

## “小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【物理评论 A】

## 可观测量子性产生的量子速度限制研究获进展

印度霍米巴巴国家研究所的 Arun Kumar Pati 团队针对可观测量子性产生的量子速度限制展开了研究,相关成果近日发表于《物理评论 A》。

当量子系统受环境和噪声影响时,其非经典特征会发生退化。由此引出一个基本问题——在存在噪声的情况下,量子系统维持非经典特征所需的最小时间阈值是多少?

该团队通过理论推导证明,量子速度限制与两个给定可观测量整流子的范数存在直接关联。这种定量测量的速度限制为定量变化率设定了基本上限,进而推演出系统完成量子态演化所需时间的理论下限。

研究进一步揭示了非经典特征的速度限制,证明了物理过程上限的可达性,并通过示例验证了其严密性。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.111.022445>

【地质学】

## 研究揭示新元古代冰期的大陆风化机制

加拿大圣弗朗西斯泽维尔大学 J.B. Murphy 团队针对新元古代冰期的大陆风化展开了研究,相关成果近日发表于《地质学》。

新元古代“雪球地球”事件反映了全球寒冷的条件,被认为刺激了地球化学循环的变化和行星生物的反应。研究团队重点针对苏格兰和爱尔兰 Dalradian 超群碎屑岩记录,分析了这一事件对沉积物动力学的影响。

他们利用 U-Pb 碎屑锆石年龄,采用自举法方差分析了整个地层中沉积物物源的变化规律。研究发现,碎屑锆石负载的方差系数在地层上呈阶梯式上升趋势,特别是在冰川成因层发生了显著变化。与较低的冰川前地层水平相比,方差增加的点与较破碎屑岩的输入一致,表明湿润基底冰川活动引发侵蚀和下切加剧,以及冰川后沉积物的重新分布。

研究进一步发现,虽然早期埃迪卡拉纪页岩地球化学特征印证了冰川期后的海洋氧化事件,但冰川成因层中富铀碎屑锆石的比例增加表明,大陆风化的改变也从根本上促成了新元古代的地球化学变化。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1130/G52887.1>

【自然—化学】

## 新研究为药物类似物合成提供有效途径

西班牙马德里自治大学的 Mariola Tortosa 团队揭示了对映选择性光催化合成邻二取代苯生物同位酯[2.1.1]的过程。相关研究成果近日发表于《自然—化学》。

该团队通过 Lewis 酸催化[2+2]光环加成策略,高效构建对映体富集的三环[2.1.1]己烷骨架,为各种药物类似物的合成提供了有效途径。原药物靶向的特定蛋白质中保留了含双环[2.1.1]己烷类似物的生物活性,证实了该片段作为邻取代苯环的生物同位体的适用性。

此外,团队研究了药物类似物的不同对映体在一组肿瘤细胞系中选择性诱导细胞毒性的潜力,发现两种对映体的作用明显不同,其活性较 sp<sup>2</sup> 杂化结构药物提升显著。这表明药物类似物的绝对构型和三维结构的控制对其生物学特性有很大影响。

研究人员表示,1,5-二取代双环[2.1.1]己烷是具有明确出口载体的桥接支架,由于它们是邻取代苯环的饱和生物同位异构体,因此在药物化学中越来越受欢迎。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41557-025-01746-7>

【自然—地球科学】

## 由大西洋急流和天气模式驱动的欧洲极端水文气候

瑞士伯尔尼大学的 Stefan Brönnimann 团队揭示了由大西洋急流和反复出现的天气模式驱动的欧洲极端水文气候。相关研究成果近日发表于《自然—地球科学》。

大西洋—欧洲区域的急流与欧洲的天气和气候有关。它产生极端温度,将水分和洪水推动的天气系统引向欧洲,或促进大气阻塞的发展,这可能会导致干旱。持续的气候变化可能改变急流的特性,影响极端天气。然而,人们对急流过去的年际到年代际变化知之甚少。

研究人员分析了 1421 年至 2023 年大西洋—欧洲急流的强度、倾斜度和纬度变化,并对大气场进行了月度及每日重建。他们将急流指数的变化与阻塞频率、气旋活动数据、欧洲的干旱和洪水重建进行了比较。

研究发现,急流向极地移动的时期,中欧的夏季干旱加剧。与阻塞减少相关的向赤道偏移的急流导致西欧和阿尔卑斯山频繁发生洪水,特别是在冬季。引发洪水反复出现的天气模式通常贯穿整个季节,因此在季节甚至年度尺度上都可以看到洪峰流量和急流指数之间的关联。研究人员从 600 年的角度来看,最近急流指数的变化仍处于过去的变化范围内,而未成为洪水和干旱频率增加的驱动因素。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41561-025-01654-y>

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

## 天文学家称可能发现第一代恒星

本报讯 借助美国国家航空航天局(NASA)詹姆斯·韦布空间望远镜(JWST)对遥远深空的观测,一个天文学家小组可能发现了一个充满“第三族恒星”的星系。这类恒星由宇宙大爆炸产生的原始气体——氢和氦构成。相关研究近日公布于预印本平台 arXiv。

几十年来,研究人员一直在寻找第三族恒星,但此前的观测存在很多争议。如果这次的证据得到证实,将为研究宇宙化学富集的起点,即构成行星和生命所需的重元素开始在恒星爆炸中形成,打开新窗口。

“这一发现令人兴奋,因为第三族恒星仅存在于理论假设中,我们还从未直接观测到它们。”意大利佛罗伦萨大学的天文学家 Elka Rusta 说。

第三族恒星的性质仍然难以确定,不过大多数理论家认为它们非常大——质量是太阳的 1000 倍。这是因为它们缺少气体云坍缩形成恒星所需的冷却机制。后来的恒星构成中含有重元素,可以通过原子碰撞时产生的电离进行制

冷。但构成第三族恒星的氢和氦原子紧密结合,很难电离,致使原始气体云在自身引力作用下吸入更多气体,“身躯”变得异常庞大,直至足够致密以触发核心的核聚变反应。

由此产生的巨大恒星将经历炙热而短暂的燃烧过程,仅几百万年后就会发生超新星爆发。因此,天文学家很难在如今稳定发光的普通星系中捕捉到第三族恒星短暂的辉煌。但那些巨大恒星的光谱可能会暴露它们的踪迹——第三族恒星会产生非常强烈的氢和氦发射线,并且完全不含由较重元素产生的光谱线。

即便掌握了上述线索,拥有了 JWST 这样敏锐的空间望远镜,天文学家想找到有第三族恒星所有特征的恒星依然困难重重。首先,收集足够的光线测量星系的光谱需要时间。其次,为了进行这种光谱学研究,望远镜只能观测一小片区域,使得发现罕见第三族恒星如同大海捞针。

为此,美国麻省理工学院的的天文学家 Ro-

han Naidu 和同事采用了一种快速筛选法——在 JWST 近红外相机已调查的数百万个天体中“寻找不同”。

JWST 并未记录每个天体的详细光谱,而是用一系列滤光片测量多达十几个宽波段的光源亮度。Naidu 和同事意识到,可以通过寻找一些关键特征来快速搜索第三族恒星,如氢发射线显著或重元素(如氧)谱线缺失。

通过对数十万个星系的数据进行扫描,研究团队锁定了两个候选者,其中 GLIMPSE-16043 特别匹配。据估计,该星系形成于宇宙约 8.5 亿岁时,约为 10 万颗太阳的质量,可能是一个矮星系,其恒星燃烧的时间不足 500 万年。

“极端高温的恒星,几乎没有氧气、亮度微弱。”Naidu 说,这些特征完全符合对第三族恒星的理论预测。

不过,即便如此,研究团队仍视其为候选者,因为没有详细光谱,就不能排除其他可能性。例如,GLIMPSE-16043 可能是由黑洞激发的一团原始气体云,或仅是邻近的小型星团。

## 科学此刻

## 北极熊宝宝出窝了

对生态学家来说,深入荒野研究野生动物并不罕见,但在北极地区追踪北极熊却面临着极端挑战——零度以下的气温、难以抵达的地点,以及不断变化的地貌,使得发现和追踪北极熊变得较为困难。

现在,通过将 GPS 项圈与远程摄像机结合,研究人员可以更好地追踪这些神秘动物,且为观察北极熊幼崽的生存状况提供前所未有的视角。2月27日,相关研究成果发表于《野生动物管理杂志》。

“这项研究为北极熊生态学提供了新见解,要获得这些信息非常具有挑战性。”研究北极熊 40 多年的加拿大阿尔伯塔大学野生动物生态学家 Andrew Derocher 说。

北极熊妈妈在 12 月左右产崽后,会和幼崽在雪下的洞穴中待上数月。由于洞穴位置偏远,科学家很难在初春对其展开研究。传统方法是用 GPS 项圈追踪北极熊。项圈能够传输这些动物的活动和位置信息,以及外部温度读数,但它只能提供幼崽的模糊信息。领导该研究的保护组织“北极熊国际”的生态学家 Louise Archer 说,为了更好地观察北极熊在洞穴周围地区的行为,研究人员将 GPS 项圈和远程摄像机结合起来。

在 6 年时间里,Archer 和同事对斯瓦尔巴群岛的 13 只雌北极熊进行了监测。这些北极熊都佩戴了追踪项圈,研究人员利用项圈数据确定了它们的洞穴位置。随后,研究人员乘坐雪橇



一个研究小组安装设备监测 13 只北极熊的洞穴。

图片来源:“北极熊国际”组织

或直升机,在洞穴附近放置了由电池供电的摄像头。在大约一个月的时间里,摄像机拍摄了数千张延时图像,记录了北极熊妈妈和幼崽在洞穴周围的活动,包括首次出窝的瞬间、日常行为以及离开洞穴的时间。

“让我印象深刻的是,不同北极熊家族的行为有很大差异。”Archer 团队与挪威极地研究所、美国圣地亚哥动物园野生生物联盟的科学家发现,有一个家庭首次出窝后仅在洞穴附近待了几天,而另一个家庭则停留了一个月,有的家庭甚至搬到了新的洞穴。

“这一发现至关重要,因为它表明在北极熊生存的关键时期,保护洞穴栖息地和迁徙路径的策略并不是千篇一律的。”Archer 说,“幼崽几乎不会单独离开洞穴,且往往在外面暖和时出

窝,这表明首次出窝后的早期阶段是它们的身体适应环境的重要时期。”

与此前在斯瓦尔巴群岛观察到的情况相比,这些北极熊家庭离开洞穴的时间提前了大约一周。研究人员推测,如果这是一种发展趋势,很可能与气候变化有关,因为斯瓦尔巴群岛的变暖速度比全球大多数地方快。

“所有这些发现都凸显了幼崽生命早期阶段的重要性。”Archer 说。

不过,Derocher 指出,这项研究只捕捉到少数北极熊的生活片段,尚不清楚这些发现的适用范围有多大。Archer 希望用 GPS 项圈和远程摄像机相结合的方法取得更多成果。(赵宇彤)

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1002/jwmg.22725>

## 为了宇航员健康,航天器还是“脏”点好

本报讯 让航天器高度清洁和无菌以确保宇航员不生病的策略可能是错误的。一项针对国际空间站(ISS)的研究指出,人类免疫系统可能需要某些分子和微生物的刺激才能保持健康。2月27日,相关研究成果发表于《细胞》。

“常规做法是尽可能减少微生物的存在,但问题在于这种策略是否适用于长期太空旅行。”该研究负责人、美国加州大学圣地亚哥分校的 Pieter Dorrestein 表示,这一发现对地球上的一些需要长期密闭居住的场所同样具有参考价值,如南极科考站、医院、潜艇等。

对航天器灭菌的一个主要目的是防止地球微生物污染火星等其他行星。人们担心,在地球

上容易治疗的感染,在太空环境中可能演变为重大危机。

研究团队分析了 ISS 上的 700 多份拭子样本,发现就分子和微生物多样性而言,ISS 确实处于“极端洁净”的状态。“空间站里几乎不存在各类分子和微生物,堪称人类居住环境的极限。”

科学家认为,这种缺乏常规微生物暴露的环境,可能是导致免疫系统在太空出现异常的的重要原因。在 ISS 上,宇航员经常会出现皮疹、异常过敏反应、真菌或细菌感染,以及潜伏病毒,如爱泼斯坦-巴尔病毒被激活。

“虽然具体机制尚未明确,但可以理解为你

的免疫系统需要定期接受外界刺激。”Dorrestein 说。研究团队建议,应该设法让空间站等密闭环境适当“变脏”,在不引入任何引起感染的病原体的前提下,通过增加有益微生物和分子多样性维持宇航员的身体健康。

Dorrestein 提出,用枯草芽孢杆菌替代传统消毒剂进行表面处理是可行方案之一。这种细菌已在抗菌领域广泛应用。此外,培育多种植物也有所帮助。“多项研究表明,接触更多植物分子可降低哮喘和过敏发病率。”当前 ISS 还没有这类植物分子。(李木子)

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2025.01.039>

## 自然要览

(选自 Nature 杂志,2025 年 2 月 27 日出版)

## 虚拟库筛选实现 25 种木防己苦毒素化合物全合成

为避免烦琐的试错实验,研究人员构建了一个虚拟库,其中包含难以捉摸的后期中间体类似物,这些类似物通过反应性进行筛选并改变了合成路径。该方法构建了 25 种天然木防己苦毒素化合物的简化合成路线。

昂贵的密度泛函理论过渡态计算被更快的反应物参数化所取代,从而提高了可扩展性,并在研究中揭示了反应机制。这种方法可以作为人类或计算机辅助合成规划的附加搜索工具,适用于高复杂性目标化合物或文献、反应数据库中代表性不足的步骤。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41586-024-08538-y>

## 古代 DNA 揭示阿瓦尔时期存在生殖隔离

公元 567 至 568 年,具有东亚血统的阿瓦尔人经过长途迁徙抵达东欧,并与具有欧洲血统的群体相遇。研究人员利用 722 个个体的古代全基因组数据,并结合对维也纳南部两处七至八世纪的大型相邻墓地的精细跨学科分析,探讨这一相遇在数百年的影响。

研究人员发现,即使在 200 年后,一处遗址(莱奥贝斯多夫)的血统仍以东亚为主,而另一处遗址(默德林)则显示出本地欧洲血统。尽管这两处相邻遗址共享独特的晚期阿瓦尔文化,但它们之间的生物学亲缘关系非常有限。研究人员重建了两处遗址的六代家谱,涵盖多达 450 个近亲个体,从而对社区进行逐代人口统计分析。

尽管血统不同,但这些家谱以及广泛的远亲关系网络显示,近亲繁殖现象不存在,父系模式与女性外婚制并存,存在多重生殖伙伴关系,并且生物学连通性与社会地位的考古标记直接相关。这种代际遗传屏障的维持,是通过系统性选择来自阿瓦尔领域内其他遗址的具有相似血统的伴侣实现的。遗址之间的流动性主要源于女性外婚制,表明不同的婚姻网络是维持遗传屏障的主要驱动力。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41586-024-08418-5>

## 变暖与降温促进了生物多样性的广泛时间更替

研究人员分析了来自海洋、陆地和淡水群落的 42225 个物种组成的时间序列。结果表明,在经历更快温度变化(包括变暖和降温)的地

点,生物多样性的时间更替率显著提升。此外,那些难以进入微气候避难所或受人类影响更大的陆生群落对温度变化尤为敏感,每 10 年物种更替率高达 48%。

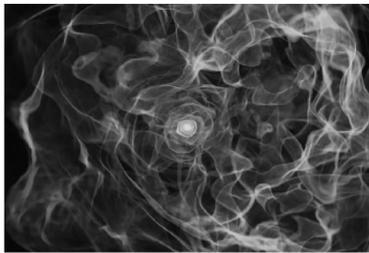
这些结果揭示了持续气候变化的广泛脆弱性信号,并突显了哪些生态群落最为敏感,从而引发了对生态系统完整性的担忧,因为气候变化和人类其他影响正在加剧。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41586-024-08456-z>

## 磷酸盐在有孔虫中储存的广泛性及相关性

研究人员展示了磷酸盐储存在有孔虫中是广泛存在的,从潮滩到深海均有发现。在瓦登海底,底栖有孔虫 *Ammonia confertissima* 在水华期间细胞内储存的磷酸盐总量高达德国每年磷肥消耗量的约 5%。对北海和秘鲁最小区的计算表明,底栖有孔虫可能在北海缓冲河流磷径流约 37 天,在秘鲁边缘缓冲约 21 天。

这表明这些生物可能对海洋磷循环具有重要意义——它们可能在沿海环境中缓冲了人为富营养化的情况。磷酸盐以多聚磷酸盐的形式储存在细胞器中,这些细胞器可能是酸性钙化体。



计算机模拟显示,宇宙第一代恒星由大爆炸产生的氢和氦构成。

图片来源:RALF KAEHLER; TOM ABEL

Naidu 说,团队已申请用 JWST 于 6 月进行优先观测,以获取更精确的光谱数据。(徐锐) 相关论文信息:  
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2501.11678>

## 芬兰开发出可自动识别结直肠癌的人工智能工具

据新华社电 芬兰于韦斯屈莱大学日前宣布,他们与其他高校研究人员合作开发出一款基于人工智能的新型工具,可通过分析人体组织样本来自动鉴别结直肠癌。

传统病理检查中,医生需要通过查看数字显微镜载玻片,逐点标记癌变组织和其他相关组织的位置来鉴别诊断结直肠癌。

于韦斯屈莱大学、赫尔辛基大学等机构开发的基于人工智能的新型工具能自动分析样本,可突出显示包含不同组织类别的区域。这一工具可减轻医生的工作量,从而更快预测和诊断,并提出治疗意见。

负责设计这一工具的于韦斯屈莱大学研究人员法比·普雷杰表示,在显微镜样本分类方面,这种人工智能工具能够识别与结直肠癌相关的所有组织类别,准确率达 96.74%。

于韦斯屈莱大学发布的新闻公报说,尽管目前的实验结果令人鼓舞,但必须谨慎,逐步地将这种人工智能工具引入临床。研究团队已决定将这款人工智能工具免费开放,以鼓励更多研究与合作。

相关研究论文已发表在美国细胞出版社下属的《太阳神》杂志上。(朱晨昊 徐谦)

## 乳腺癌存活率因地区不同差异很大

据新华社电 近日一项发表于《自然—医学》的新研究显示,乳腺癌是全世界女性最常见的癌症,年患病率上升,但乳腺癌患者的存活率则因患者居住的地区不同而有很大差异。

在这项由国际研究小组展开的最新研究中,研究人员利用全球癌症数据库分析并预测了 2022 年和 2050 年 185 个国家和地区的女性患乳腺癌的总体情况和按年龄组划分的情况。研究人员还使用五大洲癌症发病率数据库和世界卫生组织死亡率数据库分别调查了数十个国家和地区的乳腺癌发病率和死亡率在过去 10 年的趋势。

结果显示,2022 年,全球女性乳腺癌新发病例为 230 万例,死亡病例为 67 万例;预计到 2050 年,全球女性乳腺癌新发病例和死亡病例将分别增加 38% 和 68%。

研究还发现,全球乳腺癌的发病率和死亡率分布并不均匀。富裕地区乳腺癌的诊断率更高,但中低收入国家由于缺乏早期筛查和治疗选择有限,乳腺癌的死亡率更高,低收入国家 50 岁以下人群死于乳腺癌的可能性约是高收入国家的 4 倍。研究人员认为,这项研究结果可为全球卫生政策提供信息,以改善乳腺癌的诊断和治疗。(郭爽)

它们的代谢功能可能包括调节渗透压、细胞内 pH 值以及钙和能量储存。此外,储存高能磷化合物如磷酸肌酸和多磷酸,可能是有孔虫对氧气耗竭的一种适应机制。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41586-024-08431-8>

## 红海龟能够学习磁地图

研究人员报告了一种标志性导航物种——红海龟。当在模拟特定海洋位置地磁场的磁场中被反复喂食时,幼年红海龟学会了区分食物的磁场与其他地方的磁场,这种能力可能是其觅食地点忠诚性的基础。

在这种新的地磁地图测试中,条件反射不受射频振荡磁场的影响,而射频振荡磁场应该会破坏基于自由基对的化学磁感受机制,这表明红海龟的地磁地图感知并不依赖这种机制。相比之下,需要利用磁罗盘的定向行为则会被射频振荡磁场干扰。这些发现提供的证据表明,红海龟的地磁地图和“磁罗盘”依赖于两种不同的磁感应机制。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41586-024-08554-y> (李言编译)