



广东大瑶山省级自然保护区 小鹿和野猪活动节律和重叠度研究

付志高¹, 黄子峻², 肖以华^{1*}, 曾繁助³, 许涵¹, 王焱⁴, 麦艳仪⁵, 吴林芳⁶

1. 中国林业科学研究院热带林业研究所, 广州 510520;
2. 东方市自然资源和规划局, 东方 572600;
3. 广东大瑶山省级自然保护区管理处, 韶关 512200;
4. 江西农业大学林学院, 南昌 330006;
5. 华南农业大学林学与风景园林学院, 广州 510642;
6. 广州林芳生态科技有限公司, 广州 510520)

稿件运行过程

收稿日期: 2024-09-13
修回日期: 2024-10-31



关键词: 小鹿;
野猪;
活动节律;
重叠度

Keywords: *Muntiacus reevesi*;
Sus scrofa;
Activity rhythm;
Overlap

中图分类号: Q958.1

文献标志码: A

文章编号:

2310-1490(2025)-04-0754-10

DOI: 10.12375/ysdwx.202409013

摘要

野生动物活动节律和重叠度的研究对于制定有效的保护和管理策略至关重要。为掌握小鹿(*Muntiacus reevesi*)和野猪(*Sus scrofa*)的活动节律和重叠度,2020年7月—2022年6月,利用红外相机技术对广东大瑶山省级自然保护区的小鹿和野猪进行研究,应用核密度估计、重叠系数及拍摄率等研究小鹿和野猪的日活动节律、季节性变化规律和不同林分类型的活动规律。结果表明:小鹿属于典型的晨昏性动物双峰型,活动高峰为06:00—08:00和18:00—20:00,日活动模式比较稳定,不会随季节改变而明显波动。野猪活动节律与小鹿不同,属于单峰型,活动高峰为08:00—10:00,且活动高峰随季节变化而变化。小鹿拍摄率最高的季节为秋季,野猪则为夏季。小鹿和野猪都偏好于常绿阔叶林。两物种在4个季节(重叠系数0.77~0.88)和4种林分(重叠系数0.67~0.86)的活动模式明显重叠。小鹿和野猪的活动节律是一种对多变环境的适应策略,研究结果可为保护区小鹿和野猪的保护管理提供科学依据。

基金项目: 国家重点研发计划项目(2022YFF1303003-06); 广东省科技厅林业生态监测网络平台建设项目(2024CG259); 广东珠江三角洲森林生态系统国家定位观测研究站项目(0144135)

第一作者简介: 付志高(1995—),男,助理研究员;主要从事城市森林与环境研究。E-mail:1649125782@qq.com

*通信作者: 肖以华, E-mail:jxxiaoyihua@126.com

Activity Rhythm and Overlap of *Muntiacus reevesi* and *Sus scrofa* in Dayao Mountain Nature Reserve of Guangdong Province

FU Zhigao¹, HUANG Zijun², XIAO Yihua^{1*}, ZENG Fanzhu³,
XU Han¹, WANG Yan⁴, MAI Yanyi⁵, WU Linfang⁶

- (1. Research Institute of Tropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Guangzhou 510520, China;
2. Dongfang Municipal Bureau of Natural Resources and Planning, Dongfang 572600, China;
3. Administration Bureau of Dayao Mountain Nature Reserve of Guangdong Province Shaoguan 512200, China;
4. College of Forestry, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330006, China;
5. College of Forestry and Landscape Architecture, South China Agricultural University,
Guangzhou 510642, China;
6. Guangzhou Linfang Ecological Technology Co., Ltd., Guangzhou 510520, China)

Abstract: The study of wildlife activity rhythm and overlap is critical to the development of effective conservation and management strategies. In order to understand the activity rhythm and overlap of *Muntiacus reevesi* and *Sus scrofa*, infrared camera technology was utilized to monitor the two species in Dayao Mountain Nature Reserve, Guangdong Province from July 2020 to June 2022. Kernel density estimation, overlap index, and capture rates were employed to analyze the daily activity rhythms, seasonal variation patterns and activity patterns across different forest types for *Muntiacus reevesi* and *Sus scrofa*. The results indicated that *Muntiacus reevesi* was a typical animal which exhibited a bimodal activity pattern with the peak periods were concentrated near dawn (06:00—08:00) and dusk (18:00—20:00), and it had a relatively stable daily activity pattern showed no significant seasonal variations. *Sus scrofa*'s activity pattern differed from *Muntiacus reevesi*, being of the single-peak type with the peak period from 08:00 to 10:00 a. m. , and the peaks of activity varied seasonally. The highest capture rate of *Muntiacus reevesi* occurred in fall season. Nevertheless, *Sus scrofa*'s highest capture rate occurred in summer. Both *Muntiacus reevesi* and *Sus scrofa* preferred to live in broad-leaved evergreen forest. The activity patterns of two species had significant overlaps in different seasons (overlap coefficients ranged from 0.77 to 0.88) as well as among four different forest stands (overlap coefficients ranged from 0.67 to 0.86). The activity rhythm of *Muntiacus reevesi* and *Sus scrofa* is an adaptive strategy to the variable environment. The study could provide a scientific basis for the management and conservation of *Muntiacus reevesi* and *Sus scrofa* in nature reserve.

野生动物的活动节律是其在长期进化过程中为了适应多样化的环境条件而形成的一种行为特征。这种节律受到多种内外部因素的综合影响,包括气候变化、食物资源的可得性以及捕食压力等^[1],体现了动物对栖息环境变化的一种综合适应能力^[2]。通过研究动物活动节律,能更好地理解在不同时段和季节中动物活动的强度,以及它们应对外界环境变化所采取的适应策略^[3]。具体而言,日活动节律是一种在日常时间尺度上进行各种活动的相对稳定模

式^[4]。现有研究表明,动物调整其日活动节律主要依据繁殖状况、种间竞争、社群组成及外界环境条件如温度等变化^[5-6],此外,动物还受食物资源、空间分布和光照时长的影响,导致活动节律在不同季节之间呈现明显变化^[7]。季节变化也是描述动物生态位时间变化的主要方式之一^[8]。近年来,全球气候剧烈变化以及人为干扰导致的栖息地被破坏,让物种的生存面临着前所未有的挑战^[9]。研究不同季节和林分类型下的物种活动节律,对于深入理解物种行

为可塑性,进而为物种保护和管理提供科学依据方面具有重要意义。

小鹿(*Muntiacus reevesi*)是我国特有的小型山地动物,隶属于鲸偶蹄目(Cetartiodactyla)鹿科(Cervidae)^[10]。它主要分布在中国中部和南部的亚热带地区以及西南山地,因其敏捷的特点和独居习性,使其在野外环境中难以被观察到^[11]。现阶段,关于小鹿的科研工作主要聚焦于个体识别^[12]、社会行为学^[13]和生物医学^[14],而对小鹿活动节律的研究仍需进一步深入^[15]。野猪(*Sus scrofa*)也被称为山猪,隶属于鲸偶蹄目猪科(Suidae),属杂食性动物,适应能力极强^[16]。近年来,野猪种群数量迅速增长,时常下山活动觅食,导致毁田和伤人事件频发,已成为人与野生动物冲突的典型案列^[17]。由于野猪难以捕捉且缺乏种群动态监测,旨在控制数量的管控措施进展较慢,所以利用其生境选择和活动规律来缓解人兽冲突,已成为当前生态学和保护生物学研究中的一个重要热点问题^[18]。日活动节律的重叠系数范围为 $[0, 1]$,该系数反映了两种物种的时间生态位从无重叠到完全一致的程度^[19]。目前,虽然已有研究人员对小鹿和野猪的种群现状、生境选择及栖息地利用进行了较为全面的研究^[20],但针对这两种物种在同一栖息地共存时的日活动节律重叠情况的研究文献较少。深入了解小鹿与野猪之间的日活动节律重叠,对于揭示它们同域共存时的机制具有重要的科学价值。

广东大瑶山省级自然保护区是南岭山脉及森林生态系统中不可或缺的重要部分,具有丰富的动植物资源和多样的生境类型,作为兽类的重要栖息地,该保护区不仅提供了关键的生态环境基础,还具有显著的环境功能和生态效益^[21]。本研究采用红外相机监测技术,对保护区内的小鹿和野猪进行了持续监测,以探讨二者的活动规律、生境偏好及其之间的重叠情况,为其保护和管理提供实践依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

广东大瑶山省级自然保护区位于韶关市乐昌市中部区域,覆盖了大瑶山林场及其周边的大源镇等地($25^{\circ}07' - 25^{\circ}14' N$, $113^{\circ}11' - 113^{\circ}16' E$)。保护区总面积达 79.13 km^2 ,年均日照时间 1320.4 h ,年均降水量 1500 mm ,大部分集中在3—8月。该地区

属于中亚热带季风气候,光照充足,气候温暖湿润,降水丰富。大瑶山自然保护区主要呈现中山地貌,平均海拔 1000 m ,最高处达 1254.4 m ,主要植被类型包括常绿阔叶林、针叶林、针阔叶混交林以及亚热带灌丛草坡等^[21]。

1.2 研究方法

于2020年7月—2022年6月开展系统监测。在兽道、林下开阔地及水源地附近等野生动物活动频繁的区域,共布置49台红外相机(型号为UVL4和UML4,深圳市优威视讯科技股份有限公司),相机分布在46个 $1 \text{ km} \times 2 \text{ km}$ 的网格中(图1)。具体操作过程:将红外相机固定在适合的树干上,距地面高度为 $30 \sim 120 \text{ cm}$,拍摄模式为“拍照+录像”,相机触发时拍摄2张照片及录制 15 s 视频(触发间隔 15 s),此外,相机全日工作,灵敏度设置为中等。在监测期间,每隔3~4个月更换一次电池和内存卡。红外相机的有效工作日定义为其在野外连续运行 24 h 。为避免数据重复统计,在相同地点 30 min 内多次出现同一物种的情况将仅计为该物种的1条有效记录数据^[19]。最后,依据所获取的照片和视频进行物种鉴定。

1.3 数据处理与分析

参考齐宏运等^[22]的方法计算在不同季节和生境中小鹿和野猪的拍摄率(capture rate, CR),公式为

$$C_R = N/T \times 100,$$

式中: N 代表在不同季节或生境中所拍摄到的小鹿和野猪的独立有效照片数; T 为总有效相机工作日(d)。即应用每100个相机工作日下午获取的小鹿和野猪独立有效照片数,评估各相机位点的小鹿和野猪相对多度。

应用核密度估计方法(kernel density estimation)^[23]分析小鹿和野猪的日活动节律,并探讨这两种动物在时间生态位上存在的重叠关系,公式为

$$\hat{f}(x; \nu) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_{\nu}[d(x, x_i)],$$

式中: K_{ν} 表示 von Mises 分布的概率密度函数;而 $d(x, x_i)$ 则定义为任意一点 x 与样本量 i 之间的角度距离。该原理的核心机理在于,它假设动物的活动强度与红外相机所记录到的活动概率之间成正比关系。具体而言,横坐标代表时间($0 \sim 24 \text{ h}$),而纵坐标则表示在该时间段内目标物种被记录的概率,范围为 $0 \sim 1$,由此计算得出的曲线下面积的积分值为1。同时,还应用 Wald test 计算小鹿和野猪的日活动节律重叠系

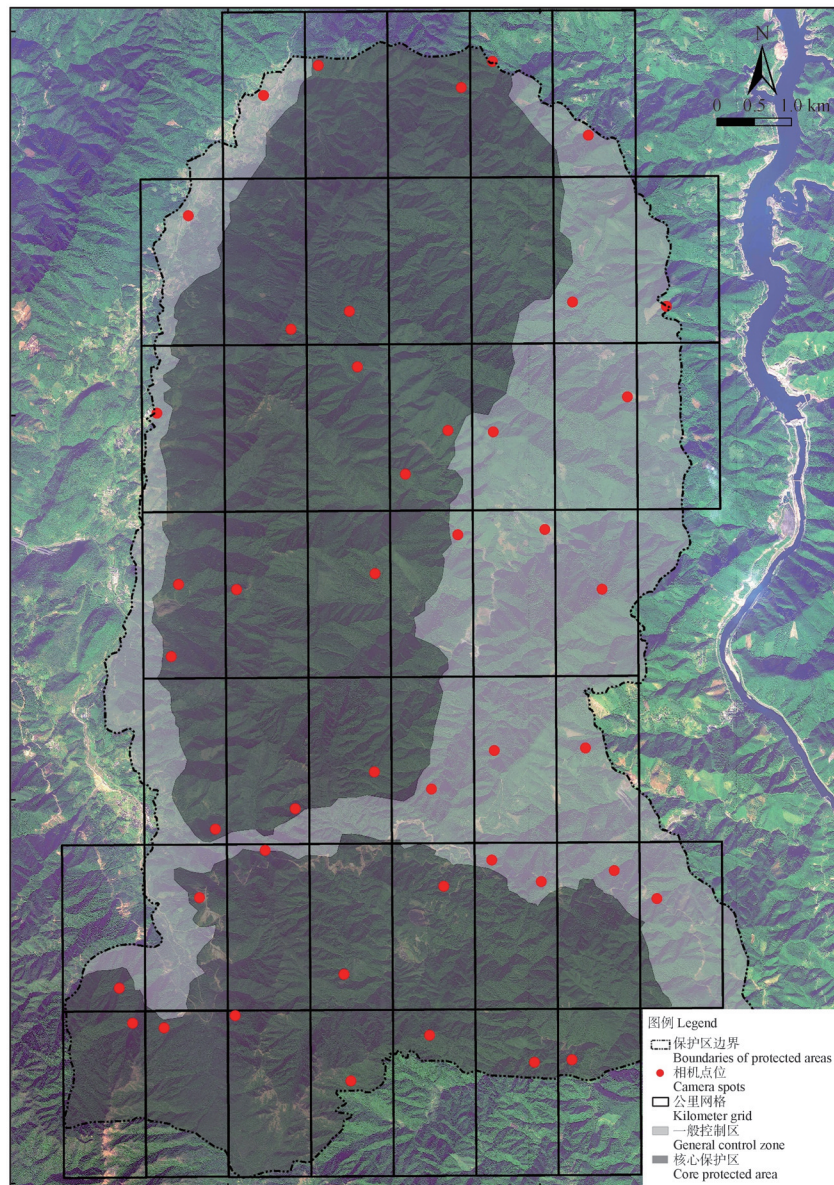


图1 红外相机分布位点

Figure 1 Location of infrared camera

数(Dhat4),其值域介于0到1之间,指示两种物种的时间生态位从完全无重叠到完全一致的情况^[19]。为了进行上述分析,使用R 4.3.3语言中的“overlap”包绘制核密度图和计算重叠系数^[24]。此外,基于大瑶山地区的气候季节变化特征,将3—5月划为春季、6—8月为夏季、9—11月为秋季、12—2月为冬季,分别对小鹿和野猪在春季、夏季、秋季和冬季的日活动节律进行研究,并分析它们之间的重叠性关系。同时,还对常绿阔叶林、针阔叶混交林、针叶林及竹林等不同森林类型尺度上的日活动节律与重叠性关系进行分析。

2 结果与分析

2.1 日活动节律与重叠性分析

在21 505个相机捕获日中,平均每个相机调查时间为 (439 ± 25) d,共拍摄到包含小鹿和野猪的有效照片2 733张。49台相机点位的小鹿独立有效照片为4~191张,野猪独立有效照片为1~33张,在各相机位点的多度中,小鹿和野猪的数值分别为1.86%~88.81%和0.47%~15.34%。在这些独立有效照片中,小鹿的总照片数为2 495张,相对多度11.60%,按季节划分,春季拍摄到451张,夏季642张,秋季

836张,冬季566张。野猪的照片总数是238张,相对多度1.11%,其中,春季、夏季、秋季和冬季分别为20、76、73、69张。小鹿的拍摄率在秋季最高,达到3.89%,其后依次为夏季(2.99%)和冬季(2.63%),

春季的拍摄率最低,仅为2.10%。野猪的拍摄率则在夏季最高,为0.35%,秋季和冬季次之,分别为0.34%和0.32%,春季的拍摄率最低,仅为0.09%(图2)。

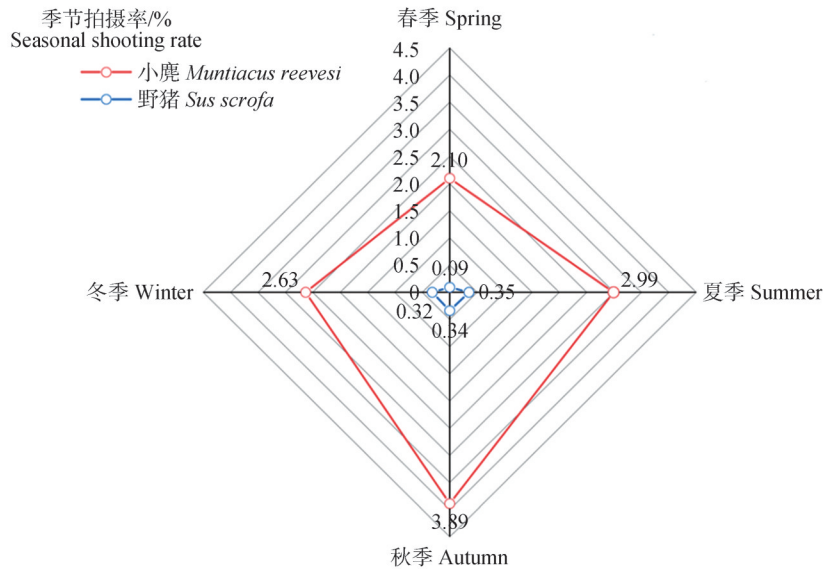


图2 小鹿和野猪不同季节的拍摄率

Figure 2 The capture rate of *Muntiacus reevesi* and *Sus scrofa* in different seasons

总体而言,小鹿的日间活动规律特征为典型晨昏性,其活动时间主要集中在白昼。昼间的活动强度主要呈现出2个明显的小高峰(图3A)。值得注意的是,不同季节中小鹿的日活动节律变化并不明显,且活动高峰集中在06:00—08:00和18:00—20:00。简而言之,一年四季中小鹿的日常活动模式相对稳定,无明显季节性变化。野猪的活动规律显示出明显的单峰特征,其活动高峰主要集中在08:00—10:00(图3A)。与小鹿不同的是,野猪在不同季节的活动节律表现出一定的差异,其中春季和秋季的活动高峰主要集中在08:00—10:00,而夏季的高峰则出现在15:00—16:00,冬季则在10:00—12:00(图3B-E)。不同季节中这两种兽类的活动节律存在差异。具体来说,小鹿和野猪在夏季和秋季表现出最高的日活动节律重叠度,重叠度 D_{hat4} 均达到0.88;其次是春季,重叠度 D_{hat4} 为0.79;而在冬季,重叠度则较低, D_{hat4} 仅为0.77(图3B-E)。

2.2 不同林分类型的活动节律差异

不同林分类型共收集到2733张包含小鹿和野猪的有效照片。其中,常绿阔叶林的照片最多,共计1732张,小鹿1576张,野猪156张;其次是针阔叶混

交林,获得744张照片,小鹿712张,野猪32张;针叶林的照片176张,小鹿164张,野猪12张;而竹林照片仅81张,小鹿43张,野猪38张。在所有林分类型中小鹿拍摄率最高的是常绿阔叶林,达到7.33%;针阔叶混交林(3.31%)和针叶林(0.76%)则顺序次之;而竹林的拍摄率在所有林分类型中最低,仅为0.20%。对于野猪而言,其最高拍摄率同样出现在常绿阔叶林(0.73%),而针叶林的拍摄率最低(0.06%),针阔叶混交林的拍摄率为0.15%,竹林则为0.18%(图4)。

不同林分类型中小鹿的活动节律不同。常绿阔叶林和针阔叶混交林呈现出明显的双峰型活动模式,活动高峰分别出现在08:00—10:00和18:00—20:00。相比之下,针叶林和竹林的活动节律则表现为多峰型,且均在18:00左右达到活动的顶峰。野猪的活动节律在常绿阔叶林、针阔叶混交林和竹林中呈现单峰型,活动时间集中在08:00—12:00。值得注意的是,野猪在针叶林的活动节律表现出多峰型特征,在06:00—8:00达到活动的高峰(图5A-D)。

小鹿和野猪在4种林分类型节律的Wald test检验结果显示,两物种在不同林分中的日活动节律重

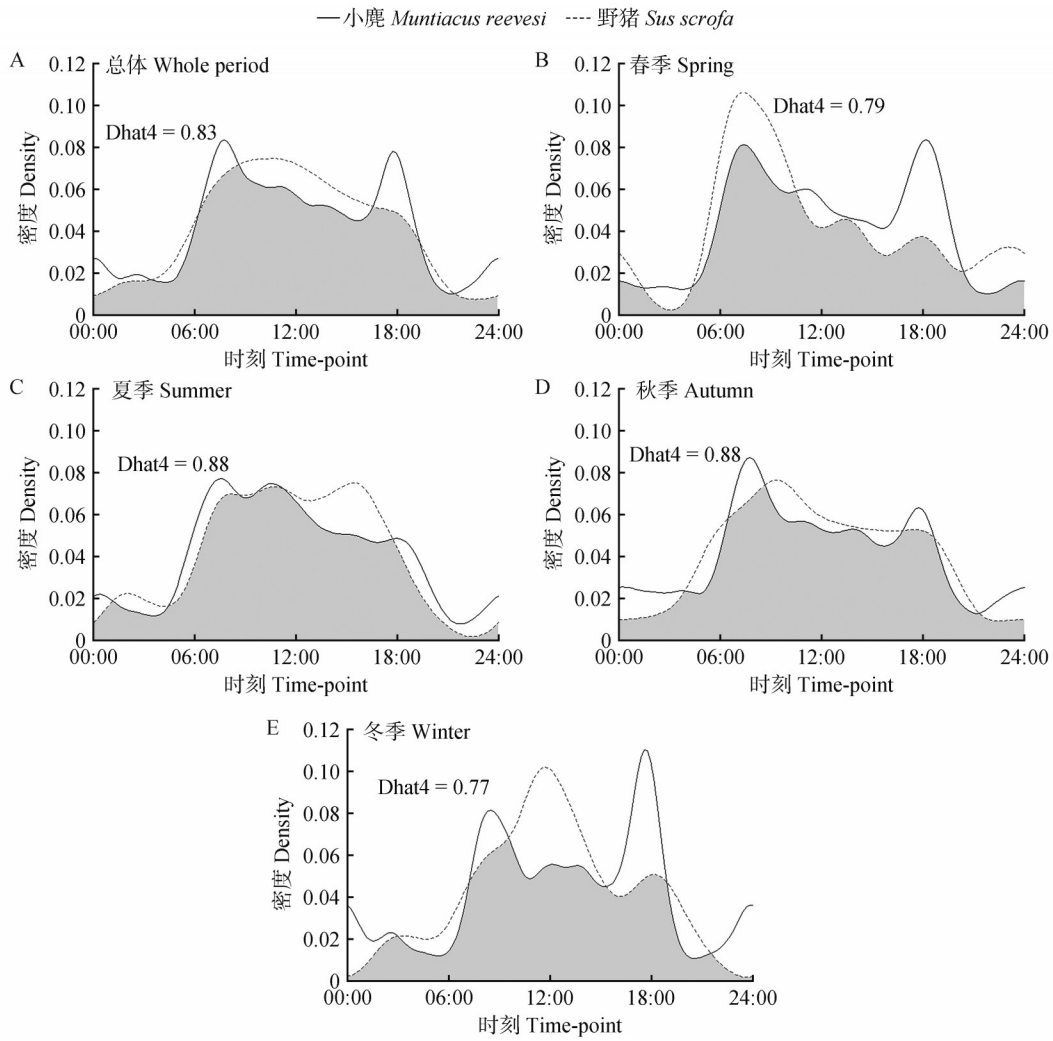


图3 小鹿和野猪不同季节上的日活动节律的重叠

Figure 3 Overlap of daily activity rhythm of *Muntiacus reevesi* and *Sus scrofa* in different seasons

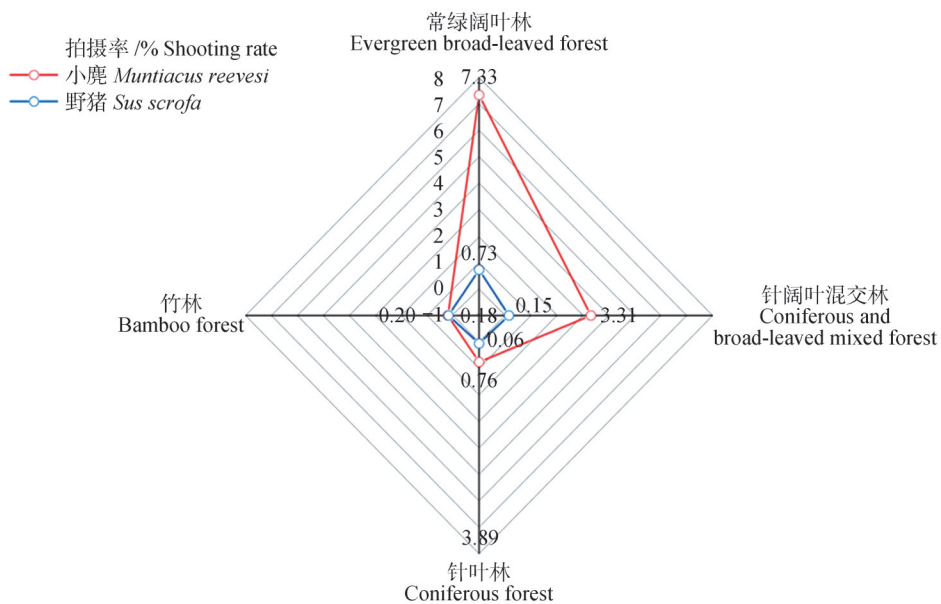


图4 小鹿和野猪在不同林型中的拍摄率

Figure 4 The capture rate of *Muntiacus reevesi* and *Sus scrofa* in forest types

叠度与季节类似,即不同林分类型中这两种动物的活动重叠度存在差异。其中,常绿阔叶林中的重叠度最高(Dhat4为0.86),其次为针阔叶混交林(Dhat4

为0.82)和竹林(Dhat4为0.79),针叶林(Dhat4为0.67)中重叠度最低(图5A-D)。

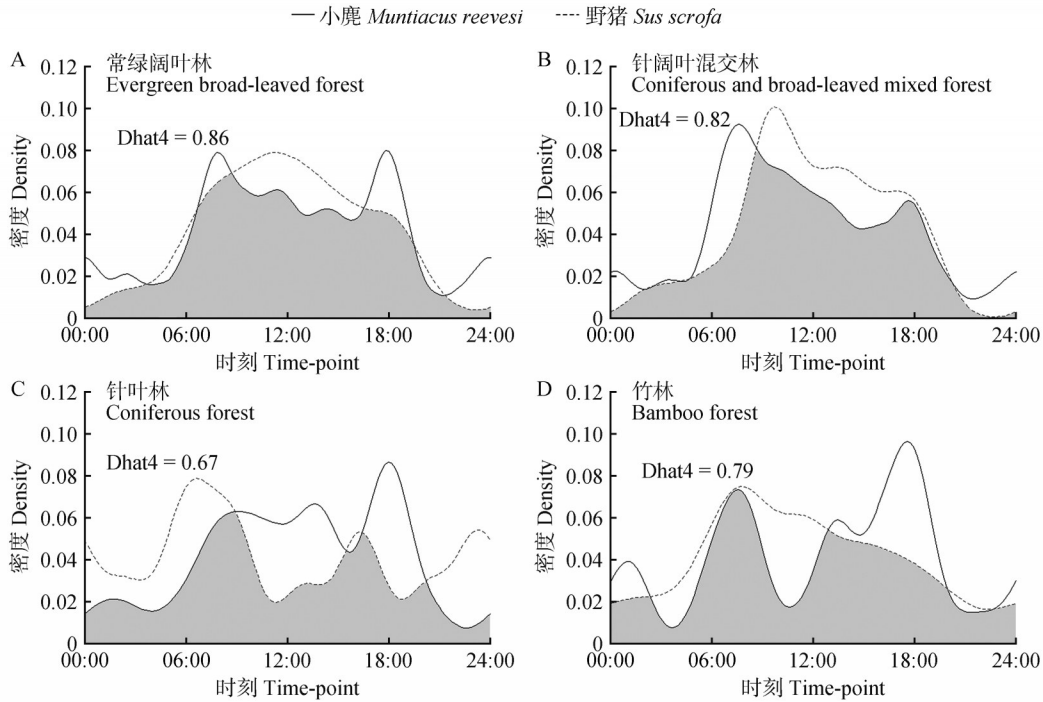


图5 不同林分类型小鹿和野猪的活动节律重叠

Figure 5 Overlap of daily activity rhythm of *Muntiacus reevesi* and *Sus scrofa* in different forest types

3 讨论

3.1 小鹿和野猪的拍摄率特征

森林不仅为野生动物提供了赖以生存的栖息地,也为其提供了食物来源,因此森林环境对野生动物活动存在一定影响。本研究结果显示,常绿阔叶林中野猪的拍摄率最高(图4),这与王道等^[25]和张晔华等^[26]对野猪活动节律的研究结果相一致,即不同森林类型中,野猪的拍摄率在常绿阔叶林中最高。本研究中发现小鹿拍摄率最高的林分类型与野猪一致,为常绿阔叶林,这与小鹿在针阔叶混交林和竹林中的拍摄率较高的研究结果^[10]有所不同;也不同于小鹿植被选择总体偏好在灌丛、竹林及针阔叶混交林等生境的研究结果^[27]。造成野猪和小鹿拍摄率研究结果差异化的原因可能在于,本研究中常绿阔叶林以木荷(*Schima superba*)、柯(*Lithocarpus glaber*)、鹿角锥(*Castanopsis lamontii*)、麻栎(*Quercus acutissima*)和槲栎(*Quercus aliena*)植物为主,这些植物的种子为野猪提供了食物资源。此外,林下其他木本植物和草本植物的根茎和各种果实,以及蚯蚓和蚂

蚁等无脊椎动物,也为野猪提供了丰富多样的食物来源。常绿阔叶林的高郁闭度和层次丰富的灌草层还为野猪提供了一定程度的保护^[28-29]。这种情况在广东大瑶山的常绿阔叶林中更为明显,其下层植被资源繁茂,包括蔷薇科(*Rosaceae*)、豆科(*Leguminosae*)及禾本科(*Gramineae*)等植物,而小鹿的食性偏好取食此3类植物的嫩叶和嫩芽,再者,由于灌丛植物矮小,这便于小鹿取食并保持隐蔽性^[30]。因此,常绿阔叶林对野猪和小鹿而言,显然比其他类型的林分更具吸引力。此外,海拔、坡度及水源距离等环境因素也可能是导致研究结果差异的原因^[10,28]。本研究中小鹿和野猪在夏季和秋季的拍摄率明显较高(图2),而在春季和冬季的拍摄率则低于夏秋季。造成这一现象的原因可能与保护区内不同季节的食物丰富度存在差异有关。在夏秋季节,保护区内的食物资源较为丰富,因此红外相机的拍摄率高。此外,这一差异也可能是野生动物生理状态等所致^[20]。

3.2 小鹿和野猪的日活动节律特征

野生动物在行为活动方面存在的时间差异,实际上是共存物种进行生态位分化的重要表现形式之

一^[31]。活动节律不仅反映了动物自身的进化适应过程,同时也是应对环境变化生存策略的体现^[32]。在漫长的自然选择历程中,各种物种都逐渐形成了独特且适合自身生存的活动节律^[33]。通过红外相机的监测结果,本研究揭示了保护区内小麂和野猪丰度较高,两者的日常活动范围广泛,并展示了良好的植被选择适宜性。小麂表现出典型的晨昏性,其活动集中在白天且分布较为均匀,数据显示昼间活动强度有2个小高峰(图3A),小麂的活动模式在一年四季中表现得相对稳定,并不会因季节的更替而出现明显的波动,这与现有研究中所描述的小麂日活动节律以晨昏活动为主,昼间活动为辅的结果一致并且其日活动模式在各个季节中均呈现出双峰趋势^[20]。此外,这一发现也与马钰焱等^[10]的研究结果相符,即小麂的日活动节律表现出明显的双峰趋势,尽管不同月份的活动频次存在一定波动,但整体保持相对稳定。本研究结果表明,野猪的活动节律总体上表现为单峰型(图3A)。这一发现与以往研究结果^[28]不同,后者认为野猪的日活动节律模式为双峰型。然而本研究结果与浙江清凉峰国家级自然保护区^[29]及小兴安岭南坡^[34]的野猪日活动节律为单峰型的结论一致。造成这一差异的原因可能与区域的气候特征、植被覆盖情况、食物资源的丰富度以及人为活动的影响等多种因素有关^[20,28,35-36]。与此同时,有研究表明野猪能够很好地适应外界环境^[37],表现出单峰、双峰或多峰等不同的日活动节律特征^[38]。此外,在冬季,本研究还观察到小麂和野猪的18:00活动强度明显高于其他季节(图3),这表明在冬季它们的昼间活动强度明显增加,这可能是由冬季食物资源短缺所致^[36,39]。

3.3 小麂和野猪的活动节律重叠性特征

本研究结果表明小麂和野猪在4个季节的活动模式明显重叠,重叠系数为0.77~0.88(图3)。这与已有的研究结果野猪与小麂在四季间的日活动节律高度重叠,4个季节的重叠系数为0.79~0.89^[20]相似。此外,在不同林分类型中,小麂与野猪的活动模式同样表现出较高的重叠系数,其中常绿阔叶林的重叠系数最高,其次为针阔叶混交林和竹林,而针叶林的重叠度最低(图5)。这表明,杂食性的野猪和小麂在林分类型之间的活动模式有明显重叠,这可能与它们之间较小的种间竞争有关^[20]。两种动物的食性及其反捕食策略存在差异,野猪偏好富含淀

粉、糖和脂肪的植物果实,反捕食策略为逃跑。小麂则以青草、树叶和嫩芽为食,采用隐藏的反捕食策略。由于研究区的林分得到了较好的保护,并且林分层次明显,这为野猪和小麂提供了丰富的食物来源和安全的隐蔽环境^[40]。高重叠系数侧面说明同域分布的小麂和野猪之间存在一定的资源竞争。广东大瑶山省级自然保护区由于人类活动相对较少,植被生长情况良好,因而为这两种物种提供了丰富的食物来源,同时也为它们的栖息提供了隐蔽的环境。这种充足的食物资源以及各自不同的时空生态位分离,可能是这两种兽类能够在保护区内长期稳定分布并实现共存的深层次原因。

参考文献:

- [1] AMSTRUP S C, BEECHAM J. Activity patterns of radio-collared black bears in Idaho [J]. *The Journal of Wildlife Management*, 1976, 40(2): 340-348.
- [2] 曹亚珍, 赵联军, 张塔星, 等. 四川王朗国家级自然保护区红喉雉鹑的日活动节律及种群密度[J]. *四川动物*, 2022, 41(4): 379-386.
CAO Y Z, ZHAO L J, ZHANG T X, *et al.* Daily activity pattern and population density of *Tetraophasis obscurus* in the Wanglang National Nature Reserve, Sichuan [J]. *Sichuan Journal of Zoology*, 2022, 41(4): 379-386.
- [3] HANYA G, OTANI Y, HONGO S, *et al.* Activity of wild Japanese macaques in Yakushima revealed by camera trapping: Patterns with respect to season, daily period and rainfall [J]. *PLoS One*, 2018, 13(1): e0190631.
- [4] 唐创斌, 蒋建波, 黄乘明, 等. 环境和社会因素对喀斯特石山猕猴日活动节律和活动时间分配的影响[J]. *兽类学报*, 2017, 37(2): 131-138.
TANG C B, JIANG J B, HUANG C M, *et al.* Influence of environmental and social factors on activity rhythm and time budget of rhesus macaques (*Macaca mulatta*) in Karst habitat [J]. *Acta Theriologica Sinica*, 2017, 37(2): 131-138.
- [5] BU H L, WANG F, MCSHEA W J, *et al.* Spatial co-occurrence and activity patterns of mesocarnivores in the temperate forests of southwest China [J]. *PLoS One*, 2016, 11(10): e0164271.
- [6] 刘鹏. 基于红外相机技术的贺兰山同域分布阿拉善马鹿和岩羊活动规律、集群行为的比较研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2019.
LIU P. Comparing the activity pattern and group patterns of red deer (*Cervus elaphus alashanicus*) and blue sheep (*Pseudois nayaur*) using camera-traps in Helan Mountains [D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2019.
- [7] 刘邦友, 王丞, 张廷跃, 等. 基于红外相机监测的藏酋猴日活动节律及其季节性变化[J]. *生态学杂志*, 2020, 39(4): 1231-1237.

- LIU B Y, WANG C, ZHANG T Y, *et al.* Daily and seasonal variation of activities of Tibetan macaque (*Macaca thibetana*) based on infrared camera trapping[J]. Chinese Journal of Ecology, 2020, 39(4): 1231–1237.
- [8] 晏鸣霄, 孙楠, 顾伯健, 等. 同域分布的绿孔雀与白鹇时空生态位分化[J]. 四川动物, 2021, 40(2): 150–158.
- YAN M X, SUN N, GU B J, *et al.* Spatio-temporal niche differentiation of sympatric green peafowl (*Pavo muticus*) and silver pheasant (*Lophura nycthemera*) [J]. Sichuan Journal of Zoology, 2021, 40(2): 150–158.
- [9] FREEMAN B G, CLASS FREEMAN A M. Rapid upslope shifts in New Guinean birds illustrate strong distributional responses of tropical montane species to global warming[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2014, 111(12): 4490–4494.
- [10] 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.
- [11] 中国野生动物保护协会. 中国哺乳动物图鉴[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2005: 242–243.
- China Wildlife Conservation Association. Atlas of reptilia of China [M]. Zhengzhou: Henan Science and Technology Press, 2005: 242–243.
- [12] 龚堃. 基于粪便分子生物学的小鹿个体识别及家域研究[D]. 金华: 浙江师范大学, 2016.
- GONG K. The individual identity and home range of Reeves' s muntjac based on faeces molecular biology [D]. Jinhua: Zhejiang Normal University, 2016.
- [13] BARRETTE C. The social behaviour of captive muntjacs *Muntiacus reevesi* (Ogilby 1839) [J]. Zeitschrift für Tierpsychologie, 1977, 43(2): 188–213.
- [14] CHAPMAN N G. Observations on the parietal region of the skull of *Muntiacus reevesi* [J]. Zeitschrift für Jagdwissenschaft, 2003, 49(3): 237–241.
- [15] 曹祥荣, 束峰珏, 张锡然, 等. 毛冠鹿与3种鹿属动物的线粒体细胞色素*b*的系统进化分析[J]. 动物学报, 2002, 48(1): 44–49.
- CAO X R, SHU F J, ZHANG X R, *et al.* Phylogenetic relationships of *Elaphodus cephalophus* and three *Muntiacus* species revealed by mitochondrial cytochrome *b* nucleotide sequence [J]. Acta Zoologica Sinica, 2002, 48(1): 44–49.
- [16] NATHAN R, GETZ W M, REVILLA E, *et al.* A movement ecology paradigm for unifying organismal movement research [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2008, 105(49): 19052–19059.
- [17] 粟海军, 胡灿实, 张明明, 等. 贵州赤水桫欏国家级自然保护区野猪危害特征与居民态度分析[J]. 兽类学报, 2018, 38(4): 359–368.
- SU H J, HU C S, ZHANG M M, *et al.* A study on the characteristics of crop damage caused by wild boar (*Sus scrofa*) and the attitudes of local residents in Chishui Alsophila National Nature Reserve, Guizhou Province, China [J]. Acta Theriologica Sinica, 2018, 38(4): 359–368.
- [18] HOSAKA T, SUGIMOTO K, NUMATA S. Effects of childhood experience with nature on tolerance of urban residents toward hornets and wild boars in Japan [J]. PLoS One, 2017, 12(4): e0175243.
- [19] 刘伟, 李旭琴, 李忠伦, 等. 四川贡嘎山中华斑羚和中华鬃羚的时空分布及重叠性[J]. 应用生态学报, 2023, 34(6): 1630–1638.
- LIU W, LI X Q, LI Z L, *et al.* Spatio-temporal distribution and overlap of *Naemorhedus griseus* and *Capricornis milneedwardsii* in Gongga Mountain, Sichuan, China [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2023, 34(6): 1630–1638.
- [20] 孔凡前, 沈博文, 李笑颖, 等. 江西桃红岭保护区区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.
- [21] 黄子峻, 肖以华, 佟富春, 等. 基于红外相机技术的广东大瑶山省级自然保护区鸟兽多样性及时空分布研究[J]. 陆地生态系统与保护学报, 2023, 3(2): 78–88.
- HUANG Z J, XIAO Y H, TONG F C, *et al.* The diversity, spatial-temporal distribution of birds and mammals in Guangdong Dayao Mountain Provincial Nature Reserve base on infrared cameras [J]. Terrestrial Ecosystem and Conservation, 2023, 3(2): 78–88.
- [22] 齐宏运, 龚明昊, 文苑玉. 基于红外相机监测技术的秦岭羚牛活动节律分析[J]. 生态学杂志, 2023, 42(11): 2690–2694.
- QI H Y, GONG M H, WEN W Y. Activity pattern analysis of golden takin (*Budorcas taxicolor bedfordi*) using infrared camera traps [J]. Chinese Journal of Ecology, 2023, 42(11): 2690–2694.
- [23] RIDOUT M S, LINKIE M. Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data [J]. Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics, 2009, 14(3): 322–337.
- [24] AZEVEDO F C, LEMOS F G, FREITAS-JUNIOR M C, *et al.* Puma activity patterns and temporal overlap with prey in a human-modified landscape at southeastern Brazil [J]. Journal of Zoology, 2018, 305(4): 246–255.
- [25] 王道, 李飞, 李崇清, 等. 习水国家级自然保护区野猪活动特征和危害分析[J]. 野生动物学报, 2022, 43(2): 323–330.
- WANG X, LI F, LI C Q, *et al.* Analysis on the activity rhythm and damage of wild boar (*Sus scrofa*) in Xishui National Nature Reserve [J]. Chinese Journal of Wildlife, 2022, 43(2):

- 323-330.
- [26] 张晔华, 许在恩, 鲍跃群, 等. 建德市野猪分布特征及活动节律[J]. 绿色科技, 2023, 25(20): 24-27.
ZHANG Y H, XU Z E, BAO Y Q, *et al.* Distribution and activity rhythm of wild boar (*Sus scrofa*) in Jiande [J]. Journal of Green Science and Technology, 2023, 25(20): 24-27.
- [27] 胡娟, 谢培根, 梅祎芸, 等. 浙江清凉峰国家级自然保护区黑鹿和小鹿潜在适宜栖息地预测及重叠性分析[J]. 生态学报, 2023, 43(6): 2210-2219.
HU J, XIE P G, MEI Y Y, *et al.* Potential suitable habitats prediction and overlap analysis of black muntjac (*Muntiacus crinifrons*) and small muntjac (*M. reevesi*) in Qingliangfeng National Nature Reserve, Zhejiang Province [J]. Acta Ecologica Sinica, 2023, 43(6): 2210-2219.
- [28] 顾佳音, 王巍, 郭晓艺, 等. 小兴安岭南麓野猪春冬季行为状态的生境选择[J]. 生态学报, 2024, 44(3): 1067-1078.
GU J Y, WANG W, GUO X Y, *et al.* Habitat selection of wild boars' three behavioral states in spring and winter at the southern Lesser Khingan Mountains [J]. Acta Ecologica Sinica, 2024, 44(3): 1067-1078.
- [29] 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.
- [30] 盛和林, 王培潮. 小鹿的生态和利用[J]. 动物学杂志, 1976, 11(1): 39-40.
SHENG H L, WANG P C. Ecology and utilization of *Muntiacus reevesi* [J]. Chinese Journal of Zoology, 1976, 11(1): 39-40.
- [31] 牛克昌, 刘恽宁, 沈泽昊, 等. 群落构建的中性理论和生态位理论[J]. 生物多样性, 2009, 17(6): 579-593.
NIU K C, LIU Y N, SHEN Z H, *et al.* Community assembly: The relative importance of neutral theory and niche theory [J]. Biodiversity Science, 2009, 17(6): 579-593.
- [32] 刘宇, 缪华, 蒋桂莲, 等. 云南古林箐省级自然保护区四种哺乳动物日活动节律及活动模式分析[J]. 野生动物学报, 2019, 40(4): 832-839.
LIU Y, MIAO H, JIANG G L, *et al.* Analyses of daily activity rhythm and activity pattern of four species of mammals in Gulinqing Provincial Nature Reserve, Yunnan [J]. Chinese Journal of Wildlife, 2019, 40(4): 832-839.
- [33] 王渊, 初红军, 韩丽丽, 等. 基于红外相机陷阱技术的卡拉麦里山有蹄类自然保护区狼(*Canis lupus*)的活动节律[J]. 干旱区研究, 2014, 31(4): 771-778.
WANG Y, CHU H J, HAN L L, *et al.* Activity of *Canis lupus* in the Karamori Mountain Ungulate Nature Reserve based on trap technique of infrared camera [J]. Arid Zone Research, 2014, 31(4): 771-778.
- [34] 张静, 王文, 张伟, 等. 小兴安岭南坡春季野猪活动规律[J]. 动物学杂志, 2007, 42(5): 90-93.
ZHANG J, WANG W, ZHANG W, *et al.* Activity patterns of wild boar in south Xiaoxing'an Mountains [J]. Chinese Journal of Zoology, 2007, 42(5): 90-93.
- [35] 苗震, 芦欣怡, 周学红, 等. 野猪与人冲突防控对策研究的系统评价[J]. 生态学报, 2022, 42(6): 2501-2509.
MIAO Z, LU X Y, ZHOU X H, *et al.* Systematic evaluation of research on countermeasures for the prevention and control of wild boar-human conflict [J]. Acta Ecologica Sinica, 2022, 42(6): 2501-2509.
- [36] 赵国静, 宫一男, 杨海涛, 等. 东北虎豹国家公园东部的野猪生境利用和活动节律初步研究[J]. 兽类学报, 2019, 39(4): 431-441.
ZHAO G J, GONG Y N, YANG H T, *et al.* Study on habitat use and activity rhythms of wild boar in eastern region of Northeast Tiger and Leopard National Park [J]. Acta Theriologica Sinica, 2019, 39(4): 431-441.
- [37] KEULING O, STIER N, ROTH M. How does hunting influence activity and spatial usage in wild boar *Sus scrofa* L. ? [J]. European Journal of Wildlife Research, 2008, 54(4): 729-737.
- [38] RUSSO L, MASSEI G, GENOV P V. Daily home range and activity of wild boar in a Mediterranean area free from hunting [J]. Ethology Ecology & Evolution, 1997, 9(3): 287-294.
- [39] 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.
- [40] 鲁庆彬, 于江傲, 高欣, 等. 冬季清凉峰山区小鹿和野猪的生境选择及差异[J]. 兽类学报, 2007, 27(1): 45-52.
LU Q B, YU J A, GAO X, *et al.* Winter habitat selection of Reeves's muntjac and wild boars in the Qingliangfeng Mountains [J]. Acta Theriologica Sinica, 2007, 27(1): 45-52.