

一亿多年前的动物“臭臭”为何成科学研究的“香饽饽”

◎本报记者 陆成宽

5月26日,在线发表于《自然》上的一项研究,通过对在我国内蒙古发现的硅化植物标本的研究和分析,为解决被子植物的起源问题提供了关键性证据。

那些沉睡于地下的古生物化石,是一个巨大的“情报库”,蕴含着史前无尽的奥秘。恐龙化石、三叶虫化石、鱼类化石……这些都是常见的古生物化石,但是还有一类“有味道”的化石,虽

然难登“大雅之堂”,但也备受科学家珍视,那就是古生物的粪便化石。

此前不久,来自中国科学院古脊椎动物与古人类研究所(以下简称中科院古脊椎所)的研究人员,对该所汪筱林研究员20多年前国际科考时采自蒙古国西部的7件粪便化石开展了研究。研究发现4个新的粪便化石遗迹类别,包括2个新的遗迹种和2个新的遗迹属,其中1个新的遗迹属还是迄今全世界发现的第二件中生代涡旋状粪便化石。相关研究成果发表于国际学术期刊《科学报告》杂志上。

曾被误认为是松柏植物化石

粪便化石是一类遗迹化石,对这类化石的研究目前已成为化石研究领域最重要的研究方向之一。随着近年来,人们逐渐认识到粪便化石所包含的信息在古生物学和古生态环境研究中的作用和重要性,粪便化石俨然已成为揭示古生物信息的重要工具之一。

有关动物粪便的研究历史很长,最早可以追溯到1678年英国生物学家马丁·李斯特的描述,但粪便化石这个术语直到19世纪才由英国古生物学家威廉·巴克兰提出。在这之前,人们认为这些是松柏植物化石,因为它们有着相似的螺旋纹。

事实上,在粪便化石中,螺旋状粪便化石被认为是真正的粪便化石,因为它们保存下来的形态特征可以与某些鱼类的肠道结构联系起来。螺旋状粪便化石的外观看起来像一条丝带,它绕

着一条轴缠绕,但实际上它们是由堆积的螺旋锥体形成的。”前述论文通讯兼第一作者、中科院古脊椎所博士生保罗·拉米告诉科技日报记者。

目前螺旋状粪便化石主要分为两极粪便化石、异极粪便化石和涡旋粪便化石,这取决于在它周围形成的卷曲纹路。这项研究涉及的7件化石标本,是由汪筱林1998年参与蒙古高原国际恐龙项目科考期间于同一地点所采集的。与汪筱林对讨论化石采集地点信息,可以得知这7件粪便化石标本均产自蒙古国西部Tatal盆地早白垩世查干察布组,距今约1.31亿至1.26亿年。其中,包括6件两极粪便化石和1件涡旋粪便化石。

“距今约1.31亿至1.26亿年的中生代涡旋粪便化石极为罕见,这是继印度提基组之后,世界上第二次发现中生代涡旋粪便化石。”保罗·拉米说。

卷曲形态与肠道直接相关

不同造迹者所产生的粪便存在不同的形态特征。通过对比不同粪便化石,可以得到造迹者的相应类群及其肠道构造的演化信息。类似的研究由来已久,早在1667年,科学家就已经对现存鱼类螺旋瓣状的肠道进行了研究。

迄今已知最古老的螺旋状粪便化石记录在南非上奥陶统索姆页岩中,而最早的涡旋粪便化石记录在爱尔兰梅奥州路易斯塔志留系地层中。一般来说,涡旋粪便化石的记录更为罕见,多见于古生代和新生代地层中。

人们普遍认为,螺旋状粪便化石确实是具有复杂螺旋形瓣肠的动物的产物,如鲨鱼、鲑鱼、肺鱼,也许还有鱼龙。它们与水生环境密切相关;并在一般情况下被迅速掩埋。

中科院古脊椎所博士生陈鹤介绍,一般来说,研究螺旋粪便化石相对容易,因为其特定的

卷曲形态可以直接与特定类型鱼类的肠道相联系,这在化石和现生物种上都得到了证实,例如鲨鱼、鲑鱼、肺鱼等。这些工作大部分是由以前的人完成的。

谈到具体该如何分析粪便化石,保罗·拉米表示,当你得到一块粪便化石时,首先要做的是确认它是粪便化石,而不是其它什么东西,这可以使用现代元素分析(比如能谱分析)来实现。肉食性动物的粪便化石通常由磷酸钙和其他有机物组成,但需要注意的是,粪便化石最初的物质组成通常会在其石化过程中发生改变。同时,食草动物的粪便中普遍缺乏磷酸盐,其石化过程中矿物质的富集是很明显的。粪便化石是如何形成的,与它的埋藏环境有很大关系,这被称为埋藏学研究。

在这项研究中,研究人员划分了不同的粪便



中国科学院古脊椎动物与古人类研究所3位博士研究生对该所汪筱林研究员20多年前国际科考时采自蒙古国西部的7件粪便化石开展研究。
视觉中国供图

大气发光现象竟与磁场异常有关

◎何飞

地球的宜居环境不是与生俱来的。在地球系统46亿年的演化进程中,正是偶极磁场的出现改变了地球环境演化的进程,它与其他因素共

同作用塑造了今天生机勃勃的地球。

同样,地球磁场如果发生异常,也会对地球的生物圈造成巨大的冲击,乃至毁灭。例如磁场倒转时,地球系统就会失去地磁保护,进而可能造成生物大灭绝。

地球磁场异常会产生红色赤道极光

通常情况下,地球磁场是稳定的,但当地球内部结构和动力学发生变化时,地球表面就会出现磁场异常区。当前,全球地磁场的最显著异常区是南大西洋异常区(South Atlantic Anomaly, SAA)。这是一个磁场强度显著低于偶极磁场的区域,即负地磁异常区,也是目前唯一的负地磁异常区,这导致范艾伦辐射带的高能粒子穿透大气层更深。在这个区域内,沉降的高能粒子可以在夜空中产生一种异于传统红色大气气辉的红色赤道极光。

最近的地磁场重建模型揭示了很多关于SAA演化的细节,例如,研究可以将地表2800公里以下的液态铁核的运动与近地空间环境动力学联系起来。但我们一定会很好奇,地球历史上,是不是曾经有过其他类似SAA的低磁区区域?

时光如驹,不留痕迹。磁场也是如此,它会



视觉中国供图

当你得到一块粪便化石时,首先要做的是确认它是粪便化石,而不是其它什么东西,这可以使用现代元素分析(比如能谱分析)来实现。

保罗·拉米

中国科学院古脊椎动物与古人类研究所博士生

卷曲纹饰,可以指示埋藏时间。通常新鲜粪便的外层包裹着一层肠黏膜,如果被迅速掩埋,这层肠黏膜会保留下来,这就是为什么研究者会看到浅

埋藏条件各不相同

“从这些粪便化石的颜色、干裂程度、孔的数量、空腔数量及盘管深度存在的差异来看,其埋藏条件也各不相同。”陈鹤说,干裂是由一定条件引起的,如粪便沉积在浅湖中,蒸发以后就会形成干裂。

研究团队利用现代高科技手段,对这7件粪便化石进行高精度扫描、分析,研究,发现这些粪便化石标本中均存在骨骼残片和鳞片,其中还存有完整的围眶骨。据此,研究团队推断,产生这些粪便化石的生物的消化系统环境可能并非强酸性,并不足以溶解食物中的骨骼等。

同时,研究人员过CT扫描确定了粪便化石的孔。在所有粪便化石的表面和内部都可以看到许多小洞,这些小洞很可能是由粪便中的气体造成的。这些孔可以被称为微孔或“脱气孔”,其中包含消化过程中捕获的气体。当粪便从动物

体内排出时,微孔中很快就充满了水,从而使粪便变得沉重,并下沉到湖底。

同时,研究团队还利用扫描电镜能谱(SEM-EDS)分析了化石中的钙和磷酸盐,也表明这些粪便化石的造迹者具有肉食性类群的特征。此外,1件较小尺寸粪便化石中发现疑似植物花粉、被摄食动物完整的眶下骨、成团的骨骼碎片和菱形的硬鳞片,表示其造迹者有可能是以动物和植物为食的杂食性类群,或者它是捕食了植食性的动物所造成的残留。其表面还存在生物侵蚀的痕迹,更进一步提供了白垩早期粪便分解者的相关生态信息。而且,这件遗迹化石也是目前全世界发现的第二件中生代涡旋状粪便化石。

保罗·拉米表示,蒙古国Tatal盆地出土的大多数粪便化石呈粉白色,这与它们肉食性饮食中钙的存在密切相关。

将自己隐藏起来,隐藏在带有磁性的岩石里、陶瓷中,也可以隐藏在古代人类记录中。利用古代航海数据建立的全球地磁模型曾首次展示了16—18世纪期间,西太平洋地区存在明显的负地磁异常,即西太平洋地磁异常区(West Pacific Anomaly, WPA)。遗憾的是模型不可避免需要进行时间、空间上的平滑处理,短时间尺度上的变化信息,我们无法获知。

古籍中现赤道极光记载

幸运的是,中国科学院地质与地球物理研究所的魏勇研究员团队,偶然间发现古朝鲜的大量官方日记里竟然隐藏着地磁场的秘密。特别是在16—18世纪,古朝鲜持续、详细地记载了君王活动、国家事务、天气、气象等信息。在天象记录中,有一种被频繁记录的夜间大气发光现象——“有气如火光”,绝大部分位于朝鲜半岛南方,其肉眼可见性和动态变化性表明,“有气如火光”是赤道极光,由朝鲜半岛南方的负磁异常引起的高能粒子沉降而产生。

古朝鲜记录使用的是汉字,通过古籍中的大气异常现象,可以获取WPA演化的线索。魏勇团队发现了这条线索后,兴奋不已。他们对古籍进行了系统的整理,共发掘出公元

1012—1811年期间的2013条极光记录,并于2020年出版了专著《古代朝鲜极光年表》。随后,他们开展了赤道极光和地球发电机模拟的交叉研究工作,揭示出WPA百年时间尺度的震荡特征。

研究结果首次清晰地展示了赤道极光与WPA的联系,换句话说,地球的内部与空间具有协同演变的紧密联系,内部影响空间,而空间反映内部。这一发现对于理解当今SAA的演化和地磁场的整体变化具有重要的指示作用。过去几十年以来,SAA强度一直在持续减弱,范围在不断扩大,未来是否会发生下一次地磁倒转不得而知。这一研究为今后相关区域考古磁学工作提出了新方向,也为当今SAA区域研究提供了新思路。

未来,我们应加强在我国南海、东南亚地区、孟加拉湾地区的考古磁学和古地磁研究,丰富和完善1800年之前的地磁记录,为构建准确的WPA演化模型提供基础数据,从而也为预测地球磁场的未来演变提供坚实的依据。

古代是现代的钥匙,未来,我们还应该从古籍文献中发掘科学信息,为我们探知地球的未来打开一扇大门,也为我们预测地球的未来奠定可靠的基石。

(据微信公众号“中科院之声”)

新知

线粒体全基因组研究揭示

仰韶文化人群母系遗传结构

科技日报讯(记者陆成宽)5月23日,科技日报记者从中国科学院古脊椎动物与古人类研究所获悉,来自该所等单位的研究人员对距今约5500—5000年的中国河南濮阳西水坡遗址古代人群线粒体全基因组研究表明,青台人群具有高度多样性的线粒体单倍型,许多单倍型在现代汉族人群中仍然保留。同时,青台人群与现代汉族人群存在母系遗传联系,可能对现代汉族人群的母系遗传多样性作出了一定的遗传贡献。相关研究成果在线发表于《遗传学报(英文版)》。

仰韶文化是黄河流域最重要的一支考古学文化,现有的考古学及古环境研究表明仰韶文化在距今约6000—5500年曾经大规模扩张并产生广泛影响。然而,关于仰韶文化人群的母系遗传结构以及他们和其他古代及现代人群的母系遗传联系尚不清楚。

为此,研究人员从距今约5500—5000年的河南濮阳西水坡遗址获取了60例古代人类个体线粒体全基因组数据,单倍群识别结果显示青台人群具有高度多样性的线粒体单倍型,许多单倍型在现代汉族人群中仍然保留;对比研究结果表明,青台人群与现代汉族人群存在母系遗传联系,可能对现代汉族人群的母系遗传多样性作出了一定的遗传贡献。此外,青台人群与距今4600年的山东龙山文化人群的母系遗传联系很显著,为仰韶文化与龙山文化之间紧密的考古学联系找到了人群之间存在紧密遗传学关系的依据。

这项研究报道了目前规模最大的仰韶文化人群线粒体全基因组数据,揭示了以青台遗址古代人群为代表的仰韶文化人群的母系遗传结构,为进一步探究仰韶文化人群遗传历史、人群交流动态以及中华文明早期发展过程中的影响提供了重要线索和典型案例。

南极臭氧快速波动是受极地涡旋影响

科技日报讯(记者吴长锋)5月20日,科技日报记者从中国科学院合肥物质科学研究院获悉,该院安徽光学机械研究所历经四年时间,在南极进行了连续的臭氧柱浓度监测实验,证实了臭氧变化受南极大地涡旋影响。该成果日前发表在《大气科学研究进展》上。

研究过程中,课题组的科研人员使用具有自主知识产权的光谱技术,准确测量了中国南极长城站上空的臭氧柱总量变化。由于该站地处极地涡旋边缘,观测结果对臭氧损耗的研究有重要意义。极地涡旋是围绕两极的高层气旋性空气环流,它被极地急流和与之相关的冷空气限制在极地地区。研究发现,极地涡旋内部的极低气温(<195K)导致了极地平流层的形成,进而极地平流层云导致臭氧损耗的非均相反应提供了反应界面,最终导致了南极臭氧的快速波动。

研究人员将臭氧柱总量结果与美国国家航空航天局平流层臭氧剖面数据、欧洲中期天气预报中心数据库的涡度(PV)剖面数据进行了比较,从而更好地了解了南极平流层臭氧损耗的原因。研究表明,PV与总臭氧柱呈正相关,且两者呈现相同的快速波动趋势。

这项研究成果为预测平流层臭氧年际变化提供了基础,为了解臭氧恢复和极地涡旋边缘地区臭氧的平流层—对流层交换提供了更好的研究依据。

2400万年前的“神奇小草”揭开青藏高原抬升的秘密

新华社讯(记者金地 董瑞丰)记者从中国科学院植物研究所获悉,借助一株约2400万年前的“神奇小草”,科学家重建了青藏高原中部2400万年前的地形与景观,这为揭开青藏高原抬升过程的神秘面纱提供了新的重要参考。相关研究成果已于近期发表在国际知名期刊《科学通报(英文版)》上。

近6500万年间,亚洲地区最重要的地质事件就是青藏高原的隆升。中科院植物所王宇飞团队与中科院古脊椎所、地球环境所相关团队合作,在研究了古、今温度和纬度差异变化的情况下,利用青藏高原中部伦坡拉盆地(现西藏那曲市域内)发现的、约2400万年前的革属化石,测出了青藏高原中部当时的“身高”。

依据革属植物海拔分布上限,科学家确定了当时伦坡拉古湖平面的海拔上限不超过3690米。同时,依托化石同层的花粉组合数据,参考高原地区今天的花粉沉降规律,根据模型推算出古湖的海拔下限约为2990米。与今天当地约4700米的海拔相比较可以得出,2400万年间青藏高原中部“长高”了约1000米至1700米。

结合其他古生物学和沉积学证据,研究人员“还原”了当时伦坡拉古湖周围暖温带针阔混交林的植被和生态系统。结果显示,当时的盆地内受印度季风的影响,水源充足、有湖泊。而同时期在高原北坡的塔里木盆地已经开始干旱化。这表明该时期高原中部的海拔高度已经能够阻断南来的水汽。

“青藏高原不是整体性的一起抬升,我们的研究就是想弄清,各板块何时抬升到何高度,当时的生态环境是什么样的。”中科院植物所研究员王宇飞说,2400万年间,随着海拔升高,伦坡拉盆地从湖泊、森林变成如今的高寒草甸。今天,青藏高原仍在缓慢抬升中,解读青藏高原中部的抬升历史,可以为我们认识现在和未来青藏高原的生态环境变化提供参考。