



2020

先进制造与新材料动态监测快报

第 11 期

总第 345 期

重点推荐

得州大学领衔建设网络安全制造业创新研究所

美 DOE 推动极端环境材料研发

美 DOE 发布 2020 财年关键材料项目资助公告

美学者研发出首款液态金属晶格结构

目 录

战略规划

得州大学领衔建设网络安全制造业创新研究所	1
----------------------------	---

项目资助

美 DOE 推动极端环境材料研发	2
美 DOE 发布 2020 财年关键材料项目资助公告	2
美向 NIIMBL 投入 890 万美元应对 COVID-19	3

研究进展

美学者研发出首款液态金属晶格结构	4
人工智能识别老化材料的微观结构变化	5
德发现超薄砷化镓可将太赫兹辐射频率提高 7 倍	5
新算法可预测所有可能化合物中的最佳材料	6

得州大学领衔建设网络安全制造业创新研究所

5月20日，美国能源部（DOE）宣布，得克萨斯大学圣安东尼奥分校负责领衔网络安全制造业创新研究所（Cybersecurity Manufacturing Innovation Institute, CyManII）的建设。该所致力于早期研发，以提升节能制造的网络安全。

DOE 副部长 Mark W. Menezes 指出，DOE 将调动爱达荷州、橡树岭和桑迪亚国家实验室在应用能源、科学和国家安全等方面的实力，开发创新型网络安全技术与战略，最大程度地降低制造业供应链中的风险，并提高能源效率。该研究所将助力美国制造基地保持安全性、机动性，并具有全球竞争力。

保护关键基础设施免受网络攻击是美国面临的最重要挑战之一。2018年，特朗普政府颁布了《国家网络战略》，以保护国家的关键基础设施（包括能源）不会受到网络间谍和攻击的侵害。《美国先进制造业领导力战略》把新技术开发列为优先事项，以帮助美国制造业提高网络安全性。美国先进制造业正在通过新的传感器和控制技术来提高能源效率，但这也有可能引入网络漏洞。该研究所的目的即是应对这些网络漏洞，保护美国的制造业部门。

该研究所将与来自业界、高校和 DOE 三个国家实验室的合作伙伴一起，组成一个联盟，并通过解决制造业的两个关键挑战（确保自动化和供应链网络），致力于使美国制造业具有更高的能源效率和网络安全性。通过最前沿的研发，该所将深化对制造业网络安全威胁演变的了解，开发新的网络安全技术与方法，并与美国制造商共享信息与知识。该研究所还将满足先进制造和网络安全方面对教育、培训及劳动力培养的需求。

该研究所未来五年将获得 7000 万美元的联邦资助，私营部门的资助逾 4000 万美元。作为 DOE 能源效率与可再生能源办公室下属的先进制造办公室主管的第六家研究所，该所的建立标志着“制造业美国”网络研究所数量达到 15 家。

万 勇 编译自[2020-05-20]

*Department of Energy Selects the University of Texas – San Antonio to Lead Cybersecurity
Manufacturing Innovation Institute*

<https://www.energy.gov/articles/department-energy-selects-university-texas-san-antonio-lead-cybersecurity-manufacturing>

美 DOE 推动极端环境材料研发

美国能源部（DOE）化石能源办公室拟根据“发电极端环境材料”项目招标公告，向两个项目投入 1000 万美元的资助。这两个项目均由通用电气研究院承担。

该资助公告旨在开展材料研究、开发、测试和验证，增强国家现有化石机组和材料供应链。热疲劳和腐蚀是在循环负载条件下运行的蒸汽循环组件的两个主要损坏因素，这也是该公告重点关注材料连接的可靠性和表面技术的原因。

项目 1：坚固的异质金属摩擦焊接线轴，提高蒸汽动力部件性能。

提高用于锅炉和热回收蒸汽发生器的异质金属焊接的耐久性，降低维护成本并提高燃煤电厂循环运行的能力。将开发一种耐用的、摩擦焊接的异质金属阀芯，该阀芯采用纳米结构铁素体合金的高性能过渡材料，并在整个接头处涂有抗氧化涂层，可在现有蒸汽机组中进行改装。接头耐用性得以改进，有望增加蒸汽机组的冷启动次数和循环行为，并减少异质金属焊接故障导致的计划外停机。

项目 2：先进涂料成分和微结构，改善循环式低负荷燃煤电厂的正常运行时间和操作灵活性。

将开发具有成本效益的用于锅炉管道和多层涂层的堆焊层组合物，改善高压涡轮叶片在高温蒸汽环境中的耐蚀性和抗氧化性。该项目的具体目标包括：①延长锅炉和高压涡轮机停机之间的正常运行时长；②消除或显著降低堆焊层中的镍含量，以降低成本；③为 $>620^{\circ}\text{C}$ 和 $>220\text{ bar}$ 的高压涡轮进蒸汽口提供足够的抗氧化性；④利用当前的规模化生产方法将涂料应用于实际部件。这些先进涂层可降低组件成本，提高性能，并延长停机之间的工作时间。

万 勇 编译自[2020-05-26]

U.S. Department of Energy Selects Technology Projects to Receive \$10M for Extreme Environment

Materials Research

<https://www.energy.gov/fe/articles/us-department-energy-selects-technology-projects-receive-10m-extreme-environment>

美 DOE 发布 2020 财年关键材料项目资助公告

5 月 14 日，美国能源部（DOE）发布了 2020 财年关键材料技术及现场测试资助公告。当前，美国在稀土等关键材料领域面临供给风险，为此特朗普总统发布了 13817 号行政令以确保关键材料安全和可靠供应。能源部关键材料研究计划试图通过以下途径确保美国关键材料供给安全问题：①确保关键材料供应多样化（包括国内生产和加工）；②开发关键材料的替代材料；③推动关键材料的高效利用、回收以

及再利用等。

本次资助将包含两大主题领域：①针对稀土以及钴、锂、锰、天然石墨等电池关键材料的现场验证以及提炼、分离、加工技术示范；②关键材料的下一代提炼、分离、加工技术。针对主题领域 1 的单个技术示范项目资助将达到 3 年 1000 万美元，大规模示范项目的资助则为 3 年 3000 万美元，技术成熟度在 5~7 之间。针对主题领域 2 的单个技术项目资助为 3 年 50 万美元，技术成熟度在 2~4 之间。具体来看，主题领域 2 包含四个子领域。

(1) 下一代稀土分离技术。例如，通过离子交换色谱、磁性纳米流体分离，或设计新的吸附剂以提高稀土元素分离技术。微生物学和合成生物学技术方法将不在资助范围内。

(2) 下一代稀土还原技术。DOE 希望通过低温工艺，以经济的方式将稀土氧化物还原为稀土金属。

(3) 扩展锂材料的提取来源。DOE 寻求示范或推进从非常规资源中提取锂材料，如地热卤水、海水或矿山尾矿等。

(4) 碳酸锂或氢氧化锂的经济提炼。DOE 寻求示范或推进直接从原料来源生产 Li_2CO_3 或 LiOH 的经济性工艺技术，或经济地将 Li_2CO_3 转化为 LiOH 。

黄 健 编译自[2020-05-14]

FY2020 AMO Critical Materials FOA: Next-Generation Technologies and Field Validation

<https://eere-exchange.energy.gov/FileContent.aspx?FileID=e4b7fbb9-c557-4098-ad9d-dccfdb384bd3>

美向 NIIMBL 投入 890 万美元应对 COVID-19

美国国家标准与技术研究院（NIST）拨款 890 万美元用于高影响力生物制药制造项目，以支持美国应对 COVID-19 大流行。根据美国特朗普总统 3 月签署的《冠状病毒援助、救济和经济安全法案》（CARES）的授权，这笔资金将拨给美国国家制造业创新网络框架下的国家生物制药制造创新研究所（NIIMBL）。

资助的项目将支持检测、追踪和治疗方面的关键创新，如提高 COVID-19 测试能力，包括快速内部诊断系统；确定生产呼吸机和个人防护设备（PPE）的可靠国内供应链；验证临床空间的去污方法；为制药厂关键操作人员开发接触追踪技术；建立灵活的制造能力，以便快速扩大生物疗法和基本医疗产品的生产规模。

黄 健 编译自[2020-05-27]

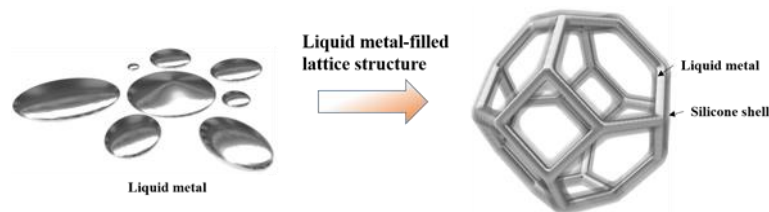
NIST Awards \$8.9 Million to Fund High-Impact Biopharmaceutical Manufacturing Projects to Battle COVID-19

<https://www.nist.gov/news-events/news/2020/05/nist-awards-89-million-fund-high-impact-biopharmaceutical-manufacturing>

美学者研发出首款液态金属晶格结构

美国纽约州立大学宾汉顿分校 Pu Zhang 助理教授率领的研究团队制备出全球首款液态金属晶格（点阵）结构，以开发那些可在加热到熔点温度后恢复成理想结构样式的原型件，如网状天线、蜂窝结构，甚至是随着金属晶格结构融化而缓慢形成张开的液态金属手。这类新型材料有望在航空航天、机器人和可调谐超材料中实现应用。

研究人员利用一种全新的混合制造工艺——集成了增材制造、真空铸造以及从电子技术中衍生出的共形涂层技术，将由铋、镉和锡组成的菲尔德金属材料（一种易熔合金，在 62℃ 的较低熔点下即可变为液体）包裹在橡胶壳中。由于金属的特有的性能，这种核壳结构的晶格材料具有相对较高的能量吸收能力以及强度。当液态金属处于固态时，可以保证足够的强度和安全性，并且在受到强烈挤压甚至金属断裂时仍能够吸收大量能量。经过加热融化并冷却后，内部金属又可恢复到原始形状，进而实现结构的重复使用。这种解决方案，将助力新材料应用于航空航天和软体结构机器人的形状记忆结构中。



混合制造工艺产生液态金属晶格结构示意图

相关研究工作发表在 *Additive Manufacturing*（文章标题：Multifunctional liquid metal lattice materials through hybrid design and manufacturing）。

陈济彬 编译自①[2020-05-21]②[2020-04-13]

① *Liquid metal structures that regains their shape on heating*

<https://www.materialstoday.com/metals-alloys/news/liquid-metal-structures-regain-shape-on-heating/>

② *Liquid Metal Research Invokes 'Terminator' Film — But Much Friendlier*

<https://www.binghamton.edu/news/story/2371/liquid-metal-research-invokes-images-of-terminator-film-but-much-friendlier>

人工智能识别老化材料的微观结构变化

美国劳伦斯利弗莫尔国家实验室与犹他大学材料科学家和数据可视化科学家通过使用人工智能（AI）技术分析材料的微观结构，朝着未来材料性能改善的设计方向迈进了一步。

由于缺乏对底层材料微观结构与器件性能之间复杂关系的理解，常常阻碍了材料科学在多个应用领域的技术进步。但基于人工神经网络“深度学习”方法的新进展彻底改变了使用原始数据本身发现这种复杂关系的过程，AI 技术可以从众多原始实验表征数据中提取出最合适的“特征”（features）或“描述符”（descriptors），从而加速材料设计和优化。

高聚物粘结炸药 3D 双相微结构可以随加工参数发生变化，不同环境条件下有着不同的材料老化演变，随微观结构和寿命的变化性能也发生改变。虽然研究人员可以使用多个时间点的 X-射线 CT 扫描对每个 3D 微观结构进行无损成像，但数据收集过程既耗时又昂贵，通常把样本数量限制在几百个。研究团队使用最近开发的标量场拓扑学和莫尔斯理论（Morse theory）方法，从原始 X-射线 CT 数据中提取有用的特征变量，如“晶粒数”和“内边界表面积”等。然后使用各种统计学机器学习技术对这些特征变量进行分析，客观区分了加工差异导致的不同微观结构；系统跟踪了老化后的微观结构演变；建立了与微观结构相关的性能模型。

该方法可在多个分辨率级别上进行识别，从而可以更深入地了解微观颗粒特征与其相邻颗粒特征之间的模式关系。该方法适用于各种图像重建方法和材料系统，特别是样本量实际受限的更复杂模型应用。

相关研究工作发表在 *Computational Materials Science*（文章标题：Topological analysis of X-ray CT data for the recognition and trending of subtle changes in microstructure under material aging）。

冯瑞华 编译自[2020-05-26]

AI identifies change in microstructure in aging materials

<https://www.llnl.gov/news/ai-identifies-change-microstructure-aging-materials>

德发现超薄砷化镉可将太赫兹辐射频率提高 7 倍

德国亥姆霍兹辐射物理研究所的一支国际研究团队制备出一种新型的材料，能够将太赫兹辐射的频率提高七倍。

研究人员认为，砷化镉（ Cd_3As_2 ）作为一种狄拉克半金属材料，其中电子可以快速相互作用，并且能够与快速震荡的交变电场相互作用，是高频发射太赫兹辐射的重要候选材料。为此，研究者使用特殊工艺制备出高纯度砷化镉超薄片，然后将其置于亥姆霍兹的高场高重复频率太赫兹装置（TELBE）产生的太赫兹脉冲中，并运

用探测器记录下砷化镉薄片对辐射脉冲的反应。结果显示，在 TELBE 产生的强太赫兹脉冲中，砷化镉依然能起到高效倍频器的作用，研究人员首次在这一材料中发现七次谐波的倍频现象。

除实验证据外，该研究团队还与马普学会复杂系统物理研究所的研究人员合作，对这一现象进行了详细的理论描述。理论研究认为，撞击到砷化镉的太赫兹脉冲产生了超强电场，该电场加速了材料中的自由电子，使其通过发射电磁辐射来响应这种加速。导致该现象的原因是超薄砷化镉的异常电子结构。

研究人员观察到的这一现象可能在未来包括无线通信在内的多个领域得到应用。如在无线通信中，利用狄拉克半金属材料制作的零部件可能会使用更高的频率，从而实现比 5G 更大的带宽。这种新型材料也可能有助于未来计算机的发展，提供比当前硅基技术更高的时钟频率。

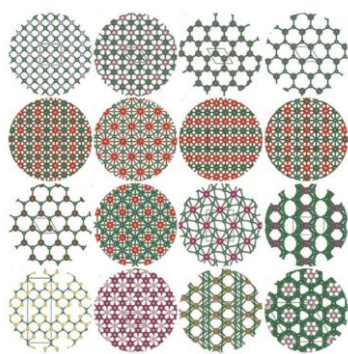
相关研究工作发表在 *Nature Communications*（文章标题：Non-perturbative terahertz high-harmonic generation in the three-dimensional Dirac semimetal Cd_3As_2 ）。

姜 山 编译自[2020-05-19]

Seven at one pulse

<https://www.hzdr.de/db/Cms?pNid=99&pOid=60934>

新算法可预测所有可能化合物中的最佳材料



硬质和超硬材料结构

俄罗斯斯科尔科沃科学技术研究院 Artem R. Oganov 教授研究团队开发出一种新算法，可在所有可能的化学元素组合中寻找具有所需特性的材料，并在超硬材料和磁性材料上进行了测试，解决了理论材料科学的一个重大问题。

该研究团队早在 2006 年就开发了一种可以预测给定化学元素固定组合的晶体结构的算法。而新方法可以在既不选择精确的化合物，也不选择特定的化学元素，而是在考虑到所有可能的晶体结构的情况下，搜索所有化学元素的所有可能组合，并找到具有所需特性的化合物。

研究人员发现可以建立一个抽象的化学空间，以便在该空间中彼此靠近的化合物具有相似的特性。因此，所有具有特殊性能的材料都将被聚类在特定的区域，并且进化算法对于寻找最佳材料特别有效。该算法通过两次进化搜索的方式运行：对于化学空间中的每个点，它都会寻找最佳的晶体结构，同时这些找到的化合物彼此竞争、配对、变异，自然选择出最佳的化合物。

为了测试新方法的效果，研究人员让机器寻找最坚硬材料的成分和结构，该算

法返回的是金刚石，这使得追求比金刚石更硬的材料陷入死胡同。此外，该算法还预测出了几十种硬质和超硬材料，其中包括大多数已知材料和几种全新材料。

这种方法可以加快寻找破纪录材料的速度，迎来新的技术突破。有了这些材料，科学家们可以创造出全新的技术，提高旧技术的效率和可用性。

相关研究工作发表在 *npj Computational Materials*（文章标题：Coevolutionary search for optimal materials in the space of all possible compounds）

冯瑞华 编译自[2020-05-17]

New Evolutionary Algorithm Predicts Optimal Materials Among All Possible Compounds

<https://scitechdaily.com/new-evolutionary-algorithm-predicts-optimal-materials-among-all-possible-compounds/>

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