

# 先进制造与新材料 动态监测快报

2022年 第24期

总第406期

## 重点推荐

【战略】美 PCAST 发布《总统报告：生物制造促进生物经济》

【战略】欧委会发布 2022 版《欧盟产业研发投入记分牌》

【战略】兰德发布关键材料供应链建设报告

【项目】欧首台百亿亿次超算落户德国

【前沿】高压合成全新氮磷化合物

# 目 录

## 专 题

美 PCAST 发布《总统报告：生物制造促进生物经济》 .....1  
 欧委会发布 2022 版《欧盟产业研发投入记分牌》 .....2

## 战略规划

兰德发布关键材料供应链建设报告 .....4

## 项目资助

英 UKRI 发起新竞赛提高可持续生物制造 .....5  
 英启动战略咨询项目大力推动半导体产业发展 .....5  
 英粒子振动实验将在太空环境下制造新材料 .....6  
 欧盟 2023-24 年将投资 135 亿欧元用于研究和创新 .....6  
 欧首台百亿亿次超算落户德国 .....7

## 研究进展

高压合成全新氮磷化合物 .....7  
 美开发出新型无钴锂电池正极材料 .....8  
 超轻太阳能电池可将任何表面转化成电源 .....8  
 新型碳/碳复合材料兼具优异力学性能与导电性 .....9  
 MXene-石墨烯纳米复合材料用于摩擦纳米发电机 .....10  
 人工力诱导反应法准确预测周环反应的立体化学 .....11



先进制造与新材料情报研究  
 微信公众号，欢迎扫码关注

# 美 PCAST 发布《总统报告：生物制造促进生物经济》

12月8日，美国总统科学技术顾问委员会（President's Council of Advisors on Science and Technology, PCAST）和总统行政办公室联合发布了《总统报告：生物制造促进生物经济》（*Report to the president: Biomanufacturing to Advance the Bioeconomy*）。报告明确指出了目前美国面临的三个关键挑战：①美国的生物制造能力和劳动力没有跟上生物产品开发和将新发现快速商业化的步伐；②许多新型生物产品的监管审查和批准程序过于复杂和不确定，不利于其商业化进程；③需要综合的生物经济整体战略，帮助指导联邦机构进行管理，促进社会和经济进步。

针对以上三项挑战，该报告提出了以下几点建议。这些建议与最新发布的第14081号行政命令（EO 14081）中提出的行动和政策相互协同，并利用《芯片和科学法案》的规定以及监管和研究机构间的协调，实施推进生物制造的长期目标，以支持不断增长的生物经济。

### （1）生物制造基础设施中心

商务部应建立拥有必要权限和资源的生物制造基础设施中心，通过扩大“制造业美国”研究所的能力以及利用《芯片和科学法案》授权的区域技术中心，提高生物制造能力，从生产相关环境中的原型组件（制造成熟度6级）扩展到小批量生产能力（制造成熟度8级）。

科学技术政策办公室（Office of Science and Technology Policy, OSTP）应与国防部、国家科学基金会以及能源部共同制定一项计划，包括确定生物制造基础设施中心的具体重点、资金分配，以及创建网络将所有相关创新中心计划所建立的中心相连，例如“制造业美国”研究所、能源部敏捷生物制造联盟等。

国家科学基金会、国防部、能源部、食品及药物管理局和农业部等相关机构应与生物制造基础设施中心协调的大学和研究机构建立伙伴关系并建立资助机会。这些伙伴关系应侧重于生物加工和生物制造，利用或扩大生物制造基础设施枢纽网络和设施创造更多研究机会，并提供该领域的各类培训机会。

### （2）监管审批流程

环境保护局、农业部、食品及药物管理局应建立一个由主要机构代表组成的常设快速反应小组，定期开会审查新的交叉产品，并向开发商提供生物产品的建议监管路线。该团队应参与EO 14081要求的生物技术法规网站的持续开发。快速反应小组应提供交叉培训监管工作人员的机会，支持生物产品审查。

环境保护局、食品和药物管理局、农业部应通过以下方式开发监管审查和批准紧急生物产品的简化途径：①借鉴过去产品审查过程中的途径演变；②在建立新的

生物产品时，为其创建一个预先确定路径的开放数据库。

环境保护局、食品和药物管理局、农业部应建立一个培训和信息网络，将生物制造基础设施中心与联邦资助的先进生物制造研究机构（如 BioMade、BioFAB、NIIMBL 等）联系起来，并指派监管科学家，使其能够了解新兴技术，并在实施和扩大制造过程时提供见解。

### （3）基于数据的生物经济新战略

国家科学技术委员会（National Science and Technology Council, NSTC）应制定生物经济的 10 年长期战略。该战略必须考虑拟订行动和政策的长期经济、环境、社会以及国家安全等方面的影响。

OSTP 应将生物经济的研究需求纳入 EO 14081 中概述的国家生物技术和生物制造计划、国家工程生物学研究与发展计划以及《芯片和科学法案》指定的 2023 年提交的 5 年协调研究报告的关键组成部分。这些计划应强调加速生物经济增长所需的基础性和转化性研究以及国际竞争力的其他关键目标。

商务部应指示经济分析局于 2024 财年前建立生物经济卫星账户。联邦统计机构应计划为该战略的既定指标提供数据，并在其 2025 财年预算请求中要求提供必要的资源。该计划应提供 NSTC 战略定义的指标所需的数据。

董金鑫 编译自[2022-12-08]

*REPORT TO THE PRESIDENT: Biomanufacturing to Advance the Bioeconomy*

<https://www.manufacturingusa.com/reports/report-president-biomanufacturing-advance-bioeconomy>

## 欧委会发布 2022 版《欧盟产业研发投资记分牌》

12 月 13 日，欧盟委员会发布《2022 年欧盟产业研发投资记分牌》（*The 2022 edition of the EU Industrial R&D Investment Scoreboard*）报告。报告显示，全球研发投入重回正轨，美国、中国、欧盟及日本产业研发投入较上一年增长 16.5%、24.9%、8.9%和 6.6%，中国超越欧盟成为全球产业研发投入第二大经济体（中国和欧盟分别占比为 17.9%和 17.6%），美国产业研发投入全球份额增加至 40.2%。

私营部门研发投入增长强劲，超过了 COVID-19 大流行前的水平（2021 年与 2020 年相比增长了 14.8%）。自 2004 年以来，世界前 2500 家企业的研发投入总额达到 10940 亿欧元，首次超过 1 万亿欧元。欧盟仍然是汽车行业研发投入的全球领导者，老牌及新兴车企都在向电动汽车和数字化转型。2022 年记分牌还显示欧盟研发投入的行业多元化，特别是与美国相比，美国的研发投入高度集中于信息和通信技术（ICT）。

### （1）全球技术竞赛白热化

记分牌强调了在四个关键领域全球技术竞赛日趋激烈，这四个领域占总研发投

入的 3/4 以上，包括：ICT 生产商（22.6%）、健康行业（21.5%）、ICT 服务业（19.8%）和汽车行业（13.9%）等。美国公司在 ICT（作为生产商和服务提供商）和医疗保健领域都是领先的研究投资者，而中国入选的公司不仅在 ICT 生产商，而且在 ICT 服务领域都领先于欧盟。在过去十年中，中国公司数量增加了两倍多（从 2011 年的 176 家增加到 2021 年的 678 家），取代了欧盟和日本公司的传统制造企业。

### （2）研发增长趋势显著，创新政策的促进作用突出

除了汽车、ICT 和健康产业之外，许多欧盟成员国在航空航天、国防和化学工业等领域都有重要的研发参与者。欧盟 1000 强企业中，有相当数量的健康和 ICT 领域的中小企业，2021 年的研发增长趋势显著，这对于新欧洲创新议程至关重要，该议程涉及扩大和促进新兴深度科技和颠覆性技术，并在欧洲创新委员会的支持下形成了行业之间的外溢效应。

在绿色技术和循环经济技术方面的专利分析显示，欧盟和美国企业在高价值专利方面处于领先地位，欧盟在与循环性相关的发明方面也较为领先。

2022 年的报告还分析了企业在联合国可持续发展目标（SDGs）上的表现。欧盟企业在大多数可持续发展目标中取得了最高分和显著的进步。从行业角度来看，汽车和化工行业的企业在可持续发展目标方面普遍取得了较好的进展，还显示出深度技术解决方案在应对全球挑战方面的巨大潜力。最新的工业战略促进了欧洲具有广泛工业基础的创新政策。

### （3）风险投资被越来越广泛使用

报告分析了作为企业创新战略的新维度——企业风险投资（Corporate Venture Capital, CVC）。在过去 20 年里，企业风投一直在增加，现在有 2/3 的记分牌企业都在使用风投。

研发和企业风投相互补充和支持，特别是在 ICT 和健康领域。欧盟企业的风投约为美国企业的一半。此外，来自欧盟企业的 80% 的资金被用于美国的初创企业，这引发了重要的外溢效应。

黄 健 编译自[2022-12-13]

*Industrial investments in research and development in the EU again on the rise*

[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_22\\_7647](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_7647)

# 兰德发布关键材料供应链建设报告

12月15日，美国兰德公司发布题为《制定关键材料韧性供应链政策》（*Time for Resilient Critical Material Supply Chain Policies*）的研究报告。报告通过对政府、学术界和企业专家等的一系列访谈，结合文献资料综述，以稀土元素和锂离子电池材料为例，梳理了当前这些材料的全球开采和加工现状，假设了来自中国的供应中断情景，并提出了防止此类破坏或避免严重影响的积极政策行动建议。

报告指出，如果选择实行更严格的出口配额或完全拒绝出口，中国可有效切断全球40%-50%的稀土元素氧化物供应。这主要是基于当前中国稀土产量占全球的55%，然而80%-90%重型稀土元素是在中国进行加工与分离。在没有出口管制的情况下，中国也有可能通过监管机制（如执行环境或技术标准）来实施干扰，从而避免收到世贸组织的申诉。

报告指出，尽管当前已有一些在中国以外区域获取稀土元素氧化物提取和加工的项目，但尚无法满足未来需求。例如位于加州南部的芒廷帕斯山是美国国内当前唯一在开采的稀土矿。报告预计到2025年，中国以外区域的稀土元素氧化物处理能力将达4.7万吨/年，相当于2025年全球需求量的15%。倘若所有计划的加工项目都能逐一落地实施，中国以外区域的预计产量约为13.4万吨，这个数字是2022年中国以外区域现有加工能力的三倍。

报告指出，当前的生产和加工活动表明，中国中断稀土、锂离子电池材料供应链的可能性正在缩小，但尚未排除。报告认为，中国的全球出口禁令不太可能出现，理由是由此造成的破坏将对全球市场价格产生重大影响，进而惩罚了不相关的国家；全球供应中断也很难持续，中国企业无法在有效时间框架内扩大其稀土氧化物组件制造工厂，以消化过剩的稀土产能。然而，发生重大行业事故使得中国企业受到监管部门惩罚；中国对美国及其盟友实施蓄意但有限的破坏，而不会引发世贸组织申诉等情境还是有一定的发生概率。

报告指出，美国国防产业基地仅有非常短的时间可用于应对供应中断。报告举例，如果开发一个矿山需要十年甚至更长的时间，那么国防产业基地在供应中断情况下的生存时间则不到一年；如果需要数年时间才能扩大加工处理能力，也将无法在所需的时间范围内充分支持国防产业基地的发展。

报告在结论部分提出，美国国防部和美国政府应实施积极的政策与投资，降低关键材料供应链风险。报告给出以下建议：①建立应对政策，通过缩短恢复时间和增加生存时间，提高美国国防产业基地在供应中断时的韧性；②上下游相关部门“合署办公”，以更好地利用工业效率；③与非传统国家建立关系，扩大关键材料的有效

来源：④提升美国企业的行业风险教育。

万 勇、董金鑫 编译自[2022-12-15]

*Time for Resilient Critical Material Supply Chain Policies*

[https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RRA2102-1.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RRA2102-1.html)

## 项目资助

### 英 UKRI 发起新竞赛提高可持续生物制造

12月7日，英国研究与创新署（UKRI）宣布发起总投资达200万英镑的可行性研究竞赛，以扩大英国可持续生物制造领域的研究、创新和商业化。这项竞赛是UKRI与英国创新机构（Innovate UK）、英国生物技术与生物科学研究理事会（BBSRC）以及英国工程与自然科学研究理事会（EPSRC）实施的跨部门合作计划的一部分。

该竞赛聚焦提升生物制造组织的净零和资源效率、韧性和响应能力以及技术先进和数字化等方面。此外，提案还将通过以下方式解决在可持续生物制造过程中面临的挑战：①增加生物基原料的使用；②开发生物基原料以替代化学原料；③提高生物技术过程的可持续性；④实现利用可再生原料方面的创新；⑤开发基于生物技术的可持续循环产品制造工艺。

董金鑫 编译自[2022-12-07]

*New competition aims to improve UK sustainable biomanufacturing*

<https://www.ukri.org/news/new-competition-aims-to-improve-uk-sustainable-biomanufacturing/>

### 英启动战略咨询项目大力推动半导体产业发展

12月5日，英国数字、文化、媒体和体育部（DCMS）宣布将投资70万英镑到90万英镑启动了一项可行性研究，旨在寻找支持英国半导体行业的新方法以及可能建立一个新的“国家机构”，释放英国微芯片业务的全部潜力，支持就业和技能，推动本土产业发展，并确保英国半导体的可靠供应。

该项目将研究芯片公司是否需要获得更多的原型和制造设施，包括行业协调、复合半导体的开放式制造、先进封装和知识产权等，以消除创新障碍。它还将涵盖如何让初创企业更容易获得专门的软件工具，以及如何开发创新的封装工艺。

黄 健 编译自[2022-12-05]

*Government explores national initiatives to boost the British semiconductor industry*

<https://www.gov.uk/government/news/government-explores-national-initiatives-to-boost-the-british-semiconductor-industry>

## 英粒子振动实验将在太空环境下制造新材料

由英国斯特拉斯克莱德大学牵头、英国 QinetiQ 公司建造的粒子振动实验于当地时间 11 月 26 日在美国佛罗里达州肯尼迪航天中心搭载 SpaceX 猎鹰 9 号火箭升空，将在太空环境下寻找新方法制造可用于生产药物和金属合金的新材料。

英国航天局为粒子振动实验的建造提供了 160 万英镑资金，将在太空微重力环境中加热和摇动复杂流体（含有细小固体颗粒或其他液滴的液体），以制造新材料。这在地球上是无法实现的，因为地球的重力倾向于根据其重量将复杂的流体分层。这种方法利用精确的振动来实现对分散颗粒的无接触控制，可能会产生改进的或全新的金属合金、非金属导体、塑料和“大分子”物质，这些物质可用于生产药物，例如用于疫苗输送的蛋白质晶体。振动产生的流体流也可以用来定义有效冷却核反应堆和电子设备的新方法。

黄健 编译自[2022-11-28]

*UK experiment to create materials for metal and medicine launches*

<https://www.gov.uk/government/news/uk-experiment-to-create-materials-for-metal-and-medicine-launches>

## 欧盟 2023-24 年将投资 135 亿欧元用于研究和创新

12 月 6 日，欧盟委员会通过了“地平线欧洲”2023-24 年主要工作计划，将投资约 135 亿欧元以支持欧洲的研究人员和创新者寻求突破性解决方案，应对环境、能源、数字和地缘政治挑战。

作为范围更广的欧盟 955 亿欧元研究和创新计划“地平线欧洲”的一部分，这笔投资将有助于欧盟实现气候目标（56.7 亿欧元）、提高能源韧性（9.7 亿欧元）和开发核心数字技术（45 亿欧元）。它还将采取有针对性的行动，支持乌克兰，提高经济恢复能力，并为新冠肺炎疫情复苏做出贡献。这将有助于建立更强大的欧洲研究和创新生态系统，包括让欧洲各地的研究人员和创新者更广泛地参与，为世界一流的研究基础设施提供更大的流动性和资金。

黄健 编译自[2022-12-06]

*EU to invest €13.5 billion in research and innovation for 2023-2024*

[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_22\\_7404](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_7404)

## 欧首台百亿亿次超算落户德国

12 月，欧盟委员会和各成员国发起的“欧洲高性能计算联合计划”（European High-Performance Computing Joint Undertaking, EuroHPC JU）与德国 Jülich 超级计算中心签署了欧洲第一台百亿亿次级超级计算机“木星”（JUPITER）的托管协议。据介绍，算力达峰后，欧洲超算能力将位居世界第一。

“木星”将在 Jülich 研究中心投入使用，支持复杂系统的高精度模型开发，通过模拟气候变化、药物发现、人脑解码、海啸预警等挑战的条件和解决方案，并助力可持续能源生产。“木星”在设计时，也考虑到了可持续性和生态意识，它将由绿色电力提供动力，并由节能水冷系统冷却。“木星”的最高预算为 5 亿欧元，由欧盟和德国政府各承担 50%。

万 勇 编译自[2022-12-14]

*Hosting agreement signed for Europe's first exascale Supercomputer*

<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/hosting-agreement-signed-europes-first-exascale-supercomputer>

## 研究进展

### 高压合成全新氮磷化合物

德国拜罗伊特大学 Dominique Laniel、瑞典林雪平大学 Florian Trybel 等率领的研究团队在高压条件下合成出多种全新的氮磷化合物，展现了高压氮化学研究的巨大潜力，并有望催生日常生活中的可回收材料。

研究团队分别在 72 千兆帕和 134 千兆帕的高压条件下，制备得到两种全新的氮磷化合物：多晶型  $\delta$ - $P_3N_5$  和  $PN_2$ ，均为超不可压缩的材料。通过同步 X 射线衍射分析密度泛函理论计算，研究发现，这两种氮磷化合物的晶体结构由密集的  $PN_6$  正八面体网络组成，使其具有极端强度。这也是首次证实  $PN_6$  正八面体结构。

当压力降低至 7 千兆帕时，多晶型  $\delta$ - $P_3N_5$  会转化为另一种全新的氮磷化合物：多晶型  $\alpha'$ - $P_3N_5$ 。多晶型  $\alpha'$ - $P_3N_5$  是一种可在正常条件下维持稳定的新型固体材料，其独特的晶体结构由  $PN_4$  四面体组成，密度比常见的多晶型  $\alpha$ - $P_3N_5$  更高，应用潜力也更大。

相关研究工作发表在 *Chemistry - A European Journal*（文章标题：Revealing Phosphorus Nitrides up to the Megabar Regime: Synthesis of  $\alpha'$ - $P_3N_5$ ,  $\delta$ - $P_3N_5$  and  $PN_2$ ）。

万 勇 编译自[2022-12-09]

*International research team creates previously unknown nitrogen compounds*

<https://www.uni-bayreuth.de/press-releases/New-Nitrogen-Compounds>

## 美开发出新型无钴锂电池正极材料

锂离子电池已广泛应用于各种产品，以及大多数电动汽车，其中主要的正极材料之一是钴酸锂。然而，对于美国而言，钴主要依赖于国外进口，这给美国制造业供应链和运输基础设施带来了风险。橡树岭国家实验室的研究人员开发了一种生产锂离子电池关键部件的新方法。其结果是，通过使用更少有毒材料的更快、更少浪费的工艺，生产出更实惠的电池。美国橡树岭国家实验室的材料科学家 Ilias Belharoukab 带领的团队开发出更清洁、更便宜的方法来制造新型的无钴高容量正极材料。

研究人员利用水热合成方法，将镍、锰和铝等金属溶解在乙醇中，并使正极材料  $\text{LiNi}_{0.9}\text{Mn}_{0.05}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$  结晶。乙醇储存和处理起来比氨更安全，之后可以蒸馏和重复使用。相比较现有方法，这种方法更快，制备颗粒以及为下一轮制备进行准备工作所需的时间仅为 12 小时。由于其性能与当今的钴基正极相似，这种新材料可以无缝集成到现有的电池制造工艺中。目前这项技术正在申请专利，该技术将进行工业级别生产。

相关研究工作发表在 *Journal of Power Sources*（文章标题：Hydrothermal synthesis of Co-free NMA cathodes for high performance Li-ion batteries）。

董金鑫 编译自[2022-12-05]

*Manufacturing process produces better, cheaper cathodes for lithium-ion batteries*

<https://www.ornl.gov/news/manufacturing-process-produces-better-cheaper-cathodes-lithium-ion-batteries>

## 超轻太阳能电池可将任何表面转化成电源

传统的硅太阳能电池很脆弱，因此必须用玻璃包裹，并用厚重的铝框架包装，这限制了它们的部署位置和方式。美国麻省理工学院 Vladimir Bulović 教授带领的研究团队开发出了超轻纤维太阳能电池，可以作为一种可穿戴的电力织物在旅途中提供能量，也可以在偏远地区运输和快速部署。它们的重量是传统太阳能电池板的百分之一，每千克发电量是传统太阳能板的 18 倍。

研究人员使用槽模涂布机将电子墨水形式的纳米材料沉积到制备好的  $3\ \mu\text{m}$  厚的基底上，形成太阳能电池的主要结构。然后使用丝网印刷（screening printing）在结构上沉积电极以完成太阳能模块。最后，将厚度约为  $15\ \mu\text{m}$  的印刷模块从塑料基板上剥离，形成一个超轻太阳能装置。但这种薄而独立的太阳能模块很容易撕裂，因此研究人员使用一种名为 Dyneema 的复合材料，每平方米只有 13 克重。这种材料由非常坚固的纤维制成的，通过添加只有几  $\mu\text{m}$  厚的固化胶，将太阳能组件粘附在这种材料上，最终形成了一个超轻且机械坚固的太阳能结构。经过测试，这种太

太阳能电池独立式时，每千克可产生 730 瓦的功率，如果将其部署在 Dyneema 上，每千克约产生 370 瓦的功率。此外，在将织物太阳能电池板滚动和展开 500 多次后，电池仍保持了 90% 以上的初始发电能力。

相关研究工作发表在 *Small Methods* (文章标题: Printed organic photovoltaic modules on transferable ultra-thin substrates as additive power sources)。

董金鑫 编译自[2022-12-09]

*Paper-thin solar cell can turn any surface into a power source*

<https://news.mit.edu/2022/ultrathin-solar-cells-1209>

## 新型碳/碳复合材料兼具优异力学性能与导电性

与单相陶瓷相比，导电陶瓷复合材料由于基体与第二相之间存在较弱的异质界面，其力学性能与导电性往往无法同步提升。因此，如何获得兼具优异力学性能与导电性的材料是亟待解决的关键科学问题之一。清华大学李晓雁教授课题组与燕山大学田永君院士团队合作制备了一种新型的碳/碳复合材料，其综合性能优于目前已知的所有导电陶瓷和碳/碳复合材料，在航空航天、微纳米电子器件等国家重大工程领域具有潜在的应用前景。该研究工作同时揭示了非晶碳向金刚石相变的机制，为进一步探索通过碳材料相变过程来合成高性能新材料提供了重要的启示。

研究人员选择商用热解碳作为前驱体，在高压 (25 GPa) 和窄温度区间 (1050-1150 °C) 内对前驱体进行高温高压实验，成功制备了纳米金刚石/无序多层石墨烯自生复合材料。该复合材料是由平均粒径约 4.8 nm 的超细纳米金刚石相互独立并均匀地嵌入无序多层石墨烯基体中组成的。通过调控温度，可以获得金刚石体积百分比含量为 20%-70% 的复合材料。纳米金刚石与多层石墨烯之间形成了非共格界面，从而揭示了一种非晶碳向金刚石晶体转变的机制，主要表现为纳米晶金刚石的形核和扩散驱动生长。该复合材料具有优异的综合性能：其努氏硬度最高可达 53 GPa，超过传统超硬材料立方氮化硼；其微米柱单轴压缩强度达到通过相同测试方法获得的 SiC 的压缩强度的两倍以上；其室温电导率约为 670-1240 S/m，与导电性最好的导电陶瓷材料相当。

相关研究工作发表在 *Nature Materials* (文章标题: Ultrastrong conductive in-situ composite composed of nanodiamond incoherently embedded in disordered multi-layer graphene)。

董金鑫 摘编自[2022-12-09]

航院李晓雁课题组合作在室温导电超硬材料领域取得重要进展

<https://www.tsinghua.edu.cn/info/1175/100679.htm>

## MXene-石墨烯纳米复合材料用于摩擦纳米发电机

对智能可穿戴电子设备日益增长的需求促进了高性能可变形电源的快速发展，如具有高输出性能的摩擦纳米发电机（Triboelectric nanogenerator, TENG）。但当前的 TENG，特别是低成本制造方法制备的 TENG，仍然存在性能不佳的问题。为了应对这一挑战，美国宾夕法尼亚州立大学和中国河北工业大学的联合研究团队提出了一种完全可拉伸的 TENG，由可拉伸的 MXene/硅树脂弹性体和银纳米线-石墨烯泡沫纳米复合材料组成。

新型 TENG 表现出高输出性能（电压、电流和功率分别为 73.6 V、7.75  $\mu\text{A}$  和  $2.76 \text{ Wm}^{-2}$ ），能够在各种极端变形条件下稳定输出并维持数小时的使用。除了在人体皮肤和衣服上应用于人体运动监测和检测力量训练姿势外，TENG 还可以从人体采集间歇性机械能，为各种储能单元充电，如驱动可穿戴电子设备的商用电容器。当应用于室内植物时，TENG 传感器可以通过感知人所产生的风来探测到入侵者，然后发出警报，或打开房子里的灯，以阻止入侵者。MXene-石墨烯纳米复合材料可使 TENG 传感器能够随着植物叶片的生长而变形和伸展，且不断自我供电，因此该装置可以在几天到几年内使用。TENG 传感器还可应用于水龙头，并在水滴落下时检测出微小的水滴，提醒用户有漏水的情况而帮助节约能源和资源。

相关研究工作发表在 *Nano Energy*（文章标题：Fully stretchable, porous MXene-graphene foam nanocomposites for energy harvesting and self-powered sensing）。



图 用于室内植物的摩擦纳米发电机

冯瑞华 编译自[2022-12-09]

*Combination of two materials creates high-performance, stretchy nanogenerator*

<https://www.psu.edu/news/engineering/story/combination-two-materials-creates-high-performance-stretchy-nanogenerator/>

## 人工力诱导反应法准确预测周环反应的立体化学

人工力诱导反应法（Artificial Force Induced Reaction, AFIR）是一种应用虚拟分子间或分子内力进行系统性化学反应路径搜索的计算方法。日本北海道大学化学反应设计与发现研究所 Tsuyoshi Mita 领导的研究团队已经证明，AFIR 方法仅基于目标产物分子的信息就可以预测具有准确立体选择性的周环反应。准确预测分子的立体化学（即组成原子的 3D 排列）对于这种自动反应路径搜索方法来说是前所未有的。这项研究证明了 AFIR 方法有可能发现具有特定立体化学性质的新反应。

虽然以前 AFIR 已被用于预测小而简单的反应，但还没有用于准确的立体化学预测。在该研究中，研究人员通过 AFIR 方法克服了这一障碍，将 AFIR 方法用于被称为周环反应的一类主要化学反应，这类化学反应在生物过程中很常见，如维生素 D 的合成。在该研究中，AFIR 用于计算从产物分子到起始材料的逆合成或逆转反应。研究人员通过量子化学辅助逆合成分析（QCaRA）成功追溯了土楠酸 C 甲酯（endiandric acid C methyl ester，由 52 个原子组成的天然产物）与其起始材料的反应。

相关研究工作发表在 *Journal of the American Chemical Society*（文章标题：Prediction of High-Yielding Single-Step or Cascade Pericyclic Reactions for the Synthesis of Complex Synthetic Targets）。

冯瑞华 编译自[2022-12-01]

*Automated chemical reaction prediction: now in stereo*

<https://www.global.hokudai.ac.jp/blog/automated-chemical-reaction-prediction-now-in-stereo/>



欢迎扫码关注[先进制造与新材料情报研究](#)微信公众号

# 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

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<br/>规划<br/>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）<br>中国科学院稀土政策与规划战略研究<br>国家能源材料发展指南（国家能源局项目）<br>发达国家/地区重大研究计划调研  |
| <b>领域<br/>态势<br/>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<br>高性能碳纤维    高性能钢铁    计算材料与工程<br>仿生机器人    海洋涂料    二维半导体材料<br>石墨烯防腐涂料    轴承钢    人机协作机器人等<br>国际发展态势分析<br>（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<br/>计量<br/>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<br>石墨烯知识产权态势分析<br>临时键合材料专利分析<br>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