

研究报告

DOI:10.14188/j.ajsh.20250111001

## 安徽省宁国市板桥自然保护区鸟兽多样性及 3种常见鸟兽活动节律

郭思乐<sup>1</sup>,周可心<sup>1</sup>,雷天雅<sup>1</sup>,张宜贵<sup>1</sup>,孙桃柱<sup>1</sup>,包承志<sup>2</sup>,黄子洁<sup>2</sup>,曹可<sup>2</sup>,李忠秋<sup>1</sup>

(1. 南京大学 生命科学学院 动物行为及保护实验室,江苏 南京 210023;

2. 宁国市林业事业发展中心,安徽 宣城 242300)

**摘要:** 了解并掌握保护区的鸟兽多样性现状,是野生动物行为监测与生物多样性管理的关键。结合红外相机监测技术与传统样线法,于2023-03—2024-03在安徽省宁国市板桥自然保护区开展鸟兽资源调查与3种常见鸟兽物种活动节律分析。布设20台红外相机,相机有效工作日7068天,获得4503张独立有效照片,设置9条鸟类调查样线,鉴定出鸟类12目38科102种,兽类6目11科15种,包括2种国家一级重点保护野生动物,19种国家二级重点保护野生动物。林下常见鸟兽白鹇(*Lophura nycthemera*)、小鹿(*Muntiacus reevesi*)和野猪(*Sus scrofa*)的活动节律分析表明,白鹇活动节律为典型的昼行性,活动高峰呈双峰型。小鹿与野猪全天均有活动,具有日活动节律分化;小鹿表现出晨昏活动,野猪无明显活动高峰,昼间活动更为频繁。在兽类日活动节律的季节性对比中,小鹿各季节活动节律模式相近,冬季晨间活动高峰有所延迟。野猪春季夜间活动程度比昼间高。研究结果为保护区更新鸟兽物种名录和理解常见物种的生态习性及其对环境的适应策略提供基础资料,同时为保护区后续开展的野生动物长期监测与保护规划提供科学依据。

**关键词:** 鸟兽多样性;活动节律;红外相机陷阱法;板桥自然保护区

中图分类号: Q958

文献标志码: A

文章编号: 2096-3491(2025)02-0141-15

## Diversity of birds and mammals and activity rhythms of three common species in Banqiao Nature Reserve, Ningguo City, Anhui Province

Guo Sile<sup>1</sup>, Zhou Kexin<sup>1</sup>, Lei Tianya<sup>1</sup>, Zhang Yigui<sup>1</sup>, Sun Taozhu<sup>1</sup>, Bao Chengzhi<sup>2</sup>,  
Huang Zijie<sup>2</sup>, Cao Ke<sup>2</sup>, Li Zhongqiu<sup>1</sup>

(1. Laboratory of Animal Behavior and Conservation, School of Life Sciences, Nanjing University,

Nanjing 210023, Jiangsu, China;

2. Ningguo Forestry Business Development Center, Xuancheng 242300, Anhui, China)

**Abstract:** Understanding and grasping the diversity of birds and mammals in protected areas is crucial for wildlife behavior monitoring and biodiversity management. In this study, we combined infrared camera trap with the traditional sampling line method to carry out bird and mammal resource surveys and analyze the activity rhythms of three common species from March 2023 to March 2024. 20 infrared cameras were deployed, and the cameras worked effectively for 7068 days, obtaining 4503 independently valid photos, and 9 sampling lines were established for the bird survey. We identified 102 species from 38 families in 12 orders of birds and 15 species from 11 families in 6 orders of mammals. Among these

收稿日期: 2025-01-11 修回日期: 2025-03-20 接受日期: 2025-03-28

作者简介: 郭思乐(2000-),女,硕士生,研究方向为动物行为学,E-mail: sileguo@163.com

\* 通讯联系人: 李忠秋(1979-),男,博士,教授,研究方向为动物行为生态与保护,E-mail: lizq@nju.edu.cn

基金项目: 安徽省宁国市板桥省级自然保护区本底资源调查(NGS-CG-CS-2022116)

引用格式: 郭思乐,周可心,雷天雅,等. 安徽省宁国市板桥自然保护区鸟兽多样性及3种常见鸟兽活动节律[J]. 生物资源, 2025, 47(2): 141-155.

Guo Sile, Zhou Kexin, Lei Tianya, et al. Diversity of birds and mammals and activity rhythms of three common species in Banqiao Nature Reserve, Ningguo City, Anhui Province [J]. Biotic Resources, 2025, 47(2): 141-155.

species, 2 species were listed as national first class protected wild animals, and 19 species were listed as national second class protected wild animals. Analysis of the activity rhythms of 3 common species showed that *Lophura nycthemera* exhibited a typical diurnal activity pattern with a bimodal activity peak. Both *Muntiacus reevesi* and *Sus scrofa* were active throughout the day, displaying differentiated diurnal activity patterns. *Muntiacus reevesi* showed activity peaks at dawn and dusk, while *Sus scrofa* had no significant activity peak, with more frequent activity during the day. In seasonal comparisons of the diurnal activity rhythms of mammals, *Muntiacus reevesi* showed similar activity patterns across seasons, with a slight delay in the morning activity peak in winter. *Sus scrofa* showed higher nocturnal activity than daytime activity in spring. This study provides basic data for updating the bird and mammal species inventory in the reserve and contributes to understanding the ecological behaviors and environmental adaptation strategies of common species. These findings will also support future long-term wildlife monitoring and conservation planning in the reserve.

**Key words:** bird and mammal diversity; activity rhythm; infrared camera trap; Banqiao Nature Reserve

## 0 引言

生物多样性是动物、植物、微生物与其所处环境形成的生态结合,以及与之相关的各种生态过程,包括生态系统多样性、物种多样性以及基因多样性3个层面,是人类赖以生存与发展的重要基础<sup>[1-2]</sup>。哺乳动物适应能力强,广泛分布于各种生境;鸟类对环境具有很高的敏感性,两者均是生态系统中的重要组成部分,可作为生态评估的重要指标衡量群落中的生物多样性<sup>[3-4]</sup>。鸟兽资源调查是生物多样性监测的重要内容,了解区域内的物种组成、种群分布及其动态变化,能够为评估生物多样性保护成效提供重要参考,有助于针对性制订保护管理对策<sup>[5]</sup>。

样线法是传统鸟类调查常用方法之一,适用于视野开阔、异质性低的生境,操作简单且不受季节限制,应用广泛<sup>[6-7]</sup>。红外相机陷阱技术能够覆盖自然保护区内不同的地理环境与生境状态,拓展野生动物研究的时间和空间尺度,具有野外耐久性和对动物无损伤性、非干扰性等优点<sup>[8-9]</sup>。通过红外相机的热传感器探测目标所发射的红外辐射,经过信号处理和光电转换,能将监测目标的温度分布图像转换为图像和视频<sup>[10]</sup>。该监测技术的应用为生物多样性调查、物种丰富度评估、生态系统构成分析提供了强大支持<sup>[11]</sup>。通过分析红外相机拍摄的图像及视频数据,可以直观地了解一定区域范围内物种的种群数量、活动时间分布和生存状况<sup>[12]</sup>。

日活动节律是动物在24 h内表现出的周期性活动模式。活动节律既在时间维度上展示了动物的生态选择以及利用规律,也是动物针对不同的环境条件所产生的生物适应<sup>[13]</sup>。动物的活动节律受到多重因素的影响,包括生物因素(例如种间竞争<sup>[14-15]</sup>、繁殖时间<sup>[14]</sup>、自然环境因素(例如,食物资源<sup>[16]</sup>、季节<sup>[17]</sup>、年均降水量<sup>[18]</sup>、气温日较差<sup>[18]</sup>、海拔<sup>[19-20]</sup>)以及人为干扰因素<sup>[21]</sup>。研究动物活动节律是分析其生存

策略的基础内容<sup>[22]</sup>。野生动物对于栖息地的选择是物种生态学的一个重要组成部分,动物会因其行为或不同时间段而选择不同的栖息地,而动物活动节律的差异能够具体展示一个生态系统中重要栖息物种的生存状况及生态地位<sup>[8,23]</sup>。

安徽省宁国市板桥自然保护区属次生性质的中亚热带森林,在气候带上处于中亚热带过渡地段,过渡性质十分明显<sup>[24]</sup>。由于自然条件较好且交通闭塞,板桥自然保护区植被资源与野生动物资源丰富。但现阶段对该保护区的生物多样性调查多集中于植被资源,动物物种资源调查尚不充分,且已多年未针对该保护区开展系统性本底资源调查监测<sup>[25-26]</sup>。因此,本研究在安徽省宁国市板桥自然保护区,结合样线法与红外相机技术开展鸟兽多样性调查,并对常见物种进行活动节律分析,旨在掌握当前该保护区内鸟兽资源现状,进一步深化保护区内常见物种活动节律的认识,为区域性生物多样性保护和制定野生动物保护计划提供理论依据与数据支撑。

## 1 研究区域

安徽省宁国市板桥自然保护区位于安徽省宁国市方塘乡,地理坐标为118°36′35″E~118°42′1″E,30°29′48″N~30°35′49″N,原有面积为5 000 hm<sup>2</sup>,2024年整合优化后,其总面积增加至9 343 hm<sup>2</sup>,海拔范围为200~1 153 m。由于新增区域的功能区划分方案尚未明确,本研究仅对原有区域的核心区、缓冲区和实验区进行了标注。板桥自然保护区地处中亚热带北缘,属亚热带湿润季风气候,气候温湿,雨水丰沛,四季分明,年均气温12.6℃,全年无霜期224天,年平均降水量在1 500 mm以上,年均相对湿度在80%以上。植被类型包括常绿阔叶林、落叶阔叶林、竹林、灌丛等,形成了丰富多样的生物群落。根据历史调查,板桥自然保护区内共有哺乳类8目18科40种,鸟类15目49科127种,爬行类3目9科30

种,两栖类2目8科18种<sup>[24]</sup>。

## 2 研究方法

### 2.1 鸟类调查样线设置

2023-03—2024-03,本研究采用固定样线法在板桥自然保护区进行鸟类调查。根据板桥自然保护区地形、观鸟适宜程度、人类活动分布等特征,共设置9条样线(见图1和表1),尽量覆盖各种栖息地类型。依据当地气候特征划分四季,3月—5月为春季,6月—8月为夏季,9月—11月为秋季,12月至翌年2月为冬季。每季度调查1次,选择晴朗风小的天气,在鸟类活动频繁的时间段(06:00~09:00或16:00~19:00),以1~2 km/h的速度沿样线行走,利用双筒望远镜(森林人8×42)观察并记录样线两侧50 m内出现的鸟类。根据不同时间间隔和距离上的鸟种分布情况确定其种群密度,计算出群落中的个体总数。

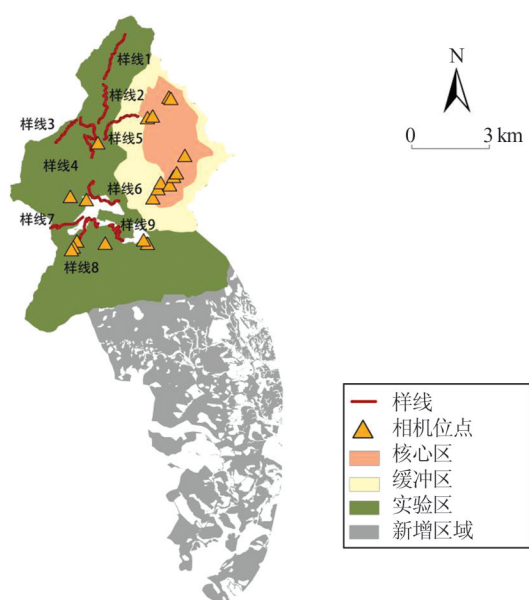


图1 板桥自然保护区红外相机布设位点和鸟类调查样线  
Figure 1 Location of infrared cameras and bird survey sampling lines in Banqiao Nature Reserve

### 2.2 红外相机布设

选择动物活动频繁的位置,如动物通道及活动痕迹明显、有发现动物粪便、靠近水源、植被丰富、隐蔽性较高的地点,布设20台红外相机(UVL4-CN,深圳市优威视讯科技股份有限公司),红外相机位点及基本信息见图1和表1。红外相机布设结束后,板桥自然保护区进行区域划分调整,保护区新增面积均位于南侧,因此本研究红外相机的布设集中于保护区北侧。放置前统一设定所有红外相机参数,相机工作模式设置为拍照(连拍3张)+视

频模式(30 s),连续工作时间为24 h全时段拍摄,拍摄照片像素为800万,录像分辨率为1 080 P,触发灵敏度为“中”。红外相机被固定在离地50~100 cm稳定的乔木树干上,角度调整至对准可能出现野生动物的路径,镜头呈适度俯视,俯视角小于5°,避免阳光直射影响图像清晰度<sup>[20]</sup>。安装完成后,记录布设日期、相机编号、经纬度、海拔、坡度和坡向等信息,并确认相机的运行状态是否正常。为确保拍摄效果,每隔3~4个月更换相机内存卡和电池,清理可能阻碍镜头视野的杂物。

### 2.3 数据处理

回收红外相机数据,按照鸟类、兽类及其他类群对所拍摄的照片和视频进行分类,整理并记录相机编号、物种名称、拍摄日期、时间等信息,参考《中国鸟类野外手册》<sup>[27]</sup>、《中国鸟类分类与分布名录:第4版》<sup>[28]</sup>、《中国兽类野外手册》<sup>[29]</sup>和《中国哺乳动物多样性:编目、分布与保护》<sup>[30]</sup>确定物种、动物区系以及鸟类居留型。参考世界自然保护联盟(International Union for Conservation of Nature, IUCN)濒危物种红色名录<sup>[31]</sup>以及国家重点保护野生动物名录<sup>[32]</sup>确定物种保护级别。

#### 2.3.1 物种累积曲线

采用物种累积曲线评估板桥自然保护区鸟兽抽样调查的充分程度,以相机工作日为横坐标,兽类、鸟类以及鸟兽为纵坐标<sup>[33]</sup>,使用EstimateS 9.1.0软件分析并绘制板桥自然保护区物种累积曲线。

#### 2.3.2 物种多样性分析

采用Berger-Parker优势度指数、Simpson多样性指数、Shannon-Wiener多样性指数和均匀度指数研究鸟类群落多样性<sup>[34]</sup>,各指标计算公式如下:

$$P_i = (n_i/N) \times 100\% \quad (1)$$

式中, $P_i$ 为Berger-Parker优势度指数,用该指数可以分析样线调查中鸟类物种的优势度; $n_i$ 为物种*i*的数量; $N$ 为全部鸟类总个体数量。 $P_i \geq 5\%$ ,物种*i*为优势种; $0.5\% \leq P_i < 5\%$ ,物种*i*为常见种; $P_i < 0.5\%$ ,物种*i*为少见种或偶见种。

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2 \quad (2)$$

式中, $D$ 为Simpson多样性指数; $S$ 为物种数目。

$$H = - \sum_{i=1}^S (P_i)(\ln P_i) \quad (3)$$

式中, $H$ 为Shannon-Wiener多样性指数。

$$E = H/\ln S \quad (4)$$

式中, $E$ 为均匀度指数。

表1 鸟类调查样线和红外相机位点信息  
Table 1 Information on sampling lines and infrared cameras for bird survey

类型	编号	长度/km	所在区域	经纬度	海拔/m	坡度	坡向
样线	L1	1.99	新岭脚				
样线	L2	2.00	枫树苑				
样线	L3	1.36	漕泥坑				
样线	L4	3.13	大河口村				
样线	L5	2.01	车盘坑				
样线	L6	3.33	龙门大峡谷				
样线	L7	2.50	板桥村				
样线	L8	2.21	杨树冲				
样线	L9	2.07	小岭头				
红外相机	C1			30.517 92°N, 118.665 81°E	477	缓坡	阴坡
红外相机	C2			30.519 12°N, 118.664 22°E	518	缓坡	阴坡
红外相机	C3			30.533 71°N, 118.668 21°E	435	陡坡	半阴和半阳坡
红外相机	C4			30.536 90°N, 118.670 36°E	495	陡坡	半阴和半阳坡
红外相机	C5			30.538 96°N, 118.671 48°E	544	陡坡	半阴和半阳坡
红外相机	C6			30.533 44°N, 118.641 50°E	347	陡坡	阴坡
红外相机	C7			30.534 61°N, 118.635 04°E	452	陡坡	阴坡
红外相机	C8			30.553 10°N, 118.646 44°E	251	陡坡	阳坡
红外相机	C9			30.538 17°N, 118.675 07°E	646	陡坡	半阴和半阳坡
红外相机	C10			30.541 06°N, 118.676 72°E	712	陡坡	半阴和半阳坡
红外相机	C11			30.542 30°N, 118.677 91°E	738	陡坡	阴坡
红外相机	C12			30.548 28°N, 118.681 32°E	798	陡坡	半阴和半阳坡
红外相机	C13			30.518 20°N, 118.648 80°E	399	陡坡	阳坡
红外相机	C14			30.519 10°N, 118.637 43°E	359	陡坡	半阴和半阳坡
红外相机	C15			30.517 05°N, 118.635 98°E	531	陡坡	半阴和半阳坡
红外相机	C16			30.516 11°N, 118.635 19°E	588	陡坡	半阴和半阳坡
红外相机	C17			30.561 59°N, 118.666 54°E	469	陡坡	阳坡
红外相机	C18			30.562 15°N, 118.668 61°E	557	陡坡	阳坡
红外相机	C19			30.568 62°N, 118.675 24°E	682	陡坡	半阴和半阳坡
红外相机	C20			30.568 16°N, 118.676 05°E	776	陡坡	半阴和半阳坡

2.3.3 相对丰富度分析

为避免同一物种数据重复,将同一物种连续拍摄间隔在30 min以内的照片记为1张独立有效照片<sup>[35]</sup>。使用物种相对丰富度(relative abundance index, RAI)衡量板桥自然保护区内野生动物的相对种群数量。计算公式如下:

$$I_{RAI} = (A_i / D_{total}) \times 100\% \quad (5)$$

式中,  $I_{RAI}$  为相对丰富度;  $A_i$  表示第  $i$  个物种的独立有效照片数;  $D_{total}$  表示所有物种的独立有效照片数。

2.3.4 活动节律分析

夜间相对丰富度(night-time relative abundance index, NRAI)用于描述动物在夜间的活动水平。若 NRAI 大于 13/24, 物种活动以夜行性为主, 反之, 则具有昼行性, 接近则说明夜行性不明显<sup>[36]</sup>。计算公

式如下:

$$I_{NRAI} = (D_i / N_i) \times 100\% \quad (6)$$

式中,  $I_{NRAI}$  为夜间相对丰富度;  $D_i$  表示物种  $i$  在夜间时段(18:00~次日 06:00)出现的有效探测次数;  $N_i$  表示物种  $i$  在全部时段出现的独立有效照片数。

日活动节律的数据以 24 h 为周期, 理论上每次独立探测的时间可视为连续时间分布中的随机抽样<sup>[37]</sup>。采用核密度估计法分析日活动节律, 采用重叠系数( $\Delta$ )评估两个物种之间日活动节律的相似程度。重叠系数取值范围为 0~1, 数值越接近 1, 物种间日活动节律重叠程度越高。 $\Delta$  预测值由成对物种中较小的样本量决定, 基于本研究样本量大小, 选择  $\Delta_1$  和  $\Delta_4$  进行计算<sup>[38-39]</sup>。通过 R 4.0.5 软件中的 overlap 包<sup>[40]</sup>和 activity 包<sup>[41]</sup>完成分析与绘图, 使用 com-

pare Ckern 函数的 Wald test 对重叠度差异进行显著性分析。

### 3 结果

2023-03—2024-03, 红外相机监测时间覆盖全年 365 天, 相机有效工作日 7 068 天, 拍摄到 4 503 张野生动物独立有效照片, 其中鸟类 571 张 (占比 12.68%), 兽类 3 932 张 (占比 87.32%)。

#### 3.1 鸟兽多样性

##### 3.1.1 物种积累曲线

随着红外相机监测时间增加, 鸟兽、兽类、鸟类的物种数均增多 (见图 2)。兽类物种数在前 1 000 个相机工作日增加较快, 而后趋于平缓, 表明对板桥自然保护区内兽类取样较为充分; 鸟类物种数持续呈增加趋势, 表明鸟类仍需增加取样量。

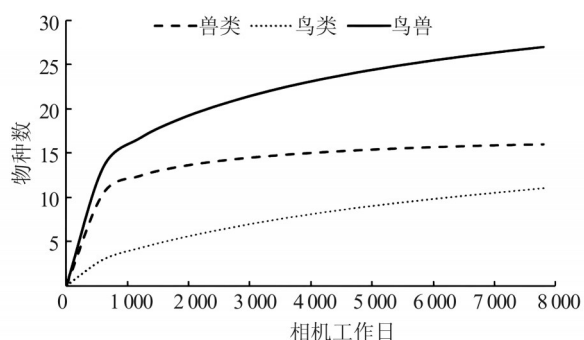


图 2 物种积累曲线

Figure 2 Species accumulation curves

##### 3.1.2 鸟类多样性

综合样线调查与红外相机监测结果, 共记录到鸟类 102 种, 隶属 12 目 38 科 (见附录 1)。Simpson 多样性指数为 0.958, Shannon-Wiener 多样性指数为 3.620, 均匀度指数为 0.781。国家一级重点保护野生动物 1 种, 为白颈长尾雉 (*Syrnaticus ellioti*)。国家二级重点保护野生动物 15 种, 分别为白鹇 (*Lophura nycthemera*)、勺鸡 (*Pucrasia macrolopha*)、斑头鸫鹛 (*Glaucidium cuculoides*)、领角鸮 (*Otus lettia*)、褐林鸮 (*Strix leptogrammica*)、黄嘴角鸮 (*Otus spilocephalus*)、林雕 (*Ictinaetus malaiensis*)、蛇雕 (*Spilornis cheela*)、松雀鹰 (*Accipiter virgatus*)、白腹隼雕 (*Aquila fasciata*)、凤头鹰 (*Accipiter trivirgatus*)、鹰雕 (*Nisaetus nipalensis*)、苍鹰 (*Accipiter gentilis*)、雀鹰 (*Garrulax canorus*)、画眉 (*Accipiter nisus*)。国家保护的有重要生态、科学、社会价值的陆生野生鸟类 (“三有” 鸟类) 84 种。被 IUCN 濒危物种红色名录列为近危的为白颈长尾雉、鹰雕, 易危的

为田鸫 (*Emberiza rustica*)。

其中, 根据样线调查数据得到的优势种有 6 种, 为白头鹇 (*Pycnonotus sinensis*)、淡眉雀鹛 (*Alcippe hueti*)、红嘴蓝鹊 (*Urocissa erythroryncha*)、灰树鹊 (*Dendrocitta formosae*)、大山雀 (*Parus minor*)、燕雀 (*Fringilla montifringilla*)。通过红外相机共监测到 4 目 7 科 11 种, 分别为白鹇、白颈长尾雉, 勺鸡 (*Pucrasia macrolopha*)、山斑鸠 (*Streptopelia orientalis*)、鹰雕、红嘴蓝鹊、松鸦 (*Garrulus glandarius*)、黑领噪鹛 (*Pterorhinus pectoralis*)、虎斑地鸫 (*Zoothera aurea*)、灰背鸫 (*Turdus hortulorum*)、紫啸鸫 (*Myophonus caeruleus*)。其中相对丰富度最高的为白鹇 (6.13)。

##### 3.1.3 兽类多样性

利用红外相机监测到 15 种兽类, 隶属 6 目 11 科 (见附录 2)。其中有国家一级重点保护野生动物 1 种, 为黑鹿 (*Muntiacus crinifrons*)；国家二级重点保护野生动物 4 种, 为黄喉貂 (*Martes flavigula*)、中华鬣羚 (*Capricornis milneedwardsii*)、藏酋猴 (*Macaca thibetana*)、猕猴 (*Macaca mulatta*)；“三有” 兽类 8 种; 被 IUCN 濒危物种红色名录列为近危的为藏酋猴, 易危的为猪獾 (*Arctonyx collaris*)、黑鹿、中华鬣羚。相对丰富度排名前 3 的兽类依次为小鹿 (*Muntiacus reevesi*, RAI=40.15)、褐家鼠 (*Rattus norvegicus*, RAI=5.36)、野猪 (*Sus scrofa*, RAI=4.97)。

#### 3.2 3 种常见鸟兽活动节律

对红外相机拍摄到的独立有效照片较为充足且相对丰富度位于前列的 3 种常见鸟兽 (鸡形目的白鹇、偶蹄目的小鹿和野猪) 进行活动节律分析。这 3 种动物的独立有效照片分别为 433、2 838、351 张。

##### 3.2.1 日活动节律

白鹇、小鹿、野猪的 NRAI 分别为 0.032、0.419、0.390。白鹇夜行性指数较低, 表现出昼行性动物特征。小鹿和野猪的夜行性指数小于 13/24, 不属于夜行性动物。白鹇具有明显的昼间活动节律, 活动强度呈双峰模式, 在 07:00 和 17:00 出现 2 个活动高峰, 呈现一定的晨昏性 (见图 3)。偶蹄目兽类中, 小鹿日活动节律呈现小双峰, 日活动高峰在 06:00 和 18:00 左右 (见图 4); 野猪的日活动活跃程度较为平缓, 无明显高峰, 相对活跃的时间在 10:00 左右, 相较于夜间, 昼间活动更频繁 (见图 4)。小鹿与野猪的日活动节律重叠系数为 0.887, 重叠系数存在显著差异 ( $P=0.005$ )。

##### 3.2.2 兽类日活动节律季节性差异

整体上看, 小鹿的日活动节律在不同季节变化

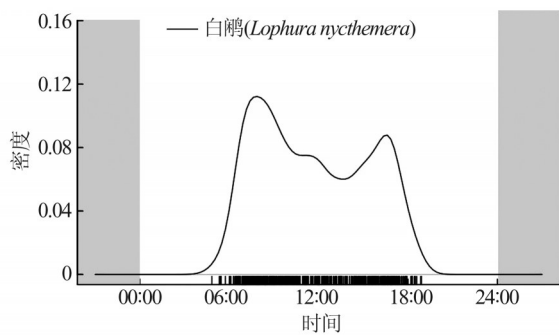


图3 白鹇的日活动节律

Figure 3 Daily activity rhythm of *Lophura nycthemera*

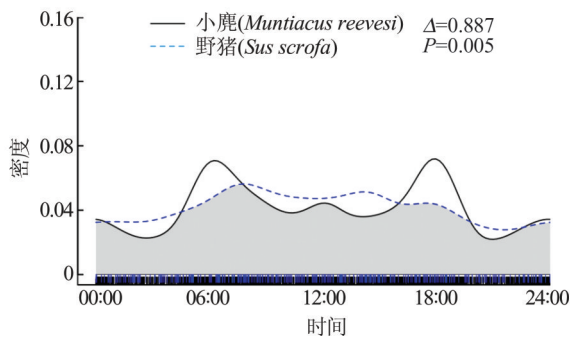


图4 小鹿与野猪的日活动节律及对比

Figure 4 Comparison of the daily activity rhythm of *Muntiacus reevesi* and *Sus scrofa*

不明显,重叠系数较高,均在0.781及以上(见图5和表2)。春季、夏季、秋季,小鹿的日活动节律模式较为相近,活动高峰出现在06:00~07:00和17:00~18:00。其中,小鹿在春季全天均有活动,昼间活动低谷为16:00,夜间活动低谷为04:00;夏季晨间活动高峰远高于傍晚,活动低谷在21:00左右;秋季晨昏时均出现相当强度的活动高峰。小鹿在冬季晨间活动高峰较秋季下降,且出现更晚,约为08:00,午间前后活动强度均有所下降,13:00左右形成小高峰,17:00达到活动高峰。

野猪的日活动节律季节性变化则较为明显(见

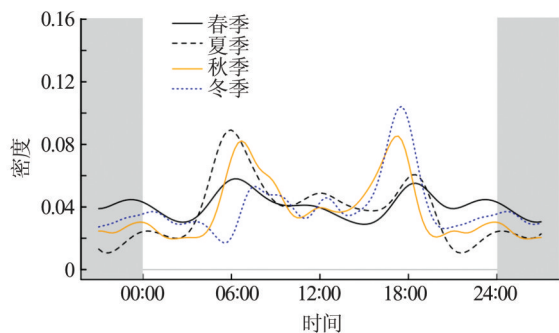


图5 不同季节小鹿的日活动节律

Figure 5 Daily activity rhythm of *Muntiacus reevesi* in different seasons

表2 不同季节小鹿日活动节律的重叠系数

Table 2 Overlap coefficients of daily activity rhythm of *Muntiacus reevesi* in different seasons

季节	春季	夏季	秋季	冬季
春季		0.853	0.822	0.833
夏季			0.844	0.781
秋季				0.858
冬季				

图6和表3)。其在夏季和秋季的活动重叠系数最高(0.914),而春季和冬季的重叠系数最低(0.617)。春季与其他季节不同,夜间比昼间活跃,活动高峰出现在20:00和02:00,活动低谷在11:00左右。夏季活动高峰为07:00~08:00,而后逐渐下降,在21:00出现活动低谷。秋季活动高峰时段与春季近乎相反,09:00左右达到高峰,夜间活动强度低于昼间。一年四季中,野猪活动最高峰出现在冬季14:00左右,但冬季夜间活动强度较低。

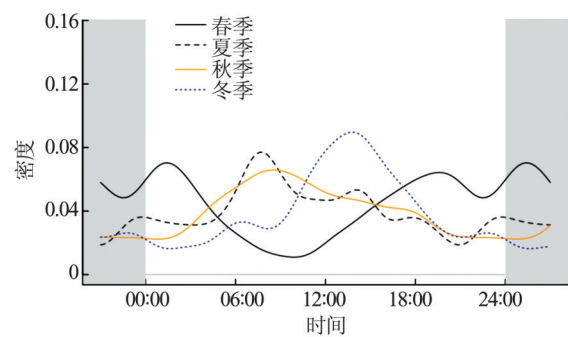


图6 不同季节野猪的日活动节律

Figure 6 Daily activity rhythm of *Sus scrofa* in different seasons

表3 不同季节野猪日活动节律的重叠系数

Table 3 Overlap coefficients of the daily activity rhythm of *Sus scrofa* in different seasons

季节	春季	夏季	秋季	冬季
春季		0.649	0.640	0.617
夏季			0.914	0.760
秋季				0.788
冬季				

## 4 讨论

### 4.1 鸟兽多样性

本次调查实际记录到鸟类12目38科102种,兽类6目11科15种。相较于历史文献记录到的鸟类15目49科127种和兽类8目18科40种,本次鸟类调查结果占原有记录的80.32%,兽类调查结果占原

有记录的37.50%。红外相机法主要用于监测地栖性和在地面取食的鸟类,将传统样线法与红外相机调查结合起来,能够得到更加完善全面的鸟类物种组成。原先记录到的国家一级保护鸟类白颈长尾雉和国家二级保护鸟类白鹇、勺鸡、松雀鹰等,此次调查均有记录到。历史调查记录有国家一级保护兽类云豹(*Neofelis nebulosa*)、豹(*Panthera pardus*,旧称金钱豹)、中华穿山甲(*Manis pentadactyla*)和小灵猫(*Viverricula indica*),但本次红外相机调查均未记录到上述珍稀物种。当前,中国云豹的保护现状并不乐观,除安徽和西藏外的其余15个云豹历史分布地区已有超过10年无确认的记录,仅理论上存在潜在适宜栖息地<sup>[42]</sup>。安徽省仅在2006年于皖南国家野生动物救助中心有最后一笔云豹救助记录,且宁国市为云豹分布核心区的边缘。目前中华穿山甲和小灵猫野外种群数量较少,且活动痕迹不易被发现,调查难度较大<sup>[43-44]</sup>。近年来,安徽省内的鸟兽资源调查也均未监测到这些珍稀物种<sup>[26,45]</sup>,合理推测可能是监测力度仍然不足,上述物种野生种群数量较低或在板桥自然保护区内较为稀少甚至绝迹。相较于皖南山区中对板桥自然保护区的调查<sup>[26]</sup>,本次调查结果新增兽类4种,但缺少关于黄鼬(*Mustela sibirica*)和狗獾(*Meles meles*)的记录。可能是红外相机本身难以对夜间活动的小型啮齿类和翼手类进行有效监测,即使拍摄到照片有时也难以准确识别物种,导致本次实际调查到的物种种类有所减少。兽类中小鹿相对丰富度最高,这一结果与安徽省内其他调查结果一致,可能与保护区内大型食肉动物较少有关<sup>[26,45]</sup>。

#### 4.2 3种常见鸟兽的活动节律

不同动物对特定生境的适应能力不同,因此表现出不同的日活动节律。本研究中,白鹇为昼行性物种,活动模式具有晨昏性。晨昏活动有助于鸡形目鸟类避免高温带来的能量损耗<sup>[46]</sup>。白鹇早晚各出现1次活动高峰,总体上与广东紫金白溪保护区<sup>[47]</sup>和江西桃红岭保护区<sup>[48]</sup>的白鹇活动高峰呈现双峰一致,其具体的活动高峰时间不尽相同,说明同一物种的活动节律会因分布区域不同而有差异。

食物资源和气候条件的季节变化是动物的季节性活动节律的重要决定因素。其中,气温是影响活动节律的直观体现,动物会根据季节气温变化调整活动时间<sup>[49]</sup>。小鹿和野猪日活动节律重叠系数差异显著,表明两者具有明显日活动节律分化。此外,野猪为杂食性动物,其食物有植物根茎、果实、昆虫及啮齿类动物等,小鹿为植食性动物,主要取食乔灌木

的枝叶幼芽,两者通过时间和营养生态位的分化实现共存<sup>[50]</sup>。小鹿表现出明显的晨昏活动模式,小鹿生性胆小谨慎,晨昏活动能减少与天敌的直接接触,降低觅食时被捕食的风险<sup>[51]</sup>。小鹿四季的日活动节律相对固定,但冬季的晨间活动高峰相对延后,这与文献[36,52]中对小鹿的研究结果一致。冬季气温较低且食物资源相对匮乏,待晨间气温回升后再开始活动能够减少能量消耗。野猪倾向于昼间活动,晨昏活动不明显。春季昼夜活动情况与其他季节不同,夜间活动程度比昼间高。在自然、未受干扰的状态下,野猪通常被认为是昼行性物种,当受到强烈人为干扰时可能转为以夜行为主<sup>[53]</sup>。春季是野猪的繁殖期,此时需要获取更多食物用于繁殖及哺育幼仔,夜间活动频率高可能是为了避开人类干扰<sup>[19,54]</sup>。而在冬季的下午,野猪活动强度较高,可能与冬季难以觅食且夜间温度比其他季节低有关<sup>[55]</sup>。浙江清凉峰的野猪冬季活动高峰同样集中于午后<sup>[56]</sup>。

## 5 结 语

本研究结合传统样线法和红外相机陷阱技术,对安徽省宁国市板桥自然保护区的鸟兽多样性进行调查,并分析3种常见鸟兽的活动节律。调查结果显示,板桥自然保护区内珍稀鸟兽物种丰富,有2种国家一级重点保护野生动物,19种国家二级重点保护野生动物,建议保护区后续持续加大调查力度与保护力度。同时,本研究揭示了常见物种白鹇、小鹿和野猪日活动节律的差异以及季节性变化。这些结果为板桥自然保护区更新补充野生动物物种名录提供了科学支持,也为理解常见物种的生态习性及其对环境的适应策略提供参考,有利于保护区进一步开展生物多样性保护、珍稀濒危物种种群的恢复和栖息地管理等工作。

## 参考文献

- [1] 马克平, 钱迎倩. 生物多样性保护及其研究进展[J]. 应用与环境生物学报, 1998, 4(1): 95-99.  
Ma K P, Qian Y Q. Biodiversity conservation and its research progress [J]. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology, 1998, 4(1): 95-99.
- [2] 魏辅文, 平晓鸽, 胡义波, 等. 中国生物多样性保护取得的主要成绩、面临的挑战与对策建议[J]. 中国科学院院刊, 2021, 36(4): 375-383.  
Wei F W, Ping X G, Hu Y B, et al. Main achievements, challenges, and recommendations of biodiversity conservation in China [J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2021, 36(4): 375-383.

- [ 3 ] 肖治术, 李学友, 向左甫, 等. 中国兽类多样性监测网的建设规划与进展[J]. 生物多样性, 2017, 25(3): 237-245.  
Xiao Z S, Li X Y, Xiang Z F, et al. Overview of the mammal diversity observation network of Sino BON [J]. Biodiversity Science, 2017, 25(3): 237-245.
- [ 4 ] Asef A, Mengesha G, Mamo Y. Application of birds as ecological bioindicators for monitoring habitat change: a case study from Abijata[J]. International Journal of Current Research, 2016, 8(4): 28980-28987.
- [ 5 ] 阮向东, 陈奕欣, 王博宇, 等. 湖南八大公山国家级自然保护区兽类和鸟类多样性及活动节律调查[J]. 兽类学报, 2023, 43(3): 342-351.  
Ruan X D, Chen Y X, Wang B Y, et al. Diversity and activity rhythm of mammals and birds in the Badagongshan National Nature Reserve, Hunan inferred through camera traps[J]. Acta Theriologica Sinica, 2023, 43(3): 342-351.
- [ 6 ] 许龙, 张正旺, 丁长青. 样线法在鸟类数量调查中的运用[J]. 生态学杂志, 2003, 22(5): 127-130.  
Xu L, Zhang Z W, Ding C Q. Line transect methods in avian census[J]. Chinese Journal of Ecology, 2003, 22(5): 127-130.
- [ 7 ] 吴颖林, 汪慧琳, 张伦然, 等. 常见鸟类多样性调查方法的比较与应用研究[J]. 陆地生态系统与保护学报, 2023(4): 74-86.  
Wu H L, Wang H L, Zhang L R, et al. Comparison and application of survey methods of bird diversity [J]. Terrestrial Ecosystem and Conservation, 2023 (4) : 74-86.
- [ 8 ] 熊子翔, 许晓萌, 唱意, 等. 基于红外相机监测数据分析安徽麝活动节律[J]. 动物学杂志, 2024, 59(1): 19-28.  
Xiong Z X, Xu X M, Chang Y, et al. Activity rhythm of *Moschus anhuiensis* based on camera-trapping monitoring data[J]. Chinese Journal of Zoology, 2024, 59(1): 19-28.
- [ 9 ] 肖治术, 肖文宏, 王天明, 等. 中国野生动物红外相机监测与研究: 现状及未来[J]. 生物多样性, 2022, 30(10): 234-259.  
Xiao Z S, Xiao W H, Wang T M, et al. Wildlife monitoring and research using camera-trapping technology across China: the current status and future issues [J]. Biodiversity Science, 2022, 30(10): 234-259.
- [ 10 ] 杨拂晓, 费龙, 闫泰辰. 基于深度学习的野生动物图像识别研究综述[J]. 北京测绘, 2024, 38(9): 1237-1242.  
Yang F X, Fei L, Yan T C. Review of deep learning-based wildlife image recognition studies[J]. Beijing Surveying and Mapping, 2024, 38(9): 1237-1242.
- [ 11 ] Cutler T L, Swann D E. Using remote photography in wildlife ecology: a review [J]. Wildlife Society Bulletin, 1999, 27(3): 571-581.
- [ 12 ] 马运军, 提布, 江次农布, 等. 云南白马雪山自然保护区有蹄类动物活动节律及影响因素初步研究[J]. 林业调查规划, 2024, 49(1): 63-68.  
Ma Y J, Ti B, Jiang C, et al. Activity rhythm and influencing factors of ungulates in Baima Snow Mountain Nature Reserve of Yunnan [J]. Forest Inventory and Planning, 2024, 49(1): 63-68.
- [ 13 ] Kronfeld-Schor N, Bloch G, Schwartz W J. Animal clocks: when science meets nature[J]. Proceedings Biological Sciences, 2013, 280(1765): 20131354.
- [ 14 ] 蒙秉顺, 王丞, 王亚强, 等. 梵净山保护区同域分布5种雉类的日活动节律[J]. 林业科学, 2022, 58(11): 137-148.  
Meng B S, Wang C, Wang Y Q, et al. Daily activity rhythms of five species of sympatric pheasants in Fanjingshan National Nature Reserve [J]. Scientia Silvae Sinicae, 2022, 58(11): 137-148.
- [ 15 ] 房新民, 李建, 张德怀, 等. 北京市雾灵山自然保护区豹猫、亚洲狗獾和猪獾的活动节律分析[J]. 动物学杂志, 2024, 59(4): 505-513.  
Fang X M, Li J, Zhang D H, et al. Activity pattern among sympatric leopard cat, Asian badger and hog badger in Wulingshan Nature Reserve, Beijing [J]. Chinese Journal of Zoology, 2024, 59(4): 505-513.
- [ 16 ] Gaudiano L, Pucciarelli L, Mori E. Livestock grazing affects movements and activity pattern of Italian roe deer in Southern Italy [J]. European Journal of Wildlife Research, 2021, 67(4): 66.
- [ 17 ] 田新民, 汲旭阳, 王鑫雪, 等. 北极村国家级自然保护区狍栖息地适宜性及活动节律[J]. 生态学报, 2024, 44(18): 8175-8184.  
Tian X M, Ji X Y, Wang X X, et al. Habitat suitability and activity patterns of roe deer in Beijicun National Nature Reserve, Heilongjiang Province, China [J]. Acta Ecologica Sinica, 2024, 44(18): 8175-8184.
- [ 18 ] 杨创明, 何兴成, 廖静, 等. 贡嘎山地区雪豹的日活动节律、活动海拔及适宜栖息地[J]. 四川动物, 2024, 43(6): 614-623.  
Yang C M, He X C, Liao J, et al. Daily activity rhythm, distribution elevation, and suitable habitat area of *Panthera uncia* in the Gongga Mountain [J]. Sichuan Journal of Zoology, 2024, 43(6): 614-623.
- [ 19 ] 李玉滢, 陈向向, 应益山, 等. 浙江省龙游县野猪种群密度和活动节律研究[J]. 浙江农林大学学报, 2024, 41(6): 1142-1149.

- Li Y Y, Chen X X, Ying Y S, et al. Study on the population density and activity rhythm of wild boar in Longyou County, Zhejiang, China[J]. Journal of Zhejiang A&F University, 2024, 41(6): 1142-1149.
- [20] 张燕婷, 吴林芳, 张志坚, 等. 紫金白溪自然保护区白鹇活动节律分析[J]. 江西师范大学学报(自然科学版), 2024, 48(1): 105-110.
- Zhang Y T, Wu L F, Zhang Z J, et al. The analysis of *Lophura nycthemera* activity rhythm in Zijin Baixi Nature Reserve[J]. Journal of Jiangxi Normal University (Natural Science Edition), 2024, 48(1): 105-110.
- [21] Petridou M, Benson J F, Gimenez O, et al. Spatiotemporal patterns of wolves, and sympatric predators and prey relative to human disturbance in Northwestern Greece[J]. Diversity, 2023, 15(2): 184.
- [22] 白小节, 肖文宏, 张廷跃, 等. 赤水桫欏自然保护区小灵猫及其潜在啮齿类猎物活动节律的季节适应格局[J]. 兽类学报, 2024, 44(3): 309-320.
- Bai X J, Xiao W H, Zhang T Y, et al. Seasonal variation patterns of daily activity rhythm of small Indian civets (*Viverricula indica*) and their potential rodent prey in Guizhou Chishui *Alsophila* National Nature Reserve, China[J]. Acta Theriologica Sinica, 2024, 44(3): 309-320.
- [23] Godvik I M R, Loe L E, Vik J O, et al. Temporal scales, trade-offs, and functional responses in red deer habitat selection[J]. Ecology, 2009, 90(3): 699-710.
- [24] 林红. 浅析宁国板桥自然保护区生物多样性[J]. 吉林农业, 2010(16): 89.
- Lin H. A brief analysis of biodiversity in Banqiao Nature Reserve, Ningguo[J]. Agriculture of Jilin, 2010(16): 89.
- [25] 张光富, 宋永昌. 安徽板桥自然保护区的植被初步研究[J]. 广西植物, 2001, 21(1): 14-20.
- Zhang G F, Song Y C. Studies on the vegetation of Banqiao Nature Reserve, in Anhui Province[J]. Guihaia, 2001, 21(1): 14-20.
- [26] 刘凯, 贺君, 张继辉, 等. 基于红外相机技术的皖南山区森林生态系统兽类资源现状[J]. 生物多样性, 2017, 25(8): 896-903.
- Liu K, He J, Zhang J H, et al. Mammal resource status in the mountain forest ecosystems of Southern Anhui Province based on camera trap data[J]. Biodiversity Science, 2017, 25(8): 896-903.
- [27] 约翰·马敬能, 卡伦·菲力普斯. 中国鸟类野外手册[M]. 何芬奇, 译. 长沙: 湖南教育出版社, 2000.
- MacKinnon J, Phillipps K. A field guide to the birds of China[M]. He F Q, translate. Changsha: Hunan Education Publishing House, 2000.
- [28] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录: 第4版[M]. 北京: 科学出版社, 2023.
- Zheng G M. A checklist on the classification and distribution of the birds of China [M]. 4th ed. Beijing: Science Press, 2023.
- [29] Smith A T, 解焱. 中国兽类野外手册[M]. 长沙: 湖南教育出版社, 2009.
- Smith A T, Xie Y. A guide to the mammals of China [M]. Changsha: Hunan Education Publishing House, 2009.
- [30] 蒋志刚. 中国哺乳动物多样性: 编目、分布与保护[M]. 福州: 海峡书局, 2024.
- Jiang Z G. Diversity of China's mammals inventory, distribution and conservation[M]. Fuzhou: Strait Bookstore Press, 2024.
- [31] International Union for Conservation of Nature. The IUCN red list of threatened species [R/OL]. (2024-10-28)[2024-12-01]. <https://www.iucnredlist.org>
- [32] 国家林业和草原局. 国家重点保护野生动物名录. [R/OL]. (2021-02-05) [2024-12-15]. [https://www.gov.cn/zhengce/2021-02/05/content\\_5727412.htm](https://www.gov.cn/zhengce/2021-02/05/content_5727412.htm).
- National Forestry and Grassland Administration. National key protected wildlife list [R/OL]. (2021-02-05) [2024-12-15]. [https://www.gov.cn/zhengce/2021-02/05/content\\_5727412.htm](https://www.gov.cn/zhengce/2021-02/05/content_5727412.htm).
- [33] 林一煊, 张姣, 余传, 等. 自然保护区地面活动鸟兽调查研究: 以深圳市田头山为例[J]. 环境科学与管理, 2023, 48(12): 167-172.
- Lin Y H, Zhang J, Yu Z, et al. Survey of ground activities of birds and beasts in nature reserves: taking Tiantsoushan in Shenzhen as an example[J]. Environmental Science and Management, 2023, 48(12): 167-172.
- [34] 张明海, 萧前柱, 高中信. 多样性指数公式在鸟类群落中应用的探讨[J]. 生态学杂志, 1990, 9(5): 50-55.
- Zhang M H, Xiao Q Z, Gao Z X. Approach on the application of diversity index formulae to bird community [J]. Chinese Journal of Ecology, 1990, 9(5): 50-55.
- [35] O'Brien T G, Kinnaird M F, Wibisono H T. Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape [J]. Animal Conservation, 2003, 6(2): 131-139.
- [36] 贾晓东, 刘雪华, 杨兴中, 等. 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[J]. 生物多样性, 2014, 22(6): 737-745.
- Jia X D, Liu X H, Yang X Z, et al. Seasonal activity patterns of ungulates in Qinling Mountains based on camera-trap data [J]. Biodiversity Science, 2014, 22(6): 737-745.

- [37] 徐媛媛, 梁灵玥, 万永清, 等. 四川山鹧鸪日活动节律的比较研究[J]. 四川动物, 2024, 43(4): 406-411, 441.  
Xu Y Y, Liang L Y, Wan Y Q, et al. A comparative study on the daily activity rhythm of *Arborophila rufipectus*[J]. Sichuan Journal of Zoology, 2024, 43(4): 406-411, 441.
- [38] 陈立军, 束祖飞, 肖治术. 应用红外相机数据研究动物活动节律: 以广东车八岭保护区鸡形目鸟类为例[J]. 生物多样性, 2019, 27(3): 266-272.  
Chen L J, Shu Z F, Xiao Z S. Application of camera-trapping data to study daily activity patterns of Galliformes in Guangdong Chebaling National Nature Reserve[J]. Biodiversity Science, 2019, 27(3): 266-272.
- [39] Rowcliffe J M, Kays R, Kranstauber B, et al. Quantifying levels of animal activity using camera trap data[J]. Methods in Ecology and Evolution, 2014, 5(11): 1170-1179.
- [40] Meredith M, Ridout M. Overlap: estimates of coefficient of overlapping for animal activity patterns [EB/OL]. (2024-01-19)[2024-12-20]. <https://CRAN.R-project.org/package=overlap>.
- [41] Rowcliffe M. Activity: animal activity statistics [EB/OL]. (2023-09-27)[2024-12-20]. <http://CRAN.R-project.org/package=activity>.
- [42] 马子取, 何再新, 王一晴, 等. 中国云豹种群分布现状与关键栖息地信息更新[J]. 生物多样性, 2022, 30(9): 59-73.  
Ma Z Y, He Z X, Wang Y Q, et al. An update on the current distribution and key habitats of the clouded leopard (*Neofelis nebulosa*) populations in China [J]. Biodiversity Science, 2022, 30(9): 59-73.
- [43] 吴诗宝, 孙建坤, 岑鹏, 等. 国家一级保护动物中华穿山甲的种群现状及保护措施[J]. 生物学通报, 2023, 58(1): 9-14.  
Wu S B, Sun J K, Cen P, et al. Population status and conservation measures of Chinese pangolin: a national class protected animal [J]. Bulletin of Biology, 2023, 58(1): 9-14.
- [44] 高翔, 潘淑芳, 孙争争, 等. 广东珠海凤凰山和淇澳岛小灵猫的分布与活动节律[J]. 生物多样性, 2024, 32(8): 79-88.  
Gao X, Pan S F, Sun Z Z, et al. Distribution and activity rhythm of small Indian civet (*Viverricula indica*) in Fenghuang Hill and Qi'ao Island, Zhuhai, Guangdong [J]. Biodiversity Science, 2024, 32(8): 79-88.
- [45] 徐善传, 庞大鹏, 丁俊, 等. 基于红外相机技术的安徽万佛山省级自然保护区鸟兽资源初报[J]. 安徽大学学报(自然科学版), 2023, 47(4): 100-108.  
Xu S C, Pang D P, Ding J, et al. Infrared-triggered camera-trapping survey of wild mammals and birds in Wanfoshan Provincial Nature Reserve, Anhui Province [J]. Journal of Anhui University (Natural Science Edition), 2023, 47(4): 100-108.
- [46] Luo G, Yang C M, Zhou H M, et al. Habitat use and diel activity pattern of the Tibetan Snowcock (*Tetraogallus tibetanus*): a case study using camera traps for surveying high-elevation bird species [J]. Avian Research, 2019, 10: 4.
- [47] 廖远芳, 孟蕊, 杨越文, 等. 广东惠东古田省级自然保护区白鹇活动节律研究[J]. 热带林业, 2023, 51(4): 58-62.  
Liao Y F, Meng R, Yang Y W, et al. Investigation of the activity rhythm of *Lophura nycthemera* in Gutian Provincial Nature Reserve in Huidong County, Guangdong [J]. Tropical Forestry, 2023, 51(4): 58-62.
- [48] 王贤芳, 钟毅峰, 詹建文, 等. 基于红外相机技术的桃红岭梅花鹿国家级自然保护区白鹇种群活动节律分析[J]. 现代农业科技, 2021(19): 182-184, 194.  
Wang X F, Zhong Y F, Zhan J W, et al. Analysis on activity rhythm of *Lophura nycthemera* population in Taohongling Sika Deer national nature reserve based on infrared camera technology [J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2021(19): 182-184, 194.
- [49] 杨光美, 李佳琦, 张明明, 等. 贵州坡岗喀斯特森林自然保护区红外相机兽类和鸟类监测及活动节律分析[J]. 兽类学报, 2022, 42(3): 325-338.  
Yang G M, Li J Q, Zhang M M, et al. Camera-trapping survey and activity pattern analysis on mammals and birds in Pogang Karst Forest Nature Reserve, Guizhou Province, China [J]. Acta Theriologica Sinica, 2022, 42(3): 325-338.
- [50] 陈章敏, 彭波, 贺飞, 等. 四川小寨子沟国家级自然保护区有蹄类的时空格局研究[J]. 四川动物, 2024, 43(4): 373-384.  
Chen Z M, Peng B, He F, et al. A study on the temporal and spatial patterns of ungulates in the Xiaozhaizigou national nature reserve, Sichuan [J]. Sichuan Journal of Zoology, 2024, 43(4): 373-384.
- [51] 杨婵, 万雅琼, 黄小富, 等. 基于红外相机技术的小鹿 (*Muntiacus reevesi*) 活动节律[J]. 广西师范大学学报(自然科学版), 2021, 39(1): 65-70.  
Yang C, Wan Y Q, Huang X F, et al. Activity rhythm of *Muntiacus reevesi* based on infrared camera technology [J]. Journal of Guangxi Normal University (Natural Science Edition), 2021, 39(1): 65-70.
- [52] 马钰焱, 李佳琦, 万雅琼, 等. 亚热带森林小鹿的空间分布及活动节律的区域性差异[J]. 生态与农村环境学

- 报, 2024, 40(2): 222-232.
- Ma Z Y, Li J Q, Wan Y Q, et al. Regional differences in the spatial distribution and activity rhythms of muntjacs in subtropical forests[J]. Journal of Ecology and Rural Environment, 2024, 40(2): 222-232.
- [53] Ohashi H, Saito M, Horie R, et al. Differences in the activity pattern of the wild boar *Sus scrofa* related to human disturbance[J]. European Journal of Wildlife Research, 2013, 59(2): 167-177.
- [54] 韩一敏, 肖梅, 何梦楠, 等. 唐家河国家级自然保护区同域分布六种偶蹄类动物的活动节律与空间利用[J]. 兽类学报, 2024, 44(5): 598-610.
- Han Y M, Xiao M, He M N, et al. The activity rhythm and space utilization among six species of ungulates in Tangjiahe National Nature Reserve, Sichuan, China [J]. Acta Theriologica Sinica, 2024, 44 (5) : 598-610.
- [55] 孔凡前, 沈博文, 李笑颖, 等. 江西桃红岭保护区同域分布有蹄类动物活动节律差异[J]. 野生动物学报, 2024, 45(2): 242-250.
- Kong F Q, Shen B W, Li X Y, et al. Analysis of seasonal activity rhythm and interspecific differences in sympatric ungulates in Jiangxi Taohongling reserve[J]. Chinese Journal of Wildlife, 2024, 45(2): 242-250.
- [56] 谢培根, 胡娟, 李婷婷, 等. 浙江清凉峰国家级自然保护区野猪空间分布及活动节律[J]. 兽类学报, 2022, 42(2): 168-176.
- Xie P G, Hu J, Li T T, et al. Distribution and activity patterns of wild boar (*Sus scrofa*) in the Qingliangfeng National Nature Reserve, Zhejiang Province [J]. Acta Theriologica Sinica, 2022, 42(2): 168-176.

附录1 板桥自然保护区鸟类物种名录  
Appendix 1 List of bird species in Banqiao Nature Reserve

目	科	种	区系	居留型	保护级别	濒危级别	中国特有种	安徽省省级保护动物	优势度/%	相对丰富度/%	
鸡形目 (Galliformes)	雉科 (Phasianidae)	勺鸡( <i>Pucrasia macrolopha</i> )	O	R	二级	LC		√		0.06	
		白颈长尾雉( <i>Phasianus colchicus</i> )	O	R	一级	NT	√	√		0.35	
		环颈雉( <i>Phasianus colchicus</i> )	W	R	三有	LC		√(仅限野外种群)		0.07	
		白鹇( <i>Lophura nycthemera</i> )	O	R	二级	LC		√		0.47	6.13
		灰胸竹鸡( <i>Bambusicola thoracicus</i> )	O	R	三有	LC	√	√		0.43	
雁形目 (Anseriformes)	鸭科 (Anatidae)	斑嘴鸭( <i>Anas zonorhyncha</i> )	O	W <sub>v</sub>	三有	LC		√		0.11	
鸚鵡目 (Podicipediformes)	鸚鵡科 (Podicipedidae)	小鸚鵡( <i>Tachybaptus ruficollis</i> )	W	R		LC				0.07	
鸽形目 (Columbiformes)	鸠鸽科 (Columbidae)	山斑鸠( <i>Streptopelia orientalis</i> )	P <sub>r</sub>	R	三有	LC		√	0.57	0.04	
		珠颈斑鸠( <i>Spilopelia chinensis</i> )	O	R	三有	LC		√		2.76	
鹃形目 (Cuculiformes)	杜鹃科 (Cuculidae)	噪鹃( <i>Eudynamys scolopaceus</i> )	O	S	三有	LC		√		0.04	
鹈形目 (Pelecaniformes)	鹭科 (Ardeidae)	池鹭( <i>Ardeola bacchus</i> )	O	S	三有	LC				0.04	
		白鹭( <i>Egretta garzetta</i> )	O	R	三有	LC				0.54	
鸻形目 (Charadriiformes)	鸻科 (Charadriidae)	灰头麦鸡( <i>Vanellus cinereus</i> )	P <sub>r</sub>	P	三有	LC				0.04	
鸮形目 (Strigiformes)	鸮鸮科 (Strigidae)	斑头鸮鸮( <i>Glaucidium cuculoides</i> )	O	R	二级	LC				0.32	
		领角鸮( <i>Otus lettia</i> )	O	R	二级	LC				0.07	
		黄嘴角鸮( <i>Otus spilocephalus</i> )	O	R,S	二级	LC				0.04	
		褐林鸮( <i>Strix leptogrammica</i> )	O	R	二级	LC				0.07	
鹰形目 (Accipitriformes)	鹰科 (Accipitridae)	蛇雕( <i>Spilornis cheela</i> )	W	R	二级	LC				0.11	
		鹰雕( <i>Nisaetus nipalensis</i> )	W	R,S	二级	NT				0.04	0.01
		林雕( <i>Ictinaetus malaiensis</i> )	O	R,S	二级	LC				0.75	
		白腹隼雕( <i>Aquila fasciata</i> )	W	R,S	二级	LC				0.07	
		凤头鹰( <i>Accipiter trivirgatus</i> )	W	R,S	二级	LC				0.07	
		松雀鹰( <i>Accipiter virgatus</i> )	O	R	二级	LC				0.07	
		雀鹰( <i>Accipiter nisus</i> )	P <sub>r</sub>	P,W <sub>v</sub>	二级	LC				0.04	
		苍鹰( <i>Accipiter gentilis</i> )	W	P,W <sub>v</sub>	二级	LC				0.04	
佛法僧目 (Coraciiformes)	翠鸟科 (Alcedinidae)	普通翠鸟( <i>Alcedo atthis</i> )	W	R	三有	LC		√		0.14	
		冠鱼狗( <i>Megaceryle lugubris</i> )	W	R	三有	LC		√		0.07	
啄木鸟目 (Piciformes)	拟啄木鸟科 (Megalaimidae)	大拟啄木鸟( <i>Psilopogon virens</i> )	W	R	三有	LC		√		0.11	
	啄木鸟科 (Picidae)	斑姬啄木鸟 ( <i>Picumnus innominatus</i> )	O	R	三有	LC		√		0.14	
		星头啄木鸟 ( <i>Yungipicus canicapillus</i> )	W	R	三有	LC		√		0.54	
		大斑啄木鸟( <i>Dendrocopos major</i> )	W	R	三有	LC		√		0.32	
雀形目 (Passeriformes)	山椒鸟科 (Campephagidae)	灰喉山椒鸟( <i>Pericrocotus solaris</i> )	O	R	三有	LC				1.00	
	卷尾科 (Dicruridae)	黑卷尾( <i>Dicrurus macrocercus</i> )	O	S	三有	LC				0.07	
		发冠卷尾( <i>Dicrurus hottentottus</i> )	O	S	三有	LC				0.04	
	伯劳科 (Laniidae)	红尾伯劳( <i>Lanius cristatus</i> )	W	S	三有	LC		√		0.04	
		棕背伯劳( <i>Lanius schach</i> )	O	R	三有	LC		√		0.11	

续表

目	科	种	区系	居留型	保护级别	濒危级别	中国特有种	安徽省省级保护动物	优势度/%	相对丰富度/%
鸦科 (Corvidae)		松鸦( <i>Garrulus glandarius</i> )	P <sub>r</sub>	R	三有	LC		√	0.43	0.01
		红嘴蓝鹊( <i>Urocissa erythroryncha</i> )	O	R	三有	LC		√	6.31	0.01
		灰树鹊( <i>Dendrocitta formosae</i> )	O	R	三有	LC			6.10	
山雀科 (Paridae)		黄腹山雀( <i>Pardaliparus venustulus</i> )	O	R	三有	LC			0.22	
		大山雀( <i>Parus minor</i> )	W	R	三有	LC			5.24	
攀雀科 (Remizidae)		中华攀雀( <i>Remiz consobrinus</i> )	W	S	三有	LC			0.07	
扇尾莺科 (Cisticolidae)		纯色山鹧鸪( <i>Prinia inornata</i> )	O	R	三有	LC			0.11	
燕科(Hirundinidae)		家燕( <i>Hirundo rustica</i> )	P <sub>r</sub>	S	三有	LC		√	0.07	
		金腰燕( <i>Cecropis daurica</i> )	P <sub>r</sub>	S	三有	LC		√	0.04	
鹎科(Pycnonotidae)		领雀嘴鹎( <i>Spizixos semitorques</i> )	O	R	三有	LC			3.66	
		黄臀鹎( <i>Pycnonotus xanthorrhous</i> )	O	R	三有	LC			0.90	
		白头鹎( <i>Pycnonotus sinensis</i> )	O	R	三有	LC			11.37	
		绿翅短脚鹎( <i>Ixos mccllellandii</i> )	O	S	三有	LC			0.75	
		栗背短脚鹎( <i>Hemixos castanonotus</i> )	O	S	三有	LC			2.33	
		黑短脚鹎( <i>Hypsipetes leucocephalus</i> )	O	S	三有	LC			0.22	
柳莺科 (Phylloscopidae)		黄眉柳莺( <i>Phylloscopus inornatus</i> )	W	S	三有	LC			0.04	
		黄腰柳莺( <i>Phylloscopus proregulus</i> )	P <sub>r</sub>	S	三有	LC			0.11	
		巨嘴柳莺( <i>Phylloscopus schwarzi</i> )	W	S	三有	LC			0.04	
		黑眉柳莺( <i>Phylloscopus ricketti</i> )	O	S	三有	LC			0.04	
树莺科(Cettiidae)		棕脸鹟莺( <i>Abroscopus albogularis</i> )	O	S	三有	LC			1.83	
		强脚树莺( <i>Horornis fortipes</i> )	O	S	三有	LC			0.39	
长尾山雀科 (Aegithalidae)		红头长尾山雀( <i>Aegithalos concinnus</i> )	O	R	三有	LC			2.73	
鸦雀科(Paradoxornithidae)		棕头鸦雀( <i>Sinosuthora webbiana</i> )	W	R	三有	LC			1.26	
		灰头鸦雀( <i>Psittiparus gularis</i> )	O	R	三有	LC			2.94	
绣眼鸟科 (Zosteropidae)		栗颈凤鹛( <i>Staphida torqueola</i> )	O	R		LC			2.30	
		暗绿绣眼鸟( <i>Zosterops simplex</i> )	O	S	三有	LC		√	0.04	
林鹀科 (Timaliidae)		华南斑胸钩嘴鹀 ( <i>Erythrogenys swinhoiei</i> )	O	R	三有	LC	√		0.04	
		棕颈钩嘴鹀( <i>Erythrogenys ruficollis</i> )	O	R	三有	LC			1.08	
		红头穗鹀( <i>Stachyridopsis ruficeps</i> )	O	R	三有	LC			0.86	
雀鹀科(Alcippeidae)		淡眉雀鹀( <i>Alcippe hueti</i> )	O	R	三有	LC		7.57		
噪鹛科 (Leiothrichidae)		画眉( <i>Garrulax canorus</i> )	O	R	二级	LC			1.97	
		小黑领噪鹛( <i>Garrulax monileger</i> )	W	R	三有	LC			1.11	
		黑脸噪鹛( <i>Pterorhinus perspicillatus</i> )	W	R	三有	LC			1.65	
		黑领噪鹛( <i>Pterorhinus pectoralis</i> )	W	R	三有	LC			0.39	0.04
河乌科 (Cinclidae)		褐河乌( <i>Cinclus pallasii</i> )	W	R	三有	LC		0.25		
棕鸟科 (Sturnidae)		丝光棕鸟( <i>Spodiopsar sericeus</i> )	O	R	三有	LC			0.22	
		灰棕鸟( <i>Spodiopsar cineraceus</i> )	P <sub>r</sub>	R	三有	LC			0.04	
鹎科(Turdidae)		虎斑地鸫( <i>Zoothera aurea</i> )	W	P	三有	LC				0.01
		灰背鸫( <i>Turdus hortulorum</i> )	W	S	三有	LC				0.01
		乌鸫( <i>Turdus mandarinus</i> )	P <sub>r</sub>	R	三有	LC	√		0.04	

续表

目	科	种	区系	居留型	保护级别	濒危级别	中国特有种	安徽省省级保护动物	优势度/%	相对丰富度/%
		鹊鸂( <i>Copsychus malabaricus</i> )	O	R	三有	LC			0.22	
		红胁蓝尾鸂( <i>Tarsiger cyanurus</i> )	W	S	三有	LC			0.32	
		小燕尾( <i>Enicurus scouleri</i> )	W	R	三有	LC			0.04	
		白额燕尾( <i>Enicurus leschenaulti</i> )	O	R	三有	LC			1.04	
	鸂科(Muscicapidae)	紫啸鸂( <i>Myophonus caeruleus</i> )	O	R	三有	LC			0.25	0.03
		鸂姬鸂( <i>Ficedula mugimaki</i> )	W	S	三有	LC			0.07	
		北红尾鸂( <i>Phoenicurus auroreus</i> )	P <sub>r</sub>	S	三有	LC			2.19	
		红尾水鸂( <i>Phoenicurus fuliginosus</i> )	O	R	三有	LC			0.54	
		东亚石鸂( <i>Saxicola stejnegeri</i> )	P <sub>r</sub>	S	三有	LC			0.07	
	梅花雀科(Estrildidae)	白腰文鸟( <i>Lonchura striata</i> )	O	R	三有	LC			1.79	
		斑文鸟( <i>Lonchura punctulata</i> )	O	R	三有	LC			0.11	
	雀科(Passeridae)	山麻雀( <i>Passer cinnamomeus</i> )	O	R	三有	LC			0.11	
		麻雀( <i>Passer montanus</i> )	P <sub>r</sub>	R	三有	LC			1.51	
		树鸂( <i>Anthus hodgsoni</i> )	P <sub>r</sub>	W	三有	LC			0.39	
	鸂科(Motacillidae)	灰鸂( <i>Motacilla cinerea</i> )	P <sub>r</sub>	R	三有	LC			0.14	
		白鸂( <i>Motacilla alba</i> )	P <sub>r</sub>	R	三有	LC			1.86	
		燕雀( <i>Fringilla montifringilla</i> )	W	W <sub>v</sub>	三有	LC			5.02	
	燕雀科(Fringillidae)	黑尾蜡嘴雀( <i>Eophona migratoria</i> )	W	S,P	三有	LC			1.58	
		金翅雀( <i>Chloris sinica</i> )	P <sub>r</sub>	R	三有	LC			1.00	
		黄雀( <i>Spinus spinus</i> )	W	W	三有	LC			1.61	
		黄喉鸂( <i>Emberiza elegans</i> )	W	P	三有	LC			0.68	
		田鸂( <i>Emberiza rustica</i> )	W	S	三有	VU			0.07	
	鸂科(Emberizidae)	小鸂( <i>Emberiza pusilla</i> )	P <sub>r</sub>	S,P	三有	LC			0.90	
		灰头鸂( <i>Emberiza spodocephala</i> )	W	S	三有	LC			0.93	
		黄眉鸂( <i>Emberiza chrysophrys</i> )	W	S,P	三有	LC			3.41	
		白眉鸂( <i>Emberiza tristrami</i> )	W	S,P	三有	LC			0.07	

注:O表示东洋界;P<sub>r</sub>表示古北界;W表示广布种;P表示旅鸟;W<sub>v</sub>,冬候鸟;S表示夏候鸟;R表示留鸟;LC表示无危;VU表示易危;NT表示近危。

Note: O denotes Oriental realm; P<sub>r</sub> denotes Palaearctic realm; W denotes widespread species; P denotes passage migrant; W<sub>v</sub> denotes winter visitor; S denotes summer visitor; R denotes resident; LC denotes least concern; VU denotes vulnerable; NT denotes near threatened.

附录2 板桥自然保护区兽类物种名录

Appendix 2 List of mammal species in Banqiao Nature Reserve

目	科	种	区系	保护级别	濒危级别	中国特 有种	安徽省省级 保护动物	相对丰 富度/%
劳亚食虫目 (Eulipotyphla)	猬科(Erinaceidae)	东北刺猬( <i>Erinaceus amurensis</i> )	W	三有	LC			0.20
		黄喉貂( <i>Martes flavigula</i> )	W	二级	LC			0.03
食肉目 (Carnivora)	鼬科(Mustelidae)	鼬獾( <i>Melogale moschata</i> )	O	三有	LC		√	1.39
		猪獾( <i>Arctonyx collaris</i> )	W	三有	VU		√	1.50
	灵猫科(Viverridae)	花面狸( <i>Paguma larvata</i> )	W	三有(仅限 野外种群)	LC		√	1.49
	猪科(Suidae)	野猪( <i>Sus scrofa</i> )	W		LC			4.97
偶蹄目 (Artiodactyla)	鹿科(Cervidae)	黑麂( <i>Muntiacus crinifrons</i> )	O	一级	VU	√		0.31
		小鹿( <i>Muntiacus reevesi</i> )	O	三有	LC	√	√	40.15
	牛科(Bovidae)	中华鬣羚( <i>Capricornis milneedwardsii</i> )	O	二级	VU			0.18
啮齿目 (Rodentia)	松鼠科(Sciuridae)	赤腹松鼠( <i>Callosciurus erythraeus</i> )	O	三有	LC			0.23
	鼠科(Muridae)	褐家鼠( <i>Rattus norvegicus</i> )	W		LC			5.36
	豪猪科(Hystricidae)	马来豪猪( <i>Hystrix brachyura</i> )	O	三有	LC		√	0.01
兔形目 (Lagomorpha)	兔科(Leporidae)	华南兔( <i>Lepus sinensis</i> )	O	三有	LC			0.14
灵长目 (Primates)	猴科 (Cercopithecidae)	藏酋猴( <i>Macaca thibetana</i> )	O	二级	NT	√		0.81
		猕猴( <i>Macaca mulatta</i> )	W	二级	LC			0.20

注:O表示东洋界;W表示广布种;LC表示无危;VU表示易危;NT表示近危。

Note: O denotes Oriental realm; W denotes widespread species; LC denotes least concern; VU denotes vulnerable; NT denotes near threatened.