



•生物编目•

秦岭中段野生动物多样性的红外相机监测数据库平台介绍

刘雪华^{1*} 张语克¹ 赵翔宇¹ 何祥博² 蔡 琼³ 朱 云³ 何百锁⁴ 酒 强⁵

1 (清华大学环境学院, 北京 100084)

2 (佛坪国家级自然保护区, 陕西佛坪 723400)

3 (观音山国家级自然保护区, 陕西佛坪 723400)

4 (长青国家级自然保护区, 陕西汉中 723000)

5 (黄柏塬国家级自然保护区, 陕西太白 721600)

摘要: 秦岭地处我国中西部, 生物地理位置重要, 拥有丰富的生物多样性, 拥有大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)、秦岭羚牛(*Budorcas bedfordi*)、金丝猴(*Rhinopithecus roxellana*)和朱鹮(*Nipponia nippon*)等4个秦岭森林旗舰物种, 被称为“秦岭四宝”。利用红外相机技术开展秦岭野生动物的非损伤性监测不仅可以为秦岭山系提供物种名录信息, 还可以为了解秦岭野生动物的行为和活动格局提供科学数据。清华大学环境学院生态团队自2009–2020年在秦岭中段南坡先后实施了7个项目, 对秦岭南坡的4个保护区进行了野生动物监测, 面积达1,113 km² (26.5 km × 42 km), 红外相机位点数267个, 相机日数152,160天, 共获取红外相机照片855,260张。共鉴定出27种野生兽类和63种野生鸟类, 并应用这些照片数据开展了信息挖掘工作, 对野生动物行为、稀有物种、与生境的关系, 以及人为活动对野生动物的影响等领域进行了研究, 已取得部分成果。在此基础上建立了“秦岭中段野生动物多样性的红外相机监测数据库平台”, 供团队内部及合作者使用。通过10年的监测, 我们提出未来研究建议: (1)对于非常偶见的物种, 还需要更长的时间并在更多样化的生境布设相机, 以获取更多影像数据评估其现状; (2)数据库需要在更大程度和深度上进行信息挖掘, 尤其在种间关系、物种–生境关系、种群动态等方面; (3)对典型大种群数量的物种(如秦岭羚牛和野猪*Sus scrofa*)及食物链顶端大型捕食动物(如金钱豹*Panthera pardus*)进行种群动态研究, 为整个秦岭生态系统的健康持续提供科学支撑; (4)利用数据库的数据及今后红外相机监测数据进行野生动物疾病的发生发展监测研究。

关键词: 红外相机技术; 野生动物监测; 物种名录; 秦岭中段; 数据库平台

Introduction to the wildlife camera-trapping database of the middle Qinling Mountains

Xuehua Liu^{1*}, Yuke Zhang¹, Xiangyu Zhao¹, Xiangbo He², Qiong Cai³, Yun Zhu³, Baisuo He⁴, Qiang Jiu⁵

1 School of Environment, Tsinghua University, Beijing 100084

2 Foping National Nature Reserve, Foping, Shaanxi 723400

3 Guanyinshan National Nature Reserve, Foping, Shaanxi 723400

4 Changqing National Nature Reserve, Hanzhong, Shaanxi 723000

5 Hangbaiyuan National Nature Reserve, Taibai, Shaanxi 721600

Abstract: The Qinling Mountains, which are located in the midwestern part of China, are biogeographically important because they are home to China's four national wildlife treasures, i.e., giant panda (*Ailuropoda melanoleuca*), golden takin (*Budorcas bedfordi*), golden monkey (*Rhinopithecus roxellana*) and crested ibis (*Nipponia nippon*). These species are also called the four flagship species in the Qinling forest ecosystem. Therefore, using infrared camera trapping to monitor the wildlife in the Qinling Mountains is very important since it can provide information of species and also scientific data on wildlife behaviour and activity pattern.

收稿日期: 2020-04-19; 接受日期: 2020-06-24

基金项目: 国家自然科学基金(41271194; 41671183)和原国家林业局大熊猫国际合作专项资金(CM1424, 2017 年项目)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: xuehua-hjx@tsinghua.edu.cn

The ecological research team from Tsinghua University conducted camera trappings between 2009 and 2020 in the Qinling Mountains for seven projects. These projects monitored wildlife diversity, primarily in four nature reserves, covering an area of 1,113 km² (26.5 km × 42 km). There were a total of 267 camera-trapping sites. For the 152,160 camera working days, we were able to obtain totally 855,260 photos. From these photos we identified 27 mammal species and 63 bird species, and were able to address several research aspects including: wildlife behavior, identifying rare species, understanding habitat use and adaption, and understanding the human impacts on wildlife. Based on the gathered photos, we established the wildlife camera-trapping database of the middle Qinling Mountains, which has only been shared within the research group and collaborators. Based on our results from 10 years of monitoring, we propose the following suggestions for future research: (1) We need much longer time and we need to implement camera trapping in more habitat types to collect more digital images to be able to monitor the status of animal species rarely seen in front of cameras. For example, *Mustela kathiah*, *Lutra lutra*, and *Catopuma temminckii* were each captured only once in 10-year monitoring. (2) More deep data mining work is necessary in using this database to understand species–species relationships, species–habitat relationships, and population dynamics. (3) Continual research on the population dynamics of species with large populations (like *Budorcas bedfordi* and *Sus scrofa*) and carnivores species at the top of food chain (like *Panthera pardus*) is able to provide scientific support to the whole Qinling ecosystem. (4) Mining this photo database to monitor and research wildlife disease's occurring as well as developing.

Key words: camera trapping; wildlife monitoring; species list; Qinling; database platform

1 平台简介

秦岭地处我国中西部,地理位置重要,山脉呈东西走向,拦截了南来的暖湿气流,阻挡了北方的干冷气流,使得秦岭拥有了丰富的生物多样性,且滋养了大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)、秦岭羚牛(*Budorcas bedfordi*)、金丝猴(*Rhinopithecus roxellana*)和朱鹮(*Nipponia nippon*) 4个秦岭森林旗舰物种,它们被称为“秦岭四宝”。利用红外相机技术开展秦岭野生动物的非损伤性监测不仅可以为秦岭山系提供物种名录信息,还可以为了解秦岭野生动物的行为和活动格局提供科学数据。

秦岭中段大熊猫及其野生动物多样性的红外相机监测始于2009年7月,到2020年为止实施了监测时段不等的7个项目。数据库建设始于2009年底,定名为“秦岭中段野生动物多样性的红外相机监测数据库平台”,由清华大学负责建立和维护,观音山、佛坪、长青和黄柏塬保护区4家单位参加了监测和数据收集过程。现在平台仍在建设中,管理架构及运行机制也在完善中,当前还主要供团队内部及部分合作者使用。

红外相机监测区域仅限于观音山、佛坪、长青和黄柏塬4个保护区,面积为1,113 km² (26.5 km × 42 km)。监测对象为秦岭野生动物。不同时期进入到数据库平台的项目目标不同,包括: (1)生境变化

下的动物多样性及其生境利用(观音山保护区); (2)不同恢复机制下的动物多样性及生境利用(长青、佛坪和观音山保护区); (3)道路对动物多样性的影响监测(观音山保护区); (4)大熊猫密度增长区的大熊猫活动及动物多样性监测(黄柏塬、佛坪和观音山保护区); (5)秦岭25 ha森林大样地的动物多样性监测; (6)竹林稀疏改造及大熊猫对竹林的应用监测(佛坪保护区); (7)巴山木竹(*Bashania fargesii*)恢复种植及大熊猫利用监测(观音山保护区)。各项目的相机位点数、起始时间、结束时间、照片数等信息汇总于表1。

在秦岭开展红外相机监测的单位比较多,建立数据库平台的还有北京大学和中国林业科学研究院,我们的数据库平台与这两家的数据库平台可能会在部分区域有重叠。

2 秦岭中段野生动物的红外相机监测方案

自2009年7月到现在实施的7个红外相机监测项目,所涉及的监测位点数分别是28、96、20、80、30、9、4个,共267个(表1),分布于秦岭中段南坡的观音山、佛坪、长青和黄柏塬4个自然保护区(图1)。

该数据库平台的红外相机没有按照公里网格布设,而是根据不同时期实施的项目目标布设,均为单台、常年布设。早期数据是按每隔1–2个月进行一次下载收集,中后期是按照每3–4个月进行一

表1 秦岭中段野生动物多样性的红外相机监测数据库平台基本信息表
Table 1 Basic information of the wildlife camera-trapping database platform of the middle Qinling Mountains

项目 Project	地点 Location	保护区 Nature reserve	项目目的 Aim of project	起始年月 Start time	结束年月 End time	有效相机位点 Effective camera site	照片数 Photos ($\times 10^4$)	备注 Note
按项目需求布设 Arranged according to the needs	陕西佛坪 Foping, Shaanxi	佛坪、观音山 Foping, Guanyin shan	监测森林砍伐停止后恢复过程中不同海拔梯度的野生动物多样性 To monitor wildlife diversity in different elevation ranges under forest restoration after stopping logging	2009.7	2017.12	28	23.8708	
自然科学基金 National Natural Science Foundation of China	陕西佛坪、洋县 Foping & Yangxian, Shaanxi	佛坪、观音山、长青 Foping, Guanyin shan, Changqing	监测森林砍伐停止后不同恢复机制下的野生动物多样性和生境适应 To monitor wildlife diversity and habitat adaptation under different restoration mechanisms after stopping logging	2013.7	2017.6	96	30.3511	按项目需求布设 Arranged according to the needs
道路影响监测 Road impact monitoring	陕西佛坪 Foping, Shaanxi	观音山 Guanyin shan	监测保护区中机动车道路对野生动物的影响 To monitor impact of the road inside nature reserve on wildlife	2014.7	2018.10	20	17.3689	按项目需求布设 Arranged according to the needs
大熊猫扩散监测 Dispersal monitoring of giant panda	陕西佛坪、太白 Foping & Taibai, Shaanxi	佛坪、观音山、黄柏塬 Foping, Guanyin shan, Huangbai yuan	监测大熊猫扩散区的大熊猫及其同域物种 To monitor giant panda and its sympatric animals in the giant panda expanding areas	2018.10	2019.12 进行中 Going on	80	8.2155	按项目需求布设 Arranged according to the needs
25 ha森林样地监测 25ha forest plot monitoring	陕西佛坪 Foping, Shaanxi	佛坪 Foping	监测25 ha森林大样地的野生动物多样性 To monitor wildlife diversity and their small-scale habitat use in a 25 ha plot	2018.10	2019.10 进行中 Going on	30	1.4869 (2019.12)	按100 m \times 100 m网格布设 Arranged based on 100 m \times 100 m grid
竹子稀疏 Bamboo thinning	陕西佛坪 Foping, Shaanxi	佛坪 Foping	监测老化竹林稀疏改良后的大熊猫利用情况 To monitor the giant pandas' use of the bamboo forest after thinning	2017.6	2019.5	9	2.5474	按项目需求布设 Arranged according to the needs
竹子恢复 Bamboo restoration	陕西佛坪 Foping, Shaanxi	观音山 Guanyin shan	监测大熊猫对恢复种植的巴山木竹林的利用情况 To monitor the giant panda use of the re-planted <i>Bashania fargesii</i> forest	2018.12	2019.7	4	1.6854	按项目需求布设 Arranged according to the needs

覆盖面积达1,113 km², 整个监测覆盖区域的中心位置为107.6954° E, 33.6501° N. The whole area is about 1,113 km², and its center location is at 107.6954° E, 33.6501° N.

次下载收集, 后期有长达6个月(头年10月至来年3月)进行收集的, 度过严寒冬季。

项目为基础的、非在线的数据系统。数据汇缴方式也是非在线的。

3 数据库结构与数据格式

数据库结构还没有形成一个整体, 仍然是以项目为基础, 其数据层级为: 项目-地点-拍摄日期-相机号-照片号。数据库管理构架属于分散式, 是以

数据细分到触发对象类别(兽类、鸟类、自然干扰、人为干扰、其他), 还包括照片中动物个体数。根据各个项目的要求, 在数据库中还有环境数据, 如温度、月相, 以及拍摄时间等信息。

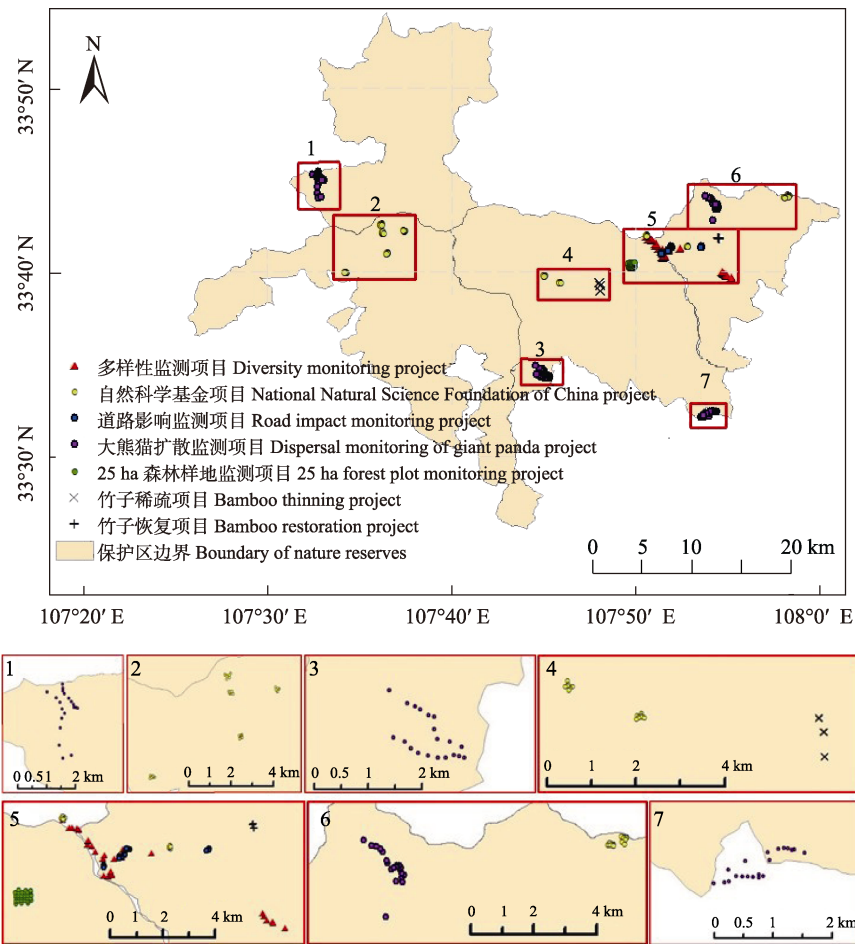


图1 秦岭中段野生动物多样性红外相机监测位点空间分布

Fig. 1 Distribution of camera trapping locations for wildlife monitoring in the middle Qinling Mountains

4 数据量与拍摄物种名录

至 2019 年 12 月, 总相机工作日数 152,160 d, 照片总数达 855,260 张(已处理的 692,093 张, 待处理的 163,167 张)。当前仍在野外工作的相机总数 110 台。

兽类分类参考了《中国哺乳动物多样性(第 2 版)》(蒋志刚等, 2017)和《中国脊椎动物红色名录》(蒋志刚等, 2016), 鸟类分类参考了《中国鸟类分类与分布名录(第三版)》(郑光美, 2017)。物种列表是以项目为基础的, 即每个项目所有监测的红外相机照片合计。通常, 每个项目的数据库表格字段包括: 相机编号、地点名称、经度、纬度、拍摄日期和具体时间、月相、温度、类型、物种、个体数等。已结束项目的数据库都有相对多度指数(relative abundance index, RAI), 是基于各项目收集的数据计算, 而非所有 7 个项目总数据计算的 RAI。故附

录 1 中物种列表中没有包含 RAI 信息。

基于已经处理的相机数据鉴定到 27 种哺乳动物和 63 种鸟类(附录 1)。27 种哺乳动物分属于 5 目 14 科, 包括劳亚食虫目(猬科 1 种)、灵长目(猴科 1 种)、啮齿目(松鼠科 4 种、豪猪科 1 种、鼠科 1 种)、食肉目(大熊猫科 1 种、熊科 1 种、鼬科 6 种、灵猫科 1 种、猫科 3 种)和偶蹄目(猪科 1 种、麝科 1 种、鹿科 2 种、牛科 3 种)。其中, 有国家 I 级重点保护野生动物 5 种(大熊猫、川金丝猴、秦岭羚牛、金钱豹 *Panthera pardus*、林麝 *Moschus berezovskii*), II 级保护兽类 6 种(黑熊 *Ursus thibetanus*、中华鬣羚 *Capricornis milneedwardsii*、中华斑羚 *Naemorhedus griseus*、金猫 *Catopuma temminckii*、黄喉貂 *Martes flavigula*、水獭 *Lutra lutra*); 中国特有兽类物种 6 种(大熊猫、川金丝猴、秦岭羚牛、小鹿 *Muntiacus reevesi*、侯氏猬 *Mesechinus hughi*、岩松鼠 *Sciurotamias davidianus*)。

63 种鸟类分属于 8 目 24 科, 包括鸡形目(雉科 4

种)、鸽形目(鸠鸽科1种)、鸱形目(鸱科1种)、鹰形目(鹰科3种)、鸢形目(鸢科1种)、犀鸟目(戴胜科1种)、啄木鸟目(啄木鸟科3种)、雀形目(伯劳科1种、鸢科5种、山雀科3种、树莺科1种、柳莺科2种、莺鹋科3种、噪鹛科6种、绣眼鸟科1种、鹛科1种、鹧鸪科7种、鹌鹑科11种、岩鹑科1种、雀科1种、鹧鸪科1种、燕雀科2种、鹛科2种), 其中雀形目的科和种最多。鸟类中没有I级保护物种, 但有8种II级保护物种, 即勺鸡(*Pucrasia macrolopha*)、红腹角雉(*Tragopan temminckii*)、血雉(*Ithaginis cruentus*)、红腹锦鸡(*Chrysolophus pictus*)、鹰雕(*Nisaetus nipalensis*)、凤头鹰(*Accipiter trivirgatus*)、赤腹鹰(*A. soloensis*)、北领角鸮(*Otus semitorques*); 有中国特有鸟种(郑光美, 2017) 8种, 包括红腹锦鸡、黄腹山雀(*Pardaliparus venustulus*)、黄腹树莺(*Horornis acanthizoides*)、三趾鸦雀(*Cholornis paradoxus*)、斑背噪鹛(*Garrulax lunulatus*)、橙翅噪鹛(*G. elliotii*)、宝兴歌鸲(*Turdus mupinensis*)、蓝鹀(*Emberiza siemsseni*)。

5 重要成果

在2012–2019年的7年里, 该数据库平台产出如下重要成果: (1)逐渐完善了秦岭中段区域兽类和鸟类名录(见附录1), 并对典型物种及特别行为进行了报道(刘雪华等, 2015, 2018)。(2)开展了多方面的野生动物行为研究, 包括单物种和类群, 前者如野猪(王长平等, 2015)和黑熊(成果待发表), 后者如有蹄类(贾晓东等, 2014); 研究分析了秦岭野生动物的日活动格局(包括夜行性行为)、季节性活动格局以及年活动格局(武鹏峰等, 2012; 贾晓东, 2015^①; 赵翔宇, 2018^②; 许心玉, 2019^③)。(3)研究了野生动物的生境选择以及在不同森林恢复机制下的生境利用(林瑀璇, 2016^④; 吕子欣, 2016^⑤; Liu et al, 2017; Zhang et al, 2019)。(4)对种群数量大的物种进行了

种群丰度动态研究(Liu et al, 2013), 提出关注这些物种种群的数量变化。(5)分析研究了小空间范围内物种与物种之间的关系, 尤其是在同域生境下的关系(Zhang et al, 待发表)。(6)开展了人为干扰对野生动物的影响研究, 如森林砍伐的影响(贾晓东, 2015)、道路建设的影响(成果待发表)。(7)开拓了国际合作, 与美国史密森保护生物学会下的保护生态中心(Conservation Ecology Center, Smithsonian Conservation Biology Institute)合作开展红外相机监测秦岭生物多样性, 与韩国江源国立大学开展在红外相机监测黑熊方面的合作。

6 下一步工作计划及未来建议

目前, 所有以项目为基础的红外相机数据采集均以项目的起始和结束时间为监测时间段。本数据库中仍在进行的两个项目分别是: (1)国家林业与草原局大熊猫国际合作中心项目——秦岭大熊猫扩散的增长—消减区域的非损伤性监测研究, 将在2020年结束; (2)自筹资金项目——秦岭25 ha森林大样地的动物多样性及行为监测研究, 将持续到2023年(5年监测); 并计划将大样地的动物多样性的所有数据上传到中国科学院的生物多样性红外相机数据库网(<http://cameradata.ioz.ac.cn>), 以补充秦岭森林大样地动物方面的信息。

我们对未来的数据库建设及相关研究提出如下建议: (1)对于非常偶见的物种, 还需要更长的时间并在更多样化的生境中布设相机, 以获取更多影像数据以评估其濒危现状及行为活动特征, 如: 本数据库中10年内仅出现1次的兽类物种有黄腹鼬、水獭、金猫; (2)数据库需要在更大程度和深度上进行信息挖掘, 尤其在种间关系、物种—生境关系、种群动态等方面; (3)对典型大种群数量的物种(如羚牛和野猪)及食物链顶端大型捕食动物(如金钱豹)进行种群动态研究, 为整个秦岭生态系统的健康持续提供科学支撑; (4)利用数据库的数据及今后红外相机监测数据进行野生动物疾病的发生发展监测研究。

参考文献

Jia XD, Liu XH, Yang XZ, Wu PF, Songer M, Cai Q, He XB, Zhu Y (2014) Seasonal activity patterns of ungulates in Qinling Mountains based on camera-trap data. Biodiversity

① 贾晓东 (2015) 秦岭南坡不同干扰机制下的有蹄类动物多样性研究. 硕士学位论文, 西北大学, 西安.

② 赵翔宇 (2018) 秦岭不同自然生境下野生动物的生境选择与活动规律研究. 本科学位论文, 清华大学, 北京.

③ 许心玉 (2019) 秦岭鸟类分布及活动格局的环境影响因子分析. 本科学位论文, 清华大学, 北京.

④ 林瑀璇 (2016) 不同干扰机制下秦岭鸟类多样性及活动特征研究. 本科学位论文, 清华大学, 北京.

⑤ 吕子欣 (2016) 不同干扰机制下的秦岭兽类多样性及活动特征研究. 本科学位论文, 清华大学, 北京.

Science, 22, 737–745. (in Chinese with English abstract) [贾晓东, 刘雪华, 杨兴中, 武鹏峰, Melissa Songer, 蔡琼, 何祥博, 朱云 (2014) 利用红外相机分析秦岭有蹄类动物多样性及活动规律. 生物多样性, 22, 737–745.]

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, 张鹏, 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.]

Liu XH, Cai Q, Jia XD, Wu PF, Cheng HF (2015) Animal world living in Foping of the southern slope of the Qinling Mountains. Forest and Human, (3), 105–113. (in Chinese) [刘雪华, 蔡琼, 贾晓东, 武鹏峰, 成鸿飞 (2015) 生活在佛坪—秦岭南坡的动物世界. 森林与人类, (3), 105–113.]

Liu XH, Wu PF, Cai Q, He XB, Songer M, Zhu Y, Shao XM (2013) Monitoring wildlife abundance and diversity with infra-red camera traps in Guanyinshan Nature Reserve of Shaanxi Province, China. Ecological Indicators, 33(10), 121–128.

Liu XH, Wu PF, He XB, Zhao XY (2018) Application and data mining of infra-red camera in the monitoring of species. Biodiversity Science, 26, 850–861. (in Chinese with English abstract) [刘雪华, 武鹏峰, 何祥博, 赵翔宇 (2018) 红外相机技术在物种监测中的应用及数据挖掘. 生物多样性, 26, 850–861.]

Liu XH, Wu PF, Shao XM, Songer M, Cai Q, He XB, Zhu Y (2017) Diversity and activity patterns of sympatric animals among four types of forest habitat in Guanyinshan Nature Reserve in the Qinling Mountains, China. Environmental Science and Pollution Research, 24, 16465–16477.

Wang CP, Liu XH, Wu PF, Shao XM (2015) Research on behavior and abundance of wild boar (*Sus scrofa*) via infra-red camera in Guanyinshan Nature Reserve in Qinling Mountains, China. Acta Theriologica Sinica, 35, 147–156. (in Chinese with English abstract) [王长平, 刘雪华, 武鹏峰, 邵小明 (2015) 应用红外相机技术研究秦岭观音山自然保护区内野猪的行为和丰富度. 兽类学报, 35, 147–156.]

Wu PF (2013) Giant Panda Habitat Assessment and Sympatric Animal Diversity Analysis in Guanyinshan Nature Reserve, Shaanxi. China Agricultural University, PhD dissertation, China Agricultural University, Beijing. (in Chinese with English abstract) [武鹏峰 (2013) 陕西观音山自然保护区大熊猫栖息地评价及伴生动物多样性分析. 博士学位论文, 中国农业大学, 北京.]

Wu PF, Liu XH, Cai Q, He XB, Songer M, Zhu Y, Shao XM (2012) The application of infrared camera in mammal research in Guanyinshan Nature Reserve, Shaanxi. Acta Theriologica Sinica, 32, 677–671. (in Chinese with English abstract) [武鹏峰, 刘雪华, 蔡琼, 何祥博, Melissa Songer, 朱云, 邵小明 (2012) 红外相机技术在陕西观音山自然保护区兽类监测研究中的应用. 兽类学报, 32, 67–71.]

Zhang YK, He XB, Liu XH (under review) Fine-scale activity patterns of large-and-medium mammals in deciduous broadleaf forest. Journal of Forest Research. (in press)

Zhang YK, Liu XH, Zhao XY, Lv ZX (2019) Animal diversity responding to different forest restoration schemes in the Qinling Mountains, China. Ecological Engineering, 136, 23–29.

Zheng GM (2017) China Bird Classification and Distribution List, 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: 时意专)

附录 Supplementary Material

附录1 秦岭中段野生动物多样性的红外相机监测数据库平台记录的野生动物物种名录(截至2019年12月)

Appendix 1 Species list of the wildlife camera-trapping database of the middle Qinling Mountains (Before December 2019)

<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2020094-1.pdf>

刘雪华, 张语克, 赵翔宇, 何祥博, 蔡琼, 朱云, 何百锁, 洒强 (2020) 秦岭中段野生动物多样性的红外相机监测数据库平台介绍. 生物多样性, 28 (9): 1075–1080.
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2020094>

附录1 秦岭中段野生动物多样性的红外相机监测数据库平台记录的野生动物物种名录(截至2019年12月)。“Δ”指中国特有种。CR, EN, VU, NT和LC分别为极危, 濒危, 易危, 近危和无危。

Appendix 1 Species list of the wildlife camera-trapping database of the middle Qinling Mountains (Before December 2019).
Δ Chinese endemic species. CR, Critically endangered; EN, Endangered; VU, Vulnerable; NT, Near threatened; LC, Least concern.

物种	保护等级	IUCN 红色名录	中国脊椎动物红色名录(蒋志刚等, 2016)
Species	Protection level	IUCN Red List	Red List of China's Vertebrates (Jiang et al., 2016)

兽类 Mammals

(一)劳亚食虫目 Eulipotyphla

(1)猬科 Erinaceidae

1. 侯氏猬 <i>Mesechinushughi</i> Δ		LC	NT
---------------------------------	--	----	----

(二)灵长目 Primates

(2)猴科 Ceropithecidae

2. 川金丝猴 <i>Rhinopithecusroxellana</i> Δ	I	EN	VU
---	---	----	----

(三)啮齿目 Rodentia

(3)松鼠科 Sciuridae

3. 岩松鼠 <i>Sciurotamiasdavidianus</i> Δ		LC	LC
4. 珀氏长吻松鼠 <i>Dremomyspernyi</i>		LC	LC
5. 赤腹松鼠 <i>Gallosiuruseythraeus</i>		LC	LC
6. 隐纹花松鼠 <i>Tamiopsswinhoei</i>		LC	LC

(4)豪猪科 Hystricidae

7. 中国豪猪 <i>Hystrixhodgsoni</i>		LC	LC
--------------------------------	--	----	----

(5)鼠科 Muridae

8. 北社鼠 <i>Niviventerconfucianus</i>		LC	LC
-------------------------------------	--	----	----

(四)食肉目 Carnivora

(6)大熊猫科 Ailuropodidae

9. 大熊猫 <i>Ailuropodamelanoleuca</i> Δ	I	VU	VU
---------------------------------------	---	----	----

(7)熊科 Ursidae

10. 黑熊 <i>Ursusthibetanus</i>	II	VU	VU
-------------------------------	----	----	----

(8)鼬科 Mustelidae

11. 黄鼬 <i>Mustelasibirica</i>		LC	LC
12. 黄腹鼬 <i>Mustelakathiah</i>		LC	NT
13. 猪獾 <i>Arctonyxcollaris</i>		NT	NT
14. 亚洲狗獾 <i>Melesleucurus</i>		LC	NT
15. 黄喉貂 <i>Martesflavigula</i>	II	LC	NT
16. 水獭 <i>Lutralutra</i>	II	NT	EN

(9)灵猫科 Viverridae

17. 果子狸 <i>Pagumalarvata</i>		LC	NT
------------------------------	--	----	----

(10)猫科 Felidae

18. 金钱豹 <i>Pantherapardus</i>	I	NT	EN
-------------------------------	---	----	----

刘雪华, 张语克, 赵翔宇, 何祥博, 蔡琼, 朱云, 何百锁, 酒强 (2020) 秦岭中段野生动物多样性的红外相机监测数据库平台介绍. 生物多样性, 28 (9): 1075–1080.
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2020094>

物种 Species	保护等级 Protection level	IUCN 红色名录 IUCN Red List	中国脊椎动物红色名录(蒋志刚等, 2016) Red List of China's Vertebrates (Jiang et al., 2016)
19. 豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>		LC	VU
20. 金猫 <i>Catopumatemminckii</i>	II	NT	CR
(五)偶蹄目 Artiodactyla			
(11)猪科 Suidae			
21. 野猪 <i>Sus scrofa</i>		LC	LC
(12)麝科 Moschidae			
22. 林麝 <i>Moschus berezovskii</i>	I	EN	CR
(13)鹿科 Cervidae			
23. 毛冠鹿 <i>Elaphodus cephalophus</i>		NT	VU
24. 小鹿 <i>Muntiacus reevesi</i> Δ		LC	VU
(14)牛科 Bovidae			
25. 秦岭羚牛 <i>Budorcas bedfordi</i> Δ	I		VU
26. 中华鬣羚 <i>Capricornis milneedwardsii</i>	II	NT	VU
27. 中华斑羚 <i>Naemorhedus griseus</i>	II	VU	VU

兽类总计 Mammal total: 27 种

鸟类 Birds

(一)鸡形目 Galliformes

(1)雉科 Phasianidae

1. 勺鸡 <i>Pucrasia macrolopha</i>	II	LC	LC
2. 红腹角雉 <i>Tragopan temminckii</i>	II	LC	NT
3. 血雉 <i>Ithaginis cruentus</i>	II	LC	NT
4. 红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i> Δ	II	LC	NT

(二)鸽形目 Columbiformes

(2)鸠鸽科 Columbidae

5. 山斑鸠 <i>Streptopelia orientalis</i>		LC	LC
---------------------------------------	--	----	----

(三)鸻形目 Charadriiformes

(3)鹬科 Scolopacidae

6. 丘鹬 <i>Scolopax rusticola</i>		LC	LC
---------------------------------	--	----	----

(四)鹰形目 Accipitriformes

(4)鹰科 Accipitridae

7. 鹰雕 <i>Nisaetus nipalensis</i>	II	LC	NT
8. 凤头鹰 <i>Accipiter trivirgatus</i>	II	LC	NT
9. 赤腹鹰 <i>Accipiter soloensis</i>	II	LC	LC

(五)鸺形目 Strigiformes

(5)鸺鹠科 Strigidae

10. 北领角鸮 <i>Otus semitorques</i>	II	LC	LC
----------------------------------	----	----	----

刘雪华, 张语克, 赵翔宇, 何祥博, 蔡琼, 朱云, 何百锁, 酒强 (2020) 秦岭中段野生动物多样性的红外相机监测数据库平台介绍. 生物多样性, 28 (9): 1075–1080.
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2020094>

物种 Species	保护等级 Protection level	IUCN 红色名录 IUCN Red List	中国脊椎动物红色名录(蒋志刚等, 2016) Red List of China's Vertebrates (Jiang et al., 2016)
(六)犀鸟目 Bucerotiformes			
(6)戴胜科 Upupidae			
11. 戴胜 <i>Upupaepops</i>		LC	LC
(七)啄木鸟目 Piciformes			
(7)啄木鸟科 Picidae			
12. 灰头绿啄木鸟 <i>Picuscanus</i>		LC	LC
13. 大斑啄木鸟 <i>Dendrocopos major</i>		LC	LC
14. 白背啄木鸟 <i>Dendrocoposleucotos</i>		LC	LC
(八)雀形目 Passeriformes			
(8)伯劳科 Laniidae			
15. 红尾伯劳 <i>Laniuscristatus</i>		LC	LC
(9)鸦科 Corvidae			
16. 星鸦 <i>Nucifragacaryocatactes</i>		LC	LC
17. 大嘴乌鸦 <i>Corvusmacrorhynchos</i>		LC	LC
18. 松鸦 <i>Garrulusglandarius</i>		LC	LC
19. 喜鹊 <i>Pica pica</i>		LC	LC
20. 红嘴蓝鹊 <i>Urocissaerythrorhyncha</i>		LC	LC
(10)山雀科 Paridae			
21. 黄腹山雀 <i>Pardaliparusvenustus</i> Δ		LC	LC
22. 绿背山雀 <i>Parusmonticolus</i>		LC	LC
23. 黑冠山雀 <i>Periparusrubidiventris</i>		LC	LC
(11)树莺科 Cettiidae			
24. 黄腹树莺 <i>Horornisacanthizoides</i> Δ		LC	LC
(12)柳莺科 Phylloscopidae			
25. 华西柳莺 <i>Phylloscopusoccisinensis</i>		LC	LC
26. 鹇莺属 1 种 <i>Seicercus</i> sp.		-	-
(13)莺鹟科 Sylviidae			
27. 红嘴鸦雀 <i>Conostomaamodum</i>		LC	LC
28. 棕头鸦雀 <i>Sinosuthorawebbiana</i>		LC	LC
29. 三趾鸦雀 <i>Cholornisparadoxus</i> Δ		NT	NT
(14)噪鹛科 Leiothrichidae			
30. 白喉噪鹛 <i>Garrulaxalbogularis</i>		LC	LC
31. 斑背噪鹛 <i>Garrulaxlunulatus</i> Δ		LC	LC
32. 黑领噪鹛 <i>Garrulaxpectoralis</i>		LC	LC
33. 灰翅噪鹛 <i>Garrulaxcineraceus</i>		LC	LC
34. 橙翅噪鹛 <i>Trochalopteronelliottii</i> Δ		LC	LC
35. 红嘴相思鸟 <i>Leiothrixlutea</i>		LC	NT

刘雪华, 张语克, 赵翔宇, 何祥博, 蔡琼, 朱云, 何百锁, 酒强 (2020) 秦岭中段野生动物多样性的红外相机监测数据库平台介绍. 生物多样性, 28 (9): 1075–1080.
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2020094>

物种 Species	保护等级 Protection level	IUCN 红色名录 IUCN Red List	中国脊椎动物红色名录(蒋志刚等, 2016) Red List of China's Vertebrates (Jiang et al., 2016)
(15) 绣眼鸟科 Zosteropidae			
36. 白领凤鹛 <i>Yuhinadiademata</i>		LC	LC
(16) 鳞胸鹧鸪科 Pnoepygidae			
37. 小鳞胸鹧鸪 <i>Pnoepygapusilla</i>		LC	LC
(17) 鹇科 Sittidae			
38. 普通鹇 <i>Sitta europaea</i>		LC	LC
(18) 鹎科 Turdidae			
39. 宝兴歌鹎 <i>Turdus mupinensis</i> Δ		LC	LC
40. 灰头鹎 <i>Turdus rubrocanus</i>		LC	LC
41. 灰翅鹎 <i>Turdus bouboul</i>		LC	LC
42. 乌鹎 <i>Turdus mandarinus</i>		LC	LC
43. 虎斑地鹎 <i>Zoothera aurea</i>		LC	LC
44. 淡背地鹎 <i>Zoothera mollissima</i>		LC	LC
45. 长尾地鹎 <i>Zoothera dixoni</i>		LC	LC
(19) 鹎科 Muscicapidae			
46. 红腹红尾鹎 <i>Phoenicurus erythrogastrus</i>		LC	LC
47. 黑喉红尾鹎 <i>Phoenicurus hodgsoni</i>		LC	LC
48. 紫啸鹎 <i>Myophonus caeruleus</i>		LC	LC
49. 北红尾鹎 <i>Phoenicurus aureus</i>		LC	LC
50. 棕腹大仙鹎 <i>Niltavadadi</i>		LC	LC
51. 棕腹仙鹎 <i>Niltava sundara</i>		LC	LC
52. 白顶溪鹎 <i>Chaimarrornis leucocephalus</i>		LC	LC
53. 蓝眉林鹎 <i>Tarsiger flavirostris</i>		LC	LC
54. 金色林鹎 <i>Tarsiger chrysaeus</i>		LC	LC
55. 白眉林鹎 <i>Tarsiger indicus</i>		LC	LC
56. 灰蓝姬鹎 <i>Ficedula tricolor</i>		LC	LC
(20) 岩鹎科 Prunellidae			
57. 棕胸岩鹎 <i>Prunella trochiloides</i>		LC	LC
(21) 雀科 Passeridae			
58. 灰头灰雀 <i>Pyrhula erythraea</i>		LC	LC
(22) 鹨科 Motacillidae			
59. 田鹨 <i>Anthus richardi</i>		LC	LC
(23) 燕雀科 Fringillidae			
60. 酒红朱雀 <i>Carpodacus sinensis</i>		LC	LC
61. 黑头蜡嘴雀 <i>Eophona personata</i>		LC	LC
(24) 鹀科 Emberizidae			
62. 小鹀 <i>Emberiza pusilla</i>		LC	LC

刘雪华, 张语克, 赵翔宇, 何祥博, 蔡琼, 朱云, 何百锁, 酒强 (2020) 秦岭中段野生动物多样性的红外相机监测数据库平台介绍. 生物多样性, 28 (9): 1075–1080.
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2020094>

物种	保护等级	IUCN 红色名录	中国脊椎动物红色名录(蒋志刚等, 2016)
Species	Protection level	IUCN Red List	Red List of China's Vertebrates (Jiang et al., 2016)
63. 蓝鹇 <i>Emberizasiemsseni</i> Δ		LC	LC
鸟类总计 Bird total: 63 种			

刘雪华, 张语克, 赵翔宇, 何祥博, 蔡琼, 朱云, 何百锁, 酒强 (2020) 秦岭中段野生动物多样性的红外相机监测数据库平台介绍. 生物多样性, 28 (9): 1075–1080.
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2020094>