•生物编目•

利用红外相机调查四川雪宝顶国家级自然保护区鸟类和兽类多样性

姬云瑞^{1,2}, 陶义³, 李昌林³, 李迪强^{1,2}, 赵定^{3*}, 刘芳^{1,2*}

1. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 北京 100091; 2. 国家林业和草原局生物多样性保护重点实验室, 北京 100091; 3. 四川雪宝顶国家级自然保护区管理局, 四川平武 622550

摘要: 2017年4月至2019年10月, 利用红外相机在四川雪宝顶国家级自然保护区开展了野生动物调查工作。共在152个位点上布设了红外相机, 累积30,792个相机日, 共获得独立照片6,316张。共鉴定出野生动物105种, 包括27种兽类(隶属于4目13科)和78种鸟类(隶属于5目20科)。其中, 属于国家 I 级重点保护的野生动物有7种, 分别是川金丝猴(*Rhinopithecus roxellana*)、大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)、林麝(*Moschus berezovskii*)、四川羚牛(*Budorcas tibetanus*)、红喉雉鹑(*Tetraophasis obscurus*)、绿尾虹雉(*Lophophorus lhuysii*)和金雕(*Aquila chrysaetos*); 属于国家II级重点保护的野生动物有11种, 包括藏酋猴(*Macaca thibetana*)、藏雪鸡(*Tetraogallus tibetanus*)等。分析结果显示, 拍摄率最高的前5种兽类依次是中华斑羚(*Naemorhedus griseus*)、岩羊(*Pseudois nayaur*)、岩松鼠(*Sciurotamias davidianus*)、野猪(*Sus scrofa*)和猪獾(*Arctonyx collaris*); 拍摄率最高的前5种鸟类依次是血雉(*Ithaginis cruentus*)、雪鹑(*Lerwa lerwa*)、藏雪鸡(*Tetraogallus tibetanus*)、红腹角雉(*Tragopan temminckii*)和绿尾虹雉。此外, 红外相机还在26个位点上拍摄到了家畜, 在22个位点上拍摄到了人为活动。

关键词: 红外相机调查; 兽类; 鸟类; 物种多样性; 雪宝顶国家级自然保护区

姬云瑞, 陶义, 李昌林, 李迪强, 赵定, 刘芳 (2021) 利用红外相机调查四川雪宝顶国家级自然保护区鸟类和兽类多样性. 生物多样性, 29, 805–810. doi: 10.17520/biods.2020349.

Ji YR, Tao Y, Li CL, Li DQ, Zhao D, Liu F (2021) Using camera traps to survey mammals and birds in Sichuan Xuebaoding National Nature Reserve. Biodiversity Science, 29, 805–810. doi: 10.17520/biods.2020349.

Using camera traps to survey mammals and birds in Sichuan Xuebaoding National Nature Reserve

Yunrui Ji^{1,2}, Yi Tao³, Changlin Li³, Diqiang Li^{1,2}, Ding Zhao^{3*}, Fang Liu^{1,2*}

1 Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091

2 Key Laboratory of Biodiversity Conservation, State Forestry and Grassland Administration, Beijing 100091

3 Sichuan Xuebaoding National Nature Reserve Administration, Pingwu, Sichuan 622550

ABSTRACT

Aim: To investigate the diversity and spatial distribution of mammals and birds in Xuebaoding National Nature Reserve, camera traps were set up in the reserve from April 2017 to October 2018 and from April 2019 to October 2019.

Methods: The reserve was divided into 1-km² blocks within a Geographic Information System. Blocks were set up according to habitat type, and each habitat type had a camera. However, some cameras were moved to adjacent blocks due to poor location and other reasons six months after initial placement. A total of 195 camera traps were set up in 152 sites within 123 blocks.

Results: A total of 6,316 independent images were obtained over 30,792 camera-trapping days. Among them, 105 species were identified from camera trap images, including 27 mammal species belonging to 4 orders and 13 families, and 78 avian species belonging to 5 orders and 20 families. Among them, 7 species are listed in Class I national protected animals including *Rhinopithecus roxellana*, *Ailuropoda melanoleuca*, *Moschus berezovskii*, *Budorcas tibetanus*, *Tetraophasis obscurus*, *Lophophorus lhuysii*, and *Aquila chrysaetos*, while 12 species are listed as Class II

收稿日期: 2020-08-31; 接受日期: 2020-12-29

基金项目: 2018年中央财政林业保护补助资金项目: 四川雪宝顶国家级自然保护区《秘境之眼》项目红外线相机监测

* 共同通讯作者 Co-authors for correspondence. E-mail: liufang.caf@qq.com; 583927802@qq.com

national protected animals including *Macaca thibetana*, *Tetraogallus tibetanus*, etc. The results showed that the top five mammals with the highest photographic rate (PR) from high to low were *Naemorhedus griseus*, *Pseudois nayaur*, *Sciurotamias davidianus*, *Sus scrofa* and *Arctonyx collaris*. Additionally, the top five birds with the highest PR were *Ithaginis cruentus*, *Lerwa lerwa*, *Tetraogallus tibetanus*, *Tragopan temminckii* and *Lophophorus lhuysii*. Additionally, livestock and human activities were recorded at 26 and 22 camera sites, respectively.

Conclusions: The results indicate that there is wide diversity of wild animals in Xuebaoding National Nature Reserve, along with diversity of rare and endangered animals. For example, giant pandas are abundant and widely distributed in the reserve. However, our results show that pandas and livestock spatially overlap in some areas. Consequently, we suggest the reserve should strengthen the control of grazing livestock and raise the protection awareness of surrounding residents through community publicity.

Key words: camera-trapping survey; mammals; birds; species diversity; Xuebaoding National Nature Reserve

四川雪宝顶国家级自然保护区(以下简称雪宝顶保护区)位于四川省平武县北部,属岷山山系的东坡,是以保护大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)、川金丝猴(*Rhinopithecus roxellana*)、四川羚牛(*Budorcas tibetanus*)、珙桐(*Davidia involucrata*)等珍稀野生动植物及其栖息地为主的野生生物类型自然保护区(黄俊忠等, 2015)。岷山山系位于横断山脉的东北端,是全球生物多样性热点地区之一——西南山地的重要组成部分,具有生物多样性的全球性代表意义(Myers et al, 2000)。岷山山系不仅动物种类繁多,区系组成复杂,还有许多古老孑遗动物、我国特有动物和珍稀濒危动物(胡锦矗, 2002)。此外,岷山山系还有着全世界最大的大熊猫种群和面积最大的大熊猫栖息地(古晓东等, 2005)。雪宝顶保护区处于岷山山系的腹心地带,北有黄龙省级自然保护区,西有白羊省级自然保护区,南有片口省级自然保护区,是连接岷山山系大熊猫走廊带至关重要的组成部分,还是鸟类迁徙的重要通道和停歇地。

本底资源调查是保护区开展管护工作的基础,开展保护区本底资源调查有助于摸清野生动物的种类、数量、空间分布等基本资料,为保护区制定监管和保护策略提供科学依据(呼延佼奇等, 2014)。雪宝顶保护区自1984年建立以来,仅借助样线法、访问法和网捕法等传统调查方法对脊椎动物多样性进行了一次全面调查(孙治宇等, 2006; 符建荣等, 2007)。这次调查持续时间短、调查范围和方法有限,不仅缺乏物种影像资料,还难以对种群数量较低或活动隐蔽的物种进行准确的评估,不能完全反映该区域当前动物资源的现状。红外相机技术因其工作持续、低干扰、非损伤性等特点,已发展成为陆地生态系统大中型兽类和地面活动鸟类的重要常规

监测技术(Rowcliffe & Carbone, 2008)。因此,为了充分摸清雪宝顶保护区内的野生动物资源,积累物种影像资料,保护区于2017年开始利用红外相机收集野生动物的本底数据,为后续的管理规划和长期监测提供数据基础。

1 研究方法

1.1 研究地点

雪宝顶保护区位于四川省平武县,行政区划包括平武县的泗耳、虎牙、土城和大桥4个乡镇,地理范围为103°50′–104°18′ E, 32°14′–32°38′ N,总面积636.15 km²(黄俊忠等, 2015)。保护区内地貌类型多样,最高海拔雪宝顶5,400 m,最低海拔1,600 m。由于长期受地质构造和河流侵蚀作用的影响,区内大部分地区形成了高山峡谷地貌。该区属于北亚热带山地湿润季风气候区的西部边缘区,因区系山地、气候类型交错复杂,立体气候十分明显,年均气温10.6–14.8℃,年均降水量950–1,130 mm(杨楠等, 2019)。雪宝顶保护区内植被垂直带谱完整,海拔从低到高依次为常绿与落叶阔叶林、针阔混交林、针叶林、高山灌丛、高山草甸和流石滩(杨楠等, 2019)。

1.2 红外相机布设

2017年4月至2018年10月,保护区利用红外相机开展野生动物调查。将雪宝顶保护区划分为1 km × 1 km的网格,综合考虑保护区内地形地貌特征、植被类型、生境代表性等因素,选择其中的94个网格布设红外相机。每个网格内放置1台红外相机,由于位置不佳等原因,半年后有些相机在网格内转移了位置,最终共在106个位点上放了149台次红外相机。2019年4–10月,利用红外相机对保护区高海拔地区进行补充调查,共在30个网格内的46个位点上

放置了46台次红外相机, 其中1个网格与第一次调查重复。因此, 2017年4月至2019年10月共在123个网格内的152个位点上放置了195台次红外相机(图1)。调查使用猎科LTL6210MC、LTL6310WMC和LTL5210A型号的红外相机, 设置模式为“拍照+录像”, 连续2次拍照最短时间间隔为1 min, 采用24 h监测。利用绳子将相机固定在树高约80–100 cm处, 相机镜头与地面平行或与地面呈< 5°的俯视角, 镜头水平方向与兽径走向的夹角约为45°, 清理相机前的干扰物, 使得相机视野开阔。对每台相机进行定位和编号, 同时记录生境信息(附录1)。

1.3 数据处理及分析

对红外相机拍摄的照片和视频进行重命名和物种鉴定。物种鉴定参照《中国兽类野外手册》(Andrew和解焱, 2009)和《中国鸟类野外手册》(约翰·马敬能等, 2000)。物种名称及分类体系参考《中国哺乳动物多样性(第2版)》(蒋志刚等, 2017)和《中国鸟类分类与分布名录(第三版)》(郑光美, 2017)。物种保护等级参照《国家重点保护野生动物名录》(<http://www.forestry.gov.cn>)、濒危野生动植物种国际贸易公约》(CITES, 2019)和世界自然保护联盟濒危物种红色名录(IUCN, 2017)。

图1 2017–2019年雪宝顶国家级自然保护区红外相机布设位点示意图
Fig. 1 Location of camera traps in Xuebaoding National Nature Reserve from 2017 to 2019

将同一相机位点上时间间隔小于30 min内拍摄的同一种动物的照片或视频作为1张独立照片。单台红外相机在野外工作24 h代表1个有效相机日。计算各物种的拍摄率(photographic rate, PR), 公式如下(刘芳等, 2012):

拍摄率 = 独立有效照片数 × 100/总有效相机日。

2 结果

2017–2019年间, 152个位点红外相机累计工作30,792个相机日, 共获得独立照片6,316张, 其中61%为兽类, 32%为鸟类, 6%为家畜, 1%为其他人员。红外相机共拍摄到105种野生动物, 隶属于9目33科(附录2); 其中, 兽类27种, 隶属于4目13科, 包括食肉目11种、偶蹄目8种、啮齿目6种和灵长目2种; 鸟类78种, 隶属于5目20科, 包括鸡形目9种、雀形目65种、啄木鸟目3种、鸽形目和鹰形目各1种。拍摄的部分物种照片见附录3。

本次调查记录到国家I级重点保护野生动物7种, 分别是川金丝猴、大熊猫、林麝(*Moschus berezovskii*)、四川羚牛、红喉雉鹑(*Tetraophasis obscurus*)、绿尾虹雉(*Lophophorus lhuysii*)和金雕(*Aquila chrysaetos*); 国家II级重点保护野生动物11种, 分别是藏酋猴(*Macaca thibetana*)、黑熊(*Ursus thibetanus*)、黄喉貂(*Martes flavigula*)、石貂(*M. foina*)、中华斑羚(*Naemorhedus griseus*)、岩羊(*Pseudois nayaur*)、中华鬣羚(*Capricornis milneedwardsii*)、藏雪鸡(*Tetraogallus tibetanus*)、血雉(*Ithaginis cruentus*)、红腹角雉(*Tragopan temminckii*)和勺鸡(*Pucrasia macrolopha*)。依据世界自然保护联盟濒危物种红色名录(IUCN, 2017), 共记录到受威胁物种5种, 其中川金丝猴为濒危(EN), 黑熊、大熊猫、中华斑羚和绿尾虹雉为易危(VU)。根据《濒危野生动植物种国际贸易公约》(CITES, 2019), 列入CITES附录I的有川金丝猴、黑熊、大熊猫、中华斑羚、中华鬣羚、藏雪鸡和绿尾虹雉7种; 列入附录II的有豹猫(*Prionailurus bengalensis*)、林麝、血雉和画眉(*Garrulax canorus*) 4种。

分析结果显示, 拍摄率(PR)最高的前5种兽类依次是中华斑羚(PR = 4.173)、岩羊(PR = 1.926)、岩松鼠(*Sciurotamias davidianus*, PR = 1.078)、野猪(*Sus scrofa*, PR = 0.880)和猪獾(*Arctonyx collaris*, PR = 0.659)。拍摄率最高的前5种鸟类依次是血雉(PR =

0.961)、雪鹑(*Lerwa lerwa*, PR = 0.737)、藏雪鸡(PR = 0.692)、红腹角雉(PR = 0.679)和绿尾虹雉(PR = 0.549)。红外相机拍摄位点数最多的前5种兽类依次是中华斑羚($n = 92$)、猪獾($n = 53$)、野猪(*Sus scrofa*, $n = 47$)、岩羊($n = 37$)和毛冠鹿(*Elaphodus cephalophus*, $n = 33$)。拍摄位点数最多的前5种鸟类依次是红腹角雉($n = 46$)、血雉($n = 35$)、雪鹑($n = 33$)、藏雪鸡($n = 28$)和淡背地鸨(*Zoothera mollissima*, $n = 28$)。此外, 红外相机共在22个位点拍摄到50张其他人员活动独立照片, 主要是进山采集草药的当地社区居民。红外相机在26个位点共拍摄到4种家畜, 包括牦牛(22个位点)、牛(6个位点)、狗(6个位点)和马(4个位点)。

在本次调查范围内, 大熊猫和川金丝猴主要分布在平坝-广草坪、泗耳和海子梁-散垭-小灰山区域的针阔混交林和针叶林中。四川羚牛夏季主要分布在泗耳的高山草甸, 冬季则下到附近的低海拔森林中。绿尾虹雉、红喉雉鹑和藏雪鸡主要栖息于三牙羌-黄蜡坪-马鞍腰区域3,000 m以上的高山灌丛。岩羊主要分布在三牙羌-黄蜡坪-马鞍腰和雪宝顶附近2,500 m以上的开阔多草的山坡。人类采集活动多发生在保护区内海子梁-散垭-小灰山和平坝-广草坪区域。家畜主要在大马场-木瓜坪-紫柏杉、三牙羌-黄蜡坪-马鞍腰和雪宝顶区域活动。

3 讨论

雪宝顶保护区位于全世界生物多样性热点地区之一的岷山山系的腹心地带(Myers et al, 2000), 处于周边各保护区的包围之中, 是岷山山系保护区网络的核心区。该区优越的地理位置和气候条件使其成为多种野生动物的重要栖息地。雪宝顶保护区内有丰富的珍稀濒危物种, 红外相机共记录到国家I级重点保护野生动物7种, 国家II级重点保护野生动物11种, 其中大熊猫、四川羚牛、川金丝猴等是世界瞩目的珍稀濒危动物。本次调查红外相机共在29个位点拍摄到178张大熊猫独立照片, 大熊猫处于位点分布最广兽类的第五位。由此可见, 雪宝顶保护区内的大熊猫数量多, 且分布广泛, 是大熊猫种群的核心分布区之一。

红外相机共记录到兽类27种, 鸟类78种, 分别占该区域历史记载的兽类总种数(孙治宇等, 2006)的30%和鸟类总种数(符建荣等, 2007)的37%。本次

调查中红外相机拍摄到大量小型啮齿目动物,但由于它们体型较小,行动迅速,并且主要在夜间活动,无法进行物种鉴定。红外相机在用于监测和记录地面活动的大中型兽类和鸟类时发挥着重要作用,但对于小型啮齿类动物和在林冠活动的鸟类来说则不是一种特别有效的工具(李晟等, 2016)。为了得到保护区全面的鸟类和兽类的名录,今后还需对兽类的啮齿目、翼手目、食虫目等,以及鸟类采用不同的技术手段进行调查(崔绍朋等, 2020)。

与兽类历史资料相比(孙治宇等, 2006), 石貂是雪宝顶保护区的新记录种。但未记录到云豹(*Neofelis nebulosa*)、豹(*Panthera pardus*)、金猫(*Catopuma temminckii*)、猞猁(*Lynx lynx*)、豺(*Cuon alpinus*)、马麝(*Moschus chrysogaster*)和大灵猫(*Viverra zibetha*)等大中型兽类,这些物种的存在与否难以判定,仍需开展进一步的调查。此外,小鹿和鼬獾都仅在1个位点上被记录到1次,需采取适应性保护措施,促进其种群繁衍。与鸟类历史资料(符建荣等, 2007)相比,本次调查记录到24种新分布鸟类,主要包括样线法和样点法难以观测到的林内分布的物种,如淡背地鸫、宝兴歌鸫(*Turdus mupinensis*)、眼纹噪鹛(*Garrulax ocellatus*)、褐冠山雀(*Lophophanes dichrous*)、棕腹仙鹟(*Niltava sundara*)等,但仍有部分地栖性鸟类未被红外相机拍摄到,如斑尾榛鸡(*Tetrastes sewerzowi*)、蓝马鸡(*Crossoptilon harmani*)和灰胸竹鸡(*Bambusicola thoracicus*),可能的原因是调查的空间取样没有覆盖到这些物种的栖息地以及调查时间不够长,因此今后保护区需扩大调查范围和增加调查时间。

红外相机调查结果显示,保护区内存在放牧和药材采集等人类活动,主要发生在三牙羌-黄蜡坪-马鞍腰、平坝-广草坪和海子梁-散垭-小灰山区域,而这些区域也是大熊猫、川金丝猴和四川羚牛等野生动物在保护区内的主要栖息地。由于雪宝顶保护区山势陡峻,药材采集受到地形限制主要集中在保护区的实验区和缓冲区,只要加强管控和保护宣传,对野生动物的影响可以得到控制。然而家畜不易限制,其活动范围较大,并会长时间不间断地取食,会对野生动物的栖息地(Li et al, 2017)、空间分布(周世强等, 2016)、行为模式(王晓等, 2018)等产生多方面影响。放牧已经成为最重要的人类干扰之一,因此我们建议有关部门调整社区的产业结构,大力扶

持和发展适合于保护区的相关产业,以减少当地居民对自然资源的依赖;保护区应加强对放牧家畜的管控,通过社区宣传提高周边居民的保护意识;开展家畜放牧的数量和范围及其对野生动物影响的研究,为合理管控放牧家畜提供科学依据。

ORCID

李迪强 <https://orcid.org/0000-0002-6710-1151>

参考文献

- Andrew TS, Xie Y (2009) A Guide to the Mammals of China. Hunan Education Press, Changsha. (in Chinese) [Andrew TS, 解焱 (2009) 中国兽类野外手册. 湖南教育出版社, 长沙.]
- CITES (The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) (2019) Checklist of CITES species. <http://checklist.cites.org/>. (accessed on 2020-05-28)
- Cui SP, Chen DQ, Wang JY, Sun JZ, Chu HJ, Li CW, Jiang ZG (2020) Camera-trapping survey on mammals and birds in the Kanas River Valley of Altai Mountains, Xinjiang, China. *Biodiversity Science*, 28, 435–441. (in Chinese with English abstract) [崔绍朋, 陈代强, 王金宇, 孙吉舟, 初红军, 李春旺, 蒋志刚 (2020) 新疆阿尔泰山喀纳斯河谷鸟兽物种的红外相机监测. *生物多样性*, 28, 435–441.]
- Fu JR, Liu SY, Wang X, Zhao J, Ran JH (2007) Bird resources in Xuebaoding Nature Reserve in Sichuan Province. *Journal of Sichuan Forestry Science and Technology*, 28(4), 42–47, 3. (in Chinese with English abstract) [符建荣, 刘少英, 王新, 赵杰, 冉江洪 (2007) 四川雪宝顶自然保护区的鸟类资源. *四川林业科技*, 28(4), 42–47, 3.]
- Gu XD, Wang HJ, Liu FW (2005) Biodiversity monitoring in Giant Panda Nature Reserves in Minshan Mountain region. *Sichuan Journal of Zoology*, 24, 168–170. (in Chinese with English abstract) [古晓东, 王鸿加, 刘富文 (2005) 岷山山系大熊猫自然保护区2003年生物多样性监测. *四川动物*, 24, 168–170.]
- Hu JC (2002) Diversity of terrestrial vertebrates in Minshan Mountains. *Zoological Research*, 23, 521–526. (in Chinese with English abstract) [胡锦涛 (2002) 岷山山系陆栖脊椎动物多样性. *动物学研究*, 23, 521–526.]
- Huang JZ, Deng LX, Zhao D, Xian JR (2015) The impact of minor-dam construction on small vertebrate community—A case study from Xuebaoding National Nature Reserve, Sichuan. *Journal of Sichuan Forestry Science and Technology*, 36(5), 56–61. (in Chinese with English abstract) [黄俊忠, 邓露修, 赵定, 鲜骏仁 (2015) 四川雪宝顶国家级自然保护区泗耳河电站对流域小型脊椎动物的影响. *四川林业科技*, 36(5), 56–61.]
- Huyan JQ, Xiao J, Yu BW, Xu WH (2014) Research progress in function zoning of nature reserves in China. *Acta*

Ecologica Sinica, 34, 6391–6396. (in Chinese with English abstract) [呼延俊奇, 肖静, 于博威, 徐卫华 (2014) 我国自然保护区功能分区研究进展. 生态学报, 34, 6391–6396.]

IUCN (International Union for Conservation of Nature) (2021) IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org/>. (accessed on 2021-06-16)

Jiang ZG, Liu SY, Wu Y, Jiang XL, Zhou KY (2017) China's Mammal Diversity (2nd edition). Biodiversity Science, 25, 886–895. (in Chinese with English abstract) [蒋志刚, 刘少英, 吴毅, 蒋学龙, 周开亚 (2017) 中国哺乳动物多样性 (第2版). 生物多样性, 25, 886–895.]

Li BB, Pimm SL, Li S, Zhao LJ, Luo CP (2017) Free-ranging livestock threaten the long-term survival of giant pandas. Biological Conservation, 216, 18–25.

Li S, Wang DJ, Bu HL, Liu XG, Jin T (2016) Camera-trapping survey on the mammal diversity of the Laohegou Nature Reserve, Sichuan Province. Acta Theriologica Sinica, 36, 282–291. (in Chinese with English abstract) [李晟, 王大军, 卜红亮, 刘小庚, 靳彤 (2016) 四川省老河沟自然保护区兽类多样性红外相机调查. 兽类学报, 36, 282–291.]

Liu F, Li DQ, Wu JG (2012) Using infrared camera 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.]

MacKinnon J, Phillipps K, He FQ (2000) A Field Guide to the Birds of China. Hunan Education Press, 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.]

Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GABD, Kent J (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403, 853–858.

Rowcliffe JM, Carbone C (2008) Surveys using camera traps:

Are we looking to a brighter future? Animal Conservation, 11, 185–186.

Sun ZY, Liu Y, Ran JH, Liu SY, Guo YS (2006) Mammals in Xuebaoding Nature Reserve, Sichuan. Sichuan Journal of Zoology, 25, 96–98. (in Chinese with English abstract) [孙治宇, 刘洋, 冉江洪, 刘少英, 郭延蜀 (2006) 四川雪宝顶自然保护区的兽类. 四川动物, 25, 96–98.]

Wang X, Hou J, Zhang JD, Bai WK, Huang JY, Zhou SQ, Ouyang ZY (2018) Divergent behavioral responses of sympatric species to grazing disturbance. Acta Ecologica Sinica, 32, 730–739. (in Chinese with English abstract) [王晓, 侯金, 张晋东, 白文科, 黄金燕, 周世强, 欧阳志云 (2018) 同域分布的珍稀野生动物对放牧的行为响应策略. 生态学报, 32, 730–739.]

Yang N, Ma DY, Wu Y, Pang DH, Zhao D, Li CL, Tao Y, Zhe Y, Yang K, Liu W (2019) Avian community structure and fauna characteristics in the Xuebaoding National Nature Reserve, Sichuan. Sichuan Journal of Zoology, 38, 571–575. (in Chinese with English abstract) [杨楠, 马东源, 吴勇, 庞德洪, 赵定, 李昌林, 陶毅, 栢跃, 杨孔, 刘伟 (2019) 四川雪宝顶国家级自然保护区鸟类群落结构和区系特征. 四川动物, 38, 571–575.]

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 SQ, Hull V, Zhang JD, Huang JY, Liu D, Huang Y, Li DS, Zhang HM (2016) Comparative space use patterns of wild giant pandas and livestock. Acta Theriologica Sinica, 36, 138–151. (in Chinese with English abstract) [周世强, Vanessa Hull, 张晋东, 黄金燕, 刘巖, 黄炎, 李德生, 张和民 (2016) 野生大熊猫与放牧家畜的空间利用格局比较. 兽类学报, 36, 138–151.]

(责任编辑: 肖治术 责任编辑: 周玉荣)

附录 Supplementary Material

附录1 四川雪宝顶国家级自然保护区红外相机位点信息

Appendix 1 The locations of camera traps in Sichuan Xuebaoding National Nature Reserve
<https://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2020349-1.pdf>

附录2 四川雪宝顶国家级自然保护区红外相机调查记录的兽类和鸟类物种名录

Appendix 2 List of mammals and birds recorded by camera trapping in Sichuan Xuebaoding National Nature Reserve
<https://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2020349-2.pdf>

附录3 四川雪宝顶国家级自然保护区红外相机拍摄到的部分动物照片

Appendix 3 Some photos of captured species by infrared cameras in Sichuan Xuebaoding National Nature Reserve
<https://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2020349-3.pdf>

附录 1 四川雪宝顶国家级自然保护区红外相机位点信息
Appendix 1 The locations of camera traps in Sichuan Xuebaoding National Nature Reserve

相机编号	经度	纬度	相机编号	经度	纬度
Camera ID	Longitude (E)	Latitude (N)	Camera ID	Longitude (E)	Latitude (N)
001	103.983	32.468	077	103.960	32.514
002	103.993	32.470	078	103.933	32.584
003	103.985	32.467	079	103.878	32.561
004	104.006	32.428	080	103.886	32.551
005	103.993	32.472	081	103.939	32.582
006	103.935	32.413	082	103.979	32.519
007	103.993	32.447	083	103.926	32.524
008	103.981	32.465	084	103.976	32.534
009	103.965	32.427	085	103.921	32.528
010	103.987	32.406	086	104.235	32.314
011	103.969	32.449	087	104.247	32.310
012	103.985	32.442	088	104.251	32.311
013	103.984	32.490	089	104.221	32.346
014	103.939	32.414	090	104.219	32.346
015	103.961	32.418	091	104.212	32.321
016	103.962	32.423	092	104.194	32.334
017	103.990	32.452	093	104.196	32.332
018	104.002	32.430	094	104.193	32.331
019	103.966	32.442	095	104.158	32.347
020	103.960	32.417	096	104.145	32.349
021	103.975	32.418	097	104.195	32.319
022	103.991	32.463	098	104.118	32.358
023	103.973	32.420	099	104.120	32.368
024	103.986	32.486	100	104.057	32.296
025	103.970	32.457	101	104.051	32.322
026	103.993	32.485	102	104.012	32.395
027	103.968	32.457	103	104.051	32.304
028	103.980	32.463	104	104.036	32.322
029	103.971	32.424	105	103.964	32.340
030	103.968	32.441	106	104.151	32.322
031	103.990	32.488	107	104.122	32.300
032	103.895	32.607	108	104.168	32.341
033	103.865	32.595	109	104.161	32.343
034	103.916	32.627	110	103.939	32.366
035	103.905	32.627	111	104.077	32.279
036	103.869	32.583	112	104.066	32.305
037	103.898	32.612	113	104.074	32.286
038	103.869	32.586	114	104.083	32.278
039	103.859	32.586	115	103.981	32.335
040	103.868	32.587	116	104.146	32.292
041	103.893	32.609	117	104.137	32.277
042	103.861	32.589	118	104.158	32.307
043	103.909	32.571	119	103.920	32.375
044	103.896	32.604	120	104.151	32.303
045	103.896	32.559	121	104.024	32.384
046	103.889	32.591	122	104.025	32.379
047	104.025	32.498	123	103.962	32.567
048	104.026	32.484	124	103.859	32.570
049	104.022	32.480	125	103.963	32.555
050	104.019	32.482	126	104.004	32.505
051	104.015	32.483	127	104.059	32.449
052	104.012	32.487	128	103.923	32.603
053	104.007	32.488	129	103.997	32.378
054	104.027	32.491	130	103.931	32.338
055	104.022	32.484	131	104.002	32.392
056	104.005	32.483	132	103.958	32.346
057	104.021	32.465	133	103.965	32.342
058	104.002	32.498	134	103.964	32.339
059	104.005	32.502	135	103.959	32.337
060	104.062	32.464	136	103.954	32.336

姬云瑞, 陶义, 李昌林,李迪强, 赵定, 刘芳 (2021) 利用红外相机调查四川雪宝顶国家级自然保护区鸟类和兽类多样性. 生物多样性, 29, 805–810. <http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2020349>

相机编号	经度	纬度	相机编号	经度	纬度
Camera ID	Longitude (E)	Latitude (N)	Camera ID	Longitude (E)	Latitude (N)
061	104.042	32.475	137	103.952	32.333
062	103.916	32.506	138	104.111	32.417
063	104.009	32.465	139	104.075	32.420
064	103.965	32.575	140	104.076	32.417
065	103.880	32.568	141	104.079	32.419
066	103.956	32.495	142	104.082	32.384
067	103.897	32.615	143	104.113	32.395
068	103.945	32.537	144	104.080	32.380
069	103.941	32.593	145	104.120	32.395
070	103.896	32.527	146	104.106	32.378
071	103.934	32.520	147	104.111	32.403
072	103.955	32.502	148	104.079	32.413
073	103.890	32.542	149	104.160	32.334
074	103.945	32.496	150	104.168	32.331
075	103.942	32.575	151	104.150	32.327
076	103.958	32.523	152	104.079	32.433

附录 2 四川雪宝顶国家级自然保护区红外相机调查记录的兽类和鸟类物种名录。IUCN 红色名录: LC, EN, VU 和 NT 分别为 IUCN 红色名录中的无危, 濒危, 易危和近危; 国家保护级别: I, II 分别代表中国国家 I, II 级重点保护野生动物。

Appendix 2 List of mammals and birds recorded by camera trapping in Sichuan Xuebaoding National Nature Reserve. IUCN Red List: LC, Least concern; EN, Endangered; VU, Vulnerable; NT, Near threatened; National protected category: I, II means Class I, II national protected wildlife in China.

物种名 Species	国家保护级别 National protected category	IUCN 红色名录 IUCN Red List	CITES 附录 CITES Appendix	独立照片数 No. of independent photographs	相机位点数 Number of camera sites	拍摄率 Photogra phic rate (PR)
哺乳纲 Mammalia						
一、灵长目 Primates						
(一)猴科 Cercopithecidae						
1. 藏酋猴 <i>Macaca thibetana</i>	II	NT		20	5	0.065
2. 川金丝猴 <i>Rhinopithecus roxellana</i>	I	EN	I	39	23	0.127
二、食肉目 Carnivora						
(二)犬科 Canidae						
3. 赤狐 <i>Vulpes vulpes</i>		LC		118	25	0.383
(三)熊科 Ursidae						
4. 黑熊 <i>Ursus thibetanus</i>	II	VU	I	28	20	0.091
(四)大熊猫科 Ailuropodidae						
5. 大熊猫 <i>Ailuropoda melanoleuca</i>	I	VU	I	178	29	0.578
(五)鼬科 Mustelidae						
6. 黄喉貂 <i>Martes flavigula</i>	II	LC	III	94	20	0.305
7. 石貂 <i>Martes foina</i>	II	LC		5	5	0.016
8. 香鼬 <i>Mustela altaica</i>		NT	III	22	9	0.071
9. 黄鼬 <i>Mustela sibirica</i>		LC	III	51	29	0.166
10. 鼬獾 <i>Melogale moschata</i>		LC		1	1	0.003
11. 猪獾 <i>Arctonyx collaris</i>		LC		203	53	0.659
(六)灵猫科 Viverridae						
12. 果子狸 <i>Paguma larvata</i>		LC	III	15	4	0.049
(七)猫科 Felidae						
13. 豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>		LC	II	35	18	0.114
三、偶蹄目 Cetartiodactyla						
(八)猪科 Suidae						
14. 野猪 <i>Sus scrofa</i>		LC		271	47	0.880
(九)麝科 Moschidae						
15. 林麝 <i>Moschus berezovskii</i>	I	EN	II	69	15	0.224
(十)鹿科 Cervidae						
16. 毛冠鹿 <i>Elaphodus cephalophus</i>		NT		142	33	0.461
17. 小麝 <i>Muntiacus reevesi</i>		LC		1	1	0.003
(十一)牛科 Bovidae						
18. 四川羚牛 <i>Budorcas tibetanus</i>	I			74	9	0.240
19. 中华斑羚 <i>Naemorhedus griseus</i>	II	VU	I	1285	92	4.173
20. 岩羊 <i>Pseudois nayaur</i>	II	LC	III	593	37	1.926
21. 中华鬣羚 <i>Capricornis milneedwardsii</i>	II	NT	I	55	20	0.179
四、啮齿目 Rodentia						
(十二)松鼠科 Sciuridae						

物种名 Species	国家保护级别 National protected category	IUCN 红色名录 IUCN Red List	CITES 附录 CITES Appendix	独立照片数 No. of independent photographs	相机位点数 Number of camera sites	拍摄率 Photogra phic rate (PR)
22. 隐纹花松鼠 <i>Tamiodon swinhoei</i>		LC		14	8	0.045
23. 岩松鼠 <i>Sciurotamias davidianus</i>		LC		332	28	1.078
24. 北花松鼠 <i>Tamias sibiricus</i>				13	9	0.042
25. 喜马拉雅旱獭 <i>Marmota himalayana</i>		LC	III	61	17	0.198
26. 红白鼯鼠 <i>Petaurista alborufus</i>		LC		1	1	0.003
(十三)豪猪科 Hystricidae						
27. 中国豪猪 <i>Hystrix hodgsoni</i>				138	12	0.448
鸟纲 Aves						
五、鸡形目 Galliformes						
(十四)雉科 Phasianidae						
28. 雪鹑 <i>Lerwa lerwa</i>		LC		227	33	0.737
29. 红喉雉鹑 <i>Tetraophasis obscurus</i>	I	LC		34	12	0.110
30. 藏雪鸡 <i>Tetraogallus tibetanus</i>	II	LC	I	213	28	0.692
31. 血雉 <i>Ithaginis cruentus</i>	II	LC	II	296	35	0.961
32. 红腹角雉 <i>Tragopan temminckii</i>	II	LC		209	46	0.679
33. 勺鸡 <i>Pucrasia macrolopha</i>	II	LC	III	14	5	0.045
34. 绿尾虹雉 <i>Lophophorus lhuysii</i>	I	VU	I	169	26	0.549
35. 环颈雉 <i>Phasianus colchicus</i>		LC		2	2	0.006
36. 红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i>		LC		39	8	0.127
六、鸽形目 Columbiformes						
(十五)鸠鸽科 Columbidae						
37. 雪鸽 <i>Columba leuconota</i>				4	4	0.013
七、鹰形目 Accipitriformes						
(十六)鹰科 Accipitridae						
38. 金雕 <i>Aquila chrysaetos</i>	I	LC		3	3	0.010
八、啄木鸟目 Piciformes						
(十七)啄木鸟科 Picidae						
39. 黄颈啄木鸟 <i>Dendrocopos darjellensis</i>		LC		4	2	0.013
40. 白背啄木鸟 <i>Dendrocopos leucotos</i>		LC		1	1	0.003
41. 三趾啄木鸟 <i>Picoides tridactylus</i>		LC		1	1	0.003
九、雀形目 Passeriformes						
(十八)山椒鸟科 Campephagidae						
42. 长尾山椒鸟 <i>Pericrocotus ethologus</i>		LC		1	1	0.003
(十九)鸦科 Corvidae						
43. 松鸦 <i>Garrulus glandarius</i>		LC		2	1	0.006
44. 红嘴蓝鹊 <i>Urocissa erythrorhyncha</i>				32	11	0.104
45. 星鸦 <i>Nucifraga caryocatactes</i>		LC		2	2	0.006
46. 红嘴山鸦 <i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>		LC		20	8	0.065

姬云瑞, 陶义, 李昌林, 李迪强, 赵定, 刘芳 (2021) 利用红外相机调查四川雪宝顶国家级自然保护区鸟类和兽类多样性. 生物多样性, 29, 805–810. <http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2020349>

物种名 Species	国家保护级别 National protected category	IUCN 红色名录 IUCN Red List	CITES 附录 CITES Appendix	独立照片数 No. of independent photographs	相机位点数 Number of camera sites	拍摄率 Photogra phic rate (PR)
47. 黄嘴山鸦 <i>Pyrhocorax graculus</i>		LC		8	6	0.026
48. 小嘴乌鸦 <i>Corvus corone</i>		LC		1	1	0.003
49. 大嘴乌鸦 <i>Corvus macrorhynchos</i>		LC		1	1	0.003
(二十)玉鹡科 Stenostiridae						
50. 方尾鹡 <i>Culicicapa ceylonensis</i>		LC		1	1	0.003
(二十一)山雀科 Paridae						
51. 褐冠山雀 <i>Lophophanes dichrous</i>		LC		1	1	0.003
52. 绿背山雀 <i>Parus monticolus</i>		LC		5	3	0.016
(二十二)柳莺科 Phylloscopidae						
53. 褐柳莺 <i>Seicercus castaneiceps</i>		LC		1	1	0.003
54. 比氏鹡莺 <i>Seicercus valentini</i>				4	2	0.013
55. 栗头鹡莺 <i>Phylloscopus fuscatus</i>				1	1	0.003
56. 栗头树莺 <i>Cettia castaneocoronata</i>		LC		1	1	0.003
(二十三)莺鹡科 Sylviidae						
57. 红嘴鸦雀 <i>Conostoma aemodium</i>		LC		33	12	0.107
58. 三趾鸦雀 <i>Cholornis paradoxus</i>		LC		1	1	0.003
(二十四)绣眼鸟科 Zosteropidae						
59. 白领凤鹡 <i>Yuhina diademata</i>		LC		3	2	0.010
(二十五)幽鹡科 Pellorneidae						
60. 褐顶雀鹡 <i>Schoeniparus brunneus</i>		LC		1	1	0.003
(二十六)噪鹡科 Leiothrichidae						
61. 画眉 <i>Garrulax canorus</i>		LC	II	2	2	0.006
62. 斑背噪鹡 <i>Garrulax lunulatus</i>		LC		6	5	0.019
63. 大噪鹡 <i>Garrulax maximus</i>		LC		2	2	0.006
64. 眼纹噪鹡 <i>Garrulax ocellatus</i>		LC		17	9	0.055
65. 白喉噪鹡 <i>Garrulax albogularis</i>		LC		13	7	0.042
66. 橙翅噪鹡 <i>Trochalopteron elliotii</i>		LC		68	26	0.221
67. 黑顶噪鹡 <i>Trochalopteron affinis</i>				103	27	0.335
68. 红翅噪鹡 <i>Trochalopteron formosum</i>		LC		16	6	0.052
(二十七)旋木雀科 Certhiidae						
69. 高山旋木雀 <i>Certhia himalayana</i>		LC		3	2	0.010
(二十八)鹡科 Turdidae						
70. 淡背地鹡 <i>Zoothera mollissima</i>		LC		86	28	0.279
71. 长尾地鹡 <i>Zoothera dixonii</i>		LC		28	12	0.091
72. 虎斑地鹡 <i>Zoothera aurea</i>		LC		6	3	0.019
73. 灰翅鹡 <i>Turdus boulboul</i>		LC		10	6	0.032
74. 乌鹡 <i>Turdus mandarinus</i>		LC		3	2	0.010

姬云瑞, 陶义, 李昌林, 李迪强, 赵定, 刘芳 (2021) 利用红外相机调查四川雪宝顶国家级自然保护区鸟类和兽类多样性. 生物多样性, 29, 805–810. <http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2020349>

物种名 Species	国家保护级别 National protected category	IUCN 红色名录 IUCN Red List	CITES 附录 CITES Appendix	独立照片数 No. of independent photographs	相机位点数 Number of camera sites	拍摄率 Photogra phic rate (PR)
75. 灰头鹀 <i>Turdus rubrocanus</i>		LC		38	13	0.123
76. 棕背灰头鹀 <i>Turdus kessleri</i>		LC		3	2	0.010
77. 宝兴歌鹀 <i>Turdus mupinensis</i>				26	9	0.084
(二十九)鹎科 Muscicapidae						
78. 蓝歌鹀 <i>Larvivora cyane</i>		LC		1	1	0.003
79. 蓝喉歌鹀 <i>Luscinia svecica</i>				1	1	0.003
80. 蓝眉林鹀 <i>Tarsiger rufilatus</i>		LC		3	2	0.010
81. 白眉林鹀 <i>Tarsiger indicus</i>		LC		19	9	0.062
82. 金色林鹀 <i>Tarsiger chrysaeus</i>		LC		12	7	0.039
83. 栗背短翅鹀 <i>Brachypteryx stellata</i>				13	2	0.042
84. 白喉红尾鹀 <i>Phoenicurus schisticeps</i>				1	1	0.003
85. 蓝额红尾鹀 <i>Phoenicurus frontalis</i>				6	4	0.019
86. 北红尾鹀 <i>Phoenicurus aureus</i>		LC		1	1	0.003
87. 红尾水鹀 <i>Rhyacornis fuliginosa</i>				2	1	0.006
88. 白顶溪鹀 <i>Chaimarrornis leucocephalus</i>				2	2	0.006
89. 紫啸鹀 <i>Myophonus caeruleus</i>		LC		54	11	0.175
90. 蓝大翅鹀 <i>Grandala coelicolor</i>		LC		12	4	0.039
91. 锈胸蓝姬鹀 <i>Ficedula sordida</i>				1	1	0.003
92. 橙胸姬鹀 <i>Ficedula strophliata</i>		LC		1	1	0.003
93. 白眉蓝姬鹀 <i>Ficedula superciliaris</i>		LC		1	1	0.003
94. 棕腹仙鹀 <i>Niltava sundara</i>		LC		2	1	0.006
(三十)岩鹀科 Prunellidae						
95. 领岩鹀 <i>Prunella collaris</i>		LC		50	13	0.162
96. 棕胸岩鹀 <i>Prunella strophliata</i>		LC		17	1	0.055
(三十一)鹀科 Motacillidae						
97. 粉红胸鹀 <i>Anthus roseatus</i>		LC		13	2	0.042
(三十二)燕雀科 Fringillidae						
98. 燕雀 <i>Fringilla montifringilla</i>		LC		2	2	0.006
99. 黄颈拟蜡嘴雀 <i>Mycerobas affinis</i>		LC		3	2	0.010
100. 灰头灰雀 <i>Pyrrhula erythaca</i>		LC		11	3	0.036
101. 暗胸朱雀 <i>Procarduelis nipalensis</i>		LC		3	1	0.010
102. 高山岭雀 <i>Leucosticte brandti</i>		LC		5	3	0.016
103. 棕朱雀 <i>Carpodacus edwardsii</i>		LC		1	1	0.003
104. 金翅雀 <i>Chloris sinica</i>		LC		2	1	0.006
(三十三)鹀科 Emberizidae						
105. 灰头鹀 <i>Emberiza spodocephala</i>		LC		2	1	0.006

附录 3 四川雪宝顶国家级自然保护区红外相机拍摄到的部分动物照片

Appendix 3 Some photos of captured species by infrared cameras in Sichuan Xuebaoding National Nature Reserve

川金丝猴 *Rhinopithecus roxellana*

大熊猫 *Ailuropoda melanoleuca*

四川羚牛 *Budorcas tibetanus*

黑熊 *Ursus thibetanus*

中华斑羚 *Naemorhedus griseus*

中华鬣羚 *Capricornis milneedwardsii*

岩羊 *Pseudois nayaur*

藏酋猴 *Macaca thibetana*

绿尾虹雉 *Lophophorus lhuysii*

红喉雉鹑 *Tetraophasis obscurus*

藏雪鸡 *Tetraogallus tibetanus*

红腹角雉 *Tragopan temminckii*