

科技信息参考

2023
第6期

双月刊
总第100期

中国计量大学图书馆 汇编

科技信息参考

2023 年第 6 期

双月刊

总第 100 期

主办单位： 中国计量大学图书馆信息咨询部
电话： 0571-86835722
电子邮箱： zixun@cjlu.edu.cn

目录

政策与战略	2
英国发布《先进制造业计划》支持汽车、航空等产业	2
美国国务院发布人工智能战略 拟借人工智能助力外交发展	3
欧盟理事会通过《欧洲数据法》（DATA ACT）	4
基础科学	5
科学家首次在金星白昼面观测到原子氧	5
用新型显微镜探测单电子的量子态	6
科学家首次发现原子核基态存在分子型结构	9
自动化与材料	11
日本厂商研发不含钴的新型锂电池	11
钙钛矿电池光电转换效率达 26.1%	11
熵驱动，让纳米材料按编程生长！	12
哈佛大学工程师发现将橡胶阻力提高 10 倍的方法	19
电子与信息技术	21
我国科学家实现水-气跨介质高效通信	21
美国加州大学自组装分子结构生成电控固态热开关	22
用于智能室内环境的具有多光谱图像实现的自供电传感设备	25
生物医药	27
中国科学家成功构建胚胎干细胞嵌合体猴	27
科学家利用新方法实现小鼠基因组改造	29
新型类脑晶体管模仿人类智能	30
新器件有望实现生命体与机器的无缝衔接	31

政策与战略

英国发布《先进制造业计划》支持汽车、航空等产业

作者：刘蕊

文章来源：财联社

发布时间：2023-11-27

当地时间周日（11月26日），英国政府发布《先进制造业计划》，指在通过提高投资、促进国际合作等方式发展汽车、氢能、航空航天等战略性制造业，并借此刺激本国就业。

该计划投资规模将达到 45 亿英镑（约合人民币 405.36 亿元），涉及汽车、航空航天、生命科学、氢能、风能等多个领域。其中，英国政府将投入约 30 亿英镑用于汽车制造业（包括电池制造业）和航空航天行业。

英国商务与贸易大臣凯米·巴德诺克(Kemi Badenoch)在文件中写到：“这些领域正在开发尖端技术，推动我们向净零排放过渡。它将确保英国仍然是世界上从事尖端研究和将新产品推向市场的最佳地点之一。”

根据英国政府公布的《先进制造业计划》文件，这份计划总体分为三部分，分别是：①投资于制造业的长期未来；②国际合作和建立供应链韧性；③降低成本和消除障碍以提高竞争力。

首先，在制造业投资方面，英国政府提出，从 2025 年至 2030 年，政府将提供 45 亿英镑的资金支持战略性制造业，其中包括为汽车领域（包括电池制造业）提供超过 20 亿英镑的资金，为航空航天领域提供 9.75 亿英镑，为生命科学制造业提供 5.2 亿英镑，以及提供 9.6 亿英镑用于发展绿色工业制造业（即碳捕获、利用和储存(CCUS)、氢能、电力网络和海上风能）。

根据英国商贸大臣巴德诺克在文件中的说法，英国政府对未来制造业每投资 1 英镑，就会带动 5 英镑的额外私营部门投资。

其次，在国际合作和供应链方面，英国政府称，英国正在进行国际合作，通过增加自由和开放贸易为制造业提供机会，并通过寻求和达成与美国和日本等主要盟友的伙伴关系。除此之外，英国还将在 12 月发布英国电池战略，以及关键进口和供应链战略。

最后，在降低成本方面，英国通过继续改善英国的商业环境来提高竞争力。

此前，英国财政大臣已经宣布了支持企业和消除投资障碍的措施，包括提出永久性全额费用，为投资 IT 设备、工厂和机械的企业提供每年 110 亿英镑的有效永久

减税，从而帮助企业可以以更少的成本进行投资和探索发展先进制造业。英国政府声称，此举将增加 140 亿英镑的商业投资，并有助于经济增长。

英国此项计划旨在通过发展战略性行业，刺激高技能人才就业。文件中写到，仅电池行业就可以在英国创造 10 万个高薪高技能就业岗位。

此外，英国政府还提出氢发展战略，设立了到 2030 年前，将英国氢产能达到 10GW（其中至少一半来自电解氢或“绿色”氢）的目标。

英国政府的这一揽子计划建立在最近赢得的投资基础之上。据报道，日产汽车公司最近宣布投资 20 亿英镑，以扩大其在英国的电动汽车中心。塔塔汽车公司也宣布，将投资 40 亿英镑在英国萨默塞特（Somerset）建造一座超级工厂。

美国国务院发布人工智能战略 拟借人工智能助力外交发展

文章来源：中国科学院网信工作网

发布时间：2023-12-27

2023 年 11 月 9 日，美国国务院发布其首项人工智能战略，计划在美国国务院推动人工智能创新、基础设施、政策、治理和文化等方面的建设与应用，进而增强美国的外交能力。该战略提出了四项基本目标：（1）在国务院构建安全的人工智能基础设施，促进人工智能在本机构的应用，并优化相关的采购流程和政策。（2）为国务院工作人员提供人工智能技能培训和支 持，招聘人工智能专业人才，并围绕人工智能人才的发展需求设置新岗位。（3）制定人工智能治理政策和指南，建设适合人工智能应用的高质量数据，并促进数据的访问与使用。（4）识别和测试潜在的人工智能应用，并促进其规模化应用，实现人工智能应用的创新。

近期，美国政府不断加码在人工智能领域的布局，10 月 30 日拜登签署了一项总统行政令，要求开发和应用安全、可靠和可信赖的人工智能；11 月 1 日，美国商务部宣布将成立一家人工智能安全研究所；11 月 2 日，美国国防部发布《数据、分析和人工智能采用战略》，推动国防部数字化转型。近期美国这一系列动作体现了其在人工智能领域的战略意图和行动力，包括在政府部门加快人工智能应用、加强风险研判和防范、完善治理体系，有望提升其现代化治理能力。

<https://www.state.gov/wp-content/uploads/2023/11/Department-of-State-Enterprise-Artificial-Intelligence-Strategy.pdf>

欧盟理事会通过《欧洲数据法》（DATA Act）

文章来源：中华人民共和国驻德意志联邦共和国大使馆

发布时间：2023-11-27

2023 年 11 月 27 日，欧盟理事会通过了《关于公平数据访问和使用统一规则的条例》（简称“数据法案”，Data Act）。该条例在欧盟公报上发布并经过为期 20 个月的基本过渡期之后，数据法案将在整个欧盟范围内成为直接适用的法律。

数据法案包含许多规定，旨在在不同生活领域更多且更好地利用数据。数据法案最终有助于实现德国联邦政府数字战略中确定的目标，即通过更多的数据利用为新业务模式、初创企业和中小企业带来更多的增值。数据法案主要规定包括：

- 企业向消费者（B2C）和企业间（B2B）的数据传递；
- 根据欧盟法律有义务提供数据的数据所有者的责任（包括 B2B 领域的费用规定）；
- 针对企业之间数据获取和使用的滥用合同条款的禁止（B2B）；
- 由于特殊需要向公共机构提供数据的义务（B2G）；
- 在数据处理服务之间切换时的合同规定和技术实施（“云切换”-Cloud Switching）。

参考资料：

<https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/DP/eu-data-act.html>

基础科学

科学家首次在金星白昼面观测到原子氧

作者：欧飒

文章来源：新华社

发布时间：2023-11-9

德国研究人员在最新发表的一篇论文中说，他们首次在金星白昼面直接观测到原子氧的存在，而先前只是通过研究金星大气层中的一些分子等手段间接推断金星白昼面存在原子氧。



这是 3 月 24 日在北京拍摄的月掩金星天象。新华社记者李鑫摄

据英国科学新闻网站 8 日报道，先前有研究人员在金星黑夜面观测到原子氧的存在，并推测白昼面也存在原子氧。

2021 年 11 月，德国航空航天中心、马克斯·普朗克天文学研究所和科隆大学的研究人员利用平流层红外观测设备观测到金星白昼面存在原子氧。相关研究报告发表在最新一期英国《自然·通讯》杂志上。

研究人员说，金星大气层中有两股强劲气流。在距离金星表面大约 70 公里以下的气流层中，吹着与金星自转方向相反的飓风一样的风；在 120 公里以上的气流层中，则吹着方向相反的强风。原子氧就存在于这两个气流层之间。金星大气中的

二氧化碳和一氧化碳在太阳紫外线辐射下分解出原子氧和其他化学物质。一些原子氧被风吹到黑夜面。

白昼面的原子氧温度约为零下 120 摄氏度，黑夜面的原子氧温度约为零下 160 摄氏度。

金星因质量和体积等与地球类似，被称作地球“姐妹星”。不过，金星表面环境和大气状况与地球截然不同。

“金星不宜居，至少不适合我们地球上的生物。”论文第一作者、德国航空航天中心物理学家海因茨-威廉·胡贝尔斯说。

用新型显微镜探测单电子的量子态

文章来源：光子盒

发布时间：2023-12-11

电子自旋共振是研究化合物结构的标准方法，也可用于控制量子自旋态。将电子自旋共振与原子力显微镜相结合，可以操纵单分子中的单个自旋：这在量子计算和其他领域具有潜在的应用前景。

现在，德国雷根斯堡大学的物理学家找到了一种利用原子分辨率显微镜操纵单个电子量子态的方法，研究结果现已发表在《自然》杂志上。

nature

[Explore content](#) ▾ [About the journal](#) ▾ [Publish with us](#) ▾

[nature](#) > [articles](#) > [article](#)

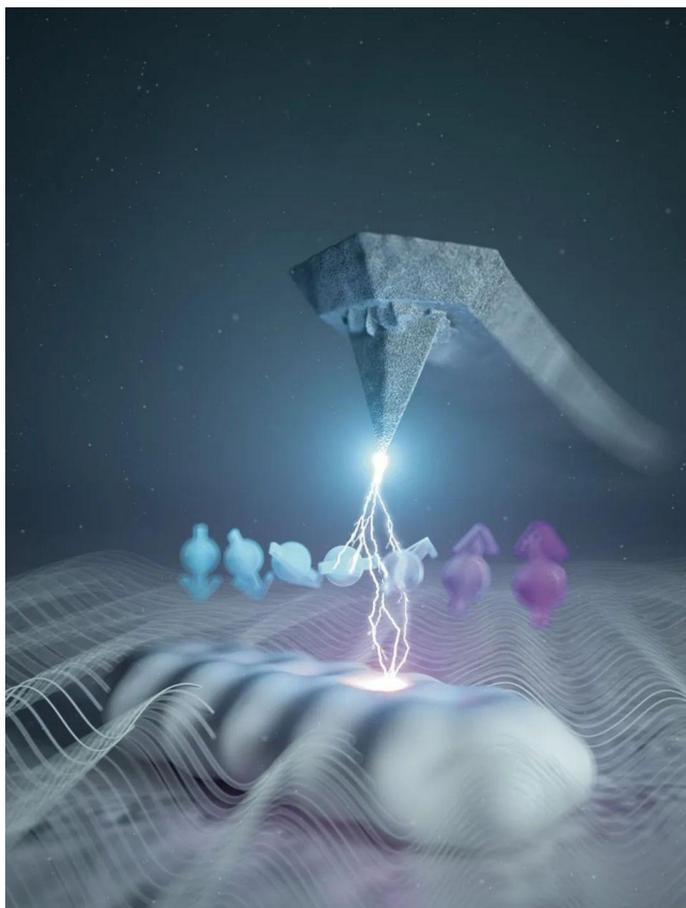
Article | [Open access](#) | [Published: 06 December 2023](#)

Single-molecule electron spin resonance by means of atomic force microscopy

[Lisanne Sellies](#) , [Raffael Spachtholz](#), [Sonja Bleher](#), [Jakob Eckrich](#), [Philipp Scheuerer](#) & [Jascha Repp](#) 

[Nature](#) **624**, 64–68 (2023) | [Cite this article](#)

7344 Accesses | **95** Altmetric | [Metrics](#)



电子自旋共振融入原子力显微镜的艺术插图。底部的白色结构代表单个分子，箭头代表其自旋量子态，波浪线代表电子自旋共振所需的射频磁场，原子力显微镜的尖端可以检测到电子自旋共振

我们和我们周围的一切都由分子组成。这些分子非常微小，即使是一粒灰尘也包含无数的分子。原子力显微镜的工作原理与光学显微镜完全不同：它是通过感应尖端与被研究分子之间的微小力来实现的。

利用这种显微镜，人们甚至可以对分子的内部结构进行成像。虽然可以通过这种方式观察分子，但这并不意味着可以了解分子的所有特性。例如，要确定分子由哪种原子组成已经非常困难。

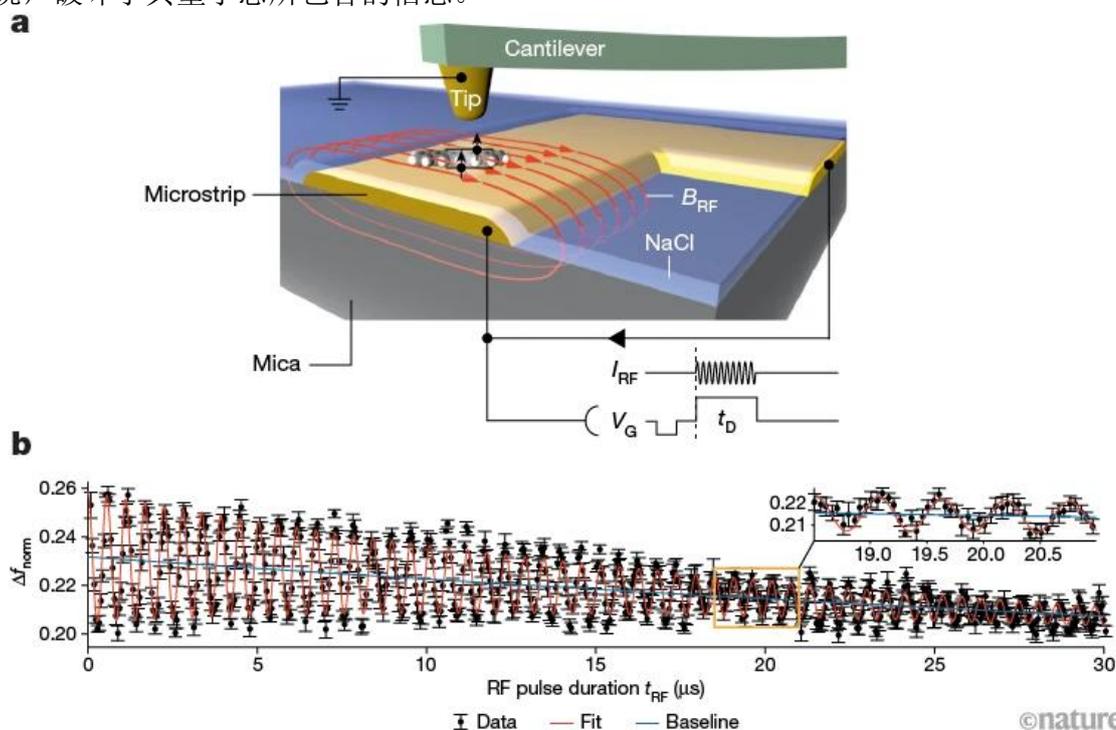
幸运的是，还有其他工具可以确定分子的组成。其中之一就是电子自旋共振（ESR），其原理与医学中的核磁共振扫描仪类似。不过，在电子自旋共振中，通常需要无数个分子才能获得足够大的可探测信号。通过这种方法，人们无法获得每个分子的特性，只能获得它们的平均值。

电子自旋共振是光谱表征化学物质的关键工具。它依靠共振改变电子的自旋状态（自旋是电子的固有量子特性），该技术还可用于控制这些量子态，并与量子计算、量子传感和其他领域相关。

为了获得可检测到的信号，ESR 通常检测大量（至少 10^{10} 个）分子的平均响应。这与扫描探针显微镜（SPM）形成鲜明对比，后者使用原子尖锐的针尖来感应样品表面：SPM 可以生成单个原子和分子的图像，甚至可以随意将它们移动到所需的纳米结构中。将这两种技术结合起来，就能将量子态操纵与单个原子和分子的存取结合起来，几十年来一直是一个令人感兴趣的前景。

现在，雷根斯堡大学的研究人员在雷根斯堡大学实验和应用物理研究所的雅舍·雷普（Jascha Repp）教授博士的领导下，已将电子自旋共振技术融入到原子力显微镜中。

但是，扫描隧道显微镜依赖于在系统中运行电流，这意味着被研究的单个自旋会受到数百万其他通过电子的自旋的扰动。这就破坏了单个自旋的量子相干性：换句话说，破坏了其量子态所包含的信息。



使用原子力显微镜测量电子自旋共振。a) 用于测量单个分子（此处为五碳烯）的电子自旋共振（ESR）-原子力显微镜（AFM）信号的装置示意图。b) 为五碳烯测量的拉比振荡。当射频磁场脉冲的持续时间增加时，三重态自旋可以从一种量子自旋态操纵到另一种量子自旋态，然后再操纵回来；由此产生的振荡可作为原子力显微镜信号（ Δf_{norm} ）进行检测

如果能够避免扰动电流，量子态就能在更长的时间保持其相干性，从而为量子计算等应用带来好处。

操纵自旋需要一个振荡射频磁场。为此，科学家们在样品中安装了一个微型导体，并通过该微带发送射频电流以产生振荡磁场。当实验团队将单个分子沉积在导

体上，并用绝缘层隔开时，发现确实可以通过测量三重态（triplet state）寿命来探测 ESR 信号。

这些 ESR 信号非常尖锐，即使是电子自旋与分子原子核之间的微小耦合，也能通过信号形状的变化观察到。因此，科学家可以很容易地区分那些仅在同位素组成上存在差异的分子——这一点仅靠 SPM 是很难实现的。

这项研究的第一作者利萨娜·塞利斯（Lisanne Sellies）补充说：“我们甚至可以分辨出那些在原子类型上没有差异，而只是在同位素，即原子核的组成上有差异的分子。”

“然而，我们更感兴趣的是电子自旋共振带来的另一种可能性。这项技术可以用来操作分子中电子的自旋量子态。”雷普教授说。

科学家可以操纵电子自旋从一种量子态到另一种量子态，再返回到另一种量子态。在信号最终衰减之前，团队观测到了许多周期的这种循环，即所谓的拉比振荡。这表明，量子态在数十微秒的时间段内都能保持其特性，即保持相干性。

鉴于显微镜技术可以对分子的各个周围环境进行成像，这种新开发的方法可能有助于理解量子计算机中的退相干如何受到原子级环境的影响，以及最终如何防止它。

科学家首次发现原子核基态存在分子型结构

作者：颀满斌

文章来源：科技日报

发布时间：2023-12-27

记者 11 月 25 日从中国科学院近代物理研究所获悉，该所科研人员及合作者近日首次通过实验验证在原子核基态中存在分子型结构。该研究发表在国际物理学期刊《物理评论快报》上，并作为亮点工作被美国物理学会的《物理》杂志在线报道。

原子核是由质子和中子等核子组成的量子多体系统，核子间的相互作用形成了多种有趣的原子核结构，从球形核到变形核，甚至是表面密度稀疏的中子晕核。在这些结构中，原子核内出现集团结构是一个“特别”有趣的现象。原子核基态中的集团结构并不常见。有关基态集团结构的讨论可以追溯到 1938 年，理论物理学家通过分析 α 共轭核的结合能，推测铍-8、碳-12、氧-16 等原子核的基态中可能存在 α 分子型的集团结构。但这一理论假设一直未被证实。

近期，中国科学院近代物理研究所科研人员和合作者以新颖的实验方法，首次证实了在丰中子核铍-10 基态中存在分子型结构。该实验在日本理化学研究所放射性核束工厂（RIBF）上完成。研究团队通过逆运动学下的敲出反应，研究了铍-10 的 α 集团结构。实验中，0.5 倍光速的铍-10 次级束流轰击 2 毫米厚的固态氢靶，束缚在铍-10 核中的 α 集团由质子敲出，几乎不转移任何动量给反应余核，使其保持了铍-10 基态中的集团结构信息。

实验结果表明，敲出反应的实验截面与微观模型下的理论预测非常吻合，从而验证了长期以来对铍-10 基态的分子态结构假设，即形成 $\alpha - \alpha$ 哑铃状核心，两个价中子垂直绕核心轴旋转。类似的结构可以在原子尺度上找到，但在原子核基态中非常罕见。

这项研究首次为原子核基态的分子态结构理论描述提供了实验证据，并为进一步探索丰中子核基态中 α 集团结构的演化开辟了方向。

自动化与材料

日本厂商研发不含钴的新型锂电池

作者：李扬

文章来源：科技日报

发布时间：2023-12-14

据《日本经济新闻》等媒体报道，日本厂商正在集中发力，加速攻克纯电动汽车充电电池的稳定供应问题。近日，日本东芝公司开发出了不含稀有金属钴的锂离子电池。

该电池使用特殊的正极材料，能够显著抑制导致电池膨胀的气体产生，从而提升电池性能。测试结果显示，新电池 5 分钟可快速充电 80%。

锂离子电池由正极材料、负极材料和电解液构成。正极材料一般包含钴和镍等。这些稀有金属开采和精炼过程中存在水质污染问题，且其埋藏地区分布不均，存在较大的供应链风险。

东芝的新型锂电池不含钴，含镍较少，能够降低对稀有金属资源的进口依赖。一般的充电电池随着使用次数的增加，会出现电池劣化。东芝的新型电池在测试中能确保充放电 6000 次以上仍维持 8 成以上容量。东芝的目标是用 5 年左右的时间，将新型电池应用于电动工具和工业机械等小型高电压设备，再逐步大型化完成车载装配。

日本国内电池厂商中，松下能源已推出钴含量 5% 以下的电池，汤浅蓄电池也在使用全球储量丰富且供应链稳定的硫磺开发锂硫电池。

钙钛矿电池光电转换效率达 26.1%

作者：吴长峰

文章来源：科技日报

发布时间：2023-11-3

记者从中国科学院合肥物质科学研究院获悉，该院固体物理研究所潘旭研究员和田兴友研究员团队与国内外科研工作者合作，首次发现钙钛矿阳离子面外分布不

均匀是影响电池性能的主要原因，并通过设计添加剂均匀化钙钛矿薄膜相分布，获得了 26.1% 的光电转换效率（PCE）。11 月 2 日，相关成果在线发表于《自然》杂志。

近年来，钙钛矿电池效率的提升速度明显放缓，相关研究遇到了“瓶颈”。深入研究阳离子面外方向分布，不但有助于理解钙钛矿体相载流子动力学过程，更有望推动钙钛矿太阳能电池效率的进一步提升。但是钙钛矿体相的不同阳离子组分分布以及影响电池稳定性和效率损失的原因目前尚不清楚。

研究团队对钙钛矿薄膜晶相分布进行了深度剖析，通过掠入射 X 射线衍射与薄膜截面的透射电镜分析，证明了在薄膜底部存在面间距较小的晶相，并且在薄膜底部显示出与富 Cs 钙钛矿相关的特征信号。这些实验充分说明，阳离子面外方向的梯度不均匀分布。这也是首次可视化验证了钙钛矿薄膜的阳离子组分在面外不均匀分布。

研究团队进一步分析了这种梯度不均匀分布的原因，发现不同阳离子在结晶及相转变过程中的速率差过大是导致组分不均匀的主要原因。进而，团队设计制备出均匀化的钙钛矿薄膜。这种阳离子组分均匀分布的钙钛矿薄膜极大程度上提升了载流子寿命及扩散长度，加强了载流子界面抽取。利用上述策略制备的反式钙钛矿太阳能电池获得了 26.1% 的最高效率，认证效率为 25.8%。此外，经 2500 小时最大功率电追踪后仍保持了可靠运行稳定性。

该研究成果在获得优异电池性能的同时，开辟了提升电池器件稳定性的新途径，有望打破钙钛矿太阳能电池的效率瓶颈，为进一步提升高效、稳定的钙钛矿太阳能电池提供了明确的方向。

熵驱动，让纳米材料按编程生长！

文章来源：华算科技

发布时间：2023-11-10

纳米材料必须经过系统的设计，使其在技术上可行。在优化分子间相互作用的驱动下，目前的设计过于僵化，无法插入新的化学功能，也无法缓解整合过程中的条件差异。尽管对构建模块和处理方法进行了广泛的优化，但获得具有所需特征尺寸和化学性质的纳米结构仍然很困难。在纳米到宏观层次上规划它们的生长即使不是不可能，也仍然具有挑战性。

为了解决这些限制，研究者应该转向熵驱动组件，以获得设计灵活性，就像在高熵合金中看到的那样，并对纳米材料的生长进行编程，以便在加工过程中动态地将目标特征尺寸与系统的移动性相匹配。在此，来自美国加州大学伯克利分校的徐婷等研究者遵循由嵌段共聚物基超分子、小分子和纳米颗粒组成的三元复合共混物的微-纳米生长顺序，成功地制造出了由 200 多个堆叠纳米片 (125 nm 片厚) 组成的高性能阻隔材料，其缺陷密度小于 $0.056 \mu\text{m}^{-2}$ ，控制缺陷类型的效率约为 98%。

相关论文以题为“Functional composites by programming entropy-driven nanosheet growth”于 2023 年 11 月 08 日发表在 Nature 上。

nature

[Explore content](#) [About the journal](#) [Publish with us](#)

[nature](#) > [articles](#) > [article](#)

Article | [Published: 08 November 2023](#)

Functional composites by programming entropy-driven nanosheet growth

[Emma Vargo](#), [Le Ma](#), [He Li](#), [Qingteng Zhang](#), [Junpyo Kwon](#), [Katherine M. Evans](#), [Xiaochen Tang](#), [Victoria L. Tovmasyan](#), [Jasmine Jan](#), [Ana C. Arias](#), [Hugo Destailats](#), [Ivan Kuzmenko](#), [Jan Ilavsky](#), [Wei-Ren Chen](#), [William Heller](#), [Robert O. Ritchie](#), [Yi Liu](#) & [Ting Xu](#) 

[Nature](#) (2023) | [Cite this article](#)

[Metrics](#)

二维纳米片是天然材料中常见的基元，很容易合成，并有可能改变多层薄膜技术。尽管人们在设计基于嵌段共聚物 (BCPs)、纳米颗粒或液晶的分层自组装方面做了大量的努力，但目前的产品和需求之间仍然存在不匹配。基于易于获取的纳米片的材料，厚度为几到几十纳米，通常表现不佳。研究者无法将纳米片转化为功能性涂层并不是唯一的，这反映了当前自组装方法的不足。

研究者必须从整体上设计纳米材料以满足系统级的要求，包括但不限于特征尺寸、化学、多功能、处理、集成兼容性、可扩展性和生命周期 (图 1a)。然而，每当出现新的需求时，设计空间就会缩小。单个纳米片的厚度应超过 100 纳米，以作为光学，屏障和介电应用的可行组件。具有非线性链结构的 BCPs，如星型或瓶刷型，可以扩大可访问特征尺寸的范围，并克服与长链纠缠相关的动力学障碍。然而，它们的合成要求很高。长期订单和缺陷工程仍然遥不可及。

更关键的是，定义阶段行为的基本原则是基于理想化条件下的特定构建块，缺乏灵活性和适应性。纳米填料对于扩展系统的化学性质和功能是必不可少的；具体的成分选择取决于最终的需要。用于大规模制造集成纳米材料的条件将与实验室中的条件不同。母体 BCPs 会对衬底表面化学、粗糙度、形状不规则性和添加剂（例如纳米填料）的存在做出不同的反应。研究者必须改进当前的能力，而不必费力地单独处理每个参数。现有设计的刚性限制了可编程纳米材料的生长。在原子到宏观的结构层次上组装分子类似于具有许多平行和顺序步骤的多步骤化学反应。反应混合物不断演变，因此研究者无法确定“反应物”的身份、浓度、对相互作用，从而无法确定“反应物”的总焓贡献。

从动力学上讲，“反应物”在大小、形状、扩散率和扩散模式上各不相同。结构的形成导致了几何约束，斥力相互作用提高了界面扩散的能垒。当自组装在纳米到微观到宏观的生长序列中进行时，没有足够的系统移动性来组织预制的纳米结构。尽管机器学习的最新进展可以加速设计优化，但研究者对纳米材料生长的动力学和途径的了解太有限，无法利用这些工具。

在此，研究通过引入具有两个关键要素的新纳米材料设计来解决这些挑战：

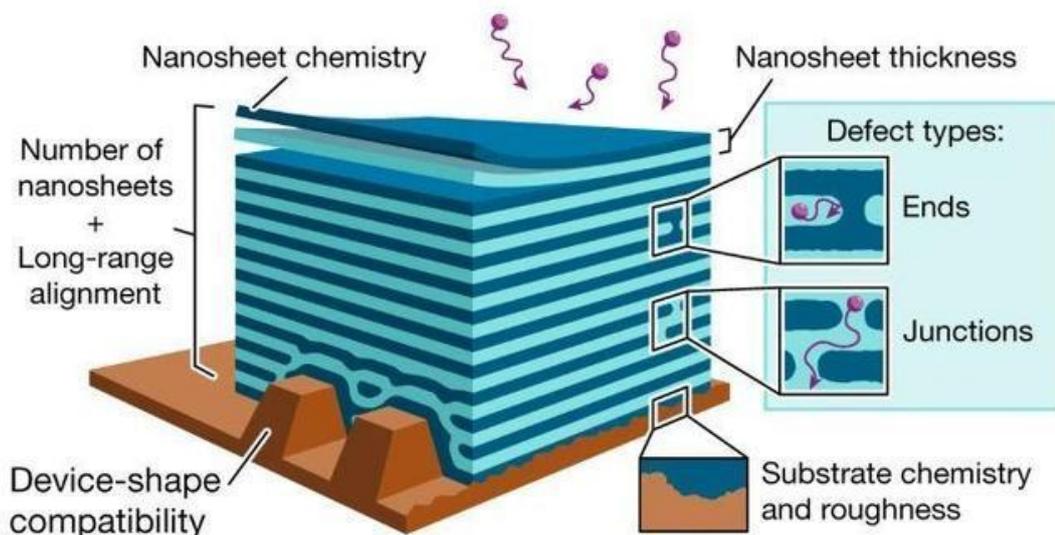
(1) 研究者利用熵驱动组装的能力来适应处理和集成过程中反应物组成和对相互作用的变化；

(2) 研究者将系统迁移率与构建块的必要扩散相匹配，以形成目标结构。

如图 1b 所示，顺序生长遵循纳米到微观的生长过程，当体系迁移率最高时形成最小的结构特征，反之亦然。本文提出的生长途径以相反的、微先纳米后的顺序进行（图 1c）：当系统具有最高的迁移率时，首先定义微观结构，然后通过构建块的局部组织形成纳米结构。熵驱动的相行为，对于实验实现这种从大到小的生长途径至关重要。它允许系统在稀溶液中形成微观聚集体，当系统具有足够的流动性来组织大规模结构时。

热力学上，在高熵合金中看到的熵驱动相行为提供了配方灵活性，同时保持了结构的保真度。因此，当系统迁移率较低时，目标纳米结构可以使用许多局部可用成分的组合来形成。在这种新设计的指导下，研究者成功地制造了由 200 多个堆叠纳米片（片厚 125 nm）组成的涂层，缺陷密度低于 $0.056 \mu\text{m}^{-2}$ ，缺陷控制效率约为 98%。该涂层表现出对挥发性有机化合物、水和氧气的高性能阻隔性能，用于包装，以及对用作介电电容器的电子的阻隔性能。

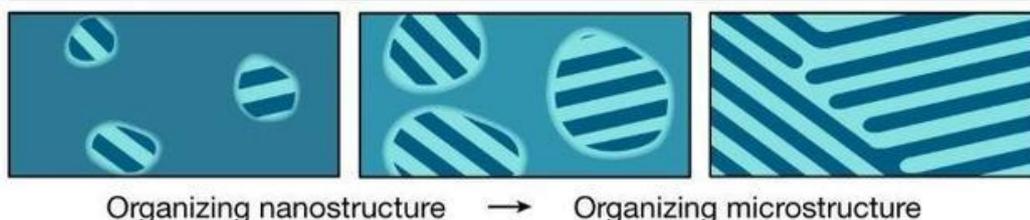
a Systems engineering of layered nanosheets as barrier materials



Programmable nanosheet growth for system integration



b Sequential: small-to-large



c Programmed: large-to-small

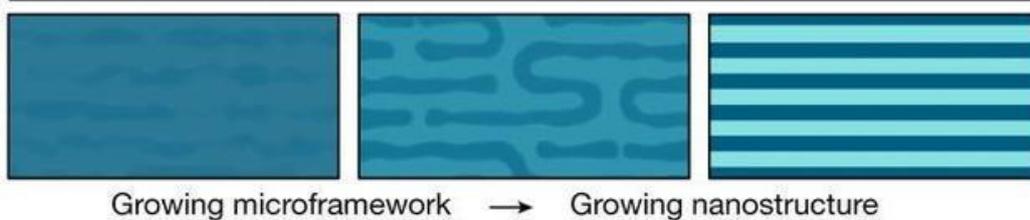


图 1. 纳米片屏障材料的系统工程需要对纳米片生长的动力学路径进行编程

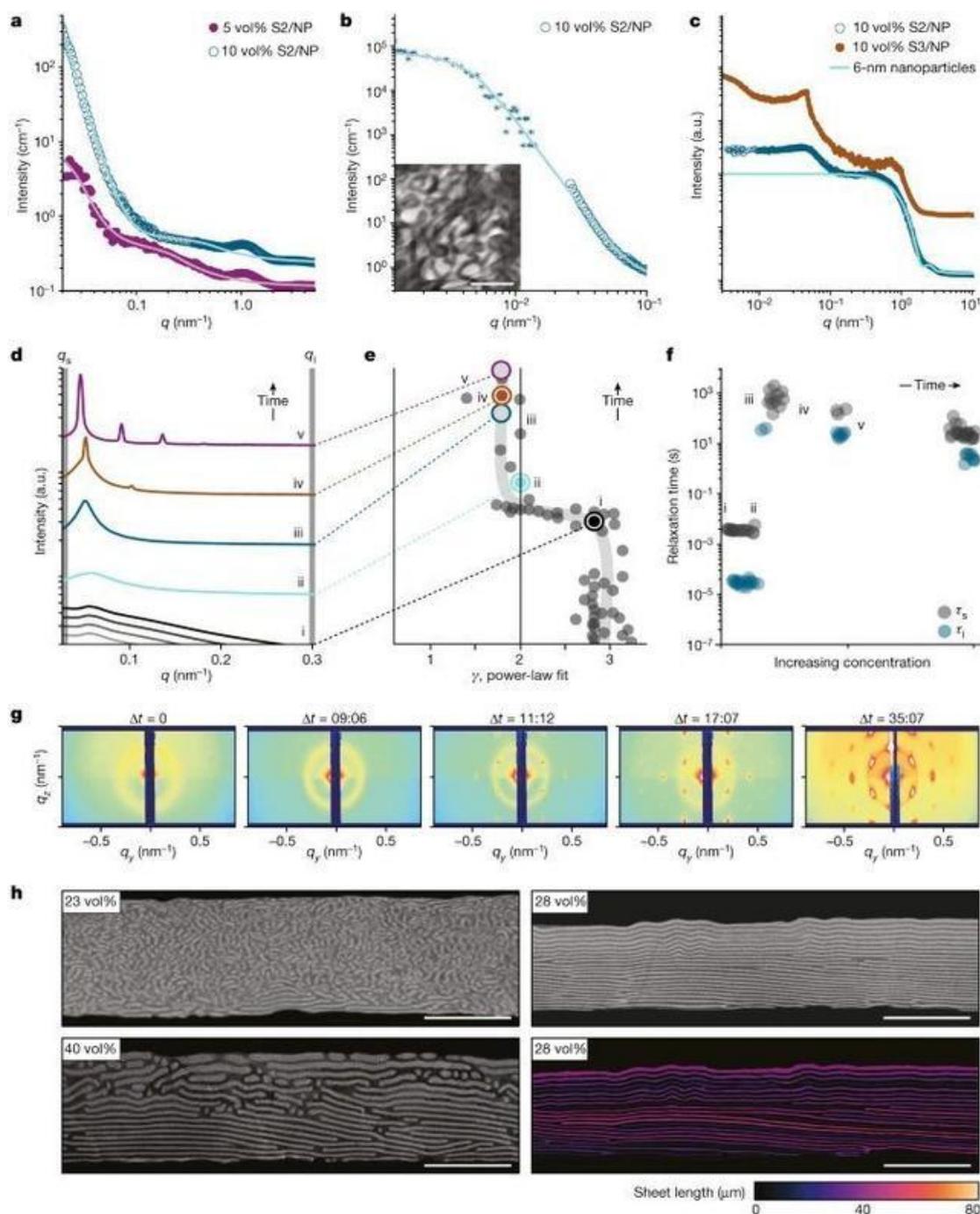


图 2. 揭示 FA-Cs 相偏析的成因

为了对纳米片的生长进行编程，研究者系统地研究了 S1/NP、S2/NP 和 S3/NP 混合物，以确定形成分子聚集体和层状微畴/纳米片的溶液浓度，并在纳米和微观尺度上量化了系统的迁移率。利用小角中子散射 (SANS) 和小角 X 射线散射 (SAXS)，研究者确定 S2/NP 在富含 P4VP (PDP) 的区域形成优先的纳米颗粒划分的分子聚集体，在溶质浓度为 30 vol% 时形成明确的片层。

图 2a 显示了溶质浓度为 5 vol% 和 10 vol% 时 S2/NP 的 SANS 曲线。Guinier-Porod 分析表明，在 5 vol% 时，S2/NP 形成模糊的分子聚集体，大小约为 100 nm，并且没有纳米颗粒的优先分配。在 10 vol% 时，分子聚集体变得更清晰，聚集体/溶剂界面

更清晰，纳米颗粒优先存在于 P4VP (PDP) 富集区域。然而，层状微畴尚未组装。超小角中子散射 (USANS) 表明，根据 $q = 3.8 \times 10^{-3} \text{ nm}^{-1}$ 的斜率跃迁估计，存在 R_g 为 453nm 的较大组件 (图 2b)。在液细胞透射电子显微镜 (TEM) 研究中也可以看到随机排列的聚集体 (图 2b, 插图)。

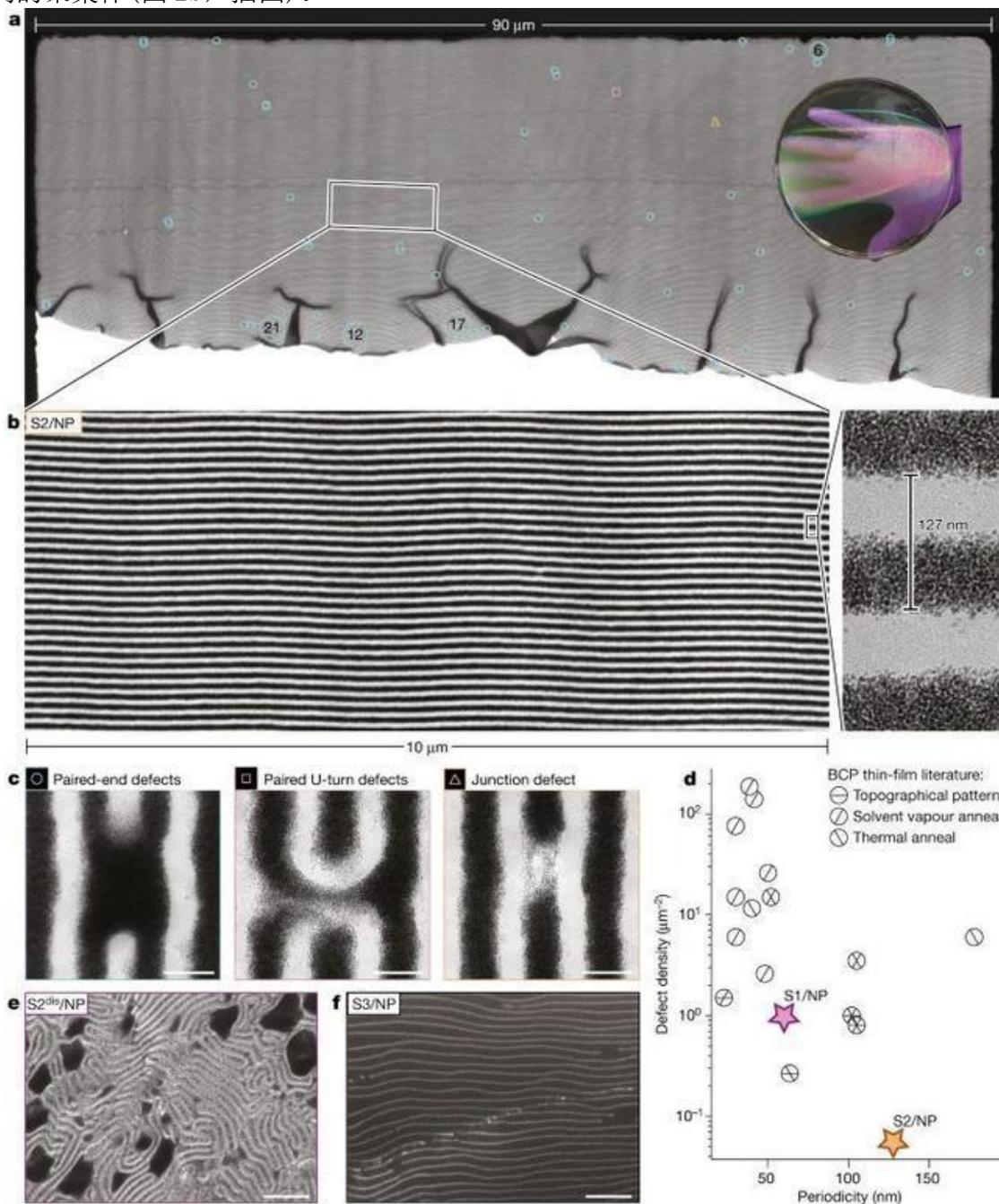


图 3. 程序化纳米片生长可实现长程有序和缺陷控制

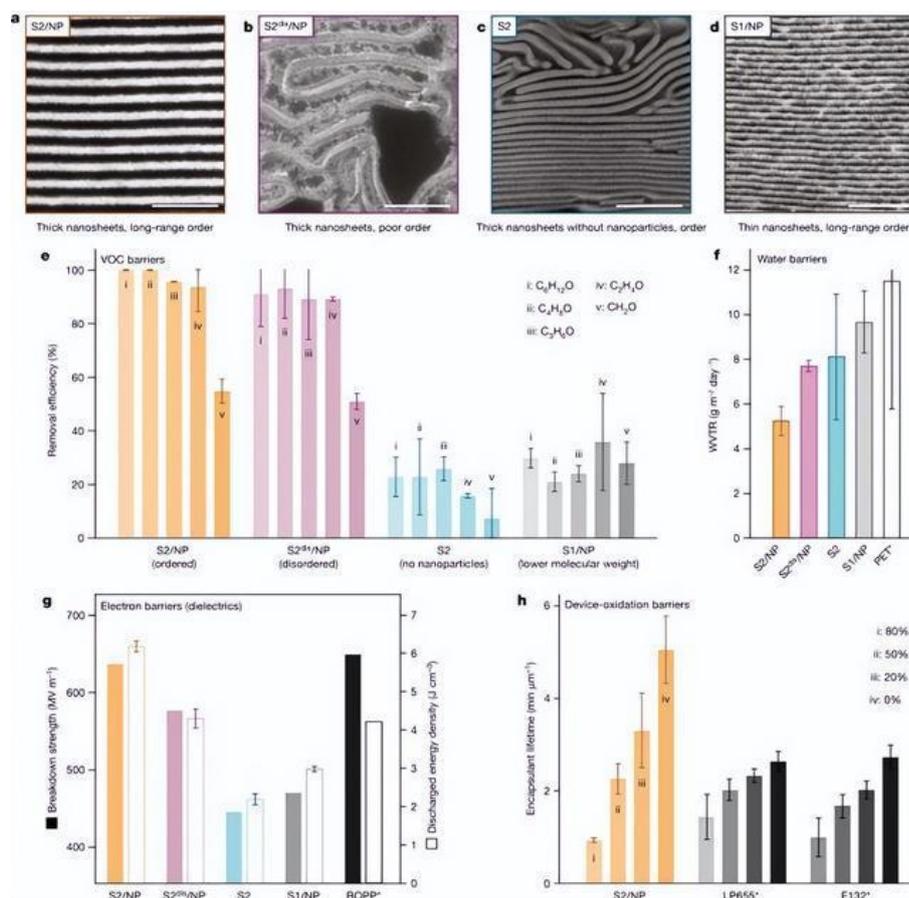


图 4. 纳米复合涂层作为阻隔材料的性能评价

对于产品的保存和寿命至关重要，屏障材料是可持续发展的核心支柱。多层纳米复合涂层是一种具有竞争力的屏障材料，其性能与当前的工业标准相当，甚至更高，并且在材料化学和可编程生命周期方面具有显著优势。在 S2/NP 膜的每个纳米片内，富含纳米颗粒的区域约为 70 nm 厚，包含 10-15 层密集堆积的 ZrO₂ 纳米颗粒，使人想起小型化的金属化膜(图 4a)。

然而，这些复合涂层具有内置的可回收性，并提供了与现有金属化和多层膜相关的回收问题的解决方案。综上所述，纳米片向高性能屏障材料的成功转化凸显了工程纳米材料在系统层面的重要性和必要性。这些结果证实了将限制先前设计的权衡转化为独特优势的可行性，从而创造出满足多方面要求的纳米材料。目前的研究表明，适当设计的纳米材料本质上是多功能的，如果设计周到，最终将利用纳米科学的力量来推进技术。为此，研究者必须从理想的试管研究转向现实条件下的实验研究，并采用 XPCS 等新兴方法对纳米材料的生长进行程序化，实现纳米材料的系统工程。

原文链接:

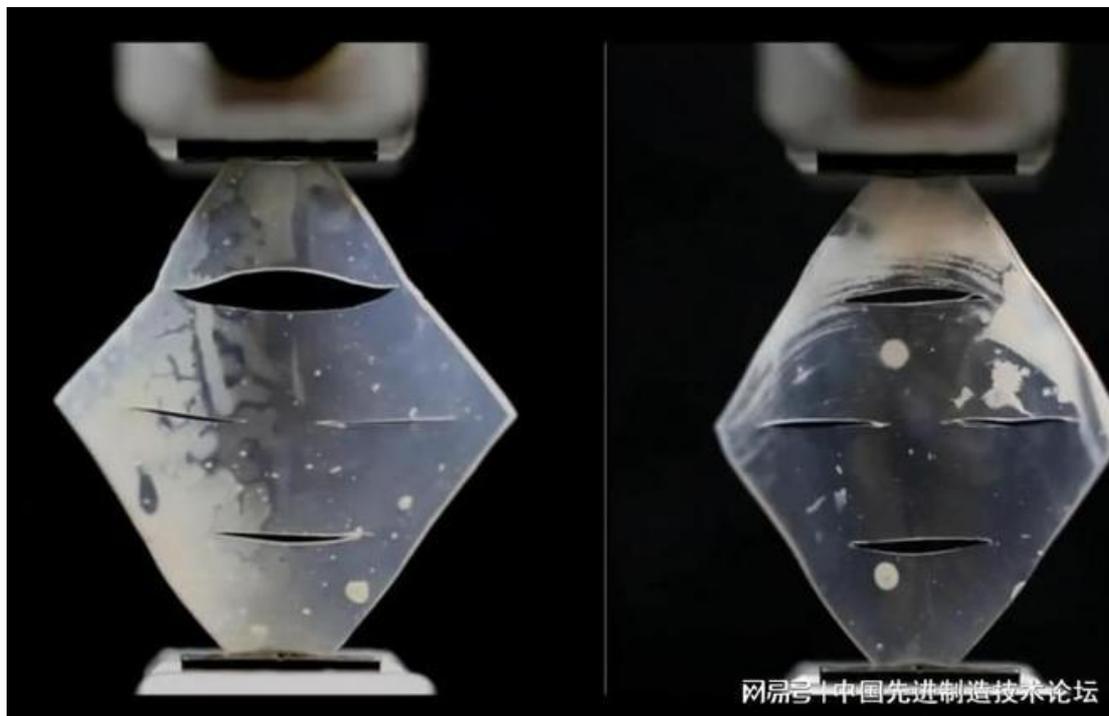
<https://www.nature.com/articles/s41586-023-06660-x>

哈佛大学工程师发现将橡胶阻力提高 10 倍的方法

文章来源：中国先进制造技术论坛

发布时间：2023-12-15

哈佛大学约翰-保尔森工程与应用科学学院（SEAS）的科学家们提高了颗粒增强橡胶的疲劳阈值，它们开发出了一种新的多尺度方法，使这种材料能够承受高负荷，并在反复使用中抵御裂纹增长。这种方法不仅能延长轮胎等橡胶制品的使用寿命，还能减少橡胶颗粒在使用过程中产生的污染。



SEAS 的研究人员开发出一种多尺度方法，使颗粒增强橡胶能够承受高负荷，并在反复使用中抵御裂纹增长。上图中，左侧样品中的裂纹在增长，而右侧样品中的裂纹在经过 350,000 次循环后仍然完好无损，该样品由多尺度材料制成。资料来源：Suo Group/Harvard SEAS

这项研究发表在《自然》杂志上。

改进微粒增强橡胶

天然橡胶乳胶柔软而富有弹性。在包括轮胎、软管和阻尼器在内的一系列应用中，橡胶都是由碳黑和二氧化硅等硬质颗粒加固的。自问世以来，这些微粒大大提高了橡胶的刚度，但并没有提高材料在循环拉伸时的抗裂纹增长能力，这种测量方法被称为疲劳阈值。

事实上，自 20 世纪 50 年代首次测量以来，颗粒增强橡胶的疲劳阈值并没有多大改善。这意味着，即使轮胎经过改进，提高了耐磨性并降低了油耗，但细小的裂缝仍会将大量橡胶微粒带入环境中，对人类造成空气污染，并在溪流和河流中积聚。

橡胶工程学的新发现

在之前的研究中，SEAS 的 Allen E. and Marilyn M. Puckett 力学与材料学教授索志刚领导的研究小组通过延长聚合物链和增加缠结密度，显著提高了橡胶的疲劳阈值。那么颗粒强化橡胶又如何呢？

研究小组在高度纠缠的橡胶中加入了二氧化硅颗粒，他们认为颗粒会增加硬度，但不会影响疲劳阈值，正如文献中普遍报道的那样。他们错了。

SEAS 前研究生、论文共同第一作者杰森-斯特克（Jason Steck）说：“这真是个惊喜。我们没想到添加颗粒会提高疲劳阈值，但我们发现疲劳阈值提高了十倍。Steck 现在是通用电气航空航天公司的研究工程师。”

在哈佛团队的材料中，聚合物链很长而且高度纠缠在一起，而微粒则聚集在一起并与聚合物链共价结合。

“事实证明，”论文共同第一作者、前 SEAS 研究生 Junsoo Kim 说，“这种材料能在两个长度尺度上分散裂缝周围的应力：聚合物链尺度和颗粒尺度。这种组合阻止了材料中裂缝的生长”。Kim 现为美国西北大学机械工程系助理教授。

影响和未来应用

研究小组在一块材料上切割出一条裂缝，然后将其拉伸数万次，以此证明了他们的方法。在他们的实验中，裂缝从未扩大。

该研究的资深作者索说：“我们的多尺度应力分散方法拓展了材料特性的空间，为减少聚合物污染和制造高性能软机器打开了大门。”

哈佛大学技术开发办公室驻校专家、论文合著者雅科夫-库佐夫斯基（Yakov Kutsovsky）说：“设计新型弹性材料的传统方法忽略了利用多尺度应力分散实现高性能弹性材料广泛工业用途的这些关键见解。这项工作中开发和展示的设计原则可适用于广泛的工业领域，包括轮胎和工业橡胶制品等大批量应用，以及可穿戴设备等新兴应用。”

电子与信息技术

我国科学家实现水-气跨介质高效通信

作者：陆成宽

文章来源：科技日报

发布时间：2023-11-9

中国科学院声学研究所（以下简称“声学所”），所研究人员利用超材料，成功实现水-气跨介质高效通信。相关研究成果发表于应用物理学著名期刊《应用物理快报》，并被美国物理学联合会《科学之光》周刊报道。

随着人类对海洋世界的探索与开发逐渐深入，实现水气间跨介质通信变得十分重要。声波在水和空气中都能够远距离传播，因此被认为是实现水-气跨介质通信的最可行载体。

然而，由于声波在水和空气之中传播的难易程度存在巨大差异，当声波直接入射到水-气界面时，仅有 0.1% 的声能量可以透过界面传播，这给基于声波的水-气通信带来了巨大挑战。同时，以往针对水-气传输的研究多集中在基于共振的窄带声音传输方向，这极大地限制了通信的容量和效率。

为实现基于声波的高效水-气跨介质通信，声学所杨军团首次将空气中的超材料和水中的空心构型声学超材料结合，设计出宽频水-气阻抗匹配层，通过仿真和实验验证了匹配层在宽频范围内的声能量透射增强效果，进而实现了基于声波的水-气跨介质高效通信。

“在这项研究中，我们首先调节匹配层中的声速和厚度，将每一层的声学参数调节到一个可实现的范围，并利用空气中的超材料和水中的空心构型超材料，构建出指数分布的水-气梯度阻抗匹配层。”杨军解释道。

更重要的是，研究团队还制作出匹配层样品，在水槽中分别测试了有无匹配层下的声能量透射效果。测试结果表明，在 880-1760 赫兹，匹配层的声能量透射增强效果平均达 16.7 分贝。研究团队进一步将声学所的所徽图案编码在匹配层的透射频带内，在 13 个通道并行传输，传输准确率达到了 99.95%，实现了水和空气间的高容量精确通信。

杨军表示，该成果在海洋勘探、海洋生物成像等领域具有广阔的应用前景。

美国加州大学自组装分子结构生成电控固态热开关

文章来源：化学与材料科学

发布时间：2023-11-4

掌握电能推动了现代信息技术时代的到来。在电子设备方面，早在 20 世纪 20 年代，科学家们就知道如何通过将尖锐的金属尖端与半导体晶体接触来制造双端设备。这些点接触二极管根据电流流动方向的不同，电阻反差很大，被用于整流信号和制造简单的调幅无线电接收器。然而，多年之后，贝尔实验室才于 1947 年发明了三端固态器件——晶体管。在电子学的概念中，通过在第三个端子上施加电压，电导可以不断调整。这一突破于 1956 年获得诺贝尔物理学奖，并成为现代电子技术的基石，从此极大地影响了人们的日常生活。从电子设备的热管理到能源系统、工业加工和热疗等应用，控制热流都是一项关键挑战。然而，反应时间慢和热导可调性低普遍限制了研究的进展。

The screenshot shows the Science journal website interface. At the top, the Science logo is on the left, and navigation links for 'Current Issue', 'First release papers', 'Archive', and 'About' are on the right. A 'Submit man' button is also visible. Below the logo, a breadcrumb trail reads: HOME > SCIENCE > VOL. 382, NO. 6670 > ELECTRICALLY GATED MOLECULAR THERMAL SWITCH. The article title 'Electrically gated molecular thermal switch' is prominently displayed in the center. Below the title, the authors are listed: MAN LI, HUAN WU, ERIN M. AVERY, ZIHAO QIN, DOMINIC P. GORONZY, HUU DUUY NGUYEN, TIANHAN LIU, PAUL S. WEISS, AND YONGJIE HU. A link for 'Authors Info & Affiliations' is provided. At the bottom of the article preview, the journal details are shown: SCIENCE • 2 Nov 2023 • Vol 382, Issue 6670 • pp. 585-589 • DOI: 10.1126/science.abo4297.

近日，美国加州大学洛杉矶分校（UCLA）机械与航空航天工程系胡永杰教授团队报道了一种电子门控固态热开关，它利用自组装分子结在室温下实现了出色的性能。在这种三端器件中，热流通过分子界面内精心控制的化学键和电荷分布，在电场作用下进行连续、可逆的调节。该器件具有超过 1 兆赫兹的超高开关速度，热导的开/关比率超过 1300%，开关次数超过 100 万次。预计，这些进展将为热管理系统和热电路设计的分子工程带来机遇。相关研究工作以“Electrically gated molecular thermal switch”为题发表在 Science 上。

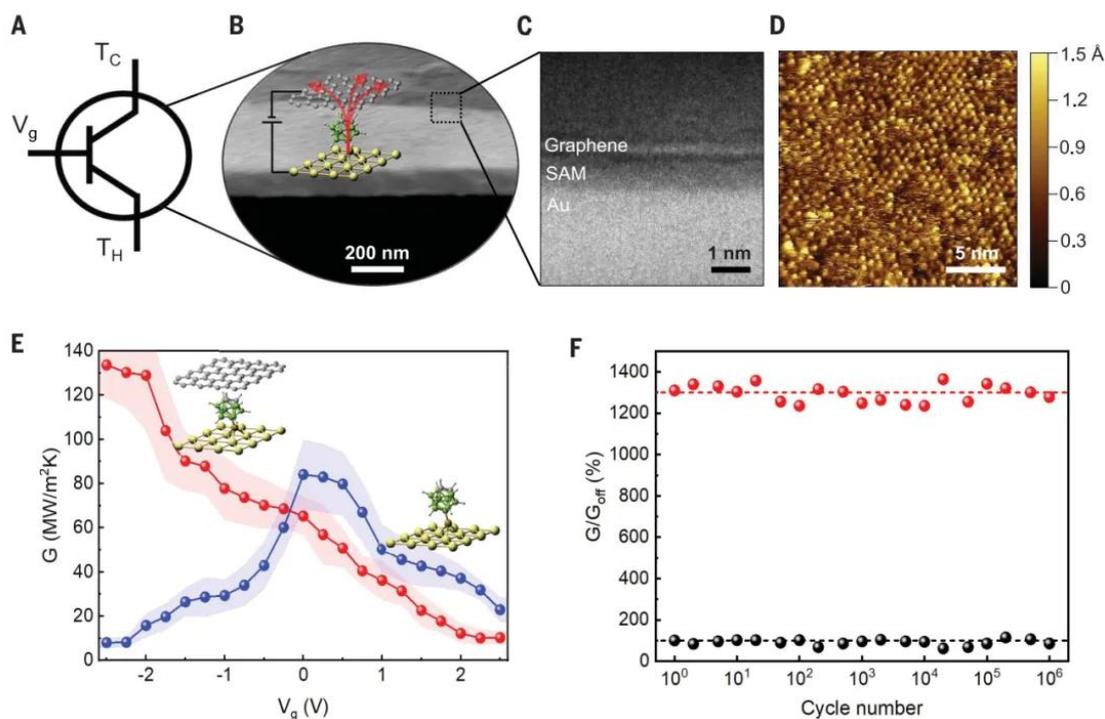


图 1. 分子热开关的器件设计和传输性能

在图 1A 中用一个类似于电子晶体管的符号图来说明热敏开关的概念。器件通道接触到冷热蓄热器，温度分别为 T_H 和 T_C 。利用电场作为栅极的第三个端子可控制通道的热传导，从而控制热流。设计了这种热敏开关，并用扫描电子显微镜 (SEM) (图 1B) 从倾斜的俯视角度和高分辨率透射电子显微镜 (TEM) 从横截面角度对我们制造的器件的微观结构进行了成像 (图 1C)。展示了一种具有原子分辨率界面的薄膜结构。这种多层固态薄膜由蒸发沉积在金 (Au) 底层上的碳化硫笼分子自组装单层 (SAM) 和作为有源传导通道的单层石墨烯组成。具体来说，利用基于 9-SH-o-C2B10H11 (O9) 的 SAM 实现了跨平面分子结。这些分子能形成高质量的单层，其完整单层中的缺陷结构最小。已经证明，这种层能够调整有机电子器件中触点和有源层之间的带排列。展示了典型的硼酸盐 SAM 扫描隧道显微镜图像，以及其紧密堆积的均匀结构和原子级光滑的裸露表面 (图 1D)。热转换机制基于对分子结原子键强度的电学控制，从而控制热导率。测量了器件单位面积的热导率 (G)，当在分子结上施加栅极电压 (V_g) 时，热导率与栅极电压 (V_g) 有很大关系 (图 1E)。当栅极电压从 2.5 V 升至 -2.5 V 时， G 从 10 MW/m²K 到 134 MW/m²K 呈现大幅单调增长 (红色符号)。热导控制大于 1300%，远高于其他电控实验值。还关注了去掉石墨烯的分子结， G 显示了伏极行为 (蓝色符号)，从 $V_g = 2.5$ V 时的 23 MW/m²K 增加到 $V_g = 0$ V 时的 84 MW/m²K，然后在 $V_g = -2.5$ V 时降至 8.0 MW/m²K。为了测试器件的可逆性，进行了长达 100 万次的栅极开关测量。循环测量结果表明，栅极开关热导在开启和关闭状态之间具有高度可逆性 (图 1F)。利用电

场效应实现热导的这种动态可逆调节性证明了这些分子热器件具有高开关比的稳健性。

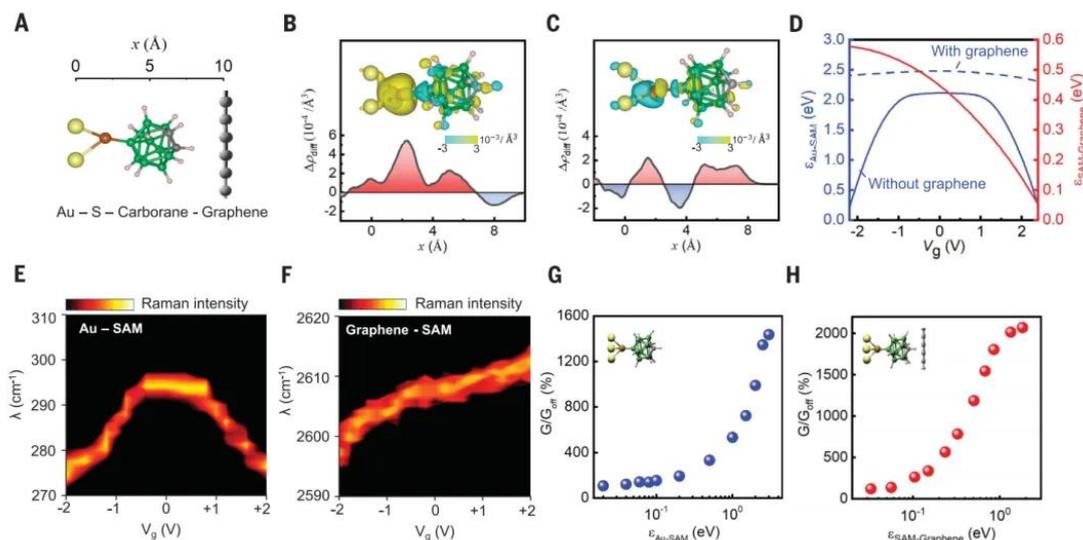


图 2. 热开关运行机制

为了阐明基本运行机制，进行了第一性原理计算，以确定原子电荷分布，从而确定分子通道的成键能 (ϵ)。应用密度泛函理论 (DFT) 计算了 Au-SAM 石墨烯原子结构上的空间电荷分布 (图 2A)。Au 原子和 S 原子 (在 SAM 内部) 通过共享电子形成化学键，键强度由电荷密度差 (ρ diff) 表征。对 Au-SAM 系统 (即不含石墨烯) 进行了计算。本研究绘制了施加栅极电压时电荷密度分布 ($\Delta \rho$ diff) 的变化图 (图 2B 和 C)，以说明栅极效应。结果表明，成键部位 (即 Au-S 键) 的电子发生了很大的动态变化。当施加正 V_g 时，电子会被拉离 S 原子 (图 2B)。相比之下，当施加负 V_g 时，电子更容易被硼硫醇分子上的 S 原子吸引 (图 2C)。为了检验计算结果，利用原位表面增强拉曼测量了与界面键合相对应的振动光谱与栅极电压的函数关系。将激发激光平行入射到热敏器件薄膜的横面，以研究界面振动模式。A1 和 2D 拉曼峰分别位于 ~ 296 和 2608 cm^{-1} 。A1 模式是 Au-carboraneThiolate 的对称 Au-S 伸展振动 (图 2E)。如二维扫描图像 (图 2E) 所示，随着 V_g 从 $+2 \text{ V}$ 扫频到 -2 V ，拉曼峰首先从 276.2 cm^{-1} 上升到 294.0 cm^{-1} ，然后下降到 274.9 cm^{-1} 。将第一原理得出的键能输入到模型中进行模拟，以描述界面相互作用。在 ϵ Au-SAM 和 ϵ SAM-石墨烯的不同键能下，模拟域模拟了无石墨烯和有石墨烯的实验条件 (图 2G 和 H)，验证了栅极调谐对热导的影响趋势。

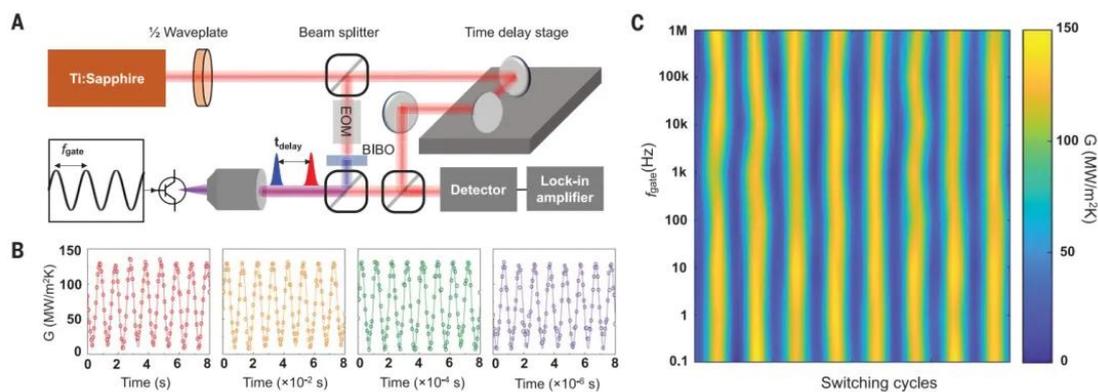


图 3. 电门控分子热开关的高开关速度测量使用一系列 800 纳米飞秒激光脉冲，通过分光镜将其分为泵浦光束和探测光束（图 3A）。

用泵浦光束加热器件，用探测光束检测由此产生的温度响应并确定热导。这种具有亚皮秒时间分辨率的超快测量可在栅极调谐时实时有效地测定瞬时热导。为了测试开关频率 (f_{gate})，对随时间变化的电导率变化与周期性变化的门控电压进行了监测。测量到的热导 (圆圈) 在开启和关闭状态之间可逆切换，频率随 V_g 变化，从 0.1 Hz 到 1 MHz 不等 (图 3B)。热导与门控电压 (图 3B) 和二维频率扫描图 (图 3C) 之间的紧密同步表明，开发的热开关的开关速度至少为 1 MHz。综上，开发了一种基于固态分子结构的电门控热开关，它在室温下表现出卓越的性能，开关速度超过 1 MHz，开关比大于 1300%，并且在 100 万次门控循环中具有很高的可逆性。本研究进行了第一原理原子计算和原位振动光谱测量，以捕捉界面键合的动态物理过程，并定量解释了本研究的实验结果。使用的笼状分子可以进行调整，以优化极化性，从而在栅极控制下实现电荷在叠层界面的再分布，进一步提高开关比。如上所述，详细的计算可为分子和器件设计提供指导。有了对热流的电气控制和与现代电子技术兼容的制造工艺，声子就可以与电子技术和光子技术相结合，用于未来的信息处理。本研究预计，这一概念将有助于发现逻辑电路热流控制以及热管理和能源技术的新机遇。

原文链接:

<https://www.science.org/doi/full/10.1126/science.abo4297>

用于智能室内环境的具有多光谱图像实现的自供电 传感设备

文章来源: 纳米人

发布时间: 2023-11-8

依赖于环境能源的室内物联网市场的有机光电技术的发展有所增加,有机光伏(OPV)和光电探测器(OPD)被认为是可持续室内电子设备的有希望的候选者。然而,独立的OPV和OPD的制造过程可能复杂且成本高昂,导致生产成本高且可扩展性有限,从而限制了它们在广泛的室内应用中的使用。

近日,高丽大学 Tae Geun Kim, Jae Won Shim, 韩国科学技术院 Do Kyung Hwang, Min-Chul Park, 梨花女子大学 JaeHong Park 使用多组件光敏结构开发一种具有有效能量收集和传感能力的自供电双功能传感装置。

文章要点

1) 优化后的器件通过量化电荷载流子动力学,展示了更高的自由电荷生成率,在室内条件下(LED 1000 lx (5200 K)),刚性和柔性 OPV 的输出功率密度分别超过 81 和 76 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。

2) 此外,通过利用出色的 OPD 性能以及光伏模式下超过 130 dB 的线性动态范围(无外部偏置),展示了单像素图像传感器作为商业环境中实际室内操作的可行原型。

该装置具有高性能 OPVOPD 特性,为进一步探索潜力提供了路线图,通过它们的相互关联性,可以为现实世界中的实际多功能应用带来协同效应。

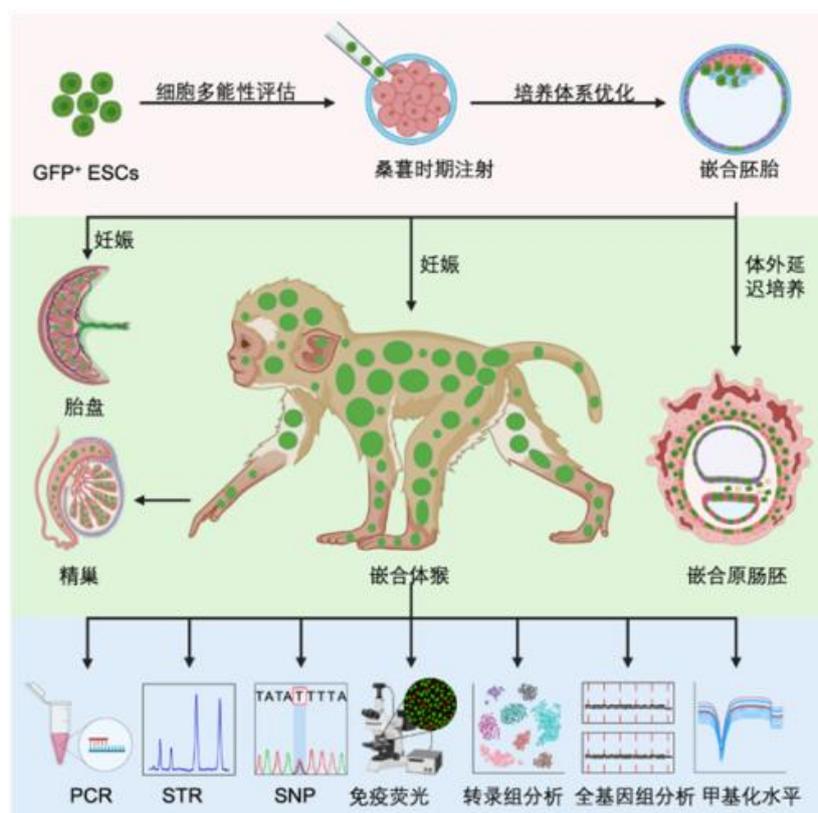
原文链接: <https://doi.org/10.1002/adma.202303287>.

生物医药

中国科学家成功构建胚胎干细胞嵌合体猴

文章来源：中国网

发布时间：2023-12-10



非人灵长类胚胎干细胞嵌合体研究模式图。中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心供图

2023 年 11 月 9 日 24 点,《Cell》期刊以封面文章的形式在线发表题为《Live birth of chimeric monkey with high contribution from embryonic stem cells》(高比例胚胎干细胞贡献的出生存活嵌合体猴)的研究论文。该研究由中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心(神经科学研究所)、上海脑科学与类脑研究中心刘真研究组、脑智卓越中心非人灵长类研究平台孙强研究团队和中国科学院广州生物医药与健康研究院 Miguel A. Esteban 研究组合作完成。该研究在国际上首次成功构建了高比例胚胎干细胞贡献的出生存活嵌合体猴,并证实了猴胚胎干细胞可以高效的贡献到胚外胎盘组织和生殖细胞。这对于理解灵长类胚胎干细胞全能性具有重要意义,为遗传修饰模型猴的构建奠定了技术基础。

胚胎干细胞是指由着床前囊胚的内细胞团在体外分离培养而来的多能性细胞，在模式动物构建、细胞治疗、器官再生、类器官模型等生物医药领域发挥着重要作用。胚胎干细胞具有体外无限自我复制更新、诱导实现多向分化、胚胎注射形成嵌合体等关键特征，其中胚胎注射形成嵌合体被公认为是评估胚胎干细胞多向分化潜能的金标准。建立非人灵长类胚胎干细胞嵌合体技术对于生物医药研究具有非常重要的意义，然而非人灵长类胚胎干细胞嵌合体研究一直进展缓慢。

该研究的首要问题在于获得具有高效发育潜能的胚胎干细胞。针对这一问题，研究团队建立了处于 6 种不同培养体系下的食蟹猴胚胎干细胞，进而从克隆形态、免疫荧光、单细胞转录组、线粒体代谢、全基因组甲基化、核型分析和全基因组测序等多方面对处于不同培养条件下食蟹猴胚胎干细胞进行全面系统的评估。发现 5iLAF、4CL 和 PXGL 体系下培养的食蟹猴胚胎干细胞具有较高的多能性，而且 4CL 体系下的干细胞具有更好的传代稳定性和基因组稳定性。

胚胎干细胞注射入受体胚胎后的快速凋亡是影响胚胎干细胞成功嵌合的关键。研究团队选用绿色荧光蛋白标记的 4CL 条件下的胚胎干细胞进行猴胚胎注射实验，通过测试干细胞注射入胚胎后的不同培养基和培养时间的组合，最终得到了既不影响胚胎正常发育又能保证干细胞存活的最优嵌合胚胎培养条件。而且 5iLAF 和 Primed 体系下的胚胎干细胞在该优化条件下也表现出胚胎注射后的高存活率。将注射了 4CL 和 5iLAF 干细胞的嵌合胚胎分别在体外延迟培养到第 17 天，发现注射的胚胎干细胞仍然可以高效存活，单细胞测序表明猴胚胎干细胞可以与受体胚胎细胞同步发育，并且贡献到第 17 天猴胚胎的不同细胞谱系中。

在系统性评估了不同培养条件下猴胚胎干细胞状态和改进优化了嵌合胚胎培养条件的基础上，研究团队进一步将注射了绿色荧光标记的 4CL 干细胞的胚胎移植到代孕母猴。在总共得到的 10 只出生或流产的仔猴中，有一只出生存活猴和一只流产猴检测到胚胎干细胞的嵌合。研究团队建立了包含 PCR 扩增、微卫星亲子鉴定、基因组单核苷酸多态性深度测序、流式细胞仪检测、绿色荧光蛋白检测、免疫荧光检测的一系列严格的嵌合体分析流程，发现出生存活猴中胚胎干细胞的贡献比例高达 70% 左右，流产猴中胚胎干细胞的贡献比例约 20%。单细胞转录组测序也进一步表明了注射的胚胎干细胞可以跟受体胚胎细胞同步分化到出生个体猴的各种不同细胞谱系中。

胎盘组织和生殖细胞是胚胎发育和重编程过程中的两类特殊组织或细胞。其中胎盘组织是由滋养外胚层发育而来，而生殖细胞发育过程中要经历更加剧烈的表观重编程。研究团队在两只嵌合体猴的胎盘组织中均发现了胚胎干细胞的高比例贡献。考虑到小鼠胚胎干细胞几乎不会贡献到胎盘组织，该结果说明灵长类胚胎干细胞可能具有不同于啮齿类的独特的发育全能性特征。此外两只嵌合体猴

的生殖细胞中也发现了胚胎干细胞的高比例贡献，这对后续基于该技术的遗传修饰模型构建至关重要。

该工作建立了系统评估不同培养条件下猴胚胎干细胞的多能性状态的研究体系，并探索得到有利于胚胎干细胞存活的胚胎嵌合体的培养条件，显著提升了胚胎干细胞注入胚胎后的存活效率，最终得到了出生存活的高比例胚胎干细胞贡献的嵌合体猴，证实了注入的猴胚胎干细胞可以高效地贡献到包括胎盘和生殖细胞在内的各种不同组织和细胞。该研究对于理解灵长类胚胎干细胞全能性和发育潜能具有重要意义，为建立基于猴胚胎干细胞嵌合体的基因打靶和模型构建技术奠定了基础。

该研究严格遵守生物伦理规范，所有实验均符合国际干细胞研究学会的研究指南，并经过脑智卓越中心伦理委员会审核。中国科学院脑智卓越中心刘真研究员、孙强研究员和中国科学院广州生物医药与健康研究院 Miguel A. Esteban 研究员为该论文共同通讯作者。中国科学院脑智卓越中心、西北农林科技大学联合培养博士研究生曹静、脑智卓越中心副研究员李杰、助理实验师李春杨、中国科学院广州生物医药与健康研究院副研究员李文娟、Md. Abdul Mazid、博士研究生贾雯淇、吉林大学博士研究生姜禹为该论文共同第一作者。该研究还得到了脑智卓越中心蒲慕明院士、西北农林科技大学王小龙教授、华大生命科学研究院徐讯研究员和刘龙奇研究员、剑桥大学 Patrick Maxwell 教授，以及脑智卓越中心、广州健康院、华大生命科学研究院多位合作同事的大力支持。

科学家利用新方法实现小鼠基因组改造

作者：小柯机器人

文章来源：科学网

发布时间：2023-11-3

美国纽约大学朗贡医疗中心 Jef D. Boeke. 研究团队近日取得一项新成果。经过不懈努力，他们完成了小鼠基因组重建和对三个重要疾病位点的改造。相关论文发表在 2023 年 11 月 1 日出版的《自然》杂志上。

现有的方法对运送 DNA 的大小和效率存在局限，妨碍了高信息量模型的常规创建，研究人员称之为基因组改写和定制的工程小鼠模型(GEMMs)(GREAT-GEMMs)。

研究人员研发了“哺乳动物抗生素耐药性标记逐步转换整合”(mSwAP-In)技术,这是一种在小鼠胚胎干细胞中高效重建基因组的方法。研究人员展示了使用 mSwAP-In 对长 115k 的 Trp53 基因座进行迭代基因组重建,以及使用 116kb 和 180kb 的人类 ACE2 基因座对小鼠进行人源化。ACE2 模型再现了人类 ACE2 的表达模式和剪接,与现有的 K18-hACE2 模型相比,ACE2 模型在感染 SARS-CoV-2 时的症状更轻,因此代表了一种更类似人类的感染模型。最后,研究通过在 ACE2 GREAT-GEMM 中对小鼠 Tmprss2 进行双叶人源化,演示了序列基因组编写,突出了 mSwAP-In 在基因组编写中的多功能性。

据了解,GEMMs 有助于人们了解人类相关疾病的病理并开发新的疗法,然而在小鼠身上完全再现人类疾病却极具挑战性。基因组学的进步凸显了非编码调控基因组序列的重要性,这些序列参与调控与许多人类疾病有关基因的时空表达模式和剪接。囊括广泛的调控基因组区域需要大规模基因组工程,这将提高疾病建模的质量。

新型类脑晶体管模仿人类智能

作者:张梦然

文章来源:科技日报

发布时间:2023-12-20

美国西北大学、波士顿学院和麻省理工学院研究人员从人脑中汲取灵感,开发出一种能够进行更高层次思维的新型突触晶体管,可像人脑一样同时处理和存储信息。在新的实验中,研究人员证明晶体管对数据进行分类的能力,超越了简单的机器学习任务,并且能够执行联想学习。研究成果 20 日发表在《自然》杂志上。

尽管之前的研究已利用类似的策略来开发类脑计算设备,但这些晶体管只能在低温中运行。相比来说,新设备在室温下运行很稳定。它在快速运行时消耗的能量很少,即使断电也能保留存储的信息,这使其成为实际应用中的理想选择。

研究团队探索了莫尔条纹物理学的新进展。莫尔条纹是一种几何设计,当两种图案相互层叠时就会出现。当二维材料堆叠时,会出现单独一层不存在的新特性。当这些层扭曲形成莫尔条纹时,电子特性前所未有的可调性成为可能。

对于新设备,研究人员结合了两种不同类型的原子薄材料:双层石墨烯和六方氮化硼。当堆叠并有目的地扭曲时,这些材料形成了莫尔条纹。研究人员可

在每个石墨烯层中实现不同的电子特性。通过正确选择扭曲，研究人员利用莫尔条纹物理学在室温下实现神经形态功能。

为了测试晶体管，团队训练它识别相似但不相同的模式。他们还推出了一种新型纳米电子设备，以节能的方式对数据进行分析和分类。

首先，研究人员向设备展示了一种模式：000（连续三个零），然后，他们要求人工智能识别相似的模式，例如 111 或 101。研究人员表示：“如果我们训练它检测 000，然后给它 111 和 101，它就会知道 111 与 000 比 101 更相似。000 和 111 并不完全相同，但都是连续的三位数字。认识到相似性是一种更高层次的认知形式，被称为联想学习”。

【总编辑圈点】将不同类型的原子薄材料堆叠、扭曲，在每个层中实现不同的电子特性，然后，利用这些扭曲，在室温下实现设备的神经形态功能。这是一次非常有意思的尝试。机器在执行特定任务时，常比人脑更有效率更为准确。但是，我们仍然希望机器能够具备人脑的特点，这样一来，它可以不需要大量的数据投喂，不需要一次次的人工标注。它可以举一反三，像儿童一样实现小数据甚至零数据学习。所以，研究人员一直在寻找新的材料和方法，让机器更为接近人脑。

新器件有望实现生命体与机器的无缝衔接

作者：陆成宽

文章来源：科技日报

发布时间：2023-12-1

中国科学院理化技术研究所的研究人员开发了一种具有级联异质界面的双相凝胶离电器件，用于多种离子信号的转换和传输，该器件有望实现生命体与机器的连通。相关研究论文发表于《科学》。

一直以来，地球上的生物体主要靠离子传递电信号，各种离子就像一颗颗小球，在受到电信号等的刺激时，有序向目的地前进。而人工电子电路则主要依靠电子进行信号传输。

近年来，能够将离子和电子的电荷转移与信号转换结合的离电器件引起广泛关注。这些器件在生物和非生物系统之间发挥着纽带作用，在神经电极、神经假体、智能可植入设备等领域有着广阔的应用前景。

“然而，现有的离电器件普遍存在一个局限，即它们仅具有单一电子或离子信息载体，难以容纳更多生物相容信息。如何实现多种生物离子信号的有效可控传输，关联复杂生物系统，一直是个难题。”论文通讯作者、中国科学院理化所研究员闻利平说。

受神经界面门控结构的启发，在中国科学院理化所江雷院士的指导下，闻利平和中国科学院大学副教授赵紫光联合清华大学教授徐志平以及首都医科大学教授刘慧荣，构建了具有离子富集相和连续低电导相的双相凝胶离电器件。

“在电场的作用下，离子部分去水合和再水合的过程将交替而连续地进行。由于不对称化学结构和空间尺寸的影响，异质界面将扮演多重‘门’的作用，迫使离子‘小球’脱掉由水分子组成的‘外套’，而它们脱掉‘外套’的难易程度是不一样的，这将使不同离子信号的传输产生数量级的区别。”赵紫光说，因此在不同电压刺激下，该器件可对离子传输能垒进行排序和控制，让“小球有序奔跑”，实现多元离子的分级传输。

闻利平表示，这项研究成果有望在神经拟态信号传输方面发挥重要作用，为实现生物—非生物系统的多元复杂信号通讯提供新的思路和方法。