



2020

先进制造与新材料动态监测快报

第 5 期

总第 339 期

重点推荐

“制造业美国”网络拟再扩容

欧委会向石墨烯旗舰计划资助 1.5 亿欧元

英 EPSRC 推动高性能计算在多个领域的应用

目 录

战略规划

“制造业美国”网络拟再扩容	1
---------------------	---

项目资助

欧委会向石墨烯旗舰计划资助 1.5 亿欧元	2
英 EPSRC 推动高性能计算在多个领域的应用	3
印度启动国家量子技术与应用计划	4
英投资 8100 万英镑建设先进成像中心	4

研究进展

超细晶粒高压强化获得超强金属	5
金膜胶带法提升单层二维材料尺寸与收率	5
新的低温烧结钛酸钡材料技术	6
美 NIST 开发出复合材料损坏早期预警系统	7
美 NIST 对硅半导体载流子迁移率进行敏感度最高的测量	7

“制造业美国”网络拟再扩容

2月27日，美国国家标准与技术研究院（NIST）发布信息请求，围绕通过三种新的途径来建设新的制造业创新中心或研究所，向公众征集建议和意见。那些与“制造业美国”研究所大致相似，且没有获得联邦资助的制造业中心，可以参与进入“制造业美国”网络，形成联盟模式。针对提出的成为“制造业美国”研究所的联盟形式（包括基本特征及要求），NIST希望利益相关方能广泛参与，并给出建议和意见，以协助对一些事项及解决方案进行辨别和优先排序。

2019年，美国众议院和参议院分别通过了制造业领导力相关法案，并纳入了于2019年12月20日生效的《国防授权法》中。该法重新授权给“制造业美国”三种途径，用于创建制造业创新中心或研究所。除了上述的“联盟”途径，另两种途径分别为：（1）依据联邦法律或行政行为成立的机构，成为该网络的成员；（2）由商务部通过NIST举办的竞赛而创建的研究所。

这种联盟模式将新的制造业创新研究所引入“制造业美国”网络，不仅促进了网络的拓展，并弥补了现有及待建研究所尚未覆盖的技术领域。联邦政府从而可以充分利用其当前和未来针对“制造业美国”的投资来刺激业已进行的先进制造领域的工作。

通过先进制造伙伴关系计划（Advanced Manufacturing Partnership, AMP）和在美国各地举办的五次“影响力设计”区域研讨会收集到的大量公私部门的反馈信息明确显示，对美国制造商来说，几个重要的技术领域有待纳入“制造业美国”网络。联盟模式可作为一种经济有效的途径，以快速拓展“制造业美国”的技术涵盖领域、地域覆盖范围和国家影响力。同样，需要指出的是，该模式并不意在取代“制造业美国”长期以来所获得的强大的联邦支持。

该网络中的研究所有望提升美国制造业的竞争力，包括在关键先进制造技术方面的竞争力，并有可能加快对美国先进制造业生产能力的非联邦投资。

（万 勇）

欧委会向石墨烯旗舰计划资助 1.5 亿欧元

欧盟委员会已签署一项 1.5 亿欧元的资助协议，在 2020 年 4 月 1 日至 2023 年 3 月 31 日期间继续资助石墨烯旗舰计划在石墨烯以及相关材料方面的研究与创新。此轮协议也是持续实现欧委会对石墨烯旗舰计划资助的承诺。

据石墨烯旗舰计划负责人 Jari Kinaret 介绍，尽管将继续支持在石墨烯及相关材料领域的基础研究工作，但在新阶段，石墨烯旗舰计划将专注于推进工业化应用。这 1.5 亿欧元中，1/3 将专门用于将高技术成熟度的材料和技术在未来几年内推向市场。此外，通过这份新协议，石墨烯旗舰计划将对合作伙伴重新洗牌，约 25% 的新合作伙伴加入，其中大多数在关键领域中处于欧洲领先水平。石墨烯旗舰计划将致力于与所有合作伙伴共同努力，实现更加可持续发展的未来，并实现最终目标——将石墨烯全面推向市场。

过去七年以来，石墨烯旗舰计划已成功让石墨烯走出实验室，创建了一个富有成果的欧洲工业生态体系，开发了石墨烯及相关材料的多种应用。当前，石墨烯旗舰计划工业大家庭中，有 100 多家企业与石墨烯旗舰计划的学术科研伙伴共同开展研究工作，领域涉及汽车、航空、电子、能源、复合材料和生物医学等。公司的比例已经从石墨烯旗舰计划启动之初的 15% 增长到如今的约 50%，这印证了欧盟委员会旗舰计划概念的成功。

2018 年启动、并于 2020 年扩大规模的“石墨烯旗舰先锋计划”(Graphene Flagship Spearhead Project) 清晰地彰显了不断加速的工业化步伐。该计划的目标是推进石墨烯及相关材料在特定市场中的工业应用，已开发出汽车电池、自动驾驶汽车、水及空气过滤系统以及飞机除冰技术等设备和产品。

通过石墨烯旗舰计划，欧洲已确立了在石墨烯和其他相关层状材料技术领域的全球领先地位。据测算，到 2025 年，全球石墨烯及相关材料的市场份额将逾 5 亿欧元。石墨烯旗舰计划帮助石墨烯和相关材料技术跨越“死亡之谷”，创造出成功的新产品和初创企业，并以前所未有的方式释放出欧洲的创新潜力。

(万 勇)

英 EPSRC 推动高性能计算在多个领域的应用

2 月 17 日，英国工程与自然科学研究理事会（EPSRC）宣布，将出资 2700 万英镑用于资助高性能计算在人工智能、储能、药物设计等领域的突破性工作。此外，科学技术设施理事会、健康数据研究机构和英国原子能管理局（Culham 聚变能研究中心）等机构还将给予 300 万英镑的额外资助。

（1）材料与分子建模中心。伦敦大学学院领衔，受助金额 450 万英镑。对新型材料和现有材料的性质进行开创性研究，包括了解和防止各种不同材料的表面退化（如腐蚀、磨损）；研究如何改进金属回收利用，以减少金属提取对环境的损害；并开发下一代用于太阳能发电的材料等。

（2）先进架构中心。受助金额 410 万英镑。此次为二代百亿亿次超级计算机，将进一步拓展骨质疏松症的药物筛选，并在分子水平上模拟帕金森综合症。

（3）开尔文人工智能中心。贝尔法斯特女王大学和阿尔斯特大学领衔，受助金额 210 万英镑。将专注于加快对英国具有经济和社会影响的六个专业领域的研究，包括神经技术与计算神经科学、非均相催化、创新药物研制、精准医学（创建自动化工具来分析数据并确定健康状况指标）、食品指纹技术（检测食品中化学污染物）和氢罐爆燃防控等。

（4）学术数据中心。牛津大学领衔，受助金额 550 万英镑。将提供最先进的 GPU（图形处理单元）计算设备，研究人工智能/机器学习和分子动力学，用于分析组成分子的粒子的物理运动，深化对大型生物分子的结构和功能地了解。

（5）Cirrus 二期。爱丁堡大学并行计算中心领衔，受助金额 350 万英镑。专用 GPU 可以在超级计算机中用作加速器，从而使它们能够更快地运行数值计算。有助于确保英国大量接受过这些专业技能培训的人员，并在新领域和已支持的项目中带来更快速、详细的发现。例如，对蛋白质形状进行建模以更好地进行药物设计，模拟潮汐流以优化涡轮机安装及其对海床的影响。

（6）北部密集计算中心。杜伦大学领衔，受助金额 310 万英镑。通过把实验、建模和机器学习方法整合在一起，以更好地理解各类大型设施所产生的庞大数据集。并助力科学家改进下一代 X 射线仪器所需的成像技术，并培养未来掌握深度学习技能的学生。

（7）国家数据密集型科学云。剑桥大学，400 万英镑。将加速跨工程和物质科学主题的广泛研究，包括材料科学与计算化学、健康信息学、医学成像与生物模拟，以及人工智能与机器学习等。

（万 勇）

印度启动国家量子技术与应用计划

印度政府在其 2020 年政府预算案中宣布了国家量子技术与应用计划（NM-QTA），总预算支出为 800 亿卢比（约合 74 亿人民币），为期 5 年，由科技部负责实施。

NM-QTA 计划将着眼于满足社会日益增长的技术要求，并考虑到国际技术趋势和主要国家发展下一代技术的路线图。计划将在印度国内推动量子计算机、有线及无线量子通信、量子加密和密码分析以及相关技术的研发和推广，帮助解决印度国家及地区问题。

计划还将帮助培养下一代熟练的人才，促进转化研究，并鼓励企业家精神和启动生态系统的发展。通过促进量子科学、技术及工程发展方面的先进研究和高等教育，印度将在量子技术领域站在全球前沿，并获得直接或间接的回报。

（黄 健）

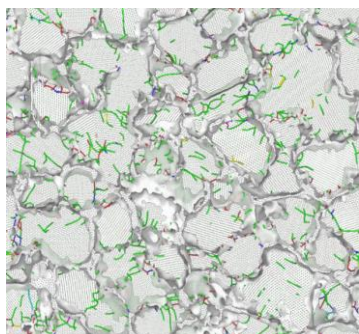
英投资 8100 万英镑建设先进成像中心

2 月，英国研究与创新署（UKRI）宣布将通过战略优先基金与英国国防部联合资助极端光子学应用中心（EPAC）的建设。该先进成像中心位于牛津郡哈威尔科学与创新园区，计划总投资 8100 万英镑。中心将使用英国设计的超高亮度和超快激光器，以提供全新的、跨学科的成像材料成像方法，应用范围覆盖从骨骼到飞机机翼，再到合成材料和生产更好电池所需的新材料等。

使用传统技术对患病骨骼进行高分辨率 3D 成像需要花费数小时或数天的时间，但 EPAC 将在短短 40 秒内产生高分辨率成像。EPAC 还能够在负载下构建承受高应力的工程部件的高分辨率 X 射线图像，从而改善设计并避免代价高昂的事故发

（黄 健）

超细晶粒高压强化获得超强金属



3 nm 镍样品高压模拟（彩色线表示部分或全部晶粒错位）

过去认为，随着组成金属的晶粒尺寸变小，金属强度越大，最强时的晶粒尺寸约为 10-15 nm，但如果晶粒的直径小于 10 nm，则金属材料的强度又会变弱。犹他州大学博士后学者 Xiaoling Zhou、地质学副教授 Lowell Miyagi 和中国上海高压科学研究中心的陈斌领导的实验表明，高压强化下晶粒直径小至 3 nm 的镍样品，样品的强度随着晶粒尺寸的减小而持续增加。

研究人员测试了晶粒尺寸从 200~3 nm 的镍样品，将各种晶粒度的样品置于高压钻石砧室中，并使用 X 射线衍射观察每个样品在纳米级发生的变化。随着样品晶粒尺寸变小，其强度不断增大。3 nm 的样品在不可逆变形之前，可承受 4.2 吉帕斯卡的力，这比商业级晶粒尺寸的镍强 10 倍。在实验条件下，颗粒之间的相互作用方式是不同的，高压可能克服了晶粒滑动的影响。当在 20 nm 以下的晶粒尺寸处抑制晶界滑动时，研究人员观察到一种新的原子尺度变形机制，该机制导致了最细晶粒样品的极端强化。

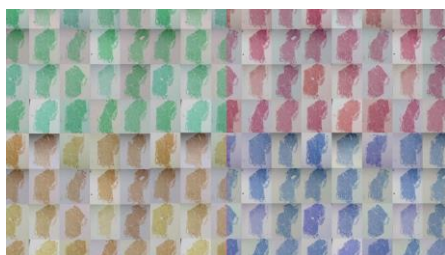
该研究的一项进步是以前所未有的方式测量了纳米级材料的强度。另一项进步是高压强化金属的新方法，即对金属的晶粒表面进行加工以抑制晶粒的滑动。虽然高压强化实验在工业应用很少，但是可以考虑采用其他方法来抑制压力带来的晶界变形，这将有助于寻求超强的金属。

相关研究工作发表在 *Nature*（文章标题：High-pressure strengthening in ultrafine-grained metals）。

（冯瑞华）

金膜胶带法提升单层二维材料尺寸与收率

具有同质或者异质结构晶体的二维材料在电子、光电和量子器件方面具有广阔的前景，但是受制备技术影响还不能大规模制造出具有宏观尺寸和高质量的单层分子膜。哥伦比亚大学 Xiaoyang Zhu 教授课题组开发出一种使用超平金膜的新方法，该方法可以将单晶逐层分解为单层，具有接近完美的产量，并且尺寸仅受块状晶体尺寸的限制。



通过金胶带法获得的 MoS₂ 单层（每个面板的横向尺寸约 1 cm，晶圆厚度仅 0.7 nm）

研究人员通过对传统撕胶带工艺进行改进，提出一种金膜胶带法。首先在胶带上制备一层超平整的金膜，利用金膜与晶体材料之间强大的范德华力将块状晶体层层剥离为单层二维材料，这种方法制备的二维材料尺寸取决于块状晶体的尺寸，一般为毫米或者厘米级，收率接近 100%。研究人员开发的超扁平金胶带，原子平坦的金表面牢固而均匀地附着在 2D 材料的晶体表面上，可提供的

控制程度远远超过使用透明胶带所能达到的程度。金胶带法很温和，使得所得的薄片具有与透明胶带技术制成的薄片相同的质量，但大小约是后者的 100 万倍。。

新的剥离方法使大面积的原子薄层可以按任何所需的顺序和方向堆叠，从而生成一类全新的人造材料，打开新的研究和商业化之门。

相关研究工作发表在 *Science*（文章标题：Disassembling 2D van der Waals crystals into macroscopic monolayers and reassembling into artificial lattices）。

（冯瑞华）

新的低温烧结钛酸钡材料技术

钛酸钡是一种重要的电子陶瓷材料，被广泛用于电子产品的电容器器件中。美国宾夕法尼亚州立大学的研究人员在创纪录的低温下（572K，300℃）烧制了这种材料，同时保持了与商用工艺制造的产品相同的品质。相关发现将进一步降低这种材料的制造能耗。

这是研究人员首次使用一步法低温烧结技术将钛酸钡致密化。研究人员过去的尝试都需要二次加热步骤。在最新研究中，研究者将碱性氢氧化物液体，而非过去经常使用的中性或酸性溶液，添加到陶瓷粉末中，研究者称，氢氧化物有助于在较低温度下产生具有必要介电性能的钛酸钡。

研究人员认为，该方法的成功，将使在低温下烧结更多种无机材料成为可能，所有陶瓷材料，甚至金属材料都有进行低温烧结的可能。该发现不仅能够提高商业生产钛酸钡的能源效率，而且有潜力将更廉价的金属或聚合物复合材料掺入电子陶瓷材料中。

相关研究工作发表在 *Journal of the European Ceramic Society*（文章标题：Single step densification of high permittivity BaTiO₃ ceramics at 300 °C）。

（姜 山）

美 NIST 开发出复合材料损坏早期预警系统

美国国家标准与技术研究院（NIST）开发出一种工具系统，可用于监测航空航天、风力涡轮机、基础设施等领域中纤维增强复合材料（FRP）的变化，可以帮助评估随着时间推移 FRP 发生的损坏情况。

研究团队在复合材料中添加了在受机械力影响后发出荧光的小分子，被称为“力敏团”，力敏团小分子会改变颜色或变亮，从而有助于识别纤维与树脂之间的微小纳米级开口或裂缝。研究团队通过在整个复合树脂中加入力敏团，将这项技术提升到了一个新水平。尽管肉眼看不到，但最新方法允许科学家使用特殊的显微镜成像技术来测量 FRP 的损伤情况。该方法仅使用微量（质量小于 0.1%）力敏团荧光染料，不会引起复合材料物理性能的明显变化。

当前的复合材料损坏测试会破坏材料的强度，使得设计师和工程师又过度设计 FRP。因此，如果将力敏团小分子嵌入 FRP 结构中，则可以廉价且定期地对疲劳进行现场测试，还可以降低能源和制造成本。像风力涡轮机这样的结构，即使在架设数年之后，也经常可以轻松地进行内部裂缝的扫描。

相关研究工作发表在 *Composites Science and Technology*（文章标题：Damage sensing using a mechanophore crosslinked epoxy resin in single-fiber composites）。

（冯瑞华）

美 NIST 对硅半导体载流子迁移率进行敏感度最高的测量

美国国家标准与技术研究院（NIST）的研究人员对硅中电荷移动的速度进行了迄今为止敏感度最高的测量。他们使用一种新颖的方法发现了硅在科学家以前无法测试的情况下，特别是在超低电荷水平下的性能。最新研究可能提出进一步改善半导体材料及其应用的方法，包括太阳能电池和下一代高速移动网络。

研究人员采用了一种太赫兹（THz）辐射测量方法，能够在超低电荷水平下测量硅半导体材料的性能。这种方法不需要与硅样品进行物理接触，并且使研究人员可以轻松测试相对较厚的样品，从而可以准确地测量半导体性能。

传统的半导体载流子迁移率的测量方式是霍尔法，这种方法需要将触点焊接到样品上，然后使电流在磁场中通过这些触点。这种基于接触的方法的缺点在于，测量结果可能会因表面杂质或缺陷甚至接触本身的问题而出现偏差。NIST 的研究人员一直在尝试采用太赫兹（THz）辐射测量方法。这种方法分两步，首先，利用可见光的超短脉冲在样品中产生自由移动的电子和空穴，这一过程称为“光掺杂”。然后，在远红外至微波范围内，用太赫兹脉冲照射样品，探测半导体中的载流子数量。

过去 NIST 的研究人员使用可见光或紫外光的单光来进行光掺杂，单光子的缺

点在于它只能穿透样品的很小一段深度，这种方法适用于约 10-1000 纳米厚度的硅样品，但对于更大厚度的样品不适用，而太薄的样品，其表面缺陷会影响测量结果，样品越薄，干扰越大。本次研究中，研究人员采用了两个近红外光子进行，使其能够穿透更厚的样品，同时产生的载流子也非常少。

使用双光子测量意味着研究人员可以将功率水平保持在尽可能低的水平，但仍可以完全穿透样品。常规测量可以解析每立方厘米不少于 100 万亿个载流子，而 NIST 团队使用其新方法可解析仅 10 万亿载流子，灵敏度至少提高了 10 倍，从而降低了测量门槛。到目前为止，研究样本比其他样本厚大约半毫米，其厚度足以避免表面缺陷问题。

在降低测量自由空穴和电子的阈值时，NIST 研究人员发现了两个令人惊讶的结果：其他方法表明，随着产生载流子密度的降低，会检测到越来越高的载流子迁移率，但会达到一个极值，到达极值后随着载流子密度的进一步降低，迁移率将不再升高，从而进入平台期。而通过使用他们的非接触式方法，研究人员发现平台期出现在比以前认为的更低的载流子密度上，并且迁移率比以前测得的高 50%。

研究人员还在另一种流行的光敏半导体砷化镓（GaAs）上使用了该技术，以证明其结果并非硅所独有。他们发现，在 GaAs 中，载流子迁移率随着载流子密度的降低而继续增加，这一密度比常规所知的极限低约 100 倍。

（姜 山）

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