

古脊椎所等在阿尔瓦雷斯龙类快速小型化和适应性辐射研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/14590.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

中生代被称为“巨龙的时代”，部分恐龙的巨大体型是科学研究的热点。然而，并非所有的恐龙都是庞然大物，反而部分恐龙的小型化，被认为与较多关键类群起源与演化有关。其中，鸟类及其祖先的小型化过程得到较详细的研究，一般认为其小型化与适应飞行和新的生态环境有关。然而，另一类同样经历体型小型化的兽脚类恐龙——阿尔瓦雷斯龙类恐龙，被发现以来鲜有研究。

阿尔瓦雷斯龙类化石分布在亚洲、欧洲和南北美洲均，化石记录从距今一亿六千万年左右的晚侏罗世，延续到白垩纪末期，而后与大部分非鸟恐龙一起灭绝。然而，这类恐龙的化石数量稀少，标本保存普遍较差，因而直至20世纪九十年代，才被科学家正式报道了第一种阿尔瓦雷斯龙类恐龙。自2010年，中国科学院古脊椎动物与古人类研究所研究员徐星带领的国际科研团队，报道一系列重要的阿尔瓦雷斯龙类化石材料，收集了关于这类恐龙的骨组织学资料和相关测量数据，构建出目前最大的阿尔瓦雷斯龙类骨组织学资料库。近日，基于这些骨组织学数据，中国、英国、美国和南非的科学家在《当代生物学》上，发表了关于阿尔瓦雷斯龙类迄今最详尽的体型演化研究成果，并据此讨论了该过程的速率和模式，以及可能导致此类恐龙小型化的具体原因。

进入白垩纪，随着以显花植物出现为代表的白垩纪陆地革命的发生，生态环境发生巨变，相当多的兽脚类恐龙走上了大型化、甚至巨型化的道路，而仅有以鸟类为代表的少数演化支系体型逐渐变小。如果仅参考已发表的阿尔瓦雷斯龙类化石标本，从晚侏罗世到晚白垩世早期的成员体型，相对晚白垩末期的成员体型大很多，而后者甚至是体型最小的几类非鸟恐龙。学界之前大致认同，阿尔瓦雷斯龙类体型演化过程是小型化过程，但鲜有关于小型化过程出现的时间、演化的速率及可能的原因的研究。一些学者认为，不能排除所谓小体型的阿尔瓦雷斯龙类或是其他大体型恐龙的幼年个体的情况。

该研究基于徐星课题组收集的骨组织学资料以及其他与化石标本个体发育相关的形态学数据，对所有已发表的阿尔瓦雷斯龙类恐龙的正型标本进行了个体发育阶段的评估。个体发育阶段确定后，结合兽脚类恐龙体重估算公式，在去除幼年标本的影响情况下，得到阿尔瓦雷斯龙类“成年体重数据集”。如此，可避免标本个体发育差异对体重估计结果的影响，为进一步准确的开展阿尔瓦雷斯龙类体型演化研究铺平了道路。

在获得阿尔瓦雷斯龙类“成年体重数据集”之后，该研究采用宏观演化领域的几种祖先状态恢复方法，恢复了阿尔瓦雷斯龙类演化树上祖先节点的体重状态，并估算除所有阿尔瓦雷斯龙类共同祖先体重约为23千克。研究表明，阿尔瓦雷斯龙类的小型化过程是单源的，其始末时间和速率也得到科学估计。研究显示，小型化过程发生在距今一亿一千万年到八千五百万年之间，速率非常

高，在两千五百万年的时间内，平均体重下降了超过两个数量级。研究还发现，伴随着阿尔瓦雷斯龙类体型小型化，晚白垩世的成员多样性反而显著增加，超过之前的三倍。因此，该研究引入演化模型检测的方法，通过比较不同的演化模型拟合参数来选择合适用来描述这一演化过程的模型。研究认为，小型化过程易被奥恩斯坦-乌伦贝克（Ornstein-Uhlenbeck）模型所解释。结果表明，在阿尔瓦雷斯龙类在演化过程中，存在两个大小不同的“最适体型范围”，在阿尔瓦雷斯龙类演化的早期，最适体型范围是5-50千克，而后期最适体型范围缩减到0.5-5千克。这意味着阿尔瓦雷斯龙的体型小型化过程是一个从较大的体型范围快速地“跃迁”到另一个更小的体型范围的过程，而不是缓慢逐渐变化的。

在生物界当中这种“跃迁”往往与特定的演化事件相关，也就是某一种或多种原因导致“跃迁”的发生。对于阿尔瓦雷斯龙类来说，原因是什么呢？研究得到阿尔瓦雷斯龙类体型小型化过程的准确时间范围，也使探寻上述问题的答案成为可能。阿尔瓦雷斯龙类体型小型化发生的距今一亿一千五百万年到八千五百万年之间，恰逢彻底改变陆地生态系统的重大环境事件——白垩纪陆地革命。伴随显花植物的繁盛，真社会性昆虫（如白蚁、蚂蚁和蜜蜂）开始大规模辐射，势必创造许多全新的生态位。

晚期的小型阿尔瓦雷斯龙类具有较多类似现生专性食蚁动物的形态学特征，如直且粗大的前肢指爪、短却强壮的前肢骨骼、门齿空缺的吻部（为伸出细长舌头沾食蚁类提供空间）等。此外，根据对现生动物研究，由于能量传递效率的限制，专一的虫食性会把动物的体型限制在较小的范围内，这从另一个角度与该研究发现的阿尔瓦雷斯龙类恐龙的“跃迁”式小型化相吻合。

基于阿尔瓦雷斯龙类的解剖学特征，前人对阿尔瓦雷斯龙类可能的食蚁性有过猜测，但最早的阿尔瓦雷斯龙类化石记录出现在晚侏罗世，早于以白蚁为代表的真社会性昆虫的广泛分布的时代，在时间上无法对应。该研究证明阿尔瓦雷斯龙类的小型化过程可能是伴随生态位从肉/杂食性转换到虫食性的快速小型化过程，时间上也与真社会性昆虫的适应性辐射相互吻合，进一步支持了晚期的小型阿尔瓦雷斯龙类可能是专一的食蚁动物的观点。要具体证明阿尔瓦雷斯龙类食蚁假说，尚需要更多来自功能学和生态学的证据。

该研究由古脊椎所、英国布里斯托大学、美国乔治·华盛顿大学和南非金山大学合作完成。研究得到国家自然科学基金、英国牛顿高级访问学者基金、南非国家研究基金和伦敦地质学家协会青年地质学者基金等的资助。

[论文链接](#)

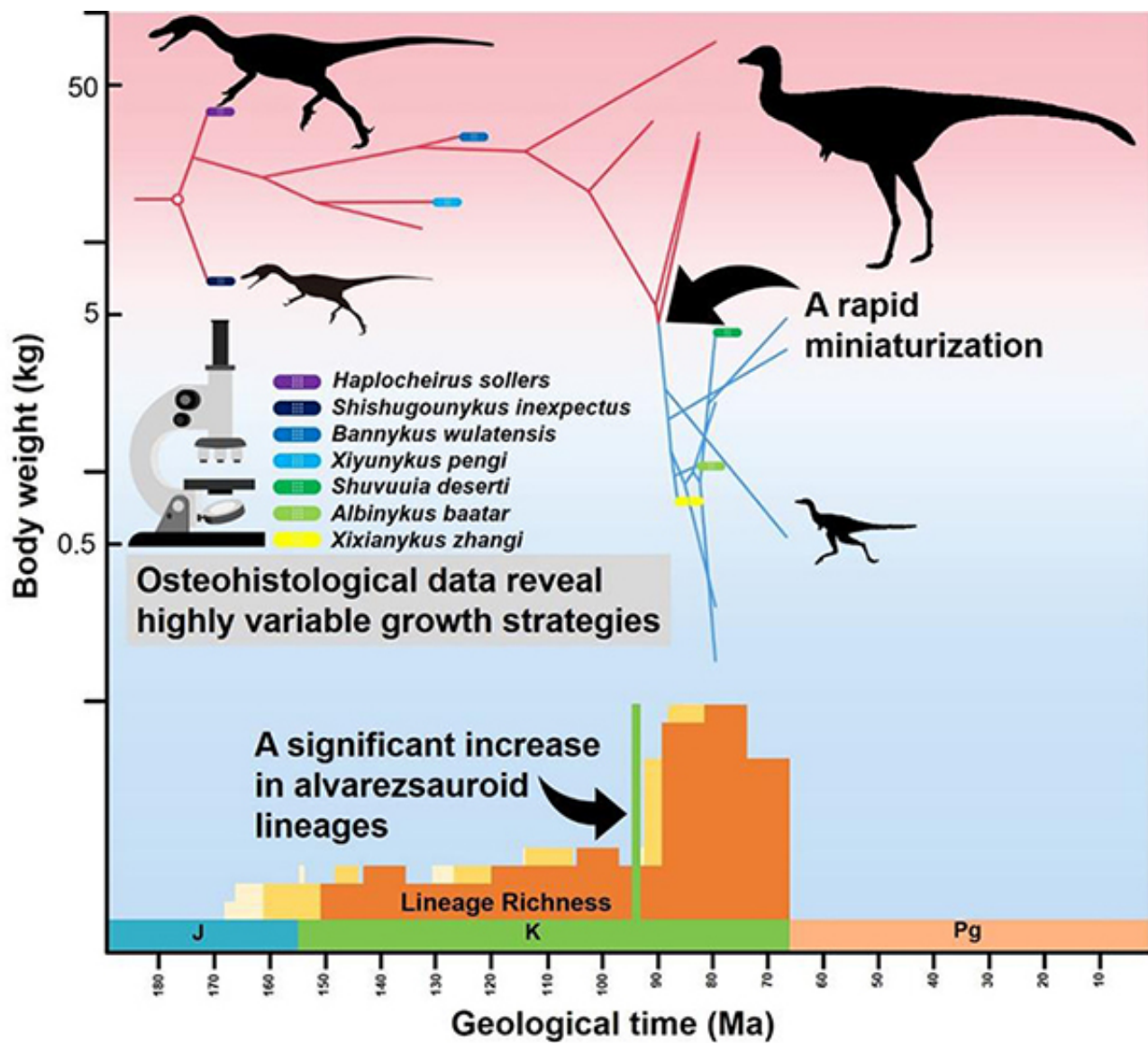


图1.阿尔瓦雷斯龙类骨组织学，体重宏观演化和多样性变化趋势（秦子川供图）



图2.四种代表性的阿尔瓦雷斯龙类。*Haplocheirus sollers*（晚侏罗世，左）、*Patagonykus puertai*（晚白垩世，中上）、*Linhenykus monodactylus*（晚白垩世，中下）和*Bannykus wulatensis*

（早白垩世，右下）的生态复原图，同时展现不同演化阶段阿尔瓦雷斯龙类恐龙体型和食性的差异。（韩志信绘）

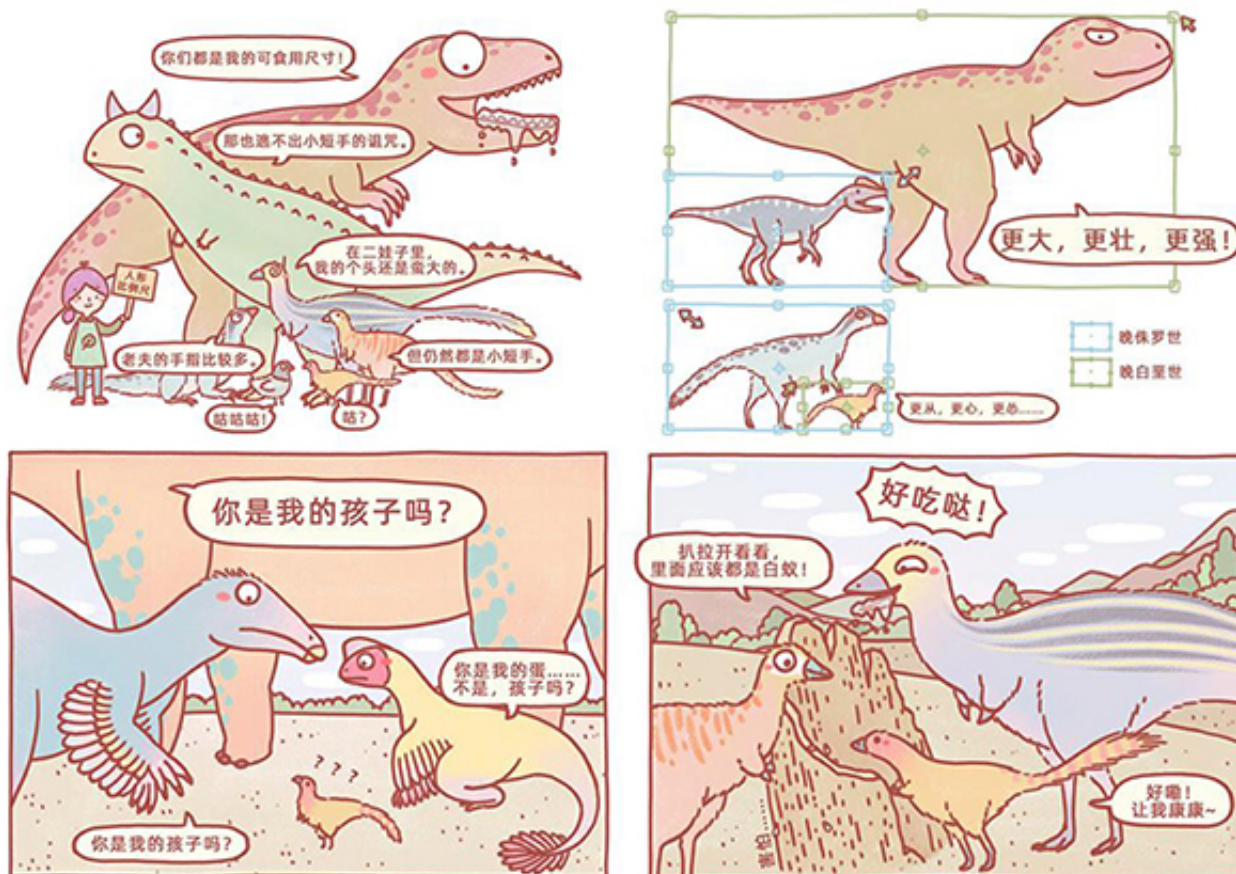


图3. “漫”话恐龙演化史——阿尔瓦雷斯龙类的小型化故事

研究团队单位：古脊椎动物与古人类研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com/)转发