

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【自然 - 地球科学】

经向风引起的冰堆反应导致南极西部冰盖加速消融

美国西雅图华盛顿大学的 Gemma K. O'Connor 团队发现，经向风引起的冰堆反应导致了南极西部冰盖加速消融。研究成果近日发表于《自然 - 地球科学》。

南极西部冰川正处于快速融冰的阶段，该过程受风驱动的暖海水入侵调控。快速冰损失可能始于 20 世纪中叶，通常归因于大陆架断裂处西风增强导致的冰架附近海洋环境变暖。这种西风趋势存在于部分历史气候模拟中，但冰芯、树木年轮等代用观测并不支持这一结论。

研究组提出了一个区域海洋模拟和代理约束气候重建的集合，并发现冰架断裂处西风带并非冰架附近海洋状况的可靠指标。相反，持续的北风异常靠近沿海冰架裂湖，导致冰架附近异常变暖和变冷，加速了冰架融化。融水的增加导致提供暖水的潜流加强，进一步加速融化。该研究结果强调了局地北风和相关海冰变化对西南极洲冰架融化的重要性。代用指标重建结果显示，该地区历史上存在显著的北风趋势，这为解释 20 世纪中期西南极冰川退缩提供了大气强迫机制。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41561-025-01757-6>

【地质学】

1976 年危地马拉莫塔瓜 7.5 级地震的古地震证据

美国密苏里科技大学的 Fatima Reyes 团队提出了 1976 年危地马拉莫塔瓜 7.5 级地震方向性的古地震证据。相关成果近日发表于《地质学》。

1976 年 2 月 4 日，沿危地马拉莫塔瓜断裂带发生的 7.5 级地震使北美和加勒比板块边界断裂约 230 公里。但对板块边界的监测至今仍然不足，人们对 1976 年这场地震尚未完全明晰。

研究组分析了莫塔瓜断裂带周围 6 个湖泊的地震反射剖面 and 放射性定年沉积物岩芯数据，以及破坏报告和准动态破裂模型，表明 1976 年地震具有强烈的方向性，影响了震动的分布。地震在 6 个研究湖泊中的 5 个留下了事件沉积物的详细记录。在靠近地震破裂终点的阿蒂特兰湖中存在较厚沉积物，而在偏离破裂方向的湖泊中发现较薄沉积物。研究组认为，沉积物可以用来限制地震时震动的不对称分布，古地震研究应将方向性作为控制沉积物厚度的一个因素。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1130/G53449.1>

【自然 - 免疫学】

研究揭示调节胸腺组织再生新途径

美国弗雷德·哈金森癌症研究中心的 Jarrod A. Dudakov 研究组报道了损伤诱导的白细胞介素-18 (IL-18) 刺激胸腺自然杀伤(NK)细胞限制内源性组织再生。该研究近日发表于《自然 - 免疫学》。

IL-18 是一种急性期促炎分子。研究团队发现，在许多不同形式的组织损伤之后，成熟的 IL-18 在胸腺中产生，这些组织损伤都会引起 caspase-1 介导的免疫原性细胞死亡。研究团队报道了 IL-18 刺激的细胞毒性 NK 细胞限制内源性胸腺再生，这是确保应激、感染、化疗和放疗等急性损伤后免疫能力恢复的关键过程。NK 细胞通过异常靶向胸腺上皮细胞抑制胸腺恢复，而胸腺上皮细胞是器官功能和再生的主要调节因子。

该研究数据揭示了调节胸腺组织再生的新途径，并表明 IL-18 是促进胸腺功能的潜在治疗靶点。此外，鉴于 IL-18 能引发 1 型免疫反应而被视为癌症免疫治疗的热点，这些发现也为潜在的靶效应提供了见解。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41590-025-02270-z>

【美国医学会杂志】

双参数磁共振成像准确诊断前列腺癌

英国伦敦大学学院的 Veeru Kasivisvanathan 团队研究了双参数与多参数磁共振成像(MRI)诊断前列腺癌的准确性。相关论文近日发表于《美国医学会杂志》。

无论是否联合前列腺活检，多参数 MRI 都已成为诊断临床显著前列腺癌的标准，但其资源需求限制了广泛应用。双参数 MRI 省去了钆对比序列，是一种更短、更便宜的替代方法，可为全球医疗系统节省时间成本。

为评估双参数 MRI 在诊断具有临床意义的前列腺癌方面是否不劣于多参数 MRI，2022 年 4 月至 2023 年 9 月，研究组进行了一项前瞻性、多中心、患者内部的非劣效性试验，研究对象是来自 12 个国家、临床怀疑前列腺癌且未接受活检的男性。研究发现，双参数 MRI 不逊于多参数 MRI，在 490 名男性中分别检测出 143 例和 145 例临床显著前列腺癌，临床非显著癌症检出率分别为 9.2% 和 9.6%。中心质控显示 99% 的扫描图像达到诊断质量要求。

研究结果表明，对于疑似前列腺癌的男性，如果图像质量足够，短时间的双参数 MRI 扫描可能成为前列腺癌诊断的新标准。全球每年约进行 400 万次前列腺 MRI 检查，采用双参数 MRI 可以大幅提升扫描通量并降低全球医疗成本。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1001/jama.2025.13722>

更多内容详见科学网小柯机器人频道：

<http://paper.sciencenet.cn/Alnews/>

首个肉眼可见的“时间晶体”问世

本报讯 时间晶体，一种曾被认为在物理上不可能存在的物质状态，或许很快就会出现于纸币上。

时间晶体是一种在时间维度上持续重复出现的物质形态，就像普通晶体中的原子在空间重复排列一样。此前，时间晶体仅存在于复杂的量子物质中，但物理学家找到了一种方法，能够在特定条件下制造出一种可用肉眼观察的时间晶体。

这项成果 9 月 4 日发表于《自然 - 材料》。该研究涉及兼具液体与固体特性的“液晶”棒状分子。研究人员只需将光照射在液晶上，就能在其表面产生扭曲分子的涟漪。即使改变了外部条件，涟漪也会以不同的节奏持续移动数小时。且这种节奏与任何外部输入的作用力不同步，满足了时间晶体的两项核心定义标准。

韩国浦项科技大学的材料科学家 Young-Ki Kim 表示，尽管液晶的一些特性已为人所知，但此前从未有人考虑过能否用它制造时间晶体。Kim 指出，这种时间晶体达到了毫米至厘米级的宏观尺度，为“更深入理解”该现象创造了机会。作者称，晶体中独特的图案使其有望用于防伪装置。

2012 年，诺贝尔物理学奖得主 Frank Wilczek 首次提出时间晶体的概念。Wilczek 构想的时间晶体如同一台永动机——一种能在自然静止状态下无限循环的物质。后来有团队发表论文，通过数学方法证明这一概念是不可能实现的，但研究人员很快发现，其他类型的时间晶体是可能存在的。例如，有序时间晶体可存在于持续变化而非静止的特殊系统中。

此后，科学家通过多种方式制造出时间晶体，包括利用钻石中相互作用的纳米级缺陷，以及在谷歌的 Sycamore 量子计算机上进行模拟。但大多数实例都处于微观尺度。

最新实验将光照射在两片玻璃板之间的液晶膜上，即便普通灯泡发出的光也行。当光线照射到玻璃板上的光敏染料分子时，这些分子会改变方向，触发液晶中的分子扭曲。

液晶棒状分子之间存在分子间作用力，使其通常指向同一方向。若一部分分子开始扭曲，就会引发多米诺效应：分子通过复杂的相互作用重新定位。

在这些分子汤中，形成了具有粒子特性的稳定扭曲结构。这些粒子相互作用，形成了可观察到

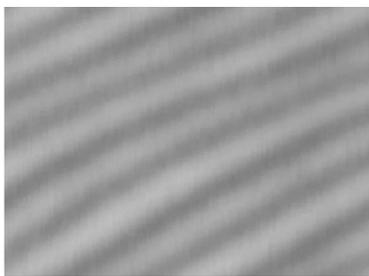
的波纹。该研究负责人、美国科罗拉多大学博尔德分校的物理学家 Ivan Smalyukh 表示：“能在软物质系统中轻易观察到这种时间晶体有序性，我们既惊讶又兴奋。”

为详细观察分子的“舞动”，研究人员用一种仅能透射偏振光的显微镜观察了时间晶体。透过的光量取决于分子的排列方向，这使得时间晶体呈现出一系列明暗条纹。

即便研究人员改变温度和光强，这种时间晶体仍能维持其独特节奏达数小时。Smalyukh 表示，由于实验装置可调整成厘米级图案，因此该效应可用肉眼观察到，尽管其对比度和分辨率低于显微镜下的效果。

作者称，由于这种图案在空间和时间维度上均会发生变化，从技术上讲，该系统属于时空晶体。Smalyukh 补充道，它毫无疑问符合时间晶体的定义，但这也引发了一个问题：其他周期性效应是否也符合这一定义。

研究人员表示，这些时间晶体并非只是新奇之物。这种晶体薄片可嵌入纸币中，用于验证真伪。他们称，光线穿过多组有不同特征图案的晶体后，不仅会产生单一方向的波纹，还会形成



在显微镜下看到的时间晶体。

图片来源：《自然 - 材料》

动态的二维条形码。这种条形码极难伪造，同时也可用于存储信息。

Smalyukh 在一份声明中表示：“目前我们不想限制其应用场景。我认为，有机会将这项技术推向各个方向。”

(李木子)

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41563-025-02344-1>

气候变暖让土壤更快呼吸

本报讯 9 月 16 日《自然 - 通讯》发表的一项田野实验结果显示，气候变暖可能增加热带森林的土壤呼吸速率。研究表明，未来升温或使热带土壤的碳损失超过此前预计，影响全球气候预测。

在这项研究中，美国农业部林业局国际热带森林研究所的 Tana Wood 和同事通过开展原位升温实验，追踪了碳如何在波多黎各的热带森林土壤中迁移。

研究人员将分别处于下、中、上坡位的 3 个具有林下植被和土壤的 12 平方米地块人为升温至比环境温度高 4 摄氏度。他们在一年时间里以半小时间隔记录了这些地块及类似位置对照样本的土壤呼吸速率，共收集了 574500 个测量数据。研究表明，加温地块的土壤呼吸速率比对照地块高 42% 至 204%，达到陆地生态系统报告中最高的土壤呼吸速率。此外，加温地块每年额外释放的碳为每公顷 6.5 至 81.7 吨，具体数量取决于坡度。且上坡地块释放的碳最多。

研究人员认为，这些增长可能因为加温土壤中的微生物群落发生了变化，如代谢碳的能力或构成。

该研究报告的土壤呼吸速率升高表明，在一个更暖的世界里，热带森林生态系统可能会出现较大碳损失。进一步理解这些过程的背后机制对评估气候变化的长期影响至关重要。(赵熙熙)

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41467-025-62065-6>

成纤维细胞深度参与心衰过程

据新华社电 日本庆应义塾大学、东京大学等机构近日联合发布公报说，研究人员通过分析心力衰竭模型实验鼠发现，此前被认为仅对心肌细胞起结构支持作用的成纤维细胞群，实际上也深度参与心力衰竭的恶化。

心力衰竭是由心脏泵血功能下降引起的严重疾病，会出现呼吸困难、水肿、乏力等症状，目前其死亡率仍然较高。

研究团队在《自然 - 心血管研究》上发表论文介绍，他们利用心力衰竭模型实验鼠，找到了在心衰时会被激活的特定的成纤维细胞群。在这一细胞群中，调节细胞生长和分裂的转录因子 c-MYC 明显表达较高。

研究发现，该转录因子会诱导趋化因子 CXCL1 的分泌，然后作用于心肌细胞中的趋化因子受体 CXCR2，直接导致心肌细胞的收缩功能下降。如果让 c-MYC 无法表达，则实验鼠心脏功能的恶化可得到抑制，它们的生存率也得到提升。反之，如果强制令 c-MYC 表达，则实验鼠的心脏功能会显著下降。

研究人员还让实验鼠使用阻碍 CXCL1 和 CXCR2 之间通路的药物，观察到药物能有效抑制心衰导致的心脏功能下降。上述发现证明，在心衰疾病和发展的过程中，不仅是心肌细胞，成纤维细胞也积极参与其中。

此外，研究团队分析来自心衰患者的组织，得到了和实验鼠研究同样的结论。这表明该研究成果可能应用于人类心衰患者。(钱铮)

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/science.adp3528>

直接观测矢量量子光学自旋玻璃中的复本对称破缺

自旋玻璃是复杂物质的典型代表。尽管其有序性尚未得到完整的理论阐释，但自旋玻璃的抽象模型为组合优化、人工智能等其他领域的问题提供了理论基础——它们构成了神经网络计算的数学根基。

研究者展示了实现一种独特的驱动耗散型矢量自旋玻璃的能力。通过对其玻璃态自旋进行微观可视化，该技术使人们能够直接测量复本对称破缺及其产生的超度量等级结构。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/science.adu7710>

(冯维维编译)

科学此刻

冰为什么滑
200 年后方揭晓

一百多年来，人们一直认为“冰受到压力和摩擦就会融化”。冬季走在结冰的路上，你会因为体重通过“温暖”的鞋底施加的压力而滑倒。但事实证明，这种解释并不正确。

一项研究表明，冰面变滑的原因并非压力或摩擦，而是冰中的分子偶极子与接触表面的分子偶极子的相互作用。相关成果近日发表于《物理评论快报》。

德国萨尔兰大学的 Martin Müser、Ahrif Atila 和 Sergey Sukhomlinov 完成的这项研究，颠覆了近两个世纪前由英国的 James Thompson 建立的理论范式。他认为，温度与压力和摩擦力一起导致了冰的融化。

“事实证明，在冰面形成的薄液层中，压力和摩擦都没有起到特别重要的作用。”Müser 解释说。该团队通过计算机模拟发现，分子偶极子才是形成这一“滑溜层”的关键因素，正是它让人们在冬天无法“立足”。

那么，什么是偶极子呢？当分子的一部分区域存在正电荷、一部分区域存在负电荷时，分子偶极子便形成了。这种电荷分布使分子具有指向特定方向的整体极性。

要更好理解这一过程，首先要了解冰的结



图片来源：Shutterstock

构。在 0 摄氏度以下，水分子会排列成高度有序的晶格，即分子彼此整齐地排列在一起，形成坚固的晶体结构。当人们踏上这个有序的结构时，不是鞋底的压力或摩擦破坏了表层分子，而是鞋底偶极子与冰中偶极子发生了相互作用，导致原本有序的结构突然变得混乱。

“在三维空间中，这些偶极子 - 偶极子相互作用会陷入‘受挫状态’。”Müser 说，这是物理学的一个概念，指相互竞争的力使系统无法实现完全有序的稳定构型。在微观层面，冰中偶极子与鞋底材料偶极子之间产生的作用力，破坏了冰与鞋底接触界面的有序晶体结构，使冰变得无序、无定形，最终变成液体。

除了颠覆近 200 年的认知外，该研究还打

科学家尝试破译达芬奇 DNA



科学家比以往任何时候都更接近重建达芬奇的 DNA。图片来源：Shutterstock

本报讯 500 多年以来，列奥纳多·达·芬奇一直被誉为一位艺术家、科学家和发明家，以非凡才华和开创性实验闻名于世。如今，一个名为“列奥纳多 DNA 计划”的国际合作项目正在揭开这位文艺复兴时期伟大天才的生物学秘密。

在最新出版的《天才达芬奇：列奥纳多 DNA 的谱系与遗传学》中，达芬奇遗产协会的 Alessandro Vezzosi 和 Agnese Sabato 介绍了 30 年

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/science.ads3004>

火灾热量影响美国野火空气污染的作用机制

传统观点认为，美国西部的野火会因气溶胶排放及向东传输，导致全美空气质量下降。然而，研究发现，野火产生的热量在火灾季可降低美国东部的细颗粒物(PM2.5)浓度，其降低幅度与美国西部 PM2.5 的升高幅度相当。

这一现象源于美国西部由火灾热量引发的对流运动，以及由此导致的远离火灾区域的下游气象条件变化。火灾气溶胶的湿沉降增强且向东传输减弱，共同降低了美国东部的 PM2.5 水平。因此，若忽视火灾热量对 PM2.5 污染的影响，将高估额外 1200 例过早死亡案例及 33 亿美元经济损失，这一高估效应在人口密集的

美国东部尤为显著。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/science.ads1957>

双循环二氧化碳固定提升拟南芥生长及脂质合成效率

植物利用卡尔文 - 本森 - 巴士姆循环将二氧化碳转化为有机碳化合物，作为生长所需的燃料和结构材料。然而，这种生产力受到初级碳固定酶 Rubisco 相对低效的限制。

研究人员将丙二酰辅酶 A 甘油酸 (McG) 循环这一额外代谢途径引入拟南芥。这些植物将 Rubisco 活性的次级产物转化为乙酰辅酶 A，随后可进入内源脂质合成途径。携带 McG 循环的植物表现出脂质含量、种子产量和整体生物量的提升。该研究为在不直接改变 Rubisco 性能的前提下增强碳固定和植物生长提供了概念验证。