

# 湖北木林子国家级自然保护区 兽类和鸟类的红外相机监测

任天宇<sup>1</sup> 王杰<sup>1</sup> 崔继法<sup>1</sup> 雷博宇<sup>1</sup> 吴楠<sup>1</sup> 邹大虎<sup>1</sup>  
周友兵<sup>1\*</sup> 田八树<sup>2</sup>

1 三峡大学生物与制药学院 宜昌 443002; 2 湖北木林子国家级自然保护区管理局 恩施 445000

**摘要:** 湖北木林子国家级自然保护区位于中国地势第二阶梯至第三阶梯的过渡地带, 属于云贵高原东北延伸部分的武陵山脉石门支脉, 该区域的生物多样性较高。为深入了解该区域内兽类和鸟类多样性的现状及变化, 明确海拔梯度与物种多样性的关系, 于 2019 年 9 月至 2021 年 6 月, 通过布设在保护区内的 30 台红外相机, 对区域内的大中型兽类和地栖性鸟类进行连续性监测。红外相机共拍摄兽类和鸟类的独立有效照片 1 089 组, 记录到兽类 4 目 10 科 14 种, 以食肉目和鲸偶蹄目等大中型兽类为主; 记录到鸟类 4 目 11 科 30 种, 以雀形目和鸡形目等地栖性鸟类为主。记录到 12 种国家二级重点保护野生动物, 如猕猴 (*Macaca mulatta*)、亚洲黑熊 (*Ursus thibetanus*)、红嘴相思鸟 (*Leiothrix lutea*) 和画眉 (*Garrulax canorus*) 等, 另记录到 5 种中国特有种。兽类中红腿长吻松鼠 (*Dremomys pyrrhomerus*)、野猪 (*Sus scrofa*) 和毛冠鹿 (*Elaphodus cephalophus*) 的相对多度指数最高, 鸟类中红腹锦鸡 (*Chrysolophus pictus*)、红腹角雉 (*Tragopan temminckii*) 和红嘴蓝鹊 (*Urocissa erythroryncha*) 的相对多度指数最高。本次调查为木林子国家级自然保护区提供了关键的兽类和鸟类多样性信息, 为该区域后续的生物保护、科学考察和日常管理提供了重要的数据支撑。

**关键词:** 物种多样性; 兽类和鸟类; 野生动物监测; 木林子国家级自然保护区; 红外相机技术

**中图分类号:** Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2026) 02-196-17

## A camera trap survey for mammals and birds in the Hubei Mulinzi National Nature Reserve, China

REN Tian-Yu<sup>1</sup> WANG Jie<sup>1</sup> CUI Ji-Fa<sup>1</sup> LEI Bo-Yu<sup>1</sup> WU Nan<sup>1</sup> ZOU Da-Hu<sup>1</sup>  
ZHOU You-Bing<sup>1\*</sup> TIAN Ba-Shu<sup>2</sup>

1 College of Biological and Pharmaceutical Sciences, China Three Gorges University, Yichang 443002; 2 Administration of Hubei Mulinzi  
National Nature Reserve, Enshi 445000, China

**Abstract: [Objectives]** The Hubei Mulinzi National Nature Reserve (HMNNR) is an ecologically significant

**基金项目** 国家自然科学基金项目 (No. 32201545, 32301589), 生态环境部生物多样性调查评估项目 (No. 2019HB2096001006);

\* 通信作者, E-mail: zhouyoubing@ctgu.edu.cn;

**第一作者介绍** 任天宇, 男, 硕士研究生; 研究方向: 生态系统生态学; E-mail: rtymessi@163.com.

收稿日期: 2025-03-12, 修回日期: 2025-09-24 DOI: 10.13859/j.cjz.202625053 CSTR: 32109.14.cjz.202625053

region with high biodiversity, located in the transition zone from the second to the third step of China's topography. This study aims to assess the diversity and distribution of medium-to-large-sized mammals and birds in the reserve by camera trap monitoring, with a particular focus on clarifying the relationship between altitudinal gradients and biodiversity. **[Methods]** From September 2019 to June 2021, 30 camera traps were deployed across habitats in HMNNR. The survey covered different elevations and functional zones. Data analysis included species identification based on morphological characteristics, calculation of the relative abundance index ( $I_{RA}$ ), and establishment of species accumulation curves (Fig. 2). The statistical methods applied in this study included species richness estimation and  $I_{RA}$  calculation based on camera trap efforts. **[Results]** A total of 1 089 independent valid photographs were obtained, recording 14 species of mammals belonging to 10 families of 4 orders and 30 species of birds belonging to 11 families of 4 orders. The dominant mammal orders were Carnivora and Cetartiodactyla, while Passeriformes and Galliformes were the most represented bird orders. Among them, 12 species were classified as second-class National Key Protected Wildlife, including Macaque (*Macaca mulatta*), Asiatic Black Bear (*Ursus thibetanus*), Red-Billed Leiothrix (*Leiothrix lutea*), and Hwamei (*Garrulax canorus*). Additionally, five species were identified as endemic to China. The most abundant mammalian species based on  $I_{RA}$  were Red-Hipped Squirrel (*Dremomys pyrrhomerus*,  $I_{RA} = 3.60$ ), Wild Boar (*Sus scrofa*,  $I_{RA} = 1.57$ ), and Tufted Deer (*Elaphodus cephalophus*,  $I_{RA} = 1.34$ ). The most frequently recorded birds were Golden Pheasant (*Chrysolophus pictus*,  $I_{RA} = 1.49$ ), Temminck's Tragopan (*Tragopan temminckii*,  $I_{RA} = 0.36$ ), and Red-Billed Blue Magpie (*Urocissa erythroryncha*,  $I_{RA} = 0.24$ ). Species richness was the highest in the mid-elevation range (1 400 ~ 1 800 m), where the highest  $I_{RA}$  was recorded. The core and buffer zones exhibited greater species diversity and abundance than the experimental zone (Table 2). **[Conclusion]** The camera trap survey provides updated baseline data on the diversity and distribution of mammals and birds in HMNNR. The results support the mid-domain effect, highlighting the effectiveness of long-term camera trapping in biodiversity monitoring. The findings contribute to the conservation planning and management of this ecologically important reserve. Future studies should expand the survey to cover more habitats and integrate conventional field survey methods with camera trapping for a more comprehensive assessment.

**Key words:** Diversity of species; Mammals and birds; Wildlife monitoring; Mulinzi National Nature Reserve; Infrared-triggered camera technology

生物多样性监测为当前的保护管理和环境政策作出了核心的科学贡献，而动态更新的物种名录则对生物多样性的保护和研究具有重要的实践意义（马克平 2015，Rowcliffe 2017）。在森林生态系统中，野生兽类和鸟类的多样性是生物多样性监测和保护管理评价的关键指标，能有效反映野生动物与森林植被之间的动态变化关系（肖治术等 2014）。在当前的兽类和鸟类多样性调查研究中，普遍采用红外相机开展长期的监测工作（Burton et al. 2015）。红

外相机监测是一种连续高效的、非接触性的和非损伤性的生物监测技术（潘丹等 2019），具有隐蔽性、准确性和连续性等优点（郭英荣等 2021）。目前，红外相机监测技术广泛用于野生动物生态学及行为学研究、珍稀濒危物种的野外追踪记录和自然保护区的管理评价等领域（李晟等 2014，徐婉芸等 2020，李平等 2021）。

湖北木林子国家级自然保护区处于鄂西南山区，为云贵高原东北延伸部分的武陵山脉石

门支脉,同时位于中国种子植物三大特有现象中心之一的“川东-鄂西特有现象中心”的核心地带(应俊生等 1994),是中国特有种及国家重点保护物种的集中地,为具有战略意义的生物资源基因库之一(葛继稳等 2009)。木林子自然保护区成立以来,曾多次组织开展动植物资源的本底考察,如葛继稳教授曾于 2006 年带队开展了综合科学考察活动,对保护区内的维管植物和陆生野生脊椎动物进行了系统全面的调查。2006 年的调查显示(葛继稳等 2009),保护区有陆生野生脊椎动物 302 种,隶属 26 目 75 科 190 属。其中,哺乳纲 78 种,属 8 目 23 科 53 属;鸟纲 155 种,隶属 14 目 35 科 98 属;爬行纲 45 种,隶属 2 目 10 科 29 属;两栖纲 24 种,隶属 2 目 7 科 10 属。但在以往的动物调查中,由于当时的技术手段和经费投入等限制,多采用样线或样点调查法,其调查周期相对较短、容易受天气等外部因素影响,且人为干扰较为明显,导致调查结果有一定局限性,而红外相机监测则能弥补部分物种的记录缺失。随着人类社会经济活动的加剧,部分珍稀濒危物种的野外分布状况有待及时更新,如豹(*Panthera pardus*)、金猫(*Pardofelis temmincki*)和林麝(*Moschus berezovskii*)等。

鄂西南山区地形起伏大,垂直高差显著,地形梯度复杂,此特点对生物多样性分布具有重要影响。木林子自然保护区作为鄂西南地区典型山地保护区,其在海拔范围、地貌类型与生态垂直结构上,与区域整体特征表现出高度一致性,因而具有良好的区域代表性,是研究海拔和鸟兽多样性关系的“天然实验场”(刘松柏等 2022)。海拔梯度对物种多样性有显著影响(Quintero et al. 2018),研究发现,物种多样性和海拔之间往往遵循“中域效应”(Bertuzzo et al. 2016),即物种多样性常在中海拔范围达到最高值(Colwell et al. 2000, McCain et al. 2005)。本研究借助红外相机关注木林子自然保护区不同海拔区间内兽类和鸟类的分布特征,以回答以下科学问题:保护区内物种多样

性是否随海拔梯度呈现显著变化?物种多样性变化是否符合“中域效应”?

本次木林子自然保护区内大中型兽类和地栖性鸟类的本底资料更新调查,旨在:(1)明确湖北木林子国家级自然保护区内鸟兽多样性随海拔梯度的变化;(2)初步调查保护区的兽类和鸟类物种组成信息;(3)更新保护区内重点保护物种的种群数量、分布区域和保护现状等关键资料;(4)持续积累基础资料,为后续的生物保护、科学研究和日常管理提供支撑。

## 1 研究方法

### 1.1 研究区域

湖北木林子国家级自然保护区始建于 1983 年,于 2012 年提升为国家级自然保护区,位于湖北省恩施土家族苗族自治州鹤峰县北部(109°59'30" ~ 110°17'58" E, 29°55'59" ~ 30°10'47" N)。该保护区地处中国地势第二阶梯至第三阶梯的过渡地带,海拔 610.0 ~ 2 095.6 m,总面积约 20 838 hm<sup>2</sup>。该区域属于中亚热带,为亚热带大陆性季风湿润山地气候,四季分明、雨热同期,具有立体气候带特征,年均气温约 15.5 °C,年均降水量约 1 733.7 mm(葛继稳等 2009)。受地形和气候因素的综合影响,区域内植被呈现出显著的垂直分布规律,由常绿阔叶林、常绿落叶阔叶混交林和落叶阔叶林三大植被群落带组成(吴炳方 2017)。

木林子自然保护区位于武陵山生物多样性保护优先区域内,为古老孑遗物种庇护所的核心地带,是众多生物类群重要的南北迁移通道(祁承经等 1994)。木林子自然保护区内记录有维管植物 206 科 943 属 2 797 种(含种下等级),其物种数量占湖北省维管植物的 45.24%;记录有陆生野生脊椎动物 75 科 190 属 302 种,其物种数量占湖北省陆生野生脊椎动物的 42.66%(葛继稳等 2009)。包含有大量的珍稀濒危物种,如红豆杉(*Taxus wallichiana* var. *chinensis*)、伯乐树(*Bretschneidera sinensis*)、林麝和金雕(*Aquila chrysaetos*)等。

1.2 调查方法

2019 年 9 月至 2021 年 6 月期间，基于全国统一划分的调查网格开展，即通过覆盖木林子自然保护区主要区域的五个重点调查网格（10 km × 10 km）设置调查样线和相机位点（肖能文等 2022）。兼顾调查网格内的生境特征、植被类型和海拔梯度等因素，最终在保护区内设置了 10 条调查样线，每条样线长约 3 km，部分样线横跨了核心区、缓冲区和实验区，并在样线的起点、中点和终点的适宜生境处布置 E3H 型红外相机（深圳东方红鹰科技有限公司），保持相邻红外相机的布设间距不低于 100 m（图 1，附录 1）（李生强等 2016）。保证三个区域内各布设有 10 台红外相机。

红外相机安装时，需在布设位点附近选择适宜粗细的树干用于固定相机，并将相机架设在距地面 0.8~1.2 m 的高度范围内，使相机镜头正对着兽道或水源，保证镜头前方无枝叶等

障碍物遮挡（肖治术 2015）。红外相机拍摄的照片像素设定为 500 万像素，视频尺寸设定为 720 P，相机拍摄间隔设定为 1 s，相机灵敏度设定为中等，相机拍摄模式设定为“照片 + 视频”，即每个触发事件连拍 3 张照片，并录制一段时长 15 s 的视频。

本研究共布设 30 个红外相机监测点，为分析不同海拔梯度对物种分布的影响，根据相机布设点的实际海拔数据（864~1 832 m），结合区域内主要植被类型的分布情况，将海拔等距划分为五个区段：<1 200 m、1 200~1 400 m、1 400~1 600 m、1 600~1 800 m 和 >1 800 m。每个区段内布设的红外相机数量不等。布设覆盖近千米的垂直梯度，充分覆盖了研究区内的主要地形和植被变化。其中，海拔最低点为 864 m，最高点为 1 832 m，多数点位集中在海拔 1 300~1 700 m 之间。在生境类型方面，监测点分布于六类主要植被类型中，分别为常绿

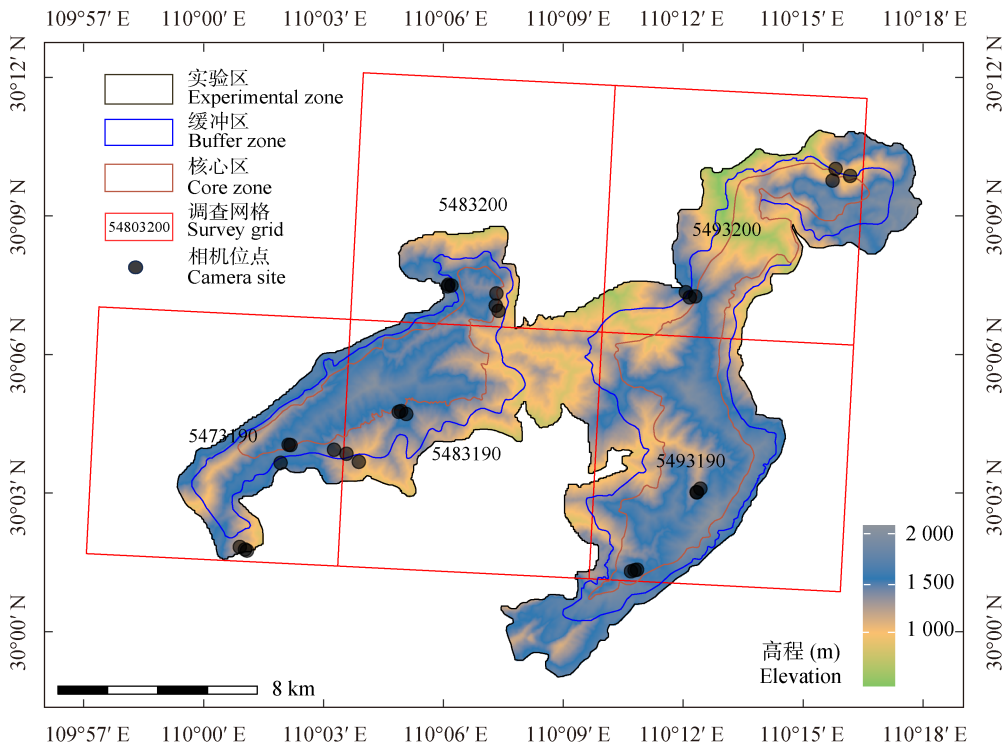


图 1 湖北木林子国家级自然保护区的功能分区及红外相机布设位点

Fig. 1 Functional zones of the Hubei Mulinzi National Nature Reserve and locations of infrared camera traps

阔叶林(位点 S001、S004、S022、S023、S025、S026、S028, 共 7 个点)、落叶阔叶林(位点 S007、S009、S11~S21, 共 13 个点)、针叶阔叶混交林(S002、S010、S024、S029、S030, 共 5 个点)、常绿落叶阔叶混交林(S003、S027, 共 2 个点)、针叶林(S005、S006, 共 2 个点)、竹林(S008, 1 个点)。这一分布格局较好地体现了研究区域的生境异质性, 尤其是常绿与落叶林型的垂直交错分布、针阔混交林的局部斑块性, 以及竹林与针叶林的局地性特征。落叶阔叶林点位数量最多, 表明其在本区域中的广泛分布及代表性。

相机点的选择不仅覆盖了不同植被类型, 也反映了不同海拔带的生境状况, 有利于深入分析物种组成与生境间关系。例如, 低海拔的 S026、S027 布设于常绿阔叶林与混交林中, 而高海拔的 S008 和 S009 则分布于竹林与落叶林中。该布设方案为评估区域内哺乳动物对生境异质性的响应提供了坚实的基础。

### 1.3 数据处理

独立有效照片, 即同一相机位点由兽类或鸟类的同种个体触发拍摄的一组有效照片, 且同种个体的触发事件间隔时间不低于 30 min (O'Brien et al. 2003)。相机工作日, 即红外相机在野外正常拍摄 24 h 计为一个有效的相机工作日。相对多度指数(relative abundance index,  $I_{RA}$ ), 指所有位点的红外相机在每 100 个工作日( $t_{ni}$ )所记录的某一物种的独立有效照片总数( $d_i$ ) (Kawanishi et al. 1999, Azlan et al. 2006), 即

$$I_{RA} = \frac{\sum_{i=1} d_i \times 100}{\sum_{i=1} t_{ni}}。$$

根据红外相机记录的动物形态、行为和声音等特征, 鉴定独立有效照片的物种类别和行为类型, 并区分为兽类照片和鸟类照片。其中, 兽类的物种鉴定系统参考《中国兽类图鉴》(第 3 版, 刘少英等 2022)、分类系统参考“中国兽类名录(2021 版)” (魏辅文等 2021); 鸟类的物种鉴定系统参考《中国鸟类观察手册》(刘

阳等 2021)、分类系统参考《中国鸟类分类与分布名录》(第 4 版, 郑光美 2023)。并参考《国家重点保护野生动物名录》(国家林业和草原局和农业农村部 2021)、《中国生物多样性红色名录: 脊椎动物》(蒋志刚等 2021)、IUCN 红色名录 (<https://www.iucnredlist.org>) 和 CITES 附录 (<https://cites.org/eng/app/appendices.php>) 等, 汇总本次调查的物种名录。

为检验红外相机对保护区兽类和鸟类监测的充分性, 从红外相机的位点数和工作日两方面绘制物种累积曲线 (species accumulative curve), 以综合评估红外相机对兽类和鸟类的监测性能。

## 2 结果

### 2.1 监测概况

木林子自然保护区内布设的 30 台红外相机, 共计拍摄 9 478 个工作日、8 263 组照片, 每台红外相机平均工作约 316 个工作日, 平均拍摄照片约 275 组, 包含兽类、鸟类和人为干扰的独立有效照片 1 089 组。兽类独立有效照片为 740 组, 占总独立有效照片的 67.95%; 鸟类独立有效照片为 349 组, 占总独立有效照片的 32.05%。在全部 30 个相机点中, 共记录到 55 次人为干扰事件, 涵盖三类功能分区与 5 个海拔梯度带, 表现出明显的空间差异性。人类干扰事件主要集中在中等海拔区域 (1 400 ~ 1 800 m), 其中, 海拔 1 400 ~ 1 600 m 记录最多, 共 31 次, 相对多度指数为 0.33; 1 600 ~ 1 800 m 次之, 记录 20 次, 相对多度指数为 0.21; 小于 1 200 m 和 1 200 ~ 1 400 m 人类活动相对较少, 分别记录 1 次和 3 次, 相对多度指数分别为 0.01 和 0.03; 大于 1 800 m 未记录到任何人类干扰。在不同功能分区中: 缓冲区记录到的干扰事件最多, 共 27 次, 相对多度指数为 0.28; 核心区记录 23 次, 相对多度指数为 0.24; 实验区人类干扰最少, 仅 5 次, 相对多度指数为 0.05。

基于相机位点数和相机工作日绘制的物种

累积曲线整体的变化趋势表现一致，即兽类物种数量在前 10 个相机位点数和前 2 500 个相机工作日快速上升，后缓慢趋于平稳，而鸟类物种数量在监测的全过程中呈现持续上升的趋势（图 2），表明本次大中型兽类的调查相对饱和，但地栖性鸟类还需要进一步监测。

2.2 物种组成

经鉴定，记录到兽类和鸟类共 8 目 21 科 44 种（表 1），以大中型兽类和地栖性鸟类为主（附录 2）。其中，兽类 4 目 10 科 14 种，占历史记录（葛继稳等 2009）的 17.94%（ $n = 78$ ， $n$  表示历史记录总物种数），以食肉目和鲸偶蹄目等大中型兽类为主，分别记录到食肉目 4 科 5 种、鲸偶蹄目 3 科 4 种；鸟类 4 目 11 科 30 种，占历史记录的 19.35%（ $n = 155$ ），以雀形目和鸡形目鸟类为主，共 9 科 27 种，占鸟类调查物种总数的 90.00%。记录到 12 种国家二级重点保护野生动物（附录 3），即猕猴（*Macaca mulatta*）、豹猫（*Prionailurus bengalensis*）、亚洲黑熊（*Ursus thibetanus*）、毛冠鹿（*Elaphodus cephalophus*）、中华斑羚（*Naemorhedus griseus*）、橙翅噪鹛（*Trochalopteron elliotii*）、红嘴相思鸟（*Leiothrix lutea*）、画眉（*Garrulax canorus*）、眼纹噪鹛（*G. ocellatus*）、红腹角雉

（*Tragopan temminckii*）、红腹锦鸡（*Chrysolophus pictus*）和勺鸡（*Pucrasia macrolopha*）。记录到 5 种中国特有种，即复齿鼯鼠（*Trogopterus xanthipes*）、小鹿（*Muntiacus reevesi*）、橙翅噪鹛、红腹锦鸡和灰胸竹鸡（*Bambusicola thoracicus*）。

根据《中国生物多样性红色名录：脊椎动物》（蒋志刚等 2021）和 IUCN 红色名录（<https://www.iucnredlist.org>），复齿鼯鼠、豹猫、亚洲黑熊和中华斑羚这 4 种野生动物被评估为易危级（Vulnerable，VU）物种，红腿长吻松鼠（*Dremomys pyrrhomerus*）、花面狸（*Paguma larvata*）、猪獾（*Arctonyx collaris*）、鼬獾（*Melogale moschata*）、小鹿、毛冠鹿、画眉、眼纹噪鹛、红腹角雉和红腹锦鸡这 10 种野生动物被评估为近危级（Near Threatened，NT）物种，余下的 30 种野生动物均被评估为无危级（Least Concern，LC）物种。本次调查记录的物种中，包含 2 种 CITES 附录 I 收录的野生动物，即亚洲黑熊和中华斑羚；4 种 CITES 附录 II 收录的野生动物，即猕猴、豹猫、红嘴相思鸟和画眉；1 种 CITES 附录 III 收录的野生动物，即花面狸。

与 2006 年木林子自然保护区综合科学考

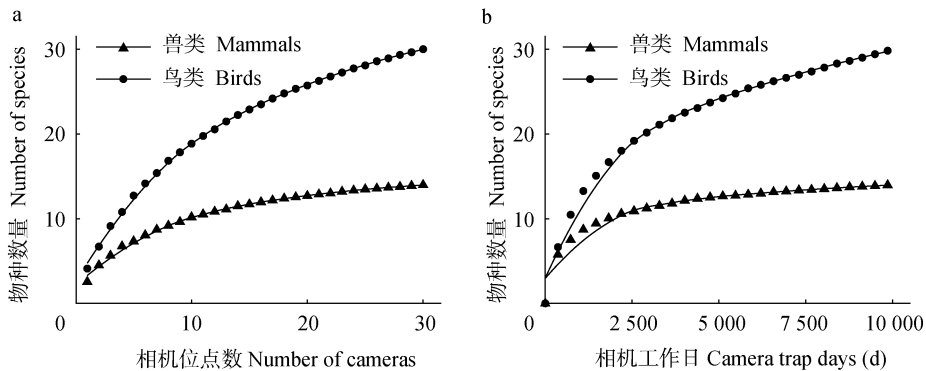


图 2 湖北木林子国家级自然保护区基于红外相机位点数和工作日绘制的物种累积曲线

Fig. 2 Species accumulation curves based on number of camera traps and camera trap days in the Hubei Mulinzi National Nature Reserve

a. 相机位点数物种累积曲线；b. 相机工作日物种累积曲线。  
a. Species accumulation curve by camera trap sites; b. Species accumulation curve by camera trap survey days.

表 1 湖北木林子国家级自然保护区 2006 年和 2019 至 2021 年两次调查的兽类和鸟类物种数对照

Table 1 Comparison of mammal and bird species number between two surveys in the Hubei Mulinzi National Nature Reserve in 2006 and 2019-2021

| 目 Order              | 2006 年 9 月综合科学考察<br>September 2006 Integrated science expedition<br>(葛继稳等 2009) | 2019 至 2021 年红外相机调查 (本研究)<br>2019-2021 Infrared camera survey<br>(This study) |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 兽类 Mammals           |                                                                                 |                                                                               |
| 灵长目 Primates         | 1                                                                               | 1                                                                             |
| 啮齿目 Rodentia         | 30                                                                              | 4                                                                             |
| 食肉目 Carnivora        | 18                                                                              | 5                                                                             |
| 鲸偶蹄目 Cetartiodactyla | 7                                                                               | 4                                                                             |
| 鸟类 Birds             |                                                                                 |                                                                               |
| 雀形目 Passeriformes    | 91                                                                              | 23                                                                            |
| 鸡形目 Galliformes      | 6                                                                               | 4                                                                             |
| 鸽形目 Columbiformes    | 3                                                                               | 1                                                                             |
| 啄木鸟目 Piciformes      | 5                                                                               | 2                                                                             |

仅列举了本次调查记录到的兽类和鸟类物种。

Only the mammal and bird species recorded in this survey were listed.

察(葛继稳等 2009)相比,本次红外相机调查记录的兽类和鸟类物种数量相对较少,主要集中在常见的大中型兽类与地栖性鸟类类群中。

2.3 物种相对丰富度和分布

根据本次调查的物种数据,统计了该区域内兽类和鸟类的物种相对多度(附录 2)。兽类相对多度指数前三位依次为:红腿长吻松鼠( $I_{RA} = 3.60$ )、野猪(*Sus scrofa*,  $I_{RA} = 1.57$ )和毛冠鹿( $I_{RA} = 1.34$ )。兽类分布的红外相机位点数量前三位依次为:红腿长吻松鼠、毛冠鹿和野猪,分别在 17、17 和 14 处相机位点被拍摄到。鸟类相对多度指数前三位依次为:红腹锦鸡( $I_{RA} = 1.49$ )、红腹角雉( $I_{RA} = 0.36$ )和红嘴蓝鹊(*Urocissa erythroryncha*,  $I_{RA} = 0.24$ )。鸟类分布的红外相机位点数量前三位依次为:红腹锦鸡、红腹角雉和灰眶雀鹛(*Alcippe morrisonia*),分别在 13、10 和 8 处相机位点被拍摄到。此外,记录到共 14 个个体的猕猴种群,其中包括幼年个体共同活动(网格编号:54903200,海拔 864 m,位于保护区东北角的

实验区内)。

在不同功能分区和海拔段,物种分布呈现一定的规律性(表 2)。在中海拔段(1 400 ~ 1 800 m)记录的兽类和鸟类物种数量最高,其对应的物种相对多度也最高。而根据功能分区,在保护区的核心区、缓冲区和实验区内均拥有较高的物种数量,分别记录有 28、31 和 26 种大中型兽类和地栖性鸟类;而物种的相对多度指数为缓冲区最高( $I_{RA} = 5.27$ ),核心区其次,实验区最低。不同功能分区间的物种多样性有显著差异。虽然不同海拔分段间的物种数量和相对多度在数值上存在差异,尤其是中海拔区段(1 400 ~ 1 600 m)表现出较高的物种多样性和活动频度,但 Kruskal-Wallis 检验结果显示,这些差异在统计上未达到显著水平( $I_{RA}$ :  $H = 8.16$ ,  $P = 0.086$ ;物种数量:  $H = 9.10$ ,  $P = 0.059$ )。不过,物种数在不同海拔带间的差异已接近显著,提示中海拔区域或为该保护区的生物多样性高值带,同时也初步验证了海拔梯度对物种多样性影响的“中域效应”。

表 2 湖北木林子国家级自然保护区兽类和鸟类在不同环境梯度下的分布规律

| Table 2 Distribution patterns of mammal and bird species under different environmental gradients in the Hubei Mulinzi National Nature Reserve |                            |                               |                                               |                           |                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------|
| 环境梯度<br>Environmental gradient                                                                                                                | 相机位点数<br>Number of cameras | 相机工作日 (d)<br>Camera trap days | 独立有效照片数<br>Number of independent valid photos | 物种数量<br>Number of species | 相对多度指数<br>Relative abundance index ( $I_{RA}$ ) |
| 海拔分段 Elevation section (m)                                                                                                                    |                            |                               |                                               |                           |                                                 |
| < 1 200                                                                                                                                       | 3                          | 859                           | 62                                            | 11                        | 0.66                                            |
| 1 200 ~ 1 400                                                                                                                                 | 8                          | 1 310                         | 125                                           | 16                        | 1.32                                            |
| 1 400 ~ 1 600                                                                                                                                 | 9                          | 3 846                         | 542                                           | 35                        | 5.72                                            |
| 1 600 ~ 1 800                                                                                                                                 | 8                          | 3 229                         | 353                                           | 27                        | 3.73                                            |
| > 1 800                                                                                                                                       | 2                          | 234                           | 7                                             | 6                         | 0.07                                            |
| 功能分区 Functional zone                                                                                                                          |                            |                               |                                               |                           |                                                 |
| 核心区 Core zone                                                                                                                                 | 10                         | 3 887                         | 424                                           | 28                        | 4.47                                            |
| 缓冲区 Buffer zone                                                                                                                               | 10                         | 3 093                         | 498                                           | 31                        | 5.27                                            |
| 实验区 Experimental zone                                                                                                                         | 10                         | 2 498                         | 167                                           | 26                        | 1.76                                            |

3 讨论

本次红外相机监测过程中，共记录到兽类和鸟类 8 目 21 科 44 种，主要为森林生态系统中常见的大中型兽类和地栖性鸟类。记录的物种数量对比历史记录（葛继稳等 2009）少，主要考虑以下因素的影响：（1）红外相机主要用于大中型兽类和地栖性鸟类的连续监测，因技术限制暂时不适用于小型或飞行兽类和非地栖性鸟类，尤以夜间活动的啮齿目和翼手目物种难以鉴定（张履冰等 2014，王董等 2016，乔江等 2022）；（2）红外相机主要从缓冲区向两侧的核心区和实验区进行扩散布设，并因部分生境的可抵达性较差，故没有覆盖调查区域内的所有典型地域；（3）部分相机位点存在着一定程度的人为干扰，影响了野生动物活动和红外相机工作，此外，红外相机在长时间连续拍摄的野外监测过程中，常受自然环境的间歇性干扰（如极端天气等）影响，从而降低了后期图像的可用性和监测效能。

本次调查仅记录到 12 种国家重点保护陆生野生脊椎动物，占历史记录（葛继稳等 2009）的 21.82%（ $n=55$ ）。在《中国生物多样性红色名录：脊椎动物》（蒋志刚等 2021）中，被评

估为极濒危（Critically Endangered，CR）的虎（*Panthera tigris*）、云豹（*Neofelis nebulosa*）、大灵猫（*Viverra zibetha*）和林麝（*Moschus berezovskii*），评估为濒危级（Endangered，EN）的豺（*Cuon alpinus*）、豹和金猫（*Pardofelis temminckii*），评估为易危级（Vulnerable，VU）的中华鬣羚（*Capricornis milneedwardsii*）等在本保护区有历史记录的代表性珍稀濒危物种均没有被拍摄到。根据实地调查走访和保护区提供的公开资料，部分历史分布的大型食肉动物由于以往的乱捕滥猎、过度的经济活动和栖息地破碎化等原因，其数量目前极度稀少或疑似局地灭绝，如虎和豹仅保存有皮张凭证（黄祥云等 2003，葛继稳等 2009）。此外，尚有一些大型食草动物（如林麝和中华鬣羚）与中型食肉动物（如小灵猫和黄喉貂）没有被红外相机直接记录到，而保护区日常的监测资料表明它们仍零散分布在保护区内。此外，相比上一次全面系统的鸟类调查（葛继稳等 2009），本次共记录 12 种保护区新记录种（附录 2），表明保护区内的动物本底资料亟待清查，并可以将红外相机监测与传统的样线法结合，提高动物调查的有效性和针对性（朱淑怡等 2017，陈红等 2022）。

本次调查发现,不同功能分区内的物种数量和相对多度存在明显差异。其中,缓冲区记录到的物种数量(31种)和相对多度指数( $I_{RA} = 5.27$ )均高于核心区(28种,  $I_{RA} = 4.47$ )和实验区(26种,  $I_{RA} = 1.76$ )。这种差异可能与各功能分区的管理强度、生境类型和人类干扰程度有关。核心区虽为重点保护区域,但部分相机点因地形复杂、可达性差或存在难以被监测到的人类活动,可能存在监管盲区,导致物种分布受到一定影响。缓冲区位于核心区与外围人类活动区之间,生境多样性高,与外围实验区相比,同时兼具相对较低的人类干扰强度,为多种物种提供了良好的栖息条件,因此物种多样性和活动频率反而更高。相比之下,实验区部分区域邻近村庄或公路,受人为干扰影响更大,物种的相对丰富度最低,尤其是部分对干扰敏感的哺乳动物,可能因人为干扰被排斥,进而影响其在此区域的分布。此外,实验区部分区域存在较多次生林和人为改造迹象,植被结构复杂度和生态资源可能较差,也限制了部分野生动物的活动与分布。上述结果表明,不同功能分区在保护成效和物种承载力方面存在差异,应根据各区域的生境特点和干扰强度,制定差异化的保护与管理策略。特别是在实验区,应加强生境修复和人类干扰控制,提升其生态质量,以实现整体保护目标。

与历史调查相比,本次红外相机调查记录的兽类和鸟类物种数量相对较少,例如,本次调查未记录到金猫、大灵猫、林麝和中华鬣羚等历史分布的珍稀大中型兽类物种。小型兽类方面,仅红腿长吻松鼠记录频次较高,其余小型物种的红外相机记录较少,未能系统反映该类群的多样性。这一结果可能与红外相机技术的监测偏好有关,即较难捕捉活动范围小、体型小、栖于高层或夜间活动的物种,如啮齿目和翼手目动物。鸟类方面,尽管本次调查记录到12种历史未见的新记录种,如眼纹噪鹛、白尾蓝地鸫(*Myiomela leucura*)、蓝眉林鸫(*Tarsiger rufilatus*)等,但整体记录的鸟类物

种数量低于临近保护区红外相机调查的水平,如湖北五峰后河国家级自然保护区(姬云瑞等2022)。这一差异可能与以下因素相关:首先,本次仅布设了30台红外相机,样本覆盖范围有限,难以捕捉更多种类的鸟类活动;其次,红外相机对小型、敏捷、栖于上层林冠或具飞行习性的鸟类(如鸣禽类)记录能力有限,红外相机记录的主要对象仅为地栖性鸟类,这限制了整体鸟类物种多样性的展示。

此外,由于相机布设过程中兼顾调查网格和地形可达性,部分生境类型(如竹林、林缘和高海拔裸岩带)相对覆盖不足,亦可能遗漏部分特定生态位鸟种。因此,为更全面反映保护区鸟类多样性,应在未来监测中结合样线调查与声学监测等方法,提高对非地栖性鸟类的记录效能。

在木林子自然保护区内,以常绿落叶阔叶混交林占优势的中海拔(1400~1800 m)段,相比其他海拔段拥有最高的物种多样性,记录40个物种,  $I_{RA} = 9.45$ ,记录了大部分的珍稀濒危物种(表2,附录1)。该结果初步验证了“中域效应”,即中海拔地区的物种丰富度高于上下两侧的海拔段(Colwell et al. 2000, Liang et al. 2021)。因为在该海拔段内,保存着大量由多种植被类型镶嵌分布形成的植物群落,同时兼具亚热带和温带植被的特点,为兽类和鸟类提供了更广阔的生态位空间(Chesson 2000, 林勇等2017)。并且在保护区的功能分区间,核心区和缓冲区的物种数量和相对多度均高于实验区,这一定程度上与该区域的人为干扰较弱有关(胡远芳等2022, Li et al. 2022)。

本次利用红外相机完成了湖北木林子国家级自然保护区兽类和鸟类的初步调查,更新了其中大型兽类和地栖性鸟类的物种组成和分布等信息,将为今后的生物保护和科学考察提供基础参考。

**致谢** 本调查得到了湖北木林子国家级自然保护区管理局的高度重视和大力支持,在此由衷地感谢管理局工作人员真挚的帮助;感谢金

祖洲、向瀚宇、邹万喜等参与野外调查工作；感谢陕西省动物研究所高学斌研究员指导和参与鸟类鉴定工作；感谢审稿人对本文提出的宝贵修改意见和建议。

## 参 考 文 献

- Azlan J M, Sharma D S K. 2006. The diversity and activity patterns of wild felids in a secondary forest in Peninsular Malaysia. *Oryx*, 40(1): 36–41.
- Bertuzzo E, Carrara F, Mari L, et al. 2016. Geomorphic controls on elevational gradients of species richness. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(7): 1737–1742.
- Burton A C, Neilson E, Moreira D, et al. 2015. Wildlife camera trapping: a review and recommendations for linking surveys to ecological processes. *Journal of Applied Ecology*, 52(3): 675–685.
- Chesson P. 2000. Mechanisms of maintenance of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31: 343–366.
- Colwell R K, Lees D C. 2000. The mid-domain effect: geometric constraints on the geography of species richness. *Trends in Ecology & Evolution*, 15(2): 70–76.
- Kawanishi K, Sahak A M, Sunquist M. 1999. Preliminary analysis on abundance of large mammals at Sungai Relau, Taman Negara. *Journal of Wildlife and Parks*, 17: 62–82.
- Li X Y, Hu W Q, Bleisch W V, et al. 2022. Functional diversity loss and change in nocturnal behavior of mammals under anthropogenic disturbance. *Conservation Biology*, 36(3): e13839.
- Liang D, Pan X Y, Luo X, et al. 2021. Seasonal variation in community composition and distributional ranges of birds along a subtropical elevation gradient in China. *Diversity and Distributions*, 27(12): 2527–2541.
- McCain C M. 2005. Elevational gradients in diversity of small mammals. *Ecology*, 86(2): 366–372.
- O'Brien T G, Kinnaird M F, Wibisono H T. 2003. Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation*, 6(2): 131–139.
- Quintero I, Jetz W. 2018. Global elevational diversity and diversification of birds. *Nature*, 555(7695): 246–250.
- Rowcliffe J M. 2017. Key frontiers in camera trapping research. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 3(3): 107–108.
- 陈红, 吉晟男, 张勘, 等. 2022. 小相岭山系大中型兽类多样性的红外相机调查. *兽类学报*, 42(4): 461–470. [Chen H, Ji S N, Zhang K, et al. 2022. Camera-trapping survey on large and medium-sized mammal diversity in the Xiaoxiangling Mountains. *Acta Theriologica Sinica*, 42(4): 461–470.]
- 葛继稳, 胡鸿兴, 李博等. 2009. 湖北木林子自然保护区森林生物多样性研究. 北京: 科学出版社. [Ge J W, Hu H X, Li B, et al. 2009. Scientific Survey and Study on Forest Biodiversity in Mulinzi Nature Reserve of Hubei, Central China. Beijing: Science Press.]
- 郭英荣, 兰文军, 邹思成, 等. 2021. 江西武夷山国家级自然保护区林下鸟类和兽类资源的红外相机监测. *生物多样性*, 29(6): 811–818. [Guo Y R, Lan W J, Zou S C, et al. 2021. Camera-trapping survey of wild mammals and ground-dwelling birds in the Jiangxi Wuyishan National Nature Reserve, China. *Biodiversity Science*, 29(6): 811–818.]
- 国家林业和草原局, 农业农村部. 2021. 《国家重点保护野生动物名录》. [EB/OL]. [2021-02-01]. <https://yyj.moa.gov.cn/gzdt/202102/P020210205564727206658.pdf>. [National Forestry and Grassland Administration, Ministry of Agriculture and Rural Affairs. 2021. List of Wild Animals under State Key Protection. [EB/OL]. [2021-02-01]. <https://yyj.moa.gov.cn/gzdt/202102/P020210205564727206658.pdf>]
- 胡远芳, 李斌强, 梁丹, 等. 2022. 人为干扰对白腹锦鸡活动节律的影响. *生物多样性*, 30(8): 100–113. [Hu Y F, Li B Q, Liang D, et al. 2022. Effect of anthropogenic disturbance on Lady Amherst's pheasant (*Chrysolophus amherstiae*) activity. *Biodiversity Science*, 30(8): 100–113.]
- 黄祥云, 胡德夫, 刘伟石, 等. 2003. 宜黄自然保护区华南虎野生种群调查及栖息地评价. *北京林业大学学报*, 25(4): 54–58. [Huang X Y, Hu D F, Liu W S, et al. 2003. Field survey on South China tigers and their habitat evaluation in Yihuang Provincial Reserve in Jiangxi Province. *Journal of Beijing Forestry University*, 25(4): 54–58.]
- 姬云瑞, 韦雪蕾, 张国锋, 等. 2022. 湖北五峰后河国家级自然保护区鸟类多样性. *生物多样性*, 30(7): 223–229. [Ji Y R, Wei X L, Zhang G F, et al. 2022. Diversity and composition of bird

- species in the Hubei Wufeng Houhe National Nature Reserve. *Biodiversity Science*, 30(7): 223–229.]
- 蒋志刚, 吴毅, 刘少英, 等. 2021. 中国生物多样性红色名录: 脊椎动物 (第一卷) 哺乳动物. 北京: 科学出版社, 82–88. [Jiang Z G, Wu Y, Liu S Y, et al. 2021. *China Biodiversity Red List: Vertebrates (Vol. I) Mammals*. Beijing: Science Press, 82–88.]
- 李晟, 王大军, 肖治术, 等. 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(6): 685–695. [Li S, Wang D J, Xiao Z S, et al. 2014. Camera-trapping in wildlife research and conservation in China: review and outlook. *Biodiversity Science*, 22(6): 685–695.]
- 李平, 张泽钧, 杨洪, 等. 2021. 基于红外相机技术对大相岭保护区有蹄类动物活动节律的初步研究. *四川林业科技*, 42(3): 18–23. [Li P, Zhang Z J, Yang H, et al. 2021. Study on the activity rhythms of ungulates in Da Xiang Ling Nature Reserve based on infrared camera trapping. *Journal of Sichuan Forestry Science and Technology*, 42(3): 18–23.]
- 李生强, 汪国海, 施泽攀, 等. 2016. 红外相机技术监测喀斯特生境兽类和鸟类多样性及活动节律. *兽类学报*, 36(3): 272–281. [Li S Q, Wang G H, Shi Z P, et al. 2016. Infrared camera traps for monitoring mammal and bird diversity and activity pattern in Limestone habitats. *Acta Theriologica Sinica*, 36(3): 272–281.]
- 林勇, 艾训儒, 姚兰, 等. 2017. 木林子自然保护区不同群落类型主要优势种群的生态位研究. *自然资源学报*, 32(2): 223–234. [Lin Y, Ai X R, Yao L, et al. 2017. Niches of main dominant species of different community types in Mulinzi nature reserve. *Journal of Natural Resources*, 32(2): 223–234.]
- 刘少英, 吴毅, 李晟. 2022. 中国兽类图鉴. 3 版. 福州: 海峡书局. [Liu S Y, Wu Y, Li S. 2022. *Handbook of the Mammals of China*. 3rd ed. Fuzhou: The Straits Publishing & Distributing Group.]
- 刘松柏, 曾恒, 崔继法, 等. 2022. 湖北木林子国家级自然保护区社区发展现状及对策. *湖北林业科技*, 51(2): 71–74. [Liu S B, Zeng H, Cui J F, et al. 2022. Status and countermeasures of community development in Hubei Mulinzi National Nature Reserve. *Hubei Forestry Science and Technology*, 51(2): 71–74.]
- 刘阳, 陈水华. 2021. 中国鸟类观察手册. 长沙: 湖南科学技术出版社. [Liu Y, Chen S H. 2021. *The CNG Field Guide to the Birds of China*. Changsha: Hunan Science & Technology Press.]
- 马克平. 2015. 中国生物多样性编目取得重要进展. *生物多样性*, 23(2): 137–138. [Ma K P. 2015. Species Catalogue of China: a remarkable achievement in the field of biodiversity science in China. *Biodiversity Science*, 23(2): 137–138.]
- 潘丹, 吴炳贤, 张冰, 等. 2019. 武陵源世界自然遗产地兽类和鸟类多样性的红外相机初步监测. *兽类学报*, 39(2): 209–217. [Pan D, Wu B X, Zhang B, et al. 2019. Preliminary survey on mammal and bird resources using camera traps in Wulingyuan World Natural Heritage Site, Hunan Province, China. *Acta Theriologica Sinica*, 39(2): 209–217.]
- 祁承经, 喻勋林, 曹铁如, 等. 1994. 湖南八大公山的植物区系及其在植物地理学上的意义. *云南植物研究*, 16(4): 321–332. [Qi C J, Yu X L, Cao T R, et al. 1994. Flora of Hunan Badagongshan mountains and its phytogeographical significance. *Acta Botanica Yunnanica*, (4): 321–332.]
- 乔江, 贾国清, 周华明, 等. 2022. 四川贡嘎山国家级自然保护区鸟兽多样性. *生物多样性*, 30(2): 116–123. [Qiao J, Jia G Q, Zhou H M, et al. 2022. Mammal and bird diversity recorded with camera traps in Gongga Mountain National Nature Reserve, Sichuan, China. *Biodiversity Science*, 30(2): 116–123.]
- 王董, 文海燕, 骆星丹, 等. 2016. 红外相机技术在鼠类侦测中的应用进展. *中华卫生杀虫药械*, 22(6): 596–598, 602. [Wang D, Wen H Y, Luo X D, et al. 2016. Advance in the application of infrared-triggered camera-trapping in rodents detection. *Chinese Journal of Hygienic Insecticides and Equipments*, 22(6): 596–598, 602.]
- 魏辅文, 杨奇森, 吴毅, 等. 2021. 中国兽类名录 (2021 版). *兽类学报*, 41(5): 487–501. [Wei F W, Yang Q S, Wu Y, et al. 2021. Catalogue of mammals in China (2021). *Acta Theriologica Sinica*, 41(5): 487–501.]
- 吴炳方. 2017. 中国土地覆被. 北京: 科学出版社. [Wu B F. 2017. *China's Land Cover*. Beijing: Science Press.]
- 肖能文, 赵志平, 李果, 等. 2022. 中国生物多样性保护优先区域生物多样性调查和评估方法. *生态学报*, 42(7): 2523–2531. [Xiao N W, Zhao Z P, Li G, et al. 2022. Biodiversity survey and assessment methods in biodiversity conservation priority areas in China. *Acta Ecologica Sinica*, 42(7): 2523–2531.]
- 肖治术, 李欣海, 王学志, 等. 2014. 探讨我国森林野生动物红外相机监测规范. *生物多样性*, 22(6): 704–711. [Xiao Z S, Li X

- H, Wang X Z, et al. 2014. Developing camera-trapping protocols for wildlife monitoring in Chinese forests. *Biodiversity Science*, 22(6): 704–711.]
- 肖治术, 普三才. 2015. 红外相机野外布设与操作. *森林与人类*, 35(3): 70–71. [Xiao Z S, Pu S C. 2015. Field deployment and operation of infrared cameras. *Forest & Humankind*, (3): 70–71.]
- 徐婉芸, 刘琰冉, 梦梦, 等. 2020. 利用红外相机数据分析藏东南地区物种对人为干扰的耐受性. *生态学杂志*, 39(9): 3164–3173. [Xu W Y, Liu Y R, Meng M, et al. 2020. Analyzing species tolerance to human disturbance in southeast Tibet using infrared camera data. *Chinese Journal of Ecology*, 39(9): 3164–3173.]
- 应俊生, 张玉龙. 1994. 中国种子植物特有属. 北京: 科学出版社. [Ying J S, Zhang Y L. 1994. *Endemic Genera of Seed Plants in China*. Beijing: Science Press.]
- 张履冰, 崔绍朋, 黄元骏, 等. 2014. 红外相机技术在我国野生动物监测中的应用: 问题与限制. *生物多样性*, 22(6): 696–703. [Zhang L B, Cui S P, Huang Y J, et al. 2014. Infrared camera traps in wildlife research and monitoring in China: issues and insights. *Biodiversity Science*, 22(6): 696–703.]
- 郑光美. 2023. 中国鸟类分类与分布名录. 第 4 版. 北京: 科学出版社. [Zheng G M. 2023. *A Checklist on the Classification and Distribution of the Birds of China*. 4th ed. Beijing: Science Press.]
- 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(10): 1114–1122. [Zhu S Y, 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(10): 1114–1122.]

附录1 湖北木林子国家级自然保护区红外相机布设位点信息

Appendix 1 Site information of camera traps in the Hubei Mulinzi National Nature Reserve

| 相机编号<br>Camera No. | 经度<br>Longitude | 纬度<br>Latitude | 海拔 (m)<br>Elevation | 相机工作日 (d)<br>Camera trap days | 独立有效照片数<br>Number of independent photographs | 记录物种数量<br>Number of species | 生境<br>Habitat                                               |
|--------------------|-----------------|----------------|---------------------|-------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------|
| S001               | 110°10'51" E    | 30°01'21" N    | 1 655               | 440                           | 11                                           | 6                           | 常绿阔叶林 Evergreen broadleaf forest                            |
| S002               | 110°10'47" E    | 30°01'20" N    | 1 621               | 631                           | 143                                          | 12                          | 针叶阔叶混交林<br>Mixed coniferous and broadleaf forest            |
| S003               | 110°10'42" E    | 30°01'18" N    | 1 607               | 221                           | 57                                           | 7                           | 常绿落叶阔叶混交林<br>Mixed evergreen and deciduous broadleaf forest |
| S004               | 110°12'20" E    | 30°03'01" N    | 1 474               | 634                           | 89                                           | 13                          | 常绿阔叶林 Evergreen broadleaf forest                            |
| S005               | 110°12'21" E    | 30°03'01" N    | 1 488               | 509                           | 27                                           | 6                           | 针叶林 Coniferous forest                                       |
| S006               | 110°12'26" E    | 30°03'06" N    | 1 493               | 635                           | 33                                           | 9                           | 针叶林 Coniferous forest                                       |
| S007               | 110°01'56" E    | 30°03'39" N    | 1 614               | 231                           | 0                                            | 0                           | 落叶阔叶林 Broadleaf deciduous forest                            |
| S008               | 110°02'11" E    | 30°04'02" N    | 1 818               | 129                           | 6                                            | 5                           | 竹林 Bamboo forest                                            |
| S009               | 110°02'08" E    | 30°04'02" N    | 1 832               | 21                            | 1                                            | 1                           | 落叶阔叶林 Broadleaved deciduous forest                          |
| S010               | 110°01'02" E    | 30°01'47" N    | 1 231               | 155                           | 0                                            | 0                           | 针叶阔叶混交林<br>Mixed coniferous and broadleaf forest            |
| S011               | 110°01'05" E    | 30°01'45" N    | 1 270               | 6                             | 0                                            | 0                           | 落叶阔叶林 Broadleaf deciduous forest                            |
| S012               | 110°00'54" E    | 30°01'50" N    | 1 292               | 82                            | 0                                            | 0                           | 落叶阔叶林 Broadleaved deciduous forest                          |
| S013               | 110°07'23" E    | 30°06'57" N    | 1 287               | 78                            | 32                                           | 9                           | 落叶阔叶林 Broadleaf deciduous forest                            |
| S014               | 110°07'19" E    | 30°07'04" N    | 1 383               | 142                           | 27                                           | 8                           | 落叶阔叶林 Broadleaf deciduous forest                            |
| S015               | 110°07'20" E    | 30°07'20" N    | 1 379               | 271                           | 16                                           | 6                           | 落叶阔叶林 Broadleaf deciduous forest                            |
| S016               | 110°06'07" E    | 30°07'29" N    | 1 752               | 636                           | 24                                           | 7                           | 落叶阔叶林 Broadleaf deciduous forest                            |
| S017               | 110°06'08" E    | 30°07'31" N    | 1 735               | 361                           | 22                                           | 7                           | 落叶阔叶林 Broadleaved deciduous forest                          |
| S018               | 110°06'12" E    | 30°07'30" N    | 1 644               | 75                            | 67                                           | 7                           | 落叶阔叶林 Broadleaf deciduous forest                            |
| S019               | 110°04'53" E    | 30°04'45" N    | 1 566               | 20                            | 0                                            | 0                           | 落叶阔叶林 Broadleaf deciduous forest                            |
| S020               | 110°04'56" E    | 30°04'47" N    | 1 588               | 344                           | 18                                           | 8                           | 落叶阔叶林 Broadleaf deciduous forest                            |
| S021               | 110°05'04" E    | 30°04'43" N    | 1 658               | 634                           | 29                                           | 10                          | 落叶阔叶林 Broadleaf deciduous forest                            |
| S022               | 110°03'53" E    | 30°03'41" N    | 1 250               | 341                           | 0                                            | 0                           | 常绿阔叶林 Evergreen broadleaf forest                            |

续附录 1

| 相机编号<br>Camera No. | 经度<br>Longitude | 纬度<br>Latitude | 海拔 (m)<br>Elevation | 相机工作日 (d)<br>Camera trap days | 独立有效照片数<br>Number of independent photographs | 记录物种数量<br>Number of species | 生境<br>Habitat                                               |
|--------------------|-----------------|----------------|---------------------|-------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------|
| S023               | 110°03'35" E    | 30°03'51" N    | 1 368               | 258                           | 50                                           | 7                           | 常绿阔叶林 Evergreen broadleaf forest                            |
| S024               | 110°03'16" E    | 30°03'56" N    | 1 461               | 634                           | 62                                           | 13                          | 针叶阔叶混交林<br>Mixed coniferous and broadleaf forest            |
| S025               | 110°16'11" E    | 30°09'52" N    | 909                 | 75                            | 17                                           | 8                           | 常绿阔叶林 Evergreen broadleaf forest                            |
| S026               | 110°15'44" E    | 30°09'46" N    | 865                 | 441                           | 30                                           | 2                           | 常绿阔叶林 Evergreen broadleaf forest                            |
| S027               | 110°15'49" E    | 30°10'01" N    | 864                 | 343                           | 15                                           | 3                           | 常绿落叶阔叶混交林<br>Mixed evergreen and deciduous broadleaf forest |
| S028               | 110°12'04" E    | 30°07'21" N    | 1 500               | 346                           | 89                                           | 12                          | 常绿阔叶林 Evergreen broadleaf forest                            |
| S029               | 110°12'10" E    | 30°07'14" N    | 1 527               | 344                           | 64                                           | 12                          | 针叶阔叶混交林<br>Mixed coniferous and broadleaf forest            |
| S030               | 110°12'18" E    | 30°07'15" N    | 1 568               | 380                           | 160                                          | 13                          | 针叶阔叶混交林<br>Mixed coniferous and broadleaf forest            |

附录 2 湖北木林子国家级自然保护区红外相机拍摄到的兽类和鸟类名录

Appendix 2 List of mammals and birds recorded by camera traps in the Hubei Mulinzi National Nature Reserve

| 分类 Taxonomy                         | 保护级别<br>Protection<br>Grade | 中国生物多样性红色名录<br>(IUCN 红色名录)<br>Red list of China's Biodiversity<br>(IUCN Red List) | CITES 附录<br>CITES appendix | 相对多度指数<br>Relative abundance<br>index |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| (一) 哺乳纲 Mammalia                    |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| I 灵长目 Primates                      |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 01) 猴科 Cercopithecidae              |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 猕猴 <i>Macaca mulatta</i>            | II                          | LC (LC)                                                                           | 附录 II Appendix II          | 0.02                                  |
| II 啮齿目 Rodentia                     |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 02) 鼯鼠科 Pteromyidae                 |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 复齿鼯鼠 <i>Trogopterus xanthipes</i>   | III、T                       | VU (NT)                                                                           |                            | 0.01                                  |
| 03) 松鼠科 Sciuridae                   |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 隐纹花松鼠 <i>Tamias swinhoi</i>         | III                         | LC (LC)                                                                           |                            | 0.01                                  |
| 珀氏长吻松鼠 <i>Dremomys pernyi</i>       | III                         | LC (LC)                                                                           |                            | 0.14                                  |
| 红腿长吻松鼠 <i>D. pyrrhomerus</i>        | III                         | NT (LC)                                                                           |                            | 3.60                                  |
| III 食肉目 Carnivora                   |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 04) 猫科 Felidae                      |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>  | II、III                      | VU (LC)                                                                           | 附录 II Appendix II          | 0.07                                  |
| 05) 灵猫科 Viverridae                  |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 花面狸 <i>Paguma larvata</i>           | III                         | NT (LC)                                                                           | 附录 III Appendix III        | 0.16                                  |
| 06) 熊科 Ursidae                      |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 亚洲黑熊 <i>Ursus thibetanus</i>        | II                          | VU (VU)                                                                           | 附录 I Appendix I            | 0.03                                  |
| 07) 鼬科 Mustelidae                   |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 猪獾 <i>Arctonyx collaris</i>         | III                         | NT (VU)                                                                           |                            | 0.08                                  |
| 鼬獾 <i>Melogale moschata</i>         | III                         | NT (LC)                                                                           |                            | 0.05                                  |
| IV 鲸偶蹄目 Cetartiodactyla             |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 08) 猪科 Suidae                       |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 野猪 <i>Sus scrofa</i>                |                             | LC (LC)                                                                           |                            | 1.57                                  |
| 09) 鹿科 Cervidae                     |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 小麂 <i>Muntiacus reevesi</i>         | III、T                       | NT (LC)                                                                           |                            | 0.36                                  |
| 毛冠鹿 <i>Elaphodus cephalophus</i>    | II                          | NT (NT)                                                                           |                            | 1.34                                  |
| 10) 牛科 Bovidae                      |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 中华斑羚 <i>Naemorhedus griseus</i>     | II                          | VU (VU)                                                                           | 附录 I Appendix I            | 0.40                                  |
| (二) 鸟纲 Aves                         |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| I 雀形目 Passeriformes                 |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 01) 噪鹛科 Leiothrichidae              |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 白喉噪鹛 <i>Garrulax albogularis</i>    | III                         | LC (LC)                                                                           |                            | 0.02                                  |
| 白颊噪鹛 <i>G. sannio</i> *             | III                         | LC (LC)                                                                           |                            | 0.01                                  |
| 橙翅噪鹛 <i>Trochalopteron elliotii</i> | II、T                        | LC (LC)                                                                           |                            | 0.07                                  |
| 黑领噪鹛 <i>G. pectoralis</i>           | III                         | LC (LC)                                                                           |                            | 0.10                                  |
| 红嘴相思鸟 <i>Leiothrix lutea</i>        | II                          | LC (LC)                                                                           | 附录 II Appendix II          | 0.18                                  |
| 画眉 <i>G. canorus</i>                | II                          | NT (LC)                                                                           | 附录 II Appendix II          | 0.01                                  |
| 灰翅噪鹛 <i>G. cineraceus</i> *         | III                         | LC (LC)                                                                           |                            | 0.05                                  |
| 小黑领噪鹛 <i>G. monileger</i> *         | III                         | LC (LC)                                                                           |                            | 0.01                                  |
| 眼纹噪鹛 <i>G. ocellatus</i> *          | II                          | NT (LC)                                                                           |                            | 0.18                                  |

续附录 2

| 分类 Taxonomy                            | 保护级别<br>Protection<br>Grade | 中国生物多样性红色名录<br>(IUCN 红色名录)<br>Red list of China's Biodiversity<br>(IUCN Red List) | CITES 附录<br>CITES Appendix | 相对多度指数<br>Relative abundance<br>index |
|----------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| 02) 鸺科 Muscipidae                      |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 白尾蓝地鸺 <i>Myiomela leucura</i> *        | III                         | LC (LC)                                                                           |                            | 0.01                                  |
| 红胁蓝尾鸺 <i>Tarsiger cyanurus</i> *       | III                         | LC (LC)                                                                           |                            | 0.01                                  |
| 蓝短翅鸺 <i>Brachypteryx montana</i> *     | III                         | LC (LC)                                                                           |                            | 0.02                                  |
| 蓝眉林鸺 <i>T. rufilatus</i> *             | III                         | LC (LC)                                                                           |                            | 0.02                                  |
| 紫啸鸺 <i>Myophonus caeruleus</i>         | III                         | LC (LC)                                                                           |                            | 0.04                                  |
| 棕腹仙鸺 <i>Niltava sundara</i>            | III                         | LC (LC)                                                                           |                            | 0.01                                  |
| 03) 林鸺科 Timaliidae                     |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 棕颈钩嘴鸺 <i>Pomatorhinus ruficollis</i> * | III                         | LC (LC)                                                                           |                            | 0.08                                  |
| 04) 鸫科 Turdinae                        |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 虎斑地鸫 <i>Zoothera dauma</i> *           | III                         | LC (LC)                                                                           |                            | 0.07                                  |
| 灰翅鸫 <i>Turdus bouboul*</i>             | III                         | LC (LC)                                                                           |                            | 0.15                                  |
| 05) 鸦科 Corvidae                        |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 红嘴蓝鹊 <i>Urocissa erythroryncha</i>     | III                         | LC (LC)                                                                           |                            | 0.24                                  |
| 松鸦 <i>Garrulus glandarius</i>          | III                         | LC (LC)                                                                           |                            | 0.14                                  |
| 06) 莺鸫科 Sylviidae                      |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 灰头鸦雀 <i>Psittiparus gularis</i> *      | III                         | LC (LC)                                                                           |                            | 0.01                                  |
| 07) 幽鸫科 Pellorneidae                   |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 灰眶雀鹛 <i>Alcippe morrisonia</i>         | III                         | LC (LC)                                                                           |                            | 0.23                                  |
| 08) 山雀科 Paridae                        |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 绿背山雀 <i>Parus monticolus</i>           | III                         | LC (LC)                                                                           |                            | 0.03                                  |
| II 鸡形目 Galliformes                     |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 09) 雉科 Phasianidae                     |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 红腹角雉 <i>Tragopan temminckii</i>        | II                          | NT (LC)                                                                           |                            | 0.36                                  |
| 红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i>        | II、T                        | NT (LC)                                                                           |                            | 1.49                                  |
| 灰胸竹鸡 <i>Bambusicola thoracicus</i>     | III、T                       | LC (LC)                                                                           |                            | 0.04                                  |
| 勺鸡 <i>Pucrasia macrolopha</i>          | II                          | LC (LC)                                                                           |                            | 0.05                                  |
| III 啄木鸟目 Piciformes                    |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 10) 啄木鸟科 Picidae                       |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 大斑啄木鸟 <i>Dendrocopos major</i>         | III                         | LC (LC)                                                                           |                            | 0.01                                  |
| 灰头绿啄木鸟 <i>Picus canus</i>              | III                         | LC (LC)                                                                           |                            | 0.02                                  |
| IV 鸽形目 Columbiformes                   |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 11) 鸠鸽科 Columbidae                     |                             |                                                                                   |                            |                                       |
| 山斑鸠 <i>Streptopelia orientalis</i>     | III                         | LC (LC)                                                                           |                            | 0.01                                  |

保护级别：II. 国家二级重点保护野生动物，III. 属于有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物名录，T. 中国特有种；红色名录：VU. 易危，NT. 近危，LC. 无危；\* 相比上一次全面系统的鸟类调查（葛继稳等 2009），本次调查记录的保护区新记录物种。

Protection grade: II. second-class National Key Protected Wildlife, III. List of Terrestrial Wildlife with Important Ecological, Scientific and Social Values, T. Endemic species in China; Red list: VU. Vulnerable, NT. Near Threatened, LC. Least Concern; \* Compared to the previous comprehensive and systematic bird survey (Ge et al. 2009), the newly recorded species in the reserve during this survey are marked with an asterisk.

附录 3 湖北木林子国家级自然保护区红外相机拍摄的重要兽类和鸟类照片

Appendix 3 Important photos of mammals and birds recorded by camera traps in the Hubei Mulinzi National Nature Reserve

