

陕西宝鸡发现喜山鼠耳蝠

裴俊峰 冯慧*

陕西省动物研究所 西安 710032

摘要: 2011年4月和8月及2014年4月在陕西省宝鸡市太白县分别采集到2只、1只和1只共4只蝙蝠个体,标本保存于陕西省动物研究所标本馆(标本编号为TB0001、TB0002、TB0017和TB0042)。其主要形态特征为:体型小,头体长34.59~43.86 mm ($n=4$);耳较小,黑色;耳前缘近凸圆,耳后缘在基部有一浅的缺刻;耳屏细长,约为耳长的一半;后足不及胫长的一半;背部毛基黑色,毛尖为赤褐色;腹部毛基为黑色,毛尖为灰褐色;翼膜起始于后足外趾的基部。以上特征均与喜山鼠耳蝠 *moupinensis* 亚种 (*Myotis muricola moupinensis*) 相符。结合线粒体 Cyt *b* 基因序列,构建其系统发生关系,与基因库中宽吻蝠属未定种 (*Submyotodon* sp.) 序列聚为较高支持度的一支。综合形态与系统发育证据,参考目前最新的中国兽类物种分类和分布信息,将采集到的标本初步鉴定为喜山鼠耳蝠 *moupinensis* 亚种,此次发现是陕西省境内该物种的首次记录,拓展了对其在我国分布范围的认识。

关键词: 喜山鼠耳蝠;翼手目;分布新记录;陕西省

中图分类号: Q959 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2024) 01-103-12

Myotis muricola moupinensis Found in Baoji, Shaanxi Province

PEI Jun-Feng FENG Hui*

Shaanxi Institute of Zoology, Xi'an 710032, China

Abstract: Four specimens belonging to the subfamily Myotinae were collected from two dwellings (33°43'41" N, 107°25'13" E, 1 030 m; 33°43'04" N, 107°23'59" E, 1 007 m) in Qinling Mountain, Taibai County, Baoji City, Shaanxi Province in 2011 and 2014, which were preliminarily identified as *Myotis muricola moupinensis*, and are kept in the Shaanxi Institute of Zoology. In this study, the morphological characteristics of the collected specimens were compared and analyzed with reported data of *M. muricola*, and we identify their species based on the phylogeny of mitochondrial cytochrome *b* gene sequence, combined with the homologous sequences of 25 bat species obtained from the NCBI database (Table 1). The morphological characteristics are consistent with the original description of *M. m. moupinensis* by Milne-Edwards (1868-1874) and the redescription by Allen (1938). All specimens are small-sized (length of head and body between 34.59 mm and 43.86 mm, $n=4$). The ears are small and black; the anterior edge of the ear is nearly convex, and the posterior edge of the ear has a shallow notch under the apex. The tragus is slender, about half

基金项目 陕西省科学院科技计划研究项目 (No. 2021k-3), 国家公园补助资金项目 (No. ZX2020-09-43);

* 通讯作者, E-mail: fenghui84@126.com;

第一作者简介 裴俊峰, 男, 助理研究员; 研究方向: 兽类分类学与生态学; E-mail: angelkisspjf@163.com.

收稿日期: 2023-03-06, 修回日期: 2023-09-09 DOI: 10.13859/j.cjz.202423039

the length of the ear. The feet are small, less than half the length of the tibiae. The hairs on the dorsal surface have dark brown bases and the tips are flecked with russet brown. The ventral hairs have black bases and ochraceous brown tips. The wing membranes are attached to the distal end of the outer metatarsal of the feet. All morphological measurements were in accord with those from *M. m. moupinensis*. In addition, based on the mtDNA Cyt *b* gene of 26 bat species, these individuals clustered with *Submyotodon* sp. and combined into a monophyletic clade in the phylogenetic tree, with a closer genetic distance to *S.* sp. than to any other species (Fig. 3). The minimum genetic distance was 0.7% between the collected samples and *S.* sp., the genetic distance between the collected samples and *S. caliginosus* is 9.5%, and the maximum genetic distance between the collected samples and *M. cf. browni* is 21.7% (Appendix 1). In summary, based on the morphological and phylogenetic evidence and the latest information on the classification and distribution of mammal species in China, the species collected in Qinlin Mountain in Shaanxi Province are preliminarily identified to be *M. muricola moupinensis*, which is the new record of Shaanxi Province.

Key words: *Myotis muricola moupinensis*; Chiroptera; Distribution of new record; Shaanxi Province

蝙蝠科 (Vespertilionidae) 目前约有 51 属 485 种, 是翼手目 (Chiroptera) 中种类最多的一科, 并且在全世界广泛分布 (Simmons 2005, Taylor et al. 2019)。该科的大多数种类都具有鼻吻正常、体型非常小的特征, 尤其是鼠耳蝠属 (*Myotis*) 和伏翼属 (*Pipistrellus*) 中的部分种类形态特征比较接近, 利用传统的形态学研究方法不容易进行区分, 导致目前在分类地位上还存在争议 (Bates et al. 1997, 王应祥 2003, Simmons 2005, Smith 等 2009)。随着 DNA 分析技术的广泛应用, 以及超声波、染色体等方面技术的综合运用, 为传统形态学研究方法难以区分的物种提供了鉴别的解决途径 (Baker et al. 2006, Ruedi et al. 2013, Csorba et al. 2014, Ruedi et al. 2015, 党飞红等 2017)。

2011 年 4 月 15 日在位于秦岭南坡的陕西省宝鸡市太白县黄柏塬镇二郎坝村一户民房屋檐下 (33°43'41" N, 107°25'13" E, 海拔 1 030 m) 捕获 2 只蝙蝠个体 (标本编号分别为 TB0001 和 TB0002), 后于 8 月 21 日再次在此采集 1 只蝙蝠 (标本编号为 TB0017), 2014 年 4 月 15 日在同一地点另一民房 (33°43'04" N, 107°23'59" E, 海拔 1 007 m) 捕捉 1 只蝙蝠 (标本编号为 TB0042)。综合形态特征鉴别与分子

系统发育关系分析, 将上述在陕西采集到的标本初步鉴定为喜山鼠耳蝠 *moupinensis* 亚种 (*Myotis muricola moupinensis*), 为该物种在陕西省首次被发现, 标本保存于陕西省动物研究所标本馆。

1 研究方法

1.1 形态学数据测量

将采集的标本带回室内, 经麻醉处死后用电子天平 (I2000, 中国广东, 量程 0 ~ 500 g, 精确到 0.01 g) 称重, 用电子数显游标卡尺 (哈尔滨量具刃具集团有限公司, 量程 0 ~ 150 mm, 精确到 0.01 mm) 测量外形和头骨 (Bates et al. 1997, 杨奇森等 2005, 2007)。外形测量参数包括 13 项, 分别是头体长、前臂长、尾长、耳长、胫骨长、后足长、距长、第二掌骨长、第三掌骨长、第三掌骨第一指节长、第三掌骨第二指节长、第四掌骨长和第五掌骨长。头骨测量参数包括 16 项, 分别是颅全长、颅基长、犬-髁长、颧宽、吻宽、乳突外宽、脑颅最大宽、眶间宽、腭长、上齿列长、上颌犬齿-臼齿列长、上颌犬齿外宽、上第三臼齿间宽、下齿列长、下犬-臼齿列长和下颌长。

1.2 分子鉴定

DNA 提取采用 Promega 公司的动物组织

DNA 提取试剂盒,按照试剂盒使用手册提取样品肌肉组织基因组 DNA。并进行 Cyt *b* 基因 PCR 扩增。扩增 Cyt *b* 引物序列为, M1 5'-TAG AAT CTC AGC TTT GGG TGT TG-3', M2 5'-AAA CCC AAT CCC CCA TAA ATA GG-3' (Stadelmann et al. 2007), 引物由生工生物工程(上海)股份有限公司合成。Taq 酶、dNTP、10 × PCR Buffer 购自北京鼎国昌盛生物技术有限责任公司。PCR 扩增体系为 25 μl: 2 × Taq PCR Master Mix 12.5 μl (上海生工生物工程公司), 10 μmol/L 的引物各 1 μl, 5 mg/L DNA 模板 1 μl, 双蒸水 9.5 μl。扩增条件为: 94 °C 预

变性 5 min; 94 °C 变性 30 s, 50 °C 退火 45 s, 72 °C 延伸 1 min, 循环 35 次; 最后 72 °C 延伸 10 min, 4 °C 保存备用。将 PCR 扩增产物用 1.0% 琼脂糖凝胶电泳检测后, 送至上海英骏生物技术有限公司进行双向测序。

利用 Chromas 软件对测序结果图谱进行验证。从 GenBank 数据库中下载 25 个蝙蝠物种的 Cyt *b* 基因序列(表 1), 选择大耳菊头蝠 (*Rhinolophus macrotis*) 和大蹄蝠 (*Hipposideros armiger*) 作为外群, 利用 BEAST 1.8 软件 (Posada et al. 1998) 构建贝叶斯系统进化树, 选用 GTR + I + G 模型, 以 4

表 1 构建系统进化树的 26 个蝙蝠物种信息

Table 1 List of the 26 species used to reconstruct the phylogeny of bats

物种 Species	物种来源 Locality	Cyt <i>b</i> 基因 GenBank 号 Cyt <i>b</i> gene GenBank accession number
加州鼠耳蝠 <i>Myotis californicus</i>	墨西哥 Mexico	MF143469
东亚水鼠耳蝠 <i>M. petax</i>	俄罗斯 Russia	KT199100
大趾鼠耳蝠 <i>M. macrodactylus</i>	日本 Japan	KF440685
喜山鼠耳蝠 <i>M. muricola</i>	越南 Vietnam	KT213444
喜山鼠耳蝠疑似种 <i>M. cf. browni</i>	菲律宾 Philippines	AF376859
西南鼠耳蝠 <i>M. altarium</i>	中国广东 Guangdong, China	EF553530
高频鼠耳蝠 <i>M. siligorensis</i>	中国广东 Guangdong, China	FJ215679
狭耳鼠耳蝠 <i>M. blythii ancilla</i>	中国浙江 Zhejiang, China	AM284170
布氏鼠耳蝠 <i>M. brandtii</i>	俄罗斯 Russia	AM261886
中华鼠耳蝠 <i>M. chinensis</i>	中国广东 Guangdong, China	AB106588
大卫鼠耳蝠 <i>M. davidii</i>	中国广西 Guangxi, China	KF312516
毛腿鼠耳蝠 <i>M. fimbriatus</i>	中国台湾 Taiwan, China	KF312497
金黄鼠耳蝠 <i>M. formosus</i>	中国江西 Jiangxi, China	EF555233
霍氏鼠耳蝠 <i>M. horsfieldii</i>	马来西亚 Malaysia	AF376851
伊氏鼠耳蝠 <i>M. ikonnikovi</i>	日本 Japan	AB106594
华南水鼠耳蝠 <i>M. lamiger</i>	中国台湾 Taiwan, China	KF312532
长指鼠耳蝠 <i>M. longipes</i>	中国重庆 Chongqing, China	KF312512
大足鼠耳蝠 <i>M. pilosus</i>	中国广东 Guangdong, China	AB106608
渡濑氏鼠耳蝠 <i>M. rufoniger</i>	中国吉林 Jilin, China	EF555235
大耳菊头蝠 <i>Rhinolophus macrotis</i>	中国江西 Jiangxi, China	EU075212
大蹄蝠 <i>Hipposideros armiger</i>	中国福建 Fujian, China	JX849197
宽吻鼠耳蝠 <i>Submyotodon latirostris</i>	中国台湾 Taiwan, China	KP187906
宽吻蝠属未定种 <i>S. sp.</i>	中国 China	KF312535
川西宽吻鼠耳蝠 <i>S. moupinensis</i>	中国云南 Yunnan, China	MW054895
喜马拉雅宽吻鼠耳蝠 <i>S. caliginosus</i>	印度 India	MW054885
本研究样品 This study sample	中国陕西 Shaanxi, China	MZ435948

条马尔可夫链搜寻较佳机率值的树形图，进行 5×10^6 代运算，每 1 000 代抽样一次，舍弃前 25% 的后验概率树。利用建好的进化树，按照哺乳动物 mtDNA 每百万年 2.0% 的进化速率计算分化时间。利用 MEGA 7.0，基于 Kimura 2-parameter (K2P) 模型 (Tamura et al. 2011) 计算蝙蝠物种间遗传距离。

2 结果

2.1 外部形态

体型小，前臂长 31.57 ~ 37.39 mm。鼻吻部黑色，上唇边缘有发达的毛发，眼睛隐藏在绒毛下。耳较小，黑色；耳前缘近凸圆；耳后缘在基部有一浅的缺刻。耳屏细长，约为耳长的一半。后足较小，不及胫长的一半。毛被柔软而厚；背部毛基黑色，毛尖为赤褐色；腹部毛基为黑色，毛尖为灰褐色。翼膜为均匀的黑褐色，无绒毛覆盖；翼膜起始于后足外趾的基

部。股间膜也是黑色，靠近躯干与胫部的背面均具短毛 (图 1)。

2.2 头骨特征

犬-髁长 11.01 ~ 12.38 mm。脑颅呈球状，鼻吻部略上翘。在前鼻孔的后缘和额骨的中线，吻突有轻微的凹陷。矢状嵴不明显；仅见与后侧的人字嵴交汇。枕骨稍凸，形成头骨的后部。颧弓短而纤细；颧宽大于脑颅宽。

齿式为 $2.1.3.3/3.1.3.3 = 38$ 。上颌犬齿-臼齿列长 (C-M³) 4.25 ~ 5.25 mm。上颌第一门齿 (I²) 具双尖，附尖的高度约为主尖的一半或更小。上颌第二门齿 (I³) 的外侧齿尖大于附尖。上颌犬齿比第三前臼齿 (PM⁴) 稍高，两齿间稍有间隙。上颌第一前臼齿 (PM²) 和第二前臼齿 (PM³) 均退化，PM³ 的齿冠面积是 PM² 的 1/2 ~ 2/3。PM³ 有时位于齿列内侧；PM² 与 PM⁴ 不相连。上颌第一臼齿 (M¹) 和第二臼齿 (M²) 的齿冠面积基本相等；第三臼齿 (M³)



图 1 喜山鼠耳蝠 *moupinensis* 亚种外形特征

Fig. 1 The external morphology of *Myotis muricola moupinensis*

a. 身体腹面; b. 耳部及耳屏; c. 腹部毛色; d. 背部毛色。a. Ventral view of body; b. The ear and tragus; c. Ventral fur; d. Dorsal fur.

的齿冠面积约为 M^2 的 $2/3$ 。下颌第一门齿 (I_1) 具三尖；第二门齿 (I_2) 也具三尖，但有非常小的附尖。下颌第三门齿 (I_3) 非常粗壮，有 4 个明显的尖。下颌第二前臼齿 (PM_3) 被挤压在齿列内，它的齿冠面积是第一前臼齿 (PM_2) 的 $2/3$ (图 2)。

2.3 Cyt b 基因序列建树结果

标本 TB0042 的 DNA 经过扩增、测序和比对后，成功得到 1 140 bp mtDNA Cyt b 序列，与 25 种蝙蝠 Cyt b 序列基于贝叶斯推理法构建系统发生树和分子钟图 (图 3)。从图中可以看到，本研究样品与采集自中国 Bangfanzi 的宽吻蝠属未定种 (*Submyotodon* sp.) 聚为一支，然后与采集自印度的喜马拉雅宽吻鼠耳蝠 (*S. caliginosus*) 和采集自中国台湾的宽吻鼠耳蝠 (*S. latirostris*) 聚在一起，最后与采自云南的川西宽吻鼠耳蝠 (*S. moupinensis*) 聚在一起。根据分子钟的计算，上述 4 种蝙蝠与鼠耳蝠属

其他物种在 2 600 万年前就开始出现分化，宽吻鼠耳蝠与本研究样品和宽吻蝠属未定种在 600 万年前出现分歧。

2.4 蝙蝠物种间遗传距离

本研究样品与宽吻蝠属未定种的遗传距离最小，为 0.7%，与喜马拉雅宽吻鼠耳蝠的遗传距离为 9.5%，与川西宽吻鼠耳蝠的遗传距离为 13.6%，与喜山鼠耳蝠疑似种 (*M. cf. browni*) 的遗传距离最大，为 21.7% (附录 1)。

3 讨论

喜山鼠耳蝠隶属于翼手目蝙蝠科 (Vespertilionidae) 鼠耳蝠亚科 (Myotinae) 鼠耳蝠属，在中国主要分布于四川、福建、云南、西藏、江西、广东和台湾 (Allen 1938, 王应祥 2003, Smith 等 2009, 吴毅等 2017)，国外分布于尼泊尔、阿富汗、不丹、文莱、柬埔寨、印度北部、缅甸、越南、马来西亚、印度尼西亚

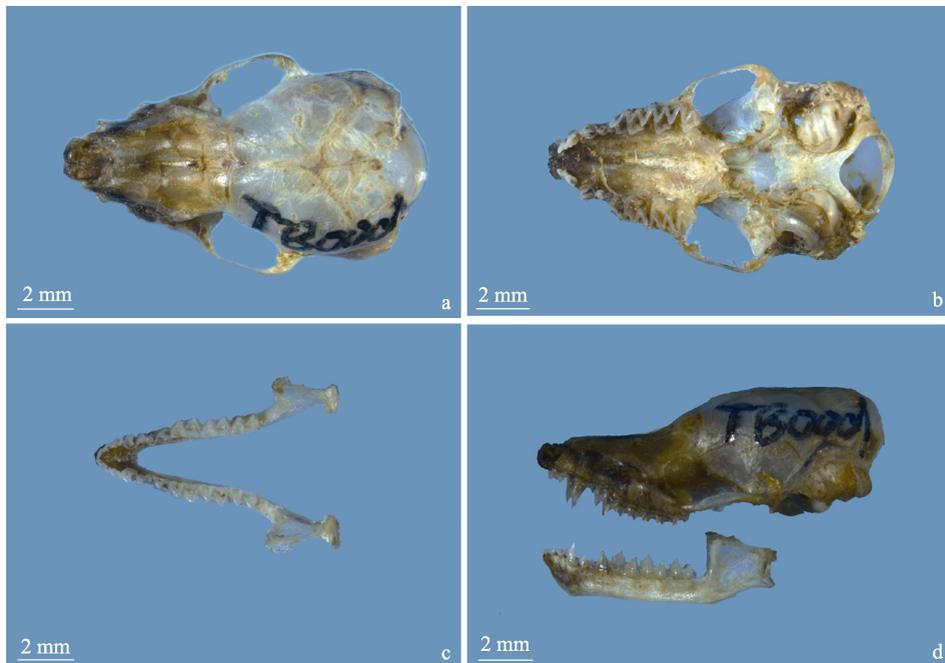


图 2 喜山鼠耳蝠 *moupinensis* 亚种头骨特征

Fig. 2 Skull characteristics of *Myotis muricola moupinensis*

a. 上颌背面观；b. 上颌腹面观；c. 下颌腹面观；d. 头骨侧面观。

a. Dorsal view of cranium; b. Ventral view of cranium; c. Ventral view of mandible; d. Lateral view of cranium and mandible.

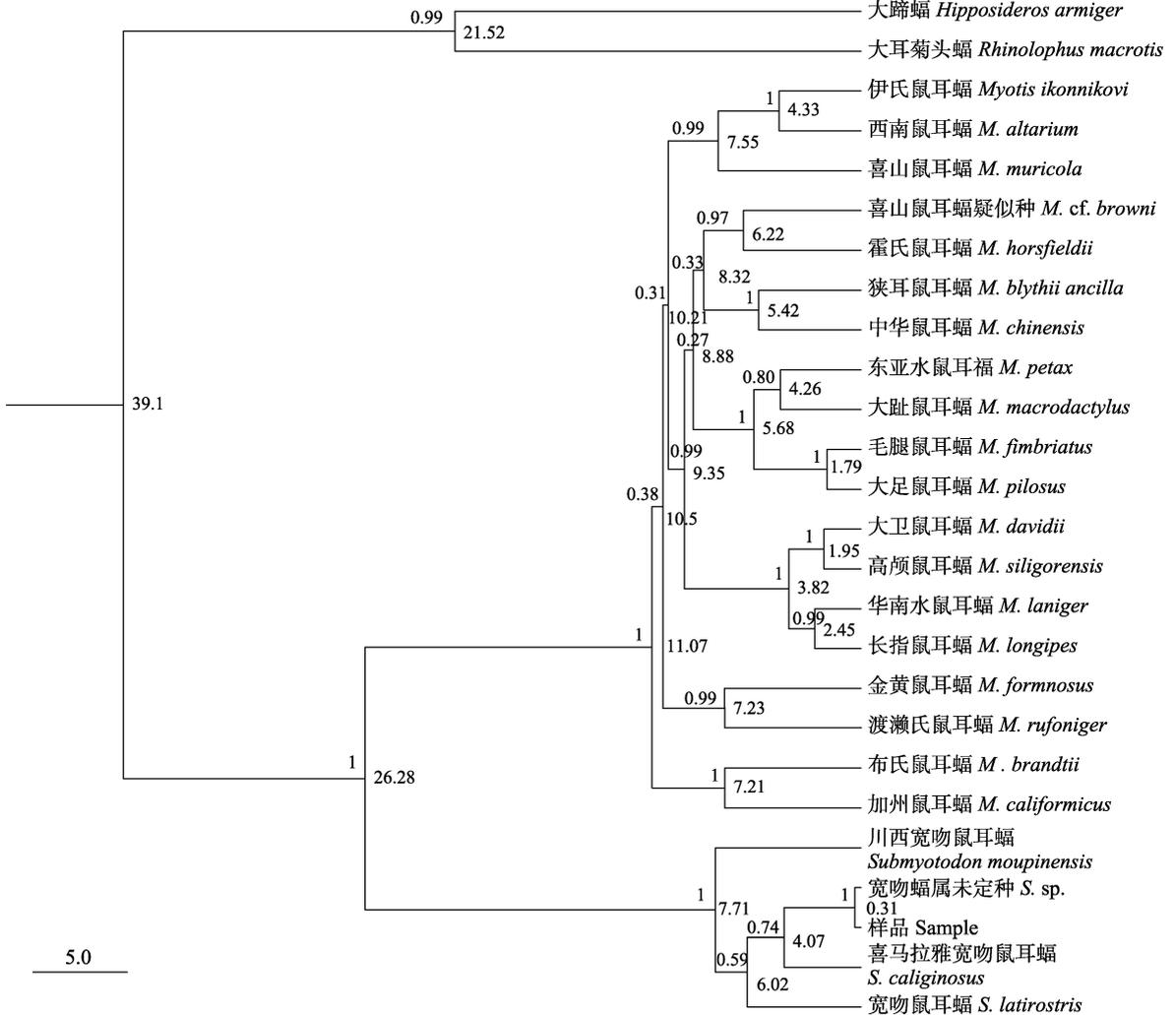


图 3 基于 *Cyt b* 基因序列构建的 26 种蝙蝠的贝叶斯系统发生树

Fig. 3 The Bayesian inference tree of 26 bat species based on mtDNA *Cyt b* gene sequences

“样品”为本研究样本序列，各分支上面的数字表示置信度，各节点后面的数字表示分歧时间，为该节点物种的分歧年代（百万年），标尺单位为百万年。

The “Sample” indicates sequence from Shaanxi Province. The values on the tree are posterior probability. The values behind the node are node ages, representing the divergence age of the species at that node. The scale indicates the millions of years.

亚、新几内亚、菲律宾、新加坡、泰国和老挝 (Bates et al. 1997, Simmons 2005, 蒋志刚等 2015, 魏辅文 2022)。喜山鼠耳蝠目前有 7 个亚种 (Simmons 2005)，其中有 3 个亚种在中国分布，分别为 *caliginosus* 亚种 (*M. m. caliginosus*)、*latirostris* 亚种 (*M. m. latirostris*) 和 *moupinensis* 亚种 (*M. m. moupinensis*) (Smith 等 2009)。王应祥 (2003) 列出西藏和云南的亚种 *M. m.*

blanfordi，但 *blanfordi* 是 *M. m. caliginosus* 的同物异名；也列出中国台湾的 *M. m. orii*，但 *orii* 是 *M. m. latirostris* 的同物异名，而把 *latirostris* 列为独立种 (Hill 1983, 王应祥 2003, Simmons 2005, Smith 等 2009)。魏辅文 (2022) 认为，喜山鼠耳蝠在全世界有 3 个亚种，其中 *caliginosus* 亚种和 *moupinensis* 亚种在中国有分布。许多学者认为这个广泛分布的物种可能是

复合种 (Smith 等 2009, Ruedi et al. 2013)。

有学者建议恢复喜山鼠耳蝠 *M. m. latirostris* 亚种独立性, 即宽吻鼠耳蝠 (*M. latirostris*) (Ruedi et al. 2013)。最新的研究发现, 宽吻鼠耳蝠仅与喜山鼠耳蝠 *moupinensis* 亚种和 *caliginosus* 亚种有着相似的颅骨性状和牙齿特征, 与其他亚种差异非常大, 建议归为 *latirostris* 系谱 (Menu et al. 1971, Ruedi et al. 2013)。同时分子研究也显示, *latirostris* 系谱与其他的鼠耳蝠遗传差异较大, 应属于鼠耳蝠亚科 (Myotinae) 辐射中的一个独特属 (Stadelmann et al. 2007, Lack et al. 2010, Ruedi et al. 2013, 2015); 从古生物学角度研究发现, *latirostris* 系谱的 3 个物种形态符合上-中新世宽吻蝠属 (*Submyotodon*) 的形态描述, 因此有学者建议将宽吻鼠耳蝠划归至宽吻蝠属中, 即宽吻鼠耳蝠 (*S. latirostris*) (Ziegler 2003, Ruedi et al. 2015)。这与本研究的结果一致, 宽吻鼠耳蝠、宽吻蝠属未定种 (*S. sp.*) 和本研究样品与鼠耳蝠属其他种从 2 600 万年前的上-中新世阶段就产生分歧。随后, Ruedi 等 (2021) 使用分子生物学手段对亚洲喜马拉雅山区的鼠耳蝠属物种进行了整理, 并将产自印度的喜山鼠耳蝠 *caliginosus* 亚种提升为独立物种喜马拉雅宽吻鼠耳蝠 (*S. caliginosus*)。

喜山鼠耳蝠 *moupinensis* 亚种的模式产地为四川省雅安市宝兴县穆坪镇 (Milne-Edwards 1868-1874); Allen (1938) 检视了来自中国的 3 号标本 (福建省福州市 1 号, 云南省丽江市 2 号), 保守地将这些标本视为喜山鼠耳蝠 *moupinensis* 亚种。从外形测量数据进行比较, 陕西标本头体长略小于喜山鼠耳蝠 *caliginosus* 亚种 (Bates et al. 1997); 前臂长略大于印度尼西亚的标本 (*M. cf. browni*) (Hill 1983); 与中国台湾的标本相比, 陕西标本除头体长和前臂长略大, 其他测量数据均略小 (Ruedi et al. 2015)。从头骨特征比较, 陕西标本略小于 *caliginosus* 亚种的测量数据, 但与 *moupinensis* 亚种和中国台湾的标本测量数据接近 (Matveev

2005, 附录 2)。综上所述, 本研究采得的陕西标本从形态学特征与度量指标上, 均与 Milne-Edwards (1868-1874) 对喜山鼠耳蝠 *moupinensis* 亚种原始描述及 Allen (1938) 的再描述相符。

本研究中, 陕西秦岭山区采集到的样品在系统发生树中与 GenBank 中的宽吻蝠属未定种 (Ruedi et al. 2015) 最先聚为一支, 它们之间的遗传距离仅为 0.7%; 紧接着与喜马拉雅宽吻鼠耳蝠 (*S. caliginosus*) 聚为一支, 遗传距离为 9.5%。对于蝙蝠而言, 同一种群内 Cyt *b* 基因的变化范围为 0.2% ~ 3.8%, 同一物种内的变化范围为 0% ~ 5.9%, 在同属物种间的变化范围为 4.8% ~ 18.7% (Bradley et al. 2001, Baker et al. 2006), 因此, 本研究样品与宽吻蝠属未定种为同一物种。宽吻蝠属未定种发现者最初将其认定为喜山鼠耳蝠未定种 (*Myotis sp.*) (Ruedi et al. 2013), 之后将其新划分至宽吻蝠属 (Ruedi et al. 2015)。Ruedi 等 (2021) 将在云南西双版纳采集的 1 号标本 (标本编号为 HNHM 26564) 鉴定为川西宽吻鼠耳蝠 (*S. moupinensis*), 同时将宽吻蝠属未定种 (Ruedi et al. 2015) 鉴定为川西宽吻鼠耳蝠疑似种 (*S. cf. moupinensis*), 但未提供具体的鉴定方法和依据。本研究样品与川西宽吻鼠耳蝠的遗传距离为 13.6%, 达到了种间差异。因此, 综合形态特征鉴别与系统发育关系分析, 参考魏辅文 (2022) 对中国兽类物种分类和分布信息的系统整理, 将本次在陕西采集到的标本初步鉴定为喜山鼠耳蝠 *moupinensis* 亚种, 将来可扩大标本采集数量和范围, 对该物种的分类地位进行深入研究。

迄今为止, 喜山鼠耳蝠 *moupinensis* 亚种仅在中国大陆发现, 其分布区可能包括四川 (雅安市宝兴县和康定市)、福建 (福州市)、云南 (丽江市)、江西 (九江市) 和广东 (韶关市乳源县) (Allen 1938, 王应祥 2003, Smith 等 2009, 吴毅等 2017), 本次在陕西为首次发现, 扩大了其在中国的分布范围记录 (图 4)。

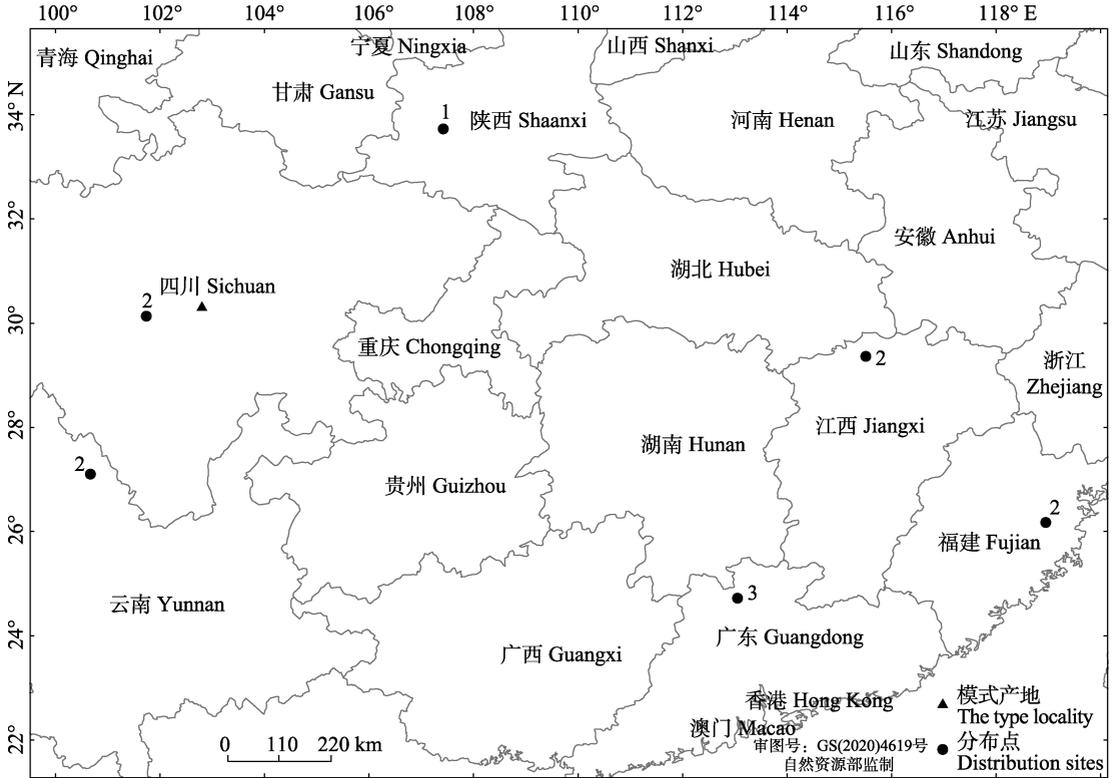


图 4 喜山鼠耳蝠 *moupinensis* 亚种的分布地点

Fig. 4 Distribution of *Myotis muricola moupinensis*

该图基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为 GS(2020)4619 号的标准地图制作，底图无修改。

▲ 喜山鼠耳蝠 *moupinensis* 亚种模式产地四川雅安宝兴县穆坪镇。1. 陕西宝鸡太白（本研究）；2. 四川康定、云南丽江、江西九江、福建福州（Allen 1938）；3. 广东韶关（吴毅等 2017）

The map was based on the standard map service system GS(2020)4619 of the Ministry of Natural Resources, the base map has not been modified.

▲ The type locality of *Myotis muricola moupinensis*: Muping, Baoxing, Yaan, Sichuan. 1. Taibai, Baoji, Shaanxi (This study); 2. Kangding, Sichuan; Lijiang, Yunnan; Jiujiang, Jiangxi; Fuzhou, Fujian (Allen 1938); 3. Shaoguan, Guangdong (Wu et al. 2017)

致谢 感谢陕西省林业局和陕西太白牛尾河自然保护区管理处的工作人员在调查过程中提供的帮助，感谢陕西省动物研究所金学林研究员、吴家炎研究员、张广平、杨超博士、赵青侠博士、王璐等在野外工作以及标本制作和分子鉴定中的帮助。

参 考 文 献

Allen G M. 1938. The Mammals of China and Mongolia, Part 1. New York: The American Museum of Natural History, 221–223.

Baker R J, Bradley R D. 2006. Speciation in mammals and the

genetic species concept. *Journal of Mammalogy*, 87(4): 643–662.

Bates P J J, Harrison D L. 1997. Bats of the Indian Subcontinent. Kent: Harrison Zoological Museum, 125–126.

Bradley R D, Baker R J. 2001. A test of the genetic species concept: cytochrome-*b* sequences and mammals. *Journal of Mammalogy*, 82(4): 960–973.

Csorba G, Chou C H, Ruedi M, et al. 2014. The reds and the yellows: a review of Asian *Chrysopteron* Jentink, 1910 (Chiroptera: Vespertilionidae: *Myotis*). *Journal of Mammalogy*, 95(4): 663–678.

Hill J E. 1983. Bats (Mammalia: Chiroptera) from Indo-Australia.

- Bulletin of the British Museum (Natural History), Zoology Series, 45: 103–208.
- Lack J B, Roehrs Z P, Stanley C E Jr, et al. 2010. Molecular phylogenetics of *Myotis* indicate familial-level divergence for the genus *Cistugo* (Chiroptera). *Journal of Mammalogy*, 91(4): 976–992.
- Matveev V A. 2005. Checklist of Cambodian bats (Chiroptera), with new records and remarks on taxonomy. *Russian Journal of Theriology*, 4(1): 43–62.
- Menu H, Sigé B. 1971. Nyctalodontie et myotodontie, importants caractères de grades évolutifs chez les chiroptères entomophages. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 272: 1735–1738.
- Milne-Edwards M H. 1868-1874. Recherches Pour Servir à l'histoire Naturelle des Mammifères: Comprenant des Considérations sur La Classification de ces Animaux, Genre *Vespertilio*. *Vespertilio moupinensis*, nov. sp. Paris: G. Masson, 253–255.
- Posada D, Crandall K A. 1998. MODELTEST: Testing the model of DNA substitution. *Bioinformatics*, 14(9): 817–818.
- Ruedi M, Csorba G, Lin L K, et al. 2015. Molecular phylogeny and morphological revision of *Myotis* bats (Chiroptera: Vespertilionidae) from Taiwan and adjacent China. *Zootaxa*, 3920(2): 301–342.
- Ruedi M, Saikia U, Thabah A, et al. 2021. Molecular and morphological revision of small Myotinae from the Himalayas shed new light on the poorly known genus *Submyotodon* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Mammalian Biology*, 101(4): 465–480.
- Ruedi M, Stadelmann B, Gager Y, et al. 2013. Molecular phylogenetic reconstructions identify East Asia as the cradle for the evolution of the cosmopolitan genus *Myotis* (Mammalia, Chiroptera). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 69(3): 437–449.
- Simmons N B. 2005. Order Chiroptera // Wislon D E, Reeder D M. *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*. 3rd ed. Washington, Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 512.
- Stadelmann B, Lin L K, Kunz T H, et al. 2007. Molecular phylogeny of New World *Myotis* (Chiroptera, Vespertilionidae) inferred from mitochondrial and nuclear DNA genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 43(1): 32–48.
- Tamura K, Peterson D, Peterson N, et al. 2011. MEGA5: Molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Molecular Biology and Evolution*, 28(10): 2731–2739.
- Taylor M, Tuttle M D. 2019. *Bats: an illustrated guide to all species*. Washington, DC: Ivy Press, 208.
- Ziegler R. 2003. Bats (Chiroptera, Mammalia) from Middle Miocene karstic fissure fillings of Petersbuch near Eichstätt, Southern Franconian Alb (Bavaria). *Geobios*, 36(4): 447–490.
- 党飞红, 余文华, 王晓云, 等. 2017. 中国渡濑氏鼠耳蝠种名订正. *四川动物*, 36(1): 7–13.
- 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, 105.
- Smith A T, 解焱. 2009. 中国兽类野外手册. 长沙: 湖南教育出版社, 346–347.
- 王应祥. 2003. 中国哺乳动物物种和亚种分类名录与分布大全. 北京: 中国林业出版社, 40–41.
- 魏辅文. 2022. 中国兽类分类与分布. 北京: 科学出版社, 353–354.
- 吴毅, 陈子禧, 王晓云, 等. 2017. 哈氏管鼻蝠在广东的新发现及南岭树栖蝙蝠物种多样性. *广州大学学报: 自然科学版*, 16(3): 1–7.
- 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.
- 杨奇森, 夏霖, 马勇, 等. 2005. 兽类头骨测量标准 I: 基本量度. *动物学杂志*, 40(3): 50–56.

附录 1 基于 mtDNA Cyt b 基因计算所得 26 种蝙蝠的种间遗传距离 (%)
Appendix 1 The genetic distance based on mtDNA Cyt b gene of 26 bat species

物种 Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1 本研究样本 This study sample	0.003	0.012	0.014	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.016	0.018	0.017	0.019	0.019	0.018	0.018	0.018	0.018	0.016	0.017	0.018	0.017	0.018	0.018	0.017	0.019	0.021	0.019
2 宽吻蝠属未定种 <i>Submyotodon</i> sp. 0.007	0.011	0.013	0.016	0.017	0.016	0.016	0.016	0.017	0.017	0.019	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.016	0.016	0.016	0.018	0.017	0.017	0.018	0.018	0.016	0.019	0.021	0.019
3 喜马拉雅宽吻蝠 <i>S. caliginosus</i> 0.095 0.087	0.013	0.016	0.018	0.018	0.019	0.020	0.019	0.020	0.019	0.020	0.019	0.020	0.020	0.019	0.017	0.019	0.018	0.017	0.019	0.018	0.017	0.018	0.019	0.019	0.019	0.021	0.021
4 宽吻蝠 <i>S. latirostris</i>	0.119	0.115	0.113	0.015	0.017	0.017	0.017	0.017	0.020	0.019	0.023	0.019	0.018	0.018	0.018	0.016	0.019	0.017	0.019	0.019	0.019	0.019	0.017	0.019	0.021	0.019	0.019
5 川西宽吻蝠 <i>S. moupinensis</i>	0.136	0.127	0.135	0.128	0.019	0.018	0.016	0.018	0.019	0.018	0.021	0.020	0.019	0.020	0.020	0.020	0.018	0.019	0.019	0.021	0.020	0.018	0.019	0.019	0.022	0.020	0.020
6 猴耳鼠蝠 <i>Myotis blythii ancilla</i> 0.171	0.165	0.174	0.161	0.192	0.016	0.015	0.018	0.016	0.016	0.018	0.018	0.017	0.016	0.016	0.017	0.016	0.016	0.017	0.015	0.015	0.016	0.015	0.015	0.015	0.015	0.021	0.020
7 中华鼠蝠 <i>M. chinensis</i>	0.170	0.161	0.184	0.169	0.174	0.139	0.017	0.018	0.017	0.017	0.020	0.018	0.019	0.018	0.016	0.017	0.017	0.017	0.016	0.017	0.018	0.017	0.017	0.016	0.016	0.021	0.020
8 东亚水鼠蝠 <i>M. petax</i>	0.160	0.156	0.177	0.171	0.151	0.133	0.152	0.014	0.014	0.014	0.019	0.016	0.018	0.017	0.017	0.016	0.016	0.016	0.016	0.015	0.016	0.016	0.017	0.016	0.021	0.021	0.021
9 大趾鼠蝠 <i>M. macrodactylus</i>	0.159	0.155	0.184	0.172	0.174	0.167	0.175	0.112	0.015	0.015	0.019	0.017	0.019	0.018	0.018	0.017	0.017	0.017	0.018	0.019	0.019	0.017	0.018	0.018	0.021	0.021	0.021
10 毛腿鼠蝠 <i>M. fimbriatus</i>	0.188	0.180	0.197	0.213	0.194	0.149	0.164	0.116	0.131	0.008	0.016	0.017	0.019	0.017	0.016	0.016	0.017	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.015	0.018	0.018	0.024	0.022
11 大足鼠蝠 <i>M. pilosus</i>	0.173	0.165	0.191	0.201	0.183	0.154	0.169	0.118	0.130	0.044	0.016	0.016	0.019	0.016	0.017	0.015	0.017	0.016	0.016	0.017	0.015	0.018	0.016	0.016	0.022	0.022	0.022
12 喜山鼠蝠疑似种 <i>M. cf. browni</i> 0.217	0.207	0.237	0.248	0.229	0.178	0.194	0.183	0.201	0.174	0.159	0.017	0.020	0.020	0.019	0.018	0.019	0.018	0.019	0.018	0.019	0.019	0.018	0.019	0.019	0.025	0.025	0.025
13 霍氏鼠蝠 <i>M. horsfieldii</i>	0.197	0.193	0.206	0.191	0.197	0.176	0.172	0.148	0.172	0.162	0.160	0.165	0.018	0.018	0.016	0.016	0.019	0.017	0.017	0.018	0.018	0.017	0.018	0.018	0.020	0.022	0.021
14 金黄鼠蝠 <i>M. formosus</i>	0.190	0.190	0.197	0.187	0.191	0.181	0.188	0.176	0.190	0.196	0.186	0.211	0.174	0.018	0.020	0.016	0.018	0.019	0.020	0.019	0.020	0.019	0.018	0.019	0.019	0.023	0.022
15 渡濂氏鼠蝠 <i>M. rufoniger</i>	0.185	0.176	0.201	0.189	0.187	0.178	0.191	0.172	0.184	0.168	0.150	0.209	0.172	0.181	0.017	0.018	0.018	0.018	0.018	0.020	0.018	0.020	0.018	0.019	0.017	0.025	0.025
16 西南鼠蝠 <i>M. alatarium</i>	0.181	0.175	0.186	0.180	0.192	0.156	0.151	0.160	0.179	0.169	0.168	0.189	0.163	0.202	0.175	0.013	0.018	0.017	0.018	0.019	0.017	0.017	0.017	0.018	0.023	0.021	0.021
17 伊氏鼠蝠 <i>M. ikonnikovi</i>	0.171	0.170	0.168	0.168	0.189	0.149	0.166	0.143	0.159	0.155	0.142	0.171	0.145	0.163	0.167	0.109	0.014	0.016	0.015	0.019	0.016	0.015	0.017	0.016	0.017	0.022	0.021
18 喜山鼠蝠 <i>M. muricola</i>	0.164	0.160	0.195	0.199	0.169	0.168	0.160	0.152	0.167	0.168	0.169	0.193	0.188	0.182	0.180	0.167	0.115	0.018	0.017	0.019	0.017	0.016	0.016	0.019	0.023	0.022	0.022
19 高频鼠蝠 <i>M. sifigorensis</i>	0.175	0.170	0.189	0.180	0.180	0.147	0.160	0.142	0.169	0.141	0.141	0.185	0.168	0.199	0.190	0.161	0.148	0.171	0.009	0.013	0.011	0.018	0.015	0.022	0.022	0.022	0.022
20 大卫鼠蝠 <i>M. davidii</i>	0.164	0.161	0.173	0.186	0.184	0.136	0.166	0.133	0.179	0.158	0.145	0.191	0.174	0.203	0.181	0.167	0.140	0.160	0.053	0.012	0.011	0.018	0.016	0.022	0.022	0.022	0.022
21 华南水鼠蝠 <i>M. laniger</i>	0.166	0.162	0.186	0.198	0.204	0.152	0.174	0.160	0.194	0.141	0.152	0.206	0.176	0.199	0.199	0.187	0.178	0.191	0.099	0.091	0.010	0.018	0.018	0.022	0.022	0.022	0.022
22 长指鼠蝠 <i>M. longipes</i>	0.180	0.177	0.198	0.191	0.193	0.148	0.167	0.150	0.173	0.150	0.146	0.177	0.169	0.185	0.184	0.174	0.149	0.158	0.080	0.077	0.067	0.017	0.015	0.021	0.022	0.022	0.022
23 加州鼠蝠 <i>M. californicus</i>	0.156	0.154	0.180	0.159	0.173	0.144	0.168	0.171	0.173	0.180	0.167	0.210	0.178	0.189	0.187	0.160	0.145	0.166	0.176	0.174	0.179	0.162	0.016	0.023	0.021	0.021	0.021
24 布氏鼠蝠 <i>M. brandtii</i>	0.189	0.179	0.196	0.196	0.183	0.153	0.150	0.153	0.179	0.175	0.160	0.189	0.203	0.193	0.176	0.169	0.155	0.180	0.150	0.147	0.167	0.143	0.156	0.023	0.022	0.022	0.022
25 大耳菊头蝠 <i>Rhinolophus macrotis</i> 0.246	0.239	0.231	0.235	0.249	0.233	0.249	0.244	0.244	0.244	0.254	0.248	0.299	0.246	0.250	0.286	0.270	0.256	0.267	0.243	0.243	0.257	0.243	0.256	0.262	0.262	0.262	0.262
26 大蹄蝠 <i>Hipposideros armiger</i> 0.231	0.231	0.249	0.227	0.229	0.254	0.243	0.240	0.253	0.264	0.259	0.264	0.291	0.250	0.259	0.278	0.262	0.252	0.257	0.262	0.242	0.242	0.242	0.249	0.208	0.208	0.208	0.208

下三角为遗传距离，上三角为标准误差。Below diagonal is genetic distance, above diagonal is the standard error (SE).

续附录 2

	本研究样本 This study samples 中国陕西 Shaanxi, China		喜马拉雅耳蝠 <i>moupinensis</i> 亚种 <i>M. m. moupinensis</i> 中国云南 Yunnan, China Allen 1938		宽吻鼠耳蝠 <i>Submyotodon</i> <i>latirostris</i> 中国台湾 Taiwan, China Ruedi et al. 2015		喜马拉雅耳蝠 <i>caliginosus</i> 亚种 <i>M. m. caliginosus</i> 印度、巴基斯坦和尼泊尔 India, Pakistan and Nepal Bates et al. 1997		喜马拉雅耳蝠疑似种 <i>M. cf. browni</i> 印度尼西亚 Indonesia Hill 1983	
	♂	♀	<i>n</i> = 1		<i>n</i> = 5		<i>n</i> = 5		<i>n</i> = 5	
头骨量度 Skull measurements										
颅全长 Greatest length of skull, GLS	12.95 ± 0.67	13.10	13.00	13.20 ± 0.20 (<i>n</i> = 19)	13.30 ± 0.30 (<i>n</i> = 18)	12.30 - 13.00				
颅基长 Condylbasal length, CBL	12.44 ± 0.69	12.37	11.00	12.30 ± 0.30 (<i>n</i> = 19)		11.80 - 12.60				
犬-髁长 Condylcanine length, CCL	11.52 ± 0.62	11.33	8.00	11.60 ± 0.30 (<i>n</i> = 19)	11.70 ± 0.30 (<i>n</i> = 18)	11.20 - 12.00				
颞宽 Zygomatic width, ZW	7.86 ± 0.23	8.02	8.00	7.60 ± 0.30 (<i>n</i> = 17)	7.80 ± 0.40 (<i>n</i> = 8)	7.80 - 8.00 (<i>n</i> = 3)				
吻宽 Rostrum width, RSW	3.48 ± 0.16	3.50								
乳突外宽 Mastoid width, MTW	6.35 ± 0.72	5.41	6.60	6.60 ± 0.10 (<i>n</i> = 19)						
脑颅最大宽 Braincase width, BCW	6.47 ± 0.31	6.40	6.40	6.20 ± 0.20 (<i>n</i> = 19)	6.20 ± 0.10 (<i>n</i> = 21)	5.90 - 6.00				
眶间宽 Interorbital constriction, IOC	3.53 ± 0.15	3.54	6.60	3.40 ± 0.10 (<i>n</i> = 19)	3.30 ± 0.10 (<i>n</i> = 21)	2.80 - 3.00				
腭长 Palatal length, PL	6.21 ± 0.55	6.96	6.00	6.20 ± 0.20 (<i>n</i> = 19)		5.40 - 5.80				
上齿列长 Length of upper tooth row, I ¹ -M ³	5.67 ± 0.37	5.67	6.00	6.20 ± 0.20 (<i>n</i> = 19)						
上颌犬齿-白齿列长 Length from upper canine to upper molars, C ¹ -M ³	4.64 ± 0.44	4.51	4.51	5.10 ± 0.10 (<i>n</i> = 19)	5.00 ± 0.10 (<i>n</i> = 18)					
上颌犬齿外宽 Breadth at the canine alveoli, C ¹ -C ¹	3.01 ± 0.18	2.96	2.96	3.00 ± 0.10 (<i>n</i> = 19)	3.10 ± 0.20 (<i>n</i> = 20)	3.20				
上第三白齿间宽 Crown breadth of molars, M ³ -M ³	5.16 ± 0.22	5.06	5.20	5.20 ± 0.10 (<i>n</i> = 19)	5.20 ± 0.20 (<i>n</i> = 19)	5.10 - 5.40				
下齿列长 Length of lower tooth row, I ₁ -M ₃	6.48 ± 0.38	6.35	6.00	6.50 ± 0.10 (<i>n</i> = 19)						
下犬-白齿列长 Length from below canine to below molars, C ₁ -M ₃	5.01 ± 0.35	4.75	6.00		5.40 ± 0.20 (<i>n</i> = 21)	5.40 - 5.80				
下颌长 Mandibular length, MANL	9.21 ± 0.40	9.15	9.15		9.50 ± 0.30 (<i>n</i> = 18)	8.80 - 9.50				

对 2 个以上个体得到的数据用平均值 ± 标准差或范围表示, 单个个体得到的数据直接表示。

Data from single sample was given directly, data from more than two samples were presented by Mean ± SD or range.