

先进制造与新材料 动态监测快报

2022年 第16期

总第398期

重点推荐

【战略】欧 AMI 2030 发布《材料 2030 路线图》草案

【战略】美 DOE 成立加速碲化镉发展联盟发展太阳能产业

【项目】美 NSF 投资 1.04 亿美元打造四个工程研究中心

【项目】美 DOE 发布关键材料信息请求

【前沿】用于无锂固态电池的新型镁超离子导体

目 录

专 题

欧 AMI 2030 发布《材料 2030 路线图》草案1

战略规划

美 DOE 成立加速碲化镉发展联盟发展太阳能产业6

项目资助

美 NSF 投资 1.04 亿美元打造四个工程研究中心6

美 DOE 发布关键材料信息请求7

研究进展

氮气在高压下形成不寻常结构8

新复合光催化剂可分解“永久化学污染物”9

用于无锂固态电池的新型镁超离子导体实现最高电导率9

韩开发首个环境友好型过滤器去除水中微塑料10

3D 打印可编程材料感知自我运动10

天然双层石墨烯中的新量子效应11

简单廉价的碳捕获材料——三聚氰胺纳米多孔网络12

欧 AMI 2030 发布《材料 2030 路线图》草案

7 月，欧洲先进材料倡议 2030 (AMI 2030) 发布了《材料 2030 路线图》(Materials 2030 Roadmap) 草案。该草案由“2030 材料宣言”(Materials 2030 Manifesto) 的签署方、相关欧洲技术平台 (EUMAT、SUSCHEM、MANUFUTURE) 和能源材料工业研发倡议组织 (EMIRI) 等共同制定。

作为结构化欧洲材料倡议的关键战略里程碑，路线图草案总结了新材料愿景、任务与行动，提出以下行动建议：推动材料开发数字化，以加速材料设计与开发；强化新材料加工和放大的支撑活动；明确九大创新市场的优先事项，应对行业和研究界的挑战；强调扶持性政策框架的重要性；提出包容性管理原则，允许相关利益方参与新形式的合作。

该草案接下来着重分析了九大材料创新市场，描述了其市场、材料挑战、研究重点事项以及预期的社会经济效益。

(1) 用于健康和医疗市场的材料

新冠疫情给卫生系统带来了沉重负担，社会老龄化进一步增加医疗系统的负担。这也导致了医疗材料需求的不断增长。预计到 2025 年，全球医疗材料市场规模将从 2020 年的 144 亿欧元增至 261 亿欧元。欧洲材料平台 (EUMAT) 确定了健康和医疗应用中的优先事项：先进表面材料、用于增材制造的先进材料以及功能材料。

优先事项	主要应用和研究方向
1 先进表面材料	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 可提升材料附加值的表面纳米结构及功能 ◆ 表面纹理化以改善细胞生长和组织固定，并具有刺激响应粘附特性，可在温和条件下恢复组织 ◆ 具有抗菌、抗炎、防污、防腐、抗凝或愈合性能的表面材料 ◆ 具有药物递送或刺激响应功能的表面材料 ◆ 具有减少摩擦和磨损且无分层或碎片释放风险的表面材料 ◆ 能够防止老化、腐蚀或摩擦腐蚀失效的表面材料
2 用于增材制造的先进材料	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 个性化植入物和假体、膜和支架 ◆ 在术前规划中使用的 3D 模型
3 功能材料	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 用于实现生物结构（关节、肌肉、神经）的功能 ◆ 生物医学应用的可穿戴设备 ◆ 使用柔性电子设备的高级监测和传感器

(2) 用于可持续建筑市场的材料

欧盟 97% 的建筑存量（总计超过 300 亿平方米）并非节能材料，而在 2050 年其中 75%-85% 仍将继续使用。欧洲节能技术计划的目标是到 2027 年达到 4%-5% 的翻新率，并以每年 0.5% 的增长率实现快速增长。预计到 2023 年，欧洲建筑节能产品和服务市场将增长至 800 亿欧元。预计到 2030 年，全球智能建筑技术的支出将稳步增长至 1168 亿欧元。该草案列举出以下四种可持续建筑材料的优先事项。

优先事项	主要应用和研究方向
1 高能源效率材料	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 混合结构的轻质构造和设计 ◆ 轻质复合泡沫 ◆ 保温材料和基础设施 ◆ 热能储存材料 ◆ 多功能轻质材料
2 可持续性和循环性材料	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 可持续建筑材料 ◆ 可持续添加剂 ◆ 再生沥青混凝土 ◆ 新型可回收材料和回收工艺
3 低碳足迹材料	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 建筑材料生产过程电气化 ◆ 低碳足迹的可持续粘合剂 ◆ 预制和模块化结构
4 新功能/智能材料	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 防腐绿色涂层、添加剂或封装抑制剂 ◆ 增加舒适性的新材料 ◆ 为玻璃窗开发的透明氧化物基电子产品

（3）用于新能源市场的材料

使用节能的可再生能源是实现可持续工业、建筑和运输部门的支柱。预计到 2050 年，能源部门将以可再生能源为主，风能、太阳能、生物能、地热能和水能将占总能源供应的 66%，占市场营业额的 50%-70%。在净零路径中，2050 年的全球能源需求应该比今天少 8% 左右，为经济增长提供两倍以上的服务。

该草案列举出以下重点优先事项：①用于可再生和低温温室气体排放能源生产技术的先进材料（太阳能光伏、风能、生物能源、地热等）；②用于储能的先进材料，以促进可再生能源的整合，包括用于制氢、转化和使用的先进材料和先进电池、以及其他创新的储能解决方案所需的材料；③能源密集型工业流程中可持续转型的先进材料，如碳捕获、储存和利用或能源密集型流程电气化等新型技术及流程，以及相配套的基础设施建设/改造所需的材料等。

（4）用于可持续运输市场的材料

向可持续运输过渡需要提高车辆效率，采用零/低碳的车辆和燃料技术。降低成本、促进技术学习、减轻材料重量、提高传统和零排放车辆性能的创新可以加速转型。欧盟运输行业从业人员约 1000 万人，占欧盟总从业人员的 4.5%，创造的 GDP 约占 4.5%。许多欧洲国家在基础设施、物流和运输装备制造等领域处于世界领先地位。当前，欧盟家庭在运输相关产品与服务上的花销占收入的 13.5%，是仅次于房屋相关花销的第二大消费领域。该草案列举出以下重点优先事项。

优先事项	主要应用和研究方向
1 零排放车辆	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 用于电动汽车蓄电池（BEV）的固态电池 ◆ 用于电动汽车燃料电池系统（FCEVs）的具有成本竞争力的氢燃料电池系统 ◆ 用于航空和海上运输的直接氢气燃烧技术 ◆ 智能电动马达
2 更高效车辆和飞机的轻量化	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 具有更强耐久性、更低能耗以及更好生命周期性能的材料 ◆ 开发加工、连接技术，以实现多材料和多功能的复合 ◆ 使用过程替代模型和数字孪生技术，以改进生产过程 ◆ 零缺陷部件的高精度无损检测技术 ◆ 开发先进的材料模型和模拟工具，以扩大当前关键材料的使用范围，缩短新材料和工艺的开发和认证周期
3 电力电子和智能设备	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 新型宽带隙材料（如碳化硅和氮化镓），用于运输电气化、互联互通、智能出行和控制

（5）用于家庭及个人护理市场的材料

家庭和个人护理不仅包括日常工具和家用产品（如化妆品），还包括帮助人们保持健康、控制过敏、提供抗菌表面甚至医疗家电的清洁产品。2019 年，欧盟家庭护理市场约为 768 亿欧元，预计在 2020 至 2027 年间的年均复合增长率为 7.6%。对可持续解决方案的需求以及个性化产品的趋势，使得透明度成为整个价值链的主要挑战之一。需要对价值链进行透明的展示，以显示新的先进材料的利用，以及最终的终端产品对终端用户的环境影响。

优先事项如下：①基于天然和可持续平台的可替代的活性和非活性成分；②面向循环和再利用的材料与设计；③可再生材料和生物技术生产方法；④多功能表面、涂层、传感器功能。

（6）用于可持续包装市场的材料

全球包装市场规模约为 8896 亿欧元，其中欧洲占约 41%。包装的主要基础材料是塑料、纸与硬纸板、氧化铝和玻璃等。纸和硬纸板回收率高（约 80%）、氧化铝和

玻璃则可以无限回收。塑料具有轻质和功能可调的优点，在循环性方面有很大的创新空间。欧盟的重点是用更可持续的循环塑料替代现有塑料，而非增加产量。生物基聚合物的增长将助力构建基于可持续生物原料（林业、生物废弃物等）的欧洲价值链。

优先事项如下：①新的可再生和可回收材料以及用于特定应用的可生物降解和可堆肥材料；②智能解决方案（例如屏障涂层、抗菌或抗真菌涂层、传感器、用于通信和追踪的智能电子接口），以监测产品质量和延长保质期；③将具有致癌、诱变和毒性（CMR）的物质和高度关注物质（SVHC）从包装配方（如催化剂、添加剂、增塑剂）中替换出来；④在材料和产品层面（物理设计）或在分子层面（化学设计）上推动循环性设计，以实现减量以及回收再利用。

（7）用于可持续农业市场的材料

世界银行数据显示，全球农业市值约 736 万亿欧元，先进技术在这一领域的应用将对地球、人类和投资者有潜在的深远影响。欧盟 27 国农业部门（包括畜牧与植物育种、渔业和林业）增加值达 2190 亿欧元，预计 2021 至 2030 年间的年均增长率为 1%。集约化农业农场的经济、社会和环境可持续性是社会和农业政策目前不可或缺的要求，其最终目标是提高生产力，并保持该行业的可持续性。

优先事项如下：①开发用于测量农产品成熟度和碳农业的高效传感器。碳农业传感器用于测量在农场层面封存与储存碳和/或减少温室气体排放；②在农业和土壤保护中开发可持续和高效的基于生物技术和/或生物降解的聚合物。除了化学物质、微塑料，还可使用由合成丙烯酸单体与多糖（如淀粉、纤维素、壳聚糖、琼脂糖、卡拉胶等）共聚而成的水凝胶来保护存储种子，而完全由上述多糖制成的可生物降解的超级吸收性水凝胶则是一种更具可持续性的选择；③开发用于水及空气净化的先进表面和过滤器。例如，涂有纳米颗粒或金属纳米簇/二氧化硅复合材料层的过滤器以防止细菌、病毒等扩散。

（8）用于可持续纺织品市场的材料

纺织品制造价值链是一个复杂的、全球相互关联的生态系统。仅在欧盟就有 15 万家制造企业，并几乎都是中小企业。欧盟纺织和服装行业重心已转向高附加值产品，新兴的电子纺织品（e-textiles），其市场快速增长，涉及医疗保健、体育与游戏、个人保护和智能内饰等，正在获得快速增长。该行业正在经历一场彻底的转型，以保持其在向高附加值产品发展过程中的竞争力，并使可持续性获得明显改善。优先事项如下：

优先事项	主要应用和研究方向
1 先进生物基与 可再生纤维和 纺织品	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 循环使能技术用于工业纺织品、非织造布和纤维增强复合材料等 ◆ 用于建立完整的可再生材料采购/制造和回收的工业过程与技术 ◆ 专注于生物基和可再生纤维原料/快速组装/复杂技术纺织品的再制造/多层或混合材料产品的欧盟价值链
2 多功能纺织品 表面工程	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 纤维和纺织品定向（多）功能化的创新工艺和技术 ◆ 可持续和耐用的高性能纺织品化学 ◆ 高效少量资源利用工艺与技术 ◆ 创新涂层和层压工艺与技术 ◆ 高效再功能化和去功能化技术
3 智能电子纺织 品	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 在纤维和表面实施先进技术 ◆ 电子元件的小型化 ◆ 低成本智能无线传感器网络集成 ◆ 构建新的制造业价值链、掌握所有关键部件、建立研发和技术基地，以及培养技术型的劳动力

(9) 用于电子电器市场的材料

2020 年，欧洲消费电子市场规模达 2300 亿欧元，预计 2021 年至 2027 年间的年均复合增长率可达 8%。Statista 在 2021 年 11 月的报告指出，2022 年全球消费电子总营收将超 0.92 万亿欧元，其中欧洲市场为 1886 亿欧元。

在半导体领域，欧盟仅占全球市场的 10%，通过芯片法案的实施，欧盟期望能实现份额翻番。先进材料市场也将增长至 637 亿欧元。除了传统的硅基市场，新的市场增长点包括超低功耗传感设备使用，生态可持续材料开发，绿色技术探究和可回收材料使用等，这将对减少电子高科技垃圾产生积极影响。柔性和适形电子学也将是未来重要的技术。此外，在 5G 领域，在用于交通电气化、互连及控制的传感器、激光雷达、电力电子设备和智能设备等领域，对先进材料也提出了大量的需求。

优先事项如下：①用于环境保护、散热、射频透明和电子市场小型化的先进多功能材料（如 5G 网络、可穿戴设备、传感器、半导体）；②电子产品的先进涂层和基材（如柔性电子、后硅电子、光纤应用）；③在电子设备中，少用甚至不用关键原材料，并注重替代和回收再利用。

董金鑫 吴振华 万勇 编译自[2022-07-01]

Draft Materials 2030 Roadmap

<https://www.ami2030.eu/roadmap/>

战略规划

美 DOE 成立加速碲化镉发展联盟发展太阳能产业

8月1日，美国能源部（DOE）宣布将投资2000万美元成立加速碲化镉发展联盟（Cadmium Telluride Accelerator Consortium）。该联盟将由托莱多大学、第一太阳能公司、科罗拉多州立大学、托莱多太阳能公司和 Sivananthan 实验室牵头，并由国家可再生能源实验室管理，旨在推动碲化镉光伏电池向更便宜、更高效的方向发展，并为光伏电池产品开发新的市场。

加速碲化镉发展联盟将致力于降低成本和提高效率，使碲化镉更便宜、更高效，在全球市场上更具竞争力。为了实现这些目标，该团队制定了广泛的研究计划，其中包括碲化镉掺杂策略、表征和探索新的碲化镉接触材料，并致力于开发双面碲化镉模块，以实现从模块正面和背面吸收光。

董金鑫 编译自[2022-08-01]

DOE Launches New Research Group to Grow America's Solar Industry

<https://www.energy.gov/articles/doe-launches-new-research-group-grow-americas-solar-industry>

项目资助

美 NSF 投资 1.04 亿美元打造四个工程研究中心

8月，美国国家科学基金会（NSF）宣布将在未来五年内投资1.04亿美元建立四个新的工程研究中心。这些中心将聚焦于农业、制造业、卫生和城市规划等领域，将新技术转化为可持续的解决方案。

先进制造方面，NSF 混合自主制造工程研究中心（Hybrid Autonomous Manufacturing, Moving from Evolution to Revolution, HAMMER）将由俄亥俄州立大学牵头，合作伙伴包括凯斯西储大学、北卡罗来纳州立农业技术大学、西北大学和田纳西大学诺克斯维尔分校等，目标是通过基础、应用和转化研究加快智能自主制造系统的开发和部署。该智能自主系统将使用多种工艺控制材料性能和部件尺寸，在确保高性能的前提下实现快速定制。该智能自主系统还将从每次操作中学习，在量化的不确定性范围内了解和预测正在加工的材料局部结构和性能，随着时间的推移不断自我优化以提升产品的性能和质量。在教育培训方面，HAMMER 将与行业、教育和技术组织保持合作，培训人员范围覆盖从大学预科到行业工程师等多个层次。HAMMER 还将主导新一代认证标准，以促进相关员工广泛采用新技术。

其余三个工程研究中心简要介绍如下：促进可持续和分布式肥料生产工程研究

中心将通过开发下一代、模块化、分布式和高效技术来捕获、回收和生产脱碳氮基肥料；精密微生物组工程研究中心将创建微生物组技术，以应对人类健康和建筑环境界面的挑战；智能街道景观工程研究中心将利用街道及其周围环境的实时技术，打造宜居、安全和包容的社区。

黄健 编译自①[2022-08-10]②[2022-08-09]

①*NSF announces 4 new Engineering Research Centers focused on agriculture, health, manufacturing and smart cities*

<https://beta.nsf.gov/news/nsf-announces-4-new-engineering-research-centers-focused-agriculture-health-manufacturing-and>

②*NSF Engineering Research Center for Hybrid Autonomous Manufacturing Moving from Evolution to Revolution (ERC-HAMMER)*

https://nsf.gov/awardsearch/showAward?AWD_ID=2133630

美 DOE 发布关键材料信息请求

8月9日，美国能源部（DOE）发布信息请求，就价值6.75亿美元的“关键材料研究、开发、示范和商业化应用计划”的研究优先事项、管理机制和合作机会等问题开展为期一个月的公众征询。

该计划将在《基础设施投资和就业法案》资助下，扩大关键材料供应、开发替代品、提升材料使用和处理效率、推动循环经济和跨领域活动，解决美国本土关键材料供应链漏洞，支持清洁能源转型和能源、工业、制造业和运输部门脱碳。该计划将扩大能源部在关键材料供应链上的投资（包括材料科学、分离科学和地球科学等基础研究），强化公私伙伴关系（如关键材料研究所等）¹，并通过示范项目推动技术验证和商业化。

根据此前的调查评估结果，DOE为该计划初步确定的关键材料包括：用于风力发电机、电动和燃料电池汽车发动机等高效电机的钕、镨、镝；用于锂电池的锂、钴、一级镍、石墨和锰；用于催化转化、石油化工、燃料电池和绿色制氢催化的铂族金属；用于发光二极管和宽禁带功率电子器件的镓；用于制造智能传感器、芯片所需的锗等。

黄健 编译自[2022-08-09]

Biden-Harris Administration Launches \$675 Million Bipartisan Infrastructure Law Program to Expand Domestic Critical Materials Supply Chains

<https://www.energy.gov/articles/biden-harris-administration-launches-675-million-bipartisan-infrastructure-law-program>

¹ 可参见2020年第10期《先进制造与新材料动态监测快报》。

【快报延伸】

与此前的研发计划相比，此次特别提出“提升材料使用和处理效率”，因此后续减少关键材料用量的相关技术可能成为资助的重点。而从供应链来看，目标领域已从最初的储能电池扩展至从可再生能源发电到智能电网控制的整个清洁电力系统，其中美国的稀土元素、石墨、镓、锗等对中国依赖度较高，其余几种矿产也与中国存在不同程度的资源竞争，对华脱钩意图较为明确。

研究进展

氮气在高压下形成不寻常结构

德国拜罗伊特大学 Natalia Dubrovinskaia 和 Leonid Dubrovinsky 教授团队在高压环境下合成出氮与稀土金属钇组成的新型氮化物： YN_6 和 Y_2N_{11} ，除了具有不寻常的结构，其能量密度和硬度非常高。

在 100 GPa（地球大气压的 100 万倍）、2700 °C 条件下，钇和氮原子之间发生化学反应，产生新的化合物，其晶体结构具有独特的原子排列： YN_6 晶体包含平面、对称构造的环状结构。在每个环中，一个钇原子被星形排列的 18 个氮原子包围； Y_2N_{11} 晶体包含两条氮原子螺旋链，它们一起形成双螺旋，这样的结构在无机化学领域是非常少见的。研究人员利用高压同步加速器单晶 X-射线衍射最新技术，观测到了这些不同寻常的结构。在新晶体结构中，氮原子通过共价键相互连接，而氮原子和钇原子之间没有共价键。

相关研究工作发表在 *Angew. Chem. Int. Ed.*（文章标题：Anionic N_{18} Macrocycles and a Polynitrogen Double Helix in Novel Yttrium Polynitrides YN_6 and Y_2N_{11} at 100 GPa）。

万 勇 编译自[2022-08-03]

New study by the University of Bayreuth: Nitrogen forms extremely unusual structures under high pressure

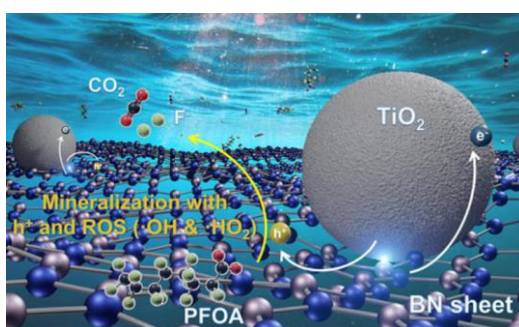
<https://www.uni-bayreuth.de/press-releases/new-yttrium-nitrides>

新复合光催化剂可分解“永久化学污染物”

美国莱斯大学 Michael Wong 教授率领的研究团队开发出新型光动力催化剂，可快速分解全氟辛酸。全氟辛酸被认为是世界上最棘手的“永久化学污染物”之一。

该研究团队曾在 2020 年发现，常用于化妆品的氮化硼粉末暴露在波长 254 nm 的紫外线下时，可在短短几个小时内破坏水样中 99% 的全氟辛酸。但大气几乎过滤掉了阳光中的所有短波紫外线，因此必须尽可能多地提高氮化硼从其他波长阳光中获取能量的能力。

研究团队决定创造由氮化硼和二氧化钛组成的复合材料，结合其各自作为催化剂的最佳特性。在自然阳光下使用塑料水瓶进行的户外实验中，研究人员发现这种氮化硼-二氧化钛复合材料可在不到 3 小时内降解去离子水中约 99% 的全氟辛酸。



包含氮化硼片（蓝色和银色球晶格）和二氧化钛纳米颗粒（灰色球体）复合材料利用长波紫外线将全氟辛酸分解为二氧化碳、氟和矿物质

相关研究工作发表在 *Chemical Engineering Journal*（文章标题：Titanium oxide improves boron nitride photocatalytic degradation of perfluorooctanoic acid）。

黄 健 编译自[2022-07-25]

Rice improves catalyst that destroys 'forever chemicals' with sunlight

<https://news.rice.edu/news/2022/rice-improves-catalyst-destroys-forever-chemicals-sunlight>

用于无锂固态电池的新型镁超离子导体实现最高电导率

由于储量丰富，镁是一种很有前途的固态电池材料，但室温下固体镁离子(Mg^{2+})的导电性较差阻碍了其实际应用。东京理科大学开发了一种新型基于金属有机框架(MOF)的 Mg^{2+} 导体，在室温下也显示出优异的导电性。

研究人员使用一种称为 MIL-101 的 MOF 作为主要框架，然后将 Mg^{2+} 离子封装在其纳米孔中。在得到的电解质中， Mg^{2+} 松散堆积，从而允许 Mg^{2+} 离子迁移。为了进一步提高离子导电性，研究人员将电解质暴露于乙腈蒸汽中，乙腈蒸汽作为客体分子被 MOF 吸附。该团队对制备的样品进行测试，发现该电解质的电导率达到 $1.9 \times 10^{-3} \text{ S cm}^{-1}$ ，对于含有 Mg^{2+} 的晶态固体，是目前报道的最高电导率。这一突破有

效地拓展了固态镁离子电池的应用，有望成为新一代高效安全的电池。

相关研究工作发表在 *J. Am. Chem. Soc.* (文章标题: Super Mg²⁺ conductivity around 10⁻³ S cm⁻¹ observed in a porous metal-organic framework)。

董金鑫 编译自[2022-08-04]

New Magnesium Superionic Conductor Towards Lithium-Free Solid-State Batteries

https://www.tus.ac.jp/en/mediarelations/archive/20220803_0325.html

韩开发环境友好型过滤器去除水中微塑料

微塑料(直径小于 5 mm)会在体内积聚,通过干扰生物功能等对人体构成威胁。由于微塑料体积小,使用过滤器很难分离或处理水中的微塑料,且会产生过滤器堵塞和过滤器本身污染环境等问题。

大邱庆北科学技术院和韩国产业技术研究院的研究团队共同开发出世界上第一个可以去除水中细小颗粒的环境友好型发电装置。

研究人员使用新型摩擦发电机(triboelectric nanogenerator, TENG),通过物理能量产生电能,并利用电泳技术去除微塑料颗粒。由于 TENG 利用了摩擦电能的高压特性,不需要特殊的外部电源,也可以不受地点的限制。新型多孔微结构 TENG 的产出是现有 TENG 的三倍以上,其微型塑料颗粒的去除率为 21.4%,是现有 TENG 的 5.6 倍。此外,该技术还可以去除纳米氧化锌、二氧化硅等有毒微颗粒。

相关研究工作发表在 *Nano Energy* (文章标题: Toxic micro/nano particles removal in water via triboelectric nanogenerator)。

董金鑫 编译自[2022-08-11]

World's First Eco-friendly Filter Removing 'Microplastics in Water,' a Threat to Humans from the Sea without Polluting the Environment

<https://www.dgist.ac.kr/en/html/sub06/060202.html?mode=V&no=8c4d6ec2cc0595c13041aa972afa7df6>

3D 打印可编程材料感知自我运动



具有传感能力的 3D 打印晶格结构

美国麻省理工学院开发了一种 3D 打印材料的方法,该材料可调节机械性能,可以感知自身运动以及与环境相互作用。研究人员仅使用一种材料且在 3D 打印机上运行一次即可构建这种具有传感能力的结构。

研究人员着重研究 3D 打印晶格材料,改变晶格中单元的大小或形状会使材料或多或少具有柔韧性。虽然晶格材料可以表现出独特的特性,但考虑到材料稀疏、复杂的形状,在晶格材料中集成传感器具有挑战性。通常在晶格材料外部安置传感

器比在材料内部嵌入传感器更简单。然而，当传感器放置在外部时，它们可能无法完整反馈材料的形变或移动。研究人员使用 3D 打印将充气通道直接整合到形成晶格的支柱中。当晶格结构被移动或挤压时，这些通道会变形，内部的空气量也会发生变化。研究人员可以使用现成的压力传感器测量相应的压力变化，从而提供有关材料形变的反馈。

研究人员使用数字光处理 3D 打印将传感通道整合到结构中，创建了几个晶格结构，展示了当结构被挤压和弯曲时，充气通道如何产生清晰的反馈。在这些结果的基础上，研究人员将传感器整合到为软体机器人开发的一种新型材料中——手动剪切拉胀结构（handed shearing auxetics, HSA）。HSA 可以同时扭曲和拉伸，这使它们能够用作有效的软体机器人执行器。研究人员 3D 打印了一个 HSA 软体机器人，该机器人能够进行弯曲、扭曲和拉长等多种运动。机器人完成一系列超过 18 小时的动作，以利用传感器数据进行神经网络训练，从而能够准确预测机器人的运动。实验结果令人欣喜，这种流体传感器的预测非常精确，以至于很难区分发送到电机的信号和传感器返回的数据。

该方法为将传感器嵌入到结构材料中开辟了机会。这项技术未来可用于创建具有嵌入式传感器的灵活软机器人，使机器人能够了解其姿势和运动。它还可用于生产可穿戴智能设备，提供有关人如何移动或与环境交互的反馈。

相关研究工作发表在 *Science Advances*（文章标题：Fluidic innervation sensorizes structures from a single build material）。

冯瑞华 编译自[2022-08-10]

New programmable materials can sense their own movements

<https://news.mit.edu/2022/materials-sense-movements-0810>

天然双层石墨烯中的新量子效应



胶带上的石墨烯

德国哥廷根大学 R. Thomas Weitz 领导的国际研究团队在天然双层石墨烯的高精度研究中发现了新的量子效应，并基于以往的理论工作对该效应进行了解释，为电荷载体和不同阶段的相互作用提供了新的见解，为研究强相关电子开辟了新的视野。

该研究使用了天然形式的双层石墨烯，不需要复杂的制备过程。首先，在实验室中使用简单的撕胶带法将样品从一块石墨中分离出来。为了观察量子力学效应，研究团队施加了一个垂直于样品的高电场：系统的电子结构发生了变化，具有相似能量的电荷载流子发生了强烈聚集。在略高于绝对零度的情况下，石墨烯中的电子可以相互作用，可能会出现各种复杂

的量子相。例如，相互作用导致电子的自旋对齐，使材料具有磁性，而无需任何外部影响。通过改变电场，研究人员可以不断改变双层石墨烯中电荷载流子的相互作用强度。在特定条件下，电子的运动自由度可能受到限制，以至于它们形成自己的电子晶格，并且由于它们相互的排斥作用不再有助于传输电荷，使系统具有电绝缘性。研究结果揭示了双层石墨烯中一系列与密度和场相关的相关相，为观察斯托纳铁磁体提供了传输证据。

未来研究将专注于量子态，找到如何在更高温度下实现这些结果，并应用于量子计算机等新型计算机系统。

相关研究工作发表在 *Nature*（文章标题：Quantum cascade of correlated phases in trigonally warped bi-layer graphene）。

冯瑞华 编译自[2022-08-11]

Unexpected quantum effects in natural double-layer graphene

<https://www.uni-goettingen.de/en/3240.html?id=6777>

简单廉价的碳捕获材料——三聚氰胺纳米多孔网络

美国加州大学伯克利分校 Jeffrey Reimer 教授率领的研究团队开发出新的可持续、固态、多胺附加、氰尿酸稳定的三聚氰胺纳米多孔网络（melamine nanoporous networks, MNN），可实现有效和高容量的 CO₂ 捕获。这种新材料制造简单，主要需要廉价的三聚氰胺粉末（每吨成本约为 40 美元）、甲醛和氰尿酸。这该工作为使用多孔网络可持续捕获 CO₂ 创造了一种通用的工业化方法。

MNN 捕获 CO₂ 的效率与另一种相对较新的碳捕获材料——金属有机框架(MOF) 的早期结果相当。与大多数 MOF 相比，MNN 材料使用更便宜的成分、更容易制造且更节能。MNN 的低成本意味着可以广泛使用。研究团队专注于更便宜的捕获和储存材料设计，并阐明 CO₂ 与材料之间的相互作用机制。

碳捕获技术远非商业可行，当前最好的技术是通过液态胺吸附烟道气中的 CO₂，但这需要大量的能量来释放与胺结合的 CO₂，以便将其浓缩并储存在地下。胺混合物必须加热到 120 °C-150 °C 以释放 CO₂。相比之下，具有二乙烯三胺（DETA）和氰尿酸改性的三聚氰胺多孔网络在约 40 °C 时捕获 CO₂，并在 80 °C 时释放。因此改性后的三聚氰胺多孔网络更加节能。

研究团队开展了固态核磁共振研究，以了解氰尿酸和 DETA 如何相互作用使碳捕获如此有效。研究表明，三聚氰酸与三聚氰胺网络形成强氢键，有助于稳定 DETA，防止其在碳捕获和释放的重复循环中从三聚氰胺孔隙中浸出，阐明了无定形网络与 CO₂ 反应的机制。研究团队继续调整孔径和胺基，以提高三聚氰胺多孔网络的碳捕获效率，同时保持能源效率。多胺和三聚氰酸改性的配位赋予 MNN 高吸附容量（1

bar 时，每克 1.82 毫摩尔)、快速吸附时间 (小于 1 分钟)、低廉的价格以及对烟气循环的稳定性。



图 DETA 改性的三聚氰胺多孔材料吸附和释放 CO₂

相关研究工作发表在 *Science Advances* (文章标题: A scalable solid-state nanoporous network with atomic-level interaction design for carbon dioxide capture)。

冯瑞华 编译自[2022-08-04]

A simple, cheap material for carbon capture, perhaps from tailpipes

<https://news.berkeley.edu/2022/08/04/a-simple-cheap-material-for-carbon-capture-perhaps-from-tailpipes/>

pes/

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