
螽斯化石揭示中生代声学景观的演化

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/21227.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！

螽斯化石揭示中生代声学景观的演化

。声音交流是动物最重要的通讯方式之一，对动物的生存具有重要意义。声音交流通常被用于求偶、交配、捕食和躲避天敌等行为，这构成了现代生态系统中纷繁复杂的声学景观的一部分。由于声学景观无法直接保存在化石记录中，我们对早期声学景观面貌以及动物声音交流行为的起源和演化了解有限。

直翅目昆虫是现今多样性最高的鸣声生物，包括常见的蟋蟀、螽斯、蝗虫等。其中螽斯（俗称蝈蝈、纺织娘）可以利用前翅间的相互摩擦发出声音，依靠前足的听器（鼓膜）接收声音信号。螽斯在中生代非常繁盛，因此是动物声学演化研究的一类理想类群。

近日，中国科学院南京地质古生物研究所博士研究生许春鹏在研究员王博、张海春的指导下，建立了首个化石直翅目形态特征数据库，以中生代的螽斯化石为研究对象，分析了该类群声音器官的形态特征，并重建了其鸣声频率的宏演化历史。该研究揭示了中生代螽斯的声学行为的演化，为昆虫和早期哺乳动物的声学共演化假说提供了证据，并为动物的声学演化机制和中生代的声学景观提供了新

信息。12月13日，相关研究

成果在线发表《美国国家科学院院刊》（*PNAS*）上。主要成果如下：

重建了中生代螽斯的鸣声频率。研究检视了各地馆藏的直翅目化石标本，建立了螽斯化石的关键形态特征数据库，并根据生物物理模型，对中生代螽斯的鸣声频率进行了系统重建。科研人员对南非和哈萨克斯坦标本研究发现，早在三叠纪中期螽斯已可以发出高频的鸣声（12-16 kHz），这也是整个动物界最古老的高频声音记录。进一步，数据库分析表明，中生代螽斯已经演化出极高的声音频率多样性，并已具有明显的声学生态位分区现象。声学生态位分区的出现，可以降低声音交流时其他声学信号的干扰，提高声音交流的效率。高效的聲音交流能力可能是中生代早期螽斯辐射演化的驱动因素之一。

发现了最古老的昆虫听器和复杂声学行为。在侏罗纪鸣螽化石中发现了保存精美的听器。无论是在大小、位置还是在结构上，它们和一些现生螽斯（如鸣螽、沙螽）的听器几乎一样。它们分别位于一对前足的内侧（后侧）和外侧（前侧），由内部椭圆形的硬质鼓膜板和包围在其外侧新月形的软质鼓膜组成。这种结构表明它们可能以硬质的鼓膜板为支点，形成杠杆结构以提高声波的传导效率。综合鸣器和听器的证据表明，早在侏罗纪雄性螽斯间的复杂声学行为（争斗和领地行为）已出现。

中生代螽斯的类群转换和声学演化。在早-中侏罗世，螽斯类群发生了明显的类群转换现象——

原本占据主导地位的哈格鸣螽科昆虫开始衰落，鸣螽科昆虫开始崛起。同时，中生代哈格鸣螽科和鸣螽科昆虫的鸣声频率虽然均主要分布在4-16

kHz之间，却有极大不同：哈格鸣螽科昆虫的鸣声频率在4-16

kHz近乎均匀分布，而鸣螽科昆虫的鸣声频率显示为双峰分布（主要位于4-8 kHz和12-16 kHz两个范围内）。高频鸣声有利于躲避捕食者的探查，但传播距离较近；低频鸣声则恰好相反，虽易被捕食者探查，却能够传播更远的距离。鸣螽科昆虫叫声频率的双峰分布表明，每个种类在“传播距离”和“躲避探查”之间根据自身需求和特点更好地权衡，避免了既容易被探查又传播不远的情况。此外，螽斯前翅声音辐射区域的变化（镜区面积占比提升）也说明了从中-晚三叠世到中侏罗世，其发声能力有了明显增强。

为螽斯和早期哺乳动物的声学共演化假说提供证据。与其他脊椎动物相比，现生哺乳动物具有更高频的听力范围和更灵敏的听觉能力。在爬行动物占据主体生态位的中生代，原始哺乳动物可能多为夜行的小型食虫类，可能利用声音进行定位猎物和侦查捕食者。而善于鸣叫、体型硕大的螽斯可能为早期哺乳动物提供了理想的食物来源。

本研究发现中生代螽斯在早-中侏罗世发生一次明显的类群更替（从哈格鸣螽科主导转为鸣螽科主导），时间上恰好对应了早期哺乳动物的辐射事件，并伴随其听觉能力的提高。因此，早期哺乳动物可能对螽斯的演化产生了定向选择作用，导致哈格鸣螽科昆虫的衰落以及声学通讯能力和飞行能力更强的鸣螽科昆虫的崛起。反之，螽斯高频声音的出现可能也促进了早期哺乳动物听觉能力的提高。

为中生代的声学景观提供新认识。在现代陆地生态系统的声学景观中，热带地区由昆虫和青蛙的叫声占据主导，而在温带地区，鸟类的叫声更为丰富。本研究总结和梳理了动物重要声学演化事件。研究发现中生代声学景观与现代完全不同：在三叠纪由昆虫尤其是螽斯的鸣声占据主导；早侏罗世青蛙和晚侏罗世鸟类的出现带来了新的声音；直到白垩纪，森林中的声学景观才接近现代面貌。总之，随着各类鸣声动物类群的辐射演化，中生代陆地生态系统的声学景观面貌逐渐复杂化。

该研究由中国科学院南京地质古生物研究所、临沂大学、法国自然历史博物馆、德国黑森州立博物馆、俄罗斯科学院古生物研究所、英国自然历史博物馆和美国自然历史博物馆的研究团队共同完成。

研究工作得到中科院、科技部、国家自然科学基金和DDE计划的资助。南京古生物所画师杨定华绘制了生态复原图。

[论文链接](#)

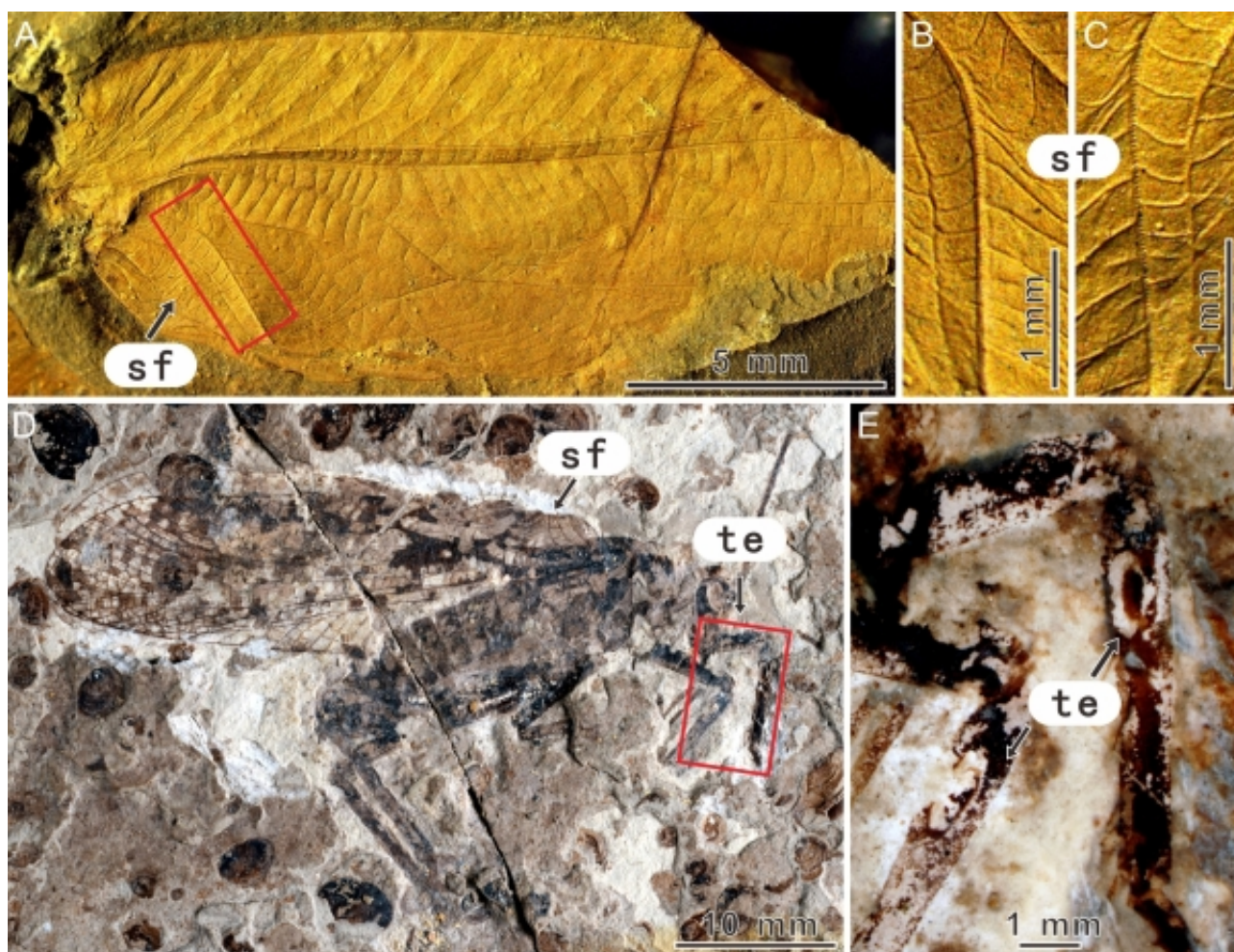


图1.三叠纪昆虫的音齿（上）和侏罗纪昆虫的听器（下）

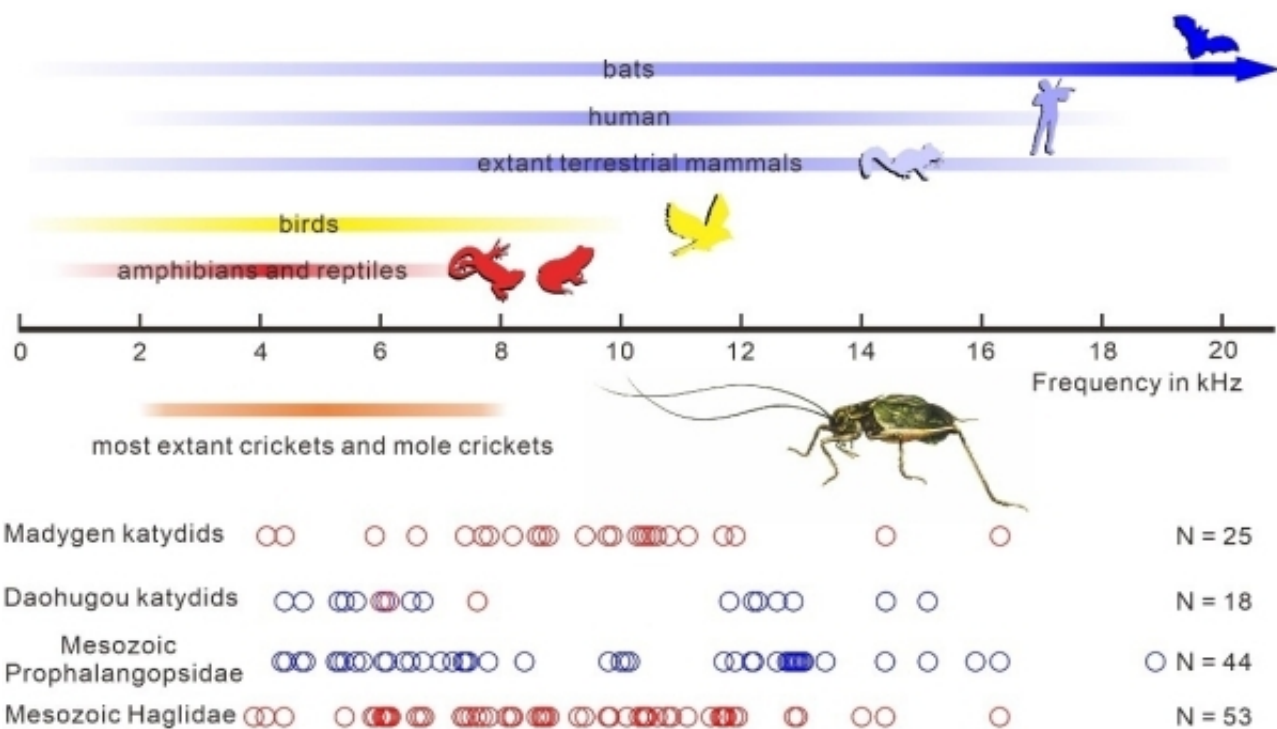


图2.动物听力范围（上）、现生和中生代螽斯的鸣声频率分布（下）

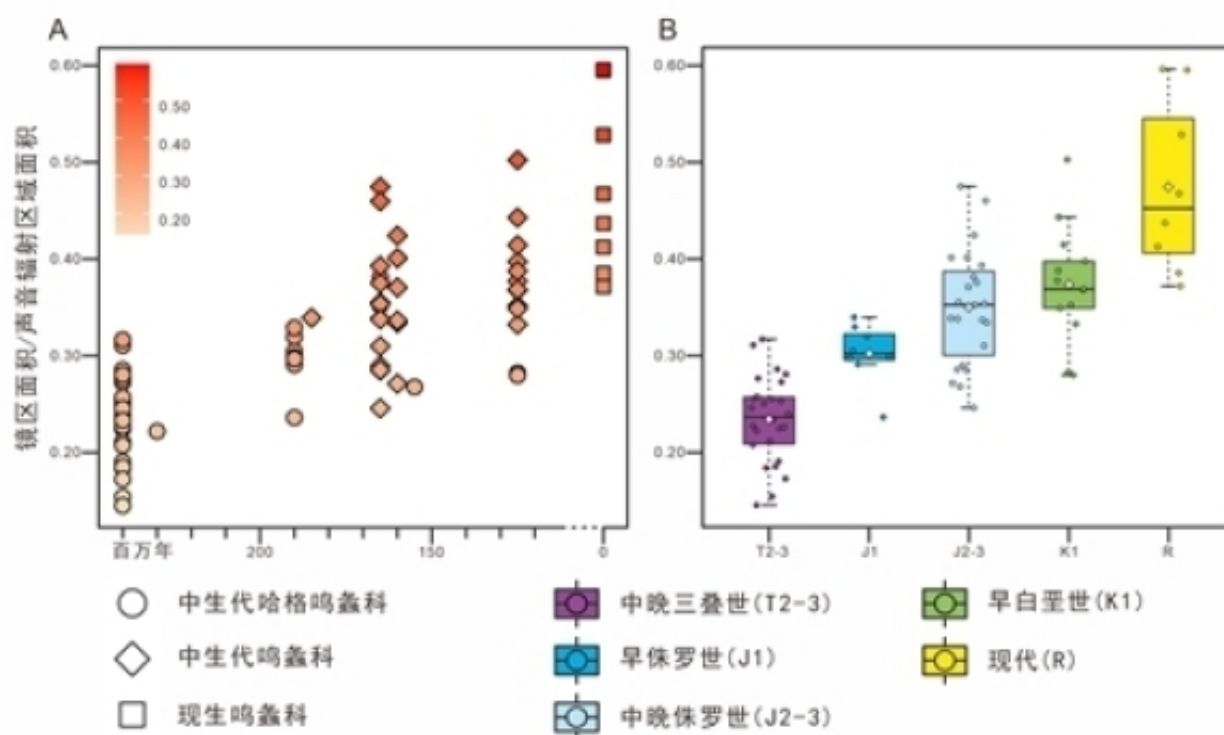


图3.鸣螽总科声音辐射区域演化散点图（左）和箱型图（右）

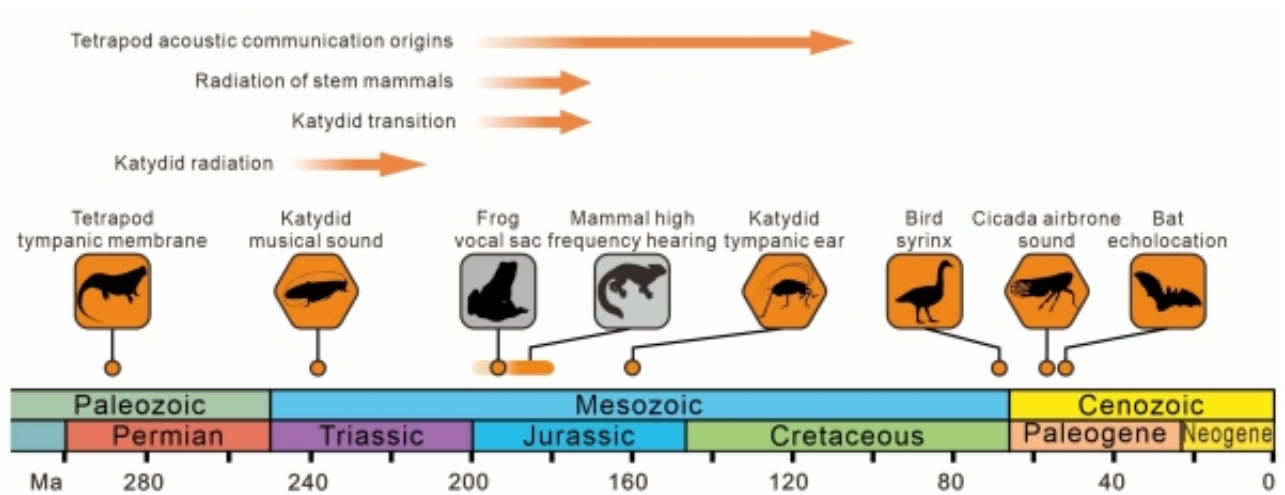


图4.动物声学演化事件



图5.侏罗纪昆虫的生态复原图

研究团队单位：南京地质古生物研究所

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