

广东紫金白溪省级自然保护区 4 种中小型 食肉动物的时空生态位分化

梅启明^① 李玉峰^② 丁向运^① 吴林芳^① 叶钦良^{②*}

① 广州林芳生态科技有限公司 广州 510520; ② 广东紫金白溪省级自然保护区管理处 河源 517400

摘要: 理解物种之间生态位分化和种间共存机制, 能为濒危动物的保护与管理提供科学依据。2020 至 2022 年, 利用红外相机对广东紫金白溪省级自然保护区 (以下简称白溪保护区) 的 4 种中小型食肉动物, 小灵猫 (*Viverricula indica*)、花面狸 (*Paguma larvata*)、斑林狸 (*Prionodon pardicolor*) 和豹猫 (*Prionailurus bengalensis*) 进行了网格化监测, 分析比较四者的栖息地分布、日活动节律和年活动节律。结果显示: (1) 在分布空间上, 小灵猫与其他 3 种小型食肉兽类的空间重叠度最低 (空间重叠度指数 I_0 在 0.20 和 0.38 之间), 而花面狸、斑林狸、豹猫之间的空间重叠度较高 (空间重叠度指数 I_0 在 0.46 和 0.71 之间); 4 种小型食肉动物都明显倾向于在常绿阔叶林中活动, 但花面狸与豹猫在针阔混交林等其他生境中也有较多活动记录。(2) 小灵猫与花面狸 (时间重叠度指数 $A = 0.87$)、斑林狸 (时间重叠度指数 $A = 0.83$) 的日活动节律均高度重叠, 而豹猫与其他 3 种小型食肉动物的日活动节律曲线均有显著差异。(3) 4 种动物的监测区年活动节律较为相似, 但活动最高峰期的月份有差异。结果表明, 4 种食肉动物选择了相似植被类型的栖息地, 造成了激烈的种间竞争。豹猫与其他 3 种同域分布的食肉动物发生了时间生态位的分离 ($P < 0.01$); 小灵猫与花面狸及斑林狸之间的时间生态位相近, 但发生了空间生态位的分化。

关键词: 紫金白溪省级自然保护区; 同域分布; 中小型食肉动物; 生态位分化

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2025) 04-493-10

Spatial and Temporal Niche Differentiation of Four Sympatric Small and Medium-Sized Carnivores in Baixi Provincial Nature Reserve in Zijin County, Guangdong, China

MEI Qi-Ming^① LI Yu-Feng^② DING Xiang-Yun^① WU Lin-Fang^① YE Qin-Liang^{②*}

① Guangzhou Linfang Ecological Technology Co., Ltd, Guangzhou 510520; ② Zijinbaixi Provincial Nature Reserve of Guangdong, Heyuan 517400, China

基金项目 2024 年广东省自然资源事务管理-生态林业建设专项资金 (自然保护地建设) 项目, 高质量构建绿美白溪全区域性综合生态监测-科普体系项目 (No. ZJZTGJ202403C022);

* 通讯作者, E-mail: 13322631866@189.cn;

第一作者介绍 梅启明, 男, 林业高级工程师; 研究方向: 生物多样性调查; E-mail: qmei4597@outlook.com。

收稿日期: 2024-07-05, 修回日期: 2025-04-27 DOI: 10.13859/j.cjz.202524156 CSTR: 32109.14.cjz.24156

Abstract: [Objectives] Niche differentiation is a fundamental mechanism enabling the coexistence of sympatric species within shared habitats. This study investigates the niche differentiation strategies of four small and medium-sized carnivores—*Viverricula indica*, *Prionodon pardicolor*, *Paguma larvata*, and *Prionailurus bengalensis*—in the Baixi Provincial Nature Reserve, Zijin County, Guangdong. By analyzing their spatial and temporal niche dynamics, this work aims to inform conservation strategies for these endangered species. [Methods] From July 2020 to August 2022, camera trapping surveys were conducted to monitor four sympatric small and medium-sized carnivores in the Baixi Nature Reserve, with 72 camera traps placed in 51 grids of 1 km × 1 km. Spatial niche differentiation was quantified based on the spatial overlap index (I_o). Kernel density estimation (KDE) was employed to model the diel activity patterns of the four carnivores, and overlapping coefficients (Δ) were calculated to compare the diel activity patterns among the four carnivores. Then, Wald tests were conducted to assess whether there were statistically significant differences in diel activity patterns among the four carnivores. The annual activity patterns of the four carnivores were assessed by the relative abundance index (I_{RA}). Then, we performed Pearson correlation tests to assess the similarity in annual activity rhythms among the four carnivores. All statistical analyses were conducted in R 4.2.1. [Results] (1) In terms of spatial distribution, the I_o values between *V. indica* and the other three small carnivores were lower (ranging from 0.20 to 0.38), while those among *Prionodon pardicolor*, *Paguma larvata*, and *Prionailurus bengalensis* were higher (ranging from 0.46 to 0.71) (Table 2). All the four carnivores showed a clear preference for evergreen broad-leaved forests, while *Paguma larvata* and *Prionailurus bengalensis* possessed more records of activities in other forests and shrubs (Fig. 3). (2) The diel activity pattern of *V. indica* significantly overlapped with those of *Paguma larvata* ($\Delta = 0.87$) and *Prionodon pardicolor* ($\Delta = 0.83$). *Prionailurus bengalensis* showed a different diel activity pattern compared with the other three carnivores (Δ ranging from 0.64 to 0.73, $P < 0.01$, Fig. 4). (3) The annual activity rhythms of the four animal species were fairly similar, while there were differences in the months when their peak activity occurred (Fig. 5). [Conclusion] The findings demonstrated that sympatric carnivores in the study area exhibited significant habitat preference overlap within comparable vegetation communities, resulting in pronounced interspecific competition pressures. This investigation provided novel insights into the temporal activity patterns and niche differentiation mechanisms among small and medium-sized carnivore guilds in South China, offering critical scientific support for developing regionally specific conservation strategies targeting endangered species within increasingly fragmented ecosystems.

Key words: Baixi Provincial Nature Reserve in Zijin County; Sympatric distribution; Small and medium-sized carnivores; Niche differentiation

陆生食肉动物通常指食肉目哺乳动物，是陆地生态系统的重要组成部分，在维持生态系统结构与功能稳定性、群落结构和物种多样性上具有不可替代的作用。根据成体体型大小，食肉动物分为大型食肉动物（体重不小于 15 kg）与中小型食肉动物（1 ~ 15 kg）（Gehrt et al. 2003）。根据其在生态系统营养级结构中的位

置，又可分为优势性食肉动物（dominant carnivore）与次级食肉动物（subordinate carnivore）（Ripple et al. 2014, 李治霖等 2021, Honiball et al. 2024）。由于森林砍伐、城镇建设和长期捕猎等原因，华南地区以虎（*Panthera tigris*）和豹（*P. pardus*）等为代表的大型食肉动物已经消失，目前处于食物链与营养级顶端

的是中小型哺乳类食肉动物。一方面，大型食肉动物的缺失，促进了中小型食肉动物种群的快速增长 (Tian et al. 2022)。另一方面，华南地区现存的中小型食肉动物也面临栖息地破碎化和岛屿化的威胁，种群数量急剧下降。小灵猫 (*Viverricula indica*)、花面狸 (*Paguma larvata*)、斑林狸 (*Prionodon pardicolor*) 和豹猫 (*Prionailurus bengalensis*) 同属食肉目中小型哺乳动物，身型及体重相似，4 者在地理分布上高度重叠，在我国南方地区常常同域分布 (Chen et al. 2009, 蒋志刚等 2015, Tian et al. 2022)。目前，这 4 种动物都受到了严格的法律保护，其中，小灵猫为国家一级重点保护野生动物，斑林狸与豹猫为国家二级重点保护野生动物，花面狸则被列入《有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物名录》。

当多个物种共存于同一个群落时，它们在各个维度的生态位上不可避免地发生相互作用。为了降低对资源的种间竞争，中小型食肉动物往往表现出空间和时间生态位的差异以实现同域共存 (de Satgé et al. 2017, Karanth et al. 2017)。在此背景下，中小型食肉动物如何通过生态位的分化实现同域共存成为生态学研究热点之一，目前已有较多研究先例，如对中国台湾南部地区的小灵猫、花面狸、鼬獾 (*Melogale moschata*) 和食蟹獾 (*Herpestes urva*) 的研究发现，4 种同域的动物在活动时间和栖息地选择上发生分化，小灵猫偏向于一定海拔范围内人为干扰较大的次生林，花面狸、鼬獾和食蟹獾的分布则可以从低海拔延伸到中等海拔地区 (Chen et al. 2009)；在贵州麻阳河国家级保护区的研究发现，黄腹鼬 (*Mustela kathiah*)、鼬獾、猪獾 (*Arctonyx collaris*) 和花面狸 4 种中小型食肉兽类在空间上回避豹猫，实现了生态位分化 (Tian et al. 2022)。

本研究基于 3 年的红外相机监测数据，对广东紫金白溪省级自然保护区内小灵猫、花面狸、斑林狸和豹猫 4 种中小型食肉动物的时空生态位差异进行分析，探讨在广东地区碎片化

森林生境中分布的中小型食肉动物的共存关系，同时为以小灵猫为代表的濒危物种的保护与管理提供科学建议。

1 研究区概况

广东紫金白溪省级自然保护区 (115°08'54" ~ 115°17'53" E, 23°40'43" ~ 23°45'42" N, 以下简称白溪保护区) 位于东江中游、河源市紫金县的东北部，总面积 5 776.3 hm²。保护区属粤东莲花山脉支脉，为中山低山丘陵地貌，平均海拔 500 m，最大高差 1 000 m 左右。保护区地处北回归线北缘，属于亚热带季风气候，兼有山地气候的特征，气候温和，光照充足，雨量充沛，干湿季节明显，4~9 月为湿季，10 月至翌年 3 月为干季。保护区年平均气温 20.5 °C，年平均降水量约为 1 733.9 mm，年平均日照数 1 705.7 h (钟智明等 2020)。主要植被类型为亚热带常绿阔叶林和针阔混交林，其他植被类型包括针叶林、常绿落叶混交林、竹林和灌草丛等。同时白溪保护区也是紫纹兜兰 (*Paphiopedilum micranthum*) 和中华穿山甲 (*Manis pentadactyla*) 等多种国家重点保护动植物的栖息地，对于我国珍稀物种的保护和利用具有重要意义。

2 研究方法

2.1 红外相机野外布设

红外相机野外网格化布设根据肖治术等 (2019) 的方法进行。2020 年 7 月至 2022 年 8 月，利用 ArcGIS 10.7 软件将保护区全域划分成 72 个 1 km × 1 km 的网格并进行编号，去除部分水库、居民区，以及地形崎岖难以抵达的网格，白溪保护区内共设有 51 个监测网格 (图 1)。在 51 个监测网格中共布设 75 台红外相机，相机布设位点基本覆盖整个保护区。实际安装过程中，考虑人为可达性与动物活动特点，将相机布设在兽道、靠近水源的林间开阔地和动物活动痕迹 (如兽径、粪便、巢穴、食痕、抓痕等) 较多的地方。安装相机的同时，记录位

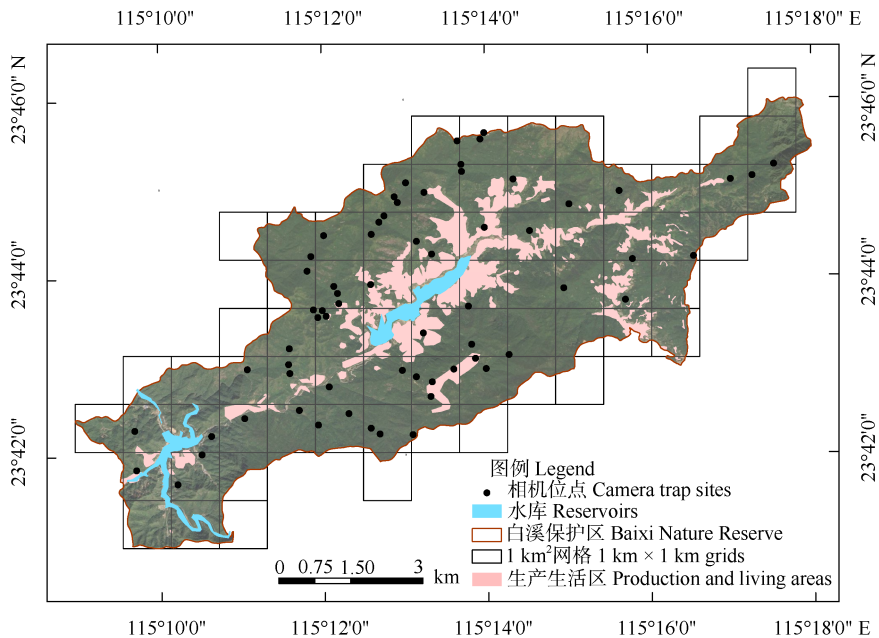


图 1 广东紫金白溪省级自然保护区红外相机布设位点

Fig. 1 Camera trapping sites in the Baiji Provincial Nature Reserve in Zijin County, Guangdong

点植被状况。相机固定于离地面约 50 cm 的树干上，相机镜头与地面平行。优威 L4 UVL4-CN 红外相机参数设置为，物理像素 1 200 万，视频尺寸 1 080 P；拍摄模式设置为拍照（1 张）加视频（1 段 10 s）模式，连续 2 次拍照最短时间间隔 1 min，采用 24 h 全天候监测。

2.2 物种识别

获得的影像资料分别按相机位点编号并建立文件夹，人工逐一查看红外相机拍摄到的照片和视频，对影像进行分类和物种鉴定，并筛选出含有小灵猫、花面狸、斑林狸和豹猫活动的影像文件。若同一地点重复拍摄到同一动物，则 30 min 内记录为 1 张独立有效照片 (Yasuda 2004, Michalski et al. 2007)。

2.3 数据分析

2.3.1 相对丰富度指数 统计小灵猫、花面狸、斑林狸和豹猫在某一生境或某一月份内的独立检测次数，并根据公式计算相对丰富度指数 (relative abundance index, I_{RA}) (Liu et al. 2013): $I_{RA} = (T_i/N_i) 100$, 式中, T_i 表示 i 物种在某一植被类型或某一月份的独立有效照片

数, N_i 表示 i 物种的独立有效照片总数。在 R 4.2.1 软件中分别计算 4 种中小型食肉动物每月的相对丰富度指数值, 经 Shapiro-Wilk 检验, 4 种中小型食肉动物的年活动节律均符合正态分布 ($P > 0.05$), 然后进行 Pearson 相关性检验, 以比较物种间年活动节律的相似度。

2.3.2 物种间网格重叠度 为量化 4 种中小型食肉动物的空间利用竞争特征, 采用空间重叠度系数 (overlap index, I_0) 来表示空间利用重叠程度 (Pianka 1974), 计算公式为: $I_0 = O_{ij}/(O_i O_j)^{1/2}$, 其中, O_{ij} 表示红外相机记录到两个物种的网格数, O_i 、 O_j 分别表示记录到两种对应小型食肉兽各自的网格数。空间重叠度系数的取值范围在 0 和 1 之间, 0 表示完全不重叠, 1 表示完全重叠。

2.3.3 物种间日节律的空间重叠度 使用核密度估计法 (kernel density estimation, KDE) 对 4 种中小型食肉动物的日活动节律及其重叠程度进行分析。根据监测记录, 在 R 4.2.1 中使用 overlap 包生成物种日活动曲线, 评估物种的日夜活动节律, 识别活动高峰, 并计算 4 种中小

型食肉动物的活动时间重叠度指数 (overlapping coefficient, Δ) (Ridout et al. 2009)。当样本量超过 50 时, 使用 Δ_4 表征重叠度。 $0 \leq \Delta \leq 1$, 0 表示 2 个物种的时间生态位完全没有重叠, 1 表示 2 个物种的时间生态位完全重叠。此外, 使用 activity 包 compareCkern 函数的 Wald test 对 4 种中小型食肉动物之间的日活动节律是否具有显著差异进行概率检验, 循环检测设定为 999 次 (Rowcliffe 2016)。

3 结果

3.1 空间生态位与生境植被类型

2020 年 7 月至 2022 年 8 月, 红外相机累计监测 26 500 个有效工作日, 共拍摄到有效照片 39 081 张。经过物种识别和结果合并, 分别得到小灵猫、花面狸、斑林狸和豹猫独立探测结果 86 次、349 次、56 次和 289 次, 分别出现在 8、36、12 和 31 个监测网格, 同时记录到 4 种动物的网格有 2 个 (表 1 和图 2)。

表 1 广东紫金白溪省级自然保护区内 4 种中小型食肉动物

Table 1 Four sympatric small and medium-sized carnivores in the Baixi Provincial Nature Reserve in Zijin County, Guangdong

科 Family	物种 Species	保护等级 Protection class	有效照片数 (比例) Number of valid photos (Proportion)	网格数 (比例) Number of grids (Proportion)
灵猫科 Viverridae	小灵猫 <i>Viverricula indica</i>	I	86 (11.03%)	8 (17.02%)
	花面狸 <i>Paguma larvata</i>	3	349 (44.74%)	36 (76.60%)
林狸科 Prionodontidae	斑林狸 <i>Prionodon pardicolor</i>	II	56 (7.18%)	12 (25.53%)
猫科 Felidae	豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>	II	289 (37.05%)	31 (65.96%)

保护等级中: I. 国家一级重点保护野生动物; II. 国家二级重点保护野生动物; 3. 有益、有重要经济价值、有科学研究价值的野生动物。

Protection classes: I. Wild animals under first-class national key protection; II. Wild animals under second-class national key protection; 3. Wild animals that are beneficial and have important economic value and scientific research value.

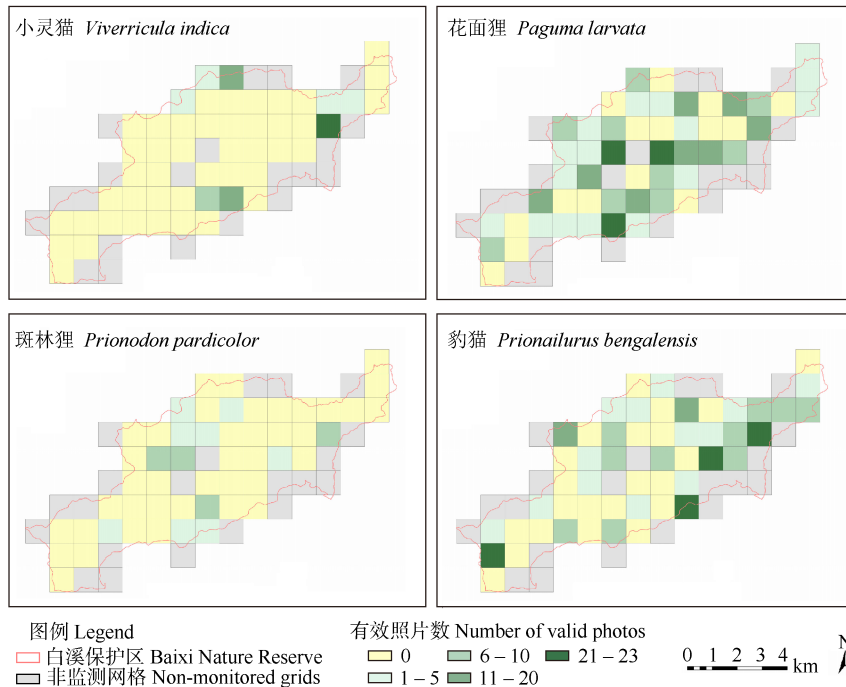


图 2 4 种中小型食肉动物的空间分布

Fig. 2 Spatial distribution of four small and medium-sized carnivores

空间分布分析结果显示，同时记录到小灵猫和斑林狸的监测网格有 2 个，空间重叠度系数最低 ($I_0 = 0.29$)；同时记录到花面狸和豹猫的监测网格有 2 个，空间重叠度系数最高 ($I_0 = 0.71$) (表 2)。

在研究区域的 5 种植被类型常绿阔叶林、常绿落叶阔叶林、针阔混交林、针叶林和灌丛中，4 种动物都主要在常绿阔叶林中活动 (图 3)。其中，小灵猫和斑林狸在常绿阔叶林的相对丰富度指数最高，分别为 97.64 和 93.10；花面狸与豹猫在针阔混交林、常绿落叶阔叶混合林、针叶林和灌丛中均有较多的活动记录：豹猫在常绿阔叶林和针叶林的相对丰富度指数分别为 72.66 和 17.64，花面狸在常绿阔叶林和针阔混交林的相对丰富度指数分别为 85.26 和 10.69。

3.2 日活动节律

基于 2020 至 2022 年所有数据进行日活动节律分析 (图 4)，小灵猫、花面狸和斑林狸都属于典型的夜行性动物，日间活动极少；豹猫日间活动相对较多。小灵猫和花面狸活动时间集中在 19:00 时至次日 6:00 时，峰值在 22:00 时至次日 1:00 时；斑林狸和豹猫偏好在晨昏运动，活动高峰期是凌晨 3:00 时和傍晚 18:00 ~ 20:00 时。小灵猫与花面狸、斑林狸的日活动节律高度重叠，时间重叠度指数 (Δ) 分别为 0.87 ($P > 0.05$) 和 0.83 ($P > 0.05$)；而花面狸与斑林狸之间的时间重叠指数较低 ($\Delta = 0.78$)，差异显著 ($P < 0.01$) (图 4a ~ c)。豹猫与小灵猫、花面狸和斑林狸的日活动节律曲线都有显著差异 ($P < 0.01$)，时间重叠度指数 (Δ) 分别为 0.73、0.68 和 0.64 (图 4d ~ f)。

表 2 4 种中小型食肉动物的共占网格数 (对角线上方) 和空间重叠度系数 (对角线下方)

Table 2 Number of co-occupied grids of four small and medium-sized carnivores (above diagonal) and spatial overlap index (below diagonal)

	小灵猫 <i>V. indica</i>	花面狸 <i>Paguma larvata</i>	斑林狸 <i>Prionodon pardicolor</i>	豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>
小灵猫 <i>Viverricula indica</i>		2	2	6
花面狸 <i>Paguma larvata</i>	0.29		10	24
斑林狸 <i>Prionodon pardicolor</i>	0.20	0.48		9
豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>	0.38	0.71	0.46	

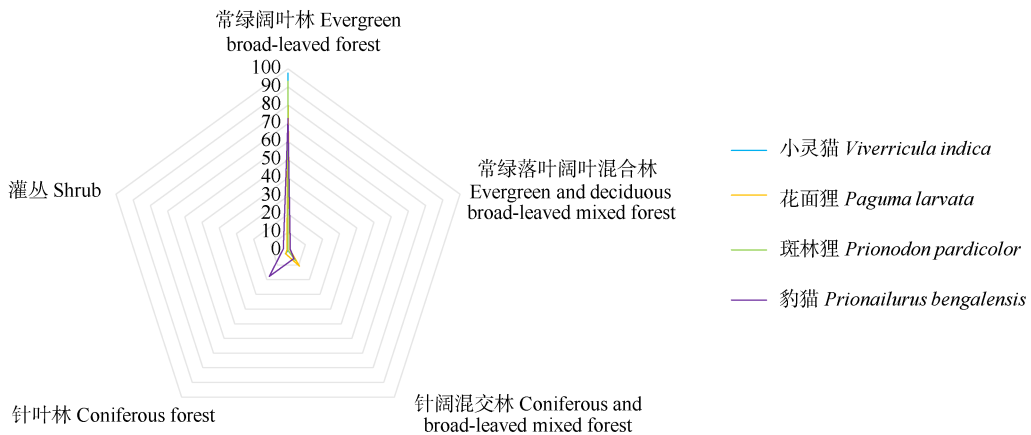


图 3 4 种中小型食肉动物在不同植被类型生境的相对丰富度指数

Fig. 3 Relative abundance index of four small and medium-sized carnivores in habitats with different vegetation types

3.3 年活动节律

为客观反映 4 种中小型食肉动物年活动节律，数据分析仅采用 2020 年 9 月至 2022 年 8 月的数据。4 种中小型食肉动物的年活动节律较为相似，活动频次都在春夏季（2~8 月）较高，秋冬季（9 月至次年 1 月）较低（图 5），但活动最高峰期的月份显示出一定的差异，花面狸、斑林狸、豹猫和小灵猫的活动最高峰期分别出现在 4 月、5 月、6 月和 7 月。根据 Pearson

相关性检验分析结果，小灵猫与花面狸（ $r = 0.26, df = 10, P > 0.05$ ）、小灵猫与豹猫（ $r = 0.26, df = 10, P > 0.05$ ）、花面狸与斑林狸（ $r = 0.46, df = 10, P > 0.05$ ）、斑林狸与豹猫（ $r = 0.46, df = 10, P > 0.05$ ）的年活动节律之间均无显著相似性，而花面狸与豹猫（ $r = 1.00, df = 10, P < 0.01$ ）、小灵猫与斑林狸（ $r = 0.71, df = 10, P < 0.05$ ）的年活动节律之间具有相似的趋势。

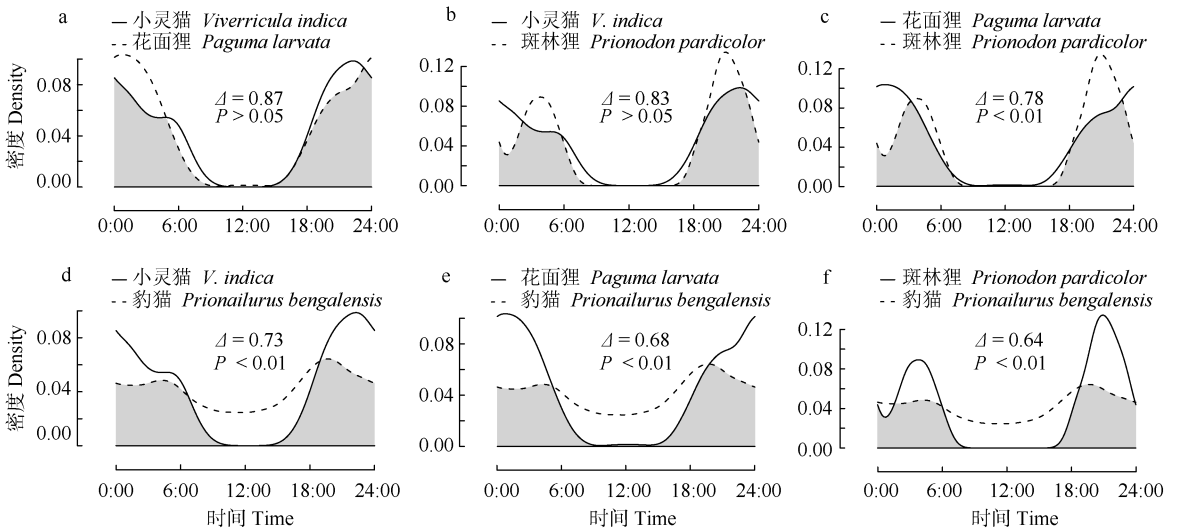


图 4 4 种中小型食肉动物的日活动节律及种间关系

Fig. 4 Diel activity pattern and interspecific relationships of four small and medium-sized carnivores

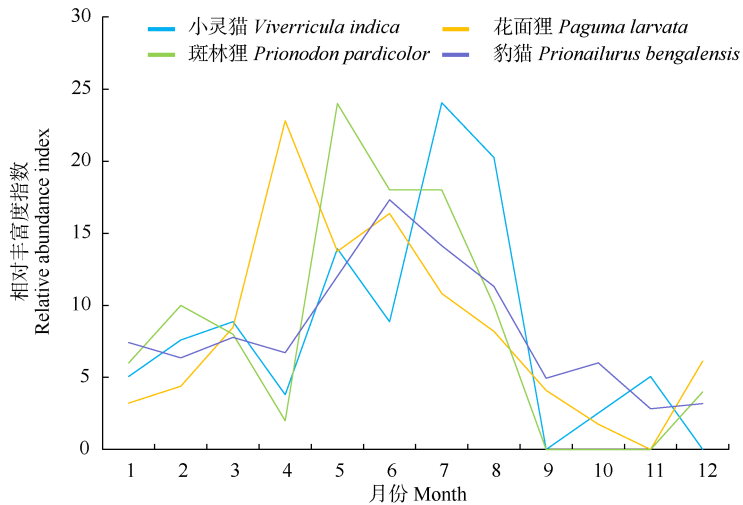


图 5 监测区内 4 种中小型食肉动物的年活动节律

Fig. 5 Annual activity rhythms of four small and medium-sized carnivores in the monitoring area

4 讨论

4.1 空间生态位与栖息地选择

物种只有在一定空间范围内共存，才能在时间和营养生态位维度上发生相互作用，因此空间生态位是了解食肉动物区域共存的基础 (Farris et al. 2020)。本研究结果显示，花面狸与豹猫的分布网格数较高，而小灵猫分布网格数最低，结果与 Rabinowitz (1991)、Zhou 等 (2014)、Chen 等 (2016)、高翔等 (2024) 的研究相符，小灵猫分布范围较同域分布的豹猫与花面狸小。白溪保护区小灵猫与花面狸、小灵猫与斑林狸、小灵猫与豹猫之间的空间重叠度较低，显示小灵猫与其他 3 种中小型食肉动物可能通过空间生态位的分化来避免竞争，也可能是小灵猫与其他 3 种中小型食肉动物偏好不同的微生境 (高翔等 2024)。

4 种中小型食肉动物都以常绿阔叶林为主要栖息地。中小型食肉动物对栖息地植被类型的选择主要与食物供应与隐蔽条件相关。小灵猫、花面狸和斑林狸有相似的食性，喜好小型脊椎动物、昆虫和植物果实等，因此偏向选择植物食物资源丰富的常绿阔叶林；而豹猫主要捕食小型兽类和鸟类，因此在较空旷的针阔混交林和针叶林中也有较多活动记录 (Grassman et al. 2005, Tian et al. 2022)。在白溪保护区，小灵猫与斑林狸几乎只在常绿阔叶林中活动，这与之前的研究结果，即小灵猫与斑林狸在不同植被类型中广泛分布不符 (Jennings et al. 2011, 2015, 高翔等 2024)。原因可能是本研究对于白溪保护区低海拔次生林、林缘地区及果园等人为干扰大的区域调查力度不足，且这些区域的红外相机常常遭到人为损坏或丢失，造成数据空缺。

4.2 时间生态位分化

时间是重要的生态位维度之一，是维持某些群落物种共存的关键，相较于空间生态位，时间生态位分化弹性更大，当食肉动物在空间、营养和功能性状等方面具有较高相似性时，活

动节律的差异可以有效促进物种同域共存 (Frey et al. 2017, Andersen et al. 2020)。本研究在约 56 km² 空间尺度上，基于红外相机监测，记录到 4 种中小型食肉动物在区域内共存，4 种食肉动物之间可能存在着强烈的资源竞争，因此会在时间生态位上寻求差异，以促进共存。本研究发现，白溪保护区内，豹猫以夜间活动为主，但日间也有较多活动记录；而小灵猫、花面狸和斑林狸基本只在夜间或晨昏活动。研究结果与对秦岭与贵州麻阳河的豹猫和花面狸 (Li et al. 2022, Tian et al. 2022)、贵州赤水与上海市区的小灵猫 (王怡涵等 2023, 白小节等 2024) 日活动节律的研究结果相似，唯一的差别是贵州赤水和上海市区的小灵猫日活动节律为双峰型，活动高峰出现于 02:00 ~ 06:00 时和 19:00 ~ 24:00 时，而白溪保护区小灵猫活动为单峰型，19:00 时至次日 6:00 时保持着相对较高的活动强度，峰值在 22:00 时左右。这表明中小型食肉动物对环境的适应具有很强的可塑性，在不同分布区域能对自身行为节律进行调节，以提高对环境的适合度。

此外，小灵猫与花面狸、斑林狸日活动节律较为相似。较高的日活动节律重叠度加强了种间竞争。因此，食肉动物之间也可能通过调整年活动节律来实现共存，如花面狸与豹猫、小灵猫与斑林狸在监测区内的年活动节律之间有显著差异。此外，4 种动物的活动最高峰月也有区别，花面狸、斑林狸、豹猫和小灵猫的活动最高峰月分别出现在 4 ~ 7 月。年活动节律与繁殖周期有关，如 4 月小灵猫的活动低谷为其产仔期。另一方面，季节性活动区域变化也会引起记录频次改变，导致监测区内产生物种间年活动节律的差异。但白溪保护区内非监测网格及周边地区缺乏调查数据进行比较，因此需要在更广泛的地域开展红外相机监测。

参 考 文 献

- Andersen G E, Johnson C N, Jones M E. 2020. Space use and temporal partitioning of sympatric Tasmanian devils and

- spotted-tailed quolls. *Austral Ecology*, 45(3): 355–365.
- Chen M T, Liang Y J, Kuo C C, et al. 2016. Home ranges, movements and activity patterns of leopard cats (*Prionailurus bengalensis*) and threats to them in Taiwan. *Mammal Study*, 41(2): 77–86.
- Chen M T, Tewes M E, Pei K J, et al. 2009. Activity patterns and habitat use of sympatric small carnivores in southern Taiwan. *Mammalia*, 73(1): 20–26.
- de Satgé J, Teichman K, Cristescu B. 2017. Competition and coexistence in a small carnivore guild. *Oecologia*, 184(4): 873–884.
- Farris Z J, Gerber B D, Karpanty S, et al. 2020. Exploring and interpreting spatiotemporal interactions between native and invasive carnivores across a gradient of rainforest degradation. *Biological Invasions*, 22(6): 2033–2047.
- Frey S, Fisher J T, Burton, A C, et al. 2017. Investigating animal activity patterns and temporal niche partitioning using camera-trap data: challenges and opportunities. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 3(3): 123–132.
- Gehrt S D, Clark W R. 2003. Raccoons, coyotes, and reflections on the mesopredator release hypothesis. *Wildlife Society Bulletin*, 31(3): 836–842.
- Grassman L I, Tewes M E, Silvy N J, et al. 2005. Spatial organization and diet of the leopard cat (*Prionailurus bengalensis*) in north-central Thailand. *Journal of Zoology*, 266(1): 45–54.
- Honiball T L, Davis R S, Ntlokwa L, et al. 2024. Lion lords and sharing hyaenas: carnivore guild dynamics around elephant carcasses. *Ecology and Evolution*, 14(5): e11373.
- Jennings A P, Veron G. 2011. Predicted distributions and ecological niches of 8 civet and mongoose species in Southeast Asia. *Journal of Mammalogy*, 92(2): 316–327.
- Jennings A P, Veron G. 2015. Predicted distributions, niche comparisons, and conservation status of the spotted linsang (*Prionodon pardicolor*) and banded linsang (*Prionodon linsang*). *Mammal Research*, 60(2): 107–116.
- Karanth K U, Srivathsa A, Vasudev D, et al. 2017. Spatio-temporal interactions facilitate large carnivore sympatry across a resource gradient. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1848): 20161860.
- Li J, Li D Q, Hacker C, et al. 2022. Spatial co-occurrence and temporal activity patterns of sympatric mesocarnivores guild in Qinling Mountains. *Global Ecology and Conservation*, 36: e02129.
- Liu X H, Wu P F, Songer M, et al. 2013. Monitoring wildlife abundance and diversity with infra-red camera traps in Guanyinshan Nature Reserve of Shaanxi Province, China. *Ecological Indicators*, 33: 121–128.
- Michalski F, Peres C A. 2007. Disturbance-mediated mammal persistence and abundance-area relationships in Amazonian forest fragments. *Conservation Biology*, 21(6): 1626–1640.
- Pianka E R. 1974. Niche overlap and diffuse competition. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 71(5): 2141–2145.
- Rabinowitz A R. 1991. Behaviour and movements of sympatric civet species in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand. *Journal of Zoology*, 223(2): 281–298.
- Ridout M S, Linkie M. 2009. Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 14(3): 322–337.
- Ripple W J, Estes J A, Beschta R L, et al. 2014. Status and ecological effects of the world's largest carnivores. *Science*, 343(6167): 1241484.
- Rowcliffe M. 2016. activity: Animal Activity Statistics. R package version 1.1. [EB/OL]. [2023-09-27]. <http://CRAN.R-project.org/package=activity>.
- Tian J P, Zou Q X, Zhang M M, et al. 2022. Spatial and temporal differentiation are not distinct but are covariant for facilitating coexistence of small and medium-sized carnivores in Southwestern China. *Global Ecology and Conservation*, 34: e02017.
- Yasuda M. 2004. Monitoring diversity and abundance of mammals with camera traps: a case study on Mount Tsukuba, central Japan. *Mammal Study*, 29(1): 37–46.
- Zhou Y B, Newman C, Palomares F, et al. 2014. Spatial organization and activity patterns of the masked palm civet (*Paguma larvata*) in Central-South China. *Journal of Mammalogy*, 95(3): 534–542.
- 白小节, 肖文宏, 张廷跃, 等. 2024. 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. *兽类学报*,

44(3): 309–320.

高翔, 潘淑芳, 孙争争, 等. 2024. 广东珠海凤凰山和淇澳岛小灵猫的分布与活动节律. *生物多样性*, 32(8): 79–88.

蒋志刚, 马勇, 吴毅, 等. 2015. 中国哺乳动物多样性及地理分布. 北京: 科学出版社.

李治霖, 多立安, 李晟, 等. 2021. 陆生食肉动物竞争与共存研究概述. *生物多样性*, 29(1): 81–97.

王怡涵, 赵倩倩, 刁奕欣, 等. 2023. 基于红外相机调查上海市区

小灵猫的活动节律、栖息地利用及其对人类活动的响应. *生物多样性*, 31(2): 77–86.

肖治术, 陈立军, 宋相金, 等. 2019. 基于红外相机技术对广东车八岭国家级自然保护区大中型兽类与雉类的编目清查与评估. *生物多样性*, 27(3): 237–242.

钟智明, 张志坚, 李玉峰, 等. 2020. 广东紫金白溪省级自然保护区野生动植物景观资源及评价. *山东林业科技*, 50(3): 40–44.

(上接 492 页)



图 1 金色林鹟（雌性）及其生境

Fig. 1 *Tarsiger chrysaeus* (female) and its habitat

金色林鹟已知分布区包括重庆、湖北（郑光美 2017）以及近期记录的贵州中部贵阳市花溪区（张海波等 2020）。此次金色林鹟在湖南省的发现，与已知分布区相互邻接，进一步补充完善了对该物种分布范围的认识，为了解该物种地理分布现状提供了基础信息，但其在湖南省境内的居留类型还有待进一步调查研究。

王丞 刘懿 邓智勇 解宜兴 周韶辉 陈家法*

湖南张家界大鲵国家级自然保护区事务中心 张家界 427400