

泰州市凤凰河水系水生植物调查与群落结构分析

吴红¹,李成忠^{1*},于飞²,丁银花¹,李霞¹

(1. 江苏农牧科技职业学院园林园艺学院,江苏 泰州 225300; 2. 江苏绿涛园林建设有限公司,江苏 泰州 225300)

摘要:为明确凤凰河水系水生植物的多样性现状,于2023年在凤凰河5大景区设置样方90个,对水系内水生植物种类、应用频度以及水生植物群落数量进行了调查,并对其群落结构及景观特征进行了分析。结果表明:(1)90个样方记录水生植物81种,分属于44科73属。其中湿生植物47种,挺水植物17种,浮水植物4种,漂浮植物7种,沉水植物6种。其中应用种类最多的科是禾本科(10种),其次是菊科(4种)、蓼科(5种)和莎草科(4种)。(2)泰州凤凰河水系90个样方中,挺水植物重要值最高的是荷花,湿生植物中重要值最高的是芦苇。(3)泰州市凤凰河水系水生植物应用存在品种丰富、地方品种应用广泛等特点,但也存在冬季水系景观效果差、常用物种过度集中、外来生物入侵等问题,因此在未来的水景建设中需进一步改善。

关键词:凤凰河水系;水生植物;群落结构;调查;泰州

中图分类号:Q948.885.1⁺1 文献标志码:A doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2024.05.007

Investigation and community structure analysis of aquatic plants in the Fenghuang River system of Taizhou City

Wu Hong¹, Li Chengzhong^{1*}, Yu Fei², Ding Yinhua¹, Li Xia¹

(1. Landscape and Horticulture College, Jiangsu Agri-animal Husbandry Vocational College, Taizhou 225300, China;

2. Jiangsu Lutao Garden Construction Co., Ltd, Taizhou 225300, China)

Abstract: In order to clarify the diversity status of aquatic plants in the Fenghuang River system, a survey was conducted in 2023 on the species, application frequency, and number of aquatic plant communities in the water system, and their community structure and landscape characteristics were analyzed. The results showed that: (1) In a total of 90 sample plots surveyed and analyzed in the Fenghuang River system in Taizhou, 81 species of aquatic plants were recorded, belonging to 73 genera, 44 families. Among them, 47 species of hygrophytes, 17 species of emergent plants, 4 species of floating plants, 7 species of fluitantes, and 6 species of submerged plants were recorded. The family with the most application types is Poaceae (10 species), followed by Asteraceae (4 species), Polygonaceae (5 species), and Cyperaceae (4 species); (2) Among these plots, *Nelumbo* sp. had the highest importance value among emergent aquatic plants while *Phragmites* had the highest importance value among hygrophytes; (3) The application of aquatic plants in the Fenghuang River system had the characteristics of rich variety and widely-used local varieties. However, there were also problems such as poor winter water landscape effect, excessive concentration of commonly used species, and invasion of foreign organisms. Therefore, further improvement is needed in future water landscape construction.

Key words: Fenghuang River system; Aquatic plant; Community structure; Investigation; Taizhou

我国水生植物资源丰富,种类繁多,约占世界400多种^[1]。水生植物作为水系中的初级生产者,水生观赏植物的1/10左右。仅高等水生植物就有

不仅有助于维持水系的清澈与稳定状态,还极大地

收稿日期:2024-06-02;修回日期:2024-07-09

基金项目:江苏省林业科技创新与推广项目“江苏省林源药用植物资源发掘与创新利用关键技术长期科研基地”(LYKJ[2020]29);江苏省现代农业(花卉)产业体系“泰州示范推广基地项目”(JATS[2023]355);泰州市科技支撑计划(社会发展)项目“基于生态修复的凤凰河水系植物群落优化配置研究与示范”(SSF20230114);江苏农牧科技职业学院院级项目(NSFPT202411)

作者简介:吴红(1979-),女,甘肃张掖人,副教授,硕士。研究方向:园艺植物遗传育种与繁育研究。E-mail:wh02gs@126.com

* **通信作者:**李成忠(1980-),男,山东兖州人,教授,博士。研究方向:园林植物遗传育种与繁育研究。E-mail:55942099@qq.com

促进了物种的多样性^[2]。此外,水生植物在介导水体的氮磷生物地球化学循环方面也起着关键作用,从而有助于维持整个生态系统的健康与平衡。国内外大量学者通过研究表明,水生植物通过物理作用(沉降、过滤和截留)、化学作用(同化、化感、络合、离子交换)和微生物降解作用(硝化和反硝化作用等)可以有效改善富营养化水体水质状况,修复受损水生态系统^[3],而水生植物群落构建是水系生态系统的核心,作为水环境的主要植被类型在生态修复中发挥巨大作用,但存在着抗干扰能力差、稳定性不足等问题,因此有必要合理配置水生植物群落,以达到最大限度的修复河流生态环境。

凤凰河,其前身是 20 世纪 70 年代实施农田旱改水时农民开挖的引水灌溉三级生产河。2002 年起,在原有景观水体的基础上,对河道进行优化调整,大量引入了多样化的水生植物以丰富新建水景的内涵,2006 年底竣工后的凤凰河,不仅是泰州城区一条防洪排涝的“安全带”,更成为集防洪、生态、旅游、环保、休闲、人文等于一体的城市风光带。然而,近几年由于环境条件、物种竞争、人类活动等诸多因素的相互作用,水系内植物群落的种类组成、数量特征、外貌和结构发生了变化^[4]。本研究通过实地调查,统计和分析凤凰河水系现有水生植物群落组成现状,水生植物的种类和当前应用状况,针对存在的问题提出改进措施,旨在为进一步强化凤凰河水系的景观生态效益、优化其生态配置提供坚实的理论依据和实践指导。

1 研究区概况和调查方法

1.1 研究区概况

泰州市位于江苏省中部,长江下游,东经 119°38′24″—120°32′20″,北纬 32°01′57″—33°10′59″,地处北亚热带湿润气候区,具有明显的季风性特征。四季分明,降水充沛,雨热同期,年平均气温 15.4℃,平均降水量 1 037.3 mm,雨日 113 d,日照 2 056.2 h。土壤质地为砂壤到轻壤,趋势为南沙北粘,酸碱度为中性或中性偏碱;泰州凤凰河水系属通南地区长江水系,呈

南北向,北起南城河与东城河交汇处,南至周山河,全长 5.43 km,绿化面积达 50 hm²,工程总投资 3.2 亿元,河口宽在 3—40 m 之间,水面 19 hm²。

1.2 调查对象

本次调查以凤凰河为纽带,涵盖凤凰园、治水者广场、百水园、帆影广场、葫芦岛等五大景区,共计 25.92 hm²。水系内水利景观与众多人文景点相得益彰,交相辉映。其中,凤凰园景区体现凤城泰州“凤凰文化”,选择凤冠溢彩、有凤来仪、丹凤朝阳、梧桐栖凤等 4 个观景点调查,面积 2.75 hm²;治水者广场景区传播灵动水利文化,体现泰州水城慢生活,选择凤河红叶、治水情深、上善若水等 3 个观景点调查,面积 1.29 hm²;百水园景区是凤凰河所有景区中水文化最丰富、亭台楼阁最多、绿化最好的地块,展示了独特的桥梁文化,选择百凤桥、鸾凤桥、莲花桥、栖凤桥 4 个观景点调查,面积 1.25 hm²;帆影广场景区体现厚重历史文化底蕴,选择文会堂、清风阁、碧血莲池等 3 个观景点调查,面积 1.32 hm²;葫芦岛景区展现悠久戏曲文化,选择凤凰墩、陈庵等 2 个观景点调查,面积 2.79 hm²。调查范围包括 16 个特色景点周边滨水绿带和水中浮岛。

1.3 调查方法

于 2023 年 4—12 月对泰州凤凰河水系水生植物种类进行了实地调查,前期结合水系的形态和面积确定调查样点,每个调查样点选取 3 个 2 m×3 m 的样方,样方间距 1.5 m,5 个景区共设置样点 30 个,样方 90 个(见表 1),为确保数据的连续性和准确性,每月上旬记录样方内水生植物和湿生植物的种类、生活习性、配植形式以及生长情况,计算水生植物的频度、植被盖度以及重要值,用以分析植物群落的数量特征。

频度 = (某种植物出现的样方数/样方总数) × 100%;

植被盖度 = (植被垂直投影面积/样方面积) × 100%;

重要值(相对盖度) = 某物种的盖度/全部该种类物种的盖度之和。

表 1 凤凰河水系水生植物群落样方数量

观景点名称	样方数量	观景点名称	样方数量	观景点名称	样方数量	观景点名称	样方数量
凤冠溢彩	5	凤河红叶	3	鸾凤桥	2	清风阁	3
有凤来仪	7	治水情深	6	莲花桥	5	碧血莲池	7
丹凤朝阳	6	上善若水	5	栖凤桥	2	凤凰墩	8
梧桐栖凤	4	百凤桥	3	文会堂	4	陈庵	12

2 调查结果与分析

2.1 泰州市凤凰河风景区水生植物应用现状

通过实地调查发现,泰州凤凰河水系已普遍应用的水生植物 81 种(见表 2),分别隶属于 44 科,73 属。44 科植物中,优势科为禾本科、菊科、蓼科和莎草科,共 4 科;常见科为报春花科、车前科、槐叶蘋科、毛茛科、木犀科、杉科、水鳖科、睡莲科、天南星科、苋科、雨久花科和鸢尾科,共 12

科;偶见科为莲科、柏科、唇形科、大戟科、大麻科、胡桃科、葫芦科、金鱼藻科、锦葵科、爵床科、狸藻科、菱科、美人蕉科、萍科、千屈菜科、蔷薇科、伞形科、十字花科、石竹科、松科、通泉草科、五加科、香蒲科、小二仙草科、眼子菜科、杨柳科、泽泻科和竹芋科,共 28 科。在调查中发现禾本科植物 11 种,菊科植物 4 种,蓼科植物 5 种,沙草科植物 4 种;常见科发现植物 2—3 种;偶见科发现植物 1 种。

表 2 泰州市凤凰河风景区高等水生植物名录

编号	类型	种名	编号	类型	种名
1	挺水植物	慈姑(<i>Sagittaria trifolia</i> var. <i>sinensis</i>)	41	湿生植物	扁蓄(<i>Polygonum aviculare</i>)
2		翠芦莉(<i>Ruellia simplex</i>)	42		车前(<i>Plantago asiatica</i>)
3		花菖蒲(<i>Irisensata</i> var. <i>hortensis</i>)	43		垂柳(<i>Salix babylonica</i>)
4		花叶芦竹(<i>Arundo donax</i>)	44		刺果毛茛(<i>Ranunculus muricatus</i>)
5		花叶水葱(<i>Scirpus validus</i> f. “Mosaic”)	45		稻槎菜(<i>Lapsanastrum apogonoides</i>)
6		黄菖蒲(<i>Iris pseudacorus</i>)	46		鹅观草(<i>Elymus kamoji</i>)
7		空心莲子草(<i>Alternanthera philoxeroides</i>)	47		枫杨(<i>Pterocarya stenoptera</i>)
8		千屈菜(<i>Lythrum salicaria</i>)	48		彩叶水芹(<i>Oenanthe javanica</i>)
9		水葱(<i>Scirpus validus</i>)	49		杠板归(<i>Persicaria perfoliata</i>)
10		水生美人蕉(<i>Canna glauca</i>)	50		狗尾草(<i>Setaria viridis</i>)
11		梭鱼草(<i>Pontederia cordata</i>)	51		广东蕹菜(<i>Rorippa indica</i>)
12		西伯利亚鸢尾(<i>Iris sibirica</i>)	52		红蓼(<i>Persicaria orientalis</i>)
13		香蒲(<i>Typha orientalis</i>)	53		绞股蓝(<i>Gynostemma pentaphyllum</i>)
14		雨久花(<i>Monochoria korsakowii</i>)	54		金钟(<i>Kaufmannia semenovii</i>)
15		再力花(<i>Thalia dealbata</i>)	55		看麦娘(<i>Alopecurus aequalis</i>)
16		荷花(<i>Nelumbo nucifera</i>)	56		狼尾草(<i>Pennisetum alopecuroides</i>)
17		香菇草(<i>Hydrocotyle verticillata</i>)	57		荔枝草(<i>Salvia plebeia</i>)
18	浮水植物	睡莲(<i>Nymphaea tetragona</i>)	58		落羽杉(<i>Taxodium distichum</i>)
19		荇菜(<i>Nymphoides peltata</i>)	59		葎草(<i>Humulus scandens</i>)
20		萍蓬草(<i>Nuphar pumilum</i>)	60		木芙蓉(<i>Hibiscus mutabilis</i>)
21		野菱(<i>Trapa bispinosa</i>)	61		牛繁缕(<i>Stellaria aquatica</i>)
22	漂浮植物	大藻(<i>Pistia stratiotes</i>)	62		三叶鬼针草(<i>Bidens pilosa</i>)
23		凤眼莲(<i>Eichhornia crassipes</i>)	63		蛇莓(<i>Duchesnea indica</i>)
24		浮萍(<i>Lemna minor</i>)	64		湿地松(<i>Pinus elliottii</i>)
25		槐叶萍(<i>Salvinia natans</i>)	65		石龙芮(<i>Ranunculus sceleratus</i>)
26		满江红(<i>Azolla pinnata</i> subsp. <i>asiatica</i>)	66		水苦葵(<i>Veronica undulata</i>)
27		水鳖(<i>Hydrocharis dubia</i>)	67		水杉(<i>Metasequoia glyptostroboides</i>)
28		田字萍(<i>Marsilea quadrifolia</i>)	68		水蜈蚣(<i>Kyllinga polyphylla</i>)
29	沉水植物	黑藻(<i>Hydrilla verticillata</i>)	69		通泉草(<i>Mazus pumilus</i>)
30		黄花狸藻(<i>Utricularia aurea</i>)	70		土牛膝(<i>Achyranthes aspera</i>)
31		金鱼藻(<i>Ceratophyllum demersum</i>)	71		茵草(<i>Beckmannia syzigachne</i>)
32		苦草(<i>Vallisneria natans</i>)	72		乌柏(<i>Triadica sebifera</i>)
33		轮叶狐尾藻(<i>Myriophyllum verticillatum</i>)	73		细叶芒(<i>Miscanthus sinensis</i> ‘ <i>Gracilimus</i> ’)
34		菹草(<i>Potamogeton crispus</i>)	74		旱伞草(<i>Cyperus involucratus</i>)
35	湿生植物	池杉(<i>Taxodium distichum</i> var. <i>imbricatum</i>)	75		小藜(<i>Chenopodium ficifolium</i>)
36		芦苇(<i>Phragmites australis</i>)	76		羊蹄(<i>Rumex japonicus</i>)
37		阿拉伯婆婆纳(<i>Veronica persica</i>)	77		野艾蒿(<i>Artemisia lavandulaefolia</i>)
38		矮蒲苇(<i>Cortaderia selloana</i> ‘ <i>Pumila</i> ’)	78		一年蓬(<i>Erigeron annuus</i>)
39		白茅(<i>Imperata cylindrica</i>)	79		迎春(<i>Jasminum nudiflorum</i>)
40		斑叶芒(<i>Miscanthus sinensis</i> ‘ <i>Zebrinus</i> ’)	80		云南黄馨(<i>Jasminum mesnyi</i>)
			81		泽珍珠菜(<i>Lysimachia candida</i>)

从植物资源生态型看,泰州凤凰河水系中广泛应用湿生植物 47 种,挺水植物 17 种,浮水植物 4 种,漂浮植物 7 种,沉水植物 6 种。总体来说,泰州凤凰河水系中湿生植物应用种类较多,对湿生植物抽取重要值进行频度分析表明,矮蒲苇、细叶芒、香菇草、菖草、扁蓄、绞股蓝和一年蓬应用频度高达 18%—25%,其中香菇草在调查的 5 景区 16 个观景点中 12 个区域有分布,且处于大片分布、自然蔓延的状态;挺水植物中应用频度较高有荷花、黄菖蒲、千屈菜、梭鱼草、香蒲和再力花等,其中香蒲在 10 个观景点内有分布,荷花应用频度高达 20%,在开阔水域中常面状群植或片植围合水面空间,黄菖蒲和再力花因其独特的观赏价值,被誉为水生花卉中的骄子,应用频率也都超过了 15%。睡莲作为水生花卉中的名贵花卉,其应用频率达到了 30%,成为应用频率的较高的浮水植物之一。同时,野菱和荇菜,其黄花艳丽,应用频率也相对较高,均超过了 15%。在漂浮植物中,凤眼莲因其强适应性和繁殖力,在水系中应用频度超过 50%,成为漂浮植物最常见的一种类型。此外,浮萍、满江红、水鳖和田字萍等植物应用较多,其应用频度均在 20% 以上,而在沉水植物中,菹草为沉水植物中应用最广泛的种类,其应用频率高达 50%,其次为金鱼藻和轮叶狐尾藻,应用频率也超过了 30%。

2.2 水生植物群落数量特征分析

由于湿生植物种类多样,本次数量特征分析仅抽取了在凤凰河水系中重要值排在前 20 位的湿生植物种类。凤凰园景区 4 个观景点以及河边绿地中挺水植物群落中以荷花、香蒲、千屈菜和黄菖蒲为主,其中荷花和香蒲重要值分别为 0.235 和 0.137,伴生再力花、梭鱼草、水葱、花叶芦竹及香菇草等的应用,多以丛生状成片人工栽植;浮水植物群落以睡莲为优势种,重要值高达 0.481,伴有野菱、萍蓬草和荇菜,漂浮植物以田字萍为主;沉水植物层中则以黑藻和金鱼藻为优势种,伴生有苦草、轮叶狐尾藻和菹草。湿生植物中以细叶芒为主,是湿生植物层中最主要的优势种;治水者广场 3 个观景点周边滨水绿带和水中浮岛内应用的水生植物种类相对较少,挺水植物以再力花为优势种群,重要值高达 0.196,浮水植物中的野菱(0.363)以及漂浮植物中的凤眼莲(0.224)占据了主导地位,形成了明显的优势种群,在水体内呈现出自然蔓延的态势,这种蔓延趋势若不加控制,可能会对水域生态造成不

良影响,因此需要采取措施加以遏制。沉水植物金鱼藻重要值高达 0.250,大面积蔓延形成了单一群落,因此在景观配置时,应增加沉水植物的应用,以提升水域生态环境的多样性和稳定性;百水园 4 个观景点周边滨水绿带和水中浮岛处,挺水植物中以荷花优势种构成植物群落,因此,多处样地出现与荷莲雷同植物群落,虽然有部分梭鱼草及水葱,但所占比例较少,因此后续景观营造时应加强新优种的引入;漂浮植物浮萍和满江红以及湿生植物香菇草在 4 个观景点中呈现大片蔓延的状态;帆影广场的文会堂、清风阁、碧血莲池等 3 个观景点周边滨水绿带和水中浮岛中植物种类较少,再力花为挺水植物优势种群,伴生香蒲和狼尾草;浮水植物睡莲伴生野菱,其中野菱在水中有自然蔓延趋势,需适当遏制并引入其他新优种,漂浮植物凤眼莲和沉水植物金鱼藻同样成为了群落中的优势种,与其他几个景区群落略同;葫芦岛的凤凰墩、陈庵等周边滨水绿带和水中浮岛中植物种类也较多,但植物群落配置多样性不足,挺水植物同样以荷花为主;浮水植物以睡莲为主,伴生野菱、萍蓬草和荇菜,漂浮植物以田字萍为主;沉水植物层中则以黑藻和金鱼藻为主要群落。

2.3 水生植物群落景观特征分析

参照中国植被分类法,按照观赏价值高低来确定优势种群和伴生种^[5-6],把泰州凤凰河水系 5 大景区 16 个观景点水体内调查统计的 81 种水生植物按照生活方式划分为挺水植物群落、浮水植物群落、沉水植物群落以及湿生植物群落。

2.3.1 挺水植物群落

(1) 香蒲群落伴生梭鱼草、芦苇、香菇草、荇菜、浮萍等。观叶为主的挺水植物层中芦苇挺拔直立,香蒲 9—10 月可观果序;浮水植物层荇菜绿叶映衬黄花,观叶观花俱佳,漂浮植物浮萍伴生水面形成立体混生结构。

(2) 荷花群落伴生水葱、水花生、萍蓬草、荇菜、菹草、轮叶狐尾藻等。荷花以其丰富的花色和宽大的叶片,成为夏季观赏的焦点,无论是欣赏其花朵还是叶片,都能给人美的享受。与此同时,浮水植物如萍蓬草和荇菜,以及沉水植物如菹草和轮叶狐尾藻等,也与荷花共同构建了一个层次分明、生机勃勃的水生植物群落,使这一生态景观更为丰富多彩。

表 3 凤凰河水系水生植物群落数量特征

生活型	植物种类	盖度/%	重要值	排序	生活型	植物种类	盖度/%	重要值	排序
湿生植物	芦苇	2.75	0.155	1	挺水植物	荷花	4.33	0.235	1
	矮蒲苇	2.24	0.126	2		再力花	3.62	0.196	2
	细叶芒	1.76	0.099	3		香蒲	2.53	0.137	3
	旱伞草	1.53	0.086	4		梭鱼草	1.82	0.099	4
	菵草	1.45	0.082	5		水葱	1.55	0.084	5
	狗尾草	1.24	0.07	6		千屈菜	1.21	0.066	6
	看麦娘	1.02	0.058	7		黄菖蒲	0.92	0.05	7
	扁蓄	0.95	0.054	8		水生美人蕉	0.87	0.047	8
	绞股蓝	0.87	0.049	9		空心莲子草	0.49	0.027	9
	一年蓬	0.75	0.042	10		翠芦莉	0.35	0.019	10
	石龙芮	0.68	0.038	11		花叶芦竹	0.21	0.011	11
	水苦荬	0.54	0.03	12		香菇草	0.18	0.01	12
	蔺草	0.48	0.027	13		西伯利亚鸢尾	0.08	0.004	13
	通泉草	0.36	0.02	14		慈姑	0.08	0.004	14
	土牛膝	0.35	0.02	15		花菖蒲	0.07	0.004	15
	红蓼	0.21	0.012	16		花叶水葱	0.07	0.004	16
	荔枝草	0.18	0.01	17		雨久花	0.05	0.003	17
	稻槎菜	0.15	0.008	18	浮叶植物	睡莲	5.14	0.481	1
	车前	0.12	0.007	19		野菱	3.88	0.363	2
	鹅观草	0.1	0.006	20		萍蓬草	0.98	0.092	3
漂浮植物	田字萍	6.35	0.263	1		荇菜	0.68	0.064	4
	凤眼莲	5.42	0.224	2	沉水植物	黑藻	3.87	0.273	1
	浮萍	4.87	0.201	3		金鱼藻	3.55	0.25	2
	满江红	2.78	0.115	4		轮叶狐尾藻	1.98	0.139	3
	水鳖	1.75	0.072	5		菹草	1.87	0.132	4
	大藻	1.57	0.065	6		黄花狸藻	1.68	0.118	5
	槐叶萍	1.45	0.06	7		苦草	1.25	0.088	6

(3)再力花群落伴生矮蒲苇、菵草、红蓼、香菇草等。矮蒲苇植株挺拔、银白色圆锥花序与翠绿色叶片映衬,色彩斑斓且雅致,多种低矮水生植物与主体植物相互伴生,共同构筑出一个具有双层次美感的水生植物群落。

(4)黄菖蒲群落伴生香菇草、菵草、扁蓄、羊蹄、荔枝草、一年蓬、通泉草等。黄菖蒲与多种草本湿生植物伴生,形成低层次的群落景观,黄菖蒲 4—7 月开花,花色黄艳,花姿秀美,叶子茂密,花叶皆可赏。

(5)水花生群落伴生牛繁缕、水苦荬、菹草、稻槎菜、羊蹄、石龙芮、田字萍、满江红等。水花生叶片呈现心型,花期 6—9 月,观赏价值较高,水花生蔓延性极强,易造成群落物种单一化。

(6)千屈菜群落伴生绞股蓝、泽珍珠菜、蛇莓、水苦荬、三叶鬼针草、野艾蒿、水蜈蚣等。泽珍珠菜 4—5 月现白色总状花序,千屈菜在 7—9 月间绽放出紫红色的穗状花序,与此同时,多种观叶观花植

物交织生长。

(7)水葱群落伴生梭鱼草、荷花、浮萍、苦草、黄花狸藻、轮叶狐尾藻等。水葱株丛挺立,葱郁俊逸,色泽淡雅洁净,与荷花、梭鱼草、苦草等相衬呼应,具有极佳观赏效果。由于伴生种主要是沉水植物和低矮的湿生草本植物,这使得形成的景观在层次上显得相对单调,缺乏足够的丰富性。

(8)梭鱼草群落伴生苦草、黄花狸藻、槐叶萍、满江红等。梭鱼草叶色翠绿、紫色穗状花序顶生,具香气,观赏性极佳,伴生种多为沉水型草本,景观层次丰富度差。

2.3.2 浮水植物群落 浮水植物有漂浮植物和浮叶植物之分,植物整体或者叶片浮于水面,其为适应水生环境,部分浮水植物的叶柄或叶背具发达的气室结构,用以储存空气,确保植物能在水中正常生长和进行光合作用。

(1)荇菜群落伴生野菱、槐叶萍、香蒲、满江红、菹草等。荇菜叶如心形,花期 5—10 月,花期长,花

黄色或鲜黄色,无论是叶子还是花朵,都极具观赏价值。荇菜与少量的野菱、槐叶萍以及其他一些挺水植物共同构成了一个丰富多样且充满生机的群落结构。

(2)睡莲群落伴生野菱、菹草。睡莲圆形叶宽大,花色多而鲜艳,漂浮在水面上形成独特的景观。

(3)野菱群落伴生槐叶萍、满江红、荇菜、菹草等。野菱叶片形状奇特,与荇菜等多种浮叶植物形成群落景观,荇菜花鲜黄色挺出水面,花多且花期长(5—10月),点缀于浮叶植物中,甚为美观。

(4)浮萍与满江红群落伴生水鳖、田字萍、菹草、苦草、黄花狸藻、轮叶狐尾藻等。以浮萍、满江红、田字萍等浮叶植物主,满江红叶细小,秋后变红色;浮萍和田字萍叶片翠绿,与菹草、苦草、黄花狸藻、轮叶狐尾藻沉水植物构成立体混生结构。

2.3.3 沉水植物群落

(1)黄花狸藻群落伴生水葱、梭鱼草、浮萍、满江红、田字萍、菹草等。金鱼藻叶子细腻小巧,具别样的精致感,小花瓣闪闪发光的鱼鳞,沉于水中姿态舒展,多与浮叶浮萍、满江红等构成立体结构。

(2)轮叶狐尾藻群落伴生水葱、荷花、浮萍、满江红等。轮叶狐尾藻叶鲜绿色,花淡黄色,花丝丝状,分布于水边,与湿生草本植物形成群落景观。

(3)菹草群落伴生荷花、睡莲、田字萍、浮萍等。菹草生于河畔,与浮水植物一起组成群落景观,颇增景观的层次感。

2.3.4 湿生植物群落 湿生植物层群落内多为野生植物类型,群落景观配置缺乏美学指导而略显杂乱。

(1)芦苇群落伴生杠板归、水花生、白茅、酢浆草、蛇莓、车前等。

(2)矮蒲苇群落伴生菰草、红蓼、浮萍、香菇草、菹草、水花生等。

(3)菰草群落伴生扁蓄、广东蕲菜、茵草、羊蹄、洋珍珠菜、荔枝草、一年蓬、通泉草等。

(4)蛇莓群落伴生三叶鬼针草、鹅观草、绞股蓝、水苦荬、水蜈蚣等。

(5)红蓼群落伴生菰草、红蓼、香菇草、小藜等。

(6)稻槎菜群落伴生田字萍、石龙芮、羊蹄、满江红等。

3 存在问题和建议

泰州市凤凰河水系中,虽然水生植物的应用种

类繁多,并在美化环境、提升水质方面发挥了一定的积极作用,但在多个观景点及滨水绿带的规划、种植以及管理方面,仍暴露出一些问题。主要包括水生植物多样性利用不够充分,景观配置手法较为单调,以及季节色彩变化不够丰富等,这些都影响了水系整体的美观性和生态平衡。

3.1 应用水生植物种类不充分,水生植物景观相似度高

我国水生植物资源丰富,目前共发现 400 种,占全世界水生植物资源的 40% 左右^[7-8],但调查研究发现,泰州市凤凰河水系水生植物应用种类仍较少,主要局限于荷花、睡莲、再力花等常见品种,其中荷花、睡莲、芦苇、香蒲的应用频度高达 95%,成为水系景观中的主角。而香菇草、花叶芦竹、再力花、花叶美人蕉等植物也颇为常见,应用频度在 60%—80% 之间。然而,这种相似种类频繁使用使得水生植物景观的相似度也相对较高,缺乏各自独特的魅力与特点。同时,植物选择上表现为常绿水生植物应用少,四季景观不匀,冬季水面景观单一,在水生植物的选择时建议秉持多样性原则,同时凸显设计的核心亮点。例如,在休闲场所、公园以及居民区周边的水域环境中,可优先选用那些姿态优雅、色彩鲜明且观赏期持久的水生植物品种,如黄菖蒲、千屈菜、梭鱼草、香蒲、再力花、雨久花、水生美人蕉、西伯利亚鸢尾、花菖蒲和翠芦莉等品种,不仅能丰富水生植物的种类,还能提升整个水域景观的观赏价值,使之更具特色与魅力;在河道水系的建设和管理中,应重点选取既具有污染防治效果,又能够实现水污染生态净化功能的水生植物种类,如芦苇、彩叶水芹、香蒲、大藻、风眼莲、浮萍、满江红、水葱、菖蒲、慈菇、空心莲子草、荇菜、菹草、穗状狐尾藻等。

3.2 缺乏科学规划,水生植物景观配置方式单一

对凤凰河水系水生植物群落结构分析发现,多处水体缺乏沉水层和高草层,在垂直方向上不能体现疏密相间、错落有致的景观效果;水生植物在水景中的应用方式过于单一,导致景观缺乏新意和变化。特别是在岸边湿生植物的配置上,水生植物大多呈带状或斑块状种植,显得尤为杂乱无章,缺乏统一和谐的视觉效果。比如在治水者广场和帆影广场,湿生植物呈边缘条带状满植,凤凰园、百水园、葫芦岛水系的边缘成片或者排列式种植,应用方式过于刻板,缺乏变化,视觉体验无新意。因此,

在重新构建水生植被时,应采用多种种植手法相结合的方式布置景观,如片植为主,辅以丛植进行点缀,以及用独植进行补充。此外,还应灵活运用生态浮岛技术,在水体中央进行布局,同时注意挺水植物、浮水植物以及沉水植物相结合,不仅可以提高园林绿化景观的观赏价值,还能改善水体、维持生态平衡。

3.3 盲目引种,造成外来生物入侵

近几年,随着国家生态文明和美丽中国建设的不断深入推进,水系修复、水生植物的应用及其生态净化功能研究成为越来越多学者关注的焦点,然而盲目引进外来种质资源带来的生物入侵问题日益严重,对基层农业部门和检验检疫部门在防控方面提出了更为严格的要求^[9]。据农业部提供的数据,我国目前已经识别出380种入侵植物,其中属于水生植物的入侵种类达到了19种,包括水葫芦(*Eichhornia crassipes*)、空心莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)、豚草(*Ambrosia artemisiifolia*)、紫茎泽兰(*Ageratina adenophora*)、飞机草(*Chromolaena odorata*)、大米草(*Spartina anglica*)等^[10],生物入侵能够影响生物群落物种丰富度和多样性,改变群落结构,已经成为对淡水生态系统生物多样性的严重威胁之一^[11-12]。入侵植物通常比本地植物有更优势的性状指标,也对变化的环境条件更具适应性,这使得其在与本地植物的竞争中占据优势^[13],从而致使本地植物物种减少,群落生物多样性下降。对凤凰河水系植物调查发现水花生、空心莲子草、风眼莲、大米草等植物在某些水体中呈现出了大量的蔓延趋势,其中风眼莲已经成为水体生态系统优势种,因为风眼莲不需要扎根定植生长,并具有较高的生态耐受性和可塑性,可以大范围和长距离传播^[14],廖慧璇等^[15]研究发现风眼莲植株根系整体表现为一种较为特殊的辐射状聚合构型,这种构型根系被认为可能有助于风眼莲更好地适应富营养化水体环境^[16],因此风眼莲的扩张必将加剧水体的富营养化、引发生态灾害;但风眼莲植株含水量大,仅靠打捞的方法已难以将其从水体根除,使用除草剂又会造成水体的二次污染,之前有研究表明冬季低温可能是限制风眼莲生长的关键节点,因此除在其快速生长的夏季采取防治措施外,还应在冬季消除沿岸带淤泥中的无性繁殖体。另外,由于一些水域环境相对封闭,水流速度较慢,这进一步加剧了入侵植物的扩散和滋生问题。这些因素都为防控

和管理带来了额外的挑战,加之水体养分含量高且气候适宜,导致某些区域浮萍、满江红等浮叶植物大量繁殖而占据了大片水域,造成水流拥堵,不仅破坏了水体的自然景观,降低了景观的反射效果和视角美感,还可能对水质造成严重的恶化影响。因此,必须加强对这些植物的防控力度,以防止它们泛滥成灾,维护水体的生态平衡和景观质量。

参考文献:

- [1] 杨帆,焉志远,韩辉,等.水生植物在水体污染修复中应用研究进展[J].国土与自然资源研究,2024(2):73-74.
- [2] 杨科,刘丽香,韩永伟,等.不同水生植物对富营养化水体净化和温室气体排放的影响[J].环境污染与防治,2024,46(5):618-625.
- [3] 李冬林,王磊,丁晶晶,等.水生植物的生态功能和资源应用[J].湿地科学,2011,9(3):290-296.
- [4] 缪宜江.泰州市凤凰河国家水利风景区[J].江苏水利,2012(10):49.
- [5] 单银丽,沈莹.杭州城市河道水生植物种类现状调研及应用研究[J].浙江建筑,2016(5):47-50.
- [6] 胡喻华,刘锡辉,谭志权,等.肇庆星湖国家湿地公园湿地植物群落物种多样性研究[J].林业与环境科学,2020,36(6):80-87.
- [7] 王雪芬.杭州西湖风景区水生植物调查及其配置研究[D].杭州:浙江大学,2014.
- [8] 张成霞,赵宝元,校剑钧,等.泰州市区公园滨水植物种类及景观配置调查[J].湖南农业科学,2021,(10):64-68.
- [9] 田如男,朱敏,吴彤,等.南京城区水体水生植物调查[J].东北林业大学学报,2012,40(5):91-97.
- [10] 郝丽芬,韩雨轩,吴乾美,等.中国草地外来生物入侵现状与防控建议[J].植物保护,2022,48(4):10-20.
- [11] 邢文琦,陈睿山,卢俊港,等.生物入侵研究国际进展与中国现状——基于CiteSpace的文献计量分析[J].生态学报,2023,43(16):6912-6922.
- [12] GEIST J. Integrative fresh water ecology and biodiversity conservation[J]. Ecological Indicators,2011,11(6):1507-1516.
- [13] PEARSON M B, MINOR A M, ROBERTSON W A, et al. Plant invasion down under: exploring the belowground impact of invasive plant species on soil properties and invertebrate communities in the Central Plateau of New Zealand[J]. Biological Invasions, 2024, (prepublish):1-14.
- [14] 李博,廖成章,高雷,等.入侵植物风眼莲管理中的若干生态学问题[J].复旦学报(自然科学版),2004,43(2):267-274.
- [15] 廖慧璇,周婷,陈宝明,等.外来入侵植物的生态控制[J].中山大学学报(自然科学版),2021,60(4):1-11.
- [16] HUANG X L, XU X, LIU S L, et al. Impact of eutrophication on root morphological and topological performance in free-floating invasive and native plant species[J]. Hydrobiologia, 2019, 836(1):123-139.