

先进制造与新材料动态

ADVANCED MANUFACTURING AND MATERIALS NEWSLETTER

监测快报

2024 第18期
(总第448期)

本期要目

- 英研究所发布增材制造路线图
- 美商务部实施量子计算等先进技术管控
- 美 DOE 投资 1270 万美元支持清洁能源市场数据分析
- 德教研部启动三个量子项目提高环境检测能力
- 欧首个量子芯片试点生产线计划发布
- 澳启动生物塑料创新中心旨在终结塑料垃圾
- 美国防部资助企业提高钽等稀土元素产量

中国科学院武汉文献情报中心

目 录

战略规划

英研究所发布增材制造路线图 1

美商务部实施量子计算等先进技术管控 2

项目资助

美 DOE 投资 1270 万美元支持清洁能源市场数据分析 3

德教研部启动三个量子项目提高环境检测能力 4

欧首个量子芯片试点生产线计划发布 5

澳启动生物塑料创新中心旨在终结塑料垃圾 6

美国防部资助企业提高钽等稀土元素产量 6

韩支持企业与世界领先研发机构合作创新 7

行业观察

A*STAR 和应用材料成立联合实验室 8

研究进展

澳学者开发出新型水性锌离子电池 9

瑞典学者开发出多功能碳纤维结构电池 10

新技术推动金属纳米线大规模生产 11

利用植物蛋白制成新型润滑剂 11

奥地利学者解开 Al₂O₃ 表面结构之谜 12

化学变色龙揭示稀土金属分离新途径 12

半导体装备关键耗材取得突破 13

新金属材料“强柔并济” 14

英研究所发布增材制造路线图

9月，英国航空航天技术研究所（ATI）发布了最新的增材制造路线图，明确提出了2030年的愿景，即由英国供应链“端到端”设计和交付的民用航空航天增材制造部件数量实现量级上的增长。为实现这一目标，报告认为供应链各个环节应协同努力将重点从研发转向最终用途零件的生产，并在2028年左右将技术开发与产品决策同步¹。

该路线图针对以下四个关键挑战领域，详细分析了目前所面临的问题，并列举出各个领域的研发重点。

（1）提升供应链韧性

确保供应链的稳定性和适应性至关重要。目前，供应链易受原材料供应不确定性和市场需求波动的影响。为提高韧性，路线图建议开发论坛/方法来分享协作信息和最佳实践；明确未来的行业要求；确定满足工业要求的增材制造技能；开发商业工具包等。

（2）提高资格认证效率

当前增材制造零件的认证流程过于复杂且耗时。为了提高认证效率，路线图建议识别并协调各组织对资格认证的共同要求；通过计量和无损评估数据提高对增材制造的信心；将制造知识嵌入增材制造设计隐性知识工具；开发可访问的标准化材料数据库等。

（3）降低零件成本

目前，生产成本相对较高，限制了增材制造在航空航天领域的应用。为了降低成本，路线图建议加快现有工艺的处理速度；优化端到端增材制造流程链；提高原料的资源利用率和环境资质；建立基本的过程机制，解锁新的操作和过程认证方法；为未来的操作和资格要求建立数字线程基本构建块等。

¹ New strategy and roadmap sets 2028 deadline for additive manufacturing advancements.
<https://www.ati.org.uk/news/new-strategy-and-roadmap-sets-2028-deadline-for-additive-manufacturing-advancements/>

（4）增加应用机会

尽管增材制造技术具有巨大的潜力，但它目前在航空航天领域的应用还不够广泛。为了扩大其应用范围，路线图建议开发新的设计理念和方法，增强增材制造技术与其他制造技术的兼容性，支持当前增材制造工艺和平台的开发和采用，以制造更大的零件，并采用新型材料等。

（董金鑫）

美商务部实施量子计算等先进技术管控

9月5日，美国商务部工业与安全局发布《临时最终规则》，针对量子计算、半导体制造及其他先进技术实施出口管控，防止关键技术落入可能威胁国家安全的“敌对方”手中。相比之前的技术管控，该规则不仅加强了美国与国际伙伴在技术管控上的合作，确保出口管控能够跟上技术快速发展的步伐；同时，还为值得信任的国家引入了新的许可豁免机制，促进国际间的技术创新²。

主要受管控的技术包括：

（1）量子计算设备及相关技术

涉及量子计算机、相关设备、组件、材料、软件及用于开发和维护量子计算机的技术。

（2）先进半导体制造设备

包括用于生产先进半导体器件的工具和机器。

（3）全栅场效应晶体管（GAAFET）技术

用于开发和生产高性能计算芯片的技术，这些芯片通常应用于超级计算机。

（4）增材制造（3D 打印）相关设备及技术

包括用于生产金属和合金组件的设备、零部件及相关软件。

（蒿巧利）

² Department of Commerce Implements Controls on Quantum Computing and Other Advanced Technologies Alongside International Partners.

<https://www.bis.gov/press-release/department-commerce-implements-controls-quantum-computing-and-other-advanced>

项目资助

美 DOE 投资 1270 万美元支持清洁能源市场数据分析

9 月 25 日，美国能源部（DOE）先进材料与制造技术办公室宣布，将向 20 个项目投资 1270 万美元，推进清洁能源技术的研发和部署，这对于气候保护至关重要³。这些项目将开发一系列工具系统，以指导行动，加速商业化进程，提高清洁能源制造供应链的循环性和韧性。具体情况如下：

主题领域	项目内容	研究机构
1	锂金属电池制造成本和时间线评估工具	太平洋西北国家实验室、华盛顿大学
下一代电池制造分析工具	FlowBaCC: 液流电池成本和商业化模型	阿贡国家实验室
2	锂金属电池（LMB）成本建模工具和制造技术数据库	劳伦斯伯克利国家实验室
3	转化电池制造研究试验台框架开发	太平洋西北国家实验室、华盛顿大学
4	电池制造测试平台框架	阿贡国家实验室
5	从材料到电池：简化电池制造	阿贡国家实验室
6	开发用于智能电池制造的制造分析平台	橡树岭国家实验室
7	加速粉末定向能量沉积（PDED）仿真	橡树岭国家实验室
8	基于粉末冶金先进制造的可扩展和性能便携式粒子模拟	橡树岭国家实验室
9	PUMA（粉末利用建模应用程序）：基于 MOOSE 的先进制造粉末后处理建模应用程序	阿贡国家实验室
高性能计算制造软件	用于设计和优化的可扩展和可微分多物理场求解器	劳伦斯利弗莫尔国家实验室
10	用于优化等离子体辅助半导体芯片制造的高性能计算代码	劳伦斯伯克利国家实验室
11	下一代高速、低成本卷对卷制造中浆料基薄膜的高级建模和仿真	劳伦斯伯克利国家实验室
12	BLEECAM：关键材料和先进材料生命周期环境、经济和社会指标基准	国家可再生能源实验室
13		

³ AMMTO Announces \$12.7 Million to Support Data Collection and Analyses of Current Clean Energy Market and Technology Landscapes.
<https://www.energy.gov/eere/ammto/articles/ammto-announces-127-million-support-data-collection-and-analyses-current-clean>

14	关键材料流程和技术基准分析	美国国内锂提取和精炼的可持续性基准：现有和新兴技术的能源、成本、水和温室气体强度的基准测试	劳伦斯伯克利国家实验室
15		加工、精炼和分离关键材料的基准	阿贡国家实验室
16	环境正义影响分析工具	关键材料环境正义影响分析的数据和决策工具	太平洋西北国家实验室
17	开放生命周期评估数据库的数据管理工具	环境联系：解决库存监管问题的远见性倡议	国家可再生能源实验室
18	循环经济材料	SCALES：大型经济系统的桑基和循环分析	国家可再生能源实验室 阿贡国家实验室
19	流动分析	提高循环性的材料流动分析	劳伦斯伯克利国家实验室
20	回收材料原料结算平台框架	开发 MARCH（回收材料原料结算平台）以增强回收供应链	阿贡国家实验室

（董金鑫）

德教研部启动三个量子项目提高环境检测能力

9月2日，德国联邦教育与研究部（BMBF）在“量子系统-开发尖端技术，塑造未来”研究计划框架内启动三个新项目⁴。

一、量子材料

通过“量子系统的创新材料和工艺”措施，支持开发用于光子器件和量子技术特定应用的创新材料及工艺技术，以及研究用于量子技术应用的全新材料和工艺的项目。9月，该措施拟启动以下项目。

RIBKD 项目 开发用于中红外光谱区域研究的探测器。不同于传统的基于汞的探测器，新的探测器对环境更友好，同时具有更高的灵敏度。它们可以在环境监测、医疗诊断或资源节约型生产等诸多新领域中部署和应用。

二、可持续性

通过“量子技术和光子器件系统解决方案，应对环境和气候保护、生物多样性、可持续能源系统和资源保护的挑战”措施，既支持针对可

⁴ Neue Projekte im September.
<https://www.quantentechnologien.de/artikel/neue-projekte-im-september-4.html>

持续转型中迫切生态挑战的量子技术和光子器件系统解决方案，也支持光子器件、量子技术和可持续性领域的科学和商业合作。9 月，该措施拟启动以下两个新项目。

SpecReK 项目 目标是在塑料物理回收过程中实时、精确地分析其空间和时间特性。采用人工智能技术，将实时分析与自动光谱评估集成提高回收物的质量。

MoRenat-Q 项目 研究一款便携式、超轻型的温室气体激光多传感器，用于在湿地恢复项目中对湿地表面的温室气体排放进行高灵敏度和空间分辨的测定。这款轻型多通道激光测量系统计划安装在系留气球上，然后将空中观测的数据与地面基测站（涡流相关）的数据相结合。通过这种方式，可以在湿地恢复过程中识别出合适的温室气体排放工艺。

（蒿巧利）

欧首个量子芯片试点生产线计划发布

9 月 11 日，欧盟芯片联合计划（Chips JU）宣布将为量子芯片的试点生产线提供资金支持，重点覆盖两个稳定性试点项目和一个离子阱试点项目⁵。

Chips JU 旨在通过发展研究、开发和制造能力，确保欧洲未来的纳米电子芯片供应。虽然其主要目标是推动欧盟半导体产业的发展，但是未来光子集成电路和量子芯片等其他类型的芯片也将发挥重要作用。

本次两个稳定性试点项目将获得 2000 万-2500 万欧元的资金支持；离子阱试点项目将获得 1500 万欧元的资助。与此同时，欧盟 CHIPS 能力中心的招标仍然开放，量子芯片也将成为关注领域之一。

（蒿巧利）

⁵ Chips JU: first calls for quantum chip pilot lines announced.
https://qt.eu/news/2024/2024-09-11_chips-ju-first-calls-for-quantum-chip-pilot-lines-announced

澳启动生物塑料创新中心旨在终结塑料垃圾

澳大利亚联邦科学与工业研究组织（CSIRO）和莫道克大学共同建立生物塑料创新中心，将耗资 800 万澳元，与行业伙伴合作开发 100% 可堆肥的新一代塑料⁶。

生物塑料创新中心将微生物学、分子遗传学、合成生物学、生化工程、先进制造和循环经济等领域的专家聚集在一起，重点开发可在堆肥、土地或水中分解的生物塑料，将生物塑料的研究进展转化为现实应用，彻底改变塑料包装。100%可堆肥的生物衍生包装产品包括喷雾器、薄膜、瓶子、瓶盖和包装纸等。该中心还将与西澳大利亚 Ecopha 生物技术公司共同投资，利用从食品工业废品中提取的可堆肥生物塑料开发新的水瓶生产工艺。

该中心将协助业界建立先进的生物制造部门，将符合制造设计需求和认证标准的可堆肥生物塑料商业化，实现 100%生物降解。中心研究成果将提高澳大利亚商业化生产可堆肥生物塑料的能力。生物塑料创新中心与 CSIRO 的目标一致，即到 2030 年将进入澳大利亚环境的塑料垃圾减少 80%。

（冯瑞华）

美国防部资助企业提高铽等稀土元素产量

在钕铁硼(NdFeB)磁体中添加铽元素可提升高温条件下的稳定性，应用于飞机、潜艇和导弹等多个关键国防系统。但在大多数矿藏中，铽元素的含量不到稀土总含量的 1%，是最难获取的元素之一。

9 月 9 日，美国国防部宣布向稀土盐业公司（Rare Earth Salts）拨款 422 万美元，开发从荧光灯泡中回收氧化铽的技术并扩大生产⁷。

⁶ CSIRO and Murdoch University launch Bioplastics Innovation Hub to end plastic waste.
<https://www.csiro.au/en/news/All/News/2024/September/CSIRO-Murdoch-University-launch-Bioplastics-Innovation-Hub-to-End-Plastic-Waste>

⁷ Department of Defense Awards \$4.22 Million to Increase Production of Terbium and Other Rare Earth Elements.
<https://www.defense.gov/News/Releases/Release/Article/3898948/departments-of-defense-awards-422-million-to-increase-production-of-terbium-and/>

该项目由国防生产法案投资办公室提供资金，符合国防工业战略的优先事项，即通过扩大美国国内生产和维持关键生产提高供应链的韧性。该项目为最难获得的稀土元素之一增加了一个美国国内来源，稀土盐业公司将帮助美国建立从矿山到磁体的供应链，而无需依赖国外的材料来源。稀土盐业公司的氧化铽生产采用环保的回收工艺，具有得天独厚的优势。

（冯瑞华）

韩支持企业与世界领先研发机构合作创新

韩国产业通商资源部（MOTIE）宣布，将在 2024-2028 年期间将向 140 个项目投入大约 6840 亿韩元，支持韩国公司与世界领先研发机构启动联合项目，促进韩国企业的全球开放创新活动，使其能够充分利用其商业竞争力和国外优势基础技术，打造未来新增长引擎⁸。

MOTIE 本次资助项目包括资助金额高达 10 亿韩元的中大型项目和资助期 5 年的中长期项目，聚焦生物、半导体、机器人、电池、未来汽车和新型显示等产业领域中可为未来经济创造溢出效应的基础技术。麻省理工学院（MIT）、哈佛医学院、剑桥大学、斯坦福大学和阿贡国家实验室等全球知名大学和研发机构将参与其中。如 MIT 和韩国 Hanall Biopharma 将合作开发逆转视力和听力衰退的 mRNA 药物，哈佛医学院和韩国 Handok 将合作开发最小化耐受性和毒性的抗癌新药，奥地利 AVL 李斯特公司与 HD 现代重工业将合作开发新型氢能发动机，约翰霍普金斯大学与韩国 LN Robotics 合作开发脑血管外科手术机器人，德国弗劳恩霍夫应用研究促进协会与韩国 NANOINTECH 合作开发下一代干电极制造技术，斯坦福大学与东进半导体合作开发用于原子级下一代半导体的图案化材料和工艺等。

（黄 健）

⁸ MOTIE to back joint R&D projects between homegrown companies and world-leading institutions.
<https://english.motie.go.kr/eng/article/EATCLdfa319ada/2026/view?pageIndex=2&bbsCdN=2>

A*STAR 和应用材料成立联合实验室

9月6日，新加坡科学技术研究局（A*STAR）和应用材料公司宣布成立一个新的联合实验室，合作开发创新的、经济高效的半导体设备解决方案，提升新加坡国内芯片生态系统创新能力⁹。

新实验室名为“应用工艺设备加速器（Applied Process Equipment Accelerator, APEX）联合实验室”，将专注于以下三个方面：①开发半导体制造工艺，最大限度地减少材料浪费和提高资源利用效率；②开发组件和方法，提高针对 ICAPS（物联网、通信、汽车、电源和传感器）市场的半导体设备质量和功能；③创建计算机模型，用于测试、模拟和优化新流程与设计。

A*STAR 的研究机构将分享他们在先进制造、材料、仿真和传感器技术等方面的研究与专业知识，助力开发新的方法，用于半导体设备创新型制造工艺及组件的设计与构建。该联合实验室还将推动新加坡中小企业的发展。同时，该合作还将增强应用材料公司的全球制造和研发能力，扩大新加坡技术生态系统合作伙伴关系，并促进当地劳动力的发展。

（尹 伟）

⁹ A*STAR and Applied Materials Announce New Joint Lab for Semiconductor Equipment and Local Supply Chain Development.
<https://www.a-star.edu.sg/News/astarNews/news/press-releases/astar-applied-materials-joint-lab-semiconductor-innovation-singapore>

澳学者开发出新型水性锌离子电池

锌的地壳丰度是锂的十倍，且毒性低、安全性高，水性锌离子电池（AZIBs）被认为是锂电池的潜在替代之一。然而，阴极材料性能不足是影响其发展的主要障碍。澳大利亚弗林德斯大学和法国巴黎西岱大学的联合团队，成功地将低成本的工业聚合物转化为高载量的有机阴极材料，用于高性能的 AZIBs。这一突破为实现聚合物 AZIBs 在现实世界中的应用铺平了道路，具有重要的实际意义¹⁰。

研究人员首先通过化学改性过程，将商业化的 poly(MVE-alt-MA) 聚合物转化为含有 TEMPO（四甲基哌啶氧化物）自由基的聚合物正极材料（PTEMPO）。研究人员共合成了不同规模的六批聚合物，并在 AZIBs 中对其进行测试，发现在 10 C 的倍率下这种材料能够提供 92 mAh g^{-1} 的容量，并在 1000 个循环中保持 95% 的容量保持率。此外，通过优化电极复合物和电池组装过程，可以使用廉价的碳添加剂，无需使用含氟电解液和粘合剂。研究人员还组装了 Swagelok 电池（一种电化学测试装置）、小型软包和大型软包电池，展示了 $7.8\text{-}50 \text{ mg cm}^{-2}$ 高载量下，接近 100% 的高库仑效率。含有 0.8-0.9 g 活性聚合物的软包电池展示了 60 mAh 的容量和 1.5 V 的工作电压。

上述研究工作发表在 *Energy Storage Materials*（文章标题：Converting a low-cost industrial polymer into organic cathodes for high mass-loading aqueous zinc-ion batteries）。

（董金鑫）

¹⁰ Batteries of the future charge ahead
<https://news.flinders.edu.au/blog/2024/09/18/future-batteries-charge-ahead/>

瑞典学者开发出多功能碳纤维结构电池

为克服锂离子电池（LIB）的能量密度不足的问题，能够在存储电能的同时承受机械负载的结构电池被认为是潜在解决方案之一。瑞典查尔姆斯理工大学的研究团队开发出一种基于全碳纤维的结构电池，不仅具有储能功能，还能提供刚度和强度。这项突破有助于帮助汽车减轻重量、增加续航，并提高整体性能¹¹。

研究人员首先通过电泳沉积方法在碳纤维表面涂覆了磷酸铁锂作为正极材料。并使用未经处理的碳纤维作为负极，以及薄的纤维素作为隔膜，所有组件都嵌入到结构电池电解质中并固化，以提供电池的刚性。碳纤维在阳极充当增强材料、集电器和活性材料；在阴极充当增强材料、集电器和锂的支架。由于碳纤维传导电子电流，因此对铜或铝制成的集电器的需求减少，从而进一步减轻了整体重量。

实验结果显示，这种结构电池的能量密度达到了 30 Wh kg^{-1} ，循环稳定性高达 1000 次循环，库仑效率接近 100%。当沿着纤维方向测试时，这种结构电池的弹性模量超过了 76 GPa，是迄今为止报道的最高值。这些结果表明，所开发的结构电池在能量密度和机械性能方面都具有优异的表现。

上述研究工作发表在 *Advanced Materials*（文章标题：Unveiling the Multifunctional Carbon Fiber Structural Battery）。

（董金鑫）

¹¹ World's strongest battery paves way for light, energy-efficient vehicles
<https://news.cision.com/chalmers/r/world-s-strongest-battery-paves-way-for-light--energy-efficient-vehicles,c4036183>

新技术推动金属纳米线大规模生产

日本名古屋大学 Yasuhiro Kimura 团队创造了一种生长微小金属纳米线的新技术，通过大规模生产纯金属纳米线，有望提高电路、LED 和太阳能电池等电子产品的生产效率¹²。

研究团队利用离子束辐照增强的固相原子扩散，通过应力分布变化，引导原子流动，同时辅以加热处理，从单晶中制造出铝纳米线。结果显示，铝纳米线密度从每平方厘米 2×10^5 个增加到 180×10^5 个。

上述研究工作发表在 *Science*（文章标题：Growth of metal nanowire forests controlled through stress fields induced by grain gradients）。

（尹 伟）

利用植物蛋白制成新型润滑剂

英国利兹大学 Anwesha Sarkar 团队利用马铃薯蛋白制成无油超级润滑剂，有望用于可持续工程和生物医学应用¹³。

这种开创性的材料通过模仿生物作用（如人体关节中的液体）来实现“超润滑”或接近零摩擦。这是一种环保、高效、高功能的水性润滑剂，而其他润滑剂多采用合成材料。研究人员将多尺度实验测量与分子动力学模拟相结合，在斑驳结构中，利用生物聚合物水凝胶创建了基于植物蛋白的原丝自组装，通过水合润滑提供超强的润滑性。研究人员利用以色列魏茨曼科学研究所基础设施中先进的表面力测量技术，研究了润滑剂的表面形态和纳米摩擦学。在 10^2 - 10^3 kPa 的中高接触压力下，该新型超级润滑剂可实现 0.004-0.00007 的摩擦系数。

上述研究工作发表在 *Communications Materials*（文章标题：Self-assembly of sustainable plant protein protofilaments into a hydrogel for ultra-low friction across length scales）。

¹² Mass production of metal nanowires possible by breakthrough technique.
<https://www.nagoya-u.ac.jp/researchinfo/result-en/2024/09/20240912-01.html>

¹³ Plant proteins could be radical alternative to oil-based super lubricants.
<https://environment.leeds.ac.uk/faculty/news/article/5837/plant-proteins-could-be-radical-alternative-to-oil-based-super-lubricants>

奥地利学者解开 Al_2O_3 表面结构之谜

三氧化二铝 (Al_2O_3)，也称为氧化铝、刚玉、蓝宝石或红宝石，是应用范围广泛的绝缘体之一。例如，在电子元件中，可作为催化剂的支撑材料，或作为耐化学腐蚀的陶瓷。 Al_2O_3 表面结构与内部结构不同。半个多世纪以来，该表面结构一直无法精确测定。这个谜题在 1997 年被列为“表面科学的三大谜团”之一。

奥地利维也纳工业大学 Jan Balajka 团队利用非接触式原子力显微镜解析了 Al_2O_3 表面的详细结构。

研究人员通过精确控制针尖尖端，克服了化学敏感性不足。将单个氧原子连接到尖端，能够区分出表面的氧原子和铝原子。尖端上的氧原子被表面的其他氧原子排斥，并被 Al_2O_3 表面的铝原子吸引。研究发现，表面重新排列可使得表面的铝原子渗透到材料中，并与更深层的氧原子形成化学键。前两个原子层的这种重排显著降低了能量，有效稳定了结构。与人们以前的观点不同的是，铝原子与氧原子的数值比保持不变。研究人员将机器学习方法与传统计算方法相结合，优化了 Al_2O_3 表面的三维模型，使得重组的表面与底层晶体相匹配。

上述研究工作发表在 *Science*（文章标题：Stoichiometric reconstruction of the $\text{Al}_2\text{O}_3(0001)$ surface）。

（万 勇）

化学变色龙揭示稀土金属分离新途径

镧系元素的应用越来越广泛，但镧系元素离子的大小和化学性质非常相似，高纯度的单个镧系元素需要开发新颖且选择性极强的分离策略。美国橡树岭国家实验室 Santa Jansone-Popova 团队发现了一种四齿配体化合物，可以像变色龙一样根据周围环境的不同而改变与特定稀土金属结合的偏好，从而改善稀土金属的提纯过程¹⁴。

¹⁴ Chemical chameleon reveals novel pathway for separating rare-earth metals.
<https://www.ornl.gov/news/chemical-chameleon-reveals-novel-pathway-separating-rare-earth->

在典型的分离系统中，配体通常会优先选择较轻或较重的镧系元素。目前最好的工业分离过程是分阶段进行的，按特定顺序分离镧系元素从重到轻或从轻到重。而四齿配体化合物会根据实验条件的不同表现出不同的行为，就像变色龙会改变自己的颜色以适应环境一样，当周围环境发生变化时，这种化合物也会改变自己的行为，根据溶液的酸浓度和配体与之相互作用的时间长短，与不同的镧系元素结合。例如，如果环境的酸性较强，配体就会优先与较重的镧系元素结合。根据条件的不同，这项研究中的配体可以按任何顺序分离出最重、最轻和中等重量的镧系元素，而其他配体则不具备这种能力。未来将对这种配体进行更深入的研究，并发现更多具有类似行为的化合物。

上述研究工作发表在 *J. Am. Chem. Soc.*（文章标题：Tetradentate Ligand's Chameleon-Like Behavior Offers Recognition of Specific Lanthanides）。

（冯瑞华）

半导体装备关键耗材取得突破

以氮化硅、氮化铝陶瓷为代表的硬脆材料超高精密部件广泛应用于半导体行业中晶圆的氧化、刻蚀、离子注入等各种工艺制程中，是制造门槛极高的一类重要器件。然而，硬脆材料在精密加工过程中极易引入表面/亚表面损伤，进而影响精密部件服役性能及寿命。

天津大学隋天一团队在氮化铝、氮化硅陶瓷半导体设备耗材高精度加工基础与应用研究方面取得新突破，自主研发出主轴微纳调控超精密制造系统，为硬脆材料高精度低损伤加工提供了重要的技术支撑。

研究团队提出了一种提高表面光洁度的主轴精度调整方法。例如，在铣削过程中，利用多体运动学理论识别加工过程中的敏感误差。设计、优化和制作了二自由度转动平台。基于弹性梁理论，研究人员建立了平台静力学模型，并通过有限元分析对其进行验证。采用响应面法结合

Pareto 前沿优化，对结构参数进行了优化。静态调制实验显示，主轴与导轨之间的垂直度误差可由 $92.5\ \mu\text{rad}$ 降至 $0.25\ \mu\text{rad}$ 。铣削实验表明，主轴调校后表面质量可提高 37.6%。

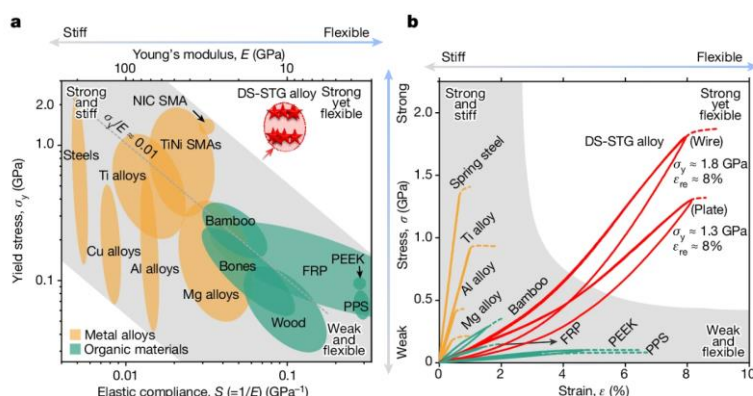
上述研究工作发表在 *International Journal of Extreme Manufacturing*（文章标题：Micro- and nano-scale spindle perpendicularity modulation method to enhance the quality of milled surfaces）。

（天津大学、中国科学报）

新金属材料“强柔并济”

西安交通大学任晓兵团队开发出一种新工艺，让镍钛合金兼具高分子材料的超高柔性和超高强度钢的超高强度。这种材料的坚固程度与钢相当，延展性却是钢的 20 倍，有望在变形飞行器、超级机器人、人工器官等未来技术领域得到重要应用。

研究人员采用的是“三步热机械处理工艺”。首先，让样品严重变形，伸长 50%；然后，短暂加热至 $300\ ^\circ\text{C}$ ；最后，让其再伸长 12%。结果显示，新材料能耐受 1.8 万倍的大气压力，强度与钢相当，而弹性比钢高约 20 倍。此外，新材料保持性能的温度范围在 $-80\ ^\circ\text{C}$ 至 $80\ ^\circ\text{C}$ 。



新材料突破了以往材料（灰色带中）无法兼具高强度和高柔性的原理性瓶颈

上述研究工作发表在 *Nature*（文章标题：A polymer-like ultrahigh-strength metal alloy）。

（西安交大）

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](mailto:amto@whlib.ac.cn)