西北林学院学报 2018,33(3):285-289
Journal of Northwest Forestry University

doi:10.3969/j.issn.1001-7461.2018.03.45

徐州潘安湖湿地公园植物多样性调查与分析

杨瑞卿,王千千,徐德兰*

(徐州工程学院 环境工程学院,江苏 徐州 221008)

摘　要:在实地调查的基础上,对徐州潘安湖湿地公园的植物多样性进行分析。结果表明,公园共有植物97科227属353种(含变种),乔灌草的比例为1.24∶1.00∶0.91,水生植物种类相对较少。木本植物中常绿树种与落叶树种的种类比为3.36∶6.64,数量比为5.15∶4.85,总体构成基本合理,但常绿乔木应用不足;乡土植物与外来植物的种类比为7.18∶2.82,以乡土树种为主,利于公园地方特色的体现。公园植物多样性指数和丰富度指数均处于较高水平,不同景区间存在一定差异。部分景区植物均匀度指数较低,不利于植物景观的丰富和生态系统的稳定。建议增加水生植物的种类和种植面积;对于植物均匀度指数较低的景区,增加优势树种以外的其他树种的应用。

关键词:植物组成;植物多样性;潘安湖湿地公园

中图分类号:S731.1　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1001-7461(2018)03-0285-05

Investigation of the Plant Diversity in Panan Lake Wetland Park

YANG Rui-qing, WANG Qian-qian, XU De-lan*

(*College of Environmental Engineering, Xuzhou University of Technology, Xuzhou, Jiangsu* 221008, *China*)

Abstract: Based on the field investigation, the plant diversity of Panan Lake Wetland Park in Xuzhou was analyzed . The results showed that there were 97 families, 227 genera and 353 species (including varieties) in the park. The proportion of trees, shrubs and herbs was 1.24∶1.00∶0.91 , the species of aquatic plants was relatively small. The species proportion of evergreen trees and deciduous trees in woody plants was 3.36∶6.64 and the quantity proportion was 5.15∶4.85, which showed that the composition was basically reasonable but the application of evergreen trees was not enough. The proportion of native plants and exotic plants was 7.18∶2.82 , the native tree was main green plants which were conducive to the embodiment of the local characteristics of the park. The plant diversity index and richness index in the park were all in a high level that reflected the diversity of the plants. There were some differences in plant diversity among different scenic spots. The evenness index of plants was low in some spots which was not conducive to the richness of plant landscapes and the stability of ecosystems. It was suggested that the aquatic plants should be increased and the application of other tree species besides dominant tree species should also be increased in the scenic spots with lower evenness index.

Key words: plant composition; plant species diversity; Panan Lake Wetland Park

植物多样性作为生物多样性的重要组成部分,是指以植物为主体,由植物、植物与环境之间所形成的复合体及与此相关的生态过程的总和。植物作为湿地公园的重要组成部分,其种类的多样性是湿地公园景观多样、群落稳定、生态功能发挥的基础[1-3]。从生态学理论来看,丰富的植物多样性可以使公园中的植物群落结构具有更好的稳定性[4],也有利于营造景观的多样性,提高其观赏性。

收稿日期:2017-11-02　**修回日期**:2018-01-11

基金项目:江苏省科技支撑项目(BE2013625);徐州市科技计划项目(KC16SS094,KC15SX001)。

作者简介:杨瑞卿,女,博士,副教授,研究方向:城市风景园林。E-mail:1219626292@qq.com

* **通信作者**:徐德兰,男,博士,教授,研究方向:湖泊生态、植物生态等。E-mail:xdlxw@126.com

徐州潘安湖湿地公园是采煤塌陷区经过生态修复建设的，是徐州及周边地区植物最丰富的湿地公园，被称为“采煤塌陷区修复的典范”。对公园植物进行调查，分析其组成及植物多样性，对公园乃至周边区域湿地公园植物多样性的丰富和生态修复具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

徐州位于江苏省西北部，116°22′－118°40′E、33°43′－34°58′N，为暖温带半湿润季风气候区。潘安湖湿地公园位于徐州贾汪区，该地原为采煤塌陷区，地表塌陷，生态环境恶劣，2010 年在此实施了潘安湖湿地公园建设，在生态修复的基础上，通过湖泊、湿地、岛屿的组合，形成空间景观丰富、物种多样的“中国最美乡村湿地”[5]，2014 年被命名为国家湿地公园。公园所处区域四季分明、光照充足，雨热同期，年平均气温 14℃左右，年平均降雨量 800～930 mm；年平均相对湿度 72%；全年无霜期 208 d 左右；地带性植被属暖温带落叶阔叶林带。

1.2 研究方法

1.2.1 调查方法 调查范围为潘安湖湿地公园一期，占地面积约 467 hm^2，其中水面约 353 hm^2。调查范围包括 7 大景区，分别为澳洲主岛（含枇杷岛）、哈尼岛、醉花岛、蝴蝶岛、北大堤、环湖东路、环湖北路（含池杉林）（图 1），调查内容包括植物的种类、数量、分布、规格、生长状况等，调查方法为植物普查，调查前设计打印调查表格，调查时携带相关测量工具、公园 CAD 底图、调查表、相机等，调查时现场记录调查结果并拍摄实景图片，调查结束后及时整理结果，并在 CAD 图上标注，为后续的分析提供第一手资料。



1. 澳洲主岛（含枇杷岛）；2. 哈尼岛；3. 环湖北路（含池杉林）；4. 北大堤；5. 蝴蝶岛；6. 醉花岛；7. 环湖东路

图 1 徐州潘安湖湿地公园植物现场调查地点分布

Fig. 1 Distribution map of investigation sites in Panan Lake Wetland Park

1.2.2 植物种类构成分析方法 植物分类、鉴定及生态类型、乡土树种、外来树种的确定以《园林树木学》[6]《江苏植物志》[7-8]《江苏省城市园林绿化适生植物》[9]为依据确定。

1.2.3 植物多样性分析方法 植物多样性分析采用辛普森多样性（Ds）和香农-维纳多样性指数（H），植物丰富度采用 Margalef 指数（D），植物均匀度采用的是 Pielou 植物均匀度指数（E）[10-12]。

$$Ds=1-\sum_{i=1}^{s}Pi^2 \quad (1)$$

$$H=-\sum_{i=1}^{s}(Pi\ln Pi) \quad (2)$$

$$D=(S-1)/\ln N \quad (3)$$

$$E=H/H_{max} \quad (4)$$

式中，S—调查区域内植物物种的总数量；i——第 i 种物种；Pi——植物物种 i 的个体数在总个体数中的比例；N——调查区域内所有植物个体的总数量；H_{max}——调查区域内最大的植物物种多样性指数，$H_{max}=\ln S$

2 结果与分析

2.1 潘安湖湿地公园植物的构成特征

2.1.1 种类的构成特征 潘安湖湿地公园共有植物 97 科 227 属 353 种（含变种），乔灌草的比例为 1.24∶1.00∶0.91。植物种类构成见表 1。

乔木是植物景观营造的骨干材料，对公园景观与功能的发挥至关重要[13]。公园内有乔木 40 科 72 属 117 种，占所有植物种类的 33.14%，其中水杉（*Metasequoia glyptostroboides*）、池杉（*Taxodium ascendens*）、雪松（*Cedrus deodara*）、广玉兰（*Magnolia grandiflora*）、香樟（*Cinnamomum camphora*）、银杏（*Ginkgo biloba*）、垂柳（*Salix babylonica*）、乌桕（*Sapium sebiferum*）、重阳木（*Bischofia polycarpa*）、紫叶李（*Prunus cerasifera* f. *atropur-*

purea)、垂丝海棠(*Malus halliana*)等的种植数量均达到 2 000 株以上,尤其是水杉和池杉,种植总量达到 20 000 株以上,凸显了公园的湿地特色。

表 1　潘安湖湿地公园植物种类构成

Table 1　Plant species composition in Panan Lake Wetland Park

植物类型	科	属	种	种占总种数的比例/%
乔木	40	72	117	33.14
灌木	29	59	94	26.63
草本植物	25	72	86	24.36
水生植物	23	30	41	11.62
竹类	1	3	10	2.83
藤本	4	5	5	1.42

公园内有灌木 29 科 59 属 94 种,占植物种类总数的 26.63%,常见的灌木有红叶石楠(*Photinia fraseri*)、海桐(*Pittosporum tobira*)、紫薇(*Lagerstroemia indica*)、木槿(*Hibiscus syriacus*)、夹竹桃(*Nerium indicum*)、锦带(*Weigela florida*)等,在植物群落构成中起到"承上启下"的作用,对丰富公园植物层次、完善植物群落结构起到重要作用。

草本植物因其千姿百态、观赏性强,在园林绿化中不可或缺。公园内草本植物种类丰富,共有 25 科 72 属 86 种,占总数的 24.36%,频度>50%的草本植物包括麦冬(*Ophiopogon japonicus*)、金鸡菊(*Coreopsis drummondii*)、波斯菊(*Cosmos bipinnata*)等百合科和菊科的植物,观赏性强,对提高植物景观的观赏性作用显著。

公园共有水生植物 41 种,占总数的 11.62%。常见的有芦苇(*Phragmites australis*)、芦竹(*Arundo donax*)、黄菖蒲(*Iris pseudacorus*)、睡莲(*Nymphaea tetragona*)、荷花(*Nelumbo nucifera*)等。就湿地公园而言,水生植物最能体现公园特色,发挥生态调节功能,相比之下,潘安湖湿地公园水生植物种类相对较少,且芦苇种植面积占绝对优势,有些适生性好、生态和观赏功能佳的植物如旱伞草(*Cyperus alternifolius*)、灯心草(*Juncus effusus*)、芡实(*Euryale ferox*)、荸荠(*Heleocharis dulcis*)、马来眼子菜(*Potamogeton malaianus*)、伊乐藻(*Elodea nuttallii*)[14]等未被利用,在今后的建设中,建议增加水生植物的种类,控制芦苇的种植面积,增加观赏效果好的水生植物种植数量。

潘安湖湿地公园中的竹类共有 10 种,占总数的 2.83%。常见的有刚竹(*Phyllostachys viridis*)、淡竹(*P. glauca*)等,除龟甲竹(*P. heterocycla*)外,整体长势良好,具有较好的观赏效果。

藤本植物多用于垂直绿化,对环境美化具有独特效果。公园的藤本植物种类偏少,仅有 5 种,占总数的 1.42%,多用于花架、墙体的绿化,常见的有紫藤(*Wisteria sinensis*)、常春藤(*Hedera nepalensis* var. *sinensis*)等,建议增加藤本植物的种类如藤本月季(*Morden* cvs. of)、花叶络石(*Trachelospermum jasminoides* 'Flame')等。

2.1.2　常绿树种与落叶树种的构成特征　潘安湖湿地公园共有常绿乔木 21 种,落叶乔木 96 种;常绿灌木 50 种,落叶灌木 44 种,草本植物除麦冬、沿阶草(*Ophiopogon bodinieri*)、吉祥草(*Reineckia carnea*)等少数种类外,以落叶植物为主。

木本植物中,从种类组成看,常绿树种与落叶树种的比例为 3.36∶6.64,其中常绿乔木与落叶乔木的比例为 1.79∶8.21,常绿灌木与落叶灌木的比例为 5.32∶4.68。从数量组成看,常绿树种与落叶树种的比例为 5.15∶4.85,其中常绿乔木与落叶乔木的比例为 1.52∶8.48,常绿灌木与落叶灌木的比例为 6.50∶3.50。

相关研究表明,徐州地处暖温带,园林植物中常绿树种与落叶树种的比例建议为 3∶7～4∶6,考虑到徐州的适生常绿乔木种类少、常绿灌木种类相对较多的特点,在植物配置中建议常绿乔木与落叶乔木比例为 3∶7,常绿灌木与落叶灌木比例为 5∶5[15],潘安湖湿地公园木本植物中常绿与落叶树种的总体比例基本符合这一要求,但常绿乔木无论从种类构成还是数量构成比例都偏低,这会导致冬季乔木景观萧条。常绿灌木的比例高,在很大程度上弥补了常绿乔木比例低的不足,同时考虑到公园草本植物以落叶为主,常绿灌木比例的适当提高,可有效保证公园的冬季景观。但另一方面,常绿灌木比例高,会导致落叶灌木应用不足,而徐州适生的落叶灌木中,有很多观赏性好的花灌木如大花溲疏(*Deutzia grandiflora*)、白鹃梅(*Exochorda racemosa*)、麻叶绣线菊(*Spiraea cantoniensis*)、八仙花(*Viburnum macrocephalum*)等,在公园中未种植或种植量小,今后可适当增加这些花灌木的应用,以丰富公园植物景观的色彩和季相变化,提高植物景观的观赏性。

2.1.3　乡土树种与外来树种的构成特征　本研究的乡土树种,是指本地区天然分布种或者已引种多年且在当地一直表现良好的外来树种。据此标准,公园内共有乡土乔木 81 种,外来乔木 36 种;乡土灌木 59 种,外来灌木 35 种;乡土草本植物 62 种,外来草本植物 24 种;竹类、藤本植物和水生植物以乡土植物为主。

从种类组成看,乡土植物与外来植物的比例为 7.18∶2.82,其中乔木的为 6.92∶3.08,灌木的为

6.30∶3.70，草本植物的则为 8.18∶1.82。从数量组成看，乔木的为 8.62∶1.38，灌木的为 8.33∶1.67。根据国家相关标准，城市园林绿化建设中，乡土植物应占 70%以上[16]，公园植物的构成基本符合这一要求，大量乡土树种的运用，彰显了“适地适树”的树种选择原则，也突出了湿地公园的地方特色。

2.2 潘安湖湿地公园植物多样性分析

2.2.1 植物多样性分析 植物多样性是衡量植物景观多样性的重要指标，也是衡量公园植物生态水平的重要标准。潘安湖湿地公园植物多样性分析结果见表 2，可以看出，公园整体的植物多样性指数较高，其中 $Ds=0.928\ 3$，$H=3.340\ 1$；$D=13.692\ 6$，说明公园内植物种类丰富，利于植物群落的稳定和生态功能的发挥。公园植物的均匀度指数 E 较低，为 0.648 8，说明植物组成中优势种占优势，其他种类的植物应用数量少，现场调查统计数据也证实了这一点，公园内乔木中，有的树种数量达到上万株，如水杉和池杉，有的不到 20 株，如灯台树（*Bothrocaryum controversum*）、秤锤树（*Sinojackia xylocarpa*）、枳椇等（*Hovenia acerba*）；灌木和草本植物中，木槿种植数量达到 2 万余株，海桐、金钟等的种植面积均>1 万 m^2，而部分种类植物种植数量<20 株（10 m^2），如金边胡颓子（*Elaeagnus pungens* var. *varlegata*）、迷迭香（*Rosmarinus officinalis*）、桔梗（*Platycodon grandiflorus*）等。

为进一步了解公园内植物分布状况，对公园 7 个主要景区的植物多样性相关指数进行分析并与公园总体情况进行比较，7 个主要景区分别为蝴蝶岛、环湖北路（含池杉林）、环湖东路、哈尼岛、醉花岛、北大堤和澳洲主岛（含枇杷岛）（表 2）。从表 2 看出，在公园 7 个景区中，醉花岛和哈尼岛的 $Ds>0.9$，H 均>3，高于公园平均水平；蝴蝶岛和环湖东路的辛普森指数均<0.6，香农-维纳指数均<2，是多样性指数最低的景区。

澳洲主岛的植物丰富度指数最高，其次是环湖北路（含池杉林）景区，而北大堤和环湖东路景区的植物丰富度较低。究其原因，首先与各景区的功能有关。澳洲主岛和环湖北路（含池杉林）是游客最集中的游览区域，客观上要求丰富的植物景观满足游客游览、科普教育的需要；北大堤和环湖东路的主要功能是交通，植物配置应优先考虑交通需求，植物种类组成不宜太复杂；其次，景区的面积也是导致各景区植物多样性指数不同的重要因素。植物多样性指数较高的澳洲主岛、环湖北路（含池杉林）2 大景区占地面积较大，能够为植物的生长提供足够的空间，北大堤与环湖东路景区的面积小，选用植物的种类、数量均受到一定限制；此外，景区平面形态的不同也对植物多样性造成了影响。澳洲主岛呈面状分布，大面积的区域有利于丰富度高的人工植物群落的形成，而北大堤、环湖东路呈带状分布，又一侧傍水，这就给植物选用带来很多限制条件，影响到景区的植物丰富度。

表 2 潘安湖湿地公园各景区植物多样性比较

Table 2 Comparison of plant species diversity among scenic spots in Panan Lake Wetland Park

景区	植物多样性		D	E
	Ds	H		
蝴蝶岛	0.480 1	1.461 4	5.079 5	0.368 1
环湖东路	0.582	1.721 2	6.601 8	0.395 0
环湖北路（含池杉林）	0.853 4	2.330 8	3.442 7	0.640 7
哈尼岛	0.929 5	3.144 5	5.913 4	0.771 1
醉花岛	0.952 3	3.393 1	5.912 4	0.846 7
北大堤	0.735 6	1.830 1	2.578 2	0.592 0
澳洲主岛	0.764 1	2.181 8	7.421 4	0.487 3
整个公园	0.928 3	3.340 1	13.692 6	0.648 8

植物均匀度指数最高的是醉花岛，其次是哈尼岛，分别为 0.846 7 和 0.771 1，最低的 2 个景区是蝴蝶岛和环湖东路，均匀度指数均<0.4。

综上分析，在公园 7 个景区中，哈尼岛、醉花岛 2 个景区的植物丰富度指数虽然不是最高，但植物多样性指数和植物均匀度指数均居前 2 位，说明这 2 个景区的植物配置较为合理，群落结构的稳定性较高。而澳洲主岛与环湖东路 2 个景区，虽然植物丰富度指数高，但植物多样性指数与均匀度指数都较低，说明这 2 个景区虽然植物种类丰富，但没有考虑不同种类植物数量的均匀度，导致除优势种外，很多植物种类个体数量很少，只是零星分布在景区中，降低了景区植物群落结构的合理性和观赏性，建议增加优势树种以外的其他树种，以更好地发挥植物多样性丰富的优势。蝴蝶岛的植物多样性指数、丰富度指数和均匀度指数均较低，说明该景区植物配置欠合理，需增加植物种类并注意植物种类的均衡使用。

3 结论与讨论

调查分析结果表明，潘安湖湿地公园共有种子植物 97 科 227 属 353 种（含变种），植物种类丰富，水生植物种类相对较少；乔灌草的比例约为 1.24∶1.00∶0.91；木本植物中常绿树种与落叶树种的种类比为 3.36∶6.64，数量比为 5.15∶4.85，总体构成基本合理，常绿乔木应用不足，花灌木应用略显不足；乡土植物与外来植物的种类比为 7.18∶

2.82,以乡土树种为主,利于公园地方特色的体现。

潘安湖湿地公园植物多样性的各项指数均处于较高水平,反映了公园植物多样性较丰富,但不同景区的植物多样性存在一定差异,形成差异的主要原因是景区的功能,此外景区的面积和形状也对其产生了一定影响。功能丰富且观赏功能要求高的景区,需要丰富的植物多样性满足其功能,而较大的面状空间又可为丰富的植物多样性营造有利的空间条件,从这些因素出发,考虑到各景区自身特点,不同景区间植物多样性差异的存在具有一定的合理性。7 大景区中,除醉花岛和哈尼岛外,其他景区的植物均匀度指数相对较低,不利于植物景观的丰富和生态系统的稳定。

在未来的植物景观建设中,应增加水生植物的种类和种植面积,如旱伞草、灯心草、芡实、荸荠、马来眼子菜、伊乐藻等;对于植物均匀度指数较低的景区,应根据功能和景观需求,适当降低部分优势树种如香樟、池杉等的数量和比例,增加优势树种以外的其他树种如中山杉、榉树、灯台树、丁香、大花溲疏、麻叶绣线菊等,在提高均匀度的同时,丰富植物的景观多样性。

参考文献:

[1] 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.
LEI J R,XIN X,SONG X Q,*et al*. Landscape evaluation and structure analysis of plant community in Haikou City parks, based on analytic hierarchy process[J]. Journal of Northwest Forestry University,2016,31(3):262-268. (in Chinese)

[2] 王鹏飞,栗燕,杨秋生. 郑州市公园绿地木本植物物种多样性研究[J]. 中国园林,2009,25(5):84-87.
WANG P F,LI Y,YANG Q S. Study on species diversity of woody plants in park of Zhengzhou City[J]. Chinese Landscape Architecture,2009,25(5):84-87. (in Chinese)

[3] 欧阳子珞,吉文丽,杨梅. 西安城市绿地植物多样性分析[J]. 西北林学院学报,2015,30(2):257-261.
OUYANG Z L,JI W L,YANG M. Plant diversity of urban green spaces in Xi'an[J]. Journal of Northwest Forestry University,2015,30(2):257-261. (in Chinese)

[4] 胡传伟,赵强民,孙冰,等. 珠三角人居绿地木本植物数量特征研究[J]. 生态科学,2017,36(2):76-81.
HU C W,ZHAO Q M,SUN B,*et al*. Study on the quantitative characteristics of cultivated woody plant in the residential area of the Pearl River Delta region[J]. Ecological Science,2017,36(2):76-81. (in Chinese)

[5] 李勇,王毓银,孙昌举,等. 徐州市公园绿地建设[M]. 北京:中国林业出版社,2016:146.

[6] 陈有民. 园林树木学[M]. 修订版. 北京:中国林业出版社,2006:201-720.

[7] 江苏植物研究所. 江苏植物志:上册[M]. 南京:江苏人民出版社,1977:83-413.

[8] 江苏植物研究所. 江苏植物志:下册[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1982:1-910.

[9] 王翔,陈举来,张勤. 江苏省城市园林绿化适生植物[M]. 上海:上海科学技术出版社,2005:9-230.

[10] 朱纯,潘永华,冯毅敏,等. 澳门公园植物多样性调查研究[J]. 中国园林,2009,25(3):83-86.
ZHU C,PAN Y H,FENG Y M,*et al*. Investigation and study of plant diversity of Macao parks[J]. Chinese Landscape Architecture,2009,25(3):83-86. (in Chinese)

[11] 于立忠,于水强,史建伟,等. 不同类型人工阔叶红松林高等植物物种多样性[J]. 生态学杂志,2005,24 (11):1253-1257.
YU L Z,YU S Q,SHI J W,*et al*. Higher plants species diversity in different types of artificial broad-leaved Korean pine forests[J]. Chinese Journal of Ecology,2005,24 (11):1253-1257. (in Chinese)

[12] 唐强,闫红伟,赵彦博,等. 西安镇道路绿地植物多样性分析[J]. 西北林学院学报,2012,27(2):226-229.
TANG Q,YAN H W,ZHAO Y B,*et al*. Analyses of plant diversity of road green space in Xi'an Township [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2012, 27 (2): 226-229. (in Chinese)

[13] 史琰,金荷仙,包志毅,等. 中国城市建成区乔木结构特征[J]. 中国园林,2016,32(6):77-82.
SHI Y,JIN H X,BAO Z Y,*et al*. Tree structure characteristics of urban built-up area in China[J]. Chinese Landscape Architecture,2016,32(6):77-82. (in Chinese)

[14] 梁珍海,秦飞,季永华,等. 徐州市植物多样性调查与多样性保护规划[M]. 南京:江苏科学技术出版社,2013:128-131.

[15] 杨瑞卿,陈宇. 城市绿地系统规划[M]. 重庆:重庆大学出版社,2010:112-113.

[16] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市园林绿化评价标准:GB/T50563-2010[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2010:21.