•生物编目•

四川白河国家级自然保护区鸟兽红外相机监测

黄凯¹, 万雅琼², 李佳琦², 朱宇静¹, 孙治宇³, 夏万才¹, 黎大勇^{1*}, 任宝平^{4*}

1. 西华师范大学生命科学学院, 四川南充 637009; 2. 生态环境部南京环境科学研究所, 南京 210042; 3. 四川省林业科学研究院, 成都 610081; 4. 中国科学院动物研究所动物生态与保护生物学重点实验室, 北京 100101

摘要: 为了调查四川白河国家级自然保护区及其周边区域兽类及鸟类多样性, 2018年11月至2019年9月, 我们利用GIS将调查区域划分成1 km × 1 km的网格, 并布设了110台红外相机, 每3–6个月回收一次数据。累计获得19,748个相机工作日, 采集可辨别鸟兽照片和视频55,858份, 独立有效探测6,856次, 共记录到野生兽类4目12科17种, 鸟类5目12科33种。其中, 国家一级重点保护野生动物5种, 即川金丝猴(*Rhinopithecus roxellana*)、林麝(*Moschus berezovskii*)、四川羚牛(*Budorcas tibetanus*)、红喉雉鹑(*Tetraophasis obscurus*)和绿尾虹雉(*Lophophorus lhuysii*); 国家II级重点保护野生动物有黑熊(*Ursus thibetanus*)、黄喉貂(*Martes flavigula*)和中华斑羚(*Naemorhedus griseus*)等15种, 合计占野生物种总数的40.0%; 被IUCN红色名录评估为濒危(EN)的2种, 易危(VU)的5种, 近危(NT)的2种, 合计占野生物种总数的18.0%; 被《中国脊椎动物红色名录》评估为极危(CR)的1种, 濒危(EN)的1种, 易危(VU)的8种, 近危(NT)的9种, 合计占野生物种总数的38.0%。相对多度指数较高的前5种兽类为毛冠鹿(*Elaphodus cephalophus*)、猪獾(*Arctonyx collaris*)、岩松鼠(*Sciurotamias davidianus*)、野猪(*Sus scrofa*)和川金丝猴, 相对多度指数较高的前5种鸟类为红腹角雉(*Tragopan temminckii*)、红嘴蓝鹊(*Urocissa erythrorhyncha*)、紫啸鸫(*Myophonus caeruleus*)、勺鸡(*Pucrasia macrolopha*)和橙翅噪鹛(*Trochalopteron elliotii*)。本调查为白河国家级自然保护区鸟兽多样性研究提供了基础数据, 为后续保护区的保护和管理工作提供了支持。

关键词: 红外相机技术; 鸟兽多样性; 生物编目; 相对多度指数; 白河国家级自然保护区

黄凯, 万雅琼, 李佳琦, 朱宇静, 孙治宇, 夏万才, 黎大勇, 任宝平 (2021) 四川白河国家级自然保护区鸟兽红外相机监测. 生物多样性, 29, 554–559. doi: 10.17520/biods.2020270.

Huang K, Wan YQ, Li JQ, Zhu YJ, Sun ZY, Xia WC, Li DY, Ren BP (2021) Camera-trapping survey on mammals and birds in Baihe National Nature Reserve, Sichuan Province. Biodiversity Science, 29, 554–559. doi: 10.17520/biods.2020270.

Camera-trapping survey on mammals and birds in Baihe National Nature Reserve, Sichuan Province

Kai Huang¹, Yaqiong Wan², Jiaqi Li², Yujing Zhu¹, Zhiyu Sun³, Wancai Xia¹, Dayong Li^{1*}, Baoping Ren^{4*}

1 College of Life Sciences, China West Normal University, Nanchong, Sichuan 637009

2 Nanjing Institute of Environmental Sciences, Ministry of Ecology and Environment, Nanjing 210042

3 Sichuan Academy of Forestry Sciences, Chengdu 610081

4 Key Laboratory of Animal Ecology and Conservation Biology, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101

ABSTRACT

Aims: We aim to investigate the diversity and abundance of large mammals and birds in Baihe National Nature Reserve and surrounding areas in Sichuan Province.

Methods: We divided the reserve into 1 km × 1 km grids using the Geographical Information System. We selected 110 grids according to habitat type and placed one camera-trapping per grid. We collected data from camera-trappings every 3–6 months from November 2018 to September 2019.

Results: The surveys produced a total of 19,748 camera-days of data, including 55,858 pictures and videos, and 6,856 independent detections. We recorded 17 mammal species belonging to 4 orders and 12 families, as well as 33 bird species belonging to 5 orders and 12 families. Among the detected species, 5 species are listed as first-class National

收稿日期: 2020-07-07; 接受日期: 2020-12-03

基金项目: 生态环境部生物多样性保护专项(2110404)和四川省科技厅应用基础研究项目(2017JY0325)

* 共同通讯作者 Co-authors for correspondence. E-mail: 980119lsc@163.com; renbp@ioz.ac.cn

Protected Wildlife (*Rhinopithecus roxellana*, *Moschus berezovskii*, *Budorcas tibetanus*, *Tetraophasis obscurus*, and *Lophophorus lhuysii*), and 15 species are listed as second-class National Protected Wildlife (including *Ursus thibetanus*, *Martes flavigula*, *Naemorhedus griseus*, and others). Combined, these species accounted for 40.0% of the total recorded species. Two species are listed as Endangered (EN), five as Vulnerable (VU), and two as Near Threatened (NT) according to the IUCN Red List, together accounting for 18.0% of the total recorded species. Moreover, *Moschus berezovskii* is also listed as Critically Endangered in the Red List of China's Vertebrates. The five mammals with the highest relative abundance index were *Elaphodus cephalophus*, *Arctonyx collaris*, *Sciurotamias davidianus*, *Sus scrofa*, and *Rhinopithecus roxellana*. The five birds with the highest relative abundance index were *Tragopan temminckii*, *Urocissa erythrorhyncha*, *Myophonus caeruleus*, *Pucrasia macrolopha*, and *Trochaloxyeron elliotii*.

Conclusion: Our results show that the Baihe National Nature Reserve has high species diversity and many rare and endangered species. As the main protected species, the Sichuan snub-nosed monkey is abundant and widely distributed in the reserve. In addition, we detected some human and livestock disturbance in the reserve. We suggest that to preserve the high diversity and abundance of important mammal and bird species that the protected area should strengthen management and increase public awareness of the reserve.

Key words: camera-trapping technology; mammal and bird diversity; biodiversity inventory; relative abundance index (RAI); Baihe National Nature Reserve

野生动物资源的本底调查和编目评估对我国构建以国家公园为主体的自然保护地体系有着重要的意义和作用,但是目前我国各类自然保护地在野生动物本底资源和编目评估方面存在基础数据缺乏等问题(马克平, 2015)。传统调查方法存在主观性强、难度大、获得数据质量不高等缺陷(肖治术, 2019),难以有效监测评估活动隐秘和数量稀少的物种(O'Connell et al, 2011)。近年来红外相机技术在国内发展迅速。较传统调查方法而言,红外相机良好的隐蔽性及全天候可持续工作的特点,使其在探测隐秘、珍稀物种方面具有极大的优势和便利(肖治术等, 2014)。目前红外相机技术被广泛地应用于野生动物科研、保护和管理等方面(李晟等, 2014)。

四川白河国家级自然保护区(以下简称白河保护区)建立于1963年,是以保护川金丝猴(*Rhinopithecus roxellana*)、大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)为主的森林和野生动物类型的自然保护区。白河保护区位于四川省阿坝藏族、羌族自治州九寨沟县白河乡,处于岷山山西北段-四川盆地向青藏高原过渡的高山峡谷地带,地理坐标为104°01'-104°12' E, 33°10'-33°22' N。白河保护区内最低海拔1,240 m, 最高海拔4,453 m, 总面积16,204.3 ha。保护区属于川西高原气候中的暖温带干温河谷气候,气候温和,干湿季分明,年平均降水量551.6-769.2 mm。保护区内气候垂直差异明显,降水量随海拔升高而增加,气温随海拔的升高而显著降低,年均气温12.7℃, 1月平均气温1.8℃, 7月平

均气温22.4℃ (袁施彬, 2018)。

根据最近一次白河保护区综合科学考察,保护区内记录有兽类65种,隶属7目24科;鸟类163种,隶属14目45科(袁施彬, 2018)。为进一步补充完善白河保护区物种编目信息,积累物种影像资料,我们利用红外相机对该保护区进行了监测调查,所得数据可为今后保护区的保护与管理工作提供参考。

1 研究方法

1.1 红外相机布设

利用GIS将白河保护区及周边区域划分成1 km × 1 km的网格,在每个网格内选择合适位置放置1台红外相机,共布设110台,相机间隔至少500 m (图1)。相机布设时充分考虑动物活动的痕迹,如兽道、粪便、食迹等,相机捆绑在合适的树干上,确保具有开阔的视野,调整相机角度避免阳光直射,高度在0.5 m左右。记录每台相机的编号、经纬度、海拔等基本信息(附录1)。红外相机型号为猎豹Ltl-6511。相机参数设置:相机时间为24 h制;灵敏度为“中”或“高”;照片设为3连拍,视频设定为10 s;拍摄间隔时间设定为1 s。

每隔3-6个月对相机进行1次检查并收集数据,适时更换内存卡和电池。每一次回收的原始数据按照相机位点进行编号并分类存储。后续对数据进行处理时,从原始数据拷贝出一份进行处理,原始数据留存备份。

图1 四川白河国家级自然保护区红外相机布设位点
Fig. 1 Camera-trapping stations in Baihe National Nature Reserve, Sichuan Province

1.2 数据处理和分析

收集的数据每3张照片 + 1段视频作为1组，以组为单位删除空拍照片后，生成Excel表格进行物种鉴定与统计。兽类物种鉴定与分类参照《中国兽类野外手册》(Andrew和徐焱, 2009)和《中国哺乳动物多样性(第2版)》(蒋志刚等, 2017)，鸟类物种鉴定与分类参照《中国鸟类野外手册》(约翰·马敏能等, 2000)和《中国鸟类分类与分布名录(第三版)》(郑光美, 2017)。IUCN物种红色名录等级的评估参照IUCN Red List (<http://www.iucnredlist.org/>)，中国物种红色名录等级参照《中国脊椎动物红色名录》(蒋志刚等, 2016)，物种国家保护等级参照2021年发布的《国家重点保护野生动物名录》(<http://www.forestry.gov.cn/main/5461/20210205/122418860831352.html>)。

同一物种在单个位点30 min内连续拍摄到视为1次独立有效探测，对物种照片进行鉴定后，计算各物种相对多度指数(relative abundance index, RAI) (李晟等, 2014, 2016)，公式如下：

$$RAI = (\text{独立有效探测数} / \text{总相机工作日}) \times 1000$$

2 结果

2018年11月至2019年9月，累计获得19,748个相机工作日，可辨别鸟兽的照片和视频55,858份(附录2)，独立有效探测6,856次。共记录野生兽类4目12科17种，鸟类5目12科33种，家畜3目3科3种(附录3)。

2.1 兽类多样性

记录到的17种野生兽类中，国家I级重点保护野生动物3种：川金丝猴、林麝(*Moschus berezovskii*)和四川羚牛(*Budorcas tibetanus*)；国家II级重点保护野生动物7种，分别是赤狐(*Vulpes vulpes*)、黑熊(*Ursus thibetanus*)、黄喉貂(*Martes flavigula*)、豹猫(*Prionailurus bengalensis*)、毛冠鹿(*Elaphodus cephalophus*)、中华斑羚(*Naemorhedus griseus*)和中华鬣羚(*Capricornis milneedwardsii*)，共计占野生兽类物种总数的58.8%。被IUCN红色名录评估为濒危(EN)的2种，分别是川金丝猴和林麝；易危(VU)的4种，分别是黑熊、猪獾(*Arctonyx collaris*)、四川羚牛和中华斑羚；近危(NT)的2种，分别为毛冠鹿和中华鬣羚，合计占野生兽类物种总数的47.1%。被《中国脊椎动物红色名录》评估为极危(CR)的1种，即林麝；易危(VU)的7种，分别是川金丝猴、黑熊、豹猫、毛冠鹿、四川羚牛、中华斑羚和中华鬣羚；近危(NT)的4种，分别为赤狐、黄喉貂、猪獾和花面狸(*Paguma larvata*)，共计占野生兽类物种总数的70.6%。

兽类中相对多度指数较高的前5种为毛冠鹿(RAI = 91.9587)、猪獾(RAI = 23.2935)、岩松鼠(*Sciurotamias davidianus*, RAI = 23.0403)、野猪(*Sus scrofa*, RAI = 17.6220)和川金丝猴(RAI = 16.0016)。四川羚牛仅在1个位点拍到1次。

2.2 鸟类多样性

记录到的33种鸟类中，国家I级重点保护野生动物2种：红喉雉鹑(*Tetraophasis obscurus*)和绿尾虹雉(*Lophophorus lhuysii*)；国家II级重点保护野生动物8种，分别是血雉(*Ithaginis cruentus*)、红腹角雉(*Tragopan temminckii*)、勺鸡(*Pucrasia macrolopha*)、蓝马鸡(*Crossoptilon auritum*)、红腹锦鸡(*Chrysolophus pictus*)、大噪鹛(*Garrulax maximus*)、画眉(*G. canorus*)和橙翅噪鹛(*Trochalopteron elliotii*)，共计占鸟类物种总数的30.3%。被IUCN红色名录评估为易危(VU)的1种，为绿尾虹雉；占鸟类物种总数的3.0%。被《中国脊椎动物红色名录》评估为濒危

表1 四川白河国家级自然保护区人为干扰情况

Table 1 Human disturbance in Baihe National Nature Reserve, Sichuan Province

		人类活动 Human activity			家畜活动 Livestock activity		
		独立探测数 Independent effective photos	相对多度 Relative abundance index	位点数及比例 No. of stations (%)	独立探测数 Independent effective photos	相对多度 Relative abundance index	位点数及比例 No. of stations (%)
核心区	Core zone	1	0.0506	1 (0.9)	18	0.9115	5 (4.5)
缓冲区	Buffer zone	28	1.4179	16 (14.5)	172	8.7097	22 (20.0)
实验区	Experimental zone	74	3.7472	20 (18.2)	166	8.4059	23 (20.9)

危(EN)的1种,即绿尾虹雉;易危(VU)的1种,为红喉雉鹑;近危(NT)的5种,即血雉、红腹角雉、蓝马鸡、红腹锦鸡和画眉,共计占鸟类总数的21.2%。

鸟类中相对多度指数较高的前5种为红腹角雉(RAI = 23.2429)、红嘴蓝鹊(*Urocissa erythrorhyncha*, RAI = 10.8365)、紫啸鸫(*Myophonus caeruleus*, RAI = 8.1021)、勺鸡(RAI = 7.1906)和橙翅噪鹛(RAI = 6.9880)。绿尾虹雉仅在2个位点拍到3次。

本次监测新增鸟类记录11种,分别为丘鹑(*Scolopax rusticola*)、灰头绿啄木鸟(*Picus canus*)、长尾地鸫(*Zoothera dixonii*)、灰翅鸫(*Turdus bouboul*)、灰头鸫(*T. rubrocanus*)、宝兴歌鸫(*T. mupinensis*)、红胁蓝尾鸫(*Tarsiger cyanurus*)、白眉林鸫(*T. indicus*)、大噪鹛、画眉和黑顶噪鹛(*Trochalopteron affine*)。

2.3 人为干扰

红外相机监测发现,白河保护区内存在一定程度的人为干扰,这些干扰主要表现为人类和家畜活动(表1)。核心区干扰较小,零星有人类(RAI = 0.0506)及家畜(RAI = 0.9115)活动;实验区存在较多人类活动(RAI = 3.7472);家畜主要在缓冲区(RAI = 8.7097)和实验区(RAI = 8.4059)活动。

3 讨论

本次红外相机监测记录到17种兽类和33种鸟类,分别占已知记录物种数(袁施彬, 2018)的26.15%和20.25%。本次调查发现白河保护区内国家I、II级保护物种以及受威胁物种均占有较高的比例,表明白河保护区拥有较为丰富的物种多样性资源,珍稀濒危物种较多。

白河保护区是目前所知的川金丝猴种群最大、密度最高、最具代表性的保护区(袁施彬, 2018)。本次监测中,川金丝猴的相对多度在兽类中排在前五

名,且有89个位点拍摄到川金丝猴,表明保护区内川金丝猴数量较高,分布范围较广。本次红外相机共监测到7种雉类,均为国家保护物种,并且红腹角雉和勺鸡的相对多度在所有监测到的鸟类中排在第一和第四,表明白河保护区的雉类资源较为丰富。与邻近的四川王朗国家级自然保护区(野生兽类16种,雉类5种,总物种25种;田成等, 2018)、四川勿角大熊猫自然保护区(野生兽类19种,雉类5种,总物种40种;张德丞等, 2020)近年红外相机监测结果相比,白河保护区大中型兽类和雉类具有相似或较好的多样性水平。

本次监测到的食肉动物主要以黄喉貂、花面狸、豹猫等中小型物种为主;记录到的大型食肉动物有赤狐和杂食性的黑熊,而豺、狼等并未监测到,邻近地区近年也无发现大型食肉动物的记录(田成等, 2018; 张德丞等, 2020)。可能是受人类活动的影响,种群密度极低或已经区域灭绝(李晟等, 2016)。啮齿目等小型兽类难以用红外相机进行有效监测(李晟等, 2016),拍摄到的影像资料大多难以鉴别具体种类。本次监测新增加的11个记录均为鸟类,且其中多数为地栖或林中活动,其他鸟类(如水鸟和猛禽等)拍到的几率较小。若要对鸟类多样性进行更全面的调查,需要以样线法等多种方法加以辅助(朱淑怡等, 2017)。

监测发现,白河保护区存在一些人为干扰。相关研究表明,保护区内放牧对部分野生动物具有一定程度的威胁和干扰(陈星等, 2019)。白河保护区周边居民较多,未来可能会面临更大的人为干扰压力,建议管理部门今后在保护区周边社区加强相关法规、政策的宣传,逐渐降低保护区内的人为干扰。

致谢: 本研究得到四川白河国家级自然保护区管理

人员和当地向导的大力支持,同时西华师范大学生命科学学院的本科生对野外红外相机的安放与维护以及后期的数据处理提供了大量帮助,在此一并表示诚挚的感谢。

ORCID

黄凯 <https://orcid.org/0000-0003-0453-0423>

参考文献

- Andrew TS, Xie Y (2009) A Guide to the Mammals of China. Hunan Education Publishing House, 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.]
- Chen X, Zhao LJ, Hu XX, Luo CP, Liang CP, Jiang SW, Liang L, Zheng WC, Guan TP (2019) Impact of livestock terrain utilization patterns on wildlife: A case study of Wanglang National Nature Reserve. *Biodiversity Science*, 27, 630–637. (in Chinese with English abstract) [陈星, 赵联军, 胡茜茜, 罗春平, 梁春平, 蒋仕伟, 梁磊, 郑维超, 官天培 (2019) 基于地形的牲畜空间利用特征及干扰评价——以王朗国家级自然保护区为例. 生物多样性, 27, 630–637.]
- 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, 张鹗, 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, 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 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.]
- 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.]
- 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.]
- 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'Connell AF, Nichols JD, Karanth KU (2011) Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses. Springer, New York.
- Tian C, Li JQ, Yang XY, Yu L, Yuan D, Li YX (2018) Preliminary surveys of wild animals using infrared camera in Wanglang National Nature Reserve, Sichuan Province. *Biodiversity Science*, 26, 620–626. (in Chinese with English abstract) [田成, 李俊清, 杨旭煜, 余麟, 袁丹, 黎运喜 (2018) 利用红外相机技术对四川王朗国家级自然保护区野生动物物种多样性的初步调查. 生物多样性, 26, 620–626.]
- Xiao ZS (2019) Application of camera trapping to species inventory and assessment of wild animals across China's protected areas. *Biodiversity Science*, 27, 235–236. (in Chinese) [肖治术 (2019) 红外相机技术在我国自然保护区野生动物清查与评估中的应用. 生物多样性, 27, 235–236.]
- 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.]
- Yuan SB (2018) Report on Comprehensive Scientific Survey in Baihe National Nature Reserve of Sichuan. Science Press, Beijing. (in Chinese) [袁施彬 (2018) 四川白河自然保护区综合科学考察报告. 科学出版社, 北京.]
- Zhang DC, He YL, Feng YF, Hu JC, Yang B, Li SQ (2020) Preliminary camera-trapping survey on wild mammals and birds in the Wujiao Nature Reserve, Sichuan. *Sichuan Journal of Zoology*, 39, 221–228. (in Chinese with English abstract) [张德丞, 和延龙, 冯一帆, 胡建成, 杨彪, 李生强 (2020) 四川勿角自然保护区野生鸟兽的红外相机初步监测. 四川动物, 39, 221–228.]
- 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.]

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.]

(责任编辑: 蒋学龙 责任编辑: 闫文杰)

附录 Supplementary Material

附录1 四川白河国家级自然保护区红外相机布设位点

Appendix 1 Stations of camera-trappings in Baihe National Nature Reserve, Sichuan Province
<https://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2020270-1.pdf>

附录2 四川白河国家级自然保护区红外相机调查部分兽类和鸟类物种照片

Appendix 2 Photographs of mammals and birds by camera-trappings in Baihe National Nature Reserve, Sichuan Province
<https://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2020270-2.pdf>

附录3 四川白河国家级自然保护区红外相机监测兽类和鸟类名录

Appendix 3 Mammals and birds recorded by camera-trappings in Baihe National Nature Reserve, Sichuan Province
<https://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2020270-3.pdf>

•新书推介•

Flora of Japan 介绍

Flora of Japan Kunio Iwatsuki, Takasi Yamazaki, David E. Boufford & Hideaki Ohba (Vols. 1 & 3, eds) and Kunio Iwatsuki, David E. Boufford & Hideaki Ohba (Vols. 2 & 4, eds); Vols. 1–4, 1993–2020; Kodansha Ltd., Tokyo. 第1卷, 蕨类植物: 松叶蕨科至满江红科, 裸子植物: 苏铁科至红豆杉科, 320页, 1995。第2a卷, 被子植物: 三白草科至十字花科, 550页, 2006; 第2b卷, 茅膏菜科至亚麻科, 321页, 2001; 第2c卷, 大戟科至伞形科, 328页, 1999; 第3a卷, 岩梅科至川续断科, 483页, 1993; 第3b卷, 菊科, 181页, 1995; 第4a卷, 香蒲科至莎草科, 430页, 2020; 第4b卷, 棕榈科至兰科, 332页, 2016; 总索引, 238页, 2020。

日本是东亚植物分类学起步比较早而且植物分类学背景资料比较清楚的国家, 20世纪40年代就已出版了牧野富太郎的《牧野植物图鉴》, 50年代又出版了大井次三郎的《日本植物志》(种子植物, 1953)、《日本植物志——蕨类篇》(1957), 并在此基础上翻译并校勘出版了英文版*Flora of Japan* (1965)。今日的4卷8册(外加索引)的*Flora of Japan*于1993年出版第3a卷, 2020年全部完成, 是日本第一次自己组织编写的英文版本(有外国学者参加), 并首次全面记载了日本国产和归化维管植物。全套书从组织到完成历时30多年, 几乎涉及到日本全部植物分类学工作者, 可谓倾举国之力。与大井次三郎的翻译与校勘版本比较, 本书更新了很多内容, 因此被称为真正完整的*Flora of Japan*。日本学者的工作非常细腻, 包括描述、异名、染色体数目以及地理分布等都十分详细, 值得学习和借鉴。

然而, 本书仍然有很多不便: 首先是没有图, 没有具体的数据统计(尽管后来出版社的网站上给出了相关记载: 第1卷660种, 第2卷1,980种, 第3卷1,270种, 第4卷1,460种, 总数约5,370种), 也没有给出特有种和归化种的具体数据。其次是科属以上阶元没有描述, 但文献引证太过详细。再加上出版周期过长, 个别类群的处理与近年来国际或者周边国家与地区的研究工作不符。如使用柳杉科(*Cryptomeriaceae*)而不是惯用的杉科(*Taxodiaceae*)或者柏科(*Cupressaceae*), 承认*Sabina*而不是*Juniperus* (*Cupressaceae*), 把*Aria*和*Pourthiana*从*Sorbus*和*Photinia* (*Rosaceae*)中分出, 把*Styphnolobium*从*Sorophora* (*Fabaceae*)中分出等, 类似的地方很多。种下单位也是如此, 有的划分过细, 同时包括很多新组合。如日本特有的*Hamamelis japonica* (*Hamameliaceae*)有4个变种外加4个变型, 其中2个是新类群; 而实际上这些都是园艺学上的栽培变异或者是园艺品种。

早期出版的卷册已经有相关的英文书评, 参见: George Yatskievych, 1996, *American Fern Journal* 86(3): 104; Rudolf Schmid, 1997, *Taxon* 46(1): 170–171; Jinshuang Ma, 2006, *Taxon* 55(4): 1072; 最后的第4卷拖了15–20年(2001–2016, 2001–2020)才完成, 目前尚未见相关评介。由于日本紧邻中国东部, 从北到南, 彼此之间存在很多共有类群, 特此介绍。

(北京市植物园马金双 jinshuangma@gmail.com)

黄凯, 万雅琼, 李佳琦, 朱宇静, 孙治宇, 夏万才, 黎大勇, 任宝平 (2021) 四川白河国家级自然保护区鸟兽红外相机监测. 生物多样性, 29, 554–559. <http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2020270>

附录1 四川白河国家级自然保护区红外相机布设位点

Appendix 1 Stations of camera-trappings in Baihe National Nature Reserve, Sichuan Province

相机编号 Camera code	经度 Longitude (E)	纬度 Latitude (N)	累计工作日 Accumulated camera days (d)	有效照片数 Number of independent images	拍摄物种数 Captured species
001	104.12 °	33.24 °	238	68	11
002	104.07 °	33.27 °	209	70	9
003	104.09 °	33.21 °	121	35	10
004	104.06 °	33.33 °	139	106	15
005	104.08 °	33.28 °	137	175	17
006	104.06 °	33.25 °	181	64	9
007	104.06 °	33.24 °	164	304	22
008	104.07 °	33.31 °	196	22	6
009	104.10 °	33.21 °	230	55	13
010	104.10 °	33.21 °	179	34	7
011	104.06 °	33.29 °	79	50	10
012	104.11 °	33.20 °	173	155	17
013	104.13 °	33.23 °	190	88	12
014	104.09 °	33.26 °	206	51	11
015	104.08 °	33.23 °	115	25	6
016	104.10 °	33.29 °	216	104	11
017	104.10 °	33.28 °	79	10	4
018	104.13 °	33.24 °	216	77	13
019	104.13 °	33.25 °	176	20	3
020	104.16 °	33.26 °	231	290	21
021	104.10 °	33.26 °	240	267	25
022	104.08 °	33.26 °	210	48	15
023	104.11 °	33.24 °	183	75	14
024	104.09 °	33.28 °	139	30	5
025	104.09 °	33.20 °	121	57	6
026	104.08 °	33.30 °	238	140	15
027	104.14 °	33.25 °	227	198	25
028	104.11 °	33.29 °	138	81	18
029	104.09 °	33.32 °	177	181	20
030	104.07 °	33.29 °	144	97	14
031	104.10 °	33.24 °	107	14	6
032	104.09 °	33.29 °	202	247	18
033	104.05 °	33.31 °	218	194	21
034	104.15 °	33.25 °	89	114	11
035	104.13 °	33.30 °	233	141	17
036	104.06 °	33.26 °	202	100	18
037	104.11 °	33.28 °	117	297	14

黄凯, 万雅琼, 李佳琦, 朱宇静, 孙治宇, 夏万才, 黎大勇, 任宝平 (2021) 四川白河国家级自然保护区鸟兽红外相机监测. 生物多样性, 29, 554–559. <http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2020270>

相机编号 Camera code	经度 Longitude (E)	纬度 Latitude (N)	累计工作日 Accumulated camera days (d)	有效照片数 Number of independent images	拍摄物种数 Captured species
038	104.12 °	33.23 °	116	54	13
039	104.05 °	33.30 °	82	47	8
040	104.09 °	33.27 °	48	89	13
041	104.08 °	33.22 °	157	106	13
042	104.06 °	33.32 °	186	134	14
043	104.12 °	33.29 °	157	388	19
044	104.16 °	33.25 °	234	162	10
045	104.08 °	33.24 °	166	11	6
046	104.12 °	33.22 °	177	302	20
047	104.09 °	33.29 °	234	406	23
048	104.12 °	33.19 °	145	28	7
049	104.13 °	33.22 °	175	48	8
050	104.08 °	33.27 °	106	46	10
051	104.12 °	33.27 °	273	73	15
052	104.11 °	33.26 °	197	73	10
053	104.07 °	33.27 °	101	37	10
054	104.06 °	33.14 °	247	67	12
055	104.14 °	33.26 °	83	3	1
056	104.04 °	33.14 °	144	79	9
057	104.08 °	33.14 °	138	9	3
058	104.15 °	33.26 °	2	5	2
059	104.09 °	33.16 °	156	33	10
060	104.14 °	33.24 °	210	35	7
061	104.14 °	33.23 °	228	44	8
062	104.14 °	33.22 °	182	63	9
063	104.15 °	33.24 °	53	5	1
064	104.15 °	33.23 °	252	44	6
065	104.17 °	33.23 °	211	23	9
066	104.18 °	33.26 °	228	83	14
067	104.16 °	33.24 °	208	39	6
068	104.17 °	33.23 °	271	24	5
069	104.18 °	33.25 °	133	30	6
070	104.18 °	33.24 °	276	46	6
071	104.09 °	33.25 °	109	32	3
072	104.09 °	33.24 °	341	98	15
073	104.09 °	33.23 °	185	29	7
074	104.09 °	33.22 °	130	31	5

相机编号 Camera code	经度 Longitude (E)	纬度 Latitude (N)	累计工作日 Accumulated camera days (d)	有效照片数 Number of independent images	拍摄物种数 Captured species
075	104.10 °	33.25 °	190	100	14
076	104.06 °	33.16 °	272	70	13
077	104.11 °	33.23 °	69	6	2
078	104.10 °	33.23 °	220	25	6
079	104.11 °	33.22 °	193	56	7
080	104.11 °	33.25 °	271	92	8
081	104.03 °	33.15 °	82	57	8
082	104.06 °	33.19 °	148	43	7
083	104.10 °	33.33 °	179	55	14
084	104.11 °	33.22 °	132	8	3
085	104.10 °	33.27 °	214	75	16
086	104.08 °	33.30 °	139	33	5
087	104.13 °	33.22 °	1	0	0
088	104.13 °	33.24 °	277	20	7
089	104.09 °	33.30 °	259	48	11
090	104.14 °	33.21 °	143	19	7
091	104.08 °	33.33 °	169	16	8
092	104.07 °	33.32 °	181	82	11
09	104.08 °	33.32 °	191	34	5
094	104.07 °	33.31 °	280	66	13
095	104.08 °	33.29 °	217	35	6
096	104.05 °	33.18 °	225	33	8
097	104.02 °	33.17 °	217	60	12
098	104.09 °	33.31 °	147	17	3
099	104.03 °	33.21 °	134	37	10
100	104.13 °	33.27 °	288	145	16
101	104.12 °	33.25 °	259	60	12
102	104.08 °	33.17 °	339	81	7
103	104.02 °	33.20 °	209	32	6
104	104.10 °	33.31 °	166	19	8
105	104.10 °	33.29 °	202	48	13
106	104.11 °	33.34 °	59	4	2
107	104.12 °	33.32 °	208	54	12
108	104.11 °	33.32 °	186	13	5
109	104.12 °	33.31 °	280	53	10
110	104.11 °	33.30 °	201	52	8

黄凯, 万雅琼, 李佳琦, 朱宇静, 孙治宇, 夏万才, 黎大勇, 任宝平 (2021) 四川白河国家级自然保护区鸟兽红外相机监测. 生物多样性, 29, 554–559. <http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2020270>

附录2 四川白河国家级自然保护区红外相机调查部分兽类和鸟类物种照片

Appendix 2 Photographs of mammals and birds by camera-trappings in Baihe National Nature Reserve, Sichuan Province

川金丝猴 *Rhinopithecus roxellana*

黑熊 *Ursus thibetanus*

林麝 *Moschus berezovskii*

中华鬣羚 *Capricornis milneedwardsii*

黄喉貂 *Martes flavigula*

猪獾 *Arctonyx collaris*

黄凯, 万雅琼, 李佳琦, 朱宇静, 孙治宇, 夏万才, 黎大勇, 任宝平 (2021) 四川白河国家级自然保护区鸟兽红外相机监测. 生物多样性, 29, 554–559. <http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2020270>

豹猫 *Prionailurus bengalensis*

花面狸 *Paguma larvata*

中国豪猪 *Hystrix hodgsoni*

黄鼬 *Mustela sibirica*

毛冠鹿 *Elaphodus cephalophus*

中华斑羚 *Naemorhedus griseus*

黄凯, 万雅琼, 李佳琦, 朱宇静, 孙治宇, 夏万才, 黎大勇, 任宝平 (2021) 四川白河国家级自然保护区鸟兽红外相机监测. 生物多样性, 29, 554–559. <http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2020270>

勺鸡 *Pucrasia macrolopha*

蓝马鸡 *Crossoptilon auritum*

红腹锦鸡 *Chrysolophus pictus*

红腹角雉 *Tragopan temminckii*

绿尾虹雉 *Lophophorus lhuysii*

红喉雉鹑 *Tetraophasis obscurus*

黄凯, 万雅琼, 李佳琦, 朱宇静, 孙治宇, 夏万才, 黎大勇, 任宝平 (2021) 四川白河国家级自然保护区鸟兽红外相机监测. 生物多样性, 29, 554–559. <http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2020270>

血雉 *Ithaginis cruentus*

红嘴蓝鹊 *Urocissa erythrorhyncha*

紫啸鸫 *Myophonus caeruleus*

灰头鸫 *Turdus rubrocanus*

大斑啄木鸟 *Dendrocopos major*

灰翅鸫 *Turdus boulboul*

黄凯, 万雅琼, 李佳琦, 朱宇静, 孙治宇, 夏万才, 黎大勇, 任宝平 (2021) 四川白河国家级自然保护区鸟兽红外相机监测. 生物多样性, 29, 554–559. <http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2020270>

附录3 四川白河国家级自然保护区红外相机监测兽类和鸟类名录

Appendix 3 Mammals and birds recorded by camera-trappings in Baihe National Nature Reserve, Sichuan Province

物种 Species	IUCN 红 色名录 级别 IUCN Red List	中国红 色名录 级别 China Red List	国家保 护级别 National protected category	照片/视 频数 No. of images/ videos	独立有效照 片 No. of independent effective photos	相对多 度指数 Relative abundance index (RAI)	位点数 及比例 No. of stations with animals (%)
哺乳纲 Mammalia							
一、灵长目 Primates							
猴科 Cercopithecidae							
川金丝猴 <i>Rhinopithecus roxellana</i>	EN	VU	I	7,192	316	16.0016	89 (80.9)
二、食肉目 Carnivora							
犬科 Canidae							
赤狐 <i>Vulpes vulpes</i>	LC	NT	II	8	1	0.0506	1 (0.9)
家犬 Domestic dog				97	22	1.1140	13 (11.8)
熊科 Ursidae							
黑熊 <i>Ursus thibetanus</i>	VU	VU	II	94	23	1.1647	20 (18.2)
鼬科 Mustelidae							
黄喉貂 <i>Martes flavigula</i>	LC	NT	II	731	233	11.7987	51 (46.4)
黄鼬 <i>Mustela sibirica</i>	LC	LC		54	17	0.8608	11 (10)
猪獾 <i>Arctonyx collaris</i>	VU	NT		1,797	460	23.2935	60 (54.5)
灵猫科 Viverridae							
花面狸 <i>Paguma larvata</i>	LC	NT		271	83	4.2030	27 (24.5)
猫科 Felidae							
豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>	LC	VU	II	57	20	1.0128	9 (8.2)
三、偶蹄目 Artiodactyla							
猪科 Suidae							
野猪 <i>Sus scrofa</i>	LC	LC		3,726	348	17.6220	57 (51.8)
麝科 Moschidae							
林麝 <i>Moschus berezovskii</i>	EN	CR	I	100	12	0.6077	8 (7.3)

物种 Species	IUCN 红 色名录 级别 IUCN Red List	中国红 色名录 级别 China Red List	国家保 护级别 National protected category	照片/视 频数 No. of images/ videos	独立有效照 片 No. of independent effective photos	相对多 度指数 Relative abundance index (RAI)	位点数 及比例 No. of stations with animals (%)
鹿科 Cervidae							
毛冠鹿 <i>Elaphodus cephalophus</i>	NT	VU	II	12,756	1,816	91.9587	102 (92.7)
牛科 Bovidae							
四川羚牛 <i>Budorcas tibetanus</i>	VU	VU	I	28	1	0.0506	1 (0.9)
中华斑羚 <i>Naemorhedus griseus</i>	VU	VU	II	3,018	270	13.6723	61 (55.5)
中华鬣羚 <i>Capricornis milneedwardsii</i>	NT	VU	II	453	39	1.9749	26 (23.6)
家牛 Domestic cow				6,646	246	12.4570	44 (40.0)
四、奇蹄目 Perissodactyla							
马科 Equidae							
家马 Domestic horse				3,744	95	4.8106	11 (10.0)
五、啮齿目 Rodentia							
松鼠科 Sciuridae							
隐纹花松鼠 <i>Tamiops swinhoei</i>	LC	LC		250	64	3.2408	22 (20.0)
岩松鼠 <i>Sciurotamias davidianus</i>	LC	LC		1,363	455	23.0403	60 (54.5)
豪猪科 Hystricidae							
中国豪猪 <i>Hystrix hodgsoni</i>	LC	LC		687	156	7.8995	34 (30.9)
鸟纲 Aves							
六、鸡形目 Galliformes							
雉科 Galliformes							
红喉雉鹑 <i>Tetraophasis obscurus</i>	LC	VU	I	223	24	1.2153	7 (6.4)
血雉 <i>Ithaginis cruentus</i>	LC	NT	II	1,634	97	4.9119	15 (13.6)
红腹角雉 <i>Tragopan temminckii</i>	LC	NT	II	2,548	459	23.2429	73 (66.4)
勺鸡 <i>Pucrasia macrolopha</i>	LC	LC	II	1,766	142	7.1906	36 (32.7)
绿尾虹雉 <i>Lophophorus lhuysii</i>	VU	EN	I	9	3	0.1519	2 (1.8)

物种 Species	IUCN 红 色名录 级别 IUCN Red List	中国红 色名录 级别 China Red List	国家保 护级别 National protected category	照片/视 频数 No. of images/ videos	独立有效照 片 No. of independent effective photos	相对多 度指数 Relative abundance index (RAI)	位点数 及比例 No. of stations with animals (%)
蓝马鸡 <i>Crossoptilon auritum</i>	LC	NT	II	548	28	1.4179	13 (11.8)
红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i>	LC	NT	II	113	36	1.8230	15 (13.6)
七、鸻形目 Charadriiformes							
鹬科 Scolopacidae							
丘鹬 <i>Scolopax rusticola</i>	LC	LC		5	1	0.0506	1 (0.9)
八、鸽形目 Columbiformes							
鸠鸽科 Columbidae							
山斑鸠 <i>Streptopelia orientalis</i>	LC	LC		2	1	0.0506	1 (0.9)
九、啄木鸟目 Piciformes							
啄木鸟科 Picidae							
大斑啄木鸟 <i>Dendrocopos major</i>	LC	LC		80	17	0.8608	12 (10.9)
灰头绿啄木鸟 <i>Picus canus</i>	LC	LC		105	25	1.2660	5 (4.5)
十、雀形目 Passeriformes							
鸦科 Corvidae							
松鸦 <i>Garrulus glandarius</i>	LC	LC		47	14	0.7089	13 (11.8)
红嘴蓝鹊 <i>Urocissa erythrorhyncha</i>	LC	LC		1,087	214	10.8365	41 (37.3)
星鸦 <i>Nucifraga caryocatactes</i>	LC	LC		228	38	1.9242	14 (12.7)
鸫科 Turdidae							
长尾地鸫 <i>Zoothera dixonii</i>	LC	LC		3	1	0.0506	1 (0.9)
虎斑地鸫 <i>Zoothera dauma</i>	LC	LC		68	18	0.9115	11 (10.0)
灰翅鸫 <i>Turdus boulboul</i>	LC	LC		195	35	1.7723	17 (15.5)
乌鸫 <i>Turdus mandarinus</i>	LC	LC		3	1	0.0506	1 (0.9)
灰头鸫 <i>Turdus rubrocanus</i>	LC	LC		716	115	5.8234	31 (28.2)
宝兴歌鸫 <i>Turdus mupinensis</i>	LC	LC		272	79	4.0004	12 (10.9)

物种 Species	IUCN 红 色名录 级别 IUCN Red List	中国红 色名录 级别 China Red List	国家保 护级别 National protected category	照片/视 频数 No. of images/ videos	独立有效照 片 No. of independent effective photos	相对多 度指数 Relative abundance index (RAI)	位点数 及比例 No. of stations with animals (%)
鹎科 Muscicapidae							
棕腹仙鹎 <i>Niltava sundara</i>	LC	LC		12	4	0.2026	1 (0.9)
红胁蓝尾鹎 <i>Tarsiger cyanurus</i>	LC	LC		22	8	0.4051	6 (5.5)
白眉林鹎 <i>Tarsiger indicus</i>	LC	LC		78	29	1.4685	3 (2.7)
紫啸鹎 <i>Myophonus caeruleus</i>	LC	LC		400	160	8.1021	29 (26.4)
噪鹛科 Leiothrichidae							
大噪鹛 <i>Garrulax maximus</i>	LC		II	120	31	1.5698	11 (10.0)
画眉 <i>Garrulax canorus</i>	LC	NT	II	3	1	0.0506	1 (0.9)
橙翅噪鹛 <i>Trochalopteron elliotii</i>	LC	LC	II	789	138	6.9880	25 (22.7)
黑顶噪鹛 <i>Trochalopteron affine</i>	LC	LC		360	61	3.0889	9 (8.2)
林鹛科 Timaliidae							
棕颈钩嘴鹛 <i>Pomatorhinus ruficollis</i>	LC	LC		3	1	0.0506	1 (0.9)
山雀科 Paridae							
黄腹山雀 <i>Parus venustulus</i>	LC	LC		1	1	0.0506	1 (0.9)
绿背山雀 <i>Parus monticolus</i>	LC	LC		42	18	0.9115	10 (9.1)
鸺科 Sittidae							
普通鸺 <i>Sitta europaea</i>	LC	LC		21	4	0.2026	4 (3.6)
燕雀科 Fringillidae							
灰头灰雀 <i>Pyrhula erythaca</i>	LC	LC		4	2	0.1013	2 (1.8)

1. IUCN 红色名录参考 <http://www.iucnredlist.org/>. IUCN Red List refer to <http://www.iucnredlist.org/>

2. 中国红色名录参考《中国脊椎动物红色名录》(蒋志刚等, 2016). China Red List refer to *Red List of China's Vertebrates* (Jiang ZG et al, 2016)

3. 国家保护级别参考 <http://www.forestry.gov.cn/main/5461/20210205/122418860831352.html>. National protected category refer to <http://www.forestry.gov.cn/main/5461/20210205/122418860831352.html>