

先进制造与新材料 动态监测快报

2021年 第9期

总第367期

重点推荐

美 DOE 致力减少制造业的碳排放

美 DOE 助力稀土元素和关键矿物生产

美发布国防部制造业创新研究所评估报告

新二维材料：铍氮烯

目 录

项目资助

- 美 DOE 致力减少制造业的碳排放1
- 美 DOE 助力稀土元素和关键矿物生产2
- 澳大利亚加速商业化资助计划3

行业观察

- 美发布国防部制造业创新研究所评估报告4

研究进展

- 新二维材料：铍氮烯6
- 美开发出识别单分子的微型生物传感器7
- 改进海水淡化工艺去除有毒金属8
- 利用激光控制材料性质超快转换9

美 DOE 致力减少制造业的碳排放

4月28日，美国能源部（DOE）宣布将出资2250万美元，用于支持制造业产生的废弃材料的回收、循环和再利用。通过新技术的开发，减少与金属、聚合物、纤维和电子垃圾等的生产及消费相关的内含能和碳排放，并确定一批培训活动，以壮大美国制造业劳动力队伍。

（1）变革性研发推广项目

①针对塑料、金属、纤维和电子废弃物，提高其回收利用率；②在再制造领域，提高耐用品及部件回收和再制造水平，这些耐用品及部件含有聚合物、金属、纤维和电子废弃物等，来自航空航天、重型越野装备、机动车辆装备、医疗装备和消费品等关键再制造行业。

（2）常规研发项目

①系统分析与集成：涉及物料流、生命周期分析、系统分析和经济分析的模型、工具和数据；②Re-X设计：针对寿命终止Re-X的设计决策，助力企业评估其收益与财务影响；③制造材料优化：制造工艺与鉴定方法，能够更多地使用具有成本竞争力的二次原料，包括跨行业原料（CrossIndustry Feedstocks）；④再制造和报废再利用：用于拆卸、清洁、恢复和状态评估的经济高效及节能技术，以提高再制造和再利用率；⑤循环与回收：对于回收来的废弃物进行快速有效的收集、表征、分类、分离和净化处理，产出具有成本竞争力的二次原料，包括跨行业原料。

（3）教育与劳动力开发项目

人才的知识领域涉及：①先进材料分离技术；②塑料化学回收；③制造和回收过程中，优化材料使用的模拟技术；④再制造状态评估；⑤面向再制造的逆向物流；⑥再制造清洁；⑦再制造、回收和/或再利用的设计；⑧材料管理中的系统思维：效益与工具。

万勇 编译自[2021-04-28]

Department of Energy Announces \$22.5 Million to Reduce Carbon Emissions from Manufacturing
<https://www.energy.gov/index.php/eere/articles/department-energy-announces-225-million-reduce-carbon-emissions-manufacturing>

美 DOE 助力稀土元素和关键矿物生产

4月29日，美国能源部（DOE）宣布，将投资1900万美元用于13个传统化石燃料生产项目（见下表），以支持稀土元素和关键矿物的生产，这些关键矿物对电池、磁铁等清洁能源经济相关的部件制造至关重要。由于美国供应持续短缺，被迫依赖进口材料，使得清洁能源技术生产面临更大的中断风险。

通过在生产清洁能源产品，确保到2050年实现净零碳排放所需的创新解决方案的供应链，同时在美国各地创造高薪就业机会。稀土元素和关键矿物的生产，是能源部支持传统化石燃料产业地区经济增长和创造就业的最好例子。如弗吉尼亚大学阿巴拉契亚炭矿石、稀土和关键矿物项目，将努力扩大煤炭资源，并将其转化为其他高价值产品，不仅为清洁能源的未来创造创新的解决方案，而且还将刺激经济增长，创造高薪的就业机会。宾夕法尼亚州立大学清洁能源项目为美国清洁能源的发展做出贡献，不仅推进境内自然资源的发现研究，还帮助发现这些资源的创新用途，不仅有助于提高社区的环境可持续性，还将促进该地区的经济和就业机会。

项目地区	项目简介
北阿巴拉契亚盆地	宾夕法尼亚州立大学旨在评估和分类北阿巴拉契亚盆地的稀土元素与关键矿物资源和废物流，制定回收矿物的战略，并评估北阿巴拉契亚盆地的基础设施、工业和企业，以确定供应链缺口。
中阿巴拉契亚盆地	弗吉尼亚理工大学的弗吉尼亚煤炭和能源研究中心计划通过加快从煤炭、煤炭沉积物、煤灰、煤渣和蓄水池中提取和加工稀土元素和关键矿物资源，来促进地区经济增长和创造新的就业机会，阿巴拉契亚中部地区的酸性矿山排水和其他盆地特有资源。
南阿巴拉契亚盆地	协同复合解决方案公司旨在开发和部署新技术，从南阿巴拉契亚盆地的煤或煤废料中制造稀土元素、关键矿物和有价值的非燃料碳基产品，从而振兴陷入困境的南阿巴拉契亚煤炭社区，减少对外国进口的依赖，通过煤炭衍生产品创造先进制造业就业机会。
圣胡安河-拉顿-布莱克梅萨盆地	新墨西哥矿业和技术研究所计划确定新墨西哥州圣胡安和拉顿盆地的煤和相关地层单元中的稀土元素和关键矿物资源潜力。
伊利诺斯盆地	伊利诺斯大学将评估美国煤炭、煤基资源和煤炭利用产生的废物流中的战略元素情况。该项目将评估采矿技术和最新的矿物分离与提取技术。
威利斯顿盆地	北达科他大学计划建立一个联盟，推动威利斯顿盆地内煤炭和煤基资源使用的扩张和转型，提取稀土元素和关键矿物，生产非燃料碳基产品。
粉河盆地	怀俄明州大学通过推动全国最大煤矿周围的新资源开发，为怀俄明州和蒙大拿

	州的粉河盆地提供经济效益。
尤因塔河盆地	犹他大学计划量化、评估和计划使尤因塔河盆地的地球资源（如煤、油页岩、树脂、稀土元素和关键材料）转化为高价值金属、矿物和碳基产品，可用于先进产品，如飞机上的碳纤维复合材料和电动汽车上的大功率磁铁和电池。
格林河-风河盆地	怀俄明大学将推动区域经济增长，创造就业机会，通过增加对非燃料碳基产品和依赖关键矿物产品制造商的稀土元素和关键矿物的供应，实现怀俄明州和科罗拉多州的格林河-风河盆地的技术创新。
墨西哥湾盆地	得克萨斯大学奥斯汀分校计划将来自矿山的煤炭、来自发电厂资源的煤灰和垃圾量化，作为美国墨西哥湾盆地内稀土元素和关键矿物的原料。
阿拉斯加	阿拉斯加费尔班克斯大学旨在减少美国对进口稀土元素和关键矿物的依赖，建立阿拉斯加资源的竞争性供应来源。
其他	堪萨斯大学研究中心计划研究从切罗基森林城市盆地的煤和相关地层中回收关键矿物的可行性。
其他	西弗吉尼亚大学研究公司旨在扩大和改造煤炭和煤基资源的使用（包括废物流），以生产 21 世纪能源和制造业生态系统的高价值产品。

冯瑞华 编译自[2021-04-29]

DOE Awards \$19 Million for Initiatives to Produce Rare Earth Elements and Critical Minerals
<https://www.energy.gov/articles/doe-awards-19-million-initiatives-produce-rare-earth-elements-and-critical-minerals>

澳大利亚加速商业化资助计划

澳大利亚政府正在推动新一轮加速商业化资助计划，共计 12 家公司将获得 840 万澳元的资助，以帮助将其优秀创新推向市场，开拓新的国内和出口增长机会，并为澳大利亚创造可持续的高薪就业机会。部分资助项目如下：

牙科诊断公司 **Incisive Technologies** 将完成 **BlueCheck** 工具的临床试验，可以比 x 光检查更早发现蛀牙，从而快速采取预防措施

ZiP diagnostics 将建立用于诊断传染病（包括 COVID-19）的快速低成本检测系统的制造设施，有望大大减少传染病结果确诊所需时间。

BlockTexx 将推动其纺织分离技术（S.O.F.T.）工艺商业化，使纺织品能够回收利用，并重新用于服装、包装解决方案和建筑产品等产品。

Sportcor Industries Pty Ltd 将推动其智能板球商业化，该智能板球可为球员、教练和评论员提供有关球的速度和旋转的经济高效即时反馈。

Anditi Pty 将推动用于评估道路安全属性的自动化流程商业化，该流程用于生成

道路安全星级，并用于评估道路资产。

Advanced Mobility Analytics Group 将推动其 AI 道路安全平台商业化，通过分析“未遂事故”来识别事故高风险道路。

USM 将帮助其个人安全监测解决方案商业化，该解决方案能够实时管理石油和天然气、制造业和采矿业的工人安全。

加速商业化资助计划是政府企业家计划的一部分，自 2014 年成立以来，该计划已向澳大利亚企业提供 531 笔资助，总价值超过 2.59 亿澳元。

黄健 编译自[2021-04-20]

Grants to drive advances in medical manufacturing

<https://www.minister.industry.gov.au/ministers/porter/media-releases/grants-drive-advances-medical-manufacturing>

行业观察

美发布国防部制造业创新研究所评估报告

为了更好地支持制造技术开发和转移转化，美国国防部国防制造技术项目办公室通过“制造技术”（ManTech）计划建立了“制造业美国”网络下的 9 家制造业创新研究所。这些由产业界为主导的研究所兼顾了公共和私人双重利益，不仅提供了巨大的商业市场潜力，同时也满足了美国国防工业的关键需求。到目前为止，国防部为这些研究所投入的资金超过 11.2 亿美元，这就要求有连贯有效的战略来指导研究所的建立和运营，并确保它们对国防部和国家的价值。

近期，美国国家科学、工程和医学院发布了《国防部对制造业创新研究所的管理与支持：第二阶段评估报告》（*DoD Engagement with Its Manufacturing Innovation Institutes: Phase 2 Study Interim Report*），该报告是 2019 年《国防部对美国制造业创新研究所的战略性长期参与》报告¹的后续研究，包括评估指标、教育和劳动力发展项目的最佳实践，以及更好地将研究所与更广泛的国防产业联系起来的策略等。报告的调查结果及建议如下：

¹ National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2019, Strategic Long-Term Participation by DoD in Its Manufacturing USA Institutes, Washington, D C: The National Academies Press, <https://doi.org/10.17226/25417>.

调查结果 1：国防部将根据评估结果对研究所的资助进行调整

如提交国会的《2020 财年工业能力报告》所述，国防部对 9 家制造业创新研究所的支持力度仍然很大，但未来可能需要根据研究所评估结果降低部分研究所核心资金预算，这将是个艰难的决定。在每个研究所的 5 年审查时间点，国防部将需要决定是否继续提供核心资金支持。

调查结果 2：国防制造联合委员会将作为研究所评估的独立主体

国防部拥有健全评估框架对每个研究所进行 5 年期评估。国防制造联合委员会（JDMC）评估计划有助于在国防部的任务范围内评估制造业创新研究所。随着时间的推移，委员会相信 5 年期评估可以改善公共和私人利益之间的合作，并推动所有制造业创新研究所共同实施最佳实践。同样重要的是，国防制造联合委员会可以在将研究所整合到国防部的技术交付系统中发挥关键作用。

调查结果 3：国防部现有的季度评估框架可成为研究所评估框架的有益补充

5 年期评估指标并不局限于研究所现有的持续管理和监督指标。国防部有一套强大的季度审查指标，对评估年度绩效目标进展情况非常重要。但 5 年期审查评估更具战略性，相应主题包括持续需求、公私合作的适当性以及研究所长期绩效趋势等。

调查结果 4：国防部重视研究所私营部分的评估工作

由于研究所独特的公私伙伴关系，需要对研究所“私人”部分的健康状况进行战略考虑。国防部认为这些成本分摊的公私伙伴关系至关重要，并且还需评估非研究所成员和生态系统的投入。

调查结果 5：参与度将成为研究所评估的关键指标

国防部采办和持续性保障部门需要更多更深入的参与，才能充分受益于研究所的技术开发、教育及劳动力开发和制造生态系统等。国防制造联合委员会可利用参与度来衡量研究所对国防部先进技术开发和实施影响的关键指标。

建议 1

国防部应分阶段对制造业创新研究所进行正式的 5 年评估，以支持是否续签协议的决定，并为未来几年提供与研究所项目价值相称的预算。

建议 2

国防制造技术项目办公室和国防制造联合委员会应重点推进研究、教育及劳动力开发、生态系统等关键目标。评估小组的设计和任务评估细节应考虑其他机构的最佳做法，应根据需要接触外部技术专家。该过程应根据制造业创新研究所公私合作伙伴关系的独特特点进行定制。

建议 3

国防制造技术项目办公室和国防制造联合委员会应修改评估过程，新增部分战

略指标和趋势分析以及超出当前计划的额外投入来源作出规定，例如其他利益相关者调查结果、评估标准、实地考察结果等。在评估治理和管理的有效性时，应特别注意政府和行业领导层在实现预期成效方面的有效性。

建议 4

国防制造联合委员会的 5 年评估应强调优势、劣势，以及制造业创新研究所相对于公私伙伴关系中私营组成部分的促进作用，以判断决定公私伙伴关系是否是满足国防部需求。国防制造技术项目办公室也应进行利益相关者调查，作为 5 年期研究所评估的重要组成部分。调查应包括所有利益相关方，如大中小型企业、学术界、州政府等。

建议 5

随着美国国防部于 2021 年启动为期 5 年的制造业创新研究所评估程序，建议对经验教训进行分类，并评估国防制造联合委员会评估过程的有效性，以促进持续改进。

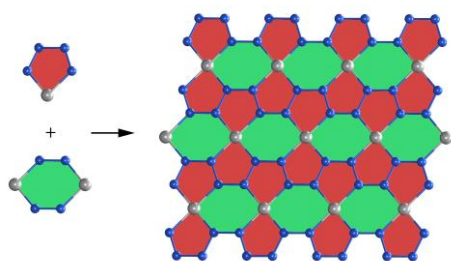
黄 健 编译自[2021-04-02]

DoD Engagement with Its Manufacturing Innovation Institutes

<https://www.nap.edu/catalog/26149/dod-engagement-with-its-manufacturing-innovation-institutes-phase-2-study>

研究进展

新二维材料：铍氮烯



单层铍氮烯由五边形 BeN_4 和六边形 Be_2N_4 组成（灰球为铍原子）

德国拜罗伊特大学 Leonid Dubrovinsky 教授率领的研究团队合成制备出由规则排列的氮原子和铍原子组成的新型二维材料：铍氮烯（beryllonitrene），具有独特的电子晶格结构，有望应用于量子技术领域，如研制高性能计算机或以安全通信为目标的新加密技术等。

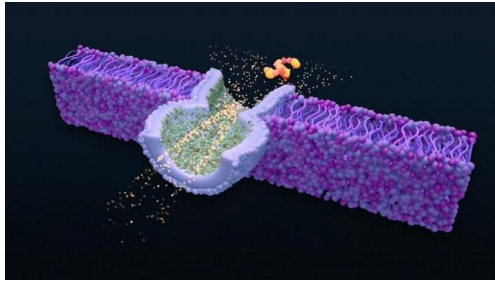
研究人员在 100 GPa 的极高压环境中，研制出该二维材料，其由五边形 BeN_4 和六边形 Be_2N_4 组成，这种二维晶体结构导致电子晶格略有畸变。

相关研究工作发表在 *Physical Review Letters* (文章标题: High-Pressure Synthesis of Dirac Materials: Layered van der Waals Bonded BeN₄ Polymorph)。

王 轩 编译自[2021-04-27]

International research team discovers new two-dimensional material using high-pressure technology
<https://www.uni-bayreuth.de/en/university/press/press-releases/2021/051-novel-2d-material/index.html>

美开发出识别单分子的微型生物传感器



纳米孔生物传感器

美国国家标准与技术研究院 (NIST) 和弗吉尼亚联邦大学的研究人员合作开发出能识别单分子的微型生物传感器。未来该器件可以检测癌症等疾病的分子标记, 并评估药物治疗这些疾病的有效性。

研究团队通过形成细胞膜的人工生物材料来制造生物传感器, 其被称为脂质双分子层, 含有一个直径约 2 nm 的微小孔且被液体包围着。溶解在液体中的离子通过纳米孔产生微小的电流, 然而当有分子进入薄膜时它会部分阻碍电流的流动。根据阻碍持续时间和强度, 就像指纹一样识别出特定分子的大小和性质。

为了对大量单个分子进行精确测量, 所研究的分子必须在纳米孔中停留一段既不太长也不太短的时间, 时间范围从 100 万分之一秒到 10 万分之一秒不等。问题是, 如果纳米孔以某种方式将大部分分子固定在一个位置上, 那么在这段时间内, 大多数分子只能呆在纳米孔的小体积中。这意味着纳米孔环境必须提供一定的屏障使分子更难逃脱, 如增加静电力或改变纳米孔的形状。突破屏障所需的最小能量因不同类型的分子而异, 这对生物传感器的高效和准确工作至关重要。计算这个量需要测量跟分子进出孔时的能量相关的几个特性。

团队发明一种基于激光的快速加热方法来测量能量。测量必须在不同的温度下进行, 而激光加热系统确保这些温度变化发生迅速和重复。这使得研究人员可以在不到 2 分钟的时间内完成测量, 而不是需要 30 分钟甚至更长时间。一旦能量测量完成, 它们就可以帮助揭示分子是如何跟纳米孔相互作用的。科学家可以利用这些信息来确定检测分子的最佳策略。

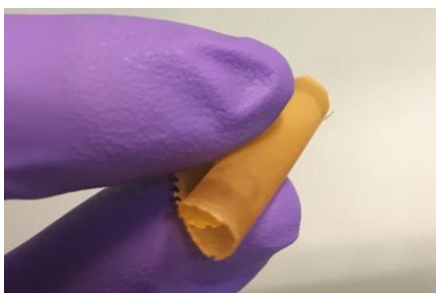
研究团队使用两个小肽展示了这种方法, 这两个短链化合物构成了蛋白质框架。这些分子主要通过静电力跟纳米孔相互作用。研究人员将带有带电物质的金纳米颗粒插入到纳米孔中, 这种带电物质可以增强跟分子之间的静电相互作用。研究实验室可以使用这种生物传感器来识别感兴趣的生物分子, 或医生办公室也可以使用这种设备来识别疾病标记物。

相关研究工作发表在 *Science Advances* (文章标题: Laser-based temperature control to study the roles of entropy and enthalpy in polymer-nanopore interactions)。

冯瑞华 编译自[2021-04-27]

Identifying Individual Molecules: NIST Study Suggests How to Build a Better 'Nanopore' Biosensor
<https://www.nist.gov/news-events/news/2021/04/identifying-individual-molecules-nist-study-suggests-how-build-better>

改进海水淡化工艺去除有毒金属



含有 PAF 纳米粒子的柔性聚合物膜

美国加州大学伯克利分校研究人员发现了一种简化去除有毒金属的方法,可以在脱盐过程中简化汞和硼等有毒金属的去除过程,同时获取金等有价值的金属。

海水淡化或水处理厂通常需要一系列高成本的预处理和后处理系统,而新方法可实现在一个过程中完成几个步骤,更加高效。研究人员合成了一种柔性聚合物膜,嵌入纳米粒子(多孔芳香框架材料, PAFs)可以调节吸收特定的金属离子,例如金或铀离子。如果要回收金属,这种膜可以包含单一类型的调谐纳米颗粒,如果需要在一步中除去多种污染物,则可以包含几种不同类型的调谐纳米颗粒,每一种都可以吸收不同的金属或离子化合物。“离子捕获电渗析”(ion-capture electrodialysis)新工艺可去除核电站废水中的放射性同位素。

当施加电压驱动水中的离子通过薄膜时,不仅钠离子与氯离子能够与水分离,同时嵌在膜上的纳米粒子还能够捕获金属及其他有害物质。用不同的基团修饰 PAFs 分子上的苯环,就能特异性地捕获不同的物质,十分灵活。

这项新技术可以很容易地应用于目前基于膜的电渗析脱盐过程中,可以去除几乎 100% 的有毒金属,生产出纯净的盐水和纯净水,并捕获有价值的金属以供使用或处理。

相关研究工作发表在 *Science* (文章标题: Ion-capture electrodialysis using multifunctional adsorptive membranes)。

冯瑞华 编译自[2021-04-15]

Improved desalination process also removes toxic metals to produce clean water
<https://news.berkeley.edu/2021/04/15/improved-desalination-process-also-removes-toxic-metals-to-produce-clean-water/>

利用激光控制材料性质超快转换

德国马普学会弗里茨·哈伯研究所和物质结构与动力学研究所的研究人员发现，激光脉冲可以促使材料特性发生超快转换，并对其原因进行了研究。这一研究可能为新型晶体管概念带来启发。

为了进一步提高电子器件的运行速度，物理学家一直在寻找新的方法来提高晶体管的开关速度。马普学会的联合研究团队发现可以用激光实现一种新型的超快开关。

研究人员使用最新设备，通过向一种由钨和碲原子组成的半金属晶体材料发射超短光激光脉冲，将材料性质的转换时间减少至 100 飞秒。激光激发和改变了材料中电子的相互作用方式，从而改变了晶体的电导率，产生了超快速动态 Lifshitz 过渡。此外，研究者还记录了过渡过程中的每一步并进行了建模，揭示了这种新型超快电子过渡的原因。该研究成果为控制相关量子材料中费米表面拓扑的超快方案提供了启示。

相关研究工作发表在 *Science Advances*（文章标题：Ultrafast dynamical Lifshitz transition）。

姜山 编译自[2021-04-21]

Lighting it up: fast material manipulation through a laser

<https://www.fhi.mpg.de/news-science/lighting-it-up-fast-material-manipulation-through-a-laser>

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