

铲齿象的三维复原模型。王宇制作

大象是体型最大的陆生哺乳动物，最引人注目的特征之一就是拥有柔软灵活的象鼻。有科学家在哺乳动物大百科全书中表示，象鼻是脊椎动物中最灵敏的器官，具有至少4万条肌肉和极度发达的神经系统。但其实大象在史前早-中新世时期的祖先们不仅有瞩目的长鼻子，还有形态各异且很长的下颌和下门齿。这一时期的象类如何利用其形态各异的下颌和下门齿进行取食？象鼻在取食的过程中又起到了什么作用？而到了最晚中新世和上新世，象类一直伸长的下颌却都出人意料且不约而同地缩短了，这一传奇演化过程又有哪些内在机制？这些关于早期象类下颌和长鼻的演化和生物适应性等重要问题，至今未有合理的解释。在最新的研究中，中国科学院大学和中国科学院古脊椎动物与古人类研究所的研究人员对长鼻类下颌的多样性和演化历程，以及其与象鼻的共同演变进行了深入研究，揭示了早期象类的取食方式和有关器官的独特演变过程。相关成果与审稿人的评价于2023年11月28日发表在国际学术期刊《生命科学》上。

灵巧的象鼻是如何演化而来的？ 中国科学家最新研究揭秘

千万年前的象 下颌和鼻子协同“干饭”

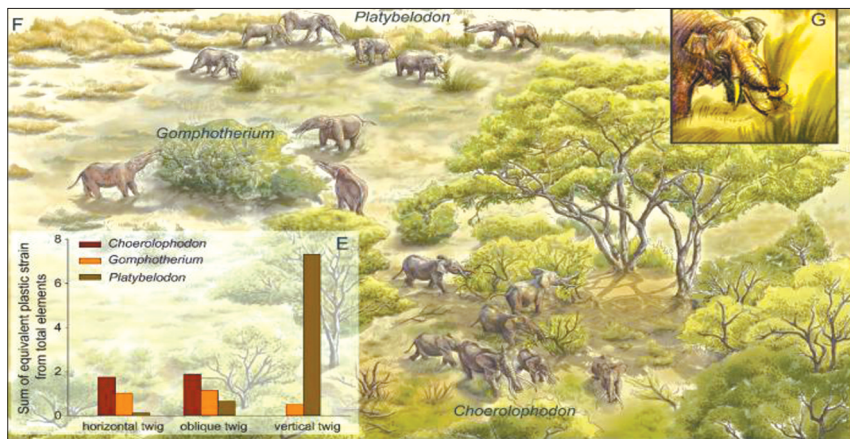
研究表明，早在1700万—1500万年的中中新世气候适宜期，早期象类中的明星物种，具有铲子状下颌的铲齿象已发展出用鼻子卷住植物并配合下颌切断植物的进食方式，这是象鼻最早实现卷握功能的证据。

本次研究对铲齿象、嵌齿象和豕棱齿象这三类主要的长颌乳齿象进行功能形态对比研究，发现它们的下颌形态各不相同：铲齿象具有像铲子一样宽扁的下门齿，上门齿较短并向下弯曲，没有釉质带；嵌齿象的下门齿呈棍状，上门齿较长，同样向下弯曲，且具有釉质带；豕棱齿象没有下门齿，但是下颌联合部伸长，并成槽状，上门齿粗壮，朝外上方弯曲，没有釉质带。

除此之外，这三类早期象的鼻区特征也不同。相对嵌齿象和豕棱齿象，铲齿象的鼻骨最小，鼻孔周围的结构最复杂，甚至在演化程度上超过了现生大象。这些鼻部相关的骨骼特征都说明铲齿象具有非常发达的鼻子，因为鼻骨越小象鼻越发达。

为什么象祖先的主要“餐具” 由下颌、下门齿变成了鼻子？

为了深入揭示铲齿象、嵌齿象和豕棱齿象的食性和取食方式，研究团队采用了多种研究手段，其中牙釉质碳氧稳



古生态环境重建。郭肖聪绘

定同位素分析和有限元力学分析成为重建这些早期象类取食行为的关键手段：牙釉质碳氧稳定同位素提供了三种象类不同食性偏好的证据；有限元力学分析则成为恢复取食方式的关键手段。

研究结果表明铲齿象、豕棱齿象和嵌齿象具有不同的采食方式和生活环境：铲齿象生活在较开阔的环境之中，其下颌只适于切割垂直生长的植物，铲齿象是利用灵活的鼻子卷握住植物，再用下颌进行水平切割，这种采食方式具有非常高的效率；豕棱齿象生活在比较封闭的环境之中，适于切割水平或倾斜生长的枝条，它用鼻子辅助压住枝条，然后配合下颌完成采食；嵌齿象的生境介于两者之间或者与两者重合，它的采食方式是多样化的，在林地和草地都能较好

地适应。

对于早期象类，伸长的下颌和下门齿是主要的取食器官，而象鼻仅作为辅助工具，不同下颌形态的早期象类具有不同的生态适应性。随着生态环境逐渐变得干冷，铲齿象更能适应相对开阔的生态环境，以草本植物为食，最终促进了象鼻抓握功能和灵活性的发展。

铲齿象向开阔生境的扩张由于晚中新世初的托尔托纳极热事件引起的包括铲齿象在内的灭绝事件而终止，但嵌齿象类接替铲齿象类，持续扩散到晚中新世的开阔生境之中，在象鼻持续向更高的灵活性和更强的抓握功能演化过程中，象类的取食功能完全转移到长鼻，最终导致了原来的采食器官——下颌和下门齿的缩短。

因此，开阔环境中采食行为的适应性，正是象鼻抓握功能演化的“催化剂”。该项研究对于我们认识大象这一重要类群所拥有的象鼻和下颌演化与生态背景提供了重要的证据，并为理解长鼻类如何适应环境，环境变化如何塑造独特器官的演变提供了新见解。

该研究融合多种前沿方法 获得科学期刊高度评价

《生命科学》杂志编辑对该论文有很高的评价：“该研究融合多种前沿方法，在生态形态学、行为生态学和共同进化生物学等多个方面提供了十分令人信服的结果”；同行评议的审稿人也对该项工作给予了高度赞扬：“该项研究证据充足、插图精美、补充文件数据充分且详细、三维模型和动画视频详细易懂，这对理解长鼻类的多样性和取食器官的协同演化具有重要意义，也为进一步探索生命科学和进化生物学提供了坚实基础。”

中国科学院大学博士后李春晓为论文第一作者，中国科学院古脊椎动物与古人类研究所研究员王世骥、邓涛，以及华中科技大学的张骥教授为论文的共同通讯作者，该项目得到了国家自然科学基金面上项目和第二次青藏高原科学考察项目的支持。

华西都市报-封面新闻记者 谭羽清
图片由中国科学院古脊椎动物与古人类研究所提供

多地极光照片刷屏 地磁暴究竟是什么来头？

“真的极光大爆发，从中国北极漠河到内蒙古、北京，甚至是腾格里沙漠都有了记录。”12月1日晚，四川省天文科普学会理事廖凯的朋友圈贴出了几张照片，让人惊叹不已。继今年初全球高纬度地区多地发生大地磁暴之后，年末地球再次迎来大地磁暴。

绚丽的极光 太阳风暴对地球最直观的影响

地磁暴是最典型的太阳爆发活动之一，带给人类的影响除了能够直观地看到绚丽的极光，还会对航天活动以及地面电网造成影响。华西都市报、封面新闻记者日前采访了中国科学院地质与地球物理研究所何飞研究员，据他介绍，极光实际上是太阳活动剧烈时在地球上的一个表现，而太阳活动剧烈对于人类生活的确会带来一定的影响。

“实际上，极光是始终存在的。在太阳比较平静的状态时，沿着磁力线进入地球大气层的粒子量比较少，它激发出来的光就比较弱，人眼可能就难以观察。”何飞介绍，卫星上的仪器每天都可以记录下极光，但是人的肉眼必须在太阳爆发强烈时才能看到，因为那个时候进入大气层的粒子更多，人类能够在地面上看到非常动态的极光舞动。



12月1日晚在黑龙江省佳木斯市拍摄的极光。新华社发

有人认为，只有在极圈里能够看到极光，其实这个观点并不正确。在太阳活动强时，很多低纬度的地区也能够看到极光，特别是在太阳风暴吹来时，包含的物质以及裹挟的磁场，会压缩地球的偶极磁场。极光也会沿着磁轴向低纬度地区扩展，太阳风暴越大，它扩展的范围就会越大。太阳风暴最严重的情况下，在美国佛罗里达州都能看到极光。历史上有一个非常著名的卡林顿太阳事件，那是有史以来有记录的最强的太阳活动。

因为太阳活动并不是恒定的，既有间歇性、偶发性的爆发，也有长周期性活动。目前，太阳活动正处在从极小年到极大年的上升过程中。在太阳活动峰年，太阳爆发频次也会高得多，人类就会更频繁地遭遇太阳风暴，因此这两年看到极光的机会也会更多一些。

太阳活动剧烈时，由于磁场产生扰动就会产生电，这些电会加载到电网上，使得电网过载。在1989年3月的太阳剧烈活动事件中，加拿大和美国北部大部

分区域断电，就是大磁暴引起的大地电流把变压器烧毁。

地磁暴会影响导航 而普通人不需要特殊防护

而在太空中，飞船、宇航员会遭到更多的空间高能粒子的轰击，对他们的生命健康以及航天器的安全都会产生危害。

普通人对地磁暴并不需要进行特殊防护，太阳剧烈活动与紫外辐射强弱无关。“防晒霜和太阳风暴、地磁暴完全风马牛不相及。只有上高原，大气稀薄，紫外辐射强的时候才需要。”何飞说，不过地磁暴的确会产生某些影响，比如对导航。“地磁暴引起的电离层扰动，会影响无线电波，产生骚扰甚至中断。”

而此次中国北方部分地区能够看到极光，还有一个重要原因，那就是地磁极位置的改变。这可以想象成地球中心有一个沿着南北方向的条形磁铁，但是磁铁的南北两极并不是处于地球的正中央，靠近北半球的部分向西半球有较大的偏移，因此在美国甚至纬度低至佛罗里达都能看到极光，但是地磁极也在慢慢移动。“目前持续向东漂移的地磁极才是我国北方能看到极光的先决条件。”何飞说。

华西都市报-封面新闻记者 闫雯雯