•红外相机观测专栏•

运用红外相机调查云南巍山青华绿孔雀自然保护区的鸟兽多样性

李斌强¹ 李鹏映¹ 杨家伟² 字红军² 李兴权² 段锡焕² 罗旭^{1*}¹ (西南林业大学西南山地森林资源保育与利用教育部重点实验室, 昆明 650224)² (云南巍山青华绿孔雀自然保护区管护局, 云南巍山 614700)

摘要: 2016年10月至2017年9月, 作者在云南巍山青华绿孔雀自然保护区的核心区和缓冲区的28个监测位点布设红外相机, 累计监测6,377台日, 共获得独立有效照片1,692张, 其中兽类563张, 鸟类1,129张。鉴定出71种鸟类和兽类, 其中兽类13种, 分属5目11科; 鸟类58种, 分属9目23科。国家一级重点保护动物有2种, 即黑颈长尾雉(*Syrnaticus humiae*)和林麝(*Moschus berezovskii*); 国家二级重点保护动物有7种, 分别是黄喉貂(*Martes flavigula*)、松雀鹰(*Accipiter virgatus*)、普通鵟(*Buteo japonicus*)、白腹锦鸡(*Chrysolophus amherstiae*)、白鹇(*Lophuar nycthemera*)、领角鸮(*Otus lettia*)和灰林鸮(*Strix aluco*)。在《中国脊椎动物红色名录》中, 1种被评估为极危, 3种被评估为易危。CITES附录I收录的有1种, 附录II收录的有7种。物种相对丰富度最高的是黑领噪鹛(*Garrulax pectoralis*, 5.68), 其次是赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*, 2.81)、赤麂(*Muntiacus muntjak*, 1.68)。本次物种调查结果可反映本保护区大、中型兽类和地栖性鸟类本底, 为保护区管理和野生动物长期监测提供了数据。

关键词: 鸟兽多样性; 红外相机; 物种丰富度

Wildlife monitoring in Weishan Qinghua Green Peafowl Nature Reserve using infrared cameras, Yunnan Province

Binqiang Li¹, Pengying Li¹, Jiawei Yang², Hongjun Zi², Xingquan Li², Xihuan Duan², Xu Luo^{1*}¹ Key Laboratory for Forest Resources Conservation and Utilization in the Southwest Mountains of China, Ministry of Education, Southwest Forestry University, Kunming 650224² Management Bureau of Weishan Qinghua Green Peafowl Nature Reserve, Weishan, Yunnan 614700

Abstract: Between October 2016 and September 2017, we deployed 28 infrared cameras (6,377 camera trapping days) to detect bird and mammal species in Weishan Qinghua Green Peafowl Nature Reserve. We obtained 1,692 effective images (mammals $n = 563$; birds $n = 1,129$). From these images, we identified 13 mammal species from 5 orders and 11 families and 58 bird species from 9 orders and 23 families. Among these, *Syrnaticus humiae* and *Moschus berezovskii* are listed as national first-class protected species, and *Martes flavigula*, *Accipiter virgatus*, *Buteo japonicus*, *Chrysolophus amherstiae*, *Lophuar nycthemera*, *Otus lettia*, *Strix aluco* are listed as national second-class protected species. Of the species identified, 1 species is evaluated as Critically Endangered (CR) and 3 species as Vulnerable (VU) in the Red List of China's Vertebrate. One species is also listed in Appendix I and 7 other species are in Appendix II of CITES. We found that *Garrulax pectoralis* had the highest relative abundance (5.68 effective images per 100 trap-days), followed by *Callosciurus erythraeus* (2.81) and *Muntiacus muntjak* (1.68). Our results provided the first record of large and mid-sized mammals and terrestrial birds from this nature reserve, thereby providing primary baseline data of wildlife resources for future management of biodiversity.

Key words: wildlife biodiversity; infrared camera; species richness

收稿日期: 2018-06-12; 接受日期: 2018-10-26

基金项目: 云南省野生动植物极小种群物种保护项目(2016)和西南林业大学林学一流学科(51600625)资助

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: luoxu@swfu.edu.cn

巍山青华绿孔雀自然保护区位于云南省大理白族自治州青华乡境内, 1988年成立时为州级, 1997年晋升为省级, 是我国唯一以绿孔雀(*Pavo muticus*)为单一保护对象的自然保护区。保护区总面积1,000 ha, 地势北高南低, 最高海拔2,010 m, 最低海拔1,240 m, 年降水量偏少, 为半湿润和半干旱气候。植被类型可分为暖性针叶林、常绿阔叶林和稀树灌木丛3种类型, 次生林较多(云南省林业调查规划院, 2017)^①。龙凤河和中窑河流经保护区, 出保护区后注入黑惠江, 河流汇水区属于小湾电站淹没区。由于历史原因, 保护区中尚有村庄, 周边有大面积的耕地和经济林, 保护区鸟兽资源本底资料较为缺乏。我们于2016年10月至2017年9月利用红外相机开展鸟类和兽类资源调查, 以期为保护区野生动物资源管理提供基础数据, 加快该保护区的建设和重点物种的保护。

1 方法

1.1 红外相机布设与数据采集

由于保护区的实验区主要是村落和农田, 人为干扰较大, 因此仅在缓冲区和核心区布设红外相机。按植被类型在针叶林布设10台、灌丛6台、阔叶林12台, 相机间距原则上大于100 m (图1)。由于保护区较为干旱, 布设时重点选择有溪流的山箐两侧, 或者是植被茂密的林下。相机捆绑在树干上, 保持镜头基本与地面平行。在固定之前要进行拍摄区域调试, 根据需要适当修剪拍摄范围内的杂草和枯枝, 避免影响相机触发。使用猎科LTL6210MC型红外相机, 模式设置为“拍照 + 录像”(触发后拍3张照片 + 录制30 s视频), 触发间隔30 s, 灵敏度“中”, 图像尺寸“1440 × 1080”。内存卡和电池每3个月更换1次。相机布设时间自2016年10月至2017年9月, 核心区布设18台, 缓冲区布设10台。

1.2 数据分析

红外相机拍摄到的鸟类和兽类主要参考《中国鸟类野外手册》(马敬能等, 2000)和《中国兽类野外手册》(Smith和解焱, 2009)进行鉴定。动物名称和分类系统参照《中国鸟类分类与分布名录(第三版)》(郑光美, 2017)和《中国哺乳动物多样性》(蒋志刚

等, 2015)。保护级别的界定参照《国家重点保护野生动物名录》(<http://www.forestry.gov.cn>)、CITES附录(<http://www.cites.gov.cn/>)、《中国脊椎动物红色名录》(蒋志刚等, 2016)等。

独立有效照片与物种相对丰富度参照O'Brien等(2003)的标准, 在同一台相机中, 超过30 min后所拍摄的同一种照片或视频视为独立有效照片。物种相对丰富度(RAI)为每100个有效相机日内拍摄第*i*种的所有独立有效照片数, 计算公式如下:

$$RAI = A_i / N \times 100$$

式中, A_i 为红外相机所拍摄到第*i*种($i = 1, 2, 3, \dots, 71$)鸟类或兽类的独立照片数, N 为所有相机位点的总相机日。

在调查过程中, 啮齿类大多难以识别, 以“仓鼠科或鼠科”表示该类群, 合并为1个类群计算。为满足肖治术等(2014)提出的森林野生动物监测网格为1 km²或者1 ha的规范要求, 我们将同一植被类型中间距小于100 m的两台相机所拍摄到的照片合并, 视为同一台相机拍摄(仅2组, 相机编号为9–10号, 15–27号), 再进行有效照片和丰富度计算, 以避免重复取样。

2 结果

在28个监测位点上, 核心区的18台相机累计工作4,226台日, 缓冲区的10台相机累计工作2,151台日, 合计6,377台日(附录1)。调查共获得独立有效照片1,692张, 其中兽类563张, 鸟类1,129张。共鉴定出71种鸟类和兽类(不含啮齿类鼠科和仓鼠物种), 其中鸟类58种, 分属9目23科; 兽类13种, 分属5目11科(附录2)。雀形目鸟类最多, 达42种, 占所鉴定鸟种总数(58种)的72.41%。

拍摄到的动物中(附录3), 国家一级重点保护动物有黑颈长尾雉(*Syrnaticus humiae*)和林麝(*Moschus berezovskii*) 2种, 国家二级重点保护动物有黄喉貂(*Martes flavigula*)、松雀鹰(*Accipiter virgatus*)、普通鵟(*Buteo japonicus*)、白腹锦鸡(*Chrysolophus amherstiae*)、白鹇(*Lophuar nycthemera*)、领角鸮(*Otus lettia*)和灰林鸮(*Strix aluco*) 7种。在《中国脊椎动物红色名录》中, 1种被列为“极危(CR)”, 即林麝; 3种被列为“易危(VU)”, 即豹猫(*Prionailurus bengalensis*)、小麝(*Moschus moschiferus*)和黑颈长尾雉; 8种被列为“近危(NT)”, 即黄喉貂、果子狸(*Paguma*

① 云南省林业调查规划院 (2017) 巍山青华绿孔雀省级自然保护区总体规划(2017–2026)。

图1 巍山青华绿孔雀自然保护区红外相机监测位点图
Fig. 1 Camera-trapping sites in Weishan Qinghua Green Peafowl Nature Reserve

图2 物种伴随月份累计曲线图
Fig. 2 Cumulative curve of detected species with increasing months

larvata)、赤麂(*Muntiacus muntjak*)、云南兔(*Lepus comus*)、白腹锦鸡、领角鸮、灰林鸮和黑胸鸮(*Turdus dissimilis*)。CITES附录I收录的1种,即黑颈长尾雉;CITES附录II收录的7种,即北树鼯(*Tupaia belangeri*)、林麝、豹猫、松雀鹰、普通鵟、领角鸮和灰林鸮。

物种相对丰富度最高的是黑领噪鹛(*Garrulax pectoralis*, 5.68), 其次是赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*, 2.81)、赤麂(1.68)、黑胸鸮(1.44)、白腹锦鸡(1.44)、紫啸鸫(*Myophonus caeruleus*, 1.41)、北树鼯(1.05)和山斑鸠(*Streptopelia orientalis*, 0.94)。

从物种累积曲线图可以看出,曲线开始上升较快,当相机摆放时间到达10个月后保护区内鸟类和兽类物种数趋于饱和(图2)。另外,还拍到迁徙鸟类7种,分别是红翅凤头鹃(*Clamator coromandus*)、普通鵟、黑卷尾(*Dicrurus macrocercus*)、灰卷尾(*D.*

leucophaeus)、灰背鸫(*Turdus hortulorum*)、北红尾鸫(*Phoenicurus leucopterus*)和灰鹊鸚(*Motacilla cinerea*)。

3 讨论

云南省地形地貌复杂,已建立自然保护区160个,以森林生态类型保护区居多,占93.7%(www.ynlu.gov.cn)。红外相机技术针对森林中的大中型兽类和地栖性鸟类具有独特的优势,而这些类群通过传统调查方法往往很难获取数据(李晟等, 2014; 张倩雯等, 2018),因此在云南开展动物资源本底调查和监测工作,红外相机技术的运用显得尤为必要。截至2017年6月,云南省有14个地点进行过红外相机鸟兽调查(朱淑怡等, 2017),此后又增加了西双版纳布龙州级自然保护区(王巧燕等, 2018)、西双版纳尚勇自然保护区(白德凤等, 2018)、碧罗雪山3个(房以好等, 2018)。目前使用红外相机技术进行过动物资源调查的保护区仅占全省总数约10%,且多集中在云南西部和南部,滇东、滇中地区相关研究报道较少。因此,应加强红外相机技术在云南省自然保护区动物资源调查中的普及,尤其是在森林生态和野生动物类型的保护区。

巍山青华绿孔雀自然保护区自成立以来,鸟兽多样性信息一直较缺乏,本次调查反映了本保护区大中型兽类和地栖型鸟类的多样性本底水平。与巍山青华绿孔雀省级自然保护区总体规划(云南省林

业调查规划院, 2017) 相较, 此次调查为保护区新增国家一级重点保护动物2种, 即黑颈长尾雉和林麝, 新增国家二级重点保护动物4种, 即松雀鹰、普通鵟、领角鸮、灰林鸮。本次调查没有涵盖实验区, 是因为实验区多为农田生境, 农田鸟类、啮齿目和翼手目兽类可能是主要动物类群, 红外相机技术对这些类群的调查效果并不理想, 因此建议保护区下一步工作利用样线法(周放, 1986)、样点法(Zou et al, 2012)、陷阱法(谢文华等, 2014)等调查方法对鸟兽多样性本底数据进行补充。另外, 由于林冠层和地面层的鸟兽物种组成可能有较大差异(房以好等, 2018), 将来还需加强阔叶林和针叶林林冠层的鸟兽资源调查。

云南大鼯鼠(*Petaurista yunnanensis*)曾作为霜背大鼯鼠(*P. philippensis*)的亚种, 通过分子和形态学分析后, 云南大鼯鼠被提升为独立的种(Yu et al, 2006; Li et al, 2013), 根据《中国脊椎动物红色名录》, 该物种被评估为“资料缺乏(DD)”, 云南大鼯鼠主要分布于云南西南部, 目前的确切分布点位于盈江、腾冲、贡山和梁河等怒江流域(Li et al, 2012)。本次调查证实云南大鼯鼠在澜沧江流域也有分布, 为该物种的分布提供了新的信息。

绿孔雀作为青华保护区的主要保护对象, 本次调查并未发现。保护区紧邻黑惠江, 属于澜沧江水系, 20世纪90年代绿孔雀在青华的种群数量尚且可观(文贤继等, 1995)。近期一次全面的绿孔雀种群调查发现, 云南省以往有分布的县中60%的县绿孔雀均已消失, 其中就包括巍山、云县、南涧、凤庆、临沧和双江等澜沧江流域的各县(Kong et al, 2018), 虽然在景东、景谷等县还有发现, 但显然绿孔雀种群在澜沧江流域已呈小家族点状隔离分布(滑荣等, 2018), 亟待保护。

致谢: 云南工商学院洪磊制作红外相机布设图, 西南林业大学高歌、陈熙、李万德、王官胜、冯莹莹、曾卫协助鉴定红外相机照片, R. Will Stein博士帮忙修改英文摘要, 野外工作得到大理州林业局的支持和巍山县林业局的支持, 在此一并表示感谢!

参考文献

Bai DF, Chen Y, Li JS, Tao Q, Wang LF, Piao Y, Shi K (2018) Mammal diversity in Shangyong Nature Reserve, Xishu-

angbanna, Yunnan Province. Biodiversity Science, 26, 75–78. (in Chinese with English abstract) [白德凤, 陈颖, 李俊松, 陶庆, 王利繁, 飘优, 时坤 (2018) 西双版纳尚勇自然保护区哺乳动物物种多样性. 生物多样性, 26, 75–78.]

Fang YH, Ren GP, Gao Y, Zhang SX, Wang HH, Li YP, Huang ZP, Cui LW, Xiao W (2018) Impact of ground and canopy camera-trapping installation on wildlife monitoring. Biodiversity Science, 26, 717–726. (in Chinese with English abstract) [房以好, 任国鹏, 高颖, 张淑霞, 王浩瀚, 李延鹏, 黄志旁, 崔亮伟, 肖文 (2018) 红外相机安放于地面和林冠层对野生动物监测结果的影响. 生物多样性, 26, 717–726.]

Hua R, Cui DY, Liu J, Zhang J, Huang S, Guo G, Luo AD (2018) The status and distribution of green peafowl (*Pavo muticus imperator*) in China. Chinese Journal of Wildlife, 39, 681–684. (in Chinese with English abstract) [滑荣, 崔多英, 刘佳, 张敬, 黄松, 郭光, 罗爱东 (2018) 中国绿孔雀种群现状调查. 野生动物学报, 39, 681–684.]

Jiang ZG, Jiang JP, Wang YZ, Zhang E, Zhang YY, Li LL, Xie F, Cai B, Cao L, Zheng GM, Dong L, Zhang ZW, Ding P, Luo ZH, Ding CQ, Ma ZJ, Tang SH, Cao WX, Li CW, Hu HJ, Ma Y, Wu Y, Wang YX, Zhou KY, Liu SY, Chen YY, Li JT, Feng ZJ, Wang Y, Wang B, Li C, Song XL, Cai L, Zang CX, Zeng Y, Meng ZB, Fang HX, Ping XG (2016) Red List of China's Vertebrates. Biodiversity Science, 24, 500–551. (in Chinese and in English) [蒋志刚, 江建平, 王跃招, 张鹜, 张雁云, 李立立, 谢锋, 蔡波, 曹亮, 郑光美, 董路, 张正旺, 丁平, 罗振华, 丁长青, 马志军, 汤宋华, 曹文宣, 李春旺, 胡慧建, 马勇, 吴毅, 王应祥, 周开亚, 刘少英, 陈跃英, 李家堂, 冯祚建, 王燕, 王斌, 李成, 宋雪琳, 蔡蕾, 臧春鑫, 曾岩, 孟智斌, 方红霞, 平晓鸽 (2016) 中国脊椎动物红色名录. 生物多样性, 24, 500–551.]

Jiang ZG, Ma Y, Wu Y, Wang YX, Feng ZJ, Zhou KY, Liu SY, Luo ZH, Li CW (2015) China's mammalian diversity. Biodiversity Science, 23, 351–364. (in Chinese with English abstract) [蒋志刚, 马勇, 吴毅, 王应祥, 冯祚建, 周开亚, 刘少英, 罗振华, 李春旺 (2015) 中国哺乳动物多样性. 生物多样性, 23, 351–364.]

Kong DJ, Wu F, Shan PF, Gao JY, Luo WX, Yang XJ (2018) Status and distribution changes of the endangered green peafowl (*Pavo muticus*) in China over the past three decades (1990s–2017). Avian Research, 9, 18.

Li S, Wang DJ, Xiao ZS, Li XH, Wang TM, Feng LM, Wang Y (2014) Camera-trapping in wildlife research and conservation in China: Review and outlook. Biodiversity Science, 22, 685–695. (in Chinese with English abstract) [李晟, 王大军, 肖治术, 李欣海, 王天明, 冯利民, 王云 (2014) 红外相机技术在我国野生动物研究与保护中的应用与前景. 生物多样性, 22, 685–695.]

Li S, Yu FH, Lü XF (2012) Cranial morphometric study of four giant flying squirrels (*Petaurista*) (Rodentia: Sciuridae) from China. Zoological Research, 33, 119–126.

Li S, Yu FH, Yang QS (2013) Molecular phylogeny and

- biogeography of *Petaurista* inferred from the cytochrome *b* gene, with implications for the taxonomic status of *P. caniceps*, *P. sybilla*. *PLoS ONE*, 8, e70461.
- MacKinnon J, Phillipps K, He FQ (2000) A Field Guide to the Birds of China. Hunan Education Publishing House, Changsha. (in Chinese) [约翰·马敬能, 卡伦·菲利普斯, 何芬奇 (2000) 中国鸟类野外手册. 湖南教育出版社, 长沙.]
- O'Brien TG, Kinnaird MF, Wibisono HT (2003) Crouching tigers, hidden prey: Sumatran and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation*, 6, 131–139.
- Smith AT, Xie Y (2009) A Guide to the Mammals of China. Hunan Education Publishing House, Changsha. (in Chinese) [Smith AT, 解焱 (2009) 中国兽类野外手册. 湖南教育出版社, 长沙.]
- Wang QY, He YC, Zhang MX, Song JP, Tao YX, Zhang ZY, Yan ZJ, Yang HP (2018) Application of infrared cameras for wildlife surveys in the Bulong Nature Reserve, Xishuangbanna Prefecture, Yunnan Province. *Acta Theriologica Sinica*, 38, 513–518. (in Chinese with English abstract) [王巧燕, 何有才, 张明霞, 宋军平, 陶永祥, 张忠员, 岩章尖, 杨鸿培 (2018) 利用红外相机技术调查云南布龙州级自然保护区野生动物. 兽类学报, 38, 513–518.]
- Wen XJ, Yang XJ, Han LX, Yang L, Wang WM (1995) Investigations on the current status of the distribution of green peafowl in China. *Chinese Biodiversity*, 3, 46–51. (in Chinese with English abstract) [文贤继, 杨晓君, 韩联宪, 杨岚, 王为民 (1995) 绿孔雀在中国的分布现状调查. 生物多样性, 3, 46–51.]
- Xiao ZS, Li XH, Wang XZ, Zhou QH, Quan RC, Shen XL, Li S (2014) Developing camera-trapping protocols for wildlife monitoring in Chinese forests. *Biodiversity Science*, 22, 704–711. (in Chinese with English abstract) [肖治术, 李欣海, 王学志, 周岐海, 权锐昌, 申小莉, 李晟 (2014) 探讨我国森林野生动物红外相机监测规范. 生物多样性, 22, 704–711.]
- Xie WH, Yang XF, Li JN, Tao SL, Xiao ZS (2014) A preliminary study of the biodiversity of ground-dwelling small mammals in Badagongshan National Nature Reserve, Hunan Province. *Biodiversity Science*, 22, 216–222. (in Chinese with English abstract) [谢文华, 杨锡福, 李俊年, 陶双伦, 肖治术 (2014) 八大公山自然保护区地栖性小兽多样性初步研究. 生物多样性, 22, 216–222.]
- Yu F, Pang J, Kilpatrick CW, Mcguire PM, Wang Y, Lu S (2006) Phylogeny and biogeography of the *Petaurista philippensis* complex (Rodentia: Sciuridae), inter- and intraspecific relationships inferred from molecular and morphometric analysis. *Molecular Phylogenetics & Evolution*, 38, 755–766.
- Zhang QW, Gong YN, Song XJ, Wang XC, Yang CT, Shu ZF, Zou FS (2018) Comparing the effectiveness of camera trapping to traditional methods for biodiversity surveys of forest birds. *Biodiversity Science*, 26, 229–237. (in Chinese with English abstract) [张倩雯, 龚粤宁, 宋相金, 王新财, 杨昌腾, 束祖飞, 邹发生 (2018) 红外相机技术与其他几种森林鸟类多样性调查方法的比较. 生物多样性, 26, 229–237.]
- Zheng GM (2017) A Checklist on the Classification and Distribution of the Birds of China, 3rd edn. Science Press, Beijing. (in Chinese) [郑光美 (2017) 中国鸟类分类与分布名录(第三版). 科学出版社, 北京.]
- Zhou F (1986) On the breeding bird communities of Dinghushan. *Tropical and Subtropical Forest Ecosystem*, 4, 79–91. (in Chinese with English abstract) [周放 (1986) 鼎湖山森林繁殖鸟类群落的研究. 热带亚热带森林生态系统研究, 4, 79–91.]
- Zhu SY, Duan F, Li S (2017) Promoting diversity inventory and monitoring of birds through the camera-trapping network in China: Status, challenges and future outlook. *Biodiversity Science*, 25, 1114–1122. (in Chinese with English abstract) [朱淑怡, 段菲, 李晟 (2017) 基于红外相机网络促进我国鸟类多样性监测: 现状、问题与前景. 生物多样性, 25, 1114–1122.]
- Zou FS, Chen GZ, Yang QF, Li YD (2012) Bird species richness along an elevational gradient in forest at Jianfengling, Hainan Island, China. *Zoological Studies*, 51, 362–371.

(责任编辑: 蒋学龙 责任编辑: 闫文杰)

附录 Supplementary Material

附录1 巍山青华绿孔雀自然保护区红外相机位点信息

Appendix 1 The longitude and latitude coordinates of infrared cameras in Weishan Qinghua Green Peafowl Nature Reserve
<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2018164-1.pdf>

附录2 巍山青华绿孔雀自然保护区鸟兽物种名录

Appendix 2 Bird and mammal species detected in Weishan Qinghua Green Peafowl Nature Reserve
<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2018164-2.pdf>

附录3 巍山青华绿孔雀自然保护区部分动物照片

Appendix 3 Some wildlife species in Weishan Qinghua Green Peafowl Nature Reserve
<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2018164-3.pdf>

李斌强, 李鹏映, 杨家伟, 字红军, 李兴权, 段锡焕, 罗旭. 运用红外相机调查云南巍山青华绿孔雀自然保护区的鸟兽多样性. 生物多样性, 2018, 26 (12): 1343–1347.

<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2018164>

附录1 巍山青华绿孔雀自然保护区红外相机位点信息

Appendix 1 The longitude and latitude coordinates of infrared cameras in Weishan Qinghua Green Peafowl Nature Reserve

相机号	野外	相机位点	海拔	相机所属功能分区	生境	有效工作日	累计工作日
Camera codes	编 号	Camera sites	Altitude (m)	Core area/buffer zone	Habitat	Efficient camera day (d)	Accumulated camera day (d)
	Field codes	Longitude (E) Latitude (N)					
1	西 2	100°11' 25°00'	1,668	缓冲区 Buffer zone	针叶林 Coniferous forest	25	88
2	17 号	100°11' 25°00'	1,426	核心区 Core area	针叶林 Coniferous forest	78	213
3	31 号	100°11' 25°00'	1,393	核心区 Core area	阔叶林 Broad-leaved forest	20	116
4	6 号	100°12' 24°59'	1,662	核心区 Core area	阔叶林 Broad-leaved forest	36	320
5	5 号	100°12' 24°59'	1,662	核心区 Core area	阔叶林 Broad-leaved forest	27	329
6	西 1	100°11' 24°59'	1,611	核心区 Core area	针叶林 Coniferous forest	0	155
7	4 号	100°12' 24°59'	1,627	核心区 Core area	针叶林 Coniferous forest	35	270
8	1 号	100°12' 24°59'	1,633	核心区 Core area	针叶林 Coniferous forest	71	329
9	2 号	100°12' 24°59'	1,617	核心区 Core area	针叶林 Coniferous forest	65	329
10	3 号	100°12' 24°59'	1,705	核心区 Core area	针叶林 Coniferous forest	61	301
11	12 号	100°12' 25°00'	1,760	核心区 Core area	阔叶林 Broad-leaved forest	34	226
12	13 号	100°12' 25°00'	1,746	核心区 Core area	阔叶林 Broad-leaved forest	60	268
13	14 号	100°12' 25°00'	1,746	核心区 Core area	阔叶林 Broad-leaved forest	7	268
14	7 号	100°12' 24°59'	1,708	缓冲区 Buffer zone	阔叶林 Broad-leaved forest	27	283
15	8 号	100°12' 24°59'	1,686	缓冲区 Buffer zone	针叶林 Coniferous forest	58	283
16	9 号	100°12' 24°59'	1,734	核心区 Core area	阔叶林 Broad-leaved forest	26	329
17	26 号	100°12' 24°59'	1,796	核心区 Core area	灌丛 Scrub	45	149
18	21 号	100°13' 25°00'	1,670	核心区 Core area	灌丛 Scrub	76	150
19	22 号	100°13' 24°59'	1,600	核心区 Core area	灌丛 Scrub	25	97
20	23 号	100°13' 24°59'	1,523	核心区 Core area	灌丛 Scrub	28	148
21	24 号	100°13' 24°59'	1,497	缓冲区 Buffer zone	灌丛 Scrub	52	148
22	25 号	100°13' 24°59'	1,697	缓冲区 Buffer zone	灌丛 Scrub	37	88
23	27 号	100°12' 24°59'	1,556	缓冲区 Buffer zone	阔叶林 Broad-leaved forest	69	117
24	19 号	100°12' 25°00'	2,014	缓冲区 Buffer zone	阔叶林 Broad-leaved forest	28	306
25	18 号	100°12' 25°00'	2,012	缓冲区 Buffer zone	阔叶林 Broad-leaved forest	12	239
26	20 号	100°12' 25°00'	2,003	核心区 Core area	阔叶林 Broad-leaved forest	20	229
27	10 号	100°13' 24°58'	1,856	缓冲区 Buffer zone	针叶林 Coniferous forest	81	329
28	11 号	100°13' 24°59'	1,876	缓冲区 Buffer zone	针叶林 Coniferous forest	33	270

<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2018164>

Appendix 2 Bird and mammal species detected in Weishan Qinghua Green Peafowl Nature Reserve

物种 Species	保护级别 Conservation status	CITES 附录 CITES Appendix	中国脊椎动物 Red List of China's Vertebrates	独立有效照片 No. of independent images	相对丰富度指数 Relative abundance index	相机号 Camera codes
---------------	-----------------------------	----------------------------	---	-------------------------------------	-------------------------------------	---------------------

I 鸡形目 GALLIFORMES

(1)环颈山鹧鸪	<i>Arborophila torqueola</i>		LC	9	0.14	26、27	
(2)白鹇	<i>Lophuar nycthemera</i>	II	LC	23	0.36	20、27、28	
(3)黑颈长尾雉	<i>Syrmaticus humiae</i>	I	附录 I	VU	25	0.39	3、8、10、13、14、 24、25
(4)白腹锦鸡	<i>Chrysolophus amherstiae</i>	II		NT	92	1.44	2、4、8–11、14、 16–20、22、23、26、 27

2 鸠鸽科 Columbidae

(5)山斑鸠 <i>Streptopelia orientalis</i>	LC	60	0.94	10、13、19、23、27
(6)珠颈斑鸠 <i>Streptopelia chinensis</i>	LC	1	0.02	7、16、21
(7)绿翅金鸠 <i>Chalcophaps indica</i>	LC	16	0.25	14、15、20

3 杜鹃科 Cuculidae

(8)红翅凤头鹃 <i>Clamator coromandus</i>	LC	4	0.06	13、23
-------------------------------------	----	---	------	-------

4 三趾鹑科 Turnicidae

(9)棕三趾鹑 <i>Turnix suscitator</i>	LC	1	0.02	17
----------------------------------	----	---	------	----

5 鷹科 Accipitridae

(10)松雀鹰 <i>Accipiter virgatus</i>	II	附录 II	LC	1	0.02	20
(11)普通鵟 <i>Buteo japonicus</i>	II	附录 II	LC	1	0.02	27

6 鸱鸺科 Strigidae

(12) 领角鸮 <i>Otus lettia</i>	II	附录 II	NT	6	0.09	2、3、11
(13) 灰林鸮 <i>Strix aluco</i>	II	附录 II	NT	3	0.05	5、7

VII 犀鸟目 BUCEROTIFORMES

李斌强, 李鹏映, 杨家伟, 字红军, 李兴权, 段锡焕, 罗旭. 运用红外相机调查云南巍山青华绿孔雀自然保护区的鸟兽多样性. 生物多样性, 2018, 26 (12): 1343–1347.

<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2018164>

物种 Species	保护级别 Conservation status	CITES 附录 CITES Appendix	中国脊椎动物 红色名录* Red List of China's Vertebrates	独立有效照片 数 No. of independent images	相对丰富度指数 Relative abundance index	相机号 Camera codes
7 戴胜科 Upupidae						
(14)戴胜 <i>Upupa epops</i>			LC	3	0.05	8、10、13
VIII 啄木鸟目 PICIFORMES						
8 啄木鸟科 Picidae						
(15)大斑啄木鸟 <i>Dendrocopos major</i>			LC	1	0.02	8
(16)灰头绿啄木鸟 <i>Picus canus</i>			LC	21	0.33	2、3、8、9、11、12、14、16、27
IX 雀形目 PASSERIFORMES						
9 扇尾鹟科 Rhipiduridae						
(17)白喉扇尾鹟 <i>Rhipidura albicollis</i>			LC	24	0.38	27
10 卷尾科 Dicruridae						
(18)黑卷尾 <i>Dicrurus macrocercus</i>			LC	2	0.03	3、4
(19)灰卷尾 <i>Dicrurus leucophaeus</i>			LC	2	0.03	2
11 鸦科 Corvidae						
(20)松鸦 <i>Garrulus glandarius</i>			LC	8	0.13	3、10
(21)红嘴蓝鹊 <i>Urocissa erythrorhyncha</i>			LC	6	0.09	3、12
(22)灰树鹊 <i>Dendrocitta formosae</i>			LC	17	0.27	1、3、23
12 山雀科 Paridae						
(23)大山雀 <i>Parus cinereus</i>			LC	6	0.09	2、23
13 鹎科 Pycnonotidae						
(24)黑冠黄鹎 <i>Pycnonotus melanicterus</i>			LC	2	0.03	17
(25)黄臀鹎 <i>Pycnonotus xanthorrhous</i>			LC	52	0.81	17、23
(26)白喉红臀鹎 <i>Pycnonotus aurigaster</i>			LC	1	0.02	14
14 长尾山雀科 Aegithalos						
(27)红头长尾山雀 <i>Aegithalos concinnus</i>			LC	1	0.02	17
15 绣眼鸟科 Zosteropidae						
(28)灰腹绣眼鸟 <i>Zosterops palpebrosus</i>			LC	1	0.02	27
16 林鹟科 Timaliidae						
(29)斑胸钩嘴鹟 <i>Erythrogenys gravivox ruficollis</i>			LC	10	0.16	13、22、23
(30)棕颈钩嘴鹟 <i>Pomatorhinus</i>			LC	10	0.16	23

李斌强, 李鹏映, 杨家伟, 字红军, 李兴权, 段锡焕, 罗旭. 运用红外相机调查云南巍山青华绿孔雀自然保护区的鸟兽多样性. 生物多样性, 2018, 26 (12): 1343–1347.

<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2018164>

物种 Species	保护级别 Conservation status	CITES 附录 CITES Appendix	中国脊椎动物 红色名录* Red List of China's Vertebrates	独立有效照片 数 No. of independent images	相对丰富度指数 Relative abundance index	相机号 Camera codes
17 幽鹛科 Pellorneidae						
(31)短尾鹪鹩 <i>Turdinus brevicaudatus</i>			LC	1	0.02	14
18 噪鹛科 Leiothrichidae						
(32)矛纹草鹛 <i>Babax lanceolatus</i>			LC	1	0.02	17
(33)灰翅噪鹛 <i>Garrulax cineraceus</i>			LC	9	0.14	23
(34)小黑领噪鹛 <i>Garrulax monileger</i>			LC	36	0.56	14、17、24
(35)黑领噪鹛 <i>Garrulax pectoralis</i>			LC	362	5.68	1、3–5、7、9、10、13、14、16、18、19、21–24、27
(36)白颊噪鹛 <i>Garrulax sannio</i>			LC	26	0.41	18
(37)蓝翅希鹛 <i>Minla cyanouroptera</i>			LC	4	0.06	17、23
19 鹎科 Sittidae						
(38)栗臀鹎 <i>Sitta nagaensis</i>			LC	1	0.02	2
20 鸫科 Turdidae						
(39)橙头地鸫 <i>Geokichla citrina</i>			LC	13	0.20	19、23
(40)长尾地鸫 <i>Zoothera dixonii</i>			LC	11	0.17	20、27
(41)灰背鸫 <i>Turdus hortulorum</i>			LC	1	0.02	10
(42)黑胸鸫 <i>Turdus dissimilis</i>			NT	92	1.44	2、9、12、18、21、22
21 鹟科 Muscicapidae						
(43)鹟 <i>Copsychus saularis</i>			LC	7	0.11	13、21
(44)北红尾鹟 <i>Phoenicurus leucopterus</i>			LC	15	0.24	17
(45)白顶溪鹟 <i>Chaimarrornis leucocephalus</i>			LC	10	0.16	13
(46)紫啸鹟 <i>Myophonus caeruleus</i>			LC	90	1.41	13、15、17、18、21、23
(47)小燕尾 <i>Enicurus scouleri</i>			LC	1	0.02	13
(48)灰背燕尾 <i>Enicurus schistaceus</i>			LC	5	0.08	15
(49)白额燕尾 <i>Enicurus leschenaulti</i>			LC	2	0.03	13
(50)灰林鹟 <i>Saxicola ferreus</i>			LC	9	0.14	17
(51)栗腹矶鹟 <i>Monticola rufiventris</i>			LC	2	0.03	3
(52)棕胸蓝姬鹟 <i>Ficedula hyperythra</i>			LC	5	0.08	23
(53)山蓝仙鹟 <i>Cyornis banyumas</i>			LC	4	0.06	23、27

李斌强, 李鹏映, 杨家伟, 字红军, 李兴权, 段锡焕, 罗旭. 运用红外相机调查云南巍山青华绿孔雀自然保护区的鸟兽多样性. 生物多样性, 2018, 26 (12): 1343–1347.

<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2018164>

物种 Species	保护级别 Conservation status	CITES 附录 CITES Appendix	中国脊椎动物 红色名录* Red List of China's Vertebrates	独立有效照片 数 No. of independent images	相对丰富度指数 Relative abundance index	相机号 Camera codes
(54)棕腹大仙鹑 <i>Niltava davidi</i>			LC	1	0.02	20
22 鹊鸂科 Motacillidae						
(55)灰鹊鸂 <i>Motacilla cinerea</i>			LC	3	0.05	14
(56)白鹊鸂 <i>Motacilla albaoides</i>			LC	1	0.02	14
(57)树鹨 <i>Anthus hodgsoni</i>			LC	5	0.08	17
23 鹑科 Emberizidae						
(58)灰眉岩鹑 <i>Emberia godlewskii</i>			LC	3	0.05	10、11、17
哺乳纲 MAMMALIA						
X 攀鼯目 SCANDENTIA						
24 树鼯科 Tupaiidae						
(59)北树鼯 <i>Tupaia belangeri</i>		附录 II	LC	67	1.05	8、17、19
XI 食肉目 CARNIVORA						
25 鼬科 Mustelida						
(60)黄喉貂 <i>Martes flavigula</i>	II		NT	28	0.44	1、3、18、28
26 灵猫科 Viverridae						
(61)果子狸 <i>Paguma larvata</i>			NT	29	0.45	14、20、23、27
27 猫科 Felidae						
(62)豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>		附录 II	VU	50	0.78	3、9、14、23、24、26、27
XII 偶蹄目 ARTIODACTYLA						
28 猪科 Suidae						
(63)野猪 <i>Sus scrofa</i>			LC	1	0.02	27
29 麝科 Moschidae						
(64)林麝 <i>Moschus berezovskii</i>	I	附录 II	CR	1	0.02	28
30 鹿科 Cervidae						
(65)小鹿 <i>Muntiacus reevesi</i>			VU	16	0.25	2、5
(66)赤鹿 <i>Muntiacus muntjak</i>			NT	107	1.68	2、5、8、14、16、18、23、24、28
XIII 啮齿目 RODENTIA						
31 松鼠科 Sciuridae						
(67)赤腹松鼠 <i>Callosciurus erythraeus</i>			LC	179	2.81	1、9、10、14、15、17、21、22、26–28

李斌强, 李鹏映, 杨家伟, 字红军, 李兴权, 段锡焕, 罗旭. 运用红外相机调查云南巍山青华绿孔雀自然保护区的鸟兽多样性. 生物多样性, 2018, 26 (12): 1343–1347.

<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2018164>

物种 Species	保护级别 Conservation status	CITES 附录 CITES Appendix	中国脊椎动物 红色名录* Red List of China's Vertebrates	独立有效照片 数 No. of independent images	相对丰富度指数 Relative abundance index	相机号 Camera codes
(68)珀氏长吻松鼠 <i>Dremomys pernyi</i>			LC	3	0.05	20–24、27
(69)侧纹岩松鼠 <i>Sciurotamias forresti</i>			LC	14	0.22	26、28
32 鼯鼠科 Pteromyidae						
(70)云南大鼯鼠 <i>Petaurista yunnanensis</i>			DD	3	0.05	3
33 仓鼠科 Cricetidae spp./鼠科 Muridae				36	0.56	
spp.						
XIV 兔形目 LAGOMORPHA						
34 兔科 Leporidae						
(71)云南兔 <i>Lepus comus</i>			NT	29	0.45	5、7–11、16、18–22

*参照《中国脊椎动物红色名录》(蒋志刚, 2016), CR: 极危; EN: 濒危; VU: 易危; NT: 近危; LC: 无危。

李斌强, 李鹏映, 杨家伟, 字红军, 李兴权, 段锡焕, 罗旭. 运用红外相机调查云南巍山青华绿孔雀自然保护区的鸟兽多样性. 生物多样性, 2018, 26 (12): 1343–1347.
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2018164>

黑颈长尾雉 *Syrmaticus humiae*

白鹇 *Lophuar nycthemera*

豹猫 *Prionailurus bengalensis*

白腹锦鸡 *Chrysolophus amherstiae*

黄喉貂 *Martes flavigula*

小鹿 *Muntiacus reevesi*

附录3 巍山青华绿孔雀自然保护区部分动物照片

Appendix 3 Some wildlife species in Weishan Qinghua Green Peafowl Nature Reserve