

DOI: 10.5846/stxb202005061122

李映灿, 陈治文, 黄广传, 彭超, 张洪茂. 西沙群岛主要岛屿鸟类和小型兽类群落调查研究. 生态学报, 2021, 41(18): 7189-7203.

Li Y C, Chen Z W, Huang G C, Peng C, Zhang H M. Birds and small mammals in the main islands of Xisha Islands, China. Acta Ecologica Sinica, 2021, 41(18): 7189-7203.

西沙群岛主要岛屿鸟类和小型兽类群落调查研究

李映灿, 陈治文, 黄广传, 彭超, 张洪茂*

华中师范大学生命科学院进化与生态学研究所, 武汉 430079

摘要:对海岛动物资源的本底调查和研究, 可为更好地保护海洋和海岛生态系统提供重要的依据。2018 年 4 月—2019 年 12 月, 利用样线法、铗夜法等对西沙群岛东岛、永兴岛等岛屿的鸟类、小型兽类资源进行了 4 次调查, 结合历史记录数据对其物种组成和多样性变化进行了分析。调查共记录到小型兽类 3 种, 臭鼩(*Suncus murinus*) 见于林灌丛, 褐家鼠(*Rattus norvegicus*) 和黄胸鼠(*R. flavipectus*) 见于房舍区; 共记录到鸟类 13 目 26 科 65 种, 其中国家 II 级重点保护动物 4 种, 新记录到鸟类 29 种; 广布型鸟类 34 种, 古北界鸟类 20 种, 东洋界鸟类 11 种; 冬候鸟 28 种, 留鸟 23 种, 旅鸟 6 种, 夏候鸟 5 种, 迷鸟 3 种; 东岛鸟类物种数高于永兴岛, 但多样性和均匀度均较低; 雨季物种丰富度、多样性和均匀度均高于旱季; 东岛为国家 II 级重点保护动物红脚鲣鸟(*Sula sula*) 中国唯一的繁殖地, 应加强保护。与 1974 年和 2005 年报道的数据对比, 本次调查记录的鸟类物种丰富度最高, 留鸟物种数最多。结果反映西沙群岛小型兽类种类较少, 主要分布在房舍区及其附近的林灌丛; 暗示小型兽类带人、扩散等可能与人为活动相关, 其生态效应予以重视和长期监测。西沙群岛鸟类物种有丰富度较高、候鸟占比高、季节和年份间差异明显、留鸟物种数有所增加、为红脚鲣鸟唯一的繁殖地等特点。西沙群岛生态系统的完整性, 对候鸟和留鸟的保护, 尤其是红脚鲣鸟的保护十分重要, 应予以重视。

关键词: 鸟类; 小型兽类; 岛屿; 西沙群岛; 调查研究

Birds and small mammals in the main islands of Xisha Islands, China

LI Yingcan, CHEN Zhiwen, HUANG Guangchuan, PENG Chao, ZHANG Hongmao*

Institute of Evolution and Ecology, School of Life Sciences, Central China Normal University, Wuhan 430079, China

Abstract: The baseline survey and detailed analysis of wildlife resources constitute an important basis and guidance for better conservation of both marine and island ecosystems. Birds and small mammals of Xisha Islands were surveyed in Woody Island and Lincoln Island by using line transects from April 2018 to December 2019, species composition and diversity differences compared with historical records were analyzed. Three species of small mammals were recorded in this survey, of which, *Suncus murinus* was common in forests and shrubs, whereas *Rattus norvegicus* and *R. flavipectus* were usually trapped near houses and villages. A total of sixty-five bird species of thirteen orders, twenty-six families were recorded in Xisha Islands, including twenty-nine newly recorded species, four kinds of national second-class protected animals. In terms of faunal distribution, a total of thirty-four species of birds are widespread species, twenty are Palearctic species, and eleven are Oriental species. In terms of residence type, twenty-eight species of birds are winter visitors, twenty-three are residents, six are passage migrants, five are summer visitors, and three are vagrant visitors. In Lincoln Island, bird species richness was higher than Woody Island, but the diversity index and evenness index were lower. Bird species richness, diversity index, and evenness index in the rainy season were higher than those in the dry season. Much attention should be paid to Lincoln Island because there are more than one hundred thousand individuals of *Sula sula*

基金项目: NSFC-广东联合基金(U1701246)

收稿日期: 2020-05-06; 网络出版日期: 2021-06-15

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhanghm@mail.ccnu.edu.cn

inhabited in the forest, which is its only large breeding ground in China. Compared with the historical data published in 1974 and 2005, species richness of birds, especially the resident bird species has increased. These results suggest that, in Xisha Islands, small mammals have a low species richness, mainly distributed in the forest and near houses, and their community dynamics are mainly related to human activities, the related ecological effects should be investigated continuously and paid attention to prevent rodent damage. The bird community in Xisha Islands is characterized by high species richness, a major proportion of migratory birds, great differences between islands, seasons, and years, an increasing species number of resident birds, and the only large breeding ground for *S. sula* in China. As an important transfer station of migratory birds and a key habitat of *S. sula*, the integrity of the ecosystem in Xisha Islands is crucial for both the migratory birds and resident birds, especially *S. sula*, local conservation should be given extra attention.

Key Words: birds; small mammals; islands; Xisha Islands; investigation and research

受地理位置、大小和空间隔离等影响,海洋岛屿生态系统常具有物种稀少、生境单一、对干扰响应灵敏、破坏后极难恢复等特点,致使海岛的生态环境维持和社会经济发展较大陆有更多的问题^[1-4]。随着人类对海洋影响的全球化,人类不可避免的影响了海洋岛屿生态系统,使其获得了人工生态系统的属性,进而形成一种自然—人文复合生态系统^[5-6]。探讨人类活动对海岛生态系统的影响,已成为海洋生态系统研究的热点问题^[7-10]。

鸟类对环境变化敏感,易于监测,鸟粪为岛屿的初级生产提供了营养补充,对岛屿生态系统恢复具有重要意义,是研究岛屿生态环境健康的重要指标^[11-12];小型兽类(如鼠类)多为伴随人为活动的外来物种,可以作为海岛生态系统人为活动强度和生态系统结构变化的指标^[13-15]。对鸟类和小型兽类物种信息调查,可以为深入了解岛屿生态系统健康、功能状况及保护等提供基础资料。

西沙群岛位于中国南海中西部,海南岛东南,扼守南海门户,自古以来为中国的神圣领土,地位极其重要。西沙群岛由 32 座岛屿、礁、沙洲、滩等组成,是南海面积最大的群岛,自然资源丰富,为鸟类、哺乳类等动物资源的重要栖息地和候鸟迁徙的重要中转站,具有不可估量的社会与经济价值^[16-17]。西沙群岛的岛屿生态系统虽然具备自身调节能力,但面对人类活动及全球变暖的双重压力,外来物种入侵(如飞机草 *Chromolaena odorata*、南美蟛蜞菊 *Sphagneticola lobata* 和黄胸鼠 *Rattus flavipectus* 等)和生境退化愈发严重,需要加强保护^[5, 18-19]。由于缺乏系统的动物物种多样性资料,动物资源保护难以做到针对性和科学性^[5]。因此,全面的动物资源本底调查和群落动态分析对于西沙群岛动物资源及岛礁生态系统保护十分重要。

西沙群岛的鸟类调查开始于 20 世纪初,Delacour 和 Jabouille 首次考察了西沙群岛,报道了红脚鲣鸟(*Sula sula*)在永兴岛和东岛繁殖^[20]。1959 年贝天祥和唐兆铭报道了永兴岛的红脚鲣鸟因人为捕杀、拾拣鸟蛋等原因绝迹^[21]。1974 年中国科学院北京动物研究所(现中国科学院动物研究所)等单位对西沙群岛的动物资源做了较全面的调查,共记录鸟类 10 目 21 科 43 种^[22]。此后,刘景先、邹发生、曹垒等分别记录了东岛红脚鲣鸟(*Sula sula*)、黑腹军舰鸟(*Fregata minor*)等的栖息和繁殖行为^[23-26];潘永良于 2005 年对西沙群岛的鸟类群落结构进行了报道,共记录到鸟类 11 目 21 科 55 种^[20]。

西沙群岛的鼠类调查起步较晚,1979 年秦耀亮报道西沙群岛有黄胸鼠(*Rattus flavipectus*)、缅鼠(*R. exulans*)^[27];1983 年刘振华等考察并记录了包括东岛、永兴岛在内 6 座岛屿的鼠类物种的组成和数量分布^[28];之后,黄佳亮等和王琰等分别于 1996 年和 2014 年报道了永兴岛等岛屿的鼠形动物及其寄生虫,均记录到鼠形动物 2 目 2 科 3 种^[29-30]。

在前人的研究中,对西沙群岛动物资源调查多为局部调查或物种记录和生态观察,少有系统性的群落结构研究和动态分析^[21-26, 27-30]。2018 年 4 月至 2019 年 12 月对西沙群岛主要岛屿东岛和永兴岛的鸟类和小型兽类资源进行了 4 次重复调查,并通过与历史记录数据对比,分析西沙群岛鸟类、小型兽类多样性组成、群落结构及其变化,为了解岛屿生态系统的结构、功能维持机制和海岛生态保护提供基础资料。

1 研究方法

1.1 研究区域概况

西沙群岛地处北纬 $15^{\circ}46'$ — $17^{\circ}08'$, 东经 $111^{\circ}11'$ — $112^{\circ}54'$ 之间, 处于太平洋西部, 中国南海中西部, 分布在约 50 万 km^2 的海域, 包括 32 个岛屿与礁盘, 陆地面积约 7.97 km^2 。属于海洋性的热带季风气候, 年平均温度 26°C , 1 月平均温度 22.9°C , 6 月平均温度 28.9°C ; 年平均降雨量 1500 mm, 6—11 月为雨季, 降雨量为全年的 87%, 12 月至次年 5 月为旱季^[31-32]。主要景观类型有森林、灌丛、草地和沙滩, 常见树种有抗风桐 (*Ceodes grandis*)、海岸桐 (*Guettarda speciosa*)、草海桐 (*Scaevola sericea*)、银毛树 (*Messerschmidia argentea*) 以及栽培的椰子 (*Cocos nucifera*) 等^[19, 33]; 常见动物以鸟类为主, 如暗绿绣眼鸟 (*Zosterops japonicus*)、牛背鹭 (*Bubulcus ibis*)、红脚鲼鸟等^[20, 22]。

本研究选取西沙群岛中面积最大的永兴岛和东岛作为调查样地 (图 1)。永兴岛和东岛均为海洋性珊瑚岛礁, 相距约 50 km。永兴岛 3.16 km^2 , 平均海拔 5 m。东岛 1.55 km^2 , 平均海拔 4—5 m^[34]。

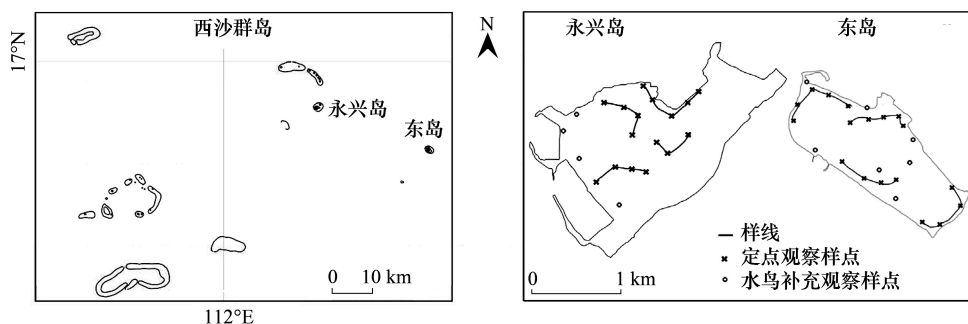


图 1 西沙群岛地理位置图及样线样点位置

Fig.1 Location of Xisha Islands and location of point count sites and transects on Woody Island and Lincoln Island

1.2 鸟类调查

根据岛屿上的不同植被与地貌特征^[19, 33], 将鸟类栖息生境划分为五个类型: 森林、灌丛、草地、沙滩、湿地 (半咸水水塘) (仅见于东岛)。根据岛屿上的鸟类栖息生境分别选取 4 条样线, 每条样线长约 800—1200 m, 宽约 50—80 m, 面积约 0.04 — 0.096 km^2 。沿着样线调查时, 在鸟类分布相对集中的地方 (如水塘、森林、草地等) 设置定点观察样点, 各样线选取 3—5 个定点观察样点, 样点间距离在 100 m 以上以避免重复记录, 利用 GPS 定位样线、样点位置 (图 1)。4 条样线涵盖了岛上所有鸟类栖息生境, 观测面积不少于岛屿面积的 80%。此外, 根据水鸟集中分布于海滩、半咸水水塘; 活动范围较大; 种类变化较快 (尤其迁徙季节) 等特点, 沿海岸线及半咸水水塘周边设置数个观察样点 (东岛 7 个, 永兴岛 4 个), 定点观察统计目击范围 (20—100 m) 内的水鸟, 作为样线调查之外的补充调查。

分别在旱季 (2018 年 5 月、2019 年 4 月) 和雨季 (2018 年 10 月、2019 年 8 月) 对各样线、样点分别进行 4 次重复调查, 每次调查时长 5—7 d, 每天的调查时间为 6:00—9:00、16:00—19:00, 沿样线以 1.5—2.0 km/h 速度步行观察记录, 样线上的每个观察样点每次固定观察 10—20 min, 针对水鸟的补充调查样点定点每次观察约 30 min。利用双筒望远镜 (Kowa 10 × 42) 和相机 (Nikon P900s) 观察和拍摄, 每次观察记录鸟类物种、数量、微生境、距离观察者的水平距离等参数。2 年的调查周期内, 每条样线和样点重复调查 40 次, 累积调查时间约 120 h。根据《中国野外鸟类手册》^[35] 鉴定物种, 根据《中国鸟类分类与分布名录·第三版》^[36] 确定物种编目和居留型, 根据《中国动物地理》确定物种区系^[37]。

1.3 小型兽类调查

将东岛和永兴岛的小型兽类栖息地分为房舍、道路等人类活动区和林灌丛两类, 分别在各类栖息地中选

取 4 条样线,沿样线各放置鼠夹 15—20 只,夹间距 5—7 m,以花生米或火腿肠为诱饵,17:00—19:00 布置鼠夹,第二天 6:00—9:00 检查,每次连续夹捕 5—7 d,捕获小型兽类的鼠夹用新鼠夹替换以减少气味的影响。记录捕获动物的种类、数量、生境、性别等,并进行称重和体型特征测量。2018 年和 2019 年分别对各样线进行了 4 次重复调查。

1.4 数据分析

采用 Shannon-Wiener 多样性指数,Pielou 均匀度指数分别对鸟类和小型兽类进行物种多样性分析^[38]:

Shannon-Wiener 多样性指数(H'): $H' = -\sum P_i \ln P_i$;

Pielou 均匀度指数(J): $J = -\sum P_i \ln P_i / \ln S$;

式中, $P_i = n_i / N$, n_i 为第 i 种的个体数, N 为样本的总个体数, S 为群落的物种数。

2 调查结果

2.1 鸟类

本次调查共记录鸟类 65 种 17387 只,隶属于 13 目 26 科,新记录到鸟类 29 种,其中永兴岛 9 目 19 科 33 种,东岛 11 目 22 科 57 种(附表 1)。常见种类为鸻形目(21 种,占总种数的 32.3%)、雀形目(18 种,27.7%)和鹬形目(9 种,13.9%)鸟类(图 2)。国家 II 级保护动物有红隼(*Falco tinnunculus*)、鸢(*Pandion haliaetus*)、鹰鸮(*Ninox scutulata*)和红脚鲣鸟;“三有”动物 59 种;海南省重点保护动物 40 种;IUCN 附录近危物种有凤头麦鸡(*Vanellus vanellus*)和灰尾漂鹬(*Tringa brevipes*);CITES 附录 II 有鸢和鹰鸮;《中国物种红色名录》近危物种有树麻雀(*Passer montanus*)^[39];《中国脊椎动物红色名录》近危物种有红脚鲣鸟、鸢和鹰鸮(附表 1)^[40]。

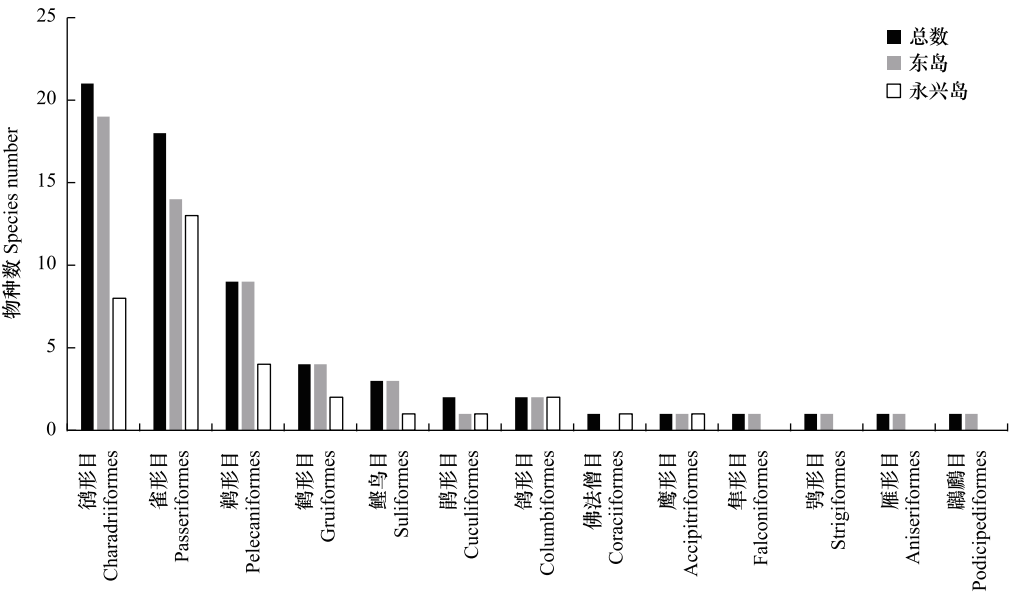


图 2 西沙群岛鸟类各目物种数量
Fig.2 Species number of bird orders in Xisha Islands

本次调查记录到冬候鸟 28 种,占 43.1%;留鸟 23 种,占 35.4%;旅鸟 6 种,占 9.2%;夏候鸟 5 种,占 7.7%;迷鸟 3 种,占 4.6%。广布种 34 种,占 52.3%;古北种 20 种,占 30.8%;东洋种 11 种,占 16.9%。东岛鸟类物种数显著高于永兴岛(表 1),其中 32 种仅见于东岛,8 种仅见于永兴岛(附表 1)。

在生境分布上,湿地(半咸水)的鸟类 37 种,占 56.9%;沙滩 28 种,占 43.1%;森林 26 种,占 40%;草地 23 种,占 35.38%;灌丛 12 种,占 18.5%。其中湿地、沙滩和草地鸟类以涉禽类冬候鸟为主,森林和灌丛鸟类以鸣禽类留鸟为主(表 2)。

表 1 西沙群岛鸟类物种的居留型与区系成分

Table 1 Residential types and fauna of bird species in Xisha Islands				
	鸟类类型 Bird types	东岛 Lincoln Island	永兴岛 Woody Island	合计 Totals
居留型 Residential types	冬候鸟	26 (45.6%)	14 (42.4%)	28 (43.1%)
	夏候鸟	4(7.0%)	3 (9.1%)	5 (7.7%)
	留鸟	20 (35.1%)	13 (39.4%)	23 (35.4%)
	旅鸟	4 (7.0%)	2 (6.1%)	6 (9.2%)
	迷鸟	3 (5.3%)	1 (3.0%)	3 (4.6%)
区系成分 Fauna	古北界	18 (31.6%)	8 (24.2%)	20 (30.8%)
	东洋界	8 (14.0%)	7 (21.2%)	11 (19.9%)
	广布种	31 (54.4%)	18 (54.5%)	34 (52.3%)
	合计 Total	57 (100%)	33 (100%)	65 (100%)

数据为物种数(百分比)

表 2 西沙群岛各栖息地的鸟类生态类型与居留型

Table 2 Ecological groups and residential types in different habitats in Xisha Islands							
	鸟类类型 Bird types	湿地 Wetland	森林 Forest	草地 Grassland	沙滩 Beach	灌丛 Shrub	总计 Total
生态类型 Ecological group	涉禽	28 (75.7%)	8 (29.6%)	13 (56.5%)	18 (64.3%)	4 (33.3%)	33 (50.8%)
	游禽	4 (10.8%)	3 (11.1%)	0 (0)	2 (7.1%)	0 (0)	6 (9.2%)
	攀禽	0 (0)	1 (3.7%)	0 (0)	1 (3.6%)	1 (8.3%)	3 (4.6%)
	鸣禽	4 (10.8%)	12 (44.4%)	8 (34.8%)	6 (21.4%)	7 (58.3%)	18 (27.7%)
	猛禽	0 (0)	3 (11.1%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (4.6%)
	陆禽	1 (2.7%)	0 (0)	2 (8.7%)	1 (3.6%)	0 (0)	2 (3.1%)
居留型 Resident types	冬候鸟	20 (54.1%)	7 (25.9%)	11 (47.8%)	11 (39.3%)	5 (14.7%)	28 (43.1%)
	夏候鸟	1 (2.7%)	4 (14.8%)	0 (0)	2 (7.1%)	0 (0)	5 (7.7%)
	留鸟	12 (32.4%)	14 (51.9%)	8 (34.8%)	9 (32.1%)	7 (58.3%)	23 (35.4%)
	旅鸟	3 (8.1%)	2 (7.4%)	2 (8.7%)	5 (17.9%)	0 (0)	6 (9.2%)
	迷鸟	1 (2.7%)	1 (3.7%)	2 (8.7%)	1 (3.6%)	0 (0)	3 (4.6%)
	总计 Total	37 (100%)	27 (100%)	23 (100%)	28 (100%)	12 (100%)	65 (100%)

数据为物种数(百分比)

与 1974 年和 2005 年的调查结果相比,新增记录鸟类 29 种,留鸟物种数从 1974 年的 9 种增加到 2005 年的 17 种,再到本次调查记录的 23 种(图 3)。物种丰富度、Shannon-Wiener 多样性、Pielou 均匀度雨季均高于旱季(表 3)。

2.2 小型兽类

1022 铗夜,共捕获小型兽类 60 只。永兴岛有臭鼩(*Suncus murinus*)、褐家鼠(*Rattus norvegicus*)和黄胸鼠(*R. flavipectus*)。臭鼩在林灌丛及废弃的房舍附近常见,捕获率为 10.6%;褐家鼠见于房舍,黄胸鼠见于林灌丛边缘(表 4)。东岛仅发现黄胸鼠,见于民房附近,捕获率 8.6%。

历史数据对永兴岛的记录最完整,与历史记录相比,与人类活动密切相关的褐家鼠、黄胸鼠始终较常见,缅甸鼠(*Rattus exulans*)消失,臭鼩数量较大(图 4)。东

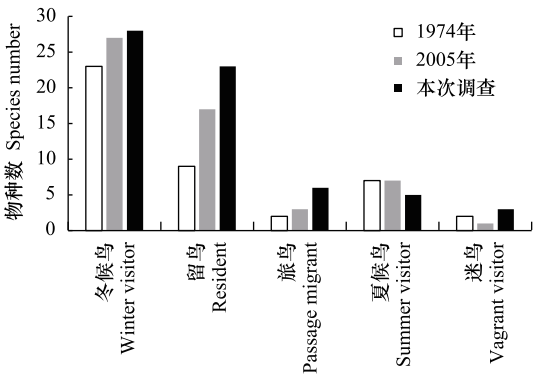


图 3 1974 年以来西沙群岛鸟类各居留型物种丰富度变化
Fig.3 Change of species richness of different resident types of birds in Xisha Islands since 1974

岛历史至今仅记载了黄胸鼠,捕获率从 1983 年的 46.04%降至如今的 3.2%。

表 3 西沙岛屿鸟类多样性季节差异

Table 3 Seasonal change of species diversity of birds in Xisha Islands				
季节 Season	岛屿名称 Island names	物种数 Species number	Shannon-Wiener 指数 Shannon-Wiener index	Pielou 指数 Pielou index
旱季 Dry season	东岛	33 (50.8%)	0.4	0.1
	永兴岛	17 (26.2%)	1.7	0.6
雨季 Rainy season	东岛	50 (76.9%)	0.6	0.1
	永兴岛	23 (35.4%)	1.9	0.6

3 讨论

3.1 鸟类

结合文献记载,本次调查共记录到西沙群岛有鸟类 16 目 33 科 103 种,与中国科学院北京动物研究所等于 1974 年报道的 10 目 21 科 43 种和潘永良等于 2005 年报道的 11 目 21 科 55 种相比,物种数较高^[20, 22]。本次调查时间较长,重复调查次数较多,记录的物种数也可能更多。此外,物种数增加也可能与近年来对海岛植被恢复与保护等相关。由于大量冬候鸟迁入,鸟类物种数和多样性均雨季高于旱季,可见,西沙群岛是冬候鸟的重要越冬地和迁徙中转站,需要予以重视。

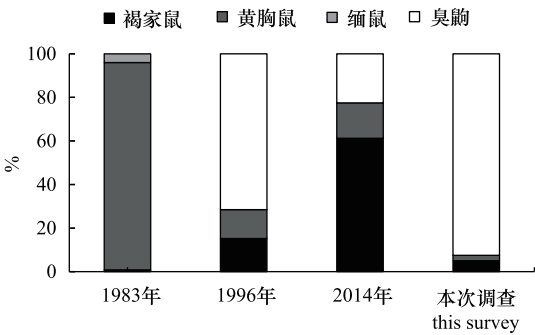


图 4 1983 年以来永兴岛小型兽类组成比例变化

Fig.4 Change of proportion of small mammals in Woody Island since 1983

%为各小型兽类的捕获个体数占当时所有捕获的小型兽类个体数的百分比

表 4 永兴岛、东岛小型兽类种类组成及空间分布

Table 4 Species composition and spatial distribution of small mammals in Woody Island and Lincoln Island				
种类 Species	东岛 Lincoln Island		永兴岛 Woody Island	
	捕获数(捕获率/%) N (trapping success/%)		捕获数(捕获率/%) N (trapping success/%)	
	林灌丛 Forest and shrub	房舍及村落 Houses and villages	林灌丛 Forest and shrub	房舍及村落 Houses and villages
褐家鼠 <i>Rattus norvegicus</i>	0 (0)	0 (0)	1 (0.3)	1 (2)
黄胸鼠 <i>R. flavipectus</i>	5 (1.1)	15 (8.6)	1 (0.3)	0 (0)
臭鼩 <i>Suncus murinus</i>	0 (0)	0 (0)	36 (10.6)	1 (2)

3.1.1 岛屿间多样性与群落结构差异

东岛鸟类物种丰富度明显高于永兴岛,可能因为东岛具有较大的栖息地面积,更高的栖息地多样性,人为活动干扰程度较低。东岛除特有的湿地(半咸水)生境外,其他生境的多样性也更高,如东岛的灌丛生境由草海桐(*Scaevola toccada*)群落、银毛树(*Tournefortia argente*)群落、水芫花(*Pemphis acidula*)群落、伞序臭黄荆(*Premna corymbosa*)群落、海人树(*Suriana maritima*)群落等组成;而永兴岛的灌丛生境主要由草海桐群落和银毛树群落以及部分人工植被等组成^[19, 33]。但是东岛聚集有 35500 余对红脚鲼鸟繁殖种群,占东岛鸟类个体总数的 90%以上^[24-25],导致东岛鸟类的多样性指数和均匀度指数较低。永兴岛为三沙市政府驻地,人类干扰较明显,原生植被缩减,被自然—人文复合生态系统所取代,森林和灌丛生境的破碎化严重,鸟类减少或数量下降明显(如鸽形目和鹑形目)^[24],一些伴人居型鸟类(如雀形目)维持较大种群。东岛植被系统发育良好,生态系统完整。虽然早期人为干扰对其造成一定破坏^[16, 23-24],但自 1980 年东岛白鲳鸟自然保护区的成立以

来,人为活动受到限制,自然生态系统受到严格保护,生态系统多样性得到较好的恢复和保存^[17],使其拥有更高的鸟类多样性。

3.1.2 生境利用差异

湿地(半咸水)鸟类物种丰富度最高,以涉禽类为主;其次为沙滩、森林和草地;灌丛鸟类物种丰富度最低。湿地能为涉禽等提供重要的栖息地和食物来源,成为候鸟迁徙的重要中转站;沙滩和草地能为涉禽、鸣禽等提供鱼虾、昆虫等食物来源,但隐蔽性较差,因此丰富度较湿地低;高大隐蔽的森林能够为鸟类提供安全的栖息地,并为鸣禽、攀禽、猛禽等提供食物资源,因此多样性较高,留鸟种类较多;灌丛生境因植被低矮浓密、种类单一、食物匮乏且不利活动,鸟类物种数相对较少,主要为暗绿绣眼鸟等小型鸟类的栖息地之一。

3.1.3 鸟类群落历史变化

与中国科学院北京动物研究所等和潘永良等的报道相比,鸟类的居留型比例发生了明显变化,候鸟物种丰富度差异较小,而留鸟物种丰富度明显上升,由 1973 年的 20.9%(9 种)增加到 2004 年的 30.9%(17 种),再到本次调查的 35.4%(23 种)。除了因本次调查时间长、重复次数多,可能记录到更多的留鸟外,也一定程度反映了岛屿植被恢复与保护初见成效。

鸟类群落结构发生较大变化,鸬形目鸬科由 1973 年的 4 种、2004 年的 6 种降低到本次调查的 1 种,未记录到夜鹰目、鸮形目、犀鸟目、鹰形目鹰科、雀形目树莺科和佛法僧目佛法僧科,但新记录到鸬形目、鸬形目、鸬形目、鹰形目鸬科、雀形目卷尾科、棕鸟科和雀科,雀形目由 1973 年的 7 科 15 种,2004 年的 5 科 6 种,增加到本次调查的 9 科 18 种。这可能是由于:(1)西沙群岛位于世界公认的四条候鸟迁徙路线之一:东亚-澳大利西亚迁徙路线上,为大量候鸟提供了临时栖息地,鸟类迁入迁出率高,鸟类群落结构不稳定,季节及年间变化均较大^[41];(2)环境随机变化中的种群统计随机性是由于偶然性对种群中个体的死亡率和繁殖率产生影响,对小种群起到重要作用^[42],而西沙群岛各岛屿面积都很狭小,环境容纳量有限,许多物种的种群规模较小,面临着更大的种群统计随机性带来的灭绝风险;(3)人类干扰和岛屿植被的恢复与保护等对永兴岛和东岛上的植被群落结构具有差异性的影响^[16-17, 23, 34],改变了岛屿景观生态格局,导致部分鸟类的生态位丧失,进而影响了鸟类群落结构。但是由于地理位置偏远,交通不便,缺乏岛屿观测位点,整个西沙群岛的鸟类及其栖息生境均缺乏长期的、系统的监测数据;历史上历次调查均具有调查期短、调查范围仅限于主要岛屿、调查时间和方法不一致等问题;以候鸟为主体的西沙群岛鸟类群落种类组成在季节及年间变化均较大;由于人为活动的加强,一些小岛可能不再适宜某些留鸟生存或候鸟停歇等。这些原因导致历次调查结果难以反映西沙群岛鸟类群落实际变化情况及其变化原因。因此,需要对西沙群岛鸟类群落种类组成及结构变化进行长期的、系统的监测,以深入了解导致群落变化的关键影响因子。

3.2 小型兽类

永兴岛有臭鼬、褐家鼠和黄胸鼠,臭鼬常见于林灌丛,褐家鼠见于人类活动区;东岛仅有黄胸鼠,多见于房舍附近。鼠类主要分布在人类活动区,较少参与到自然生态网络中,但其生态效应尚需进一步研究。臭鼬主要分布在林灌丛,取食昆虫幼虫、土壤动物等,可能间接影响凋落物的分解,但其生态功能尚需进一步研究。与历史记录相比,永兴岛林灌丛的臭鼬变化较少,褐家鼠取代了黄胸鼠成为优势种,这可能与人类活动强度的变化有关,优势鼠种替换原因及生态效应尚需进一步研究。东岛黄胸鼠捕获率下降明显,可能与鼠害防治相关,也可能与人为活动受到限制,民房较少等相关。伴人居鼠类向林灌丛扩散,可能会对原生的林灌丛生境带来难以预料的影响,需要加强监测和管理,妥善管理生活垃圾、仓库等吸引鼠类聚集的位点,采取合理的防控措施,避免局域性鼠害爆发或鼠源性疾病流行等问题。加强船只等往来交通工具的检疫和防控,避免新的鼠种或个体的带入。

致谢:感谢中国科学院华南植物园在野外调查工作中提供的支持。

参考文献 (References):

- [1] Morgan L K, Werner A D. Seawater intrusion vulnerability indicators for freshwater lenses in strip islands. *Journal of Hydrology*, 2014, 508: 322-327.
- [2] Taramelli A, Valentini E, Sterlacchini S. A GIS-based approach for hurricane hazard and vulnerability assessment in the Cayman Islands. *Ocean & Coastal Management*, 2015, 108:116-130.
- [3] Chi Y, Shi H H, Wang Y Y, Guo Z, Wang E K. Evaluation on island ecological vulnerability and its spatial heterogeneity. *Marine Pollution Bulletin*, 2017, 125(1/2):216-241.
- [4] 池源, 石洪华, 郭振, 丁德文. 海岛生态脆弱性的内涵、特征及成因探析. *海洋学报*, 2015, 37(12):93-105.
- [5] Halpern B S, Walbridge S, Selkoe K A, Kappel C V, Micheli F, D'Agrosa C, Bruno J F, Casey K S, Ebert C, Fox H E, Fujita R, Heinemann D, Lenihan H S, Madin E M P, Perry M T, Selig E R, Spalding M, Steneck R, Watson R. A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*, 2008, 319(5865):948-952.
- [6] 马世骏, 王如松. 社会-经济-自然复合生态系统. *生态学报*, 1984, 4(1):1-9.
- [7] Wetzel F T, Kissling W D, Beissmann H, Penn D J. Future climate change driven sea-level rise; secondary consequences from human displacement for island biodiversity. *Global Change Biology*, 2012, 18(9):2707-2719.
- [8] Avery J D, Fonseca D M, Campagne P, Lockwood J L. Cryptic introductions and the interpretation of island biodiversity. *Molecular Ecology*, 2013, 22(8):2313-2324.
- [9] Jones H P, Holmes N D, Butchart S H M, Tershy B R, Kappes P J, Corkery I, Aguirre-Muñoz A, Armstrong D P, Bonnaud E, Burbidge A A, Campbell K, Courchamp F, Cowan P E, Cuthbert R J, Ebbert S, Genovesi P, Howald G R, Keitt B S, Kress S W, Miskelly C M, Oppel S, Poncet S, Rauzon M J, Rocamora G, Russell J C, Samaniego-Herrera A, Seddon P J, Spatz D R, Towns D R, Croll D A. Invasive mammal eradication on islands results in substantial conservation gains. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2016, 113(15):4033-4038.
- [10] Nogué S, de Nascimento L, Froyd C A, Wilmschurst J M, de Boer E J, Coffey E E D, Whittaker R J, Fernández-Palacios J M, Willis K J. Island biodiversity conservation needs palaeoecology. *Nature Ecology & Evolution*, 2017, 1(7):0181.
- [11] Browder S F, Johnson D H, Ball I J. Assemblages of breeding birds as indicators of grassland condition. *Ecological Indicators*, 2002, 2(3):257-270.
- [12] Croll D A, Maron J L, Estes J A, Danner E M, Byrd G V. Introduced predators transform subarctic islands from grassland to tundra. *Science*, 2005, 307(5717):1959-1961.
- [13] Martin J L, Thibault J C, Bretagnolle V. Black rats, island characteristics, and colonial nesting birds in the mediterranean; consequences of an ancient introduction. *Conservation Biology*, 2000, 14(5):1452-1466.
- [14] Cuthbert R, Hilton G. Introduced house mice *Mus musculus*: a significant predator of threatened and endemic birds on Gough Island, South Atlantic Ocean? *Biological Conservation*, 2004, 117(5):483-489.
- [15] Jones H P. Prognosis for ecosystem recovery following rodent eradication and seabird restoration in an island archipelago. *Ecological Applications: A Publication of the Ecological Society of America*, 2010, 20(5):1204-1216.
- [16] 孙立广, 赵三平, 刘晓东, 谢周清, 尹雪斌, 刘克新, 吴小红. 西沙群岛生态环境报告. *自然杂志*, 2005, 27(2):79-84.
- [17] 高荣华. 我国位置最南的自然保护区——西沙东岛白鹳保护区. *野生动物*, 1993, (4):46.
- [18] McClelland G T W, Altwegg R, van Aarde R J, Ferreira S, Burger A E, Chown S L. Climate change leads to increasing population density and impacts of a key island invader. *Ecological Applications: A Publication of the Ecological Society of America*, 2018, 28(1):212-224.
- [19] 任海, 简曙光, 张倩媚, 王发国, 沈彤, 王俊. 中国南海诸岛的植物和植被现状. *生态环境学报*, 2017, 26(10):1639-1648.
- [20] 潘永良. 西沙群岛鸟类群落结构及物种数——面积关系的研究[D]. 兰州:兰州大学, 2005.
- [21] 貝天祥, 唐兆銘. 西沙群岛之永兴岛的乌肥资源初步访查. *动物学杂志*, 1959, (7):317-319.
- [22] 中国科学院北京动物研究所, 中国科学院南海海洋研究所, 北京自然博物馆. 我国南海诸岛的动物调查报告. *动物学报*, 1974, 20(2):113-130.
- [23] 刘景先, 王子玉. 我国西沙群岛的红脚鲣鸟. *动物学杂志*, 1975, 10(3):40-48.
- [24] 邹发生. 西沙群岛的红脚鲣鸟. *野生动物*, 1999, (5):24-25.
- [25] 曹垒. 西沙群岛红脚鲣鸟种群生态[D]. 兰州:兰州大学, 2005.
- [26] 曹垒, 张苏芳, 史洪泉, 刘迺发. 西沙群岛东岛小军舰鸟繁殖种群的初步观察. *动物学研究*, 2003, 24(6):457-461.
- [27] 秦耀亮. 广东省啮齿动物的地理分布与区划及其防治. *动物学杂志*, 1979, 14(4):30-34.

- [28] 刘振华, 赵善贤, 陈友光, 干忠亨. 西沙群岛的鼠类. 动物学杂志, 1983, (6):40-42.
- [29] 黄佳亮, 龙芝美, 陆振豸, 詹道成, 刘金华, 周培盛. 西沙群岛鼠型动物及体外寄生虫的调查. 中国媒介生物学及控制杂志, 1996, 7(1):25-28.
- [30] 王琰, 马雅军, 杨振洲, 郑锦旗, 俞天峰. 我国西沙群岛鼠形动物和吸血昆虫的鉴定并首次记述按蚊和蠓. 第二军医大学学报, 2014, 35(6):581-585.
- [31] 陈史坚. 南沙群岛的自然概况. 海洋通报, 1982, (1):52-58.
- [32] 林熙, 陈小丽, 王峰. 海南省海岛气候调查研究报告//陆夫才, 熊仕林, 刘胜利. 海南省海岛资源综合调查研究专业报告集. 北京:海洋出版社, 1999:24-35.
- [33] 广东省植物研究所西沙群岛植物调查队. 我国西沙群岛的植物和植被. 北京:科学出版社, 1977:9.
- [34] 舒治墉, 林国泉. 海南省海岛土地利用调查研究报告//陆夫才, 熊仕林, 刘胜利. 海南省海岛资源综合调查研究专业报告集. 北京:海洋出版社, 1999:1122-1125.
- [35] 中国环境与发展国际合作委员会生物多样性工作组. 中国鸟类野外手册. 长沙:湖南教育出版社, 2000.
- [36] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录(第三版). 北京:科学出版社, 2017.
- [37] 张荣祖. 中国动物地理. 北京:科学出版社, 2011.
- [38] Hill M O. Diversity and evenness;a unifying notation and its consequences. Ecology, 1973, 54(2):427-432.
- [39] 汪松, 解焱. 中国物种红色名录(第二卷):脊椎动物(上下册). 北京:高等教育出版社, 2009.
- [40] 蒋志刚, 江建平, 王跃招, 张鹗, 张雁云, 李立立, 谢锋, 蔡波, 曹亮, 郑光美, 董路, 张正旺, 丁平, 罗振华, 丁长青, 马志军, 汤宋华, 曹文宣, 李春旺, 胡慧建, 马勇, 吴毅, 王应祥, 周开亚, 刘少英, 陈跃英, 李家堂, 冯祚建, 王燕, 王斌, 李成, 宋雪琳, 蔡蕾, 臧春鑫, 曾岩, 孟智斌, 方红霞, 平晓鸽. 中国脊椎动物红色名录. 生物多样性, 2016, 24(5):500-551.
- [41] Whittaker R J, Fernández - Palacios J M. Island Biogeography:Ecology, Evolution, and Conservation. 2nd ed. Oxford:Oxford University Press, 2007.
- [42] Lande R. Risks of Population Extinction from Demographic and Environmental Stochasticity and Random Catastrophes. The American Naturalist, 1993,142(6):911-927.

附表 1 西沙群岛鸟类调查名录
Supplement table1 List of bird species in Xisha Islands

序号 Number	种名 Species	记录时间 Record time		东岛数量 Quantity in Lincoln Island	永兴岛数量 Quantity in Woody Island	居留型 Status	区系 Fauna	栖息生境 Habitat	保护类型 Protection type	IUCN	CITES	CSRL	RLCV
		参考文献 References	实地考察 Investigation										
一、雁形目 Anseriformes													
1、鸭科 Anatidae													
1	赤颈鸭 <i>Mareca penelope</i> *		√	++		W	P	W	H、III	LC			LC
2	绿翅鸭 <i>Anas acuta</i>	√				W	P		H、III	LC			LC
二、鸕鹚目 Podicipediformes													
2、鸕鹚科 Podicipedidae													
3	小鸕鹚 <i>Tachybaptus ruficollis</i> *		√	+		R	W	W	III	LC			LC
三、鸽形目 Columbiformes													
3、鸠鸽科 Columbidae													
4	山斑鸠 <i>Streptopelia orientalis</i> *		√	++	++	R	W	GW	H、III	LC			LC
5	珠颈斑鸠 <i>Streptopelia chinensis</i> *		√	+	+	R	O	BG	H、III	LC			LC
四、夜鹰目 Caprimulgiformes													
4、夜鹰科 Caprimulgidae													
6	普通夜鹰 <i>Caprimulgus indicus</i>	√				P	O		III	LC			LC
5、雨燕科 Apodidae													
7	灰喉针尾雨燕 <i>Hirundapus cochinchinensis</i>	√				S			II	LC			NT
五、鹃形目 Cuculiformes													
6、杜鹃科 Cuculidae													
8	噪鹃 <i>Eudynamys scolopaceus</i>	√	√		+	R	O	S	III	LC			LC
9	大鸕鹚 <i>Hierococyx sparveroides</i> *		√	+		R	O	F	III	LC			LC
10	四声杜鹃 <i>Cuculus micropterus</i>	√				R	O		III	LC			LC
六、鹤形目 Gruiformes													
7、秧鸡科 Rallidae													
11	普通秧鸡 <i>Rallus indicus</i> *		√	+		V	P	W	H、III	LC			LC
12	小田鸡 <i>Zapornia pusilla</i> *		√	+		W	W	W	H、III	LC			LC
13	白胸苦恶鸟 <i>Amanaurornis phoenicurus</i>	√	√	+	+	R	O	FGSW	H、III	LC			LC
14	董鸡 <i>Gallircex cinerea</i>	√				S	O		H、III	LC			LC
15	黑水鸡 <i>Gallinula chloropus</i>	√	√	++	+	W	W	GW	H、III	LC			LC
七、鸨形目 Charadriiformes													
8、反嘴鹬科 Recurvirostridae													
16	黑翅长脚鹬 <i>Himantopus himantopus</i>	√	√	++		P	W	BW	H、III	LC			LC
9、鹬科 Charadriidae													
17	凤头麦鸡 <i>Vanellus vanellus</i> *		√	+		W	W	G	H、III	NT			LC

续表

序号 Number	种名 Species	记录时间 Record time		居留型 Status	区系 Fauna	栖息生境 Habitat	保护类型 Protection type	IUCN	CITES	CSRL	RLCV
		参考文献 References	实地考察 Investigation								
18	剑鸻 <i>Charadrius hiaticula</i> *		✓	W	P	W	H, III	LC			LC
19	金眶鸻 <i>Charadrius dabius</i>	✓	✓	W	W		H, III	LC			LC
20	东方鸻 <i>Charadrius veredus</i>	✓	✓	V	P	BG	H, III	LC			LC
21	金鸻 <i>Pluvialis fufa</i>	✓	✓	W	P	BGW	H, III	LC			LC
22	灰鸻 <i>Pluvialis squatarola</i>	✓	✓	W	P	GW	H, III	LC			LC
23	环颈鸻 <i>Charadrius alexandrinus</i>	✓	✓	R	W	BW	H, III	LC			LC
24	蒙古沙鸻 <i>Charadrius mongolus</i>	✓	✓	P			H, III	LC			LC
25	铁嘴沙鸻 <i>Charadrius leschenaultii</i>	✓	✓	W	P	BW	H, III	LC			LC
10. 鹬科 Scolopacidae											
26	丘鹬 <i>Scolopax rusticola</i>	✓	✓	W	P	F	H, III	LC			LC
27	扇尾沙雉 <i>Gallinago gallinago</i> *		✓	W	P	W	H, III	LC			LC
28	斑尾塍鹬 <i>Limosa lapponica</i>	✓		P	P		H, III	NT			NT
29	中杓鹬 <i>Numenius phaeopus</i>	✓	✓	W	P	B	H, III	LC			LC
30	鹤鹬 <i>Tringa erythropus</i> *	✓	✓	W	P	B	H, III	LC			LC
31	红脚鹬 <i>Tringa totanus</i>	✓		W	P		H, III	LC			LC
32	泽鹬 <i>Tringa stagnatilis</i> *	✓	✓	W	P	W	H, III	LC			LC
33	青脚鹬 <i>Tringa nebularia</i>	✓	✓	W	P	W	H, III	LC			LC
34	白腰草鹬 <i>Tringa ochropus</i>	✓		W	P		H, III	LC			LC
35	林鹬 <i>Tringa glareola</i>	✓		W	P		H, III	LC			LC
36	灰尾漂鹬 <i>Tringa brevipes</i>	✓	✓	W	P	BW	H, III	NT			LC
37	翅嘴鹬 <i>Xenus cinereus</i> *	✓	✓	P	P	B	H, III	LC			LC
38	矶鹬 <i>Actitis hypoleucos</i>	✓	✓	W	P	BGW	H, III	LC			LC
39	翻石鹬 <i>Arenaria interpres</i>	✓	✓	W	P	BGW	H, III	LC			LC
40	三趾滨鹬 <i>Calidris alba</i>	✓	✓	P			H, III	LC			LC
41	红颈滨鹬 <i>Calidris ruticollis</i>	✓		W			H, III	NT			LC
42	长趾滨鹬 <i>Calidris subminuta</i> *	✓	✓	W	P	W	H, III	LC			LC
43	弯嘴滨鹬 <i>Calidris ferruginea</i>	✓		W	P		H, III	NT			LC
11. 燕鹬科 Glareolidae											
44	普通燕鹬 <i>Glareola maldivarum</i>	✓	✓	P	W	BGW	H, III	LC			LC
12. 鸻科 Laridae											
45	白顶玄燕鹬 <i>Anous stolidus</i>	✓		S			H, III	LC			LC
46	鸬嘴噪鹬 <i>Gelochelidon nilotica</i> *	✓	✓	P	W	W	H, III	LC			LC
47	大凤头燕鹬 <i>Thalasseus bergii</i>	✓		S	W		H, III	LC			NT
48	中华凤头燕鹬 <i>Thalasseus bernsteini</i>	✓		W			II, H	CR		CR	CR

续表

序号 Number	种名 Species	记录时间 Record time		东岛数量 Quantity in Lincoln Island	永兴岛数量 Quantity in Woody Island	居留型 Status	区系 Fauna	栖息生境 Habitat	保护类型 Protection type	IUCN	CITES	CSRL	RLCV
		参考文献 References	实地考察 Investigation										
49	乌燕鸥 <i>Onychoprion fuscatus</i>	✓				W			H、III	LC			LC
50	粉红燕鸥 <i>Sterna dougallii</i>	✓				R	W		H、III	LC			LC
51	黑枕燕鸥 <i>Sterna sumatrana</i>	✓				R	O		H、III	LC			LC
52	灰翅浮鸥 <i>Chlidonias hybrida</i>	✓				W	W		H、III	LC			LC
八、鹈形目 Ciconiiformes													
13、鹈科 Ciconiidae													
53	东方白鹈 <i>Ciconia boyciana</i>	✓				W	P		I、III	EN	I	EN	EN
九、鲣鸟目 Suliformes													
14、鲣鸟科 Sulidae													
54	红脚鲣鸟 <i>Sula sula</i>	✓	✓	++++	+	S	W	BFW	II	LC			NT
55	褐鲣鸟 <i>Sula leucogaster</i>	✓				S			II	LC			LC
15、军舰鸟科 Fregatidae													
56	白斑军舰鸟 <i>Fregata ariel</i>	✓	✓	+		S	W	F	III	LC			DD
57	黑腹军舰鸟 <i>Fregata minor</i>	✓	✓	++		S	W	BF	III	LC			LC
十、鹈形目 Pelecaniformes													
16、鹭科 Ardeidae													
58	黄斑苇鹭 <i>Ixobrychus sinensis</i>	✓				R	O		H、III	LC			LC
59	栗苇鹭 <i>Ixobrychus cinnamomeus</i> *		✓	+		R	W	W	H、III	LC			LC
60	夜鹭 <i>Nycticorax nycticorax</i>	✓	✓	+		R	W	BFGW	H、III	LC			LC
61	绿鹭 <i>Butorides striata</i>	✓				R	W		H、III	LC			LC
62	池鹭 <i>Ardeola bacchus</i>	✓	✓	+		R	O	FSW	H、III	LC			LC
63	牛背鹭 <i>Bubulcus ibis</i>	✓	✓	+++	++	R	O	BFGW	H、III	LC			LC
64	苍鹭 <i>Ardea cinerea</i>	✓	✓	++	+	W	W	BW	H、III	LC			LC
65	草鹭 <i>Ardea purpurea</i> *		✓	+		W	W	FW	H、III	LC			LC
66	大白鹭 <i>Ardea alba</i>	✓	✓	++		R	W	BFGW	H、III	LC			LC
67	中白鹭 <i>Egretta intermedia</i>	✓	✓	+++	+	W	W	BFGSW	H、III	LC			LC
68	白鹭 <i>Egretta garzetta</i>	✓	✓	++	+	R	W	BFSW	H、III	LC			LC
69	岩鹭 <i>Egretta sacra</i>	✓				R			II、H	LC			LC
十一、鹰形目 Accipitriformes													
17、鸢科 Pandionidae													
70	鸢 <i>Pandion haliaetus</i> *		✓	+	+	R	W	F	II	LC	II		NT
18、鹰科 Accipitridae													
71	白腹鸢 <i>Circus spilonotus</i>	✓				W	W		II	LC	II		NT
72	普通鵟 <i>Buteo japonicus</i>	✓				W	P		II	LC	II		LC

续表

序号 Number	种名 Species	记录时间 Record time		东岛数量 Quantity in Lincoln Island	永兴岛数量 Quantity in Woody Island	居留型 Status	区系 Fauna	栖息生境 Habitat	保护类型 Protection type	IUCN	CITES	CSRL	RLCV
		参考文献 References	实地考察 Investigation										
十二、鸱形目 Strigiformes													
19、鸱鸃科 Strigidae													
73	鹰鸮 <i>Ninox scutulata</i> *		√	+		R	W	F	II	LC	II		NT
十三、犀鸟目 Bucerotiformes													
20、戴胜科 Upipidae													
74	戴胜 <i>Upupa epops</i>	√				R	W		III	LC			LC
十四、佛法僧目 Coraciiformes													
21、翠鸟科 Alcedinidae													
75	普通翠鸟 <i>Alcedo atthis</i>	√	√		+	R	W	B	III	LC			LC
22、佛法僧科 Coraciidae													
76	三宝鸟 <i>Eurystomus orientalis</i>	√				W	O		III	LC			LC
十五、隼形目 Falconiformes													
23、隼科 Falconidae													
77	红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	√	√	+		R	W	F	II	LC			LC
十六、雀形目 Passeriformes													
24、卷尾科 Dicruidae													
78	黑卷尾 <i>Dicrurus macrocerus</i> *		√	+		R	O	F	III	LC			LC
79	发冠卷尾 <i>Dicrurus hottentottus</i> *		√		+	S	O	F	III	LC			LC
25、伯劳科 Laniidae													
80	虎纹伯劳 <i>Lanius tigrinus</i> *		√	+		W	P	FS	III	LC			LC
81	红尾伯劳 <i>Lanius cristatus</i>	√				W	P		III	LC			LC
82	棕背伯劳 <i>Lanius schach</i> *		√	++	+	R	W	FS	III	LC			LC
26、燕科 Hirundinidae													
83	家燕 <i>Hirundo rustica</i>	√	√	++	+++	W	W	BFGSW	III	LC			LC
84	金腰燕 <i>Cecropis daurica</i> *		√	+		P	W	B	III	LC			LC
27、树莺科 Cettiidae													
85	短翅树莺 <i>Horornis diphone</i>	√				W	P			LC			LC
28、绣眼鸟科 Zosteropidae													
86	暗绿绣眼鸟 <i>Zosterops japonicus</i>	√	√	+++	+++	R	P	FS	III	LC			LC
29、椋鸟科 Sturnidae													
87	丝光椋鸟 <i>Spodiopsar sericeus</i> *		√		++	W	O	F	H、III	LC			LC
88	紫翅椋鸟 <i>Sturnus vulgaris</i> *		√	+	+	V	W	FG	III	LC			LC
30、鸫科 Turdidae													
89	白眉鸫 <i>Turdus obscurus</i> *		√		+	P	W	BF	H	LC			LC

续表

序号 Number	种名 Species	记录时间 Record time		东岛数量 Quantity in Lincoln Island	永兴岛数量 Quantity in Woody Island	居留型 Status	区系 Fauna	栖息生境 Habitat	保护类型 Protection type	IUCN	CITES	CSRL	RLCV
		参考文献 References	实地考察 Investigation										
90	白腹鸫 <i>Turdus pallidus</i>	✓				W	P		H、III	LC			LC
91	斑鸫 <i>Turdus eunomus</i>	✓				W	P		H、III	LC			LC
31、鹎科 Muscicapidae													
92	红喉歌鸫 <i>Calliope calliope</i>	✓				W	P		III	LC			LC
93	北红尾鸫 <i>Phoenicurus auroreus</i> *		✓	+		W	W	S	III	LC			LC
94	黑喉石鸫 <i>Saxicola torquata</i>	✓	✓	+		W	W	G	III	LC			LC
95	蓝矶鸫 <i>Monticola solitarius</i>	✓	✓	++	+	W	W	BFGSW	H	LC			LC
96	栗腹矶鸫 <i>Monticola rufiventris</i>	✓				P	O		H	LC			LC
32、雀科 Passeridae													
97	麻雀 <i>Passer montanus</i> *		✓		+	R	W	FS	III	LC		NT	LC
33、鹡鸰科 Motacillidae													
98	黄鹡鸰 <i>Motacilla tschutschensis</i>	✓	✓	++	++	W	W	GW	III	LC			LC
99	灰鹡鸰 <i>Motacilla cinerea</i>	✓	✓	++	+	R	W	BGW	III	LC			LC
100	白鹡鸰 <i>Motacilla alba</i>	✓	✓	++	++	R	W	BGW	III	LC			LC
101	田鸲 <i>Anthus richardi</i>	✓	✓	++		P	O	FG	III	LC			LC
102	树鸲 <i>Anthus hodgsoni</i>	✓				W	P		III	LC			LC
103	红喉鸲 <i>Anthus cervinus</i>	✓				W	P		III	LC			LC

数量等级: +, 1—10; ++, 11—100; +++, 101—1000; ++++, 1000 以上; 居留型: R, 留鸟 Resident; S, 夏候鸟 Summer migrant; W, 冬候鸟 Winter migrant; P, 旅鸟 Passage migrant; V, 迷鸟 Vagrant birds; 区系: O, 东洋界 Oriental species; P, 古北界 Palaearctic species; W, 广布种 Widespread species; 栖息生境: F, 森林 Forest; G, 草地 Grassland; S, 灌丛 Shrub; B, 沙滩 Beach; W, 湿地 Wetland; 保护类型: II, 国家二级保护动物 Grade II key state-protected species; H, 海南省级重点保护陆生野生动物 Key protected species in Hainan; III, 国家保护的有益的或者具有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物 List of terrestrial wildlife under state protection that are beneficial or have important economic and scientific research value; IUCN: 2018 年世界自然保护联盟名录 International Union for Conservation of Nature; LC, 无危 Least Concern; NT, 近危 Near Threatened; VU, 易危 Vulnerable; EN, 濒危 Endangered; CR, 极危 Critically Endangered; NE, 未评估 Not Evaluated; CITES: 濒危野生动植物种国际贸易公约附录 Convention on international trade in endangered species of Wild Fauna and Flora; CSRL: 《中国物种红色名录第二卷: 脊椎动物》China Species Red List Vol. II Vertebrate^[37]; LC, 无危 Least Concern; VU, 易危 Vulnerable; NT, 近危 Near Threatened; EN, 濒危 Endangered; CR, 极危 Critically Endangered; DD, 数据缺乏 Data Deficient; NE, 未评估 Not Evaluated; RLCV: 《中国脊椎动物红色名录》Red List of China's Vertebrates^[38]; CR, 极危 Critically Endangered; EN, 濒危 Endangered; NT, 近危 Near Threatened; LC, 无危 Least Concern; DD, 数据缺乏 Data Deficient; * 无文献记录^[20,22]

附表 2 西沙群岛小型兽类历史捕获数

Supplement table 2 Historical number of captures of small mammals in Xisha Islands

参考文献 References	物种 Species	永兴岛 Woody Island	金银岛 Money Island	琛航岛 Duncan Island	广金岛 Palm Island	珊瑚岛 Pattle Island	东岛 Lincoln Island	石岛 Rocky Island
[28]	黄胸鼠 <i>Rattus flavipectus</i>	119	38	69	2	45	64	0
	褐家鼠 <i>Rattus norvegicus</i>	1	15	2	0	0	0	0
	缅鼠 <i>Rattus exulans</i>	5	0	0	0	0	0	0
[29]	褐家鼠 <i>R. norvegicus</i>	5	4	21	—	—	—	8
	黄胸鼠 <i>R. flavipectus</i>	10	15	5	—	—	—	3
	臭鼩 <i>Suncus murinus</i>	159	9	6	—	—	—	4
[30]	褐家鼠 <i>R. norvegicus</i>	98	—	—	—	—	—	—
	黄胸鼠 <i>R. flavipectus</i>	26	—	—	—	—	—	—
	臭鼩 <i>S. murinus</i>	36	—	—	—	—	—	—
本文	褐家鼠 <i>R. norvegicus</i>	2	—	—	—	—	0	—
	黄胸鼠 <i>R. flavipectus</i>	1	—	—	—	—	20	—
	臭鼩 <i>S. murinus</i>	38	—	—	—	—	0	—

“—”表示无数据