

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2023.05.021

沿纬度梯度的 3 个热带森林动态监测样地的兽类和 鸟类红外相机监测

张 兰^{1,2}, 和雪莲^{2,3}, Supparat Tongkok^{2,4}, 袁盛东^{2,3}, 刘 峰⁵, Anuttara Nathalang⁶,
Warren Y. Brockelman⁶, 闫兴富¹, 林露湘^{2,3}

(1. 北方民族大学 生物科学与工程学院/黄河流域农牧交错区生态保护国家民委重点实验室, 宁夏 银川 750021;
2. 中国科学院西双版纳热带植物园热带森林生态学重点实验室, 云南 勐腊 666303; 3. 云南西双版纳森林生态
系统国家野外科学观测研究站, 云南 勐腊 666303; 4. 中国科学院大学, 北京 100049; 5. 纳板河流域国家级自然
保护区管理局, 云南 景洪 666100; 6. 泰国国家生物技术发展署, 国家生物数据库, 泰国 巴吞他尼府 12120)

摘要:2017 年 6 月至 9 月和 2018 年 5 月至 9 月, 利用红外相机分别对位于西双版纳的纳板河流域
国家级自然保护区、西双版纳国家级自然保护区 and 泰国 Khao Yai 国家公园的三个热带森林动态监
测样地的地面活动兽类和鸟类进行了监测。每个样地分别布设 49 台红外相机, 共拍摄到 66 种野
生动物, 包括 6 目 13 科 24 种兽类, 7 目 15 科 41 种鸟类以及 1 种两栖类。监测结果在一定程度上
反映了保护区内野生动物种类, 可为基于动态监测样地的生态学和保护生物学研究提供参考。

关键词:森林动态监测样地; 红外相机监测; 大中型兽类; 地栖鸟类; 生物多样性; 热带森林; 西双版纳

中图分类号: S718.65; S718.63; TB866 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2023)05-0131-08

引文格式: 张兰, 和雪莲, Supparat Tongkok, 等. 沿纬度梯度的 3 个热带森林动态监测样地的兽类和鸟类红外相机
监测[J]. 林业调查规划, 2023, 48(5): 131-138. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2023.05.021

ZHANG Lan, HE Xuelian, TONGKOK Supparat, et al. Camera-trapping Survey of Mammals and Birds on Three Tropical
Forest Dynamic Plots Along Latitudinal Gradient[J]. Forest Inventory and Planning, 2023, 48(5): 131-138. doi:10.3969/
j.issn.1671-3168.2023.05.021

Camera-trapping Survey of Mammals and Birds on Three Tropical Forest Dynamic Plots Along Latitudinal Gradient

ZHANG Lan^{1,2}, HE Xuelian^{2,3}, TONGKOK Supparat^{2,4}, YUAN Shengdong^{2,3}, LIU Feng⁵,
NATHALANG Anuttara⁶, BROCKELMAN Warren Y⁶, YAN Xingfu¹, LIN Luxiang^{2,3}

(1. College of Biological Science and Engineering/Key Laboratory of Ecological Protection of Agro-pastoral Ecotones in the Yellow
River Basin, National Ethnic Affairs Commission of the People's Republic of China, North Minzu University, Yinchuan 750021, China;
2. Key Laboratory of Tropical Forest Ecology, Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Mengla,
Yunnan 666303, China; 3. National Forest Ecosystem Research Station at Xishuangbanna, Mengla, Yunnan 666303, China;
4. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 5. Administration Bureau of Naban River Watershed
National Nature Reserve, Jinghong, Yunnan 666100, China; 6. National Biobank of Thailand, National Science and
Technology Development Agency, Pathum Thani 12120, Thailand)

收稿日期: 2022-04-13.

基金项目: 中国科学院西双版纳热带植物园“十三五”期间“一三五”专项重大突破(017XTBG-T01); 云南省应用基础研究专项面上项目
(202001AT070111).

第一作者: 张兰(1996-), 女, 宁夏西吉人, 硕士研究生. 主要从事群落生态学方面研究. Email: zhanglan@xtbg.ac.cn

责任作者: 和雪莲(1985-), 女, 云南丽江人, 助理研究员. 研究方向为群落生态学、鸟类学. Email: hexuelian@xtbg.ac.cn

Abstract: Infrared cameras were used to monitor the ground-dwelling mammals and birds in three tropical forest dynamic monitoring plots located in Naban River Basin National Nature Reserve, Xishuangbanna National Nature Reserve and Khao Yai National Park in Thailand from June to September 2017 or from May to September 2018. Forty-nine infrared cameras were deployed within and around each plot, identifying a total of 66 species of wild animals, including 24 mammal species belonging to 13 families and 6 orders, 41 bird species belonging to 15 families and 7 orders, and 1 species of amphibian. The monitoring results reflected wild animal species in the reserve to a certain extent, and provided a basis for ecological and conservation biology research based on dynamic monitoring plots.

Key words: forest dynamic monitoring plots; camera-trapping survey; large and medium-sized mammals; ground-dwelling birds; biodiversity; tropical forest; Xishuangbanna

森林动态监测样地是生物多样性长期监测与研究的重要平台^[1]。国际上森林生物多样性监测网络以全球森林生物多样性监测网络(Forest Global Earth Observatory, CTFS/ForestGEO, <https://forestgeo.si.edu/>)为代表。中国森林生物多样性监测网络(Chinese Forest Biodiversity Monitoring Network, CForBio)以 CTFS/ForestGEO 的监测规范和标准,目前已经共建有 24 个不同森林类型的大型森林动态监测样地。野生动物多样性是森林生态系统的重要监测内容。红外相机监测技术与传统技术相比,最大的优点是减少了对观测对象的干扰,目前已经广泛应用于野生动物多样性监测^[2]。国内森林动态监测样地的兽类和地面活动鸟类红外相机监测报道从 2014 年开始出现^[3-5]。

热带森林仅占地球陆地面积的 14%,却是超过半数的全球陆地脊椎动物的栖息地,其中包括 63% 的兽类和 72% 的鸟类^[6-7]。兽类和鸟类在森林生态系统中承担着重要的生态学功能,如传粉、种子扩散、食草及捕食等。同时,森林生态系统中的野生动物,特别是大中型兽类,是生境退化和丧失的重要指示物种^[8]。为了解中国西南—中南半岛热带森林的野生动物多样性资源现状,为生物多样性监测与保护提供科学依据,对 3 个沿纬度梯度分布的热带森林动态监测样地进行大中型兽类和地面活动鸟类的红外相机监测(图 1)。西双版纳纳板河热带季节雨林 20 hm² 动态监测样地(纳板河样地)和西双版纳补蚌热带季节雨林 20 hm² 动态监测样地(补蚌样地)位于云南省西双版纳傣族自治州,均为 CForBio 样地,补蚌样地在 2008 年加入 CTFS/ForestGEO。泰国 Mo Singto 热带湿性季节性常绿林 30.5 hm² 动态监测样地(Mo Singto 样地)位于泰国中部 Khao Yai 国家公园,为 CTFS/ForestGEO 样地。

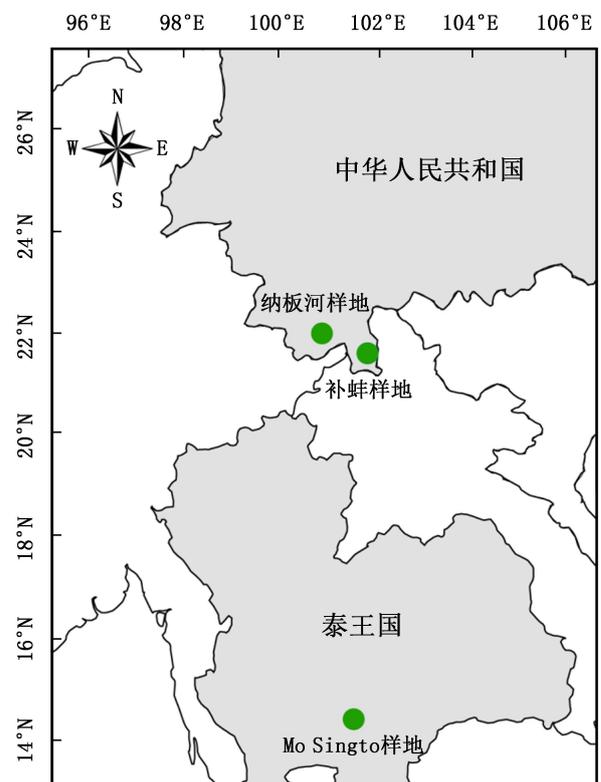


图 1 纳板河、补蚌及 Mo Singto 热带森林动态监测样地的分布

Fig. 1 Distribution of Nabanhe, Bubeng and Mo Singto tropical forest dynamic plots

1 研究方法

1.1 研究地概况

西双版纳气候类型属于热带季风气候,雨季和旱季交替明显,年均温 15.1~21.7℃,年降雨量 1 193~2 491 mm^[9]。西双版纳纳板河热带季节雨林 20 hm² 动态监测样地(纳板河样地)于 2016—2017 年间在纳板河流域国家级自然保护区内建立,位于勐海县勐宋乡糯有村,原点位置为 22°14'N, 100°

36'E,海拔 821.4~1 043 m。样地内最优势树种为无患子科(Sapindaceae)的番龙眼(*Pometia pinnata*)^[10]。西双版纳补蚌热带季节雨林 20 hm² 动态监测样地(补蚌样地)于 2007 年在西双版纳国家级自然保护区内建立,位于勐腊县补蚌村,样地位置 21°36'42"~21°36'58"N,101°34'26"~101°34'47"E,海拔 709.27~869.14 m。样地内优势树种为龙脑香科(Dipterocarpaceae)的望天树(*Parashorea chinensis*)^[11]。张明霞等^[12](2014)对补蚌样地进行过野生动物红外相机监测,记录了小麂鹿(*Tragulus* sp.)、北豚尾猴(*Macaca leonine*)、灰孔雀雉(*Polyplectron bicalcaratum*)等国家重点保护动物。

泰国 Mo Singto 热带湿性季节性常绿林 30.5 hm² 动态监测样地(Mo Singto 样地)建于 1981 年,位于泰国中部 Khao Yai 国家公园,原点位于 14°15'36"N,101°13'12"E,样地海拔 725~815 m,年均温 22.4°C,年均降雨量 2 073 mm,降雨主要集中在 5—10 月^[13]。Mo Singto 样地记录有亚洲象(*Elephas maximus*)、黑熊(*Ursus thibetanus*)、马来熊(*Helarctos malayanus*)、五种灵猫科(Viverridae)物种等活动^[13]。

1.2 数据收集

2017 年 6 月 8 日至 9 月 15 日、2018 年 5 月 25 日至 9 月 5 日和 2018 年 5 月 7 日至 8 月 17 日(每个位点至少拍摄 3 个月)分别对纳板河样地、补蚌样地及 Mo Singto 样地布设红外相机(相机型号为 Ltl ACORN 6210MC、6511MC 或 6511MG)。相机布设参照 CTFs-ForestGEO 对森林样地红外相机兽类监测技术的标准^[14]。该标准以样地为中心,在 1 km² 范围内布设 49 或者 50 个相机位点,每个位点间隔 140~145 m。对于本研究中 3 个近似正方形的样地,采取 7×7 网格布设 49 个相机位点。但是由于样地外围部分区域植被稀疏,靠近小径或者无法到达等原因,相机布设无法做到严格的 7×7 网格。本研究共计布设 147 个相机位点,相邻相机位点间距 130~155 m。相机设置在距离地面 0.5~1.2 m 的树干上,不设置诱饵。对每个相机进行编号,设置正确的日期、时间及拍摄参数(中等灵敏度,连拍 3 张)。

1.3 数据分析

对红外相机拍到的照片进行鉴定。纳板河样地和补蚌样地物种鉴定参考《中国兽类野外手册》^[15]和《中国鸟类野外手册》^[16];Mo Singto 样地物种鉴定参考《Birds of Thailand》^[17]和《A Guide to the

Mammals of Southeast Asia》^[18]。物种分类体系及中文名按照《中国哺乳动物多样性(第 2 版)》^[19]和《中国鸟类分类与分布名录(第二版)》^[20]。物种保护等级参照《国家重点保护野生动物名录》(<http://www.forestry.gov.cn>)、世界自然保护联盟(IUCN)濒危物种红色名录(<http://www.iucnredlist.org/>)、濒危野生动植物种国际贸易公约(CITES)附录以 CITES 官方网站(<https://www.cites.org/>)为准。

单台红外相机在野外正常工作 24 h 记为 1 个有效工作日,同一相机在 30 min 内拍摄的同一种动物的连续照片作为 1 次独立有效照片(independent image)^[21]。利用相对丰富度指数(relative abundance index, RAI)作为评估物种种群相对数量的指标^[22-23],其中 RAI=(独立有效照片数/总有效相机工作日)×100。最后再分别统计所有工作的相机每增加一个有效工作日累计拍摄到的物种数,用 R 软件 Vegan 包绘制物种累计曲线^[24]。

2 结果与分析

2.1 物种组成

3 个样地共计回收 135 台相机数据,累计工作 12 889 个相机日,共获得野生动物照片 23 220 张。由于快速移动、体型较小,或在夜间活动的物种难以准确鉴别,在啮齿目(Rodentia)中仅对豪猪科(Hystriidae)进行鉴定。除去无法鉴定到物种的照片,获得独立有效照片共 3 166 张。共拍摄到 66 种野生动物,包括 24 种兽类(隶属于 6 目 13 科),41 种鸟类(隶属于 7 目 15 科)以及 1 种两栖类。3 个样地总相对多度指数最高的是野猪(*Sus scrofa*),为 4.96,赤鹿(*Muntiacus vaginalis*)和北豚尾猴(*Macaca leonine*)次之。总相对多度指数最高的前三种鸟类依次是戴氏火背鹇(*Lophura diardi*)、白鹇(*Lophura nycthemera*)和原鸡(*Gallus gallus*),其余物种总相对多度指数值除小麂鹿(*Tragulus* sp.)(1.91)外都在 1 以下(0.01~0.62)(表 1)。总计 19 个物种在 3 个样地仅有 1 张独立有效照片,其中 15 种为鸟类。

纳板河和补蚌样地记录的国家一级保护动物有 5 种,分别为缙灵猫(*Chrotogale owstoni*)、北豚尾猴、小齿狸(*Arctogalidia trivirgata*)、小麂鹿和灰孔雀雉(*Polyplectron bicalcaratum*)。属于国家二级保护动物的有 15 种,包括 4 种兽类和 11 种鸟类。3 个样地被 IUCN 红色名录评为濒危(EN)级别的物种有缙灵猫、豺(*Cuon alpinus*)和亚洲象(*Elephas maximus*) 3 种,易危(VU)级别的物种有 7 种,分别为北豚尾猴、猪獾(*Arctonyx collaris*)、黑熊(*Ursus thibetanus*)、

表 1 纳板河、补蚌及 Mo Singto 热带森林动态监测样地
红外相机记录的兽类和鸟类物种名录

Tab. 1 List of mammal and bird species recorded by
camera traps in Nabanhe, Bubeng and Mo Singto
tropical forest dynamic plots

物种	国家 保护 级别	IUCN 红色 名录	CITES	相对多度指数 (位点数)			总相 对多 度指 数
				纳板 河	补蚌	Mo Singto	
哺乳纲 Mammalia							
一、攀跖目 Scandentia							
(一) 树鼯科 Tupaiidae							
1. 北树鼯 <i>Tupaia belangeri</i>		LC	APP. II	— (6)	0.30 (6)	0.38 (2)	0.23
二、灵长目 Primates							
(二) 猴科 Cercopithecidae							
2. 北豚尾猴 <i>Macaca leonina</i>	一级	VU	APP. II	2.58 (30)	0.83 (16)	8.15 (45)	3.90
3. 猕猴 <i>Macaca mulatta</i>	二级	LC	APP. II	0.12 (3)	—	—	0.04
三、食肉目 Carnivora							
(三) 犬科 Canidae							
4. 亚洲胡狼 <i>Canis aureus</i>	二级*	LC	APP. III	—	—	0.02 (1)	0.01
5. 豺 <i>Cuon alpinus</i>	一级*	EN	APP. II	—	—	0.02 (1)	0.01
(四) 熊科 Ursidae							
6. 黑熊 <i>Ursus thibetanus</i>	二级*	VU	APP. —	—	—	0.36 (9)	0.12
7. 马来熊 <i>Helarctos malayanus</i>	一级*	VU	APP. I	—	—	0.09 (4)	0.03
(五) 鼬科 Mustelidae							
8. 黄喉貂 <i>Martes flavigula</i>	二级	LC	APP. III	0.02 (1)	0.02 (1)	0.02 (1)	0.02
9. 鼬獾 <i>Melogale moschata</i>		LC		0.05 (1)	0.23 (5)	—	0.09
10. 猪獾 <i>Arctonyx collaris</i>		VU		0.02 (1)	—	—	0.01
(六) 灵猫科 Viverridae							
11. 大灵猫 <i>Viverra zibetha</i>	一级*	LC	APP. III	—	—	0.81 (22)	0.28
12. 椰子猫 <i>Paradoxurus hermaphroditus</i>	二级	LC	APP. III	0.02 (1)	0.05 (2)	0.16 (6)	0.08
13. 果子狸 <i>Paguma larvata</i>		LC	APP. III	0.68 (17)	0.71 (16)	—	0.46
14. 熊狸 <i>Arctictis binturong</i>	一级*	VU	APP. III	—	—	0.07 (3)	0.02

续表 1

物种	国家 保护 级别	IUCN 红色 名录	CITES	相对多度指数 (位点数)			总相 对多 度指 数
				纳板 河	补蚌	Mo Singto	
15. 小齿狸 <i>Arctogalidia trivirgata</i>	一级	LC		—	0.09 (4)	0.25 (10)	0.12
16. 缙灵猫 <i>Chrotogale oustoni</i>	一级	EN		—	0.18 (6)	—	0.06
(七) 獾科 Herpestidae							
17. 食蟹獾 <i>Herpestes urva</i>		LC	APP. III	0.10 (3)	0.34 (10)	0.16 (7)	0.20
(八) 猫科 Felidae							
18. 豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>	二级	LC	APP. II	0.54 (17)	0.34 (10)	0.59 (18)	0.49
四、长鼻目 Proboscidea							
(九) 象科 Elephantidae							
19. 亚洲象 <i>Elephas maximus</i>	一级*	EN	APP. I	—	—	0.07 (3)	0.02
五、偶蹄目 Artiodactyla							
(十) 猪科 Suidae							
20. 野猪 <i>Sus scrofa</i>		LC		3.87 (25)	9.28 (41)	1.72 (24)	4.96
(十一) 麋鹿科 Tragulidae							
21. 小麋鹿 <i>Tragulus sp.</i>	一级	DD		—	4.34 (27)	1.29 (12)	1.91
(十二) 鹿科 Cervidae							
22. 赤鹿 <i>Muntiacus vaginalis</i>		LC		1.22 (17)	3.01 (37)	7.52 (42)	3.99
23. 水鹿 <i>Cervus equinus</i>	二级*	VU		—	—	1.60 (20)	0.55
六、啮齿目 Rodentia							
(十三) 豪猪科 Hystricidae							
24. 中国豪猪 <i>Hystrix hodgsoni</i>		LC		—	0.18 (4)	0.47 (7)	0.22
鸟纲 AVES							
七、鸡形目 Galliformes							
(十四) 雉科 Phasianidae							
25. 褐胸山鹧鸪 <i>Arborophila brunneopectus</i>	二级	LC		0.44 (11)	0.02 (1)	—	0.15
26. 绿脚山鹧鸪 <i>Arborophila chloropus</i>	二级*	LC		—	—	0.61 (7)	0.21
27. 原鸡 <i>Gallus gallus</i>	二级	LC		0.17 (5)	0.99 (15)	1.78 (26)	1.00
28. 白鹇 <i>Lophura nycthemera</i>	二级	LC		1.44 (24)	0.83 (17)	1.85 (28)	1.37

续表 1

物种	国家 保护 级别	IUCN 红色 名录	CITES	相对多度指数 (位点数)			总相 对多 度指 数
				纳板 河	补蚌	Mo Singto	
29. 戴氏火背鹇 <i>Lophura diardi</i>		LC		—	—	5.33 (39)	1.83
30. 灰孔雀雉 <i>Polyplectron bicalcaratum</i>	一级	LC	APP. II	—	0.02 (1)	—	0.01
八、鸽形目 Columbiformes							
(十五) 鸠鸽科 Columbidae							
31. 绿翅金鸠 <i>Chalcophaps indica</i>		LC		0.54 (3)	0.28 (4)	0.5 (4)	0.43
九、鹃形目 Cuculiformes							
(十六) 杜鹃科 Cuculidae							
32. 瑞氏红嘴地 鹃 <i>Carpococcyx renauldi</i>		VU		—	—	1.81 (22)	0.62
十、鸮形目 Strigiformes							
(十七) 鸮科 Strigidae							
33. 斑头鸮鹗 <i>Glaucidium cuculoides</i>	二级	LC		0.10 (4)	—	—	0.03
十一、犀鸟目 Bucerotiformes							
(十八) 犀鸟科 Bucerotidae							
34. 冠斑犀鸟 <i>Anthracoceros albirostris</i>	一级*	LC	APP. II	—	—	0.02 (1)	0.01
十二、鸢形目 Piciformes							
(十九) 拟鸢科 Capitonidae							
35. 大拟啄木鸟 <i>Megalaima virens</i>		LC		0.02 (1)	—	—	0.01
36. 蓝喉拟啄木 鸟 <i>Megalaima asiatica</i>		LC		0.02 (1)	—	—	0.01
(二十) 啄木鸟科 Picidae							
37. 大黄冠啄木 鸟 <i>Picus flavinucha</i>	二级	LC		0.02 (1)	—	—	0.01
38. 花腹绿啄木 鸟 <i>Picus vittatus</i>		LC		—	—	0.05 (2)	0.02
39. 黄嘴栗啄木 鸟 <i>Blythipicus pyrrhotis</i>		LC		0.02 (1)	—	—	0.01
十三、雀形目 Passeriformes							
(二十一) 阔嘴鸟科 Eurylaimidae							
40. 长尾阔嘴鸟 <i>Psarisomus dalhousiae</i>	二级	LC		0.02 (1)	—	—	0.01

续表 1

物种	国家 保护 级别	IUCN 红色 名录	CITES	相对多度指数 (位点数)			总相 对多 度指 数
				纳板 河	补蚌	Mo Singto	
41. 银胸丝冠鸟 <i>Serilophus lunatus</i>	二级	LC		0.02 (1)	—	—	0.01
(二十二) 八色鸫科 Pittidae							
42. 双瓣八色鸫 <i>Pitta phayrei</i>	二级	LC		0.12 (1)	—	—	0.04
43. 蓝八色鸫 <i>Hydrornis cyaneus</i>	二级	LC		—	0.02 (1)	0.02 (1)	0.02
44. 绿胸八色鸫 <i>Pitta sordida</i>	二级	LC		—	0.02 (1)	—	0.01
(二十三) 鹎科 Pycnonotidae							
45. 白喉冠鹎 <i>Alophoixus pallidus</i>		LC		0.34 (11)	—	—	0.11
(二十四) 鸦科 Corvidae							
46. 蓝绿鹊 <i>Cissa chinensis</i>	二级	LC		0.02 (1)	0.02 (1)	—	0.02
(二十五) 鸫科 Turdidae							
47. 白腰鹊 <i>Copsychus malabaricus</i>		LC		0.24 (5)	—	—	0.08
48. 白尾地鸫 <i>Cinclidium leucurum</i>		LC		0.05 (2)	—	—	0.02
49. 白额燕尾 <i>Enicurus leschenaulti</i>		LC		0.15 (3)	—	—	0.05
50. 橙头地鸫 <i>Zoothera citrina</i>		LC		0.15 (3)	0.02 (1)	—	0.05
51. 灰背鸫 <i>Turdus hortulorum</i>		LC		0.07 (3)	—	—	0.02
52. 灰翅鸫 <i>Turdus boulboul</i>		LC		0.02 (1)	—	—	0.01
53. 乌鸫 <i>Turdus merula</i>		LC		0.02 (1)	—	—	0.01
(二十六) 鹟科 Muscicapidae							
54. 山蓝仙鹟 <i>Cyornis banyumas</i>		LC		0.17 (4)	0.05 (2)	—	0.07
(二十七) 扇尾鹟科 Rhipiduridae							
55. 白喉扇尾鹟 <i>Rhipidura albicollis</i>		LC		0.05 (2)	—	—	0.02
(二十八) 画眉科 Timaliidae							
56. 白冠噪鹛 <i>Garrulax leucolophus</i>		LC		—	0.09 (4)	0.27 (11)	0.12
57. 小黑领噪鹛 <i>Garrulax monileger</i>		LC		0.02 (1)	—	—	0.01

续表 1

物种	国家保护级别	IUCN 红色名录	相对多度指数 (位点数)			总相对多度指数
			纳板河	补蚌	Mo Singto	
58. 黑领噪鹛 <i>Garrulax pectoralis</i>		LC	0.29 (7)	0.02 (1)	—	0.10
59. 黑喉噪鹛 <i>Garrulax chinensis</i>	二级*	LC	—	—	0.02 (1)	0.01
60. 棕胸幽鹛 <i>Pellorneum tickelli</i>		LC	—	0.09 (3)	—	0.03
61. 棕头幽鹛 <i>Pellorneum ruficeps</i>		LC	0.02 (1)	0.41 (5)	—	0.15
62. 灰头钩嘴鹛 <i>Pomatorhinus schisticeps</i>		LC	—	—	0.07 (2)	0.02
63. 棕颈钩嘴鹛 <i>Pomatorhinus ruficollis</i>		LC	0.12 (5)	—	—	0.04
64. 褐胁雀鹛 <i>Alcippe dubia</i>		LC	—	0.02 (1)	—	0.01
65. 褐脸雀鹛 <i>Alcippe poioicephala</i>		LC	0.02 (1)	—	—	0.01

注: * 表示该物种为国家重点保护动物(中国)但仅在 Mo Singto 样地中被记录; DD、LC、VU 和 EN 分别为 IUCN 红色名录中的数据缺乏、无危、易危和濒危; APP. I 代表 CITES 附录 I, APP. II 代表附录 II, APP. III 代表附录 III。

马来熊 (*Helarctos malayanus*)、熊狸 (*Arctictis binturong*)、水鹿 (*Rusa equinus*) 和瑞氏红嘴地鸫 (*Carpococcyx renauldi*)。黑熊、马来熊和亚洲象被列入 CITES 附录 I; 北豚尾猴、猕猴 (*Macaca mulatta*)、豹猫 (*Prionailurus bengalensis*)、豺、北树鼩 (*Tupaia belangeri*)、巨蜥、灰孔雀雉和冠斑犀鸟 (*Anthracoceros albirostris*) 被列入 CITES 附录 II; 亚洲胡狼 (*Canis aureus*) 等 7 个物种被列入 CITES 附录 III。

纳板河样地: 7 台相机丢失或者损坏, 最终获得 42 台相机数据, 累计 4 106 个有效相机工作日, 获得可鉴定到物种的独立有效照片 573 张, 兽类 11 种, 鸟类 28 种。相对多度指数最高的前三种兽类依次为野猪、北豚尾猴、赤鹿。相对多度指数最高的前三种鸟类依次为白鹇、绿翅金鸠 (*Chalcophaps indica*)、褐胸山鹧鸪 (*Arborophila brunneopectus*)。拍摄位点数前三的物种为北豚尾猴 (30)、野猪 (25)、白鹇 (24)。仅在纳板河样地拍摄到的兽类有猕猴和猪獾。

补蚌样地: 4 台相机丢失或者损坏, 最终获得 45

台相机数据, 累计 4 355 个有效工作日, 获得可鉴定到物种的独立有效照片 994 张, 兽类 14 种, 鸟类 15 种。相对多度指数最高的前 3 种兽类依次为野猪、小麂鹿、赤鹿。相对多度指数最高的前 3 种鸟类依次为原鸡、白鹇、棕头幽鹛 (*Pellorneum ruficeps*)。拍摄位点数前三的物种为野猪 (41)、赤鹿 (37) 和小麂鹿 (27)。仅在补蚌样地拍摄到的兽类为缟灵猫^[25]。

Mo Singto 样地: 1 台相机丢失, 最终获得 48 台相机数据, 累计 4 428 个有效相机工作日, 获得可鉴定到物种的独立有效照片 1 599 张, 兽类 19 种, 鸟类 12 种, 两栖类 1 种。相对多度指数最高的前 3 种兽类依次为北豚尾猴、赤鹿、野猪。相对多度指数最高的前三种鸟类依次为戴氏火背鹇、白鹇、瑞氏红嘴地鸫。拍摄位点数前三的物种为北豚尾猴 (45)、赤鹿 (42) 和戴氏火背鹇 (39)。仅在 Mo Singto 样地拍摄到的兽类有 8 种, 包括亚洲胡狼、豺、黑熊、马来熊、大灵猫 (*Viverra zibetha*)、熊狸 (*Arctictis binturong*)、亚洲象和水鹿。

2.2 物种累积曲线

物种累积曲线 (图 2) 显示, 纳板河样地和 Mo Singto 样地的兽类累积物种数分别在 40 和 50 个工作日后趋于平稳, 补蚌样地则在 60 个工作日后才达到饱和。补蚌和 Mo Singto 样地的鸟类累积物种数在 50 个工作日后保持稳定, 而纳板河样地鸟类累积物种数在调查结束几天之前 (97 个工作日) 还在增加。整体来看, 红外相机对这 3 个样地内的兽类物种监测较为充分, 但对地面活动鸟类物种可能仍需延长监测时间。

3 结论与讨论

根据《西双版纳动物志》^[26], 西双版纳地区共记录兽类 108 种、鸟类 455 种, 本研究在纳板河和补蚌样地共记录兽类 16 种, 鸟类 34 种, 仅分别占该地区记录总数的 14.81% 和 7.47%。这个结果主要是由于本文研究区域仅在两个大样地周边 2 km² 范围内。同时, 大部分研究也证明, 红外相机监测适用于大中型地栖兽类和鸟类, 但对于体型较小或非地栖的兽类和鸟类则不是一种有效的调查方法^[27]。张明霞等^[12] (2014) 对补蚌样地及周边 40 hm² 范围进行了红外相机监测, 共记录不包括啮齿目松鼠科 (Sciuridae) 物种的 8 种地栖大中型兽类。本研究中, 除了水鹿未记录到, 其他 7 种均被记录, 另外新

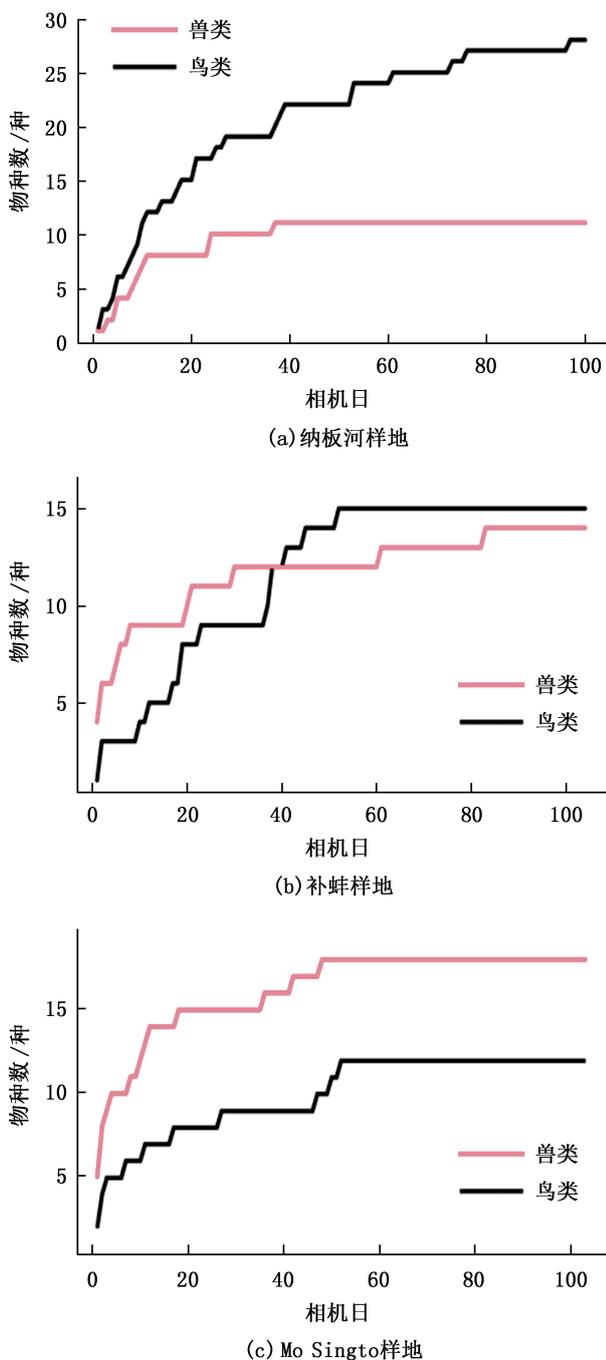


图 2 纳板河、补蚌及 Mo Singto 热带森林动态监测样地红外相机监测物种累积曲线

Fig. 2 Species accumulation curves by camera trapping survey in Nabanhe, Bubeng and Mo Singto tropical forest dynamic plots

纪录物种有鼬獾、黄喉貂、小齿狸、椰子猫、缟灵猫、北树鼯等 6 种。Mo Singto 样地周边通过人工观测记录树栖或地栖大中型兽类共计 36 种^[28], 此次利用红外相机共记录 19 种, 占 53%, 另外新纪录亚洲胡狼和北树鼯。本研究再次证明了红外相机监测技

术在地栖大中型兽类监测上的优势, 但是, 全面获得动态监测样地的兽类和鸟类物种组成信息还需要结合其他调查方法, 如监测小型哺乳类的笼捕法、非地栖性鸟类人工观测法等。因此, 为保证区域尺度长期监测野生动物数据的可比性, 无论在国内或国际生物多样性监测网络, 目前更推荐采用公里网格标准对地栖大中型兽类进行监测^[29]。

本研究获得 15 种食肉目兽类, 其中体重大于 15 kg 的为豺、黑熊和马来熊 (体重数据来源于 <https://animaldiversity.org>), 这 3 种大型食肉目物种仅在 Mo Singto 样地被记录到。作为食物链结构顶级消费者, 大型食肉目物种通过直接或者间接的影响, 对生物多样性和生态系统功能具有促进作用^[30]。本研究中, 位于西双版纳的两个样地周边森林记录的兽类物种数比泰国 Mo Singto 样地少, 而且没有大型食肉目物种记录, 暗示西双版纳地区热带森林在面对气候变化、人类活动等干扰下可能表现出较弱的生态恢复力。由于橡胶树 (*Hevea brasiliensis*) 种植, 西双版纳地区的森林覆盖度从 20 世纪 70 年代末的 70% 下降到 2018 年 52%^[31]。纳板河样地和补蚌样地周边的森林呈现人类活动影响下的片段化。本研究记录到补蚌样地周边有携带枪支的猎人活动, 这可能是野生动物, 特别是大中型地栖兽类物种比泰国样地少的原因之一。需要加强保护区的监管和宣传力度, 提高当地居民保护自然的意识。

4 结 语

本研究利用红外相机调查了沿纬度梯度的 3 个热带森林动态监测样地区域兽类和鸟类, 能初步反映各样地所在区域现存的地栖大中型兽类和鸟类, 同时对比了 3 个样地的部分物种组成差异。研究结果显示了红外相机在地栖大中型兽类监测上的优势。建议在后续调查工作中, 扩大监测区域, 并结合传统兽类和鸟类调查方法, 获得动态监测样地更全面的野生动物本底数据。同时, 结合动态监测样地内树种功能性状、植被结构、地形等信息, 在红外相机技术的辅助下, 开展野生动物栖息地选择、动植物互作等研究。另外, 可针对部分具有代表性的珍稀濒危种和特有种, 如北豚尾猴、小麂鹿等, 深入研究其种群分布范围、行为节律等生态学问题。

参考文献:

- [1] 马克平. 中国生物多样性监测网络建设: 从 CForBio 到 Sino BON[J]. 生物多样性, 2015, 23(1): 1-2.

- [2] 肖治术. 我国森林动态监测样地的野生动物红外相机监测[J]. 生物多样性, 2014, 22(6): 808-809.
- [3] SI X F, KAYS R, DING P. How long is enough to detect terrestrial animals? Estimating the minimum trapping effort on camera traps[J]. PeerJ, 2014, 2(1): 374.
- [4] 李欣海, 朴正吉, 武耀祥, 等. 长白山森林动态监测样地鸟兽的红外相机初步监测[J]. 生物多样性, 2014, 22(6): 810-812.
- [5] 莫锦华, 姬云瑞, 许涵, 等. 海南尖峰岭国家级自然保护区森林动态监测样地鸟类和兽类多样性[J]. 生物多样性, 2021, 29(6): 819-824.
- [6] DINERSTEIN E, OLSON D, JOSHI A, et al. An ecoregion-based approach to protecting half the terrestrial realm[J]. BioScience, 2017, 67(6): 534-545.
- [7] PILLAY R, VENTER M, ARAGON-OSEJO J, et al. Tropical forests are home to over half of the world's vertebrate species[J]. Frontiers in Ecology and the Environment, 2022, 20(1): 10-15.
- [8] CHEYNE S M, SASTRAMIDJAJA W J, RAYADIN Y, et al. Mammalian communities as indicators of disturbance across Indonesian Borneo[J]. Global Ecology and Conservation, 2016, 7: 157-173.
- [9] 朱华, 王洪, 李保贵, 等. 西双版纳森林植被研究[J]. 植物科学学报, 2015, 33(5): 641-726.
- [10] 施国杉, 刘峰, 陈典, 等. 云南纳板河热带季节雨林 20 hm² 动态监测样地的树种组成与群落分类[J]. 生物多样性, 2021, 29(1): 10-20.
- [11] 兰国玉, 胡跃华, 曹敏, 等. 西双版纳热带森林动态监测样地——树种组成与空间分布格局[J]. 植物生态学报, 2008, 32(2): 287-298.
- [12] 张明霞, 曹林, 权锐昌, 等. 利用红外相机监测西双版纳森林动态样地的野生动物多样性[J]. 生物多样性, 2014, 22(6): 830-832.
- [13] BROCKELMAN W Y, NATHALANG A, MAXWELL J F. Mo singto forest dynamics plot: flora and ecology[Z]. Pathum Thani, National Science and Technology Development Agency, National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, and Department of parks, Wildlife and Plant Conservation, 2017.
- [14] JANSEN P A, FORRRETER T D, MCSHEA W J. Protocol for cameratrap surveys of mammals at CTFS-ForestGEO sites[Z]. Smithsonian Tropical Research Institute, Ancon, 2014.
- [15] ANDREW T S, 解焱. 中国兽类野外手册[M]. 长沙: 湖南教育出版社, 2009.
- [16] 约翰·马敬能, 卡伦·菲利普斯, 何芬. 中国鸟类野外手册[M]. 长沙: 湖南教育出版社, 2000.
- [17] ROBSON C. A field guide to the birds of Thailand[M]. London: Bloomsbury Publishing, 2002.
- [18] FRANCIS C M. A guide to the mammals of southeast Asia[M]. Princeton and Oxford: Princeton University Press, 2008.
- [19] 蒋志刚, 刘少英, 吴毅, 等. 中国哺乳动物多样性(第2版)[J]. 生物多样性, 2017, 25(8): 886-895.
- [20] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录(第三版)[M]. 北京: 科学出版社, 2017.
- [21] O'CONNELL A F, NICHOLS J D, KARANTH K U. Camera traps in animal ecology: Methods and analyses[M]. New York: Springer, 2011.
- [22] KAWANISHI K, SAHAK A M, SUNQUIST M. Preliminary analysis on abundance of large mammals at Sungai Relau, Taman Negara[J]. Journal of Wildlife and Parks (Malaysia), 1999, 17: 62-82.
- [23] AZLAN J M, SHARMA D S K. The diversity and activity patterns of wild felids in a secondary forest in Peninsular Malaysia[J]. Oryx, 2006, 40(1): 36-41.
- [24] OKSANEN J, BLANCHET F G, FRIENDLY M, et al. vegan: Community ecology package [EB/OL]. (2022-02-10). <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
- [25] TONGKOK S, 袁盛东, ALCANTARA M J M, 等. 云南西双版纳发现缙灵猫[J]. 动物学杂志, 2019, 54(4): 603-604.
- [26] 杨德华. 西双版纳动物志[M]. 昆明: 云南大学出版社, 1993.
- [27] 李晟, 王大军, 卜红亮, 等. 四川省老河沟自然保护区兽类多样性红外相机调查[J]. 兽类学报, 2016, 36(3): 282-291.
- [28] BROCKELMAN W Y, NATHALANG A, GALE G A. The Mo Singto forest dynamics plot, Khao Yai National Park, Thailand[J]. Natural History Bulletin of the Siam Society, 2011, 57: 35-56.
- [29] 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.
- [30] RIPPLE W J, WIRSING A J, BESCHTA R L, et al. Can restoring wolves aid in lynx recovery? [J]. Wildlife Society Bulletin, 2011, 35(4): 514-518.
- [31] ZHANG J Q, CORLETT R T, ZHAI D. After the rubber boom: good news and bad news for biodiversity in Xishuangbanna, Yunnan, China[J]. Regional Environmental Change, 2019, 19(6): 1713-1724.

责任编辑: 刘平书