

网络出版时间:2012-07-18 10:18

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20120718.1018.007.html>

太原市城区绿地植物物种多样性研究

赵立曦¹, 陶莉², 张先平¹

(1 山西林业职业技术学院, 山西 太原 030009; 2 山西省林业调查规划院, 山西 太原 030012)

【摘要】【目的】调查太原市城区绿地植物物种的多样性, 为太原市城市绿地的规划建设 and 植物物种多样性的保护与利用提供科学依据。【方法】采用群落生态学的调查方法, 调查太原城区绿地植物的组成、构成要素及垂直结构等, 运用重要值、丰富度指数、均匀度指数和 Shannon-Wiener 指数综合评价绿地植物的物种多样性。【结果】太原城区绿地共有维管束植物 83 科 243 属 402 种, 主要分布在蔷薇科、菊科、豆科及杨柳科, 且以引进种略多于本地种, 栽培植物种类远多于野生植物种类; 垂直结构以乔灌草型和乔草型居多, 二者的丰富度指数、均匀度指数及 Shannon-Wiener 指数较高; 不同功能绿地中, 森林公园、附属绿地、龙潭公园和玉门河公园的植物物种多样性指数均较高。【结论】太原城区绿地植物物种多样性水平一般, 需加大力度丰富和保护植物物种多样性。

【关键词】 太原城区; 绿地植物; 物种多样性

【中图分类号】 Q948.12⁺3

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2012)08-0130-07

Species diversity of greenbelt plant in Taiyuan urban

ZHAO Li-xi¹, TAO Li², ZHANG Xian-ping¹

(1 Shanxi Forestry Vocational and Technical College, Taiyuan, Shanxi 030009, China;

2 Shanxi Forestry Survey and Design Institute, Taiyuan, Shanxi 030012, China)

Abstract: 【Objective】To provide a scientific basis for the planning and construction of the urban greenbelts and the protection and utilization of the plant diversity in the city of Taiyuan, the species diversity of Taiyuan city's greenbelt plants was investigated. 【Method】An investigation based on community ecology was adopted which focused on the types, factors and vertical stratification of green land in Taiyuan urban area; and the plant diversity of the greenbelt was assessed comprehensively in terms of the importance value index, diversity index, evenness index and Shannon-Wiener index. 【Result】The results show that on the green lands in Taiyuan urban area there are 83 families, 243 genera and 402 species of vascular plants, which are mainly Rosaceae, Asteraceae, Leguminosae sp., Salicaceae and so on; the exotic species are slightly more than the local ones and the hemerophyte species are highly more than the wild plants; the vertically distributed stratification of green land mainly includes the tree-shrubs and the shrub-herbs, of which the diversity index, evenness index and Shannon-Wiener index are all high. Besides, among green lands of different functions, Forest Garden, the Appertain green land, Longtan Garden and Yumen River Garden are of high Shannon-Wiener index and diversity index. 【Conclusion】The species diversity of greenbelt plants in Taiyuan city is just at an average level, therefore greater efforts must be put to increase and protect the plant diversity of the green lands in Taiyuan city.

Key words: Taiyuan urban area; greenbelt plant; species diversity

* [收稿日期] 2012-02-09

[基金项目] 太原市科技兴市专项(072372)

[作者简介] 赵立曦(1978—), 男, 山西大同人, 讲师, 硕士, 主要从事园林景观规划与园林工程研究。E-mail: zhaolixi78@163.com

[通信作者] 张先平(1972—), 女, 山西繁峙人, 副教授, 博士, 主要从事景观生态学研究。E-mail: 492889505@qq.com

城市绿地是城市生态系统的重要组成部分,其不仅为人类提供必要的生存条件,而且是城市生物多样性的载体。因此,研究城市绿地的植物多样性,是保护和建设城市生物多样性的基础工作,对维护城市生态平衡和改善人类生存环境具有重要意义。植物多样性是生物多样性研究中最常涉及的部分,相对于动物多样性和微生物多样性而言,其相关理论和评价指标体系也比较成熟。20世纪80年代初至今,研究人员对植物多样性的研究取得了较大进展,包括多样性测度方法的归纳^[1-3]、多样性的发生和维持机制^[4-6]、多样性变化的影响因子^[7-8]、多样性对群落功能的影响等^[9-12],并提出了一系列相关结论和假说。目前,对于植物多样性的研究多集中在植物群落的物种组成、结构特征及植物多样性面临的威胁和保护等方面,对城市绿地植物多样性进行具体测度和分析的研究尚较少。

太原是个工业城市,环境污染较为严重。要确保太原市的可持续发展,建设生态园林城市、科学地管理和建设城市绿地植物物种多样性将成为主要措施之一。为此,本研究以太原市城区绿地为研究对象,运用群落生态学的调查方法,对太原市城市建成区各种类型绿地植物进行了系统调查,廓清了城市建成区绿地植物资源的现状,分析了绿地植物的种类构成,综合评价了各种类型绿地的物种多样性,旨在为太原市的绿地规划建设及植物多样性保护与利用提供一定的理论依据和有益参考。

1 研究区自然概况

太原市位于山西省中部,晋中盆地北端,北邻忻州,西靠吕梁,东、南与晋中接壤,全区三面环山,中南部为河谷平原,地形北高南低呈簸箕形,地处东经 $111^{\circ}30' \sim 113^{\circ}09'$,北纬 $37^{\circ}27' \sim 38^{\circ}25'$,海拔 $753 \sim 2\,659.8\text{ m}$ 。气候属暖温带大陆性季风气候,冬无严寒,夏无酷暑,年平均气温 $7.8 \sim 10.3\text{ }^{\circ}\text{C}$,最冷月(1月)平均气温 $-7.9 \sim -13.6\text{ }^{\circ}\text{C}$,最热月(7月)平均气温 $15.7 \sim 22.8\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温 $1\,622.7 \sim 3\,285.8\text{ }^{\circ}\text{C}$,无霜期 $116 \sim 165\text{ d}$;年均日照时数 $2\,700 \sim 2\,800\text{ h}$,年均降水量 $420 \sim 457\text{ mm}$ 。土壤种类繁多,城区以山地草甸土为主。2010年太原市辖区人口283万(全市约为362万)。

2 研究方法

2.1 调查样点的布设

在城市建成区内,植物多样性的载体是各种各

样的绿地。参照我国城市园林管理部门的分类标准,结合太原市绿地功能区具体情况,将绿地类型划分为公共绿地(街心花园、居住区小游园)、单位附属绿地、街道绿地、大型公园(汾河公园、迎泽公园、太原市森林公园、龙潭公园、卧虎山公园、晋祠公园、玉门河公园)4大类。布点方法采用机械布点和典型采样相结合的方法。首先根据太原市城市建成区的特点以及“井”字形道路空间规划布局结构进行布点,选取太原市东西南北走向主要道路垂直交叉的交接点,在每个交叉点附近选择合适的绿地类型进行调查;其次对城区内的大型公园进行系统调查。具体调查样点的分布如图1所示。

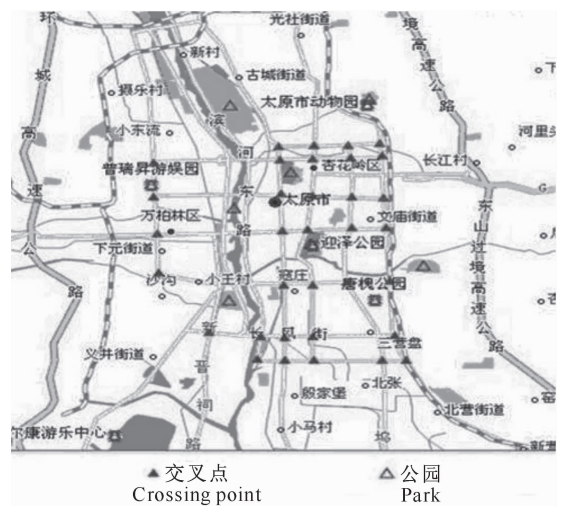


图1 太原市城区植物物种多样性调查样点的分布

Fig. 1 Investigation points of species diversity in Taiyuan urban

2.2 调查方法及内容

2.2.1 街道绿地 在图1所示的交叉点附近选择1条街道,调查长度500 m范围内的绿化植物乔灌木的名称、数量、生长状况等。记录乔木名称、株数、株距、高度、冠幅、胸径、生长状况、补植情况以及行道树周围的立地条件等;统计灌木名称、株数、绿篱密度、高度、宽度、年龄、生长状况、灌溉情况及更新情况等;调查草本名称、盖度、高度、生长状况及是否野生等。

2.2.2 公共绿地、附属绿地、大型公园 此类绿地大多以块状分布,故以整块绿地作为调查对象,采用典型样地法设置样方进行调查。由于城市建成区各类绿地均为人工配置,树种数量少且重复栽植,将物种已趋于稳定的乔木、灌木、草本植物分别选定 $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ 、 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 和 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 的标准样方进行调查,将 $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ 的乔木样方分成4个 $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ 的小样方,对乔木进行每木检尺。共调查乔木

样方(10 m×10 m)236 个、灌木样方(2 m×2 m)1 180个、草本植物样方(1 m×1 m)1 180 个。

2.3 数据处理及分析方法

2.3.1 重要值 乔木、灌木和草本植物重要值的计算方法为：

乔木重要值=(相对多度+相对高度+相对显著度)×100/3；

灌木和草本植物重要值=(相对高度+相对盖度)×100/2。

2.3.2 物种多样性常用指标 采用 Margalef 丰富度指数(R)和 Pielou 均匀度指数(J)反映城市绿化物种的丰富程度和均匀程度；采用物种多样性 Simpson 指数(D)和 Shannon-Wiener 指数(H)综合反映物种丰富度和各物种均匀程度,值越大,表示物种多样性越丰富。

1)物种丰富度指数。按下式计算： $R=S$ 。

式中： S 表示物种数。

2)物种多样性指数。Shannon-Wiener 指数(H)和 Simpson 指数(D)的计算公式为：

$$H=-\sum_{i=1}^s P_i \ln P_i。$$
$$D=\sum_{i=1}^s P_i^2。$$

式中： P_i 表示每个物种的重要值。

3)物种均匀度指数。Pielou 指数(J)的计算公式为：

$$J=\frac{H}{\ln S}。$$

3 结果与分析

3.1 太原城区绿地植物的种类

调查结果表明,太原市城区内的绿地植物中,共有维管束植物 83 科 243 属 402 种。其中裸子植物为 4 科 9 属 21 种,双子叶植物为 70 科 197 属 336 种,单子叶植物 9 科 37 属 45 种。按照生活型对这些物种进行分类,结果如表 1 所示。

表 1 太原市城区绿地植物物种的生活型分类
Table 1 Life forms of plant species of green land in Taiyuan urban

生活型 Life forms	乔木 Tree	灌木 Shrub	木质藤本 Woody climber	多年生草本 Perennial herb	1~2 年生草本 Annual and biennial herb	草质藤本 Herbaceous species
种类 Species	106	83	9	122	79	3
比例/% Proportion	25.4	20.6	2.2	31.3	19.7	0.7

如表 2 所示,依据物种来源,可将太原城区的绿地植物分为本地种、国内引进和国外引进 3 类,在城区的 402 种植物中,太原本地种占 48.5%,引进种占 51.5%,说明太原城区植物种类构成中引进种的比例略高于本地种。从种植方式看,大多数为人工栽培,野生植物比例较低。依据《太原植物志》的记载,太原地区的维管束植物共有 139 科 543 属 1 000 种,由此可见,城区绿化中使用的乡土物种较少。

从城市植物构成要素分析,太原城区的植物主

要有:蔷薇科(Rosaceae)9 属 58 种,菊科(Asteraceae)31 属 50 种,豆科(Leguminosae sp.)19 属 44 种,杨柳科(Salicaceae)2 属 25 种,禾本科(Poaceae)18 属 23 种,木犀科(Oleaceae)5 属 14 种,百合科(Liliaceae)8 属 11 种。分布的常绿植物主要有:松科(Pinaceae)4 属 8 种,柏科(Cupressaceae)3 属 9 种。野生植物主要属于禾本科、菊科和豆科,表现出栽培植物引进的广泛性。

表 2 太原市城区绿地植物物种的来源和种植方式

Table 2 Sources and planting patterns of plants species of green land in Taiyuan urban

来源 Sources	种类 Species	比例/% Proportion	种植方式 Planting patterns	种类 Species	比例/% Proportion
本地种 Native species	195	48.5	栽培 Cultivation	257	63.9
国外引进 Introduced from abroad	31	7.7	野生 The wild	145	36.1
国内引进 Domestic introduced	176	43.8			
合计 Total	402	100	合计 Total	402	100

3.2 太原城区绿地植物的组成

3.2.1 乔木的组成 乔木的重要值能反映树木的优势度,由此可以判断树种的分布情况及生长状况。依据重要值公式计算了每个乔木样方内物种的重要

值以及 236 个样方内物种的相对频度,具体见表 3。由表 3 可知,太原城区绿化建设中常绿树种油松(*Pinus tabulaeformis*)的使用较为频繁,但其生长状况并不理想;侧柏(*Platycladus orientalis*)的生

长状况较好,但使用比例不大;青杆(*Picea wilsonii*)的生长状况优于白杆(*Picea meyeri*);白皮松(*Pinus bungeana*)、圆柏(*Sabina chinensis*)和塔柏(*Sabina chinensis* cv. *pyramidalis*)的使用频度和重要值相对较高,说明这些树种比较适合在太原城区栽植。阔叶树中紫叶李(*Prunus cerasifera atropurpurea*)的使用频率最高,但其生长状况不是最

好;毛白杨(*Populus tomentosa*)和杏(*Prunus armeniaca*)的生长状况较好,但使用频率不高;国槐(*Sophora japonica*)、刺槐(*Robinia pseudoacacia*)、垂柳(*Salix babylonica*)、银杏(*Ginkgo biloba*)、洋白蜡(*Fraxinus pennsylvanica*)、紫丁香(*Syringa oblata*)、新疆杨(*Populus alba* var. *pyramidalis*)等树种的生长状况和相对频度均较好。

表 3 太原市城区绿地乔木的相对频度和重要值

Table 3 Relative frequency and important value of tree in Taiyuan urban

序号 Serial number	乔木 Tree	相对频度 Relative frequency	重要值 Important value	序号 Serial number	乔木 Tree	相对频度 Relative frequency	重要值 Important value
1	油松 <i>Pinus tabulaeformis</i>	0.21	39.63	18	白榆 <i>Ulmus macrocarpa</i>	0.05	35.85
2	白皮松 <i>Pinus bungeana</i>	0.16	45.45	19	臭檀 <i>Euodia daniellii</i>	0.05	27.36
3	塔柏 <i>Sabina chinensis</i> cv. <i>pyramidalis</i>	0.14	36.37	20	龙爪槐 <i>Sophora japonica pendula</i>	0.05	35.18
4	紫叶李 <i>Prunus cerasifera atropurpurea</i>	0.13	39.39	21	栎树 <i>Koelreuteria paniculata</i>	0.04	37.68
5	紫丁香 <i>Syringa oblata</i>	0.10	47.79	22	碧桃 <i>Prunus persica</i>	0.04	43.34
6	国槐 <i>Sophora japonica</i>	0.10	60.71	23	火炬树 <i>Rhus typhina</i>	0.04	43.87
7	圆柏 <i>Sabina chinensis</i>	0.09	45.08	24	元宝枫 <i>Acer truncatum</i>	0.04	48.50
8	刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i>	0.08	62.39	25	杏 <i>Prunus armeniaca</i>	0.04	76.70
9	垂柳 <i>Salix babylonica</i>	0.06	57.39	26	毛白杨 <i>Populus tomentosa</i>	0.04	77.32
10	白杆 <i>Picea meyeri</i>	0.06	31.78	27	青杆 <i>Picea wilsonii</i>	0.03	40.05
11	洋白蜡 <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	0.06	37.35	28	紫叶桃 <i>Prunus persica Alropurpurea</i>	0.02	19.37
12	华山松 <i>Pinus armandii</i>	0.06	26.04	29	白玉兰 <i>Magnolia denudata</i>	0.02	20.14
13	桃叶卫矛 <i>Euonymus bungeanus</i>	0.06	33.92	30	银白杨 <i>Populus alba</i>	0.02	24.14
14	新疆杨 <i>Populus alba</i> var. <i>pyramidalis</i>	0.06	45.19	31	山桃 <i>Prunus davidiana</i>	0.02	43.67
15	侧柏 <i>Platycladus orientalis</i>	0.06	50.49	32	旱柳 <i>Salix matsudana</i>	0.02	53.29
16	银杏 <i>Ginkgo biloba</i>	0.06	63.22	33	加杨 <i>Populus canadensis</i>	0.02	54.03
17	海棠花 <i>Malus spectabilis</i>	0.05	25.77	34	构树 <i>Broussonetia papyrifera</i>	0.02	24.56

3.2.2 灌木的组成 太原城区绿地灌木的相对频度和重要值见表4。

表 4 太原市城区绿地灌木的相对频度和重要值

Table 4 Relative frequency and important value of shrub in Taiyuan urban

序号 Rerial number	灌木 Shrub	相对频度 Relative frequency	重要值 Important value	序号 Serial number	灌木 Shrub	相对频度 Relative frequency	重要值 Important value
1	胶东卫矛 <i>Euonymus kiautschovicus</i>	0.67	35.02	11	多花栒子 <i>Cotoneaster multiflorus</i>	0.03	54.59
2	连翘 <i>Forsythia suspensa</i>	0.09	73.16	12	金银木 <i>Lonicera maackii</i>	0.03	61.04
3	华北珍珠梅 <i>Sorbaria kirilowii</i>	0.06	61.89	13	北京丁香 <i>Syringa pekinensis</i>	0.03	70.96
4	金叶女贞 <i>Ligustrum vicaryi</i>	0.05	30.05	14	木槿 <i>Hibiscus syriacus</i>	0.03	27.43
5	紫叶小檗 <i>Berberis thunbergii</i> var. <i>atropurpurea</i>	0.05	45.44	15	柽柳 <i>Tamarix chinensis</i>	0.03	10.12
6	黄杨 <i>Buxius sinica</i>	0.05	70.34	16	榆叶梅 <i>Prunus triloba</i>	0.03	26.03
7	天目琼花 <i>Viburnum sargentii</i> Koehne	0.04	32.05	17	朝鲜黄杨 <i>Buxus microphylla</i>	0.03	65.37
8	月季 <i>Rosa chinensis</i>	0.04	49.34	18	黄刺玫 <i>Rosa anthina</i>	0.03	73.50
9	红瑞木 <i>Cornus alba</i>	0.03	31.67	19	水蜡 <i>Ligustrum obtusifolium</i>	0.02	24.69
10	牡丹 <i>Paeonia suffruticosa</i>	0.03	54.43				

由表4可见,太原城市绿地建设中使用频率较高但生长状况表现一般的是胶东卫矛(*Euonymus kiautschovicus*);生长状况较好但使用频率不高的是黄刺玫(*Rosa anthina*);使用频率较高且生长状

况良好的有连翘(*Forsythia suspensa*)、华北珍珠梅(*Sorbaria kirilowii*)、北京丁香(*Syringa pekinensis*)、金银木(*Lonicera maackii*)、多花栒子(*Cotoneaster multiflorus*)、牡丹(*Paeonia suffruticosa*)、

月季(*Rosa chinensis*)、红端木(*Cornus alba*)、金叶女贞(*Ligustrum vicaryi*)和木槿(*Hibiscus syriacus*)等。

本次调查中共记录了灌木 38 种,占植物种类总数的 20.6%,在整个太原城区绿化植物的分布格局中,灌木的种类较少,一半以上的绿地用胶东卫矛做绿篱,显得有些单调。

3.2.3 草本植物的组成 调查中发现,在太原城区中有近 60%的绿地草本层是以草地早熟禾为主的草坪,在太原这样的内陆城市,大面积铺设进口草种组成的草坪不适宜,一方面是因为这些绿地浇灌要消耗大量的水,另一方面是养护工作也要花大量的

人力和物力。从植物群落演替的角度看,在草本层中引进的草地早熟禾(*Kentucky bluegrass*)、多年生黑麦草(*Lolium perenne* L.)和紫羊茅(*Festuca rubra* L.)与乡土草本植物之间存在激烈的竞争。由表 5 可见,排在前 16 位的草本植物中有 13 种是乡土物种。现场调查还发现,人工草坪中乡土物种的入侵相当普遍,狗尾草(*Setaria viridis*)、紫花地丁(*Viola chinensis*)和灰绿藜(*Chenopodium glaucum*)的入侵较为常见,而且这些野生草本的重要值也很高,并形成优势,因此如果能给有观赏价值的乡土草种以适当的生存空间,同样能达到令人满意的绿化效果。

表 5 太原市城区绿地草本植物的相对频度和重要值
Table 5 Relative frequency and importance value of herb in Taiyuan urban

序号 Serial number	草本 Herb	相对频度 Relative frequency	重要值 Importance value	序号 Serial number	草本 Herb	相对频度 Relative frequency	重要值 Importance value
1	草地早熟禾 <i>Kentucky bluegrass</i>	0.60	93.12	9	紫花苜蓿 <i>Medicago sativa</i> L.	0.05	56.69
2	狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	0.10	21.17	10	茜草 <i>Madder</i>	0.04	17.50
3	紫花地丁 <i>Viola chinensis</i>	0.09	15.74	11	马齿苋 <i>Portulaca oleracea</i>	0.04	20.29
4	灰绿藜 <i>Chenopodium glaucum</i>	0.09	23.35	12	打碗花 <i>Calystegia hederacea</i>	0.04	8.54
5	白三叶 <i>Trifolium repens</i>	0.08	56.71	13	附地菜 <i>Pedunculate tigonotis</i>	0.03	7.41
6	青杞 <i>Sevanlobed nightshade</i>	0.06	10.53	14	马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i>	0.03	12.98
7	苦苣菜 <i>Ixeris chinensis</i>	0.06	16.39	15	蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i>	0.03	13.98
8	葎草 <i>Humulus scandens</i>	0.05	18.45	16	旋覆花 <i>Inula britannica</i>	0.03	8.02

3.3 太原城区绿地植物的多样性特征

3.3.1 不同绿地结构类型的物种多样性 以表 6 中的乔木郁闭度和灌、草总盖度作为判定依据,可将太原绿地植物结构类型分为 7 种。分析表明,太原市城区绿地的垂直结构中具有乔、灌、草 3 层结构的人工群落所占比例较大(50%),其次是乔草型

(32%)和乔木型(10%),表明太原市城区绿地建设中很重视复层群落结构的营造,乔木的多样性水平最高,灌木其次,草本最低。为完善人工植物群落的生态功能,增加绿地景观的层次,可在现有的乔木层结构中适当加入中、下层植物,组成相对稳定的复层混交植物群落,以丰富人工群落层次结构。

表 6 太原城区绿地结构类型的划分依据
Table 6 Structure types of urban green land in Taiyuan urban

结构类型 Structure types	判定依据 Judgment basis
乔木类型 Tree types	乔木郁闭度 ≥ 0.2 ,灌草总盖度均 < 0.2 Tree canopy density ≥ 0.2 ,total coverage of shrub and grass < 0.2
灌丛类型 Shrub types	灌木总盖度 ≥ 0.2 ,乔木郁闭度及草本总盖度均 < 0.2 Total coverage of shrub ≥ 0.2 ,tree canopy density and total coverage of herbaceous < 0.2
草坪类型 Grass types	草本总盖度 ≥ 0.2 ,乔木郁闭度及灌木总盖度均 < 0.2 Total coverage of herbaceous ≥ 0.2 ,tree canopy density and total coverage of shrub < 0.2
乔灌类型 Tree-shrub types	草本总盖度 < 0.2 ,乔木郁闭度及灌木总盖度均 ≥ 0.2 Total coverage of herbaceous < 0.2 ,tree canopy density and total coverage of shrub ≥ 0.2
灌草类型 Shrub-grass types	乔木郁闭度 < 0.2 ,灌木、草本总盖度均 ≥ 0.2 Tree canopy density < 0.2 ,total coverage of shrub and herbaceous ≥ 0.2
乔草类型 Tree-grass types	灌木总盖度 < 0.2 ,乔木郁闭度及草本总盖度均 ≥ 0.2 Total coverage of shrub < 0.2 ,tree canopy density and total coverage of herbaceous ≥ 0.2
乔灌草类型 Tree-shurb-grass types	乔木郁闭度及灌木、草本总盖度均 ≥ 0.2 ,形成层次分明的群落结构 Tree canopy density and total coverage of shrub and herbaceous ≥ 0.2 ,forming a structured community structure

太原城区不同绿地结构类型的丰富度、均匀度和物种多样性指数如表 7 所示。物种丰富度中乔灌

草型和乔草型在整个城区所占比例较大,物种配置较丰富;草地和灌丛型在晋祠公园和森林公园较多,基本处于野生状态,植物种类不够丰富,丰富度指数较低。物种均匀度中乔灌草和乔灌类型的均匀度较高;野生草本虽然物种比较丰富,但数量非常少,而且经常被当作杂草除去,均匀度最低。物种多样性中 Shannon-Wiener 指数和 Simpson 指数所反映的

各绿地类型的多样性特征并不一致,主要是由于这 2 个指数公式的数学含义不同所致,如在乔木型绿地中,乔木种类比较单调,假设只有 1 种乔木,则其重要值为 1,在 Shannon-Wiener 指数公式中,其多样性是 0,而在 Simpson 指数公式中,其多样性是 1。因此,描述人工绿地植物群落的多样性时,用 Shannon-Wiener 指数较 Simpson 指数准确。

表 7 太原城区各绿地结构类型的物种多样性
Table 7 Diversity of every green land structure type in Taiyuan urban

绿地结构类型 Green land structure types	丰富度指数 Richness index	均匀度指数 Evenness index	Shannon-Wiener 指数 Shannon-Wiener index	Simpson 指数 Simpson index
乔灌草型 Tree-shurb-grass types	6.11	0.91	1.65	0.25
乔草型 Tree-grass types	5.93	0.75	1.34	0.33
乔灌型 Tree-shrub types	5.00	0.83	1.34	0.31
灌丛型 Shrub types	5.00	0.81	1.52	0.18
草地 Grass types	4.67	0.66	1.01	0.52
灌草型 Shrub-grass types	3.75	0.77	1.02	0.41
乔木型 Tree types	1.87	0.70	0.44	0.73

3.3.2 不同功能绿地类型的物种多样性 太原城区不同功能绿地类型的丰富度、均匀度和 Shannon-Wiener 指数见表 8。从丰富度来看,单位附属绿地具有较高的丰富度,街道绿地的丰富度次之,森林公园的丰富度最高。7 个公园物种丰富度指数表现为森林公园>龙潭公园>玉门河公园>迎泽公园>卧

虎山公园>晋祠公园>汾河公园。从均匀度指数来看,单位附属绿地、公共绿地、汾河公园和玉门河公园较高,其次是街道绿地、森林公园、龙潭公园,晋祠和卧虎山公园较低。从 Shannon-Wiener 指数来看,其变化趋势与丰富度指数较为相似,说明 Shannon-Wiener 指数与丰富度的相关性较大。

表 8 太原城区各功能绿地类型的物种多样性
Table 8 Diversity of every functional green land in Taiyuan urban

功能绿地类型 Functional green land types	丰富度指数 Richness index	均匀度指数 Evenness index	Shannon 指数 Shannon index
单位附属绿地 Attachde green space	7.1	0.88	1.72
街道绿地 Street greenbelt	5.8	0.81	1.38
公共绿地 Public green space	4.1	0.88	1.21
森林公园 Forest Park	10.1	0.82	1.91
龙潭公园 Longtan Park	7.9	0.83	1.68
玉门河公园 Yumen River Park	6.9	0.89	1.59
迎泽公园 Yingze Park	5.3	0.80	1.31
卧虎山公园 Wohushan Park	5.2	0.69	1.06
晋祠公园 Jinci Park	4.0	0.75	1.08
汾河公园 Fenhe River Park	3.9	0.85	1.15

4 讨论与结论

城市中的绿地绝大多数为人工植物群落,植物配置方式复杂,人为干预严重,进而影响物种之间的和谐,运用一般的调查取样方法不能准确反映城市绿地植物物种的多样性,应该根据绿化目的及人为干预的频度、强度以及不同群落的特点,制定更加完善和科学的调查方法。

由于本次调查所设样点主要为城市建成区绿地中的人工植物群落,不能代表太原市全部植物物种,

因此在植物种类、科属的分布以及生物多样性的分布特征研究中,难免存在偏差。如果要更加精确地研究太原市建成区绿地植物物种的多样性,就必须全面调查城市中的人工、半人工及自然植物群落。

太原市城市绿地植物物种的丰富度仅仅体现在某一区域的绿地内,同时缺乏与均匀度的综合分析,因此物种多样性一般。构建近自然的人工植物群落应该是今后园林植物景观营造的方向,也是园林植物群落结构研究的重要内容。

太原市乡土植物物种丰富,但本次研究发现,太

原市城区绿地建设中乡土植物运用较为有限,数量及种类不多,因此需尽快开展乡土植物的选优、繁育及栽培研究,尤其是加强乡土灌木和地被植物的选优、快繁及应用研究。

本次调查表明,太原市城区绿地植物物种多样性水平一般。因此在太原市今后的园林绿化工作中,应加强植物物种多样性的保护和研究,扩大乡土植物的应用,构筑乔灌草复层的绿地群落结构,建设专类植物园,积极发展垂直绿化、屋顶花园,最大限度地丰富当地植物物种的多样性。

太原市城区绿地植物配置模式仍然基于传统的“绿化、美化”理念,侧重于植物造景,忽视了景观生态学在植物配置中的运用,这也是造成太原市城区绿地植物物种多样性水平较低的主要原因。因此在太原市今后的园林规划设计中,应充分运用生态理念,明确提出生态要求,从更高的层面促进太原城区绿地植物物种多样性水平的提高。

[参考文献]

[1] Hartnett D C, Wilson W T. Mycorrhizae influence plant community structure and diversity in tallgrass prairie [J]. Ecology, 1999, 80(4): 1187-1195.

[2] Magurran A E. Ecological diversity and its measurement [M]. New Jersey: Princeton University Press, 1988.

[3] Stohlgren T J, Bull K A, Otsuki Y, et al. Comparison of range-

land vegetation sampling techniques in the central grasslands [J]. Journal of Range Management, 1998, 51(2): 164-172.

[4] Reynolds H L. Soil heterogeneity and plant competition in an annual grassland [J]. Ecology, 1997, 78(7): 2076-2090.

[5] Tilman D, Pacala S. The maintenance of species richness in plant communities [C]//Richlefs R E. Species diversity in ecological communities. Chicago: The University of Chicago Press, 1993: 13-25.

[6] Tilman D. Competition and biodiversity in spatially structured habitats [J]. Ecology, 1994, 75(1): 2-16.

[7] Harrison S. Local and regional diversity in a partly landscape: Native, alien and endemic herbs on serpentine [J]. Ecology, 1999, 80(1): 70-80.

[8] Tilman D, Wedin D, Knops J. Productivity and sustainability in fluenced by biodiversity in grassland ecosystems [J]. Nature, 1996, 379(22): 718-720.

[9] Ehrlich P R, Ehrlich A. Extinction: The causes and consequences of the disappearance of species [J]. New York: Random House, 1981.

[10] Elton C S. The reasons for conservation [C]//Elton C S. The ecology of invasions by animals and plants. London: Chapman & Hall, 1958: 143-153.

[11] Ewe J J, Mazzarino M J, Berish C W. Tropical soil fertility changes under monocultures and successional communities of different structure [J]. Ecol Appl, 1991(1): 289-302.

[12] Conzen M R G, Whitehand J W R. The urban landscape: Historical development and management [M]. London: Academia Press, 1981: 24-25.

(上接第 129 页)

[23] Ozawa M, Muramatsu T. Reticulocalbin, a novel endoplasmic reticulum resident Ca^{2+} -binding protein with multiple EF-hand motifs and a carboxyl-terminal HDEL sequence [J]. J Biol Chem, 1993, 268(1): 699-705.

[24] 张丽君. 钙结合蛋白 S100A6 基因的研究进展 [J]. 国际检验医学生物化学与检验学分册, 2004, 25(6): 542-544.

Zhang L J. Biological property and research progress of calcium-binding protein S100A6 [J]. Sect Clin Biochem Lab Med Foreign Med Sci, 2004, 25(6): 542-544. (in Chinese)

[25] 杨 勇. 钙结合蛋白 S100A2 的研究进展 [J]. 国际检验医学杂志, 2011, 32(17): 1983-1986.

Yang Y. Biological property and research progress of calcium-binding protein S100A2 [J]. Int J Lab Med, 2011, 32(17): 1983-1986. (in Chinese)

[26] 尹磊森, 张庆华, 王 宇, 等. 钙结合蛋白 S100A9 功能的研究进展 [J]. 复旦学报: 医学版, 2011, 38(5): 445-448.

Yin L M, Zhang Q H, Wang Y, et al. Biological property and research progress of calcium-binding protein S100A9 [J]. Fudan Univ: J Med Sci, 2011, 38(5): 445-448. (in Chinese)

[27] Iacopino A M, Christakos S. Specific reduction of calcium-binding protein (28-kilodalton calbindin-D) gene expression in aging and neurodegenerative diseases [J]. Proc Natl Acad Sci USA, 1990, 87(11): 4078-4082.

[28] 廖从舒, 李东风. 钙结合蛋白与鸟类鸣唱学习记忆 [J]. 生命科学研究, 2009, 13(1): 86-90.

Liao C S, Li D F. Calcium-binding proteins and vocal learning and memory of bird [J]. Life Sci Res, 2009, 13(1): 86-90. (in Chinese)