

## “小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【国家科学院刊】  
大氧化事件峰值时的  
陆上氧化铀迁移

美国宾夕法尼亚州立大学的 Lee R. Kump 团队研究了大氧化事件峰值时的陆上氧化铀迁移。相关成果近日发表于美国《国家科学院院刊》。

氧化还原敏感元素在地球表面氧化还原状态演化研究中十分重要。研究团队利用铀-钍-铅同位素年代学方法,对俄罗斯佩琴加绿岩带中高度氧化的约 20.6 亿年前 Kuetsjarvi 火山岩组进行分析,以限定铀氧化作用的时期和范围。利用铅同位素对钍和铀的相对迁移性,研究团队发现铀的完全及几乎完全氧化和迁出发生在喷发后不久。他们认为,这可能表明大气中的氧含量相对较高,其中氧化风和蚀变作用向海洋输送了全球性铀元素脉冲。这一脉冲可以解释约 20 亿年前地幔储库铀-钍-铅同位素特征的广泛变化,强调了古元古代地表和地球深部氧化还原特征之间的关联。

研究结果建立了岩石中氧化还原敏感元素行为的复杂历史,凸显了元素丰度本身难以在经历多阶段地质史的岩石中捕获直接的代用指标信息。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1073/pnas.2510289122>

【自然-细胞生物学】

可标记体内癌症源区域的  
结肠干细胞群

新加坡科技研究局分子与细胞生物学研究所的 Nick Barker 团队提出,NOX1 和 NPY1R 可标记作为体内癌症源区域的结肠干细胞群。相关成果近日发表于《自然-细胞生物学》。

现有的结肠癌小鼠模型要么缺乏结肠特异性而难以模拟更晚期疾病的进展,要么无法将驻留干细胞作为癌症起源进行评估。

研究团队报告了 NOX1 和 NPY1R 作为细胞表面标记物富集于 LGR5<sup>+</sup> 干细胞,分别主要存在于盲肠中和只在结肠直中存在的中部和远端。通过 CreERT2 小鼠系对 NOX1<sup>+</sup> 或 NPY1R<sup>+</sup> 干细胞进行 Wnt 信号传导的选择性失调,可分别驱动盲肠和直肠的结肠癌发生,证实这些干细胞是结肠癌的重要来源。在这些干细胞胞区室中选择性条件激活 Wnt 信号传导与致癌性 Kras,并结合 TRP53 缺失,会最终导致晚期浸润性癌症的发展。

这项研究确立了 CreERT2 驱动因子是研究干细胞对结肠癌作用的有价值工具。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41556-025-01763-1>

【地质学】

亚马孙纪火星中纬度地区的  
多阶段长期冰积累

日本东京大学的 Makito Kobayashi 团队揭示了亚马孙纪火星中纬度地区的多阶段长期冰积累。相关成果近日发表于《地质学》。

火星中纬度地区的地下冰是当今最大的水冰储存区之一。虽然大气模式预测了过去数亿年间亚马孙纪晚期由转轴倾角驱动的冰积累现象,但对长期变化和积累造成影响的因素仍不清楚。

研究团队利用地貌学证据和数值模拟,揭示了火星北半球中纬度区域撞击坑壁和坑底内部存在的西南向沉积趋势。对陨石坑填充沉积物的详细分析表明,多个冰川阶段,包括较早的高强度阶段和较晚的低强度阶段,都表现出这种西南趋势。研究团队得出结论,持续的多阶段亚马孙纪冰川受大气水可用性和转轴倾角驱动的气候周期控制。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1130/G53418.1>更多内容详见科学网小柯机器人频道:  
<http://paper.sciencenet.cn/Alnews/>

## 他们把“实验偏差”转化为新突破

(上接第 1 版)

最终,团队在二氧化钛与金纳米颗粒的交界面找到了捕获空穴的“陷阱”,有效阻止了正负电荷的“复合”,确保正负电荷中心的稳定存在。

## 不能简单修补,要全面升级

2024 年 5 月,团队信心满满地投稿给《科学》。一个月后,他们收到编辑的回复。“编辑肯定了研究方向的新颖性,但认为新策略缺乏足够的理论支撑,部分数据也不够完善。”金平说。

王峰建议,不能简单地修修补补,要全面升级研究工作,对涉及的所有数据重新验证。

收到建议后,罗能超与金平立即投入实验,从头开始。“比如动力学实验,最初可能比较粗糙,只有单一光强下的数据。后来我们做得极其细致,在 5 个不同光强梯度下重复实验,每个数据点都进行了三四次重复测定。”

团队用惰性的二氧化碳还原反应,验证了这种光诱导氢气异裂的优势。他们发现,产生的氢物种可以在常温下把惰性二氧化碳全部转化,产物只有乙烷,再通过串联乙烷转化为乙烯的装置,最终把二氧化碳还原为乙烯。乙烷收率接近 99%,催化剂可以稳定运行超过 1500 小时不失活。

同时,他们采纳了编辑的建议,以自然的太阳光为光源,进一步实现了将二氧化碳还原为乙烷。最终,这项历经锤炼的研究成果在《科学》发表。

“以氢气和二氧化碳为原料,制备乙烷、乙烯等高附加值产品,能够大幅降低传统加氢过程的能耗,减少二氧化碳排放,助力碳资源优化利用。”王峰说,“未来,我们将深入研究反应工艺,开辟光与光热耦合的工业化技术路径,为现代煤化工的升级转型提供新模式。”

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.adq3445>

## 地球碳封存能力可能在 2200 年耗尽

本报讯 一项 9 月 3 日发表于《自然》的研究显示,地球通过岩层封存二氧化碳的能力远低于预期,最早可能在 2200 年耗尽。

为实现 2015 年《巴黎协定》将全球升温控制在比工业化前水平高 1.5 至 2°C 的目标,需从大气中清除大量二氧化碳。其中一种方法是捕获工业产生的二氧化碳,并将其深埋于地下。

研究人员指出,地球可安全封存的二氧化碳量约为 1460 吉吨(1 吉吨为 10 亿吨),这一数字远低于此前研究提及的 1 万至 4 万吉吨二氧化碳。

论文作者表示,目前的碳捕获与封存技术每年仅能清除 4900 万吨二氧化碳,而规划的年封存能力约为 4.16 亿吨。但要实现《巴黎协定》的目标,到本世纪中叶,年封存容量需提高至 8.7 吉吨二氧化碳。这意味着未来 30 年

的碳封存容量需增长 175 倍。

为估算地球的封存能力,这项由奥地利国际应用系统分析研究所科学家牵头的研究计算出,地球的物理封存容量为 1.18 万吉吨二氧化碳。但当研究人员考虑了“没有地震引发的碳泄漏风险、不因政治因素而受阻”的实际可利用情况后,这一容量下降至 1460 吉吨二氧化碳。

该研究重点评估了稳定沉积盆地的封存能力,因为目前大多数潜在的二氧化碳封存地点都位于此类盆地中。

论文作者之一、英国帝国理工学院的 Joeri Rogelj 表示,即使 1460 吉吨二氧化碳封存容量全部用于大气碳清除,也只能使全球变暖降低 0.7°C。当前趋势表明,即便充分利用所有已探明的、可用于逆转气候变化的地质封存资源,本

世纪全球升温仍可能高达 3°C,且无法回落至 2°C 以内。

研究人员还指出,如果封存的二氧化碳泄漏至地表,可能导致地下水形成碳酸。酸性环境会溶解含金属的矿物质,释放对人类健康和生态环境构成危害的有毒金属。

研究指出,印度尼西亚、巴西及非洲部分地区拥有较高的抗风险封存容量。论文写道,其中一些国家在历史上对全球排放的影响微乎其微,却可能最终承担起为高碳排放的富裕国家储存二氧化碳的责任。

论文第一兼通讯作者、国际应用系统分析研究所的 Mathew Gidden 表示,“在‘谁该为一定程度的气候变化负责’与‘谁有能力真正清除这些碳’这两个问题上,必然会出现赢家与输家。”

美国得克萨斯大学奥斯汀分校的 Susan Hovorka 认同该研究关于“可用碳封存容量大而有限”的结论,但认为它高估了地震活动可能引发的泄漏风险。

Hovorka 表示,尽管工程师会将二氧化碳注入地下岩层储备库,但他们不会充分考虑岩石力学特性。她指出:“这意味着我们可以在已知存在地震风险的区域进行封存,只是必须使用当前的最佳实践方法。”

澳大利亚莫纳什大学的 Ranjith Pathegama Gamage 则认为,该研究的数据较为保守。因此,1460 吉吨二氧化碳这一“审慎封存容量”可能与实际数值存在显著差异。 (王方)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41586-025-09423-y>

## ■ 科学此刻 ■

狗狗吃“素”  
照样健康

只需稍作调整,素食狗粮就能成为营养全面的犬类食物。一项 9 月 3 日发表于《公共科学图书馆-综合》的研究表明,无肉狗粮可以满足狗的蛋白质和脂肪需求,只是缺少了适量的碘和维生素 B。

论文第一作者、英国诺丁汉大学的 Rebecca Brociek 指出,通过添加补充剂或改进商业生产工艺,素食狗粮既能维护动物健康,又可减少宠物食品行业对环境的影响。她表示:“只要能从这些食材中获取所有必需的营养,狗就能健康成长。”

论文作者之一、诺丁汉大学的 David Gardner 指出,许多素食主义者都在是否给他们的杂食宠物喂肉的问题上纠结。针对这一担忧,宠物食品制造商已开始向消费者提供素食。

欧洲宠物食品工业联合会、美国饲料管理协会等政府组织要求对商业宠物食品及添加剂进行标准化测试,以确保符合营养标准。但 Gardner 表示,目前全球大多数宠物食品都没有经过独立研究团队的严格营养测试。

Brociek 和同事分析了 25 款适用于健康成年犬的商业狗粮,其中 19 款含肉类成分,6 款为纯植物配方。后者中有两款标注为素食,4 款为纯素。

研究人员指出,尽管所有产品都自称“营养



素食和肉类狗粮可能都缺乏一些重要的营养成分。

图片来源: Snizhana Halyska/Alamy

全面”,但没有一款狗粮完全符合官方营养指南。即使如此,这些产品的蛋白质、脂肪和必需氨基酸含量也都是可以接受的。大多数产品碘含量不足,但添加海藻可轻松弥补这一缺陷。此外,素食狗粮十分缺乏维生素 B。

澳大利亚莫纳什大学的 Andrew Knight 表示,这些发现揭示了所有类型的狗粮生产都存在监管漏洞,而不仅仅是素食狗粮。“消费者期待标有‘营养全面’的产品货真价实,但事实并非如此。”

意大利比萨大学的 Lucia Casini 则认为:

“如果能像人类素食者那样精心补充素食中缺乏的营养,那么素食完全能够满足犬类需求。”她同时指出,宠物主人应避免自行配制宠物素食。

Gardner 指出,宠物狗已进化到能消化多种食物,而饲喂营养均衡的素食狗粮既可满足它们的营养需求,又能避免肉类生产带来的环境影响,如温室气体排放等。“它们是真正的杂食动物,什么都能吃。” (王瑾瑶)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0328506>

## 全球首批基因编辑马引发争议



科学家利用 CRISPR-Cas9 技术培育出首批肌肉力量和速度得到提升的马。

图片来源: Agustin Marcarian/Reuters

本报讯 看起来像普通的马,基因组却极不寻常,它们是第一批用 CRISPR-Cas9 技术编辑了 DNA 的马。这种技术能在基因组的特定位置进行切割,以改变基因表达并获得所需性状。

这 5 匹马是获奖赛马 Polo Pureza 的克隆体。它们是 10 个月前由阿根廷非营利性研究组

织 Kheiron Biotech 培育的,这在马球运动极为盛行的阿根廷引发了争议。

研究人员对马的肌肉生长抑制素进行了调整,旨在提高它们的速度;又用 CRISPR 技术在胎儿成纤维细胞中通过克隆生成了胚胎,后将胚胎植入母马体内。

批评者担心,这项技术会破坏利用选择性育种培育优良马匹的传统。现在,阿根廷马球协会已禁止在这项运动中使用基因编辑的马匹。然而,一些科学家对这些“CRISPR 马”表示欢迎。“它展示了 CRISPR 技术的有效性。”美国明尼苏达大学的 Molly McCue 说,“马术从业者通常认为育种是一门艺术而非科学,但实际上它是两者的结合。”

CRISPR 马诞生前的基因编辑动物研究主要是为了改善农业。美国牲畜精准育种公司 Acceligen 首席科学官 Tad Sonstegard 说,这些努力现在已经从一项研究承诺转变为商业现实。

Acceligen 是少数几家使用 CRISPR 技术改造牲畜基因组的公司之一,目标是以更高效的方式生产肉类和牛奶等动物产品。该公司培育了一种 CRISPR 牛——PRLR-SLICK。这种

牛的催乳素受体基因经过编辑,毛发更短、更光滑,从而具有耐受热应激的能力。Sonstegard 说,这种短毛牛能适应更炎热的天气,并能耐受气候变化导致的气温上升,最终让世界各地的人们更容易获得肉类和乳制品。

今年早些时候,印度的研究人员宣布培育出首批 CRISPR 绵羊。与阿根廷马一样,科学家同样编辑了绵羊的肌肉生长抑制素基因以增加肌肉质量,但目标不是为了提高速度,而是增加肉类产量。

抗病能力是科学家培育 CRISPR 动物的另一个原因。英国公司 Genus 利用 CRISPR 技术培育出 CD163 基因突变猪,能够抵抗导致猪繁殖与呼吸综合征的一种病毒。2020 年,美国食品药品监督管理局批准了这种基因编辑猪在美国销售,预计将于 2026 年上市。

虽然 CRISPR 基因编辑动物的种类越来越多,但相关伦理问题仍然棘手。有人担心,基因编辑可能对动物及食用它们的人类的健康产生意想不到的影响。更令人担忧的是,基因编辑会遗传给后代,并可能传播到野生动物种群中。 (李木子)

## 科学快讯

(选自 Science 杂志,2025 年 9 月 4 日出版)

## 研究实现低温快速合成纳米金刚石

金刚石与金刚烷虽然具有相同的  $T_d$  对称性碳骨架结构,但将金刚烷转化为金刚石一直面临挑战。该过程需实现碳氢(C-H)键的选择性断裂并将单体组装成金刚石晶格。

新方法不同于传统的高温高压金刚石合成技术。通过在真空环境中以 80 至 200 千电子伏特电子束在 100 至 296 开尔文温度下辐照金刚烷亚微米晶体数十秒,研究人员成功制备出立方晶结构的无缺陷纳米金刚石,同时伴随氢气逸出。

时间分辨透射电子显微镜实时观测到金刚烷寡聚体初步形成并最终转变为球形纳米金刚石的过程。显著的动力学同位素效应表明,C-H 键断裂是反应速控步骤,且其他测试碳氢化合物均未形成纳米金刚石。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.adw2025>

## 肾脏祖细胞决定妊娠适应性于产前发病

肾脏疾病负担在全球范围内呈现显著的性别二态性。通过谱系追踪和单细胞 RNA 测序技术,研究人员发现雌性小鼠自青春期起,雌激素信号通过支持肾脏祖细胞的自我更新与分化来提升肾小球滤过能力,从而相比雄性表现出对肾损伤的更低敏感性。这种现象在雌性肾脏适应妊娠过程中尤为显著。敲除肾脏祖细胞中的雌激素受体  $\alpha$  会破坏这一适应性机制,导致子痫前期、胎儿生长受限,并增加母体高血压和慢性肾病风险。受影响母体的后代出现肾单位数量减少,造成生命早期高血压和更高的肾病敏感性。

这些结果揭示了肾脏功能健康与肾脏祖细胞在妊娠适应性和子痫前期中的核心作用,并阐明了肾脏疾病性别二态性的决定性机制。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.adp4629>极长程动态触发作用  
导致泥火山活化与静默断层滑动

众所周知,大地震产生的地震波能够触发远距离的断层滑动,但其在机制尚不明确。

通过采用干涉合成孔径雷达技术并结合局部大地测量与地震数据,研究人员发现 2023 年 2 月发生在土耳其东南部、震中距约 1000 公里的卡赫拉曼马拉什地震,导致了西里海地区富含流体的库拉盆地内 56 处泥火山发生形变和 / 或喷发,并在 7 条断层上引发长达数十公里的厘米级静默滑动。

这次等效矩震级达 6.1 的瞬态形变事件,与主要油气田下方的局部隆升现象密切相关。研究人员推测,地震波导致深层孔隙压力变化,进而触发沿盆地及周边多条地壳断层的静默滑动。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.adv8438>世卫组织:全球精神健康服务  
规模亟待扩大

据新华社电 世界卫生组织日前发布的数据显示,全球超过 10 亿人遭受精神健康问题困扰,焦虑症和抑郁症等疾病给人类健康和经济发展带来沉重负担。

世卫组织发布的《世界精神卫生现状》和《2024 年精神卫生地图集》指出,精神健康问题在所有国家和社区都很普遍,影响着各年龄段和收入群体。焦虑症和抑郁症是最常见的精神健康障碍类型。自杀仍是令人痛心的疾病结局,仅 2021 年就夺走了约 72.7 万人的生命,更是各国年轻人死亡的主要原因之一。

世卫组织说,精神健康障碍在全球范围内造成经济损失,不但直接医疗费用庞大,间接成本尤其是生产力损失更惊人,估计仅抑郁症和焦虑症每年就导致全球经济损失高达 1 万亿美元。

世卫组织表示,2020 年以来,各国在加强精神健康政策和规划方面取得显著进展。目前,超过 80% 的国家将精神卫生和社会心理支持纳入应急响应工作,高于 2020 年的 39%。

但世卫组织同时指出,目前这些良好势头在大多数国家并未转化为法律改革,精神健康防治领域的投资陷入停滞,服务系统改革进展缓慢。为此该机构呼吁各国政府及全球合作伙伴立即加强行动,推动全球精神健康系统实现根本转变,具体措施包括建立公平的筹资机制,持续投资精神健康人力资源建设,以及扩展以人为本的社区护理服务等。 (王露)

研究发现血液肿瘤致命弱点  
有望推动靶向治疗

据新华社电 一项新研究发现,某些血液肿瘤细胞存在可被药物“精准靶向”的薄弱环节,这使得在不损伤健康细胞的情况下“定向”清除癌细胞成为可能。

瑞典卡罗琳医学院日前发布公报说,该机构研究人员参与的国际团队重点研究了一种名为骨髓增生异常综合征(MDS)的血液肿瘤。该病主要影响老年人,目前治疗手段有限,治愈难度较大。

团队发现,体细胞中 SF3B1 基因发生突变引发骨髓增生异常综合征,但这种突变在导致疾病的同时,也恰好成为癌细胞的致命弱点,因为携带该突变的癌细胞会错误处理遗传信息,导致关键蛋白质 UBA1 合成异常。缺乏 UBA1 会使癌细胞内部秩序紊乱,变得更加脆弱。

基于这一弱点,团队测试了能够阻断 UBA1 的药物 TAK-243,试图对本就缺乏 UBA1 的癌细胞进行“雪上加霜”式打击。结果显示,该药物可有效杀死癌细胞,而 UBA1 水平正常的健康细胞基本不受影响。这一结果已在多种实验模型中得到验证,其中包括来源于真实患者的细胞。

公报指出,目前骨髓增生异常综合征的治疗主要集中在缓解贫血等症状。干细胞移植是一种有治愈潜力的方法,但风险较高、对患者挑战较大,因此开发副作用更小、靶向性更强的新药十分迫切。此次研究为直接针对突变癌细胞的靶向治疗提供了新思路。

下一步,团队计划评估药物联合方案,以期进一步提升疗效并推动研究成果向临床应用转化。相关成果已发表在国际学术期刊《白血病》上。 (朱晨晨 徐谦)

## 上皮细胞张力调控肠道细胞挤出机制

细胞挤出对维持肠道上皮稳态自我更新至关重要。肠道绒毛顶端细胞因拥挤导致的压缩,曾被认为是被挤出细胞的主要因素。但研究人员发现,肠道上皮中收缩细胞间局部的“拔河式”力学竞争才是调控细胞挤出的关键机制。

通过结合定量活体显微技术、光遗传学诱导组织张力、肌球蛋白 II 活性的遗传干预,以及小鼠肠道和肠道类器官中基底皮层局部破坏等技术手段,研究人员发现动态肌球蛋白网络在整个肠道绒毛(包括绒毛顶端区域)中产生持续性张力。无法维持这种张力的机械弱势细胞最终被挤出。因此,上皮屏障的完整性取决于细胞间的力学平衡。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.adr8753>

(李青编译)