

## “小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《细胞》

## 哺乳动物胚胎早期蛋白质组的对称性断裂

美国加州理工学院的 Magdalena Zernicka-Goetz 团队发现受精会触发哺乳动物胚胎早期蛋白质组对称性断裂。相关研究成果近日发表于《细胞》。

虽然非哺乳动物胚胎通常依赖于空间预模式,但哺乳动物的发育长期以来一直被认为是从等效的卵裂球开始的。然而,新出现的证据挑战了这一观点。

利用多重和无标记的单细胞蛋白质组学,研究团队鉴定了超过 300 种不对称丰富的、参与蛋白质降解和运输、将小鼠 2 细胞阶段的卵裂球分为  $\alpha$  簇和  $\beta$  簇的蛋白质。这些蛋白质组不对称早在受精卵阶段就可以检测到,在 4 细胞阶段加强,并与精子进入点相关,暗示受精是一个对称性破坏事件。将 2 细胞阶段的胚胎分成两半表明  $\beta$  卵裂球比  $\alpha$  卵裂球具有更大的发育潜力。在人类 2 细胞阶段胚胎中发现的类似的克隆和蛋白质富集模式表明,这种早期不对称可能是保守的。

这些发现揭示了哺乳动物胚胎受精引发的一种以前未被认识到的蛋白质组学预模式,对理解全能性和早期谱系偏见具有重要意义。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1016/j.cell.2025.11.006>

《地质学》

## 海底风化解释雪球冰期的不同持续时间

美国西雅图华盛顿大学的 David C. Catling 团队提出海底风化可以解释雪球冰期的不同持续时间。相关研究成果近日发表于《地质学》。

低温期见证了两次雪球地球冰期,是地球上已知的对地质碳循环的最大扰动。这两个失控的冰反照率灾难自然地测试了行星气候的稳定性和可居住性。地质年代学数据显示,斯图尔特冰期持续了 90 公里,而马里诺冰期仅持续了 6.4 公里,这是一个无法解释的差异,之前科学家将其归因于火山释放气体速率的变化和冰反照率的变化。

研究团队提出,这种持续时间的差异是由于海底风化程度的变化,在两次冰期期间,酸性海洋在相对高的二氧化碳含量下使海底风化程度升高。通过假设现代火山释放气体的速率和保守范围的冰反照率,研究团队发现要维持持续 5600 万年的斯图尔特冰期,需要海底风化速率比现代高 25 至 53 倍以抑制大气二氧化碳含量;而维持 400 万年的马里诺冰期仅需比现代高不到 15 倍。深海沉积减少和海水低硫酸盐浓度可能进一步强化了风化速率,这两者既能阻止热液硬石膏的形成,又能创造更多孔隙可风化的壳。

地球化学数据表明,在斯图尔特冰期,海洋硫酸盐含量较低,而在马里诺冰期,海洋硫酸盐含量反弹,这可以解释科学家的模型所要求的不同海底风化速率。研究结果表明,海底风化和不断演变的海洋氧化还原化学对于决定雪球地球冰期的持续时间至关重要。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1130/G53722.1>

《国家科学院院刊》

## 研究提出

## 太古宙大气富含硫生物分子

美国科罗拉多大学的 Eleanor C. Browne 团队提出太古宙大气富含硫生物分子。相关研究成果近日发表于《国家科学院院刊》。

在温和且全球相关的条件下,非生物生产含硫生物分子一直是益生元化学实验中的一个重要课题,这在对生命起源的理解与生物进化的后期阶段之间出现了脱节,前者可能独立于硫而发生,后者则普遍依赖于硫。

研究团队证明了行星有机雾化学产生一系列含硫生物分子,包括半胱氨酸、辅酶 M、牛磺酸,以及潜在的蛋氨酸和同型半胱氨酸。这些化合物可能在大气高层形成,并随后沉积到早期的地表环境中,其数量足以支持萌芽中的全球生物圈。他们的发现挑战了长期以来的假设,即半胱氨酸等硫生物分子是生物学上的“发明”。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1073/pnas.2516779122>

《高能物理杂志》

## 有效场论之间的

## 几何对偶性第一部分散射振幅

荷兰格罗宁根大学的王天志(音)团队研究了有效场论之间的几何对偶性第一部分散射振幅。相关研究成果近日发表于《高能物理杂志》。

研究团队提出了一种新型的对偶性,将一系列已知的具有偶数多重标量振幅的理论联系起来:将耦合到特定标量物质扇区的 Yang-Mills 理论与对称协集空间上的非线性 sigma 模型、(多重)Dirac-Born-Infeld 理论和特殊的伽利略理论联系起来。这种对偶性是借助经典运动方程的协变公式来表现的,该公式具有接触 4 次标量自耦合和在基本或复合规范场的动力背景下的传播。这是一组本构关系,反映理论的目标空间的内在或外在的几何增加。底层几何结构的普遍性允许不同理论之间的明确映射。

相关论文信息:

[https://doi.org/10.1007/JHEP12\(2025\)013](https://doi.org/10.1007/JHEP12(2025)013)更多内容详见科学网小柯机器人频道:  
<http://paper.science.net.cn/Alnews/>

## 昆虫级微型飞行机器人问世

主编 / 赵路 编辑 / 赵婉婷 校对 / 何工劳、肖园 Tel: (010)62580617 E-mail:news@stimes.cn

本报讯 空中的昆虫堪称地球上最灵活的生物,能精准完成急转弯、急刹车和空中翻转。长期以来,工程师一直致力于赋予同尺寸飞行机器人或无人机类似的敏捷性。如今,美国麻省理工学院(MIT)的科学家朝这一目标迈出了重要一步。他们研发的微型有翼机器人的速度与特技表现均超越所有前代机型,甚至逼近真正昆虫的敏捷度。12月3日,相关研究发表于《科学》。

虽然非哺乳动物胚胎通常依赖于空间预模式,但哺乳动物的发育长期以来一直被认为是从等效的卵裂球开始的。然而,新出现的证据挑战了这一观点。

利用多重和无标记的单细胞蛋白质组学,研究团队鉴定了超过 300 种不对称丰富的、参与蛋白质降解和运输、将小鼠 2 细胞阶段的卵裂球分为  $\alpha$  簇和  $\beta$  簇的蛋白质。这些蛋白质组不对称早在受精卵阶段就可以检测到,在 4 细胞阶段加强,并与精子进入点相关,暗示受精是一个对称性破坏事件。将 2 细胞阶段的胚胎分成两半表明  $\beta$  卵裂球比  $\alpha$  卵裂球具有更大的发育潜力。在人类 2 细胞阶段胚胎中发现的类似的克隆和蛋白质富集模式表明,这种早期不对称可能是保守的。

这些发现揭示了哺乳动物胚胎受精引发的一种以前未被认识到的蛋白质组学预模式,对理解全能性和早期谱系偏见具有重要意义。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1016/j.cell.2025.11.006>

件通常设计得纤薄而精致。昆虫能毫发无损地撞击玻璃窗并抵御强风,但微型飞行机器人却没这么耐用,这是因为合成材料根本无法与真正昆虫身体的韧性相媲美。

陈宇峰团队在先前项目中已攻克许多硬件难题,成功研制出重量仅 750 毫克的耐用飞行器,单次续航可达 1000 秒。但它的控制器,即指导机器人行动的电子“大脑”,却带来了一个新难题。为实现空中加速、转向和翻转,飞行的微型机器人必须持续适应气流与摩擦力的微小变化,这需要一个能够处理不确定性的高效控制器。

论文作者、MIT 天体物理学家兼航空工程师 Jonathan How 通过设计管状模型预测控制器(MPC)解决了这一难题。How 解释说,管状 MPC 在机器人的中心轨迹周围创造了一个管状的缓冲区,确保机器人不会因任何干扰撞到危险的区域。

How 补充道,该控制器真正的“核心技术”在于融入了一个神经网络——一种模拟真实

果蝇中枢神经系统的计算机软件或算法。这种编程使控制器能快速规划最优路径,让机器人在空中“以一种不会自毁的方式”进行旋转。

最终的设备直径仅 4 厘米,重量比一个回形针还轻,飞行速度几乎是现有微型机器人的 5 倍,加速能力则提高了两倍。它还可以在每秒 160 厘米的阵风下急转弯,令人印象最深刻的是,这个机器人可以在 11 秒内连续完成 10 次空翻。正如 Phan 所指出的那样,该机器人展示了“以前只能在真实昆虫身上观察到的速度、敏捷性和鲁棒性”。

不过,该机器人仍存在若干局限。加拿大多伦多大学机器人学家 Pakpong Chirattananon 坦言:“最突出的问题是连接线束的束缚。”他解释道,由于昆虫尺寸的电池很快会耗尽,设备必须连接外部电源,这限制了活动范围。

绳子是一个长期的障碍,此外陈宇峰和 How 还希望设计出足够小的摄像头和其他传感器,可以安装在机器人上,这可能会使它在搜索和救援任务中具有价值。“如果发生地震”,陈宇峰解释



得益于高效的控制器,这个昆虫大小的机器人可以在短短几秒钟内完成急转弯和多次空翻。

图片来源:《科学进展》

说,“我们可以把这些微型机器人送到裂缝里。”

昆虫大小的飞行机器人也被视为辅助授粉的工具,但 How 认为,让机器人降落在娇嫩的花朵上可能过于冒险。他说:“我们很想这么做,但这超出了当前的技术水平。”

(文乐乐)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/sciadv.aea8716>

## 科学此刻

火山喷发催生  
欧洲黑死病

黑死病是中世纪欧洲暴发的一种腺鼠疫,曾导致 60% 的人口死亡。一项 12 月 4 日发表于《通讯—地球与环境》的研究指出,一场 1345 年前后发生的火山活动,可能是引发黑死病的导火索。

鼠疫杆菌通过叮咬啮齿动物身上的跳蚤传播,最终导致人类患病。目前尚不清楚究竟是什么引发了欧洲 14 世纪的这场疫情,但历史资料表明,从黑海到意大利的谷物运输可能起到了一定作用。

德国莱布尼茨东欧历史与文化研究所的 Martin Bauch 表示:“黑死病是中世纪的核心事件之一。我想弄清楚,为什么偏偏在 1347 年,意大利需要进口这么多的粮食?”

为探究这一问题, Bauch 与英国剑桥大学的 Ulf Büntgen 回顾了树木年轮、冰芯及文字记载中的有关气候的证据。

日本、中国、德国、法国和意大利的观测者都独立记录到,在 1345 年至 1349 年间,日照减少、云量增多。Bauch 与 Büntgen 推测,这很可能是在一个未知的热带区域的一次或多次富含硫的火山喷发造成的结果。

来自格陵兰和南极的冰芯数据,以及在欧洲 8 个不同地区采集的数千份树木年轮样本,也共同指向可能发生了一场剧烈的气候事件。

此外,研究人员还发现了一份官方档案:而



腺鼠疫于 14 世纪 40 年代末在欧洲暴发。

图片来源:CPA Media / Alamy

对寒冷天气和农作物歉收引发的饥荒,意大利当局于 1347 年启动了一项紧急计划,从亚速海周边金帐汗国的蒙古人那里进口粮食。

“他们采取了高度专业、理性且高效的行动,在饿死人之前,通过进口粮食成功缓解了粮价飙升并迫在眉睫的饥荒。” Bauch 说,“正是因为出色地预防了饥荒,才让鼠疫杆菌以‘偷渡者’的身份随粮食一起进入了意大利。”

Bauch 说,人们当时并不了解黑死病的真正起因,只是将其归咎于“星象排列”或“地震释放到大气中的有毒气体”。

Bauch 补充道,尽管腺鼠疫最终也可能传入欧洲,但如果我没有采取这种大规模的粮食进口,人口损失或许会小一些。“我的观点并非反对为防灾做好准备,而是提醒人们:在一个领域

采取的有效预防措施,可能会在意想不到的领域引发新问题。”

澳大利亚国立大学的 Aparna Lal 认为,黑死病传入欧洲很可能是“多种因素共同作用的结果”。她指出:“粮食价格上涨、广泛记载的饥荒,加上寒冷潮湿的天气,可能导致人们因营养不良而免疫力下降,并造成行为模式的改变,比如长时间待在室内、与他人密切接触。”

不过,Lal 也强调,要厘清因果关系仍需更多研究。“文献确实记载了火山喷发造成的短期扰动对当地天气模式产生了显著影响,但要说这些就是导致黑死病传入欧洲的直接原因,还需要更多证据。”

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s43247-025-02964-0>

## 苏门答腊虎种群正在恢复生机

拥有东南亚最大的一片完整雨林。

相机陷阱 2023 年在 90 天内捕捉到 17 只老虎的影像,2024 年在 90 天内捕捉到 18 只老虎的影像。而此前在苏门答腊岛进行的为期 90 天的调查平均只发现了 7 只老虎。

此次调查共确认了 14 只成年雌虎、12 只成年雄虎、3 对幼崽以及一只性别不明的成年老虎。

“这超出了我的预期,因为此前的研究文献都说在这些地区不可能发现如此高密度的老虎。”保护组织 Hutan Harimau 的 Joe Figel 说,“这是一个非常令人鼓舞的结果,证明了在该地区所做的一切努力都是值得的。”

尽管研究人员以 90 天为期进行比较,但

们最终在 2023 年和 2024 年都进行了为期 180 天的调查。这提供了更可靠的跨季节记录。

Figel 表示,勒塞尔生态系统中高于预期的老虎数量表明,那里的低地森林猎物丰富,尤其是水鹿。这也表明护林员每月的巡逻有效遏制了偷猎行为。

研究区域靠近勒塞尔国家公园,由非政府环保组织 FKL 和 Hutan Harimau 支付薪酬的护林员进行巡逻。但研究表明,这里需要更多的护林员。因为近年来,越南、柬埔寨和老挝的老虎已经灭绝。“如今东南亚的老虎真的处于水深火热中。” Figel 说。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.3389/fcosc.2025.1691233>

## 在日本国际机器人展看机器人产业新趋势

■新华社记者 钱铮 杨智翔

为期 4 天的 2025 日本国际机器人展 12 月 6 日在东京国际展览中心闭幕。本届展会上,代表着工业机器人发展新趋势的协作机器人,以及在服务业、物流业、医疗等领域有广阔应用前景的工业机器人受到关注。

中国企业带来了本次展会一半以上的人形机器人。宇树科技的 G1 无疑是其中最亮眼的明星。现场资料显示,G1 机器人全身搭载最多 43 个关节电机,能模拟复杂动作;依靠深度相机和 3D 激光雷达技术,G1 能实现全方位 360 度环境识别。G1 日本总代理 TechShare 公司代表董事重光明告诉记者,G1 继承了宇树科技四足步行机器人 Go 系列的出色运动能力,其搭载的大语言模型不仅是机器人机身控制的中枢,还支持客户对这款机器人二次开发。

深圳帕西尼感知科技有限公司的展台前,参观者们等待品尝人形机器人 TORA-ONE 制作的冰淇淋。只见机器人左手轻柔地取下一个纸杯,右手稳稳地压下冰淇淋机的把手;接满一杯冰淇淋后,右手拇指和食指轻轻夹起一块巧克力饼干放到冰淇淋上。据介绍,TO-RA-ONE 实现了 0.01 牛顿级的触觉传感,使其能精妙地调整指尖力量,而不会让冰淇淋杯和饼干变形或破损。

比起人形机器人,日本企业似乎更热衷于展示工业用机器人产品和解决方案。工业用机器人产品巨头安川电机公司展示了其 MOTOMAN NEXT 系列机器人生产小桌椅、物品包装、捆包等作业的自动化过程。安川电机公关和投资者关系部长加藤贵亮说,2023 年机器人发展的时候,MOTOMAN NEXT 系列刚刚上市,

这两年里最大的变化是机器人搭载的 AI 更先进了,使其能随时应对生产过程中产品种类、规格及数量的变化。以现场演示生产小桌椅为例,以往改变桌椅的尺寸需要人工修改程序的各项参数,而现在只需告诉机器人需要多大尺寸的桌椅,剩下的都由机器人自行完成。

MOTOMAN NEXT 系列属于协作机器人(Cobot),它们是能和人类在同一个空间工作的工业用机器人,不像以往的工业用机器人还需要与人类物理隔离以确保安全。协作机器人可用于以往难以引进自动化的领域,如农业、物流、餐饮业等,从而解决劳动力不足问题。

协作机器人在日本国际机器人展上受到各方关注。那智不二越、发那科、川崎重工业等大型机器人生产商都将协作机器人作为展示的一大亮点。那智不二越公司展出了独立研发的 MZS

系列协作机器人。依靠安装于基座内的激光扫描部件和机器人手臂部位的传感器,MZS 系列机器人能不间断监测周边环境,如果检测到有人或物进入设定范围内,机器人会自动减速并在碰撞前停止,人或物离开后机器人又会自动重启。

雅马哈发动机公司展出的 Yamaha Motor Cobot 是日本首款 7 轴协作机器人。比起目前常见的 6 轴协作机器人,其实现了更接近人类手臂的动作自由度,能伸入更狭小的空间并有效躲避障碍物,因此能适应更多应用场景。

日本国际机器人展由日本机器人工业协会和日刊工业新闻社主办,每两年举办