广西植物 Guihaia Mar. 2018, 38(3):370-380 http://www.guihaia-journal.com

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201708036

引文格式: 黄婷, 李钊, 陈建全, 等. 柳州市行道树资源调查与结构特征分析 [J]. 广西植物, 2018, 38(3):370-380

HUANG T, LI Z, CHEN JQ, et al. Resource investigation and structure characteristic analysis of avenue trees in Liuzhou City [J]. Guihaia, 2018, 38(3):370-380

柳州市行道树资源调查与结构特征分析

黄 婷[1], 李 钊[2*], 陈建全[3], 罗银花[4], 罗应华[4]

(1. 广西大学 行健文理学院, 南宁 530005; 2. 柳州市园林局, 广西 柳州 545001; 3. 中国林业科学研究院热带林业实验中心, 广西 凭祥 532600; 4. 广西大学 林学院, 南宁 530005)

摘 要: 该研究通过对柳州市区主要道路园林绿化全面踏勘,在四城区中筛选出68条道路行道树进行现场调查和综合评价。结果表明:(1)柳州市行道树共有28种,隶属于17科21属,常绿树种与落叶树种比例及乡土树种与外来树种比例合理。(2)柳州市行道树中小叶榕和黄葛榕在各城区应用频度较高,树种组成结构相对单一。(3)季相树种在各城区应用频度不均衡,部分城区春季景观营造效果显著,而夏秋冬季相景观效果不显著。(4)绿化达标率和林荫路推广率离国家生态园林城市还有较大差距,物种丰富度和多样性指数有待提高。建议加大乡土树种的应用与推广,提高各城区物种丰富度及季相树种的应用,营造城市道路特色季相景观。该研究成果提出了发展乡土树种、丰富树种多样性及季相景观营造的技术建议,对柳州市行道树树种规划和建设提供了科学依据。

关键词: 行道树, 树种, 使用频度, 树高, 胸径, 健康状况

中图分类号: Q948 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2018)03-0370-11

Resource investigation and structure characteristic analysis of avenue trees in Liuzhou City

HUANG Ting[1], LI Zhao[2*], CHEN Jianquan[3], LUO Yinhua[4], LUO Yinghua[4]

(1. *College of Xingjian Liberal Arts*, *Guangxi University*, Nanning 530005, China; 2. *Garden Bureau in Liuzhou City*, Liuzhou 545001, Guangxi, China; 3. *Experimental Center of Tropical Forestry*, *Chinese Academy of Forestry*, Pingxiang 532600, Guangxi, China; 4. *Forestry College*, *Guangxi University*, Nanning 530005, China)

Abstract: Through the comprehensive survey of the main avenue landscape greening in Liuzhou, 68 road trees were selected in the four urban districts to conduct on-site investigation and comprehensive evaluation. The results showed that there were 28 species of avenue trees in Liuzhou, belonging to 17 families and 21 genera. The proportion of evergreen tree species and deciduous tree species, native tree species and exotic tree species was reasonable. The frequency of application of *Ficus microcarpa* and *F. virens* in the avenue trees of Liuzhou City was higher than that in the urban areas,

收稿日期: 2017-12-25

基金项目: 国家自然科学基金(3120030);2015年度广西壮族自治区高等学校科学研究项目(KY2015YB485) [Supported by the National Natural Science Fundation of China(3120030); the Research Program of Science of Guangxi University in 2015]。

作者简介: 黄婷(1981-),女,广西柳州人,讲师,主要从事风景园林设计研究,(E-mail)47046556@qq.com。

*通信作者: 李钊,高级工程师,主要从事园林绿化管理工作,(E-mail)65518665@qq.com。

and the structure of tree species was relatively simple. The application frequency of seasonal tree species in various urban areas was not balanced, and the effects of spring landscape construction in some urban areas were significant, while the effects of summer and winter seasonal landscape were not significant. There was still a big gap between the standard rate of afforestation and avenue promotion rate from the national ecological garden city. Species richness and diversity index need to be improved. It was suggested that the application and popularization of native tree species should be increased, the species richness and the application of seasonal tree species in urban areas should be improved, and the seasonal landscape of urban roads should be built. Therefore, we put forward technical suggestions for developing native tree species, rich tree species diversity and seasonal landscape construction, and provided scientific basis for planning and construction of avenue tree species in Liuzhou City.

Key words: avenue trees, tree species, frequency of use, tree height, DBH, health status

行道树是指间隔栽植于道路两侧,具有遮荫并构成街景的树木。行道树是城市园林绿化的重要组成部分,完善城市道路服务体系,改善交通环境,是衡量一个城市绿化和景观质量的重要标准。由行道树为主体构成的道路绿地不仅是城市能流移动的重要廊道,也是城市生物多样性的重要保障。国外学者已针对行道树进行了研究,其效果初步得到证实(Tuner,1995;Savard et al,2000)。目前,已对不同城市行道树植物资源(陈超和白洁,2013;王旭军等,2014;刘丽等,2012)、树种比例(孙庆立和苏元勋,2000)、结构特征(程诗和罗言云,2011;金莹杉等,2002;李秀芹和张国斌,2007)、树种应用与选择(李海梅等,2003;石东扬等,2007)、多样性及生态效益(刘伟石等,2011;王立颇等,2013;张玉阳等,2013)等领域进行了相关研究。

柳州是广西乃至西南地区重要的工业城市,有着得天独厚的自然资源环境,市区青山环绕、水抱城流,“城在山水园林中,山水园林在城中”是柳州城市风貌的形象写照,有“世界第一天然大盆景”的美誉。近年来,柳州市园林绿化建设发展迅速,城市绿量大幅度增加,在全市 60 条城市道路中种植了 40 多个园林花木品种,共计 300 多万株,初现了“城市绿树成荫、常年景观丰富、四季花开不断”的城市绿化新景象。根据柳州市“十三五”规划和“花园城市”建设规划,未来五年柳州市将继续深入创建宜居宜人的“生态园林城市”,打造具有柳州特色的“紫荆花都”品牌。本研究通过调查柳州市行道树资源,查清其种类、胸径、树高、使用频度、健康状况、观赏价值及结构特征等,提出发展乡土树种、丰富树种多样性及季相景观营造的技术建议,为柳州市行道树树种规划和建设提供科学依据。

1　材料与方法

1.1 样地概况

研究区域位于广西壮族自治区中北部,地处 108°32′—110° 28′ E,23°54′—26°03′ N 之间。地形为“三江四合,抱城如壶”,故称“壶城”。柳州属中亚热带季风气候,高温、高湿、多雨,冬半年盛行偏北风,寒冷、干燥、少雨。夏长冬短、雨热同季,光、温、水气候资源丰富,但地区差异较大,年均气温为 20.3 ℃,无霜期为 310~330 d,年均降雨量为1 400 mm 左右,多雨季节在 5—8 月。

调查对象按照柳州市园林局四城区管辖绿地范围划分,采用分层抽样法确定 68 条城市主要道路,即城中区 24 条包括公园路、湾塘路、文惠路、东环大道北段、马鹿山路、河东路、文昌东路、文昌西路、文兴路、桂中大道、静兰路、潭中东路、西江路、桂柳路西段、桂柳路东段、高新三路、高新四路、高新五路、东堤路、蟠龙路、友谊路、沿江路、学院路、学院路延长线;柳南区 14 条包括柳工大道、柳邕路西段、航鹰大道、航北路、航一路、航二路、城站路、鹅山路、南环路、柳太路、飞鹅路、潭中西路、瑞龙路、西堤路;鱼峰区 17 条包括东环大道南段、老桂柳路、西江路西段、水南路、天山路、驾鹤路、蝴蝶山路、屏山大道、荣军路、银桐路、龙潭路、燎原路、柳石路、柳石路南段、洛园路、都乐路、迎

宾路;柳北区 13 条包括八一路、广雅路、三中路、白沙路、滨江东路、雅儒路、长风路、北雀路、跃进南路、跃进北路、北外环路、柳长路、香兰大道。

1.2 调查内容和方法

采用随机抽样调查方法,于 2017 年 2—6 月对选定道路样方内的乔木(株高 1.5 m 以上)进行调查,详细记载各树种名称及其株数、树高、胸径、冠幅、健康状况、观赏价值等。用测高仪测定树高,胸径用胸径尺确定,健康状况、观赏价值等用目测方法确定。其中,树木的健康状况分四个等级(表 1)。同时,计算各区域物种丰富度(S)以及 Shannon-weiner 物种多样性指数(陈超和白洁,2013)。

表 1 树木健康状况等级划分标准

Table 1 Classification standard of health status grade of tree

等级 Level	简单描述 Brief description	分值 Score
1 健康 Healthy	树冠饱满,叶色正常,观赏价值较高,无病虫害和枯死枝条,树冠缺损<15%,未成龄树木生长空间充裕。Full canopy, normal leaf color, high ornamental value, no pests and dead branches, the canopy defect is less than 15%, having ample space for immature trees.	80~100
2 正常 Normal	生长势一般,叶色基本正常,有一定的观赏价值,树冠缺损介于 15%~40%,未成龄树木有一定的生长空间。A general growth potential, basically normal leaf color, have certain ornamental value, the canopy defect is between 15% and 40%, having certain space for immature trees.	60~79
3 差 Inferior	生长势较差,衰退严重,叶色不正常,观赏价值低,树冠缺损介于 40%~75%,未成龄树木的生长空间有限。Poor growth potential, serious recession, abnormal leaf color, low ornamental value, the canopy defect is between 40% and 75% having limited growth space for immature trees.	31~59
4 濒死 Dying	树势弱,树冠缺损超过 75%,濒临死亡。Weak growth potential, the canopy defect is more than 75% and they are on the brink of death.	<31

1.3 各项指标的计算

(1) 频度(F):$F = m/M$,式中,m 为某树种出现的街道数,M 为所有树种在街道内出现的次数。

(2)物种丰富度(S):出现在抽样调查区域中的行道树种数。

(3)物种多样性指数(H):$H = -\sum_{i=1}^{n=s} p_i \times \ln p_i$,式中 p_i=第 i 种比例多度,给定 $p_i = N_i/N$, N_i 为第 i (i=1、2、3...s)种物种个体数,N 为个体总数。

(4)城市道路绿地达标率(%):(绿地达标的城市道路长度/城市道路总长度)×100%。

(5)林荫路推广率(%):建成区内达到林荫路标准的步行道、自行车道长度(km)/建成区内步行道、自行车道总长度(km)×100%

2 结果与分析

2.1 柳州市行道树树种组成分析

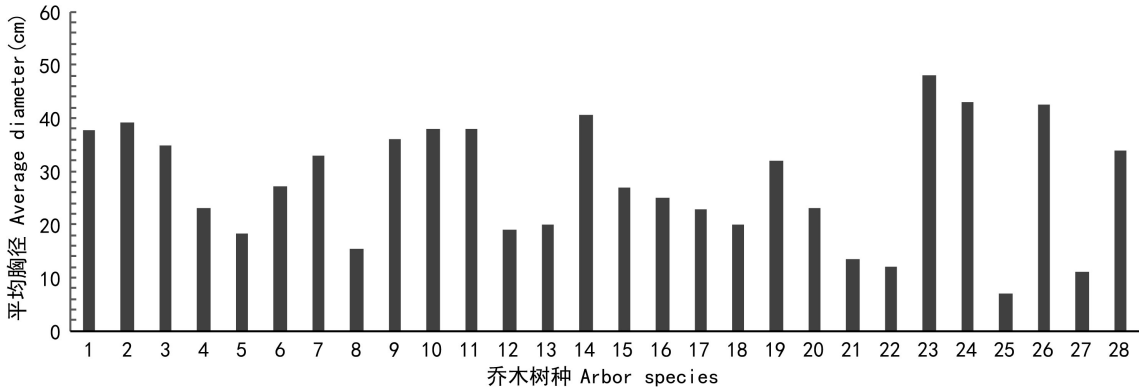
调查统计结果(表 2)表明,柳州市 68 条道路现有行道树乔木33 932株,树种 28 种,均为阔叶乔木,隶属于 17 科 21 属。

从树种数量分析来看,柳州市常用行道树树种有小叶榕(*Ficus microcarpa*)(42.2%)、黄葛榕(*F. virens*)(20.0%)、高山榕(*F. altissima*)(6.8%)、香樟(*Cinnamomum camphora*)(6.3%)、洋紫荆(*Bauhinia variegata*)(4.2%)、木棉(*Bombax malabaricum*)(4.1%),常用树种占总数的 83.6%,其他树种均低于 3.0%(表 2)。从城市森林的可持续发展来看,任一树种的栽植数量不应超过树木总数的 10%(Kreuter et al, 2001)。但柳州市行道树单个树种数量占总数的比例中,小叶榕(42.2%)和黄葛榕(20.0%)却超过 10%。可见,柳州市行道树结构不合理,不利于生态结构稳定性的维持。榕树虽是柳州市市树,易繁殖和养护管理,体现地方特色,但从景观多样性与生态结构稳定性角度来看,柳州市行道树应控制过多使用小叶榕和黄葛榕,增加其他适应性强的树种并应用与推广,如八月桂(*Osmanthus fragrans*)、木棉、高山榕、蝴蝶果(*Cleidiocarpon cavaleriei*)、泡桐(*Paulownia* spp.)等。

表 2　柳州市行道树调查表

Table 2　Survey of street trees in the city of Liuzhou

序号 Serial number	乔木树种 Arbor species	科 Family	属 Genus	平均树高 Mean height (m)	平均胸径 Mean DBH (cm)	株数 No. of plants	占调查植株比例 Ratio (%)	频度 Frequency (%)
1	小叶榕 *Ficus microcarpa*	桑科 Moraceae	榕属 *Ficus*	9.9	37.7	14 326	42.2	22.8
2	黄葛榕 *F. virens*	桑科 Moraceae	榕属 *Ficus*	9.7	39.2	6 800	20.0	12.3
3	高山榕 *F. altissima*	桑科 Moraceae	榕属 *Ficus*	8.7	34.9	2 316	6.8	8.7
4	香樟 *Cinnamomum camphora*	樟科 Lauraceae	樟属 *Cinnamomum*	8.5	23.1	2 145	6.3	6.1
5	洋紫荆 *Bauhinia variegata*	豆科 Leguminosae	羊蹄甲属 *Bauhinia*	6.9	18.4	1 433	4.2	8.8
6	木棉 *Bombax malabaricum*	木棉科 Bombacaceae	木棉属 *Bombax*	11.4	27.1	1 381	4.1	6.1
7	法国梧桐 *Platanus orientalis*	悬铃木科 Platanaceae	悬铃木属 *Platanus*	9.5	33.0	808	2.4	1.7
8	栾树 *Koelreuteria paniculata*	无患子科 Sapindaceae	栾树属 *Koelreuteria*	8.0	15.3	675	2.0	2.6
9	天竺桂 *Cinnamomum japonicum*	樟科 Lauraceae	樟属 *Cinnamomum*	7.3	36	587	1.7	5.3
10	海南蒲桃 *Syzygium hainanense*	桃金娘科 Myrtaceae	蒲桃属 *Syzygium*	12.0	38.0	493	1.5	0.9
11	红花羊蹄甲 *Bauhinia blakeana*	豆科 Leguminosae	羊蹄甲属 *Bauhinia*	7.5	38.0	484	1.4	0.9
12	杧果 *Mangifera indica*	漆树科 Anacardia ceae	杧果属 *Mangifera*	9	19	327	1.0	0.9
13	刺桐 *Erythrina variegata*	豆科 Leguminosae	刺桐属 *Erythrina*	3	20	327	1.0	0.9
14	羊蹄甲 *Bauhinia purpurea*	豆科 Leguminosae	羊蹄甲属 *Bauhinia*	5.5	40.5	207	0.6	1.7
15	盆架子 *Alstonia scholaris*	夹竹桃科 Apocynaceae	鸡骨常山属 *Alstonia*	10.0	27.0	207	0.6	0.9
16	杜英 *Elaeocarpus decipiens*	杜英科 Elaeocarpaceae	杜英属 *Elaeocarous*	7.0	25	201	0.6	1.7
17	秋枫 *Bischofia javanica*	大戟科 Euphorbia ceae	秋枫属 *Bischofia*	7.3	22.8	186	0.5	4.4
18	菩提榕 *Ficus religiosa*	桑科 Moraceae	榕属 *Ficus*	7.0	20.0	151	0.4	0.9
19	美丽异木棉 *Ceiba speciosa*	木棉科 Bombacaceae	吉贝属 *Ceiba*	6.1	32.0	145	0.4	0.9
20	八月桂 *Osmanthus fragrans*	木犀科 Oleaceae	木犀属 *Osmanthus*	4.2	23.0	136	0.4	2.6
21	蓝花楹 *Jacaranda mimosifolia*	紫葳科 Bignoniaceae	蓝花楹属 *Jacaranda*	5.8	13.5	109	0.3	1.7
22	黄花风铃木 *Tabebuia chrysantha*	紫葳科 Bignoniaceae	风铃木属 *Tabebuia*	6	12	105	0.3	0.9
23	蝴蝶果 *Cleidiocarpon cavaleriei*	大戟科 Euphorbiaceae	蝴蝶果属 *Cleidiocarpon*	25.0	48.0	89	0.3	0.9
24	龙眼 *Dimocarpus longan*	无患子科 Sapindaceae	龙眼属 *Dimocarpus*	20.0	43.0	84	0.2	0.9
25	广玉兰 *Magnolia grandiflora*	木兰科 Magnoliaceae	木兰属 *Magnolia*	3.5	7.0	76	0.2	0.9
26	银桦 *Grevillea robusta*	山龙眼科 Proteaceae	银桦属 *Grevillea*	12.5	42.5	67	0.2	1.7
27	桂花 *Osmanthus fragrans*	木犀科 Oleaceae	木犀属 *Osmanthus*	3.0	11.0	37	0.1	0.9
28	蒲葵 *Livistona chinensis*	棕榈科 Palmae	蒲葵属 *Livistona*	10.2	34.0	30	0.1	0.9



注：横坐标数字所代表的乔木树种同表 2。下同。
Note: Numbers of horizontal axis represent the same arbor species in Table 2. The same below.

图 1 柳州市主要行道树平均胸径分布图
Fig. 1 Distribution of mean DBH of main avenue trees in Liuzhou City

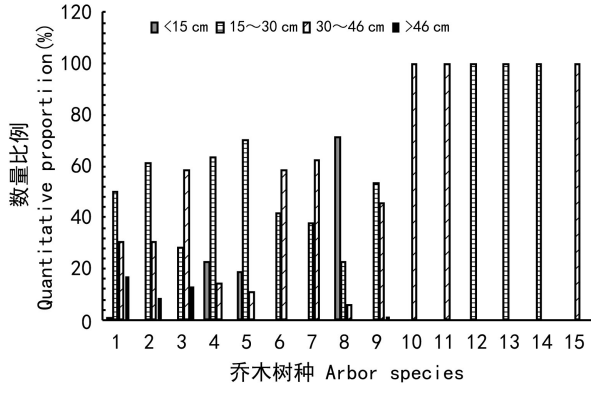


图 2 柳州市主要行道树不同胸径等级的数量分布
Fig. 2 Quantitative distribution of size-class of DBH of main avenue trees in Liuzhou City

从常绿与落叶树种比例分析，常绿树种 18 种，数量为 21 998 株；落叶树种 10 种，数量为 11 934株。常绿树种与落叶树种比例为 9∶5，数量比例为 6.4∶3.6。与柳州市绿地系统树种规划拟定常绿与落叶树种比例为 7∶3 相比，需进一步加大常绿树种行道树的种植比例。

从乡土树种和引进树种分析，柳州市行道树乡土树种有 13 种，数量为 28 427 株；引进树种有 15 种，数量为5 505株。乡土树种和引进树种的树种比例为 4.6∶5.4，数量比例为 8.4∶1.6。可见，柳州市行道树中乡土树种数量上占绝对优势，但树种种类偏少。柳州市乡土树种资源丰富，共 539 种，其中生长状况在优以上的有 146 种，引进树种 242 种，生长状况在优以上的有 52 种（隆卫革，2008）。可见，柳州市行道树乡土树种和引进树种应用种类挖掘潜力极大。

2.2 柳州市行道树乔木平均胸径分布特征

柳州市行道树乔木平均胸径为 30.8 cm，根据胸径划分为Ⅰ（<15 cm）、Ⅱ（15～30 cm）、Ⅲ（30～46 m）、Ⅳ（>46 cm）四个等级的数量比例为 0.6∶5∶3.3∶1.1，胸径总体水平主要以中径阶Ⅱ（15～30 cm）为主，占行道树总数的 50.1%，而小径阶Ⅰ（<15 cm）所占比例最少。此外，不同树种间的径级区间存在较显著差异。具体表现为蝴蝶果（48 cm）>小叶榕（37.7 cm）>香樟（23.1 cm）>黄花风铃木（*Tabebuia chrysantha*）（12.0 cm）>广玉兰（*Magnolia grandiflora*）（7.0 cm）（图 1）。

从图 2 可以看出，15 种行道树胸径径级区间，跨度最大的是栾树（*Koelreuteria paniculata*）、天竺桂（*Cinnamomum japonicum*），其次是小叶榕、黄葛榕、高山榕、香樟、洋紫荆、木棉、法国梧桐（*Platanus orientalis*）。从 15 种行道树胸径径级数分析，常用树种胸径径级数较多，且中径级和大径级树种多以乡土树种居多，行道树长势处于稳定生长阶段。

2.3 柳州市行道树乔木树高分布特征

柳州市行道树的平均树高为 8.6 m，从数量上分

析，有 12 种树种平均树高大于平均水平，占总株数的 41.6%。按照Ⅰ（<5 m）、Ⅱ（5~10 m）、Ⅲ（10~15 m）、Ⅳ（15~20 m）、Ⅴ（>20 m）五个树高等级划分，数量比例为 58∶223∶94∶5∶1。各等级树高的树种比例为 4∶17∶5∶1∶1，其中平均树高Ⅰ（<5 m）的有刺桐（*Erythrina variegata*）、八月桂、广玉兰、桂花（*Osmanthus fragrans*）4 种；平均树高Ⅱ（5~10 m）的有小叶榕、黄葛榕、高山榕、香樟、洋紫荆等 17 种；平均树高Ⅲ（10~15 m）的有木棉、海南蒲桃（*Syzygium hainanense*）、盆架子（*Alstonia scholaris*）、银桦（*Grevillea robusta*）、蒲葵（*Livistona chinensis*）5 种；平均树高Ⅳ（15~20 m）的仅龙眼 1 种；平均树高Ⅴ（>20 m）的仅蝴蝶果 1 种（图 3）。

可见，平均树高Ⅱ（5~10 m）和Ⅲ（10~15 m）

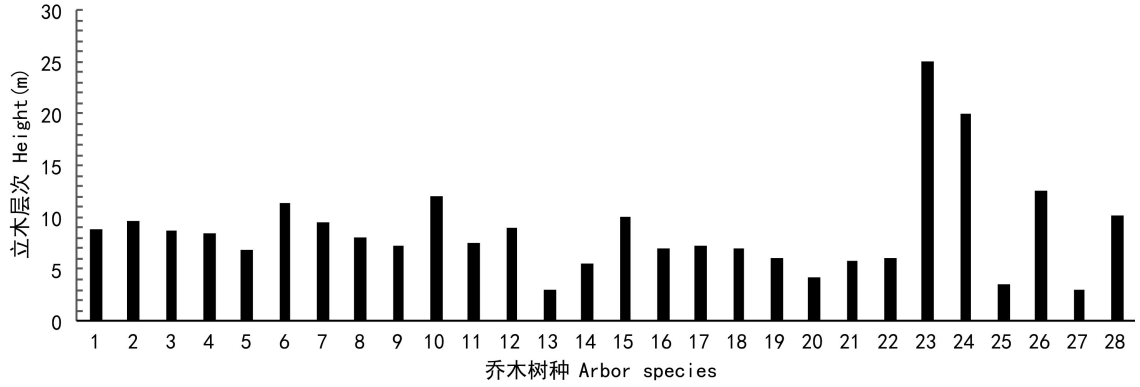


图 3　柳州市行道树乔木树种平均树高数量分布

Fig. 3　Quantitative distribution of mean height of arbor species of avenue trees in Liuzhou City

的树种数量居多且树种丰富，以乡土树种为主，同时兼顾中小乔特色花木和引进树种的应用。平均树高Ⅳ（15~20 m）和Ⅴ（>20 m）的树种数量少且树种较单一。从 15 种行道树的不同立木层次分布来分析，小叶榕、黄葛榕、高山榕、香樟、洋紫荆、法国梧桐、栾树和天竺桂 8 种树种的立木层次差异较明显，树高主要集中在 5~10 m 的范围内，其他树种均为一个立木层次（图 4）。

2.4 柳州市行道树频度分布特征

从不同城区的树种分布（表 3）可知，四个城区行道树树种的数量分布均衡。柳南区 13 个树种，鱼峰区 14 个树种，城中区 15 个树种，柳北区 10 个树种。其中，小叶榕应用频度最高，即柳南区（26.1）>柳北区（25.0）>鱼峰区（21.4）>城中区（20.5）；黄葛榕其次，即柳南区（17.4）>柳北区（16.7）>城中区（10.3）>鱼峰区（7.1）；高山榕为城中区（15.4）>鱼峰区（10.7）；洋紫荆为柳北区（12.5）>城中区（10.3）>鱼峰区（7.1）>柳南区（4.3）。

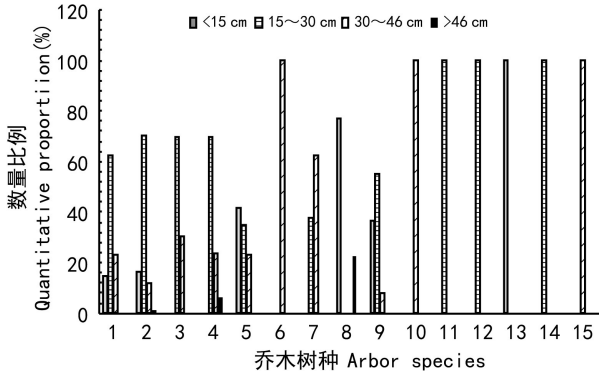


图 4　柳州市主要行道树乔木树种不同树高等级的数量分布

Fig. 4　Quantitative distribution of different heights of arbor species of street trees in Liuzhou City

可见，柳州市各城区行道树以小叶榕和黄葛榕为主，而作为城市名片的洋紫荆在四个城区分布不均衡，特别是在鱼峰区和柳南区的应用频度较低。秋季植物景观色彩还不够丰富。建议以分

段或间植形式增加洋紫荆在鱼峰区和柳南区行道树的应用。同时在各城区增加美丽异木棉、八月桂、栾树、银杏等行道树,营造特色秋季景观;加大蓝花楹(*Jacaranda mimosifolia*)、白兰(*Michelia alba*)、红花羊蹄甲(*Bauhinia blakeana*)、红枫(*Acer palmatum* 'Atropurpureum')等夏冬乔木种植丰富四季景观构成。实现以春季洋紫荆特色风貌为主,秋季景观为辅、四季兼顾的城市植物风貌。

2.5 柳州市行道树健康状况

柳州市行道树绿带植物的健康状况综合评分为 80.0 分。四个健康等级(健康、正常、差、濒死)树木数量比例为 480∶118∶1∶1,健康等级数量占 78%,有少部分数量濒临死亡,如静兰路的香樟、雅儒路的秋枫(*Bischofia javanica*)。对不同树种的健康状况进行比较得出,小叶榕、黄葛榕、高山榕、海南蒲桃、美丽异木棉等树种状况较好,树冠均较饱满,叶片完整,叶色正常,病虫害危害少,观赏价值较高;而刺桐、盆架子、杜英(*Elaeocarpus decipiens*)等树种的健康状况较差。主要原因是后期管理维护不当,导致植株长势不旺,观赏效果较差(图 3)。

2.6 柳州市行道树乔木多样性指数与物种丰富度

由表4 可知,柳州市四城区行道树多样性指数及物种丰富度呈正相关,多样性指数为城中区>鱼峰区>柳南区>柳北区。城中区作为柳州老的政治文化经济中心,机关单位及人口密集,多样性指数较高;鱼峰区包括柳东新区作为新的政治文化经济中心,注重行道树规划,多样性指数较高;柳南区面积大,人文景点多,多样性指数适中;柳北区是人口车辆和重工业生产聚集地重工业区,早期并未意识到行道树规划时多样性的重要性,导致该区的行道树种植数量和种类相对较少,多样性指数和物种丰富度较低。

2.7 柳州市行道树绿地率和林荫路推广率

根据《柳州市城市总体规划(2010—2020)道路交通规划图》柳州市城市道路总长度为188.4 km,其中达标的城市道路长度为151.2 km,城市道路绿地达标率为 80.3%,符合《国家园林城市标准》(建城[2016]235 号)所规定≥80%的要求。

林荫路指绿化覆盖率在 90%以上的人行道、

表 3 各城区树种应用频度

Table 3 Use frequency of trees in different urban areas

树种 Species	柳南区 Liunan District	鱼峰区 Yufeng District	城中区 Chengzhong District	柳北区 Liubei District
小叶榕 *Ficus microcarpa*	26.1	21.4	20.5	25.0
黄葛榕 *F. virens*	17.4	7.1	10.3	16.7
高山榕 *F. altissima*	4.3	10.7	15.4	—
香樟 *Cinnamomum camphora*	4.3	7.1	7.7	4.2
洋紫荆 *Bauhinia variegata*	4.3	7.1	10.3	12.5
木棉 *Bombax malabaricum*	—	14.3	7.7	—
法国梧桐 *Platanus orientalis*	—	3.6	2.6	—
栾树 *Koelreuteria paniculata*	—	3.6	—	8.3
天竺桂 *Cinnamomum japonicum*	8.7	7.1	—	8.3
海南蒲桃 *Syzygium hainanense*	4.3	—	—	—
红花羊蹄甲 *Bauhinia blakeana*	4.3	—	—	—
杧果 *Mangifera indica*	—	—	2.6	—
刺桐 *Erythrina variegata*	4.3	—	—	—
杜英 *Elaeocarpus decipiens*	4.3	—	2.6	—
羊蹄甲 *Bauhinia purpurea*	—	—	—	8.3
盆架子 *Alstonia scholaris*	—	—	2.6	—
秋枫 *Bischofia javanica*	8.7	3.6	—	8.3
美丽异木棉 *Ceiba speciosa*	—	—	2.6	—
八月桂 *Osmanthus fragrans*	—	—	7.7	—
菩提榕 *Ficus religiosa*	—	3.6	—	—
黄花风铃木 *Tabebuia chrysantha*	—	—	2.6	—
蓝花楹 *Jacaranda mimosifolia*	—	—	2.6	4.2
蝴蝶果 *Cleidiocarpon cavaleriei*	—	3.6	—	—
广玉兰 *Magnolia grandiflora*	—	3.6	—	—
银桦 *Grevillea robusta*	4.3	—	—	4.2
龙眼 *Dimocarpus longan*	—	3.6	—	—
桂花 *Osmanthus fragrans*	4.3	—	—	—
蒲葵 *Livistona chinensis*	—	—	2.6	—

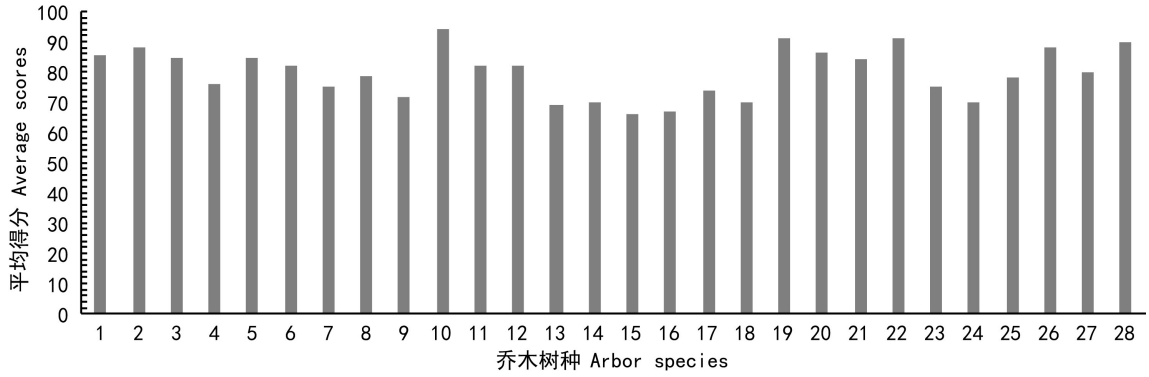


图 5　行道树乔木健康状况比较

Fig. 5　Comparison of health status of arbor species

表 4　柳州市四城区行道树多样性指数及物种丰富度

Table 4　Diversity index and species richness of avenue trees in four urbans of Liuzhou City

所选区域 Selected area	多样性指数 Diversity index (*H*)	物种丰富度 Species richness (*S*)
鱼峰区 Yufeng District	1.95	14
城中区 Chengzhong District	1.99	15
柳南区 Liunan District	1.72	13
柳北区 Liubei District	1.09	10

自行车道；林荫路推广率指城市建成区内达到林荫路标准的步行道、自行车道长度占步行道、自行车道总长度的百分比。国家生态园林城市林荫路推广率要求>85%，所调查的 68 条道路中，有 45 条道路的部分或全段符合林荫路的要求。目前柳州林荫路推广率为 64.7%，还有一定的差距。四个城区的林荫路推广率为城中区(79.9%)>鱼峰区(78.2%)>柳南区(57.1%)>柳北区(43.6%)。

可见，各城区林荫路推广率城中区较高，柳北区最低，但与国家生态园林城市林荫路推广率(>85%)相比差距较大。林荫路是城市一道独特靓丽的风景，应给予足够重视。建议柳州市对各城区加大行道树和全冠乔木种植的推广，有针对性地对不达标的行道树进行改造提升，逐步实现“城在绿中，人在景中”的山水园林城市景观。

2.8 柳州市行道树观赏植物类型及色彩种类

2.8.1 观赏类型　调查范围内的柳州市行道树乔木树种有 28 种，隶属于 17 科 21 属。根据观赏类型划分：观叶乔木有 3 种，即法国梧桐、栾树、杜英；观果乔木有 7 种，即小叶榕、大叶榕、杧果(*Mangifera indica*)、高山榕、羊蹄甲(*Bauhinia purpurea*)、海南蒲桃、栾树；观花乔木有 12 种，以豆科、木棉科和紫葳科植物为主，如蓝花楹、木棉、美丽异木棉、广玉兰等；观形乔木有 12 种，如香樟、天竺桂、银桦等(图 6)。

2.8.2 色彩种类　植物丰富多彩的花、果、叶色变化反映出大自然的季相变化。就叶色来说，绿色系植物最多，黄色系(秋色叶)植物有法国梧桐、菩提榕(*Ficus religiosa*)等，红色系(新叶呈红色)植物有栾树、杜英；就花色来说，红色系花的植物最多，有洋紫荆、木棉、美丽异木棉、红花羊蹄甲等，黄色系花的有黄花风铃木、桂花等，白色系花的有广玉兰、桂花等，蓝色系花的有蓝花楹；就果色来说，黄绿色的有小叶榕、大叶榕、杧果、高山榕、龙眼(*Dimocarpus longan*)、红花羊蹄甲、羊蹄甲(*Bauhinia purpurea*)，红色的有海南蒲桃、栾树(表 6)。

2.8.3 季相树种与城区分布　柳州市行道树突出花化彩化植物景观特色，打造“一季为主、四季兼顾，一花为主、多花互动”四季植物景观。全年以春季洋紫荆盛放全城的景观为主，秋季为辅，兼顾四季的城市季相景观；每个季节形成以一种开花植物为主，多种开花植物为辅的植物景观。

表 5 柳州市四城区林荫路推广率

Table 5 Mall promotion rates of avenue trees in four urbans of Liuzhou City

城区 Urban area	道路数量 No. of avenue	林荫路数量 No. of tree-lined avenue	道路长度 Avenue length (km)	林荫路长度 Mall length (km)	林荫路推广率 Mall extension rates (%)
城中区 Chengzhong District	24	18	42.76	34.16	79.9
柳南区 Liunan District	14	10	57.42	32.81	57.1
鱼峰区 Yufeng District	17	11	47.39	37.06	78.2
柳北区 Liubei District	13	6	40.85	17.82	43.6
合计 Total	68	45	188.42	121.85	64.7

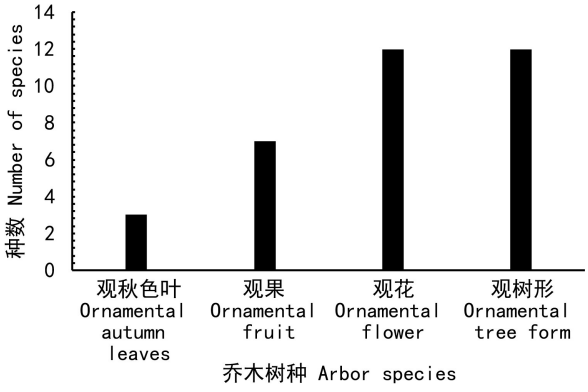


图 6 乔木观赏类型分析

Fig. 6 Pattern analysis on ornamental arbor species

表 6 植物花、果、叶色彩分析

Table 6 Analysis on flower, fruit and foliage color

分类 Classification	红色系 Red tie	黄色系 Yellow tie	白色系 White tie	蓝紫色 Blue tie
叶 Leaf	2	2	0	0
花 Flower	6	4	1	1
果 Fruit	2	6	0	0
总计 Total	8	9	1	1

据目前调查,有 19 条道路具有春季观花行道树景观,其中城中区和鱼峰区营造春季景观效果最佳,以洋紫荆为主,木棉、黄花风铃木为辅;仅有 3 条道路具有夏季观花行道树景观,以蓝花楹和广玉兰为主;有 10 条道路具有秋季观花、观叶行道树景观,以美丽异木棉、八月桂、栾树、法国梧桐为主;有 3 条道路具有冬季观花行道树景观,以红花羊蹄甲为主(表 7)。可见,春季景观营造效果最佳,而夏秋冬景观在各城区季相特色不显著。建议加强柳州市道路绿地季相树种的应用,同时营造四个城区特色季相景观。

3 讨论与结论

3.1 加强乡土树种的应用

柳州市调查区域行道树乡土树种有 13 种,数量为28 427株;引进树种有 15 种,数量为5 505株。乡土树种和引进树种的树种比例为 4.6∶5.4,数量比例为 8.4∶1.6,常绿树种与落叶树种的比例为 6.4∶3.6,乡土树种种类应用较少。可见,应充分重视乡土树种作为道路绿化的多样性选择和应用,加强对目前尚未广泛应用但适应性强、观赏价值高、生态效益好、对建设特色城市起主要作用的乡土树种的研究与开发,并适当引进适生的外来物种,不断丰富园林绿化树种的多样性。同时,以柳州市拟定的常绿树种与落叶树种比例 7∶3 为目标,有计划地加大常绿树种的种植比例,提高道路绿地系统的生态效益。

3.2 合理选择行道树树种

榕树在柳州城市道路应用比例很大,小叶榕(42.2%)、黄葛榕(20.0%)、高山榕(6.8%)占总数量的 69%。榕树根系强大,严重破坏道路地面铺装及路缘石并存在不安全隐患,不适合在狭窄的道路栽植。调查发现屏山大道、东环大道、解放南路、广场路、西环路等多条道路铺装被严重破坏。此外,天竺桂易患虫害,树干老化快,树龄短;银桦树干脆化,易折断,且遮阴效果差,也不适合做行道树。建议控制小叶榕和黄葛榕的栽植比例,加大适宜柳州生长环境的行道树的种类和数量,如八月桂、木棉、高山榕、泡桐、朴树(*Celtis sinensis*)、菩提树、仪花等树种。应特别注意合理应用比例偏低的树种及适合本地生长的新树种在单一树种

表 7　各城区栽植不同季相树种的道路数量

Table 7　Number of avenue planting species in different seasons

季节 Season	树种 Species	道路数量 No. of avenue			
		城中区 Chengzhong District	柳南区 Liunan District	鱼峰区 Yufeng District	柳北区 Liubei District
春 Spring	洋紫荆 *Bauhinia variegata*	4	1	2	3
	木棉 *Bombax malabaricum*	3	—	4	—
	黄花风铃木 *Tabebuia chrysantha*	1	—	—	—
	刺桐 *Erythrina variegata*	—	1	—	—
夏 Summer	蓝花楹 *Jacaranda mimosifolia*	1	—	—	1
	广玉兰 *Magnolia grandiflora*	—	—	1	—
秋 Autumn	美丽异木棉 *Ceiba speciosa*	1	—	—	—
	八月桂 *Osmanthus fragrans*	3	1	—	—
	栾树 *Koelreuteria paniculata*	—	—	1	2
	法国梧桐 *Platanus orientalis*	1	—	1	—
冬 Winter	红花羊蹄甲 *Bauhinia blakeana*	—	1	—	2

道路上进行分段或混植，从而调整行道树树种比例结构，提高行道树多样性指数及物种丰富度，促进城市森林系统的可持续发展。

3.3 重视行道树健康状况

柳州市行道树绿带植物的健康状况综合评分为 80.0 分，健康等级属于中等偏上。健康、中等健康和健康状况较差的树木比例为 21∶11∶1，健康的占总数的 74.3%。因绿地养护差异，不同树种间的健康状况差别显著。应加强行道树绿化的除杂、施肥、修剪、病虫害防治等基础养护和管理，为行道树正常生长提供适宜养分和合理生长空间。

3.4 丰富行道树植物多样性

道路绿化建设不仅要考虑其短期功能的发挥，还应从其在城市生态系统的建立和稳定中担任重要角色出发，考虑树种选择的多样性。柳州市四城区的行道树多样性指数及物种丰富度呈正相关，多样性指标的大小与该区域面积、历史文化发展以及人口流动、交通情况等相关。四城区多样性指数为城中区>鱼峰区>柳南区>柳北区。物种丰富度最高的是城中区，相对较低的是柳北区。柳北区是柳州市的工业大区，聚集了柳钢、柳化、金嗓子等大中型国有企业。立足于优越的交通区位优势和较好的工业基础条件，开发建设以“白露、沙塘、石碑坪、鹧鸪江”四大工业集中区为中心的工业园区，助推城区经济快速发展。据调查，该区的道路绿化树种较少，树龄小，层次单一。建议对该区道路绿化进行高水平、高标准规划建设，形成规模化的景观组团；打造多空间、多层次、全方位、品种多样、生态自然的道路景观林带。在树种选择方面应注重防尘、防污染树种的选择和应用，兼顾城市季相树种的搭配，营造具有工业特色的城区道路绿地景观。

3.5 提高林荫路推广率

目前柳州林荫路推广率与国家生态园林城市相比还有一定差距。林荫路是柳州市一道靓丽风景，林荫路建设不仅能提高道路的绿化覆盖率，实现市民走在大街小巷处处见绿，“城在绿中，人在景中”的城市特色，还能为出行的市民遮荫纳凉，使出行更舒适。建议对各城区加大行道树全冠种植推广，有针对性地对局部不达标的道路行道树

进行改造提升,形成一路一树、一路一景的景观风貌。规划断面由单一的行道树延展至由行道树、景观树和路外绿地组成的复合生态廊道。

3.6 营造季节变化的特色景观

柳州市近年重点打造以“一江抱城山水美卷,紫荆花园人间天堂”的洋紫荆城市特色风貌。建议加大洋紫荆在各城区的应用比例,兼顾季相景观的营造。春季以洋紫荆为主,木棉、黄花风铃木、仪花、紫玉兰(*Magnolia liliiflora*)、美花红千层(*Callistemon citrinus*)、桃花(*Prunus persica*)为辅。夏季以蓝花楹(*Jacaranda mimosifolia*)为主,黄槐(*Cassia surattensis*)、白兰(*Michelia alba*)、小叶紫薇(*Lagerstroemia indica*)、夹竹桃(*Nerium indicum*)为辅。秋季以美丽异木棉为主,八月桂、栾树、银杏(*Ginkgo biloba*)、双荚槐(*Casin bicapsularis*)、黄金香柳(*Melaleuca bracteata*)为辅。冬季以红花羊蹄甲为主,茶树(*Camellia sinensis*)、红枫(*Acer palmatum* ‘Atropurpureum’)为辅。打造“一季为主、四季兼顾,一花为主、多花互动”的四季植物景观。全年以春季洋紫荆盛放全城的景观为主,秋季美丽异木棉为辅,兼顾四季的城市季相景观。

参考文献:

CHEN C, BAI J, 2013. Investigation and analysis of resources and structure of street trees in Urban Area of Chengdu [J]. J Sichuan Univ(Nat Sci Ed), 50(6):1327-1333. [陈超,白洁, 2013. 成都市行道树资源调查与结构特征分析研究 [J]. 四川大学学报(自然科学版), 50(6):1327-1333.]

CHENG S , LUO YY, 2011. Study on structure characteristics and development countermeasures of street trees in urban agglomeration area [J]. N Hortic, (24):105-110. [程诗,罗言云, 2011. 城镇密集区行道树结构特征及发展对策研究 [J]. 北方园艺, (24):105-110.]

JIN YS, HE XY, CHEN W, 2002. Investigation of structure and function in street trees in Shenyang City [J]. Chin J Ecol, 21(6):24-28. [金莹杉, 何兴元, 陈玮, 2002. 沈阳市建成区行道树的结构与功能研究 [J]. 生态学杂志, 21(6):24-28.]

KREUTER UP, HARRIS HG, MATLOCK MD, et al, 2001. Change in ecosystem service values in the Sam Autonio area, Texus [J]. Ecol Ec, 39(3):333-346.

LI HM, LIU CF, HE XY, 2003. Tree species selection and allocation of street trees in Shenyang City [J]. Chin J Ecol, 22(5):157-160. [李海梅, 刘常富, 何兴元, 2003. 沈阳市行道树树种的选择与配置 [J]. 生态学杂志, 22(5):157-160.]

LI XQ, ZHANG GB, 2007. Analysis of structural and feature for street trees in Huangshan City [J]. Chin Agric Sci Bull, 23(4):139. [李秀芹,张国斌, 2007. 黄山市城区行道树结构特征分析 [J]. 中国农学通报, 23(4):139.]

LIU L, WU YZ, LU Y, 2012. Investigation and analysis of the main street trees in Baoding City [J]. Hebei For Sci Technol, (6):36-40. [刘丽, 吴杨哲, 卢艳, 2012. 保定市市区主要道路行道树应用现状调查与分析 [J]. 河北林业科技, (6):36-40.]

LIU WS, CHEN JZ, GESHUI LH, 2011. Diversity investigation of street trees and disposition suggestion in Handan City [J]. Guizhou Agr Sci, 39(3):204-206. [刘伟石, 陈建中, 葛水莲花, 2011. 邯郸市行道树的多样性调查与配置建议 [J]. 贵州农业科学, 39(3):204-206.]

LONG WG, 2008. Investigation and evaluation of garden tree species in Liuzhou City [J]. J Anhui Agric Sci, (36)2:532-534, 556. [隆卫革, 2008. 柳州市园林树种调查与评价 [J]. 安徽农业科学, (36)2:532-534, 556.]

SAVARD JPL, CLERGEAU P, MENNECHEZ G, 2000. Biodiversity concepts and urban ecosystems [J]. Landscape Urban Plan, 48(3): 131-142.

SHI DY, ZHU HJ, HE ZH, et al, 2007. Investigation about selection about street trees species in Liuzhou City [J]. Gard Technol, 104(2):6-9. [石东扬, 朱鸿杰, 何志红, 等, 2007. 柳州市行道树种的选择研究 [J]. 园林科技, 104(2):6-9.]

SUN QL, SU YX, 2000. Ecological planning of garden trees in City [J]. Henan For, (4):27-28. [孙庆立,苏元勋, 2000. 城市园林树木的生态规划 [J]. 河南林业, (4):27-28.]

TUNER T, 1995. Greenways, blueways, skyways and other ways to a better London [J]. Landscape Urban Plan, 33(1):269-282.

WANG LP, ZHENG JW, LI WJ, 2013. Investigation and analysis on the diversity of street trees in urban area of Baoding City [J]. Hubei Agric Sci, 52(18):4430-4434. [王立颇, 郑建伟, 李文娟, 2013. 保定市主城区行道树多样性调查分析 [J]. 湖北农业科学, 52(18):4430-4434.]

WANG XJ, CHENG Y, WU JY, 2014. Composition and health status of street greenbelt in Changsha City [J]. Hunan For Sci Technol, 41(1):73-80. [王旭军, 程勇, 吴际友, 2014. 长沙市行道树绿带植物组成及其健康状况调查 [J]. 湖南林业科技, 41(1):73-80.]

ZHANG YY, ZHOU CL, DONG YZ, et al, 2013. Composition and ecological benefits of street trees in Shinan district of Qingdao city, Shandong Province based on i-Tree Model [J]. Chin J Ecol, 32(7):1739-1747. [张玉阳, 周春玲, 董运斋, 等, 2013. 基于 i-Tree 模型的青岛市南区行道树组成及生态效益分析 [J]. 生态学杂志, 32(7):1739-1747.]

ZHOU SY, 2016. Discussion on street trees species in Liuzhou City [J]. Chin Constr Inform, (10):51-53. [周思愉, 2016. 浅议柳州市行道树种的选择 [J]. 中国建设信息, (10):51-53.]