

# 广东三水云东海国家级湿地公园秋冬季鸟类多样性研究\*

Bird Diversity in Yundonghai Wetland Park during Autumn and Winter in Guangdong Province

罗慧莹 肖以华 佟富春\*

LUO Hui-ying, XIAO Yi-hua, TONG Fu-chun\*

**摘要:** 2019年10—12月,采用样线法在广东三水云东海国家级湿地公园开展秋冬季鸟类多样性调查,共记录到鸟类10目28科56种,数量累计1875只。其中雀形目鸟类有18科40种,占鸟类总数量的83.25%,非雀形目有10科16种,占鸟类总数量的16.75%。在居留类型中,鸟类数量从高到低依次为留鸟、冬候鸟、夏候鸟、旅鸟。鸟类多样性指数、均匀度指数和丰富度指数的均值分别为3.70、0.78和3.17。云东海鸟类主要栖息场所为湿地公园内的各种生境,但67.42%的鸟类会在稻田生境中栖息和觅食,因此稻田生境利于喜食稻谷鸟类的栖息,当予以保持。适当的人类干扰能促使鸟类多样性,但过度的人类活动则适得其反。因此建议:保护和恢复湿地;保护现存鸟类;减少过度人类活动;保持并适当扩大稻田规模,增加植物多样性;保护鸟类繁殖栖息;加强宣传保护教育;增加园区科研投入等。

**关键词:** 云东海; 湿地公园; 鸟类多样性

**中图分类号:** S718

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1671-2641(2021)01-0022-05

**收稿日期:** 2020-06-22

**修回日期:** 2020-09-04

**Abstract:** From October to December in 2019, a survey about bird diversity in autumn and winter was carried out in the Yundonghai National Wetland Park in Sanshui, Guangdong by using the sample line method. A total of 1 875 birds were recorded, belonging to 10 orders, 28 families and 56 species. Among them,

there were 40 species in 18 families of Passeriformes, accounting for 83.25% of the total number of birds. The others were 16 species in 10 families, accounting for 16.75% of the total number of birds. In the type of residence, the number of resident birds was the largest, followed by winter migratory birds, summer migratory birds, and the number of migratory birds was the least. According to statistics, the average of Shannon-Wiener index, Pielou index and Margalef index in autumn and winter were 3.70, 0.78 and 3.17, respectively. According to the survey, the main habitat of birds in Yundonghai National Wetland Park was the wetland park habitat, but 67.42% of the birds inhabited and foraged in the rice field habitat. Therefore, the rice field habitat is conducive to the habitat of the rice-loving birds and should be maintained. Appropriate human disturbance can promote bird diversity, but excessive human activities can cause birds to fly away from their habitats. Therefore, the management recommendations for Yundonghai Wetland Park are put forward, such as protecting and restoring wetlands, protecting existing birds, reducing excessive human activities, maintaining and expanding the scale of rice fields to increase plant diversity, protecting bird breeding and habitat, strengthening publicity and protection education, and increasing parks scientific research investment.

**Key words:** Yundonghai; Wetland; Bird diversity

湿地是指天然的或人工的,永久的或暂时的沼泽地、泥炭地或水域地带,带有静止或流动、淡水或半咸水及咸水水体,包括低潮时水深不超过6m的海域<sup>[1]</sup>。能被人类改造利用的湿地称为湿地资源<sup>[2-3]</sup>。湿地、森林、海洋并称为三大生态系统,湿地生态系统因其富有生物多样性生态景观<sup>[4-5]</sup>和巨大的水文和元素循环功能,为动植物和人类提供了适宜的生存环境和物质能量基础<sup>[6-9]</sup>,并在蓄洪防旱、调节气候、净化水质、提供栖息地等方面具有重要的作用<sup>[10-11]</sup>,素有“地球之肾”“天然水库”“文明

的发源地”和“物种基因库”之称<sup>[12]</sup>。

鸟类群落位于湿地生态系统食物链的顶端,能够促进湿地的生态过程<sup>[13-16]</sup>,对维持生态系统稳定十分重要<sup>[17]</sup>。鸟类物种多样性能够表征鸟类群落的组成结构和其栖息环境的良好程度<sup>[18]</sup>,可反映出鸟类与湿地间的相互作用关系<sup>[19-20]</sup>。笔者及团队于2016—2017年进行了佛山市动植物本底调查,记录全市共有鸟类129种。其中广东三水云东海国家级湿地公园(以下简称“云东海湿地公园”)共有鸟类62种,隶属于9目21科,种类约占佛山市鸟类的1/2。近年来,云

东海湿地公园进行了大规模的施工活动,对鸟类栖息活动造成一定的影响。因此,对湿地公园鸟类群落多样性进行研究,并根据多样性变化提出相应的公园管理建议,具有十分重要的意义。

## 1 研究区概况

云东海湿地公园位于佛山市三水区中心城区北郊(23°13'19.57"N, 112°53'30.34"E),地处亚热带,属南亚热带海洋性季风气候,年平均气温为21.9℃,年平均降水日数(≥0.1)154.3d,年平均降水量1686.9mm<sup>[21]</sup>。公园的主

\*项目资助: 国家科技支撑计划—环境友好型城镇景观林构建技术研究示范(2015BAD07B06-8); 华南农业大学大学生创新创业训练计划《广州森林公园鸟类多样性调查》(20191056439)

体为云东海湖，以植被完整、生态优良、环境优美而闻名。公园总面积 401.97 hm<sup>2</sup>，其中湿地面积 330.59 hm<sup>2</sup>，湿地率 82.24%<sup>[22]</sup>。1998 年起，佛山市政府大力开展云东海湿地恢复工程和蓄水工程<sup>[21]</sup>。湿地公园周边树木茂密、农田密集、溪流众多，生态环境多样化，空间异质性强，形成了复杂多样的食物链。

## 2 研究方法

### 2.1 调查方法

2019 年 10—11 月，每月调查 1 次，因 12 月份为鸟类迁徙期，该月分上下旬各调查一次。在云东海湿地公园开展秋冬季鸟类调查研究。本次调查采用样线法，观测安排在晴朗、无风或者风力不大（3 级以下）的天气条件下进行。于 8:00—16:00 开展调查，利用单筒望远镜、双筒望远镜和相机，按照预定路线（图 1）以 1~2 km/h 的步行速度匀速前进，记录半径约 50 m 范围内观测到的鸟类的名称、数量。只记录位于前方及两侧的鸟类名称。对于不确定的种类，采用相机拍摄后再参考《中国鸟类野外手册》鉴定确认。

### 2.2 数据分析

使用 excel 软件，以计算 Shannon-Wiener 多样性指数、Pielou 均匀度指数和 Margalef 丰富度指数为主，对

云东海湿地公园秋冬季鸟类群落多样性进行评估。计算公式如下：

Shannon-Wiener 多样性指数：

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i \quad (1)$$

式 (1) 中： $H'$  为多样性指数； $s$  为记录到的鸟类物种总数量； $P_i$  为第  $i$  种的个体数量与所有物种个体总数的比值。

Pielou 均匀度指数：

$$J' = H' / H_{max} \quad (2)$$

式 (2) 中： $J'$  为均匀度指数； $H'$  为多样性指数； $H_{max}$  为多样性指数的最大值 ( $\log_2 s$ )。

Margalef 丰富度指数：

$$D = (s - 1) / \log_2 N \quad (3)$$

式 (3) 中： $D$  为丰富度指数； $s$  为鸟类物种总数量； $N$  为所有物种个体总数量。

## 3 结果与分析

### 3.1 鸟类物种组成

2019 年 10—12 月，在云东海湿地公园共记录鸟类 10 目 28 科 56 种 (表 1)，数量累计 1 875 只。其中雀形目鸟类有 18 科 40 种，占全部物种总数的 83.25%，物种数的 71.43%。非雀形目有 10 科 16 种，占全部物种总数的 16.75%，物种数的 28.57%，其中鹤形目占比较大，有 1 科 6 种。累计数量过百的鸟类有小白鹭、白头鹎、暗绿绣眼鸟和斑文鸟。有国家二级保护动物 1 种，为普通鸕；国家“三有”保护动物<sup>①</sup> 50 种，占全部物种总数的 94.72%，物种数的 89.29%。

### 3.2 鸟类居留类型和栖息生境

从居留类型看，云东海湿地公园留鸟数量最多，有 35 种，占总物种数的 62.50%，累计数量为 1 532 只，占物种总数的 81.23%；其次为冬候鸟，共记录 13 种，占总物种数的 23.21%，累计数量为 244 只，占物种总数的 13.01%；夏候鸟 5 种，占总物种数的 8.93%，累计数量为 93 只，占物种总

数量的 4.96%；旅鸟最少，为 3 种，仅占总物种数的 5.36%，累计数量为 15 只，仅占物种总数的 0.80%。

从栖息生境看，只在云东海湿地公园栖息的鸟类物种数最多，为 32 种，占总物种数的 57.14%，但累计数量仅占物种总数的 30.56%，为 573 只；其次是同时在湿地公园和稻田栖息的鸟类，为 18 种，占总物种数的 32.14%，但累积数量共 1 264 只，占比最高为 67.41%；仅在稻田栖息的物种数有 6 种，累计数量仅为 38 只，同比均为最少，分别占 10.71% 和 2.03%。

### 3.3 物种多样性

通过计算可得，云东海湿地公园秋冬季的鸟类多样性、均匀度、丰富度的均值分别为 3.70、0.78 和 3.17。其中多样性指数和均匀度指数在 12 月下旬时最高，10 月的物种数和丰富度指数最高，11 月的均为最低 (表 2)。

## 4 结论与讨论

### 4.1 鸟类资源情况

本次调查共记录到云东海湿地公园鸟类 9 目 28 科 56 种，其中，雀形目数量占全部鸟类总数的 83.25%，优势种为暗绿绣眼鸟和斑文鸟；水鸟类群的优势种主要为鹭科的小白鹭。累计鸟类数量的 94.72% 为“三有”保护动物，有 1 种国家二级保护动物，为普通鸕。

鸟类居留类型主要是留鸟和冬候鸟，分别占物种总数的 81.23% 和 13.01%，符合鸟类分布的一般规律：即南方鸟类居留类型多为留鸟和冬候鸟，而北方则多为夏候鸟和旅鸟<sup>[23]</sup>。

从栖息生境来看，在湿地公园活动的鸟类物种数占比达 89.29%，数量占比为 97.97%，可见鸟类的主要栖息场所为湿地公园，这与云东海湿地公园 82% 的湿地率相一致。但仅在湿地公园中活动的鸟类数量占比为 30.56%，而同时在湿地公园和稻田生境中活动的鸟类数量占比为 67.41%，说明有相当一部分鸟类会在稻田生境中进行觅食和栖息，且如



图 1 调查范围图

① “三有”保护动物是指列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》的动物。

表1 云东海湿地公园秋冬季鸟类物种组成

物种名	保护级别	居留类型	种群数量				优势度	栖息环境
			10月	11月	12月上旬	12月下旬		
I 鸊鷉目								
(一) 鸊鷉科								
1 小鸊鷉 <i>Tachybaptus ruficollis</i>	3	R	—	—	—	1	+	A
II 鸊鷉形目								
(二) 鹭科								
2 苍鹭 <i>Ardea cinerea</i>	3	R	6	—	—	—	+	A
3 小白鹭 <i>Egretta garzetta</i>	3	R	144	—	—	1	+++	A
4 中白鹭 <i>Egretta intermedia</i>	3	R	26	—	—	—	++	A
5 大白鹭 <i>Egretta alba</i>	3	R	20	—	—	—	++	A
6 池鹭 <i>Ardeola bacchus</i>	3	R	12	—	—	—	++	A
7 夜鹭 <i>Nycticorax nycticorax</i>	3	R	52	—	—	—	++	A
III 鹤形目								
(三) 秧鸡科								
8 白胸苦恶鸟 <i>Amaurornis phoenicurus</i>	3	R	2	—	—	2	+	A
9 黑水鸡 <i>Gallinula chloropus</i>	3	P	8	—	—	—	+	A
IV 鸽形目								
(四) 鸽科								
10 金眶鸻 <i>Charadrius dubius</i>	3	W	—	—	1	—	+	B
11 环颈鸻 <i>Charadrius alexandrinus</i>	3	W	—	—	2	—	+	B
V 鸻形目								
(五) 鸻科								
12 珠颈斑鸠 <i>Streptopelia chinensis</i>	3	R	2	2	2	4	+	A
VI 佛法僧目								
(六) 翠鸟科								
13 普通翠鸟 <i>Alcedo atthis</i>	3	R	4	2	2	2	+	A
(七) 鸺鹠科								
14 须浮鸥 <i>Chlidonias hybrida</i>	3	P	2	—	—	—	+	A
VII 雀形目								
(八) 燕科								
15 家燕 <i>Hirundo rustica</i>	3	S	17	—	—	—	++	AB
16 金腰燕 <i>Hirundo daurica</i>	3	S	—	—	70	—	++	AB
(九) 鹡鸰科								
17 白鹡鸰 <i>Motacilla alba</i>	3	R	22	3	27	30	++	AB
18 树鹨 <i>Anthus hodgsoni</i>	3	W	—	—	4	—	+	A
19 澳洲鹨 <i>Anthus novaeseelandiae</i>	3	S	2	—	—	—	+	B
(十) 鹀科								
20 白头鹀 <i>Pycnonotus sinensis</i>	3	R	84	2	48	68	++	AB
21 白喉红臀鹀 <i>Pycnonotus aurigaster</i>	3	R	11	12	10	8	++	AB
22 栗背短脚鹀 <i>Hemixos castanonotus</i>	3	R	1	—	—	—	+	A
23 红耳鹀 <i>Pycnonotus jocosus</i>	3	R	32	2	—	6	++	A
(十一) 卷尾科								
24 黑卷尾 <i>Dicrurus macrocercus</i>	3	S	1	—	—	—	+	A
25 紫寿带 <i>Terpsiphone atrocaudata</i>	3	P	5	—	—	—	+	A
(十二) 伯劳科								
26 棕背伯劳 <i>Lanius schach</i>	3	R	5	3	3	4	+	AB
(十三) 椋鸟科								
27 八哥 <i>Acridotheres cristatellus</i>	3	R	20	—	—	—	++	AB
28 丝光椋鸟 <i>Sturnus sericeus</i>	3	R	9	—	2	5	+	AB
29 黑领椋鸟 <i>Gracupica nigricollis</i>	3	R	4	—	—	—	+	A
(十四) 鸫科								
30 鹊鸲 <i>Copsychus saularis</i>	3	R	9	1	1	13	++	A
31 乌鸫 <i>Turdus merula</i>	3	R	2	—	—	9	+	A
32 北红尾鸫 <i>Phoenicurus aureus</i>	3	W	39	3	6	21	++	AB
33 黑喉石鸫 <i>Saxicola torquata</i>	3	W	40	—	—	—	++	A

表1 云东海湿地公园秋冬季鸟类物种组成(续)

物种名	保护级别	居留类型	种群数量				优势度	栖息环境
			10月	11月	12月上旬	12月下旬		
(十五) 画眉科								
34 噪鹛 <i>Eudynamys scolopacea</i>	3	R	1	—	—	—	+	A
(十六) 扇尾莺科								
35 山鹪莺 <i>Prinia criniger</i>		R	—	—	—	5	+	A
36 黄腹山鹪莺 <i>Prinia flaviventris</i>		R	8	7	11	13	++	AB
37 纯色山鹪莺 <i>Prinia inornata</i>		R	5	4	—	—	+	AB
38 棕扇尾莺 <i>Cisticola juncidis</i>		R	—	—	7	—	+	B
(十七) 莺科								
39 长尾缝叶莺 <i>Orthotomus sutorius</i>		R	17	7	4	9	++	A
40 褐柳莺 <i>Phylloscopus fuscatus</i>	3	W	7	2	2	16	++	AB
41 黄腰柳莺 <i>Phylloscopus proregulus</i>	3	W	2	1	—	25	++	A
42 黄眉柳莺 <i>Phylloscopus inornatus</i>	3	W	—	4	—	33	++	A
43 黑眉苇莺 <i>Acrocephalus bistrigiceps</i>	3	W	1	1	5	—	+	AB
(十八) 绣眼鸟科								
44 暗绿绣眼鸟 <i>Zosterops japonicus</i>	3	R	185	52	12	52	+++	AB
(十九) 山雀科								
45 大山雀 <i>Parus major</i>	3	R	17	6	4	25	++	AB
(二十) 花蜜鸟科								
46 叉尾太阳鸟 <i>Aethopyga christinae</i>	3	R	11	1	—	11	++	A
(二十一) 文鸟科								
47 树麻雀 <i>Passer montanus</i>	3	R	—	—	1	8	+	A
48 斑文鸟 <i>Lonchura punctulata</i>	3	R	177	—	56	25	+++	AB
49 白腰文鸟 <i>Lonchura striata</i>	3	R	1	—	26	—	++	AB
(二十二) 鹀科								
50 小鹀 <i>Emberiza pusilla</i>	3	W	—	—	25	—	++	B
(二十三) 黄鹀科								
51 黑枕黄鹀 <i>Oriolus chinensis</i>	3	S	3	—	—	—	+	A
(二十四) 鹎科								
52 北灰鹎 <i>Muscicapa dauurica</i>	3	W	1	—	—	—	+	A
(二十五) 鸦科								
53 红嘴蓝鹊 <i>Urocissa erythrorhyncha</i>	3	R	1	—	—	—	+	B
VIII 雨燕目								
(二十六) 雨燕科								
54 小白腰雨燕 <i>Apus nipalensis</i>	3	R	—	—	12	—	++	AB
IX 鸺形目								
(二十七) 啄木鸟科								
55 蚊鸺 <i>Jynx torquilla</i>	3	W	1	—	—	—	+	A
X 隼形目								
(二十八) 鹰科								
56 普通鵟 <i>Buteo buteo</i>	II	W	—	—	2	—	+	A

注: 1) 保护级别: II表示国家二级重点保护动物名录, GZ表示广东省重点保护物种, 3表示国家“三有”保护动物名录。2) 数量等级: +表示1~9, ++表示10~99, +++表示100~999。3) 居留型: R表示留鸟, W冬候鸟, S表示夏候鸟, P表示旅鸟。4) 栖息环境: A为湿地公园, B为稻田、池塘。

斑文鸟,在稻田生境中的数量远大于在湿地公园。因此,湿地公园新建成的稻田生境对喜食稻谷鸟类(如黄胸鹀 *Emberiza aureola*)的栖息和补充能量有着正面影响,当予以保持。

#### 4.2 鸟类多样性

鸟类多样性是生物多样性的的重要组成部分,是衡量一个地区生态环境质量和自然保护价值的重要指标之

一<sup>[23]</sup>。在云东海湿地公园的秋冬季鸟类调查中,10月的丰富度和物种数最高,12月下旬的均匀度指数和多样性指数较10月高,原因在于:10月处于留鸟和冬候鸟的交汇期,而且当时湿地公园内尚未有建筑活动,人为活动亦较少,故物种数最高;而均匀度和多样性受到优势种如小白鹭、暗绿绣眼鸟等数量的影响。10月过后,部分鸟类因受气温和建筑活动噪声影响飞离湿地公园,因



表2 云东海湿地公园秋冬季鸟类多样性指标

月份	物种数	多样性指数	均匀度指数	丰富度指数
10月	44	4.02	0.74	4.30
11月	19	3.07	0.72	2.63
12月上旬	26	3.69	0.79	2.97
12月下旬	25	4.02	0.86	2.78
平均值		3.70	0.78	3.17

此11月鸟类的物种数和多样性指标均降为最低值。至12月虽有部分候鸟补充,但当时园内建筑施工和人为活动所产生的噪声会影响鸟类之间的信息传递,并影响其正常栖息<sup>[20]</sup>,导致鸟类数量暂时降低。

与2016年进行的本底调查中的鸟类多样性相比,2019年云东海湿地公园的鸟类种类下降,但隶属目和科增加,鸟类多样性增加。中度干扰假说认为,鸟类多样性与干扰呈抛物线状态,当干扰程度达到中等时,鸟类多样性达最大值。因此适当的人类活动干扰促使鸟类多样性上升,但对生境要求较高的鸟类则易受到人类活动的负面影响而飞离<sup>[24]</sup>。

### 4.3 保护建议

广东的地理位置和气候使其成为“东亚-澳大利亚西亚”鸟类迁徙路线中重要的中转站和补给站,在秋冬季有来自北方的冬候鸟前来越冬,在夏季有东南亚的夏候鸟。而湿地作为三大生态系统之一,为候鸟提供了栖息生境,在鸟类保护上发挥着不可或缺的作用。因此云东海湿地公园的建设与管理,对广东候鸟的繁殖和保护有着重要作用。但调查过程中可发现,建筑活动和过度的人类活动会对鸟类造成一定负面影响。为此,提出建议如下:

1) 保护和恢复湿地。在调查过程中发现云东海湿地公园有相当一部分水域的边缘为水泥堆砌的建筑物,不利于鸟类栖息和取食,应当增种补水生植物在水域边缘,以便改善水域环境,提高鸟类多样性。2) 控制每日游人数目,减少大规模的施工活动,增加生态环境的稳定性,减少对鸟类的影响。3) 维持或适当扩大稻田规模,丰富湿地公园内的植物多样性,可适当补种鸟类喜取食的植物,如铁冬青 *Ilex*

*rotunda*、构树 *Broussonetia papyrifera*、黄葛树 *Ficus virens* 等;适当增加灌草丛,提高生境多样性,为鸟类提供充足的食物。4) 保护鸟类的巢穴,也可提供人工巢箱;并为鸟类繁殖提供条件,在繁殖时期不修剪树枝和扫除枯枝落叶,避免惊飞亲鸟。5) 加强园内对游客的鸟类保护宣传教育。除了加设宣传牌之外,可考虑增加针对周边中小学生的观鸟活动。6) 增加园区的科研投入,实时监测鸟类多样性变化,并据变化作出相应的管理策略调整,对维持并提升湿地公园内生境质量及物种多样性十分必要。

致谢:本研究调查过程中得到广东碧然美景观艺术有限公司的大力支持和协助,在此深表感谢!

注:图1改绘底图来自奥维地图。

### 参考文献:

[1] 国家林业局《湿地公约》履约办公室. 湿地公约履约指南[M]. 北京:中国林业出版社,2001.  
 [2] 孙鸿烈. 中国资源科学百科全书[M]. 北京:中国大百科全书出版社,2000.  
 [3] 张彪,史芸婷,李庆旭,等. 北京湿地生态系统重要服务功能及其价值评估[J]. 自然资源学报,2017,32(8):1311-1324.  
 [4] 武士蓉,徐梦佳,赵彦伟,等. 白洋淀湿地水质与水生生物相关性研究[J]. 环境科学学报,2013,33(11):3160-3165.  
 [5] 于玲红,王晓云,李卫平,等. 包头市南海湿地水质现状分析与评价[J]. 环境化学,2017,36(2):390-396.  
 [6] 王继国,金海龙,靳万贵. 艾比湖湿地自然保护区土壤保持生态功能及价值评价[J]. 干旱区地理,2008,31(1):135-141.  
 [7] 金海龙,白祥,满中龙,等. 新疆艾比湖湿地自然保护区土壤空间异质性研究[J]. 干旱区资源与环境,2010,24(2):150-157.  
 [8] 张玉红,苏立英,于万辉,等. 扎龙湿地景观动态变化特征[J]. 地理学报,2015,70(1):131-142.  
 [9] 张月,张飞,王娟,等. 近40年艾比湖湿地自然保护区生态干扰时空动态及景观格局变化[J]. 生态学报,2017,37(21):7082-7097.  
 [10] 陆健健,何文珊. 湿地生态学[M]. 北京:高等教育出版社,2006.

[11] 徐海婷,张曼胤,崔丽娟,等. 北京市公园中兼顾水鸟栖息地恢复的湿地景观设计[J]. 湿地科学,2018,16(1):33-37.  
 [12] 黄菁,江锦烽,覃世赢. 芦仙湖国家湿地公园湿地生态系统保护与恢复研究[J]. 林业调查规划,2017,42(5):84-88.  
 [13] COSTANZA R, D' ARGE R, DE GROOT R, et al. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital[J]. Ecological Economics, 1998, 25(1): 3-15.  
 [14] 王强,吕宪国. 鸟类在湿地生态系统监测与评价中的应用[J]. 湿地科学,2007(3):274-281.  
 [15] 邓文洪. 栖息地破碎化与鸟类生存[J]. 生态学报,2009,29(6):3181-3187.  
 [16] 刘旭,张文慧,李咏红,等. 湿地公园鸟类栖息地营建研究——以北京琉璃河湿地公园为例[J]. 生态学报,2018,38(12):4404-4411.  
 [17] RONEMANA F, MANGNALL M J, LITTLE R M, et al. Water-bird Assemblages and Associated Habitat Characteristics of Farm Ponds in the Western Cape[J]. Biodiversity and Conservation, 2001, 10(2):251-270.  
 [18] 李士伟,杨贵生,王维,等. 内蒙古伊金霍洛旗红海子湿地公园鸟类群落结构及季节差异[J]. 生态学杂志,2014,33(12):3308-3314.  
 [19] 崔鹏,邓文洪. 鸟类群落研究进展[J]. 动物学杂志,2007,42(4):149-158.  
 [20] 关磊,王云,王佩,等. 承德-赤峰高速公路茅荆坝自然保护区段施工活动对鸟类群落影响的初步研究[J]. 公路工程,2016,41(4):91-96+134.  
 [21] 郑华敏. 城市湖泊景观规划设计的研究[D]. 福州:福建农林大学,2005.  
 [22] 国家级湿地公园试点落地三水,将建“禾花雀”科研观测基地[EB/OL].(2018-01-04)[2020-06-01].https://static.nfapp.southcn.com/content/201801/04/c888567.htm.  
 [23] 曲媛媛,高武,郭铁英,等. 北京野鸭湖湿地自然保护区迁徙水鸟调查[J]. 湿地科学,2010,8(2):144-150.  
 [24] NAVEDO J G, MASERO J A. Measuring Potential Negative Effects of Traditional Harvesting Practices on Water-birds: a Case Study with Migrating Curlews[J]. Animal Conservation, 2007, 10(1): 88-94.

### 作者简介:

罗慧莹/1998年生/女/广东江门人/本科/华南农业大学林学与风景园林学院(广州510642)/专业方向为林学

肖以华/1976年生/男/江西萍乡人/中国林业科学研究院热带林业研究所(广州510520)/副研究员/研究方向为城市森林与环境

(\*通信作者) 佟富春/1973年生/女/辽宁岫岩人/华南农业大学林学与风景园林学院(广州510642)/副教授/研究方向为野生动物、土壤动物