大利亚和印度在战略和经济优先事项方面存在天然的伙伴关系，这种伙伴关系将支持印度进一步投资澳大利亚的关键矿产项目，并且使两国从澳大利亚领先世界的关键矿产领域中共同获利。本次合作是该类合作项目的首次尝试，代表着双边在合作支持关键行业发展和寻求经济增长机会方面的一次重大转变。在这种合作关系中，澳大利亚具有的综合能力将为国防、航空航天、汽车、可再生能源、电信和农业科技等领域使用的新兴技术提供支持。而印度未来两年内或将成为世界人口最多的国家，快速增长的经济将创造更多的贸易和投资机会，因此澳大利亚继续与印度建立密切的关系是很重要的。

澳大利亚将与印度保持密切合作，确定潜在关键矿产投资机会，包括技术和尽职调查，以帮助印度在澳大利亚投资的商业案例发展。同时澳大利亚拥有大量可供开发的关键矿产项目，以及作为可靠贸易伙伴，在印度寻求供应链安全之际，澳大利亚将是一个合理的选择。这一伙伴关系将鼓励建立强有力的战略供应链伙伴关系，包括通过技术研究来支持对澳大利亚关键矿产项目的投资。

刘文兵、黄健 编译自[2022-03-11]

*India partnership to boost Australian critical minerals sector*

<https://www.minister.industry.gov.au/ministers/pitt/media-releases/india-partnership-boost-australian-critical-minerals-sector>

## 研究进展

### 受海星骨架结构启发的陶瓷材料

美国弗吉尼亚理工大学 Ling Li 率领的研究团队在多节海星 *Protoreaster nodosus* 的生物矿化骨架中首次发现了一种双尺度、单晶微晶格类金刚石结构，并受此启发正在研制新的高性能轻质陶瓷复合材料。

研究显示，在微观尺度上，海星骨架呈现出的晶格结构非常规则，与该团队先前针对墨鱼骨及海胆刺的多孔结构完全不同。此次是无脊椎动物骨骼中最有规律的结构，类似于现代建筑中常用的空间框架结构。进一步的研究表明，海星体内每个小的骨片都是由一个单独的微晶格结构构成，这种结构非常均匀，通过节点连接各个分支，类似于埃菲尔铁塔的结构。更有趣的是，研究团队发现，这种微晶格的均匀结构本质上是原子水平的单晶结构。

当前，研究团队正在通过 3D 打印技术来建模和生成这些复杂晶格结构。然而，打印出来的陶瓷产品在烧制成型过程可能会引入不受控制的微小孔隙和裂缝，这些缺陷会使其变脆。

相关研究工作发表在 *Science*（文章标题：A damage-tolerant, dual-scale, single-crystalline microlattice in the knobby starfish, *Protoreaster nodosus*）。

王 轩 编译自[2022-02-16]

*A star in the world of ceramic engineering*

<https://vtx.vt.edu/articles/2022/02/eng-ling-li-starfish-skeleton.html>

## 3D 打印电极助力蓝藻光合作用产生能量

当前，包括硅基太阳能电池和生物燃料在内的可再生能源技术，虽然比传统的化石燃料低碳环保，但也存在一些局限，如难以回收，依赖于采矿、农业和土地利用等，会引起生物多样性丧失等问题。蓝藻细菌等光合细菌广泛存在于地球上，一些研究团队从中获取能量，但在提取效率上还有一些挑战。

英国剑桥大学 Jenny Zhang 博士率领的研究团队通过 3D 打印技术制备出柱状结构的电极，蓝藻细菌附在这些电极上可快速生长，并产生出更多的能量，为小型电子设备供电。

研究团队利用金属氧化物纳米粒子制备得到的这些电极具有高度分枝、密集分布的柱状结构，类似城市中的摩天大楼。这些电极的光处理性能优异，助力附着的蓝藻细菌进行光合作用，与其他通过光合作用产生生物能的方法相比，该技术将提取的能量增加了一个数量级以上。

相关研究工作发表在 *Nature Materials*（文章标题：3D-printed hierarchical pillar array electrodes for high-performance semi-artificial photosynthesis）。

黄 恒、万 勇 编译自[2022-03-07]

*Tiny 'skyscrapers' help bacteria convert sunlight into electricity*

<https://www.cam.ac.uk/research/news/tiny-skyscrapers-help-bacteria-convert-sunlight-into-electricity>

## 金刚石纳米线合成新策略

美国卡耐基梅隆大学 Samuel Dunning 和 Timothy Strobel 率领的研究团队开发出一种名为“线引导”（thread directing）的原创技术，可以预测和指导制备坚硬而柔软的有序金刚石纳米线，使得合成更容易，向实际应用迈出了重要一步。与普通金刚石中的 3D 碳晶格不同，该纳米线的边缘被碳氢键“覆盖”（capped），从而可弯曲变得灵活。

当前，合成金刚石纳米线最大的挑战是如何让碳原子以可预测的方式发生反应。在利用苯和其他六原子环制备纳米线的过程中，每个碳原子都有许多的反应位点，因而会得到不同结构的纳米线，这种不确定性让科学家难以合成确定结构的纳米线。

研究团队通过在原子环中添加替代碳的氮来引导反应沿着可预测的方向进行。他们选择了分子式为  $C_4H_4N_2$  的吡嗪，其中的两个氮原子除去了两个可能的反应位点，极大减少了可能的反应数量。研究人员将吡嗪装入金刚石砧室中，其压力最高可达正常大气压的 30 万倍，并通过红外光谱和 X-射线衍射等表征了化学结构的变化情况，以发现新键的形成。

相关研究工作发表在 *J. Am. Chem. Soc.*（文章标题：Solid-State Pathway Control via Reaction-Directing Heteroatoms: Ordered Pyridazine Nanowires through Selective Cycloaddition）。

黄 恒、万 勇 编译自[2022-03-02]

*Discovered: An Easier Way To Create "Flexible Diamonds"*

<https://carnegiescience.edu/news/discovered-easier-way-create-flexible-diamonds>

## 利用算法为有机太阳能电池寻找新材料

碳基有机材料在显示器中具有广泛应用，并且这类材料也有望应用于新型太阳能电池中。然而，在对其材料特性进行优化的过程中，往往需要进行大量的化学合成和表征方面的实验，因此耗时很大。

德国马普学会聚合物研究所 Denis Andrienko 率领的研究团队开发出了一种新的模拟算法，可将已知的分子通过搭积木的形式结合起来形成新的结构，并与太阳能电池的效率相关联，从而显著简化太阳能电池的开发过程。

研究人员利用已知的高效有机太阳能电池，将它们分成几个构建块。这些构建块由能提供电子或接收电子的分子成分组成，即所谓“施主”和“受主”。将来自不同太阳能电池的施主和受主构建块组合起来，形成新的“非富勒烯受体”（non-fullerene acceptor）分子，并用于太阳能电池的研究中。设计算法包括减少可能的“非富勒烯受体”分子数量的约束，如分子对称性、四极矩、电离能和电子亲和力等。在使用受主-施主-受主组合的情况下，两个受主构建块始终属于同一类型。这种设计

方法已经显示出良好的应用前景，并有助于在实际合成材料之前预测太阳能电池的效率。

据介绍，研究团队在预测的 12 种太阳能电池材料中，已制备出其中的 10 种，且非常高效。

相关研究工作发表在 *Advanced Energy Materials*（文章标题：Chemical Design Rules for Non-Fullerene Acceptors in Organic Solar Cells）。

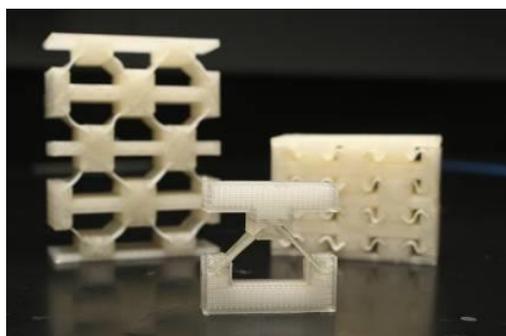
刘文兵、万 勇 编译自[2022-03-09]

*Building-block solar cells*

*Computer algorithm searches for new materials for organic solar cells*

<https://www.mpip-mainz.mpg.de/751387/PM2022-03>

## 新轻质泡沫材料用于制造下一代防护装备



新型轻质泡沫材料

美国约翰霍普金斯大学 Sung Hoon Kang 团队研发出一种具有金属般防护作用的泡沫减震材料，不仅重量更轻、强度更强，还可重复使用。这种新型泡沫材料可能会带来头盔、防弹衣以及汽车和航空航天零部件的变革。

由于当前汽车的保险杠和头盔衬垫这些关键保护设备材料在高速度下表现不佳，并且通常不可以被重复利用，研究团队希望研制出

具有更强大能量吸收能力的材料，以提供更强的保护，免受各种冲击。研究团队通过使用高能量吸收的液晶弹性体（liquid crystal elastomers, LCEs）以提高材料的抗冲击能力，而 LCEs 过去主要用于制动器和机器人技术。材料承受冲击能力的测试实验表明，新材料可以抵抗速度高达 22 英里/小时（约 35.4 公里/小时）、重约 4~15 磅（约 1.8~6.8 千克）物体的撞击。需要特别说明的是，由于测试机器的限制，测试被限制在每小时 22 英里，但研究团队相信这种新轻质泡沫材料可以安全地吸收更大的冲击力。新材料更轻的重量可以减少燃料消耗和车辆对环境的影响，同时让防护装备佩戴者更舒适。研究团队正在试图与头盔公司合作，为运动员和军队设计、制造和测试下一代头盔。

相关研究工作发表在 *Advanced Materials*（文章标题：Synergistic Energy Absorption Mechanisms of Architected Liquid Crystal Elastomers）。

卢 璐、冯瑞华 编译自[2022-03-11]

*JHU-Created Material Could Make Next-Gen Helmets, Bumpers*

<https://hub.jhu.edu/2022/03/10/jhu-created-material-for-lighter-stronger-helmets-vehicles/>

## 利用数据挖掘寻找超轻薄二维材料

传统 2D 材料（如石墨烯）与由金属氧化物（如钛铁矿和铬铁矿）合成的新材料之间存在实质性区别。后者在其晶体结构中不会形成弱相互作用——即所谓的范德华力，而是形成指向所有方向的更强的离子键。所以，只有少数实验成功地将新型 2D 材料从 3D 材料块中分离出来。

德国亥姆霍兹德累斯顿罗森道夫研究中心（Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, HZDR）Rico Friedrich 领导的德-美合作研究团队利用数据挖掘方法成功预测了 28 种超薄二维材料。

研究人员主要利用“密度泛函理论”和 AFLOW 材料数据库进行数据挖掘研究，开发了结构原型，然后过滤材料数据库，探索得到一组 8 种二元和 20 种三元候选材料。“密度泛函理论”是一种在量子化学和凝聚态物理中广泛使用的电子结构的实用计算方法，研究人员与几个德国高性能数据中心合作完成必要的计算阶段。AFLOW 数据库由美国杜克大学 Stefano Curtarolo 教授历经二十多年开发而成，被认为是最大的材料科学数据库之一，对大约 350 万种化合物进行分类，计算出的材料特性超过 7 亿种。该数据库不仅为研究人员提供了 28 种二维材料的化学组成，还帮助他们研究这些材料在电子、磁性和拓扑方面的卓越特性。

下图展示了研究人员新发现的二维材料——锆锰氧化物（ $\text{GeMnO}_3$ ）表面磁性结构的半透明结构。彩色图案描绘了磁性离子附近的区域，其磁化方向指向平面外（红色）或平面内（蓝色）。磁信息的这种强烈的空间变化可以在数据存储等应用中发挥关键作用。

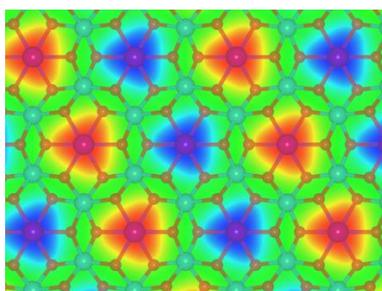


图 新发现的二维材料锆锰氧化物（ $\text{GeMnO}_3$ ）

该研究结果可以帮助这种类型的材料进一步在实验中获得成功。展望未来，通过数据挖掘可以找到更多这种二维材料，如果有足够多的候选者，甚至可以创建一个专门针对这类新材料的专用数据库。

相关研究工作发表在 *Nano Letters*（文章标题：Data-Driven Quest for Two-Dimensional Non-van der Waals Materials）。

卢 璐、冯瑞华 编译自[2022-03-10]

*On the Hunt for Ultra-Thin Materials Using Data Mining*

<https://www.hzdr.de/db/Cms?pOid=65456&pNid=99>

## 耐腐蚀的聚变反应堆结构材料

聚变反应堆是产生清洁电力的一个强大手段，在聚变反应堆中，两个核子的聚变释放出大量的能量，这种能量以热量的形式被截留在“增殖包层”(breeding blanket)中，增殖包层通常由液体锂合金构成，围绕着反应堆核心。增殖包层还具有聚变燃料增殖的基本功能，为反应堆的无休止运行创造一个封闭的燃料循环，而不会耗尽燃料。增殖包层在超过 1173 K 的极高温下运行具有从水中制氢的功能，在这样的温度下，与增殖包层接触的结构材料存在被腐蚀的风险，从而影响反应堆的安全性和稳定性。因此，有必要寻找在这些温度下与增殖包层材料化学相容的结构材料。

日本东京工业大学、横滨国立大学和量子科学技术研究开发机构的研究人员探索出与液态锂铅合金 (LiPb) 增殖包层兼容的结构材料，研究了气相沉积碳化硅产品 (CVD-SiC) 和空气中预氧化的铁-铬-铝 (FeCrAl) 合金在高达 1173 K 的液态锂铅合金中的耐腐蚀性机制。研究人员首先通过在真空条件下在设备中熔化和混合锂和铅的颗粒来合成高纯度锂铅，然后将合金加热到 1173 K 温度，并在此温度下液化，将 CVD-SiC 样品和两种 FeCrAl 合金变体 (经过预氧化处理形成  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 表面层和未经预氧化处理) 置于液态锂铅合金中 250 小时进行腐蚀测试。实验结果表明：CVD-SiC 与液态 LiPb 合金中的杂质反应形成一层复合氧化物，从而使其具有耐腐蚀性；未经预氧化处理的 FeCrAl 合金在与液态 LiPb 反应后形成一层氧化物  $\gamma$ -LiAlO<sub>2</sub>，然后起到防腐蚀屏障的作用。在预氧化处理的 FeCrAl 的情况下， $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 表面层在 873 K 时保障耐腐蚀性，但在 1173 K 时转变为  $\gamma$ -LiAlO<sub>2</sub>，然后是  $\gamma$ -LiAlO<sub>2</sub> 保障耐腐蚀性。

相关研究工作发表在 *Corrosion Science* (文章标题: Corrosion-resistant materials for liquid LiPb fusion blanket in elevated temperature operation)。

冯瑞华 编译自[2022-03-10]

*Selecting the right structural materials for fusion reactors*

<https://www.titech.ac.jp/english/news/2022/063158>

## 硬 X-射线揭示氧原子对半导体特性的影响

美国西北太平洋国家实验室材料科学家 Scott Chambers 率领的研究团队在探究半导体与新型氧化物薄膜结合形成的特性时发现，其中受困的氧原子可以实现导电率的提升。

研究团队是在利用硬 X-射线光电子能谱研究锆与镧-锶-锆-钛氧化物 (LSZTO) 结合的特殊结晶薄膜的特性时得到上述发现的。研究显示，锆/LSZTO 界面附近的氧原子会向 LSZTO 薄膜提供电子，从而在锆界面一侧的几个原子层内产生空穴。在不同样品中，这些特殊的空穴完全超越 n 型和 p 型锆半导体的特性。尽管该研究使用

的样品不太可能立即产业化，但将助力材料科学家和物理学家更好地了解如何设计具有有用特性的新半导体材料系统。

相关研究工作发表在 *Physical Review Materials*（文章标题：Mapping hidden space-charge distributions across crystalline metal oxide/group IV semiconductor interfaces）。

刘文兵、万勇 编译自[2022-03-01]

*Surprising Semiconductor Properties Revealed with Innovative New Method*

<https://www.pnnl.gov/news-media/surprising-semiconductor-properties-revealed-innovative-new-method>

跟踪和研究本领域国际重大的科技战略与规划、科技计划与预算、研发热点与应用动态以及重要科研评估等；围绕材料、制造、化工等领域的前沿科技问题及热点方向进行态势调研分析；开展本领域知识资源组织体系研究，构建重要情报资源组织加工服务平台等。我们竭诚为院内外机构提供具有参考价值的情报信息服务。

研究内容		代表产品
<b>战略规划研究</b>	开展科技政策与科研管理、发展战略与规划研究等相关服务，为科技决策机构和管理部门提供信息支撑。	宁波新材料科技城产业发展战略规划（中国工程院咨询项目） 中国科学院稀土政策与规划战略研究 国家能源材料发展指南（国家能源局项目） 发达国家/地区重大研究计划调研
<b>领域态势分析</b>	开展材料、制造、化工等领域或专题的发展动态调研与跟踪、发展趋势研究和分析，提供情报支撑。	稀土功能材料 微机电系统 微纳制造 高性能碳纤维 高性能钢铁 计算材料与工程 仿生机器人 海洋涂料 二维半导体材料 石墨烯防腐涂料 轴承钢 人机协作机器人等 国际发展态势分析 （与其他工作集结公开出版历年《国际科学技术前沿报告》）
<b>科学计量研究</b>	开展材料、制造、化工等领域专利、文献等的计量研究，分析相关行业的现状及发展趋势，为部门决策与企业发展提供参考。	服务机器人专利分析 石墨烯知识产权态势分析 临时键合材料专利分析 超导材料专利分析报告

地 址：湖北省武汉市武昌区小洪山西 25 号（430071）

联系人：黄健 万勇

电 话：027-8719 9180

传 真：027-8719 9202