

研究论文 ORIGINAL PAPERS

基于红外相机监测的红腹锦鸡和
红腹角雉的集群和行为频次研究黎经锦^{1#}, 王翔俊^{2#}, 齐一轩¹, 彭洪林², 郭义东^{2*}, 王传华^{1*}

(1. 三峡大学生物与制药学院, 宜昌 443002;

2. 宜昌三峡大老岭自然保护区管理局, 宜昌 443000)

稿件运行过程

收稿日期: 2025-01-24

修回日期: 2025-02-20



摘要

关键词: 红外相机;
红腹锦鸡;
红腹角雉;
季节;
集群;
行为频次

Keywords: Camera-trapping;

Golden pheasant (*Chrysolophus pictus*);

Temminck's tragopan (*Tragopan temminckii*);

Season;

Flocking;

Frequency of behavior

中图分类号: Q958.1

文献标志码: A

文章编号:

2310-1490(2025)-03-0582-13

DOI: 10.12375/ysdwxb.20250312

集群行为是鸟类适应环境普遍且重要的生态习性,是鸟类行为生态学研究的重要领域。红腹锦鸡(*Chrysolophus pictus*)和红腹角雉(*Tragopan temminckii*)均为国家二级重点保护野生动物和近危(NT)物种,作为华中地区同域分布的物种,对它们在不同季节的集群活动情况及各类行为频次的比较研究尚缺乏报道。为此,2021年4月—2024年4月,在湖北大老岭国家级自然保护区参照公里网格法同时结合研究对象的具体分布状况布设98台红外相机。首次系统分析该地区红腹锦鸡和红腹角雉在性别比例、集群和行为类型方面的季节性差异。结果表明:(1)两种雉类的雌性比在冬季最高,秋季最低;(2)两种雉类集群的个体数量均以1~3只为主;(3)两种雉类的非集群类型在4个季节中出现频次最高的是孤雄,两种雉类在冬季主要以单性雄群的集群方式为主;(4)两种雉类在4个季节的主要行为均是位移和觅食,在冬季,两种雉类的位移行为频次占比较高;(5)相对活动强度指数显示,两种雉类在春季活动强度最高,在秋季活动强度最低。研究结果可为该地区两个物种的保护管理及生态学研究提供科学依据与参考。

第一作者简介: 黎经锦(1999—),男,硕士研究生;主要从事野生动物生态学研究。E-mail:l2274595774@163.com

共同第一作者: 黎经锦; 王翔俊

* 通信作者: 郭义东, E-mail:292906027@qq.com; 王传华, E-mail:wang740301@ctgu.edu.cn

The Research on the Flocking and Behavioral Frequency of Golden Pheasant and Temminck's Tragopan Based on Camera-trapping

LI Jingjin^{1#}, WANG Xiangjun^{2#}, QI Yixuan¹, PENG Honglin², GUO Yidong^{2*}, WANG Chuanhua^{1*}

(1. College of Biology and Pharmacy, China Three Gorges University, Yichang 443002, China;
2. Administration of the Dalaoling National Reserve in the Three Gorges, Yichang 443000, China)

Abstract: Flocking behavior is a common and important ecological habit of birds to adapt to their environment. Golden pheasant (*Chrysolophus pictus*) and Temminck's tragopan (*Tragopan temminckii*) are both classified as Class II protected wildlife in China and considered near-threatened species. As sympatric species distributed in the central region of China, however, there is still a lack of comparative research on their flocking activities and frequency of various behaviors in different seasons. Therefore, from April 2021 to April 2024, 98 camera traps were deployed in Dalaoling National Nature Reserve in Hubei Province. The deployment was mainly carried out by referring to the kilometer grid method and combining it with the specific distribution of the research objects. For the first time, a systematic analysis was conducted on the seasonal differences in sex ratio, flocking, and behavior types of golden pheasant and Temminck's tragopan. The results showed that (1) the ratio of females to males of the two species of pheasants is the highest in winter and lowest in autumn. (2) The flocking size of the two species of pheasants mainly ranges from one to three. (3) Among the non-flocking type of the two species of pheasants, the one male pattern has the highest frequency of occurrence in the four seasons. For the two species of pheasants, the main flocking pattern in winter is the male group. (4) The main behaviors of the two species of pheasants in the four seasons are moving and foraging. In winter, the frequency of moving behavior accounts for a relatively high proportion for the two species of pheasants. (5) The relative activity index shows that both species of pheasants have the highest intensity of activity in the spring (reaching peak activity), while their activity intensity is lowest during the autumn. This study could provide scientific basis and reference for the conservation management and ecological research of the two species in this region.

因红外相机监测技术针对活动隐秘、警惕性高的动物开展调查时具有显著优势,近年来该监测技术已成为地栖性鸟类研究与监测领域中最有效的方法之一^[1]。该技术可快速响应并精准捕捉动物的行为姿态,且数据可覆盖全年,为分析动物的社会结构特征及其活动节律等关键生态学问题提供了有力的支持^[2-4]。其中鸡形目(Galliformes)鸟类因其独特的生态习性,成为利用该技术开展研究时备受关注的对象^[5]。

红腹锦鸡(*Chrysolophus pictus*)与红腹角雉(*Tragopan temminckii*)是鸡形目雉科(Phasianidae)鸟类,均为国家二级重点保护野生动物^[6]和近危(NT)物种^[7],其中红腹锦鸡又是我国特有物种,其保护生物学研究已经成为热点。研究发现,红腹锦鸡与红腹角雉的分布区域和分布海拔存在一定差异。红腹

锦鸡主要栖息于中国西南、西北以及中部地区海拔数百米至4 000 m山区的阔叶林与针阔叶混交林中^[8];红腹角雉的分布范围则涵盖了中国西南部及邻近地区,其分布海拔为1 000~3 500 m^[9]。目前,对红腹锦鸡和红腹角雉的研究主要集中于日活动节律、种群动态、食性以及生境选择等领域,且发现二者存在差异。如刘小斌等^[9]研究指出红腹锦鸡和红腹角雉的活动高峰集中出现在清晨与傍晚时段,但在时间生态位上存在明显差异。夏珊珊等^[10]研究表明,红腹锦鸡和红腹角雉在宏生境尺度上未出现明显种间分化,但在微生境维度上存在显著种间分化。另外,文雪等^[11]运用样线法和样点法对3种雉类的雄体密度进行估算,结果表明除红腹角雉外,采用样点法估算得出的白腹锦鸡(*Chrysolophus amherstiae*)、

血雉(*Ithaginis cruentus*)种群密度均高于样线法估算结果。史海涛等^[12]发现,红腹角雉对栖息环境具有明显的选择性,其活动特性与食物资源紧密相关。崔鹏等^[13]发现,红腹角雉和血雉在觅食生境的利用上产生了分化,从而实现同域共存。

具有集群活动习性的鸟类,能够有效降低自身被捕食的风险,同时提高觅食效率^[14]。集群活动行为受到多种因素的影响,包括栖息地类型、季节性变化以及来自天敌的捕食压力等^[15],是鸟类在长期进化过程中形成的一种重要行为适应策略^[16]。目前,对红腹角雉越冬期集群活动已有少量研究成果。如崔鹏等^[17]研究表明,在越冬期间,红腹角雉雌鸟与亚成体多以单独个体的形式活动,所形成的集群规模相对较小。但是,有关红腹锦鸡年周期集群活动的研究仍未见报道。基于此,笔者于2021年4月—2024年4月在湖北大老岭国家级自然保护区采用公里网格法布设红外相机,对这两种雉类在不同季节中集群活动的特征,包括集群活动的类型和规模等,以及与之相对应的季节性行为模式展开系统性研究。本研究可为湖北大老岭国家级自然保护区及华中地区对红腹锦鸡和红腹角雉的保护和管理工作提供科学依据。

1 研究区概况

湖北大老岭国家级自然保护区处于大巴山系东端荆山余脉,坐落于湖北省宜昌市夷陵区境内(30°52'35"—31°07'24"N,110°51'08"—111°00'26"E)。

保护区总面积达14 225 hm²,其中国有林地面积5 887 hm²,森林覆盖率99%,国有林区域主要林型为针叶林、阔叶林、针阔叶混交林和阔叶混交林,生境主要是马尾松(*Pinus massoniana*)林及其与落叶和常绿阔叶的混交林、灌丛和灌草丛等,国有林区域的海拔为849~1 950 m。保护区处于中国地势第二级阶梯向第三级阶梯的过渡地带,同时也是江汉平原与鄂西山地的重要分界线,位于华中地区。从气候带划分角度,此地是中亚热带向北亚热带的过渡区域,属于亚热带季风性湿润气候,四季分明,自然环境独具特色,地貌类型丰富多样^[18]。

2 研究方法

2.1 红外相机布设

参照公里网格法布设红外相机(图1)。首先,在地理信息系统软件 ArcGIS 10.2 中将调查区域精确划分为1 km × 1 km 的网格单元;再结合实地可达性、护林员经验等综合要素,筛选出红腹锦鸡和红腹角雉可能分布的位置作为红外相机布设点,共计布设98台相机。选择镜头视野开阔、地面灌草植被相对低矮的位点安放相机,将红外相机固定在距离地面约0.5 m的树干部位,相机镜头与地面保持平行或者同高的水平面略向下倾斜。采用“照片+视频”的拍摄模式,照片连拍3张,视频时长设定为10 s,拍摄间隔设置为10 s。此外,相机的PIR感应器灵敏度设置为中,将红外相机的时间格式统一设置为“年-月-日”,使数据更易于管理^[19]。

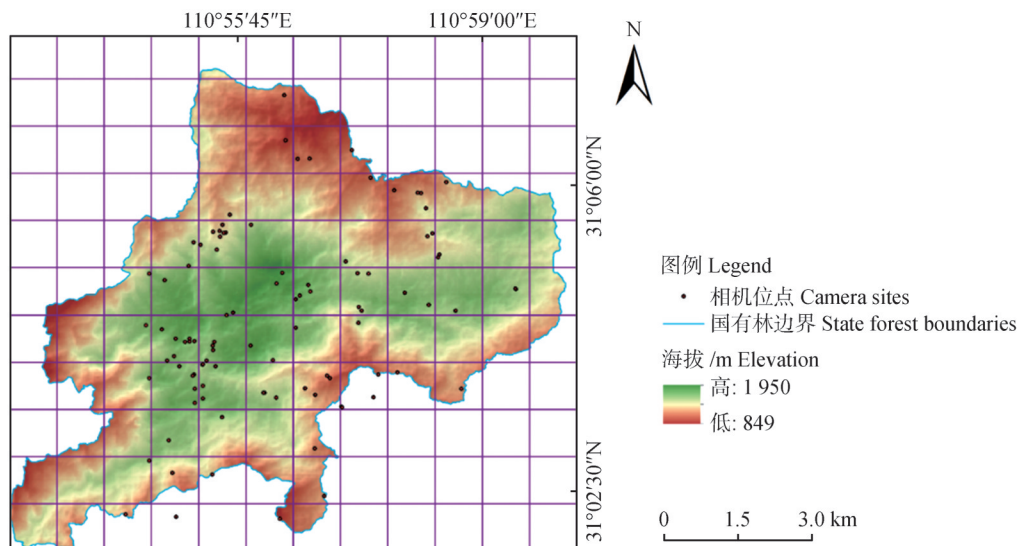


图1 湖北大老岭国家级自然保护区红外相机布设位点示意图

Figure 1 Schematic diagram of camera traps deployment sites in Dalaoling National Nature Reserve, Hubei Province

2.2 数据采集与处理

在红外相机布设完成后,每3~5个月采集一次数据。对所拍摄的照片及视频进行筛选,为了避免数据重复,依据O'Brien *et al.* [20]的方法,将同一物种在某一位点的红外相机拍摄时间间隔在30 min内的记录视为一次独立探测。将每次探测的数据,包括照片编号、拍摄日期、拍摄时间、种类、性别和数量等,录入Excel表格,以便开展后续的数据分析工作。

基于大老岭地区的实际状况,把每年的3—5月、6—8月、9—11月和12月—翌年2月依次划分为春季、夏季、秋季和冬季。将红腹角雉和红腹锦鸡各分为成年雌鸟和成年雄鸟2类,暂未发现亚成体和幼体单独活动的情况。在收集雉类集群活动方式

与行为数据时,红外相机所拍摄的照片会出现误拍或空拍的情况。因行为数据需记录连续动作,所以采用的数据均来源于红外相机所拍摄的视频。参考雉类集群活动的研究文献[21],将红腹角雉和红腹锦鸡集群活动方式各自划分为:孤雌、孤雄、单性雄群、单性雌群、雌雄对、雌雄混群和母仔群(表1),暂未发现两个物种同时出现的情况。同时参考雉类行为研究文献[22],暂未发现一个视频中存在两个动作的情况,结合红外相机资料构建本研究区域野生红腹角雉和红腹锦鸡行为谱(表2)。对所获得的红腹角雉和红腹锦鸡照片归类,统计各类集群活动和行为类型在不同年份不同季节出现的频次。

表1 红腹角雉和红腹锦鸡非集群和集群活动方式的定义

Table 1 Definition of non-flocking and flocking activity pattern for Temminck's tragopan and golden pheasant

类型 Type	活动方式 Activity pattern	定义 Definition
非集群 Non-flocking	孤雄 One male	单只活动的成年雄性个体
	孤雌 One female	单只活动的成年雌性个体
集群 Flocking	单性雄群 Male group	在同一区域活动的2只及以上的成年雄性个体
	单性雌群 Female group	在同一区域活动的2只及以上的成年雌性个体
	雌雄对 Male female pair	在同一区域,仅1只成年雄性与1只成年雌性共同活动
	雌雄混群 Mixed gender group	在同一区域,同时存在1只雄性个体和1只雌性个体以上活动的群体,包括一雄多雌、一雌多雄和多雄多雌
	母仔群 Mother-child group	在同一区域,由1只雌性个体带领1只及以上幼仔或亚成体个体活动的群体

表2 红腹角雉和红腹锦鸡的行为类型

Table 2 Behavior types of Temminck's tragopan and golden pheasant

行为类型 Behavior type	行为描述 Behavior description
觅食 Foraging	头部始终低垂,啄食地面植物的花、果实及嫩叶,停留或移动时以爪子扒抓种子与虫子
位移 Moving	双脚交替活动,径直在红外相机面前经过,无停息或四处观察的情况,包括行走、疾走、跳跃和飞行等
休息 Resting	呈现保持不动、站立或蹲伏等休息行为
警戒 Vigilance	在觅食和位移过程中持续抬头环顾四周,有时因受惊而飞行
求偶 Courtship	雄性向雌性做出求偶的动作

2.3 数据分析

2.3.1 相对活动强度指数

通过相对活动强度指数(relative activity index, RAI)分析不同季节红腹锦鸡和红腹角雉的活动时间分配,计算公式[23]为

$$RAI = N/D \times 100\%$$

式中: N 表示特定物种在特定季节的独立有效照片

数, D 表示该物种在同一年度内的独立有效照片总数。RAI值越大表明某个物种在某个季节频率越高。

2.3.2 显著性分析

分析不同季节红腹锦鸡和红腹角雉集群活动行为频次的差异时,先利用Kolmogorov-Smirnov检验数据是否符合正态分布,若数据符合正态分布使用独立样本 t 检验,否则使用卡方检验,显著水平 $\alpha = 0.05$ 。

所有数据均在 Excel 2019 和 SPSS 26 软件中进行整理与统计分析。

3 结果与分析

3.1 影像数据概况

本研究累计监测 15 629 个相机工作日,红外相机独立探测次数分级见图 2,独立探测次数大于 10 次的位点都较为分散。其中有 558 次独立探测可以分别准

确识别两种雉类的集群活动方式和行为类型(红腹锦鸡 267 次,红腹角雉 291 次)。监测期间,红外相机对两种雉类的独立探测次数呈现出逐年递增的趋势,二者在不同季节被探测到的次数存在差异,其中在春季所记录的有效探测共 357 次(红腹锦鸡 183 次,红腹角雉 174 次),夏季共 82 次(红腹锦鸡 40 次,红腹角雉 42 次),秋季共 29 次(红腹锦鸡 6 次,红腹角雉 23 次),冬季共 90 次(红腹锦鸡 38 次,红腹角雉 52 次)(表 3)。

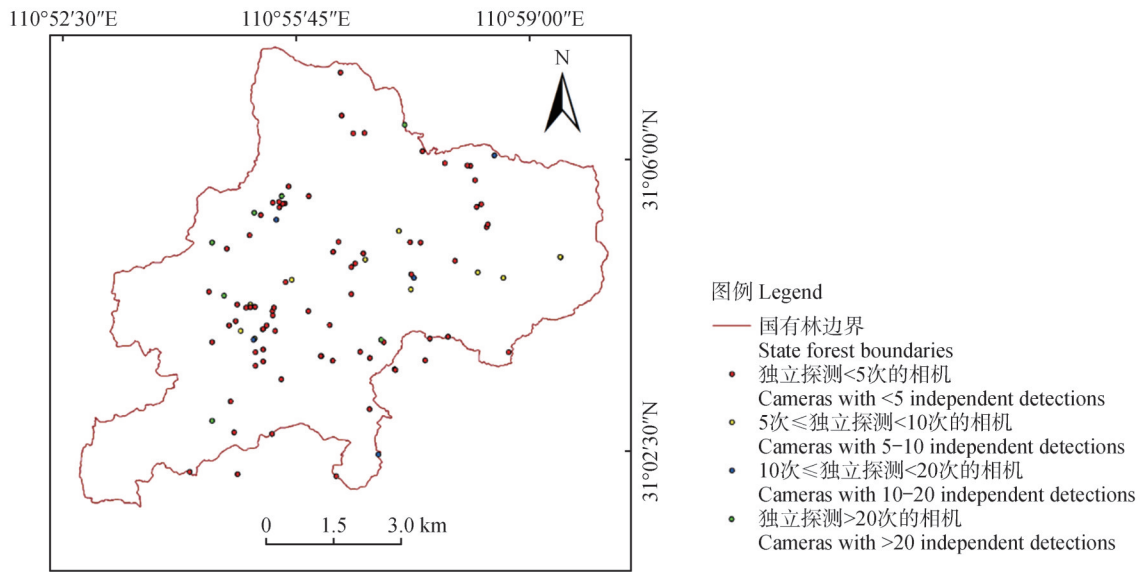


图 2 红外相机独立探测次数分级

Figure 2 Classification of the number of independent detections by camera-trapping

表 3 两种雉类在不同年度及季节的独立探测次数

Table 3 Number of independent detections of two pheasant species in different years and seasons

时间段 Time period	红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i>					红腹角雉 <i>Tragopan temminckii</i>				
	春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter	合计 Total	春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter	合计 Total
2021-04—2022-03	38	8	3	9	58	27	10	10	14	61
2022-04—2023-03	57	26	2	18	103	55	16	6	33	110
2023-04—2024-04	88	6	1	11	106	92	16	7	5	120
合计 Total	183	40	6	38	267	174	42	23	52	291

3.2 红腹锦鸡和红腹角雉的雌雄性比

两种雉类的雌雄性比均存在季节性差异。在冬季,红腹锦鸡与红腹角雉的雌雄性比达到最高值;在秋季,两种雉类雌雄性比最低(表 4)。

3.3 红腹锦鸡和红腹角雉的集群规模

红腹锦鸡集群中个体数量的形式较红腹角雉更为多样,红腹角雉集群规模仅有 1、2、3、6 只 4 种类型。两种雉类集群的个体数均以 1~3 只为主。红腹

锦鸡集群规模为 1~6 只,个体数量为 6 只和 5 只的群体相对较少,仅占当年的 0.94% 和 1.72%(表 5)。

3.4 红腹锦鸡和红腹角雉不同季节的集群与非集群频次

两种雉类在冬季主要以单性雄群集群方式为主,红腹锦鸡在 4 个季节均未见单性雌群的集群方式(表 6)。在 4 个季节中,两种雉类非集群活动方式出现频次最高的均为孤雄(表 7)。两种雉类典型的

表4 两种雉类在不同年度及不同季节的雌雄性比

Table 4 Sex ratio of males and females of two pheasant species in different years and seasons

时间段 Time period	红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i>					红腹角雉 <i>Tragopan temminckii</i>				
	春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter	合计 Total	春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter	合计 Total
2021-04—2022-03	1:2.4	1:0.6	1:1.0	1:6.5	1:2.2	1:7.0	1:9.0	1:2.3	0:14.0	1:6.7
2022-04—2023-03	1:15.8	1:6.0	1:2.0	1:23.0	1:11.2	1:2.9	1:1.2	1:0.8	1:19.0	1:3.1
2023-04—2024-04	1:2.5	0:6.0	0:1.0	1:13.0	1:3.1	1:9.0	1:0.9	1:1.3	1:4.0	1:4.6
合计Total	1:3.6	1:3.7	1:1.5	1:12.3	1:4.1	1:5.6	1:1.5	1:1.4	1:18.7	1:4.1

表5 两种雉类在不同年份不同季节集群规模的出现频次及占比

Table 5 Frequency of occurrence and percentage of flocking size of the two pheasant species in different seasons of different years

时间段 Time period	集群规模/只 Flocking size	红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i>						红腹角雉 <i>Tragopan temminckii</i>					
		出现频次 Frequency of occurrence					占比/% Ratio	出现频次 Frequency of occurrence					占比/% Ratio
		春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter	合计 Total		春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter	合计 Total	
2021-04—2022-03	1	30	6	2	6	44	75.86	24	10	7	14	55	90.16
	2	5	0	0	1	6	10.35	1	0	3	0	4	6.56
	3	2	0	0	1	3	5.17	2	0	0	0	2	3.28
	4	1	1	1	1	4	6.90	0	0	0	0	0	
	5	0	1	0	0	1	1.72	0	0	0	0	0	
	6	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	
	合计 Total	38	8	3	9	58	100.00	27	10	10	14	61	100.00
2022-04—2023-03	1	49	24	1	13	87	84.47	50	14	4	27	95	86.36
	2	6	2	1	4	13	12.62	5	1	1	5	12	10.91
	3	2	0	0	1	3	2.91	0	0	1	1	2	1.82
	4	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	
	5	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	
	6	0	0	0	0	0		0	1	0	0	1	0.91
	合计 Total	57	26	2	18	103	100.00	55	16	6	33	110	100.00
2023-04—2024-04	1	81	6	1	9	97	91.51	84	13	7	5	109	90.83
	2	5	0	0	1	6	5.66	8	3	0	0	11	9.17
	3	1	0	0	1	2	1.89	0	0	0	0	0	
	4	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	
	5	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	
	6	1	0	0	0	1	0.94	0	0	0	0	0	
	合计 Total	88	6	1	11	106	100.00	92	16	7	5	120	100.00

集群活动方式见图3和图4。经卡方检验显示：两种雉类的孤雄、孤雌和单性雄群的集群方式在4个季节中出现频次之间均存在显著差异。红腹锦鸡的显著水平为：孤雄， $\chi^2 = 199.79, df = 3, P < 0.01$ ；孤雌，

$\chi^2 = 60.2, df = 3, P < 0.01$ ；单性雄群， $\chi^2 = 16.48, df = 3, P < 0.01$ 。红腹角雉的显著水平为：孤雄， $\chi^2 = 168.85, df = 3, P < 0.01$ ；孤雌， $\chi^2 = 24.3, df = 3, P < 0.01$ ；单性雄群， $\chi^2 = 11.4, df = 3, P < 0.05$ 。

表6 两种雉类在不同年份不同季节集群活动方式的出现频次及占比

Table 6 Frequency of occurrence and percentage of flocking activity patterns of the two pheasant species in different seasons of different years

时间段 Time period	集群活动方式 Flocking activity pattern	红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i>						红腹角雉 <i>Tragopan temminckii</i>					
		出现频次 Frequency of occurrence					占比/% Ratio	出现频次 Frequency of occurrence					占比/% Ratio
		春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter	合计 Total		春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter	合计 Total	
2021-04— 2022-03	单性雄群 Male group	3	0	0	2	5	35.71	2	0	1	0	3	50.00
	单性雌群 Female group	0	0	0	0	0		0	0	1	0	1	16.67
	雌雄对 Male female pair	3	0	0	0	3	21.43	0	0	1	0	1	16.67
	雌雄混群 Mixed gender group	2	0	1	1	4	28.57	1	0	0	0	1	16.67
	母仔群 Mother-child group	0	2	0	0	2	14.29	0	0	0	0	0	
	合计 Total	8	2	1	3	14	100.00	3	0	3	0	6	100.00
2022-04— 2023-03	单性雄群 Male group	8	1	1	5	15	93.75	3	0	0	4	7	46.67
	单性雌群 Female group	0	0	0	0	0		0	2	1	0	3	20.00
	雌雄对 Male female pair	0	1	0	0	1	6.25	2	0	1	2	5	33.33
	雌雄混群 Mixed gender group	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	
	母仔群 Mother-child group	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	
	合计 Total	8	2	1	5	16	100.00	5	2	2	6	15	100.00
2023-04— 2024-04	单性雄群 Male group	1	0	0	2	3	33.33	4	1	0	0	5	45.45
	单性雌群 Female group	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	
	雌雄对 Male female pair	5	0	0	0	5	55.56	4	0	0	0	4	36.36
	雌雄混群 Mixed gender group	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	
	母仔群 Mother-child group	1	0	0	0	1	11.11	0	2	0	0	2	18.18
	合计 Total	7	0	0	2	9	100.00	8	3	0	0	11	100.00

表7 两种雉类在不同年份不同季节非集群活动方式的出现频次及占比

Table 7 Frequency of occurrence and percentage of non-flocking activity patterns of the two pheasant species in different seasons of different years

时间段 Time period	非集群活动方式 Non-flocking activity pattern	红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i>					占比/% Ratio
		出现频次 Frequency of occurrence					
		春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter	合计 Total	
2021-04—2022-03	孤雄 One male	23	3	2	6	34	77.27
	孤雌 One female	7	3	0	0	10	22.73
	合计 Total	30	6	2	6	44	100.00
2022-04—2023-03	孤雄 One male	45	21	0	12	78	89.66
	孤雌 One female	4	3	1	1	9	10.34
	合计 Total	49	24	1	13	87	100.00
2023-04—2024-04	孤雄 One male	61	6	1	8	76	78.35
	孤雌 One female	20	0	0	1	21	21.65
	合计 Total	81	6	1	9	97	100.00

时间段 Time period	非集群活动方式 Non-flocking activity pattern	红腹角雉 <i>Tragopan temminckii</i>					占比/% Ratio
		出现频次 Frequency of occurrence					
		春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter	合计 Total	
2021-04—2022-03	孤雄 One male	22	9	6	14	51	92.73
	孤雌 One female	2	1	1	0	4	7.27
	合计 Total	24	10	7	14	55	100.00
2022-04—2023-03	孤雄 One male	37	12	3	27	79	83.16
	孤雌 One female	13	2	1	0	16	16.84
	合计 Total	50	14	4	27	95	100.00
2023-04—2024-04	孤雄 One male	78	6	4	4	92	84.40
	孤雌 One female	6	7	3	1	17	15.60
	合计 Total	84	13	7	5	109	100.00



图3 红腹锦鸡典型的非集群和集群活动方式

Figure 3 Typical non-flocking and flocking activity patterns of golden pheasant

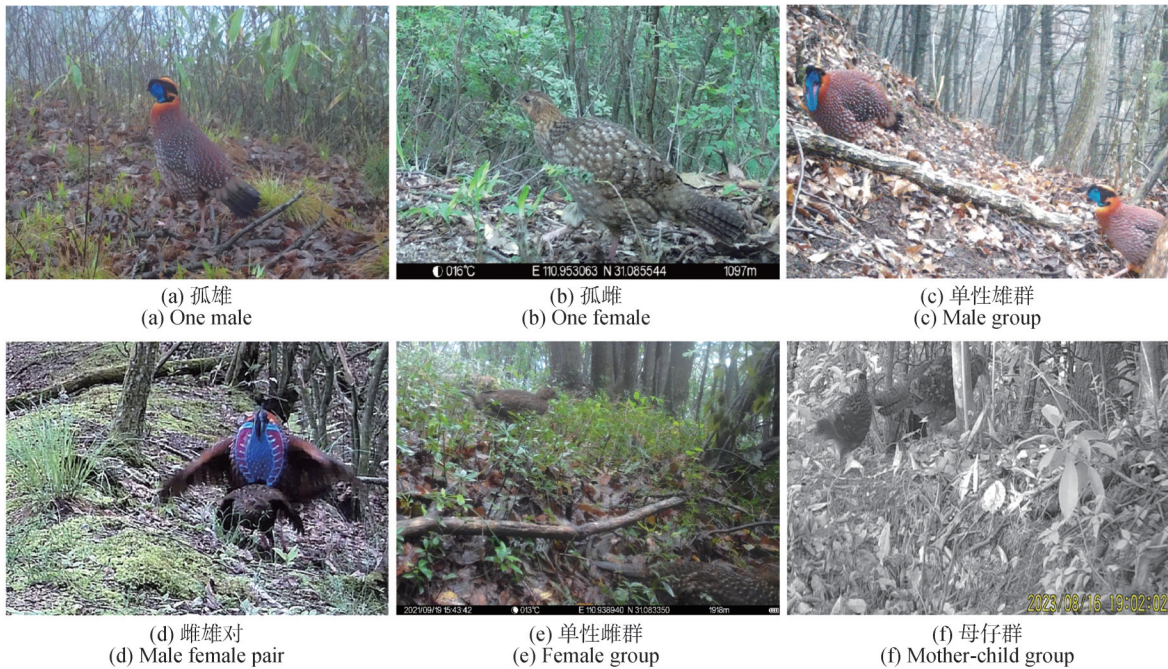


图4 红腹角雉典型的非集群和集群活动方式

Figure 4 Typical non-flocking and flocking activity patterns of Temminck's tragopan

3.5 不同季节红腹锦鸡和红腹角雉的行为频次

在4个季节中,红腹锦鸡与红腹角雉主要行为均是位移和觅食。红腹角雉休息与警戒频次均高于红腹锦鸡。红腹锦鸡在夏、秋、冬三季仅记录到觅食和位移的行为。在冬季,红腹锦鸡与红腹角雉的位移行为频次占比较高(表8)。卡方检验结果显示:红腹锦鸡觅食($\chi^2 = 111.14, df = 3, P < 0.01$)和位移($\chi^2 = 128.09, df = 3, P < 0.01$)的行为在4个季节出现频次之间均存在极显著差异。红腹角雉觅食

($\chi^2 = 36.32, df = 3, P < 0.01$)、位移($\chi^2 = 79.69, df = 3, P < 0.01$)和警戒($\chi^2 = 50.35, df = 3, P < 0.01$)在4个季节出现频次之间均存在极显著差异。

3.6 红腹锦鸡和红腹角雉活动强度的季节性差异

卡方检验结果显示:红腹锦鸡($\chi^2 = 280.85, df = 3, P < 0.01$)和红腹角雉($\chi^2 = 193.85, df = 3, P < 0.01$)的活动强度在不同季节之间均存在极显著差异。红腹锦鸡和红腹角雉在春季均达到活动高峰,秋季活动强度最低(图5)。

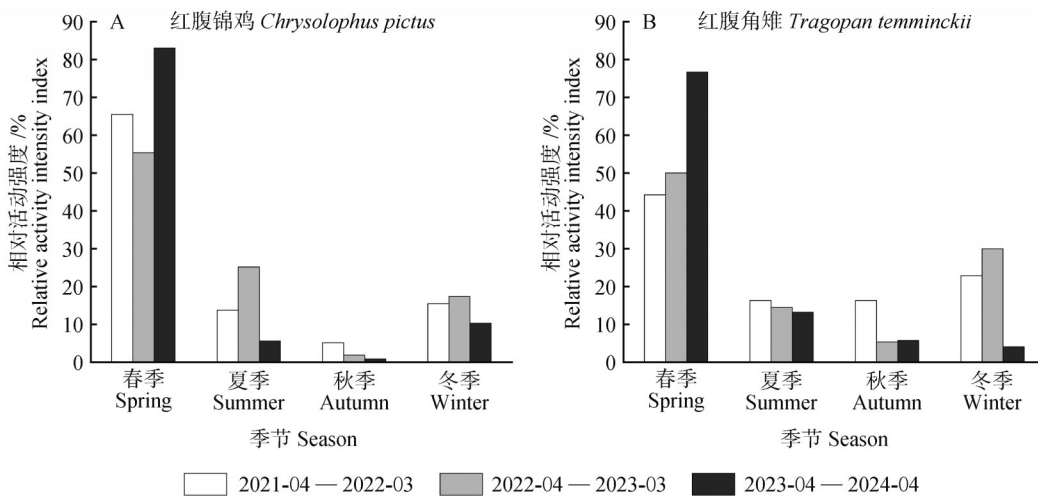


图5 两种雉类在不同年份不同季节的相对活动强度

Figure 5 Comparison of relative activity intensity of two pheasants in different years and seasons

表8 2种雉类在不同年份不同季节行为类型的出现频次及占比

Table 8 Frequency of occurrence and percentage of behavior type of the two pheasant species in different seasons of different years

时间段 Time period	行为类型 Behavior type	红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i>						红腹角雉 <i>Tragopan temminckii</i>					
		出现频次 Frequency of occurrence					占比/% Ratio	出现频次 Frequency of occurrence					占比/% Ratio
		春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter	合计 Total		春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter	合计 Total	
2021-04— 2022-03	觅食 Foraging	21	2	2	4	29	50.00	5	2	3	2	12	19.67
	位移 Moving	12	6	1	5	24	41.38	13	6	5	5	29	47.54
	休息 Resting	1	0	0	0	1	1.72	4	1	0	3	8	13.11
	警戒 Vigilance	3	0	0	0	3	5.18	5	1	2	4	12	19.67
	求偶 Courtship	1	0	0	0	1	1.72	0	0	0	0	0	
	合计 Total	38	8	3	9	58	100.00	27	10	10	14	61	100.00
2022-04— 2023-03	觅食 Foraging	27	17	0	9	53	51.46	12	3	4	15	34	30.91
	位移 Moving	24	9	2	9	44	42.72	30	10	2	15	57	51.82
	休息 Resting	1	0	0	0	1	0.97	1	1	0	0	2	1.82
	警戒 Vigilance	2	0	0	0	2	1.94	10	2	0	3	15	13.63
	求偶 Courtship	3	0	0	0	3	2.91	2	0	0	0	2	1.82
	合计 Total	57	26	2	18	103	100.00	55	16	6	33	110	100.00
2023-04— 2024-04	觅食 Foraging	33	5	1	5	44	41.51	24	5	1	0	30	25.00
	位移 Moving	48	1	0	6	55	51.89	39	10	6	4	59	49.17
	休息 Resting	4	0	0	0	4	3.77	8	0	0	0	8	6.67
	警戒 Vigilance	2	0	0	0	2	1.89	17	1	0	1	19	15.83
	求偶 Courtship	1	0	0	0	1	0.94	4	0	0	0	4	3.33
	合计 Total	88	6	1	11	106	100.00	92	16	7	5	120	100.00

4 讨论

在本研究过程中未观测到两种雉类同时出现的现象。这主要是同域分布的物种会通过时间和空间生态位来实现共存,刘小斌等^[9]研究指出,同域分布的红腹锦鸡与红腹角雉通过错峰外出活动的方式来减少生态位重叠;夏珊珊等^[10]研究表明,红腹锦鸡与红腹角雉在海拔、坡位等微生境特征上存在显著分化而减少种间竞争。

动物群体规模存在一个理想状态,在此状态下,动物在防御天敌与觅食时能够获得最大程度的收益^[24]。但集群规模并非越大越好,当集群规模过大时,反而容易引起天敌的注意,增加被捕食的风险。保护区两种雉类集群活动方式的个体数均以1~3只为主。调查结果与黑颈长尾雉(*Syrnaticus humiae*)^[23]、

白鹇(*Lophura nycthemera*)^[25]的集群规模相似,个体数量较少。此现象出现的原因可能是:(1)适宜的栖息地较为分散。湖北大老岭国家级自然保护区天然植被大部分被道路和山谷所分割,适宜的栖息地斑块化分布,与此对应,较小的群体刚好适应在这些小斑块中隐蔽和觅食,进而利用效率达到最优化^[17]。(2)受限于红外相机部署数量及其视角范围的限制,可能无法完整拍摄到集群中所有个体的全貌和数量。

依本研究结果,红腹锦鸡和红腹角雉在4个季节均以孤雄单独活动为主。主要的原因可能是:雄性红腹锦鸡在繁殖期存在占区现象,即单只雄性在某一片领域单独活动^[26]。张正旺等^[15]对华北地区环颈雉(*Phasianus colchicus*)集群活动行为的研究也有类似发现,雄性环颈雉相较于雌性,更倾向于单独活

动。白俊等^[21]对绿尾虹雉(*Lophophorus lhuysii*)集群活动的研究也发现,绿尾虹雉的单雄在多个月份的遇见率都大于单雌。这些研究成果进一步验证了雄性偏爱单独活动的结论。春季气温逐渐回升,是雉类的繁殖交配季节^[26],为满足繁殖与觅食等生存需求,雉类的各类行为活动较为活跃,所获取的照片数量也最多。在本研究中,两种雉类相对活动强度在春季均呈现出较高水平,红腹锦鸡和红腹角雉雌雄对的集群活动方式在春季均出现,记录到红腹锦鸡雄性对雌性做出求偶的动作及红腹角雉交配。到了秋季,阔叶林郁闭度逐渐降低,雉类为躲避敌害,它们会向郁闭度较高的林中转移,使得红外相机难以捕获其照片。杨月伟等^[27]研究发现,秋季白颈长尾雉(*Syrnaticus ellioti*)所摄取的食物,如浆果、草叶等,富含较多水分,这使得白颈长尾雉在这一时期对水源的依赖程度大幅降低。在水源限制因素减弱的情况下,白颈长尾雉倾向于选择在远离林缘、海拔较高的区域活动,以有效躲避人为干扰与敌害威胁。在冬季,两种雉类主要以单性雄群作为集群方式,雌雄混合集群的出现频次很少。这一现象主要与雌雄个体在体型和羽色方面存在着联系,雄性个体体型偏大,且羽毛色泽鲜艳,在冬季植被相对稀疏的环境下,这种特征使雄性个体更容易被天敌发现^[28]。值得一提的是,本研究未发现红腹锦鸡存在单性雌群的集群活动,仅在夏季和秋季初期观察到红腹角雉较少次数的单性雌群现象。这一现象可能的原因是:在夏季食物资源相对丰富且易于获取时,雉类会出现单独活动和单性雌群活动的情况,此时群体中体色艳丽的雄性个体数量减少,有利于降低群体被捕食的风险。对环颈雉^[15]、白冠长尾雉(*Syrnaticus reevesii*)^[29]等雉类的研究也表明,大多数雉类将单性雌群作为一种反捕食策略。在本研究中,并未观测到两种雉类的亚成体和幼体单独活动,它们主要是以与一只雌性组成母仔群的形式出现。崔鹏等^[17]研究指出红腹角雉亚成体集群的个体在取食行为上所花费的时间比例显著高于单独活动的个体;而单独活动的红腹角雉亚成体,用于警戒行为的时间比例则高于集群个体。本研究发现红腹锦鸡和红腹角雉以母仔群的形式活动时,其亚成体主要行为为觅食或位移;而警戒行为多出现于孤雄或孤雌个体,这与前者的研究结果相符。

鸟类行为反映了鸟类对所处环境的适应性。本

研究中红腹锦鸡与红腹角雉在4个季节中的主要行为模式是位移与觅食,这一结果与刘佳等^[25]的研究结论相符。雉类的位移与觅食行为是对特定环境的一种行为适应策略。本研究区域地处大巴山系的丘陵地带,地形复杂且河流稀缺,这使得雉类需要耗费更多时间用于寻找适宜的觅食场所、休息区域。尤其在冬季,由于食物资源减少和林分郁闭度的降低,两种雉类位移行为的时间占比显著增加,且这一现象在雄性个体中尤为明显,这可能是雌雄个体存在差异,雄性个体因体型较大,对能量需求更高,因而需要扩大其活动范围以寻找食物或适宜的栖息地,这导致雄性个体在多个区域内被频繁监测到,这也可能是使两种雉类雌雄性比在冬季偏大的原因。夏季时,红腹锦鸡的觅食行为频次占比达到最高值,且会出现长时间停留在红外相机镜头前进行觅食的现象。在冬季,红腹锦鸡的觅食行为则主要表现为边移动边扒开地面寻找食物。这主要源于食物资源的变化:夏季中食物种类丰富且易于获取,而冬季食物资源匮乏,获取难度显著增加。这种觅食行为季节性变化同样存在于对白冠长尾雉的研究中^[28]。与之相比,红腹角雉在各季节的觅食行为频次均显著低于红腹锦鸡,这可能反映了二者在食物偏好以及能量需求等方面存在差异。此外,红腹角雉的警戒行为频次比例较高,仅次于位移与觅食行为。这一现象与两种雉类的习性紧密相关,相较于红腹锦鸡,红腹角雉生性更为怯人,故而在警戒行为上投入的时间更多。类似的研究成果同样见于崔鹏等^[17]对红腹角雉的研究中。同时,当地护林员在日常巡逻中观察到,遇见红腹锦鸡的频率高于红腹角雉,相对而言红腹锦鸡更不怯人。

通过为期3年的持续性红外相机监测,对野生红腹锦鸡与红腹角雉在不同季节的集群和行为频次展开研究。研究结果中拍摄频数较多的相机相隔都较远,可能是两种雉类对栖息地的特定偏好,以及受到地形限制或资源分布不均所致,具体原因还需进一步研究。在使用红外相机开展动物集群规模的研究时,不可避免地会产生一定误差。这主要是红外相机的视野存在局限性,致使其可拍摄的画面范围受到限制。倘若动物群体中的部分个体处于拍摄范围之外,便极有可能引发对集群规模的误判。建议保护区扩大布设相机的密度并延长监测周期,从而更全面、深入地掌握两个物种的动态。

参考文献:

- [1] 肖治术,李欣海,姜广顺. 红外相机技术在我国野生动物监测研究中的应用[J]. 生物多样性, 2014, 22(6): 683-684.
XIAO Z S, LI X H, JIANG G S. Applications of camera trapping to wildlife surveys in China[J]. Biodiversity Science, 2014, 22(6): 683-684.
- [2] 李晟,王大军,肖治术,等. 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[J]. 生物多样性, 2014, 22(6): 685-695.
LI S, WANG D J, XIAO Z S, *et al.* Camera-trapping in wildlife research and conservation in China: review and outlook[J]. Biodiversity Science, 2014, 22(6): 685-695.
- [3] 李勤,鄢建国,寇晓军,等. 相机陷阱在野生动物种群生态学中的应用[J]. 应用生态学报, 2013, 24(4): 947-955.
LI Q, WU J G, KOU X J, *et al.* Applications of camera trap in wildlife population ecology [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2013, 24(4): 947-955.
- [4] OLSON E R, MARSH R A, BOVARD B N, *et al.* Arboreal camera trapping for the critically endangered greater bamboo lemur *Prolemur simus*[J]. Oryx, 2012, 46(4): 593-597.
- [5] LI S, MCSHEA W J, WANG D J, *et al.* The use of infrared-triggered cameras for surveying phasianids in Sichuan Province, China[J]. Ibis, 2010, 152(2): 299-309.
- [6] 国家重点保护野生动物名录(2021年2月1日修订)[J]. 野生动物学报, 2021, 42(2): 605-640.
List of national key protected wildlife in China (revised on February 1, 2021) [J]. Chinese Journal of Wildlife, 2021, 42(2): 605-640.
- [7] 中华人民共和国生态环境部,中国科学院. 中国生物多样性红色名录: 脊椎动物卷: 2020[EB/OL]. (2023-05-18) [2025-01-15]. https://www.mee.gov.cn/xxgk/xxgk/xxgk01/202305/t20230522_1030745.html.
Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China, Chinese Academy of Sciences. Red list of China's biodiversity: vertebrate: 2020 [EB/OL]. (2023-05-18) [2025-01-15]. https://www.mee.gov.cn/xxgk/xxgk/xxgk01/202305/t20230522_1030745.html.
- [8] 王其祥,肖辉,梁新江. 红腹锦鸡人工饲养条件下生物学特性的观察研究[J]. 江苏农业科学, 2007, 35(6): 244-245.
WANG Q X, XIAO H, LIANG X J. Observation and study on the biological characteristics of golden pheasant under artificial feeding conditions [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2007, 35(6): 244-245.
- [9] 刘小斌,韦伟,郑筱光,等. 红腹锦鸡和红腹角雉活动节律: 基于红外相机监测数据[J]. 动物学杂志, 2017, 52(2): 194-202.
LIU X B, WEI W, ZHENG X G, *et al.* Activity rhythms of golden pheasant (*Chrysolophus pictus*) and satyr tragopan (*Tragopan temminckii*) revealed by infrared-triggered cameras [J]. Chinese Journal of Zoology, 2017, 52(2): 194-202.
- [10] 夏珊珊,胡大明,邓玥,等. 同域分布红腹锦鸡和红腹角雉在不同空间尺度下的生境分化[J]. 生态学报, 2019, 39(5): 1627-1638.
XIA S S, HU D M, DENG Y, *et al.* Habitat partitioning between sympatric golden pheasant and Temminck's tragopan at different spatial scales [J]. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(5): 1627-1638.
- [11] 文雪,严勇,和梅香,等. 2种调查方法对四川黑竹沟国家级自然保护区3种雉类种群密度调查的比较[J]. 四川动物, 2020, 39(1): 68-74.
WEN X, YAN Y, HE M X, *et al.* A survey on the population densities of three Galliformes species by using two different methods in the Heizhugou National Nature Reserve, Sichuan [J]. Sichuan Journal of Zoology, 2020, 39(1): 68-74.
- [12] 史海涛,郑光美. 红腹角雉取食栖息地选择的研究[J]. 动物学研究, 1999, 20(2): 131-136.
SHI H T, ZHENG G M. Study on the relation between habitat selection and diet of Temminck's tragopan [J]. Zoological Research, 1999, 20(2): 131-136.
- [13] 崔鹏,康明江,邓文洪. 繁殖季节同域分布的红腹角雉和血雉的觅食生境选择[J]. 生物多样性, 2008, 16(2): 143-149.
CUI P, KANG M J, DENG W H. Foraging habitat selection by sympatric Temminck's tragopan and blood pheasant during breeding season in southwestern China [J]. Biodiversity Science, 2008, 16(2): 143-149.
- [14] BEAUCHAMP G. Group-size effects on vigilance: a search for mechanisms[J]. Behavioural Processes, 2003, 63(3): 111-121.
- [15] 张正旺,倪喜军,梁伟,等. 华北地区野生环颈雉集群行为的研究[J]. 动物学报, 1996, 42(增刊): 112-118.
ZHANG Z W, NI X J, LIANG W, *et al.* Studies on the aggregating behaviour of wild ring-necked pheasant [J]. Acta Zoologica Sinica, 1996, 42(Suppl. 1): 112-118.
- [16] 张晓辉,徐基良,张正旺,等. 河南陕西两地白冠长尾雉的集群行为[J]. 动物学研究, 2004, 25(2): 89-95.
ZHANG X H, XU J L, ZHANG Z W, *et al.* Flocking behavior of Reeves's pheasants (*Syrnaticus reevesii*) at two sites in Henan and Shaanxi [J]. Zoological Research, 2004, 25(2): 89-95.
- [17] 崔鹏,邓文洪. 四川栗子坪自然保护区红腹角雉雌鸟和亚成体冬季集群行为研究[J]. 四川动物, 2013, 32(6): 846-849.
CUI P, DENG W H. Studies on flocking behavior of female and juvenile Temminck's tragopan in winter at Liziping Nature Reserve, Sichuan Province [J]. Sichuan Journal of Zoology, 2013, 32(6): 846-849.
- [18] 王功芳,李道新,田风雷,等. 湖北三峡大老岭自然保护区野生资源植物分类与利用[J]. 湖北林业科技, 2019, 48(3): 40-45.
WANG G F, LI D X, TIAN F L, *et al.* Classification and utilization of wild resources plants in Dalaoling Nature Reserve of Hubei Three Gorges [J]. Hubei Forestry Science and Technology, 2019, 48(3): 40-45.
- [19] 王方,叶思达,汤永晶,等. 云南哀牢山南段原鸡与白鹇活动节律及种间关系[J]. 野生动物学报, 2020, 41(3): 641-647.
WANG F, YE S D, TANG Y J, *et al.* Behaviors and association

- analysis of *Gallus gallus* and *Lophura nycthemera* in the southern Ailao Mountains of Yunnan Province [J]. Chinese Journal of Wildlife, 2020, 41(3): 641-647.
- [20] 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.
- [21] 白俊, 谌利民, 李东睿, 等. 四川唐家河国家级自然保护区绿尾虹雉群体活动研究[J]. 四川动物, 2022, 41(3): 272-277.
- BAI J, SHEN L M, LI D R, *et al.* Group activities of *Lophophorus lhuysii* in the Tangjiahe National Nature Reserve, Sichuan [J]. Sichuan Journal of Zoology, 2022, 41(3): 272-277.
- [22] 温战强, 郑光美. 黄腹角雉的繁殖期行为研究[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 1997, 33(2): 263-269.
- WEN Z Q, ZHENG G M. A study on the behaviours of Cabot's tragopan in breeding season [J]. Journal of Beijing Normal University (Natural Science), 1997, 33(2): 263-269.
- [23] 柴鑫, 杨卫诚, 杨涛, 等. 贵州紫云县黑颈长尾雉的活动节律及时间分配[J]. 生态学杂志, 2024, 43(5): 1360-1366.
- CHAI X, YANG W C, YANG T, *et al.* The activity rhythm and time budget of Hume's pheasant (*Syrnaticus humiae*) in Ziyun County, Guizhou Province [J]. Chinese Journal of Ecology, 2024, 43(5): 1360-1366.
- [24] LEI R H, JIANG Z G, LIU B W. Group pattern and social segregation in Przewalski's gazelle (*Procapra przewalskii*) around Qinghai Lake, China [J]. Journal of Zoology, 2001, 255(2): 175-180.
- [25] 刘佳, 李生强, 汪国海, 等. 喀斯特生境中白鹇的活动节律、时间分配及集群行为[J]. 广西师范大学学报(自然科学版), 2019, 37(3): 156-165.
- LIU J, LI S Q, WANG G H, *et al.* Activity rhythm, time budgets and flocking behavior of silver pheasant (*Lophura nycthemera*) in the Karst habitat [J]. Journal of Guangxi Normal University (Natural Science Edition), 2019, 37(3): 156-165.
- [26] 余志刚, 蒋鸿, 梁伟. 红腹锦鸡繁殖生态研究[J]. 动物学杂志, 1997, 32(1): 41-44.
- YU Z G, JIANG H, LIANG W. Studies on the breeding ecology of *Chrysolophus pictus* [J]. Chinese Journal of Zoology, 1997, 32(1): 41-44.
- [27] 杨月伟, 丁平, 姜仕仁, 等. 针阔混交林内白颈长尾雉栖息地利用的影响因子研究[J]. 动物学报, 1999, 45(3): 279-286.
- YANG Y W, DING P, JIANG S R, *et al.* Factors affecting habitat used by Elliot's pheasant (*Syrnaticus ellioti*) in mixed coniferous and broadleaf forests [J]. Acta Zoologica Sinica, 1999, 45(3): 279-286.
- [28] 赵玉泽, 曹婉露, 余进, 等. 基于红外相机技术的白冠长尾雉集群行为研究[J]. 生态学报, 2016, 36(9): 2513-2520.
- ZHAO Y Z, CAO W L, YU J, *et al.* Flocking behavior analysis of Reeves's pheasant (*Syrnaticus reevesii*) using infrared cameras [J]. Acta Ecologica Sinica, 2016, 36(9): 2513-2520.
- [29] 孙全辉, 张正旺, 阮祥峰, 等. 白冠长尾雉集群行为的初步研究[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2001, 37(1): 111-117.
- SUN Q H, ZHANG Z W, RUAN X F, *et al.* Studies on flocking behavior of Reeves's pheasant in Dongzhai Nature Reserve, Henan Province [J]. Journal of Beijing Normal University (Natural Science), 2001, 37(1): 111-117.