

先进制造与新材料 动态监测快报

2022年 第15期

总第397期

重点推荐

【战略】英发布首份关键矿物战略

【项目】英投资 2400 万英镑减废并提升能效

【项目】美 NIST 资助金属增材制造技术研究

【项目】美 DOE 资助高性能计算项目提高能效和材料性能

【前沿】立方砷化硼有潜力成为新一代半导体材料

目 录

战略规划

英发布首份关键矿物战略 1

项目资助

英投资 2400 万英镑减废并提升能效 1

美 NIST 资助金属增材制造技术研究 2

美 DOE 资助高性能计算项目提高能效和材料性能 3

东芝投资 3800 万美元扩大氮化硅球产能 4

英国 2.73 亿英镑支持航空产业创新 4

美 DOE 向石墨活性阳极材料工厂提供贷款 5

行业观察

美 GAO 发布持久性污染物 PFAS 报告 6

研究进展

利用 3D 打印工艺制备卫星传感器 7

最小半导体结构纳米团簇 8

立方砷化硼有潜力成为新一代半导体材料 9

美学者使用 PDK 混合材料实现塑料循环回收 9

首个 DNA 材料制成的纳米电机 10

研究发现镍酸盐超导体的电荷密度波 10

德国开发 Clad2Z 技术可用于修复热障陶瓷涂层 11

战略规划

英发布首份关键矿物战略

7月22日，英国政府发布了首份《英国关键矿物战略》（*UK Critical Minerals Strategy*）。战略提出，将通过提升国内生产能力、加强国际合作等方式，强化供应链韧性，提高供应链安全。在该战略的支持下，英国拟开展以下行动计划：

（1）查明英国国内的重要矿产资源，减少勘探和开采关键矿物的障碍，并通过采矿、精炼、制造及关键矿物的回收再利用等工作，重塑采矿与矿产加工方面的能力；

（2）开展前沿技术研发，重建英国作为关键矿物和采矿技术中心地位，应对关键矿物供应链挑战；

（3）通过加强国际合作，发展英国与其他国家的外交及贸易关系，推进深海矿物开采等途径，提升英国关键矿物供应链韧性。

同时，为了支持该战略的长期实施，新成立的英国关键矿物情报中心¹将每年对矿物的重要性进行评估。

李良琦 编译自[2022-07-22]

UK Critical Minerals Strategy

<https://www.gov.uk/government/publications/uk-critical-mineral-strategy>

项目资助

英投资 2400 万英镑减废并提升能效

7月27日，英国研究与创新署（UKRI）宣布，将通过基础产业转型挑战（TFI）向8个项目提供2400万英镑资助，通过促进工业规模的示范项目以提升英国基础产业公司和供应链的可持续性。

RECTIFI 项目投资 1090 万/340 万英镑²，由欧洲金属回收有限公司牵头开发与推广新的材料处理和分离技术，以提高废品质量，实现钢铁行业循环供应链，同时减少废气废物排放。

IRIFIO:D2 项目投资 400 万/200 万英镑，由 I3D 机器人有限公司牵头，利用机

¹ 具体内容可参见 2022 年第 14 期《先进制造与新材料动态监测快报》。

² 1090 万为项目总投资，340 万英镑为英国政府资助，下同。

机器人技术和传感器技术提高生产过程效率。

Cement 2 zero 项目总投资 670 万/330 万英镑，由英国材料工艺研究所牵头，使用报废水泥作为电弧炉熔剂生产钢材，同时还可收集矿渣用于水泥行业。

废玻璃再利用项目总投资 620 万/260 万英镑，由英国碳循环技术公司牵头，利用当地低品位、受污染的玻璃碎玻璃转化为水泥行业高性能原料，该项目还将通过提升水泥强度和耐久性，减少混凝土混合物中的水泥需求。

Mevocrete 项目总投资 760 万/310 万英镑，由英国材料发展有限公司牵头，利用化学工业的历史工业副产品和废物生产负碳水泥。

Hy-Value 回收项目总投资 710 万/350 万英镑，由 Q-Flo 有限公司牵头，从钢和玻璃工业中收集废热，将废甲烷转化为氢气，用作工艺化学品。

BONDIFI 项目总投资 730 万/350 万英镑，由 Cambond 有限公司牵头，生产生物基树脂，并利用工业废料制造人造板建筑产品和金属产品模具。

Flue2Chem 总投资 670 万/270 万英镑，由联合利华公司牵头，开发新的商业模式和能力，利用工业废气生产价格合理的原料和化学品以生产化工消费品。

黄健 编译自[2022-07-27]

Projects aim to reduce waste and improve energy efficiency

<https://www.ukri.org/news/projects-aim-to-reduce-waste-and-improve-energy-efficiency/>

美 NIST 资助金属增材制造技术研究

美国国家标准与技术研究院（NIST）向四家机构资助了 370 万美元，拟通过测量科学方法研究解决当前金属增材制造在推广时面临的技术障碍。这些方法涉及支持基于等效及模型标准的测量科学、增材制造材料表征、支持一致性数据交换/表征生产系统新进展的标准等。具体如下表所列。

| 领衔机构 | 主要研究工作 |
|---------------|---|
| 1 纽约州立大学研究基金会 | 演示一种增强型无损评估技术，该技术可以确定关键材料特性，如氧化物厚度、飞溅率、晶粒尺寸和缺陷检测等 |
| 2 科罗拉多矿业学院 | 研究新的光学计量学，实现实时过程反馈与控制，进而能够开展基于过程的金属增材制造部件的鉴定和认证 |
| 3 奥本大学 | 建立具有计算机视觉和机器学习的数据驱动框架，针对不能出现疲劳的应用领域，开展增材制造材料和零件的无损鉴定 |
| 4 通用电气研究院 | 与通用电气增材制造部门、得克萨斯大学埃尔帕索分校合作开展智能针迹集成测试与评估（I-SITE）项目，扩展现有的标准化方法，并建立传感器响应、材料特性和机械性能之间的相关性 |

美 DOE 资助高性能计算项目以提高能效和材料性能

7月25日，美国能源部（DOE）宣布为10个高性能计算项目提供300万美元资金，用于推进先进制造和清洁能源技术发展。

这些项目由DOE“用于能源创新的高性能计算”（HPC4EI）计划支持，将与国家实验室合作，利用其计算专业知识和能力，通过先进的建模、模拟和数据分析技术来提高制造效率并探索应用于清洁能源的新材料，具体情况如下表所示。

| 项目名称 | 领衔机构 | 主要研究内容 |
|--|------------|---|
| 用于低成本、高效固体氧化物电解槽制造的快速红外烧结高性能计算建模 | Redox 动力系统 | 采用高性能计算对脉冲热处理烧结进行建模，降低制造固体氧化物电解槽的能源消耗和成本 |
| 降低CO ₂ 排放的工业燃气轮机低成本碳捕获技术的计算模型 | 索拉透平 | 利用高性能计算来进行计算流体力学建模，从而提高小型工业涡轮机废气再循环碳捕获系统的性能 |
| 开发新的集成宏观→微观←纳米多尺度建模框架，优化高强度铝合金及车辆轻量化工艺 | 福特 | 使用高性能计算来模拟高强度汽车铝合金板的弯曲测试，以推测轻量化材料的铆接能力 |
| 采用高性能计算优化工艺参数以控制风机主轴轴承无缝感应淬火材料演变 | 铁姆肯 | 开发高性能计算模拟来研究风力涡轮机主轴轴承的无缝感应淬火 |
| 用于再生铅熔炉工艺优化的高性能计算 | Gopher 资源 | 改进再生铅熔炉的多物理场建模，以提高环境和能源效率 |
| 基于三维设备级连续介质模型的可扩展 AEM 电解槽制氢效率和寿命优化 | EvoIOH | 开发一种阴离子交换膜（AEM）电解槽，以高效生产清洁氢气 |
| 利用计算流体力学和机器学习优化混合设备 | 陶氏化学 | 利用建模和机器学习能力，改进化学制造过程中射流混合的喷嘴设计 |
| 能源转换用高效氢燃料燃气轮机的材料可靠性量化 | 西门子能源 | 采用高性能计算来了解涡轮材料的蠕变性能。建立框架，以确定氢燃料燃气涡轮发动机的安 |

| | | |
|---|------------------|--|
| | | 全操作窗口，以加速高效氢燃料发动机的应用 |
| 可制造的高韧性、低导热性氢 燃气轮机热障材料 | Praxair 表面 技术 | 扩大低导热性/高韧性候选热障材料的可制造 性和性能，使其能够在氢燃料发电中发挥作用 |
| 基于碳纳米刺（Nanospike）的 光电化学 CO ₂ 转化 | Reactwell | 开发基于第一原理和机器学习的方法，用于研 究氮掺杂金属纳米颗粒碳纳米刺，以提高 CO ₂ 转化为乙醇的光电化学转化效率 |

董金鑫 编译自[2022-07-25]

DOE Awards \$3 Million for 10 High-Performance Computing Projects to Improve Energy Efficiency and Material Performance

<https://www.energy.gov/eere/amo/articles/doe-awards-3-million-10-high-performance-computing-projects-improve-energy>

东芝投资 3800 万美元扩大氮化硅球产能

7 月 19 日，东芝材料株式会社宣布将对一座新的氮化硅球制造厂投资 50 亿日元（约 3800 万美元），预计将于 2023 年 11 月开始生产。与 2021 财年相比，该项目的产能将增加 50%。此外，新工厂被视为扩建的第一阶段，东芝材料已考虑进一步扩建，以满足未来的需求增长。

将电机和逆变器进行整合可以降低新能源汽车的成本并且提高其性能。然而，这增加了电机轴承中电解腐蚀的风险。为克服这个问题，使用高可靠性、高强度和耐磨的陶瓷球制作混合轴承正日益成为首选方案。东芝材料生产的硅球具有行业最高的可靠性和机械性能，为该公司赢得了约 50% 的全球市场份额。随着电动汽车轴承需求的大幅增长，东芝材料决定进行这项重大投资，以提高产能。

董金鑫 编译自[2022-07-19]

Toshiba Materials in Major Investment to Increase Silicon Nitride Ball Production Capacity

<https://www.toshiba-tmat.co.jp/pdf/en/news/new20220719.pdf>

英国 2.73 亿英镑支持航空产业创新

英国商务大臣在 7 月 18 日开幕的范堡罗国际航展上宣布，将提供 2.73 亿英镑用于支持航空产业创新。其中 1.55 亿英镑用于支持太阳能飞机、氢和电池技术、增材制造等，1.055 亿英镑用于支持开发航空运输系统（包括可以携带医疗设备的无人机），另有 1200 万英镑支持监管机构和地方政府的改革行动。

英国航空技术研究所（ATI）项目获奖者共 31 家，分享政府及行业联合资助的 1.55 亿英镑，主要包括 Microlink Devices 牵头的高密度航空太阳能发电项目（670 万

英镑),目标是开发大规模、高度自动化的太阳能电池制造能力;Yasa 领导的 UToPEA 项目,把高端汽车行业大功率、高扭矩、低重量电机和功率电子产品应用于电动飞机上(1110 万英镑);空中客车公司牵头的超高性能机翼(1900 万英镑),目标是开发超宽跨度机翼,通过减轻重量提供了性能优势;Crompton Technology Group 领导的 NGC3 项目,目标是开发碳复合材料机翼减重部件(530 万英镑)等。

英国研究与创新署资助的未来飞行挑战共有 17 个项目分享 1.055 亿英镑资金,用于开发和演示集成航空系统和新型无人机技术。这些项目将与民航局合作,确保安全有效地交付。主要包括:将探索使用氢或电力驱动飞机的 HEART 项目(1000 万英镑);使用无人机为 Scilly 岛的居民提供定期、可靠的邮件和医疗用品的康沃尔开放天空项目(240 万英镑);使用电动无人机在苏格兰各地向当地社区分销医疗产品和药物的 CAELUS 2 项目(1010 万英镑);使用无人机快速高效地调查高速公路和港口等基础设施的 Skyway 项目(1290 万英镑)等。

英国政府还将通过监管机构的先锋基金提供一笔 1200 万英镑资金,以支持监管机构和地方政府的改革行动,使英国的监管环境能够跟上尖端创新的步伐。

黄健 编译自[2022-07-18]

New aerospace innovation to propel UK to growth and greener skies backed by £273 million
<https://www.gov.uk/government/news/new-aerospace-innovation-to-propel-uk-to-growth-and-greener-skies-backed-by-273-million>

美 DOE 向石墨活性阳极材料工厂提供贷款

7 月 27 日,美国能源部(DOE)宣布向路易斯安那州 Syrah Vidalia 工厂提供 1.02 亿美元贷款,将支持石墨活性阳极材料(AAM)的生产加工。能源部的这项投资建立在拜登总统的目标之下,即确保美国清洁交通的未来,并发展美国的电动汽车和先进电池制造产业,确保锂和石墨等关键材料安全。

这笔贷款是自 2011 年以来先进技术车辆制造(ATVM)贷款计划的第一笔贷款,也是第一笔专门用于供应链制造项目的贷款。这笔贷款将有助于 Syrah Vidalia 工厂的扩建,该工厂是除中国以外唯一一家,也是美国首家垂直整合的大规模石墨活性阳极材料制造商。随着产能的扩大,预计到 2040 年 Syrah Vidalia 工厂生产的天然石墨活性阳极材料可供 250 万辆电动汽车使用,从而节省约 9.7 亿加仑(约 34.4 亿升)汽油。

黄健 编译自[2022-07-27]

DOE Announces First Advanced Technology Vehicles Manufacturing Loan in More than a Decade
<https://www.energy.gov/articles/doe-announces-first-advanced-technology-vehicles-manufacturing-loan-more-decade>

美 GAO 发布持久性污染物 PFAS 报告

7月28日，美国政府问责办公室（GAO）发布《持久性污染物：PFAS 评估、检测和处理方法》（*Persistent Chemicals: Technologies for PFAS Assessment, Detection, and Treatment*）报告。该报告讨论了检测和处理全氟烷基和多氟烷基化合物（PFAS）污染并评估其对健康影响的技术，以帮助政府机构和其他机构应对 PFAS 相关风险。

PFAS 被广泛用于各种产品，包括地毯、不粘炊具以及机场和军事基地使用的消防泡沫等，可以在环境中（包括水、土壤和空气中）持续数十年或更长时间。本报告讨论了以下几点：①针对 PFAS 及其替代物对健康影响的评估技术；②现有和新兴 PFAS 检测和处理技术的收益和挑战；③有助于提高相关收益以及应对挑战的政策选项。

（1）PFAS 评估、检测和处理方法

①健康影响评估方法包括高通量分析和机器学习。前者为可快速评估大量化学品的自动测试方法，后者有助于改进基于相似分子影响预测健康影响的技术；②目前用于检测的技术可以量化约 50 种特定 PFAS 的浓度，但这些技术无法检测或量化已知的数千种其他 PFAS。研究人员和机构正在开发新的检测方法，包括高分辨率质谱和总氟分析法，不需要分析标准（即参考样品），也可以筛选或量化未知 PFAS；③目前的处理技术可分为三类：从水、土壤或空气中去除 PFAS；处理受 PFAS 污染的材料；销毁受 PFAS 污染的材料。迄今为止，处理技术已全面用于从水中去除 PFAS，但处置技术的有效性各不相同。

（2）与上述技术相关的挑战

①PFAS 的化学结构多种多样，很难分析其健康风险。此外，机器学习需要大量难以获得的训练数据；②研究人员缺乏 PFAS 的分析标准，限制了有效检测方法的发展；③由于缺乏数据、监测和指导，PFAS 处置和销毁方法的有效性和可用性无法确定。

（3）推荐的政策选项

GAO 制定了以下三项政策建议，包括促进研究、扩展方法开发以及促进研究，以应对或缓解上述挑战。

促进研究 支持技术和方法的研发，以更有效地评估 PFAS 的健康风险。促进对预测方法的研究，以更有效地评估 PFAS 类别的风险，而非单个化合物。整合现有 PFAS 的健康信息，以对广泛的 PFAS 进行更有效的健康评估。支持更高效的研究方法，以提高对 PFAS 替代物的评估。

为研究提供保障支撑 合作改善 PFAS 分析标准的获取途径，并加快 PFAS 检

测方法和分析标准的开发，以解决除水以外其他介质中缺乏有效方法和分析标准的问题。支持联邦和独立实验室为已知 PFAS 开发参考样品，以增加研究人员获得参考样品的机会。加速开发其他介质中新的检测方法，以帮助研究人员发现并可靠地表征更多的 PFAS。开发并且确定高分辨率质谱标准方法，以更好地筛选和鉴定环境中的 PFAS。

支持全面处理处置 鼓励开发和评估处置销毁 PFAS 的全面方法，以应对相关技术的成本和效率以及监管机构缺乏指导等挑战。支持 PFAS 全面处置和销毁技术的优化，以加强焚烧过程中的 PFAS 监测。鼓励制定和改进垃圾填埋场的监测指南，以防止后续污染。加速开发和共享处置销毁 PFAS 的效果和成本模型，以帮助相关利益方规划未来的成本。

董金鑫 编译自[2022-07-28]

Persistent Chemicals: Technologies for PFAS Assessment, Detection, and Treatment

<https://www.gao.gov/products/gao-22-105088>

研究进展

利用 3D 打印工艺制备卫星传感器

美国麻省理工学院 Luis Fernando Velásquez-García 率领的研究团队通过 3D 打印技术，创制出首个用于轨道航天器的等离子体传感器，用于确定大气中的化学成分和离子能量分布。

研究人员采用比传统传感器材料（如硅、薄膜涂层）更为耐用的玻璃陶瓷材料 Vitrolite，借鉴聚合物或树脂的 3D 打印工艺，通过反复浸入盛有液体 Vitrolite 的容器中进行还原聚合，每次构建一层约 100 μm 厚度的薄层，再利用紫外光固化，获得光滑、无孔、复杂的陶瓷形状。研究人员结合数字制造工艺，创建具有独特形状的激光切割网格，研制出耐用、精准的等离子体传感器，亦称为延迟电位分析仪（retarding potential analyzers, RPAs）。该传感器可以承受航天器在低地球轨道上的宽温度波动，成本低且能快速生产（相比于在无尘室中组装需要几周，该工艺仅需几天时间、成本几十美元），适用于廉价、轻型、低功率的立方体卫星。

相关研究工作发表在 *Additive Manufacturing*. (文章标题: Compact Retarding Potential Analyzers Enabled by Glass-Ceramic Vat Polymerization for CubeSat and Laboratory Plasma Diagnostics)。

吴振华、万勇 编译自[2022-07-27]

Researchers 3D print sensors for satellites

<https://news.mit.edu/2022/rpa-sensors-satellites-3d-print-0727>

最小半导体结构纳米团簇

韩国基础科学研究院 Hyeon Taeghwan 教授团队与中国厦门大学、加拿大多伦多大学合作, 制备得到由 27 个原子组成的亚纳米尺寸的半导体硒化镉纳米团簇 $\text{Cd}_{14}\text{Se}_{13}$ 的核-笼结构, 这是迄今为止合成的最小的纳米团簇。

在多次合成 $\text{Cd}_{13}\text{Se}_{13}$ 失败后, 研究人员发现, 叔二胺 (N,N,N',N'-四甲基乙二胺) 和卤烃溶剂在实现近单一尺寸、化学计量的团簇时发挥着至关重要的作用。叔二胺配体不仅提供了具有适当空间约束的刚性结合, 其短碳链也禁止了团簇间相互作用, 从而形成可溶性 $\text{Cd}_{14}\text{Se}_{13}$ 团簇, 而不是非理想的不溶性层状 $\text{Cd}_{13}\text{Se}_{13}$ 。二氯甲烷溶剂原位提供氯离子, 实现第 14 个镉离子的电荷平衡, 从而使团簇自组装形成 $(\text{Cd}_{14}\text{Se}_{13}\text{Cl}_2)_n$, 以获得足够质量的单晶, 供研究人员确定团簇结构。团簇的整体形状为球形, 大小约为 0.9 nm。

大多数非 1:1 金属硫属化物比率的纳米团簇通常是超四面体几何形状, 而新合成的 $\text{Cd}_{14}\text{Se}_{13}$ 团簇为核-笼结构, 具有金刚烷状 CdSe 排列的 $\text{Cd}_{14}\text{Se}_{12}$ 笼包裹中央的 Se 原子。团簇存在带边光致发光的量子限制效应, 超小尺寸的团簇使得与缺陷态相关的光致发光特征非常突出。

接下来, 进一步开展光电、光催化和自旋电子应用对尺寸、结构及掺杂剂的依赖性研究, 有望为半导体团簇的科学研究开辟新的方向。

相关研究工作发表在 *Chem* (文章标题: Structure of a subnanometer-sized semiconductor $\text{Cd}_{14}\text{Se}_{13}$ cluster)。

吴振华、万勇 编译自[2022-07-26]

The structure of the smallest semiconductor was elucidated

https://www.ibs.re.kr/cop/bbs/BBSMSTR_00000000738/selectBoardArticle.do?nttId=21816&pageIndex=1&searchCnd=&searchWrd

立方砷化硼有潜力成为新一代半导体材料

硅是目前应用最广泛的半导体材料，然而硅作为半导体有两项不足。一是导热性能不高，散热问题已经成为制约芯片性能的重要因素；二是空穴迁移率不高。而立方砷化硼的热导率几乎是硅的 10 倍，还具有很好的带隙，在芯片领域是一种十分有潜能的材料。

麻省理工学院和休斯敦大学等组成的研究团队进一步证实了立方砷化硼具有电子和空穴的高迁移率。研究人员使用光学瞬态光栅技术，在样品的相同位置测量得到 1200 W/(m K)的热导率和 1600 cm²/(V s)的双极性迁移率。这一结果表明，立方砷化硼具备理想半导体所需的主要品质，这可能是迄今发现的最好的半导体材料。目前，立方砷化硼只是进行了实验室规模的制备和测试，下一步将探究如何经济、大量地生产这种材料，从而真正促进半导体产业发展。

相关研究工作发表在 *Science*（文章标题：High ambipolar mobility in cubic boron arsenide）。

董金鑫 编译自[2022-07-21]

The best semiconductor of them all?

<https://news.mit.edu/2022/best-semiconductor-them-all-0721>

美学者使用 PDK 混合材料实现塑料循环回收

塑料污染日趋严重，每年生产的塑料和含塑料产品数量庞大，其中大多数产品是由不同塑料的混合物制成，难以回收，最终只能进入垃圾填埋场、焚化炉或海洋。

美国劳伦斯伯克利国家实验室 Brett A. Helms 率领的研究团队开发出针对混合塑料回收的定制聚二酮烯胺（PDK），并可以从由多个 PDK 和其他常见制造材料组成的混合产品中完全回收组分塑料。

研究人员首先制作了各种化学结构略有不同的 PDK，每种 PDK 都可以解聚为各自的单体，且回收率很高。由于每种 PDK 解聚的温度和速率各不相同，研究人员利用理论计算和计算模型（密度泛函理论）来模拟不同的 PDK，并探索它们如何形成和解聚。通过理论指导，该团队确定了最佳的 PDK 分子，并进一步优化设计。利用这些优化的分子，研究人员制造出混合塑料，每种混合塑料均由两种不同的 PDK 制成，结果证明这些塑料可被成功解聚和回收。

相关研究工作发表在 *Science Advances*（文章标题：Circularity in mixed-plastic chemical recycling enabled by variable rates of polydiketoenamine hydrolysis）。

马滢雪、董金鑫 编译自[2022-07-20]

Designer Materials to Keep Plastic Out of Landfills

<https://newscenter.lbl.gov/2022/07/20/designer-materials-to-keep-plastic-out-of-landfills/>

首个 DNA 材料制成的纳米电机

德国慕尼黑工业大学 Hendrik Dietz 领导的研究小组首次使用 DNA 折纸法成功制备出纳米级分子旋转电机。这种由基因材料自组装制成的微型机器将电能转化为动能。新纳米电机可以打开和关闭，研究人员可以控制旋转速度和旋转方向。

研究人员基于 DNA 分子利用 DNA 折纸方法（由 Paul Rothemund 于 2006 年发明）来组装纳米旋转电机。该方法将具有正确序列的 DNA 链放入溶液中，物体就会自组装，可以制备出非常精确和复杂的物体。该新型纳米电机由三部分组成：底座、平台和转子臂（下图，由下到上）。底座高约 40 nm，通过化学键固定在溶液中的玻璃板上。长达 500 nm 的转子臂安装在底座上，以便它可以旋转。平台位于底座和转子臂之间，具有影响转子臂运动的障碍物，为了通过障碍物并旋转，转子臂必须向上弯曲一些，类似于棘轮。

在没有能量供应的情况下，纳米电机的转子臂在一个方向或另一个方向上随机移动，由与周围溶剂中的分子随机碰撞驱动。然而，一旦通过两个电极施加交流电压，转子臂就会以目标性的连续方式沿一个方向旋转。纳米电机的目标运动来自波动的电力与转子臂由于棘轮障碍物而受到的力的叠加。研究人员可以通过电场的方向以及交流电压的频率和幅度来控制旋转的速度和方向。



图 新型纳米电机组成图

相关研究工作发表在 *Nature*（文章标题：A DNA origami rotary ratchet motor）。

冯瑞华 编译自[2022-07-21]

First electric nanomotor made from DNA material

<https://www.tum.de/en/about-tum/news/press-releases/details/37521>

研究发现镍酸盐超导体的电荷密度波

美国斯坦福大学 SLAC 国家加速器实验室 Wei-Sheng Lee 领导的研究团队发现：与传统超导体相比，在更高的温度下镍酸盐超导体可以无损耗地导电，因为它含有一种电荷密度波（CDWs）的量子物质。CDWs 的存在表明，镍酸盐能够形成相关态

——“电子汤”（electron soups），可以承载各种量子相，包括超导性。

研究团队一直在探索镍酸盐的电子结构（电性行为）和磁性行为，发现了镍酸盐与铜氧化物或铜酸盐之间的重要相似之处和细微差异。CDWs 可视为叠加在材料原子结构上的冻结电子波纹图案，波纹峰部的电子密度较高，而波谷中的电子密度较低。随着材料的温度和掺杂水平的调整，各种状态会出现和消失。当条件恰到好处时，材料的电子会失去个体身份，形成电子汤，超导、CDWs 等量子态就会出现。

研究团队在英国“钻石”同步辐射光源、SLAC 斯坦福同步辐射光源和劳伦斯伯克利国家实验室先进光源的 X-射线光源上对掺杂稀土元素镧的镍酸盐材料进行了实验。实验表明，镍酸盐可以承载 CDWs 和物质的超导状态，而且这些状态甚至在材料掺杂之前就已经存在。掺杂后，电荷顺序减少，其波矢量向相应方向移动，暗示强电子相关性可能是有序状态的原因。电荷有序的存在及其与反铁磁波动和超导性的潜在相互作用是镍基超导体的重要主题。

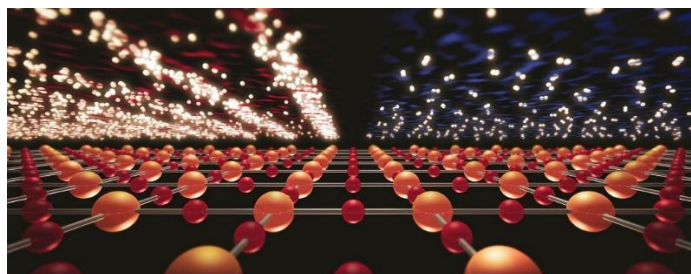


图 镍酸盐超导体的电荷密度波

相关研究工作发表在 *Nature Physics*（文章标题：A broken translational symmetry state in an infinite-layer nickelate）。

冯瑞华 编译自[2022-07-25]

A new leap in understanding nickel oxide superconductors

<https://www6.slac.stanford.edu/news/2022-07-25-new-leap-understanding-nickel-oxide-superconductors.aspx>

德国开发 Clad2Z 技术可用于修复热障陶瓷涂层

热障涂层（TBC）是应用于飞机涡轮叶片的多层涂层，以保护其免受发动机高温腐蚀环境的影响。为了提高涂层对剥落、应变和热冲击的耐受性，许多最先进的 TBC 陶瓷层具有柱状而非光滑的微观结构。目前修复这种多层涂层的方法存在局限性，如无法执行复杂的局部维修可能会导致冷却孔意外堵塞。因此，非常需要开发在不堵塞冷却孔的情况下执行复杂陶瓷层修复的方法。

德国 Forschungszentrum Jülich 的研究人员提出了名为 Clad2Z 的新型基于激光熔覆的增材制造技术，在修复热障涂层中的局部损伤方面具有巨大潜力。研究人员

使用氩气射流将细钇稳定氧化锆（YSZ）粉末吹入 Inconel 738³上激光生成的熔池。然后缓慢地将激光束和粉末向上移动约 5 毫米/秒，使其能够以精确控制的方式生长 YSZ 微柱。重复了数百次后，研究人员创造了一整片由密集的微柱组成的“森林”，每个柱的长度在半毫米到六毫米之间。由于每个陶瓷微柱是单独创建的，因此该过程不会阻塞任何冷却孔。

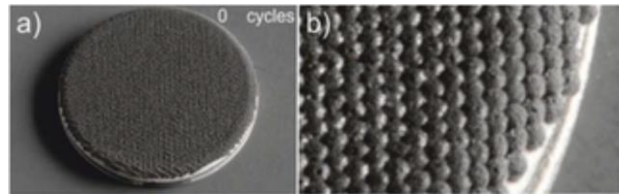


图 Clad2Z 技术生产的 YSZ 微柱“森林”

目前 EB-PVD 和热喷涂技术仅能用于小面积修复高性能零件涂层，Clad2Z 技术则可以用于小规模加工修复 TBC 或金属部件。通过燃烧器台架试验以及与传统 TBC 系统的寿命和失效机制比较，证明了 Clad2Z 样品热循环性能显著优于通过悬浮等离子喷涂技术制造的热障涂层。

相关研究工作发表在 *Advanced Materials Technologies*（文章标题：Additive Manufacturing of Columnar Thermal Barrier Coatings by Laser Cladding of Ceramic Feedstock）。

黄健 编译自[2022-07-12]

New method shows promise repairing localized damage in thermal barrier coatings

<https://ceramics.org/ceramic-tech-today/materials-innovations/new-method-shows-promise-repairing-l>

[ocalized-damage-in-thermal-barrier-coatings](https://ceramics.org/ceramic-tech-today/materials-innovations/new-method-shows-promise-repairing-l)

³ Inconel 738 是一种镍基高温合金，通常用作航空发动机叶片材料

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 人机协作机器人等 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