

# 黑脸琵鹭在澳门的越冬分布和人为干扰影响

张敏<sup>①</sup> 邹发生<sup>①\*</sup> 张桂达<sup>②</sup> 陈述<sup>②</sup> 李志锐<sup>②</sup>

(<sup>①</sup> 华南濒危动物研究所 广州 510260; <sup>②</sup> 澳门特别行政区民政总署 澳门)

**摘要:** 澳门路凼连贯公路西侧的湿地保护区是黑脸琵鹭 (*Platalea minor*) 重要的越冬地之一, 每年的越冬数量稳定增长。2007~2009 年度 2 个冬季的调查显示, 黑脸琵鹭每年 11 月初至次年 4 月底在澳门越冬, 12 月至翌年 2 月份种群数量达到最大, 超过 50 只。其中人工湿地是黑脸琵鹭主要的休息场所, 沿岸滩涂是其重要觅食地。黑脸琵鹭昼间栖息行为以休息为主, 其次是护理行为。栖息地周边主要人为干扰为噪声污染, 但噪声水平较低, 经噪声预测模型计算出传播至黑脸琵鹭停歇处的噪声水平为 45.4 dB(A) 及 46.5 dB(A), 低于鸟类耐受阈值, 警觉受惊行为多数由大型牵引车和直升飞机引起。随着保护区周边地区的开发, 车流量将进一步增加, 建议加强保护区的科学管理, 控制周边交通干线的车流量, 并调整直升飞机飞行路线, 尽量绕行保护区上空, 以减少对黑脸琵鹭栖息的干扰。

**关键词:** 黑脸琵鹭; 越冬; 澳门; 交通噪声

中图分类号: Q958 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2010)02-75-07

## Human Disturbance Effect on Black-faced Spoonbill *Platalea minor* Wintering in Macao

ZHANG Min<sup>①</sup> ZOU Fa-Sheng<sup>①\*</sup> CHEONG Kuai-Tat<sup>②</sup> CHAN Sot<sup>②</sup> LEI Chi-Loi<sup>②</sup>

(<sup>①</sup> South China Institute of Endangered Animals, Guangzhou 510260;

<sup>②</sup> Civic and Municipal Affairs Bureau, Macao Special Administrative Region, China)

**Abstract:** The Wetland Reserve located on the west side of the Taipa-Coloane Causeway is an important wintering area for the Black-faced Spoonbill (*Platalea minor*). The population size of Black-faced Spoonbill wintering at the Wetland Reserve has increased annually. Surveys conducted in the winters from 2007 to 2009 indicated that the Black-faced Spoonbill wintered in Macao from early November to April. Wintering populations were largest from December to February, exceeding 50 individuals. The artificial wetland is the primary rest areas for Black-faced Spoonbills, while tidal flats serve as important feeding-grounds. Daytime behavior consists mainly of resting, followed by maintenance. Traffic noise is the main human disturbance around the Wetland Reserve, but the level of noise was relatively low. The predicted value of traffic noise at the Black-faced Spoonbills' habitat were 45.4 dB(A) and 46.5 dB(A), below the threshold of avian tolerance. Most alarm behaviors were caused by large tractors and helicopters. With rapid infrastructure development around the Wetland Reserve, traffic flow will be further increased. Controlling the surrounding traffic flow and adjusting the flight course of helicopters to detour around the airspace at the Wetland Reserve is suggested as part of a management plan for decreasing disturbance on wintering Black-faced Spoonbills at the Wetland Reserve of Macao.

**Key words:** Black-faced Spoonbill (*Platalea minor*); Wintering; Macao; Traffic noise

基金项目 澳门特别行政区政府和广东省计划资助项目 (No. 2007B050200016, 2007A060303009);

\* 通讯作者, E-mail: zoufs@gdei.gd.cn;

第一作者介绍 张敏, 女, 硕士; 研究方向: 环境生态学; E-mail: zhang\_min0101@163.com。

收稿日期: 2009-08-10, 修回日期: 2010-01-06

黑脸琵鹭 (*Platalea minor*) 是全球性易危物种, 种群只分布于东亚沿海地区, 由于数量稀少, 国际自然保护联盟 (IUCN) 将其列入红皮书名录<sup>[1]</sup>, 且在中国濒危物种红皮书中列入濒危物种<sup>[2]</sup>。在“亚太候鸟保护战略 (2001 ~ 2005) 濒危物种保护行动计划”中, 黑脸琵鹭及其栖息地是研究和保护的重要内容之一<sup>[3]</sup>。20 世纪 90 年代初其种群数量约为 500 余只。至 2008 ~ 2009 年冬季同步调查结果显示, 黑脸琵鹭数量已达 2 041 只<sup>[4]</sup>; 其中澳门录得 52 只, 约占全球种群总数的 2.5%, 在保护黑脸琵鹭这一全球性濒危物种方面具有重要地位。

澳门自 1989 年冬在凼仔发现有黑脸琵鹭的踪影后, 数量逐年递增<sup>[5]</sup>, 出现地点也较为稳定。路凼连贯公路西侧保护区的建立, 为黑脸琵鹭保留了在澳门的一席栖身之地。但随着周边娱乐场、酒店等大型建筑的崛起, 包围保护区的公路车流量逐渐增加, 保护区的生境会受到越来越大的人为干扰, 其中噪声污染尤为突出。噪声对鸟类有着几方面的影响<sup>[6]</sup>: ①迫使鸟类放弃适宜生境, 如食物充足、适于繁殖的地方等; ②长时间的噪声会造成压力, 促使压力荷尔蒙 (应激激素) 增加, 干扰睡眠等多项活动; ③剧烈的噪声还会对听觉系统带来永久性伤害; ④由于覆盖了某些重要的声响, 还会阻碍听觉交流。海南省临高县在距黑脸琵鹭栖息地约 20 m 的范围外修建公路, 修路的嘈杂声和来往车辆的马达声使其每天至少惊飞 3 次<sup>[7]</sup>。如何协调社会发展与鸟类保护之间的相互关系, 客观评估澳门地区城市化过程对黑脸琵鹭的影响, 是目前需要解决的问题。

为了深入了解黑脸琵鹭在澳门路凼湿地的越冬行为规律, 及其在栖息地中受到人为干扰的影响程度, 以便为该地区黑脸琵鹭保护计划的制定提供科学依据, 我们于 2007 ~ 2009 年的越冬期, 在路凼湿地保护区对黑脸琵鹭的越冬行为及其影响因素进行了调查, 为今后该地区在进行城市发展规划、实现濒危物种保护提供科学合理的建议与依据。

## 1 研究区概况

澳门特别行政区位于东经 113°31'33" ~ 113°35'43"、北纬 22°06'39" ~ 22°13'06", 地处珠江三角洲南端, 面临广阔海洋, 属海洋性气候。包括澳门半岛、凼仔岛和路环岛。1968 年 2 个离岛之间筑建起连贯公路, 淤泥不断堆积, 在公路西岸形成大面积浅滩湿地, 促使红树林群落的出现, 底栖动物和鸟类数量也逐渐增加。然而 1992 年后因填海工程、兴建莲花大桥等原因, 部分红树林和湿地被改造, 生态环境质量有所下降。其后政府在 2001 年划出 2 块共计 55 hm<sup>2</sup> 面积的湿地列作保护区, 并构筑人工岛供鸟类停歇, 黑脸琵鹭等多种水鸟的栖息地得以保存, 并形成了较为稳定的越冬种群。

黑脸琵鹭在澳门的主要栖息地为位于路凼连贯公路西侧的保护区<sup>[8]</sup>, 一为公路西侧面积 15 hm<sup>2</sup> 的人工湿地, 是一个半封闭的咸水湖, 有两涵洞与莲花大桥滩涂相连并设有闸门, 人为控制海水的进出, 植被以芦苇 (*Phragmites communis*) 为主, 以下称生态一区; 二为莲花桥下 40 hm<sup>2</sup> 的堤岸滩涂鸟类觅食区, 生长有红树林的潮间带湿地, 以下称生态二区。从 1989 年冬天正式有记录开始<sup>[5]</sup>, 黑脸琵鹭在澳门栖息的数量呈增长趋势, 2000 年起有较大增幅, 但此后逐步趋于稳定, 最高记录为 2009 年的 52 只。

## 2 研究方法

**2.1 黑脸琵鹭调查** 采用定点观察与直接记数法对两处保护区内越冬栖息的黑脸琵鹭进行观察统计, 研究地点见图 1。生态习性观察采用瞬时扫描法 (instantaneous scan sampling): 2007 ~ 2008 年度、2008 ~ 2009 年度, 在迁徙季节每月连续同步调查 4 d, 于每天 8:00 ~ 13:00 时、15:00 ~ 18:00 时进行观察, 每 5 min 左右扫描黑脸琵鹭行为一次, 观察时按单一方向观察。参考张国钢等<sup>[3]</sup>所定义的休息、护理、位移、站立、社会、取食 6 种行为类型, 增加飞行 (指飞离停留地, 在上空盘旋或直接往远处飞去) 一

类,记录各行为数量。由于黑脸琵鹭是集群活动,所以可以认为所观察的个体行为基本能反映其群体行为。野外调查工具为 Olympus 10 × 42 双筒望远镜、Swarovski 20 ~ 60 倍单筒望远镜、Nikon 4500 数码相机辅助记录。共计观察 44 d,记录了  $7.6 \times 10^4$  个行为数据。



图 1 黑脸琵鹭澳门越冬地及噪声监测点示意图

Fig. 1 Black-faced Spoonbill's wintering sites and noise monitoring spots in Macao

**2.2 栖息地噪声监测** 在保护区周边马路分别选取噪声监测点,具体位置见图 1。环境噪声测量使用数字式声级计 TES-1350A,频率范围 31.5 ~ 8 000 Hz。根据《城市区域环境噪声测量方法》(GB/T14623-93)<sup>[9]</sup>,声级计的测量时间响应和计权网络分别置于“S 档”和“A 档”。选择无雨、无大风天气,在采样点将声级计置于距地面高 1.2 m 处,每隔 5 s 记录一个瞬时 A 声级 ( $L_A$ ) 连续读取并记录 200 个数据。

利用 GPS 定位和 GIS 地理软件计算监测地点距离黑脸琵鹭停留所在地的距离,利用噪声预测模型模拟黑脸琵鹭在栖息处所接受的噪声。模型所需的车流量、车型比例等环境参数的监测和黑脸琵鹭观察同步进行,与行为结合

观察评价黑脸琵鹭对噪声的耐受程度。因为在实际操作过程中,对黑脸琵鹭栖息的影响难以界定,因此选取的受影响行为主要是受惊警觉或飞离,按行为程度划分等级:1 代表“没有明显的影响”;2 代表“受到轻微的影响,集体抬头或拍动翅膀表示警觉,或移动较短距离后停下”;3 代表“该种水鸟受到较为严重的噪声影响,飞起在空中盘旋然后停下或直接飞出视线之外”。统计记录受惊次数和受惊表现。

**2.3 数据分析** 对不同年度越冬期黑脸琵鹭种群数量进行比较,并比较黑脸琵鹭在不同时间段内各种行为的发生频率差异。

环境噪声主要为交通噪声,是随时间起伏的无规噪声,用统计值和等效声级 (equivalent sound level, ESL) 表示,各测量点的等效声级  $L_{Aeq}$  由下列公式<sup>[9]</sup>求得,并对测量各点进行单因素方差分析 (One-way ANOVA),结合汽车流量比较各监测点交通噪声的差异显著水平。

$$L_{Aeq} = 10 \lg \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0.1L_A} \right] \quad (1)$$

式中  $L_{Aeq}$ : 等效连续 A 声级 [dB (A)];  $L_A$ : 等间隔时间 (5 s) 内第  $i$  次读取的 A 声级 [dB (A)];  $n$ : 取样总数 (200 个)。

噪声预测采用中华人民共和国交通部发布的行业标准《公路建设项目环境影响评价规范》(JTGB 03-2006) 中提出的公路噪声预测模式<sup>[10]</sup>,这是我国现较通用的公路噪声预测模式。

$$L_{Aeqi} = L_{oi} + 10 \lg \frac{N_i}{TV_i} + \Delta L_{\text{距离}} + \Delta L_{\text{地面}} + \Delta L_{\text{障碍物}} - 16 \quad (2)$$

$$L_{Aeq交} = 10 \lg [10^{0.1L_{Aeq大}} + 10^{0.1L_{Aeq中}} + 10^{0.1L_{Aeq小}}] + \Delta L_1 \quad (3)$$

式中  $L_{Aeqi}$ :  $i$  为车型,通常分为大、中、小 3 种车型,车辆小时等效声级 [dB (A)];  $L_{Aeq交}$ : 公路交通噪声小时等效声级 [dB (A)];  $L_{oi}$ : 该车型车辆在参照点 (7.5 m 处) 处的平均辐射噪声级 [dB (A)];  $N_i$ : 该车型车辆的每小时车流量 (辆/h);  $T$ : 计算等效声级的时间,取  $T = 1$  h;  $V_i$ : 该车型车辆的平均行驶速度 (km/h);

$\Delta L_{\text{距离}}$ :距噪声等效行车线距离为  $r$  的预测点处的距离衰减量 [dB(A)];  $\Delta L_{\text{地面}}$ :地面吸收引起的交通噪声衰减量 [dB(A)];  $\Delta L_{\text{障碍物}}$ :噪声传播途中障碍物的障碍衰减量 [dB(A)];  $\Delta L_1$ :公路弯曲或有限长路段引起的交通噪声修正量 [dB(A)]。将实地调查测得的所需参数代入预测模型拟合关系曲线,求得各噪声监测点到达黑脸琵鹭栖息处的噪声预测值,再利用噪声叠加原则<sup>[11]</sup>计算黑脸琵鹭所受到的噪声值。

所有数据均采用 SPSS 16 软件进行统计分析。

### 3 结果与分析

**3.1 越冬黑脸琵鹭数量的年际变化** 将 2007~2008、2008~2009 年两个年度调查所得的观察数据汇总,得到黑脸琵鹭在澳门越冬的数量分布(图 2),以及观察期间在生态一区和二区出现总次数的百分比。

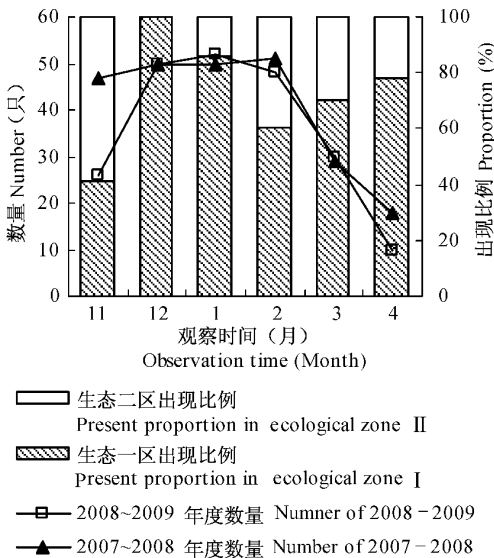


图 2 澳门黑脸琵鹭越冬数量变化

Fig. 2 Variation of Black-faced Spoonbill's wintering population in Macao

由图 2 可以看出,11 月已有黑脸琵鹭抵达澳门,12 月到翌年 2 月为数量稳定期,4 月底基本飞离。近两年的种群数量维持在 50 只左右。在观察中发现 2 只带有彩色脚环,一只为连续

两年发现的台湾 1997 年 12 月 22 日系放的成鸟(编号 TX2),右脚脚环已不见,左脚色环顺序为蓝-白-蓝,无金属环;另一只为 2008 年 12 月发现的出生地为韩国的 1.5 龄幼鸟(右脚编号 K73,左脚色环顺序为绿-黄-红),是 2007 年 8 月 2 日在南韩 Suhaam 岛上系放的,且同年 11 月在香港米埔自然保护区也觅得其踪迹。黑脸琵鹭栖息地点较为固定,其中生态一区出现次数较多(占 2 个越冬期总观察比例的 73.3%),生态二区的出现频率为 26.7%。在 12 月至翌年 2 月的稳定期,黑脸琵鹭多以集群形式活动,但在迁徙前期和后期,会出现两处保护区同时分布的现象,活动规律性也比稳定期降低。

**3.2 越冬期昼间活动规律** 黑脸琵鹭昼间行为以休息为主(表 1),占昼间全部行为的 88.1%,清晨和傍晚频率稍低,17:00 时后活动频率显著增加。活动行为中又以护理所占比例较多,但观察发现护理行为多独立出现,且持续时间不长;相对地取食频率虽然不高,但多数时候是集体行为,持续时间也较长。由前可知黑脸琵鹭多数在生态一区活动,但从统计数据发现,它们在此觅食所占的比例较低,主要以休息为主,清晨和傍晚时分较为活跃。其中有几次观察还发现,傍晚会出现集体飞离现象,多往珠海横琴岛方向飞去。而在生态二区的时间虽较少,但取食比例较多,集体觅食行为多出现在潮涨前期和潮退后期,在潮沟仍有一定水深处摇摆嘴部前进觅食。

**3.3 栖息地噪声影响** 在生态一区围栏周边各条马路布设五处噪音监测点(点 a~e),生态二区选在莲花桥底、黑脸琵鹭栖息处东侧路边和近水泥厂区路段三处噪音敏感点(点 f~h)进行监测,分布点见图 1,按公式(1)求得各处的等效 A 声级实测值。再将所测得的预测模型所需各参数代入公式(2)和(3)计算,并与实测数据比较调整系数后,计得各监测点的噪声模拟值(表 2)。模拟值噪声水平与实测相差基本在 3 dB(A)以内,可以认为模型符合实际情况。再将利用 GIS 软件在图 1 测量得到各点到黑脸琵鹭主要活动范围中心点的距离代入预测

模型,得到各监测路段到达黑脸琵鹭停留处的噪声水平。可以发现,两处保护区的预测值均较低,其中超过 40 dB(A) 的仅生态一区 c、d 点

和生态二区的 g、h 点,综合计算得到生态一区预测点综合噪声值为 46.5 dB(A),生态二区为 45.4 dB(A)。

表 1 黑脸琵鹭昼间不同时段各行为活动的发生频率(%)

Table 1 Behaviors frequency of Black-faced Spoonbill in different time periods

时间段 Time period	休息 Resting	护理 Preening	位移 Locomotion	站立 Standing	社会 Social	取食 Foraging	飞行 Flying
8:00 ~ 9:00	83.6	6.3	1.9	2.3	0.5	3.7	1.8
9:00 ~ 10:00	85.3	6.6	2.9	2.0	1.1	1.8	0.1
10:00 ~ 11:00	91.5	4.5	1.5	1.4	0.5	0.5	0.0
11:00 ~ 12:00	93.2	3.7	1.2	0.8	0.7	0.4	0.0
12:00 ~ 13:00	97.6	1.0	0.3	0.0	0.3	0.8	0.0
15:00 ~ 16:00	94.4	3.3	0.7	1.1	0.0	0.4	0.0
16:00 ~ 17:00	85.1	6.1	1.7	3.7	0.4	3.0	0.0
17:00 ~ 18:00	74.0	12.6	3.3	4.0	0.9	3.6	1.6
合计 Total	88.1	5.5	1.7	1.9	0.6	1.8	0.4

表 2 黑脸琵鹭栖息处噪声预测(dB(A))

Table 2 Noise prediction in the Black-faced Spoonbill's wintering sites

	生态一区 Ecological zone I					生态二区 Ecological zone II		
	a	b	c	d	e	f	g	h
实测值 Measured value	63.28**	57.16	57.79	55.52	58.02	54.89	56.95	61.17*
模拟值 Simulated value	64.93	58.23	60.21	58.87	60.27	57.70	59.67	63.42
预测值 Predicted value	39.53	36.84	40.69	40.29	39.22	39.00	40.28	42.08

\*  $P < 0.05$ ; \*\* $P < 0.01$ .

生态一区:a 点的车流量最大,噪声污染也最严重[63.3 dB(A)],与其余各处的差异达极显著水平( $df = 4$ ,  $F = 14.262$ ,  $P = 0.000$ ),但该点距离黑脸琵鹭栖息点最远,植物屏障较宽;其余几处噪声污染差异不显著,噪声水平次高的 d 点车流量较低,但由于大型车比例较大, $L_{Aeq}$  也较高,为 58.0 dB(A);c 点距离栖息地最近,平均  $L_{Aeq}$  为 57.8 dB(A),属一般水平。

生态二区:位于莲花桥底的 h 点处于一立体交叉交通路口旁,车流密集,等效噪声超 60 dB(A),显著高于其余两处( $df = 2$ ,  $F = 24.475$ ,  $P = 0.000$ )。g 点主要测量对象为外侧双向 6 车道的主要公路,内侧一条两车道小路甚少车辆经过。该处距离停歇地最近,噪声水平在 56.9 dB(A),路边仅有两列黄槿(*Hibiscus tiliaceus*)和榕树(*Ficus microcarpa*)交替的植物屏障,潮滩连堤岸共有约 35 m 宽的红树林带,

但多为低矮的老鼠簕(*Acanthus ilicifolius*)和桐花树(*Aegiceras corniculatum*),没有高大乔木。f 点靠近一水泥厂,主要有水泥车等大型车出入,但因出入口车速较慢,噪声水平略低于 g 点,但未达到显著水平。

将所测得的预测模型所需各参数代入公式(2)和(3)计算,并与实测数据比较,调整系数后,计算所得各监测点的噪声模拟值见表 2。模拟值噪声水平与实测相差基本在 3 dB(A)以内,可以认为模型符合实际情况。再将利用 GIS 软件在图 1 测量得到各点到黑脸琵鹭主要活动范围中心点的距离代入预测模型,得到各监测路段到达黑脸琵鹭停留处的噪声水平。可以发现,两处保护区的预测值均较低且各点间的差异缩小,其中超过 40 dB(A)的仅生态一区 c、d 点和生态二区的 g、h 点,综合计算得到生态一区预测点综合噪声值为 46.5 dB(A),生态

二区为 45.4 dB(A)。

**3.4 黑脸琵鹭对人为干扰的响应** 与噪声同步调查时发现大多数情况下车辆经过保护区周边时不对区内的黑脸琵鹭和其他鸟类产生影响。而除地面交通噪声外,现场观察发现直升飞机(主要为一区)和快艇(主要为二区)也是较明显的人为干扰因素,但由于不规律性和测量难度较大,仅能作定性分析。根据前述方法记录黑脸琵鹭受惊情况,并同时判断干扰来源,总共录得黑脸琵鹭对人为干扰的响应 35 次,另有 106 次没有明显影响(表 3)。

表 3 黑脸琵鹭对人为干扰的响应(次)

Table 3 Response of Black-faced Spoonbill to human disturbance (unit: time)

干扰类型 Disturbance	汽车 Vehicle	直升飞机 Helicopter	快艇 Speedboat	其他 Others
没有明显影响 No obvious impact	—	85	21	—
警觉-轻微影响 Alarm-slight impact	9	12	1	3
惊飞-严重影响 Flush-strong impact	1	5	2	2

—:表示该项无法计数。—: Means incalculability.

结合噪声预测模型可以发现,周边交通噪声的干扰强度不高,仅引起 10 次明显的干扰,其中多数是由于大型牵引车辆驶过,发出最高超过 80 dB(A)的噪声。直升飞机由于偶尔出现,而且噪声较大(录得最大噪声约 84 dB(A)),对保护区的大部分鸟类都造成较大影响。快艇主要是引起浪潮而干扰觅食,噪声因素不明显。其他引起黑脸琵鹭警觉甚至惊飞的因素有,上空有猛禽出现、狗只吠叫等,或未能发现干扰源。

## 4 讨论

**4.1 黑脸琵鹭在澳门的越冬分布状况** 澳门路凼连贯公路西侧的保护区是黑脸琵鹭及多种候鸟的越冬地。黑脸琵鹭每年于 11 月份到达澳门,12 月至次年 2 月数量达稳定,4~5 月迁离。近两年越冬种群在 50 只左右,数量大致相当,但与全球同步调查数据相比,澳门黑脸琵鹭

越冬数量比例由 5% 下降至 2.5%。有预测,若保持现时增长势头,至 2013/2014 年,种群数量将达到  $(4\ 066 \pm 950)$  只<sup>[12]</sup>,要保持澳门湿地作为黑脸琵鹭重要越冬地的地位,必须加强对保护区的管理,保证甚至增加湿地的面积和提高生境质量,才能吸引更多珍稀鸟类前来越冬。

因路凼两处生态保护区湿地类型不同,黑脸琵鹭的栖息行为也略有差异。其中生态一区属人工湿地,是昼间主要休息地,这与 Yu 等<sup>[13]</sup>认为的黑脸琵鹭的越冬栖息地主要为水深低于 15 cm 的人工池塘结果类似;生态二区滩涂则因食物丰富,是觅食的重要场所。总体上昼间生态行为以休息为主,傍晚觅食频率增加,这与海南、福建、香港等地的研究结论<sup>[3, 14-15]</sup>相同。

**4.2 噪声对黑脸琵鹭的影响** 从监测结果发现,目前保护区周边各马路的交通噪声污染水平差异不大。由于该类噪声源持续存在,黑脸琵鹭已形成习惯,警觉性有所降低,多数时候不受影响。黑脸琵鹭及其他越冬鸟类似乎能适应周边的环境。有研究发现水鸟在非城市环境的警觉性反而更高,原因之一就是城市环境噪声背景值较高<sup>[16]</sup>。总体上保护区周边车流量不高,但按照公路建设负荷(多为双向 6 车道),交通噪声可大幅增加,从而使进入黑脸琵鹭栖息地的噪声超过耐受阈值,降低保护区生境质量。此外,各监测点到达黑脸琵鹭停歇处的预测值较平均,说明黑脸琵鹭选择的栖息区域人为干扰均相对较少。利用噪声预测模型得到黑脸琵鹭停歇处的综合噪声值分别为 46.5 dB(A)和 45.4 dB(A),仅比有研究称集群鸟类在开阔环境的噪声耐受阈值为 47 dB(A)<sup>[17]</sup>的数值稍低。有少数时候因交通噪声引起鸟类警觉和惊飞,尤其是大型牵引车影响较大,值得注意的是,摩托车虽然属于小型车,但往往发出高分贝噪声。从引起黑脸琵鹭受干扰的次数来看,直升飞机于上空经过时影响较大。

**4.3 黑脸琵鹭及其栖息地的保护建议** 由于琵鹭属物种喙部结构的特殊性<sup>[18]</sup>,使其食性及觅食行为与众不同,导致对觅食场所的要求较高,必须是河道入海口的滩涂或浅水水域,周围

还要有丰富的食物资源<sup>[19-20]</sup>。澳门保护区面积偏小,黑脸琵鹭可选择的活动范围不大,若人为干扰加剧,容易使其放弃该处栖息地而另觅场所。随着保护区周边地区的开发,车流量将进一步增加,有研究显示车流量增加一倍,噪声增加 3~5 dB(A)<sup>[21]</sup>,控制保护区周边的车流量,增加绿化带作为隔声屏障,都应是政府在建设过程中必须考虑的问题。此外,直升飞机已构成较明显的人为干扰,易造成黑脸琵鹭精神紧张,甚至飞离保护区,降低该处栖息地的生境适宜度。最好设计飞行路线尽量绕过保护区上空,以减少对鸟类的干扰。

致谢 Dr. Herman Mays 为本文修改英文摘要,特此致谢。

## 参 考 文 献

- [1] BirdLife International. *Platalea minor*// IUCN. IUCN Red List of Threatened Species: Version 2009.1. 2009.
- [2] 汪松,郑光美,王岐山. 中国濒危动物红皮书——鸟类. 北京: 科学出版社, 1998, 36-37.
- [3] 张国钢,梁伟,楚国忠. 海南黑脸琵鹭的越冬行为分析. 生物多样性, 2006, 16(4): 352-358.
- [4] 余日东. 黑脸琵鹭全球同步普查: 2008 及 2009. 香港: 香港观鸟会, 2009, 18-22.
- [5] 梁之华,林小涛,杨廷宝,等. 澳门珍稀鸟类黑脸琵鹭. 澳门: 澳门科学技术协进会, 2003, 85-103.
- [6] Dooling R J. Estimating effects of highway noise on the avian auditory system// Irwin C L, Garrett P, McDermott K P. Proceedings of the 2005 International Conference on Ecology and Transportation. Raleigh, NC: Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, 2005, 30-31.
- [7] 张国钢,梁伟,刘冬平,等. 黑脸琵鹭在海南岛的越冬地及其保护. 林业科学, 2006, 42(1): 96-99.
- [8] 梁华. 澳门路氹填海区湿地生物群落结构的动态变化及物种多样性研究. 广州: 暨南大学博士学位论文, 2007.
- [9] 中国国家环保总局. GB/T14623-93 城市环境噪声测量方法. 北京: 中国标准出版社, 1993.
- [10] 交通部公路科学研究院长安大学. JTGB03-2006 公路建设项目环境影响评价规范. 中华人民共和国交通部, 2006.
- [11] 吴忠标. 环境监测. 北京: 化学工业出版社, 2003, 275-276.
- [12] Ueng Y, Wang J, Hou P L. Predicting population trends of the Black-Faced Spoonbill (*Platalea minor*). The Wilson Journal of Ornithology, 2007, 119(2): 246-252.
- [13] Yu Y T, Swennen C. Habitat use of the Black-faced Spoonbill. Waterbirds, 2004, 27(2): 129-134.
- [14] 金杰锋,刘伯锋,余希,等. 福建省兴化湾黑脸琵鹭的越冬及迁徙. 动物学杂志, 2009, 44(1): 47-53.
- [15] Yu Y T, Swennen C. Feeding of wintering Black-faced Spoonbills in Hong Kong: when and how long? Waterbirds, 2004, 27(2): 135-140.
- [16] Donaldson M R, Henein K M, Runtz M W. Assessing the effect of developed habitat on waterbird behaviour in an urban riparian system in Ottawa, Canada. Urban Ecosystems, 2007, 10(2): 139-151.
- [17] Reijnen R, Foppen R. Chapter 12: Impact of road traffic on breeding bird populations// Davenport J, Davenport J L. The Ecology of Transportation: Managing Mobility for the Environment. Netherlands: Springer, 2006, 255-274.
- [18] Swennen C, Yu Y T. Food and feeding behavior of the Black-faced Spoonbill. Waterbirds, 2005, 28(1): 19-27.
- [19] Lee P, Sheu J, Tsai B. Wintering habitat characteristics of Black-Faced Spoonbill (*Platalea minor*) at Chi-Ku, Taiwan. Acta Zoologica Taiwanica, 1995, 6(1): 67-78.
- [20] 刘伯锋. 福建省黑脸琵鹭的分布及栖息地现状. 动物学杂志, 2006, 41(4): 48-52.
- [21] 杨清雷,唐亚明. 青岛市区交通噪声对居民区的污染及防治. 噪声与振动控制, 2009, (1): 144-146.