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

最古老晶体揭秘地球历史

板块运动可能始于 33 亿年前

本报讯 早期的地球或许并不像科学家此前认为的那样与今天的地球有什么不同。来自澳大利亚的古老岩石晶体表明，这颗行星的地壳可能早在 33 亿年前就开始活动了。

地球的早期历史一直笼罩在神秘之中，因为构造板块的移动抹去了许多地质线索。为数不多的证据来自锆石晶体，它们在坚固的矿物质结构中保存着化学信息。一项 3 月 2 日发表于美国《国家科学院院刊》的锆石研究发现，远古地球可能含有比研究人员推测的更多的氧气，甚至可能还有更多的水。研究表明，板块运动至少在 33 亿年前就已发生，这是地球 45 亿年历史中相对较早的时期。

“这项研究成果对我们理解地球最初的 10 亿年意义重大。”美国威斯康星大学麦迪逊分校的 John Valley 说。

这些古老岩石的氧气含量超出预期，意味着当时的地球环境或许比此前认为的更适宜生命的存在。而如果构造板块已经开始运动，则说明当时已存在能够塑造地球的地质过程，并且通过循环利用关键的化学物质，使生命诞生成为可能。

这项研究只是科学家长期探索早期地球面貌的一个环节。“这就像在一幅由 1 万块碎片组成的拼图里找到了其中的三四块。”论文第一作者、美国加州理工学院的 Shane Houchin 说。

Houchin 团队研究了来自澳大利亚西部杰克山的数十块锆石晶体。它们是已知最古老的地球岩石碎片，有些可追溯至冥古宙——这一时期始于地球形成之时，到约 40 亿年前结束。

研究人员运用多种技术对锆石进行了分析，包括借助美国阿贡国家实验室先进的光子源，对晶体边缘的化学状态进行复杂的 X 射线分析。结果发现，这些晶体边缘的铀元素的氧化程度高于预期，这意味着它们失去了电子。这一过程通常在氧气存在的情况下才能发生。

由于锆石是由地壳中的岩浆形成的，所以它们为研究岩浆与大气的相互作用提供了线索。“火山喷出的气体取决于岩浆的氧化程度，而这会直接影响大气中的氧气含量。”Houchin 说。

澳大利亚麦考瑞大学的 Simon Turner 与蒙纳士大学的 Hugh O’Neill 表示，这篇论文的研究方法颇具创新性，但要确定这些结论仍需展开更多工作。他们提出，锆石边缘的氧化铀也可能是其他因素产生的结果，如原始岩浆中的气体行为。

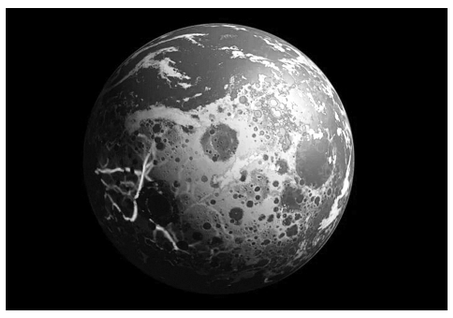
这些锆石还可能揭示地质学中最具争议的话题之一，即地球板块运动究竟始于何时以及如何开始。

原始地球上的岩浆可能形成了最早的固体板块，随后的板块运动最终形成了塑造今天地球面貌的动力学机制，如海洋与山脉的位置等。

Houchin 团队分析了锆石形成时的温度与压力条件。来自冥古宙的锆石显示，它们是在高温环境中形成的，说明即使当时压力较低，岩石温度仍极高。而在相同压力条件下，约 33 亿年前的晶体则显示出较低的形成温度。这些较晚形成的岩石可能是在地壳板块被带到地球内部更深处时形成的，那里的压力更高。如果这一推断成立，那么当时的地壳板块就已经在四处移动了。

这项研究与此前的其他结论相吻合，包括上个月发表于《自然》的一篇论文——Valley 团队同样对杰克山的锆石进行了分析，以寻找构造板块启动的证据。该研究分析了铌等微量元素，试图找出与现代大陆岩石相似的化学特征。

科学家发现，早在 40 多亿年前的冥古宙，



冥古宙时期的地球。**图片来源：Simone Marchi**

地壳板块就已开始移动、相互俯冲。他们认为，当时可能同时存在多种板块运动形式，部分地壳冷却后密度变大，可能被动下沉到很深的地方；另一些可能形成了密度较小、类似大陆的岩石，但仍会因相互碰撞而被挤压下沉。

Houchin 希望将研究范围扩大到数百块甚至更多锆石，从而继续挖掘远古地球的秘密。“我们手握这些零碎的证据，正试图拼凑出一个起源故事。” **（李木子）**

相关论文信息：

https://doi.org/10.1073/pnas.2525466123

科学家发现迄今最紧凑 3+1 型四星系统

本报讯 《自然－通讯》3 月 4 日报道了已知最紧凑的 3+1 型四星系统，这类系统中的一颗恒星会围绕一个三星系统运转。这一系统占据的空间与木星绕太阳的轨道相当，为研究此类紧密束缚系统的动力学与演化提供了罕见机遇。

在层级恒星系统中，一些恒星会在相对狭小的空间内相互围绕，这样的系统为理解恒星形成与长期轨道稳定性提供了宝贵信息。其中一种结构就是 3+1 型的四星系统，即一颗外层第四星围绕一个稳定的三星系统运转。由于观测和建模 3 颗以上恒星的运动很困难，到目前为止，人们发现的 3+1 型四星系统很少。

匈牙利赛格德大学的 Tamás Borkovits 和同事分析了“凌日系外行星巡天卫星”（TESS）的观测数据和一些天文台的地基数据，发现了目前已知最紧凑的 3+1 型四星系统。这一系统被命名为 TIC 120362137，3 颗内层恒星限制于水星绕日轨道大小的区域内。外侧恒星则范围更大，轨道略小于木星到太阳的距离。

研究人员发现，3 颗内层恒星比太阳质量更大、更热，外层恒星则与太阳相似。最后，他们模拟推算了该系统可能的演化结局，预计约 93.9 亿年后，4 颗初始恒星将最终合并形成一对白矮星。

科学家认为，这些发现为紧凑恒星系统的动力学行为提供了详细视角。 **（赵熙熙）**

相关论文信息：

https://doi.org/10.1038/s41467-026-69223-4

研究揭示篮球鞋“嘎吱”声成因

本报讯 当你穿着篮球鞋在光滑的球场上运动时，会发出“嘎吱嘎吱”的响声。这是为什么？一项研究发现，这种声音源于软质材料表面的波浪状形变。科学家还揭示了这种效应的调控方式，有望实现材料间摩擦力的控制。相关研究 2 月 26 日发表于《自然》。

理解两种表面间的动力学作用，可为从合成材料到地质断层等各类系统的摩擦效应提供新见解。当软质材料在刚性表面滑动时会产生嘎吱声。此前，对不同表面间相互作用的研究表明，两种材料黏附滑动时会产生脉冲，但这些研究聚焦于不会产生嘎吱声的缓慢运动。

美国哈佛大学的 Katia Bertoldi 同合作者聚焦于会产生噪声的快速表面相互作用，记录了篮球鞋与光滑玻璃板接触时发出嘎吱声，并通过高速成像捕捉到橡胶鞋底在表面脉冲式爆发变形的过程。

科学家发现，嘎吱声的音调与脉冲频率相匹配，而频率由鞋底的硬度和厚度决定。他们还发现，若表面柔软光滑，脉冲则呈不规则分布且不会产生尖锐声响；而带纹理的表面（如运动鞋的防滑纹路）能产生稳定的脉冲频率，从而形成高音调的嘎吱声。

荷兰阿姆斯特丹纳米光刻高级研究中心的 Bart Weber 在同期新闻观点文章中评论称，这项研究引发了关于强固定界面滑动本质的深层探究，“若能最终理解并控制这些过程，或将为有针对性地调节摩擦行为开辟新途径”。 **（冯维维）**

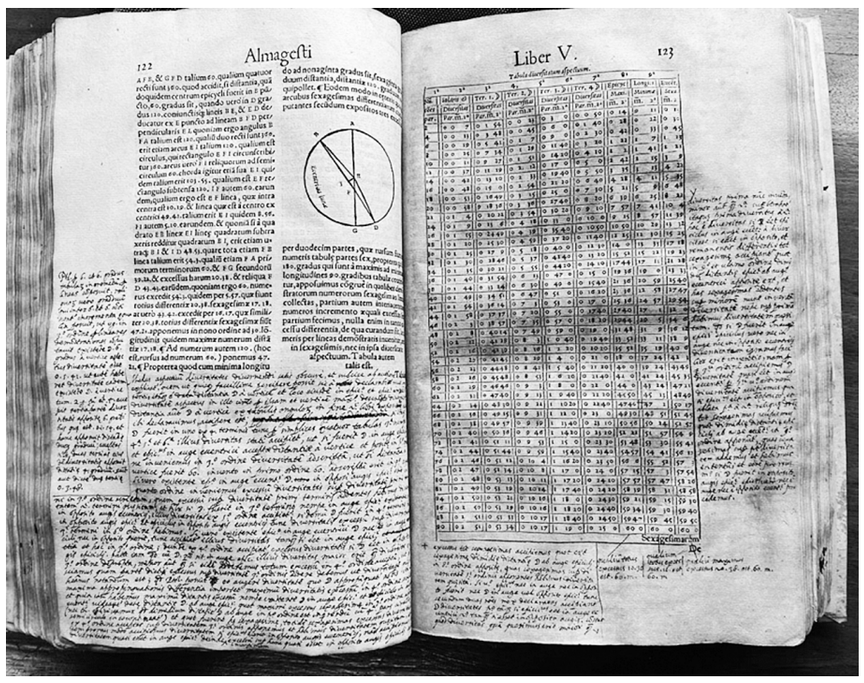
相关论文信息：

https://doi.org/10.1038/s41586-026-10132-3

图片来源：pixabay

■ 科学此刻 ■

古书惊现伽利略笔记



历史学家发现，一本 16 世纪印刷的《天文学大成》中留有伽利略的大量注释。

图片来源：意大利佛罗伦萨国家中央图书馆

在一个阴冷的冬日，意大利米兰大学的 Ivan Malara 坐在佛罗伦萨的国家中央图书馆里，仔细研读着 16 世纪印刷的 7 本古代天文学著作——《天文学大成》。书中记录了古希腊天文学家克劳狄乌斯·托勒密对地心说的阐述，这一学说曾统治西方天文学 14 个世纪。

Malara 在翻阅书页时发现，有人在一张空白页上抄写了一段文字，后来他逐渐意识到，这些密密麻麻的注释并非出自他人之手，而是来自著名天文学家伽利略。近日，相关研究成果发表于《天文学史杂志》。

研究显示，伽利略的笔记可能写于 1590 年左右，也就是他开创性地用望远镜观测月球和木星的 20 年前，展现了他既重视托勒密的著作又对其进行批判性剖析的态度。Malara 认为，这些笔记暗示了伽利略最终与托勒密宇宙观的决裂，因为对传统范式推理的掌握，使他确信日心说体系更符合托勒密的数学逻辑。

这种解读与许多历史学家对伽利略的典型描述形成了鲜明对比，后者认为他的动机是哲学，甚至是政治智慧，而非严谨的数学。“他一直被描绘成一个着眼于大局的人，对天文学的技术细节不感兴趣。”美国普吉特海湾大学的 James Evans 说。

Malara 对此并不认同，怀疑伽利略在缺乏扎实的传统数学天文学基础的情况下，不可能提出如此大胆的日心说论断。为此，他花费数年时间，收集伽利略引用托勒密的技术细节来驳斥学术对手、阐述自身论点的例证。

为找到伽利略和托勒密关于宇宙观的更多证据，Malara 调查了欧洲各大图书馆中早期拉丁文版的《天文学大成》。随后在佛罗伦萨，他偶然发现了这本带有注释的版本。

当看到那页潦草的注释时，Malara 立刻想起了伽利略的笔迹。随着仔细查看书中密集的边注，Malara 确信，它们出自这位天文学家之手。第二天凌晨 3 点，他给意大利两位顶尖的伽利略学者各发了一封电子邮件。

意大利卡利亚里大学的 Michele Camerota 是 Malara 最初联系的学者之一，他很快就被说服了。“我认为这些批注完全出自伽利略之手。”

相关证据都证明了笔迹出自伽利略。首先，伽利略博物馆和国家中央图书馆的笔迹专家，以及包括 Camerota 在内的学者都证实，这些笔迹、注释风格和缩写都与伽利略的风格相符。其次，注释者对托勒密的一些观点的批判性评论与伽利略同时代著作中的段落相似。

Malara 说，今天我们想到伽利略时，往往是他晚年的形象—— 一位挑战教会和蔑视数千年传统智慧的科学名人。然而，这位历史上最著名的科学家是如何形成这种革命性立场的，至今仍不清楚。Malara 希望他的发现能够为探究这一转变开辟新的研究方向。 **（王铄）**

相关论文信息：

https://doi.org/10.1098/RSNR.2025.0033

联合国成立人工智能科学小组

本报讯 一个由联合国召集的人工智能独立国际科学小组于日前成立，它将负责分析人工智能（AI）带来的各类影响。据《自然》报道，观察人士认为这个科学组织的影响力堪比政府间气候变化专门委员会（IPCC），后者负责向各国政府提供最新的气候变化科学信息。

该小组由来自 37 个国家的 40 名成员组成，并于 2 月 12 日经联合国大会投票通过。只有美国和巴拉圭对小组成员任命投了反对票。联合国表示，该小组将“作为一个预警系统与证据引擎”，帮助区分 AI 领域的炒作与现实，并产出“与政策相关”的报告。

人工智能独立国际科学小组并非首个研究 AI 影响的重要组织。但英国南安普顿大学的 Wendy Hall 表示，相比其他机构，该小组的“范围更广，真正具备全球性”。Hall 曾是 2023 至 2024 年运行的联合国 AI 高级别咨询机构的成员。

人工智能独立国际科学小组不会制定政策、发布法规或实施具有约束力的标准。根据联合国的说法，它可能探讨的主题包括构建开放、安全、可靠和值得信赖的 AI 模型，以及在这一领域尊重、保护和促进人权。

该小组成员由联合国 3 个技术机构牵头审核，从 2600 多名候选人中选出，任期 3 年。其中至少有 9 名成员拥有行业背景，但均以个人身份任职。

英国牛津大学马丁学院的 Lucia Velasco 表示，与研究界互动“存在于该小组的基因中”。“他们本身就是研究人员和科学家。”

Velasco 表示，人工智能独立国际科学小组与 IPCC 的一大区别是它独立于各国政府的监管。IPCC 是政府间机构，成员由政府任命，其发布的报告须经联合国成员国批准；而 AI 小组的成员虽由各国在联合国大会上任命，但具有独立性。

然而并非所有人都对人工智能独立国际科学小组持积极态度。美国驻联合国代表团高级官员 Lauren Lovelace 表示，该小组及联合国更广泛的 AI 倡议“严重超出了联合国的职权范围与能力”。她称其“试图监管或阻碍前沿技术的发展”，且小组成员的遴选过程“是闭门进行的，时间仓促、缺乏透明度与充分协商”。

联合国秘书长古特雷斯于 2 月 12 日宣布成立人工智能独立国际科学小组。

图片来源：Timothy A. Clary

据悉，该小组将在 7 月于瑞士日内瓦举行的联合国首届全球 AI 治理对话会议上，发布首份年度报告。 **（王方）**

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《科学》

研究揭示哺乳动物昼夜转换的细胞基础

英国剑桥分子生物学实验室的 John S. O’Neill 团队研究了哺乳动物昼夜转换的细胞基础。近日，相关研究成果发表于《科学》。

早期哺乳动物在夜间活动，而恐龙在白天活动。白垩纪－古近纪灭绝事件后，哺乳动物加速向日间活动转变，但潜在的机制尚不清楚。

研究人员发现了一种保守的细胞内在热力学机制，该机制可能促进了这种转变。在昼行性哺乳动物的细胞中，蛋白质合成、磷酸化和昼夜节律对温度变化的敏感性低于夜行性哺乳动物的细胞。比较基因组学揭示了关键信号通路的加速进化，包括雷帕霉素的机制靶点，增加了细胞昼夜时钟对热和渗透扰动的灵活性。在夜间活动的小鼠中，雷帕霉素抑制使细胞、组织和行为转向昼间活动。

这些发现揭示了昼夜转换的遗传和生化基础，强调了细胞信号网络如何编码复杂的表型，如时间生态位选择。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1126/science.ady2822

《自然》

皮质树突的矢量化指示信号

美国麻省理工学院的 Mark T. Harnett 团队揭示了皮质树突的矢量化指示信号。近日，相关研究成果发表于《自然》。

教学信号的矢量化是几乎所有现代机器学习算法的关键要素，包括反向传播、目标传播和强化学习。矢量化为信用分配问题提供了一种可扩展且计算高效的解决方案。

最近的理论模型表明，神经回路可以在细胞水平上通过处理不同树突隔室中的前馈和反馈信息流来实现单相矢量化学习。这为皮层回路如何解决大脑中的信用分配问题提供了一个引人注目但未经验证的假设。

研究团队使用一种神经反馈脑机接口任务，并结合实验者定义的奖励函数，检验了树突中是否存在矢量化的指导信号。研究人员训练小鼠调节脾后皮层第五层锥体神经元的两个空间混合群体活动，使视觉光栅旋转至目标方向，同时记录了胞体和相应远端顶树突的 GCaMP 活动。研究人员观察到，胞体信号和树突信号的相对强度可以通过周围神经网络的活动来预测，并且包含与任务相关的变量信息，这些信息可以作为指导信号。这些假定的教学信号的符号取决于单个神经元在任务中的因果作用，并能预测学习过程中整体活动的变化。此外，有针对性的光遗传干扰这些信号会破坏学习。

这些结果证明大脑中有一个矢量化的指向性信号，并通过皮质树突的半独立计算实现，揭示了解决大脑信用分配的潜在机制。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1038/s41586-026-10190-7

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

他为重离子束流纪录烙上“中国印”

（上接第 1 版）

2020 年，通过自主研发的“高精度应变测量技术”“压敏显像技术”“镜像测试结构”等测试分析技术与精确装配方法，团队实现了 1/2 长度样机的高精度装配。后续，团队又用了两年多时间，攻克了多线圈联合测试、高磁场运行测试等一系列难题，为第四代超导离子源的成功研制奠定了坚实基础。

把擅长的事做到极致

通过十余年深耕，孙良亭回国时立下的目标均已圆满实现。他与团队的科研成果，早已走出实验室，成为支撑国家重大科技基础设施建设的核心力量。由团队研发的超导离子源新技术，已先后应用于“十二五”国家重大科技基础设施强流重离子加速器装置（HIAF）、中国超重元素研究加速器装置（CAFE2），以及新一代普惠型重离子治疗装置（SIMM）中，为国家核科学研究、民生医疗等领域提供了坚实的技术支撑。

在离子源技术领域，孙良亭团队创造并保持了绝大部分高电荷态重离子束流强度的世界纪录。其中最令人振奋的便是将自然界最重元素铀的离子束流强度提升至 500 多微安——这一突破，让中国在该领域牢牢占据了国际领先地位。

获评“中国科学院先进个人”后，孙良亭第一时间想到了恩师赵红卫。在他心中，这份荣誉属于整个团队，也属于引导他走上科研之路、与他并肩作战的领路人。正是中国科学院院士赵红卫等先行者 20 余年的技术积累与创新突破，如今我国高电荷态 ECR 离子源技术才能达到国际先进水平。而近代物理所站在国内核科学研究的前沿，正面临如何全面满足核科学与应用的发展需要、如何通过创新突破达到国际领先水平的新挑战。

为了继续发扬近代物理所老一辈科研工作者的优良传统，孙良亭不仅在技术上锐意进取、攻坚克难，更在人才培养上倾尽全力。项目实施中，他主导年轻人打头阵、练本领。在线圈绕制工艺优化过程中，年轻成员提出的“分段结构”方案曾引发争议，有人担心会增加成本与风险，孙良亭没有否定，而是组织团队进行模拟试验，最终证明该方案能有效提升线圈性能。在面对重大分歧时，孙良亭敢于拍板，“出了问题我来兜底”，也允许团队成员保留意见，后续再持续研讨。正是这种开放包容、允许年轻人试错的学术氛围，让团队始终保持创新活力。

孙良亭说，如今这支团队中年轻人是主力，“他们敢想敢干，是中国离子加速领域的未来”。而他这位“老研究员”则会坚守阵地，继续在离子加速器领域深耕，把擅长的事做到极致。