

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《自然－物理学》

利用异常点实现磁振子极化激元相干控制

新西兰奥塔哥大学的 N. J. Lambert 团队利用异常点实现了磁振子极化激元的相干控制。相关研究成果近日发表于《自然－物理学》。

在非厄米系统中，谐振振荡的振幅随时间增长或衰减，对应具有增益或损耗的模式。当两个耦合模出现特定的增益－损失不平衡时，系统的本征频率和本征模会在一个异常点上合并。异常点对系统的动力学具有定性影响，并且已被用于控制系统，包括光学微腔、宇称－时间对称波导的激光发射和太赫兹脉冲的产生。一个具有挑战性的开放问题是，在与激励相干控制相关的时间尺度上，如何完全确定和直接操纵系统的损耗和增益。

研究团队展示了对磁振子极化激元的复频率快速操纵，其持续时间短远于其衰变速率，使它们能够利用非厄米物理进行相干控制。通过动态环绕一个异常点，研究团队证明了耦合磁振子极化激元模式之间的布居转移。然后，他们驱动系统直接通过一个异常点，并证明这可以在本征模的相等叠加中制备耦合系统。这些发现为探索非厄米系统的丰富动力学性质建立了一个高度可控的混合平台。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41567-025-02998-3>

《地质学》

研究证实阿曼位于拉伸纪末期莫桑比克洋北部边缘

美国卡尔顿学院的 Annabel F. Jay 团队证实了阿曼位于拉伸纪末期莫桑比克洋的北部边缘。相关研究成果近日发表于《地质学》。

莫桑比克洋的闭合确定了冈瓦纳大陆的最终聚合，并与阿拉伯－努比亚地盾的一个巨大的地壳生长区域有关。尽管莫桑比克洋处于古地理的中心位置，但其内部和海洋边界的地体位置几乎没有限制。

研究团队分析了约 7.26 亿年前暴露 in 阿曼南部的堤坝古地磁数据。通过对叠加的成冰系混积岩中基性碎屑的砾岩进行试验，他们确定了磁铁矿的主要磁化作用。由此得出的古磁极表明，阿曼的古纬度为 $37 \pm 2.5^{\circ}$ N，较现在的方向逆时针旋转了约 80° 。该位置与一个独特构造域一致，后者由阿曼和印度及华南克拉通在莫桑比克洋北缘形成，沿阿拉伯－努比亚弧向南。该位置曾有一个约 5500 公里宽的洋域，该洋域随后发生闭合，形成了新元古代地壳生长的主要区域。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1130/G53450.1>

《自然－地球科学》

从拓扑数据分析全球板块重组的地球动力学

美国波士顿学院的 Alexandre Janin 团队用拓扑数据分析了全球板块重组的地球动力学。相关研究成果近日发表于《自然－地球科学》。

地球的岩石圈被分割成相对于彼此和地幔运动的构造板块，遵循一种随时间演变的动态平衡。偶发的突然运动变化可能导致区域尺度的板块重组，并可能催生全球尺度的事件，影响所有主要板块运动。由于板块构造理论的几何性质和保存下来的运动学变化的稀缺性，识别和理解这种全球性板块重组颇具挑战性。

研究团队将类地全球地幔对流与拓扑数据分析相结合，发现全球板块重组事件可能产生于地幔－岩石圈相互作用。与区域变化不同，在这些罕见的全球性事件中，整个板块网络在全球尺度上通过板块边界的形成和破坏而转向新的动态平衡，从而影响整个地幔动力学。这些事件代表了耦合的地幔－板块系统中两个稳定状态之间的转变。

上述发现表明，地球可能在百万年前的始新世中期经历了类似的全球构造重组。该研究提供的新分析方法为从全球地球动力学模型中揭示地幔－岩石圈相互作用提供了一个定量框架。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41561-025-01772-7>

《自然－遗传学》

时间基因组动力学塑造多发性骨髓瘤临床轨迹

德国海德堡大学的 Niels Weinhold 团队通过时间基因组动力学塑造了多发性骨髓瘤的临床轨迹。相关研究成果近日发表于《自然－遗传学》。

多发性骨髓瘤进化的基因组驱动因素随时间而积累。为揭示这一时间线及其对临床结果的影响，研究人员分析了 382 名患者的 421 个全基因组序列。

利用类似时钟的突变特征，研究团队估计从事件发生到诊断之间有 20 到 40 年的时间滞后。研究人员通过分析证明，超二倍体患者的奇数染色体三体可以与 1q 增益等其他染色体增益同时获得。他们发现，当与免疫球蛋白重链易位同时发生时，超二倍体是在免疫球蛋白重链易位后获得的。早期的 1q 增益患者与 1q 扩增患者有相似的不良结果，但比晚期 1q 增益患者更严重。这一发现强调，1q 增益的预后影响更多取决于获取的时间，而不是拷贝数。这项研究有助于更好地了解骨髓瘤的发展历程，并可能具有预后意义。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41588-025-02292-1>

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

美太阳望远镜拍到史上最小日冕环

本报讯 科学家拍摄的太阳耀斑最高分辨率图像，可能会重塑人们对太阳磁场结构的理解，改进空间天气预报水平。

2024 年 8 月 8 日，天文学家利用美国国家科学基金会（NSF）丹尼尔·井上太阳望远镜（DKIST），以前所未有的清晰度捕捉到 X 级耀斑衰变阶段的日冕环结构。这些日冕环平均宽度为 48.2 千米，最窄处可能仅有 21 千米，是有史以来拍摄到的最小日冕环。DKIST 由 NSF 的美国国家太阳天文台（NSO）建造并运行。

这标志着在解析太阳日冕环的基本尺度方面取得了突破，并将耀斑建模的极限推向了一个全新范围。相关研究 8 月 25 日发表于《天体物理学杂志快报》。

日冕环是沿着太阳磁场线分布的等离子体拱结构，通常出现在太阳耀斑之前。太阳耀斑会引发与磁力线扭曲和断裂有关的能量释放。这会导致太阳风暴，可能影响地球的关键基础设施。

天文学家利用 DKIST 在 H- α 波长（656.28 纳米）观测了太阳，以查看这颗恒星的具体特

征，揭示其他类型的观测看不到的细节。论文第一作者 Cole Tamburri 说：“这是 DKIST 首次观测到 X 级耀斑。”

Tamburri 在美国科罗拉多大学博尔德分校攻读博士学位时，得到了 NSF 的 DKIST 大使计划的支持，利用 DKIST 数据开展太阳研究。

“耀斑是太阳产生的最具活力的事件之一，我们很幸运能在理想的观测条件下捕捉到这次耀斑。”Tamburri 说。

DKIST 团队专注于研究耀斑带上方纤细的磁场环。这些磁场环有数百个，平均宽度约为 48 千米，有些已达到望远镜分辨率的极限。Tamburri 说：“在 DKIST 出现之前，这种尺度的细节我们只能想象，现在我们可以直接看到它了。这是有史以来拍摄到的最小日冕环。”

DKIST 的可见光宽带成像仪经过 H- α 滤镜调谐，能够分辨小至约 24 千米的特征。这比排名第二的太阳望远镜高出了 2.5 倍以上，正是这种分辨率的飞跃使这一发现成为可能。

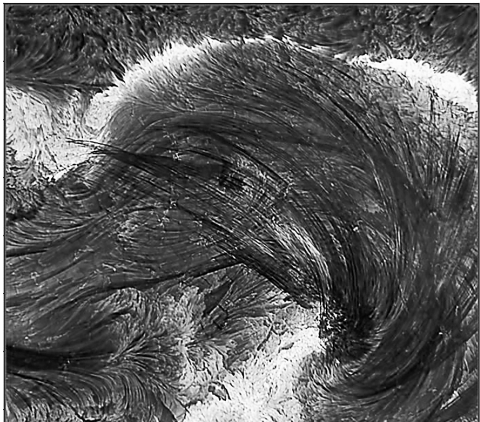
论文作者之一、NSO 的 Maria Kazachenko

指出：“从理论上知道望远镜能做某件事是一回事，实际看到它达到那个极限依然令人兴奋。”

虽然最初的研究计划是利用 DKIST 的可见光光谱偏振仪研究色球层谱线动力学，但可见光宽带成像仪的数据揭示了一些意想不到的宝贵信息，即超精细的日冕结构。这些结构可以为使用复杂的辐射流体动力学代码构建耀斑模型提供直接信息。Kazachenko 表示：“我们原本是为了某个目的去研究，却偶然发现了更有趣的东西。”

长期以来，理论上的日冕环宽度可能在 10 千米到 100 千米之间，但直到现在都无法通过观测加以证实。Tamburri 说：“我们终于窥探到多年来一直在猜测的空间尺度。这不仅为研究日冕环的大小，也为研究它们的形状、演化，甚至为研究磁场重联——耀斑背后的驱动力打开了大门。”

最令人兴奋的是，这些日冕环可能是基本结构，即耀斑结构的基本组成部分。Tamburri 补充说：“如果是这样，我们不仅分辨出了日冕环，还首次分辨出了单个日冕环。这就像从看到一片森林，到突然能看清每一棵树。”（王方）



DKIST 拍摄的太阳耀斑高分辨率图像。
图片来源：NSF/NSO/AURA

相关论文信息：
<https://doi.org/10.3847/2041-8213/ad959c>

■ 科学此刻 ■

新研究解开 5 亿年前“鱿鱼”之谜



箭虫的祖先在寒武纪海洋中遨游。

图片来源：Bob Nicholls

们对头足类动物及其解剖结构的既有认知，而仔细观察会发现，它与头足类动物并不吻合。”Vinther 说。

随着神秘的 Nectocaridids 化石首次在西里斯帕塞特被发现，研究团队的兴奋与日俱增。通过分析 25 件化石标本，他们确定了 Nectocaridids 在“生命之树”中的位置。

“我们发现 Nectocaridids 的化石中保存有成对的矿化神经结构，这是揭示这些生物在生命之树所处位置的关键线索。”Vinther 解释道。

最近，研究团队在西里斯帕塞特发现了属于另一演化支的化石——一种名为箭虫（毛颚动物）的小型游泳蠕虫。论文共同第一作者、韩国极地研究所的 Tae-Yoon Park 指出，这些化石都保存了一个独特的特征，即箭虫特有的腹神经节。腹神经节是位于活箭虫腹部的一大块神经，为这种生物所特有。

Park 补充道：“我们现在有了决定性证据来解决关于 Nectocaridids 的争议。它们与箭虫以

及箭虫其他化石近亲共享若干特征。虽然其中许多特征体现了无脊椎动物对活跃游泳生活方式的适应，但这仅是在表面上与鱿鱼相近，就像鲸和远古海生爬行动物在适应海洋生活方式后都演化得像鱼类一样。”

“Nectocaridids 拥有与我们相似的相机式的眼睛。而现生箭虫几乎无法形成清晰图像，只能大致判断阳光照射的方向。因此，箭虫的祖先实为复杂的捕食者，与约 4 亿年后才进化出来的鱿鱼极为相似。”Vinther 说，“之所以能证明箭虫曾占据食物链更高层级的生态位，是因为我们的化石比典型现生箭虫大得多，结合其游泳器官、眼睛和长触角，它们必定是凶猛且隐蔽的捕食者。”此外，研究人员在化石保存的消化道中发现了数个游泳型节肢动物（等刺虫）的外壳标本，这可作为 Nectocaridids 是游泳型捕食者的进一步证据。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/sciadv.adu6990>

吃肉可能有助预防癌症



研究发现，动物蛋白与早亡无关，甚至可能降低癌症风险。
图片来源：Shutterstock

本报讯 一项近日发表于《应用生理学、营养学与代谢》的研究发现，摄入动物蛋白质食物与更高的死亡风险无关，甚至可能降低与癌症相关的死亡率。

■ 科学快讯

（选自 *Science* 杂志，2025 年 8 月 21 日出版）

超快弹性毛颚风扇让机器人敏捷机动

水黽利用中肢特化的扁平带状扇结构在急流表面行进。研究表明，该扇结构的方问性刚度可实现无需肌肉参与的快速被动式弹性毛颚形变，在肢体回缩阶段保持可折叠性，而在拖曳式推进阶段维持刚性，从而使水黽在 50 毫秒内完成 96° 全身转向，最高速度达每秒 120 个体长。

基于这种形态功能架构，研究人员研制出集成 1 毫克级弹性毛颚风扇的昆虫尺度机器人。生物与机器人的对比实验证实，自形变风扇能显著提升推力、制动性和机动性。该研究揭示了微结构调控界面推进的机制，为敏捷水下微型机器人的紧凑型弹性毛颚驱动器确立了设计准则。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/science.adv2792>

光污染延长鸟类活动时间

光污染会破坏生物的光暗周期节律。尽管现有研究已证实光污染会导致鸟类鸣叫变化，但关于其对不同物种、地域和季节影响的系统性认知仍属空白。为此，研究人员基于全球声学数据集内超 6000 万条涵盖 583 种昼行性鸟类的声学探测记录，综合解析了光污染对鸟类鸣叫行为的影响。

研究发现，光污染均使鸟类鸣叫时长延长 50 分钟。这种效应在具有大眼睛、露天巢穴、迁徙习性 & 广域分布特征的物种中尤为显著，且在繁殖季节最为强烈。活动时长延长可能对鸟类适应性产生不同影响，准确评估这些适应性效应并遏制光污染将成为保护生物学面临的重要挑战。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/science.adv9472>

手性反铁磁体的电相干驱动

实现射频或更高频率下的反铁磁电流驱动仍具挑战性。在一项新研究中，研究人员实现了对手性反铁磁体锡锰合金纳米点样品全电学千兆赫兹范围的相干驱动。

与铁磁体中的观测结果截然不同，该器件在亚纳秒量级实现了多次试验的高相干性，且阈值电流对脉冲宽度不敏感，从而在零场条件下通过 0.1 纳秒脉冲实现 1000/1000 次可靠翻转。

这些特征源于反铁磁激发的惯性特性。该研究彰显了反铁磁自旋电子学在磁器件操作中兼具高速度与高效率特性的巨大潜力。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/science.ad01611>

均匀二维玻色气体的普遍粗化

远离平衡态的孤立量子系统的粗化现象是一种典型的多体物理效应，其作用尺度从亚核级延伸至宇宙级，并被预测具有普适动态标度特征。研究人员在均匀二维玻色气体的粗化过程中观测到普适标度行为，所得指数与解析预测相符。

针对不同初始态，研究人员通过阐明并修正初始态相关的预标度效应，揭示了有限时间动力学中的普适标度规律。该研究建立的方法实现了冷原子实验与非平衡场论的直接对标，适用于所有远离平衡态普适性的研究。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/science.ad03487>
（冯维维编译）