•研究报告•

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

房以好^{1,2} 任国鹏² 高颖^{1,2} 张淑霞² 王浩瀚²
李延鹏² 黄志旁² 崔亮伟^{1*} 肖文^{2*}

1 (西南林业大学生物多样性保护与利用学院, 昆明 650224)

2 (大理大学东喜玛拉雅研究院, 云南大理 671003)

摘要: 红外相机技术在野生动物研究中日趋普及, 逐渐成为重要的生物多样性监测手段。过去的监测常局限于地面, 而针对林冠层的监测较少, 这对野生动物的多样性评估影响尚未可知。为此, 本研究在生物多样性丰富的碧罗雪山南段, 将20台红外相机分别拍摄地面层(0.5–1.5 m)和林冠层(5–10 m)配对比较, 累计拍摄2,319个有效相机日, 平均每对相机同步进行112.5 d的监测。监测期间共拍摄到44种野生动物(不包括鼠形啮齿类), 其中兽类20种, 鸟类24种; 冠层和地面红外相机监测的物种相似度为29.54%; 15种动物仅拍摄于林冠层, 16种动物仅拍摄于地面, 13种动物拍摄于两个林层。研究结果表明不同林层监测的物种组成存在显著差异, 林冠层与地面层监测都具有不可替代性; 不同林层红外相机的监测手段也能用于研究野生动物的空间选择和生态位分化。红外相机监测中根据目标物种的习性在相应的林层设置相机能提高物种发现率; 为全面掌握区域森林生态系统野生动物的多样性, 红外相机监测需要兼顾不同林层这一点需要在监测规范中明细。

关键词: 红外相机; 地面; 林冠层; 野生动物监测; 物种差异; 监测规范

Impact of ground and canopy camera-trapping installation on wildlife monitoring

Yihao Fang^{1,2}, Guopeng Ren², Ying Gao^{1,2}, Shuxia Zhang², Haohan Wang², Yanpeng Li², Zhipang Huang², Liangwei Cui^{1*}, Wen Xiao^{2*}

1 Faculty of Biodiversity Conservation and Utilization, Southwest Forestry University, Kunming 650224

2 Institute of Eastern-Himalaya Biodiversity Research, Dali University, Dali, Yunnan 671003

Abstract: Camera trap technology is increasingly used in wildlife research, and has become an important tool to assess biodiversity. Traditionally, biodiversity is monitored from the ground with limited visual access to the wildlife present in the canopy layers. The impact of this limitation on the results of biodiversity assessments is unclear. In this study, a region characterized by rich biodiversity – the southern section of Biluo Snow Mountain – was monitored using 20 camera-trappings from January 2016 to July 2017. We installed cameras in groups of two working synchronously: one in the understory (0.5–1.5 m) and one in the overstory (5–10 m). For 2,319 trapping days, the cumulative monitoring period averaged to 112.5 days. We photographed 44 species of wild animals (not including rodents such as rats), 20 of which were mammals and 24 were birds. The similarity index of canopy and ground species was 29.54%. Fifteen species appeared only in the canopy, 16 species appeared only on the ground, and 13 species were photographed in both forest strata. Obvious differences in the species composition present in different forest strata were observed, suggesting that monitoring two strata is necessary. Results show that the detection rate of species by camera traps can be improved by installing cameras in forest strata corresponding to the habitat of target species. Our method of camera trap monitoring in different forest strata can also be used to study the spatial selection and niche

收稿日期: 2018-02-05; 接受日期: 2018-05-22

基金项目: 国家自然科学基金(31560118; 31560599)、“云南省中国三江并流区域生物多样性协同创新中心”云教科[2015] 25 号、云南省中青年学术和技术带头人培养项目(2015HB047; 2014HB024)、云南省应用基础研究项目(2015FB157)和云南林学一流学科建设项目(51600625)

* 共同通讯作者 Co-authors for correspondence. E-mails: cuilw@eastern-himalaya.cn; xiaow@eastern-himalaya.cn

differentiation of wild animals. To fully assess the diversity of wild animals in forest ecosystems monitoring at different forest strata is essential; new monitoring standards must incorporate multi-strata monitoring.

Key words: camera-trapping; ground; canopy; wildlife surveillance; species differences; monitoring standards

野生动物多样性调查方法很多,因目标物种和栖息地类型的不同而具有差异。针对大中型兽类,传统的人工调查方法包括直接计数法、痕迹统计法、访查法以及后期延伸的距离抽样法等(刘宁, 1998; 许龙等, 2003; 刘辉等, 2015)。随着科技的发展,野生动物监测和研究的方法与设备日益更新,“3S”技术、分子生物学技术、数码影像技术开始被广泛应用于生物多样性保护与研究。其中红外相机技术成为野生动物调查的重要手段,它主要通过自动相机系统来获取野生动物图像数据,并通过这些图像来分析野生动物的物种分布、种群数量、行为和生境利用等重要信息,从而为野生动物保护管理和资源利用提供参考(肖治术等, 2014a)。因红外相机技术具有灵敏度高、结果准确、可昼夜连续工作、调查成本低、无伤害的特点,又较少受环境和研究者的条件限制,能够获得高隐蔽性物种和地形复杂地区的信息(蔡琼等, 2016; 王董等, 2016),所以被认为是一项定性和定量相结合的调查技术,广泛用于种群评估(卢学理等, 2005; 肖文宏等, 2014; 薛亚东等, 2014)、鸟巢生态学(王秦韵等, 2016)以及行为生态学(李明富等, 2011; 章书声等, 2012a; 刘冬志等, 2013)和资源调查等研究领域(李治霖等, 2014; 袁景西等, 2016)。

2011年国家林业局提出运用现代技术加快保护区森林生态系统监测网络的构建,开展重要物种及其栖息地的常态监测以建立本底资源监测数据公共信息平台(肖治术, 2016)。有鉴于此,国内学者针对红外相机安装使用的技术规范开始了多方面的探索(张履冰等, 2014)。肖治术等(2014b)提出了针对森林生态系统监测网络的红外相机使用规范,建议将相机捆绑在树干0.5 m左右的高度,相机平行于地面,监测目标主要针对陆生兽类和地栖性鸟类。朱淑怡等(2017)也建议将鸡形目为代表的地栖鸟类纳入现有的基于红外相机技术的标准化长期监测体系。目前基于红外相机调查技术的自然保护区野生动物资源调查和监测迅速推广,这些红外相机监测目标均是以林下活动的兽类和雉类为主,相

机安装高度为0.6–1.6 m,拍摄角度为地面通道或水源地(斯幸峰和丁平, 2014; 郑伟成等, 2014; 李欣海等, 2014)。对于冠层和地面均生活的物种种群监测,也有研究人员做了尝试,陈奕欣等(2016)通过地面红外相机调查高黎贡山中段鸟兽多样性时监测到怒江金丝猴(*Rhinopithecus strykeri*),而Yang等(2016)在林冠层使用红外相机对怒江金丝猴新分布区进行研究时,也获得了较好的效果,以地面和林冠层红外相机对怒江金丝猴的研究结果,为红外相机在林冠层的监测工作提供了可行依据。

林冠作为森林与外界环境相互作用最直接和最活跃的关键生态界面,承载了森林生物多样性的主体,在生物多样性形成和生态系统功能过程的维持中发挥着重要的作用。尽管沈浩等(2017)提出了通过大尺度地带性森林冠层内植物多样性、动物多样性、微生物多样性及其动态变化的长期监测来建立的林冠生物多样性监测专项网,但对于林冠层的生物多样性研究还处于初期阶段,以红外相机为基础的林冠层生物监测尚未有研究人员进行尝试。研究人员对于使用红外相机监测不同林层的标准还未达成一致。因此本文通过分析不同林层红外相机同步对比监测数据,比较林冠层与地面动物的物种组成差异,阐述林冠层群落与地面群落的空间生态位差异,以期完善以红外相机为主要手段进行森林生态系统网络监测的科学方法,针对红外相机监测规范提出补充建议。

1 研究区域概况

研究区域位于碧罗雪山南段,处于印缅生物多样性热点区域和中国西南山地生物多样性热点区域的交汇点(Norman et al, 2000),具有丰富的动植物资源,生物多样性极高。碧罗雪山是横断山的主要山脉之一,东临澜沧江,西至怒江。地貌上属于滇西北高山峡谷,南北跨度大,谷底到山岭间高差达3,000多米。气候上属于康滇气候区,温度年变幅不大,全年分为干湿状况截然不同的两季,怒江峡谷为多雨湿润性气候,年均降水量为1,100–2,400 mm,

澜沧江峡谷为干热性气候, 年均降水量仅有600 mm。

为了排除单个研究区域物种特异性造成的结果偏歧, 基于前期访查获取的动物分布及植被覆盖信息, 选择碧罗雪山东坡直线距离相距大约30 km的A区和B区, A区位于怒江州泸水县老窝乡凤凰山区域, 地理位置为25°56'–25°57' N, 99°00'–99°02' E, 海拔2,200–3,300 m; B区位于大理州云龙县功果桥乡, 地理位置为25°42'–25°44' N, 99°09'–99°12' E, 海拔1,700–3,300 m, 植被以常绿阔叶林、针阔混交林、竹林为主(图1)。所选取的两个研究区域均为中山湿性常绿阔叶林, 以青冈(*Cyclobalanopsis* sp.)、石栎(*Lithocarpus* sp.)为主, 树高平均在10–15 m, 郁闭度在60–85%之间, 地表覆盖矮灌木以及箭竹(*Fargesia* sp.), 坡度在30°–60°之间。研究区域之间有连续的海拔超过3,000 m的山脊线相隔, 短期内难以进行物种交流。

2 研究方法

2.1 相机布设

自2016年1月至2017年7月, 先后在研究区域布设20台红外相机, 10台拍摄地面, 10台拍摄林冠层。因在红外相机监测中海拔梯度对动物物种和数量

具有显著的影响(章书声等, 2012b), 故将红外相机布设在中山湿性常绿阔叶林的2,300–2,700 m海拔段, 以降低海拔的影响。地面相机安装高度为0.5–1.5 m之间, 以兽道交叉口为主, 根据兽道附近的地形、动物痕迹与数量, 优先选择兽道交汇处布设相机; 其次为水源点附近, 将相机固定在水源点边的树上并调整好位置(王亮等, 2014)。在地面相机直线距离300 m以内, 海拔高差150 m以内安装林冠层红外相机作为对照, 每组对照相机之间距离超过500 m。研究区域树木高度在10–15 m, 而冠层下缘平均在5 m以上, 林冠上层枝叶茂密, 不适宜红外相机拍摄, 故林冠层相机安装根据实地情况, 选择树冠中下层相连的通道, 通过观察树干苔藓、抓痕、粪便等状态, 判断动物活动通道, 以联通复杂、枝干平缓、干扰小的位置作为拍摄目标位置, 高度在5–10 m之间。

所使用的红外相机型号统一为Ltl Acorn 6210自动红外相机, 拍摄模式为2张照片10 s视频; 灵敏度设置为“Normal”; 参照肖治术等(2014b)记录相机布设的基本信息, A区域监测时间为2017年1–7月, B区域监测时间为2016年3–6月, 每个区域的红外相机至监测结束收回, 期间未更换电池及内存卡(表1)。

图1 红外相机布设位点

Fig. 1 The location of camera-trappings

表1 红外相机安装及工作状态

Table 1 The condition of installing and running of camera-trappings

相机号 Camera code	北纬 North latitude	东经 East longitude	海拔高度 Altitude (m)	有效监测日 Efficient camera day	独立照片数 No. of independent photo	拍摄率 Capture rate (%)
A1T	25.95387°	99.02626°	2,650	183	37	20.22
A1G	25.95416°	99.02644°	2,640	179	134	74.86
A2T	25.95587°	99.02233°	2,690	182	92	50.55
A2G	25.95644°	99.02199°	2,700	183	128	69.95
A3T	25.95634°	99.02401°	2,630	160	20	12.50
A3G	25.94829°	99.02451°	2,720	183	98	53.55
A4T	25.94075°	99.03471°	2,530	119	61	51.26
A4G	25.94059°	99.03476°	2,500	173	2	1.16
A5T	25.94637°	99.03595°	2,320	125	9	7.20
A5G	25.94679°	99.03623°	2,300	112	81	72.32
B1T	25.72784°	99.17677°	2,630	80	31	38.75
B1G	25.72707°	99.17143°	2,640	81	11	13.58
B2T	25.72072°	99.20972°	2,480	69	34	49.28
B2G	25.71856°	99.20375°	2,460	69	18	26.09
B3T	25.72188°	99.17846°	2,380	50	40	80.00
B3G	25.7216°	99.17867°	2,350	78	71	91.03
B4T	25.72591°	99.17498°	2,500	79	18	22.78
B4G	25.72631°	99.17955°	2,510	79	32	40.51
B5T	25.71978°	99.20995°	2,570	71	120	169.01
B5G	25.71798°	99.20969°	2,750	64	19	29.69
CR _G					462	41.32
CR _T					594	49.46

2.2 数据收集与处理

红外相机收回以后, 统一拷贝备份, 使用 Bio-photov 2.1 软件^①, 生成统一的 Excel 数据信息表格。使用 Windows 照片浏览器逐张查看照片, 在数据表中记录拍摄的物种种类、数量等信息。其中鼠形啮齿类属夜行性动物, 而在夜间拍摄的照片难以根据其外形特征进行物种识别, 因此在本文中未作分析。兽类鉴定主要参考《中国哺乳动物图鉴》(中国野生动物保护协会, 2005)、《中国兽类野外手册》(史密斯和解焱, 2009)等, 鸟类主要参考《中国鸟类野外手册》(马敬能等, 2000)、《云南鸟类志》(杨岚, 2004)等。对地点、时间相近且连续拍摄的物种采用相同侧面、部位的斑纹、毛色、体型等特征进行比对, 以判断是否属同一次数, 不同次数的照片定义为独立照片, 同一相机位点含相同个体的相邻有效

照片间隔时间至少为 30 min (O'Brien et al, 2003)。根据拍摄物种的独立照片与不同位置动物个体独立照片总数比值, 将拍摄物种定义为: 常拍种(>10%)、较常拍种(1–10%)、偶拍种(0.1–1%)和罕拍种(<0.1%)(章书声等, 2012b)。按以下公式计算单台相机拍摄率(unit capture rate, UCR)和拍摄率(capture rate, CR)(马鸣等, 2006):

$$UCR = n/t \times 100\% \quad (1)$$

$$CR = N/T \times 100\% \quad (2)$$

式中, n 为单台相机动物个体独立照片总数; N 为不同位置动物个体独立照片总数; t 为有效监测日, 指单台相机在监测期间总天数减去相机维护、损坏的天数; T 为总有效监测日。

通过非参数检验 Friedman's test 分析相机对照组间拍摄率的差异, 通过独立样本 t 检验分析地面与林冠层鸟兽物种数差异性, 计算每个物种在不同拍摄位置拍摄到的有效独立照片数比例, 分析不同

^① Bio-photov 2.1 红外相机照片处理软件由李晟老师于 2016 年在丽江举行红外相机相关培训时分享。

物种在林冠层与地面的分布趋势。

采用Jaccard指数计算群落间的相似性: $q = c/(a + b - c)$, a 、 b 为两群落各自的物种数, c 为两群落共有的物种数。定义 $0 \leq q \leq 0.25$ 为极不相似; $0.25 < q \leq 0.50$ 为中等不相似; $0.50 < q \leq 0.75$ 为中等相似; $0.75 < q \leq 1$ 为极相似(Jaccard, 2010)。

所有数据利用SPSS 20.0、Excel 2007以及R软件处理。

3 结果

3.1 红外相机拍摄到的鸟兽物种数量

本研究在碧罗雪山南段布设的20台红外相机累计有效拍摄2,319 d, 平均每个对照组同步拍摄112.5 d, 累计拍摄独立照片1,056张, 经辨认, 共拍摄到44种野生动物, 其中兽类20种, 鸟类24种, 隶属2纲9目18科。中国国家I级重点保护野生动物2种, 分别为灰叶猴(*Trachypithecus phayrei*)和熊猴(*Macaca assamensis*), 中国国家II级重点保护野生动物9种(附录1)。

3.2 林冠层和地面鸟兽的物种数差异

林冠层每台平均拍摄6.7种, 地面平均每台拍摄6.9种。林冠层平均每台拍摄单分布物种4.6种, 地面平均每台拍摄单分布物种4.8种。林冠层和地面层物种相似度水平较低(29.54%), 物种组成差异明显, 15种动物仅拍摄于林冠层, 16种动物仅拍摄于地面,

13种动物拍摄于两个林层。冠层和地面拍摄的物种数无差异($t = 0.78$, $df = 18$, $P < 0.05$)(图2)。

3.3 不同林层红外相机照片有效率

林冠层与地面的红外相机拍摄率无差异($P_T = 50.16\% \pm 20.06\%$ vs. $P_G = 47.27\% \pm 7.92\%$: $\chi^2 = 0.4$, $df = 1$, $P = 0.52$)。

3.4 不同林层物种分布格局

红外相机监测获得的数据显示, 根据类群和活动习性的差异, 动物在不同林层分布的比例体现出不同的格局, 动物物种数水平在不同林层分布上体现出一致性(图3)。仅在林冠层分布的物种中, 鸟类种数占80.00%, 兽类占20.00%; 仅在地面分布的物种中, 鸟类种数占56.25%, 兽类占43.75%; 同时分布于树冠层和地面的动物中, 鸟类占38.46%, 兽类占61.54%。

4 讨论

生物多样性监测对环境变化预警至关重要, 构思、设计和实施生物多样性监测需要提供关于生物多样性方面的关键信息以形成早期警示(Lindenmayer et al, 2012)。碧罗雪山位于三江流域的核心区域, 本研究经过2,319个有效监测日在该区域共拍摄到24种鸟类及20种兽类。对于自然保护区的研究显示, 袁景西等(2016)在九连山国家级自然保护区通过4,692个有效监测日拍摄到21种鸟类及12种兽类;

图2 红外相机在地面与林冠层拍摄到的动物物种数

Fig. 2 The number of the species monitored by camera-trappings on ground and canopy

图3 红外相机在地面与林冠层拍摄到的动物分布状况

Fig. 3 The distribution of animals monitored by camera-trappings on ground and canopy

1. 纹胸斑翅鸮 <i>Actinodura waldeni</i>	2. 栗臀鸮 <i>Sitta nagaensis</i>	3. 丽色奇鸮 <i>Heterophasia pulchella</i>
4. 灰林鸮 <i>Strix aluco</i>	5. 灰喉柳莺 <i>Phylloscopus maculipennis</i>	6. 黄颈啄木鸟 <i>Dendrocopos darjellensis</i>
7. 黄颊山雀 <i>Parus spilonotus</i>	8. 红嘴相思鸟 <i>Leiothrix lutea</i>	9. 领鸺鹠 <i>Glaucidium brodiei</i>
10. 黑头奇鸮 <i>Heterophasia melanoleuca</i>	11. 黑顶噪鹛 <i>Garrulax affinis</i>	12. 白喉噪鹛 <i>Garrulax albogularis</i>
13. 灰头鼯鼠 <i>Petaurista caniceps</i>	14. 隐纹松鼠 <i>Tamias swinhoei</i>	15. 灰叶猴 <i>Trachypithecus phayrei</i>
16. 霜背大鼯鼠 <i>Petaurista philippensis</i>	17. 赤腹松鼠 <i>Callosciurus erythraeus</i>	18. 花面狸 <i>Paguma larvata</i>
19. 小熊猫 <i>Ailurus fulgens</i>	20. 黄嘴栗啄木鸟 <i>Blythipicus pyrrhotis</i>	21. 长尾地鸫 <i>Zoothera dixonii</i>
22. 乌鸫 <i>Turdus merula</i>	23. 灰头鸫 <i>Turdus rubrocanus</i>	24. 棕腹鸫鹛 <i>Pteruthius rufiventer</i>
25. 熊猴 <i>Macaca assamensis</i>	26. 珀氏长吻松鼠 <i>Dremomys pernyi</i>	27. 北树鼯 <i>Tupaia belangeri</i>
28. 红颊长吻松鼠 <i>Dremomys rufigenis</i>	29. 中华鬣羚 <i>Capricornis milneedwardsii</i>	30. 野猪 <i>Sus scrofa</i>
31. 亚洲黑熊 <i>Ursus thibetanus</i>	32. 红面短尾猴 <i>Macaca arctoides</i>	33. 中国豪猪 <i>Hystrix brachyuran</i>
34. 赤鹿 <i>Muntiacus muntjak</i>	35. 侧纹岩松鼠 <i>Sciurotamias forresti</i>	36. 斑林狸 <i>Prionodon pardicolori</i>
37. 豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>	38. 环颈山鹧鸪 <i>Arborophila torqueola</i>	39. 红头噪鹛 <i>Garrulax erythrocephalus</i>
40. 白鹇 <i>Lophura nythemera</i>	41. 白腹锦鸡 <i>Chrysolophus amherstiae</i>	42. 白顶溪鸫 <i>Chaimarrornis leucocephalus</i>
43. 棕腹大仙鹑 <i>Niltava davidi</i>	44. 紫啸鸫 <i>Myophonus caeruleus</i>	

高歌等(2017)在高黎贡山中段通过10,400个有效监测日拍摄到44种鸟类及18种兽类;施小刚等(2017)在四川卧龙国家级自然保护区通过10,961个有效监测日拍摄到59种鸟类及32种兽类。与上述国家级自然保护区红外相机工作效果相比,作为非保护区的碧罗雪山亦具有很高的生物多样性和物种丰富度,收集的数据结果能够支持对比不同林层生物多样性差异,同时该区域应当受到更多的关注与保护。

4.1 林冠层和地面层监测差异分化

动物在森林生态系统中呈垂直分层结构,在地

面层和林冠层都拍摄到了相近的物种数量。本次基于红外相机对地面层与林冠层鸟兽组成差异进行比较研究,结果显示不同林层鸟兽组成差异明显。不同的林层具有不同的动物群落结构,野生动物因其不同的生活型而选择不同的生存环境。

本研究认为红外相机在研究森林动物生态位分化领域具有广阔前景。林冠层分布的物种均体型偏小,其中鸟类的体长区间为10 cm (红嘴相思鸟 *Leiothrix lutea*)至40 cm (灰林鸮 *Strix aluco*),兽类的体长区间为20 cm (北树鼯 *Tupaia belangeri*)至71 cm

(灰叶猴), 常拍种为熊猴、霜背大鼯鼠(*Petaurista philippensis*)、灰头鼯鼠(*P. caniceps*)、赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*)和珀氏长吻松鼠(*Dremomys pernyi*), 地面鸟类的体长区间为15 cm (白顶溪鸲 *Chaimarrornis leucocephalus*)至100 cm (白腹锦鸡 *Chrysolophus amherstiae*), 兽类的体长区间为20 cm (北树鼯)至180 cm (亚洲黑熊 *Ursus thibetanus*)(史密斯和解焱, 2009; 马敬能等, 2000), 常拍种为熊猴和珀氏长吻松鼠。以上数值体现出地面物种体型偏大于冠层物种的规律, 受环境和运动条件影响, 冠层活动空间有限, 体型小和灵敏度高的物种更加适应; 体型偏大的雉类、有蹄类等则更多地选择地面活动。熊猴、小熊猫(*Ailurus fulgens*)、花面狸(*Paguma larvata*)以及霜背大鼯鼠等中等体型的物种, 则能够灵活地在冠层与地面之间活动。以拍摄到的灵长类为例, 灰叶猴属于纯叶食性灵长类, 体型小, 体重6–9 kg, 头体长550–710 mm, 尾长60–80 cm (史密斯和解焱, 2009), 调查中全部拍摄于林冠层; 红面短尾猴(*Macaca arctoides*)体型大, 成年猴体重 14.8 ± 4.22 kg, 头体长 733 ± 127 mm, 尾长 < 10 cm, 猴群迁移路线均是在乔木林下或悬崖石壁而不在树上攀援前进(熊成培, 1984), 只在地面拍摄到其影像数据, 在实地调查过程中, 因受惊吓会迅速爬上高大树木, 过夜地也选择林冠层或悬崖; 而熊猴为杂食性, 体型中等, 体重12.0–18.5 kg, 头体长620–700 mm, 尾长14.6–23.0 cm (蒋学龙等, 1993), 能够灵活地在地面和林冠层交替活动, 在地面和林冠层均属于常拍种。

林冠层物种和地面物种组成存在差异性, 物种相似度只有29.54%, 说明地面与林冠层的物种之间具有组成和功能上的独立性与不可替代性, 林冠层和地面在森林生态系统中作为独特的生态位都具有不可忽略的作用。夜行性猛禽, 如鸱鸃科的大部分鸟类, 以样点法和样线法进行直接观察和鸣声进行物种识别与记录, 很难监测到, 而在本次林冠层监测中拍摄到两种。研究人员还发现, 在相同的时间内, 随着相机数量的增加, 林下活动的鸟类物种增长率要高于兽类, 说明对于鸟类的监测需要布设更多的红外相机(汪国海等, 2014; 肖治术等, 2014c)。而针对林冠层鸟类的红外相机监测与样点法、样线法调查效果的比较还未见报道, 尚不能否

定红外相机在以林鸟为主的鸟类调查中的作用, 还需要更多的研究来论证。

4.2 林冠层监测方法建议

本研究结果表明, 在该区域林冠层与地面层红外相机拍摄率没有显著差异, 林冠层与地面层物种种类数相同, 且具有维持当量生物群体的功能。红外相机监测提高了森林生态系统内物种生态位分化研究的可行性, 而前提是基于科学的红外相机监测规范。以往的红外相机监测范围大都局限于地面目标, 而忽略了林冠层的重要性, 本研究认为, 在监测特定目标时, 需针对性地布设红外相机; 在监测森林生态系统生物多样性时, 监测规范中应强调兼顾不同林层, 应当布设相应比例的林冠层红外相机, 达到对树栖性动物的监测, 增加调查监测的完整性。准确判断动物的活动区域以及丰富的红外相机安装经验, 对提高拍摄率有直接作用。总结本研究红外相机不同拍摄角度的经验, 提出以下林冠层红外相机监测安装建议:

(1)安装位置: 因地制宜, 选择林冠层连通性好的区域; 以鲜活树干固定红外相机; 以水平或者俯视视角拍摄, 避免仰拍逆光以及正对日出日落方向; 根据实际环境(距离、干扰)设置相机拍摄参数。

(2)拍摄视角选择: 选择林冠层疏密、粗细均适中的枝干和树藤; 考虑连接的横枝、倾斜角度平缓的主干; 选择视野开阔, 环境干扰小或易于去除干扰的视角; 优先考虑有成熟果实或层次分明的可能过夜树以及有明显活动痕迹的林冠层, 如抓痕、粪便、摩擦光滑的苔藓等。

本研究在中山湿性常绿阔叶林开展, 主要为层次简单的高大乔木结构, 结果表明红外相机在这类生境的地面与林冠层鸟兽监测应用中均具有显著的效果。同时红外相机同样适用于林型结构更为简单的针叶林、暗针叶林冠层监测, 安装于铁杉(*Tsuga chinensis*)林中的红外相机在怒江金丝猴猴群调查中发挥了重要作用(Yang et al, 2016)。而针对结构更为复杂的季雨林、雨林, 建议兼顾地面至林冠的不同林层, 条件允许的情况下尽可能保持监测系统的完整性。

致谢: 感谢助手杨荣海、甘松荣、张忠及他们的家人在生活及野外调查过程中的陪伴和帮助。

参考文献

- Cai Q, Zhang HF, Che LF, Feng T, Su LN, Zhu Y, Yang Z (2016) Analysis and solutions to blank photos of automatically triggering phenomenon by infrared camera for monitoring purpose. Shaanxi Forest Science and Technology, (6), 45–48. (in Chinese with English abstract) [蔡琼, 张洪峰, 车利锋, 封托, 苏丽娜, 朱云, 杨钊 (2016) 红外相机在动物通道监测中“空拍”原因研究分析. 陕西林业科技, (6), 45–48.]
- Chen YX, Xiao ZS, Li M, Wang XW, He CX, He GP, Li HS, Shi SJ, Xiang ZF (2016) Preliminary survey for the biodiversity of mammal and bird using camera traps in the west slope of mid-section Mt. Gaoligong. Acta Theriologica Sinica, 36, 302–312. (in Chinese with English abstract) [陈奕欣, 肖治术, 李明, 王新文, 何臣相, 何贵品, 李海曙, 施顺金, 向左甫 (2016) 利用红外相机对高黎贡山中段西坡兽类和鸟类多样性初步调查. 兽类学报, 36, 302–312.]
- China Wildlife Conservation Association (2005) Atlas of Mammals of China. Henan Science and Technology Press, Zhengzhou. (in Chinese) [中国野生动物保护协会 (2005) 中国哺乳动物图鉴. 河南科学技术出版社, 郑州.]
- Gao G, Wang B, He CX, Luo X (2017) Biodiversity of birds and mammals in alpine habitat of Mt. Gaoligong, Lushui County, Yunnan. Biodiversity Science, 25, 332–339. (in Chinese with English abstract) [高歌, 王斌, 何臣相, 罗旭 (2017) 云南泸水高黎贡山高山生境的鸟兽多样性. 生物多样性, 25, 332–339.]
- Jaccard P (2010) The distribution of the flora in the alpine zone. New Phytologist, 11, 37–50.
- Jiang XL, Wang YX, Ma SL (1993) Taxonomic revision of *Macaca assamensis*. Zoological Research, 14, 110–117. (in Chinese with English abstract) [蒋学龙, 王应祥, 马世来 (1993) 中国熊猴的分类整理. 动物学研究, 14, 110–117.]
- Li MF, Li S, Wang DJ, McShea WJ, Guan TP, Chen LM (2011) The daily activity patterns of Takin *Budorcas taxicolor* in winter and spring at Tangjiahe Nature Reserve. Sichuan Journal of Zoology, 30, 850–855. (in Chinese with English abstract) [李明富, 李晟, 王大军, McShea WJ, 官天培, 谌利民 (2011) 四川唐家河自然保护区扭角羚冬春季日活动模式研究. 四川动物, 30, 850–855.]
- Li XH, Piao ZJ, Wu YX, Zhou HC, Zhang P, Liu BW, Huang XQ, Xiao ZS (2014) Camera trap survey of mammals and birds in Changbaishan forest dynamics plot, northeast China. Biodiversity Science, 22, 810–812. (in Chinese) [李欣海, 朴正吉, 武耀祥, 周海成, 张鹏, 刘丙万, 黄小群, 肖治术 (2014) 长白山森林动态监测样地鸟兽的红外相机初步监测. 生物多样性, 22, 810–812.]
- Li ZL, Kang AL, Lang JM, Xue YG, Ren Y, Zhu ZW, Ma JZ, Liu PQ, Jiang GS (2014) On the assessment of big cats and their prey populations based on camera trap data. Biodiversity Science, 22, 725–732. (in Chinese with English abstract) [李治霖, 康霭黎, 郎建民, 薛延刚, 任毅, 朱志文, 马建章, 刘培琦, 姜广顺 (2014) 探讨基于红外相机技术对大型猫科动物及其猎物的种群评估方法. 生物多样性, 22, 725–732.]
- Lindenmayer DB, Gibbons P, Bourke M, Burgman M, Dickma CR, Ferrier S, Fitzsimons J, Freudenberger D, Garnett ST, Craig G, Hobbs RJ, Kingsford R, Krebs C, Legge S, Lowe AJ, Mclean R, Montambault J, Possingham H, Radford J, Robinson D, Mallbone L, Thomas D, Varcoe T, Vardon M, Wardle G, Woinarski J, Zerger A (2012) Improving biodiversity monitoring. Austral Ecology, 37, 285–294.
- Liu DZ, Jiang ZG, Chu HJ, Wong HM, Zhang F, Chen G (2013) Summer nocturnal activity rhythms and time budgets of the Sino-Mongolia beaver (*Castor fiber birulai*) in Xinjiang, China. Acta Theriologica Sinica, 33, 319–325. (in Chinese with English abstract) [刘冬志, 蒋志刚, 初红军, 黄效文, 张帆, 陈刚 (2013) 蒙新河狸夏季夜间活动节律和时间分配. 兽类学报, 33, 319–325.]
- Liu H, Jiang GS, Li H (2015) A comparative study on four survey methods used in ungulate population size estimation in winter in North China. Acta Ecologica Sinica, 35, 3076–3086. (in Chinese with English abstract) [刘辉, 姜广顺, 李惠 (2015) 北方冬季有蹄类动物4种数量调查方法的比较. 生态学报, 35, 3076–3086.]
- Liu N (1998) A summary of investigation method of wild life quantity. Yunnan Forestry Science and Technology, (2), 58–60. (in Chinese with English abstract) [刘宁 (1998) 野生动物数量调查方法综述. 云南林业科技, (2), 58–60.]
- Lu XL, Jiang ZG, Tang JR, Wang XJ, Xiang DQ, Zhang JP (2005) Auto-trigger camera traps for studying giant panda and its sympatric wildlife species. Acta Zoologica Sinica, 51, 495–500. (in Chinese with English abstract) [卢学理, 蒋志刚, 唐继荣, 王学杰, 向定乾, 张建平 (2005) 自动感应照相系统在大熊猫以及同域分布的野生动物研究中的应用. 动物学报, 51, 495–500.]
- Ma M, Xu F, Chundawat RS, Jumabay K, Wu YQ, Aizezi, Zhu MH (2006) Camera trapping of snow leopards for the photo capture rate and population size in the Muzat Valley of Tianshan Mountains. Acta Zoologica Sinica, 52, 788–793. (in Chinese with English abstract) [马鸣, 徐峰, Chundawat RS, Jumabay K, 吴逸群, 艾则孜, 朱玛洪 (2006) 利用自动照相术获得天山雪豹拍摄率与个体数量. 动物学报, 52, 788–793.]
- MacKinnon J, Phillipps K, He FQ (2000) A Field Guide to the Birds of China. Hunan Education Publishing House, Changsha. (in Chinese) [马敬能, 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.]
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GABD, Kent J (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403, 853–858.
- O'Brien TG, Kinnaird MF, Wibisono HT (2003) Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. Animal Conservation, 6, 131–139.

- Shen H, Cai JN, Li MJ, Chen Q, Ye WH, Wang ZF, Lian JY, Song L (2017) On Chinese forest canopy biodiversity monitoring. *Biodiversity Science*, 25, 229–236. (in Chinese with English abstract) [沈浩, 蔡佳宁, 李萌姣, 陈青, 叶万辉, 王峥峰, 练琚愉, 宋亮 (2017) 中国森林冠层生物多样性监测. *生物多样性*, 25, 229–236.]
- Shi XG, Hu Q, Li JQ, Tang Z, Yang J, Li WJ, Shen XL, Li S (2017) Camera-trapping surveys of the mammal and bird diversity in Wolong National Nature Reserve, Sichuan Province. *Biodiversity Science*, 25, 1131–1136. (in Chinese with English abstract) [施小刚, 胡强, 李佳琦, 唐卓, 杨建, 李文静, 申小莉, 李晟 (2017) 利用红外相机调查四川卧龙国家级自然保护区鸟兽多样性. *生物多样性*, 25, 1131–1136.]
- Si XF, Ding P (2014) Camera trap survey on population dynamics of mammals and birds in Gutianshan forest dynamics plot, eastern China. *Biodiversity Science*, 22, 819–822. (in Chinese) [斯幸峰, 丁平 (2014) 古田山森林动态监测样地内鸟兽种群动态的红外相机监测. *生物多样性*, 22, 819–822.]
- Smith AT, Xie Y (2009) *A Guide to the Mammals of China*. Hunan Education Publishing House, Changsha. (in Chinese) [史密斯, 解焱 (2009) 中国兽类野外手册. 湖南教育出版社, 长沙.]
- Wang D, Wen HY, Luo XD, Peng YQ, Zhou L, Zhang XL, Zhang HR (2016) Advance in the application of infrared-triggered camera-trapping in rodents detection. *Chinese Journal of Hygienic Insecticides and Equipments*, 22, 596–598, 602. (in Chinese with English abstract) [王董, 文海燕, 骆星丹, 彭彦卿, 周岚, 张晓龙, 张华荣 (2016) 红外相机技术在鼠类侦测中的应用进展. *中华卫生杀虫药械*, 22, 596–598, 602.]
- Wang GH, Shi ZP, Liu XJ, Zhou QH, Xiao ZS (2014) Camera trap survey of mammals and birds in Huaping National Nature Reserve, Guangxi. *Biodiversity Science*, 22, 785–787. (in Chinese) [汪国海, 施泽攀, 刘秀菊, 周岐海, 肖治术 (2014) 花坪保护区鸟兽物种的红外相机初步监测. *生物多样性*, 22, 785–787.]
- Wang L, Zhao W, Yang ZW, Tao JD, Bao XK (2014) The application of infrared camera-trapping in wildlife survey in mountainous regions. *Chinese Journal of Wildlife*, 35, 381–387. (in Chinese with English abstract) [王亮, 赵伟, 杨增武, 陶金鼎, 包新康 (2014) 红外触发相机技术在山区动物调查中的应用. *野生动物学报*, 35, 381–387.]
- Wang QY, Zhao YZ, Luo X, Hua JQ, Li Z, Xu JL (2016) Potential nest predators of *Syrmaticus reevesii* based on camera traps and artificial nests. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 27, 1968–1974. (in Chinese with English abstract) [王秦韵, 赵玉泽, 罗旭, 华俊钦, 李忠, 徐基良 (2016) 基于红外相机技术和人工巢试验分析白冠长尾雉巢潜在捕食者. *应用生态学报*, 27, 1968–1974.]
- Xiao WH, Feng LM, Zhao XD, Yang HT, Dou HL, Cheng YC, Mou P, Wang TM, Ge JP (2014) Distribution and abundance of Amur tiger, Amur leopard and their ungulate prey in Hunchun National Nature Reserve, Jilin. *Biodiversity Science*, 22, 717–724. (in Chinese with English abstract) [肖文宏, 冯利民, 赵小丹, 杨海涛, 窦海龙, 程艳超, 牟溥, 王天明, 葛剑平 (2014) 吉林珲春自然保护区东北虎和东北豹及其有蹄类猎物的多度与分布. *生物多样性*, 22, 717–724.]
- Xiao ZS, Li XH, Jiang GS (2014a) Applications of camera trapping to wildlife surveys in China. *Biodiversity Science*, 22, 683–684. (in Chinese) [肖治术, 李欣海, 姜广顺 (2014a) 红外相机技术在我国野生动物监测研究中的应用. *生物多样性*, 22, 683–684.]
- Xiao ZS, Li XH, Wang XZ, Zhou QH, Quan RC, Shen XL, Li S (2014b) 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 (2014b) 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.]
- Xiao ZS, Du XJ, Wang XZ, Huang XQ, Yan MY (2014c) Preliminary records of mammals and birds by camera traps in Baotianman forest dynamics plot, Central China. *Biodiversity Science*, 22, 813–815. (in Chinese) [肖治术, 杜晓军, 王学志, 黄小群, 闫满玉 (2014c) 利用红外相机对河南宝天曼森林动态监测样地鸟兽的初步调查. *生物多样性*, 22, 813–815.]
- 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.]
- Xiong CP (1984) Ecological studies of the stump-tailed macaque. *Acta Theriologica Sinica*, 4, 1–9. (in Chinese with English abstract) [熊成培 (1984) 短尾猴的生态研究. *兽类学报*, 4, 1–9.]
- Xu L, Zhang ZW, Ding CQ (2003) Line transect methods in avian census. *Chinese Journal of Ecology*, 22, 127–130. (in Chinese with English abstract) [许龙, 张正旺, 丁长青 (2003) 样线法在鸟类数量调查中的运用. *生态学杂志*, 22, 127–130.]
- Xue YD, Liu F, Zhang YG, Li DQ (2014) Grouping behavior of wild camel (*Camelus ferus*) referred from video data of camera trap in Kumtag Desert. *Chinese Journal of Ecology*, 22, 746–751. (in Chinese with English abstract) [薛亚东, 刘芳, 张于光, 李迪强 (2014) 利用红外相机视频数据进行库姆塔格沙漠地区野骆驼集群行为研究的可行性. *生物多样性*, 22, 746–751.]
- Yang L (2004) *The Avifauna of Yunnan, China*. Yunnan Science and Technology Press, Kunming. (in Chinese) [杨岚 (2004) 云南鸟类志. 云南科技出版社, 昆明.]
- Yang Y, Tian YP, He CX, Huang ZP, Dong SH, Wang B, Li GS, Xiang ZF, Long YC, Xiao W (2016) The critically endangered myanmar snub-nosed monkey *Rhinopithecus*

strykeri found in the Salween River Basin, China. *Oryx*, 52, 1–3.

Yuan JX, Zhang CY, Xie WH, Huang XQ, Xiao ZS (2016) Using camera traps to investigate mammal and bird diversity in the Jiulianshan National Nature Reserve, Jiangxi Province. *Acta Theriologica Sinica*, 36, 367–372. (in Chinese with English abstract) [袁景西, 张昌友, 谢文华, 黄小群, 肖治术 (2016) 利用红外相机技术对九连山国家级自然保护区兽类和鸟类资源的初步调查. 兽类学报, 36, 367–372.]

Zhang LB, Cui SP, Huang YJ, Chen DQ, Qiao HJ, Li CW, Jiang ZG (2014) Infrared camera traps in wildlife research and monitoring in China: Issues and insights. *Biodiversity Science*, 22, 696–703. (in Chinese with English abstract) [张履冰, 崔绍朋, 黄元骏, 陈代强, 乔慧捷, 李春旺, 蒋志刚 (2014) 红外相机技术在我国野生动物监测中的应用: 问题与限制. 生物多样性, 22, 696–703.]

Zhang SS, Bao YX, Wang YN, Fang PF, Ye B (2012a) Activity rhythms of black muntjac (*Muntiacus crinifrons*) revealed with infrared camera. *Acta Theriologica Sinica*, 32, 368–372. (in Chinese with English abstract) [章书声, 鲍毅新, 王艳妮, 方平福, 叶彬 (2012a) 基于红外相机技术的黑麂活动节律. 兽类学报, 32, 368–372.]

Zhang SS, Bao YX, Wang YN, Fang PF, Ye B (2012b) Com-

parisons of different camera trap placement patterns in monitoring mammal resources in Gutianshan National Nature Reserve. *Chinese Journal of Ecology*, 31, 2016–2022. (in Chinese with English abstract) [章书声, 鲍毅新, 王艳妮, 方平福, 叶彬 (2012b) 不同相机布放模式在古田山兽类资源监测中的比较. 生态学杂志, 31, 2016–2022.]

Zheng WC, Zhang SS, Pan CC, Liu JL, Ji GH (2014) Mammal and avian diversities detected by infrared camera in Jiulongshan National Nature Reserve. *Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology*, 34, 20–25. (in Chinese with English abstract) [郑伟成, 章书声, 潘成椿, 刘菊莲, 季国华 (2014) 红外相机技术监测九龙山国家级自然保护区鸟兽多样性. 浙江林业科技, 34, 20–25.]

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.]

(特邀责任编辑: 李晟 责任编辑: 闫文杰)

附录 Supplementary Material

附录1 红外相机监测兽类和鸟类记录

Appendix 1 Mammals and birds recorded by camera-trappings
<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2018035-1.pdf>

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. 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, 2018, 26 (7): 717–726.
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2018035>

附录1 红外相机监测兽类和鸟类记录

Appendix 1 Mammals and birds recorded by camera-trappings

物种 Species	独立照片数 No. of independent photos	保护等级 Protection level	CTIES	地面 Ground	林冠 Canopy
I 树鼩目 Scandentia					
1 树鼩科 Tupaiidae					
(1)北树鼩 <i>Tupaia belangeri</i>	14		附录 II	*	*
II 灵长目 Primates					
2 猴科 Cercopithecidae					
(2)灰叶猴 <i>Trachypithecus phayrei</i>	2	I	附录 II		*
(3)熊猴 <i>Macaca assamensis</i>	234	I	附录 II	*	*
(4)短尾猴 <i>Macaca arctoides</i>	19	II	附录 II	*	
III 啮齿目 Rodentia					
3 松鼠科 Sciuridae					
(5)霜背大鼯鼠 <i>Petaurista philippensis</i>	81			*	*
(6)灰头鼯鼠 <i>Petaurista caniceps</i>	59				*
(7)赤腹松鼠 <i>Callosciurus erythraeus</i>	152			*	*
(8)珀氏长吻松鼠 <i>Dremomys pernyi</i>	205			*	*
(9)红颊长吻松鼠 <i>Dremomys rufigenis</i>	36			*	*
(10)隐纹松鼠 <i>Tamiops swinhoei</i>	10				*
(11)侧纹岩松鼠 <i>Sciurotamias forresti</i>	1			*	
(12)中国豪猪 <i>Hystrix brachyura</i>	14			*	
IV 偶蹄目 Artiodactyla					
4 猪科 Suidae					
(13)野猪 <i>Sus scrofa</i>	45			*	
5 鹿科 Cervidae					
(14)赤麂 <i>Muntiacus muntjak</i>	30			*	
6 牛科 Bovidae					
(15)中华鬣羚 <i>Capricornis milneedwardsii</i>	3	II	附录 I	*	
V 食肉目 Carnivore					
7 猫科 Felidae					
(16)豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>	2		附录 II	*	
8 灵猫科 Viverridae					
(17)斑林狸 <i>Prionodon pardicolor</i>	1	II	附录 I	*	
(18)花面狸 <i>Paguma larvata</i>	4		附录 III	*	*
9 小熊猫科 Ailuridae					
(19)小熊猫 <i>Ailurus fulgens</i>	10	II	附录 I	*	*
10 熊科 Ursidae					
(20)亚洲黑熊 <i>Ursus thibetanus</i>	12	II	附录 I	*	
VI 鸡形目 Galliformes					
11 雉科 Phasianidae					
(21)环颈山鹧鸪 <i>Arborophila torqueola</i>	9			*	

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. 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, 2018, 26 (7): 717–726.
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2018035>

物种 Species	独立照片数 No. of independent photos	保护等级 Protection level	CTIES	地面 Ground	林冠 Canopy
(22)白鹇 <i>Lophura nythemera</i>	20	II		*	
(23)白腹锦鸡 <i>Chrysolophus amherstiae</i>	1	II		*	
VII 鸮形目 Strigiformes					
12 鸮科 Strigidae					
(24)领鸮 <i>Glaucidium brodiei</i>	1	II			*
(25)灰林鸮 <i>Strix aluco</i>	1	II			*
VIII 鴛形目 Piciformes					
13 啄木鸟科 Picidae					
(26)黄颈啄木鸟 <i>Dendrocopos darjellensis</i>	1				*
(27)黄嘴栗啄木鸟 <i>Blythipicus pyrrhotis</i>	3			*	*
IX 雀形目 Passeriformes					
14 鸫科 Turdidae					
(28)长尾地鸫 <i>Zoothera dixonii</i>	5			*	*
(29)乌鸫 <i>Turdus merula</i>	6			*	*
(30)灰头鸫 <i>Turdus rubrocanus</i>	2			*	*
(31)紫啸鸫 <i>Myophonus caeruleus</i>	32			*	
(32)白顶溪鸫 <i>Chaimarrornis leucocephalus</i>	3			*	
15 鹟科 Muscicapidae					
(33)白喉噪鹛 <i>Garrulax albogularis</i>	1				*
(34)红头噪鹛 <i>Garrulax erythrocephalus</i>	1			*	
(35)黑顶噪鹛 <i>Garrulax affinis</i>	1				*
(36)纹胸斑翅鹛 <i>Actinodura waldeni</i>	1				*
(37)棕腹鸲鹛 <i>Pteruthius rufiventer</i>	5			*	*
(38)黑头奇鹛 <i>Heterophasia melanoleuca</i>	7				*
(39)丽色奇鹛 <i>Heterophasia pulchella</i>	2				*
(40)红嘴相思鸟 <i>Leiothrix lutea</i>	1		附录 II		*
(41)棕腹大仙鹟 <i>Niltava davidi</i>	1			*	
16 莺科 Sylviidae					
(42)灰喉柳莺 <i>Phylloscopus maculipennis</i>	1				*
17 山雀科 Paridae					
(43)黄颊山雀 <i>Parus spilonotus</i>	1				*
18 鹎科 Sittidae					
(44)栗臀鹎 <i>Sitta nagaensis</i>	3				*