•研究报告•

大熊猫国家公园的地栖大中型鸟兽多样性现状：基于红外相机数据的分析

田佳^{ID 1,2#}, 朱淑怡^{ID 1,2#}, 张晓峰³, 何礼文⁴, 古晓东⁵, 官天培^{ID 6*}, 李晟^{ID 1,2*}

1. 北京大学生命科学院, 北京 100871; 2. 北京大学生态研究中心, 北京 100871; 3. 陕西省林业局, 西安 710082; 4. 甘肃白水江国家级自然保护区, 甘肃陇南 746400; 5. 四川省林业与草原局, 成都 610081; 6. 西南民族大学青藏高原研究院, 成都 610225

摘要: 生物多样性监测是国家公园保护的核心基础。大熊猫国家公园是我国首批5个国家公园之一, 系统的保护规划与有效的管理行动均有赖于对区内生物多样性本底、现状与动态的深入了解。为了解大熊猫国家公园范围内兽类与鸟类多样性本底与现状, 本研究系统检索了该区域内2005–2020年基于红外相机调查技术的野生动物研究论文、项目报告以及新闻报道, 并对区内原有保护地的红外相机监测历史与结果进行了问卷调查。结果表明, 2005–2020年期间, 在大熊猫国家公园范围内51个保护地的红外相机调查与监测中, 共记录到分属6目22科55属的71种野生兽类与分属13目45科132属的232种野生鸟类。在国家公园所覆盖的秦岭、岷山、邛崃山、相岭4大山系中, 邛崃和岷山记录到的大中型地栖鸟兽物种多样性最高(均为兽类40种, 鸟类12种), 相岭最低(兽类25种, 鸟类7种)。单个保护地中记录到的大中型地栖鸟兽物种数量与保护地面积、红外相机有效工作日及相机位点的海拔跨度均呈正相关, 国家级保护地中记录到的物种数(28 ± 8.3 , mean $\pm$ SD)显著高于省级保护地(19 ± 8.9)。在大熊猫国家公园内共记录到猫科与犬科的4种大型食肉动物, 即豹(*Panthera pardus*)、雪豹(*P. uncia*)、狼(*Canis lupus*)和豺(*Cuon alpinus*), 主要来自于秦岭山系和邛崃山系, 而国家公园内的岷山山系则没有记录到大型食肉动物, 相岭山系中仅有1次狼的记录。本研究结果显示, 大熊猫国家公园内前期已经建立起的自然保护地网络与红外相机监测体系已积累大量区内野生兽类与鸟类的基础数据, 为国家公园的试点与建设提供了生物多样性编目与监测方面的可靠本底。在这些前期工作的基础上, 大熊猫国家公园应进一步规划、建设标准化的野生动物监测体系, 为今后国家公园的管理决策、成效评估提供坚实的科学支撑。

关键词: 自然保护地体系; 生物多样性编目; 野生动物监测; 红外相机网络; 大型食肉动物; 保护地管理

田佳, 朱淑怡, 张晓峰, 何礼文, 古晓东, 官天培, 李晟 (2021) 大熊猫国家公园的地栖大中型鸟兽多样性现状: 基于红外相机数据的分析. 生物多样性, 29, 1490–1504. doi: 10.17520/biods.2021165.

Tian J, Zhu SY, Zhang XF, He LW, Gu XD, Guan TP, Li S (2021) The diversity of large- and medium-sized terrestrial mammals and birds in the Giant Panda National Park: A meta-analysis based on camera-trapping data. Biodiversity Science, 29, 1490–1504. doi: 10.17520/biods.2021165.

The diversity of large- and medium-sized terrestrial mammals and birds in the Giant Panda National Park: A meta-analysis based on camera-trapping data

Jia Tian^{ID 1,2#}, Shuyi Zhu^{ID 1,2#}, Xiaofeng Zhang³, Liwen He⁴, Xiaodong Gu⁵, Tianpei Guan^{ID 6*}, Sheng Li^{ID 1,2*}

1 School of Life Sciences, Peking University, Beijing 100871

2 Institute of Ecology, Peking University, Beijing 100871

3 Forestry Administration of Shaanxi Province, Xi'an 710082

4 Baishuijiang National Nature Reserve, Longnan, Gansu 746400

5 Forestry and Grassland Administration of Sichuan Province, Chengdu 610081

6 Institute of Qinghai-Tibetan Plateau, Southwest Minzu University, Chengdu 610225

ABSTRACT

Aims: Biodiversity monitoring is the foundation of conservation work in national parks. Systematic conservation

收稿日期: 2021-04-28; 接受日期: 2021-07-29

基金项目: 生态环境部生物多样性调查、观测与评估项目(2019HJ2096001006)和香港海洋公园保育基金(RB03_1617)

共同第一作者 Co-first authors

* 共同通讯作者 Co-authors for correspondence. E-mail: tp-guan@hotmail.com; shengli@pku.edu.cn

planning and effective management actions within these parks highly rely on an in-depth evaluation of biodiversity metrics. In China, the Giant Panda National Park (GPNP) is one of the first five national parks. To establish baseline metrics of mammal and bird diversity in GPNP, we conducted a meta-analysis based on published camera-trapping data.

Methods: We systematically searched academic publications, project reports, and news articles that reported on wildlife camera-trapping studies between 2005 and 2020 in GPNP. We also conducted a questionnaire survey on the history and results of camera-trap monitoring projects within the protected areas of the region. These data were compiled for statistical analysis.

Results: Between 2005 and 2020, 71 wild mammal species belonging to 6 orders, 22 families and 55 genera, and 232 wild bird species belonging to 13 orders, 45 families and 132 genera were recorded via camera-trap monitoring in 51 protected areas within GPNP. Among the four mountain ranges within GPNP (i.e., Mts. Qinling, Mts. Minshan, Mts. Qionglai and Mts. Xiangling), the species richness of large- and medium-sized terrestrial mammals and birds was the highest in Mts. Qionglai and Mts. Minshan (40 mammal and 12 pheasant species for each) and the lowest in Mts. Xiangling (25 mammal and 7 pheasant species). The recorded number of target species in individual protected areas was positively correlated with the area of protected area, sampling effort (measured as number of camera-days), and the camera station elevation range. The numbers of species recorded in national protected areas (28 ± 8.3 , mean $\pm$ SD) were significantly higher than those in provincial protected areas (19 ± 8.9). Four large carnivores of Felidae and Canidae (leopard *Panthera pardus*, snow leopard *P. uncia*, wolf *Canis lupus* and dhole *Cuon alpinus*) were recorded in GPNP, primarily from Mts. Qinling and Mts. Qionglai, while no large carnivores were recorded within the park in Mts. Minshan and only one wolf was recorded in Mts. Xiangling.

Conclusion: The previous protected area network and camera-trapping monitoring network prior to the establishment of GPNP have already accumulated a high quantity of data on wild mammals and birds in this region. These data provide a reliable baseline biodiversity inventory for the pilot and construction phases of GPNP. In light of these results, GPNP should design and implement a standardized wildlife monitoring system to further provide additional data for future evaluations of park management, decision-making, and conservation effectiveness.

Key words: protected area system; biodiversity inventory; wildlife monitoring; camera-trapping network; large carnivores; protected area management

建立以国家公园为主体的自然保护地体系是我国生态文明建设的重要内容(杨锐, 2017; 朱春全, 2017; 臧振华等, 2020)。我国于2013年提出建立国家公园体制, 并于2017年9月发布《建立国家公园体制总体方案》。国家公园体制建设以生态保护第一、国家代表性、全民公益性为三大理念(杨锐, 2017), 以保护生态系统的原真性与完整性为重要目标(朱春全, 2017), 而生物多样性监测则是我国国家公园保护的核心基础之一(米湘成, 2019)。相比以往的自然保护区等保护地, 国家公园的建设在客观上对区内的生物多样性本底和信息的掌握提出了更高的要求(米湘成, 2019); 而国家公园的规划和政策制定, 也亟需对已有的生物多样性信息进行汇总、整合, 以明确公园建立之初的本底, 从而为今后管理与监测目标的设定提供可靠参考。

2017–2020年, 我国共设立10处国家公园体制试点区, 大熊猫国家公园是其中之一, 其面积广大, 地形复杂, 植被茂密, 物种多样性的监测工作面临诸多困难与挑战。在过去20年间, 红外相机技术作为一种无损伤、全天候监测野生动物多样性的技术

手段在我国得到了广泛应用, 目前已成为野生动物多样性尤其是大中型兽类及地栖鸟类监测中必不可少的调查方法(李晟等, 2014; 肖治术等, 2014a; 肖治术, 2019; 李晟, 2020)。大熊猫保护地是我国最早大规模使用红外相机开展野生动物调查与监测的区域(卢学理等, 2005; Wang et al, 2006; Li et al, 2010)。经过20年的发展, 在大熊猫国家公园体制试点(以下简称大熊猫国家公园)实施期间已初步建立起区域性的红外相机监测网络, 园区范围内野外布设红外相机近1万台(Li et al, 2020; 李晟等, 2020, 2021)。基于这些红外相机监测数据, 许多保护地对其区域内的兽类与鸟类物种进行了本底调查, 发表了一系列区域生物多样性的研究论文, 补充、完善了各自的野生动物名录与本底信息(例如: 何百锁等, 2016; 田成等, 2018; 蒋忠军等, 2019)。这些已有的数据为大熊猫国家公园的本底物种多样性情况提供了宝贵的研究资料。

然而, 以往的红外相机调查数据往往限于单个保护地, 各保护地开展的调查彼此之间相对独立, 且并未在整个国家公园范围内进行汇总。而大熊猫

国家公园强调整体性保护,其监测目标和监测方案需要建立在现有生物多样性数据的客观评价与分析的基础之上。为充分利用现有数据,评估大熊猫国家公园范围内野生兽类与鸟类多样性及红外相机调查现状,本研究系统收集2005–2020年红外相机监测相关学术论文等多方面来源资料,从中提取并汇总大熊猫国家公园内大中型兽类及地栖鸟类的物种记录数据,以了解不同片区野生动物群落与多样性的组成特征,并分析不同因素对于各保护地记录到的大中型地栖兽类与鸟类物种数量的影响。本研究汇总的信息与分析的结果,将为国家公园的后续建设与规划、保护管理工作的开展以及长期的物种多样性监测体系的建设提供有力的数据支持。

1 研究区域

大熊猫国家公园范围包括陕西南部、甘肃南部、四川中部与北部的野生大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)主要栖息地及廊道,总面积27,134 km² (李晟等, 2021)。根据地域与管理归属,大熊猫国家公园可以分为4个管理片区,自北向南依次为秦岭片区、白水江片区、岷山片区、邛崃-大相岭片区(附录1)。公园范围内原有84个不同类型的自然保护地,包括自然保护区、森林公园、风景名胜区、地质公园等,扣除空间重叠部分后的总面积为21,347 km², 占国家公园总面积的78.67% (Huang et al, 2020; 李晟等, 2021; 附录2)。

大熊猫国家公园陕西秦岭片区面积4,386 km², 是我国大熊猫分布最北的山系,海拔范围977–3,767 m。甘肃白水江片区包括白水江国家级自然保护区、裕河省级自然保护区以及林场,总面积2,571 km², 海拔范围595–4,072 m, 区内的野生大熊猫被分割为白水江栖息地和裕河栖息地2个局域种群,其中裕河种群高度濒危。四川区域包括岷山片区和邛崃-大相岭两大片区,面积20,177 km², 占大熊猫国家公园总面积的74.36% (李晟等, 2021)。区内地形地貌复杂多样,海拔跨度为631–6,250 m。全国第四次大熊猫调查结果显示,四川省内野生大熊猫数量为1,387只,占全国总数(1,864只)的74.4%,其中国家公园四川区域内有野生大熊猫1,225只(四川省林业厅, 2015)。

在本研究中,根据自然地理与大熊猫野生种群、栖息地的分隔情况,将大熊猫国家公园划分为

秦岭山系、岷山山系、邛崃山系、相岭山系4个山系(附录1),分别进行统计与分析。

2 方法

2.1 数据收集

系统检索2005–2020年涉及大熊猫国家公园内保护地的红外相机监测文献与记录,数据来源包括:(1)学术论文。在中国知网(<https://www.cnki.net/>)、Web of Science (<https://www.webofknowledge.com/>)以“红外相机(camera trap, camera-trapping, infrared camera)”“大熊猫(giant panda)”“保护区/保护地(nature reserve/protected area)”及各保护地的名称为检索词,全面检索2005–2020年期间研究区域内以红外相机为调查手段的全部中、英文论文(参见Li et al, 2020)。(2)问卷调查。设计保护地红外相机监测情况问卷(附录3),发放给研究区域内所有自然保护地,收集各保护地的红外相机监测历史、调查工作量、记录野生动物物种名录等关键信息(详见Li et al, 2020)。(3)新闻报道。针对未有或少有研究论文发表、信息较为缺乏的保护地,使用百度搜索引擎、微信媒体平台,以“红外相机”“相机”“拍摄”和保护地的名称为检索词,补充搜索了这些保护地开展红外相机调查与监测的相关新闻报道,尽可能收集和识别所有报道信息并删除重复记录,然后对新闻报道中出现的红外相机拍摄照片、视频进行物种鉴定与核实。(4)项目报告与未发表数据集。补充收集了研究区域内部分保护区开展红外相机调查与监测的项目报告,以及“西南山地红外相机监测网络”(李晟等, 2020)中部分保护地的未发表数据集。以上4个方面可全面覆盖大熊猫国家公园内已有的红外相机调查资料。

2.2 物种编目

基于以上资料,汇总各保护地红外相机调查中记录到的物种名录,以及有效相机日(camera-days)、调查位点海拔跨度。对上述来源的资料中记录到的大熊猫国家公园内的兽类和鸟类进行汇总与审核,删去鉴定有误或存疑的物种记录,整理得到大熊猫国家公园内的物种名录,并统计各物种的保护级别和记录保护地数。兽类与鸟类物种的名称和分类体系主要参照《中国哺乳动物多样性(第2版)》(蒋志刚等, 2017)与《中国鸟类分类与分布名录(第三版)》(郑光美, 2017),并结合最新的物种

分类研究进展。物种的国家保护级别参照国家林业和草原局农业农村部公告(2021年第3号)的《国家重点保护野生动物名录》(<http://www.forestry.gov.cn/main/5461/20210205/122418860831352.html>), IUCN 物种红色名录评估级别参照IUCN受威胁物种红色名录(IUCN Red List of Threatened Species, <http://www.iucnredlist.org>)。

2.3 地栖大中型物种的空间分布调查及影响因素分析

由于红外相机技术无法有效探测和记录小型兽类(例如劳亚食虫目、啮齿目鼠科物种)与非地栖鸟类(例如隼形目、雀形目物种), 所以在进行不同地区之间记录的物种数与类群组成的对比时, 统计的动物类群应仅限于红外相机可以有效探测并准确识别的地栖大中型鸟兽(李晟等, 2014; 肖治术等, 2014a; 朱淑怡等, 2017)。在本研究中, 结合大熊猫国家公园中的野生动物类群组成, 确定适用于红外相机监测记录的地栖大中型鸟兽包括兽类中的灵长目、食肉目、偶蹄目、兔形目兔科、啮齿目豪猪科与松鼠科, 以及鸟类中的鸡形目物种。其中, 松鼠科部分物种虽然具有不同程度的树栖性且体型相对较小, 但均具有较高频率的地面活动, 且在被红外相机拍摄到的影像中通常都可以较为准确地识别出具体的物种, 因此也包括在红外相机监测的目标类群中。

分别统计各保护地中记录到的上述地栖大中型鸟兽目标类群的物种数, 无红外相机调查记录的保护地记为“无数据(no data)”。使用ArcMap 10.6对大熊猫国家公园内红外相机所记录到的物种多样性空间分布进行作图。在目级水平上统计秦岭、岷山、邛崃、相岭4大山系中记录到的地栖鸟兽物种数量, 以对比各山系的物种多样性。

以单个保护地为单位, 分析各种因素(包括保护地级别、保护地面积、红外相机工作日和调查海拔跨度)对该保护地内红外相机监测中记录到的地栖大中型兽类与鸟类物种数量的影响。该分析的目标动物类群仅限于有完整物种名录的保护地中的地栖大中型鸟兽, 具体包括的物种类群与前述目标类群相同。其中, 有完整物种名录的保护地定义为: 该保护地至少有1份红外相机调查资料提供了监测过程中记录到的所有地栖大中型鸟兽。对保护地中取样充分性的判断参考了Si等(2014)与Kays等(2020)

关于最小调查强度(minimum trapping effort)的分析与建议。

为排除影响因子之间的相关性对结果的影响, 直观地观察各因素与记录物种数的关系, 首先进行了单因子分析。由于拥有完整物种名录的保护地绝大多数为国家级或省级保护地, 其他级别的保护地数量极少, 故对保护地级别影响的分析仅包括国家级与省级保护地, 红外相机记录到的物种数与保护地级别的关系用箱线图来反映, 并用秩和检验(rank sum test)来分析国家级和省级保护地中记录物种数的差异的显著性。使用单元线性回归方法对记录物种数与保护地面积、红外相机工作日和调查海拔跨度的关系分别进行拟合分析。以上分析和作图用R软件的ggplot2包(Wickham et al, 2020)完成。

为综合研究各因素的影响, 并考虑到物种数的离散性、非负性, 以上述因子为自变量, 以记录物种数为因变量进行多元广义线性回归(Poisson回归)分析。在回归之前, 计算各自变量之间的相关系数, 以确定其相关性; 对保护地面积、红外相机工作日和调查海拔跨度进行特征缩放(scale), 以消除不同变量的量纲和量级不同所产生的影响。

在以上分析中, 为使自变量在一定程度上符合正态分布的特征, 对各保护地的面积和红外相机工作日取自然对数处理。

2.4 大熊猫种群密度与记录到的同域分布地栖大中型鸟兽物种数的关系

大熊猫作为大熊猫国家公园的旗舰种(flagship species)以及世界生物多样性保护的标志性物种(薛冰洁等, 2017), 在国家公园内的分布和数量以及与区域总体保护效果的关系备受关注。有研究显示, 大熊猫同时是一个有效的伞护种(umbrella species), 对大熊猫及其栖息地的保护投入, 可以同时惠益于众多与之同域分布的其他野生动物(Li & Pimm, 2016; Li et al, 2020)。因此, 对于记录到大熊猫分布的保护地, 使用R软件的ggplot2包进行线性拟合, 在保护地尺度上, 分析野生大熊猫的种群密度与区内记录到的地栖大中型鸟兽物种数量之间的关系。在一个保护地中:

$$\text{种群密度} = \text{数量}/\text{适宜栖息地面积} \quad (1)$$

其中, 各保护地的野生大熊猫种群数量和适宜栖息地面积数据来源于全国第四次大熊猫调查(四川省林业厅, 2015; 周灵国等, 2017)。

2.5 大型食肉动物的记录

保护生态系统的原真性与完整性是我国国家公园建设的关键目标之一(朱春全, 2017), 而大型食肉动物是陆地生态系统营养级结构与动物群落结构完整性的标志性类群(Ripple et al, 2014)。大型食肉动物通常是指体重 ≥ 15 kg的陆生食肉类哺乳动物(Ripple et al, 2014), 它们在陆地生态系统中处于食物链和营养级的较高位置, 通常是生态系统中的顶级捕食者, 可以通过直接捕食, 或由于自身存在而带来的恐惧效应(fear effect)的间接作用, 对食物链下游猎物物种的种群起到控制作用, 进而通过营养级联效应(trophic cascading effect)对生态系统中的各类组分产生影响(Suraci et al, 2016)。大熊猫国家公园地处全球大型食肉动物多样性最为丰富的地区(Ripple et al, 2014), 迄今仍保留了多种大型食肉动物物种, 包括豹(*Panthera pardus*)、雪豹(*P. uncia*)、狼(*Canis lupus*)、豺(*Cuon alpinus*)、黑熊(*Ursus thibetanus*)等(Li et al, 2020; 李晟等, 2020)。长期以来的人类活动对这些大型食肉动物的分布和种群产生了巨大的影响, 因此, 在本研究中着重关注该区域内现存的以肉食性为主的4种大型食肉动物(豹、雪豹、狼、豺)在红外相机监测中的记录情况, 统计记录到这些大型食肉动物的保护地, 以摸清它们在各山系的分布情况。

3 结果

共收集到红外相机调查资料168份, 包括学术论文91篇(附录4), 新闻报道28份, 项目报告和未发表数据集6份(附录5), 调查问卷43份。这些资料共覆盖大熊猫国家公园范围内的40个自然保护区(国家级、省级、县级分别有20、18、2个)与11个其他类型自然保护地(森林公园、保护小区等)(附录1, 附录2), 其中40个保护地有基于红外相机调查数据的完整兽类名录, 39个有完整鸟类名录。在大多数保护地中, 红外相机按照公里网格的方式布设; 在有完整物种名录的保护地中, 大部分保护地的有效相机工作日大于3,000天, 有效相机位点大于30个。红外相机调查强度的分布见附录2。

3.1 物种组成

3.1.1 兽类多样性记录

2005–2020年, 红外相机记录到的兽类物种共计71种(表1, 附录6), 隶属于6目22科55属, 占我国

野生哺乳动物物种总数(692种, 蒋志刚等, 2017)的10.26%。其中, 地栖大中型物种共计51种(表1), 隶属于5目15科42属。在记录到的所有兽类中, 被列为国家I级保护野生动物的有13种, 分别是川金丝猴(*Rhinopithecus roxellana*)、豺、大熊猫、小灵猫(*Viverricula indica*)、荒漠猫(*Felis bieti*)、金猫(*Pardofelis temminckii*)、豹、雪豹、林麝(*Moschus berezovskii*)、马麝(*M. chrysogaster*)、梅花鹿(*Cervus nippon*)、秦岭羚牛(*Budorcas bedfordi*)与四川羚牛(*B. tibetanus*); 被列为国家II级保护野生动物的有17种, 分别是藏酋猴(*Macaca thibetana*)、猕猴(*M. mulatta*)、赤狐(*Vulpes vulpes*)、狼、貉(*Nyctereutes procyonoides*)、黑熊、中华小熊猫(*Ailurus styani*)、石貂(*Martes foina*)、黄喉貂(*M. flavigula*)、欧亚水獭(*Lutra lutra*)、斑林狸(*Prionodon pardicolor*)、豹猫(*Prionailurus bengalensis*)、毛冠鹿(*Elaphodus cephalophus*)、水鹿(*Rusa unicolor*)、岩羊(*Pseudois nayaur*)、中华斑羚(*Naemorhedus griseus*)和中华鬣羚(*Capricornis milneedwardsii*)。在IUCN物种红色名录中, 被评估为濒危(EN)的有5种, 分别是川金丝猴、豺、中华小熊猫、林麝和马麝; 被评估为易危(VU)的有9种, 分别是大熊猫、黑熊、荒漠猫、豹、雪豹、水鹿、秦岭羚牛、四川羚牛和中华斑羚; 被评估为近危(NT)的有8种, 分别是复齿鼯鼠(*Trogopterus xanthipes*)、四川田鼠(*Volemys millicens*)、藏酋猴、香鼬(*Mustela altaica*)、欧亚水獭、金猫、毛冠鹿和中华鬣羚; 被评估为数据缺乏(DD)的1种, 即缺齿伶鼬(*Mustela aistoodonnivalis*)。

记录到大熊猫的保护地共有40个(以下称为“记录保护地数”), 在所有物种中最多, 其次为中国豪猪(*Hystrix hodgsoni*)、川金丝猴、毛冠鹿和野猪(*Sus scrofa*) (均为38个); 记录保护地数在30及30以上的物种还有黑熊、猪獾(*Arctonyx albogularis*)、黄喉貂、豹猫、中华鬣羚、花面狸(*Paguma larvata*)、林麝、中华斑羚和黄鼬(*Mustela sibirica*), 在20–29个的物种有小鹿(*Muntiacus reevesi*)和四川羚牛。

3.1.2 鸟类多样性记录

文献记录到的鸟类有232种, 隶属于13目45科132属, 其中鸡形目(即雉类, 1目1科)物种16种(表2), 其余鸟类12目44科216种(附录7)。在野生雉类中, 在邛崃山系的鞍子河自然保护区还记录到了红腹锦

表1 大熊猫国家公园红外相机监测中记录到的地栖大中型兽类物种名录(2005–2020)

Table 1 Large- and medium-sized terrestrial mammal species recorded via camera-trapping monitoring in the Giant Panda National Park (2005–2020)

物种 Species	国家保护级别 National protected category	IUCN评估级别 IUCN Red List*	记录保护地数 No. protected areas detected
(一)兔形目 Lagomorpha			
(1)兔科 Leporidae			
1. 灰尾兔 <i>Lepus oiostolus</i>		LC	1
2. 蒙古兔 <i>Lepus tolai</i>		LC	1
(二)啮齿目 Rodentia			
(2)松鼠科 Sciuridae			
3. 赤腹松鼠 <i>Callosciurus erythraeus</i>		LC	2
4. 岩松鼠 <i>Sciurotamias davidianus</i>		LC	19
5. 北松鼠 <i>Sciurus vulgaris</i>		LC	1
6. 隐纹花松鼠 <i>Tamias swinhoei</i>		LC	16
7. 珀氏长吻松鼠 <i>Dremomys pernyi</i>		LC	5
8. 北花松鼠 <i>Tamias sibiricus</i>		LC	6
9. 喜马拉雅旱獭 <i>Marmota himalayana</i>		LC	5
(3)豪猪科 Hystricidae			
10. 中国豪猪 <i>Hystrix hodgsoni</i>		LC	38
(三)灵长目 Primates			
(4)猴科 Cercopithecidae			
11. 藏酋猴 <i>Macaca thibetana</i>	II	NT	18
12. 猕猴 <i>Macaca mulatta</i>	II	LC	7
13. 川金丝猴 <i>Rhinopithecus roxellana</i>	I	EN	38
(四)食肉目 Carnivora			
(5)犬科 Canidae			
14. 豺 <i>Cuon alpinus</i>	I	EN	5
15. 赤狐 <i>Vulpes vulpes</i>	II	LC	7
16. 狼 <i>Canis lupus</i>	II	LC	3
17. 貉 <i>Nyctereutes procyonoides</i>	II	LC	1
(6)熊科 Ursidae			
18. 大熊猫 <i>Ailuropoda melanoleuca</i>	I	VU	40
19. 黑熊 <i>Ursus thibetanus</i>	II	VU	37
(7)小熊猫科 Ailuridae			
20. 中华小熊猫 <i>Ailurus styani</i>	II	EN	13
(8)鼬科 Mustelidae			
21. 黄腹鼬 <i>Mustela kathiah</i>		LC	3
22. 香鼬 <i>Mustela altaica</i>		NT	7
23. 黄鼬 <i>Mustela sibirica</i>		LC	32
24. 缺齿伶鼬 <i>Mustela aistoodonnivalis</i>		DD	4
25. 石貂 <i>Martes foina</i>	II	LC	5
26. 黄喉貂 <i>Martes flavigula</i>	II	LC	36
27. 欧亚水獭 <i>Lutra lutra</i>	II	NT	6
28. 亚洲狗獾 <i>Meles leucurus</i>		LC	7
29. 鼬獾 <i>Melogale moschata</i>		LC	13
30. 猪獾 <i>Arctonyx albogularis</i> **		LC	37

表1 (续) Table 1 (continued)

物种 Species	国家保护级别 National protected category	IUCN评估级别 IUCN Red List*	记录保护地数 No. protected areas detected
(9)灵猫科 Viverridae			
31. 小灵猫 <i>Viverricula indica</i>	I	LC	1
32. 花面狸 <i>Paguma larvata</i>		LC	35
(10)林狸科 Prionodontidae			
33. 斑林狸 <i>Prionodon pardicolor</i>	II	LC	1
(11)猫科 Felidae			
34. 豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>	II	LC	36
35. 荒漠猫 <i>Felis bieti</i>	I	VU	2
36. 金猫 <i>Pardofelis temminckii</i>	I	NT	13
37. 豹 <i>Panthera pardus</i>	I	VU	10
38. 雪豹 <i>Panthera uncia</i>	I	VU	4
(五)偶蹄目 Artiodactyla			
(12)麝科 Moschidae			
39. 林麝 <i>Moschus berezovskii</i>	I	EN	35
40. 马麝 <i>Moschus chrysogaster</i>	I	EN	3
(13)鹿科 Cervidae			
41. 狍 <i>Capreolus pygargus</i>		LC	5
42. 小鹿 <i>Muntiacus reevesi</i>		LC	29
43. 毛冠鹿 <i>Elaphodus cephalophus</i>	II	NT	38
44. 水鹿 <i>Rusa unicolor</i>	II	VU	7
45. 梅花鹿 <i>Cervus nippon</i>	I	LC	1
(14)牛科 Bovidae			
46. 秦岭羚牛 <i>Budorcas bedfordi</i>	I	VU	11
47. 四川羚牛 <i>Budorcas tibetanus</i>	I	VU	28
48. 岩羊 <i>Pseudois nayaur</i>	II	LC	9
49. 中华斑羚 <i>Naemorhedus griseus</i>	II	VU	34
50. 中华鬣羚 <i>Capricornis milneedwardsii</i>	II	NT	36
(15)猪科 Suidae			
51. 野猪 <i>Sus scrofa</i>		LC	38

* IUCN评估级别: LC: 无危; NT: 近危; VU: 易危; EN: 濒危; DD: 数据缺乏。**在《中国哺乳动物多样性(第2版)》(蒋志刚等, 2017)中, 中国分布的猪獾属(*Arctonyx*)物种被认为均是*A. collaris*。但在IUCN红色名录中, 大熊猫国家公园范围内分布的猪獾属物种在分类上被认为是北猪獾(*A. albogularis*, 英文名northern hog badger), 评估等级为LC; 大猪獾(*A. collaris*, 英文名greater hog badger)被认为主要分布在东南亚中南半岛, 评估等级为VU。

* IUCN Red List: LC, Least concern; NT, Near threatened; VU, Vulnerable; EN, Endangered; DD, Data deficient. ** In *China's Mammal Diversity (2nd edition)* (Jiang et al, 2017), the *Arctonyx* species in China is considered as *A. collaris*. In IUCN Red List, the hog badger distributed in the Giant Panda National Park is classified as *A. albogularis* (northern hog badger), which is categorized as LC; *A. collaris* (greater hog badger) is considered to be mainly distributed in Indo-China Peninsula in Southeast Asia, which is categorized as VU.

鸡(*Chrysolophus pictus*)与白腹锦鸡(*C. amherstiae*)的野外杂交种(史晓昀等, 2018)。在所有鸟类中, 被列为国家I级保护野生动物的有10种, 分别是斑尾榛鸡(*Tetrastes sewerzowi*)、红喉雉鹑(*Tetraophasis obscurus*)、绿尾虹雉(*Lophophorus lhuysii*)、黑颈鹤(*Grus nigricollis*)、胡兀鹫(*Gypaetus barbatus*)、秃鹫(*Aegypius monachus*)、金雕(*Aquila chrysaetos*)、白

尾海雕(*Haliaeetus albicilla*)、猎隼(*Falco cherrug*)和黑额山噪鹛(*Garrulax sukatschewi*); 被列为国家II级保护野生动物的有49种, 分别是藏雪鸡(*Tetraogallus tibetanus*)、血雉(*Ithaginis cruentus*)、红腹角雉(*Tragopan temminckii*)、勺鸡(*Pucrasia macrolopha*)、白鹇(*Lophura nychthemera*)、白马鸡(*Crossoptilon crossoptilon*)、蓝马鸡(*C. auritum*)、红

表2 大熊猫国家公园红外相机监测中记录到的鸡形目物种(2005–2020)

Table 2 Galliformes species recorded via camera-trapping monitoring in the Giant Panda National Park (2005–2020)

物种 Species	国家保护级别 National protected category	IUCN评估级别 IUCN Red List*	记录保护地数 No. of protected areas detected
1. 斑尾榛鸡 <i>Tetrastes sewerzowi</i>	I	NT	4
2. 雪鹑 <i>Lerwa lerwa</i>		LC	5
3. 红喉雉鹑 <i>Tetraophasis obscurus</i>	I	LC	9
4. 藏雪鸡 <i>Tetraogallus tibetanus</i>	II	LC	6
5. 高原山鹑 <i>Perdix hodgsoniae</i>		LC	3
6. 灰胸竹鸡 <i>Bambusicola thoracicus</i>		LC	7
7. 血雉 <i>Ithaginis cruentus</i>	II	LC	34
8. 红腹角雉 <i>Tragopan temminckii</i>	II	LC	39
9. 勺鸡 <i>Pucrasia macrolopha</i>	II	LC	25
10. 绿尾虹雉 <i>Lophophorus lhuysii</i>	I	VU	12
11. 白鹇 <i>Lophura nycthemera</i>	II	LC	1
12. 白马鸡 <i>Crossoptilon crossoptilon</i>	II	NT	1
13. 蓝马鸡 <i>Crossoptilon auritum</i>	II	LC	6
14. 环颈雉 <i>Phasianus colchicus</i>		LC	14
15. 红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i>	II	LC	34
16. 白腹锦鸡 <i>Chrysolophus amherstiae</i>	II	LC	6
红腹锦鸡 × 白腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i> × <i>C. amherstiae</i>		—	1

* IUCN评估级别: LC: 无危; NT: 近危; VU: 易危。* IUCN Red List: LC, Least concern; NT, Near threatened; VU, Vulnerable.

腹锦鸡、白腹锦鸡、凤头蜂鹰(*Pernis ptilorhynchus*)、高山兀鹫(*Gyps himalayensis*)、鹰雕(*Nisaetus nipalensis*)、凤头鹰(*Accipiter trivirgatus*)、赤腹鹰(*A. soloensis*)、松雀鹰(*A. virgatus*)、雀鹰(*A. nisus*)、苍鹰(*A. gentilis*)、白尾鹞(*Circus cyaneus*)、灰脸鵟鹰(*Butastur indicus*)、大鵟(*Buteo hemilasius*)、普通鵟(*B. japonicus*)、领角鸮(*Otus lettia*)、雕鸮(*Bubo bubo*)、黄腿渔鸮(*Ketupa flavipes*)、灰林鸮(*Strix aluco*)、领鸮(*Glaucidium brodiei*)、斑头鸮(*G. cuculoides*)、纵纹腹小鸮(*Athene noctua*)、草鸮(*Tyto longimembris*)、三趾啄木鸟(*Picoides tridactylus*)、红隼(*Falco tinnunculus*)、红腹山雀(*Poecile davidi*)、金胸雀鹛(*Lioparus chrysotis*)、三趾鸦雀(*Cholornis paradoxus*)、白眶鸦雀(*Sinosuthora conspicillata*)、画眉(*Garrulax canorus*)、斑背噪鹛(*G. lunulatus*)、大噪鹛(*G. maximus*)、眼纹噪鹛(*G. ocellatus*)、棕噪鹛(*G. berthemyi*)、橙翅噪鹛(*Trochalopteron elliotii*)、红翅噪鹛(*T. formosum*)、红嘴相思鸟(*Leiothrix lutea*)、四川旋木雀(*Certhia tianquanensis*)、红喉歌鸲(*Calliope calliope*)、黑喉歌鸲(*C. obscura*)、蓝喉歌鸲(*Luscinia svecica*)、棕腹大仙鹛(*Niltava davidi*)

和蓝鹇(*Emberiza siemsseni*)。在IUCN物种红色名录中, 被评估为濒危(EN)的有1种, 为猎隼; 被评为易危(VU)的有3种, 为绿尾虹雉、黑额山噪鹛和黑喉歌鸲; 被评估为近危(NT)的有6种, 为斑尾榛鸡、白马鸡、黑颈鹤、胡兀鹫、高山兀鹫和秃鹫; 其余鸟类均被评估为无危(LC)。

在16个雉类物种中, 记录保护地数最多的物种为红腹角雉(39个), 其次为血雉和红腹锦鸡(均为34个); 记录保护地数在10及10个以上的物种还有勺鸡、环颈雉(*Phasianus colchicus*)和绿尾虹雉。记录保护地最少的为白鹇和白马鸡, 均仅在1个保护地中有记录。

3.2 空间分布

3.2.1 在保护地中的分布

大熊猫国家公园中记录到的大中型地栖鸟兽物种数量的空间分布如图1所示。记录兽类物种数超过30种的保护地有2个, 为卧龙国家级自然保护区(37种)和王朗国家级自然保护区(32种); 记录雉类物种数超过10种的保护地有3个, 为雪宝顶国家级自然保护区、卧龙国家级自然保护区、鞍子河国家级自然保护区(均为11种)。以上这些保护地均位

图1 大熊猫国家公园内各保护地红外相机监测中记录到的地栖大中型兽类(a)和雉类(b)物种数(2005–2020)

Fig. 1 Number of large- and medium-sized terrestrial mammal (a) and pheasant (b) species recorded in each protected area via camera-trapping monitoring within the Giant Panda National Park (2005–2020)

于岷山和邛崃山系。位于秦岭和相岭山系的保护地所记录到的兽类物种数均未超过30种，雉类物种数均未超过6种。在所有山系中都存在尚无红外相机记录的区域，其中邛崃山系的空白区域面积最大，岷山其次。这些空白区域大多为森林公园、地质公园和风景名胜，以及以往未被保护地覆盖的区域。在各种类型的保护地中，全部的地质公园、80%的森林公园和风景名胜没有红外相机记录，而除了4个珍稀鱼类和珍稀水生生物自然保护区，以及四川东阳沟省级自然保护区和余家山县级自然保护区以外，其余自然保护区均有红外相机记录。

3.2.2 在山系中的分布

在秦岭、岷山、邛崃、相岭4大山系中，岷山山系和邛崃山系记录到的地栖鸟兽物种数最高(均为52种)，其次为秦岭山系(38种)和相岭山系(32种)。其中，鸡形目物种在岷山山系和邛崃山系各记录到12种，在秦岭山系和相岭山系各记录到7种；偶蹄目物种在岷山山系记录得最多(11种)，在相岭山系记录得最少(7种)；食肉目物种在邛崃山系记录得最多(20种)，在相岭山系记录得最少(12种)。在目的水平上，4个山系的地栖鸟兽中，记录物种数最多的均为食肉目(图2)。

3.3 影响物种记录的因素

保护地级别、保护地面积、红外相机有效工作日和调查海拔跨度这4个单因素对红外相机记录的

影响见图3。其中，保护地级别的分析共包含拥有完整物种名录的18个国家级与16个省级保护地，结果显示国家级保护地中记录到的物种数(28 ± 8.3 , mean $\pm$ SD)极显著高于省级保护地(19 ± 8.9 ; 图3a)

图2 大熊猫国家公园4大山系红外相机监测中记录到的地栖大中型鸟兽物种数量与组成(2005–2020)。图中兔形目仅包括兔科，啮齿目仅包括豪猪科和松鼠科。

Fig. 2 Number and component of large- and medium-sized terrestrial bird and mammal species recorded in each of the four mountain ranges via camera-trapping monitoring in the Giant Panda National Park (2005–2020). In this figure, Lagomorpha includes Leporidae only, and Rodentia includes Hystricidae and Sciuridae only.

图3 不同因素对保护地记录物种数的影响。图b–d中, 黑线为拟合直线, 灰色区域为95%置信区间。** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$ 。
Fig. 3 The influence of different factors on the number of species recorded in protected areas. In b–d, the black lines are the fitting lines, and the gray areas show the confidence intervals. ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$.

表3 保护地记录物种数与各种影响因素的多元回归分析结果

Table 3 The results of the multiple regression analysis on the number of species recorded in protected areas and various factors

自变量 Independent variable	回归系数 Regression coefficient	标准误差 Standard error	P
保护地级别 Level of protected area	0.1072	0.0998	0.283
$\log(\text{保护地面积 Area of protected area (km}^2\text{)})$	0.0642	0.0489	0.189
$\log(\text{相机有效工作日 Effective camera-day (} \times 10^4 \text{)})$	0.2811	0.0685	$4.04 \times 10^{-5}^{***}$
海拔跨度 Elevation span (m)	0.0112	0.0579	0.847

*** $P < 0.001$

($P = 0.0035$)。保护地记录到的物种数与保护地面积(均取自然对数; $R^2 = 0.0267$, $P = 0.320$; 保护地数量 $N = 39$)、相机有效工作日(取自然对数; $R^2 = 0.6075$, $P = 2.38 \times 10^{-7}$; 保护地数量 $N = 31$)和海拔跨度($R^2 = 0.3642$, $P = 2.01 \times 10^{-4}$; 保护地数量 $N = 33$)均呈正相关, 但记录物种数与保护地面积(均取自然对数)无明显线性关系(图3 b–d)。

有完整鸟类和兽类名录, 且兼有面积、相机日和监测海拔跨度数据的保护地共有24个。相关性表明, 相机日与监测海拔跨度之间存在较强的相关性

($r = 0.7460$), 与保护地面积中度相关($r = 0.5044$), 其他的两两变量之间没有明显相关性($r < 0.5$)。虽然相机日与海拔跨度和保护地面积确实存在一定的关联, 但这3个变量所反映的是红外相机监测工作中不同方面的影响因素, 故我们仍将相机日、海拔跨度、保护地面积, 连同保护地级别(国家级记为1, 省级记为2)一起, 全部作为自变量参与多元回归(表3)。回归结果显示, 综合考虑4个自变量时, 仅有相机有效工作日(log转换)这一变量的影响极显著($P = 4.04 \times 10^{-5}$; 表3), 但记录物种数的拟合值残差分布

不呈正态(附录8), 表明该模型拟合效果不佳。

3.4 大熊猫种群密度与记录到的同域分布地栖大中型鸟兽物种数的关系

有完整鸟类和兽类名录, 且在第四次大熊猫调查范围内的保护地有34个。经线性拟合分析, 保护地中记录到的物种数与区内野生大熊猫的种群密度呈显著的弱正相关($R^2 = 0.1860$, $P = 0.011$; 图4)。

3.5 大型食肉动物的记录

在大熊猫国家公园内, 共记录到猫科与犬科的4种大型食肉动物, 分别是豹、雪豹、狼和豺。其中记录到豹的保护地有10个, 主要分布于秦岭山系(8个), 在邛崃山系的卧龙与蜂桶寨2个国家级自然保护区也有记录; 记录到雪豹的保护地有4个, 全部分布于邛崃山系; 记录到狼的保护地有3个, 分布于邛崃山系(2个)和相岭山系(1个); 记录到豺的保护地有5个, 分别位于秦岭山系(1个)和邛崃山系(4个), 其中邛崃山系的1个记录位点涉及空间重叠的多个保护地(即黑水河自然保护区、西岭雪山国家级风景名胜区与西岭国家森林公园)(图5)。

4种大型食肉动物的记录主要来自于秦岭山系和邛崃山系, 而在国家公园范围内的岷山山系则没有记录到大型食肉动物, 相岭山系中仅有1次狼的记录(大相岭自然保护区)。在大熊猫国家公园范围内的所有保护地中, 仅有卧龙国家级自然保护区保留有全部4种大型食肉动物。

4 讨论

大熊猫国家公园地处中国西南山地, 为全球34

图4 保护地内大熊猫密度与记录物种数的关系。* $P < 0.05$ 。
Fig. 4 The relationship between the population density of giant pandas and the number of species recorded in protected areas. * $P < 0.05$.

图5 大熊猫国家公园内4种大型食肉动物的分布记录(2005–2020)

Fig. 5 The occurrence records of the four large carnivore species in the Giant Panda National Park (2005–2020)

个生物多样性热点地区之一(Myers et al, 2000)。这一地区于20世纪60年代开始建立大熊猫自然保护区, 经过之后几十年的持续建设, 已建立起系统的自然保护地网络, 并在秦岭、岷山、邛崃山等区域形成集中连片的自然保护区群(胡锦矗等, 2011; Li et al, 2020)。红外相机监测结果进一步说明, 这里至今仍保留有结构完整、物种丰富的大中型兽类与鸟类群落, 物种多样性高, 且有大量特有种与珍稀种分布, 是具有重大生态价值的保护区域。国家公园的重点保护对象及旗舰种——大熊猫在40个保护地被记录到, 占国家公园内有红外相机记录的保护地的78.43%; 大熊猫密度较高的保护地中, 记录到的物种数也相对较多, 说明保护地内整体物种多样性与对大熊猫的保护成效存在一定的正相关, 也从侧面反映出大熊猫作为伞护种, 在过去数十年间对同域分布野生生物起到了较好的伞护效应(Li & Pimm, 2016)。

在红外相机监测方面, 大熊猫分布区是我国最早开始大规模使用红外相机技术进行野生动物监测的区域(Wang et al, 2006; Li et al, 2010; 李晟等, 2020)。大熊猫国家公园范围内的唐家河、王朗、雪宝顶等自然保护区是早期开展西南山地红外相机

监测网络试点的地区,许多保护区已经有了完善的红外相机监测物种名录,其他保护地的监测工作也在不断推进之中,至今已建立起一套较为标准化的红外相机监测网络,布设有红外相机近1万台,为我国首批国家公园体制试点提供了重要的经验与参考(李晟等, 2020, 2021)。同时,需要注意的是,该监测体系仍有需要进一步加强与完善的地方。例如,在现有红外相机资料中,有完整物种名录的保护地多为国家级或省级自然保护区,而市县级自然保护区通常只有零星记录或无记录,森林公园、地质公园、风景名胜区等其他类型保护地的红外相机监测大多尚处于空白阶段,此外还有大范围的以往未被保护地覆盖的区域几乎从未开展过红外相机监测。国家公园范围内原有不同类型的保护地存在彼此空间重叠,管理体系交叉混乱,以及部分大熊猫栖息地未被保护地覆盖、缺乏本底调查资料与有效管理等历史遗留问题(Yang et al, 2020; 李晟等, 2021)。因此,国家公园管理局今后应立足全域,对整个公园范围内的野生动物监测体系进行系统规划与顶层设计,整合现有的以单个保护地为单位开展的红外相机监测活动,统一标准规程与管理流程,尽快建立起覆盖整个国家公园内各片区与各类生境类型的红外相机监测网络。

在红外相机记录物种数的影响因素分析中,虽然单因素的回归分析显示单个保护地中记录到的物种数与多个变量有关,但多元回归的拟合效果并不理想,我们认为其主要原因可能是由于样本量过小。除了生物多样性本底直接决定记录物种数的上限以外,调查和监测的工作量也会影响监测结果,未来在做这方面分析时仍需要同时考虑多因素的影响。国家级保护地中记录到的物种数显著高于省级保护地,这可能有保护力度(即保护成效)和监测/调查力度两方面的原因。在红外相机调查中,记录到的物种数随相机有效工作日的增加而增加,并逐渐趋于平缓、稳定,这与实际工作中红外相机拍到的物种数增长速度随着工作日的增加而降低是一致的(肖治术等, 2014b; 胡力等, 2016; 田成等, 2018; 张德丞等, 2020)。记录到的物种数与海拔跨度呈线性正相关,这是因为不同的海拔段有不同的生境特点,能够满足不同物种的生态位需求,故监测更大的海拔跨度能够覆盖到更多物种。鉴于此,针对大熊猫国家公园内红外相机调查的具体工作,公园管

理局应在统一监测标准的基础上,后续监测规划优先考虑目前尚未开展红外相机监测或监测时间较短的区域,覆盖尽可能全面的海拔范围和生境类型,以尽快完善国家公园内各区域的本底数据,为国家公园后续的长期监测和管理规划提供系统、全面的生物多样性本底与基线。

自20世纪中期至今,我国东部地区的大型食肉动物经历了急剧的种群缩减和分布区退缩,目前已基本从华中、华东、华南这些区域中消失(Tilson et al, 2004; Ripple et al, 2014; Wolf & Ripple, 2017)。与东部地区相比,大熊猫国家公园范围内迄今仍保留有4种猫科和犬科的大型食肉动物,维持了基本完整的动物群落与营养级结构,显示出过去数十年间针对大熊猫及其栖息地的保护投入确实取得了明显的保护成效。但公园范围内大型食肉动物的分布情况表明,作为顶级捕食者的大型食肉动物(豹、雪豹、狼、豺)在大熊猫国家公园内的记录保护地数较少,相对多度指数整体较低,部分片区的生态系统仍存在大型食肉动物缺失或功能性缺失的问题,反映出生物群落结构完整性方面的欠缺。相对而言,邛崃山系和秦岭山系仍有较为广泛的大型食肉动物分布,说明这两个山系面积较大、生境景观较为完整的区域性保护地网络能够满足大型食肉动物对家域范围和栖息地质量的要求,为豹、雪豹等大型食肉动物种群得以在这两片区域持续存在提供了关键基础(Li et al, 2020)。而在岷山山系和相岭山系,大型食肉动物的现状则不容乐观,需要在今后的区域性保护规划和保护目标设定中给予高度关注。生态系统的完整性和原真性是国家公园建设的重要目标之一,这为大熊猫分布区内大型食肉动物的保护提供了前所未有的机遇。大熊猫国家公园应考虑将大型食肉动物的恢复作为未来的一项重要工作,通过在更大景观尺度上开展的保护措施,比如与周边相邻保护地共同管理以扩展保护地网络范围、建立廊道加强现有保护地之间的连通性、恢复和重建适宜栖息地、促进有蹄类物种种群恢复、开展大型食肉类动物野化放归、加强社区放养家畜的管理等措施,在大熊猫栖息地内逐步恢复大型食肉动物种群,重建营养级复杂度(trophic complexity)。这些措施将大大增强区域内生态系统对外部干扰的抵抗力,从而惠及大熊猫及其同域分布的更多的野生动植物物种。

致谢: 感谢大熊猫国家公园内各保护地与相关单位提供的大量资料与信息, 感谢所有保护地工作人员在红外相机调查与野外工作中的辛苦付出。感谢生态环境部、香港海洋公园保育基金、史密森研究院与华盛顿动物园为本研究涉及的红外相机监测项目提供的各项支持。感谢卜红亮、段菲、史晓昀等参与数据采集、汇总与整理。感谢阙品甲博士协助核对鸟类物种名录。

ORCID

田佳 <https://orcid.org/0000-0002-3570-402X>

朱淑怡 <https://orcid.org/0000-0002-0558-6288>

官天培 <https://orcid.org/0000-0002-4229-6423>

李晟 <https://orcid.org/0000-0001-7200-9539>

参考文献

- He BS, Sun RQ, Chen P, Dong W, Wang J, Wang DJ, Li S (2016) Baseline survey of mammal and bird diversity using camera-trapping in the Changqing National Nature Reserve of Shaanxi Province. *Acta Theriologica Sinica*, 36, 348–356. (in Chinese with English abstract) [何百锁, 孙瑞谦, 陈鹏, 董伟, 王军, 王大军, 李晟 (2016) 基于红外相机技术调查长青国家级自然保护区兽类和鸟类多样性. 兽类学报, 36, 348–356.]
- Hu JC, Zhang ZJ, Wei FW (2011) History, current situation and prospects on nature reserves for giant pandas (*Ailuropoda melanoleuca*) in China. *Acta Theriologica Sinica*, 31, 10–14. (in Chinese with English abstract) [胡锦涛, 张泽钧, 魏辅文 (2011) 中国大熊猫保护区发展历史、现状及前瞻. 兽类学报, 31, 10–14.]
- Hu L, Xie WH, Shang T, Jiang BK, Xiao ZS (2016) Preliminary survey for mammal and bird diversity using camera traps in the Longxi-Hongkou National Nature Reserve of Sichuan Province, Southwest China. *Acta Theriologica Sinica*, 36, 330–337. (in Chinese with English abstract) [胡力, 谢文华, 尚涛, 姜丙坤, 肖治术 (2016) 龙溪—虹口国家级自然保护区兽类和鸟类多样性红外相机调查结果初报. 兽类学报, 36, 330–337.]
- Huang QY, Fei YX, Yang HB, Gu XD, Songer M (2020) Giant Panda National Park, a step towards streamlining protected areas and cohesive conservation management in China. *Global Ecology and Conservation*, 22, e00947.
- 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.]
- Jiang ZJ, Ye XC, Hu JY, Yang B, Li SQ (2019) Infrared camera survey on the diversity of mammals and birds in Qianfoshan National Nature Reserve, Sichuan. *Sichuan Journal of Zoology*, 38, 99–106. (in Chinese with English abstract) [蒋忠军, 叶信初, 胡加云, 杨彪, 李生强 (2019) 基于红外相机对四川千佛山国家级自然保护区兽类及鸟类多样性的初步调查. 四川动物, 38, 99–106.]
- Kays R, Arbogast BS, Baker-Whallon M, Beirne C, Boone HM, Bowler M, Burneo SF, Cove MV, Ding P, Espinosa S, Gonçalves ALS, Hansen CP, Jansen PA, Kolowski JM, Knowles TW, Lima MGM, Millspaugh J, McShea WJ, Pacifici K, Parsons AW, Pease BS, Rovero F, Santos F, Schuttler SG, Sheil D, Si XF, Snider M, Spironello WR (2020) An empirical evaluation of camera trap study design: How many, how long and when? *Methods in Ecology and Evolution*, 11, 700–713.
- Li BV, Pimm SL (2016) China's endemic vertebrates sheltering under the protective umbrella of the giant panda. *Conservation Biology*, 30, 329–339.
- Li S (2020) Development progress and outlook of the wildlife camera-trapping networks in China. *Biodiversity Science*, 28, 1045–1048. (in Chinese) [李晟 (2020) 中国野生动物红外相机监测网络建设进展与展望. 生物多样性, 28, 1045–1048.]
- Li S, Feng J, Li BV, Lü Z (2021) The Giant Panda National Park: Experiences and lessons learned from the pilot. *Biodiversity Science*, 29, 307–311. (in Chinese) [李晟, 冯杰, 李彬彬, 吕植 (2021) 大熊猫国家公园体制试点的经验与挑战. 生物多样性, 29, 307–311.]
- Li S, McShea WJ, Wang DJ, Gu XD, Zhang XF, Zhang L, Shen XL (2020) Retreat of large carnivores across the giant panda distribution range. *Nature Ecology & Evolution*, 4, 1327–1331.
- Li S, McShea WJ, Wang DJ, Shen XL, Bu HL, Guan TP, Wang F, Gu XD, Zhang XF, Liao HH (2020) Construction progress of the Camera-trapping Network for the Mountains of Southwest China. *Biodiversity Science*, 28, 1049–1058. (in Chinese with English abstract) [李晟, McShea WJ, 王大军, 申小莉, 卜红亮, 官天培, 王放, 古晓东, 张晓峰, 廖灏泓 (2020) 西南山地红外相机监测网络建设进展. 生物多样性, 28, 1049–1058.]
- Li S, Wang DJ, Gu XD, McShea WJ (2010) Beyond pandas, the need for a standardized monitoring protocol for large mammals in Chinese nature reserves. *Biodiversity and Conservation*, 19, 3195–3206.
- 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.]
- 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.]
- Mi XC (2019) Biodiversity monitoring and research are basis of national park conservation. Biodiversity Science, 27, 1–4. (in Chinese) [米湘成 (2019) 生物多样性监测与研究是国家公园保护的基础. 生物多样性, 27, 1–4.]
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, da Fonseca GAB, Kent J (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403, 853–858.
- Ripple WJ, Estes JA, Beschta RL, Wilmers CC, Ritchie EG, Hebblewhite M, Berger J, Elmhagen B, Letnic M, Nelson MP, Schmitz OJ, Smith DW, Wallach AD, Wirsing AJ (2014) Status and ecological effects of the world's largest carnivores. Science, 343, 1241484.
- Shi XY, Fu Q, Wang L, Jiang ZY, Shi XG, Li S (2018) Notes on the natural hybridization of golden pheasant *Chrysolophus pictus* and lady amherst's pheasant *C. amherstiae* in Anzihe Nature Reserve, Sichuan Province. Chinese Journal of Zoology, 53, 660–663. (in Chinese with English abstract) [史晓昀, 付强, 王磊, 蒋泽银, 施小刚, 李晟 (2018) 四川鞍子河保护区发现红腹锦鸡与白腹锦鸡的自然杂交. 动物学杂志, 53, 660–663.]
- Si XF, Kays R, Ding P (2014) How long is enough to detect terrestrial animals? Estimating the minimum trapping effort on camera traps. PeerJ, 2, e374.
- Sichuan Forestry Department (2015) The Pandas of Sichuan: The 4th Survey Report on Giant Panda in Sichuan Province. Sichuan Science and Technology Press, Chengdu. (in Chinese) [四川省林业厅 (2015) 四川的大熊猫——四川省第四次大熊猫调查报告. 四川科学技术出版社, 成都.]
- Suraci JP, Clinchy M, Dill LM, Roberts D, Zarette LY (2016) Fear of large carnivores causes a trophic cascade. Nature Communications, 7, 10698.
- 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.]
- Tilson R, Hu DF, Muntifering J, Nyhus PJ (2004) Dramatic decline of wild South China tigers: Field survey of priority tiger reserves. Oryx, 38, 40–47.
- Wang DJ, Li S, McShea WJ, Fu LM (2006) Use of remote-trip cameras for wildlife surveys and evaluating the effectiveness of conservation activities at a nature reserve in Sichuan Province, China. Environmental Management, 38, 942–951.
- Wickham H, Chang W, Henry L, Pedersen TL, Takahashi K, Wilke C, Woo K, Yutani H, Dunnington D (2020) ggplot2: Create elegant data visualisations using the grammar of graphics. <https://cran.r-project.org/web/packages/ggplot2/index.html>. (accessed on 2021-04-22)
- Wolf C, Ripple WJ (2017) Range contractions of the world's large carnivores. Royal Society Open Science, 4, 170052.
- 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, 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, Wang XZ, Huang XQ (2014b) Mammal and bird diversity in Qingchengshan Forest Park, Southwest China: Data from camera traps. Biodiversity Science, 22, 788–793. (in Chinese) [肖治术, 王学志, 黄小群 (2014b) 青城山森林公园兽类和鸟类资源初步调查: 基于红外相机数据. 生物多样性, 22, 788–793.]
- Xue BJ, Zhang YJ, An TT, Wang ZC, Jiang YF (2017) Discussion on national park site selection for flagship giant panda species. Journal of Chinese Urban Forestry, 15(2), 24–28. (in Chinese with English abstract) [薛冰洁, 张玉钧, 安童童, 王志臣, 蒋亚芳 (2017) 旗舰种大熊猫国家公园选址研究. 中国城市林业, 15(2), 24–28.]
- Yang B, Qin SY, Xu WS, Busch J, Yang XY, Gu XD, Yang ZS, Wang B, Dai Q, Xu Y (2020) Gap analysis of giant panda conservation as an example for planning China's national park system. Current Biology, 30, 1287–1291.
- Yang R (2017) Conservation first, national representative, and commonwealth: The three concepts of China's National Park System Construction. Biodiversity Science, 25, 1040–1041. (in Chinese) [杨锐 (2017) 生态保护第一、国家代表性、全民公益性——中国国家公园体制建设的三大理念. 生物多样性, 25, 1040–1041.]
- Zang ZH, Zhang D, Wang N, Du A, Kong LQ, Xu WH, Ouyang ZY (2020) Experiences, achievement, problems and recommendations of the first batch of China's national park system pilots. Acta Ecologica Sinica, 40, 8839–8850. (in Chinese with English abstract) [臧振华, 张多, 王楠, 杜傲, 孔令桥, 徐卫华, 欧阳志云 (2020) 中国首批国家公园体制试点的经验与成效、问题与建议. 生态学报, 40, 8839–8850.]
- 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.]

Zhou LG, Zhang XM, Jiu Q, Meng XM (2017) The Pandas of Qinling: The 4th Survey Report on Giant Panda in Shaanxi Province. Shaanxi Science and Technology Press, Xi'an. (in Chinese) [周灵国, 张希明, 酒强, 孟祥明 (2017) 秦岭大熊猫——陕西省第四次大熊猫调查报告. 陕西科学技术出版社, 西安.]

Zhu CQ (2017) The objectives and missions of establishing China's national park system. Biodiversity Science, 25,

1047–1049. (in Chinese) [朱春全 (2017) 国家公园体制建设的目标与任务. 生物多样性, 25, 1047–1049.]

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: 李彬彬 责任编辑: 闫文杰)

附录 Supplementary Material

附录1 大熊猫国家公园内原有保护地的空间分布

Appendix 1 Spatial distribution of previous protected areas in the Giant Panda National Park
<https://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2021165-1.pdf>

附录2 大熊猫国家公园内原有保护地基本信息及分析数据来源

Appendix 2 Basic information and data sources of previous protected areas in the Giant Panda National Park
<https://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2021165-2.pdf>

附录3 保护地红外相机监测情况问卷模板

Appendix 3 Template of questionnaire on infrared camera monitoring in protected areas
<https://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2021165-3.pdf>

附录4 大熊猫国家公园范围内涉及红外相机监测的学术论文列表(2005–2020)

Appendix 4 List of academic papers on camera-trapping detecting within the Giant Panda National Park (2005–2020)
<https://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2021165-4.pdf>

附录5 大熊猫国家公园范围内涉及红外相机监测的新闻报道、项目报告和未发表数据集列表(2005–2020)

Appendix 5 List of news reports, project reports and unpublished data sets on camera-trapping detecting within the Giant Panda National Park (2005–2020)
<https://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2021165-5.pdf>

附录6 大熊猫国家公园红外相机监测中记录到的其他兽类物种名录(2005–2020)

Appendix 6 Other mammal species detected by camera-trapping within the Giant Panda National Park (2005–2020)
<https://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2021165-6.pdf>

附录7 大熊猫国家公园红外相机监测中记录到的鸟类物种名录(2005–2020)

Appendix 7 Bird species detected by camera-trapping within the Giant Panda National Park (2005–2020)
<https://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2021165-7.pdf>

附录8 多元回归的残差-拟合值关系

Appendix 8 The relationship between residuals and fitted values of the multiple regression
<https://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2021165-8.pdf>

附录 1 大熊猫国家公园内原有保护地的空间分布

Appendix 1 Spatial distribution of previous protected areas in the Giant Panda National Park

编号对应的保护地名称参见附录2。

附录 2 大熊猫国家公园内原有保护地基本信息及分析数据来源

Appendix 2 Basic information and data sources of previous protected areas in the Giant Panda National Park

名称 Name*	类型 Type**	面积 Area (km ²)	数据来源 Data Sources***	有效相机工作日 (万日) Camera-days (×10 ⁴)
秦岭				
1. 陕西周至国家级自然保护区	NNR	563.93	A, Q	—
2. 陕西太白山国家级自然保护区	NNR	563.25	A, Q	0.75
3. 陕西青峰峡国家森林公园	FP	68.78	n/a	—
4. 陕西皇冠山省级自然保护区	PNR	123.72	Q	< 0.30
5. 陕西天华山国家级自然保护区	NNR	254.85	A	2.30
6. 陕西观音山国家级自然保护区	NNR	135.34	A, Q	2.78
7. 陕西佛坪国家级自然保护区	NNR	292.40	A, Q	16.44
8. 陕西老县城国家级自然保护区	NNR	126.11	A, Q, N	0.92
9. 陕西长青国家级自然保护区	NNR	299.06	A, Q	5.42
10. 陕西黄柏塬国家级自然保护区	NNR	218.65	A, Q, N	0.77
11. 陕西太白渭水河珍稀水生生物国家级自然保护区	NNR	53.43	n/a	—
12. 陕西牛尾河省级自然保护区	PNR	140.25	A, Q	1.13
13. 陕西桑园国家级自然保护区	NNR	138.06	Q, N	< 0.30
14. 陕西天华山国家森林公园	FP	69.54	n/a	—
岷山				
15. 甘肃裕河省级自然保护区	PNR	510.58	Q	1.00
16. 四川毛寨省级自然保护区	PNR	208.00	Q	< 0.30
17. 四川白龙湖国家级风景名胜区	SA	416.30	n/a	—
18. 甘肃白水江国家级自然保护区	NNR	1837.99	A, Q, N	3.42
19. 四川东阳沟省级自然保护区	PNR	307.60	n/a	—
20. 四川唐家河国家级自然保护区	NNR	400.00	A, Q	30.54
21. 四川阴平古道省级风景名胜区	SA	60.00	n/a	—
22. 老河沟社会公益型保护地	SPA	110.00	A, Q, N	2.00
23. 四川关坝沟自然保护小区	SPA	43.94	Q, N	0.40
24. 福寿自然保护小区	SPA	19.00	A, N	—
25. 薤子坪自然保护小区	SPA	47.00	A, Q, N	0.40
26. 四川余家山县级自然保护区	CNR	8.94	Q	—
27. 龙池森林公园	FP	7.39	n/a	—
28. 四川小河沟省级自然保护区	PNR	282.27	A, Q, O	1.81
29. 四川勿角省级自然保护区	PNR	370.14	A, Q	0.30
30. 四川王朗国家级自然保护区	NNR	322.97	A, Q, O	8.35
31. 四川黄龙国家地质公园	GP	657.00	n/a	—
32. 四川黄龙省级自然保护区	PNR	550.50	Q, N	—
33. 四川黄龙国家级风景名胜区	SA	2386.00	N	—
34. 四川龙滴水县级自然保护区	CNR	258.55	Q, N	—
35. 四川雪宝顶国家级自然保护区	NNR	636.15	A, Q, N	4.26
36. 四川白羊省级自然保护区	PNR	767.10	Q, N	—
37. 四川小寨子沟国家级自然保护区	NNR	443.85	A, Q, N	2.30
38. 宽坝林场	TL	41.00	A, Q, O	0.96

田佳, 朱淑怡, 张晓峰, 何礼文, 古晓东, 官天培, 李晟 (2021) 大熊猫国家公园的地栖大中型鸟兽多样性现状: 基于红外相机数据的分析. 生物多样性, 29, 1490–1504. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021165>

名称 Name*	类型 Type**	面积 Area (km ²)	数据来源 Data Sources***	有效相机工作日 (万日) Camera-days (× 10 ⁴)
39. 四川北川国家森林公园	FP	36.56	n/a	—
40. 四川片口省级自然保护区	PNR	197.30	Q	< 0.30
41. 四川宝顶沟省级自然保护区	PNR	898.84	Q, N	—
42. 四川九顶山(茂县)风景名胜區	SA	345.80	n/a	—
43. 四川九顶山(绵竹)风景名胜區	SA	402.00	n/a	—
44. 四川白水河国家级自然保护区	NNR	301.50	A, Q	7.61
45. 四川白水河国家森林公园	FP	22.71	n/a	—
46. 四川千佛山省级风景名胜區	SA	210.00	n/a	—
47. 四川千佛山国家自然保护区	NNR	114.31	A, Q	0.33
48. 四川安县生物礁国家地质公园	GP	87.25	n/a	—
49. 四川千佛山国家级森林公园	FP	78.00	n/a	—
50. 四川九顶山省级自然保护区	PNR	616.40	A, Q, N	0.75
51. 四川土地岭省级森林公园	FP	11.63	N	—
52. 四川荃华山省级风景名胜區	SA	98.00	n/a	—
53. 四川龙门山国家地质公园	GP	251.01	n/a	—
54. 四川龙门山国家级风景名胜區	SA	81.00	n/a	—
55. 四川龙溪-虹口国家级自然保护区	NNR	310.00	A, Q	17.14
56. 四川都江堰国家森林公园	FP	295.48	n/a	—
57. 四川青城山—都江堰国家级风景名胜區(青城山景区)	SA	151.90	A	< 0.30
邛崃山				
58. 四川三江省级风景名胜區	SA	380.00	n/a	—
59. 四川草坡省级自然保护区	PNR	556.12	Q	< 0.30
60. 四川卧龙国家级自然保护区	NNR	2000.00	A, Q, O	41.98
61. 四川夹金山省级风景名胜區	SA	1249.00	n/a	—
62. 四川夹金山国家森林公园	FP	883.32	n/a	—
63. 四川宝兴硃砂湖省级湿地公园	WP	5.61	n/a	—
64. 宝兴河珍稀鱼类自然保护区	CNR	7.60	n/a	—
65. 四川蜂桶寨国家级自然保护区	NNR	390.39	Q, N	> 2.00
66. 四川宝兴省级地质公园	GP	101.36	n/a	—
67. 四川黑水河省级自然保护区	PNR	317.90	A, Q, N	0.61
68. 四川鞍子河省级自然保护区	PNR	101.41	A, Q, O	5.05
69. 四川鸡冠山—九龙沟省级风景名胜區	SA	305.00	n/a	—
70. 四川西岭雪山国家级风景名胜區	SA	483.50	N	—
71. 四川灵鹫山-大雪峰省级风景名胜區	SA	381.30	n/a	—
72. 四川鸡冠山国家级森林公园	FP	26.01	O	< 0.30
73. 四川西岭国家森林公园	FP	308.93	N	—
74. 四川喇叭河省级自然保护区	PNR	234.37	A, Q	0.70
75. 天全河珍稀鱼类自然保护区	PNR	36.18	n/a	—
76. 四川二郎山国家森林公园	FP	575.17	n/a	—
77. 四川二郎山省级风景名胜區	SA	1600.00	n/a	—
相岭				
78. 四川瓦屋山省级自然保护区	PNR	364.90	Q, N	< 0.30

田佳, 朱淑怡, 张晓峰, 何礼文, 古晓东, 官天培, 李晟 (2021) 大熊猫国家公园的地栖大中型鸟兽多样性现状: 基于红外相机数据的分析. 生物多样性, 29, 1490–1504. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021165>

名称 Name*	类型 Type**	面积 Area (km ²)	数据来源 Data Sources***	有效相机工作日 (万日) Camera-days (× 10 ⁴)
79. 四川周公河珍稀鱼类省级自然保护区	PNR	31.70	n/a	—
80. 四川瓦屋山国家森林公园	FP	55.88	n/a	—
81. 四川栗子坪国家级自然保护区	NNR	479.40	A, Q, N	7.93
82. 四川龙苍沟国家森林公园	FP	77.77	n/a	—
83. 四川大相岭省级自然保护区	PNR	290.00	A, Q	0.67
84. 四川瓦屋山省级地质公园	GP	71.40	n/a	—

*未列出世界自然遗产地。

**保护地类型: NNR: 国家级自然保护区; PNR: 省级自然保护区; CNR: 市县级自然保护区; SA: 风景名胜区; FP: 森林公园; GP: 地质公园; WP: 湿地公园; SPA: 保护小区; TL: 林场。

***数据来源: A: 学术论文; Q: 问卷; N: 新闻; O: 其他(包括项目报告和未发表数据集等); n/a: 无数据。

* World natural heritage sites are not included.

** Protected area type: NNR, National nature reserve; PNR, Provincial nature reserve; CNR, County and city level nature reserve; SA, Scenic area; FP, Forest park; GP, Geological park; WP, Wetland park; SPA, Small protected area; TL, Timberland.

***Data resources: A, Academic paper; Q, Questionnaire; N, News; O, other (e.g. project reports and unpublished data sets); n/a, no data.

附录 3 保护地红外相机监测情况问卷模板

Appendix 3 Template of questionnaire on infrared camera monitoring in protected areas

保护地红外相机监测情况问卷

保护地名称_____ 填写日期_____

1. 现有红外相机总数: _____台(包括在保护地开展科研、监测的合作单位所有的相机)
其中, 保护区自有相机_____台(产权归保护区所有, 各种型号合计)

2. 相机型号(包括在保护地开展科研、监测的合作单位所有的相机)

猎科Acorn Ltl-6210_____台, 猎科Acorn Ltl-5210_____台

易安卫士L710 _____台, 易安卫士L510 _____台

夜鹰SG-990V _____台, 夜鹰SG-660V _____台

美国Reconyx _____台, 东方红鹰E1B _____台

其他(请写明品牌、型号与各自数量)_____

3. 红外相机调查/科研的合作单位(科研院所、高校、保护组织、公司等)_____

4. 首次开展红外相机调查/监测的年份: _____

5. 迄今累计有效相机工作日总数: _____天(单台相机持续工作24小时记为1个工作日)

如无具体统计数字, 请在下列选项前打钩选择

☐ <3000天 ☐ 3000-5000天 ☐ 5000-10000天 ☐ 10000-15000天

☐ 15000-20000天 ☐ > 20000天

6. 迄今累积有效调查位点: _____个(有效位点指收回有数据的位点, 排除相机丢失、故障位点)

如无具体统计数字, 请在下列选项前打钩选择

☐ <50个 ☐ 50-100个 ☐ 100-150个 ☐ 150-200个 ☐ 200-300个 ☐ >300个

7. 调查位点覆盖海拔范围: 最低_____米, 最高_____米

8. 熟练掌握红外相机操作、布设的工作人员数量: _____人(包括临聘人员、护林员)

9. 已发表相关论文数量: 中文论文_____篇, 英文论文_____篇

10. 红外相机已记录物种(请在下列选项前选择: 记录到打√, 未记录到打×。如有未列出的物种, 请在“其他”栏后补充)

A. 大中型食草动物

☐ 羚牛 ☐ 鬃羚(苏门羚) ☐ 斑羚 ☐ 岩羊 ☐ 野猪 ☐ 水鹿 ☐ 马鹿 ☐ 白唇鹿 ☐ 梅花鹿 ☐ 其他_____

B. 小型食草动物

☐ 孢子 ☐ 毛冠鹿 ☐ 小鹿(黄鹿) ☐ 林麝 ☐ 马麝 ☐ 其他_____

C. 大中型食肉动物

☐ 豹 ☐ 雪豹 ☐ 狼 ☐ 豺 ☐ 猞猁 ☐ 金猫 ☐ 大熊猫 ☐ 黑熊 ☐ 棕熊 ☐ 其他_____

D. 小型食肉动物

田佳, 朱淑怡, 张晓峰, 何礼文, 古晓东, 官天培, 李晟 (2021) 大熊猫国家公园的地栖大中型鸟兽多样性现状: 基于红外相机数据的分析. 生物多样性, 29, 1490–1504. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021165>

☐小熊猫 ☐猪獾 ☐狗獾 ☐鼬獾 ☐水獭 ☐黄喉貂 ☐黄鼬 ☐香鼬 ☐伶鼬 ☐石貂 ☐豹猫 ☐荒漠猫 ☐赤狐 ☐果子狸 ☐大灵猫 ☐小灵猫 ☐斑林狸 ☐其他_____

E.灵长类动物

☐川金丝猴 ☐滇金丝猴 ☐藏酋猴 ☐猕猴 ☐其他_____

F.其他兽类

☐豪猪 ☐喜马拉雅旱獭 ☐其他_____

G.家畜/家禽

☐家马 ☐黄牛 ☐牦牛(包括犏牛) ☐家羊(包括山羊、绵羊) ☐家狗 ☐家鸡 ☐其他_____

H.雉类

☐斑尾榛鸡 ☐绿尾虹雉 ☐藏雪鸡 ☐雉鹑 ☐四川雉鹑 ☐雪鹑 ☐血雉 ☐灰胸竹鸡 ☐高原山鹑 ☐四川山鹧鸪 ☐白马鸡 ☐蓝马鸡 ☐红腹锦鸡 ☐白腹锦鸡 ☐红腹角雉 ☐黑颈长尾雉 ☐勺鸡 ☐雉鸡(环颈雉) ☐其他_____

I.猛禽

☐高山兀鹫 ☐胡兀鹫 ☐鹰雕 ☐金雕 ☐雀鹰 ☐普通鵟 ☐大鵟 ☐雕鸮 ☐灰林鸮 ☐黄脚渔鸮 ☐东方角鸮(红角鸮) ☐领鸺鹠 ☐其他_____

11.红外相机调查/监测中当前面临的问题与困难

附录 4 大熊猫国家公园范围内涉及红外相机监测的学术论文列表(2005–2020)

Appendix 4 List of academic papers on camera-trapping detecting within the Giant Panda National Park (2005–2020)

- [1]. 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.]
- [2]. Wang DJ, Li S, McShea WJ, Li MF (2006) Use of remote-trip cameras for wildlife surveys and evaluating the effectiveness of conservation activities at a nature reserve in Sichuan Province, China. *Environmental Management*, 38, 942–951.
- [3]. He BS, Yuan ZH, Zhang XM, Li XZ, Li J (2009) Infrared triggered camera-trap survey technique and monitoring of giant panda. *Science Journal of Northwest University (online)*, 7, 0392. (in Chinese with English abstract) [何百锁, 袁朝晖, 张希明, 李小枝, 李健 (2009) 红外线触发数码相机陷阱技术在大熊猫监测中的应用. *西北大学学报(自然科学网络版)*, 7, 0392.]
- [4]. Li S, McShea WJ, Wang DJ, Shao LK, Shi XG (2010) The use of infrared-triggered cameras for surveying phasianids in Sichuan Province, China. *Ibis*, 152, 299–309.
- [5]. Li S, Wang DJ, Gu XD, McShea WJ (2010) Beyond pandas, the need for a standardized monitoring protocol for large mammals in Chinese nature reserves. *Biodiversity and Conservation*, 19, 3195–3206.
- [6]. Li S, Wang DJ, Lu Z, McShea WJ (2010) Cats living with pandas: The status of wild felids within giant panda range, China. *Cat News*, 52, 20–23.
- [7]. 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 Province. *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.]
- [8]. Zhang HF, Feng T, Kong F, Zhu Y, Cai Q, Wu XM (2011) Survey on the sympatric wildlife of giant panda in the G108 corridor area in Qinling Mountains. *Bulletin of Biology*, 46(7), 1–3. (in Chinese) [张洪峰, 封托, 孔飞, 朱云, 蔡琼, 吴晓民 (2011) 108国道秦岭生物走廊带大熊猫主要伴生动物调查. *生物学通报*, 46(7), 1–3.]
- [9]. Li S, McShea WJ, Wang DJ, Huang JZ, Shao LK (2012) A direct comparison of camera-trapping and sign transects for monitoring wildlife in the Wanglang National Nature Reserve, China. *Wildlife Society Bulletin*, 36, 538–545.
- [10]. Li S, McShea WJ, Wang DJ, Lu Z, Gu XD (2012) Gauging the impact of management expertise on the distribution of large mammals across protected areas. *Diversity and Distributions*, 18, 1166–1176.
- [11]. Shi XG, Hu Q, Jin SL, Wang ML, Yang C, Peng XH (2012) Preliminary investigation on distributions of giant panda scent mark trees in Wolong National Nature Reserve Sanjiang area. *Sichuan Journal of Zoology*, 31, 704–707. (in Chinese with English abstract) [施晓刚, 胡强, 金森龙, 王茂麟, 杨程, 彭晓辉 (2012) 卧龙保护区三江片区大熊猫嗅味树分布初步调查. *四川动物*, 31, 704–707.]
- [12]. 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, 67–71. (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.]
- [13]. Liu XH, Wu PF, Songer M, Cai Q, He XB, 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, 121–128.
- [14]. Zhang Y, Chen P (2013) Distribution and conservation of *Moschus berezovskii* in Changqing National Nature Reserve. *Shaanxi Forest Science and Technology*, (3), 28–30. (in Chinese with English abstract) [张英, 陈鹏 (2013) 陕西长青国家级自然保护区林麝种群分布与保护. *陕西林业科技*, (3), 28–30.]
- [15]. Duan LJ (2014) Study on activity and habitat use of giant panda and its sympatric species in Wanglang Nature Reserve. Master dissertation, Beijing Forestry University, Beijing. (in Chinese with English abstract) [段利娟 (2014) 王朗自然保护区大熊猫

田佳, 朱淑怡, 张晓峰, 何礼文, 古晓东, 官天培, 李晟 (2021) 大熊猫国家公园的地栖大中型鸟兽多样性现状: 基于红外相机数据的分析. 生物多样性, 29, 1490–1504. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021165>

及其同域物种活动节律及栖息地利用研究. 硕士学位论文, 北京林业大学, 北京.]

- [16]. Duan LJ, Zhang YB, Kang DW, Wang XR, Li JQ (2014) Daily activity pattern and group behavior of *Ithaginis cruentus* in initial breeding period and brooding period. Journal of Biology, 31(6), 42–45. (in Chinese with English abstract) [段利娟, 张玉波, 康东伟, 王小蓉, 李俊清 (2014) 血雉繁殖初期和育雏期的日活动模式及集群行为研究. 生物学杂志, 31(6), 42–45.]
- [17]. Huang ZP, Qi XG, Garber PA, Jin T, Guo ST, Li S, Li BG (2014) The use of camera traps to identify the set of scavengers preying on the carcass of a golden snub-nosed monkey (*Rhinopithecus roxellana*). PLoS ONE, 9, e87318.
- [18]. 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 Science, 22, 737–745. (in Chinese with English abstract) [贾晓东, 刘雪华, 杨兴中, 武鹏峰, Songer M, 蔡琼, 何祥博, 朱云 (2014) 利用红外相机技术分析秦岭有蹄类动物活动节律的季节性差异. 生物多样性, 22, 737–745.]
- [19]. Li S, Zhang XF, Chen P, Wang J, Xiang DQ, Dong W, Zhang XM, He BS, Sun RQ, Zhao NX, Wang DJ (2014) The community structure and elevational patterns of forest ungulates at the southern slope of the Qinling Mountains, China. Chinese Journal of Zoology, 49, 633–643. (in Chinese with English abstract) [李晟, 张晓峰, 陈鹏, 王军, 向定乾, 董伟, 张希明, 何百锁, 孙瑞谦, 赵纳勋, 王大军 (2014) 秦岭南坡森林有蹄类群落组成与垂直分布特征. 动物学杂志, 49, 633–643.]
- [20]. Qiu SR, Zhang XM (2014) Study on golden pheasant based on infrared camera monitoring. Forest Resources Management, (5), 152–155. (in Chinese with English abstract) [邱胜荣, 张希明 (2014) 基于被动式红外触发相机的红腹锦鸡研究. 林业资源管理, (5), 152–155.]
- [21]. Wang F, McShea WJ, Wang DJ, Li S, Zhao Q, Wang H, Lu Z (2014) Evaluating landscape options for corridor restoration between giant panda reserves. PLoS ONE, 9, e105086.
- [22]. Wu AL, Chen P, Zhang XF (2014) Shooting rate of *Catopuma temminckii* by auto-induction infrared camera and estimation of population density in Changqing Nature Reserve. Shaanxi Forest Science and Technology, (1), 22–24. (in Chinese with English abstract) [武阿莉, 陈鹏, 张晓峰 (2014) 长青保护区自动感应红外相机金猫拍摄率与种群密度. 陕西林业科技, (1), 22–24.]
- [23]. Xiao ZS, Hu L, Wang X, Shang T, Zhu DH, Zhao ZL, Huang XQ (2014) Wildlife diversity after Wenchuan Earthquake: A case from Guangguangshan Valley of Longxi-Hongkou National Nature Reserve, Southwest China. Biodiversity Science, 22, 794–797. (in Chinese) [肖治术, 胡力, 王翔, 尚涛, 朱大海, 赵志龙, 黄小群 (2014) 汶川地震后鸟兽资源现状: 以都江堰光光山峡谷区为例. 生物多样性, 22, 794–797.]
- [24]. Xiao ZS, Wang XZ, Huang XQ (2014) Mammal and bird diversity in Qingchengshan Forest Park, Southwest China: Data from camera traps. Biodiversity Science, 22, 788–793. (in Chinese) [肖治术, 王学志, 黄小群 (2014) 青城山森林公园兽类和鸟类资源初步调查: 基于红外相机数据. 生物多样性, 22, 788–793.]
- [25]. Chen HZ, Wang Y, Zhao J (2015) The application of infrared triggered camera in Xiaohegou Nature Reserve. Sichuan Forestry Exploration and Design, (4), 35–37. (in Chinese) [陈宏志, 王怡, 赵静 (2015) 浅析红外触发相机在小河沟保护区的应用. 四川林勘设计, (4), 35–37.]
- [26]. Cheng HF, Zhu Y, Cai Q, Yang Z, Feng T, Zhang HF (2015) The effective monitoring of wildlife corridor along Donghetai-Liangfengya Highway in Guanyinshan Nature Reserve of Shaanxi. Shaanxi Forest Science and Technology, (6), 19–23. (in Chinese with English abstract) [成鸿飞, 朱云, 蔡琼, 杨钊, 封托, 张洪峰 (2015) 陕西观音山国家级自然保护区东凉公路动物通道有效性监测. 陕西林业科技, (6), 19–23.]
- [27]. Guan TP, Gong MH, Hu J, Qiu J, Chen LM, Chen WL, Zheng WC, Song YL (2015) The rhythm of Chinese muntjac (*Muntiacus reevesi*) visiting artificial mineral licks during autumn. Chinese Journal of Zoology, 50, 169–175. (in Chinese with English abstract) [官天培, 龚明昊, 胡婧, 仇剑, 谌利民, 陈万里, 郑维超, 宋延龄 (2015) 小鹿秋季利用人工盐场的节律. 动物学杂志, 50, 169–175.]
- [28]. Wang CP, Liu XH, Wu PF, Cai Q, Shao XM, Zhu Y, Songer M (2015) Research on behavior and abundance of wild boar (*Sus scrofa*) via infrared 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, 蔡琼, 邵小明, 朱云, Songer M (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.]

- [29]. Zhang JD, Li YJ, Li RG (2015) Application of infrared camera technology in studies of mammal activity patterns. *Sichuan Journal of Zoology*, 34, 671–676. (in Chinese with English abstract) [张晋东, 李玉杰, 李仁贵 (2015) 红外相机技术在珍稀兽类活动模式研究中的应用. 四川动物, 34, 671–676.]
- [30]. Bu HL, Wang F, McShea WJ, Lu Z, Wang DJ, Li S (2016) Spatial co-occurrence and activity patterns of mesocarnivores in the temperate forest of Southwest China. *PLoS ONE*, 11, e0164271.
- [31]. 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.]
- [32]. Cheng YH, Zhang WD, Peng XH, Yang J, He MW (2016) Preliminary survey of wild ungulates visiting hot springs by using camera trap in Wolong National Nature Reserve. *Agriculture and Technology*, 36(1), 178–180. (in Chinese) [程跃红, 张卫东, 彭晓辉, 杨建, 何明武 (2016) 卧龙国家级自然保护区热水河温泉周边有蹄类野生动物红外相机监测初报. 农业与技术, 36(1), 178–180.]
- [33]. He BS, Sun RQ, Chen P, Dong W, Wang J, Wang DJ, Li S (2016) Baseline survey of mammal and bird diversity using camera-trapping in the Changqing National Nature Reserve of Shaanxi Province. *Acta Theriologica Sinica*, 36, 348–356. (in Chinese with English abstract) [何百锁, 孙瑞谦, 陈鹏, 董伟, 王军, 王大军, 李晟 (2016) 基于红外相机技术调查长青国家级自然保护区兽类和鸟类多样性. 兽类学报, 36, 348–356.]
- [34]. Hu L, Xie WH, Shang T, Jiang BK, Xiao ZS (2016) Preliminary survey for mammal and bird diversity using camera traps in the Longxi-Hongkou National Nature Reserve of Sichuan Province, Southwest China. *Acta Theriologica Sinica*, 36, 330–337. (in Chinese with English abstract) [胡力, 谢文华, 尚涛, 姜丙坤, 肖治术 (2016) 龙溪—虹口国家级自然保护区兽类和鸟类多样性红外相机调查结果初报. 兽类学报, 36, 330–337.]
- [35]. Hu YL (2016) Dynamic monitoring of birds diversity in Zhouzhi National Nature Reserve. *Shaanxi Forest Science and Technology*, (6), 37–42. (in Chinese with English abstract) [胡永乐 (2016) 周至自然保护区鸟类多样性动态监测. 陕西林业科技, (6), 37–42.]
- [36]. Li GC, Wu XT, Hu LL, Bu SH, Li XM (2016) Animal species diversity of giant panda's winter habitat in Taibaishan Nature Reserve monitored by infrared camera. *Shaanxi Forest Science and Technology*, (6), 32–36, 42. (in Chinese with English abstract) [李国春, 吴逊涛, 胡理乐, 卜书海, 李先敏 (2016) 太白山自然保护区大熊猫冬栖地动物多样性监测. 陕西林业科技, (6), 32–36, 42.]
- [37]. 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.]
- [38]. Wu AL, Chen P (2016) The influence of roads in protected area on wild animals. *Shaanxi Forest Science and Technology*, (3), 11–14. (in Chinese with English abstract) [武阿莉, 陈鹏 (2016) 长青自然保护区内道路对野生动物的影响调查. 陕西林业科技, (3), 11–14.]
- [39]. Zheng XG, Owen MA, Nie YG, Hu YB, Swaisgood RR, Yan L, Wei FW (2016) Individual identification of wild giant pandas from camera trap photos – A systematic and hierarchical approach. *Journal of Zoology*, 300, 247–256.
- [40]. Diao KP, Li MF, Pan SY, Gu WL, Zhang XO, Wen C (2017) Role of vertebrates in wild animal corpses degradation process by camera trap in Tangjiahe National Nature Reserve. *Sichuan Journal of Zoology*, 36, 616–623. (in Chinese with English abstract) [刁鲲鹏, 李明富, 潘世珩, 顾伟龙, 张晓鸥, 闻丞 (2017) 基于红外相机研究脊椎动物在唐家河国家级自然保护区动物尸体分解过程中的作用. 四川动物, 36, 616–623.]
- [41]. Huang F, He LY, He K, Dai Q, Zhang K, Tang B, Gu XD, Yang ZS (2017) Spatial and temporal distribution of human disturbance in Tuowushan Giant Panda Corridor: Survey by camera trap array. *Chinese Journal of Zoology*, 52, 403–410. (in Chinese with English abstract) [黄峰, 何流洋, 何可, 戴强, 张勘, 唐博, 古晓东, 杨志松 (2017) 拖乌山大熊猫廊道人类干扰的空间与时间分布格局——红外相机阵列调查. 动物学杂志, 52, 403–410.]

田佳, 朱淑怡, 张晓峰, 何礼文, 古晓东, 官天培, 李晟 (2021) 大熊猫国家公园的地栖大中型鸟兽多样性现状: 基于红外相机数据的分析. 生物多样性, 29, 1490–1504. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021165>

- [42]. Liu XB, Wei W, Zheng XG, Zhao KH, He SW, Zhou WL (2017) Activity rhythms of golden pheasant (*Chrysolophus pictus*) and satyr tragopan (*Tragopan temminckii*) revealed by infrared-triggered cameras. Chinese Journal of Zoology, 52, 194–202. (in Chinese with English abstract) [刘小斌, 韦伟, 郑筱光, 赵凯辉, 何少文, 周文良 (2017) 红腹锦鸡和红腹角雉活动节律——基于红外相机监测数据. 动物学杂志, 52, 194–202.]
- [43]. Qiao MJ, Tang Z, Shi XG, Cheng YH, Hu Q, Li WJ, Zhang HM (2017) Habitat suitability assessment of snow leopards in Wolong National Nature Reserve based on MaxEnt modeling. Journal of Sichuan Forestry Science and Technology, 38(6), 1–4, 16. (in Chinese with English abstract) [乔麦菊, 唐卓, 施小刚, 程跃红, 胡强, 李文静, 张和民 (2017) 基于MaxEnt模型的卧龙国家级自然保护区雪豹(*Panthera uncia*)适宜栖息地预测. 四川林业科技, 38(6), 1–4, 16.]
- [44]. Shi XG, Hu Q, Li JQ, Tang Z, Yang J, Li WJ, Shen XL, Li S (2017) Camera-trapping survey 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.]
- [45]. Tang Z, Yang J, Liu XH, Wang PY, Li ZY (2017) Research on snow leopard (*Panthera uncia*) using camera-trapping in Wolong National Nature Reserve, China. Biodiversity Science, 25, 62–70. (in Chinese with English abstract) [唐卓, 杨建, 刘雪华, 王鹏彦, 李周园 (2017) 基于红外相机技术对四川卧龙国家级自然保护区雪豹(*Panthera uncia*)的研究. 生物多样性, 25, 62–70.]
- [46]. Tang Z, Yang J, Liu XH, Wang PY, Li ZY, Liu CS (2017) Activity pattern of *Lophophorus lhuysii* by camera-trapping in Wolong National Nature Reserve, China. Sichuan Journal of Zoology, 36, 582–587. (in Chinese with English abstract) [唐卓, 杨建, 刘雪华, 王鹏彦, 李周园, Liu CS (2017) 利用红外相机研究卧龙国家级自然保护区绿尾虹雉的活动规律. 四川动物, 36, 582–587.]
- [47]. Wu XT, Bu SH, Li XM, Li Q, Xue H, Guo JF (2017) Monitoring of wildlife with infrared camera in Taibaishan Nature Reserve. Journal of Northwest Forestry University, 32(3), 170–175. (in Chinese with English abstract) [吴逊涛, 卜书海, 李先敏, 李琦, 薛华, 郭继芳 (2017) 基于红外相机技术的太白山自然保护区野生动物监测. 西北林学院学报, 32(3), 170–175.]
- [48]. Zhu WH, Hu YL, Ji SY (2017) Survey on the leopard in Zhouzhi National Nature Reserve, Shaanxi Province. Guangdong Sericulture, 51(3), 89–90. (in Chinese) [朱文怀, 胡永乐, 纪世玉 (2017) 陕西周至国家级自然保护区金钱豹调查. 广东蚕业, 51(3), 89–90.]
- [49]. Chen JC, He F, Peng B, Yu X, Wu YJ, Ran JH (2018) Daily activity pattern of *Lophophorus lhuysii* during spring and summer in Xiaozhaizigou National Nature Reserve, Sichuan. Sichuan Journal of Zoology, 37, 241–250. (in Chinese with English abstract) [陈俊橙, 贺飞, 彭波, 余翔, 吴永杰, 冉江洪 (2018) 四川小寨子沟国家级自然保护区绿尾虹雉的日活动行为特征. 四川动物, 37, 241–250.]
- [50]. Hou J, Yang J, Li YJ, Huang JY, Liu D, Zhang JD (2018) Spatio-temporal distribution characteristics of mammals investigated using infrared camera traps in Wolong Nature Reserve. Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition), 42(3), 187–192. (in Chinese with English abstract) [侯金, 杨建, 李玉杰, 黄金燕, 刘巅, 张晋东 (2018) 基于红外相机调查的卧龙自然保护区兽类资源时空分布特征. 南京林业大学学报(自然科学版), 42(3), 187–192.]
- [51]. Hou R (2018) Nutritional Ecology of the Golden Snub-nosed Monkey (*Rhinopithecus roxellana*) and its Adaption to Cold Environment. PhD dissertation, Northwest University, Xi'an. (in Chinese with English abstract) [侯荣 (2018) 川金丝猴的营养生态及其对低温环境的适应策略. 博士学位论文, 西北大学, 西安.]
- [52]. Hu DM, Deng Y, Wen P, Liang L, Xia K, Guan TP (2018) Suitable habitat prediction of takins in Baishuihe National Nature Reserve. Journal of Sichuan Forestry Science and Technology, 39(6), 67–70, 85. (in Chinese with English abstract) [胡大明, 邓玥, 温平, 梁磊, 夏奎, 官天培 (2018) 白水河国家级自然保护区羚牛适宜栖息地评价. 四川林业科技, 39(6), 67–70, 85.]
- [53]. Hu J, Yao G, Li DY, Yang ZS, Li YH (2018) Summer habitat selection of sambar deer (*Rusa unicolor*) in Wolong National Nature Reserve. Acta Theriologica Sinica, 38, 277–285. (in Chinese with English abstract) [胡杰, 姚刚, 黎大勇, 杨志松, 李艳红 (2018) 卧龙国家级自然保护区水鹿夏季生境选择. 兽类学报, 38, 277–285.]

田佳, 朱淑怡, 张晓峰, 何礼文, 古晓东, 官天培, 李晟 (2021) 大熊猫国家公园的地栖大中型鸟兽多样性现状: 基于红外相机数据的分析. 生物多样性, 29, 1490–1504. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021165>

- [54]. 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.]
- [55]. Shi XY, Fu Q, Wang L, Jiang ZY, Shi XG, Li S (2018) Notes on the natural hybridization of golden pheasant *Chrysolophus pictus* and lady amherst's pheasant *C. amherstiae* in Anzihe Nature Reserve, Sichuan Province. Chinese Journal of Zoology, 53, 660–663. (in Chinese with English abstract) [史晓昀, 付强, 王磊, 蒋泽银, 施小刚, 李晟 (2018) 四川鞍子河保护区发现红腹锦鸡与白腹锦鸡的自然杂交. 动物学杂志, 53, 660–663.]
- [56]. Sun JX, Li JQ, Wan YQ, Li S, Guan TP, Wang J, Xia WC, Xu HG (2018) Study on the activity rhythms of nine ungulates in summer and autumn in Sichuan. Journal of Ecology and Rural Environment, 34, 1003–1009. (in Chinese with English abstract) [孙佳欣, 李佳琦, 万雅琼, 李晟, 官天培, 王杰, 夏万才, 徐海根 (2018) 四川9种有蹄类动物夏秋季活动节律研究. 生态与农村环境学报, 34, 1003–1009.]
- [57]. 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.]
- [58]. Wang JA, Wen JL (2018) Application of infrared triggered cameras in the wildlife monitoring in Tianhuashan Nature Reserve. New Silk Road, 1, 55. (in Chinese) [王家安, 闻家林 (2018) 红外触发式相机在天华山保护区野生动物监测中的应用. 新丝路, 1, 55.]
- [59]. Wang P, Li YJ, Zhang JD, Yang J, Zhou CQ (2018) Ethogram and PAE coding system of wild *Pseudois nayaur* in Wolong National Nature Reserve. Sichuan Journal of Zoology, 37, 211–218. (in Chinese with English abstract) [王盼, 李玉杰, 张晋东, 杨建, 周材权 (2018) 卧龙国家级自然保护区野生岩羊行为谱及PAE编码系统. 四川动物, 37, 211–218.]
- [60]. 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, 38, 6484–6492. (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, 38, 6484–6492.]
- [61]. Wang YJ, Hou J, Li YJ, Bai WK, Li C, Zhang JD (2018) The spatial-temporal distribution characteristics of birds detected by camera traps in Wolong Nature Reserve. Journal of China West Normal University (Natural Sciences), 39, 29–37. (in Chinese with English abstract) [王玉君, 侯金, 李玉杰, 白文科, 李程, 张晋东 (2018) 利用红外相机调查卧龙保护区鸟类资源的时空分布特征. 西华师范大学学报(自然科学版), 39, 29–37.]
- [62]. Zhang JD, Li YJ, Huang JY, Bai WK, Zhou SQ, Li YH, Zhou CQ (2018) Behavior coding and ethogram of the sambar (*Rusa unicolor*) in field environment. Acta Theriologica Sinica, 38, 1–11. (in Chinese with English abstract) [张晋东, 李玉杰, 黄金燕, 白文科, 周世强, 李应洪, 周材权 (2018) 利用红外相机建立野生水鹿行为谱及PAE编码系统. 兽类学报, 38, 1–11.]
- [63]. 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.]
- [64]. He XC, Fu Q, Wu YJ, Wang B, Chen X, Ran JH (2019) Population structure and activity rhythm of sambar deer (*Rusa unicolor*). Acta Theriologica Sinica, 39, 134–141. (in Chinese with English abstract) [何兴成, 付强, 吴永杰, 王彬, 陈雪, 冉江洪 (2019) 水鹿的群体结构和活动节律分析. 兽类学报, 39, 134–141.]
- [65]. Jiang ZJ, Ye XC, Hu JY, Yang B, Li SQ (2019) Infrared camera survey on the diversity of mammals and birds in Qianfoshan National Nature Reserve, Sichuan. Sichuan Journal of Zoology, 38, 99–106. (in Chinese with English abstract) [蒋忠军, 叶信初, 胡加云, 杨彪, 李生强 (2019) 基于红外相机对四川千佛山国家级自然保护区兽类及鸟类多样性的初步调查. 四川动物, 38, 99–106.]
- [66]. Luo H, Xiao X, Li YJ, Hou J, Dong X, Zhang JD, Bai WK, Li C (2019) Establishment of PAE coding system and ethogram of *Rhinopithecus roxellana* using infrared camera. Sichuan Journal of Zoology, 38, 646–656. (in Chinese with English abstract)

田佳, 朱淑怡, 张晓峰, 何礼文, 古晓东, 官天培, 李晟 (2021) 大熊猫国家公园的地栖大中型鸟兽多样性现状: 基于红外相机数据的分析. 生物多样性, 29, 1490–1504. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021165>

- [罗欢, 肖雪, 李玉杰, 侯金, 董鑫, 张晋东, 白文科, 李程 (2019) 利用红外相机建立川金丝猴的行为谱及PAE编码系统. 四川动物, 38, 646–656.]
- [67]. Shi XY, Shi XG, Hu Q, Guan TP, Fu Q, Zhang J, Yao M, Li S (2019) Evaluating the potential habitat overlap and predation risk between snow leopards and free-range yaks in the Qionglai Mountains, Sichuan. Biodiversity Science, 27, 951–959. (in Chinese with English abstract) [史晓昀, 施小刚, 胡强, 官天培, 付强, 张剑, 姚蒙, 李晟 (2019) 四川邛崃山脉雪豹与散放牦牛潜在分布重叠与捕食风险评估. 生物多样性, 27, 951–959.]
- [68]. Yan WB, Ji SN, Shuai LY, Zhao LG, Zhu DP, Zeng ZG (2019) Spatial distribution patterns of mammal diversity in Yangxian County of Shaanxi Province on the southern slope of the Qinling Mountains. Biodiversity Science, 27, 177–185. (in Chinese with English abstract) [颜文博, 吉晟男, 帅凌鹰, 赵雷刚, 朱大鹏, 曾治高 (2019) 秦岭南坡陕西洋县辖区哺乳动物物种多样性的空间分布格局. 生物多样性, 27, 177–185.]
- [69]. Yang WH, Chen YL, Deng Y, Wang XZ, Chen LJ, Hu DM, Luo XH, Song DZ, Xiao ZS (2019) Preliminary surveys of mammals and birds by infrared camera traps in the Sichuan Baishuihe National Nature Reserve. Biodiversity Science, 27, 1012–1015. (in Chinese with English abstract) [杨伟和, 陈月龙, 邓玥, 王兴哲, 陈立军, 胡大明, 罗秀海, 宋大昭, 肖治术 (2019) 利用红外相机对四川白水河国家级自然保护区鸟兽资源的初步调查. 生物多样性, 27, 1012–1015.]
- [70]. Guo JF, Yang XJ, He QL, Li XM (2020) Distribution status of wild animals in Haoping area of Taibai Mountain Nature Reserve. Protection Forest Science and Technology, (2), 19–22. (in Chinese with English abstract) [郭继芳, 杨晓俊, 何强利, 李先敏 (2020) 太白山自然保护区蒿坪区域野生动物分布现状分析. 防护林科技, (2), 19–22.]
- [71]. Hou J, Yan LL, Li L, Li YJ, Liao YS, Zhang JD (2020) Behavior coding and ethogram of the free-ranging giant pandas (*Ailuropoda melanoleuca*). Acta Theriologica Sinica, 40, 446–457. (in Chinese with English abstract) [侯金, 严淋露, 黎亮, 李玉杰, 廖玉杉, 张晋东 (2020) 野生大熊猫行为谱及PAE编码系统. 兽类学报, 40, 446–457.]
- [72]. 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. (in Chinese with English abstract) [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.]
- [73]. Li J, Wang XL, Yang MW, Chen DX, Wang XJ, Luo P, Liu F, Xue YD, Li GL, Zhang YG, Zhang Y, Li DQ (2020) Construction progress of camera-trapping database from the Nature Reserves Biological Specimen Resources Sharing Sub-platform. Biodiversity Science, 28, 1081–1089. (in Chinese with English abstract) [李佳, 王秀磊, 杨明伟, 陈大祥, 王晓菊, 罗平, 刘芳, 薛亚东, 李广良, 张于光, 张宇, 李迪强 (2020) 自然保护区生物标本资源共享子平台红外相机数据库建设进展. 生物多样性, 28, 1081–1089.]
- [74]. Li JW, Li YX, Zhang K, Luo W, Lan Q, He LY, Tang B, Yang ZS (2020) Preliminary camera-trapping survey on wild mammals and birds in Liziping National Nature Reserve. Journal of Sichuan Forestry Science and Technology, 41(3), 7–13. (in Chinese with English abstract) [李健威, 李玉霞, 张勘, 骆伟, 兰琦, 何流洋, 唐博, 杨志松 (2020) 四川栗子坪国家级自然保护区野生鸟兽的红外相机初步监测. 四川林业科技, 41(3), 7–13.]
- [75]. Li S, McShea WJ, Wang DJ, Gu XD, Zhang XF, Zhang L, Shen XL (2020) Retreat of large carnivores across the giant panda distribution range. Nature Ecology & Evolution, 4, 1327–1331.
- [76]. Li S, McShea WJ, Wang DJ, Shen XL, Bu HL, Guan TP, Wang F, Gu XD, Zhang XF, Liao HH (2020) Construction progress of the Camera-trapping Network for the Mountains of Southwest China. Biodiversity Science, 28, 1049–1058. (in Chinese with English abstract) [李晟, McShea WJ, 王大军, 申小莉, 卜红亮, 官天培, 王放, 古晓东, 张晓峰, 廖灏泓 (2020) 西南山地红外相机监测网络建设进展. 生物多样性, 28, 1049–1058.]
- [77]. Li YY, Guo M, Hu CD (2020) Discussion on the design of natural education path in Taibai Mountain. Shaanxi Forest Science and Technology, 48(1), 83–86. (in Chinese with English abstract) [李园园, 郭明, 胡崇德 (2020) 太白山自然保护区自然教育路径设计探讨. 陕西林业科技, 48(1), 83–86.]
- [78]. Liu P, Fu MX, Qi DW, Song XQ, Wei W, Yang WJ, Chen YX, Zhou YS, Liu JB, Ma R, Yu J, Yang H, Chen P, Hou R (2020) Camera-trapping survey of wild mammals and birds in Daxiangling Nature Reserve, Sichuan Province. Biodiversity Science, 28, 905–912. (in Chinese with English abstract) [刘鹏, 付明霞, 齐敦武, 宋心强, 韦伟, 杨婉婧, 陈玉祥, 周延山, 刘家斌, 马锐, 余吉, 杨洪, 陈鹏, 侯蓉 (2020) 利用红外相机监测四川大相岭自然保护区鸟兽物种多样性. 生物多样性, 28,

田佳, 朱淑怡, 张晓峰, 何礼文, 古晓东, 官天培, 李晟 (2021) 大熊猫国家公园的地栖大中型鸟兽多样性现状: 基于红外相机数据的分析. 生物多样性, 29, 1490–1504. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021165>

905–912.]

- [79]. Liu YL, Song DZ, Liu BB, Xia F, Chen YL, Wang YQ, Huang QW (2020) Overview of the Camera-trapping Platform for Felid Species in China: Data integration by a conservation NGO. *Biodiversity Science*, 28, 1067–1074. (in Chinese with English abstract) [刘炎林, 宋大昭, 刘蓓蓓, 夏凡, 陈月龙, 王一晴, 黄巧雯 (2020) 中国猫科动物红外相机监测平台介绍: 民间环保机构的数据整合. 生物多样性, 28, 1067–1074.]
- [80]. Liu XH, Zhang YK, Zhao XY, He XB, Cai Q, Zhu Y, He BS, Jiu Q (2020) Introduction to the wildlife camera-trapping database of the middle Qinling Mountains. *Biodiversity Science*, 28, 1075–1080. (in Chinese with English abstract) [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, 1075–1080.]
- [81]. Liu ZX, Li DQ, Tian C, Yang XL, Feng K, Cai XL, Li YP, He QN, Li JQ (2020) Analysis of the large- and medium-sized mammals and understory birds in Laoxiancheng National Nature Reserve, Shaanxi. *Chinese Journal of Zoology*, 55, 153–164. (in Chinese with English abstract) [刘正霄, 李东群, 田成, 杨霞丽, 冯可, 蔡小录, 李育鹏, 贺巧妮, 李俊清 (2020) 基于红外相机技术对陕西老县城国家级自然保护区大中型兽类及林下鸟类资源分析. 动物学杂志, 55, 153–164.]
- [82]. Ma YS, Ma QQ, He NJ, Zhu DP, Zhao KH, Liu HC, Li S, Sun L, Tang LB (2020) Camera-trapping survey of mammals and birds in the Foping National Nature Reserve, China. *Biodiversity Science*, 28, 226–230. (in Chinese with English abstract) [马亦生, 马青青, 何念军, 朱大鹏, 赵凯辉, 刘红彩, 李帅, 孙亮, 唐流斌 (2020) 基于红外相机技术调查佛坪国家级自然保护区兽类和鸟类多样性. 生物多样性, 28, 226–230.]
- [83]. Ma YS, Ma QQ, Sun L, Li S, Zhou G, Li T, Dong LL, Cao LH, Zhu DP (2020) The seasonal spatial distribution and activity pattern of giant panda distribution in Foping National Nature Reserve based on camera-trapping data. *Chinese Journal of Zoology*, 55, 20–28. (in Chinese with English abstract) [马亦生, 马青青, 孙亮, 李帅, 周刚, 李涛, 董乐乐, 曹李华, 朱大鹏 (2020) 基于红外相机技术对佛坪国家级自然保护区大熊猫季节性空间分布与活动模式的研究. 动物学杂志, 55, 20–28.]
- [84]. Shang XT, Luo CP, Li B, Zheng Y, Zhou ZQ, Zhang L, Li S (2020) Diversity and fauna composition of birds in the Wanglang National Nature Reserve, Sichuan. *Sichuan Journal of Zoology*, 39, 93–106. (in Chinese with English abstract) [尚晓彤, 罗春平, 李斌, 郑勇, 周智强, 张立, 李晟 (2020) 四川王朗国家级自然保护区鸟类多样性与区系组成. 四川动物, 39, 93–106.]
- [85]. Shen XL, Li S, McShea WJ, Wang DJ, Yu JP, Shi XG, Dong W, Mi XC, Ma KP (2020) Effectiveness of management zoning designed for flagship species in protecting sympatric species. *Conservation Biology*, 34, 158–167.
- [86]. Teng JR, He LW, Li RH, Wang JL, Li HF, Ding XM (2020) Records of six new wild animals in Baishuijiang National Nature Reserve of Gansu Province. *Journal of Gansu Forestry Science and Technology*, 45(2), 22–25. (in Chinese with English abstract) [滕继荣, 何礼文, 李仁洪, 王钧亮, 李宏飞, 丁雪梅 (2020) 白水江保护区6种鸟兽新记录. 甘肃林业科技, 45(2), 22–25.]
- [87]. Wan YQ, Li JQ, Yang XW, Li S, Xu HG (2020) Progress of the China mammal diversity observation network (China BON-Mammal) based on camera-trapping. *Biodiversity Science*, 28, 1115–1124. (in Chinese with English abstract) [万雅琼, 李佳琦, 杨兴文, 李晟, 徐海根 (2020) 基于红外相机的中国哺乳动物多样性观测网络建设进展. 生物多样性, 28, 1115–1124.]
- [88]. Wang YB, Wang J (2020) Application of infrared camera monitoring in Shaanxi Changqing National Nature Reserve. *Chinese Journal of Wildlife*, 41, 767–776. (in Chinese with English abstract) [王玉玢, 王军 (2020) 红外相机监测方法在陕西长青国家级自然保护区的应用. 野生动物学报, 41, 767–776.]
- [89]. 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.]
- [90]. Zhang X, Zheng X, Ji SS, Gao F, Feng B, Yang B, Li SQ (2020) Camera-trapping survey on the mammal diversity of the Jiudingshan Nature Reserve, Sichuan Province. *Journal of Sichuan Forestry Science and Technology*, 41(4), 129–136. (in

田佳, 朱淑怡, 张晓峰, 何礼文, 古晓东, 官天培, 李晟 (2021) 大熊猫国家公园的地栖大中型鸟兽多样性现状: 基于红外相机数据的分析. 生物多样性, 29, 1490–1504. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021165>

Chinese with English abstract) [张鑫, 郑雄, 吉帅帅, 高飞, 冯彬, 杨彪, 李生强 (2020) 四川九顶山自然保护区兽类多样性的红外相机初步监测. 四川林业科技, 41(4), 129–136.]

- [91]. Zhao LJ, Liu MZ, Luo CP, Bu HL, Ma DY, Shang XT, Li S (2020) Daily activity rhythm of *Ithaginis cruentus* in the Wanglang National Nature Reserve, Sichuan. Sichuan Journal of Zoology, 39, 121–128. (in Chinese with English abstract) [赵联军, 刘鸣章, 罗春平, 卜红亮, 马东源, 尚晓彤, 李晟 (2020) 四川王朗国家级自然保护区血雉的日活动节律. 四川动物, 39, 121–128.]

田佳, 朱淑怡, 张晓峰, 何礼文, 古晓东, 官天培, 李晟 (2021) 大熊猫国家公园的地栖大中型鸟兽多样性现状: 基于红外相机数据的分析. 生物多样性, 29, 1490–1504. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021165>

附录5 大熊猫国家公园范围内涉及红外相机监测的新闻报道、项目报告和未发表数据集列表(2005–2020)

Appendix 5 List of news reports, project reports and unpublished data sets on camera-trapping detecting within the Giant Panda National Park (2005–2020)

标题 Headline	类型 Type*	来源 Source	链接 URL
1. 野外监测 西岭雪山首次发现豺	N	成都日报	http://scnews.newssc.org/system/2011/10/03/013324368.shtml
2. 红外相机拍到10余种野生动物	N	新浪四川	http://sc.sina.com.cn/news/m/2015-01-30/detail-ichmifpx6205283-p3.shtml
3. 甘肃白水江拍摄到大熊猫等珍稀野生动物40余种	N	甘肃日报	http://reli.cssn.cn/zx/shwx/shhnew/201604/t20160413_2965162.shtml
4. 成都首次雪豹调查: 看呆萌小雪豹舔屏相机	N	封面新闻	http://m.people.cn/n4/2017/1030/c676-10043509.html
5. 九顶山增设红外相机调查濒危物种	N	德阳晚报	https://mp.weixin.qq.com/s/V94Gt0EEQKHrHNEsR73iYg
6. 大黑熊摆弄摄像机 绵竹记录下九顶山9种野生动物	N	四川国际网	https://www.toutiao.com/a6615808754241765896/?tt_from=weixin&utm_campaign=client_share&wxshare_count=1&timestamp=1540393016&app=news_article&utm_source=weixin&iid=47265542961&utm_medium=toutiao_android&group_id=6615808754241765896&wid=1626750309426
7. 黄柏塬自然保护区首次发现金钱豹	N	太白林区	https://mp.weixin.qq.com/s/d_gdNOFqp-b7FhNAtLe_rg
8. 西安老县城自然保护区现野生金钱豹	N	西安发布	https://mp.weixin.qq.com/s/XKYuq4j1Q0ktIQJ3lkGktg
9. 哇塞! 瓦屋山野外红外相机再次捕捉到大熊猫, 羚牛抢镜头	N	微眉山	https://mp.weixin.qq.com/s/k-xzJIQErCnUYkdTPietJQ
10. 石棉县境内首次发现野生狼	N	石棉县融媒体中心	https://mp.weixin.qq.com/s/SAG-470V5z-zvBk36YlhWg
11. 水獭重返老河沟	N	老河沟自然保护区	https://mp.weixin.qq.com/s/VB51QRSJJczZSt-kJsRtQA
12. 新驿保护地红外相机重大收获!!!	N	老河沟自然保护区	https://mp.weixin.qq.com/s/UR5UVXhXhwr_4iVLxviPSw
13. 赤狐重现白水江保护区	N	大熊猫国家公园白水江分局	https://mp.weixin.qq.com/s/HgBwnPxmQREv1TqxjTLotA
14. 蜂桶寨保护区首次监测到国家Ⅱ级保护动物斑林狸	N	四川蜂桶寨国家级自然保护区	https://mp.weixin.qq.com/s/yU28_G0-Nxf9mVYrvpOH3g
15. 留坝自然保护区红外相机再次拍到珍稀动物!	N	大汉中	https://mp.weixin.qq.com/s/PnjXGgpPZEeexp1JLl1w
16. 天气渐热, 自然保护区的小猴子们待不住了……《秘境之眼》带您走进它们的日常	N	央视一套	https://mp.weixin.qq.com/s/p-6brdTUakUtzSLI6Rjbfg

田佳, 朱淑怡, 张晓峰, 何礼文, 古晓东, 官天培, 李晟 (2021) 大熊猫国家公园的地栖大中型鸟兽多样性现状: 基于红外相机数据的分析. 生物多样性, 29, 1490–1504. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021165>

标题 Headline	类型 Type*	来源 Source	链接 URL
17. 保护区架设红外相机后, 拍到了它们……	N	西安发布	https://baijiahao.baidu.com/s?id=1668447581610100172&wfr=spider&for=pc
18. 四川北川 红外相机首次拍到扭角羚成群活动影像	N	央视网	http://video.sdchina.com/v/27556.html
19. 四川松潘 白羊自然保护区 红外相机拍到多种珍稀动物影像	N	央视网	http://tv.cctv.com/2020/06/25/VIDE1Hw5X6az7DaP9FMT4WGs200625.shtml
20. 红外相机再次拍摄到野生大熊猫	N	微大邑	https://mp.weixin.qq.com/s/qmo0FOg0-yFqxIo5tafSOA
21. 汉中: 红外相机再次拍摄到野生大熊猫等珍稀动物影像	N	汉中早8点	https://mp.weixin.qq.com/s/H56LL3RnI4xWRT0-ImP95w
22. 亚洲黑熊仔进村“偷吃”蜂蜜被拍个正着!	N	大熊猫国家公园	https://mp.weixin.qq.com/s/QRyo4ynQEdSvWQXqMUrJtQ
23. 土地岭大熊猫生态廊道 红外相机首次拍摄到野生大熊猫!	N	腾讯新闻	https://new.qq.com/rain/a/20200811V0M0T600
24. 红外相机抓拍到野生大熊猫母子同框画面, 超萌超可爱!	N	四川雅安	https://mp.weixin.qq.com/s/Wexh97TS2irlTfc5_TAwtQ
25. 红外相机立功了! 四川黄龙景区首次拍到野生川金丝猴种群	N	腾讯新闻	https://new.qq.com/omn/20201112/20201112V0COIA00.html
26. 珍贵! 黄龙“红外相机”首次拍到野生川金丝猴种群	N	潇湘晨报	https://baijiahao.baidu.com/s?id=1683131630248006835&wfr=spider&for=pc
27. 福寿拍到大熊猫啦! 而且, 还有……	N	桃花源基金会	https://mp.weixin.qq.com/s/HvB4vqjkaUCvzsws1Y7m_w
28. “十三五”期间四川省阿坝州大熊猫及珍稀动物栖息地恢复见成效	N	潇湘晨报	https://baijiahao.baidu.com/s?id=1685582855368647680&wfr=spider&for=pc
29. 四川鞍子河自然保护区红外相机编目	P	—	—
30. 四川王朗国家级自然保护区红外相机编目	P	—	—
31. 四川卧龙国家级自然保护区红外相机物种编目	P	—	—
32. 四川小河沟保护区红外相机编目	P	—	—

田佳, 朱淑怡, 张晓峰, 何礼文, 古晓东, 官天培, 李晟 (2021) 大熊猫国家公园的地栖大中型鸟兽多样性现状: 基于红外相机数据的分析. 生物多样性, 29, 1490–1504. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021165>

标题	类型	来源		链接
Headline	Type*	Source		URL
33. 四川鸡冠山国家级森 林公园红外相机数据	S	—	—	
34. 宽坝林场红外相机数 据	S	—	—	

*类型: N: 新闻报道; P: 项目报道; S: 未发表数据集。

*Type: N, News reports; P, Project reports; S, Unpublished data sets.

附录 6 大熊猫国家公园红外相机监测中记录到的其他兽类物种名录(2005–2020)

Appendix 6 Other mammal species detected by camera-trapping within the Giant Panda National Park (2005–2020)

物种 Species	IUCN评估级别 IUCN Red List*	记录保护地数 No. protected areas detected
(一) 劳亚食虫目 Eulipotyphla		
(1) 猬科 Erinaceidae		
1. 中国鼯猬 <i>Neotetracus sinensis</i>	LC	1
2. 侯氏猬 <i>Mesechinus hughii</i>	LC	2
(2) 鼯鼠科 Soricidae		
3. 灰麝鼯 <i>Crocidura attenuata</i>	LC	1
(二) 兔形目 Lagomorpha		
(3) 鼠兔科 Ochotonidae		
4. 高山鼠兔 <i>Ochotona alpina</i>	LC	1
5. 间颅鼠兔 <i>Ochotona cansus</i>	LC	1
6. 红耳鼠兔 <i>Ochotona erythrotis</i>	LC	4
7. 川西鼠兔 <i>Ochotona gloveri</i>	LC	1
8. 藏鼠兔 <i>Ochotona thibetana</i>	LC	10
(三) 啮齿目 Rodentia		
(4) 鼯鼠科 Pteromyidae		
9. 复齿鼯鼠 <i>Trogopterus xanthipes</i>	NT	3
10. 红白鼯鼠 <i>Petaurista alborufus</i>	LC	3
11. 灰头小鼯鼠 <i>Petaurista caniceps</i>	LC	3
12. 灰鼯鼠 <i>Petaurista xanthotis</i>	LC	1
(5) 鼯鼠科 Spalacidae		
13. 中华鼯鼠 <i>Eospalax fontanierii</i>	LC	1
14. 中华竹鼠 <i>Rhizomys sinensis</i>	LC	3
(6) 仓鼠科 Cricetidae		
15. 普通田鼠 <i>Microtus arvalis</i>	LC	1
16. 四川田鼠 <i>Volemys millicens</i>	NT	1
(7) 鼠科 Muridae		
17. 中华姬鼠 <i>Apodemus draco</i>	LC	1
18. 北社鼠 <i>Niviventer confucianus</i>	LC	6
19. 针毛鼠 <i>Niviventer fulvescens</i>	LC	2
20. 小泡巨鼠 <i>Leopoldamys edwardsi</i>	LC	4

* IUCN评估级别: LC: 无危; NT: 近危。

* IUCN Red List: LC, Least concern; NT, Near threatened.

田佳, 朱淑怡, 张晓峰, 何礼文, 古晓东, 官天培, 李晟 (2021) 大熊猫国家公园的地栖大中型鸟兽多样性现状: 基于红外相机数据的分析. 生物多样性, 29, 1490–1504. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021165>

附录 7 大熊猫国家公园红外相机监测中记录到的鸟类物种名录(2005–2020)

Appendix 7 Bird species detected by camera-trapping within the Giant Panda National Park (2005–2020)

物种 Species	国家保护级别 National protected category	IUCN评估级别 IUCN Red List*	记录保护地数 No. protected areas detected
(一)鸡形目 Galliformes			
(1)雉科 Phasianidae			
1. 斑尾榛鸡 <i>Tetrastes sewerzowi</i>	I	NT	4
2. 雪鹑 <i>Lerwa lerwa</i>		LC	5
3. 红喉雉鹑 <i>Tetraophasis obscurus</i>	I	LC	9
4. 藏雪鸡 <i>Tetraogallus tibetanus</i>	II	LC	6
5. 高原山鹑 <i>Perdix hodgsoniae</i>		LC	3
6. 灰胸竹鸡 <i>Bambusicola thoracicus</i>		LC	7
7. 血雉 <i>Ithaginis cruentus</i>	II	LC	34
8. 红腹角雉 <i>Tragopan temminckii</i>	II	LC	39
9. 勺鸡 <i>Pucrasia macrolopha</i>	II	LC	25
10. 绿尾虹雉 <i>Lophophorus lhuysii</i>	I	VU	12
11. 白鹇 <i>Lophura nycthemera</i>	II	LC	1
12. 白马鸡 <i>Crossoptilon crossoptilon</i>	II	NT	1
13. 蓝马鸡 <i>Crossoptilon auritum</i>	II	LC	6
14. 环颈雉 <i>Phasianus colchicus</i>		LC	14
15. 红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i>	II	LC	34
16. 白腹锦鸡 <i>Chrysolophus amherstiae</i>	II	LC	6
红腹×白腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i> × <i>C. amherstiae</i>			1
(二)雁形目 Anseriformes			
(2)鸭科 Anatidae			
17. 赤麻鸭 <i>Tadorna ferruginea</i>		LC	1
(三)鸽形目 Columbiformes			
(3)鸠鸽科 Columbidae			
18. 雪鸽 <i>Columba leuconota</i>		LC	3
19. 山斑鸠 <i>Streptopelia orientalis</i>		LC	2
20. 珠颈斑鸠 <i>Streptopelia chinensis</i>		LC	1
(四)夜鹰目 Caprimulgiformes			
(4)夜鹰科 Caprimulgidae			
21. 普通夜鹰 <i>Caprimulgus indicus</i>		LC	1
(5)雨燕科 Apodidae			
22. 白腰雨燕 <i>Apus pacificus</i>		LC	2
(五)鹃形目 Cuculiformes			
(6)杜鹃科 Cuculidae			
23. 红翅凤头鹃 <i>Clamator coromandus</i>		LC	1
24. 大鹰鹃 <i>Hierococcyx sparveroides</i>		LC	1
(六)鹤形目 Gruiformes			
(7)鹤科 Gruidae			
25. 黑颈鹤 <i>Grus nigricollis</i>	I	NT	1
(七)鸻形目 Charadriiformes			
(8)鹬科 Scolopacidae			

田佳, 朱淑怡, 张晓峰, 何礼文, 古晓东, 官天培, 李晟 (2021) 大熊猫国家公园的地栖大中型鸟兽多样性现状: 基于红外相机数据的分析. 生物多样性, 29, 1490–1504. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021165>

物种 Species	国家保护级别 National protected category	IUCN评估级别 IUCN Red List*	记录保护地数 No. protected areas detected
26. 丘鹑 <i>Scolopax rusticola</i>		LC	6
(八)鹈形目 Pelecaniformes			
(9)鹭科 Ardeidae			
27. 池鹭 <i>Ardeola bacchus</i>		LC	1
(九)鹰形目 Accipitriformes			
(10)鹰科 Accipitridae			
28. 胡兀鹫 <i>Gypaetus barbatus</i>	I	NT	4
29. 凤头蜂鹰 <i>Pernis ptilorhynchus</i>	II	LC	1
30. 高山兀鹫 <i>Gyps himalayensis</i>	II	NT	2
31. 秃鹫 <i>Aegypius monachus</i>	I	NT	2
32. 鹰雕 <i>Nisaetus nipalensis</i>	II	LC	9
33. 金雕 <i>Aquila chrysaetos</i>	I	LC	5
34. 凤头鹰 <i>Accipiter trivirgatus</i>	II	LC	2
35. 赤腹鹰 <i>Accipiter soloensis</i>	II	LC	1
36. 松雀鹰 <i>Accipiter virgatus</i>	II	LC	2
37. 雀鹰 <i>Accipiter nisus</i>	II	LC	5
38. 苍鹰 <i>Accipiter gentilis</i>	II	LC	6
39. 白尾鹞 <i>Circus cyaneus</i>	II	LC	1
40. 白尾海雕 <i>Haliaeetus albicilla</i>	I	LC	1
41. 灰脸鵟鹰 <i>Butastur indicus</i>	II	LC	1
42. 大鵟 <i>Buteo hemilasius</i>	II	LC	2
43. 普通鵟 <i>Buteo japonicus</i>	II	LC	3
(十)鸮形目 Strigiformes			
(11)鸮科 Strigidae			
44. 领角鸮 <i>Otus lettia</i>	II	LC	1
45. 雕鸮 <i>Bubo bubo</i>	II	LC	1
46. 黄腿渔鸮 <i>Ketupa flavipes</i>	II	LC	2
47. 灰林鸮 <i>Strix aluco</i>	II	LC	7
48. 领鸺鹠 <i>Glaucidium brodiei</i>	II	LC	3
49. 斑头鸺鹠 <i>Glaucidium cuculoides</i>	II	LC	2
50. 纵纹腹小鸮 <i>Athene noctua</i>	II	LC	1
(12)草鸮科 Tytonidae			
51. 草鸮 <i>Tyto longimembris</i>	II	LC	1
(十一)啄木鸟目 Piciformes			
(13)啄木鸟科 Picidae			
52. 星头啄木鸟 <i>Dendrocopos canicapillus</i>		LC	2
53. 赤胸啄木鸟 <i>Dendrocopos cathpharius</i>		LC	4
54. 黄颈啄木鸟 <i>Dendrocopos darjellensis</i>		LC	4
55. 白背啄木鸟 <i>Dendrocopos leucotos</i>		LC	3
56. 大斑啄木鸟 <i>Dendrocopos major</i>		LC	7
57. 三趾啄木鸟 <i>Picoides tridactylus</i>	II	LC	1
58. 灰头绿啄木鸟 <i>Picus canus</i>		LC	8

田佳, 朱淑怡, 张晓峰, 何礼文, 古晓东, 官天培, 李晟 (2021) 大熊猫国家公园的地栖大中型鸟兽多样性现状: 基于红外相机数据的分析. 生物多样性, 29, 1490–1504. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021165>

物种 Species	国家保护级别 National protected category	IUCN评估级别 IUCN Red List*	记录保护地数 No. protected areas detected
(十二)隼形目 Falconiformes			
(14)隼科 Falconidae			
59. 红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	II	LC	3
60. 猎隼 <i>Falco cherrug</i>	I	EN	1
(十三)雀形目 Passeriformes			
(15)黄鹌科 Oriolidae			
61. 黑枕黄鹌 <i>Oriolus chinensis</i>		LC	1
(16)莺雀科 Vireonidae			
62. 淡绿鹇 <i>Pteruthius xanthochlorus</i>		LC	1
(17)山椒鸟科 Campephagidae			
63. 暗灰鹇 <i>Lalage melaschistos</i>		LC	1
64. 长尾山椒鸟 <i>Pericrocotus ethologus</i>		LC	3
(18)伯劳科 Laniidae			
65. 灰背伯劳 <i>Lanius tephronotus</i>		LC	3
(19)鸦科 Corvidae			
66. 松鸦 <i>Garrulus glandarius</i>		LC	11
67. 红嘴蓝鹊 <i>Urocissa erythroryncha</i>		LC	18
68. 灰树鹊 <i>Dendrocitta formosae</i>		LC	2
69. 星鸦 <i>Nucifraga caryocatactes</i>		LC	15
70. 红嘴山鸦 <i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>		LC	5
71. 黄嘴山鸦 <i>Pyrrhocorax graculus</i>		LC	3
72. 达乌里寒鸦 <i>Corvus dauuricus</i>		LC	1
73. 小嘴乌鸦 <i>Corvus corone</i>		LC	2
74. 大嘴乌鸦 <i>Corvus macrorhynchos</i>		LC	10
75. 渡鸦 <i>Corvus corax</i>		LC	3
(20)玉鹇科 Stenostiridae			
76. 方尾鹇 <i>Culicicapa ceylonensis</i>		LC	4
(21)山雀科 Paridae			
77. 黑冠山雀 <i>Periparus rubidiventris</i>		LC	4
78. 煤山雀 <i>Periparus ater</i>		LC	2
79. 黄腹山雀 <i>Pardaliparus venustulus</i>		LC	4
80. 褐冠山雀 <i>Lophophanes dichrous</i>		LC	1
81. 红腹山雀 <i>Poecile davidi</i>	II	LC	1
82. 大山雀 <i>Parus cinereus</i>		LC	2
83. 绿背山雀 <i>Parus monticolus</i>		LC	8
(22)百灵科 Alaudidae			
84. 小云雀 <i>Alauda gulgula</i>		LC	2
(23)鳞胸鹇科 Pnoepygidae			
85. 鳞胸鹇 <i>Pnoepyga albiventer</i>		LC	2
86. 小鳞胸鹇 <i>Pnoepyga pusilla</i>		LC	1
(24)蝗莺科 Locustellidae			
87. 棕褐短翅蝗莺 <i>Locustella luteoventris</i>		LC	1

田佳, 朱淑怡, 张晓峰, 何礼文, 古晓东, 官天培, 李晟 (2021) 大熊猫国家公园的地栖大中型鸟兽多样性现状: 基于红外相机数据的分析. 生物多样性, 29, 1490–1504. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021165>

物种 Species	国家保护级别 National protected category	IUCN评估级别 IUCN Red List*	记录保护地数 No. protected areas detected
(25)燕科 Hirundinidae			
88. 烟腹毛脚燕 <i>Delichon dasypus</i>		LC	1
(26)鹎科 Pycnonotidae			
89. 领雀嘴鹎 <i>Spizixos semitorques</i>		LC	2
90. 绿翅短脚鹎 <i>Lxos mclellandii</i>		LC	3
91. 黑短脚鹎 <i>Hypsipetes leucocephalus</i>		LC	1
(27)柳莺科 Phylloscopidae			
92. 褐柳莺 <i>Phylloscopus fuscatus</i>		LC	1
93. 华西柳莺 <i>Phylloscopus occisinensis</i>		LC	4
94. 橙斑翅柳莺 <i>Phylloscopus pulcher</i>		LC	5
95. 黄腰柳莺 <i>Phylloscopus proregulus</i>		LC	1
96. 四川柳莺 <i>Phylloscopus forresti</i>		LC	1
97. 黄眉柳莺 <i>Phylloscopus inornatus</i>		LC	1
98. 淡眉柳莺 <i>Phylloscopus humei</i>		LC	2
99. 极北柳莺 <i>Phylloscopus borealis</i>		LC	1
100. 暗绿柳莺 <i>Phylloscopus trochiloides</i>		LC	1
101. 乌嘴柳莺 <i>Phylloscopus magnirostris</i>		LC	3
102. 比氏鹟莺 <i>Seicercus valentini</i>		LC	7
103. 栗头鹟莺 <i>Seicercus castaniceps</i>		LC	2
(28)树莺科 Cettiidae			
104. 强脚树莺 <i>Horornis fortipes</i>		LC	1
105. 黄腹树莺 <i>Horornis acanthizoides</i>		LC	1
106. 异色树莺 <i>Horornis flavolivaceus</i>		LC	1
107. 大树莺 <i>Cettia major</i>		LC	1
108. 棕顶树莺 <i>Cettia brunnifrons</i>		LC	1
109. 栗头树莺 <i>Cettia castaneocoronata</i>		LC	3
(29)长尾山雀科 Aegithalidae			
110. 花彩雀莺 <i>Leptopoeile sophiae</i>		LC	2
(30)莺鹟科 Sylviidae			
111. 金胸雀鹟 <i>Lioparus chrysotis</i>	II	LC	3
112. 褐头雀鹟 <i>Fulvetta cinereiceps</i>		LC	6
113. 红嘴鸦雀 <i>Conostoma aemodium</i>		LC	9
114. 三趾鸦雀 <i>Cholornis paradoxus</i>	II	LC	4
115. 褐鸦雀 <i>Cholornis unicolor</i>		LC	3
116. 白眶鸦雀 <i>Sinosuthora conspicillata</i>	II	LC	1
117. 棕头鸦雀 <i>Sinosuthora webbiana</i>		LC	4
118. 黄额鸦雀 <i>Suthora fulvifrons</i>		LC	2
(31)绣眼鸟科 Zosteropidae			
119. 纹喉凤鹛 <i>Yuhina gularis</i>		LC	1
120. 白领凤鹛 <i>Yuhina diademata</i>		LC	3
121. 暗绿绣眼鸟 <i>Zosterops japonicus</i>		LC	1
(32)林鹟科 Timaliidae			

田佳, 朱淑怡, 张晓峰, 何礼文, 古晓东, 官天培, 李晟 (2021) 大熊猫国家公园的地栖大中型鸟兽多样性现状: 基于红外相机数据的分析. 生物多样性, 29, 1490–1504. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021165>

物种 Species	国家保护级别 National protected category	IUCN评估级别 IUCN Red List*	记录保护地数 No. protected areas detected
122. 斑胸钩嘴鹛 <i>Erythrogenys gravivox</i>		LC	3
123. 棕颈钩嘴鹛 <i>Pomatorhinus ruficollis</i>		LC	4
124. 红头穗鹛 <i>Cyanoderma ruficeps</i>		LC	1
(33) 幽鹛科 Pellorneidae			
125. 褐顶雀鹛 <i>Schoeniparus brunneus</i>		LC	1
126. 灰眶雀鹛 <i>Alcippe morrisonia</i>		LC	4
(34) 噪鹛科 Leiothrichidae			
127. 矛纹草鹛 <i>Babax lanceolatus</i>		LC	2
128. 画眉 <i>Garrulax canorus</i>	II	LC	4
129. 黑额山噪鹛 <i>Garrulax sukatschewi</i>	I	VU	1
130. 灰翅噪鹛 <i>Garrulax cineraceus</i>		LC	4
131. 斑背噪鹛 <i>Garrulax lunulatus</i>	II	LC	11
132. 大噪鹛 <i>Garrulax maximus</i>	II	LC	4
133. 眼纹噪鹛 <i>Garrulax ocellatus</i>	II	LC	10
134. 黑脸噪鹛 <i>Garrulax perspicillatus</i>		LC	1
135. 白喉噪鹛 <i>Garrulax albogularis</i>		LC	10
136. 黑领噪鹛 <i>Garrulax pectoralis</i>		LC	3
137. 棕噪鹛 <i>Garrulax berthemyi</i>	II	LC	1
138. 白颊噪鹛 <i>Garrulax sannio</i>		LC	1
139. 橙翅噪鹛 <i>Trochalopteron ellioti</i>	II	LC	19
140. 黑顶噪鹛 <i>Trochalopteron affine</i>		LC	14
141. 红翅噪鹛 <i>Trochalopteron formosum</i>	II	LC	11
142. 红嘴相思鸟 <i>Leiothrix lutea</i>	II	LC	8
(35) 旋木雀科 Certhiidae			
143. 霍氏旋木雀 <i>Certhia hodgsoni</i>		LC	2
144. 高山旋木雀 <i>Certhia himalayana</i>		LC	1
145. 四川旋木雀 <i>Certhia tianquanensis</i>	II	LC	1
(36) 鸺科 Sittidae			
146. 普通鸺 <i>Sitta europaea</i>		LC	6
147. 栗臀鸺 <i>Sitta nagaensis</i>		LC	1
148. 白脸鸺 <i>Sitta leucopsis</i>		LC	2
149. 红翅旋壁雀 <i>Tichodroma muraria</i>		LC	2
(37) 鹇科 Troglodytidae			
150. 鹇 <i>Troglodytes troglodytes</i>		LC	5
(38) 椋鸟科 Sturnidae			
151. 灰椋鸟 <i>Spodiopsar cineraceus</i>		LC	1
(39) 鸫科 Turdidae			
152. 白眉地鸫 <i>Geokichla sibirica</i>		LC	1
153. 淡背地鸫 <i>Zoothera mollissima</i>		LC	6
154. 四川淡背地鸫 <i>Zoothera griseiceps</i>		LC	9
155. 长尾地鸫 <i>Zoothera dixonii</i>		LC	14
156. 虎斑地鸫 <i>Zoothera aurea</i>		LC	14

田佳, 朱淑怡, 张晓峰, 何礼文, 古晓东, 官天培, 李晟 (2021) 大熊猫国家公园的地栖大中型鸟兽多样性现状: 基于红外相机数据的分析. 生物多样性, 29, 1490–1504. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021165>

物种 Species	国家保护级别 National protected category	IUCN评估级别 IUCN Red List*	记录保护地数 No. protected areas detected
157. 小虎斑地鸫 <i>Zoothera dauma</i>		LC	2
158. 灰背鸫 <i>Turdus hortulorum</i>		LC	1
159. 灰翅鸫 <i>Turdus bouboul</i>		LC	12
160. 乌鸫 <i>Turdus mandarinus</i>		LC	7
161. 灰头鸫 <i>Turdus rubrocanus</i>		LC	17
162. 棕背黑头鸫 <i>Turdus kessleri</i>		LC	5
163. 白眉鸫 <i>Turdus obscurus</i>		LC	4
164. 赤颈鸫 <i>Turdus ruficollis</i>		LC	1
165. 斑鸫 <i>Turdus eunomus</i>		LC	4
166. 宝兴歌鸫 <i>Turdus mupinensis</i>		LC	13
(40) 鹎科 Muscicapidae			
167. 栗腹歌鸫 <i>Larvivora brunnea</i>		LC	1
168. 蓝歌鸫 <i>Larvivora cyane</i>		LC	2
169. 红喉歌鸫 <i>Calliope calliope</i>	II	LC	2
170. 白须黑胸歌鸫 <i>Calliope tschebaiewis</i>		LC	2
171. 黑喉歌鸫 <i>Calliope obscura</i>	II	VU	2
172. 白腹短翅鸫 <i>Luscinia phoenicuroides</i>		LC	2
173. 蓝喉歌鸫 <i>Luscinia svecica</i>	II	LC	1
174. 红胁蓝尾鸫 <i>Tarsiger cyanurus</i>		LC	8
175. 蓝眉林鸫 <i>Tarsiger rufilatus</i>		LC	8
176. 白眉林鸫 <i>Tarsiger indicus</i>		LC	6
177. 金色林鸫 <i>Tarsiger chrysaeus</i>		LC	7
178. 栗背短翅鸫 <i>Heteroxenicus stellatus</i>		LC	1
179. 蓝短翅鸫 <i>Brachypteryx montana</i>		LC	7
180. 白喉红尾鸫 <i>Phoenicurus schisticeps</i>		LC	2
181. 蓝额红尾鸫 <i>Phoenicurus frontalis</i>		LC	5
182. 赭红尾鸫 <i>Phoenicurus ochruros</i>		LC	2
183. 北红尾鸫 <i>Phoenicurus aureus</i>		LC	3
184. 红尾水鸫 <i>Rhyacornis fuliginosa</i>		LC	3
185. 白顶溪鸫 <i>Chaimarrornis leucocephalus</i>		LC	9
186. 紫啸鸫 <i>Myophonus caeruleus</i>		LC	17
187. 蓝大翅鸫 <i>Grandala coelicolor</i>		LC	4
188. 白额燕尾 <i>Enicurus leschenaulti</i>		LC	3
189. 斑背燕尾 <i>Enicurus maculatus</i>		LC	1
190. 灰林鸫 <i>Saxicola ferreus</i>		LC	3
191. 蓝矶鸫 <i>Monticola solitarius</i>		LC	1
192. 棕尾褐鸫 <i>Muscicapa ferruginea</i>		LC	1
193. 锈胸蓝姬鸫 <i>Ficedula sordida</i>		LC	2
194. 橙胸姬鸫 <i>Ficedula strophliata</i>		LC	3
195. 红喉姬鸫 <i>Ficedula albicilla</i>		LC	1
196. 棕胸蓝姬鸫 <i>Ficedula hyperythra</i>		LC	2
197. 白眉蓝姬鸫 <i>Ficedula superciliaris</i>		LC	1

田佳, 朱淑怡, 张晓峰, 何礼文, 古晓东, 官天培, 李晟 (2021) 大熊猫国家公园的地栖大中型鸟兽多样性现状: 基于红外相机数据的分析. 生物多样性, 29, 1490–1504. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021165>

物种 Species	国家保护级别 National protected category	IUCN评估级别 IUCN Red List*	记录保护地数 No. protected areas detected
198. 灰蓝姬鹀 <i>Ficedula tricolor</i>		LC	2
199. 棕腹大仙鹀 <i>Niltava davidi</i>	II	LC	1
200. 棕腹仙鹀 <i>Niltava sundara</i>		LC	3
(41)岩鹀科 <i>Prunellidae</i>			
201. 领岩鹀 <i>Prunella collaris</i>		LC	5
202. 鹁岩鹀 <i>Prunella rubeculoides</i>		LC	1
203. 棕胸岩鹀 <i>Prunella strophiate</i>		LC	7
204. 褐岩鹀 <i>Prunella fulvescens</i>		LC	2
205. 栗背岩鹀 <i>Prunella immaculata</i>		LC	3
(42)雀科 <i>Passeridae</i>			
206. 麻雀 <i>Passer montanus</i>		LC	1
(43)鹨科 <i>Motacillidae</i>			
207. 白鹨 <i>Motacilla alba</i>		LC	1
208. 树鹨 <i>Anthus hodgsoni</i>		LC	1
209. 粉红胸鹨 <i>Anthus roseatus</i>		LC	4
(44)燕雀科 <i>Fringillidae</i>			
210. 燕雀 <i>Fringilla montifringilla</i>		LC	3
211. 黄颈拟蜡嘴雀 <i>Mycerobas affinis</i>		LC	2
212. 白斑翅拟蜡嘴雀 <i>Mycerobas carripes</i>		LC	2
213. 黑尾蜡嘴雀 <i>Eophona migratoria</i>		LC	1
214. 灰头灰雀 <i>Pyrhula erythaca</i>		LC	4
215. 暗胸朱雀 <i>Procarduelis nipalensis</i>		LC	4
216. 林岭雀 <i>Leucosticte nemoricola</i>		LC	5
217. 高山岭雀 <i>Leucosticte brandti</i>		LC	4
218. 普通朱雀 <i>Carpodacus erythrinus</i>		LC	2
219. 拟大朱雀 <i>Carpodacus rubicilloides</i>		LC	2
220. 红眉朱雀 <i>Carpodacus pulcherrimus</i>		LC	2
221. 曙红朱雀 <i>Carpodacus waltoni</i>		LC	1
222. 棕朱雀 <i>Carpodacus edwardsii</i>		LC	1
223. 酒红朱雀 <i>Carpodacus vinaceus</i>		LC	4
224. 斑翅朱雀 <i>Carpodacus trifasciatus</i>		LC	2
225. 白眉朱雀 <i>Carpodacus dubius</i>		LC	5
226. 红胸朱雀 <i>Carpodacus puniceus</i>		LC	3
227. 金翅雀 <i>Chloris sinica</i>		LC	1
228. 藏黄雀 <i>Spinus thibetanus</i>		LC	1
(45)鹀科 <i>Emberizidae</i>			
229. 蓝鹀 <i>Emberiza siemsseni</i>	II	LC	5
230. 三道眉草鹀 <i>Emberiza cioides</i>		LC	2
231. 黄喉鹀 <i>Emberiza elegans</i>		LC	1
232. 灰头鹀 <i>Emberiza spodocephala</i>		LC	1

* IUCN评估级别: LC: 无危; NT: 近危; VU: 易危; EN: 濒危。* IUCN Red List: LC, Least concern; NT, Near threatened; VU, Vulnerable; EN, Endangered.

附录 8 多元回归的残差-拟合值关系

Appendix 8 The relationship between residuals and fitted values of the multiple regression