

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【地质学】

海水硫酸盐动力学和地球系统的新临界点

美国耶鲁大学的 Mojtaba Fakhrac 团队报道了海水硫酸盐动力学和地球系统的新临界点。相关研究成果 9 月 25 日发表于《地质学》。

在整个地球历史中，随着大气和海洋氧化还原动力学的变化，海水硫酸盐的浓度已经发生了数量级的变化。然而，仍然缺乏一个基于质量平衡原理的限制海水硫酸盐动力学的基本模型。

研究人员通过动态系统方法确定了全球源和汇强度对海水硫酸盐浓度的影响，对海水硫酸盐质量平衡的随机分析揭示了两种最可能的海水硫酸盐浓度范围：一种是在广泛的海洋缺氧条件下，海水硫酸盐浓度为 $<1000\mu\text{M}$ ；一种是在广泛充氧的海洋条件下，海水硫酸盐浓度在 $10000\mu\text{M}$ 左右或以上。

显生宙期间，这两种海水硫酸盐之间的波动浓度范围非常明显，是对反复发生的海洋缺氧事件的反应。研究还确定了海洋缺氧程度的阈值，超过该阈值，海水硫酸盐浓度骤降至 $1000\mu\text{M}$ ，并对全球生物地球化学循环、生物和气候产生相应的影响。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1130/G52228.1>

【科学】

化学遗传学揭示前额叶突触对稳态睡眠压力的调节

日本筑波大学 Shoi Shi 等研究人员发现，突触化学遗传学揭示了前额叶突触对稳态睡眠压力的调节。9 月 27 日，相关研究成果发表于《科学》。

通过开发一个理论框架和一个分子工具操控突触强度，研究人员探讨了细胞突触强度与指示宏观睡眠压力的脑电图 δ 波功率之间的因果关系。数学模型预测，突触强度的增加促进神经元的“下状态”，并提高 δ 波功率。

该分子工具通过化学诱导转位蛋白 Kalirin-7，引起树突棘增大和突触增强，进而证明前额叶皮层兴奋性神经元的突触增强，增加了非快速眼动睡眠的数量和 δ 波功率。因此，前额叶皮层兴奋性神经元的突触强度决定了哺乳动物的睡眠压力。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/science.adl3043>更多内容详见科学网小柯机器人频道：
<http://paper.sciencenet.cn/Alnews/>

古 DNA 揭秘 3600 年前“小河公主”享用的奶酪

(上接第 1 版)

现代开菲尔乳酸菌基因组研究表明，开菲尔乳酸菌有两个重要支系，一个支系主要来自欧洲(德国)、亚洲沿海和岛屿地区(中国广东、台湾、日本、新加坡)的菌株，这个支系符合从高加索到欧洲及亚洲和东南亚沿海地区的扩散路线；另一个支系主要包括分布在东亚内陆地区(包括中国西藏)的菌株。

此前，科学家推测，西藏支系可能是独立存在的。但付巧妹在对新疆古代开菲尔乳酸菌的系统发育分析中发现，新疆塔里木盆地古人群用于发酵开菲尔酸奶的菌株跟西藏的菌株更近，且处于这一支系演化的基部。

“这意味着，存在另一条通过技术文化交流将开菲尔酸奶制作工艺从新疆地区传播至东亚内陆的路线。”付巧妹说，开菲尔乳酸菌两个支系的分化很可能就是其共同祖先最初被驯化后在不同人群中传播的结果，代表了不同古人群在应用和驯化发酵微生物过程中发生了不同路线的迁徙与交流。

古人群与乳酸菌协同演化

古人群通过食用发酵奶制品摄入大量发酵微生物，而这些有益的共生微生物随着环境压力、人类活动、技术文化的变迁，以及长时间与人类体内其他肠道微生物群落的相互作用。它们的基因组也发生了相应演变，开菲尔乳酸菌的演化亦是如此。

广泛的水平基因转移是乳酸菌适应性演化的主要机制之一，此次研究团队通过青铜时代和现代开菲尔乳酸菌基因组的比较分析，找到了 5 个新的基因片段，它们代表了不同的功能。

相比于青铜时代的开菲尔乳酸菌，现代开菲尔乳酸菌的菌株中出现了可能参与耐药机制的基因簇。付巧妹认为，这是开菲尔乳酸菌在演化过程中对环境压力的适应。

现代开菲尔乳酸菌还出现了与细菌自身免疫相关的 R-M 系统和 toxin-antitoxin 系统等基因簇。付巧妹解释，这些基因簇能对抗外源 DNA 入侵，从而维持基因组稳定性，这也代表了开菲尔乳酸菌防御机制的增强。

有趣的是，相较新疆地区青铜时代的开菲尔乳酸菌，西藏地区的现代开菲尔乳酸菌菌株中出现了两个与减轻肠道炎症反应相关的水平转移的基因簇。这些基因簇不仅有利于乳酸菌在人类肠道中生存，还能促进肠道功能。

微生物与人类的相互作用贯穿了人类数百万年的演化历史，数以亿计的微生物与人类共生，参与人体营养合成与毒素分解，在人类健康及其与环境的高度互动中扮演了重要角色。

“像开菲尔乳酸菌这样长时间被人类利用的菌株，除了本身的适应性演化外，人类长期的应用和驯化很可能也影响了开菲尔乳酸菌的演化。”付巧妹说。

对于这项从分子机制层面厘清相关菌株的引入、传播和演变历程的研究，国际专家评价：“这一首例来自考古样本的共生微生物基因组意义重大，为欧亚草原中部人群的迁徙交流与微生物驯化历史带来新认识。”

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.08.008>

“木材地窖”可减少数十亿吨碳排放

本报讯 在加拿大东部发现的一根埋藏数千年且保存完好的红杉木，揭示了一种应对气候变化的新型碳封存方案——“木材地窖”的潜力。这项 9 月 26 日发表于《科学》的研究发现，比起在地腐烂，埋藏木材可以避免数十亿吨二氧化碳排入大气。

随着气候变化不断加剧，许多研究人员认为，限制温室气体排放固然重要，但不足以遏制变暖。因此，一些研究人员开始探索从环境中去除二氧化碳的方法。一些人希望从大气或海洋中去除二氧化碳，还有一些人则希望从源头上防止二氧化碳进入大气。例如，通过烟囱捕获二氧化碳并将其泵入岩层进行长期储存，或者将生物埋藏在海底，在那里，碳可以被封存几个世纪。

美国普林斯顿大学的生态学家 Stephen Pacala 表示，陆地埋藏生物质的“木材地窖”代表了另一种碳封存思路，而且这一概念近年来

越来越受欢迎。

该论文作者、美国马里兰大学的气候科学家曾宁表示，世界各地大约有十几个团队正在开展试点项目以完善这项技术，其中包括他创立的 Carbon Lockdown 公司。

2013 年，曾宁等人在加拿大魁北克的一个地点测试各种木材埋藏条件，结果在一块农田下 2 米处发现了一根 78 厘米长的红杉原木。碳 14 测年结果表明，这块原木有 3775 年的历史，而其他实验室测试则显示，它保留了约 95% 的碳。

这根原木被埋在一层不透水的黏土层中。这层黏土是由后来退去的海水沉积而成的。研究人员认为，正是这层黏土阻止了新鲜的富氧水进入原木，从而防止其腐烂。

根据上述发现，曾宁和同事估计，理论上全世界总生物量的 4.5% (废木材和可持续采伐的木材) 可以埋在“木材地窖”中。这将每年从大气中去除高达 100 亿吨的二氧化碳，相当于美国

年排放量的两倍左右。

但加拿大西蒙菲莎大学气候科学家 Kirsten Zickfeld 指出，这项技术的实用性取决于长期存储的前景。木材暴露于地面时会被白蚁、真菌和其他生物迅速分解，将二氧化碳排放到大气中。虽然考古学家早就知道，在无氧的埋藏环境中，木材分解速度会减慢，但问题是科学家能否大规模重建这种低氧条件。

加拿大海洋观测网络中心海洋工程师 Kate Moran 说，曾宁他们发现的那种海洋黏土“并非无处不在”，希望有证据表明其他土壤类型也能很好封存木材中的碳。

此外，考虑到木材用途广泛，在经济层面实现“木材地窖”的可能性有多大，也是一个问题。

对此，曾宁建议现在只埋废木材，这样每年仍可捕获 10 亿吨到 20 亿吨二氧化碳，相当于一两个日本的排放量。例如，城市会产生许多木材废料，这些废料的堆积带来火灾隐患，而将它



Carbon Lockdown 公司测试了将木材埋在地下防止二氧化碳进入大气的方法。

图片来源：曾宁

们埋起来有助于解决这些问题。(徐锐)

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/science.adm8133>

科学此刻

美国的私人老虎会近亲繁殖吗

2020 年，一部在 Netflix 上放映的纪录片《虎王》引发了全球收视狂潮，它让观众看到了一个长期存在但很少被曝光的圈子——私人养老虎的世界。

在美国，大约有 7000 只老虎生活在私人设施中，这一数字远超现存野生老虎数量——不到 5000 只。这些圈养老虎可能是 20 世纪初被带到美国动物园和马戏团的老虎的后代。一些自然保护生物学家想知道，它们是否有足够的遗传多样性来帮助减缓野生动物种群数量的下降。但这些圈养老虎的基因构成在很大程度上一直是个谜。

现在，研究人员首次打开了这个黑匣子。研究人员近日在美国《国家科学院院刊》报告称，将 138 只私人圈养老虎的 DNA 与野生老虎的 DNA 进行比较后发现，圈养老虎是来自亚洲各地的老虎种群的混合基因体。利用这一有史以来最大的老虎数据集，研究人员为这些猫科动物建立了一个 23andMe 式的参考模板，可供野生动物保护官员和管理人员确定圈养和野生老虎的祖先。

种群生态学家、野生猫科动物保护组织 Panthera 老虎项目主任 Abishek Harihar 说，研究涉及的圈养老虎“没有显著的独特变异，同时保持了与野生种群相当的多样性”。

此前，美国斯坦福大学的 Ellie E. Arm-



研究表明，生活在美国的私人养殖的老虎不会近亲繁殖。

图片来源：KERI OSTERMANN

strong 正在进行一项关于野生虎进化的研究。这项工作的一些样本来自美国奥克兰动物园，这是该国经认证的唯一接收野生救援老虎的动物园。通过动物园，Armstrong 认识了一个名为“美国老虎”的非营利组织，该组织告诉了她美国有多少私人圈养的老虎。

关于私人拥有的老虎种群的谣言比比皆是。一些科学家推测，它们是可怕的近亲繁殖的后代；另一些人则认为，种群中的老虎可能来自一个野生亚种，或者含有从野生种群中消失的基因。

为了找到真相，在这项研究中，每当这些老虎接受兽医护理时，Armstrong 就会采一些血样。私人老虎的基因组显示，它们是完全混合的，并没有区域性。这意味着，得克萨斯州的老虎不只与当地的其他老虎繁殖，它们被转移到

全美各地。没有迹象表明，这些个体是近亲繁殖的。

尽管不是近亲繁殖，但这些私人拥有的老虎也不是野生种群中消失已久的基因的来源，这可能会影响它们的保护价值。Armstrong 说，它们具有混合基因的事实可能会让人们放弃用这些老虎重新繁殖亚种的想法，以免改变老虎的独特基因。

尽管如此，如果需要新的遗传多样性注入，私人圈养老虎可能是健康老虎 DNA 的来源。Armstrong 说，储存它们的精子等生物样本可能会有所帮助，“从野生老虎种群中采集这些样本并储存是非常困难的”。

(李木子)

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1073/pnas.2402924121>

AI 聊天机器人越大越爱“胡说八道”



大型语言模型能回答各种各样的问题，但并不总是准确。

图片来源：Jamie Jin/Shutterstock

本报讯 一项 9 月 25 日发表于《自然》的研究表明，当大型语言模型(LLM)变得更大并从人类反馈中进行学习时，它们在回答简单问题时反而变得不那么可靠。

自然要览

(选自 Nature 杂志, 2024 年 9 月 26 日出版)

研究揭示 2023 年加拿大野火碳排放量

2023 年加拿大森林大火在规模和强度上都极极端，年平均烧毁面积是过去 40 年的 7 倍多。

研究人员通过卫星一氧化碳观测的反演模型，量化了 2023 年 5 月至 9 月这些火灾的碳排放量。结果发现，碳排放量的规模为 647TgC ($570\text{--}727\text{TgC}$)，与排放大国的年化化石燃料排放量相当。

研究发现，大范围的热干天气是火灾蔓延的主要驱动因素，2023 年至少自 1980 年以来最温暖、最干燥的一年。尽管 2023 年温度相对于历史记录颇为极端，但气候预测表明，即使在温和的气候缓解情景下，该温度在 21 世纪 50 年代也可能是典型的。

这种情况可能会导致火灾活动增加，抑制加拿大森林的碳吸收，从而加剧人们对这些森

林作为碳汇的长期持久性的担忧。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07878-z>

“韦布”在中红外波段拍摄超级木星图像

迄今为止，大约 25 颗直接成像的行星的年龄都小于 500Myr。除 6 颗外，其他行星的年龄都小于 100Myr。Eps 15 A (HD209100, HIP108870) 是一颗 K5V 型恒星，与太阳年龄大致相当。长期的径向速度趋势和天体测量加速度引出了一颗巨大行星围绕附近恒星 ($3.6384 \pm 0.0013 \text{ pc}$) 运行的假说。

研究报道了詹姆斯·韦布空间望远镜拍摄的日冕图像，揭示了一颗巨大的系外行星。它与这些径向和天体测量结果一致，但与先前声称的行星特性不一致。这颗新行星的温度约为

7120 加在一起时，会得到什么”时，LLM 会一直出错。

AI 系统在解答难题时的表现越来越好，同时，它开始“无所不答”，结果导致给出错误答案的概率反而增加了。

Hernández-Orallo 表示，研究结果突出了将 AI 描述为无所不知的危险性——它们的创造者经常会这样做，而一些用户则更愿意相信这一点。“我们过度依赖和信任这些系统。”他说。

这是一个问题，因为 AI 模型对自己的认知程度并不自知。英国牛津大学的 Carissa Veliz 说：“人类之所以超级聪明，部分原因在于尽管人们有时没有意识到自己不知道的东西，但与大型语言模型相比，我们有这方面的认知。大型语言模型往往不知道自己知识的极限。”

(王方)

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07930-y>

275K，在 10.65 和 15.50 μm 处非常明亮。但在 3.5–5.0 μm 之间未检测到，暗示大气中存在未知的不透明源，或表明这是一颗金属丰度高、碳氧比高的行星。

行星的最佳拟合温度与理论热演化模型一致，这些模型在该温度范围内未经测试。上述数据表明，这可能是该系统中唯一的巨行星。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07837-8>

轴突样有源信号传输

由于金属的天然电阻，在金属导体中传播的任何电信号都会失去振幅。要补偿这种损耗，目前需要反复断开导体，并插入吸收和再生信号的放大器。这种有着百年历史的原始策略严重限制了现代互连集成电路的设计和性能。

研究人员提出了一种基于半稳定混沌边

缘(EOC)的截然不同的原始技术，这是一种长期理论化但用实验难以实现的机制，也是生物轴突中主动(自放大)传输的基础。通过电入 LaCoO_3 中的自旋交叉，研究人员分离出半稳定的 EOC，其特征是小信号负电阻和扰动放大。在 EOC 偏置介质的金属线中，一端的信号输入在另一端离开后放大，而不通过单独的放大组件。

虽然表面上类似于超导，有源传输在常温常压下提供可控的放大时变小的信号传播，但需要带电的 EOC 介质。动态原位热谱揭示了 EOC 介质的放大—偏置能量机制，部分用于放大金属线中的信号，而不是完全作为热量耗散，从而实现空间连续有源传输，有望改变复杂电子芯片的设计和性能。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07921-z>

(未玖编译)