

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【自然－地球科学】
由海洋磷循环增强脉冲驱动的太古宙氧气绿洲

西班牙天体生物学中心的 Fuencisla Canadas 团队对由海洋中磷循环增强脉冲驱动的太古宙氧气绿洲进行了研究。近日,相关研究论文发表于《自然－地球科学》。

大约 24.3 亿年至 21 亿年前,地球大气中氧气的首次增加从根本上改变了大气和海洋,为复杂生命的进化奠定了基础。然而,地球化学证据表明,在大气氧气增多之前,海洋中存在间歇性的氧气绿洲。

研究团队展示了来自加拿大红湖地区一块具有 29.3 亿年历史的岩芯的氧化还原敏感微量元素和铁的形态数据,以及磷的相分配结果,旨在重建太古代以缺氧、富铁为特征的海洋中的磷循环及其与氧气产生的联系。

研究数据记录了已知最早的地表水氧积累时期,比大气中首次出现氧积累的时间早了约 5 亿年。在此之前是含铁时期和硫化物可利用性增强的时期,沉积物的缺氧循环导致海洋中磷的生物可利用性出现脉冲式增加。磷生物可利用性的增强,有助于刺激光合初级生产力和有机碳的埋藏,这很可能是太古代晚期海洋中含氧“绿洲”周期性发展的主要控制因素。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41561-025-01678-4>

【物理评论 A】
用莫比乌斯－埃舍尔－彭罗斯超图探索量子语境性

捷克技术大学的 Karl Svozil 团队实现了利用量子莫比乌斯－埃舍尔－彭罗斯超图探索量子语境性。近日,相关研究论文发表于《物理评论 A》。

该研究提出了量子莫比乌斯－埃舍尔－彭罗斯超图,其灵感来源于诸如莫比乌斯带和彭罗斯“不可能物体”等悖论性结构。该超图通过希尔伯特空间中的正交表示构建,从而将图嵌入到量子框架中,并且通过双值状态和分逻辑完成了准经典实现,从而将其嵌入布尔代数中。这种表示阐明了经典与量子嵌入之间的区别,特别聚焦于语境性——通过排他性和完备性的违反体现,并利用经典和量子概率进行量化。此外,研究人员还利用关联多面体研究了布尔条件的违反,进一步突显了该超图的内在语境性。

这些研究结果为量子语境性及其与经典逻辑结构之间复杂的关系提供了更深刻的见解。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.111.042209>

【细胞】
人类血管类器官发育过程中的细胞命运及状态转变

瑞士苏黎世联邦理工学院的 Barbara Treut-lein 团队揭示了人类血管类器官(hBVO)发育过程中的细胞命运及状态转变。近日,相关研究论文发表于《细胞》。

hBVO 已成为一种用于模拟人类血管发育和疾病的体系。研究人员运用单细胞多组学技术,结合基因和信号通路扰动,重构 hBVO 的发育过程。中胚层祖细胞在体外会分化为内皮细胞和壁细胞,并且异种移植的 hBVO 会获得明确的动静脉内皮细胞特征。据此,研究人员推断出一个基因调控网络,并通过单细胞基因扰动实验鉴定参与细胞命运决定的转录因子 (TFs) 和受体,发现 MECOM 基因在内皮细胞和壁细胞的命运决定中发挥了作用。通过评估 hBVO 产生器官样状态的潜力,研究人员鉴定出在 hBVO 中不表达的转录因子,并且发现诱导 LEF1 的过表达会增加血管的特异性。最后,研究人员将与血管疾病相关的基因定位到 hBVO 的细胞状态中,并分析了一个糖尿病患者 hBVO 模型。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2025.03.037>

【免疫学】
急性暴露于高脂肪饮食损害肠道稳态

澳大利亚沃尔特和伊丽莎·霍尔医学研究所的 Cyril Scillet 团队指出,急性暴露于高脂肪饮食(HFD)会损害肠道 3 组先天淋巴样细胞(ILC3)功能和肠道稳态。近日,相关论文发表于《免疫学》。

HFD 会加剧肠道疾病病理,但此前人们对肠道炎症发展前的早期事件仍知之甚少。

研究团队发现,在 48 小时内,长期暴露于 HFD 会损害肠道 ILC3 及其产生白细胞介素-22(IL-22)的能力,而 IL-22 是维持肠道稳态的关键。这种功能丧失与快速生态失调、肠道通透性增加以及抗菌肽、黏液和紧密连接蛋白的产生减少有关。饱和脂肪酸通过氧化代谢破坏 ILC3 功能,而不饱和脂肪酸通过形成脂滴保持 ILC3 分泌 IL-22。在炎症发生时,饱和脂肪酸会破坏 ILC3 产生 IL-22,并增加肠道对损伤的易感性。

研究结果揭示了饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸通过不同 ILC3 的代谢途径,对肠道内稳态的不同急性影响。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.immuni.2025.03.017>

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

火山岩石揭示火星古代生命线索

本报讯 火星上是否曾存在生命?美国得克萨斯农工大学的科学家 Michael Tice 表示,若想探寻火星古老生命的证据,岩石是关键。通过研究美国国家航空航天局(NASA)的“毅力”号火星车返回的数据,Tice 团队提出了关于火星杰泽罗陨石坑地质历史的新见解,认为这里曾有维持生命的可能性。相关研究论文近日发表于《科学进展》。

作为“火星 2020”任务的一部分,“毅力”号于 2021 年 2 月 18 日在杰泽罗陨石坑着陆,旨在寻找古代微生物生命的迹象。目前,这辆火星车正在收集火星岩石和风化层的岩芯样本,以便未来在地球上进行分析。

与此同时,科学家正在使用火星车的高科技工具分析火星岩石,以确定它们的化学成分,并检测可能代表过去生命迹象的化合物。火星车还配备了高分辨率摄像系统,可提供岩石纹理和结构的详细图像。

■ 科学此刻 ■
帕金森病疗法迎来“大飞跃”

科学家在两项独立临床试验中,分别利用人诱导多能干细胞和人类胚胎干细胞产生的细胞,证明了干细胞疗法对帕金森病的安全性。相关研究 4 月 16 日发表于《自然》。

帕金森病是一种神经退行性疾病,其特征为逐渐丧失产生神经递质多巴胺的神经元。尽管目前的治疗方法如左旋多巴等能在早期减轻症状,但效果会逐渐下降,而且经常伴随运动障碍等副作用。细胞疗法,特别是补充脑部生产多巴胺的神经元的疗法,可能有望成为更有效、副作用更小的治疗方法。

为了检验帕金森病细胞疗法的安全性和潜在副作用,日本京都大学的研究人员进行了一项 I / II 期临床试验。7 名年龄 50-69 岁的患者接受了来自人诱导多能干细胞的多巴胺能前体细胞移植,区域为双侧大脑。在研究持续的 24 个月中,没有报告严重副作用,移植的细胞产生了多巴胺,且没有过度生长或形成肿瘤。

在另一项单独的 I 期临床试验中,美国纪念斯隆－凯特琳癌症中心的 Viviane Tabar 和同事研究了来自人胚胎干细胞的多巴胺能前体细胞产品——bemdaneprocel 的安全性。年龄中位数为 67 岁的 12 名患者通过手术移植该前体细

高科技贴纸可识别人类情绪

本报讯 为帮助医疗保健人员分辨真实情绪,研究人员开发了一种可拉伸、可充电的贴片,即使使用者强装镇定,它也能通过测量皮肤温度、心率等指标检测出真实的情绪。近日,相关研究成果发表于《纳米快报》。

“同时观察多个身体信号,是理解情绪的一种新方法。”美国宾夕法尼亚州立大学工程科学与力学系博士生 Yangbo Yuan 表示。

Cheng 指出,收集的数据可弥合文化或社会差异,例如,患者对医护人员表现出过度克制或情绪化倾向。通过持续追踪这些信号,可能更早发现焦虑或抑郁等问题。

研究人员通过折叠铂金、黄金等柔性金属薄片,将其切割成波浪形结构,确保设备拉伸扭曲时仍保持灵敏度。他们还使用随温度改变电流的材料层,并内置碳原子构成的空心管以吸收水分、追踪湿度。多种传感器的布局经过精心设计以避免相互干扰。

团队随后训练人工智能(AI)模型识别真实与表演情绪。研究招募 8 人做出 6 种基本表情:快乐、惊讶、恐惧、悲伤、愤怒和厌恶。

参与者在设备追踪下各表演 100 次表情,数据被输入 AI 模型,训练其关联特定面部动作与情绪。另招募 3 人进一步测试模型

自然要览

(选自 Nature 杂志,2025 年 4 月 17 日出版)

总角动量中的近场光子纠缠

光子可以携带角动量,通常将其归因于两部分——自旋角动量(SAM)和轨道角动量(OAM)。前者是与偏振相关的固有性质,后者与光子空间分布有关。在近轴光学中,这两种形式的角动量是可分离的,因此可在单个光子的 SAM 和 OAM 之间,或在多光子状态下的不同光子之间诱导纠缠。然而,在纳米光子系统中,光子的 SAM 和 OAM 是不可分离的,因此只有总角动量(TAM)可作为好的量子数。

研究人员提出了两个光子在近场机制下的非经典相关性观察,引发了与 TAM 相关的纠缠。他们通过将光子对耦合到等离子体模式来纠缠这些纳米光子态,并使用量子成像技术测量其相关性。研究人员观察到,与两个组成角动量相关的纠缠相比,TAM 中的纠缠导致光子对的量子关联结构完全不同。

这项工作为利用光子的 TAM 作为量子信息的编码特性进行片上量子信息处理奠定了基础。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-08761-1>

“我们不只是在看图片,还在获取详细的化学数据,矿物成分,甚至是微观纹理。”Tice 说,“这就像在另一颗行星上拥有一个移动实验室。”

Tice 和同事分析了陨石坑内的岩层,以便更好了解火星的火山和水文历史。该团队使用了 X 射线岩石化学行星仪器(PiXL),用于分析杰泽罗陨石坑内关键地质区域 Māaz 地层的岩石成分和纹理。

Tice 认为这项技术对于探索火星非常重要。“每一辆火星车都是一个技术奇迹,但这是我们第一次能够以如此高的分辨率使用 X 射线荧光技术分析岩石。它完全改变了我们对火星岩石历史的认知方式。”他说。

经过分析,研究团队揭示了两种截然不同的火山岩类型。第一种是深色岩石,富含铁和镁,包含共生矿物,如辉石和斜长石,并有变质橄榄石的证据。第二种是浅色岩石,被归类为粗面安山岩,其富钾基质中含有斜长石晶体。这些



作为安全试验的一部分,数百万干细胞被注射到帕金森病患者的大脑中。 图片来源:GJLP

胞到双侧大脑壳核。5 名患者接受了低剂量(每侧壳核 90 万细胞),7 名接受了高剂量(每侧壳核 270 万细胞)。这些细胞产品的耐受普遍良好,在后续 18 个月中没有报告与疗法相关的严重副作用,且没有出现运动障碍的迹象。此外,在低剂量和高剂量组均观察到一些运动功能的改善。

日本庆应义塾大学再生医学研究中心的冈野荣之在同期发表的文章中表示,两项临床试验都证实了异体干细胞衍生细胞产品移植治疗

帕金森病的安全性。两项研究都存在一些局限性,包括样本量小、均为开放标签试验——研究者和患者都知道谁接受了何种类型的治疗。“不过,两项独立试验都显示出安全性,并暗示可能有效,这朝着在更广泛社会中应用这种帕金森病细胞疗法迈出了重要一步。”冈野荣之表示。(冯维维)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-08700-0>
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-08845-y>

Cheng 指出,该设备还为 AI 驱动的疾病诊断与治疗开辟了新路径,例如辅助临床医生理解非言语患者的心理状态、识别痴呆症行为症状、检测阿片类药物过量等,未来可能用于慢性伤口监测、神经退行性疾病进展追踪及运动员表现分析。

“尽管处于研发阶段,该设备仍是情绪监测与理解领域的重大进步,有望推动心理健康护理向主动化、个性化迈进。”Cheng 总结说。(李木子)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.4c06392>

通过世界模型掌握不同控制任务

开发一种通用算法,学习完成各种应用中的任务,一直是人工智能领域的一个基本挑战。尽管当前的强化学习算法可以很容易地应用于与算法开发目的类似的任务,但将其配置到新应用领域需要大量的人类专业知识和实验。

研究组介绍了第三代 Dreamer,这是一种通用算法,在超过 150 个不同任务中,仅用单一的配置便性过专业方法。Dreamer 学习环境模型,并通过想象未来场景改进其行为。基于规范化、平衡和转换的鲁棒性技术实现了跨领域的稳定学习。

Dreamer 能够“开箱即用”,是第一个在没有人工数据或课程的情况下,在《我的世界》游戏中从零开始收集钻石的算法。这一成就被视为攻克了人工智能领域的一个重大难题,即在开放世界中探索有远见的策略。

该工作实现了在没有大量实验的情况下解决具有挑战性的控制问题,使强化学习具有广泛适用性。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-08744-2>

发现暗示了一段复杂的火山历史,涉及多次不同组分的熔岩流。

那么这些岩石是怎么形成的?热力学建模结果表明,这些独特的成分是由高度分馏的结晶作用造成的,即在熔岩冷却过程中,不同矿物从熔岩中分离出来。研究人员还发现,熔岩可能与火星地壳中的铁物质混合,进一步改变了岩石的成分。

“这种分离结晶和地壳同化过程,在地球上的活跃火山系统中也存在,表明火星的这一地区可能有过长期的火山活动。这反过来可能为生命所需的不同化合物提供了持续的来源。”Tice 说。

这一发现对于理解火星潜在宜居性至关重要。如果火星在较长时间内拥有活跃的火山系统,那么在早期历史的很长一段时间里,它可能也具有适合生命存在的条件。

NASA 与欧洲空间局合作的“火星样本返

据新华社电 日本研究人员日前在新一期英国《自然》杂志发表论文说,他们成功用人原代肝细胞培育出肝细胞类器官,能够再现药物代谢和脂质代谢等肝细胞功能,有望在药物研发、疾病研究、再生医疗等领域发挥作用。

日本庆应义塾大学日前发布新闻公报说,肝脏是人体代谢的“司令部”,负责将摄入的营养物质转化成人体必需的物质。全球超过 1/3 的人口受代谢相关脂肪性肝病等疾病困扰。这些肝脏疾病的病因探究、药物毒性测试等都需要借助肝细胞模型。但以往的方法很难实现成人肝细胞的体外增殖,因为在这个过程中肝细胞很快会丧失功能。

研究人员利用激素诱导肝细胞类器官分化,分化后的肝细胞类器官具备肝细胞特有的代谢功能,可以产生葡萄糖、尿素、胆汁酸、胆固醇等物质。

研究团队为患有肝功能障碍的实验鼠移植了这种肝细胞类器官,植入的肝细胞类器官与周围实验鼠的肝细胞融合,并最终取代了实验鼠自身的肝细胞,恢复了肝功能。(钱铮)

据新华社电 美国国家航空航天局(NASA) 4 月 20 日发布公报说,美国“露西”号探测器于当天飞越位于主小行星带的“唐纳德约翰逊”小行星。这是“露西”号在任务期内近距离飞越的第二颗小行星,此次飞越旨在为“露西”号探测其主要目标——木星特洛伊小行星群做准备。

据 NASA 介绍,美国东部时间 20 日 13 时 51 分(北京时间 21 日 1 时 51 分)，“露西”号探测器以大约每小时 4.8 万公里的速度,从距离“唐纳德约翰逊”小行星表面约 960 公里处飞越。这颗小行星以古猿化石“露西”的发现者之一、美国古人类学家唐纳德·约翰逊的名字命名。

NASA 表示,“露西”号在飞越这颗小行星后已向地球发回讯息。目前“露西”号运行状况良好,任务团队已向它发出指令,让它传回飞越“唐纳德约翰逊”小行星期间收集的数据。这些数据传回地球需要约一周时间。任务团队将分析这些数据,以更好地了解这颗小行星,并为“露西”号从 2027 年起探测其主要目标木星特洛伊小行星群做好准备。

“露西”号于 2023 年 11 月 1 日飞越其任务期的第一颗小行星“丁基内什”。据介绍,“露西”号任务期内将总计飞越 11 颗小行星。(谭晶晶)

性能,结果显示,其对表演的表情分类准确率达 96.28%。

在真实情绪测试中,设备追踪了参与者观看视频时的心理反应。该设备识别情绪的准确率达 88.83%,传感器数据验证了生理反应与已知情绪关联的一致性。

Cheng 指出,该设备还为 AI 驱动的疾病诊断与治疗开辟了新路径,例如辅助临床医生理解非言语患者的心理状态、识别痴呆症行为症状、检测阿片类药物过量等,未来可能用于慢性伤口监测、神经退行性疾病进展追踪及运动员表现分析。

“尽管处于研发阶段,该设备仍是情绪监测与理解领域的重大进步,有望推动心理健康护理向主动化、个性化迈进。”Cheng 总结说。(李木子)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.4c06392>

据新华社电 美国国家航空航天局(NASA) 4 月 20 日发布公报说,美国“露西”号探测器于当天飞越位于主小行星带的“唐纳德约翰逊”小行星。这是“露西”号在任务期内近距离飞越的第二颗小行星,此次飞越旨在为“露西”号探测其主要目标——木星特洛伊小行星群做准备。

据 NASA 介绍,美国东部时间 20 日 13 时 51 分(北京时间 21 日 1 时 51 分)，“露西”号探测器以大约每小时 4.8 万公里的速度,从距离“唐纳德约翰逊”小行星表面约 960 公里处飞越。这颗小行星以古猿化石“露西”的发现者之一、美国古人类学家唐纳德·约翰逊的名字命名。

NASA 表示,“露西”号在飞越这颗小行星后已向地球发回讯息。目前“露西”号运行状况良好,任务团队已向它发出指令,让它传回飞越“唐纳德约翰逊”小行星期间收集的数据。这些数据传回地球需要约一周时间。任务团队将分析这些数据,以更好地了解这颗小行星,并为“露西”号从 2027 年起探测其主要目标木星特洛伊小行星群做好准备。

“露西”号于 2023 年 11 月 1 日飞越其任务期的第一颗小行星“丁基内什”。据介绍,“露西”号任务期内将总计飞越 11 颗小行星。(谭晶晶)

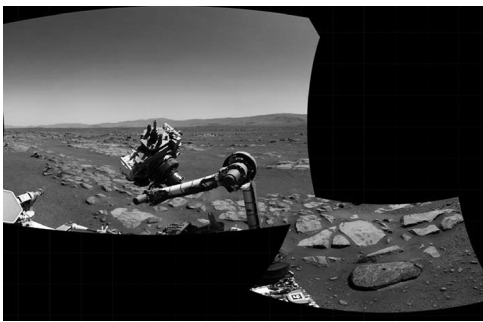
古构造下小安的列斯玄武岩板块的成像

在俯冲带,岩石圈物质通过上地幔下降到地幔过渡带(MTZ),在那里可能继续下沉到下地幔或停滞。影响这种流动的几个因素可能很重要,然而,探究这些地幔流动的严格限制和影响流动的确切因素颇具挑战性。

研究人员使用 P-to-S 接收器函数对小安的列斯俯冲带下的俯冲板块和 MTZ 进行成像。他们在俯冲带下方识别出一个异常增厚的地幔过渡带,主要由异常加深的地幔过渡带底部边界——660 界面所致。地球动力学和波形建模表明,这一观测结果不能用典型地幔成分的温度效应来解释,而是存在一个富含玄武岩的大型化学异常区。推断出的玄武岩特征靠近一个俯冲消亡扩张脊的位置,该区域玄武岩富集程度更高。

该发现表明,过去的构造事件赋予了板块化学非均质性的,而这种非均质性反过来又可能影响板块下沉的固有趋势。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-08754-0>



火星车机械臂在扫描并采集岩石样本。 图片来源:THE PERSEVERANCE SCIENCE TEAM

回”任务计划在未来 10 年内将这些样本带回地球。一旦样本返回,科学家将能够使用先进的实验室技术对其进行详细的分析。

Tice 表示,这项研究只是一个开始,未来几年,他们将能够以前所未有的方式完善对火星地质历史的理解。(蒲雅杰)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/sciadv.adr2613>

日本培育出具有代谢功能的人类肝细胞类器官

据新华社电 日本研究人员日前在新一期英国《自然》杂志发表论文说,他们成功用人原代肝细胞培育出肝细胞类器官,能够再现药物代谢和脂质代谢等肝细胞功能,有望在药物研发、疾病研究、再生医疗等领域发挥作用。

日本庆应义塾大学日前发布新闻公报说,肝脏是人体代谢的“司令部”,负责将摄入的营养物质转化成人体必需的物质。全球超过 1/3 的人口受代谢相关脂肪性肝病等疾病困扰。这些肝脏疾病的病因探究、药物毒性测试等都需要借助肝细胞模型。但以往的方法很难实现成人肝细胞的体外增殖,因为在这个过程中肝细胞很快会丧失功能。

研究人员利用激素诱导肝细胞类器官分化,分化后的肝细胞类器官具备肝细胞特有的代谢功能,可以产生葡萄糖、尿素、胆汁酸、胆固醇等物质。

研究团队为患有肝功能障碍的实验鼠移植了这种肝细胞类器官,植入的肝细胞类器官与周围实验鼠的肝细胞融合,并最终取代了实验鼠自身的肝细胞,恢复了肝功能。(钱铮)

美“露西”号探测器再次飞越小行星

据新华社电 美国国家航空航天局(NASA) 4 月 20 日发布公报说,美国“露西”号探测器于当天飞越位于主小行星带的“唐纳德约翰逊”小行星。这是“露西”号在任务期内近距离飞越的第二颗小行星,此次飞越旨在为“露西”号探测其主要目标——木星特洛伊小行星群做准备。

据 NASA 介绍,美国东部时间 20 日 13 时 51 分(北京时间 21 日 1 时 51 分)，“露西”号探测器以大约每小时 4.8 万公里的速度,从距离“唐纳德约翰逊”小行星表面约 960 公里处飞越。这颗小行星以古猿化石“露西”的发现者之一、美国古人类学家唐纳德·约翰逊的名字命名。

NASA 表示,“露西”号在飞越这颗小行星后已向地球发回讯息。目前“露西”号运行状况良好,任务团队已向它发出指令,让它传回飞越“唐纳德约翰逊”小行星期间收集的数据。这些数据传回地球需要约一周时间。任务团队将分析这些数据,以更好地了解这颗小行星,并为“露西”号从 2027 年起探测其主要目标木星特洛伊小行星群做好准备。

“露西”号于 2023 年 11 月 1 日飞越其任务期的第一颗小行星“丁基内什”。据介绍,“露西”号任务期内将总计飞越 11 颗小行星。(谭晶晶)

用准塑性中子散射观测塑性冰Ⅶ

水是宇宙中第三丰富的分子,也是冰卫星、巨行星以及类天王星和类海王星系外行星内部的关键成分。由于水具有独特的分子结构和灵活的氢键,很容易适应大范围的压力和温度,从而形成了许多结晶相和非晶相。

与行星内部高压和高温最相关的是冰Ⅶ,模拟已确定了沿着其融化曲线存在所谓的塑性相,其中单个分子像在固体中一样占据固定位置,但又像像在液体中一样旋转。这种塑性冰尚未在实验中被直接观测到。

研究组报道了在 450 至 600K 的温度和高达 6GPa 的压力下进行的准弹性中子散射测量,揭示了在冰Ⅶ中存在体心立方结构,水分子表现出典型液态水的皮秒旋转动力学。与分子动力学模拟的比较表明,这种塑性冰Ⅶ不符合自由转子相,而是表现出快速的定向跳跃,正如在跳跃转子塑性晶体中观察到的那样。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-08750-4> (未致编译)