

云南高黎贡山发现大鹰鹃对 棕颈钩嘴鹛的巢寄生

高歌^① 元青苗^② 黄木娇^① 梁丹^③ 李斌强^② 罗旭^{②*}

① 云南高黎贡山国家级自然保护区保山管护局 保山 678000;

② 西南林业大学生物与食品工程学院/云南生物多样性研究院 昆明 650224;

③ 普林斯顿大学公共与国际事务学院 美国普林斯顿 08540

摘要: 2022年5月12日,在云南高黎贡山百花岭区域发现1个被寄生的鸟巢。通过野外观察及红外相机监测,确定宿主为棕颈钩嘴鹛(*Pomatorhinus ruficollis*);通过分子生物学鉴定,确认寄生者为大鹰鹃(*Hierococcyx sparveroides*)。该巢于2022年5月22日被豹猫(*Prionailurus bengalensis*)捕食,繁殖失败。经查,大鹰鹃在棕颈钩嘴鹛巢中的寄生行为尚属首次记录。

关键词: 高黎贡山; 巢寄生; 大鹰鹃; 棕颈钩嘴鹛

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2024) 06-981-06

Brood Parasitism on the Streak-Breasted Scimitar Babbler *Pomatorhinus ruficollis* by the Large Hawk Cuckoo *Hierococcyx sparveroides* Was Found in the Gaoligong Mountains, Yunnan, China

GAO Ge^① YUAN Qing-Miao^② HUANG Mu-Jiao^①

LIANG Dan^③ LI Bin-Qiang^② LUO Xu^{②*}

① Yunnan Gaoligongshan National Nature Reserve Baoshan Management Bureau, Baoshan 678000;

② Faculty of Biological Science and Food Engineering/Yunnan Academy of Biodiversity, Southwest Forestry University, Kunming 650224,

China; ③ Princeton School of Public and International Affairs, Princeton University, New Jersey 08540, USA

Abstract: Located in northwestern Yunnan Province in southwestern China, the Gaoligong Mountains harbor rich bird diversity with 796 species, of which 14 are parasitic cuckoos. Yet, avian nest parasitism by cuckoos in this biodiversity hotspot has rarely been documented. On May 12, 2022, we encountered a parasitized nest on the bank of a trail in the broadleaf forest at an altitude of 2 202 m in the Baihualing region of the Gaoligong Mountains (Fig. 1 and 2). Through field observations combined with infrared camera monitoring, we confirmed the host species and the fate of the nest, and monitored the feeding behavior from May 14 to 21.

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 32060118), 2021 年中央林业改革发展 (国家级自然保护区补助) 资金项目;

* 通讯作者, E-mail: luoxu@swfu.edu.cn;

第一作者介绍 高歌, 男, 工程师; 研究方向: 野生动物与自然保护地管理; E-mail: ge_gao1992@aliyun.com.

收稿日期: 2024-01-03, 修回日期: 2024-04-23 DOI: 10.13859/j.cjz.202424003

We counted feeding frequency in every 2 h on each monitoring day. To assess how feeding frequency changed with nestling age, we used a generalized linear mixed model (GLMM) with Poisson distribution, with feeding frequency as the response variable and nestling age as the predictor. We also used kernel density estimation (KDE) to explore how feeding frequency changed through time of day. Finally, we extracted DNA samples from nestling feathers to identify the species of brood parasite. The host species was the Streak-breasted Scimitar Babbler *Pomatorhinus ruficollis*, a common babbler species in the Gaoligong Mountains with a broad elevation from 1 000 - 2 800 m. Molecular evidence confirmed the parasite as the Large Hawk Cuckoo *Hierococcyx sparveriioides* (breeding elevational range: 700 - 2 500 m in the Gaoligong Mountains), with a high overlap of elevational range with the host species. We recorded a total of 298 feeding events, and GLMM suggested that feeding frequency increased with increasing nestling age (Fig. 3a). KDE identified three feeding peaks (from 8:00 to 10:00, from 14:00 to 16:00, and from 18:00 to 20:00) during the day (Fig. 3b). The nest failed due to depredation on May 22, 2022. The predator was identified as the Leopard Cat *Prionailurus bengalensis*. Through a literature review, we confirmed that this is the first record of brood parasitism on the Streak-breasted Scimitar Babbler by the Large Hawk Cuckoo. Future research on brood parasitism in this montane biodiversity hotspot would be helpful in understanding the role of this biotic interaction in shaping the elevational distributions of both hosts and parasitic cuckoos.

Key words: Gaoligong Mountains; Brood parasitism; Large Hawk Cuckoo; Streak-breasted Scimitar Babbler

巢寄生 (brood parasitism) 是指亲鸟把卵产在其他鸟 (宿主) 的巢中, 由宿主代孵和育雏的特殊繁殖行为 (Davies 2010, 2011, 郑光美 2012)。杜鹃科 (Cuculidae) 鸟类是欧亚大陆常见的寄生性鸟类, 中国记录有 17 种寄生性杜鹃 (Yang et al. 2012, 郑光美 2023)。记录寄生性杜鹃对其宿主物种的选择, 能够为巢寄生及协同进化研究提供基础资料。尽管近年对中国杜鹃巢寄生的研究逐渐增加, 但关于杜鹃及其宿主的信息仍然较为有限 (Yang et al. 2012)。

高黎贡山 (24°40' ~ 28°30' N, 97°30' ~ 99°30' E) 地处中国西南部云南省西北部, 包括怒江和伊洛瓦底江之间的分水山脉及其两侧区域, 是横断山脉的重要组分 (李恒等 2017)。由于特殊的地质历史和独特的自然生态环境, 高黎贡山具有多样的气候带, 孕育了极丰富的鸟类多样性 (Mittermeier et al. 2005, Wu et al. 2024)。研究地百花岭区域位于高黎贡山南段东坡 (图 1), 行政区划属于云南省保山市隆阳区芒宽乡, 生境以亚热带中山湿性常绿阔叶林和季风常绿阔叶林为主, 是高黎贡山鸟类多样性

较为丰富的区域 (Pan et al. 2019)。

2022 年 5 月, 我们在云南高黎贡山百花岭区域发现 1 个被寄生的鸟巢。通过野外观察、红外相机监测和分子生物学检测方法确定了宿主为棕颈钩嘴鹀 (*Pomatorhinus ruficollis*), 寄生杜鹃种类为大鹰鹀 (*Hierococcyx sparveriioides*)。

1 研究方法

1.1 野外工作

2022 年 5 月 12 日, 在高黎贡山国家级自然保护区开展繁殖鸟类多样性监测时, 发现 1 个鸟巢, 巢内有 1 只杜鹃雏鸟。为降低对巢的人为干扰, 2022 年 5 月 13 日上午 9:20 时布设 1 台红外相机对该巢进行监测。红外相机用木桩固定, 布设在鸟巢对面拍摄巢口位置, 距离巢约 2 m, 参数设置为每次触发相机自动拍摄 3 张照片加 20 s 视频。2022 年 5 月 19 日, 对该巢进行回访查看, 并对雏鸟拍照记录。2022 年 5 月 23 日, 再次对鸟巢进行重访时, 发现雏鸟已被捕食。将散落在巢边的杜鹃雏鸟羽毛带

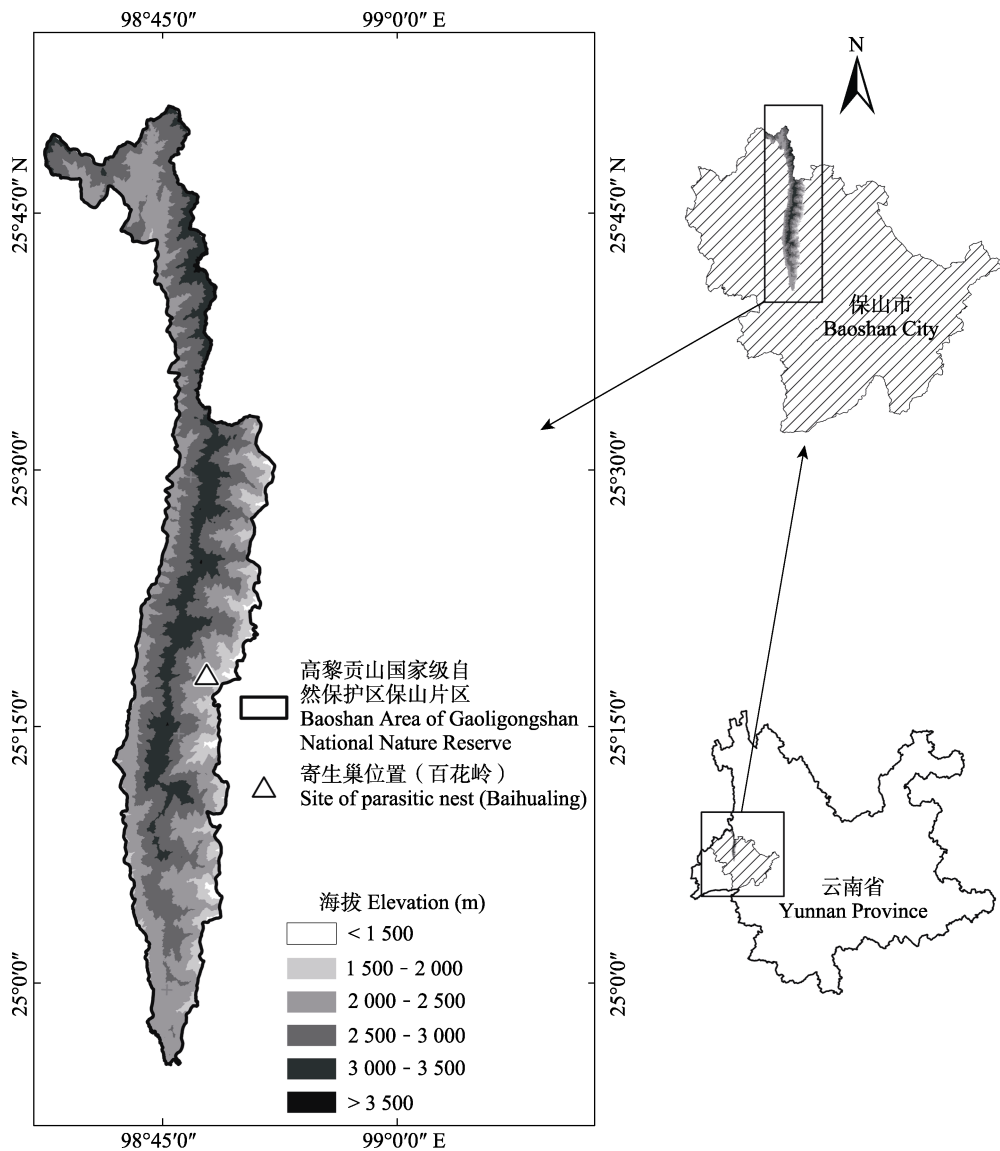


图 1 寄生巢位置示意图

Fig. 1 Site of parasitic nest

回实验室做分子生物学分析，并将用于监测该巢的红外相机带回分析数据。

1.2 分子生物学实验

实验使用 TSINGKE 动物基因组 DNA 提取试剂盒（通用型）提取基因组 DNA。将羽毛样本水浴消化过夜后，按照试剂盒说明书提取样本 DNA。DNA 提取质量采用 1% 琼脂糖凝胶电泳进行检测。使用 COI 基因通用引物（BirdF1: 5'-TTC TCC AAC CAC AAA GAC ATT GGC

AC-3'; BirdR1: 5'-ACG TGG GAG ATA ATT CCA AAT CCT G-3'）进行 PCR 扩增（Kerr et al. 2007）。扩增反应体系为 25 μ l，包含 10 $\times$ Taq 缓冲液 2.5 μ l，2.5 mmol/L 的 dNTPs 1 μ l，10 μ mol/L 的上下游引物各 1 μ l，基因组 DNA 1 μ l（含量约 10 ~ 20 ng），DNA 聚合酶 0.25 μ l，ddH₂O 18.25 μ l。反应条件为：95 $^{\circ}$ C 预变性 5 min；95 $^{\circ}$ C 变性 30 s，55 $^{\circ}$ C 退火 45 s，72 $^{\circ}$ C 延伸 30 s，进行 35 个循环；72 $^{\circ}$ C 终延伸 10 min，

4 ℃ 保存。PCR 扩增产物经 2% 琼脂糖凝胶电泳检测后送往北京擎科生物科技有限公司进行双向测序。利用 DNASTar 软件包中的 SeqMan 软件 (Liu et al. 2014) 核对、拼接所测序列。采用 NCBI 数据库中的 BLAST 程序 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST/>) 搜寻与样本 COI 序列相似度高的同源序列。

1.3 红外相机数据分析

通过分析红外相机拍摄记录的影像资料, 确定被寄生鸟巢的亲鸟及鸟巢捕食者信息。挑选出红外相机拍摄记录的亲鸟行为有效照片和视频, 分类统计其中亲鸟的行为。挑选出 2022 年 5 月 14 日至 21 日有完整记录的亲鸟喂食行为数据, 按 2 h 一个时段划分统计不同时段亲鸟喂食行为次数, 基于广义线性模型分析喂食次数随着时间的变化趋势, 数据分布类型为泊

松分布; 基于核密度估计方法 (kernel density estimation) 分析亲鸟喂食节律, 使用 R 软件 (4.1.2) “overlap” 程序包中的 “densityPlot” 函数绘制亲鸟喂食的日节律图 (Ridout et al. 2009)。以上分析和作图均在 R 软件 (4.1.2) 中完成 (R Core Team. 2023)。

2 结果

2.1 被寄生的鸟巢

被寄生的鸟巢位于常绿阔叶林下 (25°18' 33" N, 98°46'37" E, 海拔 2 202 m), 植被茂密。巢为地面编织巢, 在林中小路边的土坡上, 土坡高 2.8 m, 宽 5.3 m。巢距离地面 75.5 cm, 大致呈球形, 侧面开口, 巢高 20 cm, 巢深 11 cm, 巢外径 18.3 cm × 14.5 cm, 巢内径 11.3 cm × 7.5 cm, 巢口 10 cm × 9 cm (图 2)。



图 2 被寄生的鸟巢、雏鸟、宿主及捕食者

Fig. 2 The parasitized nest, nestling, host, and predator

a. 被寄生的鸟巢; b. 大鹰鹃雏鸟; c. 棕颈钩嘴鹛正在喂食大鹰鹃雏鸟; d. 豹猫捕食雏鸟。
a. The parasitized nest; b. The nestling of the Large Hawk Cuckoo *Hierococcyx sparveroides*; c. The Streak-breasted Scimitar Babbler *Pomatorhinus ruficollis* is feeding the nestling of the Large Hawk Cuckoo; d. The Leopard Cat *Prionailurus bengalensis* preyed on the nestling.

2.2 宿主和寄生性杜鹃

根据红外相机拍摄影像确定，宿主为棕颈钩嘴鹃，该巢 2 只棕颈钩嘴鹃亲鸟共同喂养寄生杜鹃的雏鸟，巢中雏鸟于 2022 年 5 月 22 日 16:09 时被豹猫 (*Prionailurus bengalensis*) 捕食 (图 2d)，巢被捕食时亲鸟在巢附近警戒，巢中雏鸟被捕食后亲鸟 2 次衔食物回巢，之后再未拍摄到亲鸟的影像。

通过 COI 基因通用引物 PCR 扩增、序列测定，获得原始序列；去除起始、末尾双端峰，拼接后得到有效序列，长度为 695 bp。经在 NCBI 中 (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) 比对分析与 COI 序列相似度高的同源序列，目标物种与大鹰鹃 (GenBank 序列号 LN734605) 相似度最高 (100.00%)，确定寄生杜鹃为大鹰鹃。

2.3 亲鸟行为

布设的红外相机于 2022 年 5 月 13 日上午 9:34 时至 2022 年 5 月 22 日 17:10 时共拍摄记录亲鸟行为有效影像 317 次，主要为喂食杜鹃雏鸟，共记录 298 次。2022 年 5 月 14 日至 21 日，8 d 共记录亲鸟喂食行为 240 次，平均每天喂食 30 次，喂食频次随雏鸟日龄逐步增加 (图 3a)；亲鸟喂食时间从早上 6:32 时 (1 次) 持续到傍晚 20:20 时 (1 次)，亲鸟喂食行为有上午

[dwxzz1]8:00 ~ 10:00 时 (37 次)、中午 14:00 ~ 16:00 时 (50 次) 和傍晚 18:00 ~ 20:00 时 (40 次) 3 个高峰 (图 3b)。红外相机数据还记录到亲鸟喂食雏鸟后进行暖雏 (13 次)、衔走杜鹃雏鸟粪便 (20 次) 和取食杜鹃雏鸟粪便 (27 次)。

3 讨论

经查阅相关文献，大鹰鹃在中国已报道的宿主包括白颊噪鹃 (*Pterorhinus sannio*)、矛纹草鹃 (*Garrulax lanceolatus*)、橙翅噪鹃 (*Trochalopteron elliotii*) 和白腹短翅鸫 (*Hodgsonius phaenicuroides*) 等 8 种 (蒋迎昕等 2007, Yang et al. 2012, 胡运彪等 2013, 霍娟等 2016)；国外报道的宿主包括噪鹃类 (*Laughingthrushes*)、紫啸鸫 (*Myiophonus caeruleus*)、白喉短翅鸫 (*Brachypteryx leucophrys*)、纹头斑翅鸫 (*Actinodura nipalensis*)、纹背捕蛛鸟 (*Arachnothera magna*) 及其他鸣禽 (Yang et al. 2012, Payne et al. 2020)。本次发现大鹰鹃在棕颈钩嘴鹃巢中寄生尚属首次记录。

寄生性杜鹃和宿主之间的相互作用不仅是了解协同演化的良好模型 (Kennerley et al. 2022)，作为一种生物因素对杜鹃和宿主海拔分布的影响也值得更加深入探讨 (Jankowski

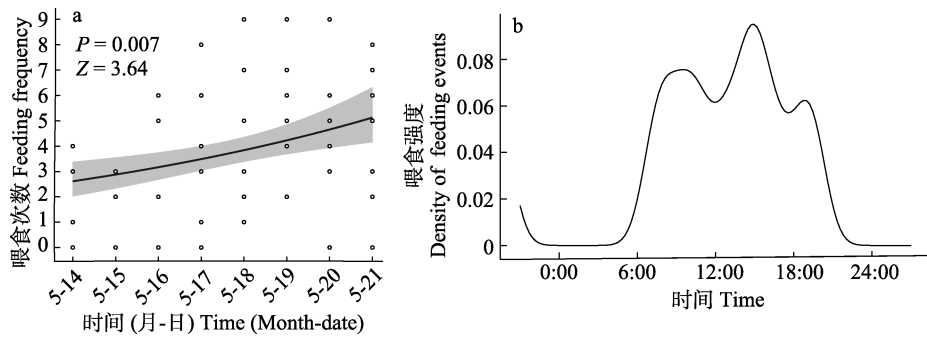


图 3 亲鸟日喂食次数变化 (a) 和喂食节律 (b)

Fig. 3 Daily feeding frequency variation (a) and feeding rhythm (b) of parent birds

灰色阴影区域代表 95% 的置信区间；喂食强度是不同时间段亲鸟喂食行为发生的密集程度。
Gray shaded areas represent 95% confidence intervals; density refers to the occurrence frequency of parent birds' feeding behavior in daily time.

et al. 2013)。棕颈钩嘴鹆在高黎贡山属于常见鸟种(吴飞 2021),繁殖季节分布海拔为 1 000 ~ 2 800 m,而大鹰鹆在高黎贡山的分布海拔为 700 ~ 2 500 m (Liang et al. 2021),两者在海拔分布上重叠较大。高黎贡山地区共记录寄生性杜鹃科鸟类 14 种(吴飞 2021, Wu et al. 2024),这些寄生性杜鹃类在海拔梯度上有明显的物种替代现象(Liang et al. 2021)。高黎贡山区域的鸟类巢寄生现象少有报道,但是有很多类群和物种(如噪鹛类)都是常见的巢寄生对象,这些物种也存在着明显的海拔替代分布现象(Liang et al. 2021)。因此,高黎贡山地区寄生性杜鹃和宿主间相互作用以及它们的海拔分布关系等问题,值得进一步关注。

致谢 感谢高黎贡山国家级自然保护区保山管护局工作人员吴天彬协助制作寄生巢位置示意图,护林员刘占海协助野外数据采集。

参 考 文 献

- Davies N B. 2010. Cuckoos, Cowbirds and Other Cheats. London: Bloomsbury Publishing, 43–45.
- Davies N B. 2011. Cuckoo adaptations: trickery and tuning. *Journal of Zoology*, 284(1): 1–14.
- Jankowski J E, Londoño G A, Robinson S K, et al. 2013. Exploring the role of physiology and biotic interactions in determining elevational ranges of tropical animals. *Ecography*, 36(1): 1–12.
- Kennerley J A, Somveille M, Hauber M E, et al. 2022. The overlooked complexity of avian brood parasite-host relationships. *Ecology Letters*, 25(8): 1889–1904.
- Kerr K C R, Stoeckle M Y, Dove C J, et al. 2007. Comprehensive DNA barcode coverage of North American birds. *Molecular Ecology Notes*, 7(4): 535–543.
- Liang D, Pan X Y, Luo X, et al. 2021. Seasonal variation in community composition and distributional ranges of birds along a subtropical elevation gradient in China. *Diversity and Distributions*, 27(12): 2527–2541.
- Liu G, Zhou L Z, Li B, et al. 2014. The complete mitochondrial genome of *Aix galericulata* and *Tadorna ferruginea*: bearings on their phylogenetic position in the Anseriformes. *PLoS ONE*, 9(11): e109701.
- Mittermeier R A, Robles G P, Hoffman M, et al. 2005. Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. Chicago: University of Chicago Press.
- Pan X Y, Liang D, Zeng W, et al. 2019. Climate, human disturbance and geometric constraints drive the elevational richness pattern of birds in a biodiversity hotspot in southwest China. *Global Ecology and Conservation*, 18: e00630.
- Payne R B, Kirwan G M. 2020. Large Hawk-Cuckoo (*Hierococcyx sparveroides*) // del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J, et al. *Birds of the World*. Ithaca, NY, USA: Cornell Lab of Ornithology.
- R Core Team. 2023. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [EB/OL]. [2023-12-25]. <https://www.R-project.org/>.
- 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.
- Wu F, Gao J Y, Yan D, et al. 2024. Bird species composition and conservation challenges in the Gaoligong Mountains, one of the most diverse bird areas in the world. *Zoological Research: Diversity and Conservation*, 1(1): 20–50.
- Yang C C, Liang W, Antonov A, et al. 2012. Diversity of parasitic cuckoos and their hosts in China. *Chinese Birds*, 3(1): 9–32.
- 胡运彪, 王小鹏, 常海忠, 等. 2013. 鹰鹆在橙翅噪鹛巢中寄生繁殖. *动物学杂志*, 48(2): 292–293.
- 霍娟, 栗通萍, 姚小刚, 等. 2016. 鹰鹆对白腹短翅鹛的巢寄生. *动物学杂志*, 51(6): 1101–1105.
- 蒋迎昕, 梁伟, 杨灿朝, 等. 2007. 鹰鹆在白颊噪鹛巢中寄生繁殖. *四川动物*, 26(3): 509, 725.
- 李恒, 李新辉, 杨珺. 2017. 高黎贡山特有种现状及其保护. *西部林业科学*, 46(增刊 2): 1–11.
- 吴飞. 2021. 高黎贡山区域鸟类资源图鉴. 昆明: 云南科技出版社.
- 郑光美. 2012. 鸟类学. 2 版. 北京: 北京师范大学出版社, 202–212.
- 郑光美. 2023. 中国鸟类分类与分布名录. 4 版. 北京: 科学出版社, 56–61.