

DOI: 10.5846/stxb201712082210

龚小燕, 黄太福, 吴涛, 张佑祥, 彭清忠, 刘志霄. 西南鼠耳蝠 (*Myotis altarium*) 的栖息生态学研究. 生态学报, 2018, 38(21): - .
Gong X Y, Huang T F, Wu T, Zhang Y X, Peng Q Z, Liu Z X. Investigation into roosting ecology of *Myotis altarium*. Acta Ecologica Sinica, 2018, 38(21): - .

西南鼠耳蝠 (*Myotis altarium*) 的栖息生态学研究

龚小燕, 黄太福, 吴涛, 张佑祥, 彭清忠, 刘志霄*

吉首大学生物资源与环境科学学院, 吉首 416000

摘要:西南鼠耳蝠 (*Myotis altarium*) 是典型的洞栖性蝙蝠, 是我国的准特有种。近年, 在湘西州境内的 13 个溶洞中记录到该蝠 361 只次, 并对其栖点的空间分布、栖息姿势、体温、栖点温度及个体的安全性进行了观测。结果表明: 其栖点主要集中在距离洞口 200 m 的范围之内, 离地面的高度通常在 2—6 m 之间, 约 74% 的个体采用腹部贴壁倒挂的姿势栖息; 体温变化范围在 3.57—20.25℃ 之间, 个体体温均略高于其栖点温度, 但两者之间不存在显著性差异 ($P>0.05$) 而不同月份之间的体温、栖点温度均存在显著性差异 ($P<0.05$); 仅 60.1% 的个体栖息在“安全性高”的栖点, 栖息在“安全性中”和“安全性低”栖点的比例分别达 22.7% 和 17.2%。加强对地方群众的宣传教育, 增强民众对蝙蝠物种、生物多样性及洞穴资源的保护意识, 减少人为因素对洞穴环境和蝙蝠种群的干扰与破坏, 将有助于保护该珍稀物种。

关键词:西南鼠耳蝠 (*Myotis altarium*); 栖息生态学; 洞栖性蝙蝠; 溶洞; 翼手目

Investigation into roosting ecology of *Myotis altarium*

GONG Xiaoyan, HUANG Taifu, WU Tao, ZHANG Youxiang, PENG Qingzhong, LIU Zhixiao*

College of Biology and Environmental Sciences, Jishou University, Jishou 416000, China

Abstract: *Myotis altarium* is a typical cave-dwelling and quasi-endemic bat species (Vespertilionidae Chiroptera) in China. We investigated the roostpoint distribution, roosting behavior, body temperature, roost-site temperature, and the safety of the bats in the karst caves of Xiangxi Tujia and Miao Nationality Autonomous Prefecture, in the Hunan province, in recent years. On the basis of a total of 361 individual-by-times observed, the results indicated that their roost-points were distributed relatively, gathered within a 200 m distance of the cave tunnels from the entrances, and usually 2—6 m from the ground. Approximately 74% individual-by-times took on an upside-down roosting-posture with their abdomens clinging to the cave wall. The range of body temperature in the years was 3.57—20.25℃. Their body temperature was always slightly higher than the temperature of roost-sites, but there were no significant differences between them ($P>0.05$). However, there were significant differences in body temperature and roost-site temperature in different months ($P<0.05$). By a comprehensive evaluation of the roosting safety of these bats, we identified 60.1% individual-by-times as “high safety”, whereas 22.7% and 17.2% were “medium safety” and “low safety”, respectively. To conserve vulnerable species, it would be beneficial to strengthen biodiversity and cave biology education, which can enhance the conservation awareness and practices of bat species and cave resources for local people.

Key Words: *Myotis altarium*; roosting ecology; cave-dwelling bat; karst cave; Chiroptera

基金项目: 国家自然科学基金 (31560130)

收稿日期: 2017-12-08; 网络出版日期: 2018-00-00

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zxliu1965@163.com

溶洞 (Karst cave) 是可溶性岩石中因喀斯特作用所形成的地下空间, 洞内黑暗, 温湿度相对稳定, 是许多翼手目动物栖息、繁育及躲避敌害的适宜场所^[1-2]。

动物的栖息地选择是种群生态学研究的重要内容, 也是近 20 年来研究的热点^[3-8], 对蝙蝠栖息生态学的研究, 是理解蝙蝠种群生物学和生活史的基础。在进化过程中, 蝙蝠需要选择合适的栖息环境以确保个体的生存和种群的繁衍, 而洞穴因其独特的生态环境条件而成为许多蝙蝠优选的自然栖息地, 因此洞栖性蝙蝠对溶洞的选择利用与栖息模式是蝙蝠种群长期进化和物种间长期相互作用的适应性结果, 具有重要的种群生态与进化生物学研究意义。此外, 栖息地的物理特征及其可利用性对蝙蝠个体及种群的诸多方面均有影响, 而适宜栖息地 (suitable habitat) 的缺失或质量恶化可能限制蝙蝠的分布, 导致种群数量下降^[9-10]。

西南鼠耳蝠 (*Myotis altarium*) 又名四川鼠耳蝠或峨眉鼠耳蝠, 隶属于翼手目 (Chiroptera) 蝙蝠科 (Vespertilionidae) 鼠耳蝠属 (*Myotis*), 分布于我国南方, 曾被认为是我国的特有种^[11-13]。尽管其分布可能延伸至泰国及越南^[14-16], 但主要是在我国境内栖息及繁衍, 且数量较为稀少, 因此可认为是我国的准特有种 (Quasi-endemic species)。它们在溶洞中栖息、日眠、冬眠及避敌, 是典型的洞栖性蝙蝠。近年来, 受全球气候变暖及人为因素的影响, 特别是溶洞旅游开发、交通道路修筑、矿产资源开采等人类活动破坏了蝙蝠的栖息环境, 有些个体被迫迁移至更安全或更适宜的溶洞中栖息, 致使种群扩散或分布区呈现扩大的趋势^[17-18]。目前对其研究主要涉及回声定位、飞行、食性、核型等方面^[17, 19-21], 而有关其洞栖习性、对栖点的选择及栖息行为等生态学问题尚缺乏研究报道。鉴于该蝠种具有重要的科学研究及物种保护价值, 且湘西州溶洞众多^[22], 我们利用区域资源特点, 对该蝠的洞栖性特征进行了研究, 旨在丰富翼手类动物栖息生态学的知识, 并有助于开展对该物种及其他蝙蝠的研究与种群的保护实践。

1 研究区域简况与研究方法

1.1 湘西州简况

湘西土家族苗族自治州 (简称湘西州, 109°10'—110°22.5'E, 27°44.5'—29°38'N) 位于武陵山脉东部, 属我国第二阶梯向第三阶梯的过渡地段。处于我国华中、华南、西南三个动物地理区的交汇地带, 以及湘、鄂、渝、黔四省边区, 下辖 7 县 1 市, 总面积约 1.5 万 km²。受多条河流纵横交错多向性流蚀切割的影响, 境内地貌多样, 盆地、洼地、台地、高峰、沟谷、陡坡、悬崖错综复杂, 域内属中亚热带季风湿润性气候, 雨量丰沛, 喀斯特 (karst) 发育良好, 溶洞广布^[22], 适于蝙蝠栖息。

1.2 研究方法

1.2.1 溶洞的类型与物种鉴别

近年, 我们在对湖南小溪国家级自然保护区及湘西州其他区域进行生物资源本底调查的过程中, 注意到不同种的蝙蝠的洞栖习性存在明显的种间差异。基于前期对大菊头蝠栖点选择研究^[23]所积累的经验, 项目组自 2016 年 1 月起在大范围调查的基础上, 选择了交通条件相对方便、分布相对集中的吉首市和古丈县境内的部分溶洞进行了调查, 逐月对该地区较为常见的西南鼠耳蝠的洞栖习性进行观察、测量和记录。调查中, 根据洞道的长度及复杂程度将溶洞分为两类: I 类: 洞道长度在 200 m 之内, 洞道结构相对简单; II 类: 洞道较长, 结构较为复杂, 岔道较多或洞道分层。

野外识别蝙蝠需要经验, 在前期调查的过程中, 结合相关资料, 项目组成员熟悉了在湘西州境内溶洞中栖息的蝙蝠种类, 在调查的溶洞中先后发现了 5 种鼠耳蝠。本文研究的对象西南鼠耳蝠 (*M. altarium*), 体型中等偏小, 被毛黑棕色, 腹毛较淡, 耳相对较长^[2, 12-14, 24-26], 根据这些特征, 可以从这 5 种蝙蝠中清楚地区分出来。

1.2.2 数据采集与分析

利用高性能智能手机的 GPS 功能记录溶洞的地理坐标及海拔, 使用 UT391+激光测距仪 (量程 60 m, 精确度 ±1.5 mm) 测量洞道长度与栖点 (roostpoint 蝙蝠在溶洞中栖挂或栖卧的点位) 高度, 采用标智 GM700 手持式激光测温仪 (测量范围 -50—700°C, 精确度 ±1.5°C) 测量并记录蝙蝠的体温及栖点附近洞壁温度 (栖点温度

roost-site temperature)。测量时,为避免直接触碰到蝙蝠,将测温仪置于离蝙蝠约 2 cm 处通过激光点射测量其体温,在距蝙蝠栖点约 5 cm 处测定栖点温度。

调查发现,不同的溶洞其洞道长度、空间、复杂度、开发利用程度及洞穴周边的自然景观与人文景观都不一样,很难根据具体的量化指标就人类对溶洞的干扰情况予以分级。为此我们根据洞内人为活动的残留痕迹(如废弃物)、溶洞周边植被的长势或破坏情况、与附近村民随机交流及在附近村寨中进行问卷调查等所获得的综合数据分析了人类活动对溶洞及洞内蝙蝠的干扰情况,并将干扰程度划分为三级:“高”(溶洞被强度开发过,洞内及洞口附近人工设施及废弃物较多,经常有人进洞游玩或砸取钟乳石)、“中”(溶洞在路边或村庄附近,洞口周围的植被遭到明显破坏,偶有人进洞活动)、“低”(溶洞位置较为偏僻,洞口周围的植被相对呈自然状态,多年来几乎无人进洞活动)。

进洞观察时,采用强光灯进行全面扫视,观察记录蝙蝠的种类、数量、栖息姿势,集群模式(独处或聚群)及栖点微环境特征。调查期间,我们观察到,有些西南鼠耳蝠个体的栖居位置虽然较低,但隐藏于狭小的石缝间或构造复杂的凹窝内,如果缺乏野外探洞经验,就很难发现它们。根据栖点的隐蔽性及人为因素,我们将栖点的安全性分为 3 级:“安全性高”(栖点位置高,人类难于直接或借助工具伤害蝙蝠,或位置虽较低,但藏得很隐蔽,不易被发现)、“安全性中”(栖点位置较高,利用工具可以较易打击到蝙蝠)、“安全性低”(隐蔽性差,栖息位置低,人类极易接触伤害到蝙蝠)。

调查发现,自然光线射入洞内的最大深度不超过 40 m,并且西南鼠耳蝠冬眠期间多在洞口段栖息,因此我们选择 40 m 作为间距予以洞段划分,共划分为 11 个区段:A(0—40 m)、B(40—80 m)、C(80—120 m)、D(120—160 m)、E(160—200 m)、F(200—240 m)、G(240—280 m)、H(280—320 m)、I(320—360 m)、J(360—400 m)、K(400—440 m)。由于普通人伸手及踮脚时的一般高度为 2 m 左右,在进行蝙蝠栖点高度分布分析时,我们以 2 m 作为高度间距,将蝙蝠栖点的离地高度划分为 7 个区段,其编号分别为:a(0—2 m)、b(2—4 m)、c(4—6 m)、d(6—8 m)、e(8—10 m)、f(10—12 m)、g(12—14 m)。

采用 Excel、SPSS 22.0 软件进行数据分析,利用其中的独立样本 t 检验及单因素 ANOVA 对数据进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 种群数量及分布情况

调查期间,我们在 13 个溶洞中发现有西南鼠耳蝠栖息,其分布海拔介于 248—732 m 之间,共记录到该蝠 361 只次(Individual-by-times, IBT)(表 1),约 88.4% 的只次发现于 II 类溶洞中,而 I 类溶洞中的只次仅占 11.6%。种群数量存在明显的月变化,87% 的只次见于 11 月至次年 3 月(图 1),而 6—8 月在湘西州溶洞中发现的只次很少,仅占 2.2%。期间,未发现西南鼠耳蝠的群聚现象,绝大多数个体都是在洞内分散独栖,仅偶见两只抱对的现象。

2.2 栖点位置与栖息姿势

将西南鼠耳蝠栖点离洞口距离及离地面高度的数据逐月归类处理,结果如图 2、3 所示,可见:该蝠的栖点存在明显的月间变化,不同月份之间栖点离洞口的距离及离地面的高度都存在明显的差异。65.6% 的只次相对集中于离洞口 40—120 m(B、C)的洞段内。63.7% 的只次相对集中于离地面 2—6 m(b、c)的高度。

将西南鼠耳蝠的栖息姿势、栖点位置及个体安全性的数据逐月归类处理,结果表明:74% 的只次采用腹部贴壁倒挂的方式栖息,26% 的只次则呈匍匐状卧栖(图 4);70.9% 的栖点位于洞道的侧壁,29.1% 的栖点位于洞道的顶壁;约 9.4% 的栖点位于石壁或钟乳石的狭缝内,约 24.4% 的栖点位于洞壁上的凹窝内(表 2),其余 66.2% 的栖点位置相对比较暴露,隐蔽性差;约 60.1% 的个体“安全性高”,而“安全性中”和“安全性低”的个体分别占 22.7% 和 17.2%(图 5),在 4—10 月间,西南鼠耳蝠的数量虽少但其安全性总体偏高。

表 1 样洞的基本信息

Table 1 Basic information of sample caves

洞名 Name of cave	行政区 City/County	经纬度 GPS data	海拔/m Altitude	溶洞类型 Cave type	洞道长度/m Cave length	干扰强度 Disturbance	西南鼠耳蝠的数量/(只次) Individual-by-times of <i>M. altarium</i>
堂乐洞	吉首市	28°18'9"N 109°39'2"E	337	II 结构最复杂	2500	夏季高,冬季低 (旅游废弃洞穴)	167
鸡公洞	古丈县	28°35'32"N 110°6'9"E	354	II	1000?	低 (洞内菊头蝠较多)	8
烟家桥大洞	吉首市	28°23'41"N 109°50'11"E	248	II	700?	低	127
70 厂后山洞	吉首市	28°17'43"N 109°37'24"E	536	II	700?	高 (附近有化工厂)	4
到头洞	吉首市	28°25'8"N 109°51'28"E	450	II	540	高 (附近有采石场)	4
烟家桥小洞	吉首市	28°23'41"N 109°50'71"E	249	II	500	低 (洞口小而隐蔽)	5
田马洞	古丈县	28°31'49"N 109°54'4"E	732	II	300	中 (洞口废弃物很多)	4
白虎洞	吉首市	28°25'44"N 109°44'31"E	254	I	180	中	5
黄牛洞	吉首市	28°23'3"N 109°48'11"E	340	I	120	低	12
旧寨坪岩洞	吉首市	28°28'79"N 109°64'88"E	377	I	102	低	8
屋左	吉首市	28°22'58"N 109°48'57"E	342	I	90	中	5
季虎坪岩洞	吉首市	28°23'6"N 109°49'12"E	351	I	70	中	6
猴儿洞	吉首市	28°23'33"N 109°50'44"E	424	I	60	低	6
合计 Total							361

“?”指没有完全走到洞的尽头或人难以再进入

2.3 体温及栖点温度

对西南鼠耳蝠的翼膜、背毛、耳部和鼻部进行温度测量,数据经统计分析发现,所测 4 个部位的温度不存在显著性差异($P>0.05$),且这 4 个部位的温度变化缺乏规律性;全年体温的变化范围为 3.57—20.25℃,体温与栖点温度的平均值分别为 11.70 ± 4.22 ($n=113$), 10.35 ± 4.14 ($n=113$)。此外,个体间的体温、栖点温度在同一月份不存在显著性差异($P>0.05$),但不同月份之间则存在显著性差异($P<0.05$),且每月的栖点温度均稍低于个体体温。对个体的体温(Y)及栖点温度(X)进行线性分析,结果显示:两者之间是线性正相关,关系式为: $Y=1.0138X+1.2151$ ($X\in[2.40,18.90]$,图 6)。

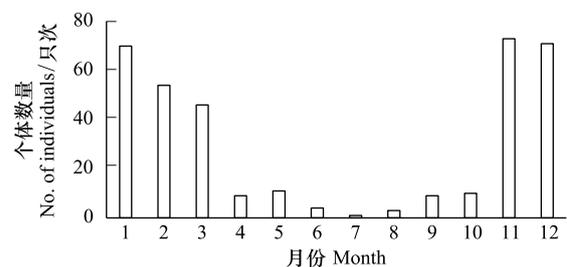


图 1 西南鼠耳蝠 (*Myotis altarium*) 个体数量 (只次) 的月变化趋势

Fig. 1 Monthly change of individuals (individual-by-times, IBT) of *Myotis altarium*

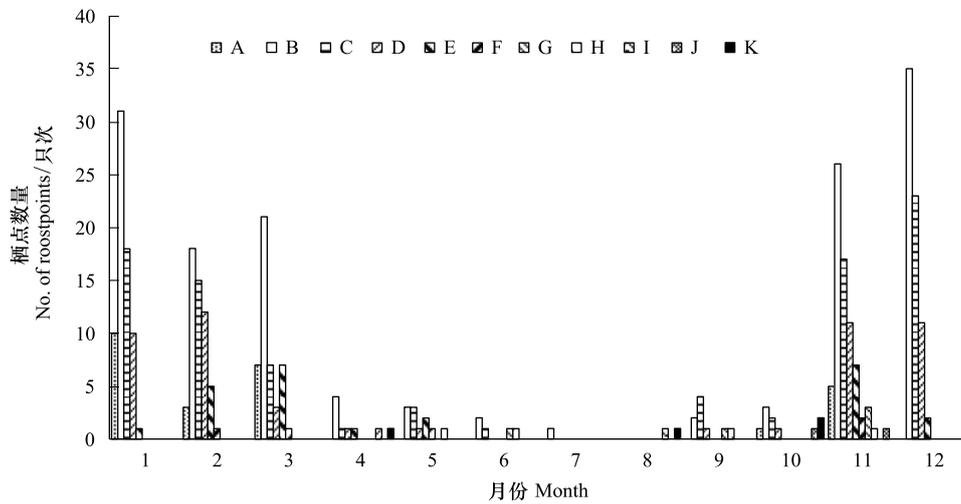


图2 西南鼠耳蝠(*Myotis altarium*) 栖点离洞口距离的月变化

Fig.2 Monthly change of roostpoint distance of *Myotis altarium* (IBT) observed from cave entrances

选择 40 m 作为间距予以洞段划分,共划分为 11 个区段:A(0—40 m)、B(40—80 m)、C(80—120 m)、D(120—160 m)、E(160—200 m)、F(200—240 m)、G(240—280 m)、H(280—320 m)、I(320—360 m)、J(360—400 m)、K(400—440 m)

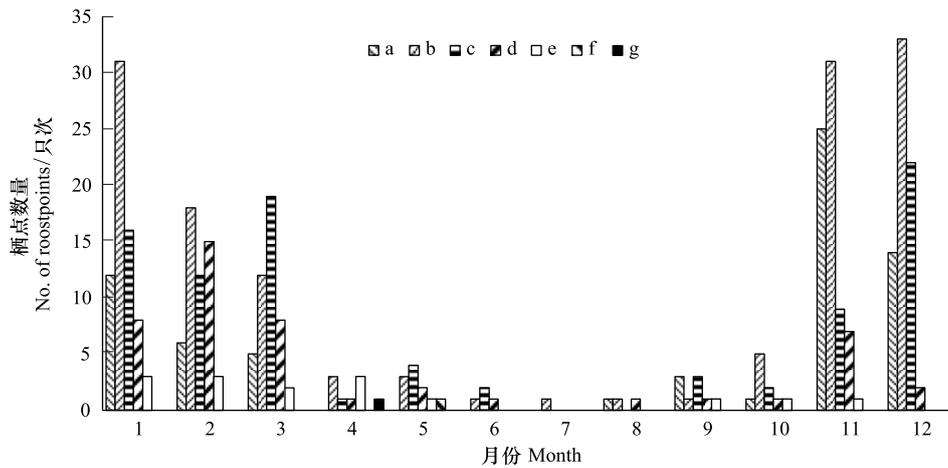


图3 西南鼠耳蝠(*Myotis altarium*) 栖点距离地面高度的月变化

Fig.3 Monthly change of roostpoint height of *Myotis altarium* (IBT) from cave ground

普通人伸手及踮脚时的一般高度为 2 m 左右,在进行蝙蝠栖点高度分布分析时,我们以 2 m 作为高度间距,将蝙蝠栖点的离地高度划分为 7 个区段,其编号分别为:a(0—2 m)、b(2—4 m)、c(4—6 m)、d(6—8 m)、e(8—10 m)、f(10—12 m)、g(12—14 m)

表 2 西南鼠耳蝠(*Myotis altarium*) 栖点所在具体位置的逐月统计

Table 2 Monthly statistics of roost-sites of *Myotis altarium*

编号/No.	月份/Month												合计 Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
①	17	9	9	2	2	2	—	—	4	2	7	10	64
②	35	23	23	2	6	—	1	2	1	6	39	37	175
①③	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	5
①④	5	4	9	2	—	2	—	1	3	2	3	5	36
②③	2	7	2	—	—	—	—	—	—	—	11	7	29
②④	7	11	3	3	3	—	—	—	1	—	13	11	52
合计 Total	70	54	46	9	11	4	1	3	9	10	73	71	361

①洞道的顶壁,cave ceiling;②洞道的侧壁,side walls of cave;③狭缝,crevices;④凹窝,pits

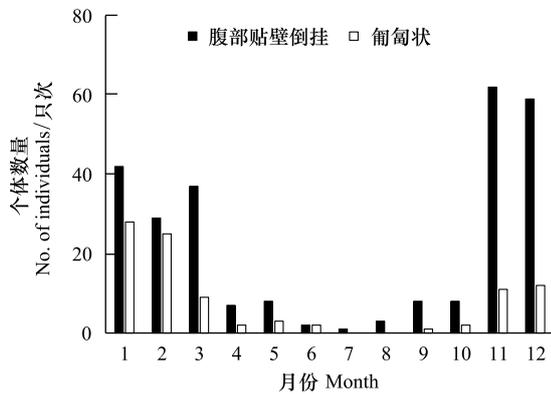


图4 西南鼠耳蝠(*Myotis altarium*) 栖息姿势的月变化

Fig.4 Monthly change of roosting posture of *Myotis altarium*

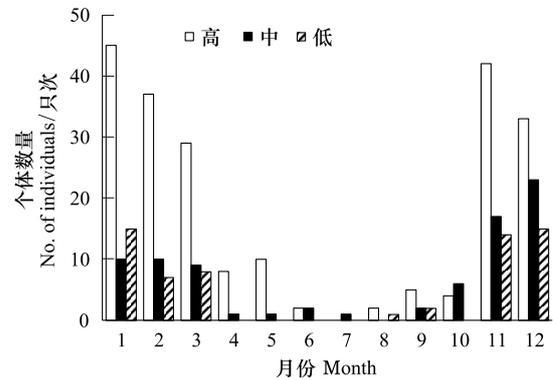


图5 西南鼠耳蝠(*Myotis altarium*) 栖点安全性的月变化

Fig.5 Monthly change of roostpoint safety of *Myotis altarium*

3 讨论

在中国知网数据库中以“西南鼠耳蝠”作为检索词检索,共搜索到 97 条记录,其中仅 4 条是关于西南鼠耳蝠的专题报道,其余主要是在资源调查报告或其他动物生态生物学研究中涉及到西南鼠耳蝠这一物种,可见,有关该珍稀物种的研究较为薄弱。综观现有的文献,西南鼠耳蝠的已知分布区已明显扩展^[15,17-18,25],这一方面是近一、二十年以来我国兽类学研究队伍壮大,调查范围扩大与深入的反映,另一方面也可能与全球性的气候变暖,以及人类对该蝠自然栖息地(溶洞)的干扰破坏加剧,致使其频繁迁移栖息有关。

虽然溶洞受到的人为干扰较多,但其内部环境相对稳定,能减少有机体水分与能量的消耗,有利于蝙蝠的隐藏、冬眠及日眠,因此多数蝙蝠以溶洞作为栖息和繁育场所^[27-28]。本文将整个溶洞视为蝙蝠的栖息地(habitat),将蝙蝠所栖居的具体洞段部位或微环境视为“栖息场所”(roost-site),把在洞段中具体的栖挂或栖卧位点称为“栖点”(roostpoint),把蝙蝠在溶洞中对于具体栖挂或栖卧位点的选择称为“栖点选择”(roostpoint selection),以区别于一般意义上的“栖息地选择”(habitat selection)概念。

3.1 西南鼠耳蝠的栖点选择

西南鼠耳蝠为典型的洞栖性蝙蝠,在湘西州境内所栖息的溶洞的分布海拔介于 248—732 m 之间,个体多见于距洞口 40—120 m 的洞道内,离地高度通常在 2—6 m 间,约 88.4% 的只次栖息于洞道较长且结构复杂洞穴中,这类洞穴可供蝙蝠选择的栖点较多,蝙蝠受到干扰后转换栖点的回旋空间较大。但若洞口周围具有采石场、化工厂等长期强烈的干扰源,在洞内栖息的蝙蝠也很少,而堂乐洞虽为旅游废弃洞穴,洞内人工设施较多,但洞内宽阔,洞道结构复杂,洞道分支多而分层,且废弃后旅游活动较为零散,主要是节假日及夏天有人游玩,冬季则很少有人进洞,因此西南鼠耳蝠主要在冬季栖息于堂乐洞。

从近两年我们在湘西州境内所调查过的 30 多个洞穴来看,西南鼠耳蝠的个体主要集中出现于 11 月至次年 3 月,4—5 月份的数量明显减少,6—8 月份极为少见,9—10 月份数量又稍有增多,11 月份时数量则明显增加。由此,我们推测,西南鼠耳蝠主要在湘西州境内冬眠,绝大多数个体于 4—5 月间陆续迁往其他的区域生活,9—10 月间则陆续从其他区域迁至湘西州境内过冬,仅极少数个体留在湘西州境内过夏。

冬眠期间,西南鼠耳蝠种群数量虽相对稳定,但也是动态的,这一方面可能受到人为或其他因素的干扰蝙

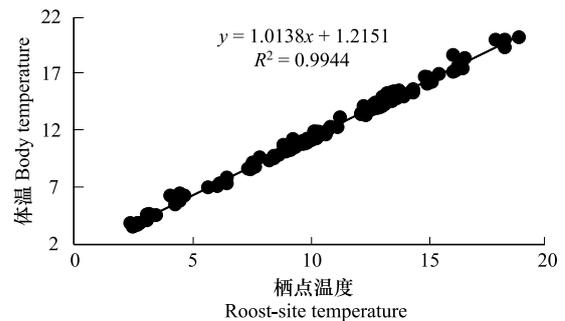


图6 西南鼠耳蝠体温与栖点温度之间的线性关系

Fig.6 Linear correlation between body and roost-site temperature (°C) of *Myotis altarium*

蝠醒来后飞走,另一方面即使没有人为或其他因素的干扰,蝙蝠也会自然醒来,因为季蛰性动物通常在整個冬眠季节表现出几个冬眠期,冬眠期间存在周期性短暂觉醒的现象^[29];处于冬眠状态的蝙蝠对于某些刺激的反应仍然敏感,周围出现异常气流时有的蝙蝠会很快觉醒过来。调查期间,通过标记发现,西南鼠耳蝠中途醒来后绝大多数个体变换了位置,仅少数个体飞回原来的栖点栖息。因此,若洞道简短,可供选择利用的栖点少,冬眠期间受到长时间强烈的干扰后,蝙蝠会被迫飞出该洞,重新寻找其他洞穴冬眠,从而增加能耗影响越冬,这可能就是 60.1%的个体栖点“安全性高”的重要原因之一。

3.2 西南鼠耳蝠的体温变化及栖息姿势

当环境温度接近 5℃ 时,处于深度冬眠状态的蝙蝠可能使体温维持在高于环境温度 1℃ 以上,但当环境温度低于 5℃,蝙蝠会自发地提高代谢率,或完全觉醒,或调节体温继续冬眠^[29]。研究发现,西南鼠耳蝠的个体体温都比栖点温度略高 1℃ 以上,两者之间呈现正相关关系,并且冬眠期间的相关性较强;全年体温介于 3.57—20.25℃ 之间,对外界的环境温度适应范围较为宽泛,这可能是其分布较为广泛的原因之一^[11-18,24-26,30]。

4—10 月(尤其是 6—9 月间),在湘西州溶洞内栖息的西南鼠耳蝠个体少,且处于日眠状态,栖点位置也较高,它们对周围环境反应敏感而及时,觉醒速度快,因此较难靠近,这可能与其夜间可飞到洞外捕食昆虫,补充能量,日眠期间个体的体温较高有关。相反,11 月至次年 3 月的冬眠期间,个体“睡得很死”,不易惊醒,体温较低,甚至毛被上还可能凝结水珠,呈霜冻状(图 7a)。

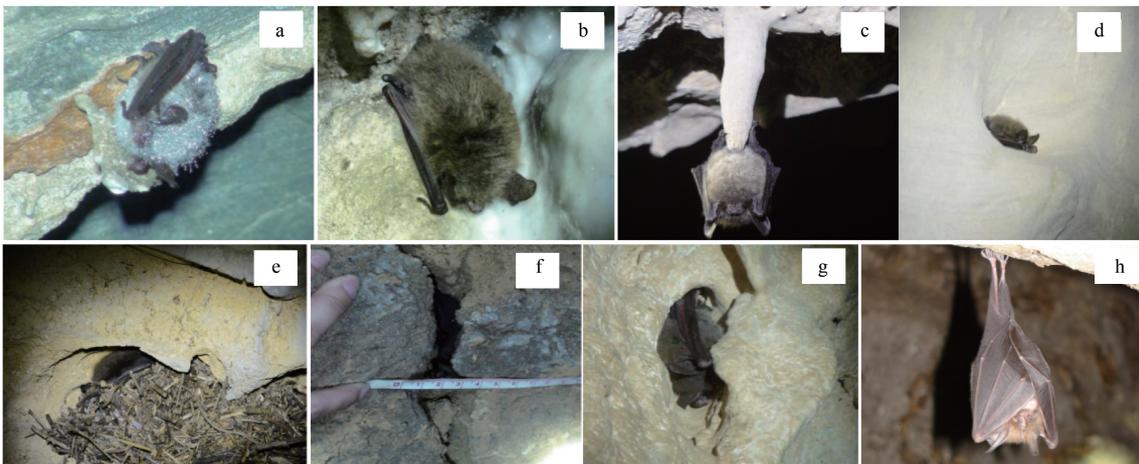


图 7 西南鼠耳蝠(*Myotis altarium*) (a—g) 和菊头蝠(*Rhinolophus* sp.) (h) 的栖息场景与姿势

Fig.7 Roosting scenes and postures of *Myotis altarium* (a—g) and *Rhinolophus* sp. (h)

a—毛被上水珠凝结呈霜冻状;b—腹部贴壁的栖息姿势;c—悬挂在钟乳石尖上,两足爪呈抱柱状,腹部贴在钟乳石尖上;d—在凹陷处呈平卧状栖息;e—呈匍匐状卧息于凹窝内的枯枝叶上(此处的枯枝叶是随水流从洞外冲进洞内聚集起来的);f—挤进泥缝间呈倒挂状栖息;g—挤进石缝间呈倒挂状栖息;h—菊头蝠的“垂直悬空倒挂式”栖息姿势

蝙蝠主要依靠体内储存的脂肪维持冬眠期间的最低能耗^[31-32],而西南鼠耳蝠对栖点的选择及栖息姿势也可能有助于节省能量。它们主要采用“腹部贴壁倒挂”(图 7b,c)的方式栖息于洞道的侧壁,这种栖挂方式是否比菊头蝠的“身体垂直悬空倒挂”(图 7h)节省能量值得今后深入研究,而选择在相对平缓的场所呈匍匐状卧栖(图 7d,e),以及隐藏在洞壁的凹窝内,或者挤进石缝、泥缝、钟乳石间隐藏(图 7f,g)无疑既有利于减少能耗又有利于躲避敌害。

3.3 影响西南鼠耳蝠种群变化的因素及种群保护建议

在全球及区域经济大开发的过程中,人类对自然环境的破坏及对溶洞等自然资源的过度开发利用,特别是溶洞旅游业的兴起,已严重影响着翼手类动物的种群繁衍^[33-37],对于喜栖于洞口段并且“睡得很死”的西南鼠耳蝠而言,来自外界的异常侵扰可能就是巨大的灾难。因此,尽管西南鼠耳蝠的分布范围相对较宽,但种群数量却较少,现已被列为低危/需予关注的物种^[15]。

调查发现,湘西州境内的溶洞在历史上人为干扰很大,许多具有一定规模的溶洞都被土匪或村民利用过,在洞内或洞口窝藏、引水、贮食、砸取钟乳石、关养动物等。虽然近年随着外出务工人员增多,村民对溶洞的干扰与破坏相对减弱,但村民普遍缺乏对洞穴资源及蝙蝠的生态保护意识,对于本地或外地人到洞内砸取钟乳石甚至直接捕杀蝙蝠的行为比较漠然。

因此,在我国大力推进生态文明建设的大背景下,应加强对基层群众的宣教活动,提高地方群众对自然保护特别是对当地洞穴资源及蝙蝠种群的保护意识,从而自觉重视并积极参与区域性的洞穴资源保护工作。

参考文献(References):

- [1] Culver D C, Pipan T. The Biology of Caves and Other Subterranean Habitats. New York, NY, USA: Oxford University Press, 2009: 195-202.
- [2] 石红艳, 刘昊, 唐中海, 黄俊忠. 绵阳鼠耳蝠的初步研究. 绵阳师范学院学报, 2006, 25(5): 86-90.
- [3] 吴兆录, 闫海忠. 生物多样性保护的一个理论框架——生物最小面积概念. 生物多样性, 1996, 4(1): 26-31.
- [4] 王翠玲, 臧振华, 邱月, 邓舒雨, 冯朝阳, 谢宗强, 徐文婷, 刘蕾, 陈全胜, 申国珍. 湖北神农架国家级自然保护区森林和川金丝猴栖息地的保护成效. 生物多样性, 2017, 25(5): 504-512.
- [5] 余文华, 范凤兰, 江海声, 李善元, 孔祥坤, 吴毅. 海南五指山洞穴蝙蝠对夏季栖息地的选择. 广东林业科技, 2015, 31(5): 74-79.
- [6] Chambers C L, Cushman S A, Medina-Fitoria A, Martinez-Fonseca J, Chávez-Velasquez M. Influences of scale on bat habitat relationships in a forested landscape in Nicaragua. Landscape Ecology, 2016, 31(6): 1299-1318.
- [7] Burgar J M, Stokes V L, Craig M D. Habitat features act as unidirectional and dynamic filters to bat use of production landscapes. Biological Conservation, 2017, 209: 280-288.
- [8] Bogan M, O'Shea T, Ellison L. Diversity and conservation of bats in North America. Endangered Species Update, 1996, 13(4/5): 1-4, 14-14.
- [9] Lumsden L F, Bennett A F, Silins J E. Location of roosts of the lesser long-eared bat *Nyctophilus geoffroyi* and Gould's wattled bat *Chalinolobus gouldii* in a fragmented landscape in south-eastern Australia. Biological Conservation, 2002, 106(2): 237-249.
- [10] Agosta S J, Morton D, Marsh B D, Kuhn K M. Nightly, seasonal, and yearly patterns of bat activity at night roosts in the central Appalachians. Journal of Mammalogy, 2005, 86(6): 1210-1219.
- [11] 王应祥. 中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全. 北京: 中国林业出版社, 2003: 41-41, 43-43, 45-45.
- [12] 罗蓉. 贵州兽类志. 贵阳: 贵州科技出版社, 1993: 111-116.
- [13] 王岐山. 安徽兽类志. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1990: 66-70, 72-75, 79-81.
- [14] Smith A T, 解焱. 中国兽类野外手册. 陈延熹, 译. 长沙: 湖南教育出版社, 2009: 337-337, 339-343, 348-348.
- [15] 蒋志刚, 马勇, 吴毅, 王应祥, 周开亚, 刘少英. 中国哺乳动物多样性及地理分布. 北京: 科学出版社, 2015: 94-94, 97-99, 107-107.
- [16] Son N T, Görföl T, Francis C M, Motokawa M, Estók P, Endo H, Thong V D, Dang N X, Oshida T, Csorba G. Description of a new species of *Myotis* (Vespertilionidae) from Vietnam. Acta Chiropterologica, 2013, 15(2): 473-483.
- [17] 张燕均, 邓柏生, 李玉春, 龚粤宁, 本川雅治, 原田正史, 新宅勇太, 吴毅. 西南鼠耳蝠广东新纪录及其核型. 兽类学报, 2010, 30(4): 460-464.
- [18] 裴俊峰. 陕西省翼手类新纪录——西南鼠耳蝠. 四川动物, 2012, 31(2): 290-292.
- [19] 孙淙南, 郭熊, 黄晓宾, 江廷磊, 冯江. 环境噪声对蝙蝠回声定位叫声及飞行活动的影响. 兽类学报, 2016, 36(4): 397-403.
- [20] Ahlén I, Baagøe H J. Use of ultrasound detectors for bat studies in Europe: experiences from field identification, surveys, and monitoring. Acta Chiropterologica, 1999, 1(2): 137-150.
- [21] 胡开良, 杨剑, 谭梁静, 张礼标. 同地共栖三种鼠耳蝠食性差异及其生态位分化. 动物学研究, 2012, 33(2): 177-181.
- [22] 武吉海. 中国西部概览——湘西州. 北京: 民族出版社, 2002.
- [23] 黄太福, 彭乐, 吴涛, 龚小燕, 王敏, 张佑祥, 刘志霄. 大菊头蝠冬眠栖点选择的初步调查. 世界生态学, 2016, 5(3): 57-66.
- [24] 王西之, 胡锦鑫. 四川兽类原色图鉴. 北京: 中国林业出版社, 1999: 93-95.
- [25] 符丹凤, 张佑祥, 蒋洵, 刘志霄, 阎中军, 杨伟伟, 曾卫湘. 西南鼠耳蝠湖南分布新纪录. 吉首大学学报: 自然科学版, 2010, 31(3): 106-108.
- [26] 中国野生动物保护协会. 中国哺乳动物图鉴. 郑州: 河南科学技术出版社, 2005: 102-104, 106-108, 112-113.
- [27] 张成菊, 吴毅. 洞穴型蝙蝠的栖息环境选择、生态作用及保护. 生物学通报, 2006, 41(5): 4-6.
- [28] Romero A. Cave Biology: Life in Darkness. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2009: 201-206.
- [29] 沃恩, 瑞安, 恰普莱夫斯基. 哺乳动物学(第六版). 刘志霄, 译. 北京: 科学出版社, 2017: 262-270.
- [30] Blood B R, McFarlane D A. Notes on some bats from northern Thailand, with comments on the subgeneric status of *Myotis altarium*. Zeitschrift Fur Säugetierkunde, 1988, 53: 276-280.
- [31] Neuweiler G. The Biology of Bats. New York: Oxford University Press, 2000: 70-81.
- [32] 韩怡婕. 蝙蝠食性和冬眠相关脂质代谢的适应性研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2015.
- [33] 由玉岩. 栖息洞穴干扰对特有种大卫鼠耳蝠种群数量和基因丰富度的影响. 生物学杂志, 2013, 30(2): 28-32.
- [34] 张美良, 朱晓燕, 吴夏, 张碧云, 潘谋成. 旅游活动对巴马水晶宫洞穴环境及碳酸钙沉积物景观的影响. 中国岩溶, 2017, 36(1): 119-130.
- [35] 冯江, 李振新, 张喜臣. 我国蝙蝠保护研究现状及对策. 东北师大学报自然科学版, 2001, 33(2): 65-70.
- [36] 叶复华, 张昌友, 张祖福, 郭伟健, 王晓云, 吴毅. 江西九连山自然保护区洞穴型蝙蝠的多样性与保护. 南方林业科学, 2017, 45(2): 39-41, 52-52.
- [37] 杨天友, 黄俊坛, 侯秀发, 梅杰, 冉辉. 贵州省江口县洞穴型蝙蝠的物种多样性与保护现状. 四川动物, 2016, 35(3): 475-480.