科学家探测到独立的原子碰撞事件

本报讯 大气之所以会对人体产生压力，是因为无数空气分子不断撞击着你的皮肤，形成了持续的压力。如今，物理学家通过探测气体中的单个原子撞击悬浮在激光中的微小玻璃球（纳米颗粒），观测到了这种微小的冲击。据《科学》报道，这项即将发表于《物理评论快报》的研究成果，有望为压力定义建立新的标准，拓展量子理论的边界，并助力科学家搜寻新的粒子。

“这是一篇非常出色的论文。”奥地利维也纳大学的 Markus Aspelmeyer 评价，“这项技术十分精妙，展现了这些被俘获的纳米球作为传感器的强大能力。”

1827 年，英国植物学家 Robert Brown 在显微镜下发现，悬浮在水中的花粉颗粒会永不停歇地做无规则运动。近一个世纪后，爱因斯坦解释说，这种“布朗运动”源于水分子不断撞击花粉颗粒。他预测了颗粒的平均运动与其大小、流体黏度及温度的关系，从而将经典热力学与当时新兴的统计力学理论联系起来。不过，这位物理学家并未探讨颗粒与水分子之间的具体碰撞过程。

现在，美国耶鲁大学的 David Moore 及团队通过将一颗直径 100 纳米的二氧化硅小球置于极稀薄的气体环境中，发现了这些独特的碰撞事件。小球悬浮在真空腔内的激光束中，像弹簧上的小球一样在光阱中来回晃动，并且小球还会反射部分激光，使光波随小球的位置发生偏移。研究人员借助干涉测量这一精度极高的技术，通过对比入射光与反射光追踪了小球的运动。

为把碰撞次数减少至可控范围内，Moore 团队向真空腔内注入了极微量气体——不到百亿分之一大气压的氪气或氙气。“我们选用这两种原子是因为它们质量很大，因此动量也更大。”Moore 说。研究团队还使用了六氟化硫分子气体。在此过程中，气体原子或分子会偶尔撞击小球，加剧或者减弱其运动。

此外，纳米小球的晃动也来源于同真空腔内残留的水分子及激光光子的撞击。为从各类噪声中筛选出有效信号，研究团队借鉴了激光干涉引力波天文台（LIGO）的经验。该设备用于探测引力波与天体并合事件。

研究团队模仿了 LIGO 的处理方式，把含有噪声的实验数据和预设信号模板进行了匹配。这些模板是通过施加电场对纳米颗粒进行可控的撞击而生成的。匹配的结果使研究人员识别出每一次独立碰撞及其对小球动量带来的影响。

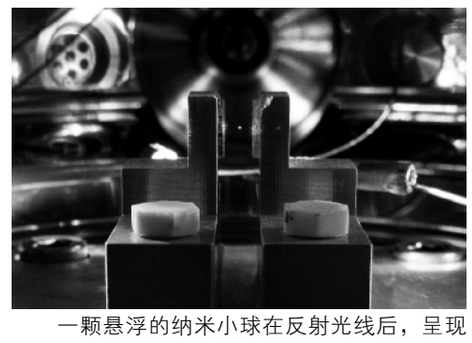
并非只有 Moore 团队观测到这类碰撞。瑞士苏黎世联邦理工学院的 Lukas Novotny 团队也取得了类似成果，相关研究 8 月份发表于《物理评论 A》。该团队没有注入稀薄气体，而是向被俘获的纳米颗粒发射高能氙原子束。“我们可以定向发射原子。”论文第一作者 Maxime Perdriat 表示，他们还可以在一定程度上判断原子的入射方向，这有助于科学家探测来自宇宙特定方向的新粒子。

探测这类碰撞的能力可以帮助物理学家检验量子理论的极限。Aspelmeyer 表示，未来或许可以把一个宏观物体，例如较大的悬浮球置于一种奇特的量子态中，使其同时处于两个位置。当与真空腔内残留的原子或分子发生碰撞时，这种量子态就会坍缩。因此像 Moore 做的这类实验可以揭示需要达到多高的真空度，才能使这种量子态维持足够长的时间以供测量。

这种系统还有望建立定义超高真空压力的新标准，如同原子钟定义时间单位“秒”一样。美国国家标准与技术研究所的 Daniel Barker 提出，研究人员可以通过统计碰撞次数来确定压力。所谓的基准标准不能依赖其他任何压力测量手段或校准，同时还要具备明确的误差，并且需要获得国际计量学界的认可。

Barker 表示，这项新技术距离达到上述标准还有很大差距，但“看完这篇论文，实现该目标的几乎所有要素都已具备”。

Moore 还设想了另一个应用方向。他计划用氟 -18 原子核对纳米小球进行处理，该原子核可以捕获电子，同时释放出几乎无法直接探测到的中微子。但逃逸的中微子会给纳米小球带来可观测的冲击。利用这一效应，科研人员有望开展测量中微子质量的相关研究，验证普通中微子是否会转化为质量更大的惰性中微子。有观点认为，惰性中微子构成了宇宙中的绝大部分物质。 （王方）



一颗悬浮的纳米小球在反射光线后，呈现为一个白点。 图片来源：Thomas Penny

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《自然》

科学家实现 PCSK9 基因高效碱基编辑

近日，美国哥伦比亚大学的 Dieter Egli 团队发现，在人类胚胎中可对 PCSK9 基因实现高效碱基编辑，且编辑后的胚胎能正常发育至囊胚阶段。相关研究成果发表于《自然》。

基于 Cas9 的工具可用于研究 DNA 修复效果、基因功能及基因组校正。在人类胚胎中，由 Cas9 引发的双链断裂具有致畸性，常导致非整倍体缺失。

研究人员评估了在 PCSK9 与 HBG 位点上，碱基编辑器引入的切口和错配处的 DNA 修复效果。将 ABE8e-V106W 作为蛋白质在受精时递送，实现了对所有 PCSK9 等位基因的编辑，支持胚胎发育至囊胚阶段，并成功获得同源性编辑的干细胞系。尽管存在罕见的靶向染色体断裂和染色体异常，但未检测到插入或缺失。然而，周围位点和非靶标位点的编辑结果呈镶嵌状，且将编辑器以 mRNA 形式引入时，由于依赖外脱氨酶活性，导致胚胎发育频繁停滞。

因此，与 Cas9 诱导的 DNA 断裂不同，碱基编辑引起的损伤可被高效修复。但由于它可能对基因组和胚胎发育产生不良影响，目前尚无法用于生殖临床治疗。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1038/s41586-026-11118-x

新皮层长程抑制促进皮层同步与睡眠

近日，美国西奈山伊坎医学院的 Geoffrey Terral 团队揭示了新皮层长程抑制促进皮层同步与睡眠。相关研究成果发表于《自然》。

睡眠与觉醒状态伴随着不同的皮层节律性活动模式。在低唤醒状态期间，广泛皮层区域以同步的低频节律为主导。尽管抑制性神经元被认为是调控皮层状态的关键因素，但协调局部及远距离新皮层网络中同步活动的神经回路机制仍不明确。

研究发现，在小鼠中，共表达生长抑素（Sst）和软骨素结合蛋白（Chodl）的神经元构成了一种稀疏且基因上独特的、新皮层 GABA 能抑制性神经元亚群，在低唤醒状态下选择性激活，在高唤醒期则基本处于静默状态。与大多数新皮层抑制性神经元不同，Sst-Chodl 细胞尽管极为稀少，却通过同时靶向多个区域的长程轴突，对整个新皮层产生广泛影响。选择性激活 Sst-Chodl 细胞足以促进低唤醒状态特征性的多区域皮层同步，并诱导睡眠。

这些发现表明，长程 Sst-Chodl 抑制性神经元不仅能跟踪行为状态，还能主动促进同步化皮层活动和睡眠行为，凸显了皮层环路在睡眠调控中的关键作用与已知的皮层下机制并存。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1038/s41586-026-10876-y

更多内容详见科学网小柯机器人频道：
http://paper.sciencenet.cn/AInews/

向极限迈进，单铜氧层高温超导体问世

（上接第 1 版）

“我们可以一边测量，一边通过控制臭氧浓度和温度来精确调节材料的氧含量。”阮威介绍。由此，团队实现了高达 δp≈0.0005 的掺杂分辨率，可以理解为在 2000 个铜原子中掺杂 1 个空穴。

“如果没有这些设备和发展出的方法，我们应该无法将铜氧化物的厚度推进至真正的单层结构，也无法实现对铜氧化物超导属性的极限验证。”张远波表示，“这套体系的建立并不容易，需要大量的思考辅以反复试错，一点点优化。”

向同行敞开大门

“高温超导机理至今仍未完全破解，但过去每一次对极限条件的逼近——材料更薄、更纯、更可控，都是一次添砖加瓦，将答案的边界再往深处推进一步。”张远波说，“如果我能够在这个重要问题上迈出一小步，就心满意足了。”

对他而言，把材料做得更薄、更可控，让过去难以开展的实验成为可能，是团队为这一领域“添一块砖”的方式。

因此，除了科学方面的发现，张远波也十分愿意将搭建起来的实验体系向同行开放。

从 2019 年起，陆续有国内外其他团队的学生来到张远波实验室交流、学习，他们则毫无保留地分享了制备工艺和操作流程。“将科学发现和技术方法与学界共享，正是基础研究工作的一部分。”张远波说。

同时，这些年搭建的实验体系，也为后续研究提供了条件。研究人员可以尝试将这套方法用于其他二维材料，也可以去探索更多调控方法，从不同角度观察超导如何出现、如何消失，为理解它的机理寻找线索。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1038/s41586-026-10857-1

睡眠时光线过强可能会改变心脏结构。 图片来源：Shutterstock

■ 科学此刻 ■

夜晚太亮 心脏重塑

一项涵盖 1.1 万多人的研究发现，夜间光照与心脏结构和功能的潜在有害变化相关。相关成果 9 月 9 日发表于《欧洲心脏杂志》。

论文通讯作者、美国杜兰大学的祁禄表示：“此前的观察性研究已将夜间光照暴露与心血管疾病风险升高联系起来，但人们对相关的心脏结构与功能变化知之甚少。我们开展这项研究旨在探明长期夜间光照过度会对心脏产生何种影响。”

研究纳入了来自英国生物银行的 11071 名受试者。每位受试者的手腕上佩戴了 7 天光照传感器，以便测算夜间接触的光照量。3 年后，受试者接受了心脏核磁共振成像（MRI）扫描。这些清晰的影像让研究人员得以检查受试者的心脏结构及泵血效率。

随后，研究人员将夜间光照强度高于 3 勒克斯的受试者，与夜间几乎处于无光环境的受试者进行了对比。结果显示，夜间光照暴露水平高的人群的左心室壁增厚。随着心室壁变厚，心腔内部的空间就减小了。

扫描结果还显示，这些人在每次心跳期间的正常收缩能力下降。心肌弹性降低可能是心脏功能开始衰退的早期信号。研究人员还在右心室和左心房中发现了类似变化。

祁禄表示：“这是同类研究中的首项成果，表明夜间高水平光照暴露与心脏重构相关。”心脏重构指心脏的结构和功能发生改变，通常是心脏应对慢性压力或损伤后的反应。这是人体适应这种压力的方式，但最终会削弱心脏功能，甚至可能引发心力衰竭。

“光污染已成为心血管疾病的一个新的风险因素。我们的发现结合其他研究证据表明，临床医生和政策制定者应将减少夜间光照暴露作为预防心脏病的潜在策略之一。”祁禄说。

德国美因茨大学医学中心的 Thomas Münzel 及同事在同期一篇评论中指出，医生或许需要更多关注患者夜间接触的光照量，尤其是已经患有某些心脏病的人。

他们表示，临床医生，尤其是治疗心力衰竭或心房颤动患者的医护人员，是时候开始询问患者的睡眠环境了，比如卧室黑暗程度如何、患者是否上夜班、日落后使用电子屏幕的时长。相关建议简单且成本低廉，包括安装遮光窗帘、使用暖色调床头灯、遮挡家用电子设备上的待机指示灯。

从公共卫生角度看，这一问题的影响更为深远。光污染是城市可以直接、低成本管控的少数环境危害之一。遮光灯具、暖光谱灯泡、可调光或人体感应路灯均已普及，它们不仅节能，而且环保。

“归根结底，这项研究不只是一项有趣的观察。卫星观测到的事实是，地球的夜晚正越来越亮，而我们胸腔内也正在发生临床变化。该研究为二者搭建了关联——心脏变得更僵硬、更衰弱，功能也越来越差。这种关联在生物学上是合理的，影响程度具有临床意义，剂量 - 反应关系也十分明确，即光照越多，结局越差。”Münzel 表示，“结论显而易见，黑暗应当被视为一项健康要素，对心血管健康的重要性不亚于控制血压和清洁空气。” （方子逸）

相关论文信息：

https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehag563

施普林格·自然更新 AI 政策

本报讯 近日，施普林格·自然对人工智能（AI）编辑政策予以更新，并提供了实践指引，以支持负责任和透明的 AI 使用。

新框架基于“责任、透明和人类监督”AI 三原则，以及编辑评审保密性的核心原则，阐明了一套共同准则，并辅以量身定制的指南，以帮助各个群体在日常科研和编辑活动中运用。更新后的政策，关注点不在于是否使用了 AI，而是着眼于 AI 的使用方式、潜在影响、风险程度以及是否保持了适当的人类监督。

该框架承认 AI 的用途并非完全一样。有些 AI 使用可能有助于提升效率、清晰度或可及性，所带来的风险相对有限，例如用于语言润色、清理数据或整理评论意见。另一些 AI 使用则可能影响解读、评价或决策，例如用于方法上的建议、识别数据模式，或帮助解读结果，因此需要更充分的评估、人类监督和透明度。至于意在取代负有责任的人类判断，或损害出版流程诚信的 AI 使用，例如利用 AI 生成结论、将同行评议委托给 AI 工具，则依然不被允许。

施普林格·自然首席出版官 Harsh Jegadeesan 说：“我们相信，如果负责任地使用 AI，就能加速发现并改善科研交流。我们更新后的 AI 指引明确指出，人类的责任仍然是科研与出版的基石，同时有助于科研人员以负责、透明和自信的方式使用 AI。” （冯丽妃）

南非总统呼吁非洲国家加强发展绿色氢能

据新华社电 为期两天的 2026 年非洲绿色氢能峰会 9 月 15 日在南非立法首都开普敦开幕。南非总统拉马福萨呼吁非洲国家抓住绿色氢能发展的历史性机遇，加强务实合作，以实现能源安全、推动脱碳进程并促进可持续发展。

拉马福萨在由该国电力和能源部长科西恩乔·拉莫豪帕代为宣读的开幕致辞中说，非洲拥有丰富的可再生能源、水资源和关键矿产，完全有条件成为全球绿色氢能产业重要枢纽。发展绿色氢能不仅关系到投资和新兴产业布局，也有助于缓解非洲能源贫困、创造就业，并推动公正能源转型。非洲应抓住这一千载难逢的机遇，加快行动步伐，以跻身变革性工业发展的最前沿。

拉马福萨强调，非洲不能仅作为可再生能源、矿产和氢能产品的供应地，还应参与整个价值链。他呼吁技术合作伙伴在非洲构建制造、培训和研究能力，并扩大本地采购、制造、就业和技能转移。

拉马福萨宣布，南非在国家绿色氢能计划下推出首批 6 个绿色氢能项目。其中，位于西开普省萨尔达尼亚湾的电制可持续航空燃料项目预计 2027 年第一季度开工建设，2029 年第一季度出口首批电制可持续航空燃料。

（王晓梅 王雷）

人脑类器官在小鼠体内形成神经网络

本报讯 一项研究表明，移植到小鼠体内的人脑类器官能够重现大脑发育的某些特征，包括形成功能性神经网络，从而支持脑活动。相关成果 9 月 16 日发表于《自然》。

这一成果得益于一种培育脑容量缩小的小鼠的方法。这种方法使得这些由人类细胞培养形成的三维类脑组织，即人脑类器官能够与小鼠大脑整合。该模型有望以比此前更深入的方式研究人脑组织的发育。

由于脑组织难以获取，人脑发育研究一直受到限制，但基于干细胞的模型有助于应对这一挑战。将人脑类器官移植到啮齿动物宿主体内，为探索人类神经元的功能提供了机会，也可用于研究疾病及其潜在疗法。

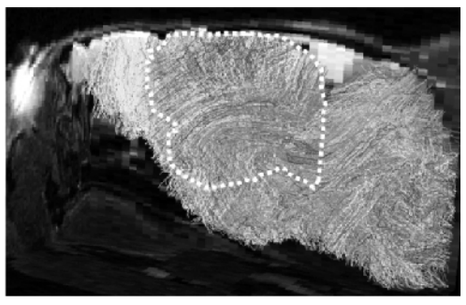
然而，空间有限以及与啮齿动物神经元之间的竞争，限制了人脑类器官在宿主体内的整合。

为解决这一难题，美国斯坦福大学的 Sergiu Pasca 及同事尝试改进此类移植实验的结果。他们设计了一种遗传学策略，用于培育大脑皮层部分区域缺失的小鼠，从而为人脑类器官的整合腾出空间。

研究结果显示，移植的类器官生长良好。它们占据了大部分空间，分化为多种人类脑细胞，组织形成了神经回路，并产生了类似大脑皮层组织的复杂结构。此外，整合形成的皮层组织可能造成了某些行为表现。研究人员将移植类器官和未移植类器官的皮层缺失小鼠进行了比较，发现它们在运动和记忆任务中的表现存在差异。

团队还测试了该系统的一些潜在应用。例如，研究人员观察到缺氧损伤（组织未获得足够氧气）会导致步态差异。这些观察结果表明，该模型有望用于更深入地研究人类疾病或神经发育障碍。

研究人员指出，这一实验在严格伦理指导下进行。他们同时强调，必须制定适当的指导规范，以涵盖持续开展此类模型研究可能带来的社会、医学和伦理影响。研究人员希望，这一方法今后用于研究神经发育、建立疾病模型，并可能用于开发治疗方法。 （赵熙熙）



异种皮层小鼠大脑中的神经纤维路径图。白色虚线勾勒出了异种皮层移植物的轮廓。 图片来源：斯坦福大学

相关论文信息：

https://doi.org/10.1038/s41586-026-11032-2

野火吞噬克罗地亚第三大岛逾十分之一

据新华社电 克罗地亚旅游胜地布拉奇岛上持续数日的野火 9 月 14 日总体上得到控制。野火过火面积超 5000 公顷，超过该岛面积十分之一。

据克罗地亚国家电视台报道，火灾于当地时间 9 月 10 日晚在布拉奇岛上的洛日什恰镇附近发生。几天来，数百名消防员一直在灭火。因大风等原因，火情反反复复。上周末，因火情严重，包括游客在内的数百人被迫疏散。另有两人被送往医院接受治疗。

现场消防指挥尼古拉·马丁尼奇·德拉甘 14 日告诉克国家电视台，大火蔓延范围很广，火线超过 50 公里，过火面积超过 5000 公顷，但总体上火势已经得到控制。

布拉奇岛面积约 400 平方公里，是克罗地亚第三大岛。克旅游和体育部长格拉维纳 14 日说，大火烧毁了很大一片区域，但其中大部分地区人口稀少，受损的房屋和其他建筑物相对较少，估计损失最大的可能是农业领域。 （马震）