“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《科学》

极化中子揭示氟化亚锰中的交替磁性

法国巴黎萨克雷大学的Paul McClarty团队用极化非弹性中子散射数据证明，氟化亚锰(MnF_2)实为交替磁体。近日，相关研究成果发表于《科学》。

交替磁体是净磁化为零、具有对称性强制的自旋劈裂能带的补偿磁体。多种材料中已报道了其存在的直接光谱证据。例如，非弹性中子散射最近被用于见证碲化锰(MnTe)中与交替磁性相符的磁振子带劈裂。研究团队展示了MnF_2的极化非弹性中子散射结果，表明该材料具有交替磁性。数据揭示了由长程偶极耦合产生的劈裂。此外，畴偏置样品数据表明，中子散射截面中存在非零手征性，且其符号在两种磁振子模式之间反转，这一特征清楚地证明了MnF_2的交替磁性。

这一发现凸显了极化非弹性中子散射通过对磁振子谱精细结构的敏感性来表征交替磁体的潜力。

相关论文信息：
https://doi.org/10.1126/science.aec2602

41亿年前火星陨石提供火星早期地壳与地幔样本

美国加州理工学院喷气推进实验室的刘洋(音)等发现，火星陨石Teghaza001(Teg001)是一块至少形成于41亿年前、缓慢冷却的火成岩。近日，相关研究成果发表于《科学》。

火星陨石提供了这颗行星地质历史的记录。然而，其中大多数是地质上年轻的样本，不能代表以古老岩石为主的火星表面。研究显示，Teg001的成分、矿物学和结构不同于其他火星陨石。研究确定Teg001是古老地壳的样本，形成于一个化学特征独特、具原始组成的地幔源区。含水蚀变矿物的存在，加上全岩和单矿物氧同位素测量，表明Teg001在被撞击抛射入太空之前，曾与富集^{18}O的流体发生过反应。

相关论文信息：
https://doi.org/10.1126/science.adz5646

《自然》

石头与水共同支配了沙漠中早期人类的定居

葡萄牙阿尔加维大学的Jeffrey I. Rose团队发现，早期人类的定居点追踪的是水与石料原料的共同出现，而非单纯的水源。近日，相关研究成果发表于《自然》。

早期人类扩散模型依赖气候来预测人群可能在何处定居，并假定淡水支配着定居的时机和地理范围，尤其是在撒哈拉－阿拉伯干旱带，那里的湿润窗口会间歇性地打开通往沙漠内部的走廊。然而，更新世人类向“绿色阿拉伯”的扩散既短暂又受地理限制，这一模式无法仅用水资源的可获得性来解释。

研究团队对阿拉伯鲁卜哈利沙漠的地质考古调查表明，用于制造工具的石料的可获得性是独立作用于早期人类定居的因素。研究调查的125个地点中有55个记录了古湖泊沉积，然而沿剖面未发现任何石制品或可剥片石料，尽管地表可见度超过95%、淡水充足，且沙漠边缘存在同时代的居住点。

对阿拉伯半岛的空间建模支持这样的推断：定居追踪的是水与石料的共同出现，而非水的单独出现。整个半岛上，57%的可获得水的地形位于缺乏可剥片石料的地层上；将原料可获得性纳入考量后，已知遗址位置的判别能力从曲线下面积(AUC)0.695提高到0.768。来自非洲、北美和亚洲的趋同模式表明，这一限制并非阿拉伯所特有。忽略石料地质条件的扩散模型，可能系统性地高估了依赖石器工具早期人群的宜居范围。

相关论文信息：
https://doi.org/10.1038/s41586-026-11180-5

阿尔茨海默病遗传风险汇聚于小胶质细胞与神经元功能失调

荷兰阿姆斯特丹自由大学的Emil Uffelmann等发现，常见遗传变异对阿尔茨海默病(AD)的贡献此前被大幅低估，小胶质细胞与神经元的失调是该病遗传风险的核心汇聚点。近日，相关研究成果发表于《自然》。

AD是痴呆最常见的病因，预计2050年全球病例数将达到1.53亿。AD具有高度遗传性，双生子遗传力估计为60%~80%。尽管预计AD存在约1200个因果位点，但最近两项研究仅将约80个位点与AD相关联。较低的基于单核苷酸多态性(SNP)的遗传力估计值引发了一种观点：可发现的常见变异风险所剩无几。

研究团队分析了来自多种族人群的109479个病例、74141个代理病例、2131799名对照和499708名代理对照的数据，在多祖先分析中鉴定出118个位点，在祖源特异性分析中另鉴定出9个位点，其中48个为新位点。研究团队鉴定出新的AD风险基因对潜在药物靶点进行了优先级排序，并发现与对照组相比，病例小胶质细胞中上调、神经元中下调的基因富集了与AD相关的遗传风险。此外，研究团队改进了多基因预测，并估计SNP遗传力为16%，几乎是此前估计的近3倍。

这些发现表明，常见变异对AD的贡献被大幅低估。研究还揭示了新的分子与细胞机制，以及未来药物研发的具体靶点。

相关论文信息：
https://doi.org/10.1038/s41586-026-11206-y

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

科学家称发现最古老恐龙红细胞化石

本报讯 大多数血细胞在死亡后不久便会分解，因此很难形成化石，这使得找到确凿的远古血液痕迹变得非常困难。然而，11月2日发表于美国《国家科学院院刊》的一项研究称，利用多方面的证据，科学家在巴西发现的一具1.15亿年前的恐龙遗骸中找到了最古老的红细胞化石。

对于这项研究，一些专家仍持怀疑态度。“这可能是迄今最全面的研究。”爱尔兰科克大学的古生物学家Maria McNamara说，“但我会非常谨慎，不会贸然将这些痕迹解读为红细胞。”

几十年来，研究人员一直试图在化石中找到恐龙血液的确凿证据。“发现并鉴定恐龙血细胞，有助于古生物学家进一步了解它们如何适应环境。”美国北卡罗来纳州立大学的古生物学家Mary Schweitzer说。她曾于2005年宣称在霸王龙骨骼中发现了血管和类似红细胞的结构。

此前，至少有14项研究试图描述在恐龙及其他远古化石中发现的红细胞。但这些结论必须排除污染和相似物的影响，因此以往这些研究均未能获得该领域其他专家的广泛认可。

新的研究由澳大利亚科廷大学的有机地球化学家Kliti Grice领导，分析了巴西恐龙“阿拉塔龙”的骨骼化石。研究人员估计，这只恐龙体长约3米、重约34公斤，死亡后尸体沉入水底。一层微生物覆盖并掩埋了它的遗骸，使其保存下来。

近20年来，巴西国家博物馆馆长、古生物学家Alexander Kellner一直在寻找一位能够研究化石微观结构和生物分子的合作伙伴。去年，Grice接手了这项研究。

在显微镜下，研究人员在阿拉塔龙的骨骼中发现了细胞化石的痕迹：这些结构呈圆形，中心凹陷，单个结构平均长23微米、宽20微米，嵌在曾经贯穿骨骼的血管通道中。

接下来则是寻找化学线索，以证明这些结构确实含有血细胞，而不仅仅是形似血细胞的矿物质。研究人员进行了近30项试验，其中一项是将骨骼样本磨碎并用激光进行照射，结果他们在样本散射的光信号中检测出血红素的存在。血红素是一种环状化合物，其中的铁元素有助于红细胞运输氧气。

研究人员还发现了大量降解形式的血红素。Grice说，这为血红素的古老起源提供了有力证据。

Grice最担心的是污染问题。包裹骨骼的微生物垫富含叶绿素，而后者在化学结构上与血红素相似。于是，研究人员将这两类物质进行了对比分析。在微生物垫中，与叶绿素相关的分子的数量是血红素的300多倍。而在骨骼中，这一比例恰好相反，与血红素相关的分子占主导地位。

Grice和同事还寻找了其他可能类似细胞的化合物，如黄铁矿、真菌化石和各种矿物颗粒，但一无所获。利用X射线和电子显微镜，他们证实这些类似细胞的结构与一种锰氧化物有关。研究人员认为，正是这种锰氧化物帮助这些结构在漫长的岁月中保存下来。

McNamara希望团队在得出这些结构确实是恐龙红细胞的结论之前，能进行更多检测，以彻底排除其他来源的血红素或类似化学物质。“我认为这是该研究尚未充分考虑到的一点。”

同样持怀疑态度的Schweitzer则指出，阿拉塔龙的“细胞”比鸟类和鳄鱼的红细胞更长、更宽，而鸟类和鳄鱼是非鸟恐龙现存最近的亲缘类群。此外，鸟类和鳄鱼的红细胞都含有细胞核，而这些恐龙细胞结构未发现有细胞核存在的迹象。因此“我不认为这些是红细胞”。

美国菲尔德博物馆的古生物学家Evan Saitta虽然认可化石中确实存在血红素，但他表示，这些圆形结构可能只是锰氧化团块，并非真正的血细胞。



阿拉塔龙。 图片来源：Victor O. Leshyk

Grice则对其研究结果十分笃定。“这些结构的形状、位置和化学成分都支持它们是矿化的恐龙红细胞，我相信我们找到了迄今最古老的含有血红素衍生分子的矿化恐龙血细胞。”

McNamara说，在实验室中重现化石形成的过程将提供最终的证据。“目前还没有人真正通过实验来证实这一点。如果有人能做到，我就会信服。” （李木子）

相关论文信息：
https://doi.org/10.1073/pnas.2614248123



图片来源：FANGXIANUO/GETTY IMAGES

■ 科学此刻 ■

“老”鼠去势 延寿三成

切除睾丸能延长包括人类在内的多种雄性哺乳动物的寿命。一个研究团队发现，老年雄鼠去势，可延长寿命逾30%；此外，这种手术并不需要像此前设想的那样尽早开展。这推翻了睾丸如何影响衰老的主流看法。相关研究成果近日公布于生物学预印本bioRxiv。

科学家如果能揭开这一意外结果背后的机制，则有望开发出一种具备延寿效果且无需造成身体损伤的治疗手段。“这是理解寿命为何存在性别差异的重要一步。”美国巴克抗衰研究所的分子神经科学家Ashley Webb说。

雌性寿命显著长于雄性的现象广泛存在于诸多物种中，人类同样如此。在美国，男女寿命差距为6年。男性更容易患上与年龄相关的疾病，如癌症和心脏病。男性也更可能死于自杀、谋杀、意外等与衰老无关的因素，但即便研究者校正这些因素后，寿命差距依然存在。“雌性的寿命优势是人类生物学中最稳健的特征之一。”美国阿拉巴马大学伯明翰分校的生物老年学家Steve Austad说。

造成这一现象的内在机制尚不清楚，但多项证据表明，睾丸抢了男性后腿。1969年，一项针对精神病院里被强制去势的智力障碍人群开展的研究显示，切除睾丸可让人多活至少10年。2025年的一项涵盖22种脊椎动物的数据分析同样表明，去势能够稳定延长雄性动物的寿命。

不过，利用实验室小鼠研究这一效应并不容易，因为不同品系小鼠的寿命差异不同，有些品系中雄性寿命反而更长。2023年，该研究作者、美国得克萨斯大学圣安东尼奥健康科学中心的生物老年学家James Nelson与同事采用一种雌性寿命优势稳定、与人类情况相近的小鼠品系开展了实验。结果显示，在青春期前去势的雄鼠寿命与雌鼠相当，提示睾丸确实在以某种方式缩短寿命。

在新的研究中，Nelson和同事希望厘清睾丸的负面影响究竟始于何时。他们使用同品系雄鼠，分别在青春期前、青春期后不久和240日成年期(相当于人类30岁)进行去势。这3组小鼠都比接受模拟手术、保留睾丸的对照雄鼠寿命更久。其中，成年期去势的小鼠获益最大，寿命延长约33%；青春期前和青春期后去势的分别延长19%和26%。这一结果让研究者颇感意外。

Austad注意到，老年小鼠在摘除睾丸后几乎立刻受益——术后一年多，没有一只小鼠死亡。考虑到这个年龄的小鼠死亡率本就在攀升，这是“相当惊人”的变化。研究人员认为，成年阶段去势的小鼠活得更久，说明睾丸的害处出现在生命后期。

“基于这些结果，我相信晚年去势能实实在在地提高生存率。”新西兰奥塔哥大学的演化生物学家Michael Garratt说。Austad补充道，这项研究就睾丸何时开始变得有害提出了一个大胆的假说，但仍需更多证据支持。

240日去势的小鼠为何活得更久，目前仍是个谜。随着年龄增长，它们的身体状况并未显露出更好的迹象。3组去势小鼠都以同样的速度失去了活力，并出现了其他衰老体征。

为了回答这个问题，研究人员计划解剖这些去势小鼠，从而确定死因。他们还希望找出睾丸释放的能改变寿命的因子。睾丸产生的睾酮占全身总量的90%以上，但Garratt说，现在断言这种激素与观察到的寿命模式有关还为时过早，因为“去势会让雄性体内发生一连串变化”。

厘清生存差异的原因，或许能推动“去势模拟物”的开发，复制摘除睾丸对抗衰老的益处，这对老年人可能同样有效。但科学家提醒，要把这些发现延伸到人类身上还为时过早。 （侯慧静）

相关论文信息：
https://doi.org/10.64898/2026.10.19.760267

美4名志愿者完成378天模拟“火星之旅”

据新华社电 美国国家航空航天局日前宣布，4名志愿者于10月31日完成为期378天的模拟火星驻留任务。这项任务旨在研究人类如何适应深空长期驻留环境，为美国未来建设月球基地和开展火星探索任务提供参考。

据介绍，这是美航空航天局“宇航员健康与任务表现探索模拟计划”框架下的第二次任务。此次任务于2025年10月19日启动，4名志愿者在得克萨斯州休斯敦约翰逊航天中心一处面积约158平方米的3D打印模拟舱内生活和工作378天，模拟在火星表面执行任务，包括模拟太空行走、锻炼身体、维护居住舱、种植植物等，并在通信延迟、资源受限和长期隔离等条件下完成各项任务，体验未来深空探索中宇航员可能面临的环境和压力。

美航空航天局表示，本次任务收集的数据将有助于为未来月球任务做准备，比如优化食品系统设计、提高宇航员时间利用效率、合理使用深空通信网络资源等。相关数据还将帮助医生和心理学家完善太空医疗保障等支持措施。

“宇航员健康与任务表现探索模拟计划”旨在通过一系列模拟火星表面长期驻留的任务，研究乘员在隔离环境中的身体健康、心理状态和任务表现。研究成果将为美国未来载人深空探索任务的规划和风险应对提供参考。

新设计可助提升量子传感器性能

据新华社电 澳大利亚阿德莱德大学研究人员针对超导量子干涉器件(SQUID)提出一种新设计，可帮助提高由这类器件构成的量子传感系统性能。研究论文近日发表于《物理评论－应用》。

SQUID由“约瑟夫森结”和超导体闭合环路构成，是许多现代量子传感系统的核心器件。“约瑟夫森结”是由两层超导体夹着极薄绝缘层所构成的“三明治”结构。

此前已知，通过将多个SQUID环路组合成二维阵列，可以制造出超高性能射频传感器。如果要将这类设备作为绝对磁力计使用，需要使构成二维阵列的每个SQUID环路面积互不可约。这种方法虽然有效，但会降低器件的整体灵敏度。

研究团队提出一种更简便的解决方案：保持SQUID环路尺寸一致，同时将部分环路替换为不含“约瑟夫森结”的“裸环路”。这些“裸环路”改变了磁信号的传播方式，使传感器在无需采用大量不同尺寸环路情况下达到类似工作效果。这一新设计有助于释放量子传感技术的全部潜力。

研究人员还对这一设计的理论基础进行了解析，并通过在极低温下运行的超导电路对该设计的有效性进行了实验验证。结果显示，新设计的表现与理论分析一致。

研究团队表示，新设计未来可能应用于脑部监测、射频接收和电磁传感等领域，还有望简化器件制造流程、降低成本，但在商业化应用前仍需进一步测试。 （王佳琳 李惠子）

大脑会在出生前进行突变神经元“大扫除”

本报讯 一项对2300多个神经细胞进行的分析发现，在出生前，发育中的人类大脑会进行一次神秘的“大扫除”，删掉大量突变的神经元。这项研究成果10月28日发表于《自然》。

研究显示，在人类胎儿大脑样本中，超过1/4的神经元染色体片段出现了增加或缺失的情况。相比之下，新生儿大脑只有约6%的神经元存在此类异常。“这表明，能够存活下来的神经元可能是那些在发育过程中基因组保持最完整的神经元。”英国伦敦大学学院的神经学家Christos Proukakis表示。

论文第一作者、美国波士顿儿童医院的儿科神经遗传学家Diane Shao说，这些发现揭示了一种新机制，它不仅可以调控一个人的神经元数量，还决定了哪些胎儿神经元能够在大脑中持续存在。

对小鼠的研究表明，在早期发育过程中，哺乳动物通过激活一种导致细胞死亡的分子程序，清除了大量脑细胞。Shao和同事通过研究已故个体的大脑样本分析了人脑的发育过程，这些个体从妊娠14周的胎儿一直到90多岁的老人。他们重点研究了大脑皮层中的神经元，这是大脑中承担记忆、学习和意识等功能的区域。

研究人员分析了单个神经元的基因组，以寻找那些发生染色体片段增减的神经元——这一现象被称为拷贝数变异。分析结果显示，胎儿发育过程中存在大量具有广泛拷贝数变异的细胞。研究人员花费数年时间试图弄清楚这些结果是否真实。但即便采用不同的单细胞测序方法重复实验，结果依然相似。然而，在出生后，这些异常神经元的比例下降至原来的1/4，表明它们在发育过程中已被淘汰了。

大脑如何分辨神经元正常与否？Shao表示，一个可能的线索是那些拷贝数变异水平较高的脑细胞，与其他神经元形成连接(突触)的基因也往往表现出异常的活性。

“有可能大脑正在试图摆脱那些连接不正常的神经元，即使它们的基因是正常的。”英国伦敦国王学院的神经科学家Oscar Marín说。

美国威尔·康奈尔医学院的神经科学家Natalia De Marco Garcia认为，这套系统对于调节大脑中神经元的数量和质量可能非常重要。她指出，这种质量控制机制一旦出错就可能引发疾病。“最终，大脑中的细胞可能会缺少正常运作所需的细胞，或存在过多未被清除的细胞。这可能会影响大脑的神经连接方式。”

深入了解这一过程，可能是理解自闭症谱系障碍(ASD)和癫痫等儿童常见神经系统疾病的关键。Shao希望继续探寻该机制与神经发育，尤其是与ASD之间可能存在的联系。基因研究表明，拷贝数变异可能在某些病例中起到一定作用。 （文乐乐）



图片来源：Pixabay

相关论文信息：
https://doi.org/10.1038/s41586-026-11190-3