

新材料监测快报

MATERIALS NEWSLETTER

2023. 09

本期要目

- 美拟建立 31 个区域科技中心
- 英 8900 万英镑推动电动汽车技术商业化
- 美关键技术评估报告关注半导体、关键材料等技术
- 石墨烯罕见电子态有望提升电子设备存储容量
- 东丽开发出 T1200 碳纤维 强度再创新高
- 量子行走微型光梳为传感、通讯、计算领域带来新机遇

中国新材料产业技术创新平台
中国科学院武汉文献情报中心

目 录

战略规划

- 美拟建立 31 个区域科技中心..... 1
- 印将遴选十余个行业冲刺全球制造业中心 3

项目资助

- 英 8900 万英镑推动电动汽车技术商业化..... 3
- 英 7500 万英镑支持八个区域创新集群建设..... 5
- 英量子技术接入计划提高关键行业量子准备水平 5

行业观察

- 美关键技术评估报告关注半导体、关键材料等技术 7

研究进展

- 石墨烯罕见电子态有望提升电子设备存储容量 8
 - 东丽开发出 T1200 碳纤维 强度再创新高 9
 - 英国 3D 打印新策略变革传统打铁工艺 11
 - 新工艺高效利用二氧化碳制造燃料 12
 - “夹层”设计助力实现高效安全的全固态锂电池 12
 - 新型磁性材料使计算机更高效 13
 - 超原子半导体创下能量传输速度新纪录 14
 - 量子行走微型光梳为传感、通讯、计算领域带来新机遇 15
 - 美 NIST 开发出最高分辨率的单光子超导相机 15
-

美拟建立 31 个区域科技中心

10 月 23 日，美国总统拜登和商务部长宣布，从全美 370 多份申请中指定 31 个“区域技术与创新中心”(Regional Technology and Innovation Hubs, Tech Hubs)，旨在促进对经济增长、国家安全和创造就业机会等至关重要的技术投资，并帮助全美各地的社区成为对美国竞争力至关重要的创新中心¹。

这些科技中心的专注领域涉及半导体、清洁能源、关键矿产、生物技术、精准医疗、人工智能、量子计算等，是拜登经济学产业政策推动的关键领域。新闻稿指出，长期以来，美国经济增长和机遇多集中在沿海部分城市，此次宣布的这些科技中心“代表了美国的全面多样性”，横跨 32 个州和波多黎各，包括有部落政府的地区、人口较少的州等。这些科技中心将汇集私营企业、州与地方政府、高等教育机构、工会、部落社团和非营利组织等，将竞争获得高达 7500 万美元的资助。区域科技中心是“投资美国”议程的一部分，即利用策略性公共投资，将私营部门资金集中到提高美国竞争力的关键领域。自拜登上任以来，私营企业在清洁能源和制造业领域已宣布的投资超过 5000 亿美元。

为保证这些区域科技中心具备在全球范围内竞争所需的工具资源，美国还在调动联邦政府的多项资源，为这些中心提供资金支持、技术援助和规划编制等。例如，商务部经济发展管理局、财政部国家小企业信贷计划等的资助；交通运输部、农业部和小企业管理局等的技术援助，并颁发独家科技中心授牌；吸引国外直接投资并获得出口市场准入的援助；知识产权技术援助和项目支持等。

根据所专注领域主题的不同，这些科技中心可以分为以下 8 类。

¹ FACT SHEET: Biden-Harris Administration Announces 31 Regional Tech Hubs to Spur American Innovation, Strengthen Manufacturing, and Create Good-Paying Jobs in Every Region of the Country. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/10/23/fact-sheet-biden-harris-administration-announces-31-regional-tech-hubs-to-spur-american-innovation-strengthen-manufacturing-and-create-good-paying-jobs-in-every-region-of-the-country/>

表 美国拟建立的 31 个区域科技中心

主题	区域科技中心名称	所在州（地区）
1 实现安全有效的自动系统	塔尔萨公平与可信赖中心	俄克拉荷马
	海洋科技中心	罗德岛、马萨诸塞
	河源中心	蒙大拿
2 保持量子优势	科罗拉多量子提升中心	科罗拉多
	布洛赫科技中心	伊利诺伊、印第安纳、威斯康星
3 推进药物和医疗器械生物技术	先进制药制造科技中心	弗吉尼亚
	再生谷科技中心	新罕布什尔
	iFAB 科技中心	伊利诺伊
	堪萨斯城包容性生物制品和生物制造科技中心	堪萨斯、密苏里
	心脏生物工作室科技中心	印第安纳
	波多黎各生物科技中心	波多黎各
4 提高生物技术精确度和预测	威斯康星生物健康科技中心	威斯康星
	巴尔的摩科技中心	马里兰
	伯明翰生物技术中心	阿拉巴马
	大费城地区精准医学科技中心	宾夕法尼亚、特拉华、马里兰、新泽西
	明尼苏达州医疗技术中心	明尼苏达、威斯康星
5 加速美国清洁能源转型	路易斯安那海湾海上风力螺旋桨中心	路易斯安那
	山间西部核能科技中心	爱达荷、怀俄明
	先进弹性能源中心	南卡罗来纳、佐治亚
	气候弹性科技中心	佛罗里达
	新能源电池科技中心	纽约
6 加强关键矿产供应链	内华达锂电池和其他电动汽车材料循环中心	内华达
	先进能源关键矿物与材料科技中心	密苏里
7 重新获得半导体制造业领先地位	得索玛半导体技术中心	得克萨斯、俄克拉荷马
	科瓦利斯微流体技术中心	俄勒冈
	纽约半导体制造与研究技术创新走廊	纽约
	氮化镓科技中心	佛蒙特
8 培育材料制造的未来	可持续聚合物技术中心	俄亥俄
	森林生物制品先进制造科技中心	缅因
	美国航空航天材料制造科技中心	华盛顿、爱达荷
	太平洋西北大规模木材科技中心	俄勒冈、华盛顿

（万 勇）

印将遴选十余个行业冲刺全球制造业中心

印度政府将挑选十多个有潜力打造成为全球制造业中心的行业，为其提供政策及基础设施支持。未纳入“生产挂钩激励计划”（production-linked incentive, PLI）的水泥、钢铁和特定消费行业将被纳入政策干预考虑²。

该计划将评估印度现有工业能力，同时试图克服阻碍印度向全球制造业中心转型的挑战。有望冲击全球制造业中心的行业部门确定后，政府将提供必要的基础设施，包括无缝交通、电力供应和数字链接等。政府还将重新评估现有的政策框架和贸易协议，简化监管环境，并根据需要调整税收结构。这些努力旨在发展这些行业的制造业，并提高印度的商业便利性。

此外，印度政府为 14 个关键行业推出了 PLI 计划，激励拨款 1.97 万亿卢比，以增强印度的制造能力和出口。其他关键举措包括工业走廊发展计划、便利营商举措、国家单一窗口系统和超级基础建设计划等。

（黄 健）

项目资助

英 8900 万英镑推动电动汽车技术商业化

英国政府拟向 20 个尖端项目投入 4520 万英镑，以帮助英国在尖端净零技术、创造就业机会和经济增长方面处于领先地位。汽车产业部门将匹配 4270 万英镑投资，使得总投资额接近 8900 万英镑，受资助项目包括四个合作研发项目、五个规模化生产项目以及七个可行性研究项目，具体情况如下³。

² Govt to identify sectors to make India global manufacturing hub.

<https://indbiz.gov.in/govt-to-identify-sectors-to-make-india-global-manufacturing-hub/>

³ £89 million of funding to develop cutting edge new electric vehicle technology.

<https://www.gov.uk/government/news/89-million-of-funding-to-develop-cutting-edge-new-electric-vehicle-technology>

英国先进动力中心（APC）合作研究项目总投资 6700 万英镑，将加速英国零排放技术的发展，保障和创造就业机会，并支持对尖端研发的投资。具体项目包括：阿斯顿·马丁公司将加快豪华电池电动汽车平台的开发，实现净零排放，包括汽车轻量化、数字工具链和电气化培训等；Yasa 公司将专注于创建创新动力总成和控制系统，彻底改变现有电动汽车架构标准，并带来高水平电气化性能；Gestamp 公司将开发新设计方法、工艺和材料，以减少产品设计中的碳足迹；Perkins 公司将为非道路车辆开发净零氢混合动力集成动力系统。

英国汽车转型基金规模扩大准备验证项目（SuRV2）和汽车转型基金可行性研究项目（FS4）总投资 1130 万英镑，其中 SuRV2 项目将支持规模化生产项目，以评估英国汽车供应链中的企业是否已准备好增长和扩张，具体项目包括：Helix 公司将验证“高溢价”汽车用高功率密度电机的规模化生产技术；绿色锂精炼公司将建造规模化锂工厂，每年为 100 万辆电动汽车提供配套；先进电机公司将建立高效、可扩展的电动乘用车牵引电机英国制造流程；地热工程公司将在康沃尔郡深层地热发电厂安装地热提锂设备；Ilika 技术公司将加快 Ilika 固态电池技术的推广等。

FS4 将研究新技术的可行性，为在英国开发大规模制造设施的项目做准备。具体项目包括：Gaussion 将开发固态电池的磁增强技术；Talga Anode 将评估从回收石墨生产阳极材料的可行性，以及使用瑞典石墨矿中的原位硅酸盐生产石墨-硅复合阳极材料的可能性；Altilium 将为报废电动汽车电池的安全运输和放电开发创新和可持续解决方案；Strip Tinning 将研究电池接触器和管理系统的大批量生产可行性；Greenroc 矿业公司将用格陵兰南部 Amitsoq 石墨项目的石墨精矿生产电动汽车电池阳极材料；康沃尔锂业公司将研究康沃尔郡地下可用锂资源储量、锂矿产能以及量化环境影响；阿伯丁矿业公司将研究创新矿物加工技术，以加快苏格兰东北部阴极原材料的低碳生产。

（黄 健）

英 7500 万英镑支持八个区域创新集群建设

10 月 23 日，英国政府宣布将投资 7500 万英镑支持八个区域创新集群建设，以促进地方经济发展，并开发改变游戏规则的商业化解决方案。此举是英国早些时候在利物浦和蒂赛德启动区域创新集群试点建设工作的又一重大举措，使得英国区域创新集群总数达到十个⁴。

英国创新机构（Innovate UK）将向每个区域创新集群投资 750 万英镑以支持当地新兴产业中小企业集群建设，帮助中小企业推动创新、扩大运营和促进当地经济发展。八大区域创新集群包括：

- ①位于威尔士西南部的净零工业区域创新集群；
- ②位于英格兰东北部数字技术区域创新集群；
- ③位于西约克郡的医疗保健区域创新集群；
- ④位于英格兰东部的农业技术和食品技术区域创新集群；
- ⑤位于西南部的海洋和海事区域创新集群；
- ⑥位于苏格兰的生物制造区域创新集群；
- ⑦位于西米德兰郡的沉浸式和创意产业区域创新集群；
- ⑧位于北爱尔兰的生命与健康科学区域创新集群。

（黄 健）

英量子技术接入计划提高关键行业量子准备水平

10 月 26 日，英国数字化弹射中心 Digital Catapult 宣布，已有 11 家英国领先企业参与“量子技术接入计划”（Quantum Technology Access Programme）⁵。该计划于今年 6 月启动，旨在展示量子技术的潜力，促进行业合作，推动量子计算的未来应用和商业化。这 11 家企业所处的行业对英国的经济增长至关重要，包括能源、航空航天和交通运输等。

⁴ Expert regional innovation hubs given £75 million boost to local research, businesses and economies across UK. <https://www.gov.uk/government/news/expert-regional-innovation-hubs-given-75-million-boost-to-local-research-businesses-and-economies-across-uk>

⁵ Digital Catapult launches Quantum Technology Access Programme with eleven leading British businesses, to improve the quantum readiness of key UK industries. <https://www.digicatapult.org.uk/about/press-releases/post/quantum-technology-access-programme-launched/>

在“量子技术接入计划”活动中，Airbus、Rolls-Royce 和 Port of Dover 等企业将围绕他们各自面临的工业挑战，利用行业伙伴之间的合作、Digital Catapult 专家团队提供的量身定制支持，以及尖端量子技术，开自定义的量子计算商业使用案例，解决他们面临的一些工业挑战，并确保业务实现可持续增长。

“量子技术接入计划”是英国创新机构（Innovate UK）行业战略挑战基金“未来量子数据中心”项目的一部分。该项目旨在将量子计算机嵌入经典数据中心，以探索现实世界中量子计算机的接入情况。该计划的行业合作伙伴包括 ORCA Computing、Riverlane、BT、KETS 和 PQ Shield 等。

（蒿巧利）

美关键技术评估报告关注半导体、关键材料等技术

10月24日，美国国家科学基金会（NSF）资助的“国家关键技术评估网络”（National Network for Critical Technology Assessment, NNCTA）发布了《保障美国的未来：关键技术评估框架》（*Securing America's Future: A Framework for Critical Technology Assessment*）报告⁶。该报告涉及如何实现对全球技术和生产能力的及时态势感知、量化创新潜在价值的严格方法，以及量化跨越国家目标机会的工具。该网络汇集了来自美国各地的顶尖学者，对评估技术成熟度、轨迹和影响的分析方法进行试点，主要研究了四种成熟度不同的技术：人工智能、半导体、生物制药、能源与关键材料。以下是该报告对半导体、能源与关键材料领域提出的建议。

（1）半导体领域

应该要求半导体公司为研究人员提供进入半导体工厂的机会，以便获得目前为投资美国领先半导体设施提供的补贴；在半导体制造技能供需不平衡的地区，通过公私合作支持针对性的技能培训计划和激励措施，以吸引该领域的工人到该地区；扩大 CHIPS 法案对超越 CMOS 技术的资助规模，以确保美国能比竞争对手更快地开发超越 CMOS 技术。

（2）能源与关键材料领域

可通过供应链多样化和增加无钴电池的采用，以避免锂、钴供应受到冲击时的脆弱性；鼓励在国内或贸易限制风险较低的地区增加锂供应，减轻模拟贸易争端情景的负面影响；在绝大多数电池电动汽车销售中增加无钴电池（如磷酸铁锂）的使用，可显著减少模拟钴供应冲击情景的负面影响。目前存在增加锂和无钴电池供应的直接替代方案，并且可以通过对新型锂加工创新的投资进一步加速锂和无钴电池供应的增加。

（袁洁）

⁶ New report identifies pathways to strengthen U.S. competitiveness in key technology areas.
<https://new.nsf.gov/news/new-report-identifies-pathways-strengthen-us>

石墨烯罕见电子态有望提升电子设备存储容量

材料的铁性是指在不施加电、磁、力等外场作用下，某些性质仍然具备特定取向，包括铁磁性、铁电性、铁弹性等。同时具备多种铁性的单相材料被称为“多铁材料”，这类材料较为少见，但在低能耗高效信息处理方面有着广阔应用前景。寻找新的铁性和多铁材料，以及更强的多铁耦合，是凝聚态物理重要研究方向之一。

美国麻省理工学院 Long Ju 助理教授团队的一项研究显示，当石墨烯以特定方式堆叠五层后，不仅具有铁磁性，还展现出一种罕见的铁性：铁谷性。这是首次观测到铁谷性，也是第一次看到铁谷性与非常规铁磁体共存，有望助力设计出大容量、低能耗的数据存储设备，推动经典及量子计算发展⁷。

研究人员在 SiO_2/Si 衬底上，利用机械剥离手段和菱形模式排列堆叠石墨烯，并在低温条件下开展了磁输运测量。测量显示，在五层堆叠的石墨烯中，电子运动会减缓，并出现新奇的电子关联现象。研究结果发现，该五层石墨烯具有铁谷性，即由于电子之间的相互作用，电子全部位于同一个被称之为“能谷”的低能态电子能带。这种电子分布的选择性是一种全新的特性。而石墨烯通常是两个能量相同但不等价的能谷，电子往往均匀分布在两个能谷中。同时，石墨烯中还存在铁磁性，其并非来自于电子自旋，而是来源于电子的轨道运动，并能被电场调控，随着电场强度增强，系统磁矩以近乎线性的形式增加，具有“电控磁”效应。由此可见，五层石墨烯实际上是两种铁性共存的多铁材料。然而，在一层、二层、三层和四层石墨烯中，则没有这种特性。

不同于传统铁磁材料中电子自旋导致的磁性，五层石墨烯铁磁性和铁谷性均由电子轨道运动引发，更易于被电场和磁场控制。铁性材料拥

⁷ From a five-layer graphene sandwich, a rare electronic state emerges.
<https://news.mit.edu/2023/five-layer-graphene-sandwich-rare-electronic-behavior-1018>

有特定取向，可当作信息存储的基本单元，多铁材料具备的多重铁性则能够存储更多信息；而且，如果这些铁性之间发生耦合，还可为信息操纵与处理带来新的可能。由此，该工作有望将芯片的存储容量提升一倍，并为量子计算提供低功耗、高容量的数据存储设备解决方案。

上述研究工作发表在 *Nature*（文章标题：Orbital multiferroicity in pentalayer rhombohedral graphene）。

（万 勇）

东丽开发出 T1200 碳纤维 强度再创新高

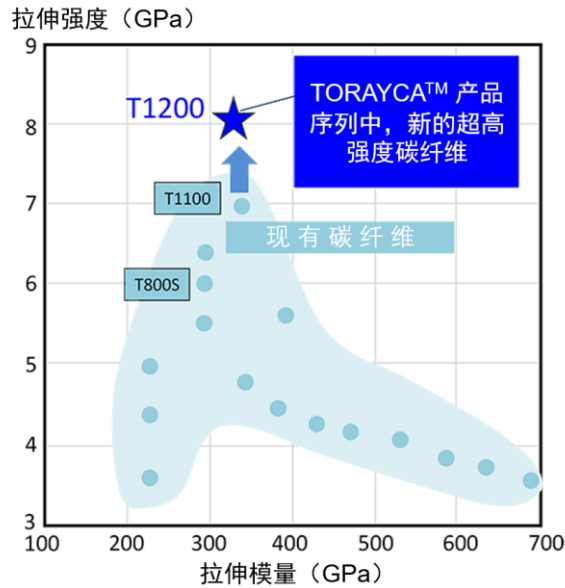
10 月 30 日，日本东丽工业株式会社宣布开发出 TORAYCA T1200 碳纤维新产品，这是当前世界上强度最高的碳纤维，可满足从体育休闲到航空航天的全领域需求⁸。

研究人员从改进东丽专有的纳米级结构控制技术入手，设计并实现高韧性的碳纤维内部结构。在性能上，TORAYCA T1200 为 12K 小丝束产品，拉伸强度达到了 8.0 GPa，比目前拉伸强度最高的 TORAYCA T1100 的 7.0 GPa 高出 10%以上；T1200 的拉伸模量为 315 GPa，略低于 T1100，高于 T800S。

T1200 与 T1100、T800S 的性能对比

产品名称	拉伸强度 (GPa)	拉伸模量 (GPa)	断裂伸长 率 (%)	线密度 (g/m)	密度 (g/cm ³)	丝束数量
T1200	8.0	315	2.5	0.48	1.82	12000
T1100	7.0	324	2.2	0.51 1.01	1.79	12000 24000
T800S	5.9	294	2.0	1.03	1.80	24000

⁸ Toray Develops TORAYCA™ T1200, the Ultra-High-Strength Carbon Fiber.
<https://www.toray.com/global/news/article.html?contentId=bj7fv9n1>



从研发历程看，东丽早自 1971 年起就开始销售碳纤维，并在 1986 年开发出 TORAYCA T1000 碳纤维，近年来成功将 TORAYCA T1100 商业化，提升了产品竞争力。T1000 级以上碳纤维是当前高性能的碳纤维，可满足苛刻环境中的结构应用需求。东丽表示，后续将继续致力于提高 TORAYCA 碳纤维的性能和供应。

(万 勇)

【快报解读】

东丽此次推出的 T1200 仍属于高强中模碳纤维产品，其抗拉强度大幅提升至 8 GPa 的同时，仍然保持了 315 GPa 的模量，相比目前最主流应用的 T800S 碳纤维分别提升了 35%和 7%；与目前处于应用研究过程中的 T1100 级碳纤维相比，强度进一步提高，模量略有降低。T1200 的推出，更多展现了东丽在纳米层级纤维内部结构控制技术方面更加炉火纯青，证明了东丽在碳纤维领域仍然具有最雄厚的研发实力和技术储备。T1200 能否发挥更大应用价值，还需观察后续配套树脂、上浆剂和表面处理技术的发展情况，同时也要考虑装备应用的经济可承受性和同类竞品的研发进程。

(陈济彬)

英国 3D 打印新策略变革传统打铁工艺

金属通常经历加热锻打过程后，被制成所需的各种形状。这种机械变形的打铁工艺可以改变金属的内部结构，从而实现了性能调控。然而，这种做法并不适用于 3D 打印得到的近净形状的金属部件，因为会不可挽回地损害精心设计出的几何形状。

英国剑桥大学 Matteo Seita 课题组开发出一种 3D 打印金属的新方法，可以在打印过程中将结构变化“编程”到合金中，实现性能的可控调整，而无需使用延续了几千年的加热锻打的打铁工艺。该方法综合了 3D 打印和传统方法的优势，使得金属部件复杂形状成为可能，并保障了金属的内部结构和性能，不光降低了工艺成本，还提高了资源的利用效率⁹。

研究团队通过激光粉末床熔融技术，开发了一种新策略，当金属材料被激光熔化的同时，可对材料内部结构进行高度控制。研究人员通过调控材料熔化后的凝固方式，以及工艺过程中产生的热量，进而实现对材料的性能进行编程。研究人员在相对较低的温度下，将 3D 打印金属部件放置于熔炉中，可触发微观结构的重新配置，这个过程是受控的，从而实现强度和韧性的调控。研究发现，在上述 3D 打印和熔炉加工过程中，激光的作用类似以前打铁过程中用到的打铁锤。经过理论设计和实验验证，该 3D 打印钢材的性能可与加热锻打制造得到的钢材相媲美。

上述研究工作发表在 *Nature Communications*（文章标题：Additive manufacturing of alloys with programmable microstructure and properties）。

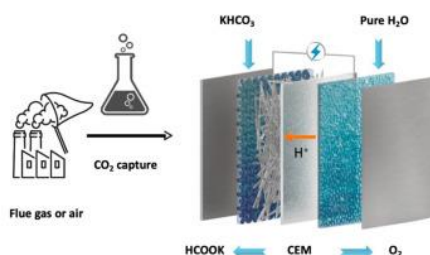
（万 勇）

⁹ Using lasers to ‘heat and beat’ 3D-printed steel could help reduce costs.
<https://www.cam.ac.uk/research/news/using-lasers-to-heat-and-beat-3d-printed-steel-could-help-reduce-costs>

新工艺高效利用二氧化碳制造燃料

将 CO₂ 转化成稳定的燃料被认为是 CO₂ 处理处置的有效途径。但大部分方法存在碳效率低以及生成的燃料难以处理、有毒或易燃等问题。美国麻省理工学院 Li Ju 教授带领的研究团队开发出新工艺, 可以将 CO₂ 高效转化为甲酸盐, 为燃料电池提供动力, 有望为单个家庭提供无排放的电力, 甚至用于工业或电网规模的应用¹⁰。

研究人员首先将 CO₂ 转化为中间形式的液态金属碳酸氢盐, 取消低效加热步骤。然后, 在使用阳离子交换膜的电解槽中将金属碳酸氢盐转化为液态甲酸钾或甲酸钠溶液。通过将溶液蒸发干燥, 得到高度稳定的固体粉末, 可以在普通钢罐中储存长达数年甚至数十年。整个过程碳效率达到 96%。



CO₂ 转化为甲酸盐过程

上述研究工作发表在 *Cell Reports Physical Science* (文章标题: A carbon-efficient bicarbonate electrolyzer)。

(董金鑫)

“夹层”设计助力实现高效安全的全固态锂电池

由于阳极锂枝晶生长和阴极上高阻间相形成等问题, 采用 NMC811 阴极的全固态锂电池在低堆叠压力下难以达到高容量和高充放电速率。美国马里兰大学王春生教授带领的研究团队开发出电池“夹层”的新设计, 有效阻止了枝晶的形成, 在低堆压下实现高能量和快速充电能力,

¹⁰ Engineers develop an efficient process to make fuel from carbon dioxide.
<https://news.mit.edu/2023/engineers-develop-efficient-fuel-process-carbon-dioxide-1030>

有望助力开发高效安全的全固态电池¹¹。

研究人员在阳极和 $\text{Li}_6\text{PS}_5\text{Cl}$ 之间设计了一个 $\text{Mg}_{16}\text{Bi}_{84}$ 夹层，在 NMC811 阴极表面设计了一个富氟层。在电镀-剥离活化循环过程中， $\text{Mg}_{16}\text{Bi}_{84}$ 中间层转变为多功能 $\text{LiMgS}_x\text{-Li}_3\text{Bi-LiMg}$ 三重中间层。并且由于氟离子从表面向 NMC811 主体的电化学迁移，NMC811 在 4.3 V 的高电位下转化为氟掺杂的 NMC811。实验结果显示新型电池在 80 °C 下 444 次循环后仍保持 157.8 mAh g⁻¹ 的比容量，在 60 °C 下以 5C 的速率在 681 次循环后仍保持 86.1 mAh g⁻¹。

上述研究工作发表在 *Nature* (文章标题: Interface design for all-solid-state lithium batteries)。

(董金鑫)

新型磁性材料使计算机更高效

瑞士洛桑联邦理工学院 Hugo Dil 教授与奥地利林茨大学、捷克西波西米亚大学联合开展的一项研究发现，多铁性的锰掺杂碲化锗 (Mn-doped GeTe) 具有独特的性质，它会使计算机切换一个位所需的能量仅为当前的百万分之一，从而使计算机更为高效、节能¹²。

掺杂 Mn 的 GeTe 本就具有独特的铁电性和磁性。然而，新的研究发现，该材料还具有与典型铁磁体不同的磁序，并展现出铁氧体磁体的特性。这意味着人们现在有更大的灵活性来控制磁化方向。实验也证明，研究人员可将磁化方向的转换效率提高惊人的六个数量级。研究人员没有通过传统的方式将大电流脉冲施加到掺杂 Mn 的 GeTe 上，而是使用小的、不断波动的交流电，在适当时刻进行微小的电流助推——有点类似在正确的时间推动秋千，使其以更少的推力荡得更高。研究人员将这种现象称之为“随机共振” (stochastic resonance)。这种微小“推动”引

¹¹ Wang Develops New Battery Technology That Could Lead to Safer, High-Energy Electric Vehicles.
<https://eng.umd.edu/news/story/wang-develops-new-battery-technology-that-could-lead-to-safer-highenergy-electric-vehicles>

¹² Strange magnetic material could make computing energy-efficient.
<https://actu.epfl.ch/news/strange-magnetic-material-could-make-computing-ene/>

起的变化迅速蔓延到整个 Mn 掺杂的 GeTe 中。

上述研究工作发表在 *Nature Communications* (文章标题: Efficient magnetic switching in a correlated spin glass)。

(李 喻)

超原子半导体创下能量传输速度新纪录

美国哥伦比亚大学 Milan Delor 教授率领的研究团队在超原子量子材料 $\text{Re}_6\text{Se}_8\text{Cl}_2$ 中发现了弹道流。该量子材料是迄今为止速度最快、效率最高的半导体，这一发现有助于克服半导体的缺陷¹³。

作为电子设备的基础，尽管半导体无处不在，但也有其局限性。因为任何材料的原子都会振动产生声子，声子反过来又会导致在电子设备中携带能量和信息的粒子，即电子或称为激子的电子-空穴对，在纳米尺度和飞秒尺度发生散射。能量以热量的形式流失，信息传递的速度受到限制。

该 $\text{Re}_6\text{Se}_8\text{Cl}_2$ 半导体材料中的激子在与声子接触时不会发生散射，而是会与声子结合，产生新的准粒子即“声激子-极子”(acoustic exciton-polarons)。 $\text{Re}_6\text{Se}_8\text{Cl}_2$ 中的极子很“重”，缓慢而稳定地前进，由于沿途没有其他声子的阻碍，它们能够进行弹道流动或无散射流动，移动速度是硅中电子移动速度的两倍。同时，由于这些准粒子是由光而不是电流和门控控制的，相关设备的处理速度理论上有可能达到飞秒量级，比目前千兆赫电子设备的纳秒量级快六个数量级。上述所有工作均在室温下进行。就能量传输而言， $\text{Re}_6\text{Se}_8\text{Cl}_2$ 是目前为止最好的半导体，未来这种弹道行为可能意味着更快、更高效的电子设备。

上述研究工作发表在 *Science* (文章标题: Room-temperature wavelike exciton transport in a van der Waals superatomic semiconductor)。

(蒿巧利)

¹³ A Superatomic Semiconductor Sets a Speed Record.
<https://quantum.columbia.edu/news/superatomic-semiconductor-sets-speed-record>

量子行走微型光梳为传感、通讯、计算领域带来新机遇

光梳是一种可同时发射数百种颜色且频率间隔均匀的激光装置。20世纪90年代末，光梳的问世彻底改变了利用光来精确测量时间、距离和能量的方法，不过庞大的体积也限制了它的大规模应用。从桌面式向芯片式的转变迫切需要新的、复杂的光学机制。

瑞士联邦理工学院首次将单频微芯片激光器转变为基于量子行走的微型光梳。该集成光梳宽带宽、可调谐、稳定可控，有望为现有传感、通讯、计算等领域带来大量机遇¹⁴。

研究人员用交变电流激发微环激光器，电流诱导微环谐振频率之间耦合，由此导致这些频率出现持续几百纳秒的“量子行走”，从而产生大量频率间隔相等的颜色形成光梳。该光梳的输出非常稳定且带宽很宽，最多可包含100种颜色。完全由微孔上的电信号而非光信号控制的光梳，在大大简化操作复杂性的同时也降低了在单一平台上集成元件所需的能耗。基于量子行走的微型光梳设备，一旦在梳状纯度和稳定性、集成度和成本方面足够成熟，将为高精度传感、计量、光子计算以及自主导航、电信和天文学等领域带来大量机遇。。

上述研究工作发表在 *Science*（文章标题：Quantum walk comb in a fast gain laser）。

（蒿巧利）

美 NIST 开发出最高分辨率的单光子超导相机

超导相机可捕捉到非常微弱的电磁信号，在科学和生物医学研究中具有许多新的应用，但都没有超过1000像素。美国国家标准与技术研究院（NIST）Bakhrom Oripov 等人开发出具有40万像素的单光子超导相机，比当前最先进的同类设备提高了近400倍¹⁵。

¹⁴ The walk that leads to the comb.

<https://www.phys.ethz.ch/news-and-events/d-phys-news/2023/10/the-walk-that-leads-to-the-comb.html>

¹⁵ NIST Team Develops Highest-Resolution Single-Photon Superconducting Camera.

<https://www.nist.gov/news-events/news/2023/10/nist-team-develops-highest-resolution-single-photon-superconducting-camera>

NIST 超导相机由超细电线网络组成，冷却到接近绝对零度，其中电流在没有电阻的情况下移动，直到电线被光子击中。研究人员将相机构造为具有相交的超导纳米线阵列，这些超导纳米线形成多行和多列，能够一次测量来自整行或整列像素的信号，而不是记录来自每个像素的数据，从而大大减少了读出线的数量。该阵列的面积为 $4 \times 2.5 \text{ mm}$ ，分辨率为 $5 \times 5 \text{ }\mu\text{m}$ ，在波长为 370 nm 和 635 nm 时的量子效率达到统一，计数率为每秒 1.1×10^5 计数 (cps)，暗计数率为每秒 1.0×10^4 计数。

研究人员未来计划提高原型相机的灵敏度，使其能够捕获几乎所有入射的光子。这将使相机能够对太阳系以外的微弱星系或行星进行成像，在基于光子的量子计算机中测量光，并为使用近红外光窥视人体组织的生物医学研究做出贡献。

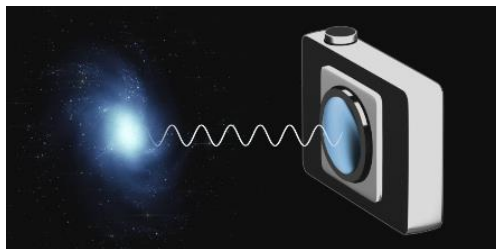


图 单光子超导相机

上述研究工作发表在 *Nature* (文章标题: A superconducting-nanowire single-photon camera with 400,000 pixels)。

(冯瑞华)