



2020

先进制造与新材料动态监测快报

第 12 期

总第 346 期

重点推荐

美协会发布增材制造数据战略指南

英 EPSRC 启动响应制造项目征集

科学家首次发现褶皱层聚合氮

俄研发出世界最小绿光半导体激光器

目 录

战略规划

美协会发布增材制造数据战略指南1

项目资助

美 DOE 应对关键材料供应链挑战1
英启动可信赖的自主系统中心建设2
欧盟将启动 SoftDream 项目以推动大型零件 3D 打印3
英 EPSRC 启动响应制造项目征集3

研究进展

科学家首次发现褶皱层聚合氮4
“人工化学家”助力量子点合成5
碳纳米管晶体管接近商业化生产5
俄研发出世界最小绿光半导体激光器7

战略规划

美协会发布增材制造数据战略指南

6月8日，美国材料与试验协会（ASTM International）增材制造卓越中心与“制造业美国”增材制造研究所（America Makes）合作发布了增材制造数据战略指南（*Additive Manufacturing Data Strategic Guide*）。

该指南是基于2019年12月由ASTM International和America Makes召开的增材制造数据管理与规划研讨会制定的。该指南指出了目前增材制造标准存在的差距、挑战、解决方案和行动计划等，并强调了数据管理与相关理论的重要性，提出了增材制造卓越中心研发计划的三大目标：一是明确现有增材制造标准中的关键差距；二是促进研究人员和标准开发人员之间的有效协作；三是缩短创新增材制造技术的上市时间，降低其成本。

此次研讨会的另一成果是在ASTM International的增材制造技术委员会（F42）内新成立一个数据小组委员会（F42.08），负责确定建立数字线索所需的工艺、工具等，并绘制价值流图析（value-stream mapping）。

王 轩 编译自[2020-06-08]

ASTM International Announces AM Data Strategic Guide with America Makes, Debuts Insight Video, New Data Subcommittee

<https://www.americamakes.us/astm-international-announces-am-data-strategic-guide-with-america-makes-debuts-insight-video-new-data-subcommittee/>

项目资助

美 DOE 应对关键材料供应链挑战

6月5日，美国能源部（DOE）关键材料研究所（Critical Materials Institute, CMI）¹宣布拟出资400万美元，用于应对在构建工业等重点行业的关键材料国内供应链时所面临的挑战。

DOE 每年向关键材料研究所的资助达2500万美元，确保对清洁能源技术至关重要材料的供应链，从而助力美国制造业创新，并增强国家能源安全。

此次项目征集聚焦以下三个方向：

¹ 成立于2013年，是DOE能源创新中心之一，由埃姆斯实验室领衔，旨在降低对稀土金属和其他易受到供应链中断终端影响的材料的依赖。

(1) 工艺创新，将非常规关键材料来源转变为商业来源

例如，含有稀土的硅酸盐矿物，含锂的地热盐水等；常规初级矿物加工过程中产生的废物，如尾矿和冶金剩余物，制造过程中产生的废料流，以及报废产品等；化肥生产的副产品，油气生产的废水（含 Li），以及铝、铜和锌等主要金属生产的废物（含 Co、Ga、Ge、In、Te 等）。

(2) 工业废弃物和报废废弃物的新型、高选择性分离方法

例如，当可以实现单个组件（阳极、阴极和电解质）的回收时，锂离子电池回收的经济性大大提高。对于含有永磁体的设备和电动机也存在类似的挑战。

(3) 将关键矿物转化为高价值终端产品的创新解决方案

例如，关键材料研究所正在寻求创新型解决方案，将稀土氧化物转化为纯金属、化合物或合金，以直接用于永磁体及其他合金的冶金加工。再如，开发 Li 的加工新工艺，可直接生产最终产品 LiOH，而无需生产中间产物碳酸锂。

万 勇 编译自[2020-06-05]

Department of Energy Innovation Hub Announces \$4 Million for Critical Materials Projects

<https://www.energy.gov/eere/articles/department-energy-innovation-hub-announces-4-million-critical-materials-projects>

英启动可信赖的自主系统中心建设

为率先确保无人驾驶汽车和机器人等自主系统的可信赖性并最终使社会 and 行业受益，英国研究与创新署（UKRI）6 月 4 日宣布将投资 1200 万英镑打造可信赖的自主系统中心（Trustworthy Autonomous Systems Hub）。

该中心将依托南安普顿大学，合作伙伴包括伦敦国王学院和诺丁汉大学等高校，汇集全英国从计算和机器人技术到社会科学和人文科学领域的世界级专业人才，释放英国自主系统巨大的潜在工业和社会效益。中心将建设成为覆盖全英国的协作平台，致力于打造协调一致、相互协作的研发社区，为自主系统的可信赖性提供必要的基础研究。

该中心是 UKRI 耗资 3300 万英镑的可信赖自主系统计划的一部分，该计划包含七个被称为研究节点的不同项目，每个项目将专注于基础多学科研究的特定领域，以应对采用自主系统时面临的主要挑战（如信任、安全性和柔性等）。

黄 健 编译自[2020-06-04]

Hub to lead UK research on Trustworthy Autonomous Systems

<https://www.ukri.org/news/hub-to-lead-uk-research-on-trustworthy-autonomous-systems/>

欧盟将启动 SoftDream 项目以推动大型零件 3D 打印

欧洲制造创新与技术研究院（制造-EIT）将于 2021 年启动 SoftDream 项目，开发基于混合机器人的 3D 打印软件工具，实现大型零部件的 3D 打印，并推动大规模产业应用。

SoftDream 项目将由瑞典 RISE 研究院牵头，合作伙伴包括法国先进工业工程学院、德国大众汽车公司、德国布伦瑞克工业大学、瑞典光谱技术公司和法国航空航天谷等。目前 SoftDream 已完成了项目主页建设（网址 <https://softdream-project.eu>），功能要求和体系结构已经准备就绪，项目团队正在就金属和塑料 3D 打印示范进行准备工作。

欧洲制造创新与技术研究院于 2018 年 12 月启动，目标是将欧洲制造业相关的商业、教育、研究和公共部门等利益相关方聚集在创新生态系统中，为欧洲产品、工艺和服务提升特有价值，打造可持续、具有全球竞争力的制造业。

黄健 编译自[2020-06-02]

SoftDream: Developing 3D printing for industrial use

<https://eit.europa.eu/news-events/news/softdream-developing-3d-printing-industrial-use>

英 EPSRC 启动响应制造项目征集

6 月，英国工程与自然科学研究理事会（EPSRC）在“制造未来”（Manufacturing the Future, MtF）挑战框架下启动了“响应制造”项目征集。EPSRC 自 2010 年启动 MtF 挑战以来，制造业相关研究及创新体系发生了深远的变化。为了准确把握未来发展前沿，EPSRC 分别于 2011 年和 2018 年²启动了 MtF 战略领域研讨，并在专家意见基础上形成了战略研究报告以调整 MtF 资助重点领域。本次“响应制造”主题项目征集是 MtF 最新一期战略优先领域调整后的首批项目征集，资助金额为 3 年 700 万英镑。

“响应制造”主题目标是开发能够自主响应系统内部或外部的突发变化或中断（如供应链中断或原料可用性、劳动力可用性、产品规格等输出要求变化、制造系统某部分的不确定性或错误等）以获得柔性和/或可持续性的制造系统。项目将模拟生物反应系统，首先感知变化并将信息传递到大脑；大脑接收信息并决定响应；将响应传达给肌肉或器官，以响应变化。“神经系统”部分主要包括在线传感器和测量技术，“大脑”部分将主要包括基于数据和建模的算法控制，“肌肉”部分将包括具有模块化设计的制造技术。

具体资助领域包括：工艺过程数字化建模；与响应制造过程相关的标准、法规和道德规范；隐私、信任和安全问题以及数据处理（如与产品可追溯性相关）；在响

² Manufacturing Futures Retreat 2018. <https://epsrc.ukri.org/newsevents/events/manufacturing-future-retreat-2018/>

应过程中的人为干预；制造业供应网络研究；响应系统的业务模型和管理系统；响应过程中制造的产品认证以及产品设计等。项目建议必须侧重于制造技术、制造过程和/或其设计和运行的基础研究。

黄 健 编译自[2020-06-15]

Responsive Manufacturing Call

<https://epsrc.ukri.org/funding/calls/responsive-manufacturing-call/>

研究进展

科学家首次发现褶皱层聚合氮

北京高压科学研究中心毛河光院士率领的研究团队与加拿大萨省大学合作，首次发现了一种具有褶皱蜂窝层状结构的聚合氮（褶皱层聚合氮）。氮的这个新型同素异形体的结构与黑磷的晶体结构一致。

研究人员利用对顶的金刚石在纯氮样品上产生了超过一百万大气压（100 GPa）的压强，使用激光将样品加热至近数千摄氏度。在 120~190 GPa 的压力区间内对褶皱层聚合氮的合成进行了深入的探索，在 150 万大气压和 2200 K 的极端条件下，首次合成了褶皱层聚合氮。

研究人员利用超高压单晶 X 射线衍射技术以及微区拉曼光谱原位测量并结合理论计算，确认了褶皱层聚合氮的晶体结构。使用基于纳米聚焦 X 射线束的 X 射线衍射衬度成像技术对物相的分布进行了解析。进一步使用 X 射线衍射和拉曼光谱测量了褶皱层聚合氮的晶体结构和光学特性随压力的演变，符合褶皱层结构所具有的各向异性特征。通过理论计算，阐述了拉曼光谱中观察到的异常光谱特性与褶皱层结构中的各向异性之间的关联性，以及褶皱层聚合氮长期以来难以合成的内在原因。

褶皱层聚合氮中的氮原子之间是以单键相连接，由于单键与氮分子中的三键之间存在巨大的键能差，当转化成氮气时能够释放出巨大的能量。褶皱层聚合氮具有能量密度高、重量轻、产物为氮气（无污染）等特点，是一种有潜力的高能密度材料。

相关研究工作发表在 *Science Advances*（文章标题：Nitrogen in black phosphorus structure）。

（王 轩）

“人工化学家” 助力量子点合成

美国北卡罗来纳州立大学和布法罗大学的研究人员开发出一种被称为“人工化学家”(Artificial Chemist)的技术,该技术结合了人工智能(AI)和用于进行化学反应的自动化系统,以加快研发和生产商业所需材料的速度。

人工化学家类似于自动驾驶汽车,它是一个完全自动的系统,可以自动识别目的地并找到通往目的地的最佳路线。人工化学家为溶液法制备材料而设计,这意味着它适用于使用液态化学前驱体制备的材料,如量子点、金属/金属氧化物纳米颗粒、金属有机骨架等。人工化学家不仅可以更快地找到理想的化学前驱体和合成路线,而且还可以减少化学前驱体的用量,使材料开发过程的成本大大降低。

量子点是胶体半导体纳米晶体,通常用于LED显示器,是电视和计算机显示器的下一个重大技术飞跃。但量子点制备并不容易,技术的研发阶段漫长而复杂。人工化学家的“身体”采用了Abolhasani实验室开发的自动Nanocrystal工厂和NanoRobo流动合成平台,每天可以运行500个量子点合成实验。人工化学家的“大脑”是一个AI程序,用于表征人工合成的材料,并使用这些数据来自主决定下一组实验条件。这项技术实质上是在模仿人类科学家,可以使决策过程更加高效。研究人员证明了人工化学家可以在15分钟或更短的时间内识别并产生任何颜色的最佳量子点。

人工化学家不仅限于量子点的研发和制备,也可用于其他材料的研发。但人工化学家并不能取代真正的科学家,它只是一个工具,可以轻松完成一些繁琐的任务。

相关研究工作发表在 *Advanced Materials* (文章标题: Artificial Chemist: An Autonomous Quantum Dot Synthesis Bot)。

冯瑞华 编译自[2020-06-04]

'Artificial chemist' combines AI, robotics to conduct autonomous R&D

<https://news.ncsu.edu/2020/06/artificial-chemist/>

碳纳米管晶体管接近商业化生产

碳纳米管场效应晶体管(CNFET)比硅场效应晶体管更节能,可用于构建新型的三维微处理器。但直到现在,它们大多存在于学术实验室中,只少量制作用于学术实验用。

美国麻省理工学院Max Shulaker领导的研究团队使CNFET商业化生产接近现实,CNFET的制备可使用与制造硅基晶体管相同的设备。

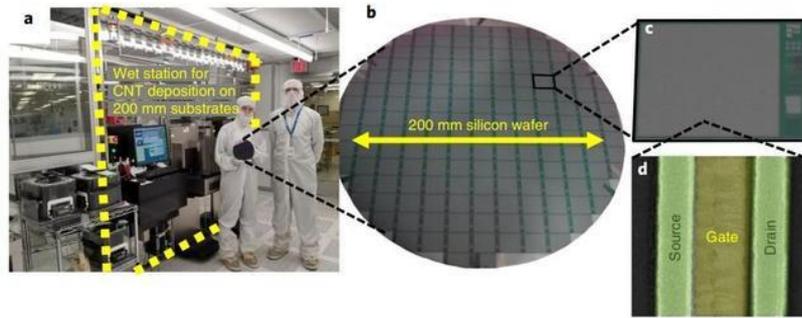


图 200 毫米晶圆上大量制造 CNFET

研究团队分析了用于制造 CNFET 的沉积技术之后，进行了一些改进，与传统方法相比，将制造过程加快了 1100 多倍，同时还降低了生产成本。该技术将碳纳米管边对边沉积在晶圆上，14400×14400 的阵列 CNFET 分布在多个晶圆上。

几十年来，基于硅的晶体管制造技术的改进带来了价格的下降和计算效率的提高。但是这一趋势可能已经接近尾声，因为越来越多封装到集成电路中的晶体管似乎并没有以历史上的速度提高效率。CNFET 是一种有吸引力的替代技术，比硅基晶体管能效高出一个数量级。

与在 450°C-500°C 左右的温度下制造的硅基晶体管不同，CNFET 还可在接近室温的温度下制造。这意味着可以在先前制造的电路层之上直接构建电路层，以创建三维芯片。这种三维芯片不能用硅技术来做，因为会熔化下面的层。逻辑和存储功能结合在一起的 3D 计算机芯片，有望比最新硅制 2D 芯片性能高几个数量级。

在实验室中构建 CNFET 的最有效方法之一是纳米管沉积法，将晶圆浸入纳米管溶液中，直到纳米管粘在晶圆表面。CNFET 的性能很大程度上取决于沉积工艺，它影响着晶圆表面上碳纳米管的数量和取向。在 CNFET 中完美的纳米管阵列可产生理想的性能，但很难获得。通过对沉积过程的仔细观察研究，研究人员发现干式循环，一种间歇性地干燥浸泡晶圆的方法，可以将沉积时间从 48 小时大幅缩短到 150 秒。此外，通过新的蒸发浓缩方法（artificial concentration through evaporation, ACE）可将少量的纳米管溶液沉积在晶圆上，而不是将晶圆浸泡在槽中，溶液的缓慢蒸发增加了碳纳米管的浓度和沉积在晶圆上的纳米管的总体密度。

研究人员与商业硅制造厂 Analog Devices 和半导体铸造厂 SkyWater Technology 合作，使用改进的方法制造 CNFET。研究人员下一步工作将在工业环境中用 CNFET 构建不同类型的集成电路，并探索 3D 芯片可以提供的一些新功能。

相关研究工作发表在 *Nature Electronics*（文章标题：Fabrication of carbon nanotube field-effect transistors in commercial silicon manufacturing facilities）。

冯瑞华 编译自[2020-06-01]

Carbon nanotube transistors make the leap from lab to factory floor

<http://news.mit.edu/2020/carbon-nanotube-transistors-factory-0601>

俄研发出世界最小绿光半导体激光器

一支由俄罗斯圣彼得堡国立机械、光学与信息技术研究大学(简称圣光机大学)领导的国际研究团队宣布,在室温下开发出世界上最紧凑的半导体可见光激光器。这种激光器只有 310 nm 大小,可以在室温下产生绿色相干光。

在该研究中,研究人员成功克服了纳米激光器如何发出绿色可见光的问题。研究人员表示,现代发光半导体领域,常规半导体材料的量子效率在绿光光谱部分急剧下降,导致常规半导体材料制成的室温纳米激光器的发展复杂化。

在该研究中,研究团队选择了钙钛矿卤化物作为纳米激光材料。通过某种特定形状的钙钛矿纳米粒子,既可以充当产生相干激发发射的活性介质,又可以充当激光谐振器,将传统激光器的两个关键元素集于一身。最终研究人员成功地制造了 310 nm 大小的立方体形状的粒子,当它被飞秒激光脉冲激发时,可以在室温下产生激光辐射。

研究人员还证明,这种钙钛矿粒子可以支持三阶 Mie 共振,即当谐振器的尺寸等于材料内部光波波长的三倍时,可以产生相干受激发射。此外,该研究无需施加外部压力或超低温即可使纳米粒子用作激光,研究中获得的所有效应都是在正常的大气压和室温下产生的。

由于小型激光器的体积通常与发射的波长具有立方关系,而绿光的波长比红外光的波长小三倍,因此绿光激光器能够达到的小型化极限要比红光高得多,这对于为未来的光学计算机系统生产超紧凑组件至关重要。

相关研究工作发表在 *ACS Nano* (文章标题: Room-Temperature Lasing from Mie-Resonant Nonplasmonic Nanoparticles)。

姜山 编译自[2020-06-07]

Scientists Create Smallest Semiconductor Laser That Works in Visible Range at Room Temperature

<https://news.itmo.ru/en/science/phonics/news/9486/>

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