兽类学报，2025，45（2）：251－256
Acta Theriologica Sinica DOI：10. 16829/j. slxb. 150948

山西和河北二省发现阿拉善伏翼

范巧丹　杜建滢　陈煜　王续帆　郭东革　刘森*
（河南师范大学生命科学学院，新乡 453007）

关键词：阿拉善伏翼；回声定位声波；山西；河北；新纪录
中图分类号：Q958. 3　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1000－1050（2025）02－0251－06

Hypsugo alaschanicus found in Shanxi and Hebei provinces, China

FAN Qiaodan, DU Jianying, CHEN Yu, WANG Xufan, GUO Dongge, LIU Sen*
(*College of Life Sciences*, *Henan Normal University*, *Xinxiang* 453007, *China*)

Abstract: In July 2022 and July 2023, two bats were captured using mist nets in Jian Village, Dongguan Town, Qixian County, Jinzhong City, Shanxi Province, and Qianlijia Village, Huoshui Town, Wuan City, Hebei Province, respectively. The external morphology of the samples from Shanxi and Hebei were assessed, echolocation sound waves were recorded, and *Cyt b* sequences were amplified from the wing membrane. Additionally, the skulls of the Shanxi and Hebei specimens were dissected and measured. The fur color of the two specimens exhibited a light hue with a dark brown root. They exhibited darker ears and faces, with the wing membrane originating at the base of the toe, the tail membrane at the ankle joint, and the tail extending beyond the tail membrane by approximately 3 mm. Their forearm lengths are 34. 3 mm and 35. 6 mm, tail lengths are 38. 5 mm and 40. 2 mm, ear lengths are 10. 9 mm and 10. 5 mm, and the greatest length of the skull are 13. 0 mm and 14. 0 mm. External and cranial measurements were consistent with those of *Hypsugo alaschanicus*. Their echolocation calls exhibited frequency modulation (FM) and peak frequencies of 60. 0 kHz and 64. 2 kHz. Analysis of the phylogenetic tree constructed using *Cyt b* gene sequences indicated that the samples from Shanxi and Hebei formed a cluster with *H. alaschanicus*, consistent with the results of morphological characterization. The *H. alaschanicus* specimen from Shanxi represents a new Chiroptera record in the province.
Key words: *Hypsugo alaschanicus*; Echolocation calls; Shanxi; Hebei; New record

阿拉善伏翼先前被列为蝙蝠科 (Vespertilionidae) 伏翼属 (*Pipistrellus*) 萨氏伏翼阿拉善亚种 (*Pipistrellus savii alaschanicus*) (Ellerman and Morrison-Scott, 1951)；后将该种划分为高级伏翼属 (*Hypsugo*) 的单独一个种，即阿拉善伏翼 (*Hypsugo alaschanicus*) (Simmons, 2005; Smith 和解焱，2009；魏辅文等，2022)。该种在国内主要分布在黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、甘肃、宁夏、四川、河南、安徽、山东、河北、北京；国外主要分布在蒙古国、俄罗斯和朝鲜 (陈卫等，2002; Smith 和解焱，2009；魏辅文等，2022)。在最新的世界自然保护联盟红色名录 (IUCN, 2024) 中，阿拉善伏翼被认定为无危 (Least Concern, LC) 等级，其生物学和生态学等相关信息相对匮乏。目前国内的研究主要集中在阿拉善伏翼激进叫声 (罗波，2017) 以及灯光对其回声定位的影响 (高会敏，2023) 等方面。

本研究组分别于山西省晋中市祁县东观镇涧村和河北省武安市活水乡前李家村各捕捉到1只伏翼。经外部形态、头骨参数、声波数据和分子数据比对，鉴定为阿拉善伏翼，其中山西样本为该省翼手目分布的新记录种，进一步扩大了该物种在中国的分布范围，为蝙蝠物种多样性的保护研究及其地理分布特征的探索奠定了基础数据支持。

基金项目：国家科技基础资源调查专项 (2021FY100300，2021FY100301)；国家自然科学基金 (32201265)
作者简介：范巧丹 (1999－)，女，硕士研究生，主要从事动物学研究.
收稿日期：2024-05-13；**接受日期**：2025-01-23
＊ 通讯作者, Corresponding author, E-mail: liusen2021@htu. edu. cn

1 研究方法

1.1 标本采集与形态测量

2022年7月在山西省晋中市祁县东观镇涧村，2023年7月在河北省武安市活水乡前李家村，分别用雾网各捕捉到1只伏翼 (SX2022057, ♂; HEB-2023-006, ♂)。参照杨奇森等 (2007) 的测量方法，利用电子数显卡尺 (量程0 ~ 200 mm，精度0. 01 mm，桂林广陆数字测控有限公司) 对样本进行外部形态测量，剥离头骨并对其进行测量。外部形态测量指标分别为：头体长 (head and body length, HB)、前臂长 (forearm length, FA)、耳长 (ear length, EL)、耳宽 (ear width, EW) 、耳屏长 (tragus length, TRL)、耳屏宽 (tragus width, TW)、后足长 (hind-foot length, HF) 、胫骨长 (tibia length, TIB)、第三掌骨长 (the 3rd metacarpal length, 3mt)、第四掌骨长 (the 4th metacarpal length, 4mt)、第五掌骨长 (the 5th metacarpal length, 5mt)、尾长 (tail length, TL)。头骨测量指标分别为：颅全长 (greatest length of skull, GTL)、枕犬长 (condylo-canine length, CCL)、颧宽 (zygomatic width, ZW)、颅基长 (condylo-base length, CBL)、脑颅宽 (braincase width, BW)、脑颅高 (braincase height, BH)、眶间宽 (interorbital width, IOW)、听泡长 (auditory bullae length, ABL)、下颌长 (mandible length, ML)、上齿列长 (maxillary tooth row length, C^1-M^3 L)、下齿列长 (mandibular tooth row length, C_1-M_3 L)、上犬齿宽 (upper canine width, C^1-C^1 W)、第三上臼齿宽 (maxillary third molar width, M^3-M^3 W)。由于山西和河北样本为同一物种，仅以山西样本 (SX2022057) 为例，展示其外形和头骨照片，并进行特征描述。由于目前仅罗波 (2007) 和近藤憲久等 (2011) 报道过有关阿拉善伏翼外部形态和头骨参数信息，故本研究仅与上述样本进行比较 (表1，表2)。

表1 阿拉善伏翼、萨氏伏翼、普通伏翼、东亚伏翼外部形态比较 (单位：mm)

Table 1 Comparison of external measurements of *Hypsugo alaschanicus*, *Hypsugo savii*, *Pipistrellus pipistrellus* and *Pipistrellus abramus* (Unit: mm)

指标 Index	阿拉善伏翼 *H. alaschanicus*				萨氏伏翼 *H. savii*	普通伏翼 *P. pipistrellus*	东亚伏翼 *P. abramus*
	中国山西 Shanxi, China 本研究 This study (♂, *n* = 1)	中国河北 Hebei, China 本研究 This study (♂, *n* = 1)	中国山东 Shandong, China 罗波, 2017 (17♂4♀, *n* = 21)	日本Japan 近藤憲久等,2011 (♀, *n* = 1)	Smith和解焱,2009	Smith和解焱, 2009	中国广东 Guangdong, China Lazell *et al.* ,2008 (♂, *n* = 1)
头体长 HB	44. 2	47. 9	48. 5	—	47. 0 ~ 60. 0	40. 0 ~ 48. 0	42. 8
前臂长 FA	34. 3	35. 6	34. 9	36. 4	32. 0 ~ 36. 0	30. 0 ~ 32. 0	34. 3
耳长 EL	10. 9	10. 5	13. 3	—	10. 0 ~ 14. 0	10. 0 ~ 12. 0	—
耳宽 EW	6. 7	6. 7	—	—	—	—	—
耳屏长 TRL	6. 9	5. 3	—	—	—	—	—
耳屏宽 TW	2. 1	1. 7	—	—	—	—	—
后足长 HF	7. 9	8. 1	7. 8	—	6. 0 ~ 8. 0	6. 0~7. 0	7. 6
胫骨长 TIB	14. 7	14. 6	—	13. 9	—	—	—
第三掌骨长 3mt	35. 1	35. 9	32. 5	—	—	—	—
第四掌骨长 4mt	32. 5	34. 8	32. 2	—	—	—	—
第五掌骨长 5mt	31. 3	34. 6	30. 6	—	—	—	—
尾长 TL	38. 5	40. 2	35. 5	—	30. 0 ~ 35. 0	29. 0 ~ 35. 0	22. 0

“—”表示缺失此数据

‘—’ indicates that data are absent. HB: Head and body length; FA: Forearm length; EL: Ear length; EW: Ear width; TRL: Tragus length; TW: Tragus width; HF: Hind-foot length; TIB: Tibia length; 3mt: The 3rd metacarpal length; 4mt: The 4th metacarpal length; 5mt: The 5th metacarpal length; TL: Tail length

1.2 回声定位声波录制

将个体单独放在2. 0 m × 2. 3 m × 1. 5 m的蚊帐里对回声定位声波进行录制，采用Ultrasound-Gate超声波采集设备 (UltraSoundGate 116, Avisoft Bioacoustics, Germany) 录制蝙蝠发出的声波并保存。每个样本各选取60个高质量回声定位脉冲，利用声波分析软件 Avisoft SASLab Pro (version 5. 3. 00, Avisoft Bioacoustics) 对录制的回声定位声波进行分析。声波参数的测量基于哈明窗修正的快速傅里叶变换 (Fast Fourier Transform, FFT)，变

表2　阿拉善伏翼、萨氏伏翼、普通伏翼、东亚伏翼头骨数据比较 (单位：mm)

Table 2　Comparison of skull measurements of *Hypsugo alaschanicus*, *Hypsugo savii*, *Pipistrellus pipistrellus* and *Pipistrellus abramus* (Unit：mm)

指标 Index	阿拉善伏翼 *H. alaschanicus*								萨氏伏翼 *H. savii*	普通伏翼 *P. pipistrellus*	东亚伏翼 *P. abramus*
	中国山西 Shanxi, China 本研究 This study (♂, *n*=1)	中国河北 Hebei, China 本研究 This study (♂, *n*=1)	日本 Japan (*n*=6) 近藤憲久等,2011						Smith 和解焱,2009	Smith 和解焱,2009	中国广东 Guangdong, China Lazell *et al.*, 2008 (♂, *n*=1)
			NK0163 (♀, *n*=1)	HA5406 (♂, *n*=1)	M23805 (♀, *n*=1)	M17249-1 (♀, *n*=1)	M17249-2 (♀, *n*=1)	M14147 (♀, *n*=1)			
颅全长 GTL	13.0	14.0	13.8	13.7	13.8	14.0	13.2	—	13.1～14.2	10.5	13.8
枕犬长 CCL	11.5	12.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
颧宽 ZW	8.8	9.0	9.2	8.9	—	9.2	9.2	8.9	8.9～9.3	—	8.5
颅基长 CBL	12.2	13.9	13.5	13.3	13.3	13.6	13.6	13.4	—	—	11.8
脑颅宽 BW	7.5	7.7	7.1	6.1	7.0	7.1	7.7	7.0	—	—	—
脑颅高 BH	5.9	6.3	—	6.3	—	6.0	—	—	—	—	5.5
眶间宽 IOW	4.4	4.3	4.1	4.0	3.9	3.8	3.9	3.8	—	3.3	—
听泡长 ABL	3.4	3.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
下颌长 ML	9.8	10.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
上齿列长 C^1-M^3 L	4.3	5.0	4.8	4.8	5.5	4.8	5.0	5.0	—	3.8	5.5
下齿列长 C_1-M_3 L	5.4	6.0	5.2	5.0	5.1	5.1	5.2	5.2	—	—	5.6
上犬齿宽 C^1-C^1 W	3.9	4.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
第三上臼齿宽 M^3-M^3 W	5.2	5.9	5.7	5.8	5.9	6.1	6.1	6.2	—	—	—

“—”表示缺失此数据

‘—’ indicates that data are absent. GTL: Greatest length of skull; CCL: Condylo-canine length; ZW: Zygomatic width; CBL: Condylo-base length; BW: Braincase width; BH: Braincase height; IOW: Interorbital width; ABL: Auditory bullae length; ML: Mandible length; C^1-M^3 L: Maxillary tooth row length; C_1-M_3 L: Mandibular tooth row length; C^1-C^1 W: Upper canine width; M^3-M^3 W: Maxillary third molar width

换长度采用512，时间重叠率为93.75%，选择频率分辨率为732 Hz，时间分辨率为0.085 3 ms。最后获得持续时间 (duration)、峰频 (peak frequency)、起始频率 (starting frequency)、中间频率 (intermediate frequency)、终止频率 (ending frequency)、最大频率 (maximum frequency)、最小频率 (minimum frequency) 和带宽 (bandwidth，最大频率减去最小频率)。运用Excel计算所选脉冲各个指标，数值以平均值表示。

1.3　分子鉴定

采用动物基因组提取试剂盒 (北京金沙生物科技有限公司) 提取山西样本和河北样本的翼膜组织基因组，采用H15915 (5′-AACTGCAGTCATCTCCGGTTTACAAGAC-3′) 和L14724 (5′-CGAAGCTTGATATGAAAAACCATCGTTG-3′) 引物对扩增*Cyt b*基因，PCR产物由北京擎科生物科技有限公司完成测序。

利用测得的山西样本和河北样本的*Cyt b*基因序列，结合阿拉善伏翼 (NCBI序列号KX467595.1、OR468082.1)、萨氏伏翼 (*Hypsugo savii*，序列号OQ885384.1、OQ885383.1)、东亚伏翼 (*Pipistrellus abramus*，序列号AB085739.2)、普通伏翼 (*Pipistrellus pipistrellus*，序列号LC583791.1、LC583788.1)、狭耳鼠耳蝠 (*Myotis blythii*，序列号OR096800.1)、北京鼠耳蝠 (*Myotis pequinius*，序列号OR096818.1) 的*Cyt b*基因序列构建系统发育树，其中狭耳鼠耳蝠和北京鼠耳蝠作为外群。序列比对后，在Mega 7.0软件上 (Kumar *et al.*, 2016) 选择构树最优模型，并选用最大似然法构建系统发育树，自举重复 (bootstrap replications) 1 000次，计算节点支持度。

2　结果

2.1　外部形态及头骨特征

本研究山西和河北样本均为小体型蝙蝠 (前臂长分别为34.3 mm和35.6 mm) (表1)。两个样本背部毛色为浅棕色；腹部毛色较淡，但毛基部为深棕色；耳和面部颜色较深 (图1a)；耳郭较厚，耳圆宽，呈匙形；耳屏相对狭窄，但不尖；耳屏高于耳高之半 (图1b)；翼的外缘有淡色的边，翼膜起始于趾基部，尾膜起始于踝关节，尾部游离尾膜外约3.0 mm；有萼片状距缘膜 (图1c)。本研究

样本的头骨较小，颅全长分别为13. 0 mm和14. 0 mm (表2)，眶间区上面有弯曲，颧弓略粗，颧骨平滑弯曲，没有突起 (图2a、b)。上门齿大约等高，第三臼齿略小于前两枚臼齿；下颌中，小前臼齿较小，下臼齿后嵴连接下次尖与下内尖 (图2)。

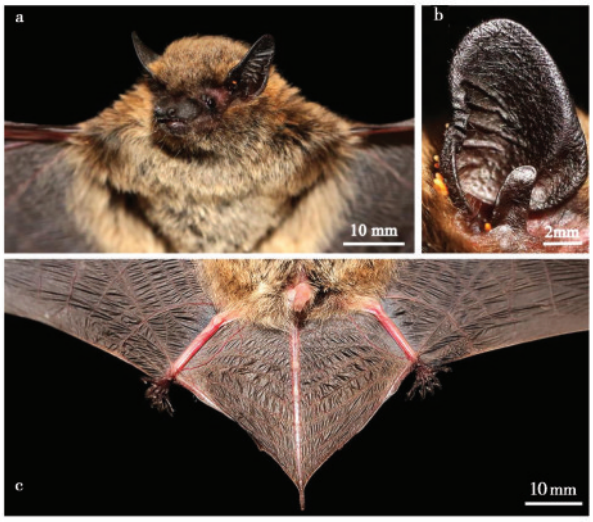

图1 阿拉善伏翼照片 (山西样本，SX2022057). a：头部正面观；b：耳部；c：尾部

Fig. 1 Photos of *Hypsugo alaschanicus* (Shanxi sample, SX2022057). a: Frontal view of head; b: Ear; c: Tail

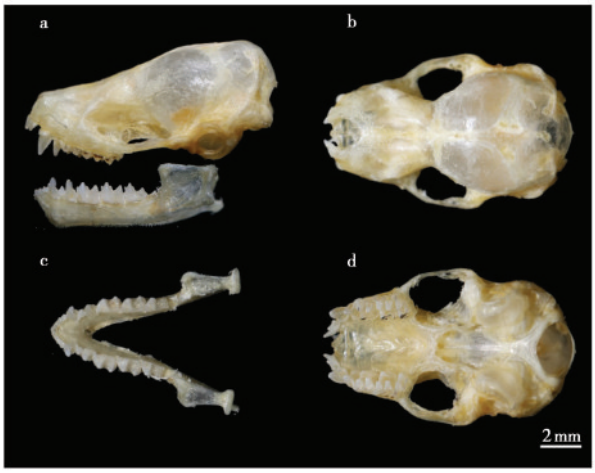

图2 阿拉善伏翼头骨照片 (山西样本，SX2022057). a：头骨侧面观；b：头骨背面观；c：下颌骨正面观；d：头骨腹面观

Fig. 2 Photos of skull of *Hypsugo alaschanicus* (Shanxi sample, SX2022057). a: Lateral view of skull; b: Dorsal view of skull; c: Frontal view of mandible; d: Ventral view of skull

2. 2 回声定位声波特征

山西样本和河北样本的回声定位声波属于调频 (frequency modulated, FM) 型 (图3)。脉冲大多由3个谐波组成 (图3c)，第一谐波能量最高 (图3a)，山西样本的峰频为60. 0 kHz，带宽为21. 9 kHz，脉冲持续时间为1. 3 ms，起始频率为64. 7 kHz，中间频率为58. 0 kHz，终止频率为44. 9 kHz，最大频率为65. 5 kHz，最小频率为43. 7 kHz；河北样本的峰频为64. 2 kHz，带宽为22. 7 kHz，脉冲持续时间为1. 3 ms，起始频率为69. 7 kHz，中间频率为62. 4 kHz，终止频率为47. 1 kHz，最大频率为69. 8 kHz，最小频率为47. 0 kHz。

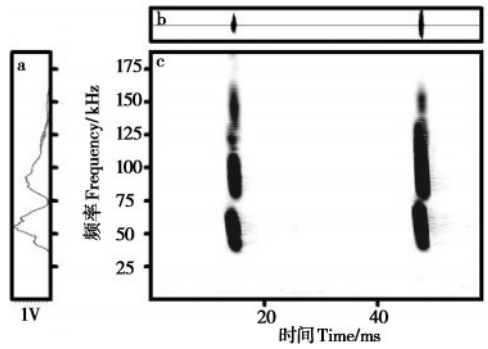

图3 阿拉善伏翼回声定位声波图 (山西样本，SX2022057). a: 能量谱图；b：时域波形图；c: 声谱图

Fig. 3 Echolocation calls of *Hypsugo alaschanicus* (Shanxi sample, SX2022057). a: Power spectra; b: Oscillograms; c: Sonogram

2. 3 分子鉴定

成功扩增了河北样本和山西样本的完整 *Cyt b* 基因序列 (1 140 bp，序列号分别为 PP681415、PP557249)。与阿拉善伏翼、萨氏伏翼、普通伏翼、东亚伏翼、狭耳鼠耳蝠、北京鼠耳蝠的序列进行比对，经人工编辑后，用于分析的 *Cyt b* 基因片段长度为1 140 bp，用最大似然法构建系统发育树，并选取的最优核苷酸模型为GTR + G + I。山西样本的 *Cyt b* 基因序列与河北样本的相似性为98. 25%；山西样本和河北样本的 *Cyt b* 基因序列与阿拉善伏翼相似性分别为99. 47% 和 99. 91%、97. 72% 和98. 16%；山西样本和河北样本与NCBI数据库内萨氏伏翼的相似性分别为88. 96% 和89. 74%、87. 60% 和88. 60%。两个样本 *Cyt b* 的基因序列与阿拉善伏翼相似度高，最大似然树表明山西样本和河北样本与阿拉善伏翼聚为一支 (图4)。

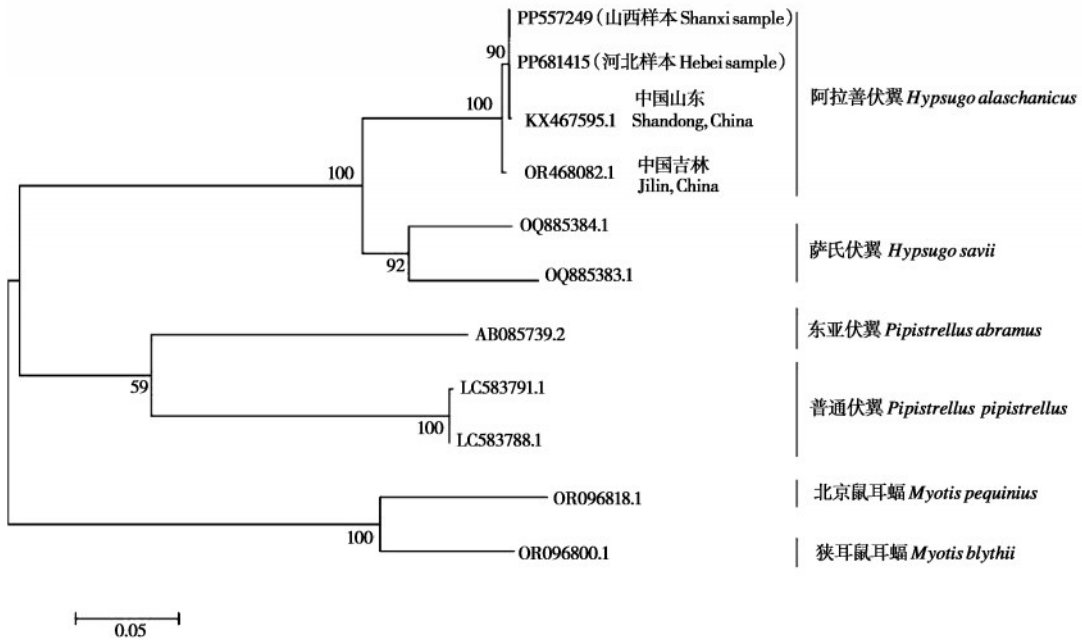

图4　基于 *Cyt b* 基因序列构建的最大似然树

Fig. 4　Maximum-likelihood trees based on the sequences of *Cyt b* genes

3　讨论

阿拉善伏翼和萨氏伏翼均归属于高级伏翼属，而普通伏翼和东亚伏翼则属于伏翼属 (魏辅文等，2022)。然而高级伏翼属和伏翼属之间的差异相对较小，导致两者分类较为困难。莫韵铮等 (2024) 总结了区分两者的主要依据：高级伏翼属的下臼齿后嵴连接下次尖与下内尖 (下次小尖分离)，有萼片状距缘膜；伏翼属的下臼齿后嵴后移，连接下次尖与下次小尖 (下内尖独立)，无萼片状距缘膜。经比对，本研究样本与上述的高级伏翼属特征相吻合。

阿拉善伏翼长时间被视作萨氏伏翼阿拉善亚种，但对比后发现本研究样本与萨氏伏翼有一定的区别，具体表现在毛色和外形特征上：毛色上，萨氏伏翼背毛为深棕色、黑褐色，毛尖灰褐色，腹毛灰褐色；本研究样本背部毛色为浅棕色，腹部毛色较淡，但毛基部为深棕色。在外形上，萨氏伏翼耳略呈三角形，长约 8 ~ 10 mm，耳屏短于耳高之半；本研究样本的耳约呈匙形，长均大于 10 mm，且耳屏高于耳高之半 (胡锦矗和吴毅，1993；Smith 和解焱，2009；张劲硕，2010)。系统发育树上，本研究样本与阿拉善伏翼差异小于 3%，而与萨氏伏翼差异达 10%，进一步表明本研究样本为阿拉善伏翼而非萨氏伏翼。

本研究样本的回声定位声波的峰频分别为 60. 0 kHz 和 64. 2 kHz，这与高会敏 (2023) 研究阿拉善伏翼的峰频 (45. 92 ± 0. 15) kHz 有明显的区别。声波录制条件不同可能是造成这一差异的主要原因。高会敏 (2023) 的研究是在开阔空间飞行时录制的蝙蝠回声定位声波，而本研究则选择在空间相对狭小的帐篷环境中进行录制。这种狭小空间的环境条件可能会对蝙蝠的回声定位行为产生影响，为了适应相对复杂且受限的空间环境，蝙蝠可能会采用更高频率的回声定位声波，以便更精确地探测和定位周围的障碍物和目标 (Schnitzler and Kalko, 2001；刘颖等，2004)。

在生态环境特征上，山西样本所在区域地势平坦，植被以落叶阔叶林为主，且周边未见山洞。相比之下，河北样本则采集于地势复杂，地理位置相对隐蔽的山洞，其植被覆盖以针阔混交林为主。此外，山西样本采集地附近，马铁菊头蝠 (*Rhinolophus nippon*)、奥氏长耳蝠 (*Plecotus ognevi*) 等其他翼手目物种也有分布，而在河北样本的采集区域，同域分布的物种则包括马铁菊头蝠和白腹管鼻蝠 (*Murina leucogaster*) 等。

据记录可知山西省分布的伏翼类蝙蝠有普通伏翼、东亚伏翼 (樊龙锁和刘金焕，1996; Smith 和解焱，2009；蒋志刚等，2015；魏辅文等，2022)，

未有阿拉善伏翼记录。据武明录等 (2006) 统计，河北省的翼手目有 17 种，伏翼类中包括萨氏伏翼和普通伏翼；后 Smith 和解焱 (2009) 增加阿拉善伏翼，蒋志刚等 (2015) 增加东亚伏翼。据此可知山西样本为山西省翼手目分布新记录种，扩大了对该物种分布范围的认知，同时也丰富了翼手目物种资源多样性。

参考文献：

Chen W, Gao W, Fu B Q. 2002. *Beijing Fauna*. Beijing: Beijing Press. (in Chinese).

Ellerman J R, Morrison-Scott T C S. 1951. *Checklist of Palaearctic and Indian Mammals 1758 to 1946.* London: British Museum (Natural History), 170.

Fan L S, Liu J H. 1996. *The Mammal Fauna of Shanxi*. Beijing: China Forestry Publishing House. (in Chinese)

Gao H M. 2023. Effects of artificial light on species diversity of cave-roosting bats. Master thesis. Changchun: Northeast Normal University. (in Chinese)

Hu J C, Wu Y. 1993. New records of bat's three species of *Pipistrelle* in Sichuan Province. *Journal of Sichuan Teachers College* (Natural Science), **14** (3): 236−238. (in Chinese)

IUCN. 2024. The IUCN Red List of Threatened Species. version 2023−1. [2024-4-13]. https://www. iucnredlist. org.

Jiang Z G, Ma Y, Wu Y, Wang Y X, Zhou K Y, Liu S Y, Feng Z J. 2015. *China's Mammal Diversity and Geographic Distribution*. Beijing: Science Press. (in Chinese)

Kumar S, Stecher G, Tamura K. 2016. MEGA7: molecular evolutionary genetics analysis version 7. 0 for bigger datasets. *Molecular Biology and Evolution*, **33** (7): 1870−1874.

Lazell J, Lu W H, Liu S Y, Qing N. 2008. Two species of bats (Mammalia: Chiroptera: Vespertilionidae) newly recorded from Nan Ao Island, Guangdong. *Journal of South China Normal University* (Natural Science Edition), (2): 118−120. (in Chinese)

Luo B. 2017. Evolutionary mechanisms of echolocation and aggressive calls in bats. Ph. D thesis. Changchun: Northeast Normal University. (in Chinese)

Liu Y, Feng J, Chen M, Zhang X C, Li Z X, Zhou J, Zhang S Y. 2004. Difference among echolocation calls of *Miniopterus schreibersii parvipes* during different states. *Acta Theriologica Sinica*, **24** (4): 293−297. (in Chinese)

Mo Y Z, Chen K H, Huang Z F, Cai B, Yong F, Cui P, Wu Y, Wang X Y, Yu W H. 2024. Rediscovery of *Hypsugo cadornae* (Chiroptera: Vespertilionidae) from China: new records in Hunan and Fujian provinces. *Sichuan Journal of Zoology*, **43** (4): 426−433. (in Chinese)

Simmons N B. 2005. Order Chiroptera. In: Wilson D E, Reeder D M eds. *Mammal Species of the World. Third Edition*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

Smith A T, Xie Y. 2009. *A Guide to the Mammals of China*. Changsha: Hunan Education Publishing House, 316−318. (in Chinese)

Schnitzler H U, Kalko E K V. 2001. Echolocation by insect−eating bats: we define four distinct functional groups of bats and find differences in signal structure that correlate with the typical echolocation tasks faced by each group. *Bioscience*, **51** (7): 557−569.

Wu M L, Wang X H, An C L, Zhao J, Fu Y S, Mao F L, Shang X H, Wang Z P. 2006. A resource survey of the mammals of Hebei Province, China. *The Journal of Hebei Forestry Science and Technology*, (2): 20−23. (in Chinese)

Wei F W, Yang Q S, Wu Y, Jiang X L, Liu S Y. 2022. *Taxonomy and Distribution of Mammals in China*. Beijing: Science Press. (in Chinese)

Yang Q S, Xia L, Feng Z J, Ma Y, Quan G Q, Wu Y. 2007. A guide to the measurement of mammal skull V: Insectivora and Chiroptera. *Chinese Journal of Zoology*, **42** (2): 56−62. (in Chinese)

Zhang J S. 2010. The bats (Mammalia: Chiroptera) of China: an integrative approach to the Taxonomy. Ph. D thesis. Beijing: The Chinese Academy of Sciences. (in Chinese)

Lazell J, 卢文华, 刘少英, 庆宁. 2008. 广东省南澳岛 2 种蝙蝠的首次发现及描述. 华南师范大学学报 (自然科学版), (2): 118−120.

Smith A T, 解焱. 2009. 中国兽类野外手册. 长沙: 湖南教育出版社, 316−318.

近藤憲久, 河合久仁子, 村野紀雄. 2011. 北海道札幌市におけるクロオオアブラコウモリ*Hypsugo alaschanicus* (Bobrinskii, 1926) の新たな記録. 哺乳類科学, **51** (1): 39−45.

刘颖, 冯江, 陈敏, 张喜臣, 李振新, 周江, 张树义. 2004. 普通长翼蝠福建亚种不同行为状态下回声定位声波研究. 兽类学报, **24** (4): 293−297.

杨奇森, 夏霖, 冯祚建, 马勇, 全国强, 吴毅. 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.

张劲硕. 2010. 中国蝙蝠 (哺乳纲: 翼手目) 分类的综合研究. 北京: 中国科学院博士学位论文.

陈卫, 高武, 傅必谦. 2002. 北京兽类志. 北京: 北京出版社, 83−88.

武明录, 王秀辉, 安春林, 赵静, 付芸生, 毛富玲, 尚辛亥, 王振鹏. 2006. 河北省兽类资源调查. 河北林业科技, (2): 20−23.

罗波. 2017. 蝙蝠回声定位声波与激进叫声的进化机制研究. 长春: 东北师范大学博士学位论文.

胡锦矗, 吴毅. 1993. 四川伏翼属三种蝙蝠新记录. 四川师范学院学报 (自然科学版), **14** (3): 236−238.

莫韵铮, 陈坤豪, 黄泽锋, 蔡斌, 雍凡, 崔鹏, 吴毅, 王晓云, 余文华. 2024. 卡氏伏翼在中国的再发现: 湖南和福建分布新记录. 四川动物, **43** (4): 426−433.

高会敏. 2023. 灯光对洞栖蝙蝠物种多样性的影响研究. 长春: 东北师范大学硕士学位论文.

蒋志刚, 马勇, 吴毅, 王应祥, 周开亚, 刘少英, 冯祚建. 2015. 中国哺乳动物多样性及地理分布. 北京: 科学出版社, 109−116.

樊龙锁, 刘金焕. 1996. 山西兽类. 北京: 中国林业出版社, 62−80.

魏辅文, 杨奇森, 吴毅, 蒋学龙, 刘少英. 2022. 中国兽类分类与分布. 北京: 科学出版社.