

• 生物编目 •

古田山森林动态监测样地内鸟兽种群动态的 红外相机监测

斯幸峰 丁平*

(浙江大学生命科学院, 杭州 310058)

Camera trap survey on population dynamics of mammals and birds in Gutianshan Forest Dynamics Plot, eastern China

Xingfeng Si, Ping Ding*

College of Life Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310058

浙江古田山国家级自然保护区(简称古田山保护区)地处浙江省西部, 位于118°03'49.7"–118°11'12.2" E, 29°10'19.4"–29°17'41.4" N, 总面积为8,107 ha。古田山保护区分布着典型的以甜槠(*Castanopsis eyrei*)、木荷(*Schima superba*)和青冈栎(*Cyclobalanopsis glauca*)为主的中亚热带常绿阔叶林天然地带性植被, 保存有年龄较大的典型常绿阔叶林及大量的珍稀特有生物种类(于明坚等, 2001)。古田山保护区亦是黑鹿(*Muntiacus crinifrons*)在全国两个集中分布区中较大的一处, 是白颈长尾雉(*Syrmaticus ellioti*)全国分布较集中、数量较多的地区, 也是白鹇(*Lophura nycthemera*)、黑熊(*Ursus thibetanus*)等动物的主要栖息地。

自20世纪50年代开始, 这里已经开展了诸多对两栖爬行类(方小斌等, 2013)、鸟类(丁平等, 1989; 1992)和兽类的调查(鲍毅新等, 2006), 尤其是针对白颈长尾雉和黑鹿等国家I级重点保护野生动物的种群动态、地理分布和栖息地选择等方面进行了较为系统的研究(如: 诸葛阳, 1982; 丁平等, 2001; 彭彦波和丁平, 2005; 鲍毅新等, 2006; 章书声等, 2012)。但由于传统的样线调查方法需要以直接发现、观察或捕捉个体, 或者调查活动痕迹等方式对目标物种的种群大小进行监测(Bibby *et al.*, 2000;

斯幸峰和丁平, 2011), 再加上所调查物种的机敏习性和较低的种群密度, 难以对其资源状况进行有效评估(Culter & Swann, 1999; Silveira *et al.*, 2003; O'Connell *et al.*, 2011)。红外相机调查方法正好弥补了传统调查方法的缺陷, 避免了人为的干扰, 从而能够更加合理地估计动物种群的数量和密度, 因此逐渐成为野生动物资源调查中的重要手段(Karanth & Nichols, 1998; Carbone *et al.*, 2001; Srbeek-Araujo & Chiarello, 2005; O'Connell *et al.*, 2011)。

中国科学院植物研究所及浙江大学等单位于2005年9月在古田山保护区建立了一个24 ha 森林动态监测样地(简称古田山样地), 以长期监测森林生态系统中生物多样性动态和探讨物种共存的机理(马克平, 2008)。为了更深入地了解古田山样地的生物多样性资源现状, 自2009年4月至2011年9月, 我们在古田山样地内采用红外相机(BMC ScoutGuard 550)对兽类和鸟类进行了连续监测(Si *et al.*, 2014)。所有相机(21台)按照样地内5种地形(沟谷、山脊、缓坡、陡坡和高山脊)(Legendre *et al.*, 2009)分层随机放置, 相机密度约为1台/ha, 相机间距尽量保持100 m。所有相机至少每隔1个月查看1次, 并更换存储卡以保证相机正常运行。其中两台相机前期因雨水淋湿而彻底损坏, 故最终实际工作

收稿日期: 2014-10-08; 接受日期: 2014-11-04

基金项目: 国家科技支撑计划(2008BAC39B02)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: dingping@zju.edu.cn

相机为19台。本文对古田山样地内红外相机所拍摄的照片进行初步整理,分析了样地内的野生动物资源的组成和种群动态,为更全面地了解古田山样地内的生物多样性状况提供基础资料。

结果与分析

本次红外相机监测期间,累计拍摄到有动物的照片4,816张,其中可鉴定物种种类的照片3,788张,独立照片数(即除去触发后为同一个体连续拍摄的照片)为2,064张。照片鉴定过程中,白天拍摄到的兽类和鸟类照片几乎均能准确地鉴定到物种水平。由于夜间的照片变为黑白色,因此拍摄到的一些正在活动中的啮齿类动物会在照片中留下长条阴影而难以准确鉴定到种。经鉴定,获得的兽类和鸟类分属6目12科20种,其中包括国家I级重点保护动物白颈长尾雉和黑鹿,国家II级重点保护动物白鹇、勺鸡(*Pucrasia macrolopha*)和仙八色鸫(*Pitta nympha*);同时,黑鹿和仙八色鸫又为易危物种(Vulnerable),白颈长尾雉为近危物种(Near Threatened)(IUCN, 2012)(附表1)。

所拍摄的独立照片中,主要优势物种为社鼠(*Niviventer confucianus*)、黑鹿、黄鹿(*Muntiacus reevesi*)和白鹇,占总拍摄数量的83.9%(部分重要兽类和鸟类照片见附图1)。白鹇和白颈长尾雉为所拍摄鸟类当中的常见物种(独立照片数比例 $\geq 1\%$),而兽类有7种常见物种(附表1),这可能是由于多数鸟类相较于兽类,除了能在地表活动外,还能够在林层中活动,从而降低了被拍摄到的几率(Tobler *et al.*, 2008)。本研究中,灰胸竹鸡(*Bambusicola thoracica*)和勺鸡均具有较低的相对丰富度指数,可能的原因是由于古田山样地的生境不是两者的主要栖息地:灰胸竹鸡一般在海拔较低的竹林或矮灌丛之中,勺鸡则在海拔较高的生境中活动(Si *et al.*, 2014)。

所有被拍摄物种的相对丰富度指数(relative abundance index, RAI)均较低(0.69 ± 1.50 SD)(附表1),原因可能是:(1)本次研究中未使用诱饵,从而可能减小了物种被拍摄到的机率(du Preez *et al.*, 2014);(2)我们是按照古田山样地不同的地形分层随机放置红外相机,而不是沿着野生动物活动痕迹或兽道放置,从而可能导致较低的相对丰富度指数(Si *et al.*, 2014)。

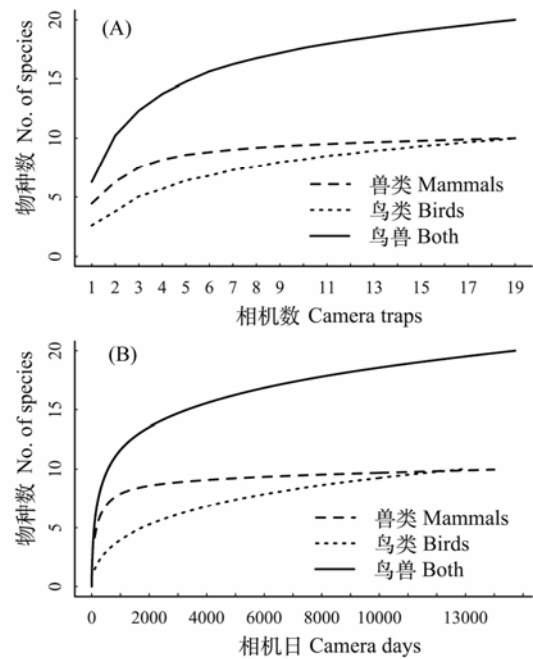


图1 古田山森林动态监测样地内兽类、鸟类物种数及两者之和分别与红外相机数(A)和相机日(B)的物种稀疏化曲线
Fig. 1 Rarefaction curves for estimating species numbers of mammals, birds and both taxa with increased number of camera traps (A) and camera days (B), respectively, in Gutianshan Forest Dynamics Plot

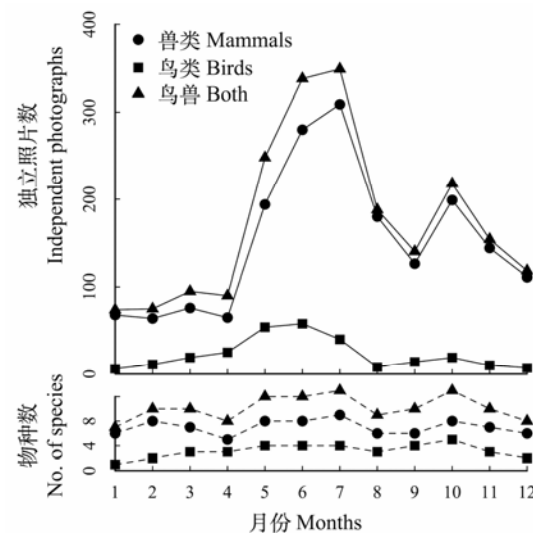


图2 古田山森林动态监测样地内鸟兽的年活动频次(2009–2011)

Fig. 2 Yearly activity patterns of mammals, birds and both taxa between 2009 and 2011 in Gutianshan Forest Dynamics Plot

古田山样地内,兽类、鸟类物种数及两者之和均随相机数(图1A)和相机日(图1B)的增加而增加。但是鸟类的稀疏化曲线比兽类和所有物种更为陡峭,这可能还是跟鸟类的活动空间有关,即多数鸟

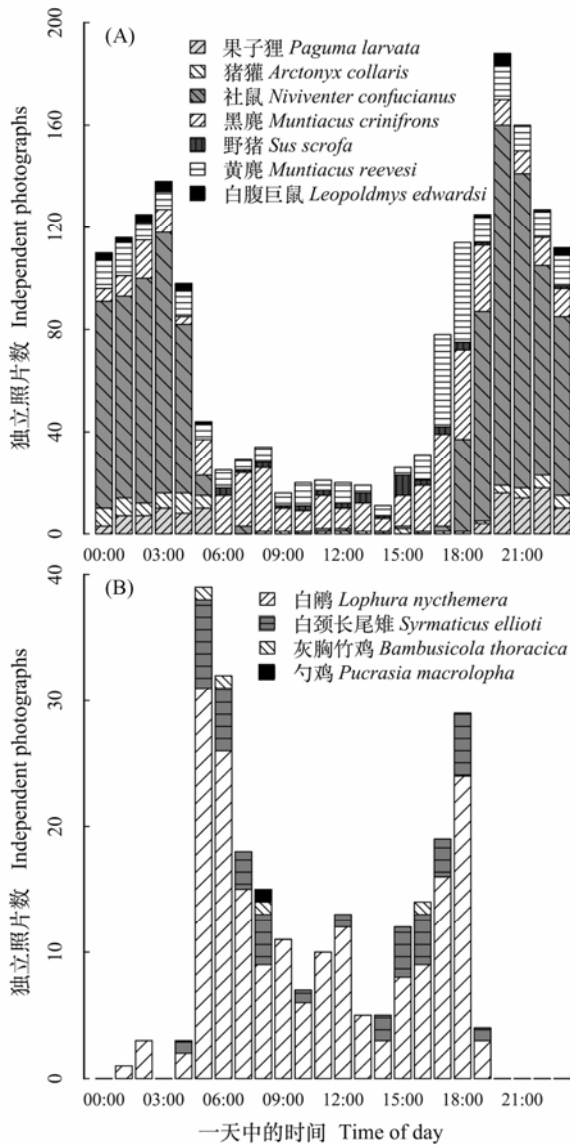


图3 古田山森林动态监测样地内常见兽类(A)和雉类(B)的日活动频次(2009–2011)
 Fig. 3 Daily activity patterns of common mammals (A) and pheasants (B) between 2009 and 2011 in Gutianshan Forest Dynamics Plot

类能同时在地表和林层之间活动, 难以被红外相机拍摄到(Tobler *et al.*, 2008)。对于监测强度, 从图1B可看出, 拍摄到古田山样地内的常见物种(附表1)大约需要1,000个相机日, 这与之前的结果相符(Si *et al.*, 2014)。在监测强度达到2,000个相机日之后, 古田山样地内鸟类或兽类的物种稀疏化曲线均渐趋平缓, 表明取样已经充分(图1B)。对于红外相机的放置策略, Si等(2014)通过对古田山样地内的地栖动物研究发现, 定期轮转移动监测样点比把相机长

期放置于固定样点更为有效。

通过对2009年、2010年和2011年进行年度之间兽类和鸟类活动频次的分析, 发现拍摄的所有兽类全年之中有两个活动高峰期, 多数物种和个体在6月、7月和10月被拍摄到, 并获得更多的有效照片(图2, 附图2), 其中常见兽类(如: 社鼠、果子狸(*Paguma larvata*)和猪獾(*Arctonyx collaris*))主要在夜间活动(活动高峰期: 17:00至翌日04:00)(图3A)。拍摄的所有鸟类均在6月前后出现1个活动高峰期(图2, 附图2), 其中雉类主要为晨昏活动类型(活动高峰期: 05:00–07:00和16:00–18:00, 活动低谷: 20:00至翌日03:00)(图3B)。兽类中, 黄麂和野猪(*Sus scrofa*)多为集群活动, 通常以2–3个个体出现; 鸟类中的白鹇也常以2–3个个体集群活动, 并且雌雄个体同时出现(附图1)。此外, 还拍摄到一组雌性白颈长尾雉与黄麂共同觅食的照片, 说明两者可以共同栖息。

红外相机为野生动物资源的监测提供了有效的途径, 尤其是针对夜行性或者生性机敏的物种的调查(Culter & Swann, 1999)。比如本研究中, 拍摄到国家I级重点保护野生动物白颈长尾雉和黑麂, 国家II级重点保护野生动物白鹇、勺鸡和仙八色鸫。不过, 对于大部分非地栖的鸟类和兽类, 由于其活动范围较广, 红外相机对目标物种的监测可能产生偏差(Tobler *et al.*, 2008)。同时, 由于野生动物有特定的活动栖息地类型, 因此红外相机布置范围需要覆盖目标物种的栖息地类型。

参考文献

Bao YX (鲍毅新), Zheng X (郑祥), Ge BM (葛宝明) (2006) An assessment and protective strategy of black muntjac (*Muntiacus crinifrons*) habitat in Zhejiang Province. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报), **26**, 2425–2431. (in Chinese with English abstract)
 Bibby CJ, Burgess ND, Hill DA, Mustoe SH (2000) *Bird Census Techniques*, 2nd edn. Academic Press, London.
 Carbone C, Christie S, Conforti K, Coulson T, Franklin N, Ginsberg JR, Griffiths M, Holden J, Kawanishi K, Kinnaird M, Laidlaw R, Lynam A, Macdonald DW, Martyr D, McDougal C, Nath L, O'Brien T, Seidensticker J, Smith DJL, Sunquist M, Tilson R, Wan Shahrudin WN (2001) The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals. *Animal Conservation*, **4**, 75–79.
 Cutler TL, Swann DE (1999) Using remote photography in wildlife ecology: a review. *Wildlife Society Bulletin*, **27**, 571–581.

- Ding P (丁平), Zhuge Y (诸葛阳), Jiang SR (姜仕仁) (1989) Community ecology of birds on area of Gutian Mountain, Zhejiang Province. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报), **9**, 121–127. (in Chinese with English abstract)
- Ding P (丁平), Jiang SR (姜仕仁), Zhuge Y (诸葛阳) (1992) Avifauna and bird community of Gutianshan Natural Reserve in Zhejiang. *Chinese Journal of Zoology* (动物学杂志) **27**, 19–22. (in Chinese)
- Ding P (丁平), Yang YW (杨月伟), Li Z (李智), Jiang SR (姜仕仁), Zhuge Y (诸葛阳) (2001) Vegetation characters of habitats used by Elliot's pheasant. *Journal of Zhejiang University (Science Edition)* (浙江大学学报(理学版)), **28**, 557–562. (in Chinese with English abstract)
- du Preez BD, Loveridge AJ, Macdonald DW (2014) To bait or not to bait: a comparison of camera-trapping methods for estimating leopard *Panthera pardus* density. *Biological Conservation*, **176**, 153–161.
- Fang XB (方小斌), Zhou YL (周奕琳), Yang LY (杨璐伊), Zhao Y (赵熠), Zheng WH (郑蔚虹), Liu JS (柳劲松) (2013) Amphibian and reptilian resources of Gutian Mountain National Nature Reserve in Zhejiang Province. *Sichuan Journal of Zoology* (四川动物), **32**, 125–130. (in Chinese with English abstract)
- IUCN (2012) *IUCN Red List Categories and Criteria Version 3.1*. 2nd edn. IUCN—The World Conservation Union, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Karanth KU, Nichols JD (1998) Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology*, **79**, 2852–2862.
- Legendre P, Mi X, Ren H, Ma K, Yu M, Sun IF, He F (2009) Partitioning beta diversity in a subtropical broad-leaved forest of China. *Ecology*, **90**, 663–674.
- Ma KP (马克平) (2008) Large scale permanent plots: important platform for long term research on biodiversity in forest ecosystem. *Journal of Plant Ecology (Chinese Version)* (植物生态学报), **32**, 237. (in Chinese)
- O'Connell AF, Nichols JD, Karanth KU (2011) *Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses*. Springer-Verlag, New York.
- Peng YB (彭彦波), Ding P (丁平) (2005) Factors affecting movement of spring dispersal of Elliot's pheasant. *Zoological Research* (动物学研究), **26**, 373–378. (in Chinese with English abstract)
- Si XF (斯幸峰), Ding P (丁平) (2011) History, status of monitoring land birds in Europe and America and countermeasures of China. *Biodiversity Science* (生物多样性), **19**, 303–310. (in Chinese with English abstract)
- Si XF, Kays R, Ding P (2014) How long is enough to detect terrestrial animals? Estimating the minimum trapping effort on camera traps. *PeerJ*, **2**, e374.
- Silveira L, Jacomo ATA, Diniz-Filho JAF (2003) Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation*, **114**, 351–355.
- Srbek-Araujo AC, Chiarello AG (2005) Is camera-trapping an efficient method for surveying mammals in Neotropical forests? A case study in south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, **21**, 121–125.
- Tobler MW, Carrillo-Percastegui SE, Leite Pitman R, Mares R, Powell G (2008) An evaluation of camera traps for inventorying large- and medium-sized terrestrial rainforest mammals. *Animal Conservation*, **11**, 169–178.
- Yu MJ (于明坚), Hu ZH (胡正华), Yu JP (余建平), Ding BY (丁炳扬), Fang T (方腾) (2001) Forest vegetation types in Gutianshan Nature Reserve in Zhejiang. *Journal of Zhejiang University (Agriculture & Life Sciences)* (浙江大学学报(农业与生命科学版)), **27**, 275–380. (in Chinese with English abstract)
- Zhang SS (章书声), Bao YX (鲍毅新), Wang YN (王艳妮), Fang PF (方平福), Ye B (叶彬) (2012) Activity rhythms of black muntjac (*Muntiacus crinifrons*) revealed with infrared camera. *Acta Theriologica Sinica* (兽类学报), **32**, 368–372. (in Chinese with English abstract)
- Zhugue Y (诸葛阳) (1982) On the geographical distribution and the mammalian fauna of Zhejiang Province. *Acta Theriologica Sinica* (兽类学报), **2**, 157–166. (in Chinese with English abstract)

(责任编辑: 蒋学龙 责任编辑: 周玉荣)

附录 Supplementary Material

附表1 古田山森林动态监测样地内红外相机拍摄所获得的鸟兽名录(2009–2011)

Table S1 Species list of mammals and birds surveyed by camera traps between 2009 and 2011 in Gutianshan Forest Dynamics Plot <http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/w2014-211-1.pdf>

附图1 古田山森林动态监测样地内红外相机拍摄的重要兽类和鸟类照片

Fig. S1 Important mammals and birds recorded by camera traps in Gutianshan Forest Dynamics Plot <http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/w2014-211-2.pdf>

附图2 古田山森林动态监测样地内鸟兽的年际间活动频次。(A) 2009年; (B) 2010年; (C) 2011年。

Fig. S2 Activity patterns of mammals, birds and both taxa in 2009 (A), 2010 (B) and 2011 (C) in Gutianshan Forest Dynamics Plot <http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/w2014-211-3.pdf>

附表1 古田山森林动态监测样地内红外相机拍摄所获得的鸟兽名录(2009–2011)

Table S1 Species list of mammals and birds surveyed by camera traps between 2009 and 2011 in Gutianshan Forest Dynamics Plot

| 物种名 Species list | 独立照片数 (相对丰富度指数) Number of independent photographs (relative abundance index, RAI) | 独立照片数比例 Proportion of independent photographs (%) | 保护等级** Conservation priority |
|--|--|--|---------------------------------|
| 鸟类 Aves | | | |
| I. 鸡形目 GALLIFORMES | | | |
| 1. 雉科 Phasianidae | | | |
| (1) 灰胸竹鸡 <i>Bambusicola thoracica</i> | 4 (0.03) | 0.19 | |
| (2) 白鹇 <i>Lophura nycthemera</i> | 189 (1.27) | 9.16* | II |
| (3) 白颈长尾雉 <i>Syrmaticus ellioti</i> | 40 (0.27) | 1.94* | I, NT |
| (4) 勺鸡 <i>Pucrasia macrolopha</i> | 1 (0.01) | 0.05 | II |
| II. 鸢形目 PICIFORMES | | | |
| 2. 啄木鸟科 Picidae | | | |
| (5) 灰头绿啄木鸟 <i>Picus canus</i> | 7 (0.05) | 0.34 | |
| III. 雀形目 PASSERIFORMES | | | |
| 3. 鸫科 Turdidae | | | |
| (6) 虎斑地鸫 <i>Zoothera dauma</i> | 15 (0.10) | 0.73 | |
| (7) 白眉鸫 <i>Turdus obscurus</i> | 1 (0.01) | 0.05 | |
| (8) 白腹鸫 <i>Turdus pallidus</i> | 3 (0.02) | 0.15 | |
| 4. 八色鸫科 Pittidae | | | |
| (9) 仙八色鸫 <i>Pitta nympha</i> | 1 (0.01) | 0.05 | II, VU |
| 5. 画眉科 Timaliidae | | | |
| (10) 小黑领噪鹛 <i>Garrulax pectoralis</i> | 2 (0.01) | 0.10 | |
| 兽类 Mammalia | | | |
| IV. 啮齿目 RODENTIA | | | |
| 6. 松鼠科 Sciuridae | | | |
| (11) 赤腹松鼠 <i>Callosciurus erythraeus</i> | 18 (0.12) | 0.87 | |
| 7. 鼠科 Muridae | | | |
| (12) 社鼠 <i>Niviventer confucianus</i> | 968 (6.52) | 46.90* | |
| (13) 白腹巨鼠 <i>Leopoldmys edwardsi</i> | 30 (0.20) | 1.45* | |
| V. 食肉目 CARNIVORA | | | |
| 8. 鼬科 Mustelidae | | | |
| (14) 猪獾 <i>Arctonyx collaris</i> | 62 (0.42) | 3.00* | |
| (15) 鼬獾 <i>Melogale moschata</i> | 5 (0.03) | 0.24 | |
| 9. 灵猫科 Viverridae | | | |
| (16) 果子狸 <i>Paguma larvata</i> | 108 (0.73) | 5.23* | |
| 10. 猫科 Felidae | | | |
| (17) 豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i> | 1 (0.01) | 0.05 | |
| VI. 偶蹄目 ARTIODACTYLA | | | |
| 11. 猪科 Suidae | | | |
| (18) 野猪 <i>Sus scrofa</i> | 35 (0.24) | 1.70* | |
| 12. 鹿科 Cervidae | | | |
| (19) 黄麂 <i>Muntiacus reevesi</i> | 241 (1.62) | 11.68* | |
| (20) 黑麂 <i>Muntiacus crinifrons</i> | 333 (2.24) | 16.13* | I, VU |

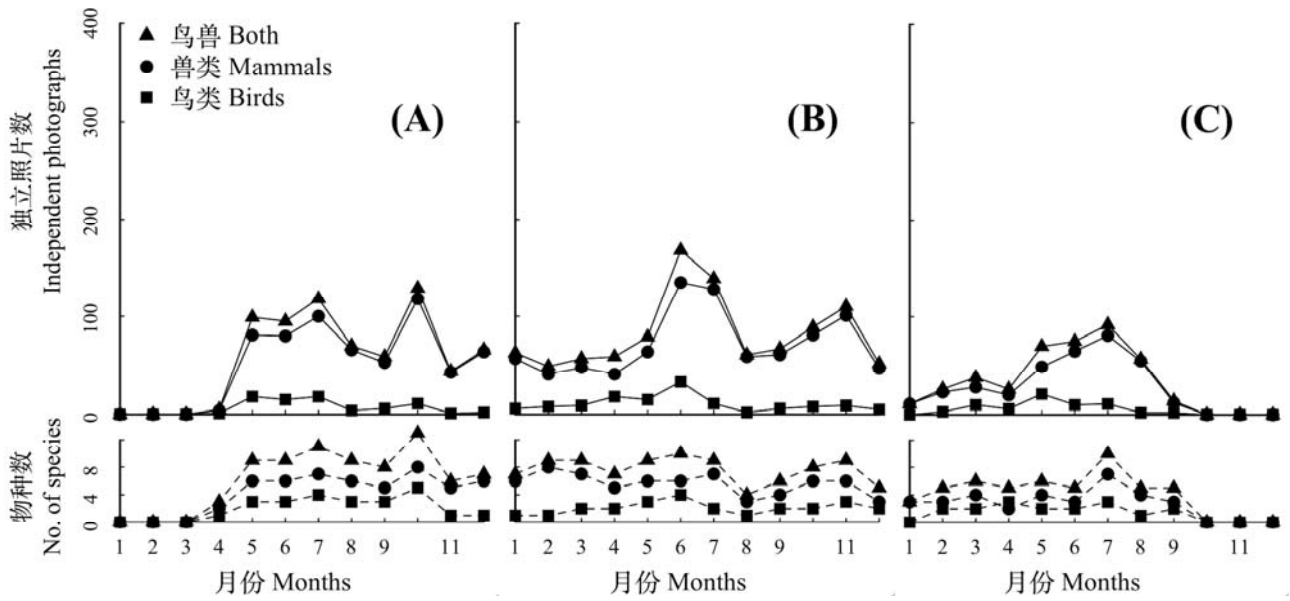
* 常见种(独立照片数比例≥1%)。 ** I, 国家I级重点保护野生动物; II, 国家II级重点保护野生动物。 VU: 易危(IUCN, 2012), NT: 近危(IUCN, 2012)。

* Common species (Proportion of independent photographs≥1%); ** I and II stand for wildlife under the first and the second class state protection, respectively; VU, Vulnerable (IUCN, 2012); NT, Near Threatened (IUCN, 2012).



附图1 古田山森林动态监测样地内红外相机拍摄的重要兽类和鸟类照片

Fig. S1 Important mammals and birds recorded by camera traps in Gutianshan Forest Dynamics Plot



附图2 古田山森林动态监测样地内鸟兽的年间活动频次。(A) 2009年; (B) 2010年; (C) 2011年。

Fig. S2 Activity patterns of mammals, birds and both taxa in 2009 (A), 2010 (B) and 2011 (C) in Gutianshan Forest Dynamics Plot