

安康城市绿地乔木物种组成及多样性调查

张淑兰^{1,2}, 景张欣¹, 王 丽^{1,2}, 王亚萍^{1,2}, 韩 勇^{1,2}

1. 安康学院旅游与资源环境学院, 安康 725000;
2. 安康学院陕西省科协院士专家工作站, 安康 725000)

摘要: 城市绿地物种组成及多样性保护, 对城市生态环境建设及维持其生态系统服务功能具有重要意义。文章对安康市公园、广场和附属绿地中8个代表性城市绿地的乔木物种进行调查, 统计和分析了主要城市绿地的树种组成、重要值及多样性。结果表明: 安康市城市绿地乔木共40科77属100种, 以香樟、紫薇、桂花为优势树种, 且具有较高的重要值; 各城市绿地相似性系数为0.26~0.54; 从调查样地看, 以校园绿地(A6和A7)乔木物种多样性最高, 安康大道(A8)则最低, 其他居中; 但从绿地类型看, Margalef丰富度指数为附属绿地(9.19)>公园绿地(7.15)>广场用地(6.24); Shannon-Wiener指数为公园绿地(3.24)>附属绿地(3.13)>广场用地(3.04); Simpson指数和Pielou均匀度指数均为公园绿地(0.79)>广场用地(0.78)>附属绿地(0.70)。

关键词: 安康市; 城市绿地; 园林树木; 物种多样性

中图分类号: X176

文献标志码: A

DOI: 10.16803/j.cnki.issn.1004-6216.202209005

Investigation on species composition and diversity of trees of urban green space in Ankang

ZHANG Shulan^{1,2}, JING Zhangxin¹, WANG Li^{1,2}, WANG Yaping^{1,2}, HAN Yong^{1,2}

1. School of Tourism, Resources and Environment, Ankang University, Ankang 725000, China;
2. Academician and Expert Workstation of Shaanxi Association for Science and Technology, Ankang University, Ankang 725000, China)

Abstract: The species composition and diversity protection of urban green space are of great significance to the construction of urban ecological environment and the maintenance of its ecosystem services. The species of trees in 8 representative urban green spaces including parks, squares, and affiliated green spaces of Ankang city were investigated, and the composition, importance value, and diversity of tree species in main urban green spaces were statistically analyzed. The results showed that there were 100 species of trees belonging to 77 genera and 40 families in the urban green space of Ankang. Camphor, cracermlyrtle, and osmanthus fragrans were the dominant species with high importance values. The similarity coefficient of the urban green space ranged from 0.26 to 0.54. According to the survey sites, the species diversity of trees was highest in campus green space (A6 and A7), lowest in Ankang Avenue (A8), and middle in other areas. However, in terms of green space types, the Margalef richness index was subordinate green space (9.19) > park green space (7.15) > square land (6.24). Shannon-wiener index was followed as park green space (3.24) > subordinate green space (3.13) > square land (3.04). Simpson index and Pielou evenness index were as follows: green space in the park (0.79) > square land (0.78) > subordinate green space (0.70).

Keywords: Ankang; urban green space; garden trees; species diversity

CLC number: X176

随着城市生态文明的快速推进, 城市绿地建设和改善越来越受到人们的关注, 特别是城市生物多样性保护和水平已成为城市生态环境建设的一个重要内容和指标^[1-2]。生物多样性是城市景观多样性的前提, 是城市绿地系统生态功能的基础, 也是

衡量城市生态园林构建水平的一个重要标志^[3]; 不仅提供人们观赏、休闲和舒适的场所, 而且也提供了更多的生态功能服务^[4]。MEGHAN et al^[5]研究美国加州洛杉矶城市植物多样性发现栽培物种大大增加了区域植物多样性; 雷金睿等^[2]对海口城市

收稿日期: 2022-09-29 录用日期: 2022-11-04

基金项目: 陕西省科技厅青年项目(2021JQ-835); 安康市科技局的项目(AK2021-RK-07); 安康学院陕西省科协院士专家工作站项目(2021AYKFKT05)

作者简介: 张淑兰(1980—), 女, 博士、副教授。研究方向: 森林生态学。E-mail: zhangshulan1980@163.com

引用格式: 张淑兰, 景张欣, 王 丽, 等. 安康城市绿地乔木物种组成及多样性调查[J]. 环境保护科学, 2023, 49(4): 134-139.

公园植物多样性的研究发现,生境差异性和人为干扰是产生城市植物多样性差异的重要因素;李竹英等^[6]调查玉溪城市绿地发现物种多样性指数依次为公园>校园>广场;宋晓晓等^[7]对伊宁市园林植物组成调查分析发现多样性指数依次为乔木>灌木>草本。因此,虽然城市绿地规划建设受人为活动影响较大,但是其物种组成、多样性变化及生态功能服务存在一定的自然规律,其相关研究结果可为城市园林规划建设中群落景观结构形成、生态效益发挥等提供重要的参考。

安康市是秦巴地区重要的生态文明园林城市,适宜生长的乔木种类多样。在共同构建人与自然生命共同体的时代新命题之下,安康市要建设西北生态经济强市,要面临秦巴生物多样性生态功能区、南水北调中线工程重要水源涵养区“两区”叠加的独特市情,做好生物多样性保护工作至关重要,对提升本市绿地系统生态效益、合理规划建设和管理城市园林绿地具有重要的意义。本研究以安康市具有代表性的8个城市绿地为调查对象,调查了不同绿地类型下乔木物种组成、重要值,分析了公园、广场和附属绿地的乔木物种多样性的差异,为安康市园林景观设计 and 改造提供科学依据。

1 研究区域概况

安康市位于陕西省东南部(31°42'~33°49'N, 108°01'~110°01'E),北依秦岭,南靠巴山,汉水横贯东西,河谷盆地居中。陆地面积23 391 km²,市区建成区面积11.3 km²。该区域由东西走向的秦岭地槽褶皱带和西北走向的大巴山弧形褶皱带复合交接组成,具有南北衔接、东西过渡的特点。市区以汉江为界分为江南和江北两大区域,江南主城区(汉滨区)人口密度大,绿地面积覆盖有限;江北高新区人口密度较小,公园和道路绿植建设较多。属北亚热带大陆性季风气候,气候湿润温和,四季分明,雨量充沛,无霜期长;年均温15~17℃,1月均温3~4℃(极端低温-16.4℃);7月均温22~26℃(极端高温42.6℃);年平均降水量1 050 mm;形成了冬季寒冷少雨,夏季多雨多有伏旱,春暖干燥,秋凉湿润并多连阴雨的气候特点。该区植被属北亚热带常绿阔叶林区域,是南北生物交汇过渡地带及西北多样性植物资源富集区,植物区系类群复杂,种类繁多,广泛分布着杨树、柳树、雪松和侧柏等温

带植物以及柑橘、柚子、枇杷、桂花、栀子、夹竹桃和芭蕉等亚热带植物。

2 研究方法

2.1 调查方法

选取安康城区具有代表性的8个城市绿地进行调查,包括公园、广场、学校和主要干道,调查面积122.9 hm²,见表1。调查乔木定义为高度≥2 m 树木,详细记录树木种类、数量、胸径和冠幅等,其中胸径和冠幅的测量随机选取为同一树种的乔木5~10株,计算每个公园中不同树种胸径和冠幅的平均值。

表1 调查样地概况
Table 1 General situation of the Survey site

编号	名称	绿地类别	建成时间/a	面积/hm ²
A1	高新区北辰公园	公园绿地	2013	20.8
A2	兴安公园	公园绿地	1993	7.9
A3	秦巴生态文化公园	公园绿地	2013	18.8
A4	亲水广场 (西城阁至汉江大桥)	广场绿地	2009	6.0
A5	金州广场	广场绿地	2003	8.0
A6	安康学院江北校区	附属绿地	2012	37.2
A7	安康学院江南校区	附属绿地	2006	17.4
A8	安康大道 (国土大厦至公安大厦)	附属绿地	2009	6.8

2.2 多样性指标计算

2.2.1 重要值的计算 相关计算,见式(1~3)^[6]:

$$\text{重要值}(IV) = [\text{相对多度}(RA) + \text{相对显著度}(RD)]/2 \quad (1)$$

$$\text{相对多度}(RA) = (\text{某一物种的个体数} / \text{所有物种的个体总数}) \times 100 \quad (2)$$

$$\text{相对显著度}(RD) = (\text{某一物种胸高断面积} / \text{所有物种胸高断面积}) \times 100 \quad (3)$$

2.2.2 城市绿地相似性的计算 利用Jaccard相似性系数^[2]计算城市绿地样地间的相似性,见式(4):

$$C_j = \frac{j}{a+b-j} \quad (4)$$

式中: j 为2个绿地共有的树种; a 、 b 分别为各绿地所包含的树种。

2.2.3 多样性指数的计算 Margalef指数(R)、Shannon-Wiener指数(H)、Simpson指数(D)和

Pielou 均匀度指数(J)的计算, 见式(5~8):

$$R = (S - 1) / \ln N \quad (5)$$

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i, \text{ 其中 } P_i = \frac{n_i}{N} \quad (6)$$

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \quad (7)$$

$$J = \frac{H}{\ln S} \quad (8)$$

式中: S 为选取区域内某一绿地中的树种数; n_i 为第 i 种树种的个体数; N 为所有物种的个体总数^[1-2]。

2.2.4 优势度指数 相关计算见式(9):

$$C = \sum_{i=1}^S \left(\frac{IV_i}{IV_t} \right)^2 \quad (9)$$

式中, IV_i 为某个种的重要值, IV_t 为全部种的重要值^[6]。

3 结果与分析

3.1 乔木物种组成

8 个样地中共有乔木 40 科 77 属 100 种, 其中裸子植物 6 科 12 属 13 种, 被子植物 34 科 65 属 87 种; 常绿乔木 37 种, 落叶乔木 62 种, 半常绿乔木 1 种; 其中, 44% 的物种是南方物种, 如香樟、桂花、含笑和苏铁等, 而 56% 的物种为北方常见物种, 如雪松、垂柳、二球悬铃木、侧柏、银杏和栎树等。以单属单种的科较多, 共 22 个, 占有科的 55%。种数 ≥ 3 的科有蔷薇科 (*Rosaceae*)、豆科 (*Leguminosae*)、木兰科 (*Magnoliaceae*)、木犀科 (*Oleaceae*)、槭树科 (*Oleaceae*)、杨柳科 (*Salicaceae*)、芸香科 (*Rutaceae*)、樟科 (*Rutaceae*)、棕榈科 (*Palmae*)、榆科 (*Ulmaceae*)、柏科 (*Cupressaceae*) 和松科 (*Pinaceae*), 其中蔷薇科的种数最多 (9 属 14 种), 见表 2。

3.2 乔木物种重要值及优势树种

各样地中重要值排在前 8 的树种, 共 25 种, 且其重要值之和均 > 56 。其中, 桂花在各样地中均存在, 具有较高的重要值; 除金州广场 (A5) 以外, 香樟在其他样地中均存在且重要值均最高; 紫薇虽不是每个样地均存在, 但其各样地内重要值仅次于香樟和桂花。因此, 可明显看出桂花、香樟和紫薇是安康市城市绿地中的优势乔木树种, 同时在公园绿地、广场绿地和附属绿地也能分别看出垂柳、荷花

玉兰和二球悬铃木也具有一定的优势。从优势度指数看, 其大小顺序依次为安康大道 (A8) > 秦巴生态文化公园 (A3) > 高新区北辰公园 (A1) > 亲水广场 (A4) > 安康学院江南校区 (A7) > 金州广场 (A5) > 安康学院江北校区 (A6) > 兴安公园 (A2), 见表 3。

表 2 安康市主要城市绿地乔木物种组成
Table 2 Species composition of trees among main urban green spaces in Ankang City

科名	属数 (种数) / 个	科名	属数 (种数) / 个
柏科 Cupressaceae	2 (3)	蔷薇科 Rosaceae	9 (14)
大风子科 Flacourtiaceae	1 (1)	忍冬科 Caprifoliaceae	1 (1)
大戟科 Euphorbiaceae	2 (2)	桑科 Moraceae	2 (2)
冬青科 Aquifoliaceae	1 (1)	杉科 Taxodiaceae	2 (2)
豆科 Leguminosae	4 (7)	石榴科 Punicaceae	1 (1)
杜英科 Elaeocarpaceae	1 (1)	柿科 Ebenaceae	1 (1)
杜仲科 Eucommiaceae	1 (1)	鼠李科 Rhamnaceae	2 (2)
胡桃科 Leguminosae	1 (1)	松科 Pinaceae	3 (3)
锦葵科 Malvaceae	1 (1)	苏铁科 Cycadaceae	1 (1)
壳斗科 Fagaceae	1 (1)	桃金娘科 Myrtaceae	1 (1)
苦木科 Simaroubaceae	1 (1)	无患子科 Sapindaceae	2 (2)
楝科 Meliaceae	2 (2)	梧桐科 Sterculiaceae	1 (1)
罗汉松科 Podocarpaceae	1 (1)	悬铃木科 Platanaceae	1 (1)
木兰科 Magnoliaceae	4 (7)	杨柳科 Salicaceae	2 (4)
木犀科 Oleaceae	4 (5)	杨梅科 Myricaceae	1 (1)
七叶树科 Hippocastanaceae	1 (1)	银杏科 Ginkgoaceae	1 (1)
漆树科 Anacardiaceae	1 (1)	榆科 Ulmaceae	4 (4)
槭树科 Oleaceae	1 (6)	芸香科 Rutaceae	3 (4)
千屈菜科 Lythraceae	1 (1)	樟科 Lauraceae	3 (5)
柃柳科 Tamaricaceae	1 (1)	棕榈科 Palmae	4 (4)

3.3 不同城市绿地相似性

利用 Jaccard 指数比较了 8 个城市绿地的相似性, 见表 4。各样地间 Jaccard 指数在 0.26 ~ 0.54 之

间,公园绿地之间(A1、A2、A3)相似性最高,广场绿地(A4、A5)次之,附属绿地相似性最低。其中,亲水广场(A4)与安康学院江南校区(A7)相似性系数最高,这可能与二者建成时间相近,在绿地乔木群落选种与种植上有极高的相似性;其次,安康学院江南校区(A7)和安康大道(A8)相似性最低,二

者虽都属于附属绿地,但安康大道(A8)选取街道绿化树种时主要应用树干通直、树木荫浓、适应能力强、易成活和管理简便的树种,安康学院江南校区(A7)选取学校绿化树种时则主要选栽一些庭荫树、园景树以及观花观果的树种,因此造成了这2个样地间相似性极低。

表3 安康市城市绿地树木重要值

Table 3 Important value of trees in urban green spaces of Ankang City

物种名	样地编号							
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
香樟 <i>Cinnamomum camphora</i> .	29.15	11.15	31.89	10.55	—	14.96	14.96	40.57
垂柳 <i>Salixbabylonica</i> Linn.	—	4.58	13.65	6.71	—	5.29	—	—
雪松 <i>Cedrus deodara</i> (Roxb.) G.Don.	—	—	8.79	—	6.32	4.62	6.22	—
朴树 <i>Celtis sinensis</i> Pers.	—	—	7.34	—	11.07	—	—	—
荷花玉兰 <i>Magnolia grandiflora</i> .	4.94	—	4.15	—	12.27	—	—	—
紫叶李 <i>Prunus cerasifera</i> .	4.70	—	3.95	4.11	—	6.83	—	—
紫叶碧桃 <i>Amygdalus persica f.duplex</i> .	—	—	3.46	—	—	—	—	—
桂花 <i>Osmanthus fragrans</i> .	12.80	9.20	3.38	9.59	11.99	9.04	7.29	2.55
皂荚 <i>Gleditsia sinensis</i> Lam.	7.67	—	—	—	—	—	—	—
丝葵 <i>Coccothrinax crinite</i> .	6.49	—	—	—	—	—	—	—
小叶栎楠 <i>Phoebe microphylla</i> H. W. Li.	4.10	—	—	—	—	—	—	—
海枣 <i>Phoenix dactylifera</i> .	3.20	5.90	—	5.24	—	—	7.37	—
紫薇 <i>Lagerstroemia indica</i> .	—	7.54	—	20.08	—	6.91	—	23.32
樱花 <i>Cerasus sp.</i>	—	7.51	—	11.67	6.80	6.47	—	3.14
银杏 <i>Ginkgo biloba</i> .	—	6.77	—	—	7.58	8.66	—	—
玉兰 <i>Magnolia denudate</i> Desr.	—	4.06	—	3.67	6.80	—	—	—
深山含笑 <i>Michelia maudiae</i> Dunn.	—	—	—	—	4.99	—	—	—
二球悬铃木 <i>Platanus acerifolia</i> Willd.	—	—	—	—	—	—	12.93	—
侧柏 <i>Platycladus orientalis</i> (L.)Franco	—	—	—	—	—	—	10.18	—
苏铁 <i>Cycas revoluta</i> Thunb.	—	—	—	—	—	—	5.05	—
杨树 <i>Populus</i> L.	—	—	—	—	—	—	4.73	—
石楠 <i>Photinia serrulata</i> Lindl.	—	—	—	—	—	—	—	10.66
天竺桂 <i>Cinnamomum japonicum</i> Sieb.	—	—	—	—	—	—	—	4.09
白皮松 <i>Pinus bungeana</i> Zucc.	—	—	—	—	—	—	—	3.28
栎树 <i>Koelreuteria paniculata</i> .	—	—	—	—	—	—	—	2.47
重要值总和IV	73.05	56.71	76.61	71.62	67.83	62.79	68.72	90.08
优势度指数C	0.119	0.044	0.139	0.085	0.063	0.057	0.071	0.235

注:“—”,表示没有此树种。

表 4 安康市城市绿地树木相似性

Table 4 Similarity of trees among urban green spaces in Ankang City

样地编号	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
A2	0.52						
A3	0.53	0.41					
A4	0.36	0.48	0.36				
A5	0.47	0.49	0.40	0.40			
A6	0.35	0.52	0.38	0.40	0.31		
A7	0.32	0.46	0.34	0.54	0.33	0.45	
A8	0.39	0.29	0.36	0.27	0.41	0.31	0.26

3.4 乔木物种多样性

安康市城市绿地乔木物种多样性情况,见表 5。从乔木种数和个体数来看,安康学院江北校区(A6)物种数和个体数量均最多(80 种 5 537 株);而安康大道物种数最少(25 种),但个体数量较多(3 932 株)。Margalef 丰富度指数从大到小依次是 A6>A2>A7>A4>A1>A3>A5>A8, Shannon-Wiener 指数从大到小依次排列为 A6>A2>A7>A1>A5>A4、

A3>A8; Simpson 指数从大到小依次为 A7、A3>A4>A6>A2>A1、A5>A8。由此可见,安康学院校园绿地的乔木群落多样性最高,安康大道的多样性最低。Pielou 均匀度指数看出金州广场 A5(0.85)和兴安公园 A2(0.83)的均匀度指数较高,其植物分布均匀且冠幅较大,具有较好的遮阴效果,能够为该绿地周边的居民提供较好的生态环境和休闲娱乐场所;除安康大道 A8 外,安康市其余绿地的均匀度指数均大于 0.70,说明该市公园、校园和广场绿地的群落稳定性好、物种分布较均匀。

从 3 种不同绿地类型来看(表 5),附属绿地物种数和个体数量最多(86 种 10 398 株),公园绿地次之(60 种 3 822 株),广场用地最少(50 种 2 581 株);Margalef 丰富度指数按大小顺序依次为附属绿地(9.19)>公园绿地(7.15)>广场用地(6.24);Shannon-Wiener 为公园绿地(3.24)>附属绿地(3.13)>广场用地(3.04);Simpson 指数为公园绿地(0.94)>广场用地(0.93)>附属绿地(0.92)。Pielou 均匀度指数为公园绿地(0.79)>广场用地(0.78)>附属绿地(0.70)。

表 5 安康市城市绿地树木多样性

Table 5 Trees diversity among urban green spaces in Ankang City

样地类型	编号	种数	个体数	Margalef 指数	Shannon-Wiener 指数	Simpson 指数	Pielou 均匀度指数
公园绿地	A1	36	1 265	4.90	2.80	0.90	0.78
	A2	46	1 040	6.48	3.19	0.91	0.83
	A3	26	1 517	4.78	2.79	0.94	0.78
	汇总	60	3 822	7.15	3.24	0.94	0.79
广场用地	A4	40	1 553	5.31	2.79	0.93	0.76
	A5	30	1 028	4.18	2.89	0.90	0.85
	汇总	50	2 581	6.24	3.04	0.93	0.78
附属绿地	A6	80	5 537	9.17	3.27	0.92	0.75
	A7	43	929	6.15	2.96	0.94	0.79
	A8	25	3 932	2.90	1.98	0.78	0.61
	汇总	86	10 398	9.19	3.13	0.92	0.70

4 讨论

安康市位于南北气候过渡带,虽然属北亚热带气候,但兼有南北方不同的物种,从排在前 8 的物种重要值看,有 44% 的物种是南方物种,而 56% 的物种为北方常见物种,因此安康市在园林建设方面

可选择的乔木物种较多,有利于其城市景观的提升。另外,科属组成分析发现,安康市以蔷薇科、豆科、木兰科和木犀科的物种较多,这与邻近的西安^[8]、重庆^[9]两市的调查均有相似性。

城市林业的发展是一个城市生态环境和建设的重要方面,这使得乔木成为各城市植被景观的主

要建群种。安康市地处生物物种非常丰富的秦巴山区,与秦岭北坡的西安市^[8]相比,乔木物种丰富度明显较高;而与位于南亚热带重庆^[9]、广州^[1]等地方相比,其物种丰富度却明显偏低。从物种重要值看,安康市具有一定的优势乔木物种,8个城市绿地中重要值前8的树种有25种;其中桂花在所有绿地中均可见且具有一定优势,香樟和紫薇分别具有较高地重要值,是代表城市精神文化的市树和市花;这些重要值较大、特色明显的乔木树种在邻近的西安和重庆两地均未见其有明显优势,可见安康市在绿地规划中具有乡土特征,建设中注重了基调树种、骨干树种及乡土特色,基本形成了重点突出、色彩丰富、景观安全有序的绿地景观。然而,各调查绿地的相似性比较发现,公园绿地的相似性较高,说明公园绿地在规划中乔木物种选择较为单一,这不利于该市景观多样性的形成,特别是调查中发现如黄连木、乌桕、珙桐、七叶树和红豆杉等乡土乔木物种栽植较少。因此,在今后的园林景观建设中应尽可能打造不同的景观模式,发挥安康市特色乡土树种优势,进一步提升城市园林的物种多样性,充分发挥城市绿地的美学价值和生态服务功能。

从不同绿地类型的 Shannon-Wiener 指数的平均水平看,与国内其他城市相比,安康要优于西安、佛山、南宁、保定和南宁等城市^[8,10-13],但不及广州、深圳、玉溪、伊宁和重庆等城市^[1,3,6-7,14],由此可见,安康城市绿地的乔木物种多样性属于中等水平;同时,安康市城市绿地中高校校园的乔木物种多样性略高于各公园绿地和广场绿地,这与李竹英等^[6]等调查玉溪城市绿地发现物种多样性指数依次为公园>校园>广场有所不同,说明该市公园绿地乔木物种多样性有待进一步提高。研究只选择了乔木物种进行了调查,从研究结果看虽然能够反映安康市在城市规划中对物种的选择利用及群落优势种的形成,但群落景观的形成除了乔木物种以外还有较多的灌木和草本,有关本市乔、灌和草的层次多样性及功能调查将有待进一步调查分析。

5 结论

安康市主要城市绿地内共有乔木 40 科 77 属 100 种,其中以蔷薇科、豆科、木兰科和槭树科等树

种较为丰富;共有 25 种主要的绿化乔木树种,其中桂花、香樟和紫薇在城市绿地中的重要值较高,属优势树种。各城市绿地之间相似指数为 0.26~0.54,公园绿地之间相似性最高,广场绿地之间次之,附属绿地之间相似性最低。除 Margalef 丰富度指数外,Shannon-Wiener 指数、Simpson 指数和 Pielou 均匀度指数均以公园绿地最高,而广场绿地和附属绿地均略低;该市公园、校园和广场绿地的群落稳定性好、物种分布均匀,以附属绿地校园的乔木物种多样性最高,而道路两旁乔木物种多样性最低。

参考文献

- [1] 陈雷,孙冰,谭广文,等.广州公园植物群落物种组成及多样性研究[J].生态科学,2015,34(5):38-44.
- [2] 雷金睿,宋希强,何荣晓.滨海城市公园植物物种多样性比较——以海口市为例[J].生态学杂志,2016,35(1):118-124.
- [3] 李明娟,赵娟娟,江南,等.深圳近海公园植物群落结构特征及其与景观格局的相关性[J].生态学报,2021,41(22):8732-8745.
- [4] 李明娟,赵娟娟,刘时彦,等.山地城市公园植物群落功能多样性与物种多样性研究——以重庆市主城区为例[J].中国园林,2021,37(2):124-129.
- [5] AVOLIO M, PATAKI D E, JENERETTE G D, et al. Urban plant diversity in Los Angeles, California: Species and functional type turnover in cultivated landscapes[J]. *Plants, People, Planet*, 2020, 2(2): 144-156.
- [6] 李竹英,姜跃丽,王蓉,等.玉溪城市绿地园林树木多样性调查研究[J].中国农学通报,2010,26(16):229-233.
- [7] 宋晓晓,崔宏亮,魏仲鹏,等.伊宁市园林植物种类组成与物种多样性调查研究[J].安徽农业科学,2020,48(16):116-118.
- [8] 欧阳子璐,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.
- [9] 刘时彦.重庆市主城建成区主要绿地的植物种类构成及其与人为环境条件的关系[D].重庆:西南大学,2020.
- [10] 钟惠红,李洪斌,周贱平,等.佛山市区城市绿地植物物种多样性研究[J].佛山科学技术学院学报(自然科学版),2006(3):64-68.
- [11] 石孟春,和太平,招礼军.南宁市城市园林绿地系统植物多样性调查分析[J].广西科学院学报,2008(2):130-133,137.
- [12] 曹立颜,张宇,盖力岩,等.保定市城市绿地植物多样性研究[J].河北林果研究,2009,24(1):95-99.
- [13] 许永生,吴丽军.西宁市城市绿地园林植物多样性及应用情况调查[J].湖北农业科学,2018,57(22):80-85.
- [14] 胡兵,韦品祥,方文,等.重庆市主城区城市绿地木本植物群落结构和植物多样性分析[J].北方园艺,2013(1):72-75.