

# 无线电遥测技术研究澳门犬蝠的捕食区面积

刘会<sup>①②</sup> 何向阳<sup>②#</sup> 刘奇<sup>②</sup> 简汉彪<sup>③</sup> 张琴<sup>②</sup> 黄继展<sup>③</sup> 植诗雅<sup>③</sup>  
梁捷<sup>②</sup> 彭真<sup>②</sup> 孙云霄<sup>②</sup> 彭兴文<sup>②</sup> 刘志霄<sup>①\*</sup> 张礼标<sup>②\*</sup>

① 吉首大学生物资源与环境科学学院 吉首 416000; ② 广东省生物资源应用研究所, 广东省动物保护与资源利用重点实验室, 广东省野生动物保护与利用公共实验室 广州 510260; ③ 澳门民政总署 澳门特别行政区

**摘要:** 2015年5~12月, 利用无线电跟踪方法对澳门路环3只犬蝠(*Cynopterus sphinx*; 2♂♂, 1♀)的捕食区进行研究。结果发现, 3只犬蝠的月平均捕食区面积的大小差异显著( $F_{3,23} = 77.854$ ,  $P < 0.0001$ ), 2雄性的捕食区面积分别为( $1.6 \pm 0.4$ )  $\text{hm}^2$  ( $n = 8$ )和( $17.9 \pm 6.6$ )  $\text{hm}^2$  ( $n = 8$ ), 雌性为( $31.7 \pm 4.7$ )  $\text{hm}^2$  ( $n = 7$ ); 3只犬蝠的捕食区离日栖息地的平均距离差异亦显著( $F_{3,23} = 16.034$ ,  $P < 0.001$ ), 2雄性分别为( $53.6 \pm 12.4$ ) m和( $446.2 \pm 68.8$ ) m(二者均 $n = 8$ ), 雌性为( $606.9 \pm 94.7$ ) m ( $n = 7$ ); 2雄性的捕食区存在部分重叠, 但是雌性与2雄性的捕食区均无重叠。此外, 不同月份犬蝠的捕食区面积呈现出一定的差异, 冬季(11月和12月)捕食区面积相对较大, 且雌性的10月份捕食区面积比相邻月份有所减少。本研究说明, 犬蝠的捕食区通常靠近其日栖息地, 捕食区面积中等, 其面积大小具有较为明显的季节变化。

**关键词:** 犬蝠; 无线电跟踪; 捕食行为; 澳门

**中图分类号:** Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2017) 03-373-08

## Radio-tracking Studies on Foraging Areas of Short-nosed Fruit Bats *Cynopterus sphinx* in Macau

LIU Hui<sup>①②</sup> HE Xiang-Yang<sup>②#</sup> LIU Qi<sup>②</sup> KAN Hon-Pio<sup>③</sup> ZHANG Qin<sup>②</sup> WONG Kai-Chin<sup>③</sup>  
ZHI Shi-Ya<sup>③</sup> LIANG Jie<sup>②</sup> PENG Zhen<sup>②</sup> SUN Yun-Xiao<sup>②</sup> PENG Xing-Wen<sup>②</sup>  
LIU Zhi-Xiao<sup>①\*</sup> ZHANG Li-Biao<sup>②\*</sup>

① College of Biology and Environmental Sciences, Jishou University, Jishou 416000; ② Guangdong Key Laboratory of Animal Conservation and Resource Utilization, Guangdong Public Laboratory of Wild Animal Conservation and Utilization, Guangdong Institute of Applied Biological Resources, Guangzhou 510260; ③ Macau Civic and Municipal Affairs Bureau, Macao, China

**Abstract:** We investigated the foraging area of three individuals (2 males and 1 female) of Short-nosed Fruit

**基金项目** 澳门民政总署资助项目, 广东省科技计划项目 (No. 2013B050800024, 2015A020209093), 广东省科学院平台环境与能力建设专项 (No. 2016GDASPT-0215);

\* 通讯作者, E-mail: zxliu1965@163.com; zhanglb@gdei.gd.cn;

**第一作者简介** 刘会, 女, 硕士研究生; 研究方向: 动物生态学; E-mail: liuhuis1992@163.com;

# **同等贡献第一作者** 何向阳, 男, 助理研究员; 研究方向: 动物生态学; E-mail: hexiangyang888@126.com.

收稿日期: 2016-09-30, 修回日期: 2017-01-20 DOI: 10.13859/j.cjz.201703002

Bat, *Cynopterus sphinx* (Chiroptera, Pteropodidae) in Luhuan, Macau from May 2015 to December 2015 using radio telemetry. The results found that the monthly mean foraging area among these three individuals was significantly different ( $F_{3,23} = 77.854$ ,  $P < 0.0001$ ) (Table 1). Two males had smaller foraging areas,  $1.6 \pm 0.4 \text{ hm}^2$  and  $17.9 \pm 6.6 \text{ hm}^2$  (both  $n = 8$ ), respectively; while the female had bigger one,  $31.7 \pm 4.7 \text{ hm}^2$  ( $n = 7$ ) (Fig. 2). The average distance between the daytime roosting site and foraging sites among three individuals was also significantly different ( $F_{3,23} = 16.034$ ,  $P < 0.001$ ), those of two males were  $53.6 \pm 12.4 \text{ m}$  and  $446.2 \pm 68.8 \text{ m}$  (both  $n = 8$ ), while that of female was  $606.9 \pm 94.7 \text{ m}$  ( $n = 7$ ). The foraging area of one male partly overlapped with that of another, but that of female was separate from those of two males. Furthermore, the foraging area varied in different month, those in winter (November and December) were relative larger, and that of female in October was smaller than those in September and November (Fig. 3). The results of this study suggested that the foraging sites of Short-nosed Fruit Bat normally close to their daytime roosts, and they have moderate foraging area, which presents seasonal variation.

**Key words:** Short-nosed Fruit Bat, *Cynopterus sphinx*; Radio telemetry; Foraging behavior; Macau

20 世纪 60 年代无线电遥测技术开始进入动物学研究领域 (Lemunyan et al. 1959), 1980 年代以来, 被引进我国 (Young et al. 1991, 梁伟等 2003)。无线电遥测是通过遥测固定在动物身上的发射器发出的无线电波来确定其位置的一门技术 (Kenward 2001), 该方法主要用来研究动物的栖息地选择与扩散、繁殖生态学、种群参数和种群管理等, 研究对象主要是鱼类 (占比达 47%), 其次为鸟类、兽类、昆虫和爬行类等 (孙岳等 2009)。但是佩戴发射器对不同动物会产生不同的影响, 包括使动物身体状态变差 (Tuytens et al. 2002)、增加能量的消耗 (Godfrey et al. 2003)、降低存活率 (Reynolds et al. 2009) 等, 也有研究证明无显著影响 (Douglass 1989, Økland et al. 2003, Wells et al. 2003, Rustadbakken et al. 2004)。随着无线电跟踪技术的不断改进, 其在研究对象和研究内容方面也不断扩宽, 研究深度也得到进一步的加深。

对于活跃程度高、活动范围广的动物来说, 研究捕食区域大小对于了解其行为生态至关重要 (Corbett et al. 2008)。蝙蝠作为唯一会飞的兽类, 目前为止对其捕食区大小的研究主要采用超声波监测 (McAney et al. 1988)、发光管标记 (Schofield et al. 1999)、标记重捕 (La Val

1970, Handley et al. 1991)、无线电遥测 (Bontaduba et al. 2002) 等方法, 其中无线电遥测有其明显的优越性, 可提供更及时、更详细的信息 (Aldridge et al. 1988, Corbett et al. 2008)。国内较少使用无线电遥测技术研究蝙蝠。Tang 等 (2010) 利用无线电遥测技术对海南岛棕果蝠 (*Rousettus leschenaulti*) 的捕食区进行研究, 发现雌性个体的捕食区面积比雄性更大。繁殖需求可能是雌性需求更大捕食区面积的原因: 在怀孕和哺乳期, 雌性均需要更多的能量 (Audet et al. 1991, Mclean et al. 1999, Nicholls et al. 2006)。食虫蝙蝠在繁殖期出现雌性延长捕食时间的现象, 亦是出于此目的 (Audet et al. 1988, Barclay 1989, Zhang et al. 2015)。

犬蝠 (*Cynopterus sphinx*) 为狐蝠科 (Pteropodidae) 的一种, 体型相对较大 (体重 40 ~ 60 g), 主要分布于东南亚, 在中国主要分布于华南地区 (Smith 等 2009)。在华南地区, 犬蝠主要栖息在蒲葵树 (*Livistona chinensis*) 的树叶中, 雄性通过其筑造的巢吸引雌性, 其婚配制多为一雄多雌制 (张伟等 2008); 夜晚觅食过程中, 犬蝠通常在捕食区内的夜栖息地休息 (刘奇等 2014)。有关犬蝠的食物组成研究相对较多 (Ruby et al. 2000,

唐占辉等 2005, Elangovan et al. 2006, 朱光剑等 2007, 吴毅等 2008); Gopukumar 等(1998) 使用无线电遥测研究了月光对犬蝠捕食行为的影响, Karuppudurai 等(2008) 则用无线电遥测技术研究了犬蝠不同栖息群之间的个体交换, 但是至目前为止尚无使用无线电遥测研究其捕食区的报道。本研究使用无线电遥测技术对澳门地区犬蝠的捕食区范围进行了研究, 分析了该种蝙蝠捕食区范围的差异、月份变化等。

## 1 研究方法

野外无线电遥测于 2015 年 5 月至 12 月在澳门路环(22°67'35.1"N, 113°33'55.9"E, 海拔 20 m) 进行。澳门位于珠江三角洲南端, 地处广东省南部, 北与珠海市相连接, 东与香港隔海, 总面积 30.4 km<sup>2</sup> (澳门统计局数据 2015), 由澳门半岛、氹仔、路环及路氹填海区组成。澳门半岛和氹仔为澳门的主要住宅区, 人类活动频繁, 路环的人类活动程度相对较低。澳门属亚热带海洋性季风气候, 炎热多雨, 年均温 22.3°C, 1 月均温 14.6°C, 5~9 月为雨季; 植被属亚热带常绿阔叶林(魏清泉 1996)。

2015 年 5 月份, 用手抄网在石排湾郊野公园的蒲葵树上捕获 2 只成年雄性犬蝠, 分别佩戴 Loctek 公司生产的 VHF 系列无线发射器一枚, 发射频率分别为 150.082 0 kHz (来自 2♂♂ 栖息群中的 1 只, 记录为 M1) 和 150.383 0 kHz (独居♂, 记录为 M2), 利用自收式捆绑带戴在犬蝠颈部, 发射器固定在犬蝠背部, 使天线向后伸; 2015 年 6 月, 用同样的方法在九澳高顶烧烤公园将发射频率为 150.142 0 kHz 的发射器绑定在一只雌性成年犬蝠身上(属于 1♂7♀ 栖息群, 记录为 F1)。2 只雄性的栖息地之间距离为 270 m, 雌性个体与 2 只雄性的栖息地之间距离约为 1 850 m; 佩戴发射器之后, 在原栖息地于黄昏时刻放飞。发射器重 3 g, 为犬蝠体重的 5%~6%, 基本符合无线电发射器佩戴标准, 放飞后可观察到该 3 只犬蝠均飞行正常, 且放飞后连续 4 个晚上均返回其原栖

息地。M1 和 M2 的遥测数据从 5 月开始, 12 月结束; F1 的遥测数据从 6 月开始, 12 月结束。

无线电信号采用地面手持式接收器外接天线接收, 有效距离为 1.4 km。根据信号强度判断信号来源方向, 用数显方位仪(美国, SJF-131) 测量方位角, 以正北方向为 0°; 用 GPS 卫星定位器(Garmin GPS 72, Garmin Inc., Olathe, KS) 记录遥测地点所在位置的经纬度, 连续、快速地在 3 个不同位置遥测同一个目标发射出来的信号, 并根据三角定位法(triangulation method) 计算出发射器(目标动物) 所在位置。自绑定发射器开始每月连续遥测 4 d, 遥测时间为每晚 19:00~22:30 时, 并根据实际遥测情况适当延长时间。实际遥测操作时, 当蝙蝠休息不飞行时, 于尽可能短的时间在彼此相距超过 30 m 的 3 个点分别遥测同一目标动物发出的无线电信号, 记录遥测点的地理坐标和信号来源的方位角, 将数据输入 LocateIII 软件, 计算目标动物的位置(地理坐标); 由于蝙蝠飞行而导致三角定位法无法实现的时候, 根据信号强弱和方向判断目标动物的位置。为了减少对距离判断产生的误差, 通过测量接收器与未绑定在蝙蝠身上的发射器不同距离及其信号强度制作标准曲线(图 1),

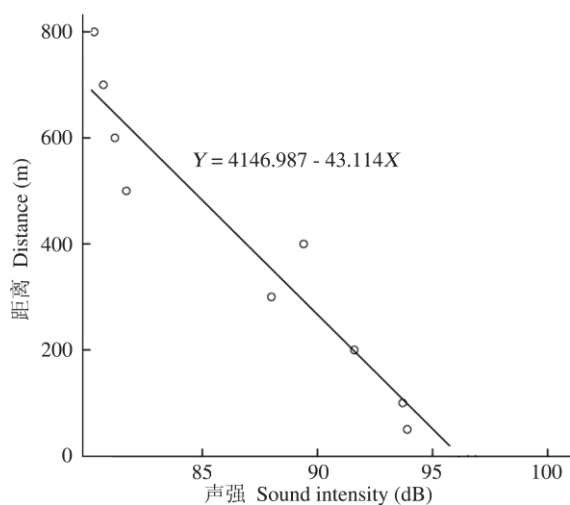


图 1 无线电跟踪接收器声音强度与距离的标准曲线  
Fig. 1 The standard curve between the sound intensity of radio tracking receiver and distance

并在实际应用时根据地形等进行校准。将遥测到的每个坐标标定在澳门的 Google Earth 地图上。

使用 Google Earth Pro 7.1.5.1557 软件的多边形工具对每个月 4 d 晚上每只犬蝠的所有遥测点进行面积测量, 用于代表该月每个个体的捕食区面积; 通过线条工具测量该多边形最长轴, 用于代表捕食区长轴; 同样通过线条工具测量犬蝠日栖息地到该多边形中心位置的距离作为栖息地与捕食区的距离。使用 SPSS 20.0 用独立样本 *t*-检验进行统计分析, 以  $\alpha = 0.05$  为检验水准, 统计结果以平均值  $\pm$  标准误 (Mean  $\pm$  SE) 表示。

## 2 结果

总计获得 455 个遥测位置的数据, 遥测到 3 只犬蝠位置数量分别为 165、143、147 (表 1)。3 只犬蝠各自的月平均捕食区面积大小差异显著 ( $F_{3,23} = 77.854$ ,  $P < 0.0001$ ), 从  $(1.6 \pm 0.4) \text{ hm}^2$  ( $n = 8$ ) 到  $(31.7 \pm 4.7) \text{ hm}^2$  ( $n = 7$ ) (表 1), 3 只犬蝠总的捕食区面积月平均为  $(16.4 \pm 13.2) \text{ hm}^2$  ( $n = 3$ )。同样, 3 只犬蝠捕食区的长轴长度也差异显著 ( $F_{3,23} = 710.02$ ,  $P < 0.001$ ), M1 最短, 其次为 M2, F1 最长。M1 的捕食区与 M2 存在部分重叠, 而 F1 的捕食区与 M1、M2 均无重叠 (图 2)。

表 1 澳门被跟踪犬蝠个体体型及其捕食区特征

Table 1 Morphological and foraging characteristics of three tracked Short-nosed Fruit Bat in Macau

被跟踪蝙蝠特征 Characters of bats tracked	雄性 1 Male 1 (M1)	雄性 2 Male 2 (M2)	雌性 1 Female 1 (F1)
体重 Body mass (g)	56.5	58.2	51.7
跟踪开始时间 (年-月-日) Date transmitter mounted (Year-month-date)	2015-05-20	2015-05-20	2015-06-16
跟踪结束时间 (年-月-日) Date of last recording (Year-month-date)	2015-12-16	2015-12-16	2015-12-16
遥测到的位置数量 The number of radio-telemetry positions	165	143	147
捕食区面积 Mean foraging area ( $\text{hm}^2$ )	$1.6 \pm 0.4$ (8)	$17.9 \pm 6.6$ (8)	$31.7 \pm 4.7$ (7)
捕食区长轴 Mean long axis of foraging area (m)	$192.5 \pm 51.6$ (8)	$886.3 \pm 376.8$ (8)	$1121.4 \pm 652.6$ (7)
捕食区距离 Mean distance to foraging area (m)	$53.6 \pm 12.4$ (8)	$446.2 \pm 68.8$ (8)	$606.9 \pm 94.7$ (7)

括号中的数字表示样本量。Mean  $\pm$  SE, sample size.

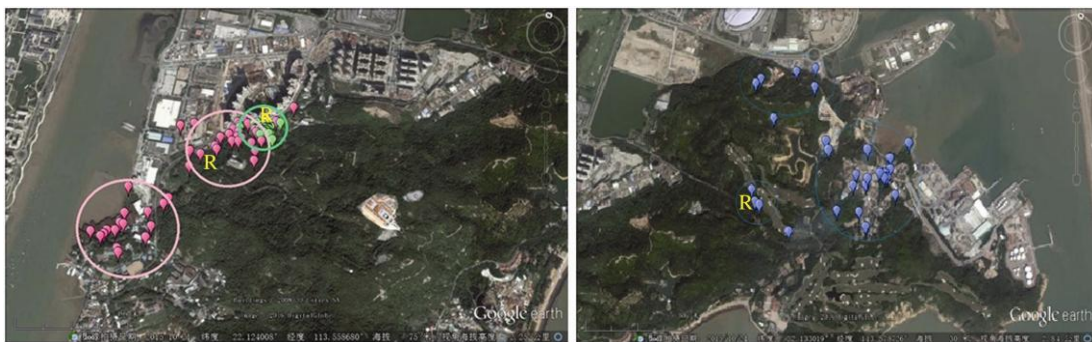


图 2 3 只犬蝠被无线电跟踪的位点

Fig. 2 Radio-tracking positions of three short-nosed fruit bat in Macau

左图: 绿色代表 M1, 粉红色代表 M2, 均为 2015 年 5 ~ 12 月数据; 右图: 蓝色代表 F1, 为 2015 年 6 ~ 12 月数据。黄色 R 代表犬蝠日栖息地位置。

Left: green represents M1, pink represents M2. Right: blue represent F1. The letter "R" represents the diurnal roost.

本研究通过对 2 只雄性犬蝠 (5 ~ 12 月) 和 1 只雌性犬蝠 (6 ~ 12 月) 无线电跟踪, 结果发现 (图 3), M1 在无线电跟踪的 8 个月中捕食区面积变化不大, 基本保持在  $1.5 \text{ hm}^2$ , 且基本在其日栖息地的周边捕食, 觅食期间常回到其日栖息地休息或处理食物; M2 则表现出比较明显的月变化, 其捕食区面积在 9、10 月份相对较小 (分别为  $9.6 \text{ hm}^2$ 、 $12.5 \text{ hm}^2$ ), 而在 11、12 月则相对较大 ( $25.9 \text{ hm}^2$ 、 $28.9 \text{ hm}^2$ ); F1 在 6 ~ 9 月份捕食区面积依次增加, 10 月份略有下降, 11、12 月份再次增加, 且后 2 个月的捕食区面积最大 ( $33.4 \text{ hm}^2$ 、 $38.6 \text{ hm}^2$ )。从图 2 还可以看到, M1 的捕食区仅 1 个, 处于其日栖息地周边; M2 和 F1 的捕食区不止 1 个, M2 捕食区有 2 个, 而 F1 捕食区相对零散, 大致可以分为 3 个。M1 捕食区离日栖息地平均距离最近 [ $(53.6 \pm 12.4) \text{ m}$ ,  $n = 8$ ], 而 M2 次之 [ $(446.2 \pm 68.8) \text{ m}$ ,  $n = 8$ ], F1 最远 [ $(606.9 \pm 94.7) \text{ m}$ ,  $n = 7$ ] (表 1), 三者差异显著 ( $F_{3,23} = 16.034$ ,  $P < 0.001$ )。

### 3 讨论

本研究通过在澳门 8 个月的无线电跟踪发

现, 犬蝠通常在日栖息地附近觅食, 捕食区面积存在较为明显的月份变化。果蝠的捕食区通常呈现时空变化, 这与其相应捕食区的食物丰富度有关 (Winkelmann et al. 2000), 即食物匮乏的区域或季节, 捕食区面积相应增加。本研究发现, 犬蝠在不同月份其捕食区面积存在差异, 11、12 月份雌雄犬蝠的捕食区均相对较大, 这可能与该季节野外食物丰富度下降有关。此外, 雌性 F1 犬蝠 10 月份的捕食区面积与相邻月份相比均小一些, 可能与繁殖产仔行为有关。犬蝠每年有 2 次产仔高峰期, 分别在 3 月和 10 月 (姚倩 2009), 10 月份产仔的雌性犬蝠由于需要在觅食期间回日栖息地哺乳, 或者由于携带幼子外出觅食负载较重, 因而不能在更大的捕食区内进行觅食; 但是, 6 月至 9 月该雌性犬蝠捕食区面积逐步增加, 可能与其怀孕进程对能量需求的增加有关。

Tang 等 (2010) 对海南棕果蝠无线电跟踪研究发现, 其捕食区面积较大, 2 只雄性捕食区分别为  $1138 \text{ hm}^2$ 、 $1682 \text{ hm}^2$ , 而雌性的捕食区更大, 为  $3867 \text{ hm}^2$ , 3 只棕果蝠的捕食区面积平均为  $2289 \text{ hm}^2$ 。本研究同样对 3 只犬蝠进行了无线电跟踪, 发现 2 只雄性的捕食区面积

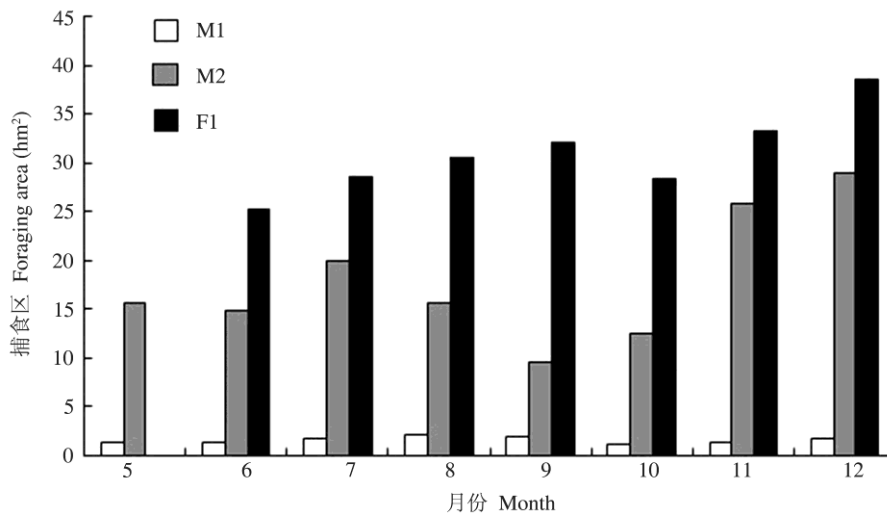


图 3 澳门 3 只无线电跟踪犬蝠捕食区面积的月变化

Fig. 3 The foraging area month variation of three tracked Short-nosed Fruit Bat during May to December in Macau

分别为 1.8 hm<sup>2</sup>、17.9 hm<sup>2</sup>，而雌性的相对较大，为 31.7 hm<sup>2</sup>，3 只犬蝠平均捕食区面积为 16.4 hm<sup>2</sup>。对比发现，犬蝠捕食区相对棕果蝠来说要小很多，可能与体型、食物选择、竞争等因素有关。棕果蝠（体重 100 ~ 130 g, Tang et al. 2010）体型比犬蝠（体重 51.7 ~ 58.2 g, 表 1）要大一倍，较大体型所需能量更多，棕果蝠需要进食更多的食物，因而可能需要在更大的范围内觅食。野外调查发现，在西双版纳，犬蝠利用 11 科 18 种植物的果实以及 2 科 2 种植物的叶片（唐占辉等 2005）；海口地区的犬蝠利用 9 科 11 种植物的果实，以及禾本科植物甘蔗（*Saccharum officinarum*）的茎（朱光剑等 2007）。在西双版纳棕果蝠利用的植物果实有 9 科 12 种，以及 1 科 1 种植物的叶片（唐占辉等 2005）。由此可见，犬蝠所取食的食物较为广泛，甚至包含一些表皮坚硬的食物（如甘蔗茎）。此外，室内糖偏好和糖浓度选择实验发现，棕果蝠对蔗糖具有更高的选择偏好（80.5%），且更倾向于选择高浓度的糖溶液；犬蝠虽然也偏好蔗糖，但是当面临 4 种糖（葡萄糖、蔗糖、果糖以及麦芽糖）时，选择蔗糖的比例（60.0%）不如棕果蝠高（谭梁静 2013）。结合食谱范围和糖偏好、糖浓度选择的研究结果可以发现，犬蝠食谱更广，对食物的选择也较为宽泛，在野外更容易获得食物，因而有可能不需要更大的捕食区。此外，较强的种内或种间竞争也会影响动物的觅食行为（孙儒泳 2001），Tang 等（2010）在海南所跟踪的棕果蝠为大种群（超过 5 000 只），并集大群栖息于一栋废弃老房子内，来自种内不同个体之间的竞争较强，觅食压力相对较大，每只个体所需捕食区相应更大；而本研究中，整个澳门犬蝠种群数量只有数百只（黄继展等 2013），且分散栖息于不同区域的蒲葵树上，种内竞争相对较小，觅食区域因此可能会更小。

不同果蝠捕食区与日栖息地之间的距离也不尽相同，有些果蝠可以飞至 10 km 以外的地方觅食，如棕果蝠（Tang et al. 2010），但是也

有觅食范围在 1 km 以内的，如无花果蝠（*Syconycteris australis*, 363 ~ 725 m）（Winkelmann et al. 2000）、小裸背果蝠（*Dobsonia minor*, 150 ~ 1 150 m）（Bonaccorso et al. 2002）和昆士兰管鼻果蝠（*Nyctimene robinsoni*, 63 ~ 1 012 m）（Spencer et al. 1989）。本研究发现，犬蝠的觅食距离为 54 ~ 607 m，相对较近，可能与其小群分散栖息习性有关。其中，M1 通常在其日栖息地附近觅食，M2 的捕食区与日栖息地距离相对远一些，由于两者日栖息地较为靠近，因此它们的捕食区也存在一定的重叠；而 F1 的捕食区与日栖息地距离比 M1 和 M2 都要远一些，并且由于它的日栖息地与 2 只雄性较远，因此其捕食区与 M1、M2 均没有重叠。

由于本研究仅对犬蝠上半夜的活动进行跟踪，因此无法统计其整晚的捕食时间。但是，从上半夜的遥测数据也可以初步看出，雄性个体（尤其是 M1）在觅食过程中常回到日栖息地休息，而雌性个体基本都在外觅食，因此也可以推断雌性捕食时间相对较长。雄性个体觅食期间多次返回日栖息地，可能与领域防御有关。雄性犬蝠做巢，目的为吸引雌性进入共同栖息，获取繁殖便利（Kunz et al. 1994），因此，雄性犬蝠在觅食期间常回巢查看，以防其他雄性窥窃。

**致谢** 感谢澳门民政总署的郭菲力以及广东省生物资源应用研究所李秋剑、胡少芳、刘炳荣等人在野外工作中给予的帮助。

## 参 考 文 献

- Aldridge H D, Brigham R M. 1988. Load carrying and maneuverability in an insectivorous bat: A test of the 5% 'rule' of radio telemetry. *Journal of Mammalogy*, 69(2): 379-382.
- Audet D, Fenton M B. 1988. Heterothermy and the use of torpor by the bat *Eptesicus fuscus* (Chiroptera, Vespertilionidae): A field study. *Physiological Zoology*, 61(3): 197-204.
- Audet D, Krull D, Marimuthu G, et al. 1991. Foraging behavior of the Indian false vampire bat *Megaderma lyra* (Chiroptera:

- Megadermatidae). *Biotropica*, 23(1): 63–67.
- Barclay R. 1989. The effect of reproductive condition on the foraging behavior of female hoary bats *Lasiurus cinereus*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 24(1): 31–37.
- Bonaccorso F J, Winkelmann J R, Dumont E R, et al. 2002. Home range of *Dobsonia minor* (Pteropodidae): A solitary, foliage-roosting fruit bat in Papua New Guinea. *Biotropica*, 34(1): 127–135.
- Corbett R J M, Chambers C L, Herder M J. 2008. Roosts and activity areas of *Nyctinomops macrotis* in northern Arizona. *Acta Chiropterologica*, 10(2): 323–329.
- Douglass R J. 1989. The use of telemetry to evaluate microhabitat selection by deer mice. *Journal of Mammalogy*, 70(3): 648–652.
- Elangovan V, Priya S, Yuvana E, et al. 2006. Olfactory discrimination ability of the short-nosed fruit bat *Cynopterus sphinx*. *Acta Chiropterologica*, 8(1): 247–253.
- Godfrey J D, Bryant D M, Williams M J. 2003. Radio-telemetry increases free-living energy costs in the endangered Takahe *Porphyrio mantelli*. *Biological Conservation*, 114(1): 35–38.
- Gopukumar N, Elangovan V, Subbaraj R. 1998. Influence of moonlight on the foraging behaviour of the Indian short-nosed fruit bat *Cynopterus sphinx*: radio-telemetry studies. *Current Science*, 74(8): 688–689.
- Handley C O, Gardner A L, Wilson D E. 1991. *Movements*// Handley C O, Wilson D E, Gardner A L. *Demography and Nature History of the Common Fruit Bat *Artibeus jamaicensis* on Barro Colorado Island, Panama*. Washington DC: Smithsonian Institution Press, 89–130.
- Karuppudurai T, Sripathi K, Gopukumar N, et al. 2008. Transition of nonharem male to harem male status in the short-nosed fruit bat *Cynopterus sphinx*. *Mammalian Biology*, 73(2): 138–146.
- Kenward R E. 2001. *A Manual for Wildlife Radio Tagging*. London: Academic Press, 465.
- Kunz T H, Fujita M S, Brooke A P, et al. 1994. Convergence in tent architecture and tent-making behavior among neotropical and paleotropical bats. *Journal of Mammalian Evolution*, 2(1): 57–78.
- La Val R K. 1970. Banding returns and activity periods of some Costa Rican bats. *The Southwestern Naturalist*, 15(1): 1–10.
- Lemunyan C D, Christian J J. 1959. Design of a miniature radio transmitter for use in animal studies. *Journal of Wildlife Management*, 23(1): 107–110.
- McAney C M, Fairley J S. 1988. Habitat preference and overnight and seasonal variation in the foraging activity of lesser horseshoe bats. *Acta Theriologica*, 33(28): 393–402.
- Mclean J, Speakman J. 1999. Energy budgets of lactating and non-reproductive brown long-eared bats *Plecotus auritus* suggest females use compensation in lactation. *Functional Ecology*, 13(3): 360–372.
- Nicholls B, Racey P. 2006. Contrasting home-range size and spatial partitioning in cryptic and sympatric pipistrelle bats. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 61(1): 131–142.
- Økland F, Hay C J, Naesje T F, et al. 2003. Learning from unsuccessful radio tagging of common carp in a Namibian reservoir. *Journal of Fish Biology*, 62(3): 735–739.
- Reynolds R T, White G C, Joy S M, et al. 2009. Effects of radio-transmitters on Northern Goshawks: do tail-mounts lower survival of breeding males? *Journal of Wildlife Management*, 68(1): 25–32.
- Ruby J, Nsthyan P T, Balasingh J, et al. 2000. Chemical composition of fruits and leaves eaten by the short-nosed fruit bat, *Cynopterus sphinx*. *Journal of Chemical Ecology*, 26(12): 2825–2841.
- Rustadbakken A, L'abee-Lund J H, Arnekleiv J V, et al. 2004. Reproductive migration of brown trout in a small Norwegian River studied by telemetry. *Journal of Fish Biology*, 64(1): 2–15.
- Schofield H, Morris C. 1999. The micro-habitat preferences of Bechstein's bat within woodlands in southern England. *Bat Research News*, 40: 104–141.
- Spencer H J, Fleming T H. 1989. Roosting and foraging behavior of the Queensland tube-nosed bat *Nyctimene robinsoni* (Pteropodidae): Preliminary radio-tracking observations. *Australian Wildlife Research*, 16(4): 413–420.
- Tang Z H, Chen Z, Ma J, et al. 2010. Foraging areas of *Rousettus leschenaulti* on the Hainan Island of China. *Current Zoology*, 56(4): 479–484.
- Tuytens F A M, Macdonald D W, Roddam A W. 2002. Effects of radio-collars on European badgers (*Meles meles*). *Journal of*

- Zoology, 257(1): 37–42.
- Wells K M S, Washburn B E, Millsbaugh J J, et al. 2003. Effects of radio-transmitters on fecal glucocorticoid levels in captive Dickcissels. *The Condor*, 105(4): 805–810.
- Winkelmann J R, Bonaccorso F J, Strickler T L. 2000. Home range of the southern blossom bat *Syconycteris australis* in Papua New Guinea. *Journal of Mammalogy*, 81(2): 408–414.
- Young L, Zheng G M, Zhang Z W. 1991. Winter movements and habitat use by Cabot's Tragopans *Tragopan caboti* in southeastern China. *Ibis*, 133(2): 121–126.
- Zhang L B, Wang F M, Liu Q, et al. 2015. The foraging time of lesser bamboo bat, *Tylonycteris pachypus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Zoologia*, 32(3): 201–206.
- 黄继展, 谭梁静, 杨剑, 等. 2013. 澳门翼手类物种多样性调查. *兽类学报*, 33(2): 123–132.
- 梁伟, 郑光美, 张正旺, 等. 2003. 利用无线电遥测位点分析红腹锦鸡的生境利用. *动物学报*, 49(2): 179–184.
- 刘奇, 沈琪琦, 黄继展, 等. 2014. 犬蝠夜栖息地及夜栖息巢特征的初步研究. *兽类学报*, 34(3): 286–291.
- Smith A T, 解焱. 2009. 中国兽类野外手册湖. 长沙: 南教育出版社, 671.
- 孙儒泳. 2001. 动物生态学原理. 北京: 北京师范大学出版社, 636.
- 孙岳, 张雁云. 2009. 无线电遥测技术在动物学研究中的应用. *北京师范大学学报: 自然科学版*, 45(3): 268–274.
- 谭梁静. 2013. 三种狐蝠科蝙蝠取食行为生态学比较研究. 桂林: 广西师范大学硕士学位论文, 37.
- 唐占辉, 盛连喜, 曹敏, 等. 2005. 西双版纳地区犬蝠和棕果蝠食性的初步研究. *兽类学报*, 25(4): 367–372.
- 魏清泉. 1996. 澳门//朱华良. 中国地理概览. 上海: 东方出版社, 574–578.
- 吴毅, 张成菊, 吴清钊, 等. 2008. 广州地区犬蝠的食性. *动物学研究*, 29(1): 247–253.
- 姚倩. 2009. 犬蝠早期胚胎发育研究以及四种受体蛋白在棕果蝠卵巢的表达. 北京: 中国科学院动物研究所硕士学位论文, 49.
- 张伟, 周善义, 朱光剑, 等. 2008. 广州市犬蝠的栖息地选择. *生态学杂志*, 27(2): 286–289.
- 朱光剑, 唐占辉, 梁冰, 等. 2007. 海口地区犬蝠冬季食性及栖息地类型. *动物学杂志*, 42(4): 22–27.