先进制造与新材料动态

ADVANCED MANUFACTURING AND MATERIALS NEWSLETTER 监测快报

2023 第 17 期
(总第 423 期)

本 期 要 目

- 韩 2024 年拟加大战略技术投资力度
- 美 DOE 持续资助关键材料所　保障清洁能源技术供应链
- 美 ARM 投资先进机器人项目以增强美国制造业
- 美 DOE 资助关键矿物和材料先进工艺开发、宽带隙半导体研究、制造业网络安全创新
- 美 NSF 资助量子传感器研发
- 最薄芯片级光线路 2D 波导

中国科学院武汉文献情报中心

目　录

战略规划

韩 2024 年拟加大战略技术投资力度 …… 1

美 DOE 持续资助关键材料所　保障清洁能源技术供应链 …… 2

项目资助

美 ARM 投资先进机器人项目以增强美国制造业 …… 3

美 DOE 资助关键矿物和材料先进工艺开发 …… 3

美 DOE 推动宽带隙半导体研究 …… 4

美 DOE 关注制造业网络安全创新 …… 5

英 Faraday 研究所授予两家初创公司创业奖金 …… 5

美 NSF 资助量子传感器研发 …… 6

行业观察

“制造业美国”会议分享初创公司培育经验 …… 9

研究进展

微型晶体列阵可提供高效的无线能量 …… 10

新分子提高聚合物耐久性 …… 10

最薄芯片级光线路 2D 波导 …… 11

固态单个铒离子发出难以区分的电信频段光子 …… 12

战 略 规 划

韩 2024 年拟加大战略技术投资力度

8 月 29 日，韩国科学技术通信部（MSIT）宣布，2024 年将投资 5 万亿韩元（约合 38 亿美元）以推动半导体与显示器、二次电池、先进交通、下一代核能、先进生物学、航空航天及海洋工程、氢能、网络安全、人工智能、新一代通信、先进机器人和量子技术等 12 项战略技术的研究开发，投资额较 2023 年 4.7 万亿韩元增加了 6.4%[1]。此举是韩国推动新技术处于全球领先地位的长期增长计划的一部分，旨在帮助韩国产业应对美国《通胀削减法案》和欧盟碳边境调节机制等法规推动下的技术开发及经济安全领域的全球竞争。

MSIT 还批准了一份路线图，为二次电池、半导体与显示器以及先进交通等三大战略领域和 16 项相关技术的发展提供强有力的支持，以应对全球各国正在为这三大领域的霸主地位进行的激烈争夺。二次电池领域，韩国政府将鼓励公司和研发中心获得可充电电池的核心材料（如高镍阴极和硅阳极），并开发钠离子电池等下一代高性能电池。半导体与显示器领域，开发高性能、高能效的半导体是在人工智能时代韩国保持全球芯片制造市场领先地位的关键，政府将帮助本土芯片制造商抢先开发下一代设备和材料组件技术，并克服先进制程工艺限制。韩国政府还将鼓励显示行业专注于开发柔性显示等新型显示技术，以加强韩国产品在世界市场上的竞争力。

（黄 健）

[1] Korea to invest $3.8 bil. in R&D for 12 strategic technologies in 2024. https://www.koreatimes.co.kr/www/tech/2023/08/133_358030.html

美 DOE 持续资助关键材料所　保障清洁能源技术供应链

美国能源部（DOE）先进材料与制造技术办公室宣布拟向关键材料研究所（Critical Materials Institute，CMI）提供新的资助，未来五年将每年出资 3000 万美元，助力该所推出创新型科技解决方案，为清洁能源制造技术的关键材料打造具有韧性、安全性的供应链[2]。

据介绍，到 2040 年，清洁能源技术的矿物需求预计将增长至少 400%，该所将通过开发跨生命周期的解决方案，满足美国国家清洁能源的需求。

在研究所接下来的第三阶段运营期间，该所计划围绕材料领域启动 30 项研究项目，永磁体、锂电池、半导体、电解槽和催化剂等所需的关键材料的多样化、替代和回收，将会是重要的工作。这些工作将促进清洁发电、能源转换、能源存储和电子技术等方向的发展。

CMI 成立于 2013 年，由埃姆斯国家实验室领衔，成员机构包括另外 3 家 DOE 国家实验室、15 所高校和 36 家行业机构等。CMI 的核心任务是利用这些合作伙伴的跨领域研究，实现供应多样化，开发替代品，并推动关键材料的回收和再利用。这种联盟模式成功整合了多学科团队，将基础研究和应用研究结合起来，加速开发应对关键科学与技术挑战的解决方案。

（万 勇）

[2] U.S. Department of Energy Renews Critical Materials Institute to Secure America's Clean Energy Technology Supply Chains.
https://www.energy.gov/eere/ammto/articles/us-department-energy-renews-critical-materials-institute-secure-americas-clean

项 目 资 助

美 ARM 投资先进机器人项目以增强美国制造业

8 月，“制造业美国”先进机器人制造创新研究所（ARM）宣布将向八个新的短周期技术项目投入 326 万美元[3]，旨在应对制造业的不同需求，从确定和绘制所需的机器人开发路线图，到直接为制造商提供解决方案。

八个项目可分为探索研讨、人工智能、机器人任务规划及含能材料制造（Manufacturing of Energetics）等方向。探索研讨包括：用于制造系统测试的数字孪生框架、太空制造和高超音速部件制造技术、人工智能的多模式输入技术以及敏捷制造中机器人的快速部署方法等的探索研讨及市场调查；人工智能包括基于自主机器人的金属成形技术迭代；机器人任务规划包括配送机器人的运动规划和机器人的织物处理能力研究；含能材料制造包括通过机器人技术实现颗粒和糊状材料的自动化操作，用于制造含能材料等。

（董金鑫）

美 DOE 资助关键矿物和材料先进工艺开发

8 月 21 日，美国能源部（DOE）化石能源和碳管理办公室宣布提供高达 3000 万美元的资金[4]，帮助降低美国国内煤基稀土资源等关键矿物和材料的生产成本。由两党基础设施法提供的资金将有助于满足美国对关键矿物日益增长的需求，同时减少美国对离岸供应的依赖。

该资助旨在利用煤基稀土资源，帮助建立对美国经济、清洁能源和国家安全至关重要的国内供应链。该计划将资助经济上可行、对环境无害的提取、分离和精炼技术实验室及小规模测试研究，从非常规煤基资

[3] ARM Institute Funds New Technology Projects to Strengthen U.S. Manufacturing. https://arminstitute.org/news/23-01-tech-projects/

[4] Funding Notice: Bipartisan Infrastructure Law: Advanced Processing of Critical Minerals and Materials for Industrial and Manufacturing Applications. https://www.energy.gov/fecm/funding-notice-bipartisan-infrastructure-law-advanced-processing-critical-minerals-and

源开始，生产用于清洁能源、国防或商业产品和设备的稀土和关键矿物。资助方向主要是以下两个领域：

（1）利用煤基资源生产稀土金属，并同时生产关键矿物和材料的先进工艺开发；

（2）利用煤基资源生产关键矿物和材料（不包括含稀土元素的材料）。

（冯瑞华）

美 DOE 推动宽带隙半导体研究

8 月，美国能源部（DOE）先进材料与制造技术办公室拟向“制造业美国”功率电子研究所（PowerAmerica）提供 800 万美元初始资金，并承诺在未来四个财年持续追加资助，推进用于电力电子产品的下一代宽带隙半导体的本土制造[5]。

针对宽带隙半导体技术的持续投资，能够加速更强大、更节能的高性能功率电子产品的发展，从而推进美国电气化进程并实现节能减排。宽带隙半导体使用 SiC 和 GaN 等尖端材料，与传统半导体材料——硅相比，能够使功率电子产品的性能更加优异，用途也更加广泛，包括工业设备、数据中心、消费设备、电动汽车等。这些高性能功率电子产品能够增加电动汽车续航里程，助力可再生能源并入电网，并且显著节约能源等。

PowerAmerica 是 DOE 资助的“制造业美国”七家研究所之一，成员涵盖工业界、学术界和国家实验室等 82 个组织，几乎涉及供应链上下游的各层级供应商，这有助于促进高性能功率电子产品的商业化，实现美国清洁能源的创新发展。

（王召阳）

[5] U.S. Department of Energy Extends Commitment to Enhanced Semiconductors Through PowerAmerica Institute Renewal. https://www.energy.gov/eere/ammto/articles/us-department-energy-extends-commitment-enhanced-semiconductors-through-0

美 DOE 关注制造业网络安全创新

8 月，美国能源部（DOE）会同“制造业美国”网络安全研究所（CyManII）联合发布项目征集建议书，资助额度达 470 万美元，旨在增强高能效制造领域网络安全，提升美国低碳经济全球竞争力[6]。

此次项目征集将聚焦以下三个关键领域。

（1）工业控制系统

探索与工业控制系统生产和供应链相关的安全控制。目标是确保数据完整性、供应链可追溯性和对网络事件的应变能力。

（2）工业数字化安全

通过识别和开发有效的数字化实践，在不引入新的网络风险的前提下，助力中小型制造企业实现数字化安全转型。

（3）工业增材制造

验证增材制造商如何确保产品完整性和供应链可追溯性，并通过安全跟踪其产品的数字历史记录来降低成本。

针对每个关键领域，建议书将寻求在五个方面的能力推进提议，涉及工业环境、工业解决方案、工业集成、产品研发和综合能力（包括劳动力发展）等。

（王召阳）

英 Faraday 研究所授予两家初创公司创业奖金

8 月，英国法拉第研究所（Faraday Institution）宣布向两家初创公司 Ionworks 和 Sention 授予创业奖金[7]。该创业奖金主要用于助力法拉第研究所和英国电池研究界的研究成果实现商业化，通过提供种子资金、商业支持和指导，最大限度地帮助创业者并加快这一过程。

---

[6] Department of Energy Announces Up to $4.7 Million for Manufacturing Cybersecurity Innovation. https://www.energy.gov/eere/ammto/articles/department-energy-announces-47-million-manufacturing-cybersecurity-innovation

[7] Two New Entrepreneurial Fellowships. https://www.faraday.ac.uk/entrepreneurial-fellowships-august-2023/

（1）Ionworks

Ionworks 是一家电池建模软件初创公司，围绕基于物理的电池建模软件 PyBaMM 建立。PyBaMM 是法拉第研究所多尺度建模项目的核心部分，目前在工业界正逐渐被采用。Ionworks 旨在推动该软件的应用，释放基于实际物理现象的精确电池模型的优势，供工业界使用。创业奖金将帮助 Ionworks 加快专业界面的开发，使其能够在明年内向英国客户推出其软件平台。该平台可用于在云中运行大规模模拟和数据分析，以通过优化和材料发现改进电池设计。

（2）Sention

Sention 开发了一种灵敏的映射技术，可以监测超声波的反射脉冲，以高特殊分辨率评估电池的物理特性。它可以用于快速评估电池的健康状态（state of health，SOH），这与现有的电化学技术相比具有显著优势。创业奖金将使 Sention 能够建立一个示范单位，通过开发软件后端接口，自动评估电池并提高处理量，从而利用新旧电池的测试数据，分析在声学特征和电池的 SOH 之间的关系。此外，通过将电池在循环过程中的性能与其变化的声学图相关联，用于告知基于超声的质量控制系统，从而对电池状态进行预测。

（董金鑫）

美 NSF 资助量子传感器研发

8 月，美国国家科学基金会（NSF）在“量子系统变革性进展量子传感挑战项目”（Quantum Sensing Challenges for Transformational Advances in Quantum Systems）框架下，计划在未来四年投入 2900 万美元资助 18 个研究团队（每个团队将获得 100-200 万美元）用开发新型量子传感器。这些传感器将通过控制量子现象而精确测量以前无法测量的数据[8]。本次资助是 NSF 旨在实现 2018 年“国家量子倡议法案”，特别是 2022 年《将

[8] Quantum-scale sensors to yield human-scale benefits with new backing from NSF. https://new.nsf.gov/news/quantum-scale-sensors-yield-human-scale-benefits

量子传感器付诸实践》（*Bringing Quantum Sensors to Fruition*）报告中所呼吁的科技进步广泛战略的一部分。

这些团队将共同开展广泛的探索性研究活动，从利用超精密原子钟测量山的高度和密度，到利用量子纠缠光粒子揭示活细胞的内部功能（具体参见下表）。在开展研发工作的同时，这些团队还将开展教育和推广活动。

	项目名称	研究内容
1	用于计时和惯性传感的紧凑且可靠的量子原子传感器	使用光子技术和超冷原子来制造便携式加速度计和原子钟。这些器件足够坚固耐用可以在太空等恶劣环境中使用，或者用于无法使用 GPS 的车辆
2	利用二维材料开发氦-4 量子传感器	创建一个具有原子级孔隙的薄膜，在超流体（粘度为零的液体）储存库之间建立约瑟夫森结薄弱环节，以探索超流体的量子特性如何能够实现对压力、重力、旋转和加速度的新型超精确测量
3	用于望远镜和计量学的分布式纠缠量子增强干涉成像	将建造量子增强望远镜的关键部件。该望远镜利用纠缠光子支持超长基线干涉测量，改善天体成像和遥感
4	大气和气溶胶化学分布式纠缠量子传感	将利用光纠缠态分布式量子传感和新型量子光谱学技术，超越“标准量子极限”，对氨气、氮氧化物和有机氢过氧化物等大气成分进行遥感
5	利用磁子的量子传感推动磁性材料和设备的进步	将研究磁畴壁（磁化方向一致的磁性材料内部各区域之间的边界）的运动，以及纳米晶软磁合金和其他奇特材料中被称为“磁子”的准粒子的激发。相关研究可以改进计算机内存技术
6	体内神经功能的纠缠增强多光子荧光成像	该团队将使用纠缠光子（光的量子态）来探索观察生物体神经元细胞内的新方法，从而有可能提高神经系统生物过程成像的分辨率和效率
7	利用时间量子传感器改进大地测量学和重力感应	将利用便携式超精确原子钟作为一种新方法，通过测量“引力红移”或不同高度地球引力场差异引起的时间流的微小变化，确定地球上任何地方的海拔高度
8	集成挤压光磁光传感器	将创建光子芯片（带有固态激光器、导光板和探测器的设备），利用量子态光进行超灵敏磁测量（磁场感应），应用于导航、太空探索和生物医学研究等领域
9	用于四维活细胞成像的纳米金刚石量子传感	将利用高纯度纳米级金刚石进行某些类型的光谱学和显微学研究，从而研究对活细胞内的过程进行视频成像的新技术，包括癌症免疫疗法中抗感染抗体的作用
10	利用金刚石量子传	将利用金刚石晶体中被称为氮空位中心的微观缺陷的量子特性，测

	感器进行纳米级协方差磁力测量	量石墨烯等材料中电流和磁纹理的量子尺度特性，并将其潜在应用于材料科学领域
11	用于增强量子传感的噪声工程	将开发一种新技术，用于了解和描述材料中的磁性“噪声”，为新型化学传感器奠定基础。
12	光学原子钟的新型量子算法	将开发新的量子算法和方法，以改进原子钟集合，使其能够用于探测引力波或暗物质等现象
13	基于量子原子相干性的带电粒子传感器	将创建一种新型粒子探测器，通过观察其对附近原子量子状态的影响来探测离子（带电粒子），从而揭示离子的距离、电荷和速度
14	设计分子组装中的光学超极化量子传感器	将在金属有机框架（结合金属和有机分子的先进材料）中加入具有特殊量子自旋特性的粒子，以更好地检测化学物质
15	生物分子分析量子传感平台	将开发新的显微镜技术，利用金刚石中氮空位中心的量子特性，检测生物细胞内的各种情况，如温度和氧气浓度
16	用于计量学、化学和天体物理学的量子传感器网络	将探索如何利用分布式量子传感器网络，将相干性和纠缠性用于各种应用，如磁场传感、遥感、成像和检测特定分子或蛋白质的超低浓度
17	基于三阶非线性的强非周期性光量子传感	将建立光子芯片设备，生成并使用“压缩”光的量子态，用于光电二极管量子效率校准和生物医学研究的分子光谱学等应用
18	移动中的传感智能：量子增强的作物病害光学诊断	将开发量子增强型传感器，用于检测作物病害，如黄瓜植株上的霜霉病，使用的是具有纠缠光状态的可现场部署的光谱设备

（嵩巧利）

“制造业美国”会议分享初创公司培育经验

5 月 25 日，美国先进制造国家项目办公室举行了“制造业美国”年度网络会议。会上，来自美国国家经济委员会和科技政策办公室的官员发表了主旨演讲，介绍了政府对“自下而上、由内而外”发展经济的关注、“制造业美国”研究所及其公私合作伙伴开展的重要工作、现代美国工业战略、两党的相关立法（如《基础设施法案》《通胀降低法案》《芯片与科学法案》）以及新布局的先进制造劳动力中心等。来自其他政府办公室和政府部门的人员围绕劳动力教育与培训等进行了发言。来自各个研究所的人员分享了培育初创企业的经验做法[9]。

“制造业美国”各个研究所通过由政府研究机构、大学和私营部门行业成员组成的生态系统，加速技术开发并降低风险，扩大制造业规模。这些研究所通过研究、设计、原型和生产来帮助实现“飞跃式”技术，跨越“死亡之谷”。在过去的十年中，这些研究所已经联合起来推动了 270 项技术走向商业化，主要举措包括：①通过资金募集、设备获取和合作伙伴关系等方式加速创新；②发挥研究所的关键优势，即通过设备的使用来降低市场进入成本；③利用研究所合作伙伴关系助力成熟市场采用新技术；④为小型制造商开发技术类解决方案；⑤提供先进制造业的全新视角等[10]。

（万 勇、闫泽坤）

[9] 2023 Manufacturing USA Network Meeting. https://www.manufacturingusa.com/news/2023-manufacturing-usa-network-meeting

[10] How the Manufacturing USA Network Nurtures Startup Companies Across the Innovation Gap. https://www.manufacturingusa.com/studies/how-manufacturing-usa-network-nurtures-startup-companies-across-innovation-gap

微型晶体列阵可提供高效的无线能量

美国科罗拉多大学博尔德分校 Ryan Hayward 教授率领的研究团队开发了一种新型有弹性的光机械材料，可以在无热量或电力的情况下将光能转化为机械能，为节能、无线和远程控制系统提供了新的可能，应用领域包括机器人、航空航天和生物医学设备等。同时，通过直接把光转化为功，还可避免繁琐的热管理系统和笨重的电气元件[11]。

研究人员在聚合物材料中形成微小有机晶体阵列，由于它的孔隙比较小，看起来像海绵。当晶体在聚合物的微米级孔内生长时，它们的耐久性和在光照下产生的能量会显著增强。它们的灵活性和易成型性使其具有高度的通用性，能够得到更广泛应用。晶体的方向使它们能够暴露在光线下执行任务，例如弯曲或举起物体。当附加负载改变形状时，它会像电机或执行器一样运行并移动负载。它们可以移动比自身大很多的物体，如 0.02 mg 的条状晶体成功举起了 20 mg 的尼龙球，是自身质量的一万倍。

上述研究工作发表在 ***Nature Materials***（文章标题：Photo-actuators via epitaxial growth of microcrystal arrays in polymer membranes）。

（李 喻）

新分子提高聚合物耐久性

塑料等聚合物反复暴露在高温和低温的环境中会发生老化等问题。美国桑迪亚国家实验室 Erica Redline 团队开发了一种聚合物分子，有助于改变一些材料对温度波动的反应方式，从而使它们更耐用[12]。

研究团队对一个分子进行了修饰，使其可以很容易地掺入聚合物中

[11] CU Boulder researchers develop arrays of tiny crystals that deliver efficient wireless energy. https://www.colorado.edu/chbe/2023/08/07/cu-boulder-researchers-develop-arrays-tiny-crystals-deliver-efficient-wireless-energy

[12] Making materials more durable through science. https://newsreleases.sandia.gov/polymer_molecule/

以改变其性质。当加热该分子时，它不是膨胀，而是通过改变其形状来收缩。因此，当它被添加到聚合物中时，可以降低聚合物的变化率，达到类似于金属的膨胀和收缩值。该研究的另一个关键是，它可以在 3D 打印中以不同的百分比结合到聚合物的不同部分。

这种分子可以以无穷无尽的方式使用。聚合物可用作电子、通信系统、太阳能电池板、汽车部件、印刷电路板、航空航天应用、国防系统、地板等的保护涂层。这种分子不仅解决了当前的问题，而且为未来的更多创新开辟了设计空间。该团队只少量创造了这种分子，但正在努力寻找一种扩大生产的方法，减少生产步骤，为市场化做准备。

（冯瑞华）

最薄芯片级光线路 2D 波导

美国芝加哥大学 Jiwoong Park 教授率领的团队研制出迄今最薄的芯片级光线路：二维波导。该玻璃晶体仅有几个原子厚度，可捕获和携带光，并且效率也十分惊人，可传播 1 cm 的距离，对于光基计算而言，这是非常远的距离[13]。

该晶体由二硫化钼制成，不仅能容纳能量，而且能将能量传递到比现有类似系统远 1000 倍的距离。由于比光子本身更薄，使得一部分光子在传播时会“溢出”，简化了利用玻璃晶体制备复杂设备的工艺。

上述研究工作发表在 ***Science***（文章标题：Wafer-scale δ waveguides for integrated two-dimensional photonics）。

（王 轩）

[13] University of Chicago scientists invent smallest known way to guide light. https://news.uchicago.edu/story/university-chicago-scientists-invent-smallest-known-way-guide-light

固态单个铒离子发出难以区分的电信频段光子

经典数据信号可以放大到整个城市或海洋，而量子信号却不能。因为量子信号必须被间隔性地重复，即由被称为量子中继器的专门机器进行停止、复制和传递。长距离量子网络作为量子通信、分布式量子计算以及纠缠增强传感和计量的一项使能技术，克服信道损耗显得尤为关键。由于光子直接纠缠传输的速率随着距离的增加呈指数下降，研究者们对稀土离子产生了浓厚的兴趣，特别是对铒离子（Er^{3+}）处于光纤通讯波段的光学跃迁，因为通讯波段的光子能够在光纤中进行长距离传输。然而，一直以来基于稀土离子的中继器节点的发展却受到光谱弥散的阻碍，不能产生无法区分的单光子。

美国普林斯顿大学 Jeff Thompson 副教授率领的研究团队利用光子学、材料科学和量子科学等多科学知识，发现了一种构建量子中继器的新方法。研究团队将铒离子植入钨酸钙（$CaWO_4$），获得一种具有非极性位点对称性、低退相干核自旋且不含背景稀土离子的材料，使得光谱扩散显著降低。新中继器通过植入晶体中的单个稀土离子发出难以区分的、可直接用于通讯的光子[14]。

这项工作是朝着构建具有单铒离子的通讯波段量子中继器网络迈出的重要一步。其他领先的量子中继器（已演示量子中继的物质体系包括 NV 色心、单原子、冷原子和掺钕晶体等）发射的是可见光，而可见光在光纤中衰减很快，且必须经过转换才能进行长距离传输。但是新中继器基于植入主晶体中的单个稀土离子，发射理想的红外波长，不需要信号转换，可以实现更简单、更强大的网络。

上述研究工作发表在 ***Nature***（文章标题：Indistinguishable telecom band photons from a single Er ion in the solid state）。

（嵩巧利）

[14] A new route to a quantum internet.
https://engineering.princeton.edu/news/2023/08/30/simpler-way-connect-quantum-computers

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

微信扫一扫，关注我们

编 辑： 中国科学院武汉文献情报中心战略情报部

地 址： 湖北省武汉市武昌区小洪山西 25 号

电 话： 027-8719 9180

传 真： 027-8719 9202

邮 箱： amto *at* whlib.ac.cn