



•生物编目•

江西武夷山国家级自然保护区林下鸟类和兽类资源的红外相机监测

郭英荣¹, 兰文军², 邹思成², 袁荣斌², 董晓雨³, 曹吉锐³, 杨清培^{ID3}, 宋庆妮^{ID3*}

1. 江西省自然保护地建设中心, 南昌 330038; 2. 江西武夷山国家级自然保护区管理局, 江西上饶 334515; 3. 江西农业大学林学院, 南昌 330045

摘要: 红外相机技术已成为野生动物监测的一种有效手段, 在自然保护区物种资源的清查中具有重要的应用价值。为了进一步完善江西武夷山国家级自然保护区鸟兽的编目信息, 2016年11月至2018年8月, 我们按样线法布设了52台红外相机进行连续监测。本次调查累计18,417个相机工作日, 拍摄到独立有效照片8,908张, 记录到野生兽类与鸟类共62种, 其中兽类20种, 隶属5目13科, 鸟类42种, 隶属5目14科。国家I级重点保护野生动物有2种, 即黑麂(*Muntiacus crinifrons*)和黄腹角雉(*Tragopan caboti*), 国家II级重点保护野生动物有亚洲黑熊(*Ursus thibetanus*)、毛冠鹿(*Elaphodus cephalophus*)和中华鬣羚(*Capricornis milneedwardsii*)等10种。被IUCN红色名录评估为易危的有4种, 近危的5种。兽类相对多度指数居于前三位的依次为小鹿(*Muntiacus reevesi*)、藏酋猴(*Macaca thibetana*)和野猪(*Sus scrofa*); 鸟类相对多度指数位于前三位的是白鹇(*Lophura nycthemera*)、紫啸鸫(*Myophonus caeruleus*)和黑领噪鹛(*Garrulax pectoralis*)。物种相对多度指数沿海拔梯度呈现中部高、两侧低的单峰模式, 以800–1,200 m的区域最高。本文结果可为保护区的野生动物资源清查提供基础数据, 也为后续保护区管理政策的制定提供参考。

关键词: 野生动物监测; 珍稀动物; 相对多度指数; 中域效应假说; 物种多样性

郭英荣, 兰文军, 邹思成, 袁荣斌, 董晓雨, 曹吉锐, 杨清培, 宋庆妮 (2021) 江西武夷山国家级自然保护区林下鸟类和兽类资源的红外相机监测. 生物多样性, 29, 811–818. doi: 10.17520/biods.2020307.

Guo YR, Lan WJ, Zou SC, Yuan RB, Dong XY, Cao JR, Yang QP, Song QN (2021) Camera-trapping survey of wild mammals and ground-dwelling birds in the Jiangxi Wuyishan National Nature Reserve, China. Biodiversity Science, 29, 811–818. doi: 10.17520/biods.2020307.

Camera-trapping survey of wild mammals and ground-dwelling birds in the Jiangxi Wuyishan National Nature Reserve, China

Yingrong Guo¹, Wenjun Lan², Sicheng Zou², Rongbin Yuan², Xiaoyu Dong³, Jirui Cao³, Qingpei Yang^{ID3}, Qingni Song^{ID3*}

1 Construction Center of Jiangxi Natural Reserves, Nanchang 330038

2 Administration of Jiangxi Wuyishan National Nature Reserve, Shangrao, Jiangxi 334515

3 College of Forestry, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045

ABSTRACT

Aim: We aim to investigate the biological inventory of large and medium-sized mammals and ground-dwelling birds in the Jiangxi Wuyishan National Nature Reserve using camera-trapping techniques.

Method: 52 camera-traps were placed between 531 m and 2,051 m a.s.l. from November 2016 to June 2018. The relative abundance index was used to evaluate the population sizes of different species.

Results: A total of 8,908 independent photographs were taken with a sampling effort of 18,417 camera-days. We identified 20 wild mammal species (5 orders and 13 families) and 42 bird species (5 orders and 14 families). Of all the detected species, 2 species are listed as first-class National Protected Wildlife (*Muntiacus crinifrons* and *Tragopan caboti*), and 10 species are listed as second-class National Protected Wildlife (*Ursus thibetanus*, *Elaphodus*

收稿日期: 2020-07-31; 接受日期: 2020-11-22

基金项目: 江西省科技计划项目(20151BBG70025)和国家自然科学基金(41807018)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: songqingni@126.com

cephalophus, *Capricornis milneedwardsii*, and others). Four species were listed as Vulnerable and five as Near Threatened according to the IUCN Red List. Based on the relative abundance index, the three most abundant mammal species were *Muntiacus reevesi*, *Macaca thibetana* and *Sus scrofa*; and the three most detected bird species were *Lophura nycthemera*, *Myophonus caeruleus* and *Garrulax pectoralis*. The relative abundance index of species presents a unimodal pattern along the altitude gradient with the largest value being in the area of 800–1,200 m.

Conclusion: These findings indicate Jiangxi Wuyishan Nature Reserve has high species diversity and rich rare and endangered species, especially in the mid-altitude areas. This study provides an important foundation for further biodiversity investigation and wildlife management measures of reserves.

Key words: wildlife monitoring; rare animals; relative abundance index; mid-domain effect hypothesis; species diversity

自然保护区是我国生物多样性保护的核心区域。对保护区的野生动物进行调查和编目,摸清其生物多样性资源家底、监测动物种群动态,有利于野生动物保护管理与政策的制定(马克平, 2015; 肖治术, 2016)。目前我国自然保护区对野生动物资源的调查主要采用样线法或样带法,收集到的物种数量、空间分布和生活节律等信息存在一定的偶然性、不确定性和滞后性,无法系统反映某一地区的野生动物资源现状。与传统野生动物调查方法相比,红外相机技术是一种非损伤性的物种调查与记录技术,具有准确性、持续性和隐蔽性等优点,已成为自然保护区生物多样性监测的最有效工具之一(李晟等, 2014; 王丞等, 2019)。近年来,红外相机技术在监测动物多样性(陈声文等, 2016)、动物种群密度(程松林等, 2017)、活动节律(Frey et al, 2017)和物种空间分布规律(李广良等, 2014)等方面发挥了重要作用。

江西武夷山国家级自然保护区(以下简称江西武夷山保护区)地处武夷山脉北段的西北坡,属于森林生态系统类型自然保护区。在亚热带季风气候、海拔、复杂地形的共同作用下,区内动植物资源丰富,珍稀濒危物种繁多,如中国特有种黑麂(*Muntiacus crinifrons*)和黄腹角雉(*Tragopan caboti*)等。然而,有关兽类与鸟类多样性的研究仅于保护区综合科考时进行了调查与报道(刘信中, 2003),且采用的是传统调查方法,而借助红外相机监测动物的研究相对较少。程松林等(2013b)首次利用红外相机提供了黑麂存在与分布的准确信息,随后他们又利用红外相机调查了黄腹角雉的生物学习性及海拔分布特征(程松林等, 2017)。但是这些研究主要是针对单个物种,无法反映保护区内大型兽类与鸟类资源的现状。多种珍稀动物如华南虎(*Panthera tigris*

amoyensis)、云豹(*Neofelis nebulosa*)、豹(*Panthera pardus*)等,多年未见确凿证据,因此亟需对当前保护区内动物资源和分布的真实情况进行深入了解。

为此,本研究采用红外相机技术对区内大中型兽类及林下鸟类资源进行连续监测,旨在:(1)掌握江西武夷山保护区大中型兽类和林下鸟类资源现状;(2)分析兽类和林下鸟类的群落组成、相对数量和空间分布特征,以期今后的科学研究及保护计划的制定提供参考。

1 研究方法

1.1 研究区概况

江西武夷山保护区位于江西省东北部铅山县(27°48'11"–28°00'35" N, 117°39'30"–117°55'47" E),地处武夷山脉北段、主峰黄岗山(海拔2,160 m)的西北坡,与福建武夷山国家级自然保护区接壤。该保护区成立于2002年,面积为16,007 ha,其中核心区面积4,835 ha,缓冲区面积2,021 ha,实验区面积9,151 ha(程松林等, 2009)。研究区属亚热带中部季风气候带,年均气温14.2℃,年均降水量2,583 mm,每年降水日约200 d,相对湿度84.0%,蒸发量778 mm,无霜期240 d左右。区内动植物资源丰富,群落类型多样,原生状态保存完整,海拔1,000 m以上没有居民点和生产活动(程松林等, 2017)。植被垂直带谱发育典型,从低海拔至高海拔依次为毛竹(*Phyllostachys edulis*)林、常绿阔叶林、常绿落叶阔叶混交林、针阔叶混交林、针叶林、山顶苔藓矮林、山顶灌丛草甸。毛竹林的优势种为毛竹;常绿阔叶林的优势树种主要为丝栗栲(*Castanopsis fargesii*)、甜槠(*Castanopsis eyrei*)和多脉青冈(*Cyclobalanopsis multinervis*)等;常绿落叶阔叶混交林的优势树种为木荷(*Schima superba*)、多脉青冈、枫香(*Liquidambar*

formosana)和光皮桦(*Betula luminifera*)等; 针阔混交林的优势针叶树为黄山松(*Pinus taiwanensis*)和南方铁杉(*Tsuga chinensis*), 阔叶树主要是多脉青冈、木荷和包果柯(*Lithocarpus cleistocarpus*)等; 针叶林的优势树种为黄山松、南方铁杉和杉木(*Cunninghamia lanceolata*); 灌丛的优势种主要为肿节少穗竹(*Oligostachyum oedogonatum*)、鹿角杜鹃(*Rhododendron latoucheae*)和云锦杜鹃(*R. fortunei*)(刘信中, 2003)。保护区记录兽类8目27科77种, 鸟类18目47科223种, 包括黑麂、亚洲黑熊(*Ursus thibetanus*)、黄腹角雉和白颈长尾雉(*Syrnaticus ellioti*)等国家重点保护野生动物(刘信中, 2003)。

1.2 数据采集

2016年11月至2018年8月, 根据巡护经验及生境状况, 我们在保护区内选择11条样线, 在每条样线上分别设置3–7个红外相机位点, 同样样线内两台相机的间隔距离至少200 m (图1)。调查共布设54台相机, 主要是在动物活动较频繁的地方, 如兽道、水源地附近以及采食地, 海拔范围为531–2,051 m。有2台相机自第一次安装后被盗, 剩下52台相机进行持续监测, 相机位点的基本信息见附录1。

相机安装过程如下: 选择合适树干, 将相机捆在距离地面50–80 cm的高度上。相机与兽道呈锐角或正对水源, 避开阳光直射。适当清理相机前方可

能干扰拍摄或导致误触发的树枝、灌草, 留出动物活动空间。相机型号为猎科Ldl6210, 设置模式为: 拍照 + 视频(连拍2张 + 20 s视频), 时间间隔1 s; 灵敏度中。对每台相机进行编号, 记录它们的放置日期、经纬度、海拔、功能区位置、森林类型以及乔木、灌木和草本的种类及密度等信息。相机安装后每3个月检查1次, 收集数据并更换电池。

1.3 数据处理

将照片和视频数据根据拍摄的对象划分为兽类、鸟类、家畜及人4类, 统计清晰可识别的野生兽类和鸟类物种。兽类分类参考《中国哺乳动物多样性及地理分布》(蒋志刚等, 2015)。鸟类的鉴定参考《中国鸟类分类与分布名录(第三版)》(郑光美, 2017)。物种保护等级参考《国家重点保护野生动物名录》(国家林业和草原局农业农村部公告(2021年第3号), <http://www.forestry.gov.cn/>)、IUCN红色名录(<https://www.iucnredlist.org>)及 CITES 附录(<http://www.cites.gov.cn/>)。

我们定义1台红外相机在野外正常工作24 h为1个相机工作日(camera day, CD)。采用稀疏化曲线(rarefaction curve)拟合兽类、鸟类与相机工作日之间的关系以检验取样是否充分。物种的相机位点出现率(camera occurrence rate)反映不同物种在监测区域内的分布或活动范围大小, 它指的是某物种被拍到的相机总数占正常工作相机总数的百分率。将同

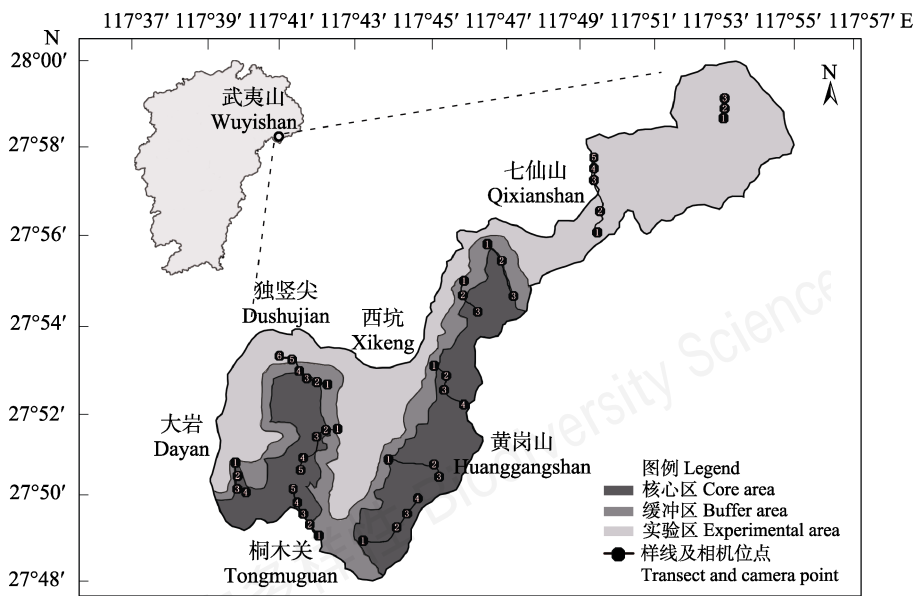


图1 江西武夷山国家级自然保护区红外相机安装位点分布图
Fig. 1 Sites of infra-red camera-trapping in the Jiangxi Wuyishan National Nature Reserve

一相机位点15 min内连续拍摄到的同一个体的有效照片(或视频)记为1张独立照片(independent photograph, IP)。相对多度指数(relative abundance index, RAI)的计算公式如下(李晟等, 2014):

$$RAI = \frac{A}{N} \times 1,000 \quad (1)$$

其中, A 表示某物种所有相机位点的独立有效照片数, N 为所有相机位点的有效工作日。通过计算不同海拔与功能区动物的相对多度指数, 比较不同生境条件下动物的多样性。

利用Shannon-Wiener多样性指数(H')分析不同海拔和功能区的动物多样性, 计算公式如下(汪国海等, 2016):

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i \quad (2)$$

式中, S 是物种数目, P_i 为第*i*个物种的独立有效照片数占独立有效照片总数的比例。

2 结果

52台红外相机累计监测18,417个相机工作日, 共拍摄到92,784张照片(视频也被归为照片处理), 包括野生动物有效照片22,132张, 独立照片8,908张, 兽类照片7,624张, 占比85.6%, 鸟类照片1,284张(14.4%)。单台相机所记录的物种数最少为1种, 最多为30种, 所有相机平均记录的物种数为 11 ± 5 种。调查共记录到62种野生动物, 隶属10目27科, 其中兽类20种, 鸟类42种(附录2, 附录3)。

通过物种数与相机工作日之间的拟合稀疏曲线可以看出, 兽类物种数随相机工作日的增加变化比较平稳, 大约在2,000个相机工作日趋于饱和; 而鸟类物种数在1,000–6,000个相机工作日期间增加较快, 但在6,000个工作日后增加缓慢(图2), 大约在12,000个相机工作日后仍有少量增加, 表明本研究兽类监测时间已充足, 鸟类还需要延长监测时间。

2.1 物种组成

共鉴定出20种兽类, 隶属于5目13科(附录2), 其中食肉目物种数最多, 有8种, 占兽类物种总数的40.0%; 其次是偶蹄目(5种), 占兽类物种总数的25.0%; 啮齿目5种, 灵长目和兔形目各1种。夜间拍到的鼠科动物由于个体较小, 不易辨别, 统一归为鼠类。兽类中列为国家I级重点保护野生动物的有1

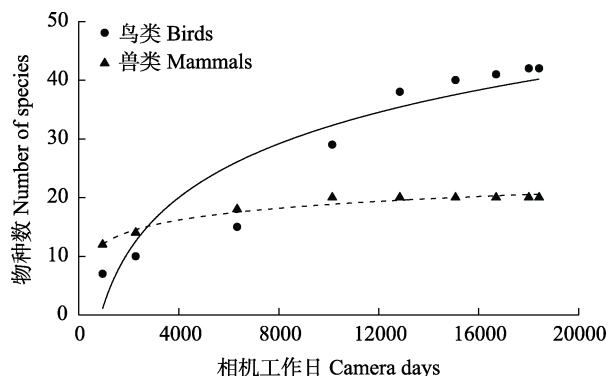


图2 江西武夷山国家级自然保护区内兽类与林下鸟类物种数量与相机工作日拟合的稀疏化曲线

Fig. 2 Rarefaction curves for estimating species number of mammals and ground-dwelling birds with increased camera days in the Jiangxi Wuyishan National Nature Reserve

种(黑麂), 国家II级的6种, 即亚洲黑熊、藏酋猴(*Macaca thibetana*)、毛冠鹿(*Elaphodus cephalophus*)、中华鬣羚(*Capricornis milneedwardsii*)、赤狐(*Vulpes vulpes*)和黄喉貂(*Martes flavigula*)。被列入CITES附录I的有3种(黑麂、亚洲黑熊和中华鬣羚)、附录II的有1种(藏酋猴)。在IUCN物种红色名录中, 被评估为易危(VU)级别的3种, 即黑麂、亚洲黑熊和猪獾(*Arctonyx collaris*), 被评估为近危(NT)的4种, 即藏酋猴、中华鬣羚、黄腹鼬(*Mustela kathiah*)和毛冠鹿, 其余12种被评估为无危(LC)。中国特有种4种, 即小鹿(*Muntiacus reevesi*)、黑麂、藏酋猴和华南兔(*Lepus sinensis*)。

鉴定出的42种林下鸟类分属5目14科, 其中雀形目种类最多(31种), 占鸟类物种总数的73.8%; 鸡形目5种, 鸮形目3种, 隼形目2种, 鸽形目1种。鸟类中列为国家I级重点保护野生动物的1种(黄腹角雉), 国家II级的4种, 即白鹇(*Lophura nycthemera*)、勺鸡(*Pucrasia macrolopha*)、凤头鹰(*Accipiter trivirgatus*)和鹰雕(*Spizaetus nipalensis*)。被CITES附录I收录的有1种, 为黄腹角雉, 附录II有4种, 即凤头鹰、鹰雕、画眉(*Garrulax canorus*)和红嘴相思鸟(*Leiothrix lutea*)。在IUCN物种红色名录中, 黄腹角雉被评估为易危, 白眉山鹇(*Arborophila gingica*)被评估为近危, 其余40种都被评估为无危。另外, 中国特有鸟类有黄腹角雉、白眉山鹇、灰胸竹鸡(*Bambusicola thoracicus*)和棕噪鹛(*Garrulax poecilorhynchus*)。

表1 江西武夷山国家级自然保护区兽类和林下鸟类在不同海拔与功能区的分布规律

Table 1 Species diversity of mammals and ground-dwelling birds by camera-trapping in different elevation gradients and different functional zones in the Jiangxi Wuyishan National Nature Reserve

环境变量 Environmental variables	相机位点数 No. of camera sites	相机工作日 Camera days	独立照片数 No. of independent photographs	物种数 No. of species	相对多度指数 Relative abundance index (RAI)	Shannon-Wiener指数 Shannon-Wiener index (<i>H'</i>)
海拔 Elevation						
<800 m	4	1,257	573	21	455.8	1.949
800–1,000 m	8	3,425	1,980	41	578.1	2.155
1,000–1,200 m	12	4,427	2,476	46	559.0	1.785
1,200–1,400 m	9	2,967	1,295	27	436.4	1.602
1,400–1,600 m	7	2,776	1,174	36	422.9	2.031
1,600–1,800 m	7	2,288	735	30	321.2	1.808
>1,800 m	5	1,277	675	19	528.6	1.520
功能区划 Functional zone						
核心区 Core zone	30	9,915	4,528	47	456.8	1.910
缓冲区 Buffer zone	11	4,153	2,205	38	531.4	1.863
实验区 Experimental zone	11	4,349	2,164	44	499.4	2.324

2.2 物种相对多度

在红外相机记录的20种野生兽类中, 相对多度指数排前五位的依次是小鹿(RAI = 224.20)、藏酋猴(RAI = 41.32)、野猪(*Sus scrofa*, RAI = 21.28)、华南兔(*Lepus sinensis*, RAI = 19.66)、黄腹鼬(RAI = 9.06)。相机位点出现率位于前五位的依次是小鹿(49个位点)、藏酋猴(43个位点)、野猪(37个位点)、中华鬣羚(22个位点)和毛冠鹿(18个位点)。统计兽类的集群活动发现, 藏酋猴、野猪均有明显的集群现象, 藏酋猴最多有23只同时活动, 3只以上活动的照片有165张, 占其照片总数的21.7%; 野猪最多有9只同时活动, 3只以上的照片有47张, 占其照片总数的12.0%。

林下鸟类中相对多度指数排前五位的依次是白鹇(RAI = 23.40)、紫啸鸫(*Myophonus caeruleus*, RAI = 17.16)、黑领噪鹛(*Garrulax pectoralis*, RAI = 6.24)、黄腹角雉(RAI = 5.27)和棕噪鹛(RAI = 3.58)。这5种鸟类的相机位点出现率也最高, 其中白鹇在45台相机中拍摄到, 占所有机位的86.8%, 紫啸鸫和黄腹角雉被18台相机拍摄, 占总机位的34.6%, 黑领噪鹛在25台相机中出现, 棕噪鹛被12台相机拍摄。白鹇、黑领噪鹛和棕噪鹛存在集群活动情况, 最大数量分别为10只、6只和7只, 3只以上独立照片分别为40张、22张和26张。

调查结果显示, 物种数、相对多度指数和

Shannon-Wiener指数沿海拔梯度大体呈现中部高、两侧低的单峰模式, 800–1,200 m的中等海拔是兽类和林下鸟类多样性最高的区域(表1)。不同功能区域的物种数量、相对多度指数和多样性指数也具有一定的差异, 核心区、缓冲区和实验区记录的物种数分别是47、38和44种。相对多度指数为缓冲区最高, 实验区居中, 核心区最低; Shannon-Wiener指数为实验区最高, 缓冲区与核心区相对较低(表1)。

3 讨论

本研究共鉴定出20种兽类, 隶属于5目13科, 与红外相机调查的福建武夷山自然保护区兽类名录(5目10科19种)接近^①, 但与江西武夷山保护区科考记录(刘信中, 2003)相比, 还有1种偶蹄目和13种食肉目兽类未调查到, 它们是獐(*Hydropotes inermis*)、狼(*Canis lupus*)、貉(*Nyctereutes procyonoides*)、豺(*Cuon alpinus*)、华南虎、豹、云豹、豹猫(*Prionailurus bengalensis*)、金猫(*Catopuma temminckii*)、大灵猫(*Viverra zibetha*)、小灵猫(*Viverricula indica*)、亚洲狗獾(*Meles leucurus*)、鼬獾(*Melogale moschata*)和水獭(*Lutra lutra*)。豹猫、狗獾和鼬獾在保护区日常监测中有记录(程松林等, 2013a), 而另外10种在过去10年间没有确凿的分布

① 王海婴 (2017) 福建武夷山赤鹿(*Muntiacus vaginalis*)活动节律和行为时间分配的研究. 硕士学位论文, 厦门大学, 厦门.

证据,其主要原因可能是:(1)保护区在建立前由林场管理经营,对树木过度砍伐导致兽类的栖息地面积减小,并呈现破碎化,加重了兽类的暴露程度并减少了食物来源;(2)由于人为活动的干扰和长期的偷猎压力,导致这些物种的种群密度在保护区及周边地区已经非常低,甚至出现局域灭绝。

3种鹿科动物(小鹿、毛冠鹿和黑鹿)在江西武夷山保护区的相对多度与分布范围差异较大(附录2)。小鹿的RAI占绝对优势,相机位点出现率达94.2%,说明小鹿在保护区的生存状态优良、种群密度大、分布广。毛冠鹿的RAI只有小鹿的1.7%,在34.6%的相机位点有记录,黑鹿的RAI尚不到小鹿的1%,仅在19.2%的位点有记录,说明毛冠鹿和黑鹿的种群密度处于较低水平。程松林(2013b)的调查和本次监测均发现黑鹿在七仙山海拔1,000 m区域的机位拍摄频率较高,而该区域属于实验区,人类活动的干扰可能会对黑鹿的生存产生威胁,因此今后需要重点加强该区域的监测,以更好保护这一濒危旗舰物种。基于全国红外相机的监测数据来看,这3种动物同时居住在同一地区的情况较少,仅见本研究区和浙江古田山国家级自然保护区。那么这3种亲源关系相近物种较低的共存率,跟它们生态位的相似性是否存在一定关系?数量和分布占绝对优势的小鹿对食物和空间资源的竞争是否会对毛冠鹿和黑鹿构成压力?这些是将来需要重点关注的问题。

本次调查记录到42种鸟类(附录2),远远低于保护区原记录的295种(刘信中,2003;程松林等,2013a),可能的原因是红外相机固定于距离地面50–80 cm的树干上,主要适用于拍摄地面活动的地栖鸟类,如鸡形目各科、雀形目鹑科。因此,今后开展鸟类多样性专项调查时,需增设相机的高度,同时采用样线法和痕迹调查法来弥补红外相机调查技术的不足,以便对保护区的鸟类进行全面清查(Seki, 2010)。雉类是典型的森林地栖鸟类,其生存状况在一定程度上可反映当地森林的质量与保护状况(张正旺等,2003)。本次调查记录到5种雉类,对比保护区记录的7种雉类(程松林等,2009),缺少雉鸡(*Phasianus colchicus*)和白颈长尾雉。这可能与相机所处的位点没有覆盖到它们的种群分布范围有关。所有记录的鸟类中,白鹇的RAI及相机位点率在鸟类中居第一,黄腹角雉居第四,这一方面表明保护区内这两种鸟类资源丰富、保护状态良好;另

一方面表明两种鸟类的生态位相似,而它们是如何共存的值得深入研究。

本研究中兽类和林下鸟类群落多样性沿海拔梯度呈现先增高、后下降的规律,即中海拔段(800–1,200 m)物种的种类和数量最为丰富(表1),属于多样性垂直分布格局中的中峰模式。这与何百锁等(2016)在长青国家级自然保护区、刘芳等(2012)在北京松山国家级自然保护区的调查结果相同。这种模式符合生态学的中域效应假说(mid-domain effect hypothesis)。该假说认为边界对物种分布施加一定限制,使边界附近的物种分布重叠较少,中域的物种的重叠程度较大,导致物种丰富度从边界向中心逐渐增加的分布格局(Colwell & Lees, 2000; 王襄平等, 2009),具体到海拔维度上,则会在中等海拔段物种多样性最高。本研究中中峰模式的形成归于自然条件和人类因素共同造成。低于800 m的区域动物多样性较低主要是该海拔段的人为活动多、干扰大;植被主要是毛竹林,群落结构单一,竹林密度大,动物的活动空间受限,且食物来源少。中海拔段无人居住,干扰小;植被主要是常绿阔叶林、常绿落叶阔叶混交林和针阔混交林,林内植物丰富,动物可食用的资源较多,生境多样性高,适宜动物栖息,从而物种多样性较高。高于1,800 m海拔段受气候因子限制,温度较低,湿度较大;植被主要是灌丛与草甸,动物多样性低。另外,物种数、相对多度指数与多样性指数在不同功能区表现不同,核心区中红外相机拍摄的物种数最多,但缓冲区相对多度指数最高,实验区的多样性最高(表1),说明武夷山保护区核心区外围的兽类和鸟类物种多度与多样性并不低,而这些区域又是人为活动多、干扰大的区域,因此需要加强对缓冲区和实验区的管护和监测。

本研究初步掌握了江西武夷山地面活动的大型兽类和鸟类的物种组成、相对丰富度和空间分布范围,发现该保护区拥有较高的动物多样性,是诸多珍稀濒危兽类和鸟类的重要分布区,结果为保护区野生动物红外相机的长期监测提供了重要基础资料。未来的工作重点可以侧重于利用红外相机对目标动物的密度估算、空间分布研究和动物行为特征的研究,如鹿科动物的生活节律比较,地栖鸟类的筑巢育幼行为等。同时建议今后采用全国统一的空间尺度抽样法,如公里网格抽样法设置红外相机

监测位点(肖治术等, 2014), 进一步增设相机位点并扩大监测范围, 长期持续监测, 实现对整个保护区野生动物资源的全方位调查。

致谢: 本次调查得到了江西武夷山国家级自然保护区管理局的高度重视与大力支持, 程松林高级工程师对方案给予了悉心指导, 刘江南调研员、祝于红调研员和郑元庆、程林、艾亮、周亮、郑阳平等参与了大量的野外调查工作。江西农业大学林学本科生金庆梅、詹慧秀、公玮、熊思怡协助整理照片, 江西农业大学张微微副教授、徐永涛博士、应钦老师帮助指导物种的识别, 在此一并表示感谢。

ORCID

杨清培  <https://orcid.org/0000-0002-9432-5898>

宋庆妮  <https://orcid.org/0000-0002-3839-6587>

参考文献

- Chen SW, Yu JP, Chen XN, Shen XL, Li S, Ma KP (2016) Camera-trapping survey on the diversity of mammal and pheasant species in Gutianshan National Nature Reserve, Zhejiang Province. *Acta Theriologica Sinica*, 36, 292–301. (in Chinese with English abstract) [陈声文, 余建平, 陈小南, 申小莉, 李晟, 马克平 (2016) 利用红外相机网络调查古田山自然保护区的兽类及雉类多样性. 兽类学报, 36, 292–301.]
- Cheng SL, Fang Y, Cheng L, Zhong ZY, Zheng YQ, Wang XM, Cheng YJ (2009) Pheasants and their conservation status in Wuyishan National Nature Reserve in Jiangxi Province. *Journal of Hainan Normal University (Natural Science)*, 22, 83–85. (in Chinese with English abstract) [程松林, 方毅, 程林, 钟志宇, 郑元庆, 王小民, 程义杰 (2009) 江西武夷山自然保护区的雉类资源及其保护. 海南师范大学学报(自然科学版), 22, 83–85.]
- Cheng SL, Mao YX, Hu EY, Lei P, Yuan RB, Zou SC (2017) Population biology and altitudinal distribution of *Tragopan caboti* in Jiangxi Wuyishan Nature Reserve. *Scientia Silvae Sinicae*, 53(10), 160–167. (in Chinese with English abstract) [程松林, 毛夷仙, 胡尔夷, 雷平, 袁荣斌, 邹思成 (2017) 江西武夷山自然保护区黄腹角雉种群生物学及海拔分布特征. 林业科学, 53(10), 160–167.]
- Cheng SL, Wu SY, Zhong ZY, Mao YX (2013a) Supplement of animals list in Jiangxi Wuyishan National Nature Reserve. *Jiangxi Forestry Science and Technology*, (2), 40–43, 52. (in Chinese with English abstract) [程松林, 吴淑玉, 钟志宇, 毛夷仙 (2013a) 江西武夷山国家级自然保护区动物名录增补. 江西林业科技, (2), 40–43, 52.]
- Cheng SL, Yuan RB, Zou SC (2013b) Black muntjac (*Muntiacus crinifrons*) found at Jiangxi Wuyishan. *Acta Theriologica Sinica*, 33, 94, 93. (in Chinese) [程松林, 袁荣斌, 邹思成 (2013b) 江西武夷山发现黑鹿. 兽类学报, 33, 94, 93.]
- Colwell RK, Lees DC (2000) The mid-domain effect: Geometric constraints on the geography of species richness. *Trends in Ecology and Evolution*, 15, 70–76.
- Frey S, Fisher JT, Burton AC, Volpe JP (2017) Investigating animal activity patterns and temporal niche partitioning using camera-trap data: Challenges and opportunities. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 3, 123–132.
- He BS, Sun RQ, Chen P, Dong W, Wang J, Wang DJ, Li S (2016) Baseline survey of mammal and bird diversity using camera-trapping in the Changqing National Nature Reserve of Shaanxi Province. *Acta Theriologica Sinica*, 36, 348–356. (in Chinese with English abstract) [何百锁, 孙瑞谦, 陈鹏, 董伟, 王军, 王大军, 李晟 (2016) 基于红外相机技术调查长青国家级自然保护区兽类和鸟类多样性. 兽类学报, 36, 348–356.]
- Jiang ZG, Ma Y, Wu Y, Wang YX (2015) China's Mammal Diversity and Geographic Distribution. Science Press, Beijing. (in Chinese) [蒋志刚, 马勇, 吴毅, 王应祥 (2015) 中国哺乳动物多样性及地理分布. 科学出版社, 北京.]
- Li GL, Li DQ, Xue YD, Wang XL, Yang JY, Yu HL (2014) Distribution of wildlife surveyed with infra-red cameras in the Shennongjia National Nature Reserve. *Scientia Silvae Sinicae*, 50(9), 97–104. (in Chinese with English abstract) [李广良, 李迪强, 薛亚东, 王秀磊, 杨敬元, 余辉亮 (2014) 利用红外相机研究神农架自然保护区野生动物分布规律. 林业科学, 50(9), 97–104.]
- 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.]
- Liu F, Li DQ, Wu JG (2012) Using infra-red cameras to survey wildlife in Beijing Songshan National Nature Reserve. *Acta Ecologica Sinica*, 32, 730–739. (in Chinese with English abstract) [刘芳, 李迪强, 吴记贵 (2012) 利用红外相机调查北京松山国家级自然保护区的野生动物物种. 生态学报, 32, 730–739.]
- Liu XZ (2003) Scientific Survey of the Wuyishan Nature Reserve in Jiangxi. Science Press, Beijing. (in Chinese) [刘信中 (2003) 江西武夷山自然保护区科学考察集. 科学出版社, 北京.]
- Ma KP (2015) Species Catalogue of China: A remarkable achievement in the field of biodiversity science in China. *Biodiversity Science*, 23, 137–138. (in Chinese) [马克平 (2015) 中国生物多样性编目取得重要进展. 生物多样性, 23, 137–138.]
- Seki SI (2010) Camera-trapping at artificial bathing sites

provides a snapshot of a forest bird community. *Journal of Forest Research*, 15, 307–315.

Wang C, Zhou DQ, Liang S, Su HJ, Hu CS, Zhang MM (2019) Camera-trapping survey on mammals and birds in Guizhou Chishui *Alsophila* National Nature Reserve. *Biodiversity Science*, 27, 1147–1152. (in Chinese with English abstract) [王丞, 周大庆, 梁盛, 粟海军, 胡灿实, 张明明 (2019) 贵州赤水桫欏国家级自然保护区鸟兽多样性红外相机初步监测. *生物多样性*, 27, 1147–1152.]

Wang GH, Li SQ, Shi ZP, Wang SN, Ye JP, Zhou QH (2016) Preliminary survey of mammal and bird diversity of Guangxi Maoershan National Nature Reserve—Based on infrared camera monitoring. *Acta Theriologica Sinica*, 36, 338–347. (in Chinese with English abstract) [汪国海, 李生强, 施泽攀, 王绍能, 叶建平, 周岐海 (2016) 广西猫儿山自然保护区的兽类和鸟类多样性初步调查——基于红外相机监测数据. *兽类学报*, 36, 338–347.]

Wang XP, Fang JY, Tang ZY (2009) The mid-domain effect hypothesis: Models, evidence and limitations. *Biodiversity Science*, 17, 568–578. (in Chinese with English abstract) [王襄平, 方精云, 唐志尧 (2009) 中域效应假说: 模型、证据和局限性. *生物多样性*, 17, 568–578.]

Xiao ZS (2016) Wildlife resource inventory using camera

trapping in natural reserves in China. *Acta Theriologica Sinica*, 36, 270–271. (in Chinese) [肖治术 (2016) 红外相机技术促进我国自然保护区野生动物资源编目调查. *兽类学报*, 36, 270–271.]

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.]

Zhang ZW, Ding CQ, Ding P, Zheng GM (2003) The current status and a conservation strategy for species of Galliformes in China. *Biodiversity Science*, 11, 414–421. (in Chinese with English abstract) [张正旺, 丁长青, 丁平, 郑光美 (2003) 中国鸡形目鸟类的现状与保护对策. *生物多样性*, 11, 414–421.]

Zheng GM (2017) 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.]

(责任编辑: 蒋学龙 责任编辑: 闫文杰)

附录 Supplementary Material

附录1 江西武夷山国家级自然保护区红外相机布设位点信息

Appendix 1 Stations information of infra-red camera-traps in the Jiangxi Wuyishan National Nature Reserve
<https://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2020307-1.pdf>

附录2 江西武夷山国家级自然保护区红外相机记录的兽类和鸟类名录

Appendix 2 List of mammal and bird species recorded by infra-red camera-traps in the Jiangxi Wuyishan National Nature Reserve
<https://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2020307-2.pdf>

附录3 江西武夷山国家级自然保护区红外相机拍摄的主要鸟类和兽类照片

Appendix 3 Important mammals and birds recorded by the infra-red camera-traps in the Jiangxi Wuyishan National Nature Reserve
<https://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2020307-3.pdf>

郭英荣, 兰文军, 邹思成, 袁荣斌, 董晓雨, 曹吉锐, 杨清培, 宋庆妮 (2021) 江西武夷山国家级自然保护区林下鸟类和兽类资源的红外相机监测. 生物多样性, 29, 811–818. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2020307>

附录1 江西武夷山国家级自然保护区红外相机布设位点信息

Appendix 1 Stations information of infra-red camera-traps in the Jiangxi Wuyishan National Nature Reserve

相机号 Camera code	东经 Longitude (E)	北纬 Latitude (N)	海拔 Elevation (m)	相机工作日 Camera days	独立照片数 No. of independent photographs	物种数 No. of species
1	117°53'	27°59'	531	293	86	7
2	117°53'	27°59'	804	284	443	19
3	117°53'	27°59'	1,001	397	204	18
4	117°50'	27°58'	1,175	582	88	19
5	117°50'	27°57'	946	457	153	19
6	117°50'	27°58'	1,122	630	444	29
7	117°50'	27°58'	998	407	274	21
8	117°50'	27°58'	952	582	178	22
9	117°50'	27°58'	808	280	77	6
10	117°47'	27°56'	698	576	150	9
11	117°47'	27°56'	930	581	462	18
12	117°47'	27°55'	1,217	322	66	12
13	117°46'	27°55'	781	250	23	11
14	117°46'	27°54'	976	578	144	7
15	117°47'	27°54'	1,128	332	51	11
16	117°46'	27°51'	2,051	261	32	3
17	117°46'	27°52'	2,009	463	226	12
18	117°46'	27°52'	1,621	263	1	1
19	117°46'	27°53'	1,328	343	128	7
20	117°45'	27°53'	1,079	454	575	12
21	117°45'	27°50'	1,565	307	33	5
22	117°45'	27°51'	1,306	296	22	5
23	117°44'	27°51'	1,076	296	16	5
24	117°44'	27°51'	876	289	46	7
25	117°45'	27°50'	1,870	236	192	12
26	117°44'	27°49'	1,725	266	21	6
27	117°44'	27°49'	1,522	403	295	13
28	117°44'	27°49'	1,420	387	232	16
29	117°43'	27°49'	1,260	284	27	6
30	117°43'	27°49'	1,360	284	25	4
31	117°42'	27°52'	1,135	306	232	7
32	117°42'	27°53'	1,361	332	300	17
33	117°42'	27°53'	1,423	361	316	23
34	117°42'	27°53'	1,645	371	230	13
35	117°42'	27°53'	1,886	183	199	6
36	117°42'	27°53'	2,000	234	26	7
37	117°42'	27°50'	1,762	436	159	17
38	117°42'	27°50'	1,664	196	89	13

郭英荣, 兰文军, 邹思成, 袁荣斌, 董晓雨, 曹吉锐, 杨清培, 宋庆妮 (2021) 江西武夷山国家级自然保护区林下鸟类和兽类资源的红外相机监测. 生物多样性, 29, 811–818. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2020307>

相机号 Camera code	东经 Longitude (E)	北纬 Latitude (N)	海拔 Elevation (m)	相机工作日 Camera days	独立照片数 No. of independent photographs	物种数 No. of species
39	117°42'	27°51'	1,576	273	164	14
40	117°42'	27°51'	1,372	206	421	8
41	117°43'	27°51'	1,131	371	70	7
42	117°42'	27°51'	1,325	280	111	15
43	117°42'	27°49'	1,242	521	195	8
44	117°42'	27°49'	1,504	300	119	8
45	117°42'	27°49'	1,696	573	173	10
46	117°42'	27°50'	1,778	383	62	6
47	117°41'	27°50'	1,176	263	79	9
48	117°41'	27°51'	1,456	245	15	3
49	117°40'	27°51'	746	256	314	15
50	117°40'	27°50'	998	256	249	10
51	117°40'	27°50'	1,084	355	412	20
52	117°40'	27°50'	1,284	333	259	14

附录2 江西武夷山国家级自然保护区红外相机记录的兽类和鸟类名录

物种 Species	国家保 护级别 Protected category	CITES附 录 CITES Appendix	IUCN 红色 名录 级别 IUCN Red List	中国物 种红色 名录 China Species Red List	独立照片数 No. of independent photographs	位点数及 比例 No. of stations (%)	相对多度指数 Relative abundance index (RAI)
哺乳纲 Mammalia							
灵长目 Primates							
猴科 Cercopithecidae							
1. 藏酋猴 <i>Macaca thibetana</i> *	II	II	NT	LC	761	43(82.7)	41.32
啮齿目 Rodentia							
豪猪科 Hystricidae							
2. 中国豪猪 <i>Hystrix hodgsoni</i>			LC	LC	3	2(3.8)	0.16
松鼠科 Sciuridae							
3. 赤腹松鼠 <i>Callosciurus erythraeus</i>			LC	LC	50	16(30.8)	2.71
4. 珀氏长吻松鼠 <i>Dremomys pernyi</i>			LC	LC	48	15(28.8)	2.61
5. 隐花纹松鼠 <i>Tamiops swinhoei</i>			LC	LC	9	6(11.5)	0.49
鼠科 Muridae							
6. 鼠 Small rodents					1316	42(80.7)	71.46
兔形目 Lagomorpha							
兔科 Leporidae							
7. 华南兔 <i>Lepus sinensis</i>			LC	LC	362	14(26.9)	19.66
食肉目 Carnivora							
灵猫科 Viverridae							
8. 花面狸 <i>Paguma larvata</i>			LC	NT	42	11(21.1)	2.28
犬科 Canidae							
9. 赤狐 <i>Vulpes vulpes</i>	II		LC	NT	1	1(1.9)	0.05
鼬科 Mustelidae							
10. 黄喉貂 <i>Martes flavivulga</i>	II		LC	NT	31	15(28.8)	1.68
11. 黄鼬 <i>Mustela sibirica</i>			LC	NT	10	6(11.5)	0.54
12. 黄腹鼬 <i>Mustela kathiah</i>			NT	NT	167	19(36.5)	9.07
13. 猪獾 <i>Arctonyx collaris</i>			VU	VU	59	14(26.9)	3.20
獐科 Herpestidae							
14. 食蟹獐 <i>Herpestes urva</i>			LC	NT	7	2(3.8)	0.39
熊科 Ursidae							
15. 亚洲黑熊 <i>Ursus thibetanus</i>	II	I	VU	VU	23	14(26.9)	1.25
偶蹄目 Artiodactyla							
猪科 Suidae							
16. 野猪 <i>Sus scrofa</i>			LC	LC	392	37(71.1)	21.28
鹿科 Cervidae							

郭英荣, 兰文军, 邹思成, 袁荣斌, 董晓雨, 曹吉锐, 杨清培, 宋庆妮 (2021) 江西武夷山国家级自然保护区林下鸟类和兽类资源的红外相机监测. 生物多样性, 29, 811–818. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2020307>

物种 Species	国家保护级别 Protected category	CITES附录 CITES Appendix	IUCN红色名录级别 IUCN Red List	中国物种红色名录 China Species Red List	独立照片数 No. of independent photographs	位点数及比例 No. of stations (%)	相对多度指数 Relative abundance index (RAI)
17. 毛冠鹿 <i>Elaphodus cephalophus</i>	II		NT	VU	70	18(34.6)	3.80
18. 黑麂 <i>Muntiacus crinifrons</i> *	I	I	VU	EN	38	10(19.2)	2.06
19. 小麂 <i>Muntiacus reevesi</i> *			LC	VU	4130	49(94.2)	224.20
牛科 Bovidae							
20. 中华鬣羚 <i>Capricornis milneedwardsii</i>	II	I	NT	VU	95	22(42.3)	5.16
鸟纲 Aves							
隼形目 Falconiformes							
鹰科 Accipitridae							
21. 凤头鹰 <i>Accipiter trivirgatus</i>	II	II	LC	LC	1	1(1.9)	0.05
22. 鹰雕 <i>Spizaetus nipalensis</i>	II	II	LC	LC	1	1(1.9)	0.05
鸡形目 Galliformes							
雉科 Phasianidae							
23. 黄腹角雉 <i>Tragopan caboti</i> *	I	I	VU	VU	97	18(34.6)	5.27
24. 白眉山鹧鸪 <i>Arborophila gingica</i> *			NT	VU	22	9(17.3)	1.20
25. 白鹇 <i>Lophura nycthemera</i>	II		LC	LC	431	45(86.8)	23.40
26. 勺鸡 <i>Pucrasia macrolopha</i>	II		LC	NT	2	1(1.9)	0.11
27. 灰胸竹鸡 <i>Bambusicola thoracicus</i> *			LC	LC	1	1(1.9)	0.05
鸽形目 Columbiformes							
鸠鸽科 Columbidae							
28. 山斑鸠 <i>Streptopelia orientalis</i>			LC	LC	1	1(1.9)	0.06
鸢形目 Piciformes							
啄木鸟科 Picidae							
29. 黄嘴栗啄木鸟 <i>Blythipicus pyrrhotis</i>			LC	LC	3	3(5.8)	0.16
30. 灰头绿啄木鸟 <i>Picus canus</i>			LC	LC	9	7(13.5)	0.49
31. 竹啄木鸟 <i>Gecinulus grantia</i>			LC	LC	8	5(9.6)	0.43
雀形目 Passeriformes							
鹎科 Pycnonotidae							
32. 栗背短脚鹎 <i>Hemixos castanonotus</i>			LC	LC	6	2(3.8)	0.33
33. 绿翅短脚鹎 <i>Hypsipetes maclellandii</i>			LC	LC	4	2(3.8)	0.22
伯劳科 Laniidae							
34. 棕背伯劳 <i>Lanius schach</i>			LC	LC	2	1(1.9)	0.11
卷尾科 Dicruridae							
35. 黑卷尾 <i>Dicrurus macrocercus</i>			LC	LC	1	1(1.9)	0.05
鸦科 Corvidae							
36. 灰树鹊 <i>Dendrocitta formosae</i>			LC	LC	11	4(7.7)	0.60
37. 松鸦 <i>Garrulus glandarius</i>			LC	LC	13	8(15.4)	0.71
鸫科 Turdidae							

郭英荣, 兰文军, 邹思成, 袁荣斌, 董晓雨, 曹吉锐, 杨清培, 宋庆妮 (2021) 江西武夷山国家级自然保护区林下鸟类和兽类资源的红外相机监测. 生物多样性, 29, 811–818. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2020307>

物种 Species	国家保 护级别 Protected category	CITES附 录 CITES Appendix	IUCN 红色 名录 级别 IUCN Red List	中国物 种红色 名录 China Species Red List	独立照片数 No. of independent photographs	位点数及 比例 No. of stations (%)	相对多度指数 Relative abundance index (RAI)
38. 紫啸鸫 <i>Myophonus caeruleus</i>			LC	LC	316	18(34.6)	17.16
39. 灰背鸫 <i>Turdus hortulorum</i>			LC	LC	1	1(1.9)	0.05
40. 白眉鸫 <i>Turdus obscurus</i>			LC	LC	4	1(1.9)	0.22
41. 白腹鸫 <i>Turdus pallidus</i>			LC	LC	1	1(1.9)	0.05
42. 虎斑地鸫 <i>Zoothera dauma</i>			LC	LC	13	5(9.6)	0.05
43. 光背地鸫 <i>Zoothera mollissima</i>			LC	LC	1	1(1.9)	0.05
44. 白眉地鸫 <i>Zoothera sibirica</i>			LC	LC	2	2(3.8)	0.11
45. 红胁蓝尾鸫 <i>Tarsiger cyanurus</i>			LC	LC	25	9(17.3)	1.36
画眉科 Timaliidae							
46. 画眉 <i>Garrulax canorus</i>		II	LC	NT	1	1(1.9)	0.05
47. 灰翅噪鹛 <i>Garrulax cineraceus</i>			LC	LC	29	6(11.5)	1.58
48. 小黑领噪鹛 <i>Garrulax monileger</i>			LC	LC	7	5(9.6)	0.38
49. 黑领噪鹛 <i>Garrulax pectoralis</i>			LC	LC	115	25(48.1)	6.24
50. 棕噪鹛 <i>Garrulax poecilorhynchus</i> *			LC	LC	66	12(23.1)	3.58
51. 白颊噪鹛 <i>Garrulax sannio</i>			LC	LC	1	1(1.9)	0.05
52. 斑胸钩嘴鹛 <i>Pomatorhinus erythrocnemis</i>			LC	LC	35	10(19.2)	1.9
53. 棕颈钩嘴鹛 <i>Pomatorhinus ruficollis</i>			LC	LC	23	8(15.4)	1.25
54. 红嘴相思鸟 <i>Leiothrix lutea</i>		II	LC	NT	10	5(9.6)	0.54
55. 红头穗鹛 <i>Stachyris ruficeps</i>			LC	LC	3	2(3.8)	0.16
56. 灰眶雀鹛 <i>Alcippe morrisonia</i>			LC	LC	1	1(1.9)	0.05
鸦雀科 Paradoxornithidae							
57. 灰头鸦雀 <i>Paradoxornis gularis</i>			LC	LC	3	2(3.8)	0.16
58. 棕头鸦雀 <i>Paradoxornis webbianus</i>			LC	LC	2	1(1.9)	0.11
莺科 Sylviidae							
59. 极北柳莺 <i>Phylloscopus borealis</i>			LC	LC	1	1(1.9)	0.05
60. 棕脸鹟莺 <i>Abroscopus albogularis</i>			LC	LC	7	5(9.6)	0.38
绣眼鸟科 Zosteropidae							
61. 暗绿绣眼鸟 <i>Zosterops japonicus</i>			LC	LC	2	2(3.8)	0.11
山雀科 Paridae							
62. 黄颊山雀 <i>Parus spilonotus</i>			LC	LC	1	1(1.9)	0.05

因物种鉴定困难, 鼠科物种的独立照片数和相对多度指数均合并统计。EN: 濒危; VU: 易危; NT: 近危; LC: 无危。*中国特有种。

Mice were not identified into species. EN, Endangered; VU, Vulnerable; NT, Near Threatened; LC, Least Concern. * Endemic Species of China.

郭英荣, 兰文军, 邹思成, 袁荣斌, 董晓雨, 曹吉锐, 杨清培, 宋庆妮 (2021) 江西武夷山国家级自然保护区林下鸟类和兽类资源的红外相机监测. 生物多样性, 29, 811–818. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2020307>

附录3 江西武夷山国家级自然保护区红外相机拍摄的主要鸟类和兽类照片

Appendix 3 Important mammals and birds recorded by the infra-red camera-traps in the Jiangxi Wuyishan National Nature Reserve



黑鹿 *Muntiacus crinifrons*



毛冠鹿 *Elaphodus cephalophus*



小鹿 *Muntiacus reevesi*



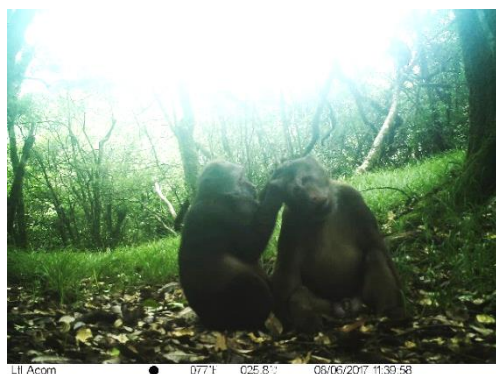
中华鬣羚 *Capricornis milneedwardsii*



野猪 *Sus scrofa*



亚洲黑熊 *Ursus thibetanus*



藏酋猴 *Macaca thibetana*



猪獾 *Arctonyx collaris*

郭英荣, 兰文军, 邹思成, 袁荣斌, 董晓雨, 曹吉锐, 杨清培, 宋庆妮 (2021) 江西武夷山国家级自然保护区林下鸟类和兽类资源的红外相机监测. 生物多样性, 29, 811–818. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2020307>



黄喉貂 *Martes flavigula*



食蟹獾 *Herpestes urva*



豪猪 *Hystrix hodgsoni*



花面狸 *Paguma larvata*



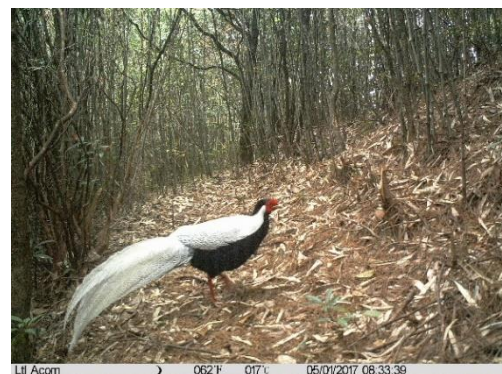
黄腹角雉 *Tragopan caboti* ♀



黄腹角雉 *T. caboti* ♂



白鹇 *Lophura nycthemera* ♀



白鹇 *Lophura nycthemera* ♂

郭英荣, 兰文军, 邹思成, 袁荣斌, 董晓雨, 曹吉锐, 杨清培, 宋庆妮 (2021) 江西武夷山国家级自然保护区林下鸟类和兽类资源的红外相机监测. 生物多样性, 29, 811–818. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2020307>



鹰雕 *Spizaetus nipalensis*



白眉山鹧鸪 *Arborophila gingica*



紫啸鸫 *Myophonus caeruleus*



棕噪鹛 *Garrulax poecilorhynchus*