



2020

先进制造与新材料动态监测快报

第 8 期

总第 342 期

重点推荐

石墨烯旗舰计划进入第四个资助周期

美 NSF 未来制造业项目聚焦网络制造、生态制造和生物制造

MxD 研究所：新冠疫情带来的五点启示

智能制造市场全球预测 2025

目 录

战略规划

石墨烯旗舰计划进入第四个资助周期1

项目资助

美 NSF 未来制造业项目聚焦网络制造、生态制造和生物制造1

欧 EIT 制造业项目合作伙伴积极应对 COVID-19 病毒3

美制造业扩展伙伴计划出资 5000 万美元应对新冠疫情4

美能源部 1800 万美元资助关键材料研究4

行业动态

MxD 研究所：新冠疫情带来的五点启示5

智能制造市场全球预测 20257

研究进展

科学家捕获纳米粒子 3D 结构9

高效且长期稳定的钙钛矿发光二极管9

荷兰大学开发出能发光的硅材料10

MIT 通过可编程原子模拟方法探究晶体生长过程10

战略规划

石墨烯旗舰计划进入第四个资助周期

4月3日，欧盟宣布“石墨烯旗舰计划”正式进入第四个资助周期，即 Core 3 阶段。该阶段为期三年，将进一步朝着石墨烯和层状材料的商业化应用迈进。该阶段特别关注创新性研究，以将基于石墨烯的技术提升到更高的技术成熟度水平，约 30% 的相关预算将专门用于资助 11 个由工业界主导、以明确的市场需求目标为基础而设立的“先锋项目”。2020-2023 年间的“先锋项目”分别是：饮用水过滤器、汽车非金属仪表盘、无油脂断路器、广谱光接收器、红外摄像机、飞机空气过滤器、石墨烯钙钛矿电池板、自动驾驶高分辨率传感器、高能电池、石墨烯热电冰保护系统、石墨烯材料监管政策和市场授权途径等。

陈济析 编译自[2020-04-03]

The Graphene Flagship Sails into Core 3

<http://graphene-flagship.eu/news/Pages/The-Graphene-Flagship-Sails-into-Core-3.aspx>

【快报延伸】自 2018 年起，石墨烯旗舰计划推出“先锋项目”，目的是根据基础性研究成果，逐步聚焦石墨烯主要应用方向开展应用研究，加快石墨烯商用进程。上个月，欧盟正式签署文件，将为 Core 3 阶段投资 1.5 亿欧元继续扶持该计划，其中至少 5000 万欧元将投入到“先锋项目”中。¹可以预见，在 2023 年石墨烯旗舰计划结束之时，一批基于石墨烯的商用成果将落地生根。

项目资助

美 NSF 未来制造业项目聚焦网络制造、生态制造和生物制造

3 月底，美国国家科学基金会 (NSF) 启动了未来制造业 (Future Manufacturing, FM) 项目征集，目标是通过支持基础研究，推动全新的或是目前尚无法大规模推广的制造技术进入实用阶段。该项目的重点是实现全新的、可能具有变革性的制造能力，不支持对现有先进制造技术进行渐进式改进的项目提案。

该计划将通过研究资助、种子资助、网络等三种方式支持基础研究和教育工作。其中，研究资助期五年，年资助金额将根据参与规模分为两种类型。提案必须描述相关制造领域的当前技术水平，以及研究方案将如何解决特定挑战。提案必须提供

¹ 详见 2020 年第 5 期《先进制造与新材料动态监测快报》。

令人信服的技术原理和技术方法，说明项目对经济、社区和整个社会的潜在利益和挑战。种子资助期两年。提案应提出建立多学科研究团队的过程，共同制定未来制造业新发展方向并证明其可行性。网络资助期不超过五年。项目将支持研究社区或多学科研究人员及利益相关方网络的建立。该网络将通过全社区努力，共同促进未来制造业的研究和教育，探索将未来制造业基础研究成果产业化的新方法。

未来制造业项目拟定了三个研究方向：未来网络制造业研究、未来生态制造业研究和未来生物制造业研究。未来网络制造业研究项目将在计算和制造业的交叉处挖掘研究机会，利用创新传感器和执行器的融合、快速可靠的通信、云和边缘计算、数据分析、计算模型、人工智能和机器学习等技术提高通用性和可靠性，并减少制造过程和系统控制的成本。感兴趣的领域包括新一代智能系统、用于实时安全感测和机器学习的物流和网络、通过反馈实现过程参数控制的原位传感、制造商之间数据的安全可靠通信和共享方法等。其余资助重点还包括实时计量、质量控制和保证、不确定性量化、风险分析、网络控制方法以及用于多目标优化的新技术。

未来生态制造业研究项目将考虑涵盖整个制造生命周期的整体制造过程，研究能源消耗、健康和环境影响以及成本效益。新的解决方案将融合化学、生物学、材料学、工程学和经济学等多种学科的专业知识，利用生物方法研发新材料和新产品、废物增值的新工艺、补救污染物的新方法或实现新生物催化等。例如材料基础研究可以使新的制造过程避免使用诸如 PET 之类的聚合物，或者提高聚合物的回收经济性。又如利用生物/纳米界面最新研究进展，促进高度集成的生物/纳米制造系统开发。又如基于折纸的制造研究可能革命性地改变新材料和结构设计，提供取代实心混凝土或钢材的坚固且轻巧替代品。

未来生物制造业研究项目将推动治疗性细胞和分子、化学物质、药物、聚合物和燃料的生物制造，并推动生物技术在计算、信号处理和通信领域的应用。例如系统生物学、化学、基因组学、材料学、生物反应器工程以及分离和纯化知识可以推动生物工厂生产基于细胞的小分子疗法，并扩大规模并使其多样化以满足个性化需求。研究还可以解决与无细胞蛋白质制造相关挑战，通过加强和扩展用于无细胞制造平台可维持多种原料的特定活性，以生产酶生物催化剂、生物传感器和疫苗等。研究还可以利用微环境-细胞-表型相互作用和合成生物学工具方面的进展来开发在纳米/生物界面工作的传感器、致动器、纳米材料或纳米机器，以及可调节细胞反应的计算工具。

黄 健 编译自[2020-04-10]

Future Manufacturing (FM)

<https://www.nsf.gov/pubs/2020/nsf20552/nsf20552.htm>

欧 EIT 制造业项目合作伙伴积极应对 COVID-19 病毒

随着 COVID-19 大流行，欧洲和世界当前都面临着一百年来所经历过的最严重的危机之一。欧洲创新与技术研究院（EIT）“EIT 制造业”项目正在按照欧洲委员会的建议进行远程办公，并按计划继续开展其活动和会议。“EIT 制造业”项目的合作伙伴都在研究各种举措，以帮助对抗病毒，并为疫情后的恢复做准备。

阿尔托大学研究了冠状病毒在空中的传播途径。初步结果表明，携带病毒的气溶胶颗粒在空气中的停留时间可能比原先想象的要长，因此，公共室内空间避免拥挤就显得很重要。

航空航天谷（AeroSpace Valley）是由航空、航天和嵌入式系统领域企业与学者联合打造的平台，将共同研究与病毒大流行斗争并减轻其影响的行动。

阿托斯公司正在开发一种流行病管理系统（EMS），以帮助控制传染病的传播。该项目已在维也纳市进行试运行。阿托斯还为研究人员和企业提供了两台超级计算机，用于与 COVID-19 相关的研究。

瑞典查默斯科技大学正在与多家工业公司合作，以帮助为医务人员生产个人防护设备。

由葡萄牙波尔图大学工程学院（FEUP）与系统和计算机工程技术与科学研究所（INESC TEC）合作开发了低成本、易于组装的呼吸机 PNEUMA，其具有自动充气袋、在运送患者过程中或在家中也可使用等优点。

ITPAreo 是航天工业低压涡轮机和发动机的全球领导者，已将其超级计算集群提供给重要的科学机构使用，以推动 COVID-19 的深入模拟，并正在生产医疗个人防护设备。

山特维克集团通过 3D 打印面罩框架提供支持，以保护医务人员。

西门子为了应对与 COVID-19 大流行抗争所需的医疗设备日益短缺的问题，向需要医疗设备设计或打印服务的用户开放了其增材制造网络平台。通过该网络平台，用户可以接触到全世界的设计师和供应商，并得到医疗中心正常运转所需的零件。

黄 健 编译自[2020-04-14]

EIT Manufacturing Community responds to COVID-19

<https://eit.europa.eu/news-events/news/eit-manufacturing-community-responds-covid-19>

美制造业扩展伙伴计划出资 5000 万美元应对新冠疫情

4 月 13 日，美国国家标准与技术研究院（NIST）发布消息称，将向全美 50 个州和波多黎各的制造业扩展伙伴关系计划（Manufacturing Extension Partnership, MEP）中心总共资助 5000 万美元，以应对 COVID-2019 大流行。

各 MEP 中心无需匹配非联邦资金。通过该资助将使 MEP 中心能够帮助制造商应对劳动力和供应链中断；向小型企业管理局申请私人保险索赔和灾难贷款；并获取联邦、州和地方层面的资源。MEP 中心还可使用这笔资金来评估制造商的运营需求，寻找可以生产急需医疗设备及用品的制造商，并组建相关的制造委员会。

美国商务部副部长、NIST 主任 Walter G. Copan 介绍说，30 多年来，MEP 一直支持着美国制造业的发展，并建立了可覆盖美国 1/3 制造商的国家网络。MEP 中心拥有专业知识，可以帮助客户生产抗击疫情的产品，并帮助整个供应链上的制造商度过这场风暴。

万 勇 编译自[2020-04-13]

NIST MEP Centers to Receive CARES Act Funding for Pandemic Response

<https://www.nist.gov/news-events/news/2020/04/nist-mep-centers-receive-cares-act-funding-pandemic-response>

美能源部 1800 万美元资助关键材料研究

4 月 14 日，美国能源部宣布将提供三年 1800 万美元的基础研究资助（其中，2020 财年出资 600 万美元），旨在推动关键矿物和稀土元素供应链的研究与开发，这对加强美国能源和国家安全至关重要。

该研究将寻求根本性突破，实现方法改进，以提高稀土元素的可获得性或减少其使用量，并通过更有效的分离方法以实现再利用，以及发现稀土的有效替代品等。确保对现代美国经济运转至关重要的稀土元素（或有效替代品）的持续供应。

科学办公室主任 Chris Fall 介绍说，尽管在该领域已经取得了一些切实的进展，但仍需继续开展基础研究和应用研究，以确保对当今技术至关重要的稀土资源的可获得性。

特别地，对于国家实验室，关注以下方向：

(1) 稀土物理与化学：开展理论和实验研究，了解稀土元素（包括其电子结构）在决定材料和分子的物理与化学性质中的作用。开发新的理论模型，并通过包括最新表征技术在内的实验进行验证，准确把握 f 电子性质，以加速材料和分子的设计及发现，从而减少或消除关键元素的使用，且不会引起功能损耗（如磁性）。

(2) 新型材料/分子设计与合成方法：通过假设驱动研究，开发新的设计和合成方法，以改进功能，减少或消除稀土元素的使用。研究主题包括通过合成、纯化、

加工和制造具有能量相关功能（包括催化反应途径）的表征良好的材料与分子，开发出可在原子级层面实现性质调控的技术。

（3）分离科学：利用新的分离原理和方法，包括配位体设计、综合驱动力、受生物学和地球化学启发的途径等实现创新，并提高从复杂混合物（如来自矿石加工、矿山尾矿或再生材料）中提取稀土的效率。用到的方法包括运输与分离、现场实验及数据科学等的多尺度模拟。对微生物机理与过程的认识有望催生受生物启发的新分离原理及方法。但是，使用合成生物学和有机体（包括工程有机体）的研究方法不在关注范围。

万 勇 编译自[2020-04-14]

Department of Energy to Provide \$18 Million for Research on Critical Materials

<https://www.energy.gov/articles/department-energy-provide-18-million-research-critical-materials>

行业动态

M×D 研究所：新冠疫情带来的五点启示

新冠疫情大流行暴露了全球供应链的弱点，并证明了当前向数字制造转型显得比以往任何时候都更为重要。“制造业美国”网络中的数字制造研究所（M×D）分管战略与经营的副所长 Jennifer Pilat 分享了疫情发生后，值得汲取的有关供应链的五点经验教训。

（1）生产集中在一个区域，一旦出现问题，就会使下游工作变得被动

20 世纪 80 年代开始，许多美国企业将生产转移到亚洲国家，以利用当地廉价的劳动力和生产成本。

随着美国熟练劳动力的培养、物流成本与考虑因素以及大规模定制等，这种情况已经开始有所改变，这意味着生产中心正建立在离客户越来越远的地方。然而，对于价值链上价格较低的许多产品或组件，在泰国或越南等发展中经济体中进行生产仍然显得便宜。

因此，当新冠疫情在亚洲爆发时，制造业停工就产生了连锁反应。

Pilat 说：“生产高附加值产品的制造商无法获得他们所需的供应，部分原因是亚洲供应链出了状况。”例如，发生疫情的中国城市武汉是一个大型生产中心，启动“封城”后，生产和物流也停滞了，来自该地的供应中断了。

（2）供应链缺少备份

与集中化挑战相关的另一个问题是：制造商未能与备用销售商及供应商建立关系，以防当主要销售商与供应商出现延误时，可以有效地进行调整。

Pilat 说，留有备份需要付出额外的努力和成本，但是数字制造的灵活性则可以“经济得多得多”的方式更快速地进入“B 计划”。如果制造商愿意采用数字技术，他们就会发现，这样生产产品更为实用。

（3）供应链透明度不足

制造商通常缺乏对各个层级供应商的了解。他们可能只看到并了解第一层级，也许还有第二层级的供应商，但是他们不掌握第三层级的情况。制造商并不知道这些供应商是否在生产，他们的供需状况如何，这就意味着制造商无法预测可能发生的中断。第三层级的中断会影响第二层级的生产，以此类推，进而影响整个供应链。对整个供应链缺乏掌握的制造商没有足够的交付时间来应对发生的中断。

缺乏数字化也是一个问题。Pilat 认为，供应链管理仍然停留在手工阶段，尽管情况有所改观，但对于许多制造商而言，仍在手动将内容输入到 Excel 电子表格和数据库中，这些系统不是动态的。这样问题就来了：当意识到供应链中断时，可能为时已晚。

（4）如果问题是全球性的，那就无法避免

当整个世界在同一时间经历着同一件事情时，供应链中断变得更加不可避免。

医疗设备、医疗相关建筑设备、生活用品和水等领域的需求激增的同时，零售和汽车等其他领域的需求却在下降。

但是人们对稀缺物资的争抢影响了物流，增加了对有限的航空物流的需求，并减少了对速度较慢的船舶物流的需求。Pilat 说，库存挑战是巨大的，因为全球供应链必须应对各个国家提出的相互竞争的需求。随着供需关系的变化，价格正在上涨。

（5）出口在哪？并不明朗

虽然有人援引大衰退之后的时期或 9•11 之后的经济影响作为复苏的可能模型，但没有人真正知道此次疫情之后的经济将如何发展。这是因为每种情况的成因都不同，因此经济的全面影响仍有待观察。

对于制造商来说尤其如此，他们将在工厂内施行新的安全最佳操作，改变供应动态，并重新关注国内生产的商品。实时了解制造商自身运营和供应链，这将有助于在当前一段时间内为企业提供最灵活的选择。

MxD 正在寻找将更多数据和数字化引入制造业供应链的方法，以便未来危机发生之前做好应对。其中一项工作是供应链风险预警项目，该项目由 MxD、陶氏与其他四个行业及学术合作伙伴于 2019 年 9 月启动。该团队构建了可汇总信息的软件，可识别由于紧急情况、天气或自然灾害造成的制造发货延迟。这些信息来自天气、交通和社交媒体资源以及专门的运输数据。该软件对这些信息进行分析，自动向制造商发送有关其供应链特定风险的警报。

万 勇 编译自[2020-04-10]

5 Supply Chain Lessons Learned from COVID-19

<https://mxdusa.org/2020/04/10/5-supply-chain-lessons-learned-from-covid-19/>

智能制造市场全球预测 2025

4 月，美国市场咨询公司 MarketsandMarkets 发布了《至 2025 年智能制造市场全球预测报告》(Smart Manufacturing Market by Enabling Technology, Information Technology, Industry, and Region - Global Forecast to 2025)。报告指出，到 2020 年，全球智能制造业市场规模将达到 2147 亿美元，到 2025 年将达到 3848 亿美元，2020-2025 年的复合年均增长率为 12.4%。

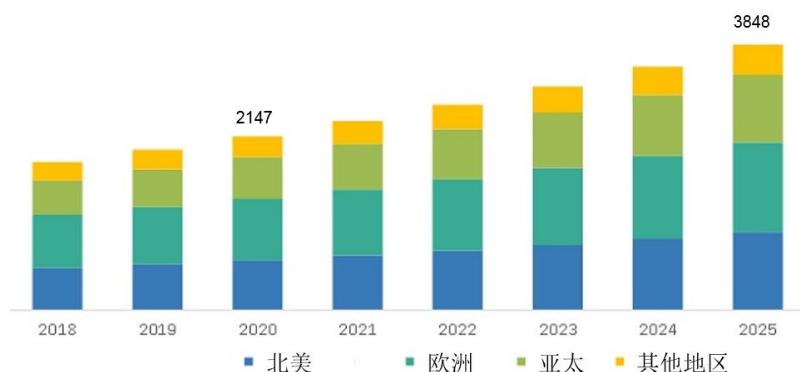


图 2018-2025 年全球智能制造市场预测（单位：亿美元）

该报告从信息技术、使能技术、行业和区域四个方面分析了智能制造市场。在信息技术方面，智能制造市场分为了人机界面 (human-machine interface, HMI)、企业制造智能 (enterprise manufacturing intelligence, EMI)、工厂资产管理 (plant asset management, PAM)、工业通信、仓库管理系统 (warehouse management system, WMS) 和制造执行系统 (manufacturing execution system, MES) 等。在使能技术方面，智能制造市场细分为工业 3D 打印、协作机器人、工业物联网、制造中的人工智能、机器状态监控、工业机器视觉、工业网络安全、数字孪生、自动导引车，制造中的区块链以及制造业中的增强现实和虚拟现实，工业物联网将在 2025 年占据智能制造市场的主要份额。在行业方面，智能制造市场又分为过程行业和离散行业，制药行业、

航空航天与国防工业将在智能制造市场中呈现出高速增长。报告分析了 4 个区域市场，包括北美、欧洲、亚太地区和世界其他地区。

2020-2025 年，在使能技术中，制造业中的人工智能市场预计增速最快。制造业人工智能用于与机器进行通信，从现场提取数据，分析数据并执行所需的任务。从物料移动到机械检查与自我诊断，通常由人工或机器人借助人工智能执行，制造操作可以在更短的时间和以更低的成本完成，而无需人工干预人工智能系统。

2020-2025 年，在信息技术中，企业制造智能市场预计增速最快。在过程工业中，制造商致力于过程输入的一致性、效率和质量，以实现最高的产量。EMI 软件可帮助这些制造商实时优化其制造流程，并有助于提高产量并确保产品质量。单个或单独的生产单位通常代表离散的行业，其中小批量生产的复杂性高，或大批量生产的复杂性低。随着材料、技术和市场的不断变化，这些制造工厂需要变得更高效、高产和灵活。在这些行业中实施 EMI，可通过集成生产流程来确保最佳的供应链管理。这使得生产过程自动化并有助于降低制造成本。

2020-2025 年，亚太地区预计将继续在智能制造市场中占据最大份额。亚太地区的快速工业化推动了亚太地区的制造业。亚太地区的国家/地区拥有大量的中小企业，这些企业雇佣了该国家/地区总人口的 70% 以上。成功实施工业控制系统安全项目需要大量投资，这限制了中小型企业采取严格的安全措施。但是，世界各地的制造公司都致力于采用智能制造技术，该技术可以实时评估设备及其性能，并据此确定有效的预测性维护计划。因此，智能制造解决方案可帮助公司降低总体运营和维护成本，并消除不必要的维护需求。

推动智能制造市场增长的主要因素包括：越来越多地采用工业 4.0，制造流程中对工业自动化的重视程度不断提高，政府对工业自动化支持的参与程度越来越高，对法规遵从性的重视程度越来越高，供应链的复杂性不断提高以及快速发展的行业对减少时间和成本的软件系统需求的提高等。但是，网络安全、实施智能制造系统的复杂性、对采用信息和使能技术优势意识的缺乏以及熟练劳动力的缺乏等相关威胁给市场增长带来了挑战。

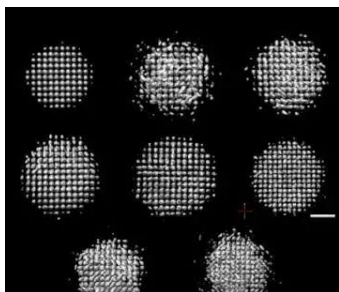
冯瑞华 编译自[2020-04]

Smart Manufacturing Market by Enabling Technology, Information Technology, Industry, and Region -

Global Forecast to 2025

<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/smart-manufacturing-market-105448439.html>

科学家捕获纳米粒子 3D 结构



纳米粒子 3D 结构

自从 20 世纪 30 年代发明电子显微镜以来，它已帮助科学家深入观察普通材料的原子结构，但这种成像技术仍无法精确地搭建出液体溶液中材料（如氢燃料电池中的催化剂或汽车电池中电解质）的 3D 原子结构。

美国伯克利国家实验室与韩国基础科学研究所（Institute for Basic Science, IBS）、澳大利亚蒙纳什大学（Monash University）和加州大学伯克利分校合作，开发了一种可为石墨烯薄片之间液体中翻滚的纳米粒子产生原子级 3D 图像的技术。该研究可以在三维空间里测量原子位置，可精准到比氢原子小 6 倍的程度。

该技术被称为 3D SINGLE（Structure Identification of Nanoparticles by Graphene Liquid cell Electron microscopy，石墨烯液体细胞电子显微镜表征纳米粒子结构），研究人员捕获了数千张被“困”在两片石墨烯薄片之间液体中 8 颗铂纳米粒子的图像。研究人员调整了最初用于生物学研究的计算机算法，将许多 2D 图像组合成原子级分辨率的 3D 图像。

通过 3D SINGLE 技术，研究人员可以确定为什么在燃料电池和氢能汽车中，小纳米粒子比更大粒子的催化性能更高效。这对于燃料电池、氢能汽车和化学合成材料的原子工程学具有重大意义。

相关研究工作发表在 *Science*（文章标题：Critical differences in 3D atomic structure of individual ligand-protected nanocrystals in solution）。

冯瑞华 编译自[2020-04-09]

Scientists Capture 3D Images of Nanoparticles, Atom by Atom, With Unprecedented Precision

<https://newscenter.lbl.gov/2020/04/09/3d-nanoparticles-atom-by-atom/>

高效且长期稳定的钙钛矿发光二极管

瑞典林雪平大学 Feng Gao 教授率领的研究团队开发出一种高效且长期稳定的钙钛矿发光二极管，向实际应用迈进了一大步。

研究人员采用的钙钛矿由铅、碘和有机基质 formamidinium 组成。研究人员将钙钛矿嵌入有机分子基质中，形成复合薄膜。这种分子的末端带有两个氨基，可以帮助其他物质形成钙钛矿特有的高质量晶体结构，并使晶体稳定。新复合薄膜使 LED 的效率达到 17.3%，且半衰期较长，约 100 小时，具有最佳的发光性能。

研究团队下一步将测试不同钙钛矿和有机分子的新组合，并详细了解成核和结

晶过程是如何发生的。不同的钙钛矿发出不同波长的光，这是获得白光 LED 的长期目标要求。

相关研究工作发表在 *Nature Communications* (文章标题: Perovskite-molecule composite thin films for efficient and stable light-emitting diodes)。

冯瑞华 编译自[2020-04-01]

Perovskite-molecule composite thin films for efficient and stable light-emitting diodes

<https://liu.se/en/news-item/ett-steg-narmare-en-stabil-lysdiod-i-perovskit>

荷兰大学开发出能发光的硅材料

荷兰埃因霍温科技大学的研究人员制造出了一种能发光的六角形硅合金，这一成果将有助于光芯片的开发，实现更快的片内通信、更低的发热量和更高的能效。

在传统的立方硅中，由于导带和价带相对彼此发生位移，形成间接带隙，因此不会发射光子。但理论表明，六边形的硅锗合金则存在直接带隙，可能会发光，但这一可能 50 年来仅存在于理论中。

埃因霍温科技大学的研究人员曾经在 2015 年利用另一种材料的纳米线实现了六边形晶体结构的硅，继而在其基础上生长了硅-锗壳状结构。但是当时团队还无法使这种结构发光。目前，研究人员通过进一步减少杂质和晶体缺陷提高了六边形硅-锗壳结构的质量，并成功实现了有效发光。

研究者称，他们已经实现了能够与磷化铟和砷化镓相媲美的光学性能，在一切顺利的情况下，将在今年制造出硅基激光器。

相关研究工作发表在 *Nature* (文章标题: Direct Bandgap Emission from Hexagonal Ge and SiGe Alloys)。

姜山 编译自[2020-04-08]

Eindhoven researchers present revolutionary light-emitting silicon

[https://www.tue.nl/en/news/news-overview/08-04-2020-eindhoven-researchers-present-revolutionary-](https://www.tue.nl/en/news/news-overview/08-04-2020-eindhoven-researchers-present-revolutionary-light-emitting-silicon/)

[light-emitting-silicon/](https://www.tue.nl/en/news/news-overview/08-04-2020-eindhoven-researchers-present-revolutionary-light-emitting-silicon/)

MIT 通过可编程原子模拟方法探究晶体生长过程

美国麻省理工学院 (MIT) 的研究人员找出一种方法，能够以更大规模重现固体表面的晶体生长过程，使该过程的研究和分析更加容易。

研究者采用了一种“可编程原子模拟”(programmable atom equivalents, PAE) 的方法，而不是使用实际原子组装晶体。研究小组使用球形的黄金纳米颗粒，表面包裹着经过特殊挑选的单链基因工程 DNA，整体外形有点像 Koosh 玩具球。由于单链 DNA 能将自身紧密地连接到相应的互反链上，从而形成经典的双螺旋结构，因此

这种结构可以让这些粒子精确地按照期望的方式排列。DNA 的性质决定了粒子的组装方式和最终形成的 3D 结构，研究人员可以通过改变 DNA 序列，DNA 链在粒子上的数量，粒子大小，从而调整晶体的形状、方向和各向异性等特点。通过该方式模拟结晶过程，不仅晶体结构比实际原子结构大 100 倍左右，并且其形成过程也慢得多，使详细的分析过程变得容易。

相关研究工作发表在 *Nature Materials*（文章标题：Single-crystal Wignerbottom constructions of nanoparticle superlattices）。

姜山 编译自[2020-04-01]

Technique reveals how crystals form on surfaces

<http://news.mit.edu/2020/how-crystals-form-surfaces-paes-0402>

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