

合肥市城市公园陆生植物物种的组成分析

柳小春¹, 李国亮², 潘铭心¹, 綦顺英¹, 张震^{1*}

(1. 安徽农业大学资源与环境学院, 合肥 230036; 2. 蚌埠市圻润环境工程科技有限公司, 蚌埠 233000)

摘要: 为了解合肥市城市公园植物群落物种组成现状, 通过样方法对合肥市包河公园、银河公园、杏花公园和古逍遥津 4 个城市公园的园林陆生植物进行了植物多样性分析。研究结果表明: (1) 合肥市城市公园中共有园林植物 70 科 140 属 152 种, 其中蔷薇科、禾本科、菊科等在合肥市公园应用较多; 在属的地理分布类型上, 合肥市园林植物以温带地理分布为主, 温带性分布 77 属, 占总属数的 55%。(2) 乔、灌、草植物种类比约为 1:0.67:1.22。乔木层中常绿和落叶比约为 1:1.75, 灌木层中常绿和落叶比约为 1:0.68, 草本层中一、二年生草本与多年生草本比为 1:2.05; 乔木层优势种依次为棕榈 (*Trachycarpus fortunei*)、香樟 (*Cinnamomum camphora*)、女贞 (*Ligustrum lucidum*)、桂花 (*Osmanthus fragrans*) 等, 灌木层优势种为十大功劳 (*Mahonia fortunei*) 和锦绣杜鹃 (*Rhododendron pulchrum*), 草本层优势种为沿阶草 (*Ophiopogon bodinieri*)。(3) 合肥市园林植物中共发现外来植物 22 科 39 属 40 种, 入侵植物 13 科 26 属 27 种, 其中入侵菊科植物最多 (7 种), 其次为禾本科 (5 种)。(4) 合肥市公园物种丰富度表现为草本层>乔木层>灌木层, Simpson 多样性指数、Shannon-Wiener 多样性指数和 Pielou 均匀度指数表现为乔木层>灌木层>草本层的分布规律。该研究可为合肥城市公园植物选择及群落结构优化提供理论依据。

关键词: 城市公园; 植物多样性; 区系分布; 外来植物

中图分类号: S731.2

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2021)06-0923-11

Analysis on species composition of terrestrial plants in Hefei city parks

LIU Xiaochun¹, LI Guoliang², PAN Mingxin¹, QI Shunying¹, ZHANG Zhen¹

(1. School of Resources and Environment, Anhui Agricultural University, Hefei 230036;

2. Bengbu Qirun Environmental Engineering Technology Co. Ltd., Bengbu 233000)

Abstract: In order to understand the status quo of plant community species composition in Hefei parks, the plant diversity of terrestrial plants in four urban parks, including Baohe Park, Yinhe Park, Xinghua Park and Guxiaoyaojin Park, was analyzed by sampling method. The results showed that: (1) There were 152 species, 140 genera and 70 families of garden plants, among which, Rosaceae, Gramineae, Compositae and so on were used more in Hefei parks. In terms of the geographical distribution type of the genus, the garden plants in Hefei were mainly distributed in the temperate zone with 77 genera, accounting for 55% of the total number of genera. (2) The species ratio of arbor, shrub and grass was about 1:0.67:1.22. The ratio of evergreen to deciduous was 1:1.75 in the tree layer and 1:0.68 in the shrub layer, and the ratio of annual and biennial to perennial was 1:2.05 in the herb layer. The dominant species in the tree layer were *Trachycarpus fortunei*, *Cinnamomum camphora*, *Ligustrum lucidum*, *Osmanthus fragrans*, etc., and the dominant species in shrub layer were *Mahonia fortunei* and *Rhododendron pulchrum*, while the dominant species in herb layer was *Ophiopogon bodinieri*. (3) A total of 40 species of exotic plants were found in 39 genera, 22 families and 27 species of invasive plants were found in 26 genera, 13 families, among which, the most invasive plants were Compositae (7 species), followed by Gramineae (5 species). (4) The species richness of Hefei park was herb layer>arbor layer>shrub layer, and the Simpson diversity index, Shannon-Wiener diversity index and Pielou evenness index were expressed as the tree layer>shrub layer>herb layer. This study can provide a theoretical basis for plant selection and community structure optimization in Hefei city parks.

Key words: urban park; plant diversity; flora distribution; exotic plants

收稿日期: 2021-02-07

基金项目: 国家自然科学基金 (31772235) 和国家重点研发计划 (2017YFD0200604) 共同资助。

作者简介: 柳小春, 硕士研究生。E-mail: 2409157298@qq.com

* 通信作者: 张震, 博士, 教授。E-mail: xjzhangzhen@163.com

植物物种组成是城市绿地生态系统的基础,对城市生态和景观功能的稳定性具有重要作用,是城市绿化发展水平的重要标志^[1]。合理的城市植物群落是城市经济绿色空间系统形成稳定、多级别和可持续发展的基础,因此研究公园植物群落物种组成对保持城市公园的可持续发展和绿化景观营建具有重要的意义。

国外对城市公园植物群落开展了相关研究^[2],阐明了维持公园植物种类多样性的机制^[3]、植物种类多样性影响因素^[4]、植物多样性和植物群落结构与功能关系^[5-6]等相关科学问题。国内对城市公园植物群落多样性的研究始于20世纪50年代,研究方向主要是多样性的特性^[7]、多样性的研究方法^[8]以及影响物种多样性的因素等^[9-11]。吴良早等^[12]对昆明市绿地植物组成开展了研究,共发现维管植物143科448属716种,其中被子植物129科419属663种,这与云南省复杂的地理环境密切相关。郑爱芬^[13]发现青岛公园绿地植物中木本植物52科32属161种,优势科柏科(Cupressaceae)、蔷薇科(Rosaceae)、木犀科(Oleaceae)、豆科(Fabaceae)等,黑松(*Pinus thunbergii*)、刺槐(*Robina pseudo-acacia*)、朴树(*Celtis sinensis*)等植物应用最广。宋香静等^[14]调查渤海湿地草本群落,发现草本植物23科62属83种,植物多为世界分布和泛热带分布性植物。刘高慧等^[15]研究不同绿地类型与城市化梯度之间的关系,发现乔灌木层植物物种多样性随着城市化梯度的递增呈现出先下降后上升的趋势,而草本植物多样性变化不明显。

目前,合肥市正在积极创建生态园林城市,大力发展公园建设。作者以合肥城市公园陆生植物群落为研究对象,通过实地调查,研究陆生植物物种组成、区系分布和来源构成,以期今后合肥市城市公园群落结构优化及植物配置提供理论依据,为科学营建和管理城市绿地提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

合肥市位于江淮丘陵,117°11'~117°22' E,31°48'~31°58' N;属亚热带湿润性季风气候,四季分明,气候温和、雨量适中,年平均气温15.7℃,夏季极端气温41℃,冬季极端气温-20.6℃。相对湿度76%,多年平均降水量1000mm左右,雨量主要集中在5—6月的梅雨季节^[16]。

1.2 研究方法

1.2.1 样地设置 于2019年8—9月对合肥市主城

区包河公园、银河公园、杏花公园和古逍遥津进行调查统计。参考刘统高^[17]调查采用的样方法,以各公园中心点向外扩展,共选取80块典型植物群落样地进行调查(图1)。

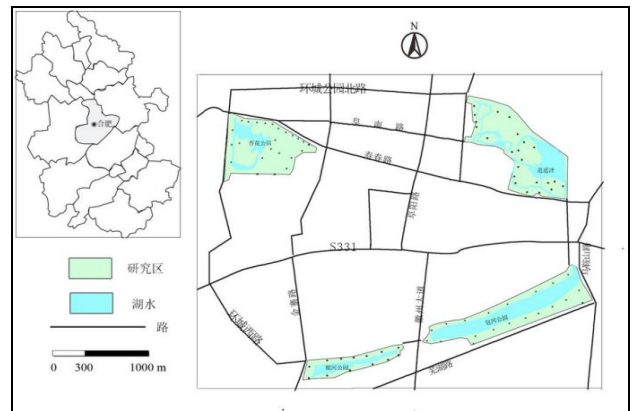


图1 调查公园及群落样地图

Figure 1 Survey parks and community map

1.2.2 园林植物多样性调查 植物群落调查^[17]时,主要记录如下。

(1) 乔木层(胸径>3cm起测)记录项目有:植物种名、株数、胸径、冠幅、树高和盖度,其中胸径用胸径尺测量,高度用测高仪测,盖度用目测法估计。

(2) 灌木层树种(胸径<3cm的乔木幼苗)记录种名、株丛数、冠幅、高度、盖度等。

(3) 草本植物记录种名,株数/株丛,高度,盖度和频度。

1.2.3 植物科型分类 参照刘统高^[17]的方法,根据科所含种数数量对科型进行分类,划分出较大型科(10~19种)、中型科(4~9种)、小型科(2~3种)和单种科(1种)4个等级。

1.2.4 外来植物确定 依据《中国植物志》、《中国外来入侵物种编目》和《中国外来入侵种》等有关文献^[18-21]分析确认调查公园外来入侵植物名录。

1.2.5 植物属区系成分划分 每种植物都有自己的地理分布,不同植物的分布地域可以相互交叉或相互叠加,而植物一般生长在适宜的栖息地,根据环境的变化,植物会发生相应的位移改变,扩张或缩小范围来适应环境的变化。植物属相比较科可以更具具体地反映植物的区系特征^[17]。根据《中国植物志》和吴征镒^[23-24]植物区系分析方法,以植物属的地理分布区为主要依据,统计调查区植物的地理成分。

1.2.6 定量计算公式 (1) 重要值^[16]。

乔木层重要值(IV)=(相对多度+相对频度+相对显著度)/3

灌木层重要值 (IV) = (相对频度+相对多度) / 2

草本层重要值 (IV) = (相对频度+相对盖度) / 2

相对频度=该种的频度/所有种的频度

相对多度=某种植物个体数/全部植物个体数

相对盖度=某个植物种的分盖度/全部种的总盖度

相对显著度=样方中该种个体胸断面积和/样方中全部个体胸断面积总和

(2) 物种多样性指数^[13]。

物种丰富度指数: $R = S$;

Shannon-Wiener 指数 (H):

$$H' = -\sum_{i=1}^n p_i \ln p_i;$$

Pielou 均匀度指数(E): $E = \frac{H'}{\ln N}$;

Simpson 指数(D): $D = 1 - \sum_{i=1}^n (p_i)^2$

式中: S 为物种数; P_i 为属于种 i 的个体数与总个体数的比例, N 为总个体。

1.2.7 数据处理 利用 Microsoft Excel 2010 对调查区内乔灌草层植物进行处理并统计归类, 采用 SPSS 22.0 对各公园植物多样性进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 公园植物群落物种组成特征

由表 1 可知, 合肥市调查区域内共有植物 70 科 140 属 152 种, 其中蕨类植物 1 科 1 属 1 种, 裸子植物 4 科 7 属 8 种, 被子植物 65 科 132 属 143 种, 合肥市调查公园植物种类以被子植物为主, 约占调查区植物种的 94.08%, 裸子植物占 5.26%; 被

子植物中双子叶植物 56 科 108 属 118 种, 分别占调查区内植物科、属、种的 80%、77.14%和 77.63%, 单子叶植物有 9 科 24 属 25 种, 分别占调查区内植物科、属、种的 12.86%、17.14%和 16.45%, 可见合肥城市公园中植物以双子叶植物为主。

2.2 植物群落科型分布

对植物科型进行分类(表 2 和表 3), 合肥城市公园共有植物 70 科, 其中较大型科(10~19)有 3 种, 分别是蔷薇科、禾本科和菊科, 包含 36 属 37 种。占调查公园植物科、属、种的 4.29%、25.71 和 24%; 中型科(4~9)有 6 种, 包含 23 属 28 种, 分别是木犀科、百合科、大戟科、柏科、豆科和苋科, 占调查公园植物科、属、种的 8.57%、16.43%和 18.00%; 小型科(2~3)有 21 种, 包含 41 属 47 种, 占调查公园植物科、属、种的 30%、29.29%和 31%; 单种科有 40 种, 占调查公园植物科、属、种的 57.14%、28.57%和 26.00%, 说明合肥市植物主要集中在单种科和小型科类。

2.3 植物属的区系分布

从表 4 可以看出, 合肥市公园植物覆盖 14 个地理分布区类型。植物以温带地理为主, 占研究区植物属的 55%。在各类属地理成分分布中, 世界分布 16 属, 占总属数的 11.43%, 如车前属(*Plantago* L.)、冬青属(*Ilex* L.)、飞蓬属(*Erigeron* L.)、金丝桃属(*Hypericum* L.)、拉拉藤属(*Galium* L.)、蓼属(*Persicaria* (L.) Mill.)、马唐属(*Digitaria* Haller)、茄属(*Solanum* L.)、藁草属(*Carex* L.)、苋属(*Amaranthus* L.)和酢浆草属(*Oxalis* L.)等。

表 1 合肥城市公园维管植物组成

Table 1 Vascular plant composition in Hefei city parks

植物分类		科		属		种	
		数量	比例/%	数量	比例/%	数量	比例/%
被子植物	双子叶植物	56	80.00	108	77.14	118	77.63
	单子叶植物	9	12.86	24	17.14	25	16.45
裸子植物		4	5.71	7	5.00	8	5.26
蕨类植物		1	1.43	1	0.71	1	0.66
总计		70	100	140	100	152	100

热带性分布(2~7类)有 43 属, 占总属数的 30.71%, 其中泛热带分布有 26 属, 如大戟属(*Euphorbia* L.)、杜英属(*Elaeocarpus* L.)、狗尾草属(*Setaria* P. Beauv.)、狗牙根属(*Cynodon* Rich.)、含羞草属(*Mimosa* L.)、黄杨属(*Buxus* L.)、积雪草属(*Centella* L.)、莲子草属(*Alternanthera*

Forssk.)、马鞭草属(*Verbena* L.)、马蹄金属(*Dichondra*)、地毯草属(*Axonopus* P. Beauv.)、马兜铃属(*Aristolochia* L.)、木槿属(*Hibiscus* L.)、牛膝属(*Achyranthes* L.)、朴属(*Celtis* L.)、秋枫属(*Bischofia* Blume)、秋海棠属(*Begonia* L.)、穆属(*Eleusine* Gaertn.)、素馨属(*Jasminum* L.)、

天胡荽属 (*Hydrocotyle* L.)、铁苋菜属 (*Acalypha* L.)、卫矛属 (*Euonymus* L.)、乌柏属 (*Triadica* Lour.)、鸭跖草属 (*Commelina* L.)、仙茅属 (*Curculigo* Gaertn.) 和苧麻属 (*Boehmeria* Jacq.) 等。热带亚洲和热带美洲间断分布有 4 属, 如绞股蓝属 (*Gynostemma* Blume)、爵床属 (*Justicia* L.)、木棉属 (*Bombax* L.) 和无患子属 (*Sapindus* L.)。旧世界热带分布有 3 属, 分别是海桐花属 (*Pittosporum* Banks ex Gaertn.)、楝属 (*Melia* L.)

和合欢属 (*Albizia* Durazz.)。热带亚洲至热带大洋洲分布 4 属, 是构属 (*Broussonetia* L'Hér. ex Vent.)、鸡失藤属 (*Paederia* Linn)、樟属 (*Cinnamomum* Schaeff.) 和紫薇属 (*Lagerstroemia* L.)。热带亚洲至热带非洲分布是 3 属, 分别是常春藤属 (*Hedera* L.)、芒属 (*Miscanthus* Andersson) 和箬竹属 (*Indocalamus* Nakai)。热带亚洲(印度-马来西亚)分布 3 属是蛇莓属 (*Duchesnea* J. E. Smith.)、木荷属 (*Schima* Reinw.) 和棕竹属 (*Rhapis* L.)。

表 2 各科含属种数量
Table 2 Number of genera and species in each family

科	学名	属	种	科	学名	属	种
蔷薇科	Rosaceae	12	13	胡桃科	Juglandaceae	1	1
禾本科	Gramineae	12	12	葫芦科	Cucurbitaceae	1	1
菊科	Compositae	12	12	虎耳草科	Saxifragaceae	1	1
木犀科	Oleaceae	5	6	黄杨科	Buxaceae	1	1
百合科	Liliaceae	4	5	爵床科	Acanthaceae	1	1
大戟科	Euphorbiaceae	4	5	楝科	Meliaceae	1	1
柏科	Cupressaceae	3	4	蓼科	Polygonaceae	1	1
豆科	Fabaceae	4	4	马鞭草科	Verbenaceae	1	1
苋科	Amaranthaceae	3	4	马兜铃科	Aristolochiaceae	1	1
夹竹桃科	Apocynaceae	3	3	木棉科	Bombacaceae	1	1
槭树科	Aceraceae	2	3	千屈菜科	Lythraceae	1	1
茜草科	Rubiaceae	2	3	龙舌兰科	Agave americana	1	1
茄科	Solanaceae	2	3	秋海棠科	Begoniaceae	1	1
无患子科	Sapindaceae	2	3	忍冬科	Caprifoliaceae	1	1
报春花科	Primulaceae	1	2	桑科	Moraceae	1	1
唇形科	Lamiaceae	2	2	莎草科	Cyperaceae	1	1
杜鹃花科	Ericaceae	2	2	山茶科	Theaceae	1	1
金缕梅科	Hamamelidaceae	2	2	山茱萸科	Cornaceae	1	1
锦葵科	Malvaceae	2	2	杉科	Taxodiaceae	1	1
蓝果树科	Nyssaceae	2	2	十字花科	Brassicaceae	1	1
木兰科	Magnoliaceae	2	2	石榴科	Punicaceae	1	1
伞形科	Umbelliferae	2	2	石竹科	Caryophyllaceae	1	1
石蒜科	Amaryllidaceae	2	2	藤黄科	Clusiaceae	1	1
松科	Pinaceae	2	2	天南星科	Araceae	1	1
卫矛科	Celastraceae	1	2	梧桐科	Sterculiaceae	1	1
五加科	Araliaceae	2	2	仙茅科	Hypoxidaceae	1	1
小檗科	Berberidaceae	2	2	悬铃木科	Platanaceae	1	1
杨柳科	Salicaceae	2	2	旋花科	Convolvulaceae	1	1
榆科	Ulmaceae	2	2	荨麻科	Urticaceae	1	1
棕榈科	Palmae	2	2	鸭跖草科	Commelinaceae	1	1
车前科	Plantaginaceae	1	1	银杏科	Ginkgoaceae	1	1
冬青科	Aquifoliaceae	1	1	鸢尾科	Iridaceae	1	1
杜英科	Elaeocarpaceae	1	1	樟科	Lauraceae	1	1
凤尾蕨科	Pteridaceae	1	1	紫金牛科	Myrsinaceae	1	1
海桐科	Pittosporaceae	1	1	酢浆草科	Oxalidaceae	1	1

表 3 植物科型分析

Table 3 Analysis of plant family type

所含种数	科数	比例/%	属数	比例/%	种数	比例/%
较大型 (10~19)	3	4.29	36	25.71	37	24
中型科 (4~9)	6	8.57	23	16.43	28	18
小型科 (2~3)	21	30.00	41	29.29	47	31
单种科	40	57.14	40	28.57	40	26
总计	70	100	140	100	152	100

表 4 植物属区系分布分析

Table 4 Analysis of floristic distribution of plants

地理分布区类型	属数	比例/%	种数	比例/%
1 世界分布	16	11.43	19	12.50
2 泛热带分布	26	18.57	29	19.08
3 热带亚洲和热带美洲间断分布	4	2.86	4	2.63
4 旧世界热带分布	3	2.14	3	1.97
5 热带亚洲至热带大洋洲分布	4	2.86	4	2.63
6 热带亚洲至热带非洲分布	3	2.14	3	1.97
7 热带亚洲 (印度-马来西亚) 分布	3	2.14	3	1.97
8 北温带分布	28	20.00	31	20.39
9 东亚和北美洲间断分布	14	10.00	14	9.21
10 旧世界温带分布	12	8.57	13	8.55
11 温带亚洲分布	4	2.86	4	2.63
12 地中海区、西亚至中亚分布	1	0.71	1	0.66
13 中亚分布		0		0
14 东亚分布	18	12.86	20	13.16
15 中国特有分布	4	2.86	4	2.63
总计	140	100	152	100

表 5 乔木层植物数据统计 (前 10 种)

Table 5 Data statistics of arbor-layer plants (top 10)

序列	种名	学名	株数	平均树高/m	平均胸径/m	平均冠幅/m	相对多度	相对频度	相对显著度	重要值
1	棕榈	<i>Trachycarpus fortunei</i>	108	5.034	14.279	3.213	15.211	0.071	0.132	5.138
2	香樟	<i>Cinnamomum camphora</i>	71	6.437	17.050	4.687	10.000	0.059	0.104	3.387
3	女贞	<i>Ligustrum lucidum</i>	60	7.272	17.666	4.586	8.451	0.067	0.091	2.869
4	桂花	<i>Osmanthus fragrans</i>	58	4.600	7.238	3.726	8.169	0.086	0.036	2.764
5	水杉	<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	34	12.828	29.086	3.047	4.789	0.027	0.085	1.634
6	珊瑚树	<i>Viburnum odoratissimum</i>	32	5.489	6.445	3.210	4.507	0.039	0.018	1.521
7	无患子	<i>Sapindus mukorossi</i>	27	9.674	20.695	5.223	3.803	0.035	0.048	1.295
8	刺槐	<i>Robinia pseudoacacia</i>	26	9.268	27.593	7.371	3.662	0.051	0.061	1.258
9	紫薇	<i>Lagerstroemia indica</i>	19	3.669	6.239	2.435	2.676	0.027	0.010	0.905
10	乌柏	<i>Sapium sebiferum</i>	18	9.861	22.397	5.371	2.535	0.020	0.035	0.863

温带性分布(8~14类)77属, 占总属数的55%, 其中北温带分布28属, 如稗属(*Echinochloa* P.)、栲属(*Fraxinus* L.)、槭树属(*Acer* L.)、刺柏属(*Juniperus* L.)、杜鹃花属(*Rhododendron* L.)、杜鹃属(*Rhododendron* L.)、枸杞属(*Lycium*)、蓟属(*Cirsium* Mill.)、荚蒾属(*Viburnum* L.)、苦苣菜属

(*Sonchus* L.)、李属(*Prunus* L.)、柳属(*Salix* L.)、苹果属(*Malus* Mill.)、蒲公英属(*Taraxacum* F.)、槭属(*Acer* L.)、蔷薇属(*Rosa* L.)、松属(*Pinus* L.)、桃属(*Amygdalus* L.)、绣线菊属(*Spiraea* L.)、悬铃木属(*Platanus* L.)、雪松属(*Cedrus* Trew)、杨属(*Populus* L.)、樱属(*Cerasus* Mill.)、榆属(*Ulmus*

L.)、鸢尾属 (*Iris* L.)、圆柏属 (*Sabina* Mill.)、紫荆属 (*Cercis* L.)和紫菀属 (*Aster* L.)。东亚和北美洲间断分布 14 属,是菖蒲属 (*Acorus* L.)、刺槐属 (*Robinia* L.)、枫香属 (*Liquidambar*)、金光菊属 (*Rudbeckia* L.)、络石属 (*Trachelospermum* Lem.)、木兰属 (*Magnolia* L.)、木犀属 (*Osmanthus* Lour.)、十大功劳属 (*Mahonia* Nutt.)、石楠属 (*Photinia* Lindl.)、丝兰属 (*Yucca* L.)、萱草属 (*Hemerocallis* L.)、一枝黄花属 (*Solidago* L.)、玉兰属 (*Yulania* Spach)和绣球属 (*Hydrangea* L.)。旧世界温带分布 12 属,主要是白酒草属 (*Eschenbachia* Moench)、大丁草属 (*Leibnitzia* Cass.)、大吴风草属 (*Farfugium* Lindl.)、黑麦草属 (*Lolium* L.)、火棘属 (*Pyracantha* M.)、夹竹桃属 (*Nerium* L.)、锦葵属 (*Malva* L.)、连翘属 (*Forsythia* Vahl)、蔓长春花属 (*Vinca* L.)、女贞属 (*Ligustrum* L.)、石榴属 (*Punica* L.)和石竹属 (*Dianthus* L.)。温带亚洲分布 4 属是鸡眼草属

(*Kummerowia* Schindl.)、金发草属 (*Pogonatherum*)、马兰属 (*Kalimeris*)和杏属 (*Armeniaca* Mill.)。地中海区、西亚至中亚分布 1 属是竹属 (*Bamboo*)。东亚分布 18 属,如八角金盘属 (*Fatsia*)、侧柏属 (*Platycladus* Spach)、葱莲属 (*Zephyranthes* Herb.)、枫杨属 (*Pterocarya* Kunth)、黄鹌菜属 (*Youngia* Cass.)、吉祥草属 (*Reineckia* Kunth)、檫木属 (*Loropetalum* R.)、栲树属 (*Koelreuteria*)、木瓜属 (*Pseudocycdonia*)、南天竹属 (*Nandina* Thunb.)、枇杷属 (*Eriobotrya* Lindl.)、求米草属 (*Oplismenus* P.)、酸藤子属 (*Embelia*)、桃叶珊瑚属 (*Aucuba* Thunb.)、梧桐属 (*Firmiana* Marsili)、沿阶草属 (*Ophiopogon*)、玉簪属 (*Hosta* Tratt.)和棕榈属 (*Trachycarpus* H.)。

中国特有分布 4 属,占总属数的 2.86%,如珙桐属 (*Davidia* Baill.)、水杉属 (*Metasequoia*)、喜树属 (*Camptotheca* Decne.)和银杏属 (*Ginkgo* L.)。

表 6 灌木层植物数据统计 (前 10 种)
Table 6 Data statistics of shrub-layer plants (Top 10)

序列	植物种类	学名	总株数	平均树高/m	平均冠幅/m	相对多度	相对频度	重要值
1	十大功劳	<i>Mahonia fortunei</i>	184	3.530	3.275	18.022	0.017	9.019
2	锦绣杜鹃	<i>Rhododendron pulchrum</i>	172	0.754	0.430	16.846	0.009	8.427
3	散尾葵	<i>Chrysalidocarpus lutescens</i>	93	2.019	1.364	9.109	0.112	4.610
4	海桐	<i>Pittosporum tobira</i>	77	1.334	1.594	7.542	0.129	3.835
5	八角金盘	<i>Fatsia japonica</i>	75	1.357	1.268	7.346	0.034	3.690
6	金丝桃	<i>Hypericum monogynum</i>	70	1.205	0.600	6.856	0.009	3.432
7	杜鹃	<i>Rhododendron simsii</i>	65	1.260	0.965	6.366	0.017	3.192
8	石楠	<i>Photinia serrulata</i>	38	1.383	5.711	3.722	0.121	1.921
9	枸杞	<i>Lycium</i>	32	0.331	0.165	3.134	0.06	1.597
10	花叶青木	<i>Aucuba japonica</i>	27	0.762	0.842	2.644	0.026	1.335

表 7 草本层植物数据统计
Table 7 Data statistics of herbaceous layer plants

序列	种名	学名	相对频度	相对盖度	重要值
1	沿阶草	<i>Ophiopogon bodinieri</i>	0.180	43.852	22.016
2	麦冬	<i>Ophiopogon japonicus</i>	0.114	30.361	15.238
3	狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i>	0.040	7.692	3.866
4	酢浆草	<i>Oxalis corniculata</i>	0.081	3.359	1.720
5	仙茅	<i>Curculigo orchiodes</i>	0.077	2.350	1.214
6	牛筋草	<i>Eleusine indica</i>	0.004	1.678	0.841
7	马唐	<i>Digitaria sanguinalis</i>	0.033	1.472	0.752
8	吉祥草	<i>Reineckia carnea</i>	0.007	0.903	0.455
9	稗草	<i>Echinochloa crusgalli</i>	0.007	0.728	0.368
10	积雪草	<i>Centella asiatica</i>	0.015	0.663	0.339

2.4 乔灌草各层重要值分析

对合肥城市公园 80 个植物群落统计分析 (表

5), 乔木层中相对多度占优势的是棕榈 (15.211)、香樟 (10.000)、女贞 (8.451)和桂花 (8.169); 相

对频度占优势的主要有桂花(0.086)、棕榈(0.071)和女贞(0.067); 相对显著度占优势的主要有棕榈(0.132)、香樟(0.104)和女贞(0.091); 重要值占优势的主要是棕榈(5.138)、香樟(3.387)和女贞(2.869)。乔木层植物的多度、频度、显著度与重要值规律并不完全一致, 棕榈、香樟和女贞相对多度和相对显著度都很高, 是群落中的先锋植物; 而珊瑚树虽然重要值较高, 但其相对频度和相对显著度却很低, 说明珊瑚树种植比较集中。

表 8 植物生活型分析

Table 8 Analysis of plant life patterns

植物生活型		数量/种	比例/%
乔木	常绿乔木	20	13.16
	落叶乔木	35	23.03
灌木	常绿灌木	22	14.47
	落叶灌木	15	9.87
草本	一、二年生草本	22	14.47
	多年生草本	45	29.61
	藤本	7	4.61
总计		152	100

表 6 显示, 灌木层中相对多度占优势的是十大功劳(18.022)、锦绣杜鹃(16.846)、散尾葵(9.109)和海桐(7.542); 相对频度占优势的主要有海桐(0.129)、石楠(0.121)和散尾葵(0.112); 重要

值占优势的主要是十大功劳(9.019)、锦绣杜鹃(8.427)和散尾葵(4.610)。散尾葵和海桐相对多度、相对频度和重要值都很高, 在灌木层中具有优势地位。

由表 7 可知, 草本层中沿阶草和麦冬相对频度、相对盖度和重要值都很高, 在草本层中占有优势地位, 草本层种植植物种类单一, 草本花卉种植较少, 主要是以多年生草本为主。

2.5 植物生活型分析

植物生活型分析(表 8)显示: 乔木 55 种, 约占调查公园植物种的 36.18%; 灌木 37 种, 约占调查公园植物种的 24.34%; 草本植物 67 种, 约占 44.08%; 藤本只有 7 种, 主要是常春藤和花叶蔓长春。在乔木类植物中, 常绿乔木 20 种, 占调查公园植物种的 13.16%, 落叶乔木 35 种, 占比为 23.03%; 灌木类植物中常绿灌木 22 种, 占调查公园植物种的 14.47%, 落叶灌木 15 种, 占比为 9.87%; 草本类植物中以多年生草本为主, 有 45 种, 占调查公园植物种的 29.61%, 一、二年生草本 22 种, 占比为 14.47%。乔灌草植物种类比约为 1:0.67:1.22。乔木层中常绿和落叶比约为 1:1.75, 灌木层中常绿和落叶比约为 1:0.68, 草本层中一、二年生草本与多年生草本比为 1:2.05, 调查区内应加强对常绿乔木类植物的应用, 提高植物景观的综合效益。

表 9 合肥市调查公园外来植物分类组成

Table 9 Classification of exotic plants in the investigation parks of Hefei city

植物种类	科		属		种		
	数量	比例/%	数量	比例/%	数量	比例/%	
被子植物	双子叶	18	81.82	30	76.92	31	77.50
	单子叶	2	9.09	7	17.95	7	17.50
裸子植物		2	9.09	2	5.13	2	5.00
总计		22	31.43	39	27.86	40	26.32

表 10 合肥市调查公园外来植物生活型分布

Table 10 Distribution of exotic plant life in the investigation parks of Hefei city

生活型	乡土植物		外来植物	
	种数	比例/%	种数	比例/%
乔木	47	41.96	8	20.00
灌木	29	25.89	7	17.50
草本	43	38.39	25	62.50
藤本	7	6.25	0	0
种数总计	112	100	40	100
比例/%	73.68		26.32	

2.6 外来植物分析

2.6.1 外来植物概况 如表 9 所示, 合肥城市公园中共有外来植物 22 科 39 属 40 种, 占调查植物

总科、属、种数的 31.43%、27.86%和 26.32%, 其中裸子植物 2 科 2 属 2 种, 被子植物 20 科 37 属 38 种。合肥城市公园外来植物以被子植物为主, 占外

来植物种的 95%，主要是因为自然界中被子植物数量本身要多于裸子植物，而且作为园林植物引种的被子植物的观赏价值差异性要高于裸子植物，大量引种被子植物有利于营造多样化的景观。

由表 10 可知，合肥市城市公园乡土植物有 112 种，占植物总种数的 73.68%，说明合肥城市公园中

乡土植物比较占优势。在 40 种外来植物中，大部分种类为草本，共 25 种，占外来植物总数的 62.50%；其次为乔木，有 8 种，占外来植物种类的 20%；再次为灌木，有 7 种，占外来植物种类的 17.50%，而藤本类植物中未见外来植物。

表 11 合肥市调查公园外来入侵植物名录
Table 11 List of invasive plants in the investigation parks of Hefei city

序列	种名	学名	科	属	生活型	引入目的	原产地
1	刺槐	<i>Robinia pseudoacacia</i>	豆科	刺槐属	落叶乔木	木材	北美洲
2	广玉兰	<i>Magnolia grandiflora</i>	木兰科	木兰属	常绿乔木	观赏	美洲
3	合欢	<i>Albizia julibrissin</i>	豆科	合欢属	落叶乔木	观赏	美洲
4	八角金盘	<i>Fatsia japonica</i>	五加科	八角金盘属	常绿灌木	观赏	日本
5	夹竹桃	<i>Nerium indicum</i>	夹竹桃科	夹竹桃属	常绿灌木	药用植物	伊朗、印度
6	剑麻	<i>Agave sisalana</i>	龙舌兰科	丝兰属	多年生草本	药用植物	墨西哥
7	加拿大一枝黄花	<i>Solidago canadensis</i>	菊科	一枝黄花属	多年生草本	观赏	北美洲
8	喜旱莲子草	<i>Alternanthera Philoxeroides</i>	苋科	莲子草属	多年生草本	药用植物	巴西
9	泽漆	<i>Euphorbia helioscopia</i>	大戟科	大戟属	一或二年生草本	药用植物	美洲热带
10	酢浆草	<i>Oxalis corniculata</i>	酢浆草科	酢浆草属	多年生草本	观赏	热带南非、南美洲
11	凹头苋	<i>Amaranthus lividus</i>	苋科	苋属	一年生草本	无意引进	热带美洲
12	稗草	<i>Echinochloa crusgalli</i>	禾本科	稗属	一年生草本	无意引进	欧洲
13	车前草	<i>Plantago asiatica</i>	车前科	车前属	多年生草本	无意引进	欧亚、西亚
14	葱莲	<i>Zephyranthes candida</i>	石蒜科	葱莲属	多年生草本	观赏	南美洲
15	地毯草	<i>Axonopus compressus</i>	禾本科	地毯草属	多年生草本	牧草	热带美洲
16	狗尾草	<i>Setaria viridis</i>	禾本科	狗尾草属	一年生草本	无意引进	欧亚大陆温暖地带
17	含羞草	<i>Mimosa pudica</i>	豆科	含羞草属	多年生草本	无意引进	热带美洲
18	黑麦草	<i>Lolium perenne</i>	禾本科	黑麦草属	多年生草本	牧草	欧洲
19	黑心金光菊	<i>Rudbeckia hirta</i>	菊科	金光菊属	多年生草本	观赏	北美洲
20	花叶滇苦菜	<i>Sonchus asper</i>	菊科	苦苣菜属	一年生草本	无意引进	欧洲
21	牛筋草	<i>Eleusine indica</i>	禾本科	稗属	一年生草本	无意引进	非洲、印度
22	蒲公英	<i>Taraxacum mongolicum</i>	菊科	蒲公英属	多年生草本	药用植物	北半球
23	芥菜	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	十字花科	芥菜属	一或二年生草本	药用植物	世界温带区
24	小蓬草	<i>Conyza Canadensis</i>	菊科	白酒草属	一年生草本	无意引进	北美洲
25	一年蓬	<i>Erigeron annuus</i>	菊科	飞蓬属	一或二年生草本	无意引进	北美洲
26	钻叶紫菀	<i>Aster subulatus</i>	菊科	紫菀属	多年生草本	无意引进	美洲
27	龙葵	<i>Solanum nigrum</i>	茄科	茄属	一年生草本	药用植物	欧洲

注：蒲公英和芥菜原产地参考《江西桃红岭自然保护区外来植物入侵种的分析》^[16]。

2.6.2 外来入侵植物分析 外来入侵植物名录(表 11)显示：合肥城市公园中入侵植物 13 科 26 属 27 种，其中菊科入侵植物最多，有 7 种，占入侵植物总数的 25.9%；其次是禾本科有 5 种，占入侵植物总数的 18.5%；然后为豆科、石蒜科、苋科、夹竹桃科等。

根据引进目的和方式分析，无意引进有 10 种，占入侵植物总数的 37%，有意引进的为 17 种，占入侵总数的 62.96%。其中，作为观赏植物引进的有 7 种，分别是八角金盘、葱莲、广玉兰、合欢、加

拿大一枝黄花、酢浆草和黑心金光菊；作为药用植物引进的有 7 种，主要是夹竹桃、剑麻、龙葵、蒲公英、芥菜、喜旱莲子草、泽漆等；作为牧草引进的主要是黑麦草和地毯草；作为木材引用的是刺槐。可见大部分入侵植物都是人为有意引进的，因此在引进外来植物时，要对其进行安全评估。

根据入侵植物原产地分析，在 27 种入侵植物中，原产地是美洲的有 18 种，占入侵植物总数的 66.67%，其中北美 14 种，占比 51.85%，南美 4 种，

占比 14.81%，其次为欧洲（6 种）和亚洲（3 种），分别占 22.22%和 11.11%，说明来自美洲的外来植物容易成为入侵种，其次为欧洲和亚洲。

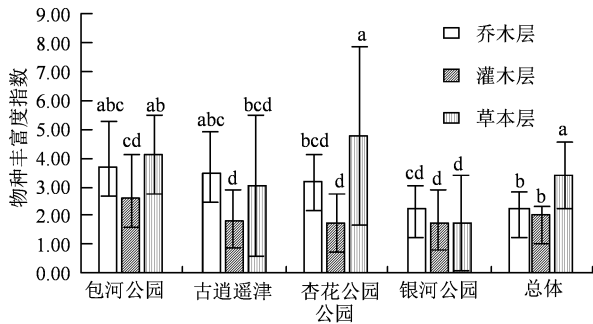


图 2 合肥城市公园物种丰富度指数分布

Figure 2 Distribution of species richness index in Hefei city parks

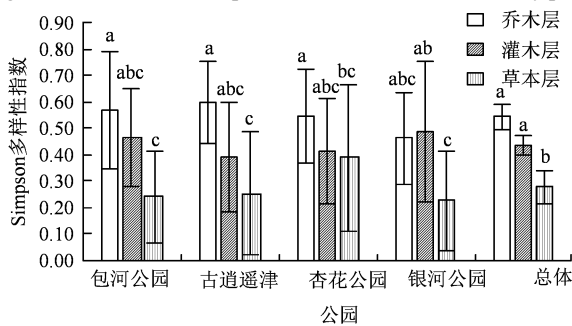


图 3 合肥城市公园 Simpson 多样性指数分布

Figure 3 Distribution of Simpson diversity index in Hefei city parks

2.7 植物群落多样性分析

2.7.1 物种丰富度指数(S)分析 由图 2 可知，合肥城市公园物种丰富度指数在草本层存在差异 ($P < 0.05$)。乔木层物种丰富度指数最高的是包河公园 (3.70)，最低的是银河公园 (2.23)，两者之间相差约 2 倍。灌木层物种丰富度指数最高的是包河公园 (2.60)，最低的是杏花公园 (1.76)，两者相差约 1.5 倍。草本层物种丰富度指数最高的是杏花公园 (4.79)，最低的是银河公园 (1.73)，两者相差约 3 倍。包河公园和杏花公园物种均丰富度表现为草本层>乔木层>灌木层。这可能是由于草本植物生长周期短，繁殖能力强，易于种植，因此草本层丰富度大于乔木层和灌木层。

总体而言，合肥城市公园物种丰富度指数表现为草本层 (3.42) > 乔木层 (2.23) > 灌木层 (2.00)，乔木层的丰富度指数显著高于灌木层和草本层，说明公园植物群落中野生杂草植物较多，而乔灌层植物一般多采用成片种植，且耐修剪、易存活的植物，种类相对单一。

2.7.2 Simpson 多样性指数的比较分析 由图 3 可知，合肥各调查公园 Simpson 多样性指数在乔、灌、

草三层差异不显著 ($P > 0.05$)。乔木层中，Simpson 多样性指数排序为古逍遥津 (0.60) > 包河公园 (0.57) > 杏花公园 (0.55) > 银河公园 (0.46)；灌木层中，Simpson 多样性指数排序为银河公园 (0.48) > 包河公园 (0.46) > 杏花公园 (0.41) > 古逍遥津 (0.39)；草本层中，Simpson 多样性指数排序为杏花公园 (0.39) > 古逍遥津 (0.25) > 包河公园 (0.24) > 银河公园 (0.22)。对各公园乔灌草层 Simpson 多样性指数进行比较得出，银河公园表现为灌木层 > 乔木层 > 草本层，其他均表现为乔木层 > 灌木层 > 草本层。

总体而言，合肥市调查公园的 Simpson 多样性指数表现为乔木层 (0.54) > 灌木层 (0.44) > 草本层 (0.28)，乔灌层 Simpson 多样性指数显著高于草本层 ($P < 0.05$)。

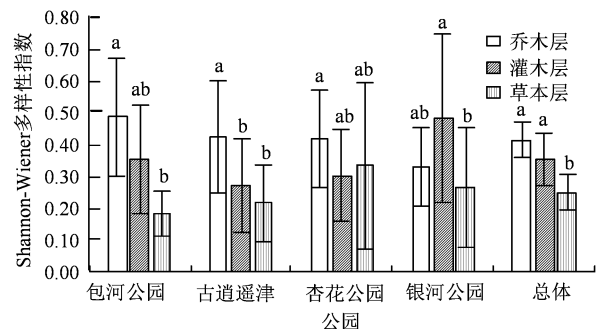


图 4 合肥城市公园 Shannon-Wiener 多样性指数分布

Figure 4 Distribution of Shannon-Wiener diversity index in Hefei city parks

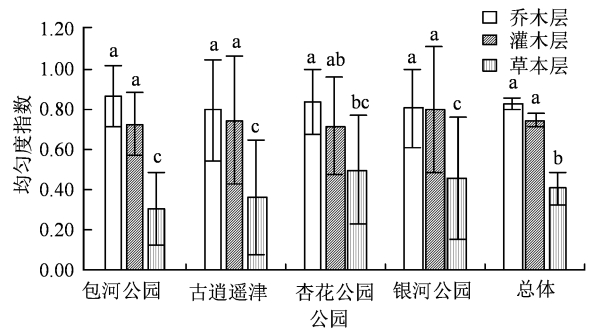


图 5 合肥城市公园 Pielou 均匀度指数分布

Figure 5 Distribution of Pielou evenness index in Hefei city parks

2.7.3 Shannon-Wiener 多样性指数比较分析 由图 4 可知，合肥城市公园各公园 Shannon-Wiener 多样性在乔灌草层无明显差异 ($P > 0.05$)，乔木层 Shannon-Wiener 多样性指数最高的包河公园 (0.49)，最低的是银河公园 (0.33)，两者相差 0.16；灌木层 Shannon-Wiener 多样性指数最高的是银河公园 (0.48)，最低的是古逍遥津 (0.27)，两者相差 0.21；草本层 Shannon-Wiener 多样性指数最高的是杏花公园 (0.33)，最低的是包河公园 (0.19)，两者相差 0.14。

对各公园 Shannon-Wiener 多样性指数比较得出,包河公园和古逍遥津均表现为乔木层>灌木层>草本层,杏花公园分布规律为乔木层>草本层>灌木层,银河公园表现为灌木层>乔木层>草本层。

总体而言,合肥市公园 Shannon-Wiener 多样性指数具体表现为乔木层(0.42)>灌木层(0.35)>草本层(0.25),乔灌层 Shannon-Wiener 多样性指数高于草本层。

2.7.4 Pielou 均匀度指数比较分析 由图 5 可知,合肥各公园 Pielou 均匀度指数在乔灌层各层之间差异不显著($P > 0.05$)。乔木层 Pielou 均匀度指数最高的是包河公园(0.86),最低的是古逍遥津(0.79),两者相差 0.07;灌木层 Pielou 均匀度指数最高的是银河公园(0.79),最低的是杏花公园(0.71),两者相差 0.08;草本层 Pielou 均匀度指数最高的是杏花公园(0.49),最低的是包河公园(0.30),两者相差 0.19。对各公园 Pielou 均匀度指数比较得出, Pielou 均匀度指数均表现为乔木层>灌木层>草本层。

总体而言,合肥市公园植物群落 Pielou 均匀度指数表现为乔木层(0.82)>灌木层(0.74)>草本层(0.40),与各公园表现一致。显著性分析表现为乔木层和灌木层的均匀度显著高于草本层。说明合肥城市公园植物群落乔木和灌木种类繁多,分布广泛,而草本相对较少,这说明人为因素对合肥城市公园植物群落的影响较大。

3 讨论与结论

本研究对合肥市 4 个公园的调查,共发现有园林植物 70 科 140 属 152 种,被子植物 65 科 132 属 143 种,裸子植物 4 科 7 属 8 种,蕨类植物 1 科 1 属 1 种,常绿与落叶树种比值约为 1:1.2,与枝江市^[25]、枣庄市^[26]、武汉市^[27]等的调查结果相比,合肥市调查公园植物种类相对较少。根据生活型分析,合肥市城市公园草本植物多,乔灌树木少,其中,乔木 55 种,约占调查公园植物种的 36.18%;灌木 37 种,约占调查公园植物种的 24.34%;草本植物 67 种,约占 44.08%;藤本只有 7 种,约占 4.71%。草本植物在公园植物中比例较重,这与其他城市植物生活型分布基本一致^[12, 28]。

合肥市调查公园中乡土植物有 112 种,占植物总数的 73.68%,外来植物有 40 种,占植物总数的 26.32%,乡土植物指数符合国家生态园林建设标准 0.7^[29],这说明合肥市生态园林建设植物选种多引用本土植物。

致力于打造乡土风情景观,可有效规避外来引种植物入侵风险。所以在选择植物时应充分了解不

同植物和花卉的习性、生命周期、特点及当地的生活环境,科学、合理地设计配置方案,使得所选植物能够在生长地保持良好的生长状态。同时,也应注意彰显城市的地域及人文特点,因地制宜。植物区系是植物地理、气候等因素共同作用的结果,研究园林植物区系的地理分布有利于充分了解植物来源,为植物引种提供理论依据^[30]。研究合肥市公园植物区系分布,发现合肥市公园植物区系以温带地理为主,其次为热带地理成分,而引种植物也多源于热带和温带区系,说明热温带植物对合肥地区自然环境适应性较强。

物种多样性指数表示群落内物种种类多样性的指标^[31-32]。本研究中,草本层中物种的丰富度指数明显高于乔灌层,这可能是由于草本层植物生长周期短,繁殖能力强,易于种植,因此草本层丰富度大于乔木层和灌木层。Simpson 多样性指数与 Shannon-Wiener 多样性指数均表现为乔木层优于灌木层,这是因为考虑到公园的休闲娱乐功能,趋向性地对植物配置,充分满足游客们遮阴避阳、降噪等需求,同时草本层广泛地应用麦冬,以大面积的麦冬种植覆盖裸地,而狗牙根、牛筋草、马唐等以杂草形式局部出现在林下。Pielou 均匀度指数(E)反映植物群落树种中各种个体数量比例的均匀程度^[33]。均匀度太低会导致植物群落的不稳定,养护成本等会相应地增加,而且植物群落不稳定也会导致植物多样性不稳定。合肥城市公园 Pielou 均匀度指数平均值为 0.65,各层次的均匀度指数都较低,植物分配不均匀,不利于群落的稳定构建。因此,要增加物种的丰富度,提高群落结构的稳定性,并结合不同的生境类型,选择合适的植株与当地乡土植物结合,打造出凸显当地地域与自然风光的美景;另一方面,由于公园内养护管理频繁,人为影响植物生长过程,植物景观效果趋于一致,所以应当加强对植物群的生态养护。

本研究以合肥市 4 个城市公园的 80 个典型植物群落为研究对象,测定物种组成数量特征、物种多样性指数等指标,进行相关数据处理与分析,得出结论如下。

(1) 合肥城市公园共有陆生园林植物 70 科 140 属 152 种,种类较少,多为常见品种,且灌木层和草本层成片种植,分布不均匀,应多引进珍稀和保护树种,提高物种多样性,增添合肥市的文化底蕴。

(2) 合肥城市公园陆生植物中存在入侵物种,草本层中数量最多,主要是菊科,然后为禾本科、豆科、石蒜科、苋科、夹竹桃科等。建议加强对公园内外来植物的管理、监测和控制,同时在进行新

物种选择时, 做相关调查并进行风险评估, 建立一个长期有效的风险评估机制。

本研究只进行了短期的数据调查, 不能全面反映植物群落的动态变化, 建议对相关公园进行长期的数据监测, 每隔 3~5 年进行 1 次树木调查, 有利于公园的科学管理。

参考文献:

- [1] 白慧强. 太原市公园植物群落稳定性研究[J]. 四川林业科技, 2020, 41(1): 94-99.
- [2] WATT A S. Pattern and process in the plant community[J]. J Ecol, 1947, 35(1/2): 1-22.
- [3] PAKER Y, YOM-TOV Y, ALON-MOZES T, et al. The effect of plant richness and urban garden structure on bird species richness, diversity and community structure[J]. Landsc Urban Plan, 2014, 122: 186-195.
- [4] WANG C Y, CHENG H Y, WANG S, et al. Plant community and the influence of plant taxonomic diversity on community stability and invasibility: a case study based on *Solidago canadensis* L.[J]. Sci Total Environ, 2021, 768: 144518.
- [5] LAMB E G, KENNEDY N, SICILIANO S D. Effects of plant species richness and evenness on soil microbial community diversity and function[J]. Plant Soil, 2011, 338(1/2): 483-495.
- [6] STRUNK J L, MILLS J R, RIES P, et al. An urban forest-inventory-and-analysis investigation in Oregon and Washington[J]. Urban For Urban Green, 2016, 18: 100-109.
- [7] 徐海鹏, 于成, 舒朝成, 等. 高原鼠兔干扰对高寒草甸植物群落多样性和稳定性的影响[J]. 草业学报, 2019, 28(5): 90-99.
- [8] 魏普杰, 孙兵, 贺心茹, 等. 荆州城市公园植物群落多样性研究[J]. 河南师范大学学报(自然科学版), 2019, 47(3): 106-113.
- [9] 张建贵, 王理德, 姚拓, 等. 祁连山高寒草地不同退化程度植物群落结构与物种多样性研究[J]. 草业学报, 2019, 28(5): 15-25.
- [10] 陈斯哲. 南安罗山森林公园植物多样性与稳定性及其保护研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2017.
- [11] 于鸣. 呼和浩特市生物多样性保护规划研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2017.
- [12] 吴良早, 史慧灵, 雷苑, 等. 昆明城区大学校园与公园绿地植物组成研究[J]. 云南农业大学学报(自然科学版), 2016, 31(5): 812-822.
- [13] 郑爱芬. 青岛市公园绿地木本植物多样性研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2010.
- [14] 宋香静, 李胜男, 韦玮, 等. 山东省渤海沿岸滨海湿地草本植物群落物种组成及多样性研究[J]. 生态科学, 2017, 36(4): 30-37, 63.
- [15] 刘高慧, 肖能文, 高晓奇, 等. 不同城市化梯度对北京绿地植物群落的影响[J]. 草业科学, 2019, 36(1): 69-82.
- [16] 潘桂菱. 合肥城市公园生态型植物群落评价与配置优化研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2012.
- [17] 刘统高. 银川市城市绿地植物组成现状及多样性分析[D]. 银川: 宁夏大学, 2016.
- [18] 马金双. 中国入侵植物名录[M]. 北京: 高等教育出版社, 2013.
- [19] 何家庆. 中国外来植物[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2012.
- [20] 汪小飞, 程铁宏, 赵昌恒, 等. 黄山市外来入侵植物分析[J]. 江苏林业科技, 2007, 34(6): 23-27.
- [21] 徐向荣, 陈京, 徐攀, 等. 江西桃红岭自然保护区外来植物入侵种的分析[J]. 江西科学, 2012, 30(6): 753-756.
- [22] 王荷生主编. 华北植物区系地理北京科学出版社[M]. 北京: 科学出版社, 1997.
- [23] 吴征镒, 孙航, 周浙昆, 等. 中国种子植物区系地理[J]. 生物多样性, 2011, 19(1): 148.
- [24] 吴征镒, 周浙昆, 李德铎, 等. 世界种子植物科的分布区类型系统[J]. 云南植物研究, 2003, 25(3): 245-257.
- [25] 周子莉, 朱桂才. 枝江市公园绿地植物多样性研究[J]. 河南师范大学学报(自然科学版), 2020, 48(2): 105-112.
- [26] 李莉. 枣庄市主要公园植物群落结构与生态效应研究[D]. 聊城: 聊城大学, 2018.
- [27] 何诗静, 彭岩, 吴子轩. 武汉市综合性公园植物多样性研究[J]. 河北农业科学, 2019, 23(3): 80-83.
- [28] 白亚东, 秦坤蓉, 王海洋. 重庆市广阳岛植物群落结构与物种多样性研究[J]. 林业调查规划, 2020, 45(2): 58-65, 102.
- [29] 王丽君. 《城市园林绿化评价标准》在苏州市创建国家生态园林城市中的实践初探[C]//中国风景园林学会 2011 年会论文集. 南京, 2011: 551-552.
- [30] 张震. 国产郁金香属的系统与区系学研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2003.
- [31] 唐佳乐, 谢伟文, 于志民. 湛江市城市公园植物群落物种组成及多样性研究[J]. 安徽农学通报, 2020, 26(16): 34-37.
- [32] 薄伟, 秦国杰, 刘琛彬, 等. 山西大同城市园林植物资源应用调查与分析[J]. 北方园艺, 2019(21): 56-63.
- [33] 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.