

先进制造与新材料 动态监测快报

2022年 第14期

总第396期

重点推荐

【行业】英 EPSRC 发布《未来工程研究挑战》报告

【战略】英组建首个关键矿物情报中心

【行业】日机构发布汽车半导体供应链报告

【前沿】首个有机双极晶体管问世

目 录

专 题

英 EPSRC 发布《未来工程研究挑战》报告1

战略规划

英组建首个关键矿物情报中心4

美澳签署净零技术加速伙伴协议4

项目资助

美 DOE 资助小企业研发5

行业观察

日机构发布汽车半导体供应链报告6

研究进展

首个有机双极晶体管问世7

合作研究实现分子拓扑绝缘体7

白云母薄片表现出半导体行为8

智能织物感知用户运动方式9

第一台固态光学纳米电机9

美以合作首次观察到电子漩涡10

利用石墨烯实现小分子结构成像技术10

英 EPSRC 发布《未来工程研究挑战》报告

编者按：7月8日，英国工程与自然科学研究理事会（EPSRC）发布《未来工程研究挑战》（*Tomorrow's Engineering Research Challenges*）报告。该报告由 EPSRC 发起，通过包括一系列研讨会、圆桌会议和文献调研以确定关键挑战和应对这些挑战所需的工程研究。报告详细介绍了高级别优先事项、交叉主题和技术挑战，并据此提出了一系列建议。本期专题将其主要内容进行了编译。

《未来工程研究挑战》是一项英国范围内众多团体共同参与的报告，旨在确定未来 10-15 年工程师面临的最重要挑战，并探索应对这些挑战所需的创造性工程研究。其主要成果是为包括 EPSRC、英国研究与创新署（UKRI）、大学、专业工程机构、政府政策影响者等在内的各类受众提供信息，并对未来的研究战略提供灵感。报告提供的框架，将使投资实现更大的整合、影响和价值，并将有助于英国进一步发展和定位，成为世界上优秀的工程力量。

报告首先列出了①以更多样化的投入促进包容性工程成果、②加强资助机制以促进多学科和跨学科研究、③重新设计工程学科、④召集并组织专业工程专家并提高影响力、⑤鼓励多样化及敏捷和有影响力的技能、⑥激励下一代等六大高优先级事项；提出了①实现净零和可持续性、②更快速的数字化设计、③更容易地获取和使用数据、④增加人类（生存）韧性、⑤理解复杂系统、⑥利用新兴及颠覆性技术、⑦支撑工具和技术等七大跨学科主题，以及八大技术挑战（图 1）。



图 1 《未来工程研究挑战》明确的八大技术挑战

EPSRC 组织的研讨会上确认了这八大技术挑战之间的关键相互联系（图 2）。

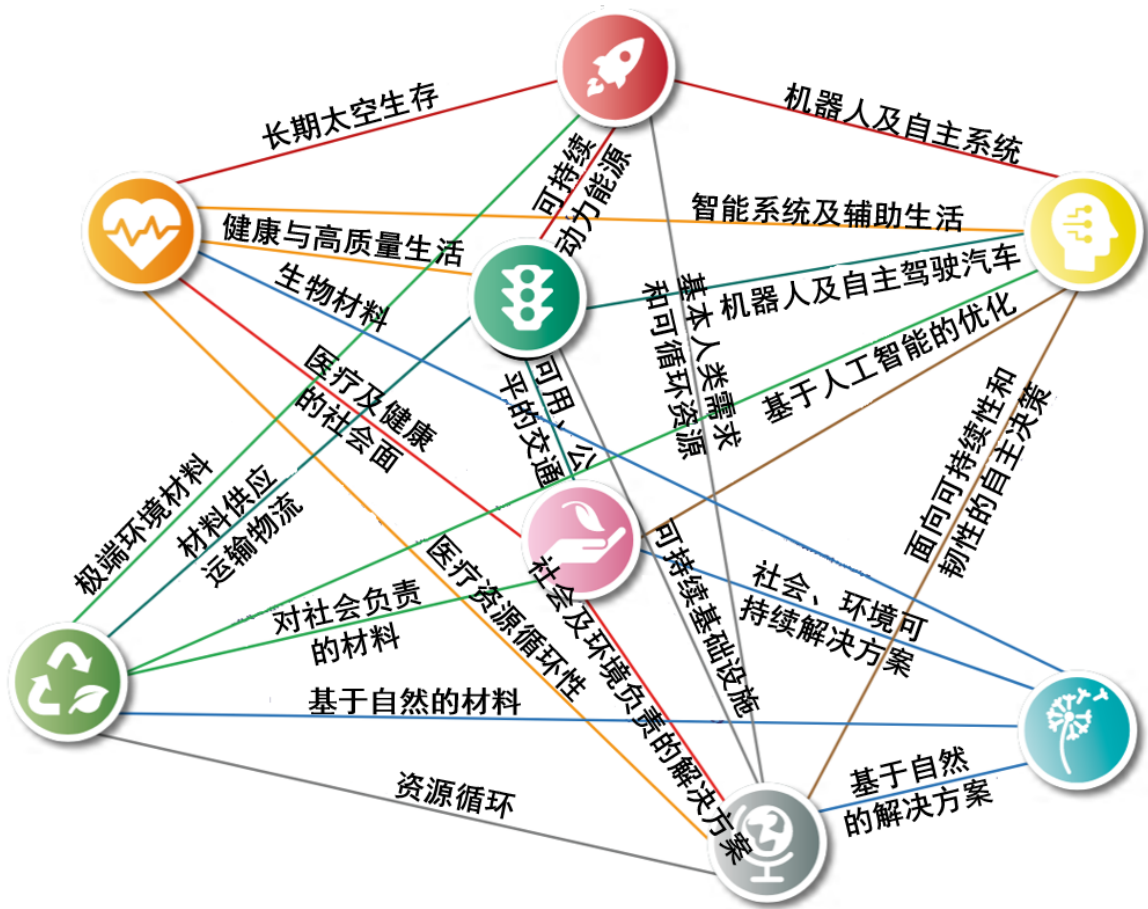


图 2 八大技术挑战之间的关键联系

报告提出了以下九条建议。

(1) 以更多样化的投入促进包容性工程成果

该报告建议 UKRI 和相关机构继续采取有效行动，以改善研发界的平等、多样性和包容性（Equality, Diversity and Inclusion, EDI），并增强包容性工程，确保工程产品和服务可供所有用户使用，确保无人落后，并且尽可能使少数群体不受歧视和偏见。

具体建议包括：①所有未来研究工作都应当包含包容性工程成果；②继续加强与专业工程机构（professional engineering institutions, PEIs）、皇家工程学院、工业和学术界的联系，以促进利用不同观点和包容性进行研究的机制；③增加机会和激励，以促成新的合作；④通过了解良好的 EDI 实践和少数群体的生活经验，使包容性渗透到整个研究框架中；⑤超越既定的咨询路线，以吸引更多不同的观点；⑥改进资助模式，确保高质量的研究项目在英国各地得到资助和分配。

(2) 加强资助机制以促进多学科和跨学科研究

该报告支持 UKRI 跨学科研究新战略，工程研究界需要打破传统模式，实现真

正的多学科研究来应对现有挑战。建议包括：①提供主动支持机制，以促进和资助跨学科和多学科研究；②提高识别、评估跨学科研究想法的能力；③鼓励工程界应对跨学科挑战，特别是通过整合和吸收社会科学和环境科学的专业知识。

（3）重新设计工程学科

专业工程机构与 UKRI、大学和教育机构合作，使工程师能够适应未来的需求，抓住机会扩展他们的技能，并对拓宽传统边界以适应未来的学科持开放态度。

（4）召集并组织工程专家，提高影响力

该报告建议工程研究资助者和相关机构应接受集体领导，以激励关键团体共享知识，并确保英国的工程师具有适当的技能；最大限度地利用获得的关系，确保挑战得到协调一致的解决。此外，应与国际研究组织建立更紧密的联系，以解决未来的挑战。具体措施包括：①组建并加强 UKRI、PEIs、学术机构、其他资助者和第三部门的定期聚会，以分享战略和知识；②定期重新召集团体的不同成员，重新审视长期工程挑战；③建立并促进交流网络，以确保研究团体能够有效连接。

（5）鼓励多样化、敏捷和有影响力的技能

报告建议除了现有的专业发展计划，应为不同的团体提供更大的支持，使他们能够应对技术挑战，同时以包容、凝聚和灵活的方式将培训和人才聚集在一起。具体举措包括：①PEIs 将继续与工程教授委员会、UKRI 和教育机构合作，通过持续的专业发展，确保在职业生涯的各个阶段都有一批拥有多样化、敏捷和有影响力的技能的人才；②为青年研究人员创造更多机会；③鼓励召开工程博士培养中心年会，汇集并分享关于包容性和可持续工程职业的知识和理解；④优先关注关键领域的技能，如可持续性、数字技能、系统思维、数据科学和新兴技术。

（6）激励下一代

资助者（如 UKRI）、专业机构、大学和相关行业应支持研究人员和现有劳动力，以进一步激励和吸引年轻人从事工程职业。除此之外，还应促进公众互动，并赋予研究团体与社会互动的权力。此外，应将重心放在未来工程挑战的推广上，围绕八项技术挑战展开公开对话。

（7）针对七个交叉主题，整合、发展和推进相关成果

工程研究在支持政府实现净零排放和可持续性方面发挥着至关重要的作用，并能够更快地进行数字设计，以提高生产力，增强数据的访问和使用。因此，报告呼吁工程界应更广泛更积极的参与交叉主题中，并且鼓励资助者支持研究人员的发展，以解决这些问题，并支持科学、工具和技术的发展。

（8）针对八个主要技术挑战，制定方案并取得进展

报告建议继续推进和深化对技术挑战的思考，并以跨学科、全球化和包容的心态来实现这一点。EPSRC、UKRI 和相关机构应当审核报告，并继续让更广泛的团

体，参与这些工程挑战，并与他们共同创造解决方案。重点活动应包括探索现有投资组合的协同作用；提供机会，尽可能地整合研究，使其影响最大化，并调整研究和创新活动的机制。

(9) 支持灵活的融资方式

报告建议应允许灵活的资助方法，以优化对发现导向和应用驱动研究的支持，从而促进新想法的产生和多学科活动，支持将研究转化为应用和产业吸收。具体建议包括：①鼓励团体自由创新；②优先资助以发现和应用为导向的团体主导的研究；③加强行业认同，支持转化过程，并从早期开始与他们合作。

黄健、董金鑫 编译自[2022-07-08]

Tomorrow's Engineering Research Challenges

<https://www.ukri.org/publications/tomorrows-engineering-research-challenges/>

战略规划

英组建首个关键矿物情报中心

7月4日，英国工业部长 Lee Rowley 宣布，关键矿物情报中心（Critical Minerals Intelligence Centre, CMIC）正式启动，这是英国首个收集和分析关键矿物供应信息的机构，其关注的矿物对英国经济发展和国家安全至关重要。

该中心位于诺丁汉，由英国地质调查局负责运营，将通过为政策制定者提供有关供应、需求和市场动态的最新数据与分析，提高英国关键矿产供应链的韧性。这些数据将用于制定基于证据的政策，旨在为英国建立更为强大的关键矿产供应链。该中心还将就新出现的问题向政策制定者提供建议，包括与关键矿物资源相关的地缘政治、伦理和环境风险等。

万勇 编译自[2022-07-04]

UK's first Critical Minerals Intelligence Centre to help build a more resilient economy

<https://www.gov.uk/government/news/uks-first-critical-minerals-intelligence-centre-to-help-build-a-more-resilient-economy>

美澳签署净零技术加速伙伴协议

在悉尼能源论坛上，美国能源部长和澳大利亚气候变化和能源部长签署了澳美净零技术加速伙伴关系（协议），以加快零排放技术的开发和部署，并在关键矿产供应链上进行合作，以减少温室气体排放，同时促进经济增长。

美澳两国将在该合作伙伴关系框架下共同努力，以期在长期储存、电网整合、清洁氢气、直接空气捕获以及关键矿物和材料方面取得重大进展——为出口创新技术提供重要机会，从而加速全球清洁能源转型。

黄健 编译自[2022-07-12]

Australia and U.S. Join Forces on the Path to Net-Zero

<https://www.energy.gov/articles/australia-and-us-join-forces-path-net-zero>

项目资助

美 DOE 资助小企业研发

7月11日，美国能源部（DOE）宣布向30个州的小型企业提供总计1.37亿美元，包括120个项目并且涉及多个优先事项，如清洁能源、网络安全、高能物理和防止核扩散等。其中，先进制造办公室根据DOE小企业创新研究计划（SBIR）和小企业技术转让计划（STTR）资助的项目在第一阶段的进展以及在重点关注的主题中表现的潜力，从中选择10个项目并向其提供1080万美元，以帮助他们进入第二阶段。

重点关注的主题包括：①先进制造，侧重于开发工业脱碳技术；②热能储存，着重关注支持工业脱碳的高温热化学储能技术的制造工艺；③高扭矩直驱发电机，支持以更紧凑的尺寸和更经济高效的方式，提高海上风力、船用涡轮机以及水轮机的功率；④导电性增强材料用于跨越式电热应用，通过降低成本、推进电气化以及提高热能能效，加快向零碳电网的过渡。

董金鑫 编译自[2022-07-12]

Advanced Manufacturing Office Announces \$11.5 Million for 10 Small Business Research and Development Projects

<https://www.energy.gov/eere/amo/articles/advanced-manufacturing-office-announces-115-million-10-small-business-research>

日机构发布汽车半导体供应链报告

2021年5月，日本经济产业省（METI）与日本国内的主要汽车制造商合作成立了汽车半导体供应链工作组，旨在应对从2020年12月开始的全球半导体短缺影响，保障汽车用半导体的稳定供应。2022年7月，该工作组发布了题为《努力提高汽车供应链韧性》（*Efforts to Make Automotive Supply Chains Resilient*）的中期报告。报告提出以下两点主要举措。

（1）努力保障汽车用半导体的稳定供应

首先，将改变生产计划的呈现方式。通过更长的时间段、更多的细节和更高的发送频次等，改进从汽车制造商发送到供应商的生产计划，提高半导体制造商的可预测性。其次，使得半导体产品与工艺变更的程序标准化。在更换半导体材料时，各个汽车制造商都会进行质量评估，作为产品或工艺更改的一部分。为了更加有效地增补或替换供应商，这些质量评估流程有必要进行标准化处理，并加快进度。

（2）增强汽车供应链韧性的方法

汽车制造商通过分析供应链风险，在兼顾成本与风险的同时，构建灵活、稳固的供应链。当一家企业无法自行解决问题时，将通过跨行业的举措或在政府支持下解决问题。

首先，在评估供应链风险时，制造商将利用内部和外部数据库，以及分析工具来有效了解供应链结构，并根据碳足迹计算等信息需求，构建汽车行业的跨行业数据协作平台。其次，在应对供应链风险时，制造商将考虑如何增加高风险零部件的库存，制定半导体的中长期发展战略，并通过协助零部件行业实现碳中和来维持日本国内生产基地。如果停产不可避免，将考虑如何保证供应商多元化，并避免依赖任何特定国家。

万 勇 编译自[2022-07-01]

Automotive Semiconductor Supply Chain Working Group Releases Interim Report Titled Efforts to Make Automotive Supply Chains Resilient

https://www.meti.go.jp/english/press/2022/0701_003.html

首个有机双极晶体管问世

现有的晶体管技术不适用于新型的柔性电子元件，如可滚动的电视显示器或人体内的医疗器件。德国德累斯顿工业大学教授 Karl Leo 和 Hans Kleemann 领导的研究小组开发出首个有机双极晶体管，具有高度有序的薄有机层。该晶体管将为有机电子学开辟出全新前景，并将极大地提升处理和传输数据的速度，潜在应用场景包括配备传感器的智能贴片。

研究人员在 p 型掺杂和 n 型掺杂薄膜之间添加本征薄膜以改善反向泄漏，并形成 pinip 结构。利用金 (Au) 制备发射极和集电极，以促进空穴注入，而基极由铝 (Al) 制成，以实现更好的电子注入，最终得到高效有机双极晶体管。其特征是底部垂直堆叠矩形发射极电极，中间堆叠手指状结构基极电极和矩形集电极。其数据处理速度比以往的有机晶体管快很多倍，且元件工作频率首次达到千兆赫范围，即每秒超过 10 亿次开关操作。

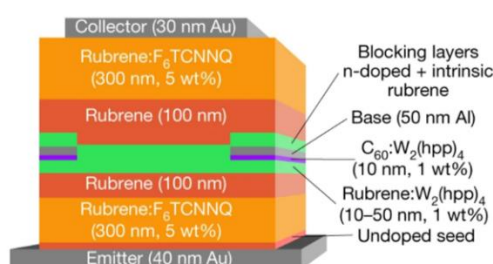


图 有机双极晶体管垂直堆栈结构

相关研究工作发表在 *Nature* (文章标题: Organic bipolar transistors)。

董金鑫 编译自[2022-06-22]

First Organic Bipolar Transistor Developed at the Tu Dresden

<https://tu-dresden.de/tu-dresden/newsportal/news/erster-organischer-bipolartransistor-an-der-tu-dresde>

n-entwickelt

合作研究实现分子拓扑绝缘体

在大多数分子导线中，随着导线长度的增加，电子在导线上传输的效率呈指数下降。美国哥伦比亚大学与德国雷根斯堡大学、中国北京理工大学合作，共同制造出一种 2.6 nm 的纳米线，随着长度的增加，电导异常增加，具有准金属性质。其优异的导电性为分子电子学领域带来了巨大的希望，可使电子器件变得更微小。

研究人员开发出支持两端未配对电子的分子线设计，并形成类似拓扑绝缘体的一维分子线。其边缘高度导电，但在中心绝缘。此外，研究人员用氮取代自由基所

在的末端碳，提高了分子的稳定性，使其可在室温下保持稳定。该分子纳米线成功打破了指数量级规则，并利用自由基边缘态，生成了一条高导电路径，实现了“反向电导衰减”，即系统的电导随着导线长度的增加而增加。

相关研究工作发表在 *Nature Chemistry* (文章标题: Highly conducting single-molecule topological insulators based on mono- and di-radical cations)。

董金鑫 编译自[2022-07-22]

Led by Columbia Engineering, Researchers Build Longest, Highly Conductive Molecular Nanowire
<https://www.engineering.columbia.edu/news/led-columbia-engineering-researchers-build-longest-highly-conductive-molecular-nanowire>

白云母薄片表现出半导体行为



白云母薄片

白云母 (Muscovite mica, MuM) 是一种高度稳定的矿物，通常用作绝缘体，然而单层和少层 MuM 的电学特性尚不清楚。日本芝浦工业大学和印度马德拉斯理工学院组成的联合研究团队发现，只有几个分子层厚的 MuM 薄片具有异常高的电导率，以及类似于宽禁带半导体的能带结构，有望成为既灵活又耐用的二维电子设备的理想材料。

研究人员将不同厚度的 MuM 薄片剥离到硅 (SiO₂/Si) 基板上，为了避免隧道效应，在接触电极之间保持 1 μm 的间距。研究发现，随着 MuM 薄片层数的减少，导电状态逐渐呈现，对于 20 nm 以下的 MuM 薄片，电流取决于薄片厚度，与 20 nm MuM 相比，10 nm 厚 MuM (5 层厚) 的电流大 1000 倍。研究人员将实验电导率数据拟合到“跳跃传导模型” (hopping conduction model) 中，该模型表明电导率是由于导带载流子密度随着厚度的减小而增加。随着 MuM 薄片的厚度减小，将电子从固体块体移动到表面所需的能量降低，使电子更容易进入导带，在导带内电子可以自由移动以导电。载流子密度增加主要归因于 K⁺ 离子的表面掺杂贡献和 MuM 晶体结构的弛豫。

相关研究工作发表在 *Physical Review Applied* (文章标题: Thickness-Dependent Nonlinear Electrical Conductivity of Few-Layer Muscovite Mica)。

冯瑞华 编译自[2022-07-07]

Thin Mica Shows Semiconducting Behavior, say Scientists in New Study
<https://www.shibaura-it.ac.jp/en/news/nid00002484.html>

智能织物感知用户运动方式

美国麻省理工学院使用一种新颖的制造工艺，生产出贴合身体的智能纺织品，可以感知用户的姿势和动作。该技术可应用于多个领域，特别是在医疗保健和康复方面。例如，它可用于生产智能鞋，用于跟踪受伤后重新学习走路的人的步态，或用于监测糖尿病患者足部压力以防止形成溃疡。此外，在骨科运动医学领域，这项技术提供了更好地检测和分类运动以及识别现实世界情况下力的分布模式的能力，增强伤害预防和检测技术，有助于评估和指导康复。

研究人员通过热成型技术，即加入一种特殊类型的塑料纱线并加热将其轻微熔化，大大提高编织到多层针织纺织品中的压力传感器的精度。这种工艺技术被称为智能纺织传感器三维数字编织（3DKnITS），通过该技术可以实现快速原型制作，并且可以轻松扩大制造规模。研究人员利用 3DKnITS 技术创造了“智能”的鞋子和垫子，然后构建了硬件和软件系统来实时测量和解释来自压力传感器的数据。通过数字针织技术可以自由设计图案，并将传感器集成到结构本身中，还可以根据身体形状进行开发。机器学习系统预测智能纺织垫上的个人动作和瑜伽姿势的准确率可达到约 99%。研究人员还使用圆形针织机制作了一款合身的智能纺织鞋，在整个 3D 纺织品上分布有 96 个压力感应点，当穿着踢足球时，智能纺织鞋可测量施加在脚不同部位的压力。

相关研究工作发表在 IEEE in Medicine and Biology Society Conference（文章标题：3DKnITS: Three-dimensional Digital Knitting of Intelligent Textile Sensor for Activity Recognition and Biomechanical Monitoring）。

冯瑞华 编译自[2022-07-07]

Smart textiles sense how their users are moving

<https://news.mit.edu/2022/smart-textiles-sense-movement-0707>

第一台固态光学纳米电机

美国得克萨斯大学奥斯汀分校和中国西安交通大学的研究人员创造了第一台固态光学纳米电机。新电机的宽度不到 100 nm，可以在光照下在固体基板上旋转。该电机可以作为无燃料、无齿轮的发动机，将光能转化为机械能，用于各种固态微纳机电系统。

这一突破源于一种新颖的设计：基板上的薄层相变材料。当暴露在光线下时，薄膜会发生从固态到准液相的局部可逆变化。这种相变可以降低纳米电机的摩擦力并驱动旋转。研究人员将继续改进他们的创造，努力提高性能，使纳米电机更加稳定和可控，从而以更高的速率将光能转化为机械能。

纳米电机有可能在某些情况下取代电池，仅使用光来产生机械运动和电力设备。

纳米电机的旋转运动可以吸收灰尘和其他颗粒，使其可用于空气质量测量。纳米电机可以推动人体内的药物输送装置，还可以为小型无人机以及其他微型车辆提供动力以进行监视和测量。

相关研究工作发表在 *ACS Nano*（文章标题：Opto-Thermocapillary Nanomotors on Solid Substrates）。

冯瑞华 编译自[2022-07-06]

Tiny Motors Take a Big Step Forward

<https://cockrell.utexas.edu/news/archive/9527-tiny-motors-take-a-big-step-forward>

美以合作首次观察到电子漩涡

理论学家们预测在特定情况下，电子会捕捉到彼此的量子行为，即量子效应占据主导地位，并作为电子流体集体移动，而电子在漩涡中流动是其标志现象之一。美国麻省理工学院和以色列魏茨曼科学研究所的物理学家，首次观察到电子漩涡现象。这一发现证实了电子行为中一个基本属性，为研究粘性电子流增加了一个重要的里程碑。此外，它们还可为工程师们如何设计低功率设备提供线索。

研究人员合成出纯的二碲化钨单晶并制成薄片。然后，他们使用电子束光刻技术和等离子体蚀刻技术，将每个薄片雕刻到与两侧圆形腔室相连的中心通道中。最后，他们在 4.5 开尔文的超低温下让电流通过每个图案化的样品，并使用纳米级扫描超导量子干涉设备（SQUID）测量每个样本特定点的电流。结果表明当电子流过二碲化钨后，会流经通道并进入两侧的腔室，就像水倒进碗里一样。电子会在每个腔室中形成小漩涡，然后再流回主通道。

相关研究工作发表在 *Nature*（文章标题：Direct observation of vortices in an electron fluid）。

马滢雪 编译、董金鑫 审校自[2022-07-06]

Physicists see electron whirlpools for the first time

<https://news.mit.edu/2022/electron-whirlpools-physics-0706>

利用石墨烯实现小分子结构成像技术

通常，分子结构是通过核磁共振或 X-射线衍射等间接技术确定，这些方法不仅耗时，而且可能会推导出错误的结构。美国伊利诺伊大学香槟分校 Pinshane Huang 副教授率领的研究团队实现有机小分子中轻元素的原子分辨率扫描透射电子显微镜成像，该发现加速了成像技术的发展，使得小分子的结构可以很清晰地被直接看见，这一过程曾经被认为是不可可能的。

与大分子不同，来自小分子的成像信号很容易被周围环境淹没。研究人员选择

低背景石墨烯作为基板，可使分子的临界剂量增加 2-7 倍。利用低剂量、室温、像差校正的 STEM 对二维单层和双层分子晶体进行成像，然后采用先进的图像处理方法，从 10^2 - 10^4 个单独分子中创建高质量的复合图像。在金属卟啉和酞菁衍生物中，这些图像包含分辨率高达 1.3 Å 的元素敏感对比度，足以区分单个碳原子和氮原子。

相关研究工作发表在 *Nano Letters* (文章标题: Atomic-Resolution Imaging of Small Organic Molecules on Graphene)。

马滢雪 编译、万 勇 审校自[2022-07-08]

Illinois research team accelerates imaging techniques for capturing small molecules' structures
[https://matse.illinois.edu/news/illinois-research-team-accelerates-imaging-techniques-for-capturing-sm
all-molecules-structures](https://matse.illinois.edu/news/illinois-research-team-accelerates-imaging-techniques-for-capturing-small-molecules-structures)

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 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