

• 研究简报 •

中国南方喀斯特荔波世界自然遗产地翼手目物种多样性与保护现状

杨天友^{1,2} 侯秀发² 王应祥³ 周 江^{2*}

1 (铜仁学院生物与化学工程系, 贵州铜仁 554300)

2 (贵州师范大学生命科学学院, 贵阳 550001)

3 (中国科学院昆明动物研究所, 昆明 650223)

摘要: 为了解荔波世界自然遗产地翼手目动物的物种多样性和生存现状, 作者于2010年10月至2011年10月, 对中国南方喀斯特荔波世界自然遗产地区域内6个镇(乡)69个洞穴的翼手目动物进行了考察, 发现60个洞穴有翼手目动物栖息痕迹, 其中可以确定具体栖物种的洞穴有37个。本次调查观察记录到翼手目动物10万余只, 隶属5科15种, 结合文献记载及贵州师范大学动物标本室保存的翼手目动物标本, 确认该地区共有翼手目动物7科24种。11种翼手目动物在荔波世界自然遗产地为首次记录, 其中狭耳鼠耳蝠(*Myotis blythii*)、果树蹄蝠(*Hipposideros pomona*)2种为贵州省翼手目新记录。该地区一些洞穴已被开发为旅游景点, 严重影响了洞穴内翼手目动物的生存, 翼手目动物保护状况令人担忧, 建议对翼手目动物栖息的洞穴采取必要的保护措施。

关键词: 翼手类, 多样性, 荔波, 世界自然遗产地, 中国南方喀斯特

Bat species diversity and conservation in Libo World Natural Heritage Site of South China Karst

Tianyou Yang^{1,2}, Xiufa Hou², Yingxiang Wang³, Jiang Zhou^{2*}

1 Department of Biological and Chemical Engineering, Tongren University, Tongren, Guizhou 554300

2 School of Life Sciences, Guizhou Normal University, Guiyang 550001

3 Kunming Institute of Zoology, the Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223

Abstract: During field surveys between October, 2010 and October, 2011, we investigated bat species diversity in 69 caves in 6 townships in the Libo World Natural Heritage Site located in the South China Karst region. We also investigated bat specimens from the zoological museum of the School of Life Sciences, Guizhou Normal University, and reviewed pertinent literature as well. We uncovered 7 families encompassing 24 bat species in the area, including 2 new records of species for Guizhou Province, i.e., *Myotis blythii* and *Hipposideros pomona*, and 11 species first documented in Libo. Unfortunately, many caves have been exploited for tourism, thereby posing a great threat to the survival of cave-dwelling bats. We propose some special strategies that could be taken to protect the bats roosting in these caves.

Key words: Chiroptera, species diversity, Libo, World Natural Heritage Site, South China Karst

翼手目是哺乳纲中仅次于啮齿目的第二大类群, 俗称为蝙蝠, 它们在躯体结构、功能和行为上十分特化, 能够适应多种环境条件, 分布遍及全球, 而以热带和亚热带地区为甚(张劲硕, 2010)。根据

Reeder等(2007)对哺乳动物种类的统计, 世界上现存翼手目动物1,133种, 其中我国有7科33属154种(张劲硕, 2010)。绝大多数翼手目动物是“穴居者”, 是洞穴生物群落的优势种群, 并且主要以昆虫和其

收稿日期: 2013-11-25; 接受日期: 2014-05-08

基金项目: 联合国教科文组织与梅赛德斯—奔驰中国世界遗产地保护管理项目; 贵州师范大学山海基金项目; 贵州省自然科学基金(黔科合字[2012]2286号)和贵州省教育厅创新人才团队项目(黔教合人才团队字[2012]08号)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: prattihp2006@vip.sohu.com

他一些小型节肢动物为食,是喀斯特洞穴生态系统中主要的食物提供者与物种传播者(Gareth & Rydell, 2003; 罗峰等, 2005; 张成菊和吴毅, 2006)。如,食虫性蝙蝠捕食农林害虫,减少了农药大量使用所造成的环境污染(吴毅等, 2006);而食果性翼手目动物通过传播花粉和扩散种子,提高和维持了森林生态系统的植物多样性(吴毅等, 2006)。

中国南方喀斯特包括贵州荔波、云南石林、重庆武隆等地,总面积146,016 ha,于2007年被联合国教科文组织世界遗产委员会列入《世界遗产名录》(孙克勤, 2011)。其中荔波世界自然遗产地位于贵州省黔南布依族苗族自治州荔波县南部,是贵州高原向广西低地过渡地带锥状喀斯特的典型代表,生境复杂多样,植物种类丰富,为动物的栖息和繁衍提供了多样的环境,目前查明的高等植物有225科1,532种,动物226科2,000余种(熊康宁, 2006)。该区域众多的喀斯特洞穴为翼手目动物提供了良好的栖息场所,但是尚未见到关于该地区翼手目动物的专项调查报告。近年来,随着申报世界自然遗产成功,该区域旅游业发展迅速,许多有翼手目动物栖息的洞穴被作为旅游景点开发,严重威胁了翼手目动物的生存。为了进一步掌握喀斯特地区翼手目动物的物种多样性和生存现状,为相关部门制定旅游开发策略提供科学的参考依据,作者于2010年10月至2011年10月,对荔波世界自然遗产地范围内的架欧、瑶山、捞村、永康、洞塘、翁昂6个镇(乡)的翼手目动物种类、数量、分布及栖息洞穴的重要性与保护现状进行了调查评估。

1 调查区域与方法

1.1 调查区域

荔波世界自然遗产地主要包括茂兰国家级自然保护区和大小七孔国家重点风景区,总面积为73,016 ha。海拔385–1,109 m,平均海拔747 m。中心坐标107°58'30" E, 25°13'15" N(图1)。喀斯特地貌发育成熟,岩溶洞穴较多,年平均气温15.3℃,1月平均气温5.2℃,7月平均气温23.5℃,极端最高气温39.4℃,极端最低气温–6.7℃,全年降水量1,750–1,950 mm(刘大济等, 1985; 冉景丞等, 2001; 李子忠和金道超, 2002; 熊康宁, 2006; 兰洪波等, 2009)。该区在中国动物地理区划上属于东洋界(张荣祖, 1999, 2011)。

1.2 调查方法

1.2.1 种类和数量调查

野外调查于2010年10–11月,2011年1–2月、4–8月和10月进行,共调查了69个洞穴。标本采集主要采用傍晚在洞口或者洞内狭窄的通道处挂雾网以捕捉出飞觅食的蝙蝠;对白天停息在溶洞顶部的蝙蝠,用长竹竿绑上扫网伸向洞顶捕捉;蝙蝠在洞内飞行时,利用扫网来回扫取随机进行捕捉。对于能够辨别的物种,直接称重、测量外形(头体长、前臂长、尾长、耳长、后足长、胫骨长、各掌骨及指骨长),拍照后原地释放;暂时无法鉴定的物种,在外形测量、拍照后,据外形相似度分别保存少量标本(假剥制或浸制,每类群一般2–3号),带回实验室进行鉴定,其余原地释放。按照杨奇森等(2007)和潘清华等(2007)的方法对标本的外部形态与头骨进行测量。物种鉴定主要依据《中国兽类野外手册》(Smith & 解焱, 2009),并参考《贵州兽类志》(罗蓉, 1993)、《中国哺乳动物图鉴》(盛和林, 2005)、《中国哺乳动物彩色图鉴》(潘清华等, 2007)等,中文名以及拉丁名的确定以《中国兽类野外手册》(Smith & 解焱, 2009)为准。数量观察主要采用目视直接统计的方法,同时辅以摄像和拍照等方法进行估算。对于数量较少(50只以下)的种群直接计数,种群较大的则通过记录单位面积内蝙蝠的数量乘以蝙蝠居群所占据的总栖息面积来估算数量。

除野外调查外,作者还查阅了贵州师范大学动物标本室保存的翼手目动物标本以及历史文献记录作为补充资料(谢家骅, 1987; 冉景丞等, 1997; 熊康宁, 2006; 黎道洪, 2007; 兰洪波等, 2009; Eger & Lim, 2011)。物种地理分布型主要参照《中国动物地理》(张荣祖, 1999, 2011)进行分析。

1.2.2 洞穴质量调查

根据刘伟等(2011)的方法以洞穴内栖息的每一种翼手目动物的观察数量与相应物种权重乘积之和来对洞穴的重要性进行评估。按照汪松等(2009)的评估,将物种权重设为:濒危物种(EN)4分,易危物种(VU)3分,近危物种(NT)2分,无危物种(LC)1分。洞穴保护的等级(S)根据其相应的得分进行划分(Furman & Özgül, 2004; 刘伟等, 2011),等级1($S \geq 1,000$),等级2($500 \leq S < 1,000$),等级3($100 \leq S < 500$),等级4($S < 100$)。

1.2.3 干扰度调查

根据洞穴的开发情况及人类入洞活动的频度(结合具体活动方式)将该地区洞穴受干扰的情况分为3个等级：轻度干扰(进入洞穴少于10人次/年，干扰方式主要是科研活动和周围村民游玩等)；中度干扰(进入洞穴10–100人次/年，干扰方式主要是烟熏、洞口烧香、科研活动、村民游玩等)；重度干扰(进入洞穴大于100人次/年，干扰方式主要是旅游开发，洞口燃放烟花爆竹、洞内爆破、人为驱赶与捕食、封闭洞口、烟熏、洞口烧香、科研活动、村民游玩等)(石红艳等, 2006; 周江和杨天友, 2010)。

2 结果

2.1 物种多样性

本次野外观察记录到翼手目动物10万余只，隶属5科15种；综合文献记载的9种，荔波世界自然遗产地翼手目动物共记录有24种。其中，狭耳鼠耳蝠

(*Myotis blythii*)、果树蹄蝠(*Hipposideros pomona*)为贵州省翼手目新记录；云南菊头蝠(*Rhinolophus yunnanensis*)、托氏菊头蝠(*R. thomasi*)、中华菊头蝠(*R. sinicus*)、三叶蹄蝠(*Aselliscus stoliczkanus*)、中蹄蝠(*Hipposideros larvatus*)、南蝠(*Ia io*)、皱唇蝠(*Chaerephon plicata*)、华南水鼠耳蝠(*Myotis laniger*)、东亚伏翼(*Pipistrellus abramus*)等9种在荔波世界自然遗产地属首次记录(表1)。

2.2 种群数量与动物地理分布型

此次调查的69个洞穴中，有60个发现翼手目动物栖息痕迹(翼手目动物遗骸、骨骼或者粪便)，而可以确定具体栖息物种的洞穴有37个，其中25个位于自然遗产地的核心区，12个位于遗产地的缓冲区(图1)。在该区域皱唇蝠的数量最多，估计在10万只以上，主要分布于天生桥洞；其次是中蹄蝠，观察到1,000余只。大蹄蝠(*Hipposideros armiger*)分布最广，在13个洞穴中有分布(表1)。

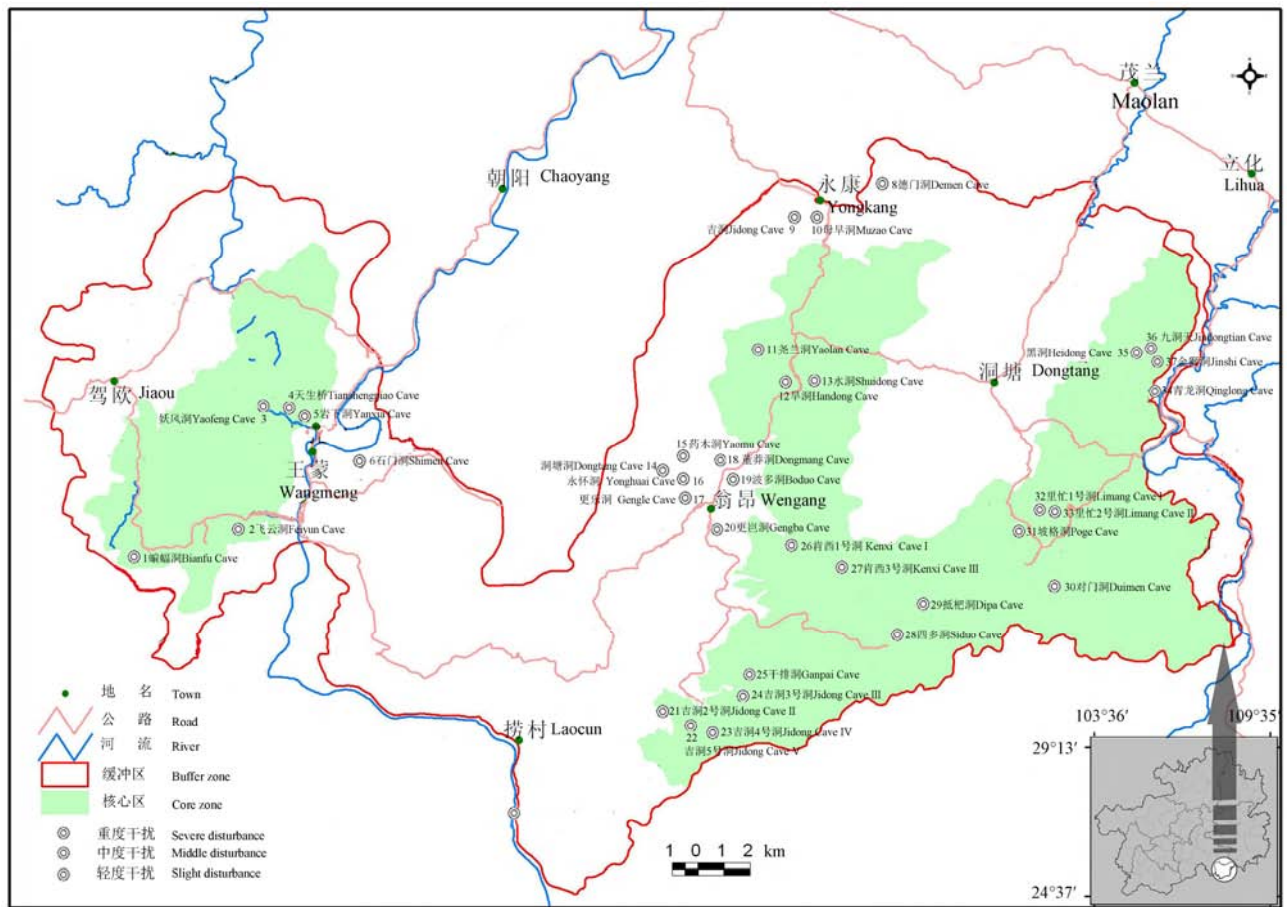


图1 中国南方喀斯特荔波世界自然遗产地确定有蝙蝠栖息的37个洞穴分布图
Fig. 1 The 37 bats roosting caves in Libo World Natural Heritage Site of South China Karst

表1 中国南方喀斯特荔波世界自然遗产地翼手目名录
Table 1 The checklist of bat species occurred in Libo World Natural Heritage Site of South China Karst

科别 Family	种名 Species	观察数量 Number observed	标本采集 Specimen captured	标本记录* Specimen examined	文献记录 Literature record	分布洞穴*** Cave distributed	分布型 Distribution pattern	濒危等级** Endangered category
狐蝠科 Pteropodidae	棕果蝠 <i>Rousettus leschenaultii</i>	—		√	√	—	Wb	LC
假吸血蝠科 Megadermatidae	印度假吸血蝠 <i>Megaderma lyra</i>	43	√		√	6, 31	Wc	VU
菊头蝠科 Rhinolophidae	菲菊头蝠 <i>Rhinolophus pusillus</i>	3	√	√	√	12	Sc	NT
	皮氏菊头蝠 <i>R. pearsonii</i>	5		√	√	18, 19	Wd	LC
	中华菊头蝠 <i>R. sinicus</i>	25	√			14, 21, 24, 27, 28	Wd	NT
	托氏菊头蝠 <i>R. thomasi</i>	5	√			12	Wb	VU
	云南菊头蝠 <i>R. yunnanensis</i>	19	√			8, 16, 17, 20, 21, 22, 32	Hc	EN
	贵州菊头蝠 <i>R. rex</i>	—			√	—	Ya	EN
蹄蝠科 Hipposideridae	大蹄蝠 <i>Hipposideros armiger</i>	456	√		√	3, 5, 9, 10, 12, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 36, 37	Wd	LC
	中蹄蝠 <i>H. larvatus</i>	1,054	√			1, 2, 23, 30, 34, 35	Wb	VU
	果树蹄蝠 <i>H. pomona</i>	52	√			11, 33	Wc	NT
	普氏蹄蝠 <i>H. pratti</i>	—			√	—	Wd	NT
	三叶蹄蝠 <i>Aselliscus stoliczkanus</i>	219	√	√		1, 2, 7, 15, 19	Sc	NT
蝙蝠科 Vespertilionidae	南蝠 <i>Ia io</i>	1	√			2	Si	NT
	西南鼠耳蝠 <i>Myotis altarium</i>	—			√	—	Si	NT
	狭耳鼠耳蝠 <i>M. blythii</i>	25	√			13, 30	Ow	VU
	中华鼠耳蝠 <i>M. chinensis</i>	3	√		√	2, 26	Sc	VU
	华南水鼠耳蝠 <i>M. laniger</i>	5	√			34, 36	Sc	LC
	普通伏翼 <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	—			√	—	Ow	LC
	印度伏翼 <i>P. coromandra</i>	—			√	—	Wc	NT
	东亚伏翼 <i>P. abramus</i>	1	√			—	Ea	LC
	水普管鼻蝠 <i>Murina shuipensis</i>	—			√	—	Ya	—
	艾氏管鼻蝠 <i>M. eleryi</i>	—			√	—	Ya	—
犬吻蝠科 Molossidae	皱唇蝠 <i>Chaerephon plicata</i>	>10万	√			4	Wc	VU

*贵州师范大学生命科学学院动物标本室; **《中国物种红色名录(第二卷): 脊椎动物(下册)》LC: 无危; NT: 近危; VU: 易危; EN: 濒危
Wb: 热带-南亚热带(东洋型); Wc: 热带-中亚热带(东洋型); Sc: 热带-中亚热带(南中国型); Ya: 云贵高原及附近山地型; Wd: 热带-北亚热带(东洋型); Hc: 喜马拉雅-横断山区(横断山为主); Si: 中亚热带(南中国型); Ea: 东亚季风区; Ow: 旧大陆热带-亚热带。
***洞穴编号与图1相同。
*Zoological museum of the School of Life Sciences of Guizhou Normal University; ** According to *China Species Red List (Vol, II): Vertebrates Part 2*. LC, Least Concern; NT, Near Threatened; VU, Vulnerable; EN, Endangered.
Wb, Tropical-south subtropical (Oriental Type); Wc, Tropical-mid subtropical (Oriental Type); Sc, Tropical-mid subtropical (South-China Type); Ya, Yunnan and Guizhou Plateau and surrounding mountains; Wd, Tropical-northern subtropics(Oriental Type); Hc, Hengduan Mountains and Himalaya (mainly Hengduan Mountains); Si, Mid-subtropics (South-China Type); Ea, East Asian Monsoon Type; Ow, Old world tropical-subtropical.
***The code of caves were corresponds to those in Fig. 1.

37个洞穴中, 大七孔景区的飞云洞栖息物种最多, 有4种, 分别是中蹄蝠、三叶蹄蝠、南蝠和中华鼠耳蝠(*Myotis chinensis*); 其次是茂兰保护区石上

森林的旱洞(3种, 菲菊头蝠(*Rhinolophus pusillus*)、托氏菊头蝠、大蹄蝠)和板寨的对门洞(3种, 大蹄蝠、中蹄蝠、狭耳鼠耳蝠); 大七孔景区的蝙蝠洞及茂兰

保护区的肯西3号洞、四多洞、坡格洞、青龙洞、九洞天、吉洞2号洞各栖息有2种。其余27个洞穴中仅有1种(图1, 表1)。

分布于荔波世界自然遗产地的24种翼手目动物中, 东洋界成分占绝对优势, 有21种, 占87.5%; 包括4个分布型: 东洋型、南中国型、喜马拉雅-横断山区型、云贵高原及附近山地型。其余3种(东亚古北与东洋区共有种: 东亚伏翼; 旧大陆热带-亚热带分布: 普通伏翼(*Pipistrellus pipistrellus*)和狭耳鼠耳蝠)为广布种(占12.5%)。贵州菊头蝠(*Rhinolophus rex*)、水普管鼻蝠(*Murina shuipensis*)等为中国特有种, 且水普管鼻蝠为狭域分布, 仅见于贵州荔波。根据各种地理分布特点, 在21种东洋区物种中, 东洋型11种(热带-南亚热带分布: 棕果蝠(*Rousettus leschenaultii*)、托氏菊头蝠、中蹄蝠; 热带-中亚热带分布: 印度假吸血蝠(*Megaderma lyra*)、果树蹄蝠、印度伏翼(*Pipistrellus coromandra*)、皱唇蝠; 热带-北亚热带分布: 皮氏菊头蝠(*Rhinolophus pearsonii*)、大蹄蝠、普氏蹄蝠(*Hipposideros pratti*)、中华菊头蝠); 南中国型6种(热带-中亚热带分布: 菲菊头蝠、三叶蹄蝠、中华鼠耳蝠、华南水鼠耳蝠; 中亚热带分布: 南蝠、西南鼠耳蝠(*Myotis altarium*)); 喜马拉雅-横断山区分布1种: 云南菊头蝠; 云贵高原及附近山地分布3种: 贵州菊头蝠、水普管鼻蝠和艾氏管鼻蝠(*Murina eleryi*)(表1)。

2.3 栖息洞穴的重要性及保护现状

对37个有翼手目动物栖息的洞穴进行重要性评估, 属于等级1的有大七孔景区的天生桥以及茂兰保护区的板寨村对门洞, 天生桥栖息着约10万余只皱唇蝠, 对门洞内有3种, 约1,000余只蝙蝠; 属于等级2的有小七孔景区的蝙蝠洞及五眼桥青龙洞, 蝙蝠洞内栖息有2种(中蹄蝠、三叶蹄蝠)约250余只蝙蝠; 属于等级3的有小七孔景区的飞云洞、大七孔景区的岩下洞、吉洞4号洞、板寨村坡格洞和板寨村里忙2号洞; 其余28个洞穴属于等级4。

37个洞穴中, 轻度干扰的9个洞穴, 中度干扰的21个洞穴, 高度干扰的7个(图1)。高度干扰的7个洞穴已经被开发为旅游景点, 其中天生桥即是漳江风景区的主要旅游景点; 黑洞(栖息有大蹄蝠)、九洞天(栖息有大蹄蝠、华南水鼠耳蝠)、金狮洞(栖息有大蹄蝠)、蝙蝠洞等洞穴均受到不同程度旅游景点开发的干扰。

3 讨论

文献和世界自然遗产地调查评估报告记载的该地区翼手目动物均较少, 分别为1-11种(1种: 谢家骅, 1987; 10种: 冉景丞等, 1997; 11种: 熊康宁, 2006; 1种: 黎道洪, 2007; 3种: 兰洪波等, 2009)。但文献记载的13种翼手目动物中, 其中有4种在本次调查中记录到, 其余9种(棕果蝠、皮氏菊头蝠、贵州菊头蝠、普氏蹄蝠、西南鼠耳蝠、普通伏翼、印度伏翼、水普管鼻蝠、艾氏管鼻蝠)未被发现。而本次野外调查中也有11种未被前人记录, 推测原因如下: (1)以往的调查主要集中在茂兰国家级自然保护区内, 而本次调查的范围有所扩大, 涉及到荔波世界自然遗产地管辖的所有区域。(2)本次野外调查持续100余天, 较以往的研究而言, 持续的时间较长。一般来说, 需要进行连续多年的系统调查和研究才能清楚某地的野生动物资源现状, 翼手类动物是唯一会飞的哺乳动物, 其夜间活动及冬眠等特殊的行为增加了调查的难度。荔波世界自然遗产地及周边地区喀斯特洞穴较多(冉景丞和林玉石, 2005; 熊康宁, 2006), 本次仅调查了其中的69个洞穴, 还有很多洞穴尚未调查。因此随着今后调查范围的扩大和深入, 相信荔波世界自然遗产地及周边地区还会发现更多翼手类物种, 如: 近期Eger和Lim(2011)就在荔波世界自然遗产地范围外的玉屏镇水普村发现了1个管鼻蝠新种(*Murina shuipensis*)和1个中国新记录种(艾氏管鼻蝠)。

本次调查发现荔波世界自然遗产地被开发为旅游景点的洞穴有10个, 占所调查洞穴的14.5%。其中7个洞穴有翼手目动物栖息, 包括重要性评估为等级1的天生桥和等级2的黑洞、九洞天洞、金狮洞、蝙蝠洞等, 这严重影响了当地翼手目动物的生存, 特别是天生桥栖息有10万余只的皱唇蝠, 并且此物种目前仅发现于这一洞穴。因此, 对于荔波喀斯特世界自然遗产地翼手目动物的保护, 重点在于保护其栖息的洞穴。对此我们提出以下建议: (1)对于尚未开发的洞穴, 应该停止盲目开发, 同时加强对包括翼手类在内的动物物种多样性及生态等方面的基础研究; (2)已经开发但观赏价值不高, 游客较少的飞云洞(栖息有南蝠、大鼠耳蝠、三叶蹄蝠、大蹄蝠)、蝙蝠洞(栖息有中蹄蝠)应该像金狮洞、妖风洞一样增设可以使蝙蝠自由出入的铁门, 而限制人们

进入洞内活动; (3)已经开发且有蝙蝠栖息、并具有一定观赏价值的黑洞、九洞天、天生桥在原有便道基础上不再设置照明设施,将有蝙蝠栖息的区域与游览区隔离开; (4)加强对已开发洞穴的监测,以评价旅游对溶洞及其中栖息的翼手目动物等生物多样性影响,并提出有效的保护措施。此外,结合已开发洞穴,进行喀斯特洞穴及翼手目动物保护科普教育。

致谢: 感谢荔波世界自然遗产地管理办公室黄建伟主任、徐大林主任、马志军主任等对该项目的大力支持。在野外工作中得到张天鸿、赵大成、侯廷强、王海霞、刘倩、杨隆娇、宋先华、陈永兴、杨圣士、刘倩、史天航、潘敏等同学的帮助,在此一并表示感谢。同时,感谢美国Smithsonian Institution的国家自然历史博物馆(NMNH)哺乳动物分部的Ludwig Craig先生对文章英文部分的修改。

参考文献

- Eger JL, Lim BK (2011) Three new species of *Murina* from southern China. *Acta Chiropterologica*, **13**, 227–243.
- Furman A, Özgül A (2004) The distribution of cave-dwelling bats and conservation status of underground habitats in northwestern Turkey. *Ecological Research*, **17**, 69–77.
- Gareth J, Rydell J (2003) Attack and defense: interactions between echolocating bats and their insect prey. In: *Bat Ecology* (eds Kunz TH, Fenton MB), pp. 301–345. The University of Chicago Press, Chicago.
- Lan HB (兰洪波), Ran JC (冉景丞), Meng HL (蒙惠理), Xu H (徐获), Deng BL (邓碧林), Zhao Y (赵月) (2009) Current situation of the medicinal mammal resources and its countermeasures in Maolan Nature Reserve. *Guizhou Agricultural Sciences* (贵州农业科学), **37**(6), 156–157. (in Chinese with English abstract)
- Li DH (黎道洪) (2007) The correlation between the environmental factors and animal community structure in Boduo Cave and Jialiang Cave of Guizhou Province. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报), **27**, 2167–2176. (in Chinese with English abstract)
- Li ZZ (李子忠), Jin DC (金道超) (2002) *Insects from Maolan Landscape* (茂兰景观昆虫), pp. 61–73. Guizhou Science and Technology Publishing House, Guiyang. (in Chinese)
- Liu DJ (刘大济), Chen X (陈训), Yuan JM (源家谟), Xiang YH (向应海) (1985) Karst forest vegetation in south Libo, Guizhou. *Guizhou Science* (贵州科学), **3**(2), 55–89. (in Chinese with English abstract)
- Liu W (刘伟), Wang YX (王延校), He XH (何新焕), Niu HX (牛红星) (2011) Distribution and analysis of the importance of underground habitats of cave-dwelling bats in the south of Taihang Mountain. *Acta Theriologica Sinica* (兽类学报), **31**, 371–379. (in Chinese with English abstract)
- Luo F (罗峰), Liang B (梁冰), Zhang LB (张礼标), Zhang SY (张树义) (2005) The interaction and coevolution between insectivorous bats and insects. *Chinese Journal of Zoology* (动物学杂志), **40**(3), 104–110. (in Chinese with English abstract)
- Luo R (罗蓉) (1993) *The Mammalian Fauna of Guizhou* (贵州兽类志), pp. 64–149. Guizhou Science and Technology Publishing House, Guiyang. (in Chinese)
- Pan QH (潘清华), Wang YX (王应祥), Yan K (岩崑) (2007) *The Field Guide to the Mammals of China* (中国哺乳动物彩色图鉴), pp. 3–8. China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese)
- Ran JC (冉景丞), Xu TY (徐庭煜), Chen HM (陈会明), Wei LM (魏鲁明), Chen ZR (陈正仁) (1997) The preliminary study on karst cave groups and cave biotic communities in Maolan region. In: *Ecological Research on Karst Forest. II* (喀斯特森林生态研究II)(ed. Zhu SL (朱守廉)), pp. 160–166. Guizhou Science and Technology Publishing House, Guiyang. (in Chinese)
- Ran JC (冉景丞), Lin YS (林玉石) (2005) *Speleology and Biospeleology in Libo* (荔波洞穴研究), pp. 1–12. Guizhou Nationalities Publishing House, Guiyang. (in Chinese)
- Ran JC (冉景丞), Chen HM (陈会明), Chen ZR (陈正仁), Yu DL (余登利), Yu P (玉屏) (2001) The present situation of poaching and wildlife conservation measure in Maolan Nature Reserve. *Biodiversity Science* (生物多样性), **9**, 482–486. (in Chinese with English abstract)
- Reeder DM, Helgen KM, Wilson DE (2007) Global trends and biases in new mammal species discoveries. *Occasional Papers, Museum of Texas Tech University*, **269**(8), 1–35.
- Sheng HL (盛和林) (2005) *Atlas of Mammals of China* (中国哺乳动物图鉴), pp. 76–146. He'nan Science and Technology Press, Zhengzhou. (in Chinese)
- Shi HY (石红艳), Liu H (刘昊), Wu Y (吴毅), Liu ZG (刘志刚) (2006) Species diversity and threatened status of cave-dwelling bats in Mianyang. *Sichuan Journal of Zoology* (四川动物), **25**, 128–131. (in Chinese with English abstract)
- Smith AT, Xie Y (解焱) (2009) *A Guide to the Mammals of China* (中国兽类野外手册), pp. 319–321. Hunan Educational Publishing House, Changsha. (in Chinese)
- Sun KQ (孙克勤) (2011) Study on strategic management of World Natural Heritage in China. *China Population, Resources and Environment* (中国人口·资源与环境), **21**, 547–550. (in Chinese with English abstract)
- Wang S (汪松), Xie Y (解焱) (2009) *China Species Red List (Vol. II): Vertebrates Part 2* (中国物种红色名录(第二卷): 脊椎动物(下册)), pp. 421–470. Higher Education Press, Beijing. (in Chinese)
- Wu Y (吴毅), Zhang CJ (张成菊), Yu WH (余文华), Chen RH

- (陈瑞洪), Liang ZW (梁智文) (2006) Research on bat diversity and its agricultural eco-environment function in Guangzhou City. *Journal of South China Agricultural University* (华南农业大学学报), **27**(4), 47–51. (in Chinese with English abstract)
- Xie JH (谢家骅) (1987) Mammalian survey of the Maolan karst forest. In: *Scientific Survey of the Maolan Karst Forest* (茂兰喀斯特森林考察集 (ed. Zhou ZX (周政贤))), pp. 311–315. Guizhou People's Publishing House, Guiyang. (in Chinese)
- Xiong KN (熊康宁) (2006) *South China Karst Cone Karst Ecological Processes and Biodiversity of Libo* (中国南方喀斯特荔波锥状喀斯特生态过程与生物多样性). Guizhou People's Publishing House, Guiyang. (in Chinese)
- Yang QS (杨奇森), Xia L (夏霖), Feng ZJ (冯祚建), Ma Y (马勇), Quan GQ (全国强), Wu Y (吴毅) (2007) A guide to the measurement of mammal skull. V. Insectivora and Chiroptera. *Chinese Journal of Zoology* (动物学杂志), **42**(2), 56–62. (in Chinese with English abstract)
- Zhang CJ (张成菊), Wu Y (吴毅) (2006) Cave-dwelling bats of habitat selection, ecological function and conservation. *Bulletin of Biology* (生物学通报), **41**(5), 4–6. (in Chinese)
- Zhang JS (张劲硕) (2010) *The Bats (Mammalia: Chiroptera) of China: An Integrative Approach to the Taxonomy, Morphology, Distribution, Ecology, Echolocation Calls, and Conservation* (中国蝙蝠 (哺乳纲: 翼手目): 基于分类、形态特征、分布、生态、回声定位叫声和保护的整合研究). PhD dissertation, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing. (in Chinese with English abstract)
- Zhang RZ (张荣祖) (1999) *Zoogeography of China* (中国动物地理). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Zhang RZ (张荣祖) (2011) *Zoogeography of China* (中国动物地理). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Zhou J (周江), Yang TY (杨天友) (2010) The Chiroptera species diversity in eastern of Songtao, Guizhou Province. *Chinese Journal of Zoology* (动物学杂志), **45**(2), 52–59. (in Chinese with English abstract)

(责编编委: 蒋学龙 责任编辑: 闫文杰)