

DOI: 10.5846/stxb201805221122

徐正春,袁莉,冯永军,胡慧建,陆倩莹,刘金成.基于物种落差分析的公园鸟类多样性提升设计——以湖南常德螺湾湿地公园为例.生态学报, 2019,39(19): - .

Xu Z C, Yuan L, Feng Y J, Hu H J, Lu Q Y, Liu J C. Design of a wetland park for high bird diversity, based on analysis of the species richness drop: A case study of the Luowan Wetland Park of the Liuye Lake, Changde City, Hunan Province. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(19): - .

基于物种落差分析的公园鸟类多样性提升设计 ——以湖南常德螺湾湿地公园为例

徐正春¹, 袁莉^{1,2}, 冯永军², 胡慧建^{2,*}, 陆倩莹^{1,2}, 刘金成²

¹ 华南农业大学林学与风景园林学院, 广州, 510642

² 广东省生物资源应用研究所, 广东省动物保护与资源利用重点实验室, 广东省野生动物保护与利用公共实验室, 广州, 510260

摘要:随着城市化发展,许多公园鸟类栖息环境遭受破坏,导致当前的鸟类多样性与历史上的和周边的都存在较大差异,为此,我们从项目区域的当前-周边-历史三者间在鸟类物种及其栖息地上的落差分析入手,以此确定目标物种及其栖息地,并加以归类,从而有针对地进行相关设计。2016年5月至2017年3月在湖南常德柳叶湖螺湾湿地公园开展的鸟类多样性提升设计中,我们首先通过实地调查并结合文献查阅,记录到项目区域16种,周边79种,历史上146种鸟类,运用三者间的物种落差分析法确定主要的21种可恢复目标物种和4种栖息地类型,结合项目区域及周边空间特点,将项目区域划分为4个区域,在各区域内设计并营建相应的栖息地,再配套采用多种鸟类招引措施。至2017年3月,项目区鸟类已可实地观察到39种,并于2017年12月吸引到超过2000只的野鸭群来此越冬。以上实际效果表明,我们的设计有效地提升了湿地公园鸟类多样性且增加了景观要素,可充分发挥生物保护功能。

关键词:鸟类多样性;栖息地营建;城市湿地公园

Design of a wetland park for high bird diversity, based on analysis of the species richness drop: A case study of the Luowan Wetland Park of the Liuye Lake, Changde City, Hunan Province

XU Zhengchun¹, YUAN Li^{1,2}, FENG Yongjun², HU Huijian^{2,*}, LU Qianying^{1,2}, LIU Jincheng²

¹ College of Forestry and Landscape Architecture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China

² Guangdong Key Laboratory of Animal Conservation and Resource Utilization, Guangdong Public Laboratory of Wild Animal Conservation and Utilization, Guangdong Institute of Applied Biological Resources, Guangzhou 510260, China

Abstract: With urbanization, avian habitats have been obliterated in many parks, such that the current avian diversity is lower than that reported previously in history and that around parks. Therefore, we adopted a targeted design to promote bird diversity by analyzing the species richness drop among the species living in the park at present—the species only living around the park—the total species lived ever in history to rectify and classify the objective species and their habitats at the Luowan Wetland Park, Changde, Hunan Province, from May 2016 to March 2017. We recorded 16 bird species in the park, 79 bird species in Liuye Lake, the area surrounding the park, and 146 previously reported species. Thereafter, 21 species with 8 types of habitats were selected on the basis of local ecological features. The park was divided into 4 areas, wherein different habitats of the objective birds were designed. Moreover, we applied various measures to attract birds to

基金项目:广东省自然科学基金(2015A030313870);广东省自筹经费类科技计划项目(2017ZC0018);广东省科学院科技发展专项(2017GDASCX-0107)

收稿日期:2018-05-22; **网络出版日期:**2019-00-00

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: 13922339577@139.com

inhabit the park. Thereafter, 39 species were recorded in March, 2017, and more than 2000 ducks were observed during winter in the park. These results show that the method designed herein effectively enhances the biological conservation of wetland parks by promoting bird diversity and landscape elements of wetland parks.

Key Words: bird diversity; habitat construction; urban wetland park

城市建设的迅猛发展和人类生产活动频繁吞噬了许多“自然地”,致使野生动物赖以生存的栖息地逐渐岛屿化、破碎化,其种类和数量显著下降^[1-3]。由此,2000年后城市野生动物恢复理念和实践开始出现,鸟类是其中的典型代表^[4]。随着人们生活水平的提升,对生态环境的要求也越来越高,湿地公园作为城市的重要生态要素,越来越受到人们重视,许多城市在大力开展湿地公园建设工作。鸟类作为湿地生态系统的重要组成部分,具有很高的生态与景观价值,是评估湿地质量的重要指示类群^[5],因此,已有诸多湿地公园在建设开展引鸟设计以提升生物多样性。

目前,国内外已有众多学者探讨了关于湿地中影响水鸟多样性及其丰度的环境因子,包括水位、裸地面积比例、植被面积比例、水面积大小、地形、食物和干扰强度等^[6-14],这些研究为营建鸟类栖息地提供了事实依据。相应的也已有诸多案例探讨了湿地鸟类栖息地设计,如湿地公园鸟类栖息地营造应遵从布局-分区-竖向-植物群落的设计顺序^[15];强调湿地类型建构、食物链和生物栖息地营造的重要性^[16-17];根据目标鸟类繁殖、食性和活动空间特点等进行栖息地营造^[18]。但是,由于鸟类物种的多样性及其不同物种对栖息地的要求各异,当前设计人员对项目区域鸟类调查及认识相对欠缺,多未能明确提出可恢复的目标物种,往往造成实际效果不明显和恢复对象的不可控性。

我们在鸟类实地调查中发现,由于受人类活动影响,现在绝大多数湿地公园中鸟类丰富度要低于历史水平,且与周边地区的鸟类丰富度也存在较大差异,为此,我们提出分析湿地公园当前鸟类组成与周边和历史上鸟类间的差异,确定湿地公园鸟类多样性提升中能够招引的主要目标鸟类物种,以此为基础开展栖息地设计与营建工作,从而有效提升湿地公园鸟类多样性。根据以上思路,本团队在湖南常德螺湾湿地公园开展鸟类多样性提升设计与操作,现将结果报道如下。

1 区域概况与方法

1.1 区域概况

柳叶湖是城市湖泊湿地,曾属于洞庭湖水系,位于湖南省常德市东北边,是东亚—澳大利西亚线国际候鸟及淡水类越冬候鸟迁徙的必经通道和驿站,现被视为西洞庭湖鸟类栖息的重要扩散地和缓冲地。

本项目设计点是螺湾湿地公园,位于柳叶湖北边沾天湖的蚂蟥溶片区,是由2015年退耕还湖而形成的观鸟公园,总面积0.485km²,其中,水域面积0.416km²。本项目起始时间是2016年5月,2017年3月完成全部工程建设。

以项目设计范围为中心,将调查范围分为项目区域及项目区域周边两个区域。项目区域即螺湾湿地公园全部范围,东至柳叶湖沙滩公园,南至退田环湖老堤,西至螺湾大桥桥头绿地,北至百果园。项目区域周边区域即柳叶湖及其沿湖地带,包括湿地水域、沿湖养殖塘、农田、绿地及花山部分。(图1)

1.2 方法

1.2.1 目标物种及栖息地确定—物种落差分析法

以项目区域动物及其栖息地的本底调查为基础,收集和调查项目区域周边及历史物种数据和栖息地信息。通过历史-周边-现状中物种和栖息地类型的差异分析,将存在差异的物种作为项目区内的可恢复目标物种;将存在差异的栖息地类型结合可恢复目标物种的生活习性,来确认需营造和可营造的栖息地类型。

在目标物种方面,根据差异分析的结果,采取“扩、招、引”3种方法来提升目标区域的动物种类和数量,一

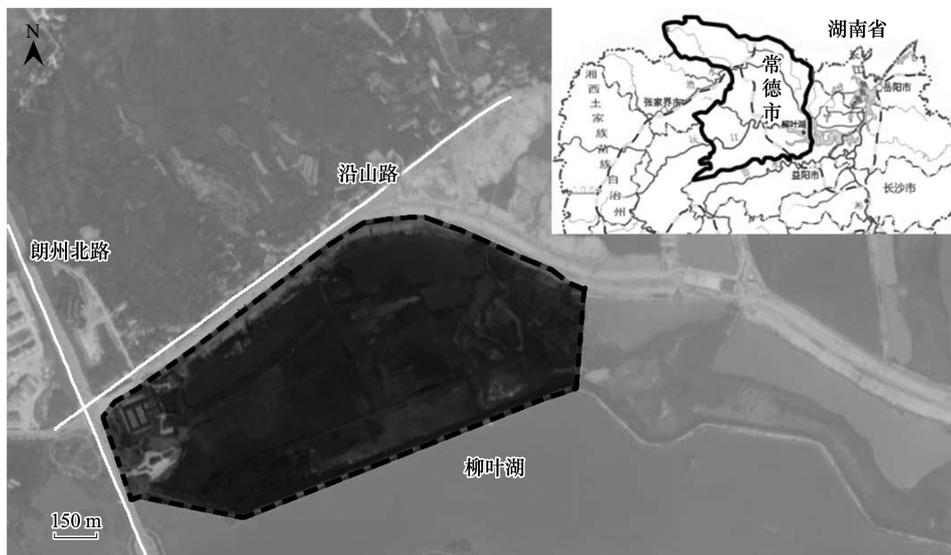


图1 项目位置示意图

Fig.1 Location demonstration of the project site

是针对目标区域现有少量分布物种采用扩大种群数量的措施,主要是改善栖息地条件;二是周边有分布且目标区域无分布的物种采用招引措施,主要是放置动物模型、声诱和营造栖息地;三是历史有记录,而目标区域和周边均未有记录的物种采用重引入方法。

根据物种落差分析法得到的物种名录,在实际操作中遵循以下原则:

- 1)“扩”物种:区域可营造或增加其适宜栖息地的物种;
- 2)“招”物种:周边地区分布较多且栖息地需求与目标区域较为一致的物种;
- 3)“引”物种:当地已消失但已有合法人工繁育来源的物种,可根据 IUCN 重引入指南而人工引入;
- 4)湿地公园中招引物种数量尽量接近或达到周边物种数量水平。

1.2.2 鸟类调查

在目标区域和周边区域采用样线法调查。由于螺湾湿地公园面积较小,故围绕其设置一条长样线;在距离项目点较近的柳叶湖及其沿湖地带选取樟树包、汪杨家、陈家碛、柳园锦江酒店和渔场 5 条样线,每条样线长度为 3km 左右。对每条样线进行调查,调查选择晴朗天气,每次调查时间选在鸟类活动最为活跃的 7:00—9:00 和 16:00—18:00 进行,步行速度为 1.5—2.0 km/h。使用双筒望远镜(KOWA8 * 42)和佳能单反相机观察、记录样线两侧各 50m 范围内的鸟类种类、数量、行为等信息。

自 2016 年 5 月至 2017 年 3 月,每两月开展一次调查,以观察鸟类恢复过程。历史数据采用文献查阅的方法,历史鸟类数据主要参考彭波涌等的 2003—2005 年的西洞庭湖鸟类调查名录^[19]。野外调查鸟类鉴定见约翰·马敬能等^[20],分类系统参照郑光美^[21]。

1.3.3 栖息地调查

遵循景观分类原则,以螺湾湿地公园和柳叶湖鸟类栖息地环境特征为基础,将其划分为水域、养殖塘、水田、林地、疏林灌丛和建设用地 6 种景观类型。运用 Erdas9.1 遥感图像处理软件和 ArcGIS10.2 地理信息系统软件,将这 6 种景观类型进行目视解译,并在实地调查中进行校正,绘制景观类型分布示意图,再运用景观格局指数法对其景观格局进行分析,以掌握其景观空间布局及其特征。

2 结果及分析

2.1 物种组成

在螺湾湿地公园共记录到鸟类 4 目 11 科 16 种。其中,林鸟有 2 目 9 科 12 种,以雀形目鸟类为主,优势

种是白鹤鸪 *Motacilla alba* 和白头鹀 *Pycnonotus sinensis*; 水鸟有 2 目 2 科 4 种, 以冬候鸟为主, 主要有斑嘴鸭 *Anas zonorhyncha*、绿翅鸭 *A. crecca* 和罗纹鸭 *A. falcata*。

在柳叶湖及沿湖地带共记录到鸟类 15 目 39 科 79 种。其中, 林鸟 8 目 30 科 57 种, 以雀形目占绝对优势; 水鸟 7 目 9 科 22 种, 鹀形目鸟类最多。柳叶湖及沿湖地带常见种和优势种共计 6 目 10 科 13 种, 其中, 以水鸟为主, 有 5 目 5 科 7 种, 主要有罗纹鸭、绿翅鸭和凤头鹀 *Podiceps cristatus* 等; 林鸟 1 目 5 科 6 种, 主要是白头鹀、丝光椋鸟 *Spodiopsar sericeus*、麻雀 *Passer montanus* 等。

在柳叶湖历史记录统计相关资料, 柳叶湖历史记录共有 146 种鸟类(附表 1 中“++”表示“湖区现有鸟类”; “+”表示“湿地公园鸟类”)。候鸟是柳叶湖历史湿地水鸟组成的重要成分, 优势种水鸟主要隶属鸭科、丘鹀科和鹭科, 其中豆雁 *A. fabalis*、绿翅鸭、罗纹鸭、黑腹滨鹬 *Calidris alpina*、须浮鸥 *Chlidonias hybrida* 和绿头鸭 *Anas platyrhynchos* 等在迁徙季节集成大群。

2.2 栖息地情况

以螺湾湿地公园和柳叶湖环境现状为基础, 结合景观分类原则, 将柳叶湖划分为建设用地、养殖塘、水域、农田、林地和疏林灌丛 6 个景观类型, 螺湾湿地公园划分为水域、建设用地和疏林灌丛 3 个景观类型。由表 1 可知, 螺湾湿地公园和柳叶湖水域斑块 CA 和 PAND 值分别为 42.66hm²、70.56% 和 2120.36hm²、28.68%, 说明水域在两者中均占相对优势。水域是基质景观为水鸟栖息提供了优势条件。

破碎度影响鸟类的分布模式和群落组成。螺湾湿地公园斑块密度的值较平均, 斑块破碎化程度较低, 有利于鸟类活动。柳叶湖农田斑块密度最低, 一定程度上有利于鸟类觅食; 疏林灌丛斑块密度最高, 与其多呈绿地过渡带镶嵌分布于农田和居民用地间有关。螺湾湿地公园和柳叶湖中水域斑斑块密度均较低, 呈块状的开阔水面, 为游禽提供了良好的栖息地, 且由于螺湾湿地公园是退田还湖而来, 故基地有丰富的鱼、虾等底栖动物, 为涉禽类水鸟提供充足食源。

连通度影响鸟类迁移、觅食活动等。螺湾湿地公园水域平均形状指数最低, 说明其形状规整, 斑块连通度低, 视线过于开阔, 给水鸟带来不安全感, 但由于水域分布集中, 斑块结合度高。柳叶湖水域平均斑块指数最高, 说明其驳岸曲折, 有利于吸引鸟类栖息和活动; 农田平均斑块指数最低, 边缘规整, 自然连通度低。

表 1 螺湾湿地公园和柳叶湖基本景观指数

Table 1 Basic landscape indexes of Luowan Wetland Park and Liuye Lake

类型 Types	螺湾湿地公园 Luowan Wetland Park				柳叶湖 Liuye Lake			
	CA	PLAND	NP	MSI	CA	PLAND	NP	MSI
建设用地 Construction land	4.84	8.01	1.65	4.64	1579.48	21.36	1.22	1.62
水域 Water area	42.66	70.56	1.65	2.21	2120.36	28.68	1.30	1.71
疏林灌丛 Forest grove	12.96	21.44	1.66	4.14	391.92	5.30	2.46	1.56
农田 farmland	—	—	—	—	1292.88	17.49	1.01	1.54
养殖塘 Aquaculture pond	—	—	—	—	1020.00	13.80	1.41	1.56
林地 Green area	—	—	—	—	988.40	13.37	2.16	1.60

CA, 斑块面积(hm²) Patch area; PLAND, 斑块占景观面积比例(%) Plaque proportion of landscape area; NP, 斑块密度(个/hm²) Plaque density; MSI, 斑块平均形状指数 Patch average shape index

2.3 目标物种及招引方法

根据上述落差分析方法, 对比分析后筛选出可招引主要目标鸟类 21 种, 其中重引入 3 种, 招引 11 种和扩大 7 种(表 2)。

2.4 目标栖息地及具体设计

栖息地调查分析说明螺湾湿地公园栖息地景观类型单一, 破碎化程度和连通度低, 再考虑到周边和历史的栖息地类型, 最后结合可恢复目标鸟类栖息地需求, 遵循因地制宜、自然连通和景观异质的原则, 初步确定营造 4 种栖息地类型, 包括浅滩、深水、岛屿和林带(具体空间布局见图 2), 并从水体、植被和人为干扰三方面

制定目标栖息地营造要点,具体细节如下:

表 2 主要目标招引鸟类名录及恢复方法

Table 2 Objective species checklist and restoration methods

方法 Methods	种类 Species
引 Reintroduction	3 种:黄斑苇鸭 <i>Ixobrychus sinensis</i> , 普通秧鸡 <i>Rallus aquaticus</i> , 栗苇鸭 <i>Ixobrychus cinnamomeus</i>
扩 increase	7 种:斑嘴鸭, 绿翅鸭, 白鹭 <i>Egretta gazetta</i> , 八哥, 小鸊鷉 <i>Tachybaptus ruficollis</i> , 丝光椋鸟, 棕头鸦雀 <i>Sinosuthora webbiana</i>
招 Abstraction	11 种:琵嘴鸭 <i>Anas clypeata</i> ; 池鹭 <i>Ardeola bacchus</i> , 苍鹭 <i>Ardea cinerea</i> , 夜鹭 <i>Nycticorax nycticorax</i> , 罗纹鸭, 凤头鸊鷉 <i>Podiceps cristatus</i> , 黑水鸡 <i>Gallinula chloropus</i> , 普通鸬鹚 <i>Phalacrocorax carbo</i> , 白胸苦恶鸟 <i>Amaurornis phoenicurus</i> , 黑尾蜡嘴雀 <i>Eophona migratoria</i> , 水雉 <i>Hydrophasianus chirurgus</i>

引,重引入鸟类 Reintroduction of birds; 扩,扩大原有鸟类种类数量 Increasing the number of existing bird; 招,招引周边鸟类 Abstracting surrounding birds

(1) 浅水区

针对螺湾湿地公园水域与其他斑块连通度较低,以及鹭鸟类、鹤鹑类、雁鸭类的生活习性,沿驳岸营造光滩和浅滩。浅滩水深设计在 0.3m 以下,坡度 5° 以内,从光滩(岸边)逐渐过渡到浅水。采用片植的种植手法,种植芦苇、千屈菜、蒲苇、菖蒲等挺水植物,以及芡实和萍蓬草等浮水植物。光滩部分植物种植覆盖率宜为 10%—20%,浅水部分植物覆盖率为 40%—60%。为增强鸟类安全感,可用植物围合成若干小型内部安全水域。(图 3)

(2) 深水区

深水区主要结合柳叶湖地形地势和水域特征,为雁鸭类提供活动觅食区域。深水区水深设计 0.3m 以上,主要种植金鱼藻、狐尾藻、黑藻、苦草等沉水植物,种植覆盖率宜为 40%—60%,为雁鸭类提供块茎食物。同时也为柳叶湖的水生动物提供食物来源,增加湿地的物种丰富度(图 4)。

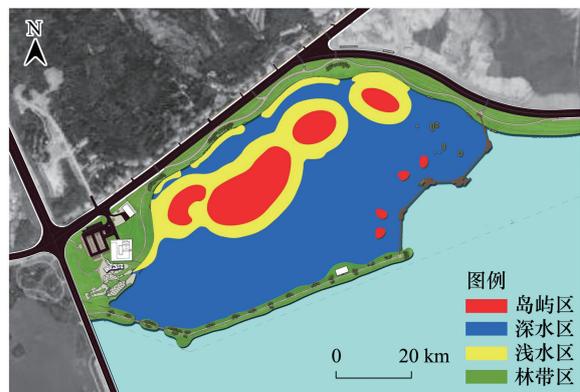


图 2 螺湾湿地公园空间布局

Fig.2 Spatial division in Luowan Wetland Park

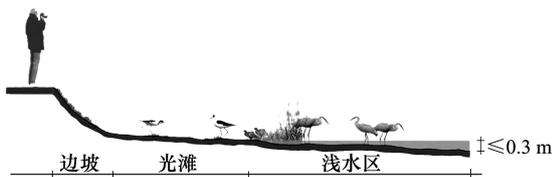


图 3 螺湾湿地公园浅水区剖面图

Fig.3 Sectional view of shallow water in Luowan Wetland Park



图 4 螺湾湿地公园深水区剖面图

Fig.4 Sectional view of deep water in Luowan Wetland Park

(3) 岛屿区

螺湾湿地公园生境单一,为提高生境异质性,在大水面中营造一个大岛和若干个小岛,为保证营巢区和觅食区的有效距离,各岛屿呈组团式分布,并在岛屿上营建乡土植物景观。考虑鸟类的安全感、生境异质性和景观效果,各岛的岸线多蜿蜒曲折,且可在避风面适当营造封闭的防护性浅水湾。

大岛主要为鹭鸟提供繁殖栖息地,布置在离人类活动 50m 外的水域中,面积 0.02—0.03km²,露出水面 1m,形状尽量接近圆形,不宜过于狭长。岛上密植乔木和竹子,选择乔木宜选择树冠开展,分枝较多的树种推荐粉单竹、牛角竹、撑篙竹、樟树、落羽杉、池杉、栾树等植物。鹭鸟对竹林有极大偏好,可适当增加竹林的种植面积,种植覆盖率可达 60%。此外,在岛上南侧(避风面)营造一个 10m×60m 的沙滩地,以提高生境多样性(图 5)。小岛主要为雁鸭类和秧鸡类提供繁殖活动地。在距离人类活动 20m 外的水域,小岛围绕大岛周边

分散布置。单个小岛设计面积 0.01-0.02km²,露出水面 0.5m,坡度 5°以内,岛屿走向与岸边景观尽量保持平行,起遮挡隐蔽作用。岸边设置一定宽度的植物缓冲带,以减缓人为干扰。岛上植被以灌草、湿生植物为主,不宜种植乔木,方便雁鸭类起飞。近水出可选种芦苇、千屈菜、蒲苇、菖蒲、水葱、萍蓬草、芡实等湿生植物,植被覆盖率宜为 30%—60%。

(4) 林带区

针对林带树种种类较少,特别是挂果类乔木,需根据招引目标鸟类喜食情况丰富植物种类。林带主要为林鸟提供繁殖、觅食和栖息场地。沿湖种植挂果类植物,林下搭配种植灌草,形成乔-灌-草的复合种植形式。挂果类植物可选用冬青、苦楝、桑树、杨梅、火棘、枇杷、女贞、枸骨、桃、李等浆果或核果类树种。根据植物挂果时间的不同,植物配置尽量做到四季有果,以便全年吸引鸟类来此活动。早春季节是湿地鸟类食物资源相对匮乏的时期,可以适当增加早春季节挂果植物种类,如苦楝、枸骨、冬青等,同时适当增加夏季结果树种,如桃、李、杏、樱桃、枇杷等。一般情况下,每 50 米种植 3 棵以上挂果类树种。

2.5 配套措施

除常规配套措施外,创新性使用了野放、模型、声诱等鸟类招引措施,具体如下:(1)声诱法是利用隐蔽放置的喇叭播放预存的各种鸟类声音,声音一般为吸引异性的鸣叫声、幼雏的喂食声、亲鸟的孵育声等声音;(2)在螺湾湿地公园视野开阔区域放置中大型具有集群习性鸟类的仿真模型,如白鹭、大白鹭、苍鹭等集群鸟类。(3)重引入动物,是指将当地和周边都已经消失物种通过人工繁育训练后,人工释放到目标区域,相关操作需严格执行《IUCN 物种重引入指南》。

2.6 招引效果

螺湾湿地公园自 2017 年 3 月完工时,鸟类多样性提升便初有成效,且在项目区域已观察到 39 种鸟类(“附表 1”中“*”表示“已恢复的鸟类物种”)。林鸟方面,公园内林鸟活动频繁,已吸引果园、柳叶湖等区域的棕背伯劳、灰椋鸟、黑卷尾、纯色山鹧鸪等来此觅食和定居,原有的八哥和丝光椋鸟等数量明显增加。水鸟方面,项目完成后已观察到包括黑水鸡、池鹭、普通翠鸟、矶鹬、白鹭、苍鹭、普通鸬鹚等来此活动,此外,原有斑嘴鸭、小鸬鹚的数量已显著增加。大岛由于植物群落还未发育成熟,未发现鹭鸟明显筑巢现象,有待进一步观察。

3 结论

螺湾湿地公园位于国际候鸟重要的迁徙路线上,多雁鸭类候鸟。本设计中专门有针对雁鸭类栖息地和招引方法的设计,且有超过 2000 多只雁鸭类候鸟来此越冬。所以,通过本设计及具体实施后,本区域作为雁鸭类冬候鸟的作用将得到加强,有望成为当地雁鸭类冬候鸟的重要越冬地。

相较于其他鸟类多样性提升设计,本研究首次探索了在掌握鸟类及其栖息地本底调查基础上,运用落差分析方法实现相对量化的设计。运用落差分析法确定可招引目标物种来实现两个精准定位:一是通过确定目标物种精准定位生境营造参数,如水深、植被覆盖率和种植密度等;二是通过确定目标物种精准定位恢复方法,如模型、声音和野放招引等。通过对项目区域鸟类栖息地的改善和营建,结合配套招引措施,在湖南常德螺湾湿地公园的实践效果证明此鸟类多样性提升方法具有一定的科学性和可操作性,为以后开展更深入和完善的鸟类多样性提升设计产生积极的推动和引导作用。

参考文献 (References):

- [1] 武正军, 李义明. 生境破碎化对动物种群存活的影响. 生态学报, 2003, 23(11): 2424-2435.

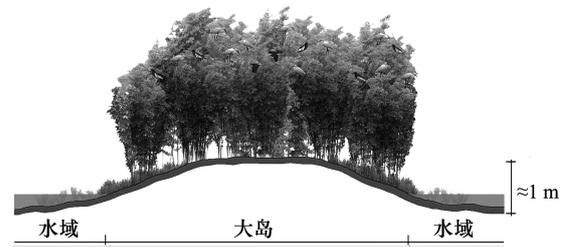


图 5 螺湾湿地公园大岛区剖面图

Fig.5 Sectional view of the large island in Luowu

- [2] 邓文洪. 栖息地破碎化与鸟类生存. 生态学报, 2009, 29(6): 3181-3187.
- [3] Béchet A, Giroux J F, Gauthier G. The effects of disturbance on behaviour, habitat use and energy of spring staging snow geese. *Journal of Applied Ecology*, 2004, 41(4): 689-700.
- [4] 田园, 胡慧建. 城市动物恢复——广州“野生动物进城”的理念与实践. *园林*, 2012, (3): 26-29.
- [5] Sandström U G, Angelstam P, Mikusiński G. Ecological diversity of birds in relation to the structure of urban green space. *Landscape and Urban Planning*, 2006, 77(1/2): 39-53.
- [6] Shanahan D F, Miller C, Possingham H P, Fuller R A. The influence of patch area and connectivity on avian communities in urban revegetation. *Biological Conservation*, 2011, 144(2): 722-729.
- [7] 王玲, 丁志锋, 胡君梅, 尹五元, 胡慧建. 广州城市绿地中鸟类对食源树种的偏好. *四川动物*, 2016, 35(6): 838-844.
- [8] Yang W H, Liu Y B, Ou C P, Gabor. Examining water quality effects of riparian wetland loss and restoration scenarios in a southern ontario watershed. *Journal of Environmental Management*, 2016, 174: 26-34.
- [9] 张征恺, 黄甘霖. 中国城市鸟类学研究进展. *生态学报*, 2018, 38(10): 3357-3367.
- [10] Faragó, Sándor, Hangya K. Effects of water level on waterbird abundance and diversity along the middle section of the Danube River. *Hydrobiologia*, 2012, 697(1): 15-21.
- [11] Ma Z J, Cai Y T, Li B, Chen J K. Managing wetland habitats for waterbirds: an international perspective. *Wetlands*, 2010, 30(1): 15-27.
- [12] 金欣, 任晓彤, 彭鹤博, 马强, 汤臣栋, 钮栋梁, 马志军. 崇明东滩鸟类栖息地优化区越冬水鸟的栖息地利用及影响因子. *动物学杂志*, 2013, 48(5): 686-692.
- [13] 赵平, 袁晓, 唐思贤, 王天厚. 崇明东滩冬季水鸟的种类和生境偏好. *动物学研究*, 2003, 24(5): 387-391.
- [14] 高伟, 陆健健. 长江口滩涂湿地鸟类适栖地营造实验及短期效应. *生态学报*, 2008, 28(5): 2080-2089.
- [15] 孙欣欣, 周凌燕, 王中生, 魏勇, 王守攻. 湿地公园建设中鸟类栖息地的营造——以江苏句容赤山湖国家湿地公园白水荡区为例. *中国城市林业*, 2014, 12(4): 58-60.
- [16] 杨云峰. 城市湿地公园中鸟类栖息地的营建. *林业科技开发*, 2013, 27(6): 89-94.
- [17] 陈炜炫. 潼湖湿地的鸟类栖息地生态营造. *艺术科技*, 2015, 28(9): 48-48.
- [18] 刘旭, 张文慧, 李咏红, 高鹏杰, 李黎, 王彤. 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. *生态学报*, 2018, 38(12): 4404-4411.
- [19] 彭波涌, 胡军华, 胡慧建. 西洞庭湖鸟类物种多样性分析. *四川动物*, 2006, 25(4): 850-854.
- [20] 约翰·马敬能, 卡伦·菲利普斯, 何芬奇, 中国鸟类野外手册-卢和芬, 译. 长沙: 湖南教育出版社, 2000.
- [21] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录(第二版). 北京: 科学出版社, 2011.

附表 1 柳叶湖当前和历史鸟类分布名录

Add1. The present and historical avian species distribution checklist in Liuye Lake

种名 Species name	居留型 Residence type	分布地 Distribution	保护等级 Protection level	种名 Species name	居留型 Residence type	分布地 Distribution	保护等级 Protection level
1. 环颈雉 <i>Phasianus colchicus</i>	R	++	LC	74. 织女银鸥 <i>L. vegae</i>	W	+++	---
2. 大天鹅 <i>Cygnus cygnus</i>	W	+++	II, LC	75. 渔鸥 <i>Ichthyaeus ichthyaeus</i>	W	+++	LC
3. 小天鹅 <i>C. columbianus</i>	W	+++	II, LC	76. 红嘴鸥 <i>Chroicocephalus ridibundus</i>	W	+++	LC
4. 鸿雁 <i>Anser cygnoides</i>	W	+++	VU	77. 红嘴巨鸥 <i>Hydroprogne caspia</i>	S	+++	---
5. 豆雁 <i>A. fabalis</i>	W	+++	LC	78. 须浮鸥 <i>Chlidonias hybrida</i>	S	++	---
6. 白额雁 <i>A. albifrons</i>	W	+++	II	79. 普通燕鸥 <i>Sterna hirundo</i>	S		LC
7. 小白额雁 <i>A. erythropus</i>	W	+++	VU	80. 蛇雕 <i>Spilornis cheela</i>	R	++	LC, II
8. 灰雁 <i>A. anser</i>	W	+++	LC	81. 普通鵟 <i>Buteo buteo</i>	W	++	LC, II
9. 斑嘴鸭 <i>Anas zonorhyncha</i>	R, W	++, +	LC	82. 红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	R	++, *	LC, II
10. 赤膀鸭 <i>A. strepera</i>	W	++	LC	83. 小鸊鷉 <i>Tachybaptus ruficollis</i>	R	++, *	LC
11. 绿翅鸭 <i>A. crecca</i>	W	++, +	LC	84. 凤头鸊鷉 <i>Podiceps cristatus</i>	W	++	LC
12. 罗纹鸭 <i>A. falcata</i>	W	++, +	---	85. 普通鸬鹚 <i>Phalacrocorax carbo</i>	S, W, P	++, *	LC
13. 绿头鸭 <i>A. platyrhynchos</i>	W	++	LC	86. 白鹭 <i>Egretta garzetta</i>	S	++, +	LC
14. 针尾鸭 <i>A. acuta</i>	W	+++	LC	87. 大白鹭 <i>E. alba</i>	W	++	LC
15. 花脸鸭 <i>A. formosa</i>	W	+++	LC	88. 中白鹭 <i>E. intermedia</i>	S	+++	LC

续表

种名 Species name	居留型 Residence type	分布地 Distribution	保护等级 Protection level	种名 Species name	居留型 Residence type	分布地 Distribution	保护等级 Protection level
16.赤颈鸭 <i>A. penelope</i>	W	+++	LC	89.苍鹭 <i>Ardea cinerea</i>	R,P	++, *	LC
17.白眉鸭 <i>A. querquedula</i>	W	+++	LC	90.草鹭 <i>A. purpurea</i>	S	+++	LC
18.琵嘴鸭 <i>A. clypeata</i>	W	+++,*	LC	91.池鹭 <i>Ardeola bacchus</i>	R,S,W	++, *	LC
19.赤麻鸭 <i>Tadorna ferruginea</i>	W	+++	LC	92.牛背鹭 <i>Bubulcus ibis</i>	R,W	++, *	LC
20.翘鼻麻鸭 <i>T. tadorna</i>	W,S	+++	LC	93.绿鹭 <i>Butorides striata</i>	R	+++	LC
21.红头潜鸭 <i>Aythya ferina</i>	W	+++	LC	94.夜鹭 <i>Nycticorax nycticorax</i>	R	+++	LC
22.青头潜鸭 <i>A. baeri</i>	W	+++	CR	95.黄斑苇鸭 <i>Ixobrychus sinensis</i>	S,P	++, *	LC
23.凤头潜鸭 <i>A. fuligula</i>	W	+++	LC	96.紫背苇鸭 <i>I. eurhythmus</i>	S	+++	LC
24.白眼潜鸭 <i>A. nyroca</i>	W	+++	NT	97.栗苇鸭 <i>I. cinnamomeus</i>	S	+++	LC
25.棉凫 <i>Nettion coromandelianus</i>	S	+++	LC	98.黑苇鸭 <i>Dupetor flavicollis</i>	S	+++	LC
26.白秋沙鸭 <i>Mergellus albellus</i>	W	+++	LC	99.大麻鸭 <i>Botaurus stellaris</i>	W	+++	LC
27.普通秋沙鸭 <i>Mergus merganser</i>	W	+++	LC	100.白琵鹭 <i>Platalea leucorodia</i>	W	+++	II,LC
28.灰头绿啄木鸟 <i>Picus canus</i>	R	++	---	101.黑鹳 <i>Ciconia nigra</i>	W	+++	I,LC
29.大斑啄木鸟 <i>Dendrocopos major</i>	R	++	LC	102.东方白鹳 <i>C. boyciana</i>	W	+++	I,EN
30.棕腹啄木鸟 <i>D. hyperythrus</i>	R	++	LC	103.白头鹮 <i>Pycnonotus sinensis</i>	R	++,+	LC
31.戴胜 <i>Upupa epops</i>	R	++, *	LC	104.黄臀鹮 <i>P. xanthorrhous</i>	R,P	++	LC
32.普通翠鸟 <i>Alcedo atthis</i>	R	++, *	LC	105.栗背短脚鹮 <i>Hemixos castanonotus</i>	R	++	LC
33.蓝翡翠 <i>Halcyon pileata</i>	S	+++	LC	106.领雀嘴鹮 <i>Spizixos semitorques</i>	R	++	LC
34.斑鱼狗 <i>Ceryle rudis</i>	R	++	LC	107.棕背伯劳 <i>Lanius schach</i>	R	++, *	LC
35.大杜鹃 <i>Cuculus canorus</i>	S	++	LC	108.红尾伯劳 <i>L. cristatus</i>	P	++	LC
36.四声杜鹃 <i>C. micropterus</i>	S	++	LC	109.乌鸫 <i>Turdus merula</i>	R	++,+	LC
37.鹰鹃 <i>Hierococcyx sparverioides</i>	S	+++	LC	110.白颊噪鹛 <i>Garrulax sannio</i>	R	++	LC
38.噪鹛 <i>Eudynamis scolopaceus</i>	S	+++	LC	111.黑枕黄鹀 <i>Oriolus chinensis</i>	S	++	LC
39.小鸦鹛 <i>Centropus bengalensis</i>	R	+++	II	112.暗灰鹀 <i>Coracina melaschistos</i>	S	++	LC
40.褐翅鸦鹛 <i>C. sinensis</i>	R	+++,*	II	113.白鹀 <i>Motacilla alba</i>	W,P	++,+	LC
41.山斑鸠 <i>Streptopelia orientalis</i>	R	++,+	LC	114.树鹀 <i>Anthus hodgsoni</i>	W,P	++	LC
42.珠颈斑鸠 <i>S. chinensis</i>	R	++,+	LC	115.黑卷尾 <i>Dicrurus macrocerus</i>	S	++, *	LC
43.白鹤 <i>Grus leucogeranus</i>	W	+++	I,CR	116.八哥 <i>Acridotheres cristatellus</i>	R	++,+	LC
44.灰鹤 <i>G. grus</i>	W	+++	II,LC	117.灰椋鸟 <i>Spodiopsar cineraceus</i>	W	++, *	LC
45.白胸苦恶鸟 <i>Amaurornis phoenicurus</i>	S	+++	LC	118.丝光椋鸟 <i>Sturnus sericeus</i>	R	++,+	LC
46.董鸡 <i>Gallixes cinerea</i>	S	+++	LC	119.褐柳莺 <i>Phylloscopus fuscatus</i>	P	++	LC
47.黑水鸡 <i>Gallinula chloropus</i>	R	++, *	LC	120.黄腰柳莺 <i>P. proregulus</i>	S	++	LC
48.骨顶鸡 <i>Fulica atra</i>	S	++, *	LC	121.白腰文鸟 <i>Lonchura striata</i>	R	++, *	LC
49.小田鸡 <i>Porzana pusilla</i>	P	++	LC	122.麻雀 <i>Passer montanus</i>	W	++,+	LC
50.大沙锥 <i>Gallinago megala</i>	S	+++	LC	123.大山雀 <i>Parus major</i>	R	++,+	LC
51.针尾沙锥 <i>G. stenura</i>	S	+++	LC	124.黄腹山雀 <i>P. venustulus</i>	R	++	LC
52.扇尾沙锥 <i>G. gallinago</i>	W	+++	LC	125.纯色山鹧鸪 <i>Prinia inornata</i>	R	++, *	LC
53.黑尾膝鹬 <i>Limosa limosa</i>	W	+++	NT	126.北红尾鹀 <i>Phoenicurus aureoreus</i>	R	++	LC
54.鹤鹑 <i>Tringa erythropus</i>	S	+++	LC	127.红喉姬鹀 <i>Ficedula parva</i>	P	++	LC
55.青脚鹑 <i>T. nebularia</i>	W	+++	LC	128.红胁蓝尾鹀 <i>Tarsiger cyanurus</i>	P	++	LC
56.红脚鹑 <i>T. totanus</i>	W	+++	LC	129.乌鹀 <i>Muscicapa sibirica</i>	P	++	LC
57.泽鹑 <i>T. stagnatilis</i>	W	+++	LC	130.黄喉鹀 <i>Emberiza elegans</i>	W,P	++	LC
58.白腰草鹑 <i>T. ochropus</i>	W	++	LC	131.灰头鹀 <i>E. spodocephala</i>	W,P	++, *	LC
59.林鹑 <i>T. glareola</i>	S	+++	LC	132.小鹀 <i>E. pusilla</i>	W	++	LC
60.黑腹滨鹑 <i>Calidris alpina</i>	W	+++	LC	133.暗绿绣眼鸟 <i>Zosterops japonicus</i>	R,S,P	++, *	LC

续表

种名 Species name	居留型 Residence type	分布地 Distribution	保护等级 Protection level	种名 Species name	居留型 Residence type	分布地 Distribution	保护等级 Protection level
61.长趾滨鹬 <i>C.subminuta</i>	W	+++	LC	134.红嘴蓝鹬 <i>Urocissa erythroryncha</i>	R	++	LC
62.矶鹬 <i>Actitis hypoleucos</i>	W	++, *	LC	135.灰喜鹊 <i>Cyanopica cyana</i>	R	++, +	LC
63.反嘴鹬 <i>Recurvirostra avosetta</i>	W	+++	LC	136.松鸦 <i>Garrulus glandarius</i>	R	++	LC
64.红颈瓣蹼鹬 <i>Phalaropus lobatus</i>	P	+++	LC	137.喜鹊 <i>Pica pica</i>	R	++, +	LC
65.水雉 <i>Hydrophasianus chirurgus</i>	S	++	LC	138.家燕 <i>Hirundo rustica</i>	S	++, *	LC
66.黑翅长脚鹬 <i>Himantopus himantopus</i>	W	+++	LC	139.棕头鸦雀 <i>Paradoxornis webbianus</i>	R	++, +	LC
67.金眶鸻 <i>Charadrius dubius</i>	S	+++	LC	140.黑尾蜡嘴雀 <i>Eophona migratoria</i>	P	++	LC
68.环颈鸻 <i>C.alexandrinus</i>	R	+++	LC	141.金翅雀 <i>Carduelis sinica</i>	R	++	LC
69.金斑鸻 <i>Pluvialis fulva</i>	W	+++	LC	142.燕雀 <i>Fringilla montifringilla</i>	P	++	LC
70.灰斑鸻 <i>P. squatarola</i>	W	+++	LC	143.画眉 <i>Garrulax canorus</i>	R	++	LC
71.凤头麦鸡 <i>Vanellus vanellus</i>	W	+++ , *	LC	144.黑脸噪鹛 <i>G. perspicillatus</i>	R	++	LC
72.灰头麦鸡 <i>V. cinereus</i>	S	+++	LC	145.红头长尾山雀 <i>Aegithalos concinnus</i>	R	++	LC
73.海鸥 <i>Larus canus</i>	W	+++	LC	146.银喉长尾山雀 <i>A. glaucogularis</i>	R	++	LC

R, 留鸟; S, 夏候鸟; W, 冬候鸟; P, 旅鸟; I, II, 国家 I, II 级重点保护动物; LC, 无危; NT, 近危; VU, 易危; EN, 濒危; CR, 极危物种; ---, 未定, Uncertain; +++, 历史; ++, 湖区; +, 湿地公园; *, 已恢复物种