

来源: 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所 发布时间: 2023/3/3 22:42:19

选择字号: [小](#) [中](#) [大](#)

## 最新形态功能学方法揭示手盗龙类奇异前爪的演化之谜

近日,英国布里斯托大学和中国科学院古脊椎动物与古人类研究所合作完成了一项有关手盗龙类恐龙奇异指爪的功能研究,相关成果发表于施普林格·自然旗下国际专业学术期刊《通讯-生物学》(Communications Biology)杂志。文章第一作者和通讯作者秦子川为英国布里斯托大学Mike Benton教授、Emily Rayfield教授和中科院古脊椎所徐星研究员合作指导的博士生,第二作者为毕业于中科院古脊椎所的廖俊棋博士。

手盗龙类恐龙是一类在中生代极为繁盛的兽脚类恐龙,它们中的一支于白垩纪末灭绝事件中成功幸存,演化成当今最为成功的陆生脊椎动物类群——鸟类。手盗龙类这个分类单元原意为“抓手者”。然而越来越多的化石证据显示,有相当一部分手盗龙类恐龙的“手”,并不是用来抓握的。

这其中最明显的例子就是鸟类,鸟类祖先的手部骨骼逐渐特化愈合,形成了飞行工具——翅膀的一部分。然而,手盗龙类当中的一些其他分支,包括阿尔瓦雷斯龙类和镰刀龙类,也有着显然区别于典型“抓握型”结构的手部形态。作为手盗龙类最基干位置两个缘关系较近的演化支,阿尔瓦雷斯龙类和镰刀龙类却有着差异巨大的体型和身体结构,尤其是在前肢形态演化上,可以算是手盗龙类家族当中的“一对怪兄弟”。典型的晚期阿尔瓦雷斯龙类如临河爪龙(Linhenykus),一般有着短而粗壮的前肢,每个手部仅保存一个硕大的第二指,手指末端有一个“地质锤状”的硕大指爪。而晚期的镰刀龙(Therizinosaurus)前肢结构更为特化,它们有着修长的前肢,细长的手指和“镰刀状”的指爪。这两种特殊的前肢结构不仅在手盗龙类中是罕见的,在整个四足动物当中也寥寥无几。这种极端的演化案例,使得传统的,通过与现生动物形态对比来推测功能的方法难以在这两类恐龙中实现。

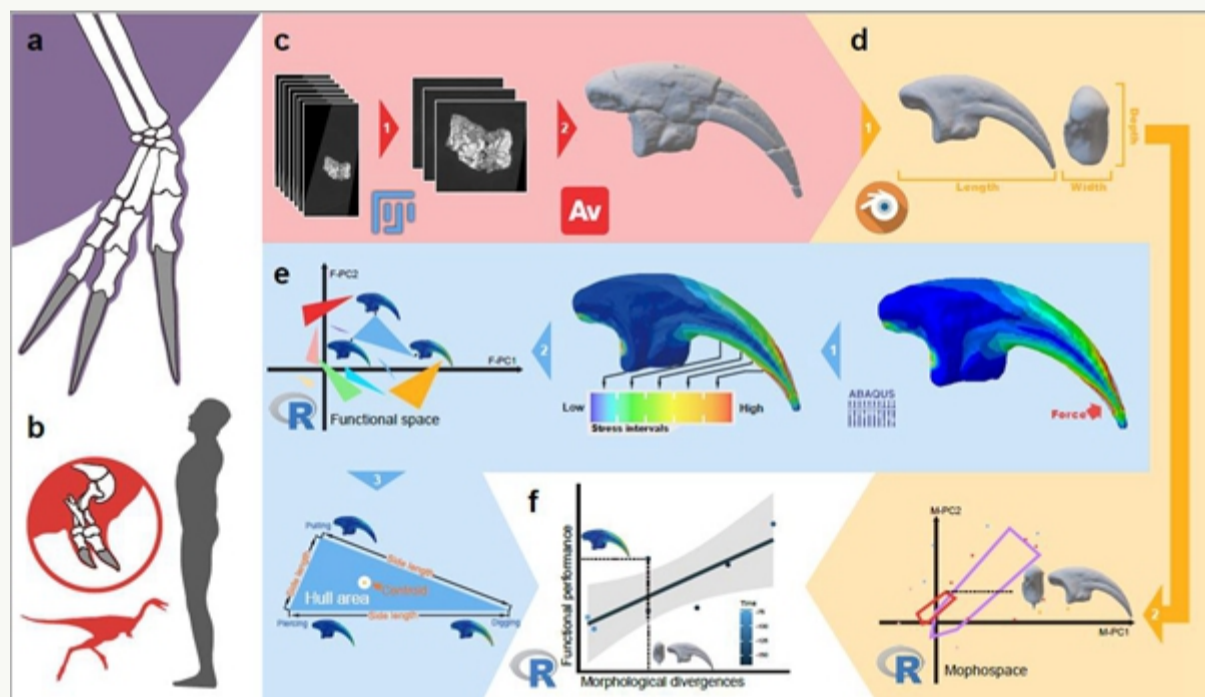


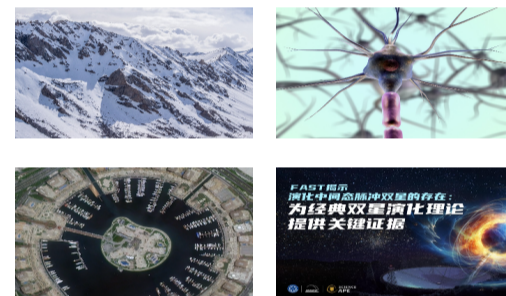
图1 典型镰刀龙类和阿尔瓦雷斯龙类前肢骨骼示意图,以及本研究方法流程图(秦子川供图)

进入新世纪以来,许多新兴的计算机、工程和物理学研究方法被引入到古脊椎动物学研究当中。但鉴于恐龙化石记录的不完整性和复杂性,很难开展大规模的相关研究。本文作者在罗维拉-威尔吉利大学Jordi Nogué博士和布里斯托大学古脊椎动物生物力学专家Emily Rayfield教授指导帮助下,开发了一种新的脊椎动物学功能研究方法框架——功能空间分析方法(Functional space analyses)。新方法摆脱过去对化石精度及分析单一的限制,开发“功能空间体(Functional Hull)”概念来模拟生物结构在不同力学状态下的表现及差异。

## 2023年优青招聘专场

[相关新闻](#)
[相关论文](#)

- 1 中科院古脊椎所研究团队揭示翼龙的兴亡史
- 2 “郟县人”3号头骨化石何以实证人类演化史?
- 3 中科院嵌齿象类演化、扩散研究获重要成果
- 4 基金委地球学部羌塘盆地演化专项项目专家名单
- 5 射齿目新种帽天山开拓虾为奇虾起源演化提供参考
- 6 南海“大洋红层”为研究深水环流演化提供新思路
- 7 中科院水生所揭示同域物种形成的成种模式
- 8 科学家发现师范孔子鸟 揭示鸟类早期演化机制

[图片新闻](#)

[>>更多](#)
[一周新闻排行](#)

- 1 本科毕业生一作发顶刊,独立完成9成工作量
- 2 全国首届职业本科毕业生毕业!
- 3 50多万博士生分布“地图”:近8成在省会
- 4 颜宁:问了20多位同学,没有一个让我眼前一亮
- 5 丘成桐:我曾多次参加毕业典礼,这次最为荣幸
- 6 王中林再获大奖:开创让西方跟随的研究领域
- 7 湖底寻踪,他们揭开“全新世温度之谜”
- 8 我写了一本有关精确的书,但我不喜欢精确
- 9 捏造合著者致8篇论文撤稿!211副教授已离职
- 10 水系钠离子电池相关研究获新进展

[编辑部推荐博文](#)

- 科学网6月十佳博文榜单公布!你的上榜了吗?
- 纺织大师之九: Leaf
- 汪应洛教授的《系统工程》
- 离子电子耦合使离子热材料具有新的工作模式
- 2023, Photonics Research和大女儿都10岁了
- 关于高校图书馆专业馆员职业能力的思考

[更多>>](#)

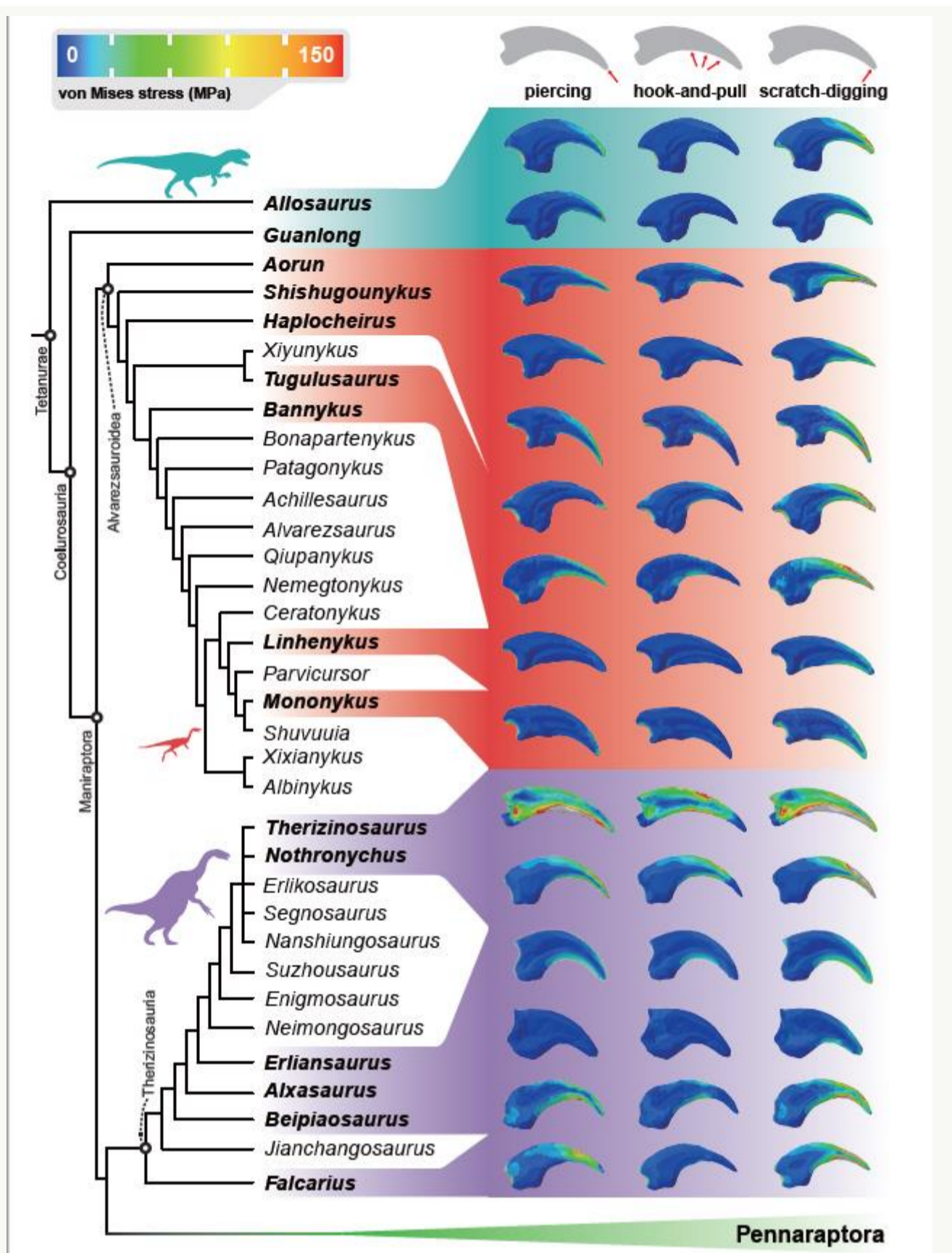


图2 阿尔瓦雷斯龙类和镰刀龙类手爪采样范围和功能模拟结果（秦子川供图）

本研究将这种新开发的功能空间分析方法应用到了镰刀龙类和阿尔瓦雷斯龙类前肢中最为特化的骨质结构——爪骨上面。爪骨位于前肢的末端，在大部分前肢运动功能当中，都承担着相当大的应力。透过有限元分析可以很好的评估该结构在力学上的影响及表现。



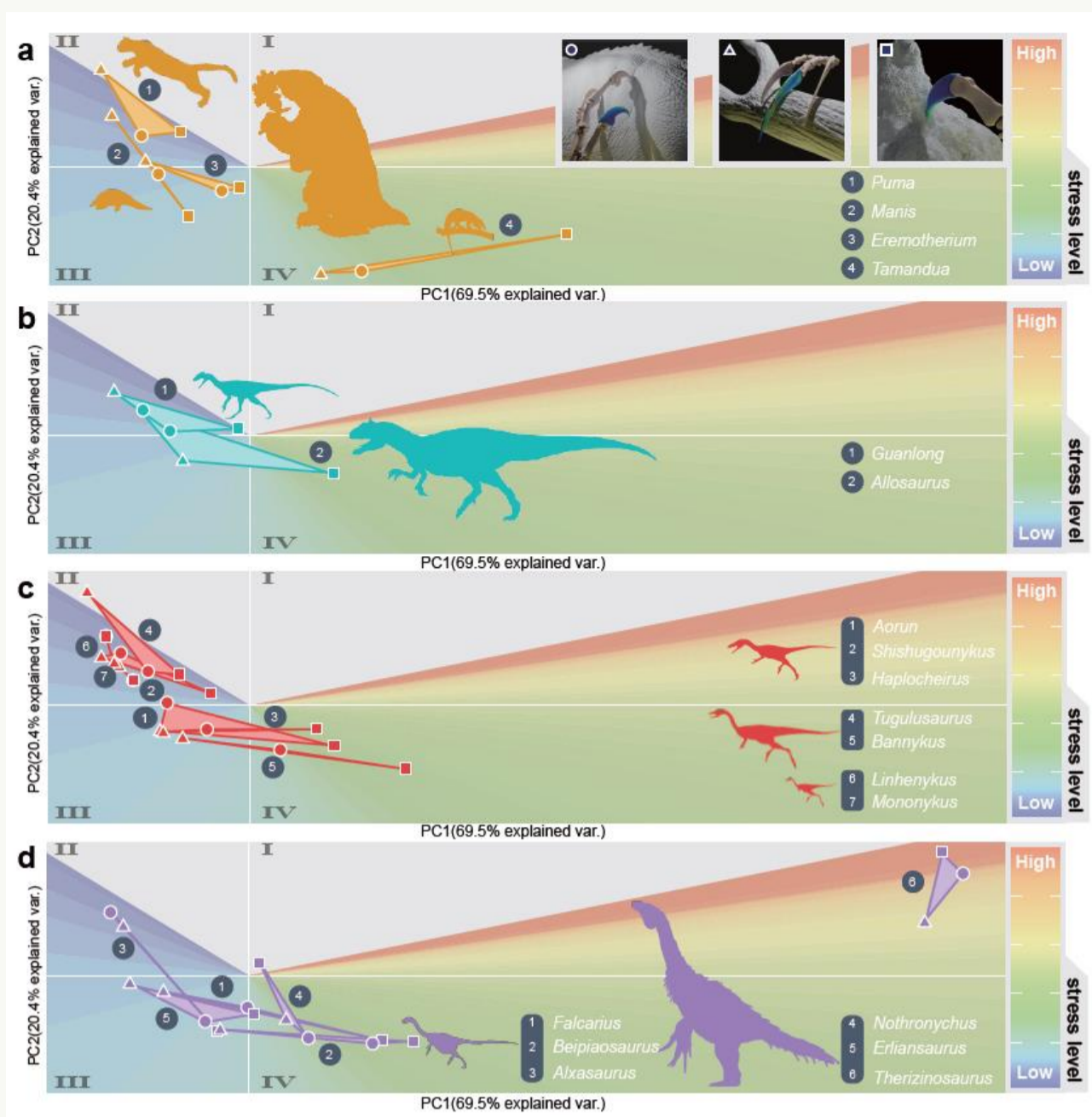


图3 参考哺乳动物，非手盗龙类恐龙，阿尔瓦雷斯龙类和镰刀龙类手爪的功能空间分布状况（秦子川供图）

此次研究对两类恐龙的前爪的穿刺、牵拉植物和挖掘功能进行了模拟分析，并比对另外两种兽脚类恐龙和四种哺乳动物前爪进行校正，以对这些前爪的功能进行综合且全面的比较研究。

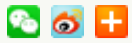
研究结果支持前人提出晚期阿尔瓦雷斯龙类可能具有前肢挖掘能力的猜测。手爪演化中存在的功能强化过程，不支持阿尔瓦雷斯龙类的短前肢是和暴龙类一样为退化器官的假说。研究工作也显示，发现于中国新疆的中晚侏罗世的早期的阿尔瓦雷斯龙类，它们的前爪擅长穿刺和牵拉功能，却并不擅长挖掘。而晚白垩世的“单爪型”阿尔瓦雷斯龙类成员则具有了与穿刺能力和牵拉能力一样优秀的挖掘能力。此次研究支持了晚期阿尔瓦雷斯龙类的前肢功能相较祖先有了显著变化，这个现象可能与这一支系从杂食性到蚁食性生态位的转换有关。本研究也发现阿尔瓦雷斯龙类前爪的功能表现和形态特征特化（爪体加厚）是高度相关的，但却与爪子以及个体大小之间没有直接关联。

同时，此次工作还发现大部分镰刀龙类恐龙的前爪功能可以支持它们的植食性行为。但也发现体型最大的龟形镰刀龙（*Therizinosaurus cheloniformis*）的“镰刀状”前爪可能因为过度特化，结构过于脆弱，已经失去了正常的手爪功能，成为装饰性结构。因此这种“镰刀状”的手爪可能只能用于性展示，恐吓等非接触行为当中。本研究发现镰刀龙类前爪的形态特化速率甚至要快于这类恐龙快速的大型化过程，提出导致这种前爪失去大部分功能的原因可能是一种名为“过型形成（peramorphosis）”的异速发育现象导致的。

本论文构建的新的功能-形态研究方法框架受到了期刊编辑和专业审稿人的高度肯定。功能空间分析方法为我们理解灭绝动物的功能演化开辟了一个新视角，在未来的研究工作当也有望推广到牙齿、鳞片、角、翅膀等高性能性的生物结构当中，为我们更好的理解灭绝动物的功能演化做出贡献。

论文链接：<https://www.nature.com/articles/s42003-023-04552-4>

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。



打印 发E-mail给:  [GO](#)

[关于我们](#) | [网站声明](#) | [服务条款](#) | [联系方式](#) | [举报](#) | [中国科学报社](#)  
京ICP备07017567号-12 互联网新闻信息服务许可证10120230008 京公网安备 11010802032783  
Copyright © 2007-2023 中国科学报社 All Rights Reserved  
地址: 北京市海淀区中关村南一条乙三号 电话: 010-62580783