

先进制造与新材料 动态监测快报

2022年 第4期

总第386期

重点推荐

- 【趋势】美国家科学院发布《化学工程新方向》报告
- 【政策】欧委会发布《欧洲芯片法案》提案
- 【政策】美发布新版关键与新兴技术清单
- 【项目】英美分别围绕先进材料和矿物精炼开展信息征集

目 录

专 题

美国家科学院发布《化学工程新方向》报告.....1

战略规划

欧委会发布《欧洲芯片法案》提案.....3

英国发布网络物理基础设施愿景.....4

美发布新版关键与新兴技术清单.....4

项目资助

英政府将探究新的高技术材料如何推动行业发展.....5

美 DOE 就建设首个关键矿物精炼工厂开展信息征集.....6

研究进展

光活性 MOF 引发光催化反应革命.....7

用于软体机器人的变形复合材料.....7

具有逻辑门功能的碳氢化合物分子.....9

坚韧的蛋白质基塑料.....10

从废弃物中提取稀土.....11

美国国家科学院发布《化学工程新方向》报告

编者按：化学转化是现代社会技术的核心，化学工程师的工作影响了世界各地的社会和个人生活。当前面临的挑战不仅包括应对气候变化和能源转型，还包括减少原材料使用和增加循环利用、从线性经济转向循环经济、在全世界生产和分配粮食、节约水和其他资源以及创造和扩大新药物和疗法的生产和销售等。在所有这些应用中，化学工程师都有机会来解决当今面临的最重要挑战，因此化学工程将需要定义和追求新的方向。为此美国国家科学院组织编写了《化学工程新方向》，本期专题对建议部分进行了编译。

美国国家科学院发布了《化学工程新方向》报告，报告首先概述了未来 30 年指导化学工程研究、创新和教育的宏伟愿景，在研究化学工程在过去 30 年中取得进展的基础上，向美国政府提出了能源转型、水和食物及空气、卫生和医学、制造业和循环经济、材料、支撑工具和技术等领域研发投资建议。

一、能源系统脱碳

建议 1：在整个能源价值链中，联邦研究资金应用于推进将能源结构向低碳强度能源转型、开发新型低碳或零碳能源技术、推进光化学领域研发、尽量减少与能源系统相关的用水以及开发经济高效、安全碳捕获、使用和储存方法。

建议 2：高校和政府实验室的研究人员以及行业从业者应形成跨学科、跨部门的合作，重点关注低碳能源技术的试点和示范规模项目以及建模和分析。

二、环境系统的可持续工程解决方案

建议 3：联邦研究资金应用于基础研究和应用研究，以促进对水的结构和动力学的基本了解，并开发去除和回收污染物所需的先进分离技术。

建议 4：为了最大限度地减少农业和食品生产对土地、水和养分的需求，高校和政府实验室的研究人员以及行业从业人员应形成跨学科、跨部门的合作，重点关注代谢工程、生物工艺开发、精确农业、实验室生产的食品，以及改进食品保存、储存和包装的可持续技术的发展。

三、工程化靶向药物

建议 5：联邦对生物分子工程的研究投资应用于基础研究，以推进：个性化医疗和生物分子工程（包括蛋白质、核酸和病毒和细胞等）、在材料、设备与健康之间架起桥梁、利用系统工具和合成生物学以了解生物网络以及与数据科学和计算方法的交叉前沿、开发工程方法以降低靶向药物成本等。

建议 6：学术和政府实验室的研究人员以及行业从业者应形成跨学科、跨部门

的合作，以开发先进制药工艺的试点和示范项目。

四、柔性制造与循环经济

建议 7：联邦研究资金应用于基础研究和应用研究，以推进分布式制造和过程强化，以及向循环经济转型所需的创新技术，包括改进的产品设计和回收工艺。

建议 8：学术和政府实验室的研究人员以及行业从业者应形成跨学科、跨部门的合作，重点关注先进制造试点和示范项目、过程强化以及从化石有机原料和原生无机原料向新型可持续的化工和材料制造原料的转变。

五、面向 21 世纪的新材料

建议 9：材料方面的联邦和行业研究投资应聚焦：聚合物科学与工程，重点关注全生命周期问题、多尺度模拟、人工智能和结构/性能/加工方法；建立复杂流体和软物质新知识的基础研究；纳米颗粒的合成和组装，目的是通过自组装或定向组装创造新材料，以及提高纳米颗粒疗法的安全性和有效性；发现和设计新的反应方案和纯化工艺，持续关注工艺强化，尤其是在电子材料中的应用。

六、化学工程新工具

建议 10：联邦和行业研究投资应用于促进人工智能、机器学习和其他数据科学工具的使用，提高建模、仿真和生命周期评估能力以及开发新型仪器和传感器等。这些投资应该集中在基础化学工程研究和材料开发方面的应用，加快向低碳能源系统的过渡，提高粮食生产、水资源管理和制造业的可持续性，以及增加医疗保健的普惠性。

七、培养下一代化学工程师

建议 11：化学工程部门应考虑对其本科课程进行修订，帮助学生理解个别核心概念如何融入化学工程实践；包括通过物理实验室和虚拟模拟进行更早、更频繁的体验式学习；将数学和统计学以更结构化的方式纳入核心课程。

建议 12：为研究生提供体验式学习机会，大学、行业、资助机构、美国化学工程师学会应协调修订研究生培训计划和资金结构，为研究生系统安排实习提供机会并消除障碍。

建议 13：化学工程教育体系应创造积极社会影响，并且减少性别、肤色、种群不平等。

建议 14：大学联盟应与美国化学工程师学会合作制定激励措施和实践，以构建和共享的化学工程内容，供大学和行业使用。这种共享可以降低成本，并促进学生和专业工程师广泛获取高质量内容，以期在以后的职业生涯中继续深造。

建议 15：大学、工业界、联邦资助机构和专业协会应合作并召开峰会，探讨创建从大学教育到工作场所的化工技术学习和创新基础设施的需求、障碍和机会。

战略规划

欧委会发布《欧洲芯片法案》提案

2月8日，欧委员会向欧洲理事会、欧洲议会提交通讯文件，建议实施《欧洲芯片法案》。该提案希望通过增加投资、加强研发以扩大欧盟芯片产能在全球市场占比，到2030年将欧盟占全球芯片份额从目前的10%增加到20%，并防止对国际市场过度依赖。根据该提案，欧盟拟动用超过430亿欧元（约合人民币3127亿元）的公共和私有资金，用于支持芯片生产、试点项目和初创企业。法案主要包括“欧洲芯片计划”、确保供应安全的新框架以及成员国和委员会之间协调机制等内容。

欧洲芯片计划是《欧洲芯片法案》提案的整体融资计划的重要组成部分，到2030年将汇集欧盟和成员国的110亿欧元公共投资，并将利用大量私人投资。欧洲芯片计划旨在加强欧盟的半导体技术和创新能力，并确保欧洲在中长期芯片技术的领先地位。它将确保在欧洲部署先进的半导体设计工具、下一代芯片原型试验线和最新芯片技术创新应用的测试设施。它还将在量子芯片方面建立先进的技术和工程能力。

确保供应安全的新框架方面，法案将投资新的先进生产设施以保障欧盟的供应安全、供应链韧性以及生态系统，同时对更广泛的经济产生重大的积极影响。为了吸引投资，提案界定了两类设施的定义，即主要为其他工业参与者设计和生产组件的“开放欧盟晶圆厂”，以及设计和生产服务于自身的“综合生产工厂”。此类工厂在欧洲必须是“首创”，其运营商应承诺继续投资于欧盟半导体行业的创新。

提案建议打造成成员国和委员会之间的协调机制，用于监测半导体供应、需求评估和短缺预测。此举将通过收集公司的关键情报来监控半导体价值链，以找出主要的弱点和瓶颈。它将汇集共同的危机评估，并利用应急政策手段协调行动。它还将通过充分利用国家和欧盟政策工具，迅速果断地共同作出反应。

黄健 编译自①[2022-02-08]②[2022-02]

①*Digital sovereignty: Commission proposes Chips Act to confront semiconductor shortages and strengthen Europe's technological leadership*

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_729

②*Communication from the Commission: A Chips Act for Europe*

<https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/83086>

英国发布网络物理基础设施愿景

2月11日，英国机器人技术发展伙伴关系（Robotics Growth Partnership, RGP）发布了网络物理基础设施（CPI）愿景，希望将物理和数字工具结合起来，帮助加快创新过程，降低创新者快速原型、测试和开发创意的成本和风险。CPI愿景认识到了技术变革正在快速演进，新冠疫情证明数据（特别是国家系统和基础设施的实时数据）的重要性，在应对重大挑战时使用正确工具、模型和仿真最能适应并做出快速化和规模化响应。

该愿景是RGP通过一系列线上线下会议活动制定的，包括工作会、研讨会以及2021年7月召开的网络-物理峰会。RGP由政府于2019年成立，旨在将英国置于全球智能机器人革命的前沿。RGP汇集了来自行业、学术界和政府的代表，以确定智能机器将如何支持英国经济从新冠疫情中复苏，建立对未来冲击的恢复能力。

黄健 编译自[2022-02-11]

Robotics Growth Partnership launches cyber-physical infrastructure vision

<https://www.gov.uk/government/news/robotics-growth-partnership-launches-cyber-physical-infrastructure-vision>

美发布新版关键与新兴技术清单

2月7日，美国国家科学技术委员会发布《关键与新兴技术清单更新》（*Critical and Emerging Technologies List Update*）。该清单以2020年10月发布的《关键与新兴技术国家战略》（*National Strategy for Critical and Emerging Technology*）为基础，对其中的关键与新兴技术领域列表作了更新和调整，并具体列出了各领域的核心技术方向清单。对比发现，新版清单增加了定向能、金融技术、高超音速飞行器、网络传感器技术等，删除了数据科学与存储、区块链、先进传统武器、医学与公共健康、农业技术等。

新清单列出的19项对美国国家安全至关重要的关键与新兴技术分别为：先进计算（Advanced Computing）、先进工程材料（Advanced Engineering Materials）、先进燃气轮机发动机技术（Advanced Gas Turbine Engine Technologies）、先进制造（Advanced Manufacturing）、先进网络传感与签名管理（Advanced and Networked Sensing and Signature Management）、先进核能技术（Advanced Nuclear Energy Technologies）、人工智能（Artificial Intelligence）、自主系统与机器人（Autonomous Systems and Robotics）、生物技术（Biotechnologies）、通信与网络技术（Communication and Networking Technologies）、定向能（Directed Energy）、金融技术（Financial Technologies）、人机交互（Human-Machine Interfaces）、高超音速飞行器（Hypersonics）、联网传感器与传感（Networked Sensors and Sensing）、量子信息技术（Quantum

Information Technologies)、可再生能源发电与储存 (Renewable Energy Generation and Storage)、半导体与微电子 (Semiconductors and Microelectronics)、空间技术与系统 (Space Technologies and Systems) 等。

其中,在**先进工程材料**领域,包括设计材料与材料基因组、具有新特性的材料、对现有性能进行重大改进的材料、材料性能表征与生命周期评估等。在**先进制造**领域,包括增材制造、清洁可持续制造、智能制造、纳米制造等。此外,在其他领域也涉及到了材料与制造的细分方向,如核材料检测与表征 (先进网络传感与签名管理领域)、生物制造与加工 (生物技术领域)、专用材料 (高超音速飞行器领域)、量子器件材料/同位素与制造技术 (量子信息技术领域)、制造工艺技术与设备 (半导体与微电子领域)、超越 CMOS 技术 (半导体与微电子领域)、先进微电子材料 (半导体与微电子领域) 等。

(综合)

项目资助

英政府将探究新的高技术材料如何推动行业发展

先进材料,特别是高性能工程材料被认为是对于许多行业的未来成功发展至关重要。英国拥有世界领先的先进材料科学研究基础,政府已将先进材料及其制造列为创新战略的七个“技术集群”之一¹。

2月10日,英国商业、能源与产业战略部 (BEIS) 发起了先进材料相关发展意见建议信息征集 (如下问题)。

1. 英国先进材料领域是否存在挑战和/或机遇?
2. 如果有的话,可以从其他国家和企业吸取哪些经验教训?
3. 英国先进材料的优势在哪里?
4. 您想分享英国先进材料能力方面的任何具体差距吗?

列举的先进材料案例包括:

超材料 具有独特电磁特性的人工制备的结构化复合材料,可通过紧凑、轻质的 5G 天线来改变通信行业,且更易于制造、运输和安装。

¹ 2021 年第 15 期《先进制造与新材料动态监测快报》有相关报道。

二维材料 仅由单层原子形成，有助于提高电动汽车电池效率、增强传统材料，并具有新颖的电气和超导应用。

自愈合和“活”材料 随着时间推移可改变形状或结构的系统，包括响应退化的自修复，如可修复坑洼的自愈合道路。

复合结构 更坚固、更轻质、更耐用的结构，可用作涂层技术，用于强化材料的耐腐蚀性等。

为此，英国还将成立一个由产业界和学术界成员组成的先进材料范围界定小组（Advanced Materials Scoping Group），用以支持政府在该领域的工作，并对征集到的相关信息进行评估响应。

万 勇 编译自[2022-02-10]

Government to look at ways new high-tech materials could advance UK industry

<https://www.gov.uk/government/news/government-to-look-at-ways-new-high-tech-materials-could-advance-uk-industry>

美 DOE 就建设首个关键矿物精炼工厂开展信息征集

2月14日，围绕利用非常规资源进行稀土元素和关键矿物提取与分离工厂建设，美国能源部（DOE）发布了新设施的设计、建造和运营的信息请求。预计后期投入的资助金额为1.4亿美元。

在美国各地，遍布有数十亿吨煤炭废料与灰烬、酸性矿山排水和采出水等。煤炭开采和相关活动留下的遗留废弃物都含有各种有价值的矿物及材料。这些为关键矿物的生产提供了大量未开发的资源。

在该信息请求中，DOE提出的每日产量要求是1~3吨混合稀土氧化物/盐，以最低精矿纯度75 wt%（优选98 wt%或更高）；每日将1~3吨混合稀土氧化物/盐转化为高纯度（99.0 wt%~99.99 wt%）的单一或二元稀土金属。

在分离技术上，关注的是常规分离，包括物理选矿、化学分离，如湿法冶金、用于分离单个稀土元素-关键材料氧化物的溶剂萃取、金属还原及合金化等；并鼓励采用其他先进技术。

万 勇 编译自[2022-02-14]

DOE Launches \$140 Million Program to Develop America's First-of-a-Kind Critical Minerals

Refinery

<https://www.energy.gov/articles/doe-launches-140-million-program-develop-americas-first-kind-critical-minerals-refinery>

光活性 MOF 引发光催化反应革命

奥地利维也纳工业大学 Dominik Eder 教授领导的研究团队开发出一种新方法，可以生产具有纳米级孔隙率的高活性海绵状结构材料。决定性的突破通过两个步骤实现：第一是使用金属有机框架材料（MOF），第二是创建不同类型的人造孔充当分子的高速路径。

金属有机框架材料在纳米尺度上有很多开放空间，具有高达 7000 m²/g 的比表面积。这些特性显示，MOF 可用于气体分离和储存、水净化和药物输送。此外，具有不同化学、电子和光学性质的分子化合物在原子尺度上的接近性使它们也成为光催化和电催化有希望的候选者。到目前为止，最大的问题是内在孔隙的直径太小，无法进行有效的催化周转，反应物分子需要一些时间才能到达 MOF 内的活性位点，这大大减慢了催化反应。

为了克服这一限制，研究团队开发了一种利用 MOF 结构灵活性的方法，结合了两种结构相似但化学性质不同的有机接头来创建混合配体框架。由于两种配体的热稳定性不同，可以通过热解过程选择性的去除其中一种配体。研究团队使用了大量尖端的实验和理论技术来全面表征新材料，还进行了光催化 H₂ 演化测试。断裂型孔的引入可以将催化活性提高惊人的 6 倍，使这些 MOF 成为目前用于制氢的最佳光催化剂之一。

配体的选择性去除引入了不饱和金属位点，可以作为额外的催化反应中心或吸附位点。预计这些位点将影响反应机制，从而影响更复杂催化过程的产物选择性。该研究使化学工业绿色的光催化过程替代热催化过程成为可能。

相关研究工作发表在 *Nature Communications*（文章标题：Selective ligand removal to improve accessibility of active sites in hierarchical MOFs for heterogeneous photocatalysis）。

冯瑞华 编译自[2022-02-15]

Photocatalysis: the Nano-Sponge Revolution

<https://www.tuwien.at/en/tu-wien/news/news-articles/news/photokatalysatoren-die-besten-loecher-der-welt>

用于软体机器人的变形复合材料

美国弗吉尼亚理工大学 Michael Bartlett 研究团队研发出在材料层面改变形状的新方法，利用橡胶、金属和温度对材料进行变形，并在没有电机或滑轮的情况下将它们固定到位。

自然界有很多改变形状以执行不同功能的生物，如章鱼、人类弯曲肌肉、植物等。创造一种能够实现这些功能的材料具有挑战性，该材料需足够柔软，可以极大地改变形状，但又足够坚硬，可以执行不同功能，以用于实现新型的多功能变形机器人。

为了创造一个可以变形的结构，研究团队借鉴 kirigami 剪纸艺术，通过观察橡胶和复合材料中那些 kirigami 图案的强度，创建出一个重复几何图案的材料结构。他们引入了一个由低熔点合金（LMPA）制成的内骨骼，嵌入橡胶皮内。通常情况下，当一种金属被拉得太长时，金属会永久地弯曲、破裂或被拉成一个固定的、无法使用的形状。然而，有了这种嵌入橡胶的特殊金属，当被拉伸时这种复合材料会迅速保持所需的形状，对于可以立即成为承重的软性变形材料来说是完美的。最后，该材料必须将结构恢复到其原始形状。研究小组在 LMPA 网旁边加入了柔软的、类似卷须的加热器。这些加热器使金属在 60°C 时转化为液体。弹性体表皮使熔化的金属保持在适当的位置，然后将材料拉回原来的形状，扭转拉伸，使复合材料具有“可逆塑性”。金属冷却后，它再次有助于保持结构的形状。

研究人员发现，这种受 kirigami 启发的复合材料设计可以创造出复杂的形状，从圆柱体到球到辣椒底部的凹凸形状。形状的改变也可以快速实现，在与球撞击后，形状在不到 1/10 秒的时间内改变并固定到位。另外，如果材料断裂，可以通过熔化和改造金属内骨骼来多次愈合。

这项技术的应用才刚刚开始。通过将这种材料与机载动力、控制和电机相结合，该团队创造了一种功能性的无人机，可以自主地从地面到空中飞行。该团队还创造了一个小型的可部署的潜艇，利用材料的变形和返回，通过沿底部刮动潜艇的腹部，从水族箱中捞出物体。

展望未来，研究人员设想变形复合材料将在新兴的软体机器人领域发挥作用，创造出能够执行不同功能的机器，在受损后能够自我修复。

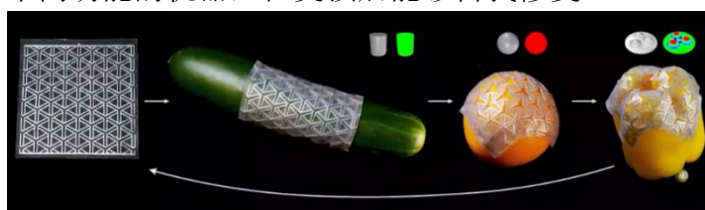


图 受 kirigami 启发的复合材料设计可以创造出复杂的形状

相关研究工作发表在 *Science Robotics*（文章标题：Shape morphing mechanical metamaterials through reversible plasticity）。

冯瑞华 编译自[2022-02-09]

New soft robot morphs from a ground to air vehicle using liquid metal

<https://vtx.vt.edu/articles/2022/02/eng-bartlett-morphing-drone.html>

具有逻辑门功能的碳氢化合物分子

瑞典隆德大学的研究人员成功开发出一种简单的碳氢化合物分子，该分子具有逻辑门功能，类似于晶体管中的功能。这一发现可能在未来使分子尺度上的电气元件成为可能。

制造非常小的元件是研究和开发中的一个重要挑战。研究人员开发出一种简单的碳氢化合物分子，当暴露于电动势时，它可以改变其形式，同时从绝缘变成导电。在分子中设计一个所谓的反芳香环，使其变得更加坚固，既能接收电子又能中继电子。

许多有机分子由芳香族苯环组成，即由六个碳原子组成的扁平环，如石墨烯。然而，如果受到电动势的影响，这种分子不会改变属性或形状。因此，研究小组选择研究由八个碳原子组成的环的碳氢化合物。这些是反芳烃，并弯曲成管状。如果向这样的分子注入两个电子，它就会变平，从绝缘变成导电——这种功能类似于晶体管从 0 到 1 的切换。这一发现意味着研究人员可以考虑如何利用反芳烃在单分子水平上开发电气开关和新的机械系统。这项研究是隆德大学和哥本哈根大学的有机、分析和理论化学以及化学物理等研究小组之间的跨学科合作。

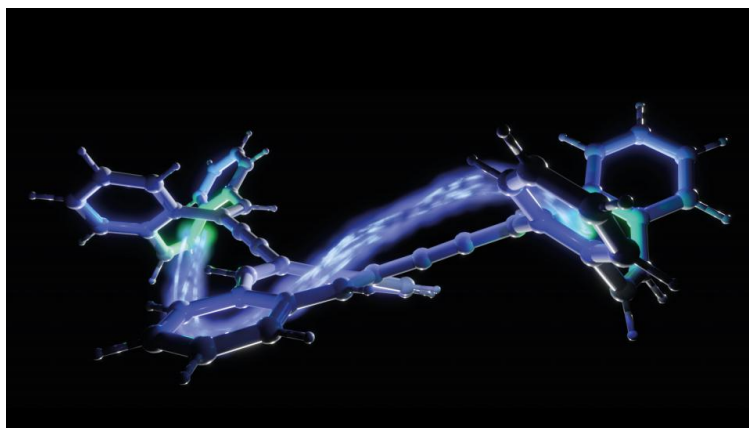


图 具有逻辑门功能的碳氢化合物分子

相关研究工作发表在 *Nature Communications* (文章标题: Electro-mechanically switchable hydrocarbons based on [8]annulenes)。

冯瑞华 编译自[2022-02-15]

Researchers create molecule that can pave way for mini-transistors

<https://www.lunduniversity.lu.se/article/researchers-create-molecule-can-pave-way-mini-transistors>

坚韧的蛋白质基塑料

每年有超过八百万吨的塑料落入海洋，对环境和健康构成了严重威胁。可生物降解塑料已成为一种替代品。中国科学院长春应用化学研究所和解放军总医院研发出一种生产蛋白质基塑料的新方法，这种塑料易于加工、可生物降解、具有生物相容性，并具有良好的机械性能。

新型生物塑料的特性可以根据需要进行定制。研发团队开发了两种富含赖氨酸的蛋白质，并在细菌培养皿中培养它们。第一种蛋白质是“ELP”，是一种类似于结缔组织蛋白的多肽，具有韧性和弹性；第二种是“SRT”，由ELP和具有 β -片状结构的乌贼蛋白质的结晶片段组成。

ELP（或SRT）通过其赖氨酸氨基与聚乙二醇（PEG）衍生物交联。如果交联发生在水中，那么材料可以在一个模具中干燥，从而生产出一种坚韧、透明、耐溶剂的生物塑料，其机械性能可以通过改变PEG的比例来改变。这样就可以在室温下生产出任何形状的高机械强度的生物塑料，而且不需要有毒化学品或复杂的加工步骤，如液化、挤压或吹塑。此外，它们的断裂应力超过了许多商业塑料。剩下的一个问题是它们在水中会膨胀。

研究员表示，未来人们可以用这种新的无毒的生物塑料制作玩具，也可以用食用色素进行染色。

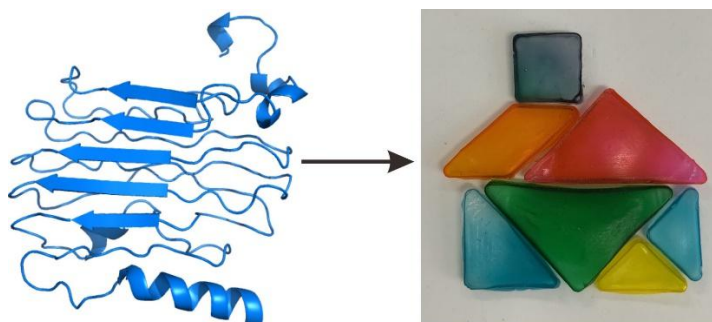


图 基于蛋白质的生物塑料表现出优良的机械性能

相关研究工作发表在 *Angew. Chem. Int. Ed.*（文章标题：Biosynthetic Structural Proteins with Super Plasticity, Extraordinary Mechanical Performance, Biodegradability, Biocompatibility and Information Storage Ability）。

冯瑞华 编译自[2022-02-11]

Relief for Oceans and Landfills?

<https://newsroom.wiley.com/press-releases/press-release-details/2022/Relief-for-Oceans-and-Landfills/>

从废弃物中提取稀土

美国莱斯大学 James Tour 教授率领的研究团队从废弃物中提取了有价值的稀土元素，而且产量足够高。

研究团队利用粉煤灰、铝土矿残渣和电子废弃物，通过闪光焦耳加热（flash Joule heating）工艺，一秒时间内可加热到 3000℃，这种高热量使金属蒸发，然后冷却凝结成固体金属。该工艺使用更温和的 0.1 摩尔浓度的 HCl（一般工业上采用的是 15 摩尔浓度的 HNO₃）来进行处理，且产率更高。

相关研究工作发表在 *Science Advances*（文章标题：Rare earth elements from waste）。

万 勇 编译自[2022-02-09]

Rare earth elements await in waste

<https://news.rice.edu/news/2022/rare-earth-elements-await-waste>

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
战略规划研究	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
领域态势分析	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》）
科学计量研究	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