



2020

先进制造与新材料动态监测快报

第 10 期

总第 344 期

重点推荐

美 DOE 推进关键材料加工技术创新研究

世经论坛对 COVID-19 大流行提出七大建议

高强高韧超级钢创世界纪录

目 录

项目资助

- 美 DOE 推进关键材料加工技术创新研究1
- 英机器人周将收集创意以应对 COVID-191

行业动态

- 世经论坛对 COVID-19 大流行提出七大建议2

研究进展

- 高强高韧超级钢创世界纪录4
- 冻融法合成贵金属气溶胶5
- 超薄材料等离激元推动纳米级新型传感及光化学技术发展6
- 日本公开发布自主移动机器人接口开源软件7
- 美开发出环境友好的稀土金属提纯方法7

美 DOE 推进关键材料加工技术创新研究

5月14日，美国能源部（DOE）宣布将出资3000万美元资助关键材料加工技术研发，重点关注关键材料的现场验证与示范，以及下一代提取、分离和加工技术。

关键材料广泛应用于对美国经济很重要的产品。例如，稀土元素对于制造用于电动汽车和海上风力发电机的强磁体至关重要。DOE正在努力降低关键材料的成本和生产对环境的影响，以在美国建立可持续的关键材料供应链。

DOE副部长Mark W. Menezes介绍说，通过该项资助，DOE正在推进整个关键材料供应链的研究、开发和部署，以强化美国的国防工业基础。随着联邦新战略的出台（编者注：应该是指联邦政府2019年6月提出的“确保关键矿物安全可靠供应的联邦战略”），以及跨部门合作的深化，DOE正在稳步确保美国关键材料供应。

此次资助即为DOE跨部门行动计划的一部分，旨在降低美国在关键材料供应链中断方面的脆弱性，支持政府在关键材料领域提出的目标。DOE鼓励项目申请方与埃姆斯国家实验室负责的能源创新机构——关键材料研究所（Critical Materials Institute, CMI）合作，预计将资助10个项目。

4月14日，DOE宣布出资1800万美元的基础研究资金，确保稀土元素（或有效替代品）持续供应（参见2020年第8期《先进制造与新材料动态监测快报》）。

万勇 编译自[2020-05-14]

Department of Energy Announces \$30 Million for Innovation in Critical Materials Processing Technologies

<https://www.energy.gov/articles/department-energy-announces-30-million-innovation-critical-materials-processing>

英机器人周将收集创意以应对 COVID-19

2020年“英国机器人周”将于6月22日至28日举行，英国工程和自然科学研究理事会（EPSRC）将通过英国机器人与自主系统（UK-RAS）网络提供支持，并根据COVID-19大流行集中开展一系列线上虚拟活动。作为2020年英国机器人周的一部分，英国机器人周的组织者UK-RAS网络将邀请来自世界各地的机器人研究团队针对传染病医学机器人挑战提交创新想法，这些创意将有助于应对当前的COVID-19流行病和未来的全球流行病。

黄健 编译自[2020-05-14]

Medical robotics challenge launched as part of UK Robotics Week

<https://epsrc.ukri.org/newsevents/news/medical-robotics-challenge-launched/>

世经论坛对 COVID-19 大流行提出七大建议

COVID-19 大流行正在重新塑造制造业和生产企业。尽管供应链中断，企业一方面仍在尝试新方法来维持生产。另一方面，随着社会对现有产品需求的大幅减弱，企业正在试图设计新产品。因而在危机中企业面临一系列选择，直面以下问题：先进制造和生产技术在塑造新的经营和商业模式方面的作用是什么？危机结束后，哪些运营和商业模式创新值得保留？公司会很快恢复“照常营业”吗？在这段“大规模试验”期间哪些有效哪些无效？今天的复苏是否只有通过超乎寻常的努力才能实现？这种努力未来是常态吗？只有少数的超级巨星公司和国有寡头企业会在制造业领域变得更强大和更具统治力吗？

世界经济论坛一直在与产业界保持合作以寻找答案，相关研究成果将通过系列报告形式予以公布，包括《下沉、游泳或冲浪：运营和商业模式展望》（*Sinking, swimming or surfing: perspectives on operating and business models*, 2020年5月发布）、

《加速商业模式创新》（*Accelerating business models innovation*, 计划于2020年7月发布）和《规模化产业转型》（*Transforming industries at scale*, 计划于2020年10月发布）。

本次发布的《下沉、游泳或冲浪：运营和商业模式展望》报告总结了面对危机时的四大挑战，包括①供需失衡，如供应链延误、缺货和囤积、消费变化等；②僵化的人力资源和组织机制，如缺乏协作和领导、疾病大流行导致疾病和缺勤、超负荷工作和休假等；③资本与风险，如缺乏流动性、僵化的医疗技术、车间/供应链技术学习等；④僵化的系统，如知识差距、欠灵活的平台和层次结构、不合时宜的法律框架、不可靠的信息系统等。针对挑战，报告提出如下建议：

（1）重构制造能力

重新配置制造能力对于应对短缺至关重要，并通过快速跟踪新技术（如通过增材制造和3D打印在多个市场快速部署技术解决方案）得以实现。但在针对更复杂的需求时，需要更复杂的合作伙伴的选择和协调。

（2）制造能力的再利用

调整现有的本地生产能力以生产复杂程度较低的产品，对于解决消毒剂、口罩等产品的短缺至关重要。供应链涉及可重构的生产能力和分布式制造方法，还能够支持规模化、弹性的快速响应以生产更复杂的重要产品（如呼吸机、诊断设备）。此外，电子商务和最后一英里物流发挥着关键作用，因为它们对于能够交付到需求点至关重要。

（3）供应链数字化

供应链数字化对于允许跨供应网络的多层次能力和资源的早期切换至关重要，是未来制造系统的灵活性和弹性的必要条件。供应链数字化还可去中介化，这提高了响应能力，消除了供应链的复杂性。近乎实时的数据流使服务提供商能够对供应商、生产商和消费者行为的变化做出反应，而这些变化在危机期间往往是高度不可预测的。

（4）劳动力战略规划

对于拥有大量实体业务的公司来说，追求供应链弹性并非一帆风顺，因为在停业期间，最初的缺货以及随后的需求急剧下降将带来巨大挑战。最后一英里送货上门和当地的“mom-and-pop”商店¹正在兴起，目前尚不清楚这种对零售市场的重大影响将如何发展，但未来电子商务重要性未来将进一步凸显。在机构层面，需要遵守规则和承担责任以实现新的能力。虽然在线交流平台允许远程团队办公，但战略性的劳动力规划仍然是关键，必须包括那些处于关键位置的人员，如处于医疗系统、食品和零售供应链以及支撑性基础设施等关键位置的员工。

（5）提供资本和流动资金

在更广泛的在线领域，阿里巴巴认识到向其制造业供应商提供资本和流动性的重要性，并通过提供关键保证金来确保其运营的持续性。在实体零售业中，规模较小的企业可表现出对市场更快的反应能力，重新配置本地供应源和可用性变得至关重要，涉及上游和下游合作。同样在危机中发展起来的这种商业关系将持续下去，或许会更具价值。

（6）远程基础设施管理

运营弹性是通过远程基础设施管理实现的，这对于服务提供商满足客户需求尤其重要。如施耐德电气（Schneider Electric）等制造商，是世界经济论坛全球灯塔网络（世界经济论坛从全球企业中遴选的数字化领导者）的一部分，已经使用他们的数字平台实现了与客户的连接，使技术人员能够远程利用他们的专业知识来解决故障和工厂验收测试。可以远程管理的高度自动化的企业在短期内受到的影响较小，其他高科技产业（如半导体）在中间产品供应方面受到的影响似乎较小，因为它们不太依赖于庞大的劳动力储备，也不太受制于眼前的市场波动。随着未来 12-18 个月终端用户需求的减少，这些高度自动化产业是否会有产能过剩，这个问题仍然存在。

（7）平台化

通过数字技术逐步实现设计、生产和推广方面的平台化，是在危机中蓬勃发展的企业关键特征。一些高科技公司利用数字平台作为其商业模式的核心部分，从设计到快速原型制作和产品商业化，并设法解决具体的产品短缺问题。同样，在电子

¹ 亚马逊与附近的“妈妈和流行”商店合作来进行最后一英里的配送。

商务中，大型零售商利用的数字平台也大不相同，有些平台的操作参数比其他平台更集中、更严格，有些平台基于可用性（如 Ocado），而其他平台则主要由消费者需求驱动（如 Tesco）。平台化的另一个方面是组织间协作，因为利用全球专有技术仍然是供应弹性的关键。

黄健 编译自[2020-05-06]

Winning the Race for Survival: How New Manufacturing Technologies are Driving Business-Model Innovation

<https://www.weforum.org/reports/towards-a-new-normal-new-design-rules-for-advanced-manufacturing-business-models>

研究进展

高强高韧超级钢创世界纪录

香港大学机械工程系黄明欣教授和美国伯克利国家实验室 Robert O. Ritchie 教授合作领导的科研团队，成功突破超高强钢的屈服强度-韧性组合极限，在高端钢材要求的高强度、延展性和韧性三个重要指标方面均达到史无前例的高水平。

传统科学观点认为，金属的强度、延展性和韧性三种属性，有着此消彼长的关系。2017年，黄明欣教授团队在高强度-高延展性组合上取得突破，在维持钢材的超高强度下，仍然能精准成型。现在，合作研究团队成功突破屈服强度-韧性组合极限，研发出同时具备极高屈服强度（~2 GPa）、极佳韧性（102 MPa m^{1/2}）、良好延展性（19%的均匀延伸率）兼低成本的超级钢。该超级钢又称 D&P 钢，因为其制作方法采用的是新型变形配分方法（Deformed & Partitioned）。

当前，工业生产钢材的最高屈服强度是 1.7 GPa，最高韧性度未超过 65 MPa m^{1/2}，装甲运兵车等军用钢材也在这个水平；琴弦钢丝的屈服强度高达 2.6-2.9 GPa，但韧性非常低，很容易断裂。与现有航空航天用马氏体时效钢（如 Grade 300，其屈服强度和断裂韧性分别是 1.8 GPa 和 70 MPa m^{1/2}）相比，D&P 钢的原材料成本却只有马氏体时效钢的 1/5。

合作研究团队发现，D&P 钢具有非常独特的断裂方式，在主裂纹下方形成很多微小裂纹，这些微小裂纹能有效吸收由外力引起的能量，从而大幅提高钢材的断裂韧性，远高于目前使用的钢材料。研究团队开创性地提出高屈服强度诱发晶界分层开裂增韧新机制，由此超高强钢铁材料断裂韧性得到大幅提升。

D&P 钢不但解决了强度和韧性之间的矛盾，还具有制造方法简单及低成本等众多优势。D&P 钢可通过轧制与热处理等工业界广泛使用的加工方法制造，无需额外复杂工序。研究成果为实现超级 D&P 钢的工业化应用往前迈进了一大步。团队计划与业界合作，首先在高强桥梁缆索、防弹衣和汽车弹簧等方面制作原型和测试，把研发成果工业化和商品化。

相关研究工作发表在 *Science* (文章标题: Making Ultrastrong Steel Tough by Grain-Boundary Delamination)。

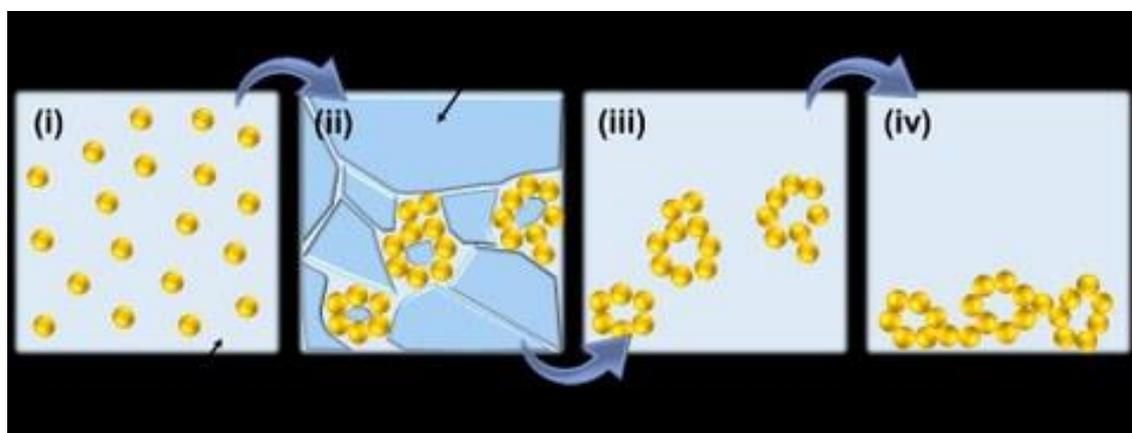
冯瑞华 编译自[2020-05-12]

HKU Super Steel project attains major breakthrough with collaborators at Berkeley Lab in producing high strength steel at unprecedented levels of fracture resistance

<https://hku.hk/press/press-releases/detail/21008.html>

冻融法合成贵金属气溶胶

德国德累斯顿工业大学 Ran Du 博士、Jan-Ole Joswig 博士和 Alexander Eychmüller 教授合作开发了一种冻融方法，利用该方法能够获得各种多尺度结构的贵金属气凝胶 (NMAs)，并作为乙醇电氧化的优良光催化剂。该研究为设计用于高性能电催化和光电催化的各种凝胶或泡沫材料提供了新思路。



冻融法示意图

Ran Du 博士早前已发现了贵金属凝胶的自我修复特性，受此启发，将冻融法开发为一种无添加剂的方法，可直接破坏各种稀释的金属纳米颗粒溶液（浓度为 0.2-0.5 mM）的稳定性。冷冻后，由于急剧增加的局部溶质浓度而引起的盐析作用增强，产生了大量的聚集体。同时，它们由原位形成的冰晶以微米级尺度成形。解冻后，由于其自愈特性，聚集体沉降并组装成整体式水凝胶，从而得到纯化和干燥的清洁水凝胶和相应的气凝胶。研究所得的金-钯 (Au-Pd) 气凝胶显示出优异的光驱动光电催化性能，所能提供的电流密度比乙醇氧化反应的商业化钯碳 (Pd/C) 高 6.5 倍。

冻融法可以直接从稀的前体溶液中制备出干净的、层次结构化的凝胶材料，并且适应各种材料系统，从而促进了燃料电池的应用。

相关研究工作发表在 *Angew. Chem. Inter. Ed.* (文章标题: Freeze-Thaw-Promoted Fabrication of Clean and Hierarchically Structured Noble-Metal Aerogels for Electrocatalysis and Photoelectrocatalysis)。

冯瑞华 编译自[2020-05-12]

Noble metal aerogels enabled by freezing: multi-scale structured materials for electrocatalysis and photoelectrocatalysis

https://tu-dresden.de/tu-dresden/newsportal/news/erst-einfrieren-dann-auftauen-neues-verfahren-zur-herstellung-von-edelmetallaerogelen-fuer-die-elektro-und-photoelektrokatalyse?set_language=en

超薄材料等离子激元推动纳米级新型传感及光化学技术发展

美国劳伦斯伯克利国家实验室 Steven Louie 率领的研究团队在一类名为“准二维晶体”的导电过渡金属二硫化物中观察到了长寿命的等离子激元。

被称为“等离子激元”的波状的、电子集体振动对于确定金属的光学和电子特性非常重要。

与块状金属相比，在原子级厚度的二维材料中，等离子激元所具有的能量更加适用于传感器、通信设备等应用。然而，确定等离子激元寿命长短及其能量和其他特性是否可以在纳米级得到控制，仍是面临的挑战问题。

为了了解等离子激元如何在准二维晶体中工作，研究人员对单层二硫化钼中的非导电电子和导电电子的特性进行了表征，并开发了复杂的新算法来计算材料的电子特性。结果显示，准二维晶体中的等离子激元要稳定得多，时间长达 2 皮秒。此外，可将光的强度提高 1000 万倍以上，为可再生化学（由光触发的化学反应）和受光控制的电子材料工程打开了大门。

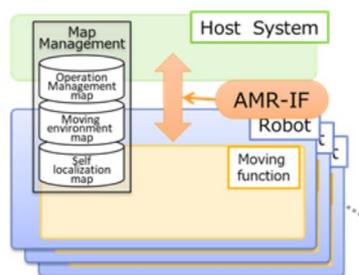
相关研究工作发表在 *Nature Communications* (文章标题: Universal slow plasmons and giant field enhancement in atomically thin quasi-two-dimensional metals)。

万勇 编译自[2020-05-14]

Making Quantum 'Waves' in Ultrathin Materials

<https://newscenter.lbl.gov/2020/05/14/plasmon-waves-ultrathin-materials/>

日本公开发布自主移动机器人接口开源软件



AMR-IF 接口示意图

3月，日本公开发布了自主移动机器人接口（AMR-IF）开源软件。该接口是由日本新能源产业技术综合开发机构（NEDO）和东芝公司联合开发，用于将不同厂家、不同类型自主移动机器人连接到同一个操作和控制系统中，有望降低成本并促进机器人在新领域的应用。

AMR-IF 定义了移动机器人操作控制所需的协议，包括地图信息、移动路径指令和机器人定位信息等。应用 AMR-IF 规范，可实现多机器人路径规划的高效制定，构建了避免多机器人同时选择同一路径而产生死锁。利用该软件，系统集成商和机器人制造商可以很容易地开发出符合 AMR 规范的操作控制系统。未来东芝将结合用户反馈来增强和改进软件界面。

该项开发工作是 NEDO 机器人商业化应用技术开发项目的一部分，下一步东芝和 NEDO 将合作推动 AMR-IF 成为移动机器人国际标准接口。

黄健 编译自[2020-03-30]

NEDO and Toshiba release sample software for autonomous mobile robot interface enabling multiple robots from different manufacturers to operate under a common system

https://www.nedo.go.jp/english/news/AA5en_100425.html

美开发出环境友好的稀土金属提纯方法

美国普渡大学化学工程教授 Nien-Hwa Linda Wang 实验室开发出一种从煤灰、回收磁铁和原矿石中提纯稀土金属的工艺方法，对环境几乎没有不利影响，并获得了相关专利。

美国传统提纯稀土元素的方法为两相液-液萃取方法，该工艺需要成千上万个串联或并联的混合沉降器单元，并产生大量有毒废物。而新的工艺使用两区配体辅助置换色谱系统和一种新的区分离方法，可生产出纯度为 99% 的稀土元素。这项技术方法已经在普渡大学研究和开发了十多年，并且被证明具有通用性和鲁棒性。

该工艺有望解决美国一直以来因稀有金属过于依赖进口而产生的供应链隐患问题，从而确保为电子产品稳定提供关键材料。

冯瑞华 编译自[2020-05-06]

New Purdue technologies to extract, purify critical rare earth metals could be a 'game changer' to advance, protect vital electronics

<https://www.purdue.edu/newsroom/releases/2020/Q2/new-purdue-technologies-to-extract,-purify-critical-rare-earth-metals-could-be-a-game-changer-to-advance,-protect-vital-electronics.html>

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