



2019

# 先进制造与新材料动态监测快报

---

2月1日

第3期(总第313期)

## 重点推荐

美 DOE 资助化学与材料领域量子信息科学研究

美研究所发布纳米技术安全风险相关研究

纳米技术使特种铝合金可焊

## 目 录

### 项目资助

美 DOE 资助化学与材料领域量子信息科学研究 .....	1
美研究所发布纳米技术安全风险相关研究 .....	2
美 DOE 启动电池回收相关奖励及机构建设 .....	3
美 DOE 投资 1.11 亿美元用以开发事故容错核能燃料 .....	3
美先进机器人研究所公布项目遴选结果 .....	4

### 研究进展

纳米技术使特种铝合金可焊 .....	5
热扫描探针光刻技术有望替代电子束光刻 .....	5
3D 打印压电材料新工艺 .....	6
新涂层收集体热为智能服装提供动力 .....	7

### 美 DOE 资助化学与材料领域量子信息科学研究

1月16日，美国能源部（DOE）宣布，将提供4500万美元用于化学和材料科学的新研究，推进量子信息科学（Quantum Information Science, QIS）这一重要的新兴领域，为下一代计算与信息处理，以及传感和相关应用领域的一系列其他创新技术奠定基础。项目研究预计为期三年，将由通过同行评议遴选出的国家实验室、大学和非营利组织领衔负责。该研究将关注以下两大方向。

（1）化学和材料科学研究，旨在设计和发现与量子信息科学发展相关的创新系统及材料

研究领域包括：利用量子计算机、仿真器和/或退火装置来理解与非平衡化学和材料系统的量子动力学控制相关的现象；揭示强关联电子系统的物理和化学；将量子硬件嵌入经典架构中；弥合经典量子计算鸿沟。这部分将侧重于基础研究，涉及基础能源科学领域的优先问题，如超导体和复杂磁性材料等量子材料，其具有通过经典计算难以获得的新型有序相；通过深化对量子计算的认识，使量子传感器得到极大改进，用于量子信息技术的材料也是如此；另一个例子是量子化学动力学，这是一个本质上非常适合使用量子计算机研究的问题，其应用包括催化和人工光合作用等。

（2）利用量子计算解决化学和材料科学研究中的问题

研究领域包括：合成用于开发量子相干系统的材料和分子组装；研究针对量子信息功能的原位表征和实时机器学习；了解自然和人工系统中的量子现象的机理，包括创建和控制相干现象，以便更好地理解纠缠、增强相干寿命以及其他与量子信息科学相关的量子现象；高保真度转换不同物理系统（光、电荷、自旋）之间的量子相干态。基于量子计算的量子系统的基础研究也是研究涉及范围。同时强调的是与量子传感、检测和控制能力等相关的应用研究，用于精准的时间、空间和现场测量，包括材料特性和化学过程的探究。

万 勇 编译自[2019-01-16]

*Department of Energy to Provide \$45 Million for Chemical and Materials Research in Quantum Information Science*

<https://www.energy.gov/articles/department-energy-provide-45-million-chemical-and-materials-research-quantum-information>

## 【快报延伸】

2018年12月21日，美国总统特朗普正式签署了“国家量子计划法案”，将加速量子科技的研发与应用，确保美国量子科技的领先地位。根据该法案，包括国家标准与技术研究院、能源部和国家科学基金会等在内的联邦机构将分别主要负责制定量子科技发展标准、建设量子信息科研中心和支持量子科技人才建设等。法案还确立了协调和管理的工作机制，将组建一个由行业、高校和实验室代表组成的国家量子计划咨询委员会，负责编制两年期报告；组建国家量子协调办公室，作为该计划的联络点。

## 美研究所发布纳米技术安全风险相关研究

1月，美国国家职业安全与健康研究所（National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH）发布题为《继续保护纳米技术人员：2018-2025年NIOSH纳米技术研究计划》（*Continuing to Protect the Nanotechnology Workforce: NIOSH Nanotechnology Research Plan for 2018 - 2025*）的报告，用以推动纳米技术相关毒物学和工作场所暴露相关研究，以及发现、开发与商业化工程纳米材料产品过程中的风险管理实践。这一计划同时也是对美国“国家纳米技术计划”（NNI）的补充，并专注于NNI在环境、健康和安全管理方面的优先研究需求。

NIOSH研究计划的战略目标包括以下5点：①增强对于新纳米材料以及纳米材料工作者相关健康风险的了解；②基于初步数据和信息，进一步了解工程纳米材料的原始危害；③以基本指导材料为基础，进一步向纳米材料工作者、雇主、卫生专业人员、监管机构和决策者提供有关危害、风险和风险管理方法的有关信息；④支持纳米材料工作者的流行病学研究，包括医学、横断面、前瞻性群组研究和暴露研究；⑤在国家和国际层面对于风险管理指南的遵守情况进行评估和推动。

以上5个战略目标均有相应的中期目标和行动目标，根据需求和影响等因素，NIOSH指出了这些目标中最为优先的3个，其中包括上文提出的战略目标①和战略目标③，另一优先项是根据纳米材料的危险级别对工程纳米材料进行分组，该研究将探索开发材料结构-活性关系及比较毒性的预测算法，用于对纳米材料的风险进行定量评估。

姜山 编译自[2019-01-23]

*Continuing to Protect the Nanotechnology Workforce: NIOSH Nanotechnology Research Plan for 2018 - 2025*

<https://www.cdc.gov/niosh/docs/2019-116/default.html>

## 美 DOE 启动电池回收相关奖励及机构建设

1月17日，美国能源部（DOE）部长 Rick Perry 宣布启动锂离子电池回收奖，并设立相关的电池回收研发中心，旨在从消费电子、国防、储能和运输领域的锂电池技术中回收和再循环关键材料（如钴、锂），收集美国 90% 的锂电池并实现盈利。目前，锂离子电池的收集和回收率不到 5%。

Rick Perry 在讲话中说到，对外国关键材料来源的依赖破坏了美国能源安全和国家安全，DOE 将利用来自私营部门、高校和国家实验室的资源开发创新型回收技术，促进经济增长，夯实能源安全，并改善环境。特朗普总统 2017 年 12 月 20 日签发的第 13817 号总统行政令确定了“开发关键矿物回收和再处理技术”作为“确保关键矿物安全可靠供应”更广泛战略一部分的必要性。

电池回收奖将鼓励美国企业家寻找创新的解决方案来收集、储存和运输废弃的锂离子电池，以便最终回收利用。它将向参赛者提供总计 550 万美元的现金奖励，分三个阶段进行，旨在加速从概念到原型再到示范的解决方案的开发。

此外，还将投资 1500 万美元用于建设一家锂电池研发中心，专注于经济有效的工艺，以回收锂电池材料。该中心将由阿贡国家实验室会同国家可再生能源实验室和橡树岭国家实验室领衔。

万 勇 编译自[2019-01-17]

*Energy Department Announces Battery Recycling Prize and Battery Recycling R&D Center*

<https://www.energy.gov/articles/energy-department-announces-battery-recycling-prize-and-battery-recycling-rd-center>

## 美 DOE 投资 1.11 亿美元用以开发事故容错核能燃料

1月31日，为进一步提高核燃料的可靠性和安全性以及核反应堆运行的经济性，美国能源部（DOE）核能办公室宣布，将向法马通公司（Framatome）、西屋电气和通用电气等三家公司提供 1.11 亿美元用以开发事故容错核能燃料（Accident Tolerant Nuclear Fuels）。

在核能办公室的资助下，通用电气将继续开发名为 IronClad 的铁铬铝合金核燃料包壳材料和名为 ARMOR 的锆合金涂层以及二氧化铀陶瓷金属燃料，法马通将继续开发利用氧化铬掺杂氧化铀（ $\text{UO}_2$ ）颗粒作为包层的覆铬锆合金，以及碳化硅包壳材料概念开发，西屋电气将继续开发铀硅化物和氧化铀掺杂覆铬锆合金包壳材料，以及碳化硅包壳材料概念开发。

黄 健 编译自[2019-01-31]

*DOE Awards \$111 Million to U.S. Vendors to Develop Accident Tolerant Nuclear Fuels*

<https://www.energy.gov/ne/articles/doe-awards-111-million-us-vendors-develop-accident-tolerant-nuclear-fuels>

## 美先进机器人研究所公布项目遴选结果

1月29日，美国制造业创新网络“Manufacturing USA”旗下的先进机器人制造创新研究所（ARM）发布2018项目征集<sup>1</sup>评选结果，共11个项目入选，参见下表。

项目名称	承担机构	项目内容
机器人应用于表面处理工艺的先进控制	联合技术研究中心	目标是开发一种鲁棒且精确的机器人表面滚动单元，以改善航空航天级配部件（如涡轮叶片）的疲劳，替代传统数控机床驱动处理工艺。
通过实时规划和自动控制实现大型复杂曲面抛光	卡内基梅隆大学	目标是推进和集成机器人硬件和软件，以实现自动现场抛光，取代传统手动抛光工艺。
基于机器人的制造缺陷修正自动化	西门子	目标是使用基于机器人的扫描和检测系统创建端到端的精加工解决方案，以识别并校正缺陷，减少时间和运行成本。
利用协同机器人打磨飞机面板	势必锐航空系统公司	开发协作机器人系统以帮助技术工人打磨复合材料飞机面板。不仅可减少工人暴露于危险环境中的风险，还可提高产品质量，减少人工成本。
功能性互操作编译器	西门子	目标是为机器人编程创建高级标准化语言，任何技术水平的工作人员都可以制定机器人命令，并可以使用自动化工具将功能设定转换为程序代码，以在各种机器人平台中执行任务。
通过人机协作实现复合层铺设和连续挤压	波音	结合了控制技术和任务规划，允许人机协作更好地操纵大型复合板。
智能精确封装	联合技术研究中心	目标是使用协作机器人减少飞机发动机零件检查和封装中的人工劳动，从而提高操作员的准确性并降低操作员风险。
大型金属打磨和抛光	威奇托州立大学	利用基于视觉的机器学习来识别需要打磨的区域，并采用末端执行器完整打磨和抛光工艺。
机器人互操作中间件	伦斯勒理工学院	允许来自多个供应商和平台的机器人、传感器、外围设备及仿真软件的简单、快速并安全集成，推动机器人大规模工业应用。
服装组装机器人	西门子	致力于对柔性材料的控制，最终将展示制服的缝制工作。
无缝多机器人、多 Mac 互操作	西门子	以降低编程、调试和维护机器人系统成本，推动机器人与其他自动化设备集成为目标，开发用于即插即用通信的网关，提升 OPC 统一架构 <sup>2</sup> 、MTCConnect <sup>3</sup> 和基于数据分发服务的设备之间的互操作性。

黄健 编译自[2019-01-29]

*ARM Announces Selection of 11 New Tech Projects*

<http://arminstitute.org/arm-18-01-projects/>

<sup>1</sup> 项目征集详细内容见2018年第10期《先进制造与新材料动态监测快报》。

<sup>2</sup> 是 OPC 基金会（OPC Foundation）发布的在线自动化系统之的数据交换标准，为制造现场到生产计划或企业资源计划（ERP）系统传输原始数据和预处理信息。

<sup>3</sup> 用于连接机床和互联网的新技术。

### 纳米技术使特种铝合金可焊

20 世纪 40 年代，人们开发出铝合金 AA 7075，几乎与钢一样坚固，而重量只有钢的 1/3，有助于提升车辆的燃油和电池效率。人们一直希望将其用于汽车制造业，然而该合金很难被焊接，无法运用车身面板和发动机部件的焊接技术。这是由于在焊接过程中，构成这种合金的铝、锌、镁和铜等元素会发生不均匀流动，从而导致焊缝出现裂缝。因而，AA 7075 常作为飞机机身和机翼的材料使用，这些材料一般由螺栓或铆钉连接，并不用到焊接方式。

美国加州大学洛杉矶分校 Xiaochun Li 率领的研究团队开发出 AA 7075 合金焊接方法。研究人员将碳化钛纳米颗粒注入 AA 7075 焊丝，用作连接件之间的填充材料。由此得到的焊接接头的拉伸强度高达 392 MPa。研究显示，焊后热处理可进一步提高 AA 7075 接头的强度至 551 MPa，与钢材相媲美。相比而言，广泛用于飞机和汽车零部件的 AA 6061 铝合金的焊接接头的拉伸强度仅为 186 MPa。该技术使得 AA 7075 应用于汽车或自行车的批量制造成为可能。

相关研究工作发表在 *Nature Communications*（文章标题：Nanoparticle-enabled phase control for arc welding of unweldable aluminum alloy 7075）。

万 勇 编译自[2019-01-24]

*Nanotechnology enables engineers to weld previously un-weldable aluminum alloy*

[http://newsroom.ucla.edu/releases/nanotechnology-welding-strong-aluminum-alloy-AA-7075?\\_ga=2.164197375.1199685453.1548665549-1890085633.1548665549](http://newsroom.ucla.edu/releases/nanotechnology-welding-strong-aluminum-alloy-AA-7075?_ga=2.164197375.1199685453.1548665549-1890085633.1548665549)

### 热扫描探针光刻技术有望替代电子束光刻

美国纽约大学化学和生物分子工程教授 Riedo 带领的研究团队在二维半导体材料晶体管制造技术方面取得突破，该技术将进一步推动纳米级芯片的工业化生产。

Riedo 团队的这种新技术是使用加热到 100°C 以上的探针进行光刻，在二硫化钼等二维半导体上制造金属电极方面，这种新技术比标准的电子束光刻（electron beam lithography, EBL）技术质量更高，成本更低，有望成为 EBL 技术的替代者。

该团队将这种新制造方法称为热扫描探针光刻（thermal scanning probe lithography, t-SPL）。与 EBL 相比，该技术具有更多的优势：首先，热光刻显著改善了二维晶体管的质量，抵消了肖特基势垒，阻碍了电子在金属和二维衬底交界处的流动；t-SPL 技术还能使芯片设计人员能够轻松地对二维半导体进行成像，之后在需要的地方对电极进行图案化；此外，t-SPL 制造系统有望在初期节省成本；最后，通过使用平行热探针，能够方便地将该技术推广到批量化工业生产当中。



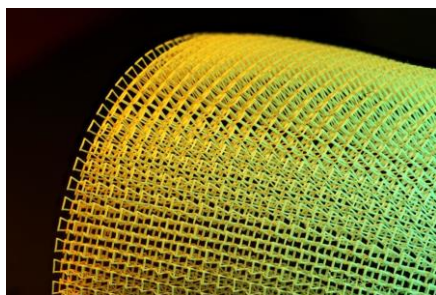
相关研究工作发表在 *Nature Electronics* (文章标题: Patterning Metal Contacts on Monolayer MoS<sub>2</sub> with Vanishing Schottky Barriers Using Thermal Nanolithography)。

姜山 编译自[2019-01-23]

*Breakthrough Reported in Fabricating Nanochips*

<https://engineering.nyu.edu/news/breakthrough-reported-fabricating-nanochips>

## 3D 打印压电材料新工艺



3D 打印的压电材料柔性薄片

美国弗吉尼亚理工大学工程学院机械工程助理教授 Xiaoyu Zheng 团队开发出 3D 打印压电材料方法。这项技术可能是机器人技术、能量收集技术和触觉感知技术和智能基础设施等高新技术的一次巨大飞跃。

压电材料只有几种特定的形状，由脆性晶体或陶瓷制成。研究团队开发的 3D 打印技术可以不受压电材料形状或大小的限制。这种材料可以定制设计，将运动、冲击和应力从任何方向转化为电能。因此，该材料可以为触觉感知、冲击与振动监测、能量收集等应用提供下一代智能基础设施和智能材料。

研究团队开发了一个模型，允许操纵和设计任意的压电常数，通过一组 3D 打印拓扑结构，使材料产生电荷运动，以响应来自任何方向的输入力和振动。与传统压电不同，传统压电的电荷运动是由固有晶体决定的，这种新方法允许用户规定和编程电压响应，从而在任何方向上放大、反转或抑制。

研究团队展示了一种包裹在曲面上的智能材料，其应用范围远超出可穿戴设备和消费电子产品的范畴。该材料的灵敏度比柔性压电聚合物高 5 倍。这种材料的刚度和形状可以调整，并制成类似于纱布条的薄片，可以把它们做成可穿戴设备，比如戒指、鞋垫，然后把它们装进拳击手套里，这样就可以记录冲击力，监测使用者的健康状况。研究团队还打印了一个小型智能桥梁，以展示其在感应落物位置和强度方面的适用性，同时还具有足够的鲁棒性，能够吸收冲击能量。

相关研究工作发表在 *Nature Materials* (文章标题: Three-dimensional printing of piezoelectric materials with designed anisotropy and directional response)。

冯瑞华 编译自[2019-01-21]

*Mechanical engineers develop process to 3D print piezoelectric materials*

[https://vtnews.vt.edu/articles/2019/01/3d\\_printing\\_discovery.html](https://vtnews.vt.edu/articles/2019/01/3d_printing_discovery.html)



## 新涂层收集体热为智能服装提供动力



可穿戴的全织物热电设备

许多可穿戴生物传感器、数据传输器、个性化健康监测器件等越来越小型化，但它们需要大量的能源，而电源的提供却很笨重。美国马萨诸塞大学阿姆斯特分校材料化学家 Trisha Andrew 团队研究开出一一种织物，可以收集人体热量，为活动追踪器等小型可穿戴微电子设备提供动力。

研究人员通过一种导电聚合物（p 掺杂聚 3,4-乙二氧噻吩，PEDOT-Cl），利用低成本蒸汽打印技术将导电聚合物涂覆在商用棉织物上，制成全织物热电偶。然后将这种

热电偶集成到一个特殊设计的可穿戴频带中，当佩戴在手上时，可以产生大于 20 毫伏的热电压，足以驱动一个小型设备。理论上面料的一端接触人的皮肤，而另一端暴露于空气中，两端之间温差越大则电输出越大。

该技术适合作为电池的涓流充电器，而电池反过来为可穿戴设备供电，例如健身追踪器和医疗监视器等，尤其是对于当下流行的为运动锻炼打造的可穿戴设备，这一技术或许能解决它的充电问题。研究团队表示已为该技术申请专利，目前正在考虑将这一技术用于未来可穿戴产品的充电。

相关研究工作发表在 *Advanced Materials Technologies*（文章标题：A Wearable All - Fabric Thermoelectric Generator）。

冯瑞华 编译自[2019-01-22]

*UMass Amherst Materials Chemists Tap Body Heat to Power 'Smart Garments'*

<https://www.umass.edu/newsoffice/article/umass-amherst-materials-chemists-tap-body>

## 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分析等。近年来，公开出版发行了《材料发展报告》（科学出版社 2014）、《材料发展报告——新型与前沿材料》（科学出版社 2014）、《纳米》（科学普及出版社 2013）和《新材料》（科学普及出版社 2015）等著作；团队撰写的《美欧中“材料基因组”研究计划分析及建议》《美国报告认为全球制造业成本竞争力发生变革性转变》《韩国宣布一揽子计划推动创新经济》《美国支持创客运动一系列举措概览》等稿件获得了党和国家领导人批示。

研究内容		代表产品
<b>战略规划研究</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） 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 领域科技战略参考
<b>领域态势分析</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 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》）
<b>科学计量研究</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 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