

海南猕猴的种群数量与分布现状

陈光乐 邢露 杜宛儒 任宝平*

(热带岛屿生态学教育部重点实验室, 海南省热带动植物生态学重点实验室, 海南师范大学生命科学学院, 海口 571158)

摘要: 猕猴 (*Macaca mulatta*) 是我国二级重点保护野生动物, 海南猕猴 (*M. m. breviceaudus*) 是该物种在中国分布纬度最低的一个亚种, 目前主要分布在海南岛。有关海南猕猴数量和分布的科研文献记录停滞于30年前。为更好地保护海南猕猴, 亟需对其开展种群数量和分布等本底资源调查。2021年6月至2023年12月, 结合文献资料信息、访问调查和实地调研相结合的方式, 对海南全境的猕猴种群数量和分布进行系统调查。调查发现: (1) 目前海南岛生活着204个群体约5100只猕猴个体, 这些猴群的分布范围不足海南岛总面积的1%, 主要集中于海南岛南部山区; (2) 海南猕猴群体平均大小为 (25 ± 11) 只, 是中国6个猕猴亚种中最小的; (3) 按其分布的空间距离和猴群的生存状态, 划分为8个分布区域; (4) 近30年来, 海南猕猴的分布范围呈现极度缩小趋势, 由35年前的18个县市缩减到目前的10个; (5) 96.1%的海南猕猴群体生活于各个保护区中。建议重点关注孤立的猕猴群体, 优先关注文昌市的一群。强烈的人为干扰、栖息地退化和生境丧失是海南猕猴生存的主要威胁。

关键词: 海南岛; 海南猕猴; 数量和分布; 主要威胁

中图分类号: Q958.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-1050(2025)01-0028-08

Population sizes and spatial distribution of *Macaca mulatta breviceaudus* in Hainan, China

CHEN Guangle, XING Lu, DU Wanru, REN Baoping*

(Ministry of Education Key Laboratory for Ecology of Tropical Islands, Key Laboratory of Tropical Animal and Plant Ecology of Hainan Province, College of Life Sciences, Hainan Normal University, Haikou 571158, China)

Abstract: Rhesus macaque (*Macaca mulatta*) is a second-class protected species in China, and its subspecies the Hainan macaque (*M. m. breviceaudus*) is only found in Hainan Island, at the lowest latitude in China. Information on population size and spatial distribution of this subspecies dated from 30 years ago. It is urgent to obtain population size and distribution as the baseline information for the sake of conservation of Hainan macaques. From June 2021 to December 2023, a systematic survey of this subspecies was conducted via literature, questionnaire, and field investigation. We found 204 groups (5100 individuals) of Hainan macaques inhabiting Hainan Island. These groups occupied less than 1% of the island area, mainly in the southern mountainous region. The average group size of the Hainan macaque is 25 ± 11 individuals, which is the smallest among the six rhesus macaque subspecies in China. Eight isolated subpopulations of those 204 groups were identified based on their spatial distances and living status. Over the past 30 years, the distribution range of Hainan macaques has markedly shrunk, and the number of counties where the species has been recorded reduced from 18 to 10. About 96.1% of the macaque groups are now restricted to nature reserves. We suggest those isolated groups should be paid more attention for the sake of conservation, especially the group in Wenchang. Strong human disturbance, habitat degradation, and habitat loss are the main threats to the survival of Hainan macaques.

Key words: Hainan Island; Hainan macaques; Population size and distribution; Survival threat

现今的海南岛 (北纬 $18^{\circ}10' \sim 20^{\circ}10'$, 东经 $108^{\circ}37' \sim 111^{\circ}03'$) 是中更新世 (距今约100万年至10万年) 因海水入侵而与大陆完全隔离形成 (俞发宏等, 1996)。海南岛地处中国华南地区, 面积

基金项目: 国家自然科学基金 (32070454); 海南师范大学科研启动项目

作者简介: 陈光乐 (1995-), 男, 硕士研究生, 主要从事动物行为及生理生态学研究。

收稿日期: 2023-12-14; 接受日期: 2024-06-06

* 通讯作者, Corresponding author, E-mail: renbp@163.com

33 900 km²。海南岛四面环水，与大陆上陆生动物间的基因交流中断，岛上生态系统和生物群落等具有孤立性、脆弱性和独特性等特征(黄宝荣等, 2009)，地理区位非常独特。独立的岛屿生态系统相对比较脆弱，易受到外界活动的干扰(张亦清和韩念龙, 2023)。海南岛的原始森林面积从二十世纪五十年代的 35% 下降到二十一世纪初的 4% (赵健等, 2001; Chen *et al.*, 2018; 古晓威等, 2022)。人口增长、旅游开发和城市化建设等消耗大量的生态资源，尤其是原始热带雨林 (Chen *et al.*, 2018)。虽然近年来森林覆盖率有所回升，但是以橡胶林、果园等经济林为主(古晓威等, 2022)，并非野生动物的生存环境。

猕猴 (*Macaca mulatta*) 分布范围极广 (北纬 15° ~ 36°，东经 70° ~ 120°)，是地理和生态位分布最广的灵长类动物，主要分布于亚洲 (Fooden, 2000)。猕猴能在各种不同的环境中生活，如森林、灌丛等自然环境和城市、寺庙等人造环境都有其身影 (Fooden, 2000)，而且其栖息地的海拔梯度跨度很大 (250 ~ 4 100 m) (路纪琪等, 2018)。猕猴为我国二级重点保护野生动物，有 6 个亚种，川西亚种 (*M. m. lasiotus*)、华北亚种 (*M. m. tcheliensis*)、西藏亚种 (*M. m. vestitus*)、福建亚种 (*M. m. littoralis*)、海南亚种 (*M. m. breviceaudus*) 和印支亚种 (*M. m. siamica*) (魏辅文等, 2022)，因纬度跨度大，地理环境差别明显，各猕猴亚种在行为、形态等生物学特性方面存在很大差异 (蒋学龙等, 1991; 周建华等, 2017)。猕猴的社会结构为典型的母系多雄多雌制，雌雄两性个体间性二型特征明显。海南猕猴体型较瘦小，雄性平均体重 6.3 kg，雌性平均体重 5.2 kg (Zhang *et al.*, 2016)。

海南岛与大陆的隔离，也导致两地猕猴群体间的交流中断，由此增加遗传歧异 (俞发宏等, 1996)。海南猕猴极可能是中国猕猴中最先分离出来的一个亚种 (Zhang *et al.*, 1993)，其生态学、遗传学和生物学意义非常重要，且作为我国猕猴中地理分布最南缘的一个特有岛屿型亚种更应得到关注 (张茹帆等, 2021)。据地方志记载，海南岛县市级行政区中三亚市 (三亚市志, 2001)、东方市 (东方县志, 2020)、文昌市 (文昌县志, 2000)、五指山市 (通什市志, 2009)、万宁市 (万宁县志, 1994)、白沙县 (白沙县志, 1992)、昌江县 (昌江县

志, 2019)、乐东县 (乐东县志, 2002)、琼中县 (琼中县志, 2020)、陵水县 (陵水县志, 2007) 和保亭县 (保亭县志, 1997) 等有猕猴分布，但无具体分布位置和数量信息。二十世纪六十年代初，海南猕猴分布依然非常广泛，数量很多，几乎遍布全岛各县 (马世来和王应祥, 1988; 海南省档案局, 1991)。到二十世纪八十年代，猕猴在 20 年时间里从 20 000 余只急剧下降至 4 000 只左右 (马世来和王应祥, 1988)。相比我国的其他 5 个猕猴亚种，对海南猕猴的研究只集中在海南岛东南一隅的南湾猴岛 (江海声等, 1988a, 1988b, 1988c, 1989, 1994, 1998; Jiang *et al.*, 1991)。除此之外，对岛内的猕猴群体的数量和分布状况几乎完全空白。

海南猕猴是当地生态系统的重要组成部分，对自然和生态系统的维持至关重要。某些植物种子的传播繁殖需借助食果动物的取食来完成，食果动物对植被的更新具有重要作用 (Chapman and Onderdonk, 2010)。为了保护猕猴资源，自 1965 年起海南岛范围内先后建立了南湾猴岛、火岭、大花角等多个自然保护区。各保护区基本上没有发布有关其辖区内猕猴的数量、分布和生存状况等基本信息。作为国家二级重点保护野生动物，掌握海南猕猴的数量、分布位置和生存状态等信息是开展猕猴保护工作的基础和前提。

本研究的主要目的：(1) 全面系统地对海南岛全境的猕猴种群进行一次本底调查；(2) 初步掌握海南猕猴的种群大小和空间分布情况；(3) 尝试对其近 30 年来的分布变迁进行初步评估。

1 研究方法

1.1 研究地点

海南岛北以琼州海峡与广东划界，西邻北部湾，东、南濒南海；北部地势平坦，南部则是崇山峻岭 (唐子英和李致勋, 1957)，主要有鹦哥岭、五指山和雅加大岭三大山脉 (黄勇和王跃招, 2011)，其中五指山的海拔为 1 867 m，是海南岛最高点，自西北向东南，由平原阶地-台地-丘陵-山地逐级上升，梯级结构明显 (张春花等, 2020)。海南岛地处热带，属热带海洋性季风气候，年平均气温 22 ~ 27 °C，5—10 月为雨季，雨量充沛，全年湿润温暖 (赵健等, 2001)，干湿季节比较明显，

水热条件优越,气候资源丰富(颜家安,2006)。自然植被包括热带季雨林、热带雨林、常绿阔叶林等,主要分布在中部山区;人工经济林包括橡胶林、果园等,主要分布于山地周围的台地(古晓威等,2022)。

1.2 方法

1.2.1 文献资料检索与信息收集

通过多渠道网络系统检索海南猕猴在海南岛的分布记录,筛选出确切的海南猕猴野外分布记录,从中提取分布所在的行政区和地名、经纬度坐标等信息(刘轲等,2023)。同时结合各地方志记载信息进行信息整合。

为方便记录、定位和计算分布范围,采用网格法对海南岛地图(WGS84坐标系,2022,中国科学院资源环境科学与数据中心,北京, <https://www.resdc.cn/>)进行叠加覆盖。海南猕猴日移动距离为1 000~2 300 m(江海声等,1988a),利用ArcGIS® Desktop 10.8软件平台(美国环境系统研究所Esri,2018,Redlands市,美国加利福尼亚州)构建3 000 m×3 000 m的网格覆盖在海南岛电子地图上,共4 256个网格,利用这些连续的网格界定已获得地理位置的海南猕猴自然群体的空间分布情况和计算猕猴群体的分布范围大小。

1.2.2 访问调查

采用问卷调查和访问调查的半结构式访谈法,确定猕猴群体的分布范围和确切地点,并在地图网格上逐一标定,以缩小调查范围及制定合理的实地调查计划和路线。然后遵照地图,深入海南猕猴分布区域内的行政村和自然保护区,以当地村民和保护区管护人员为主要访问对象,进一步确认访谈地区猕猴的有无、位置、种群数量等信息。同时,记录受访者的收入来源、上山频次和活动类别(采药、放牧、路过、采伐薪柴、游玩)等数据以获取人为活动对海南猕猴群体分布的干扰情况。整理访谈记录,结合文献记载的猕猴分布信息,进一步缩小和明确猕猴各自然群体的分布范围,结合海南猕猴分布生境中的植被类型和地形地貌,最终规划出实地调查范围和调查路线。

1.2.3 实地调查

2021年6月至2023年12月,对海南岛全境猕猴的分布和数量进行实地调查。本次调查海拔范

围为20~1 700 m。为确保采集数据的规范性和科学性,在进入实地调查前,对所有参与实地调查人员开展野外调查方法及技能培训。在晴朗天气,每天07:00开始调查,17:00—18:00结束。两个记录队伍以直线距离为1 km同时平行进入实地,搜寻并定位已在地图网格上标定的距离最近的猕猴群体。在调查行进过程中,每间隔约200 m选择一个开阔地进行不少于5 min的监听、观察周围情况,每条调查路线至少重复3次,为保证不漏掉也不重复记录猴群,同时采用GPS Box软件(小狼信息技术有限公司,深圳,版本V2.8.0,2020)记录调查组的行进路线(付文等,2021)。当确定猕猴群体后,记录猴群的相关信息,使用佳明Oregon®750 GPS定位仪记录猴群的地理位置(为统一记录格式,所有经纬度信息只保留到小数点后六位)。同时记录发现猴群的时间、猴群中个体的数量、年龄-性别组成、生境类型等信息。每天根据相邻调查路线的轨迹、发现猴群的时间、猴群的地理位置,以及猴群的大小和群体中个体的年龄-性别组成等信息综合对重复记录的猴群进行剔除(李文华等,2019),修正前期在地图上确定的猴群信息。

参考猕猴华北亚种个体识别的标准和判断方法(路纪琪和田军东,2018),将海南猕猴个体按年龄划分为:婴幼儿(<1岁)、青少年猴(雌猴1~3岁、雄猴1~4岁)、亚成年猴(雌猴3~4岁、雄猴4~5岁)、成年猴(雌猴>4岁、雄猴>5岁)。实地调查时对海南猕猴群体中的个体年龄和性别判断方法如下:婴幼儿个体最小,不能单独活动,需由成年雌猴携带;青少年猴体型相对较小且可见面部粉白多褶皱,基本独立活动,活跃程度较高,但性别特征不显;亚成年猴体型介于成年和青少年猴之间,雄性阴囊呈白色但下垂不明显,雌性乳头比较明显,且左右乳头形态、颜色基本相同;成年猴毛发茂密,体型最大,雌性左右乳头形态有明显差异,雄性阴囊呈鲜红色且下垂明显可见(黎大勇等,2012)。

1.2.4 数据处理

将所有海南猕猴群体的GPS位点导入ArcMap®(美国环境系统研究所Esri,2018,Redlands市,美国加利福尼亚州)地图,和3 000 m×3 000 m网格相叠加,计数每个网格内猕猴群数和每一个

网格中不同群数出现的频次。按照网格中猴群的分布数量，划分出不同的频次，每个网格中猴群分布数从0到最大(24个)共划分为14个频次单位，其中0表示该网格中没有海南猕猴群体分布。在此基础上，采用泊松分布和分布位置判断海南猕猴群体在海南岛的空间分布特征，即确定其是随机分布还是聚集性分布，若结果显著则不服从泊松分布，猴群分布型不属于随机分布，而是属于聚集性分布。

本次调查中小样本统计检验采用非参数检验方法中的卡方检验和 Mann-Whitney U 检验完成。单样本 t 检验用于比较所有海南猕猴自然群体大小的差异性。对海南猕猴的野生群体与人为干扰下的猕猴群体大小的差异性采用单因素 ANOVA 分析，以评估人为干扰对猕猴群体大小的影响。以上统计检验借助统计软件 IBM-SPSS[®]26.0 (SPSS, Chicago, IL., USA) 和 Microsoft Excel[®]2010 完成，检验的显著水平 $\alpha = 0.05$ ，双侧检验。数据采用平均值 \pm 标准差 (mean \pm SD) 表示。

2 结果

2.1 人为干扰情况

2021年6月至2023年12月，共实地调查了19个行政村和12个自然保护区，发放且回收有效调查问卷共421份，访谈当地村民和自然保护区管护人员共59人，经统计，当地村民的主要收入来源为上山采药和放牧，上山频次：每天都上山占77.9%，三天内至少上山一次占18.4%，从不上山占3.7%。

2.2 种群数量及大小差异

本次调查网格区块面积为38 304 km²，有猕猴分布的占有36个网格共324 km²，海南猕猴分布面积约占调查面积的0.85%。本次实地调查，共确认204个猴群，海南全岛猕猴群体密度约每平方千米0.63群。对每个猴群大小进行计数发现，海南猕猴群平均大小为(25 \pm 11)只(13~91只； $t = 0.208$, $n = 204$, $P > 0.05$)。经数据统计得知，本次调查共记录到成年雌猴1 553只，成年雄猴521只，亚成年猴1 041只，青少年猴1 287只，婴幼儿猴732只，由平均猴群大小估计目前海南岛上的海南猕猴个体总数约5 100只(2856~7344只)。

海南猕猴在整个岛屿上的分布呈显著的聚集

性特征($n = 14$, $P < 0.05$)。共有7个猴群生活在海南岛南湾猴岛景区内，群体最小为64只，最大为91只，平均群体大小为(79 \pm 9)只；野生猴群有197群，群体大小为13~38只，平均群体大小为(23 \pm 5)只，景区内生活的猴群显著比野生猴群大($F_{14,204} = 752.4$, $P < 0.05$)。对海南猕猴群体社群结构的调查发现，海南猕猴每群的成年雌猴数为(7.6 \pm 3.4)只($n = 204$)，成年猴雌雄比约3:1，未成年猴在群体中的占比为59.6%。

2.3 猴群分布

海南猕猴目前分布于三亚市(31群)、五指山市(2群)、东方市(7群)、文昌市(1群)、万宁市(11群)、琼中县(9群)、白沙县(14群)、昌江县(34群)、乐东县(2群)和陵水县(93群)10个县市，猴群数量在这些县市中分布明显不均($\chi^2 = 673.8$, $n = 10$, $P < 0.05$)。就地理位置来看，海南猕猴主要分布于海南岛的南部山区。

目前，生活于自然保护区内的猴群共196群，占总数的96.1%。其中南湾猴岛保护区88群，霸王岭保护区44群，猕猴岭保护区7群，尖峰岭保护区2群，六连岭保护区3群，鹦哥岭保护区9群，吊罗山保护区5群，火岭保护区13群，六道保护区15群，大花角保护区5群，保梅岭保护区4群，铜鼓岭保护区1群；保护区外共8群约200只，其中三亚市亚龙湾森林公园3群，琼中县上安乡2群，万宁县合兴管理区3群。

按猴群空间分布距离和猴群数量及生存状态，海南猕猴可划分成8个分布区域(图1)，每个分布区域猴群数分别是A(1群)、B(11群)、C(88群)、D(31群)、E(9群)、F(44群)、G(4群)、H(16群)，猴群数量分布显著不均($\chi^2 = 739.5$, $n = 8$, $P < 0.05$)。

3 讨论

3.1 群体数量与分布

海南猕猴是我国唯一的岛屿型猕猴亚种，在我国的6个猕猴亚种中具有分布纬度最低、体质量最小、体型最小、尾巴最短等诸多特征(蒋学龙等, 1991; Zhang *et al.*, 2016; 张茹帆等, 2021)。本研究发现，海南猕猴自然群体在中国猕猴亚种中也是最小的，这可能与海南岛地处热带，物种丰富，自然食物资源充足，捕食压力小，季节性

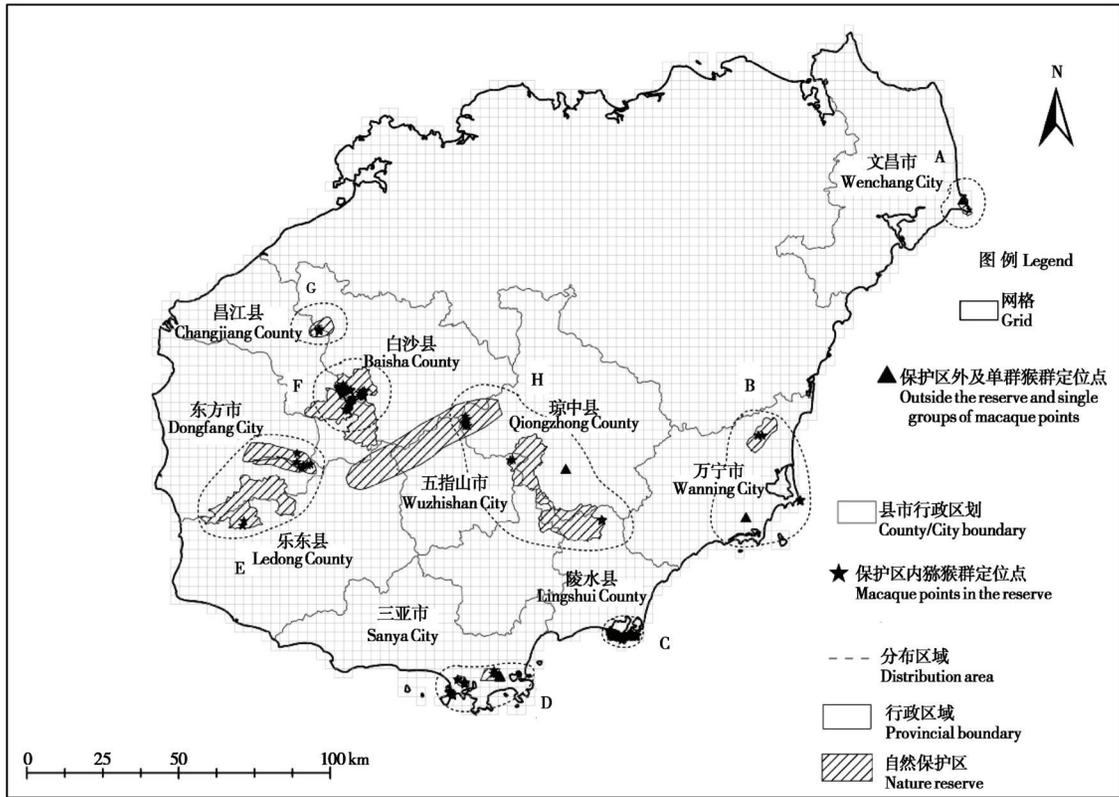


图1 海南猕猴的县市分布及分布区域划分。A~H: 按调查记录到的猴群空间分布距离和猴群数量及生存状态, 将海南岛全境的猕猴暂定为8个分布区域

Fig. 1 The counties and cities distribution and regional division of Hainan macaque. A - H: Eight isolated subpopulations of those 204 groups of Hainan macaques were identified based on their spatial distances and population size and living status

不明显等生态因素有关。海南猕猴曾遍布海南岛全境(马世来和王应祥, 1988), 目前其群体呈聚集式分布在8个相互隔离的区域。在每一个隔离的区域内, 猕猴群体也呈现斑块状分布格局。南湾猴岛为海南猕猴集中度最高区域, 海南猕猴数量几乎占总数的43.2%。通常猕猴种群中未成年个体占比必须超过50%才能保证群体稳定正常发展(Southwick *et al.*, 1980)。海南岛现存猕猴5100余只, 其猴群中的未成年个体约占59.6%, 可认为海南猕猴群体总体上处于稳定增长状态。

近30年来, 海南猕猴的分布范围呈现出由北向南萎缩的分布趋势。海南猕猴历史上是连续性成片分布, 二十世纪八十年代前海南猕猴在全岛18个县市均有分布(马世来和王应祥, 1988)。本次调查结果显示, 海南猕猴只在10个县市分布且集中在南部山区, 其缩减程度非常明显。

3.2 威胁因素

栖息地破坏和严重的人为干扰是海南猕猴长

期生存的主要威胁。海南猕猴的栖息地主要为常绿季雨林(路纪琪等, 2018a), 从分布地理位置来看其主要分布在海南岛南部的山地丘陵地区。海南岛的原始森林面积占比在短短50年间从35%降到4%(赵健等, 2001; Chen *et al.*, 2018; 古晓威等, 2022), 同时, 人口数量、城镇化建设水平呈现不断上升趋势(何蒙蒙, 2016; 王微和王新爱, 2018), 造成海南猕猴大片连续的原始生境不断破碎化, 甚至丧失。目前, 海南猕猴被阻隔分布在8个区域中, 猕猴群体也相互隔绝, 这最终导致了海南猕猴群体斑块状聚集分布格局的形成。若仍有生境不断缩小、恶化, 将可能使猕猴群体的聚集程度变得更加剧烈, 而处于高群体密度环境中的个体更容易发生疾病和病毒传播的风险(Srivastava *et al.*, 2010), 威胁种群的健康生存发展。

3.3 保护建议

优先关注那些分布于保护区外和区内的孤立群体是未来海南猕猴保护的重点工作方向。例如

文昌市铜鼓岭保护区内只有一群，个体为 22 只，此群单独一个分布区域，与最近的猴群相距超过 100 km，完全孤立，若不加以关注，该群将可能是海南岛最先原地灭绝的猕猴群体。分布于保护区外的多个猴群，如琼中县上安乡、万宁合兴管理区和亚龙湾森林公园均只有 2~3 群，其分布位置距离其他猴群较远，不可能是其他猴群分群扩散至此，无法与其他猴群交流，可考虑在隔离区域猕猴分布空白带引入新的猴群，以桥接中断群体间交流的可能性。同时根据猴群的分布位置划分核心保护带，减少人为干扰。

对于个体数量少的孤立猴群可适当增加人工投食。当灵长类动物群体在获得足够的食物时会出现增长率迅速升高和种群密度增大的现象 (Altmann and Muruthi, 1988; Jaman and Huffman, 2013)。本研究发现，南湾猴岛景区内的人工投食猴群明显比野生群大，因此对个体数少的孤立猴群可考虑适当增加人工投喂。当群体足够大时可能会引发自动分群现象，从而自然地增加猴群的数量和扩大其分布范围，最终达到增加猴群数量的目的。

加强属地间和保护单位间的联合管理。栖息地破碎化和生境丧失是影响种群长期生存的主要威胁。栖息地面积减少及片段化致使栖息地连通性低和物种基因流减少，影响物种的生存数量及迁移扩散，最终会导致物种灭绝 (LoveJoy *et al.*, 1986; Grativol *et al.*, 2001; Baranga, 2004)，物种局部衰退或灭绝会对当地生态系统的功能造成影响 (Bufalo *et al.*, 2016)。可考虑在本研究所划分的海南猕猴的 8 个分布区域，各保护区和猴群栖息地间建立生态走廊网络，扩大适宜栖息地的面积和连通性，促进猴群的自然扩散，以提高海南猕猴种群的遗传多样性 (Zhou *et al.*, 2023)，加强县市之间和保护区之间的联合，对分布区域内的猴群统一保护管理也是一个发展方向。

致谢：海南省各自然保护区、景区及工作人员，海南师范大学张雪妍研究员、王力军教授等在调查过程中给予大力支持，在此一并表示感谢！

参考文献：

Altmann J, Muruthi P. 1988. Differences in daily life between semi-

provisioned and wild-feeding baboons. *American Journal of Primatology*, **15** (3): 213–221.

Baranga D. 2004. Forest fragmentation and primates' survival status in non-reserved forests of the 'Kampala area', Uganda. *African Journal of Ecology*, **42** (Supplement s1): 70–77.

Bufalo F S, Galetti M, Culot L. 2016. Seed dispersal by primates and implications for the conservation of a biodiversity hotspot, the Atlantic Forest of South America. *International Journal of Primatology*, **37** (3): 333–349.

Chapman C A, Onderdonk D A. 2010. Forests without primates: primate-plant codependency. *American Journal of Primatology*, **45** (1): 127–141.

Chen B Q, Xiao X M, Wu Z X, Yun T, Kou W L, Ye H C, Lin Q H, Russell D, Dong J W, Ma J, Luo W, Xie G S, Cao J H. 2018. Identifying establishment year and pre-conversion land cover of rubber plantations on Hainan Island, China using landsat data during 1987–2015. *Remote Sensing*, **10** (8): 1240.

Fooden J. 2000. Systematic review of the rhesus macaque *Macaca mulatta* (Zimmermann, 1780). *Fieldiana Zoology* (New Series), **96**: 1–180.

Fu W, Ren B P, Lin J Z, Luan K, Wang P C, Wang B, Li D Y, Zhou Q H. 2021. Jiuyan Taihang Mountain macaque population and conservation status. *Journal of Guangxi Normal University* (Natural Science Edition), **39** (1): 45–52. (in Chinese)

Grativol A D, Ballou J D, Fleischer R C. 2001. Microsatellite variation within and among recently fragmented populations of golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*). *Conservation Genetics*, **2**: 1–9.

Gu X W, Chen B Q, Yun T, Li G Y, Wu Z X, Kou W L. 2022. Spatio-temporal changes of forest in Hainan Island from 2007 to 2018 based on multi-source remote sensing data. *Chinese Journal of Tropical Crops*, **43** (2): 418–429. (in Chinese)

Huang B R, OuYang Z Y, Zhang H Z, Zhang L H, Zheng H. 2009. Assessment of eco-environmental vulnerability of Hainan Island, China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, **20** (3): 639–646. (in Chinese)

Huang Y, Wang Y Z. 2011. Progress in the biogeography of amphibian and reptile in Hainan Island. *Sichuan Journal of Zoology*, **30** (2): 304–309. (in Chinese)

Jaman M F, Huffman M A. 2013. The effect of urban and rural habitats and resource type on activity budgets of commensal rhesus macaques (*Macaca mulatta*) in Bangladesh. *Primates*, **54**: 49–59.

Jiang H S, Liu Z H, Yuan X C, Wang H S. 1989. Population structure of rhesus monkeys at Nanwan Peninsula of Hainan Island. *Acta Theriologica Sinica*, **9** (4): 254–261. (in Chinese)

Jiang H S, Liu Z H, Yuan X C, Wang H S. 1988a. Activity habits of rhesus monkeys at Nanwan Peninsula of Hainan Island. *Acta Theriologica Sinica*, **8** (4): 294–298. (in Chinese)

Jiang H S, Liu Z H, Yuan X C, Wang H S. 1988b. Study on the reproduction of rhesus monkey in nature at Nanwan Peninsula, Hainan Island. *Acta Theriologica Sinica*, **8** (2): 105–112. (in Chinese)

- Jiang H S, Liu Z H, Yuan X C, Wang H S. 1988c. The rhesus monkey (*Macaca mulatta*) population dynamic and distribution at Nanwan Peninsula of Hainan Island. *Acta Ecologica Sinica*, **8** (1): 86–94. (in Chinese)
- Jiang H S, Lian J S, Feng M, Wang J, Li Y H. 1998. Studies on population growth of *Macaca mulatta* at Nanwan, Hainan. *Acta Ecologica Sinica*, **18** (2): 21–27. (in Chinese)
- Jiang H S, Liu Z H, Zhang Y Z, Southwick C. 1991. Population ecology of rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) at Nanwan Nature Reserve, Hainan, China. *American Journal of Primatology*, **25** (4): 207–217.
- Jiang H S, Wang J, Liu Z H. 1994. Influence of tourism on rhesus monkey (*Macaca mulatta*) population increasing at Nanwan Reserve. *Acta Theriologica Sinica*, **14** (3): 166–171. (in Chinese)
- Jiang X L, Wang Y X, Ma S L. Taxonomic revision and distribution of subspecies of rhesus monkey (*Macaca mulatta*) in China. *Zoological Research*, **12** (3): 241–247. (in Chinese)
- Li D Y, Zhou Q H, Tang H X, Huang C M. 2012. Sex–age differences in activity budget and position behavior of rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *Acta Theriologica Sinica*, **32** (1): 25–32. (in Chinese)
- Li W H, Song Q C, Huang R, Zhao J X, Li Y B, Zhou Q H. 2019. Current status and conservation of Francois' langurs (*Trachypitecus francoisi*) in Encheng National Nature Reserve in Guangxi, China. *Acta Theriologica Sinica*, **39** (6): 623–629. (in Chinese)
- Liu K, Liu Y L, Li S. 2023. The current distribution and prediction of suitable habitat of Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in China. *Acta Theriologica Sinica*, **43** (6): 652–663. (in Chinese)
- Lovejoy T E, Bierregaard R O, Rylands A B, Malcolm J R, Quintela C E, Harper L H, Brown K S, Powell A H, Powell G V N, Schubart H O R. 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. In: Soule M E ed. *Conservation Biology: the Science of Scarcity and Diversity*. Sinauer Associates, Sunderland, MA, 257–285.
- Lu J Q, Tian J D, Zhang P. 2018a. Advances in ecological research regarding rhesus macaques (*Macaca mulatta*) in China. *Acta Theriologica Sinica*, **38** (1): 74–84. (in Chinese)
- Lu J Q, Tian J D. 2018b. Population dynamics of troop Wangwu-1 taihangshan macaques in Mt. Taihangshan area, Jiyuan, China. *Journal of Henan Normal University (Natural Science Edition)*, **46** (2): 73–78, 2. (in Chinese)
- Ma S L, Wang Y X. 1988. The recent distribution, status and conservation of primates in China. *Acta Theriologica Sinica*, **8** (4): 250–260. (in Chinese)
- Southwick C H, Richie T, Taylor H J, Siddiqi M F. 1980. Rhesus monkey population in India and Nepal: patterns of growth, decline, and natural regulation. In: Cohen M N, Malpas R S, Klein H G eds. *Biosocial Mechanisms of Population Regulation*. New Haven: Yale University Press, 151–170.
- Srivastava A, Biswas J, Das J, Bujarbarua P. 2010. Status and distribution of golden langurs (*Trachypitecus geei*) in Assam, India. *American Journal of Primatology*, **55** (1): 15–23.
- Yan J A. 2006. They study on evolutionary history of Hainan Island's ecological environment. Ph. D thesis. Nanjing: Nanjing Agricultural University. (in Chinese)
- Yu F H, Peng Y Z, Pan R L. 1996. The multivariate analysis on the rhesus skulls from Hunan, Hubei, Fujian and Guangdong. *Acta Anthropologica Sinica*, **15** (2): 151–158. (in Chinese)
- Wei F W, Yang Q S, Wu Y, Jiang X L, Liu S Y. 2022. Taxonomy and Distribution of Mammals in China. Beijing: Science Press. (in Chinese)
- Wei F W, Zhang P, Lü M Y, Wu C F, Chu Y M R, Han N, Yang D H, Hu K J. 2016. Variation in body mass and morphological characters in *Macaca mulatta brevicaudus* from Hainan, China. *American Journal of Primatology*, **78** (6): 679–698.
- Zhang R F, Wu C F, Chen T, Zhang J, Zhang P. 2021. Morphological characteristics of *Macaca mulatta brevicaudus*. *Acta Anthropologica Sinica*, **40** (1): 97–108. (in Chinese)
- Zhang Y P, Shi L M. 1993. Phylogeny of rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) as revealed by mitochondrial DNA restriction enzyme analysis. *International Journal of Primatology*, **14** (4): 587–605.
- Zhang Y Q, Han N L. 2023. Responses of land use change to ecosystem service value in Tropical Islands: a case study of Hainan Island. *Journal of Subtropical Resources and Environment*, **18** (3): 19–27. (in Chinese)
- Zhao J, Wei C J, Huang L F, Yan S Y. 2001. Research methods of land use changes and their applications in Hainan Island. *Geographical Research*, **20** (6): 723–730, 774. (in Chinese)
- Zhou J H, Li Z X, Yang Y Y, Xie J D, Yu C Y, Wang X L. 2017. Analysis on genetic diversity of *Macaca mulatta littoralis* by using microsatellite DNA markers. *Laboratory Animal and Comparative Medicine*, **37** (6): 434–441. (in Chinese)
- Zhou Y Y, Tian J D, Lu J Q. 2023. Genetic structure and recent population demographic history of Taihangshan macaque (*Macaca mulatta tcheliensis*), north China. *Integrative Zoology*, **18** (3): 530–542.
- 三亚市地方志编纂委员会编. 2001. 三亚市志. 北京: 中华书局, 149.
- 万宁县地方志编纂委员会. 1994. 万宁县志. 海口: 南海出版公司, 101.
- 马世来, 王应祥. 1988. 中国现代灵长类的分布、现状与保护. 兽类学报, **8** (4): 250–260.
- 王微, 王新爱. 2018. 海南城镇化与生态环境耦合协调发展分析. 当代经济, (9): 64–66.
- 文昌市地方志编纂委员会. 2000. 文昌县志. 北京: 方志出版社, 122.
- 古晓威, 陈帮乾, 云挺, 李广洋, 吴志祥, 寇卫利. 2022. 基于多源遥感数据的海南岛2007—2018年森林时空变化研究. 热带作物学报, **43** (2): 418–429.
- 东方市地方志编纂委员会. 2020. 东方市志. 北京: 方志出版社, 122.
- 付文, 任宝平, 林建忠, 栾科, 王朋程, 王宾, 黎大勇, 周岐海. 2021.

- 济源太行山猕猴种群数量和保护现状. 广西师范大学学报(自然科学版), **39** (1): 45-52.
- 白沙黎族自治县地方志编纂委员会编. 1992. 白沙县志. 海口: 南海出版公司, 63.
- 乐东黎族自治县地方志编纂委员会. 2002. 乐东县志. 北京: 新华出版社, 124.
- 刘轲, 刘炎林, 李晟. 2023. 欧亚猓狨在中国的分布现状与适宜栖息地预测. 兽类学报, **43** (6): 652-663.
- 江海声, 刘振河, 袁喜才, 王韩生. 1988a. 海南岛南湾半岛猕猴的活动习性. 兽类学报, **8** (4): 294-298.
- 江海声, 刘振河, 袁喜才, 王韩生. 1988b. 海南岛南湾半岛野生猕猴的繁殖研究. 兽类学报, **8** (2): 105-112.
- 江海声, 刘振河, 袁喜才, 王韩生. 1988c. 海南岛南湾半岛猕猴 (*Macaca mulatta*) 种群数量动态及分布. 生态学报, **8** (1): 86-94.
- 江海声, 刘振河, 袁喜才, 王韩生. 1989. 海南岛南湾猕猴 (*Macaca mulatta*) 种群结构研究. 兽类学报, **9** (4): 254-261.
- 江海声, 王骏, 刘振河. 1994. 旅游对南湾猕猴种群增长的影响. 兽类学报, **14** (3): 166-171.
- 江海声, 练健生, 冯敏, 王骏, 李艳红. 1998. 海南南湾猕猴种群增长的研究. 兽类学报, **18** (2): 21-27.
- 李文华, 宋晴川, 黄蓉, 赵家新, 李友邦, 周岐海. 2019. 广西恩城保护区黑叶猴种群数量和保护现状. 兽类学报, **39** (6): 623-629.
- 何蒙蒙. 2016. 海南省人口增长与经济发展. 科技经济市场, (3): 40-41.
- 张亦清, 韩念龙. 2023. 热带岛屿土地利用变化对生态系统服务价值的响应: 以海南岛为例. 亚热带资源与环境学报, **18** (3): 19-27.
- 张春花, 董立就, 吴俞, 冯文, 郭冬艳, 吴慧, 符晓虹, 陈小敏. 2020. 海南岛中部山地地形对天气气候的影响. 气象科技进展, **10** (4): 70-73.
- 张茹帆, 伍乘风, 陈涛, 张杰, 张鹏. 2021. 海南猕猴的形态学特征及其适应性. 人类学学报, **40** (1): 97-108.
- 昌江黎族自治县地方志编纂委员会. 2019. 昌江黎族自治县志. 北京: 方志出版社, 118.
- 周建华, 李志雄, 杨燕燕, 谢金东, 俞春英, 王训立. 2017. 应用微卫星 DNA 标记对福建亚种猕猴遗传多样性的分析. 实验动物与比较医学, **37** (6): 434-441.
- 赵健, 魏成阶, 黄丽芳, 阎守邕. 2001. 土地利用动态变化的研究方法及其在海南岛的应用. 地理研究, **20** (6): 723-730, 774.
- 保亭黎族苗族自治县地方志编纂委员会. 1997. 保亭县志. 海口: 南海出版公司, 73.
- 俞发宏, 彭燕章, 潘汝亮. 1996. 湘鄂与闽粤猕猴颅骨的多变量分析. 人类学学报, **15** (2): 151-158.
- 唐子英, 李致勋. 1957. 海南岛脊椎动物调查简报. 动物学杂志, **1** (4): 246-249.
- 海南省五指山市地方志编纂委员会. 2009. 通什市志. 北京: 方志出版社, 125.
- 海南省档案局. 1991. 海南省况大全. 长春: 吉林人民出版社.
- 陵水黎族自治县地方志编纂委员会. 2007. 陵水县志. 北京: 方志出版社, 139.
- 黄宝荣, 欧阳志云, 张慧智, 张利华, 郑华. 2009. 海南岛生态环境脆弱性评价. 应用生态学报, **20** (3): 639-646.
- 黄勇, 王跃招. 2011. 海南岛两栖爬行动物生物地理学研究进展. 四川动物, **30** (2): 304-309.
- 琼中黎族苗族自治县地方志编纂委员会. 2020. 琼中黎族苗族自治县志. 北京: 方志出版社, 151.
- 蒋学龙, 王应祥, 马世来. 1991. 中国猕猴的分类及分布. 动物学研究, **12** (3): 241-247.
- 路纪琪, 田军东, 张鹏. 2018a. 中国猕猴生态学研究进展. 兽类学报, **38** (1): 74-84.
- 路纪琪, 田军东. 2018b. 太行山猕猴王屋-1群的种群动态. 河南师范大学学报(自然科学版), **46** (2): 73-78, 2
- 黎大勇, 周岐海, 唐华兴, 黄乘明. 2012. 猕猴不同性别年龄组个体时间分配和姿态行为的差异分析. 兽类学报, **32** (1): 25-32.
- 颜家安. 2006. 海南岛生态环境变迁史研究: 以植物和动物变迁为研究视角. 南京: 南京农业大学博士学位论文.
- 魏辅文, 杨奇森, 吴毅, 蒋学龙, 刘少英. 2022. 中国兽类分类与分布. 北京: 科学出版社.