规划设计

鸟类适生视角下海口市小微湿地植物景观设计*

刘丽梅[1,2] 吴玉萍[1,2] 吴庆书[1]

1 海南大学热带农林学院 海口 570228

2 海口经济学院 海口 571132

摘要：为提升海口小微湿地的生态功能，从植物景观层面为鸟类提供更多适宜的栖息生境，文章基于海口市 20 个小微湿地植物与鸟类群落调查，利用层次分析法评价小微湿地的植物多样性、物种相关度、景观特征、植物配置与鸟类多样性的关系。结果表明：调研时段，共记录鸟类 112 种，其中雀形目、鹈形目和雁形目种数占 50%以上，以鹭科鸟种为主，密林、灌丛、草甸生境均为其主要适生生境；记录到植物 41 科 55 属 191 种，以双子叶植物为主；基于物种重要值和群落多样性指数筛选出适合海口市小微湿地鸟类生境和景观营造的乔木、灌木、草本植物各 30 种。在此基础上，基于鸟类适生视角，构建了适于鸟类栖息的密林生境、疏林生境、灌丛生境、草甸生境、水域生境的 14 种植物群落构建模式。

关键词：植物景观；小微湿地；生物多样性；鸟类适生；海口市

DOI：10.12169/zgcsly.2024.02.22.0003

Plant Landscape Design of Small Wetlands in Haikou City from the Perspective of Bird Habitat

Liu Limei[1,2] Wu Yuping[1,2] Wu Qingshu[1]

(1. College of Tropical Agriculture and Forestry, Hainan University, Haikou 570228, China;
2. Haikou University of Economics, Haikou 571132, China)

Abstract: To enhance the ecological function of small wetlands in Haikou and provide more suitable habitats for birds from the perspective of plant landscape, this study conducts a survey of plant and bird communities at 20 small wetlands in Haikou and used the analytic hierarchy process (AHP) to evaluate the relationships between plant diversity, species correlation, landscape characteristics, plant configuration, and bird diversity. The results show that a total of 112 bird species are recorded in the survey, in which more than 50% belong to the orders of Passeriformes, Pelecaniformes, and Anseriformes and Egrets is the main species. The dominant habitats for these birds are dense forests, shrublands, and grasslands. A total of 191 plant species in 55 genera of 41 families are recorded, and dicotyledonous plants are the dominant species. Based on the importance values of species and the diversity index of communities, 30 species of woody, shrubby, and herbaceous plants that are suitable for bird habitats and landscaping are selected and identified. On this basis, the establishment models of 14 plant community that are suitable for bird habitats are proposed from the bird habitat perspective, including dense forest habitats, sparse forest habitats, shrubland habitats, grassland habitats, and water habitats.

Keywords: plants landscape; small wetland; biodiversity; suitability for bird; Haikou City

收稿日期：2024-02-22

* 基金项目：海口经济学院科学研究重点项目 (22-01HJKYZD)；海南省高等学校教育教学改革研究重点项目 (Hnjg2024ZD-55)

第一作者：刘丽梅 (1976-)，女，硕士，高级工程师，研究方向为生态景观设计。E-mail：517264476@qq.com

通信作者：吴庆书 (1962-)，男，硕士，教授，硕士生导师，研究方向为生态景观设计。E-mail：822157136@qq.com

目前，许多保护条例将面积小于 8 hm^2 的湿地界定为小微湿地[1-4]，小微湿地具有生物庇护、水质净化、雨洪调蓄、人居环境提升等生态功能[5]，在城市生态建设中具有重要意义。随着我国《加强小微湿地保护与管理》条例的施行，小微湿地逐渐受到诸多学者的关注。

国内关于小微湿地的研究起步较晚，目前主要集中在理论、模式和路径结合方式等方面[6-7]。对于城市小微湿地植物景观的专项研究也备受关注，但重点集中在植物生境适应、植物种间关系格局分析以及园林水体与植物等方面[8-14]，较少关注植物角度下的湿地生境设计。

小微湿地是城市鸟类的重要栖息地、迁徙途中临时停歇的“踏脚石”，对缓解区域生境破碎化、促进生物种群之间交流，防止种群隔离具有一定的作用[15]；此外，小微湿地的食物资源供给功能有益于提高区域生物多样性。因此，研究小微湿地植物景观设计在城市生物多样性保护与城市美学价值等方面具有一定理论意义与应用价值。

本文选择海口市典型小微湿地为研究对象，在对植物群落与鸟类调查的基础上，从鸟类适生视角，分析海口市鸟类适宜生境及其选择特征，以期为探讨小微湿地植物景观设计与鸟类适生生境的关系提供参考。

1　研究区域概况

海口市（19° 32′—20° 05′ N，110° 10′—110°41′E）位于海南岛的北端，毗邻文昌、定安、澄迈，是海南省重要的中心城市，属典型的热带海洋性气候，春季少雨多旱、夏季持续高温多雨、秋季有台风暴雨，年平均湿度 85.2%。据统计，海口湿地动植物资源丰富，湿地总面积累计 29092.97 hm^2，主要包括人工湿地、滨海湿地、湖泊湿地、河流湿地等 4 个湿地类、11 个湿地型。

2　研究方法

2.1　调查样地的选择

在海口辖区范围内根据湿地位置、面积、周边环境、游客量等特点，结合实地验证、排查，选取 20 个典型小微湿地为研究对象。

2.2　调查方法

采用样方和样线相结合的方法进行鸟类和植物群落调查。选取密林、疏林、灌丛、草甸、水域 5 种生境[16]，共计 106 个样方。在样方区域，布设长约 1 km 的样线，以样线为基准向两侧各延伸约 10 m，共计 7 条样线，使用标志牌对样方和样线的位置进行标记。

2.2.1　植物群落调查

2023 年 2、8、12 月，每月调查 1 次，3 人一组。调研所有样方的植物种类和群落结构，记录乔木名称、数量、胸径、杆高、冠幅、观赏特性，记录灌木名称、冠幅、株高、观赏特性，记录草本植物名称、盖度、株高、观赏特性；重点记录鸟类取食、栖息和筑巢等行为发生的植物载体[17]。

2.2.2　鸟类调查

2023 年 1、3、8、9、11 月，每月选择天气晴好的 5 天，在 7：00—10：00 和 16：00—18：00 进行调查。2~3 人一组，使用双筒、单筒望远镜、手机、照相机、录音笔等工具，沿样线对所有样方观测 1 次，统计鸟种和数量，同时记录栖息生境、鸟类行为等相关信息。

2.3　数据分析

2.3.1　多样性分析

根据调查数据计算植物种类对鸟类的物种重要值[18]、生物多样性，生物多样性用 Shannon-Wiener 多样性指数、Simpson 优势度指数、Margalef 丰富度指数、Pielou 均匀度指数进行量化。

乔木层物种重要值=（相对密度+相对频度+相对显著度）/3　　（1）

灌木层和草本层重要值=（相对高度+相对盖度）/2　　（2）

Shannon-Wiener 多样性指数 $H=-\sum_{i=1}^{S} Pi\ln Pi$　　（3）

Simpson 优势度指数 $D=1-\sum_{i=1}^{n} Pi^2 (n=1, 2, 3, \cdots, n)$　　（4）

Margalef 丰富度指数 $R=(S-1)/\ln N$　　（5）

Pielou 均匀度指数 $J=H/\ln S$　　（6）

式（3）~（6）中：S 为样方物种数；N 为

样方所有物种个体数总和；*Pi* 为某物种 i 的个体数占群落物种总数的比例。

2.3.2 *层次分析法*

根据鸟类对植物生境的选择偏好并借助层次分析法（AHP），将小微湿地植物对鸟类的适生性评价作为目标层（A）；将植物生境的生态稳定性、栖息地质量、食物供应作为准则层（B）；将准则层进一步分类细化作为评价的因子层（C）。通过 A-B、B-C 两两对比建立判断矩阵，确定各层因子的权重，并进行一致性检验，一致性比率 CR=CI/RI<0.10，则通过检验，否则需调整，直到通过为止。最终得出各层因子的权重值（表 1）[19]。

表 1 海口小微湿地鸟类适生性评价指标权重

目标层(A)	准则层(B)	权重值	指标层(C)	权重值	总权重值
海口小微湿地植物对鸟类的适生性评价	生态稳定性(B1)	0.307 0	物种多样性(C1)	0.500 2	0.153 6
			物种重要值(C2)	0.305 6	0.093 9
			群落结构丰富度(C3)	0.194 2	0.059 6
	栖息地质量(B2)	0.203 4	植被覆盖度(C4)	0.289 7	0.058 9
			筑巢适合性(C5)	0.463 5	0.094 3
			隐蔽性(C6)	0.246 8	0.052 0
	食物供应(B3)	0.489 6	食物种类多样性(C7)	0.236 8	0.115 9
			食物供应稳定性(C8)	0.510 2	0.249 8
			食物获取难易度(C9)	0.253 0	0.123 9

2.4 李克特量表问卷法

采用李克特量表问卷法评估鸟类生境要素选择的适宜性，其指标层的评价因子划分为定量和定性两类，其中定量因子以实地调查数据进行计算，并经归一化处理后进行统一评价；定性因子通过调查问卷打分评价。因子评价为五个等级（1~5 分），分别为非常适生（5 分）、适生（4 分）、微适生（3 分）、不适生（2 分）、非常不适生（1 分）。C5、C6、C7、C8、C9 为定性指标（表 2），且通过专家打分确定，平均值为该次调研的最终结果。

表 2 海口小微湿地不同栖息生境下鸟类适生性评价指标

指标层	评分等级				
	非常适生(5 分)	适生(4 分)	微适生(3 分)	不适生(2 分)	非常不适生(1 分)
C5 筑巢适合性	极适合筑巢:有良好的遮蔽和巢址,安全性稳定性强	适合筑巢:巢址选择较丰富,安全性稳定性较强	一般适合筑巢:筑巢条件一般,存在不确定性	不适合筑巢:巢址选择受限,有天敌	极不适合筑巢:几乎无法筑巢
C6 隐蔽性	极佳隐蔽性:能够轻松找到安全的藏身之地,几乎不受外界干扰	良好隐蔽性:能够找到足够的遮蔽物,保护自己免受外界干扰	一般隐蔽性:能够提供一定的遮蔽条件	差隐蔽性:仅提供有限的遮蔽物	极差隐蔽性:几乎无遮蔽物
C7 食物种类多样性	极高多样性:食物种类极其丰富	高多样性:食物种类丰富	一般多样性:食物种类一般丰富	低多样性:食物种类有限	极低多样性:食物种类单一
C8 食物供应稳定性	极稳定:食物多样且持久不衰	稳定:食物稳定且丰富	一般稳定:会随季节或天气出现波动	不稳定:会随季节或天气出现明显波动	极不稳定:食物资源波动极大
C9 食物获取难易度	极易获取:食物充足丰富,极易发现	易获取:食物丰富且易发现	一般难获取:食物数量适中	难获取:食物获取相对困难,数量有限	极难获取:食物分布不均且短缺

3 结果与分析

3.1 植物群落组成与多样性

调查结果（表 3）显示，研究区域共调查记录到植物 41 科 55 属 191 种，包含亚种、变种和栽培种，其中种子植物在科、属、种的数量占绝对优势，并且被子植物、双子叶植物占比较大。5 种生境的植物多样性如图 1 所示：密林的丰富度指数和多样性指数最高，疏林的最低；灌丛的优势度指数最高，草甸的最低；草甸均匀度指数最高，水域的最低。

表 3　20 个样地中植物科、属、种的组成

分类群			科		属		种	
			数量	占比/%	数量	占比/%	数量	占比/%
蕨类植物			5	13.90	6	10.91	13	6.81
种子植物			36	86.10	49	89.09	178	93.19
	裸子植物		3	7.32	5	9.09	8	4.19
	被子植物		33	80.49	44	80.00	170	89.01
		双子叶植物	19	46.34	25	45.45	103	53.92
		单子叶植物	14	34.15	19	34.55	67	35.80
合计			41	100	55	100	191	100

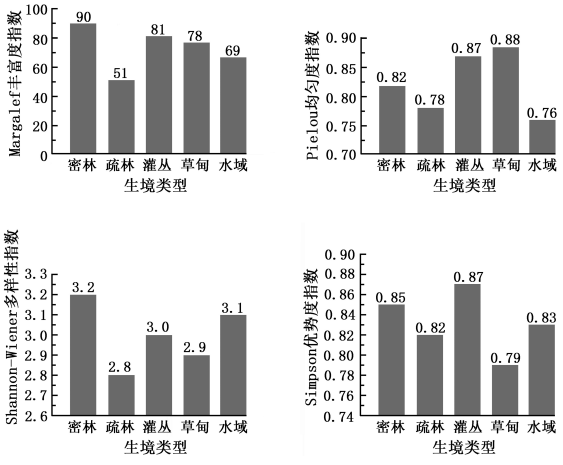


图 1　5 种生境的植物多样性

3.2　植物物种重要值与排序

通过计算得出植物种类对鸟种的重要值，梳理出重要值排序前 30 的乔木、灌木、水生植物如表 4~6 所示。

3.3　鸟类群落组成与多样性

研究时段，共记录到 112 种鸟类，隶属 12 目 22 科，其中雀形目、鹈形目和雁形目种数占总种数的一半以上，以鹭科鸟种为主，隶属于 6 个生态类群，分别为游禽、涉禽、陆禽、攀禽、鸣禽和猛禽。表 7 中统计了不同鸟类有不同的生境偏好，其中，猛禽仅记录到领角鸮（*Otus lettia*）一只，不再进行分析统计。

表 4　乔木的物种重要值及排序　　%

种名	重要值	种名	重要值
莲雾（*Syzygium samarangense*）	10.32	木棉（*Bombax ceiba*）	2.34
银海枣（*Phoenix sylvestris*）	10.10	凤凰木（*Delonix regia* ）	2.28
阳桃（*Averrhoa carambola*）	9.32	柳叶榕（*Ficus celebensis*）	2.01
盾柱木（*Peltophorum Pterocarpum*）	7.62	小叶榕（*Ficus concinna*）	1.67
红花羊蹄甲（*Bauhinia×blakeana*）	6.85	高山榕（*Ficus altissima*）	1.54
玉蕊（*Barringtonia racemosa*）	6.78	火焰木（*Spathodea campanulata*）	0.85
海南蒲桃（*Syzygium hainanense*）	6.22	红千层（*Callistemon rigidus*）	0.57
狐尾椰子（*Wodyetia bifurcata*）	5.61	榄仁（*Terminalia catappa* ）	0.51
糖棕（*Borassus flabellifer*）	4.54	大叶相思（*Acacia auriculiformis*）	0.45
面包树（*Artocarpus altilis*）	4.37	木榄（*Bruguiera gymnorhiza* ）	0.32
大花紫薇（*Lagerstroemia speciosa*）	3.52	海桑（*Sonneratia caseolaris*）	0.28
假苹婆（*Sterculia lanceolata*）	3.14	银叶树（*Heritiera littoralis*）	0.17
黄槐决明（*Senna surattensis*）	3.11	秋茄树（*Kandelia obovata*）	0.11
吉贝（*Ceiba pentandra*）	2.91	角果木（*Ceriops tagal*）	0.09
美丽异木棉（*Ceiba speciosa*）	2.37	海南菜豆树（*Radermachera hainanensis*）	0.02

表 5　灌木的物种重要值及排序　　%

种名	重要值	种名	重要值
三角梅（*Bougainvillea spectabilis*）	12.95	洋金凤（*Caesalpinia pulcherrima*）	1.32
朱缨花（*Calliandra haematocephala*）	10.43	软枝黄蝉（*Allamanda cathartica*）	1.17
鸡蛋花（*Plumeria rubra*）	8.64	散尾葵（*Dypsis lutescens*）	1.05
小叶紫薇（*Lagerstroemia parviflora* ）	8.51	鱼尾葵（*Caryota maxima*）	0.95
红鳞蒲桃（*Syzygium hancei* ）	8.51	灰莉（*Fagraea ceilanica*）	0.84
紫锦木（*Euphorbia cotinifolia*）	7.64	日日樱（*Jatropha integerrima*）	0.63
翅荚决明（*Senna alata*）	6.85	棕竹（*Rhapis excelsa*）	0.47
夹竹桃（*Nerium oleander*）	4.53	红穗铁苋菜（*Acalypha hispida*）	0.42
红纸扇（*Mussaenda erythrophylla*）	4.33	悬铃花（*Malvaviscus arboreus* ）	0.29
龙血树（*Dracaena draco*）	4.01	变叶木（*Codiaeum variegatum*）	0.26
龟背竹（*Monstera deliciosa*）	3.81	狗牙花（*Tabernaemontana divaricata*）	0.18
草海桐（*Scaevola taccada*）	3.54	直立山牵牛（*Thunbergia erecta* ）	0.11
桃金娘（*Rhodomyrtus tomentosa*）	3.01	红背桂（*Excoecaria cochinchinensis*）	0.09
米仔兰（*Aglaia odorata*）	2.91	扶桑（*Hibiscus rosa-sinensis*）	0.02
九里香（*Murraya exotica*）	2.52	长隔木（*Hamelia patens*）	0.01

表 6 水生植物的物种重要值及排序 %

种名	重要值	种名	重要值
千屈菜（*Lythrum salicaria*）	9.98	巴西鸢尾（*Neomarica gracilis*）	1.84
水生美人蕉（*Canna glauca*）	9.75	蓝花草（*Ruellia simplex*）	1.62
海芋（*Alocasia odora*）	8.83	眼子菜（*Potamogeton distinctus*）	1.55
菖蒲（*Acorus calamus*）	7.94	蕹菜（*Ipomoea aquatica*）	1.51
邢氏水蕨（*Ceratopteris shingii*）	7.17	灯芯草（*Juncus effusus*）	1.42
纸莎草（*Cyperus papyrus*）	6.65	水竹叶（*Murdannia triquetra*）	1.33
水竹芋（*Thalia dealbata*）	6.18	桐花树（*Aegiceras corniculatum*）	1.17
花叶芦竹（*Arundo donax* ‘Versicolor’）	5.41	芦苇（*Phragmites australis*）	1.15
水菜花（Ottelia cordata）	5.20	慈姑（*Sagittaria trifolia* subsp. *leucopetala*）	0.98
睡莲（*Nymphaea tetragona*）	4.35	浮萍（*Lemna minor*）	0.91
荷花（*Nelumbo nucifera*）	4.17	野天胡荽（*Hydrocotyle vulgaris*）	0.54
泽泻（*Alisma plantago-aquatica*）	3.08	狐尾藻（*Myriophyllum verticillatum*）	0.37
黄菖蒲（*Iris pseudacorus*）	2.49	金鱼藻（*Ceratophyllum demersum*）	0.24
梭鱼草（*Pontederia cordata*）	2.01	黑藻（*Hydrilla verticillata*）	0.15
鸢尾（*Iris tectorum*）	1.98	荇菜（*Nymphoides peltata*）	0.02

表 7 出现频次较高的鸟类生境及觅食环境

类型	代表鸟种	生境	觅食环境
游禽	绿翅鸭（*Anas crecca*）、小鹍鹈（*Tachybaptus ruficollis*）、白眉鸭（*Spatula querquedula*）、斑嘴鸭（*Anas zonorhyncha*）、栗树鸭（*Dendrocygna javanica*）、针尾鸭（*Anas acuta*）、花脸鸭（*Sibirionetta formosa*）	灌丛、草甸、水域	水边灌林丛、水生植物群落、开阔水面、滩涂、沼泽
陆禽	山斑鸠（*Streptopelia orientalis*）、珠颈斑鸠（*Streptopelia chinensis*）、绿翅金鸠（*Chalcophaps indica*）、戴胜（*Upupa epops*）	密林、疏林、草甸	丛林、草地、花卉地、水系驳岸的疏林及开阔空间
鸣禽	棕背伯劳（*Lanius schach*）、灰背椋鸟（*Sturnia sinensis*）、丝光椋鸟（*Sturnus sericeus*）、八哥（*Acridotheres cristatellus*）、喜鹊（*Pica pica*）、红耳鹎（*Pycnonotus jocosus*）、白头鹎（*Pycnonotus sinensis*）、黑卷尾（*Dicrurus macrocercus*）、橙头地鸫（*Geokichla citrina*）	密林、疏林、灌丛	高大乔木群落、丛林、灌林丛
攀禽	普通翠鸟（*Alcedo atthis*）、斑鱼狗（*Ceryle rudis*）、白胸翡翠（*Halcyon smyrnensis*）	密林、疏林	高大乔木群落、丛林
涉禽	灰胸秧鸡（*Lewinia striata*）、红胸田鸡（*Zapornia fusca*）、池鹭（*Ardeola bacchus*）、大白鹭（*Ardea alba*）、中白鹭（*Ardea intermedia*）、绿鹭（*Butorides striata*）、黄苇鹀（*Ixobrychus sinensis*）、苍鹭（*Ardea cinerea*）、白骨顶（*Fulica atra*）、黑水鸡（*Gallinula chloropus*）	密林、灌丛、草甸、水域	浅水区域、岸边区域、岛屿周边、岛屿红树林、水边灌林丛、滩涂、沼泽、水生植物群落

3.4 鸟类适生性评价

AHP 分析显示（表 8），不同生境在鸟类适生性方面存在明显的差异和特点，密林、灌丛、草甸生境评价等级都为适生，这也与鸟类调查结果中游禽和涉禽多样性较高相符。

表 8 5 种生境的鸟类适生性评价结果

评价指标	评价因子	密林生境	疏林生境	灌丛生境	草甸生境	水域生境
B1	C1	4.626	3.611	4.730	4.677	3.533
	C2	4.021	2.025	4.060	4.223	4.532
	C3	4.053	3.035	4.861	4.305	3.622
B2	C4	4.221	2.213	4.101	4.221	3.023
	C5	4.526	3.221	4.523	4.652	3.562
	C6	4.012	3.017	3.664	4.201	4.896
B3	C7	4.331	2.781	4.923	4.313	2.626
	C8	4.233	3.081	4.920	4.523	2.926
	C9	4.139	2.115	4.904	4.412	4.421
A	综合得分	4.215	2.718	4.521	4.360	3.682
	适生等级	适生	不适生	适生	适生	微适生

鸟类生境适生性受多方面的影响，包括食物、筑巢、隐蔽行为等多个维度。其中，食物是鸟类生存的基础，鸟类通常会选择那些能够提供种子、果实、叶芽、动物等充足食物资源的区域，因此其丰富度和可获得性对鸟类的生境选择具有重要影响。良好的筑巢环境也是构建鸟类生境的重要因素，游禽和涉禽通常会选择在水域附近筑巢，攀禽和鸣禽喜欢在茂密的乔木上筑巢，一些小型鸟类，常常在灌丛中筑巢。此外，鸟类在选择生境时，会考虑隐蔽性和安全性，以保护自己免受天敌的威胁，如会选择那些有茂密植被覆盖、地形复杂且能提供良好掩护的空间区域。本研究结合植物重要值计算结果，分类别筛选出鸟类喜爱的植物品种（表 9）。

表 9　鸟类喜爱的植物品种

分类	植物品种
为鸟类提供食物的树种	莲雾、阳桃、玉蕊、海南蒲桃、糖棕、大花紫薇、黄槐决明、小叶榕、高山榕、火焰木、面包树、米仔兰、九里香、假眼子菜、蕹菜、灯芯草、水竹叶、水葱、芦苇、慈姑、浮萍
鸟类喜欢筑巢的植物	凤凰木、柳叶榕、小叶榕、高山榕、雨树（*Samanea saman*）、爪哇木棉、梭鱼草、鱼尾葵、草海桐、菖蒲、芦苇、睡莲
适合鸟类栖息的水生植物	红树林植物、千屈菜、海芋、邢氏水蕨、纸莎草、水竹芋、睡莲、荷花、泽泻、梭鱼草、鸢尾、眼子菜、蕹菜、灯芯草、水竹叶、芦苇

4　基于鸟类适生视角的植物景观设计模式

根据鸟类的生活习性和海口的气候特点，从植物多样性、生态位互补、季节性互补等方面考虑构建多样化的植物群落，为不同的鸟类提供一个丰富、安全、宜居的适生环境（表 10）。

表 10　不同植物群落的鸟类偏好

生境类型	群落类型	行为活动	代表鸟种
密林	热带雨林群落	觅食、筑巢、飞翔、停留、鸣叫	山斑鸠、珠颈斑鸠、绿翅金鸠、棕背伯劳、发冠卷尾（*Dicrurus hottentottus*）
	常绿阔叶林群落	觅食、筑巢、飞翔、停留、鸣叫	褐翅鸦鹃（*Centropus sinensis*）、暗绿绣眼鸟（*Zosteropsjaponicus*）、白眉鹎（*Turdus obscurus*）、黑领椋鸟（*Gracupica nigricollis*）、大山雀（*Parus cinereus*）、喜鹊、红尾伯劳（*Lanius cristatus*）
	混交林群落	觅食、筑巢、飞翔、停留、鸣叫	鹊鸲（*Copsychus saularis*）、黑枕黄鹂（*Oriolus chinensis*）、黑喉噪鹛（*Garrulax chinensis*）、喜鹊、噪鹛（*Eudynamys scolopaceus*）、八声杜鹃（*Cacomantis merulinus*）
	红树林群落	觅食、飞翔、停留、行走	大白鹭、中白鹭、小鹃鹛、黑水鸡、绿鹭、黄苇鸭、苍鹭、栗苇鸭（*Ixobrychus cinnamomeus*）
疏林	热带稀树草原群落	飞翔、停留、觅食、筑巢	普通翠鸟、斑鱼狗、蓝翡翠（*Halcyon pileata*）
	林缘和林间空地群落	追逐、鸣叫、觅食、行走	戴胜、八哥、喜鹊、画眉
灌丛	常绿阔叶灌丛群落	觅食、鸣叫、行走、休息	灰背椋鸟、丝光椋鸟、黄眉姬鹟、黑枕王鹟（*Hypothymis azurea*）、黄眉柳莺（*Phylloscopus inornatus*）、白喉红臀鹎（*Pycnonotus aurigaster*）
	灌草混交群落	觅食、筑巢、鸣叫、站立	红耳鹎、小灰山椒鸟（*Pericrocotus cantonensis*）、北红尾鸲、鹊鸲、黑喉噪鹛、噪鹛、八哥
草甸	典型草甸	觅食、停留、追逐、站立、鸣叫	叉尾太阳鸟（*Aethopyga latouchii*）、灰纹鹟（*Muscicapa griseisticta*）、东方大苇莺（*Acrocephalus orientalis*）、棕扇尾莺（*Cisticola juncidis*）、普通翠鸟、红原鸡（*Gallus gallus*）
	草原化草甸	觅食、停留、追逐、站立、鸣叫	乌鶇（*Turdus mandarinus*）、八哥、白腰文鸟（*Lonchura striata*）、小云雀（*Alauda gulgula*）、山斑鸠、珠颈斑鸠、田鹨（*Anthus richardi*）
	沼泽化草甸	站立、行走、追逐、觅食、鸣叫	池鹭、大白鹭、中白鹭、黑腹滨鹬（*Calidris alpina*）、泽鹬（*Tringa stagnatilis*）、白腰杓鹬（*Numenius arquata*）、红脚鹬（*Tringa totanus*）、褐柳莺（*Phylloscopus fuscatus*）
水域	湿地水生植物群落	游泳、潜水、筑巢、觅食	绿翅鸭、小鹃鹛、白眉鸭、斑嘴鸭、栗树鸭、花脸鸭
	浅水湖泊植物群落	潜水、游泳、觅食、筑巢、	黑水鸡、金眶鸻（*Charadrius dubius*）、灰鸻（*Pluvialis squatarola*）、白腰杓鹬
	滩涂沼泽植物群落	觅食、筑巢、站立	白骨顶、白鹡鸰（*Motacilla alba*）、灰鹡鸰（*Motacilla cinerea*）

4.1　密林生境植物群落配置模式

密林生境植物群落的高大树冠和茂密植被为鸟类提供了丰富的食物资源和安全的栖息环境，各类鸟种都能在其中找到适合自己的生存空间。如热带雨林群落可采用高山榕+小叶榕+海南五针松+海芋+鸟巢蕨+霹雳的配置模式，常绿阔叶林群落可采用雨树+面包树+火焰木+桃金娘+朱樱花+草海桐的配置模式，混交林群落可采用榄仁+柳叶榕+大叶榕+凤凰木+爪哇木棉+鸡蛋花的配置模式，红树林群落可采用木榄+海桑+榄仁+黄槐决明+邢氏水蕨+银叶树+秋茄树+角果木的配置模式。

4.2　疏林生境植物群落配置模式

疏林生境植物群落由稀疏的乔木和茂密的灌木、草本植物组成，其结构既满足鸟类对食物和隐蔽性的需求，又提供了较开阔的活动空间。如热带稀树草原群落可采用糖棕+狐尾椰子+吉贝+大花紫薇+米仔兰+九里香的配置模式，林缘和林间空地群落可采用美丽异木棉+黄槐决明+莲雾+鸢尾+蓝花草+鱼尾葵的配置模式。

4.3 灌丛生境植物群落配置模式

灌丛生境植物群落是许多鸟类活动的理想栖息地，以灌木和草本植物为主，密集的灌丛为鸟类提供了遮蔽和繁殖场所。如常绿阔叶灌丛群落可采用灰莉+日日樱+棕竹+小叶紫薇+洋金凤+狗牙花的配置模式，灌草混交群落可采用水生美人蕉+海芋+菖蒲+芦苇+散尾葵+鱼尾葵+夹竹桃的配置模式。

4.4 草甸生境植物群落配置模式

草甸生境植物群落中茂密的草本植物为鸟类提供了丰富的食物资源，草甸的多样性和稳定性为鸟类提供了理想的活动和休息环境。如典型草甸可采用三角梅+红背桂+扶桑+长隔木+龟背竹+直立山牵牛的配置模式，草原化草甸可采用草海桐+红穗铁苋菜+鸢尾+蓝花草+花叶芦竹的配置模式，沼泽化草甸可采用桐花树+芦苇+慈姑+浮萍+泽泻+黄菖蒲+千屈菜的配置模式。

4.5 水域生境植物群落配置模式

水域生境植物群落通常由水生植物构成，既为各类水鸟提供了丰富的食物，也为其提供了休息、隐蔽和繁殖场所。如湿地水生植物群落可采用海桑+邢氏水蕨+芦苇+菖蒲+水葱+泽泻+狐尾藻的配置模式，浅水湖泊植物群落可采用荷花+睡莲+花叶芦竹+千屈菜+水生美人蕉+野天胡荽的配置模式，滩涂沼泽植物群落可采用菖蒲+纸莎草+水竹芋+鸢尾+巴西鸢尾+蓝花草+梭鱼草的配置模式。

5 结语

本文从鸟类适生的视角出发，充分考虑鸟类的生活习性和生态需求，结合湿地植物条件、栖息生境 2 个角度的适生性评价与分析，探讨了海口市小微湿地植物景观设计模式策略，筛选出 90 种适合海口市小微湿地的植物品种，梳理出 14 种植物群落构建模式。用植物设计的手段构建鸟类栖息地可有效促进小微湿地生境多样性，有利于营造多样化、层次丰富的鸟类栖息生境，同时也能提升小微湿地的生态、美学价值。未来研究应加强小微湿地的生态监测和管理，确保植物景观的可持续性和生态效益的发挥。

参考文献

[1]崔丽娟,雷茵茹,张曼胤,等.小微湿地研究综述:定义、类型及生态系统服务[J].生态学报,2021,41(5):2077-2085.

[2]赵晖,陈佳秋,陈鑫,等.小微湿地的保护与管理[J].湿地科学与管理,2018,14(4):22-26.

[3]高利雪.城市酒店小微湿地景观设计研究:以北京稻香湖景酒店为例[D].北京:中国林业科学研究院,2017.

[4]袁艺,周立志.城市化背景下小微湿地景观动态变化及其驱动因素[J].生态学报,2022,42(17):7028-7042.

[5]吴灵叶,韩雨宸,盛宇清,等.常熟市乡村小微湿地管护与可持续利用探讨[J].湿地科学与管理,2021,17(3):70-73.

[6]钱逸凡,沈娜娉,王铮屹,等.浙江省杭州市小微湿地资源调查分析[J].自然保护地,2022,2(3):35-42.

[7]李燕彬.城市小微湿地景观植物配置技术初探:以北京市北辰中心花园小微湿地为例[J].现代园艺,2021(15):26-31.

[8]祝琳.南四湖区湿地公园植物景观研究[D].北京:北京林业大学,2015.

[9]姚驰远,张德顺,MEYER M,等.园林植物引种与入侵植物防控[J].中国城市林业,2021,19(2):17-21,28.

[10]张宁宁.基于计划行为理论的乡村小微湿地治理农民参与意愿研究:以湖北省部分县市的调查为例[D].武汉:华中农业大学,2020.

[11]刘聪.社区型人工小微湿地与周边居民行为互动研究:以上海市康健园为例[D].上海:上海应用技术大学,2020.

[12]李明亮.湖州西山漾城市湿地公园植物多样性研究[D].杭州:浙江农林大学,2016.

[13]蒋梦琪.基于 HSI 模型的城市湿地公园中游禽栖息地适宜度评价与营建策略:以南京市玄武湖公园为例[D].南京:南京林业大学,2023.

[14]梁美玥,陈永生,王对翔,等.城市滨水河岸带生态功能认知及河流景观偏好度[J].中国城市林业,2023,21(5):138-144.

[15]周雯.杭州城市公园绿地鸟类栖息地植物景观研究[D].杭州:浙江农林大学,2018.

[16]张皖清,董丽.北京城市公园中鸟类对植物生境及种类的偏好研究[J].中国园林,2015,31(8):15-19.

[17]徐诗,王成,孙振凯,等.北京综合性社区鸟类与植物的关系[J].中国城市林业,2022,20(2):15-22.

[18]李慧,李春义,何伟.自然野态的植物景观营造的理论与方法[J].中国园林,2018,34(5):94-98.

[19]雷金睿,辛欣,宋希强,等.基于 AHP 的海口市公园绿地植物群落景观评价与结构分析[J].西北林学院学报,2016,31(3):262-268.