

先进制造与新材料 动态监测快报

2022年 第13期

总第395期

重点推荐

【战略】英先进材料发展建议信息征集结果

【战略】美 DOE 筹建第七家制造业创新研究所

【项目】美 DOE 资助工业减排和制造清洁能源技术

【前沿】首个原子级量子集成电路问世、中科院发现碳家族

单晶新材料

目 录

专 题

英先进材料发展建议信息征集结果1

战略规划

美 DOE 筹建第七家制造业创新研究所6

项目资助

英国 4.81 亿英镑投向研究与创新基础设施7

美 DOE 资助工业减排和制造清洁能源技术8

欧盟气候目标：钢铁行业脱碳9

英推动量子技术商业化11

研究进展

首个原子级量子集成电路问世12

钙钛矿太阳能电池寿命突破 30 年12

中科院发现碳家族单晶新材料13

英开发全球首个使用偏振的超快光处理器14

新型超薄电容器使高能效微芯片成为可能14

美开发出替代塑料的抗菌植物性食品包装15

挤出打印可穿戴设备的高精度传感器15

耐热稳定的氮化硼纳米管纤维16

新型凝胶精确调控动态着色17

英先进材料发展建议信息征集结果

编者按：2月，英国商业、能源与产业战略部（BEIS）发起了先进材料发展意见建议信息征集。截至活动结束，共收集到来自学术界、产业界（包括中小企业）和贸易机构的86份调查问卷。本期专题围绕问卷中的四个问题，凝练了受访者的主要观点。

问题一：英国先进材料领域是否存在挑战和/或机遇？

报告总结了两点机遇和四点挑战。

机遇 1：净零和脱碳 先进材料，特别是石墨烯在脱碳方面大有可为。通过利用本土资源减少对材料和制造外包的依赖，在支持可持续发展目标的同时实现能源与制造业的独立。亨利·罗伊斯研究所的建立为英国营造了跨学科流动的综合生态环境，并重点关注可持续性和循环经济，这对未来的先进材料至关重要。此外，开发从分子到材料 4.0 等多尺度模型，也将助力减排。

机遇 2：英国领导力 如果能得到足够的支持，特别是凭借在核材料建模领域的实力，英国先进材料的发展有望引领世界。

挑战 1：英国需要材料发展战略 人们普遍认为，英国缺乏明确的方向和愿景，使得各部门对材料的责任分散且复杂，这与中国、美国、日本和欧盟部分国家形成了鲜明反差。

挑战 2：先进材料商业化 以纳米材料为例，在取得研究进展的同时，安全评估往往有较大滞后；石墨烯的标准化工作有着较大的改进空间，也正是由于标准缺失，对石墨烯商业化产生了不利影响。此外，需纠正“重研究（发文章）轻应用”的倾向，并通过共享设施促进早期阶段的技术转让或探索。

挑战 3：技术成熟度 人们认为，英国在技术成熟度 1-3 区间有实力，但需提升到 4-6，并弥补 6-9 之间的差距。

挑战 4：英国技能人才 有经验的人才正在退休，急需提高群体技能以应对挑战。

问题二：如果有的话，可以从其他国家和企业吸取哪些经验教训？

报告认为，相较于其他国家，英国不够重视材料领域，并且没有国家级的先进材料战略。公众对于先进材料及其如何影响英国的经济和生活质量缺乏了解。报告指出，英国可向美国和德国学习。其他可借鉴的国家及公司等的主要措施如下所述。

(1) 国家

美国 美国国家实验室吸引了大量来自政府及行业的资金来进行材料和材料制造技术的商业化以及技术转让，并创造无缝衔接的创新途径，将发现推向市场。此外，美国在用其税收刺激创新方面一直非常有效，并对整个产业链提供支持，例如为开发后期技术示范和扩大规模的公司提供贷款担保，以减少相关风险，帮助吸引私人投资。

美国存在多种的资助模式。美国国家科学基金会（NSF）管理着一个小型企业的种子基金，成功案例包括高通和赛门铁克。NSF 支持更长的项目（3-5 年），而在英国，通常上限为 3 年。如果有必要，还会为特别的创意提供 2 年的延期，以解决与原始拨款相关但未涵盖的研究。关于材料战略，美国通过国防生产法案，采取干预措施，确保战略技术供应商获得足够的资金，在国防部门需要采购材料或技术时维持最低产能。

此外，2022 年 3 月，拜登政府提出了振兴和加强美国制造业供应链的战略，以加强先进材料至关重要的清洁能源制造业。其审查了半导体、高容量电池、关键矿物和材料以及药品方面的供应链脆弱性，并强调了对创新的支持应与国内制造业的激励措施紧密结合，以支持美国工业。

德国 德国的模式是在材料开发和使用的各方之间建立更综合的生态系统，更有效地识别和采用新材料，以及更强大的供应基础设施。德国专注于建立中等技术成熟度（TRL）的研究中心，以帮助将研究从学术界转化为工业界。通过国家和地区的资助机制，特别是推动工业相关材料研究的亥姆霍兹联合会和弗劳恩霍夫协会网络，实现了强有力的产业调整和参与。此外，在评估材料价值时，更重视生命末期的管理以及将材料留在经济体内而非出口。

亚洲 **中国** 专注于控制供应链，利用对 ISO 标准委员会的强力影响等工具，专注于学术发现的商业化。而**韩国**的研发支出达到 GDP 的 4.5%，远高于英国的 1.8%。**日本**有综合的系统来实现从早期研究到规模生产的过渡。例如在牛津大学开发的锂离子电池技术，在日本成功商业化。这是因为英国未能提供资金来迅速发展扩大规模。**新加坡**政府则鼓励对内投资和产业重新定位，支持发展国内设施和就业机会。在大学里存在以工业为重点的研究设施和定向研究拨款的生态系统。这种政府、产业和研究资助政策的联合，促进了国家的持续增长和发展。

欧洲 欧盟《2030 材料宣言》（*Materials 2030 Manifesto*）强调了先进材料将发挥的关键作用，并呼吁通过所有利益相关方的系统合作，建立一个强大的欧洲材料生态系统，推动绿色和数字转型，以及可持续的包容性欧洲社会。宣言进一步强调了结合终端用户需求对先进材料进行蓝天研究的重要性，并认识到其不可或缺的作用，呼吁了采取系统的方法来开发下一代以解决方案为导向的先进材料。

法国对供应链和学术界有长期的支持。法国航天局（CNES）在研究未来的材料发展方面也发挥了更大的作用，并与学术界和主要机构的联系十分紧密。法国已经创造了综合研发中心的运作范例，涵盖了生物基先进材料供应链的各个方面，通过农业技术进行生产，并与工业和地方社会参与者/社区对接，以促进发展。

此外荷兰和爱尔兰的材料战略也值得注意。以荷兰为例，材料研究所（M2I）和荷兰聚合物研究所（DPI）没有自身的设备和研究人员，但作为“经纪人”创建了跨越多个行业的共同计划（例如 TaTa 和 SKF 合作）。整个材料界聚集在 MaterialenNI 平台中，指导小组协调路线图，并发起大型提案或倡议。

（2）公司

许多公司（如特斯拉和 SpaceX）都意识到先进材料在其发展历程中的重要性，他们在许多不同领域为世界提供了惊人的创新。SpaceX 商业太空旅行项目可以为英国的先进材料开发提供了几点重要经验教训：快速开发关键技术如（用于低温条件的钢材和铝外壳部件搅拌摩擦焊技术）；精简生产线，倾向于内部建造，以减少对国际供应链的依赖。

（3）英国疫苗的推广

英国疫苗计划的一些因素也可以适用于先进核材料的快速发展和推广。报告认为只要有正确的政治意愿和资源，就可以迅速扩大规模并提供一种新型的复杂材料（疫苗）。主要特点包括：1）优先考虑和资源充足；2）学术界、政府和私营公司等多方参与；3）提供快速有效的资金发放，并充分了解情况；4）即使在基础研究仍在进行时，也要启动扩大规模的设施。

问题三：英国先进材料的优势在哪里？

（1）英国在先进材料方面拥有卓越的研究和开发实力

英国在先进材料的发现和早期研究方面拥有世界领先的学术能力。而且英国的大学在材料科学、新材料的发明和发现以及与工业界的合作方面有着长期的优势。根据领域加权引文影响，英国在先进材料和纳米技术方面的学术表现在世界排名第二，根据发表的研究文章总量在世界排名第七。

此外，英国在二维材料、超材料、复合材料和其他先进材料的早期研究方面特别强大，在表面化学分析和表面工程方面也有交叉优势。英国在先进材料的应用方面具有优势，包括化合物半导体、可加工电子（塑料、印刷和纳米电子）、航空航天材料、先进复合材料以及国防和安全。

在扩大规模/转化的基础上，英国有强大的商业测试和表征供应链，由专业的中小企业和较大的跨国公司组成，由国家物理实验室支持利基测试。高价值制造弹射中心及其相关的大学附属机构已经成功将材料和制造方面的专业知识汇集在一起，

为新产品的引进提供了桥梁。英国的交付机制和成熟的产学合作也是一项优势，涵盖了工业/学术界/弹射中心/研究所等多个群体。

(2) 英国拥有成功的和不断增长的先进材料公司

像劳斯莱斯这样的大公司，以及像航空航天这样的行业，都在使用和利用英国的先进材料。有许多成长中的英国中型公司，它们在先进材料和系统领域保持着高度的创新性并专注于可持续发展，例如雷尼绍、摩根先进材料、Ceres Power 等。

(3) 英国在先进材料方面具有标准和监管的优势

在英国政府的强大和持久的支持下，英国在标准和监管方面也处于有领先的水平。例如在核能领域，欧洲采用限制性的裂变框架，这扼杀了创新，减缓了进步。当与材料保证的新方法相结合时，英国针对核聚变的实际安全环境，渐进式的定制了监管框架，将帮助英国在聚变能源商业化方面领先世界。此外国家物理实验室与行业合作，对先进材料的计量研究通常会生成文件标准，也是创新领域的关键部分。

(4) 政府为先进材料提供了大量投资，这鼓励了私人投资

英国政府已经通过亨利·罗伊斯研究所、高价值制造弹射中心和其他举措对先进材料进行了大量投资。在整个英国，先进材料公司受益于一系列的财政支持，他们也获得了大量的私人投资。

而材料生产规模的扩大，反过来又使供应链上需要大量先进材料公司能够在某些应用领域进行创新。另外，在英国各地进行的制造中心投资提供了先进材料所需的更广泛的基础设施，并弥补了商业用途的差距。区域性投资体现了英国在集中投资以实现研发转化和应对关键挑战或战略优势领域的潜在成果。

政府通过工程与自然科学研究理事会、博士培训中心和计划拨款的资金安排，有利于让工业界以相对较低的商业风险推进新的想法，并进行合作，使投资回报最大化。

问题四：您想分享英国先进材料能力方面的任何具体差距吗？

报告列举了以下九个方面的差距。

1、战略与领导力

需要有国家级的先进材料战略，在各类资助计划之间建立更有效的协调，助力英国占据全球领先地位。同时，为技术成熟度在 1-7 之间的材料提供连贯资助。

2、商业化

由于在规模扩大过程中，缺乏资金支持及工业伙伴参与，使得英国在发展新的制造部门时错失机会。为此，需要有鼓励产学研合作的激励措施，弥补技术成熟度 3-6 之间的差距。另外，材料企业需要有实验室和试验规模的设施，以对新产品进行开发和商业化。

3、净零

需要进行包括生命周期评估、材料循环性和可持续性在内的全周期材料系统设计。英国循环经济探究二次材料在升级回收中的再利用，这在当前全球其他地区还不是重点。通过将拆解策略纳入产品设计，有望成为负责任创新的世界引领者。

4、资金缺口

英国缺乏先进材料领域的国际性大企业，英国材料企业不被外资收购的话无法发展到中等以上规模，材料领域的供应链缺乏广泛调查等。普遍认为，技术成熟度从6到9需要资本有耐心，而英国私人投资通常仅为3-5年。

5、碳纤维

据预测，到2025年全球对碳纤维的需求将超过全球产能。然而，英国不具备聚丙烯腈（PAN）前驱体的生产能力，需通过新的低能耗工艺以及新型前驱体材料来发展英国碳纤维本土化制造能力。

6、标准化

由于在标准化工作方面的差距，一些石墨烯产品中可能就根本不含有石墨烯。当前，还缺乏用于先进材料、智能材料物理化学表征的参照物和方法，阻碍了其安全有效生产。此外，在基础设施建设及其路线图制定等，也存在不足。

7、验证与表征

解决从材料到结构的放大问题，以及从原子到系统的一致性材料建模问题，是有必要的，当前也是欠缺的。需建设一个专业化的材料验证机构。

8、数字化与数据

通过建模快速跟踪未来的测量协议和标准，实现材料模拟和工艺优化的准确可靠评估。材料信息学及其与高通量材料系统创新的联系（不仅仅是数据整理，还有利用），以实现用于低能耗计算、数据存储和传输的材料。建议建设一个先进材料数据资源保障中心。

9、技能人才

英国在先进材料的相关人才和技能方面存在短板。提供材料科学与工程学位的高校不多，企业中有经验的材料工程师也捉襟见肘。正是由于人才短缺，复合材料、金属和陶瓷结构材料等曾经的优势领域，正面临着被削弱的风险。

吴振华 编译，董金鑫、万勇 审校自[2022-06-22]

Advanced Materials: Call for evidence - summary of responses

<https://www.gov.uk/government/consultations/uk-advanced-materials-call-for-evidence/public-feedback/advanced-materials-call-for-evidence-summary-of-responses>

美 DOE 筹建第七家制造业创新研究所

6月23日，美国能源部（DOE）发布了7000万美元的资助机会公告，将建设其管辖的第七家制造业创新研究所，这也是“制造业美国”框架网络下的第17家研究所。该所将重点推进工业脱碳技术，助力美国在2050年前实现净零排放。

在制造各种工业和消费产品时，所需的热能往往是由工艺过程加热产生。与制造业中其他各种过程相比，这种能源密集型过程产生的碳排放量要多得多。新研究所将围绕低碳工艺加热技术开展相关研究、开发和示范，并随着更多可再生能源进入电网，致力于推动过程加热电气化，并实现整个工业部门的深度脱碳。新研究所将着重关注以下三个主题领域。

（1）电气化加热技术的合作研究、开发和示范

通过开发和推广电气化工业过程加热技术，可显著减少温室气体排放。电气化加热技术包括但不限于电阻加热、感应加热、电磁辐射加热、UV感应转变、红外线加热、电子束以及等离子体加热与转变等。这些技术可用于加热、熔化、成型、固化和干燥等多种制造过程，并应用于各行业。

当前，美国电网的碳强度与区域位置密切相关，最低是佛蒙特州30.3磅CO₂当量/兆瓦时，最高是怀俄明州1990磅CO₂当量/兆瓦时，平均823磅CO₂当量/兆瓦时。随着更多可再生能源和其他低碳能源的推广，电网的碳强度将继续下降。在电网脱碳和工业电气化的共同作用下，将逐渐消除发电厂及制造工厂燃烧化石燃料而导致的温室气体排放和区域空气污染。减排优势也将助力电气化技术不断拓展其应用范围。当前，规模扩大所需供应链缺失是已知障碍之一。为此，研究所将推动供应链环节之间的协调，助力以具有成本效益的方式实现规模化新应用。

（2）过程建模与优化工具

过程建模工具涉及：告知与加速过程设计；优化过程以验证收益；将新技术整合到更广泛的制造过程中；确保电气化加热技术的安全性和可预测性等。传统加热过程已被纳入大多数过程模型当中，电工技术模型则较为少见，而且现有模型也不易于整合进整个工厂优化的完整工艺流程中。系统级的优化对加热过程而言尤为重要，需开发必要的工具来支持工艺设计、优化、系统集成和安全操作等，推动新技术的应用。同时，计算方法需将传统算法和新兴方法（如机器学习、数字孪生建模和先进传感技术等）有效结合起来。

（3）技术、市场与影响分析

通过缜密分析，确保研究所正在研究的技术，既能实现能源减排的技术目标，又具有巨大的商业化潜力。借助多维分析手段，评估相关技术的潜在生命周期和区

域能源排放影响，以及预期的市场、政策等其他影响技术推广应用的因素，还包括推广应用成本等。研究所将基于上述分析并综合考虑利益相关方的意见，制定技术路线图。

利用技术经济分析、生命周期评估和标准方法等分析工具，准确评估并比较各种电工技术、其他低碳/无碳能源和热源，及其可能取代的常规操作等。当前，缺乏这些工具和方法，成为电气化过程加热技术在投资和推广应用时面临的主要障碍。

一些电工技术在规模化扩大时受到供应链问题的掣肘。供应链的影响分析及其整合，也将是研究所工作范畴所在。

万 勇 编译自[2022-06-23]

U.S. Department of Energy Announces 7th Clean Energy Manufacturing Institute

<https://www.energy.gov/eere/amo/articles/us-department-energy-announces-7th-clean-energy-manufacturing-institute>

项目资助

英国 4.81 亿英镑投向研究与创新基础设施

6月15日，英国研究与创新署（UKRI）宣布将在未来三年内向研究与创新基础设施投资 4.81 亿英镑，以确保英国的人才、团队和创新企业能够使用其所需要的世界级基础设施，释放人才的全部潜力。

本批次资助的基础设施覆盖社会科学、天文与地理、生物与医学以及物理学等领域。与先进制造与新材料领域相关的资助项目包括“钻石”同步辐射光源二期（8150 万英镑）、用于原子尺度上研究材料的结构和动力学的粒子脉冲源（340 万英镑）、超快激光和红外光谱仪基础设施升级（860 万英镑）、欧洲核子研究中心的大型强子对撞机底夸克实验（110 万英镑）、UKRI 航空实验室（3700 万英镑）、Vulcan 2020 超高功率民用激光器（1980 万英镑）等。

黄 健 编译自[2022-06-15]

£481m for UK's world-class research and innovation infrastructure

<https://www.ukri.org/news/481m-for-uks-world-class-research-and-innovation-infrastructure/>

美 DOE 资助工业减排和制造清洁能源技术

6月，美国能源部（DOE）向多个项目拨款 5790 万美元，以帮助美国工业领域脱碳，推进清洁能源制造科学发展，增强美国的经济竞争力，加速实现拜登政府 2050 年净零碳排放的目标。

这些项目将侧重于创新，以帮助实现更清洁、更高效的制造，并开发出清洁能源技术的新一代制造工艺。主题领域包括以下三类。

(1) 制造工艺创新 将推进下一代制造工艺，提高能效，减少能源密集型行业的碳足迹，或降低制造成本并提高材料和产品性能。具体包括以下项目：

承担团队	主要研究内容
福特汽车	将基于 CO ₂ 的平台分子用于制造聚氨酯泡沫和纺织品
LanzaTech	可持续丙酮的新型供应链
普渡大学	蒸汽选择性膜换热循环系统，用于高效对流干燥
得克萨斯大学达拉斯分校	应用热响应聚合物对多孔材料进行非蒸发干燥
得州农工大学工程实验站	智能干燥辅助热泵系统实现优质木材的高效干燥过程
polySpectra	复合环烯烃树脂增材制造工艺，用于汽车轻量化
克莱姆森大学	制造轻量化汽车零部件的低成本敏捷工具的逆向设计方法
艾姆斯实验室	改进模具材料的粉末加工，用于轻量化车身板成形
Trillium 可再生化学品	丙烯腈的可持续制造
特拉华大学	用于轻型复合材料汽车部件的可感知、可管理、适应性强、可重复使用的工具

(2) 先进材料制造 将专注于开发和生产具有改进性能的先进制造材料，包括降低风力涡轮机运行和维护成本，以及延长氢环境下运行的部件寿命的材料。具体包括以下项目：

承担团队	主要研究内容
橡树岭实验室	用于换热器的新一代超高温材料整体加工方法
GE Additive	能源系统中高精度碳化硅纤维复合材料组件的增材制造
应用材料有限公司	应用于恶劣环境的涂层-合金协同开发
Diakont 先进技术公司	天然气输配和工业终端应用中，用于氢混合的抗氢多层复合涂层
伦斯勒理工学院	航空航天领域 Al-Ce 和 Al-Ce-Mg/Zn 合金的抗疲劳及断裂性能
北得克萨斯大学	用于高温航空航天结构的耐用铝铈合金的固态增材制造
美国西北大学	航空航天领域高效节能混合稀土铸造铝合金中铈的替代材料
波音研究与技术部	采用新型 Al-Ce-Ni 基合金的轻量化航空航天部件增材制造

通用原子能电磁系统公司	高效 SiC 纤维制造：通过改性材料处理新型前驱体的连续工艺
艾姆斯实验室	适用于恶劣工作条件的先进轴承材料
Pixelligent 技术公司	恶劣环境下轴承和齿轮金属氧化物涂层的快速高效沉积工艺
美国电力研究所	用于恶劣环境下激光定向能量沉积中氧化物掺杂的大规模网状 ODS 组件制造
南加州大学	采用机器学习改进 H ₂ 燃气轮机热障涂层耐久性以及制备工艺
美国西佛吉尼亚大学	用于氢涡轮动力系统关键部件防护的高熵合金基涂层

(3) 能源系统 将开发锂离子电池的创新制造工艺，以提高安全性，并且减少成本和上市时间。具体包括以下项目：

承担团队	主要研究内容
Palo Alto 研究中心	高能快充锂离子电池的共挤成型电极结构
Ampricus 技术公司	锂离子电池结构硅负极的高通量无源等离子体沉积
劳伦斯利弗莫尔实验室	用于结构化正极制造的干式激光粉末床熔接
华盛顿大学	锂离子电池声场辅助增材制造：可靠性表征和规模扩大
斯坦福大学	固态锂电池的可规模化、高通量露天喷涂等离子体制造
加州大学洛杉矶分校	锂离子电池三维结构的墨水直写技术

董金鑫 编译自[2022-06-17]

DOE Awards \$57.9 Million to Reduce Industrial Emissions and Manufacture Clean Energy Technologies

<https://www.energy.gov/eere/amo/articles/doe-awards-579-million-reduce-industrial-emissions-and-manufacture-clean-energy>

欧盟气候目标：钢铁行业脱碳

欧洲钢铁行业的 CO₂ 排放量占欧盟排放总量的 5% 左右。为达到欧盟的气候目标，需要在未来 5-10 年内开发新的低 CO₂ 技术并将其商业化。此外，3 月发布的 REPowerEU 计划重申了加速欧盟脱碳的必要性。在工业过程中替代煤炭、石油和天然气将减少温室气体排放，增强工业竞争力，并支持国际技术领先地位。

(1) 脱碳策略

自 1960 年以来，欧洲钢铁生产中的 CO₂ 排放量和能源使用量已经减少了一半，该行业的目标是到 2050 年，与 1990 年的水平相比，进一步减少 80%-95%。欧洲各地宣布的几个项目都旨在使用基于氢直接还原铁的新钢铁厂取代现有工艺。REPowerEU 计划强调，预计到 2030 年，欧盟约 30% 的主要钢铁生产将使用可再生

氢进行脱碳。

(2) 新工艺成本

在中短期内，使用新工艺制备钢铁的成本高于现有工艺。但氢基炼钢的成本取决于可再生氢和电力的花费。研究表明，随着可再生氢成本的大幅下降和 CO₂ 排放价格的上涨，到 2050 年，氢基炼钢成本可能会低于当前炼钢成本。此外，部署低 CO₂ 炼钢厂需要与相关基础设施（如可再生电力和传输网络、氢相关基础设施或 CO₂ 运输和储存基础设施）投资相配套。

(3) 研发的作用

欧委会共同资助的超低 CO₂ 炼钢（ULCOS）计划有助于钢铁行业脱碳技术的早期开发。ULCOS 汇集了欧洲钢铁行业和研究领域的 47 个合作伙伴，对评估和开发低二氧化碳工艺路线至关重要。

由“地平线欧洲”和煤炭与钢铁研究基金（Research Fund for Coal and Steel）共同资助的清洁钢铁伙伴关系（Clean Steel Partnership）于 2021 年 6 月正式启动，旨在到 2030 年将清洁钢铁生产的一系列突破性技术进行大规模示范。到 2030 年，其研发投资需要约 26 亿欧元，欧盟将为此机制出资 7 亿欧元。

欧委会创新基金（Innovation Fund）由欧盟排放交易系统的拍卖收入资助，预计将在支持低 CO₂ 示范工厂方面发挥重要作用。作为 REPowerEU 计划的一部分，欧盟委员会还将在创新基金下推出碳差价合同，以支持将现有的氢气生产从天然气完全转变为可再生能源，并使钢铁制造等行业向氢基生产流程过渡。

欧盟委员会还将成员国、工业界和研究界聚集在一起，以促进工业研究和技术创新，例如《欧洲战略能源技术计划》（European Strategic Energy Technology Plan, SET Plan）和《ERA 通用工业技术路线图》（ERA Common Industrial Technologies Roadmaps）。

(4) 范式转换

全球五大钢铁制造商以及欧盟最大的钢铁制造商都宣布了脱碳目标。与此同时，有证据表明新兴市场愿意支付绿色钢铁溢价，因为汽车公司宣布将在汽车制造中使用低 CO₂ 钢。通过实施其他监管举措来创建绿色市场，如制定绿色钢铁标准和绿色公共采购，欧盟有机会成为低二氧化碳钢铁生产的领跑者。

董金鑫 编译自[2022-06-15]

EU climate targets: how to decarbonise the steel industry

https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news/eu-climate-targets-how-decarbonise-steel-industry-2022-06-15_en

英推动量子技术商业化

6月15日，英国研究与创新署（UKRI）宣布将向16个量子研究与开发项目拨款600万英镑，用于推动光子集成电路、激光器、单光子雪崩二极管和纠缠光源等量子技术在安全通信、新型成像方法、传感和计算方面的商业化。这些项目大致可分为器件开发与应用推广两类。

器件开发类项目 包括：Q-Pods项目将把所有重要组件集成到封装中，降低用于驱动磁光阱的光电模块的尺寸、重量、功率和成本；锥形放大器项目将开发轻量紧凑、低功耗、强大和稳定可靠的新型激光器，使量子技术能够在恶劣和动态环境中部署；AlGaAsSb红外单光子雪崩二极管项目将针对目前甲烷探测技术的不足，通过研制高性能单光子探测器，使量子气体传感摄像机的探测效率提高4倍；QPICPAC将开发设计指南和封装流程，用于快速、低成本地封装量子光子集成电路；掺杂胶体量子点项目将量子软件和硬件结合起来，推动量子计算机纠错方面的进步；NextSTEPS项目将建立台式的纠缠光子源，并用于小型卫星平台；QGyro项目将开发基于原子自旋陀螺仪的导航级技术；Medusa将开发用于计算应用的集成量子光子技术并实现其商业化；Rydberg原子低频传感项目将论证利用Rydberg态的超冷原子探测甚高频和超高频波段射频辐射的可行性；PADME项目高性能、紧凑和可靠的纠缠光子对源等。

应用推广类项目 包括：高性能量子光源项目将开发用于各种应用的现场就绪型全套解决方案，以及用于小型卫星使用的纠缠光子光源；激光冷却光子量子存储系统项目将在商业可扩展的平台上展示最先进的激光冷却光子量子存储器寿命；CompaQT将利用商业工程技术将量子传感器带入日常生活，让没有经过高度专业训练的人也能用上相关技术与仪器；量子传感器推广项目将推动功能量子传感原型从实验室走向日常生活，并提供专业知识使传感器更接近市场应用；解决工业优化难题的量子计算项目将容错量子计算机的潜力，以解决与电信网络相关的长期优化问题；半导体自旋量子器件模拟器项目将开发基于真实机器学习的超快模拟器，并用于能够实时控制量子器件的软件，以实现自动量子比特调谐、优化和稳定等。

黄健 编译自[2022-06-15]

Bringing quantum technologies into the real world

<https://www.ukri.org/news/bringing-quantum-technologies-into-the-real-world/>

首个原子级量子集成电路问世

澳大利亚新南威尔士大学教授、硅量子计算公司 SQC (Silicon Quantum Computing) 创始人 Michelle Simmons 率领的研究团队制造出世界上首个原子级集成电路，包含有经典计算机芯片上所有的基本组件，而尺寸却只是在量子尺度上，需通过扫描隧道显微镜等方可一探究竟。该成果还首次解决了理论物理学家理查德·费曼在 1959 年提出的在原子尺度上控制物质的挑战。

为造出原子级量子集成电路，研究团队实现了以下三项技术：一是制备出尺寸均一的量子点，使其能级一致，电子可轻易穿越其中；二是量子点的能级单个且整体可调，实现量子信息传输可控；三是在亚纳米尺度上控制量子点之间的距离，在保证独立性的同时，使电子可进行量子相干传输。

研究团队利用该原子级量子集成电路精确模拟了聚乙炔分子的量子态，验证了量子系统建模技术的可行性。据介绍，选择由 10 个原子组成的碳链是因为处于经典计算机能够计算的大小范围之内，在该系统中独立的电子相互作用多达 1024 个。如果将碳链原子数增加到 20 个，可能的相互作用数量则会呈现指数级增长，超出了经典计算机的求解能力范围。

相关研究工作发表在 *Nature* (文章标题: Engineering topological states in atom-based semiconductor quantum dots)。

万 勇 编译自①[2022-06-23]②[2022-06-23]

① *Scientists emulate nature in quantum leap towards computers of the future*

<https://newsroom.unsw.edu.au/news/science-tech/scientists-emulate-nature-quantum-leap-towards-computers-future>

② *Silicon Quantum Computing announces world's first quantum integrated circuit*

<https://sqc.com.au/2022/06/23/silicon-quantum-computing-announces-worlds-first-quantum-integrated-circuit/>

钙钛矿太阳能电池寿命突破 30 年

钙钛矿是一种具有特殊晶体结构的半导体，非常适合制作太阳能电池。而且它们可以在室温下制造，因此相较于硅基电池，其生产成本更低、更具可持续性。然而钙钛矿电池的长期稳定性问题严重限制了其商业化应用。

美国普林斯顿大学开发出第一个具有商业可行性的钙钛矿太阳能电池。这种电池可在超出行业标准的情况下运行大约 30 年，远超当前硅基太阳能电池常见的 20 年使用寿命。这一成果标志着可再生能源技术的一个重大里程碑。

研究团队通过对不同材料进行分层，优化了光吸收，同时为保护最脆弱的区域免受曝光，他们开发了一个超薄的二维覆盖层，并放置在钙钛矿吸收层和电荷承载层两个关键组件之间，以防止钙钛矿半导体被烧毁。研究人员对电池进行加速老化测试，结果显示在平均温度为 35°C 且连续照明至少 5 年的情况下，电池仍可发挥出 80% 以上的初始转化效率。经过标准转换，这相当于在普林斯顿地区进行了 30 年的户外操作。这一突破将与现有技术相结合，使太阳能电池板变得更加便宜、高效、耐用，并将使太阳能应用到更多的领域中。

相关研究工作发表在 *Science*（文章标题：Accelerated aging of all-inorganic, interface-stabilized perovskite solar cells）。

董金鑫 编译自[2022-06-16]

Once seen as fleeting, a new solar tech shines on and on

<https://engineering.princeton.edu/news/2022/06/13/100-30-year-perovskite-solar-cell>

中科院发现碳家族单晶新材料

碳有多种同素异形体，包括金刚石、石墨、富勒烯、碳纳米管、石墨烯和石墨炔等。碳材料的性能与其拓扑结构密切相关，通过调节碳材料的带隙，可以使其表现出迥异的电学性质（如金属、半导体和绝缘体），从而在晶体管、能源存储器件、超导等领域具有广泛应用。

中国科学院化学研究所郑健研究员团队创制出新型碳材料：单层聚合 C₆₀，具有较高的结晶度和良好的热力学稳定性，并有适度的禁带宽度，在非线性光学和功能化电子器件方面具有巨大应用前景，同时在超导、量子计算、自旋输运、信息及能量存储、催化等领域也具有潜在应用价值。

研究人员使用聚合-剥离两步法：在常温常压下，首先通过掺杂金属镁将 C₆₀ 分子聚合起来，再通过有机阳离子切片策略把金属镁去掉，最终得到单层聚合 C₆₀（新型碳同素异形体单晶）。这种新材料通过 C-C 桥连单键和[2+2]环加成的四元环桥连键在平面内连接形成了一种全新的二维拓扑超结构。

相关研究工作发表在 *Nature*（文章标题：Synthesis of a monolayer fullerene network）。

董金鑫 摘编自[2022-06-17]

郑健课题组在《自然》杂志发布成果发现碳家族单晶新材料

http://www.ic.cas.cn/xwzx/yw/202206/t20220616_6462239.html

英开发全球首个使用偏振的超快光处理器

随着传统电子芯片尺寸越来越小，芯片上的晶体管数量接近极限，摩尔定律也日益逼近天花板。光子器件相对于电子器件的优势在于，光在大带宽上速度更快，功能也更强大，是突破摩尔定律极限的重要选项。如何充分利用光子学与可调谐材料相结合的优势，实现更快、更密集的信息处理，是当前科学家关注的重点问题。

英国牛津大学与埃克塞特大学合作，利用不同偏振的光不会相互影响的特性，将不同偏振的光纳入多个偏振通道展开并行处理，计算密度比传统电子芯片提高了几个数量级。研究人员使用混合玻璃材料开发了新型混合活性电介质（HAD）纳米线，在光脉冲照射时具有可切换的特性，每条纳米线都显示出对特定偏振方向的选择性响应，因此可使用不同方向的多个偏振同时处理信息。利用 HAD 纳米线的特性，光子计算通过多个偏振通道进行，纳米线则由纳秒光脉冲调制，通过结合了电子、非线性材料和复杂计算，开发出首个利用光偏振的新型计算处理器。

相关研究工作发表在 *Science Advances*（文章标题：Polarization-selective reconfigurability in hybridized-active-dielectric nanowires）。

黄 健 编译自[2022-06-16]

Researchers develop the world's first ultra-fast photonic computing processor using polarization
<https://www.ox.ac.uk/news/2022-06-16-researchers-develop-worlds-first-ultra-fast-photonic-computing-processor-using-0>

新型超薄电容器使高能效微芯片成为可能

硅基计算机芯片运行时需要消耗大量的能源。预计到 2030 年，信息技术将消耗 25% 的一次能源。开发在更低电压下工作、能耗更低的微电子器件是减少这种需求的有效方式。尽管许多非硅材料具有优秀的特性，但通常需要使用大电压来操作，这使其与现代电子产品并不兼容。

美国劳伦斯伯克利国家实验室 Lane Martin 教授带领的团队通过在两个金属层之间放置一层厚度只有 25 nm 的 BaTiO₃ 薄膜，开发出新型超薄电容器，可以在 50-100 mV 甚至更低的电压下工作。

研究团队使用脉冲激光沉积的工艺，将一束高能紫外线激光发射到 BaTiO₃ 的陶瓷靶上，使材料转化为等离子体，从而将原子从靶上传输到目标表面上以生长薄膜。这种工艺成功实现了对沉积薄膜的结构、化学成分、厚度以及与他们与金属电极界面的精确控制。最后，将薄膜放置在两个金属层之间，创造出新型电容器。新器件可以在 50-100 mV 甚至更低的电压下工作，低于当前电容器（500-600 mV）。此外，通过施加 100 毫伏或更小的电压，BaTiO₃ 薄膜的极化可在十亿分之一秒内切换，这与当前计算机访问内存或计算所需的时间相比具有竞争力。

相关研究工作发表在 *Nature Materials* (文章标题: Enabling ultra-low-voltage switching in BaTiO₃)。

吴振华 编译、董金鑫 审校自[2022-06-22]

New Ultrathin Capacitor Could Enable Energy-Efficient Microchips

<https://newscenter.lbl.gov/2022/06/22/new-ultrathin-capacitor-could-enable-energy-efficient-microchips/>

美开发出替代塑料的抗菌植物性食品包装

为了生产塑料食品包装和容器的环保替代品,美国哈佛大学和罗格斯大学的研究团队开发了一种可生物降解的植物涂层,可以喷洒在食品上,防止病原微生物和腐败微生物以及运输损坏。

研究人员开发出基于抗菌普鲁兰纤维(antimicrobial pullulan fibre, APF)的包装,该包装可生物降解,能够包裹食品基材,延长其使用寿命并提高其安全性。研究人员使用聚焦旋转喷射纺丝技术(一种生产生物聚合物的工艺)进行高通量系统纺丝 APF,以水为唯一溶剂,允许掺入天然衍生的抗微生物剂。以鳄梨为例,研究证明了 APF 涂层样品的保质期通过抑制天然微生物群落的增殖而延长。该涂层将鳄梨的保质期延长了 50%,且与未涂层的对照样品相比失去的重量更少。此外,涂层可以用水冲洗掉,并在三天内在土壤中降解。

研究人员还研究了包裹食物的新纤维与天然存在的抗菌成分(百里香油、柠檬酸和乳酸链球菌素)的结合机理。研究团队可以对这种智能材料进行编程,使其充当传感器,激活和破坏细菌菌株,以确保食物运输中不会受到污染。

相关研究工作发表在 *Nature Food* (文章标题: High-throughput coating with biodegradable antimicrobial pullulan fibres extends shelf life and reduces weight loss in an avocado model)。

冯瑞华 编译自[2022-06-21]

Scientists develop antimicrobial, plant-based food wrap designed to replace plastic

<https://www.rutgers.edu/news/rutgers-scientist-develops-antimicrobial-plant-based-food-wrap-designed-to-replace-plastic>

挤出打印可穿戴设备的高精度传感器

可穿戴技术已经成为日常生活的一部分,如智能手表、心脏监测器、睡眠辅助设备、计步器等。加拿大不列颠哥伦比亚大学 Mohammad Arjmand 研究团队探索出一种高分辨率挤出打印方法,创造了更小、更轻、更高精度的电磁干扰屏蔽和身体运动传感器,电磁干扰屏蔽防护罩小巧轻便,可用于医疗保健、航空航天和汽车等。

研究团队使用 **MXene** 二维无机纳米材料和导电聚合物，定制了具有多种特性的导电墨水，使其更容易适应可穿戴技术。这些导电材料的挤出印刷将允许进行宏观图案化，这意味着可以生产不同的形状，并且产品具有出色的结构灵活性。

目前，这些功能材料的制造技术大多限于层压和简单结构，无法集成监控技术。这些印刷结构可以植入微裂纹以开发高度敏感的传感器。结构中的微小裂缝被用来追踪周围环境的微小振动。这些振动可以监测多种人类活动，包括呼吸、面部动作、说话以及肌肉的收缩和放松。与传统制造技术相比，挤出印刷具有可定制化、减少材料浪费和快速生产等优势，并为可穿戴和智能电子产品开辟出许多机会。

相关研究工作发表在 **Carbon**（文章标题：**High-resolution extrusion printing of Ti_3C_2 -based inks for wearable human motion monitoring and electromagnetic interference shielding**）。

冯瑞华 编译自[2022-06-15]

UBCO researchers change the game when it comes to activity tracking

<https://news.ok.ubc.ca/2022/06/15/ubco-researchers-change-the-game-when-it-comes-to-activity-tracking/>

耐热稳定的氮化硼纳米管纤维

因氮化硼纳米管（BNNT）具有的非凡特性引发人们的极大关注，然而其宏观材料的合成和加工却面临巨大挑战。氮化硼纳米管类似于碳纳米管，在其六方晶格中具有交替的硼和氮原子而不是碳原子。两种类型的纳米管都很坚固，但与导电碳纳米管不同，BNNT 是良好的电绝缘体，在高达 900°C 的空气中具有热和化学稳定性。

美国莱斯大学 Matteo Pasquali 研究团队开发出一种定制湿纺工艺，制造出第一款耐热稳定的 BNNT 纤维。纯 BNNT 溶解在氯磺酸中并在浓度高于 170 ppmw 时形成双折射液晶域。光超声处理后合并成毫米大小的区域，低温电子显微镜直接显示溶液中 BNNT 的向列排列。BNNT 液晶可加工成排列整齐的薄膜并挤出成整齐的 BNNT 纤维。这项对 BNNT 向列液晶的研究证明了它们能够形成用于高性能应用的宏观材料。研究团队简化了对高价值纳米管的处理，使其更适合大规模应用，包括航空航天、电子和节能材料。

相关研究工作发表在 **Nature Communications**（文章标题：**Liquid crystals of neat boron nitride nanotubes and their assembly into ordered macroscopic materials**）。

冯瑞华 编译自[2022-06-23]

Boron nitride nanotube fibers get real

Rice lab creates first heat-tolerant, stable fibers from wet-spinning process

<https://news.rice.edu/news/2022/boron-nitride-nanotube-fibers-get-real>

新型凝胶精确调控动态着色

美国国家标准与技术研究院（NIST）Yun Liu 研究团队开发出一种名为 SeedGel 的新型凝胶，通过改变材料温度可以决定哪种颜色的光能够通过它。其应用范围广泛，包括电池、滤水器、组织工程等。具有意想不到的特性，材料的温度决定了哪种颜色的光可以通过它。

该凝胶最初是一种透明液体，由水和液体溶剂制成，并添加了二氧化硅纳米粒子。如果将这种混合物加热到一定温度，液体和纳米颗粒将形成一种物理凝胶，最初保持透明，但现在具有不同的内部结构。这些液体不是无定形的流体，而是形成互锁的微观通道，纳米颗粒被限制在其中一个通道内。当它被加热到特定的更高温度范围时，新发现就会出现：凝胶变得对所有颜色都不透明，除了个别颜色外，首先允许波长更短、更蓝的光通过，然后逐渐允许波长更长、更红的光通过。最终，一旦超过某个温度范围，凝胶就会对所有可见光变得不透明。中子散射实验解释了这种不寻常的行为，改变温度会导致微观通道之间的液体分子交换，从而改变这些通道的整体折射率。

该新型凝胶可由廉价、现成的材料制成，具有工业优势，且用途广泛，可调性强，可用于一系列智能光学设备和具有颜色应用的新型材料。

相关研究工作发表在 *Nature Communications*（文章标题：Finely Tunable Dynamical Coloration Using Bicontinuous Micrometer-Domains）。

冯瑞华 编译自[2022-06-27]

Novel Gel Proves Itself to Be Highly Tunable Color Filter

<https://www.nist.gov/news-events/news/2022/06/novel-gel-proves-itself-be-highly-tunable-color-filter>

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