

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《自然》
经有效数字精度验证的
镱离子光学频率基准

新加坡国立大学的 M.D.Barrett 团队研发出精度验证达第 19 位有效数字的镱离子（Lu⁺）光学频率基准。相关研究近日发表于《自然》。

人们预期国际单位制(SI)的秒将被重新定义。然而，在科学界就新标准寻求共识的过程中，多个最先进的光学标准已报告低于 10⁻¹⁸ 的评定分数的不确定度，而要达到可比水平并通过同种原子比对加以验证，仍是一个挑战。

研究团队发现了两台 ¹⁷¹Lu⁺ 单离子光学频率基准，其评定分数频率不确定度均接近 1×10⁻¹⁹；两台基准通过关联光谱学直接比对，测得相对频率差为[0.1±(5.7)统计±(1.0)系统]×10⁻¹⁹，其中“统计”和“系统”分别表示统计不确定度和系统不确定度。

研究人员称，该研究的光学基准已通过全面评估，不确定度低于 10⁻¹⁹，并由两台独立系统之间的同种原子比对支持，比对精度达 5.7×10⁻¹⁹。这一在实用的常温系统中实现的精度，将有助于改进国际时间计量，并推动毫米尺度的测高计时，以及基本物理检验，例如洛伦兹不变性、广义相对论、暗物质搜寻和基本常数变化。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-11072-8>

研究人员绘制小鼠脑的脂质组学架构

瑞士洛桑联邦理工学院的 Gioele La Manno 团队绘制了小鼠大脑的脂质架构。相关研究近日发表于《自然》。

脂质是脑的基本成分，对突触传递和信号传导至关重要。脑脂质组成的改变与常见及罕见神经病理相关，然而与其他组学模态相比，哺乳动物脑脂质组的空间组织仍缺乏充分刻画。

研究团队在微米尺度上绘制了成年小鼠脑的脂质架构，覆盖不同性别及妊娠期。这一图谱揭示了脂质勾勒出的一种与功能解剖学相吻合的精细生化结构。脂质的空间异质性聚集为若干区域，研究成员将其称为“脂区”。脂区在一定程度上反映了细胞类型区域，也捕捉到了远端轴突末梢。

通过脂区，该研究揭示了灰质脂质组的组织原则，其与连接性和细胞构筑相关；发现了白质中少突胶质细胞异质性的一个新维度；同时发现脉络丛和脑室壁存在生化分区。研究表明，这一脂质架构能够适应生理需求的变化。在妊娠雌鼠的脑中，白质处于代谢激活状态，皮质则发生脂区特异性的重塑，其中第四层尤为显著。这些结构构成了一项基础性资源。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-11050-0>

转录暂停与延伸调控因子介导体细胞高频突变

美国耶鲁大学医学院的吴丽贞团队发现转录暂停和延伸调控因子能够介导体细胞高频突变(SHM)。近日，相关研究成果发表于《自然》。

SHM 在活化 B 细胞的免疫球蛋白基因可变区产生点突变，以支持抗体亲和力和成熟。SHM 由活化诱导的胞嘧啶脱氨酶(AID)启动，而AID的底物——单链DNA被认为是在RNA聚合酶II(PolII)转录过程中产生的，可能与PolII停滞有关。介导AID染色质募集并在SHM过程中产生其推定的PolII停滞底物的因子和机制尚不清楚。负延伸因子(NELF)使PolII稳定于转录起始位点附近的暂停状态。NELF从PolII上释放以及PolII的延伸与终止决定，受相互拮抗的超级延伸复合物(SEC)激酶和整合子-蛋白磷酸酶2A(INT-PP2A)活性的调控。

研究证明，NELF、SEC组分MLLT1和MLLT3以及INT-PP2A磷酸酶模块均为SHM所必需。研究团队发现，NELF可在AID靶窗口内的基因体区域与PolII结合；在缺乏NELF的情况下，尽管AID被高效募集至染色质且PolII转录正常，AID仍无法脱氨其靶标。MLLT1和MLLT3通过其组蛋白结合结构域YEATS与AID相互作用，并且是AID在其靶位点富集所必需的。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-11092-4>

科学家在超冷分子气体中实现极端的损耗抑制

美国哥伦比亚大学的 Sebastian Will 团队在偶极相互作用大范围可调的超冷分子气体中，实现了对损耗的极端抑制。相关研究近日发表于《科学》。

超冷偶极分子在创造奇异量子物态方面具有巨大潜力，但要实现具有强偶极-偶极相互作用的长寿命分子样品，一直颇具挑战。

研究团队实现了由超冷基态分子构成的碰撞稳定气体，其寿命达数秒。利用双微波缀饰，研究人员将非弹性二体和三体损耗分别抑制了超过 1 万倍和 1000 倍。研究发现，在偶极-偶极相互作用的很大范围内，损耗始终保持被抑制状态，从而可将偶极长度从 21000ao 连续调至 12000ao(ao 为玻尔半径)。结合偶极分子玻色-爱因斯坦凝聚最近的实现，这一研究为探索强偶极量子液体打开了大门。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/science.adz0521>

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

2010 年漏油事件严重破坏深海生态系统

一项 13 年研究显示至今尚未恢复

本报讯 2010 年，英国石油公司(BP)“深水地平线”钻井平台发生泄漏事故，导致大量原油涌入墨西哥湾。随后，应急处置团队采取了一种前所未有的措施：派遣水下机器人下潜至海面下 1500 米的井口并注入化学分散剂，将原油分解成微小液滴使之最终溶解。人们希望通过稀释原油最大限度地降低对野生生物的伤害。此举可能让大量海鸟、海龟及浅水鱼类免遭海面原油的侵害，但它可能对深海生物造成了意想不到的伤害。

事故发生后第二年启动的一项历时 13 年的调查发现，墨西哥湾深水区的鱼类、甲壳类动物和头足类动物的数量急剧且持续下降，而原油泄漏最有可能是罪魁祸首。不过，该研究并未直接将矛头指向化学分散剂。这项研究结果 10 月 19 日发表于美国《国家科学院院刊》。

美国蒙特利湾水族馆研究所的 Bruce Robison 表示：“我们原本以为这片深海生态系统与世隔绝，或许会得到庇护，然而这里却发生了巨大变化。我不知道生态系统是否具备足够的韧性，可以恢复如初。这是一个巨大的问号。”

这场事故造成钻井平台上 17 名工作人员死亡，共泄漏 500 万桶原油。论文第一兼通讯作者、美国诺瓦东南大学的 Tracey Sutton 受美国

政府委托，评估了漏油造成的生态损害，并牵头开展了这项深海生态系统调查。

从 2011 年 2 月起，研究团队搭乘一艘配备声呐设备的科考船开始收集数据，并估计了鱼群与甲壳类动物的数量；他们还投放了拖网，在墨西哥湾周围 46 个地点的不同深度捕捞海洋生物。科研人员昼夜轮班，统计了约 900 个物种，勾勒出漏油发生后深海生态系统的快照。

4 年后，当研究团队重返调查海域时，原本希望看到生态恢复的迹象，结果却发现生物数量在进一步急剧下降。调查涵盖的三大动物类群——鱼类、甲壳类、头足类的种群数量远低于 2011 年的水平。后续多轮调查情况依旧不容乐观。直到 2023 年，这些生物的数量始终很低。其中鱼类降幅最大——相比 2011 年下降了 64%。由于研究团队缺少漏油事故发生前的基线数据，因此实际下降幅度可能比报告的还要大。

研究人员并未测量生态系统中还有多少原油，但他们推测，在事故发生后很长一段时间，原油依旧在通过食物链产生影响。论文作者、美国南卡罗来纳大学的 Isabel Romero 在事故发生多年后，曾在深海鱼类的卵和组织中检出多环芳烃——一种毒性极强的原油成分。

美国国家海洋哺乳动物基金会负责人

Cynthia Smith 表示：“人类海洋活动会带来意想不到的后果，这项研究敲响了警钟。”

美国夏威夷大学马诺阿分校的 Jeffrey Drazen 对这项调查的规模印象深刻——研究团队累计完成了 2000 次拖网采样，采样深度通常超过 1000 米。“这是迄今针对中层海洋开展的最全面的采样工作之一。”

这项研究对近海生态同样有启示意义。灯笼鱼是一种小鱼，白天栖息在深海、夜间到海面捕食浮游动物，它们同时又是金枪鱼、剑鱼和鲸的猎物。目前，灯笼鱼数量锐减，并且很多鱼体内还留存碳氢化合物污染物。这或许可以解释墨西哥湾近期鲸数量下降的原因，例如抹香鲸的数量比漏油事故发生前减少了约 30%。

美国南佛罗里达大学的 Steven Murawski 对生态迟迟无法恢复感到意外。他认为来自海湾西部、南部邻近海域的生物种群可以补充遭破坏区域的生物量。“原油泄漏的生态影响一定在整个墨西哥湾海洋群落内部形成了连锁反应。”

Smith 表示，这项研究说明，今后发生原油泄漏时，我们需要更全面地研究使用化学分散剂的必要性。“相关决策必须顾及原油影响范围内从海面到海底的全部生物。”

论文作者、美国佛罗里达国际大学的



2010 年“深水地平线”原油泄漏事件之后，灯笼鱼种群数量出现下降。
图片来源：Danté Fenolio/DEEPEND

Heather Bracken-Grissom 表示：“过去有一种观点认为深海生物种群规模庞大，不容易遭到破坏。但这项研究证明事实并非如此。”

“深海生态系统远比我们想象的更加脆弱。”Sutton 指出，该研究也为海底采矿等其他深海工业活动敲响了警钟。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1073/pnas.2616554123>

住宅周边绿化程度高可能有助降低痴呆症风险

据新华社电 瑞典斯德哥尔摩大学和卡罗琳医学院的一项最新联合研究发现，住宅周边 100 米范围内绿化程度较高的老年人，随着时间推移患痴呆症的风险更低。

据斯德哥尔摩大学近日发布的新闻公报，这项研究对瑞典首都斯德哥尔摩的近 3000 名 60 岁及以上老年人进行了长达 16 年的跟踪调查。研究人员利用卫星图像和地理信息系统，测量研究对象住宅周围 100 米、250 米和 500 米范围内的绿化程度，并定期评估其认知健康状况及痴呆症发生情况。在 16 年的随访期间，有 477 人经临床诊断确诊为痴呆症。

研究显示，住宅周边 100 米范围内绿化程度较高与老年人患痴呆症风险降低相关，这一关联在女性中更为明显。随着对绿化情况的评估范围扩大，这种关联则有所减弱。

研究人员表示，这项研究凸显了住宅周边绿化在促进大脑健康和健康老龄化方面的重要性。即使居民难以前往大型自然区域，住宅庭院、街道和步行道旁的树木及其他植被也能带来益处。研究结果提示，城市规划应更加重视保护和增加住宅周边绿化，使其在促进公共健康等方面发挥作用。

相关研究论文已发表在美国《阿尔茨海默病与痴呆症》杂志上。（朱晨晨 徐谦）

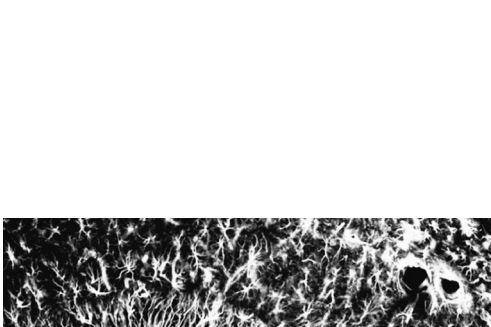
AI 辅助筛查有助于糖尿病患者及时接受眼科诊疗

据新华社电 英国伦敦卫生与热带医学院近日发布公报说，该校参与的一项随机对照试验发现，在糖尿病视网膜病变筛查中引入人工智能(AI)技术，有助缩短从筛查到专科就诊的时间，可帮助更多需要进一步接受眼科诊疗的患者及时就医。

研究团队在坦桑尼亚的 24 家医院开展试验，纳入 2378 名参加糖尿病视网膜病变筛查的人员，将他们随机分配到 AI 辅助筛查组或常规筛查组。结果显示，在最终经评估确认达到糖尿病视网膜病变转诊标准的受试者中，AI 辅助筛查组有 35.9% 的人在 8 周内前往眼科就诊，而常规筛查组这一比例为 18.2%。在达到转诊标准且随后前往眼科就诊的患者中，AI 辅助筛查组从筛查到就诊的平均间隔为 10.9 天，而常规筛查组则为 36.9 天。

研究人员认为，两组受试者后续就诊情况差异，可能部分源于筛查结果反馈时间及咨询方式的不同。AI 辅助筛查可立即给出结果，让医护人员能够当面向受试者提供就诊建议；而常规筛查则需要人工评估视网膜图像，受试者往往在数周后才能通过电话获知结果并收到就诊建议。

相关研究论文已发表在英国《柳叶刀-全球卫生》杂志上。（张家伟）



小鼠海马体细胞。图片来源：Talley Lambert

大脑中的酶尤其难以触及。

但 Sahay 说，基因疗法或可另辟蹊径，在 PLA2G2F 基因开始衰退之前就提高其在大脑中的表达。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41593-026-02465-z>

科学此刻

健康“亲戚”拯救珊瑚

当珊瑚在热浪期间白化并排出共生藻类时，通常意味着它要么死亡，要么需要数月甚至数年才能缓慢恢复。近日，两个独立科研团队均发现了一种更快速的方法，有望帮助珊瑚从白化中恢复，并抵御未来的热浪冲击。10 月 2 日发表于《环境微生物学报告》与 10 月 14 日发表于《科学进展》的两篇论文分别报道了这项技术。

其原理看似简单却效果显著：只需将一株白化珊瑚与一株健康珊瑚接触，便会发生一种类似“藻类输血”的过程。共生藻类会顺着珊瑚组织形成的通道迁移，然后迅速繁殖，在短短 4 周内重新覆盖白化珊瑚。

“人们一直在寻找加快珊瑚白化后恢复的方法。”美国迈阿密大学的 Andrew Baker 表示，“这是此前未想到的方法。”

美国斯坦福大学的 Stephen Palumbi 是《科学进展》那篇论文的作者，他偶然观察到这一现象。在实验室中，一株珊瑚发生了白化，而这株白化珊瑚恰好紧挨着同一珊瑚群体中的一株健康珊瑚，两者由基因完全相同的珊瑚虫克隆体组成。Palumbi 发现，那株白化珊瑚很快重新恢复了棕绿色，这正是共生藻类重新回归的迹象。

大约在同一时间，斯坦福大学博士生 Danny Collins 在另一个实验室探索是否能够通过某种物质接触的方式，将藻类共生体传递给珊瑚。当 Palumbi 提到自己的观察结果后，Collins 立即展开了一系列实验。他先将指尖大小的花椰菜珊瑚碎片置于温水中进行白化，再将其放入水族箱中，与来自同一珊瑚群体或不同群体的健康珊瑚片段接触。

当健康珊瑚来自不同群体时，这种方法无法起效。此时，珊瑚虫会伸出细小的刺状



健康珊瑚上的共生藻在两株珊瑚融合后涌入白化珊瑚中。图片来源：Danny Collins

附肢，仿佛在攻击入侵者。Collins 将这一过程比作人体免疫系统排斥异体器官移植。最终，那些白化珊瑚死亡。

但当同一群体的珊瑚彼此接触时，二者的珊瑚虫组织会相互融合，形成一种类似藻类高速公路的结构。如果保持接触一周，共生藻就会大量涌入并开始繁殖，数量约每 4 天翻一番，比在自然白化珊瑚礁观察到的快 10 倍——通常白化珊瑚通过重新吸收游离的藻类来恢复。在此次实验里，所有的 11 株珊瑚均在 8 周内完全恢复。

不过，Baker 指出，这些发现并不能立即转化为修复野外白化珊瑚的方法。即使方法可行，对珊瑚礁上的每个群体都进行这样的处理也不现实。此外，重新植入相同的共生藻意味着珊瑚在下一次热浪中同样容易发生白化，因为不同种类的藻类会影响珊瑚对高温的耐受力。

澳大利亚海洋科学研究所的 Bede Johnston 领导的另一项研究，对两种珊瑚的部

分组织进行了白化处理，并让其中一些珊瑚碎片中的珊瑚虫吸收了在实验室培育的、具有耐高温特性的共生藻类。当这些接种了共生藻的碎片与白化碎片连接在一起时，部分耐热共生藻成功扩散到邻近的珊瑚虫体内。

这一过程比碎片依赖水中游离共生藻自然附着要快得多，但速度仍不及 Palumbi 团队观察到的那么快。澳大利亚墨尔本大学的 Madeleine van Oppen 是《环境微生物学报告》那篇论文的作者，她“对斯坦福大学实验中共生体的传播速度感到震惊”。

这些新发现为珊瑚恢复策略打开了大门。Collins 目前正在研究如何用基因不同的供体输送健康共生体，并实现比游离藻类更高的浓度。“如果能催生上百项小型试验，探索出一些巧妙的方法来实现这一切，那将是非常酷的。”

（李木子）

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1111/1758-2229.70418>
<https://doi.org/10.1126/sciadv.ach1580>

一种酶让老年人的记忆力更有“韧性”

本报讯 一项针对小鼠、人类和细胞的研究发现，大脑中存在的一种酶可能有助于维持老年人的认知韧性。研究人员发现，这种酶含量较高时，大脑的炎症水平较低。此外，它还能促进衰老大脑的神经元生长。相关研究 10 月 15 日发表于《自然-神经科学》。

论文通讯作者、美国马萨诸塞州总医院的神经科学家 Amar Sahay 说，这种酶似乎起到了“一种代偿性认知恢复机制”的作用。

“这是一项非常出色且具有启发性的研究。”美国范德比尔特记忆与阿尔茨海默病中心的 Timothy Hohman 说，“它试图弄清究竟是什么在保护神经元，并示范了如何利用模型系统来分析一些在人类身上极难研究的韧性机制。”

这种酶是一种磷脂酶，可分解脂肪化合物。研究人员发现，当小鼠大脑中部分神经元之间的连接受到破坏时，编码这种酶的基因就突然活跃起来。为了解更多信息，科学家对小鼠进行了基因改造，使其缺少这种名为 Pla2g2f 的基因，并观察它们衰老后会发生什么。与未改造的对

照组相比，这些小鼠的大脑中出现了炎症激增和神经元退化加剧的现象。相反，随着年龄增长，Pla2g2f 基因过量的小鼠大脑炎症反应较轻，神经元连接也更加紧密。

研究团队还测试了小鼠的空间记忆能力。结果表明，这种酶具有保护作用。缺少 Pla2g2f 基因的中年小鼠在记忆测试中的得分低于同龄的对照小鼠；而增强 Pla2g2f 基因表达的老年小鼠的得分则高于同龄的对照小鼠。Sahay 补充说，这些发现表明，Pla2g2f 基因可用于改变小鼠病理性衰老的进程。

这种基因对人类可能也有保护作用。作者分析了两个大型数据集，发现人脑中 PLA2G2F 基因的活性会随着年龄增长而上升。Sahay 与从已故人类捐献者的大脑中收集了基因表达数据的研究人员展开合作。这些捐献者生前都接受过认知测试。Sahay 团队发现，PLA2G2F 基因活性在具有“韧性”的人中是最高的——他们的大脑中即使已有 β-淀粉样蛋白沉积物，其认知能力依然保持完好。这种沉积物是阿尔茨海默病

的一个特征。此外，该基因在另外两组人群中的活性较低：一组是既无认知障碍也没有 β-淀粉样蛋白沉积的人，另一组则患有严重的阿尔茨海默病。

这项分析仅纳入了 13 个人的大脑，Sahay 承认还需要更多人类数据。但他认为，这些发现表明，PLA2G2F 基因编码的磷脂酶能够延缓神经变性。

Sahay 解释说，这种酶在一定程度上是通过清除大脑中的脂肪，即充满脂肪的微小细胞器来实现这一作用的。他说，这种“清理”会产生多种下游效应，例如促进神经元生长、抑制神经炎症。不过 Hohman 表示，要确定这种酶的作用，仍需做更多的工作。“他们讲述了一个很漂亮的故事，但机制仍不清楚。”

Sahay 正在思考如何利用脂质生物学来维持大脑健康，并在波士顿与人联合创办了一家生物技术公司。未来仍面临一些关键挑战，例如小分子药物和治疗性抗体擅长抑制并清除 β-淀粉样蛋白等毒性蛋白，但它们很难激活酶，而