

# 浙江发现无尾蹄蝠及其 3D 头骨图像重建

刘宝权<sup>①</sup> 李烜<sup>②</sup> 史静聿<sup>③</sup> 刘凯怵<sup>①</sup> 张芬耀<sup>①</sup> 周佳俊<sup>①④\*</sup>

① 浙江省森林资源监测中心 杭州 310020; ② 丽水日报报业集团 丽水 323000;

③ 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 中国科学院脊椎动物演化与人类起源重点实验室 北京 100044;

④ 浙江省林业勘测规划设计有限公司 杭州 310020

**摘要:** 2019年11月23日,在浙江省丽水市莲都区白云山森林公园1废弃矿洞内(28°29'51" N, 119°54'34" E, 海拔306 m)采集到蝙蝠标本1号。此蝙蝠主要特征为,前臂长35.4 mm;耳壳半透明,呈圆形漏斗状;无尾,股间膜内凹呈“八”形;背毛基部黑褐色,毛尖赤褐色;翼膜黑褐色。基于形态及分子数据(*Cyt b*)鉴定为无尾蹄蝠(*Coelops frithii*),为浙江省兽类分布新记录种。本研究应用CT扫描和计算机辅助三维图像重建技术,在保证标本完整性的前提下,对其头骨进行CT扫描与三维(3D)图像复原,高清显示了其头部骨骼形态,该技术的应用,是在小型兽类骨骼形态学研究及描述上的有益探索和尝试。

**关键词:** 翼手目(蝙蝠);无尾蹄蝠;浙江;分布新记录种;CT扫描

**中图分类号:** Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2021)06-939-07

## A New Record of Tail-less Leaf-nosed Bat (*Coelops frithii*) from Zhejiang Province and Image Reconstruction of the Skull

LIU Bao-Quan<sup>①</sup> LI Xuan<sup>②</sup> SHI Jing-Song<sup>③</sup> LIU Kai-Chao<sup>①</sup>  
ZHANG Fen-Yao<sup>①</sup> ZHOU Jia-Jun<sup>①④\*</sup>

① Zhejiang Forest Resource Monitoring Center, Hangzhou 310020; ② Lishui Daily Press Media Group, Lishui 323000;

③ Key Laboratory of Vertebrate Evolution and Human Origins of Chinese Academy of Sciences, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044;

④ Zhejiang Forestry Survey Planning and Design Company Limited, Hangzhou 310020, China

**Abstract:** One small-sized bat specimen was collected on 23rd, November, 2019 from Baiyun mountain forest park, Lishui, Zhejiang (28°29'51" N, 119°54'34" E, 306 m). The main characteristics were diagnosed as follows: The forearm length was 35.4 mm; the ear conch was semi-transparent, rounded and funnel-shaped; the caudal vertebrae were absent; the interfemoral membrane was poorly developed and in “^” shape; the color of pelage was blackish brown on the base and russet on the tip; the wing membrane was dark-brown

**基金项目** 国家林业局第二次全国陆生野生动物资源调查项目(林护发[2011]111号);

\* 通讯作者, E-mail: cnwaters@foxmail.com;

**第一作者简介** 刘宝权,男,高级工程师;研究方向:湿地与野生动植物资源调查监测;E-mail: zjhzbq@126.com.

收稿日期: 2021-05-25, 修回日期: 2021-07-02 DOI: 10.13859/j.cjz.202106016

(Fig. 1). Based on morphological (Table 1) and molecular (Fig. 3) data, this specimen was identified as Tail-less Leaf-nosed Bat (*Coelops frithii*), which is the first record in Zhejiang Province. In addition, CT scanning and computer-assisted 3D-image reconstruction techniques were utilized to scan and reconstruct the skull of this specimen (Fig. 2). With these two non-destructive sampling techniques, osteological structures and features were obtained, while the skull remains intact. New digital approach was demonstrated for osteological description and biological study in small mammals.

**Key words:** Chiroptera (bat); *Coelops frithii*; Zhejiang; New record species of distribution; CT scan

相较于其他兽类动物,浙江省境内对于翼手目物种多样性的调查工作较为贫乏。Allen (1940)在 *The Mammals of China and Mongolia* 一书中,仅记载分布于浙江的翼手目动物 8 种,采集地限于浙江桐庐和兰溪两地。温业新等 (1981)于 1963 至 1965 年、1973 年与 1980 年调查浙江 12 个县,报道翼手目动物 18 种。诸葛阳等 (1989),基于浙江动物志编写需求,对本省翼手目多样性及分布展开了调查,共记录翼手目动物 23 种。此后 20 余年,鲜有对浙江省翼手目动物多样性状况的专项调查与报道。直至 2016 年,本团队依托国家林业局第二次全国陆生野生动物资源调查及浙江省自然保护地的动植物多样性资源本底调查,开始对全省翼手目物种展开调查,报道浙江省翼手目动物新记录种中管鼻蝠 (*Murina huttoni*) (黄正澜懿等 2018)与毛翼管鼻蝠 (*Harpiocephalus harpia*) (岳阳等 2019)。本次在浙江丽水采集到 1 号蹄蝠标本,基于形态及分子数据,将其鉴定为无尾蹄蝠 (*Coelops frithii*),为浙江省兽类分布新记录种。

## 1 采集与研究方法

### 1.1 标本采集

2019 年 11 月 22 日,在浙江省丽水市莲都区白云山森林公园内一洞穴 (28°29'51" N, 119°54'34" E, 海拔 306 m) 内进行越冬蝙蝠调查时,发现 1 只尚未完全进入冬眠状态的蝙蝠,见其形态特殊,拍摄了生态照,并于次日用昆虫网采集,后于当日死亡,未能记录超声波数据。称重并测量外形数据后使用 75%酒精溶液

固定与保存,标本保存于浙江省自然博物院(标本凭证号 J21-03-684)。采样洞穴位于白云山森林公园内公路边,为一人工开凿的废弃矿洞,平均洞高约 1.7 m,洞宽 1.2~3.0 m,有数条支洞,最长的洞道长约 300 m。使用希玛 AS817 手持温湿度计测得洞内温度 17 °C,相对湿度 70%。洞内同栖有中华鼠耳蝠 (*Myotis chinensis*)、亚洲长翼蝠 (*Miniopterus fuliginosus*)、中华菊头蝠 (*Rhinolophus sinicus*)、大耳菊头蝠 (*R. macrotis*)与小菊头蝠 (*R. pusillus*),其中,中华鼠耳蝠已进入冬眠状态。

### 1.2 外部形态测量

按照哺乳动物测量标准 (Bates et al. 1997),使用 Mitutoyo 500-196-30 数显游标卡尺测量标本外形(精确到 0.1 mm),浦春 YP502A 电子天平称重(精确到 0.01 g)。外形测量指标包括,头体长(从吻端至肛门处长度)、前臂长(从前肢肘部到腕关节之间的长度)、耳长(从外耳廓基部到尖端长度)、后足长(从脚踝部至脚趾尖端不含爪长的长度)、胫骨长(从膝盖到踝关节之间的长度)、第 3 掌骨长(腕关节到第 3 掌骨末端的长度)、第 3 指第 1 指节长(第 3 指第 1 指骨最前端到最末端的长度)、第 3 指第 2 指节长(第 3 指第 2 指骨最前端到最末端的长度)、第 4 掌骨长(腕关节到第 4 掌骨末端的长度)、第 4 指第 1 指节长(第 4 指第 1 指骨最前端到最末端的长度)、第 4 指第 2 指节长(第 4 指第 2 指骨最前端到最末端的长度)以及第 5 掌骨长(腕关节到第 5 掌骨末端的长度)。

### 1.3 头骨三维 (3D) 图像重建及测量

标本头骨的 CT 扫描与三维重建工作, 依托于中国科学院古脊椎动物与古人类研究所脊椎动物起源与人类演化重点实验室断层扫描与数字成像系统 (GE phoenix-v|tome|x m 300&180CT) 完成。按照 Shi 等 (2017) 的方法, 对标本头骨进行整体 CT 扫描成像, 工作电压 80 kV, 电流 80 mA, 经 360° 旋转扫描, 最终重建为 1 536 张图层堆栈, 单张分辨率为 4 096 × 4 096 像素网格, 图像分辨率为 12.5 μm。虚拟模型重建工作在 Volume Graphics Studio 3.0 软件中进行。

依据兽类头骨测量标准(杨奇森等 2007), 对本研究获得的头骨 CT 扫描重建影像进行测量, 测量指标包括: 颅全长(头骨的最大长度)、枕犬长(从枕骨髁后缘到上颌犬齿齿槽最前端的长度)、颅基长(从枕骨髁到门齿最前端的长度)、脑颅宽(脑颅最大宽度)、颧宽(颧弓的最大宽度)、眶间宽(眶间区的最小宽度)、上齿列长(上颌犬齿最前端到第 3 臼齿最后方的长度)、上犬齿宽(上颌左右犬齿外缘间的宽度)、第 3 上臼齿宽(上颌左右第 3 臼齿外缘间的宽度)、下齿列长(下颌犬齿最前端到第 3 臼齿最后方的长度)以及下颌长(从下颌骨关节突到最前端, 包括下颌门齿的长度)。

### 1.4 基因目的片段的扩增与系统发育分析

采用 Ezup 柱式动物基因组 DNA 抽提试剂盒[SK8252, 生工生物工程(上海)股份有限公司]提取浙江样本翼膜基因组, Cyt *b* 基因的扩增反应体系和反应条件参照 Sun 等 (2009) 的方法, PCR 产物经 1% 琼脂糖凝胶电泳检测, 扩增成功的产物由北京擎科新业生物技术有限公司测序。

为进一步鉴定浙江样本的种类, 我们选用已发表的无尾蹄蝠台湾样本 (DQ888674, Li et al. 2007) 和云南样本 (EU434955, Sun et al. 2009) Cyt *b* 序列, 与无尾蹄蝠亲缘关系近的三叶蹄蝠 (*Aselliscus stoliczkanus*, EU434953) 和大蹄蝠 (*Hipposideros armiger*, EU434946)

作为外群重建系统发育关系。利用贝叶斯推断方法 (Bayesian inference, BI) 和最大似然法 (maximum likelihood estimate, ML) 分别构建贝叶斯系统发育树和最大似然树。贝叶斯树通过 MrBayes v.3.2 (Ronquist et al. 2012) 构建, 运行 10 000 000 代, 每 100 代采样 1 次, 将前 25% 的迭代作为 burn-in 舍去。最大似然树通过 RaxML v.8.2.4 (Stamatakis 2014) 构建, 进行 1 000 次 bootstraps。由于这两种方法对核苷酸替换模型敏感, 因此利用 jmodeltest (Posada 2008) 估计最优核苷酸替代模型。

## 2 结果

### 2.1 外部形态特征

本研究浙江样本 (J21-03-684) 为雄性, 体小无尾, 体重 6.80 g, 前臂长 35.4 mm (表 1)。具特化的鼻叶, 前鼻叶呈马蹄形, 分成两叶向前延伸, 先端超过吻鼻部, 前鼻叶下方有一对侧鼻叶, 中间凹陷; 中鼻叶周围被针毛, 颜色明显深于体毛; 后鼻叶呈圆弧状, 两侧各有一个小叶。具大而圆的耳廓, 耳廓质地薄, 半透明, 血管分布清晰可见, 与对耳屏共同形成漏斗状耳壳 (图 1)。体毛长而柔软, 背、腹毛色不一, 有清晰分界。背毛基部黑褐色, 毛尖赤褐色; 腹毛基部灰褐色, 毛尖白色。翼膜黑褐色, 止于后足基部; 无尾, 股间膜被毛, 且向内凹陷呈八形; 距较短。第 3、4、5 掌骨逐渐变长, 第 3 指第 2 指节较长, 几乎是第 1 指节的 3 倍, 第 4 指第 1、2 指节长度差异不大。

### 2.2 头骨形态特征

对标本头骨 CT 扫描重建影像, 并依据此重建影像测量相关形态指标。头骨小而坚实, 颅全长 17.80 mm (图 2, 表 1)。吻突小而平扁, 鼻隆膨大隆起, 眶间显著缢缩, 脑颅鼓突, 呈球状, 眶上嵴明显, 左右向后延伸连接矢状嵴; 矢状嵴在眶间明显, 后端在头骨顶部逐渐消失, 人字嵴不明显。齿式 1. 1. 2. 3/2. 1. 2. 3 = 30; 上门齿 ( $I^1$ ) 细小, 仅一对, 嵌于前颌骨



图1 无尾蹄蝠 (J21-03-684♂) 活体照 (周佳俊摄)

Fig. 1 Living photo of *Coelops frithii* (J21-03-684♂) (Photo by ZHOU Jia-Jun)

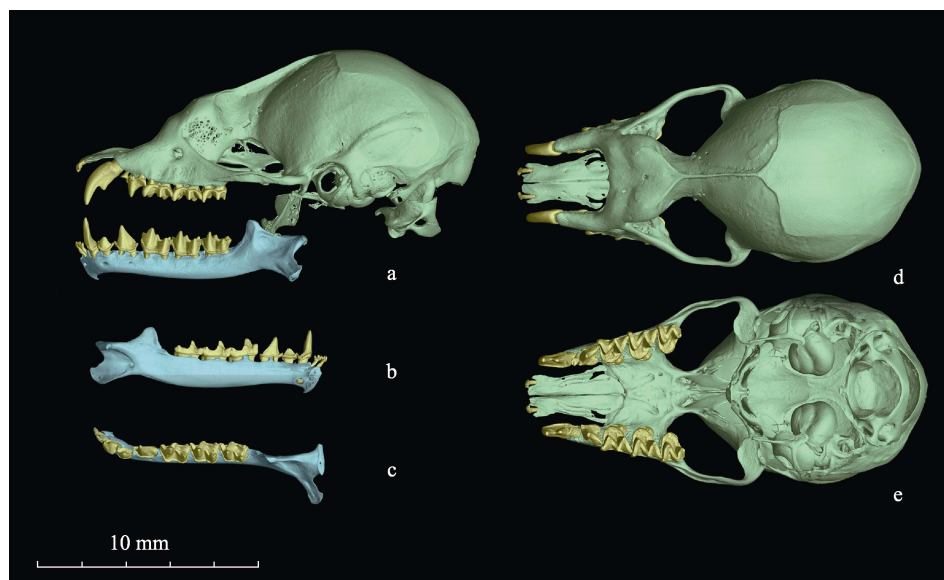


图2 无尾蹄蝠 (J21-03-684♂) 头骨三维重建图像 (侯叶茂扫描、重建; 史静耸渲染)

Fig. 2 3D reconstruction image of *Coelops frithii* (J21-03-684♂) (CT scanned and 3D-image reconstruction by HOU Ye-Mao; Image rendered by SHI Jing-Song)

a. 头骨与下颌骨侧面观; b. 下颌骨内侧观; c. 下颌骨正面观; d. 头骨背面观 e. 头骨腹面观。

a. Lateral view of skull & mandible; b. Inside lateral view of mandible; c. Front view of mandible; d. Dorsal view of skull; e. Ventral view of skull.

表 1 无尾蹄蝠外形及头骨测量 (重量: g, 长度: mm)

Table 1 External and skull measurements of *Coelops frithii* (weight in g, length in mm)

	浙江 Zhejiang 本研究 This study	江西 Jiangxi 徐忠鲜等 2013	福建 Fujian Allen 1940	台湾 Taiwan Bates et al. 1997	重庆 Chongqing Allen 1940
	♂	平均值 ± 标准 差 Mean ± SD 3♂♂	♂	平均值 ± 标准 差 Mean ± SD n = 4	♀
体重 Weight, W	6.80	5.73 ± 0.25	—	—	—
头体长 Head and body length, HB	46.3	38.40 ± 1.14	34	43.5 ± 6.5	38.0
前臂长 Forearm length, FA,	35.4	38.60 ± 0.63	35.6	40.3 ± 1.9	35.5
耳长 Ear length, EL	15.6	15.80 ± 0.85	14	13.1 ± 1.2 (n = 5)	16.0
后足长 Hind-foot length, HF	8.3	7.35 ± 0.24	8	6.9 ± 1.5	8.0
胫骨长 Tibia length, TIL	18.0	18.80 ± 0.41	15	17.4 ± 0.8	16.4
第三掌骨长 The 3 <sup>rd</sup> metacarpal length, 3mt	27.7	28.60 ± 0.21	27	30.2 ± 1.1	26.3
第三指第一指节长 The 1 <sup>st</sup> phalanx of 3 <sup>rd</sup> metacarpal length, 1ph3mt	7.0	8.20 ± 0.03	—	7.4 ± 0.3	7.0
第三指第二指节长 The 2 <sup>nd</sup> phalanx of 3 <sup>rd</sup> metacarpal length, 2ph3mt	23.4	24.20 ± 0.63	—	23.7 ± 2.3	22.0
第四掌骨长 The 4 <sup>th</sup> metacarpal length, 4mt	28.9	31.60 ± 0.64	28	32.3 ± 1.2	28.6
第四指第一指节长 The 1 <sup>st</sup> phalanx of 4 <sup>th</sup> metacarpal length, 1ph4mt	9.0	9.71 ± 0.31	—	9.4 ± 0.5	9.0
第四指第二指节长 The 2 <sup>nd</sup> phalanx of 4 <sup>th</sup> metacarpal length, 2ph4mt	10.1	10.10 ± 0.29	—	10.5 ± 2.3	10.2
第五掌骨长 The 5 <sup>th</sup> metacarpal length, 5mt	31.7	34.40 ± 0.34	29	34.8 ± 0.6	30.5
颅全长 Greatest length of skull, GTL	17.80*	18.30 ± 0.10	—	16.8 ± 0.2 (n = 3)	17.0
枕犬长 Condylar length, CCL	15.27*	15.69 ± 0.13	—	14.5 ± 0.2	15.1
颅基长 Condylar-base length, CBL	14.62*	15.30 ± 0.29	13	—	13.5
脑颅宽 Braincase breadth, BB	8.31*	8.53 ± 0.05	—	7.8 ± 0.1	—
颧宽 Zygomatic breadth, ZB	8.28*	8.41 ± 0.11	6.6	7.4 ± 0.1	7.8
眶间宽 Interorbital width, IOW	1.84*	2.18 ± 0.06	1.6	1.9 ± 0.1	1.8
上齿列长 Maxillary toothrow length, C <sup>1</sup> -M <sup>3</sup>	6.46*	6.54 ± 0.07	5	5.9 ± 0.1	1.8
上犬齿宽 Upper canine width, C <sup>1</sup> -C <sup>1</sup>	3.85*	3.60 ± 0.17	—	—	—
第三上臼齿宽 Upper molar width, M <sup>3</sup> -M <sup>3</sup>	5.93*	5.95 ± 0.04	—	5.7 ± 0.2	5.8
下齿列长 Maxillary toothrow length, C <sub>1</sub> -M <sub>3</sub>	6.46*	6.61 ± 0.18	5.6	6.3 ± 0.2	—
下颌长 Mandible length, ML	10.80*	10.58 ± 0.08	—	10.0 ± 0.2	—

“—”表示数据缺失；\* 依据三维重建的数字头骨测量结果。

‘—’ indicating the data is absent; \* Digital skull measurement results based on 3D reconstruction.

中。上犬齿 (C<sup>1</sup>) 粗壮, 具发达的附尖, 高度达主尖的 1/2; 第 1 上前臼齿 (P<sup>1</sup>) 退化, 仅见左侧 1 枚, 右侧退化缺失, 第 2 上前臼齿 (P<sup>2</sup>) 高度约为上犬齿的 1/2; 3 枚上臼齿大小相当, 前两枚 (M<sup>1</sup>、M<sup>2</sup>) 齿冠呈 “W” 形, 第 3 枚 (M<sup>3</sup>) 齿冠呈 N 形; 下门齿 (I<sub>1</sub>、I<sub>2</sub>) 具内外 2 枚, 大小相当, 明显比上门齿发达; 下

犬齿 (C<sub>1</sub>) 细长, 不及上犬齿发达, 无附尖; 第 1 枚下前臼齿 (P<sub>1</sub>) 不发达, 高度与宽度均不及第 2 枚下前臼齿 (P<sub>2</sub>) 的 1/2; 3 枚下臼齿 (M<sub>1</sub>、M<sub>2</sub>、M<sub>3</sub>) 均比上臼齿更为发达, 齿冠呈 “W” 形。

### 2.3 分子鉴定

有效扩增了浙江样本(J21-03-684)的 Cyt b

基因 (GenBank 序列号: MZ351770), 根据贝叶斯信息标准 (BIC), Cyt *b* 序列的最优核苷酸替代模型为 TIM2 + I。在该模型下重建的贝叶斯系统发育树和最大似然树得到了一致的拓扑结构, 浙江样本与无尾蹄蝠的台湾样本聚为一支, 然后与无尾蹄蝠的云南样本聚在一起, 形成了一个高支持率的分支 (贝叶斯后验概率为 1.00, 似然树支持率为 93%, 图 3)。比较序列相似性发现, 浙江样本和无尾蹄蝠的台湾样本序列相似性最高 (95.79%)。与之相似的, 二者在系统发育树中具有最近的亲缘关系, 但此分支的支持率较低 (贝叶斯后验概率为 0.74, 似然树支持率为 47%, 图 3)。浙江样本和无尾蹄蝠的云南样本也具有较高的序列相似性 (93.95%)。相对于无尾蹄蝠, 浙江样本与三叶蹄蝠和大蹄蝠的序列相似度较低, 分别为 85.89% 和 84.47%。综上所述, 分子证据表明浙江样本应为无尾蹄蝠。

### 3 讨论

无尾蹄蝠隶属于翼手目蹄蝠科无尾蹄蝠属, 种群数量极其稀少, 被中国生物多样性红

色名录列为易危 (VU) 级 (蒋志刚等 2021)。其模式产地为孟加拉国, 国外分布于印度、印度尼西亚、缅甸、泰国、马来西亚、老挝和越南等南亚及东南亚国家。国内报道分布于云南、重庆、广西、广东、海南、福建、台湾与江西 (蒋志刚等 2015)。无尾蹄蝠在浙江的发现, 扩大了其在中国的分布范围记录。

国内对无尾蹄蝠的研究甚少, Allen (1940) 报道无尾蹄蝠分布在四川万县 (现属于重庆市万州), 为中国境内的首次报道。何晓瑞 (1999) 在云南再次发现无尾蹄蝠, 为中国境内第二笔记录。刘森等 (2008) 在云南省河口县南屏农场四队防空洞采集到 1 只无尾蹄蝠, 对其超声波进行了分析, 首次报道了该种回声定位声波为典型的调频 (frequency modulation, FM) 型, 与蹄蝠科其他蝙蝠的恒频 (constant frequency, CF) 型不同。徐忠鲜等 (2013) 报道了无尾蹄蝠在江西省的新记录, 并对其阴茎骨形态进行了描述, 认为无尾蹄蝠种群数量极小, 国内收集到的标本十分有限, 种下分类研究尚缺乏。

本研究仅获得无尾蹄蝠标本 1 号, 因其个体小, 标本剥制难度大, 研究中未采取传统的



图 3 基于 Cyt *b* 基因序列构建贝叶斯系统发育树 (左) 和最大似然树 (右)

Fig. 3 Bayesian phylogenetic tree (left) and maximum-likelihood tree (right) based on Cyt *b*

贝叶斯树的后验概率和最大似然树的支持率分别标注于相应分支上方; 比例尺: 核苷酸替代数/点位。

Posterior probability of Bayesian tree and support values for maximum-likelihood tree are shown on each branch. Scale. Nucleotide substitution/site.

兽类头骨标本剥制手段, 而是应用 CT 扫描和计算机辅助三维图像重建技术, 对其头骨进行了 CT 扫描与三维图像的复原构建, 并进行测量。该新技术不需要破坏实体标本的完整性, 便可以获得多角度、多方位的清晰头骨标本影像, 且在量度数据的获取上减少了人为操作产生的误差, 为小型兽类骨骼形态学描述与分类学研究提供了新的数字化手段。

**致谢** 河南师范大学刘森老师、广州大学余文华老师和丽水学院韦力老师对物种鉴定进行指导; 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所侯叶茂老师对 CT 扫描提供帮助。在此表示诚挚的谢意。

## 参 考 文 献

- Allen G M. 1940. The Mammals of China and Mongolia. Vol. XI. Part 2. USA: Central Asiatic Expeditions of the American Museum of Natural History, 200–203.
- Bates P J J, Harrison D L. 1997. Bats of the Indian Subcontinent. Sevenoaks: Harrison Zoological Museum of Publication, 105–108.
- Li G, Liang B, Wang Y, et al. 2007. Echolocation calls, diet, and phylogenetic relationships of Stoliczka's Trident Bat, *Aselliscus stoliczkanus* (Hipposideridae). *Journal of Mammalogy*, 88(3): 736–744.
- Posada D. 2008. jModelTest: phylogenetic model averaging. *Molecular Biology and Evolution*, 25(7): 1253–1256.
- Ronquist F, Teslenko M, van Der Mark, et al. 2012. MrBayes 3.2: efficient Bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space. *Systematic Biology*, 61(3): 539–542.
- Shi J, Wang G, Chen X, et al. 2017. A new moth-preying alpine pitviper species from Qinghai-Tibetan Plateau (Viperidae, Crotalinae). *Amphibia-Reptilia*, 38(4): 517–532.
- Stamatakis A. 2014. RAxML version 8: a tool for phylogenetic analysis and post-analysis of large phylogenies. *Bioinformatics*, 30(9): 1312–1313.
- Sun K, Feng J, Zhang Z, et al. 2009. Cryptic diversity in Chinese Rhinolophids and Hipposiderids (Chiroptera: Rhinolophidae and Hipposideridae). *Mammalia*, 73(2): 135–141.
- 何晓瑞. 1999. 无尾蹄蝠在云南再次发现. *四川动物*, 12(4): 40.
- 黄正澜懿, 胡宜峰, 吴华, 等. 2018. 中管鼻蝠在湖北和浙江的分布新记录. *西部林业科学*, 47(6): 73–77.
- 蒋志刚, 马勇, 吴毅, 等. 2015. 中国哺乳动物多样性及地理分布. 北京: 科学出版社, 92.
- 蒋志刚, 吴毅, 刘少英, 等. 2021. 中国生物多样性红色名录: 脊椎动物 第一卷 哺乳动物 上册. 北京: 科学出版社, 366–367.
- 刘森, 江廷磊, 施利民, 等. 2008. 无尾蹄蝠的回声定位声波特征及分析. *动物学研究*, 29(1): 95–98.
- 温业新, 黄文几, 黄正一, 等. 1981. 浙江省翼手类初步调查. *兽类学报*, 1(1): 34–38.
- 徐忠鲜, 余文华, 吴毅, 等. 2013. 江西省翼手目一新记录——无尾蹄蝠. *四川动物*, 32(2): 263–265, 268.
- 杨奇森, 夏霖, 冯祚建, 等. 2007. 兽类头骨测量标准 V: 食虫目、翼手目. *动物学杂志*, 42(2): 56–62.
- 岳阳, 胡宜峰, 雷博宇, 等. 2019. 毛翼管鼻蝠性二型特征及其在湖北和浙江的分布新记录. *兽类学报*, 39(2): 142–154.
- 诸葛阳, 顾辉清, 鲍毅新, 等. 1989. 浙江动物志: 兽类. 杭州: 浙江科学技术出版社, 27.