



广州市中心城区不同绿地类型乔木空间结构特征

孔翔宇, 李佳鑫, 梁俊晞, 易绮斐

引用本文:

孔翔宇, 李佳鑫, 梁俊, 等. 广州市中心城区不同绿地类型乔木空间结构特征[J]. 热带亚热带植物学报, 2025, 33(5): 544–554.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.11926/jtsb.4928>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

草海国家级自然保护区华山松群落特征及物种多样性研究

热带亚热带植物学报. 2020, 28(1): 44–52 <https://doi.org/10.11926/jtsb.4063>

茂兰喀斯特常绿落叶阔叶混交林群落组成和优势种更新类型

Community Composition and Regeneration Types of Dominant Species in Evergreen and Deciduous Broad-leaved Mixed Karst Forest in Maolan National Nature Reserve, Guizhou Province

热带亚热带植物学报. 2018, 26(6): 651–660 <https://doi.org/10.11926/jtsb.3893>

广州市湿地公园植物调查与分析

Investigation and Analysis on Plants of Wetland Parks in Guangzhou

热带亚热带植物学报. 2020, 28(6): 607–614 <https://doi.org/10.11926/jtsb.4178>

广州红锥-马占相思林物种组成与多样性研究

Studies on Species Composition and Diversity of *Castanopsis hystrix*-*Acacia mangium* Mixed Forest in Guangzhou

热带亚热带植物学报. 2021, 29(5): 494–502 <https://doi.org/10.11926/jtsb.4361>

浙北52种景观树种对大气硫、氟污染物吸收富集能力研究

Study on the Enrichment Abilities of 52 Landscape Trees on Atmospheric Sulfur and Fluorine Pollutions in Northern Zhejiang

热带亚热带植物学报. 2017, 25(5): 456–464 <https://doi.org/10.11926/jtsb.3721>

向下翻页，浏览PDF全文

广州市中心城区不同绿地类型乔木空间结构特征

孔翔宇^{1,2,3}, 李佳鑫^{1,2,3}, 梁俊晞^{1,2,3}, 易绮斐^{1,2,3*}

(1. 中国科学院华南植物园, 植物多样性与特色经济作物全国重点实验室, 广东省应用植物学重点实验室, 广州 510650; 2. 华南国家植物园, 广州 510650; 3. 仲恺农业工程学院, 广州 510225)

摘要: 为掌握广州市中心城区绿地乔木树种的应用现状, 通过 ArcGIS 选取广州市中心城区中的公园绿地、广场用地、单位和居住区附属绿地、区域绿地、防护绿地和道路绿化 6 类绿地共 200 个样点进行实地调查, 系统分析其乔木组成与结构特征。结果表明, 这些绿地共记录乔木 3 238 株, 隶属于 60 科 136 属 191 种, 其中榕树(*Ficus microcarpa*)、小叶榄仁(*Terminalia neotaliala*)等 30 余种为优势树种。区域绿地物种丰富度最高, 广场用地和道路绿化最低。乡土树种总体应用不足, 其中区域绿地比例相对较高, 广场用地最低。乔木树龄、胸径结构组成均较为合理, 以成年树居多, 老树次之; 大苗最少, 其中广场用地平均胸径最大, 区域绿地最小。树高结构层次分明, 以中层乔木为主, 区域绿地平均树高最高, 公园绿地最矮。冠幅结构以中型冠幅乔木为主, 防护绿地和道路绿化平均冠幅最大, 公园绿地最小。乔木健康状态整体良好, 以 I 级和 II 级为主, 其中广场用地最优, 区域绿地相对较差。因此, 建议在未来规划中增加乡土植物的应用, 丰富乔木种类选择, 优化乔木群落结构, 并加强绿化管理, 同时注重对大树和古树名木的保护, 以提升、优化广州市城市绿地的建设质量。

关键词: 城市绿地; 树种组成; 乔木层; 结构特征

doi: 10.11926/jtsb.4928

CSTR:32235.14.jtsb.4928

Spatial Structural Characteristics of Arbor in Different Green Space Types in the Central Urban Area of Guangzhou

KONG Xiangyu^{1,2,3}, LI Jiaxin^{1,2,3}, LIANG Junxi^{1,2,3}, YI Qifei^{1,2,3*}

(1. State Key Laboratory of Plant Diversity and Specialty Crops, Guangdong Provincial Key Laboratory of Applied Botany, South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China; 2. South China National Botanical Garden, Guangzhou 510650, China; 3. Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou 510225, China)

Abstract: To grasp the application status of tree species in the green spaces of the central urban area of Guangzhou, The composition and structural characteristics of the trees in 200 sample points selected from six types of green spaces through ArcGIS, including park and greenbelt, Land for square, Unit and residential area attached green space, regional green land, green area for environmental protection and Road planting in the central urban area of Guangzhou were systematically analyzed. The results showed that a total of 3 238 trees were recorded in these green spaces, belonging to 191 species of 136 genera and 60 families. Among them, more than 30 species such as *Ficus microcarpa* and *Terminalia neotaliala* were dominant tree species. The species richness of regional green spaces was the highest, while that of square green spaces and road green spaces was the lowest. The application of native tree species was generally insufficient, with the proportion of regional green spaces being relatively high and that of square green spaces being the lowest. The age and diameter structure of the trees were relatively reasonable, with mature trees being the most common, followed by old trees; large trees were the

收稿日期: 2024-05-15 接受日期: 2025-02-28

基金项目: 广东省基础与应用基础研究旗舰项目(2023B0303050001)资助

This work was supported by the Flagship Project for Basic and Applied Basic Research in Guangdong (Grant No. 2023B0303050001).

作者简介: 孔翔宇(2000 年生), 男, 硕士研究生, 研究方向为园林植物应用。E-mail: 2474083432@qq.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: yiqifei@scbg.ac.cn

least. The average diameter of square green spaces was the largest, while that of regional green spaces was the smallest. The tree height structure was distinct, with medium-sized trees being the most common. The average height of regional green spaces was the highest, while that of park green spaces was the lowest. The crown width structure was dominated by medium-sized trees, with protective green spaces and road green spaces having the largest average crown width and park green spaces having the smallest. The overall health of the trees was good, with grade I and grade II healthy trees being the most common. Square green spaces had the best condition, while regional green spaces were relatively poor. Therefore, it is suggested that in future planning, the application of native plants should be increased, the selection of tree species should be enriched, the structure of tree communities should be optimized, and green space management should be strengthened. At the same time, attention should be paid to the protection of large trees and ancient and famous trees to improve and optimize the construction quality of urban green spaces in Guangzhou.

Key words: Urban green space; Species composition; Arbor layer; Structural characteristics

在快速城市化的背景下, 城市化不仅带来经济繁荣, 同时也给生态环境带来了巨大的压力。城市绿地建设成为提升生态水平和展现城市特色的关键策略, 它不仅能够美化环境, 调节居民健康状况, 还提供改善空气质量、固碳释氧、截留雨水等重要生态服务^[1-2]。在这样的背景下, 广州提出了“美丽宜居花城、活力全球城市”的目标, “绿地环城、绿廊织城、公园满城”的美好愿景以及“生态优先、增存并举、供给精准、特色彰显”的规划策略。

在城市绿地中, 乔木林有着主导作用, 是绿地中最重要的组成成分^[3]。目前对于城市绿地的研究主要集中在以下4个方面: (1) 城市绿地结构^[4]、景观格局分析及动态过程^[5]; (2) 树种选择^[6-7]、群落结构、配置模式和营建技术; (3) 应用树木覆盖分析评估城市绿地现状^[8]; (4) 城市绿地的生态效益^[8]、服务功能^[9], 其中, 城市绿地结构反映了城市植被的空间配置状况, 决定了城市景观的外貌、绿量和功能^[4], 是研究城市绿地生态系统的基础。对城市绿地结构特征展开的研究已经较为成熟^[10], 对长春^[11]、济南^[12]、哈尔滨^[13]和北京^[14]等城市的绿地空间结构、多样性特征和生态效益进行了研究, 对纽约^[15]不同社区中乔木径级、密度和群落组成进行了差异研究; 通过计算外来植物在植物群落中的重要值, 对塞俄比亚^[16]的乡土植物提出保护和恢复建议; 对基辅^[17]城市绿地空间结构对植物群落产生的积极和消极影响研究; 对芬兰^[18]城市绿地乔木年龄结构变化对其生态系统服务的影响研究; 对莫斯科^[19]城市绿地的树种多样性、演替状态和空间结构研究。本研究旨在探索广州市中心城区不同类型绿地的乔木层结构特征的差异, 分析各类型绿地中乔木

的种类组成、来源、胸径、树高结构和健康状况, 以为广州市绿地管护和生态建设提供基础数据。

1 材料和方法

1.1 研究区概况

广州市位于中国南部的珠江三角洲, 东接惠州市的博罗县和龙门县, 西邻佛山市的三水区、南海区和顺德区, 北部与清远市市区、佛冈县和韶关市的新丰县相邻, 南部毗邻东莞市和中山市。广州地处南亚热带季风气候带, 被北回归线横穿, 享有温和的气候、充足的光热资源, 夏季长而霜期短, 表现出明显的海洋性气候特征。根据《广州市城市总体规划(2017—2035)》, 本文调查范围涵盖广州市荔湾、越秀、天河、海珠4区、白云区北二环高速公路以南地区、黄埔区九龙镇以南地区和番禺区广明高速以北地区, 共7个行政区。

1.2 调查方法

按照行政区划, 将广州市城市绿地划分为7个片区, 参考前人^[20-22]的分类方法, 结合广州市不同林地的立地条件和功能, 将城市绿地分成6类: 公园绿地、广场用地、防护绿地、单位和居住区附属绿地^[23](单位或组织所拥有或管理的绿地空间, 主要包括居住区、学校、医院、事业单位等地块的内部绿地)、区域绿地(主要包括湿地、绿地、风景区等)和道路绿化^[24](主要包括分车绿带、行道树、路侧带状绿带等)。其中道路绿化作为城市道路的一部分, 是广州市城市景观的重要组成部分, 构成了城市绿化的骨架, 是展示城市风貌和文化的重要窗口^[25], 考虑到乔木数量丰富, 对城市景观和生态功

能的显著影响, 本研究将其作为单独一类进行详细调查。

在样方和样线设计中, 首先使用 ArcGIS 工具从广州市中心区的城市绿地中抽取树冠斑块, 以此作为基础进行分区与分类, 根据绿地属性, 在保证样地间距不小于 1 km 和典型绿地至少有 1 个样点的基础上, 进行随机取样, 对不同绿地类型各选取了 35 个样地, 剔除不可进入、不符合标准、面积过小等不合格样地和调查过程中同质化严重的样地, 共计选取样地 200 个。

调查采用样方和样线法, 其中除道路绿化采用样线调查外, 其余绿地类型采用样方调查的形式, 每个样方为 20 m×20 m, 共统计公园绿地 34 个、广场用地 34 个、单位和居住区附属绿地 32 个、防护

绿地 32 个以及区域绿地 34 个。道路绿化采用样线调查, 共设置了 34 条样线, 对研究范围内所有类型的道路进行随机取样, 选取道路总长度的 10%作为调查长度, 其中对道路分车绿带、行道树、路侧带状绿地进行调查, 若选取路段过长, 则在全面调查该路段乔木种类组成并清点不同树种总株数的基础上, 对总株数超过 20 的树种抽取总株数的 20%进行调查。对样方内和样线内的所有乔木(胸径 ≥5 cm)进行每木检尺, 调查其树高、胸径、冠幅以及健康现状等。

1.3 数据处理

参考吴泽民等^[26]对城市绿地结构的分级标准和调查现状, 将树高、胸径、冠幅以及健康等级进行了划分(表 1)。

表 1 树木的树高、胸径、冠幅和健康等级

Table 1 Classification of tree height, DBH, crown width, and health

等级 Level	树高 (m) Tree height	胸径 (cm) (DBH Diameter at breast height)	冠幅 (m) Crown	健康状况 Health status
I	<5	<10	<2	健康, 叶色正常, 树冠缺损小于 5%, 无病虫害
II	5~10	10~20	10~20	较健康, 树冠缺损 5%~25%, 无病虫害或轻微病虫害
III	10~15	20~30	20~30	一般, 树冠缺损 25%~50%, 有轻微病虫害
IV	15~20	30~40	30~40	生长差, 树冠缺损比例高达 50%~75%, 叶色不正常, 有中等病虫害
V	>20	40~50	40~50	树冠缺损达 75%以上, 有严重病虫害
VI		>50	>110	树木死亡, 未移除

根据实际调查并参考《广州野生植物》^[27]、《广东植物志》^[28]等文献志书, 将本地区天然分布的植物种统计为乡土树种, 将起源地为中国以外的国家和地区的植物种统计为外来植物^[29]。

2 结果和分析

2.1 城市绿地乔木层树种组成

2.1.1 树种组成

200 个调查样地内乔木植物共有 3 238 株, 合 191 种(含种以下单位), 隶属于 60 科 136 属。在各绿地类型中, 应用频度较高的树种共有 30 多种, 榕树(*Ficus microcarpa*)、小叶榄仁(*Terminalia neotaliala*)、木棉(*Bombax ceiba*)和黄葛树(*F. virens*)的总应用频度远高于其他树种, 尤其是榕树, 在所有绿地类型中均高频出现; 其次是小叶榄仁, 主要出现在公园绿地、单位和居住区附属绿地、广场用地、防护绿地和道路绿化; 再次是木棉, 主要出现在公

园绿地、广场用地和防护绿地中; 最后是黄葛树, 在公园绿地、单位和居住区附属绿地、广场用地、防护绿地和道路绿化中均有出现(图 1)。可见, 榕树作为广州城市绿化的骨干树种对于广州中心城区的绿化起到了重要作用。

由表 2 可见, 在科级水平上, 单种科最多, 共计 30 种, 占 50.00%, 包括八角枫科(*Alangiaceae*)、山矾科(*Symplocaceae*)和椴树科(*Tiliaceae*)等; 含 2~4 种的有 19 科, 占 31.67%, 包括楝科(*Meliaceae*, 4 种)、木兰科(*Magnoliaceae*, 4 种)和茶科(*Theaceae*, 3 种)等; 相比之下, 含较多种的科较少, 含 5~9 种的有 7 科, 占 11.67%, 分别为樟科(*Lauraceae*, 9 种)、大戟科(*Euphorbiaceae*, 8 种)、壳斗科(*Fagaceae*, 8 种)、紫葳科(*Bignoniaceae*, 8 种)、夹竹桃科(*Apocynaceae*, 7 种)、杜英科(*Elaeocarpaceae*, 6 种)和芸香科(*Rutaceae*, 5 种), 含 10 种及以上的仅有 4 科, 占 6.66%, 分别为豆科(*Fabaceae*, 20 种)、桑科(*Moraceae*, 16 种)、桃金娘科(*Myrtaceae*, 14 种)和棕榈科(*Palmaceae*, 10 种)。

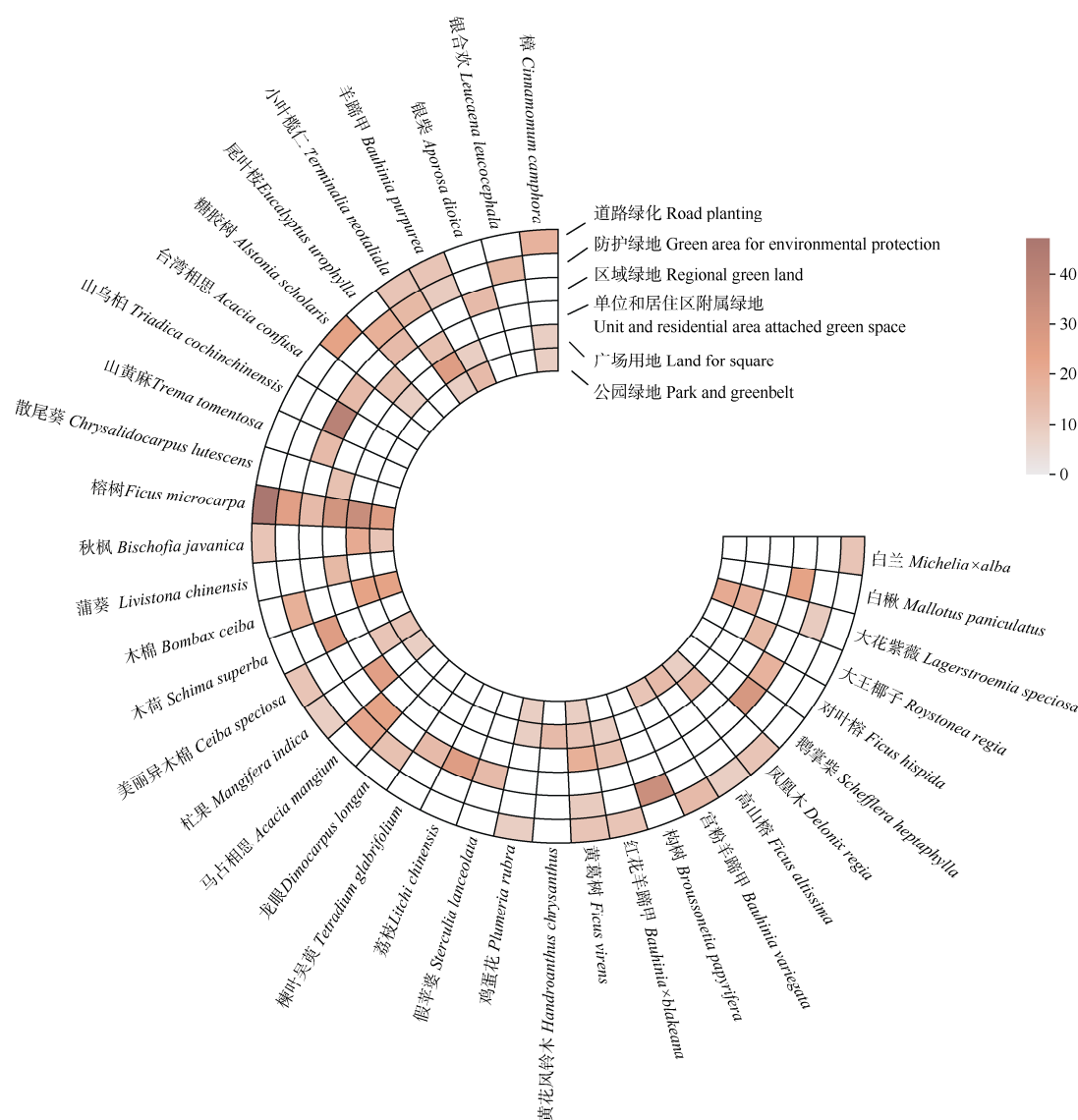


图 1 树种应用频度(%)

Fig. 1 Application frequency (%) of tree species

表 2 广州中心城区乔木科级统计

包含种数 Number of included species	科数 Number of family	%
≥10	4	6.66
5~9	7	11.67
2~4	19	31.67
1	30	50.00
合计 Total	60	100

由表 3 可见,在属级水平上,单种属有 110 属, 占 80.88%; 含 2~4 种的有 23 属, 占 16.91%, 共 56 种树种; 含 5~9 种的仅有 2 属, 占 1.47%, 分别为蒲桃属(*Syzygium*, 7 种)、杜英属(*Elaeocarpus*, 5 种), 共计 12 种树种; 含种数最多的仅有榕属(*Ficus*), 占

0.74%, 共计 13 种, 如高山榕(*F. altissima*)、垂叶榕(*F. benjamina*)、花叶榕(*F. microcarpa* ‘*Variegata*’) 和对叶榕(*F. hispida*)等。由此可见, 调查区域以包含种数的属为主, 说明该区域属的组成较为分散, 植物成分较为复杂。

表 3 广州中心城区乔木属级统计

包含种数 Number of included species	属数 Number of genera	%
≥10	1	0.74
5~9	2	1.47
2~4	23	16.91
1	110	80.88
合计 Total	136	100

不同类型的绿地中，乔木种类的丰富程度不同。区域绿地展示了最高的乔木种类丰富程度，达到 93 种。相比之下，广场用地和道路绿化的乔木种类相对较少，分别仅有 48 种。其他绿地类型中，公园绿地共有 80 种，单位和居住区附属绿地有 76 种，防护绿地则有 65 种(表 4)。

2.1.2 树种来源分析

从表 5 可见，在所调查的 191 种乔木中，有

103 种属于广东地区的乡土植物，占 54%，外来植物有 88 种，占 46%。不同绿地类型中乡土植物的应用状况有所不同，其中，区域绿地乡土树种应用比例最高，占 72%；广场用地乡土树种应用占比最低，仅占 31%。其他绿地类型中，乡土植物占比大小依次为公园绿地(52%)、防护绿地(51%)、单位和居住区附属绿地(42%)、道路绿化(42%)。

表 4 各绿地类型乔木的科属种组成

Table 4 Composition of family, genus, and species of trees in each green space type

绿地类型 Type of green space	科数 Number of family	属数 Number of genus	种数 Number of species
区域绿地 Regional green land	41	76	93
单位和居住区附属绿地 Unit and residential area attached green space	32	59	76
公园绿地 Park and greenbelt	31	59	80
防护绿地 Green area for environmental protection	29	51	65
道路绿化 Road planting	22	35	48
广场用地 Land for square	22	36	48

表 5 广州中心城区绿地乔木树种来源

Table 5 Tree species sources of green space in central urban area of Guangzhou

绿地类型 Type of green space	乡土植物种数 Number of native species	%	外来植物种数 Number of exotic species	%
区域绿地 Regional green land	67	72	26	28
公园绿地 Park and greenbelt	42	52	38	48
防护绿地 Green area for environmental protection	33	51	32	49
道路绿化 Road planting	20	42	28	58
单位和居住区附属绿地 Unit and residential area attached green space	32	42	44	58
广场用地 Land for square	15	31	33	69
所有城市绿地 All urban green spaces	103	54	88	46

2.2 城市绿地乔木层结构特征

2.2.1 乔木年龄、胸径结构分析

根据园林绿化苗木规格，将乔木结构按胸径大小划分成 3 个等级：胸径小于或等于 10 cm 的小径阶乔木划分为大苗，胸径大于 10 cm 而小于 40 cm 的中等径阶乔木划分为成年树，胸径大于或等于 40 cm 的大径阶乔木划分为老树。

广州中心城区的绿地中，成年树是最主要的树种，占总株数的 68%，其次是老树，占 21%，而大苗的比例最小，占 11%。这些树木的平均胸径为 30.43 cm，胸径结构以胸径 II 级、III 级、IV 级为主，占总株数的 68%，其他胸径等级的乔木数量占比相似，均约 10% (图 2)。

不同绿地类型中，广场用地乔木的平均胸径(38.3 cm)最大，其次是道路绿化(35.0 cm)、单位

和居住区附属绿地(32.3 cm)、公园绿地(30.6 cm)和防护绿地(27.3 cm)，而区域绿地的(21.8 cm)最小。不同绿地的胸径结构占比各不相同，但整体上都处于稳定的生长发育阶段，其中，在公园绿地、广场用地和区域绿地中，胸径 II 级的乔木占主导地位，III 级为辅；而在单位和居住区附属绿地和防护绿地中，胸径 III 级的乔木占主导地位，II 级为辅；道路绿化则以胸径 III 级的乔木为主，IV 级为辅。相比之下，广场用地和道路绿化中大苗较少，不足 2%，而老树相对较高，超过 30%。

在老城区，如荔湾区和越秀区部分区域，调查样地中老树较多，其中，树龄在 80 a 以上、胸径超过 80 cm 的乔木有 82 棵，树龄超过 100 a 的乔木有 15 棵，主要以榕属植物为主，如黄葛树、榕树和高山榕等树种，其中大部分乔木仅进行了简单的围合保护。

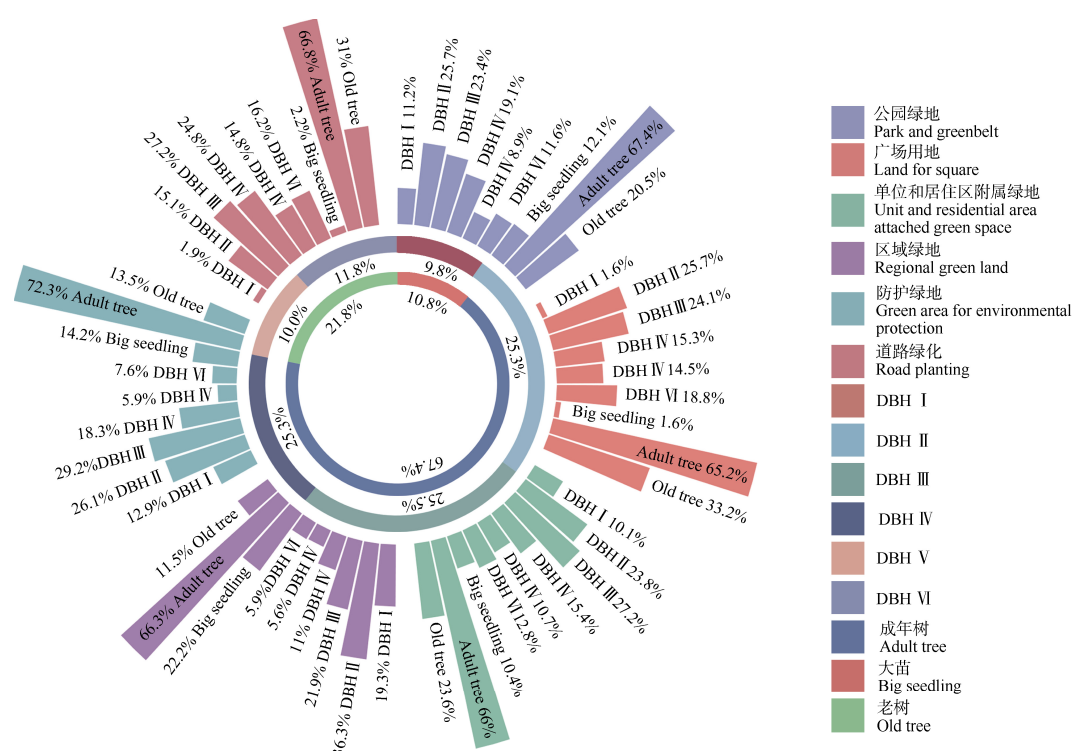


图2 广州市中心城区绿地乔木的年龄、胸径结构

Fig. 2 Age and DBH structure of trees in green space of central urban area of Guangzhou

2.2.2 树高结构分析

广州市中心城区绿地中, 乔木的平均树高为 10.08 m; 根据树高等级的划分, II 级乔木数量最多, 占 47.3%, 其次是 III 级乔木, 为 38.5%, 而 I、IV 和 V 级乔木分别占 4.8%、7.6% 和 1.7%。可见, 调查样方中乔木树高集中在 II、III 级, 以中低层乔木为主, 高层乔木较少(图 3)。

不同绿地类型中, 区域绿地平均树高最高 (10.78 m), 其次是防护绿地 (10.46 m)、道路绿化 (10.09 m)、单位和居住区附属绿地 (9.95 m) 和广场用地 (9.55 m), 而公园绿地平均树高最小 (9.22 m)。树高结构略有差异, 公园绿地、广场用地、单位和居住区附属绿地和区域绿地中, 以 II 级为主, III 级为辅; 防护绿地则以 III 级为主, II 级为辅; 道路绿化中, II 和 III 级乔木明显高于其他等级。各绿地类型中高层乔木数量都较少, 仅单位和居住区附属绿地和区域绿地的 IV、V 级乔木数量占比超过 10%, 而广场绿地和道路绿化的 IV、V 级乔木数量占比均未超过 5% (图 4)。

2.2.3 乔木冠幅结构

广州市中心城区绿地乔木的平均冠幅为 5.85 m。按冠幅等级划分, III 级的占比最高, 达 35.5%; 其次

是 II 和 IV 级, 分别占 22.6% 和 21.3%; 而 I、V 和 VI 级的占比较少, 分别为 2.8%、8.5% 和 9.3%。

不同绿地类型中, 防护绿地和道路绿化平均冠幅最高 (6.27 m), 其次是单位和居住区附属绿地 (5.89 m)、广场用地 (5.66 m)、区域绿地 (5.36 m), 公园绿地最小 (5.35 m)。冠幅结构特征略有不同, 通常以 III 级为主, 公园绿地以 II 级为辅, 道路绿化和防护绿地以 IV 级为辅, 广场用地、单位和居住区附属绿地和区域绿地则以 II 和 IV 级为辅。各绿地类型中, 大型冠幅乔木比重均较低, 仅防护绿地和道路绿化的大型冠幅乔木超过 20% (图 4)。

2.3 城市绿地乔木健康状态

广州中心城区绿地中, 乔木的健康水平整体较好, 健康等级 IV、V、VI 级的植物很少出现, 仅约占所有植物的 4%, 大部分树种的健康状况较好, 处于 I 级健康等级的乔木数量最多, 占总数的 47.3%, 健康状况 II 和 III 级的乔木数量分别为 34.7% 和 14.1%。

不同绿地类型中, 植物的健康状况略有不同, 但总体都以健康和较健康的乔木为主, 其中, 广场用地乔木健康状态最好, 健康等级 I、II 级的乔木数量占 87.1%, 其次是防护绿地 (85.3%)、单位和居住区附属绿地 (83.7%)、公园绿地 (82.0%)、道

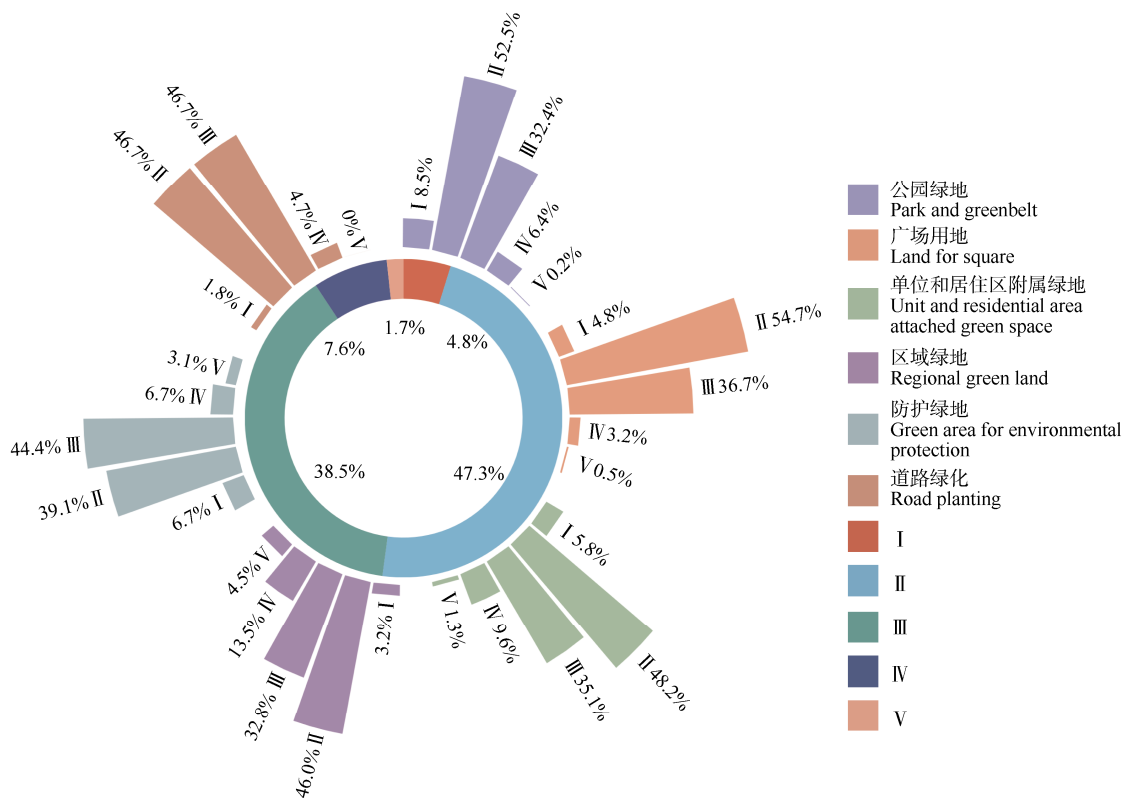


图 3 广州市中心城区绿地乔木的树高结构

Fig. 3 Tree height structure in green spaces of central urban area of Guangzhou

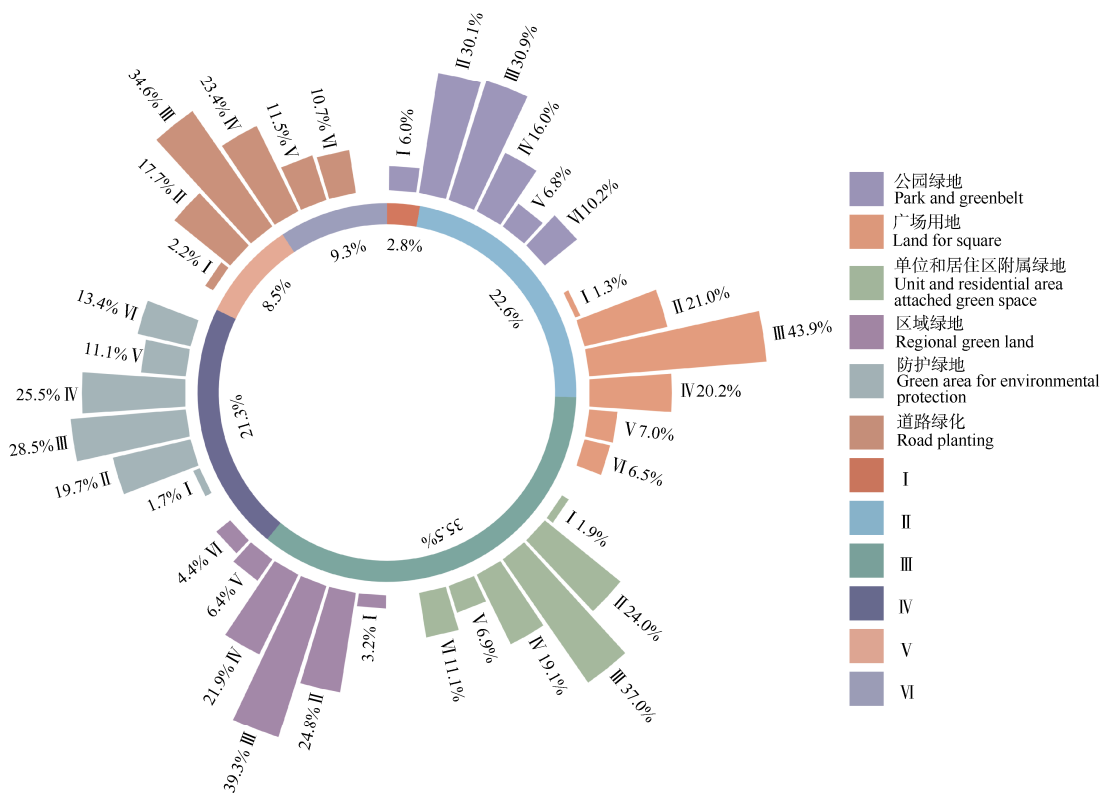


图 4 广州市中心城区绿地冠幅结构

Fig. 4 Crown structure of trees in green space in central city of Guangzhou

路绿化(79.1%), 表现最差的是区域绿地, 健康等级 I、II 级的乔木数量占 78.6%。防护绿地、单位和居住区附属绿地、广场用地和公园绿地,

其乔木都以健康等级 I 级为主, II 级为辅, 区域绿地和道路绿化乔木以健康等级 II 级为主, I 级为辅(图 5)。

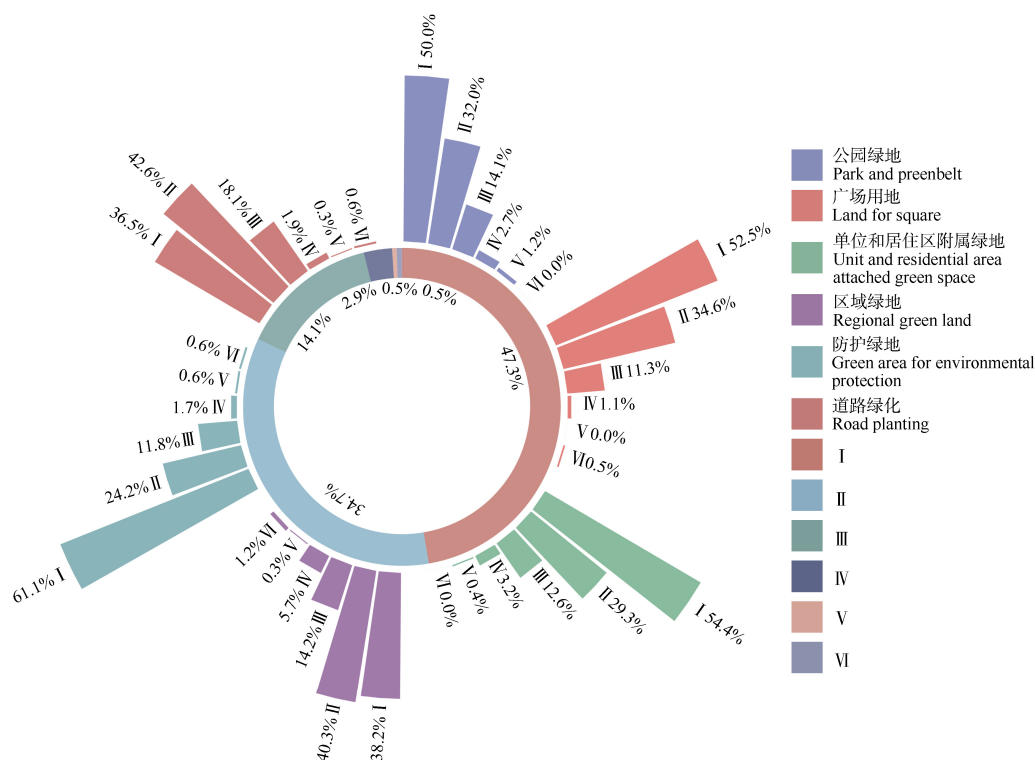


图 5 广州市中心城区绿地乔木健康状况

Fig. 5 Health status of trees in green spaces in central urban area of Guangzhou

3 讨论和结论

3.1 树种及其空间结构特征

在广州中心城区所调查的 200 个样方中, 共有乔木 3 238 株, 隶属于 60 科 136 属 191 种。与马丁^[30]的研究结果相似, 都以单种科、单种属为主, 包含树种较多的科有豆科、桑科和桃金娘科等, 包含树种较多的属为榕属。常用的乔木有榕树、小叶榄仁、木棉和黄葛树等 30 多种, 占相对较大的比例。某些区域种植树种集中, 例如广场用地和道路绿化多数区域的树种种类丰富程度较低, 使得绿地景观比较单调和缺乏多样性, 缺乏独特的景观特色, 与陈红锋等^[31]研究结果相类似。相比之下, 区域绿地展现出较高的树种丰富程度, 因为区域绿地主要分布在成片较大面积的近自然绿地, 其中有较多的野生植物种类, 近郊的区域绿地树种更为丰富。广场用地和道路绿化物种丰富度较低, 植物多样性不足可能影响到生态系统的功能, 因此, 建议增加植物

种类。

广州市中心城区绿地乡土植物的物种数与外来树种的物种数相似, 与马丁^[30]的研究结果相比, 乡土树种占比明显减少, 与国家生态园林城市“要求本地植物指数 ≥ 0.7 ”的要求也还有一段距离。在不同绿地类型中, 乡土植物的应用状况也有所不同, 其中, 区域绿地乡土树种应用比例最高, 广场用地乡土树种应用比例最低。相较于外来植物, 乡土植物不仅有美化功能, 更具地方特色, 可以打造广州特有的园林植物景观, 同时, 乡土植物的应用可以有效减少由生物入侵所造成的伤害, 保护生物多样性和城市生态系统。因此, 在乔木种类的使用上, 应加强乡土植物在城市绿地中的应用, 以增加绿地中植物种类的丰富程度, 减少单一植物的重复种植, 除了榕树、马占相思(*Acacia mangium*)和黄葛树等应用数量较多的树种外, 各绿地类型根据具体生境和树种特性应增加其他乡土树种使用频度, 如红锥(*Castanopsis hystrix*)、五月茶(*Antidesma bunius*)、山

杜英(*Elaeocarpus sylvestris*)、假苹婆(*Sterculia lanceolata*)、桫欏叶吴茱萸(*Tetradium glabrifolium*)、橄榄(*Canarium album*)和樟科润楠属(*Machilus*)植物等。

广州市中心城区绿地乔木层空间结构与汨罗市^[32]、上海市^[3]、海口市^[33]、北京市^[4]乔木空间径级结构相似。其中,胸径结构都呈现出“两端少,中间多”的趋势^[34],以胸径为 10~40 cm 的乔木为主,相较于马丁^[30]的研究结果,乔木层的胸径大小有所增加,胸径 20~30 cm 的乔木占比升高;树高结构层次分明,乔木层高度分布与梁璇等^[34]的研究结果一致,都以中层乔木(5~15 m)景观最为丰富,高层乔木的种类和数量则相对较少,广州中心城区绿地内乔木上层群落的主要树种以柠檬桉(*Eucalyptus citriodora*)、黄葛树和马占相思等为主,乔木中层群落以榕树、黄葛树、构树和大王椰子(*Roystonea regia*)等树种为主,乔木下层群落以宫粉羊蹄甲(*Bauhinia variegata*)、黄花风铃木(*Handroanthus chrysanthus*)和鸡蛋花(*Plumeria rubra*)等树种为主;冠幅结构以中小型乔木为主,大型冠幅乔木较少,而较大冠幅的乔木能提供更多的生态功能^[35]。广州中心城区绿地乔木层空间结构相对合理,但仍需增加城市绿地中小径阶的树种应用,尤其是广场用地和道路绿化,以丰富低层乔木景观,同时增加城市绿地中大型冠幅乔木的应用,以提高城市绿地的生态功能。

3.2 树龄、健康与保护现状

广州市中心城区中乔木年龄结构相对合理,成年树占比最大,老树的比例次之。在不同绿地类型中,乔木层的年龄结构占比各不相同,其中广场用地和道路绿化幼年期的乔木比例相对较少。对于植物群落而言,幼龄个体占比少不利于群落稳定,而稳定的植物群落才能发挥更好的生态效益^[36]。因此,需要增加幼龄乔木数量。

所调查的乔木中树龄超过 80 a、胸径超过 80 cm 的乔木(古树后续资源)较多,区域分布与卢紫君等^[37]的研究结果相同,多数老树集中在荔湾区、越秀区部分老城地区,且对大部分乔木只是进行了简单的围合保护,对已经成为古树名木的乔木没有挖掘其内在文化价值进行宣传和利用,开发利用依旧处于薄弱环节。古树名木是城市绿化和美化的重要组成部分,也是国家和民族悠久历史文化的象征,对于古树名木的有效保护具有现实意义^[38],同时相较于“年幼”的树木,随着径级的增加,其地上质量增长率也在增加^[39]。因此想要城市绿地吸收更多的碳,

应加强对老树的养护管理措施,对古树名木,要着重挖掘其内在文化价值进行宣传和利用,可采取建立数字档案、完善保护制度、实行科学保护等措施,深度挖掘其价值^[40],打造广州特色城市景观。

对乔木的健康状况进行分析,与赵艳等^[41]的研究结果相似,广州绿地中大部分植物的健康状况依然良好,部分乔木仍受轻微病虫害影响,偶见生长状态一般或因病虫害死亡的乔木,区域绿地相较于其他绿地类型,病虫害更为严重。不同绿地类型中,植物的健康状况不尽相同,但总体都以健康和较健康的乔木为主。相较于哈尔滨城市绿地所有植物的健康等级基本都处于 I、II 级^[42],广州市的城市绿地仍需加强绿地的管理和植物的维护,“三分种,七分管”,要加强绿地的维护和管理的工作^[43]。广州市城市绿地中,不乏有轻微病虫害的乔木出现,偶见一些病虫害严重或死亡的乔木,因此在城市绿地建设中,要加强对植物的养护管理以提高绿化质量。

参考文献

- [1] LIU J, ZHU T Y, HONG X C. Study on the spatio-temporal dynamic and spatial dependency characteristics of sound source perception in urban forest park [J]. Chin Landscape Archit, 2022, 38(12): 64–69. [刘江, 朱天媛, 洪昕晨. 城市森林公园声源感知的时空动态与空间依赖性特征研究 [J]. 中国园林, 2022, 38(12): 64–69. doi: 10.19775/j.cla.2022.12.0064.]
- [2] YANG Y S. Optimization of plant community in Urban Parks of Huaihua City based on ecological benefits analysis [D]. Changsha: Central South University of Forestry and Technology, 2022. [杨英书. 基于生态效益分析的怀化城市公园植物群落优化研究 [D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2022.]
- [3] SHI T H. Dynamics of urban forest structure and its impact on ecosystem services in Shanghai [D]. Shanghai: East China Normal University, 2022. [施天慧. 上海城市森林结构动态变化及其对生态系统服务的影响 [D]. 上海: 华东师范大学, 2022. doi: 10.27149/d.cnki.ghdsu.2022.001463.]
- [4] MA J, JIA B Q, ZHANG W, et al. The characteristics of urban forest structure within the Sixth Ring Road of Beijing [J]. Chin J Ecol, 38(8): 2318–2325. [马杰, 贾宝全, 张文, 等. 北京市六环内城市森林结构总体特征 [J]. 生态学杂志, 2019, 38(8): 2318–2325. doi: 10.13292/j.1000-4890.201908.035.]
- [5] LOVE N L R, NGUYEN V, PAWLAK C, et al. Diversity and structure in California's urban forest: What over six million data points tell us about one of the world's largest urban forests [J]. Urban For Urban

- Greening, 2022, 74: 127679. doi: 10.1016/j.ufug.2022.127679.
- [6] QIE G F, WANG C, PENG Z H. Status and strategies of tree species selection for urban forest in China [J]. *World For Res*, 2012, 25(4): 63–66. [郇光发, 王成, 彭镇华. 我国城市森林建设树种选择现状与策略 [J]. *世界林业研究*, 2012, 25(4): 63–66. doi: 10.13348/j.cnki.sjlyyj.2012.04.015.]
- [7] CONWAY T M, VANDER VECHT J. Growing a diverse urban forest: Species selection decisions by practitioners planting and supplying trees [J]. *Landscape Urban Plann*, 2015, 138: 1–10. doi: 10.1016/j.landurbplan.2015.01.007.
- [8] LI X T, LIU J, JIANG S S, et al. Analysis of the urban tree canopy and community structure of hospitals in urban areas of Beijing [J]. *Acta Ecol Sin*, 2019, 39(22): 8392–8403. [李晓婷, 刘佳, 姜莎莎, 等. 北京城区医院绿地林木树冠覆盖与城市森林结构分析 [J]. *生态学报*, 2019, 39(22): 8392–8403. doi: 10.5846/stxb201808141740.]
- [9] BELMEZITI A, CHERQUI F, KAUFMANN B. Improving the multi-functionality of urban green spaces: Relations between components of green spaces and urban services [J]. *Sust Cities Soc*, 2018, 43: 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.07.014>.
- [10] WU Z M, TAO X. A review of urban forest researches and its future directions in China [J]. *J Chin Urban For*, 2024, 22(1): 8–15. [吴泽民, 陶晓. 我国城市森林研究回顾及未来研究方向和重点 [J]. *中国城市林业*, 2024, 22(1): 8–15. doi: 10.12169/zgcsly.2023.12.18.0002.]
- [11] WU J J, WANG Z H, ZHANG D, et al. Effects of structural and diversity attributes on biomass in different types of urban forests in Changchun, northeast China, and suggestions for urban forest planning [J]. *Forests*, 2022, 13(11): 1805. doi: 10.3390/f13111805.
- [12] LI H, XIE H C, ZHAO C X, et al. Analysis on urban forest structure in Jinan [J]. *J NW For Univ*, 2013, 28(2): 213–217. [李辉, 谢会成, 赵春仙, 等. 济南市城市森林结构特征分析 [J]. *西北林学院学报*, 2013, 28(2): 213–217. doi: 10.3969/j.issn.1001-7461.2013.02.42.]
- [13] LV H L, YANG Y B, ZHANG D, et al. Perimeter-area ratio effects of urbanization intensity on forest characteristics, landscape patterns and their associations in Harbin City, northeast China [J]. *Urban Ecosyst*, 2019, 22(4): 631–642. doi: 10.1007/s11252-019-00850-0.
- [14] JIN J, YANG J. Effects of sampling approaches on quantifying urban forest structure [J]. *Landscape Urban Plann*, 2020, 195: 103722. doi: 10.1016/j.landurbplan.2019.103722.
- [15] JESSAMY J, DRAKE J E, NOWAK D J, et al. Local socioeconomic factors predict urban forest structure and composition across neighborhoods in Syracuse, NY (USA) [J]. *Landscape Urban Plann*, 2024, 245: 105018. doi: 10.1016/j.landurbplan.2024.105018.
- [16] SEMU A A, BEKELE T, CARIÑANOS P, et al. Woody species diversity, community structure, and regeneration capacity in Central Ethiopian Urban Forest patches [J]. *Sustainability*, 2022, 14(9): 5164. doi: 10.3390/su14095164.
- [17] MATSALA M, BILOUS A, FESHCHENKO R, et al. Spatial and compositional structure of European oak urban forests in Kyiv City, Ukraine [J]. *J For Sci*, 2021, 67(3): 143–153. doi: 10.17221/173/2020-JFS.
- [18] MÄNTTÄRI M M, LINDÉN L, TUHKANEN E M. Change in urban forest age structure affects the value of ecosystem services provided [J]. *Front Sustain Cities*, 2023, 5: 1265610. doi: 10.3389/frsc.2023.1265610.
- [19] KOTLOV I, CHERNENKOVA T, BELYAEVA N. Urban forests of Moscow: Typological diversity, succession status, and fragmentation assessment [J]. *Landscape Ecol*, 2023, 38(12): 3767–3789. doi: 10.1007/s10980-023-01788-7.
- [20] HE X Y, LIU C F, CHEN W, et al. Discussion on urban forest classification [J]. *Chin J Ecol*, 2004, 23(5): 175–178. [何兴元, 刘常富, 陈玮, 等. 城市森林分类探讨 [J]. *生态学杂志*, 2004, 23(5): 175–178.]
- [21] LI Y. The classification and character analysis of urban forest in the Downtown of Chongqing [D]. Chongqing: Southwest University, 2010. [李洋. 重庆市主城区城市森林分类及特征分析 [D]. 重庆: 西南大学, 2010.]
- [22] LIU B Y, WEN Q P, LIU S. Urban forest classification in urban forest planning: Case study of Akesu urban forest planning in Xinjiang Uygur Autonomous region [J]. *J Chin Urban For*, 2006(4): 4–8. [刘滨滨, 温全平, 刘颂. 城市森林规划中的城市森林分类——以新疆阿克苏市为例 [J]. *中国城市林业*, 2006(4): 4–8.]
- [23] FU T T, ZHANG L, ZHENG S J, et al. The analysis on the spatial characteristics and openness suitability of unit attached green space in Shanghai [J]. *Landscape Archit Acad J*, 2023, 40(7): 14–22. [富婷婷, 张浪, 郑思俊, 等. 上海市单位附属绿地空间特征与开放共享适宜性分析研究 [J]. *园林*, 2023, 40(7): 14–22. doi: 10.12193/j.laing.2023.07.0014.002.]
- [24] LIU Q X. Urban green space system planning and design: A case study of roadside greening in Laizhou City [J]. *Future City Des Manage*, 2024(3): 16–19. [刘清秀. 城市绿地系统规划设计探讨——以莱州市城市道路绿化为例 [J]. *未来城市设计与运营*, 2024(3): 16–19.]
- [25] ZHANG J, WU P Y, LIU X H. Thoughts and suggestions on problems in urban road greening construction: Taking Hangzhou as an example [J]. *Chin Landscape Archit*, 2023, 39(3): 78–81. [张军, 吴普英, 刘肖红. 城市道路绿化建设中的问题思考和建议——以杭州为例 [J]. *中国园林*, 2023, 39(3): 78–81. doi: 10.19775/j.cla.2023.03.0078.]
- [26] WU Z M, HUANG C L, BAI L B, et al. Urban forest structure of Hefei City [J]. *Sci Silv Sin*, 2002, 38(4): 7–13. [吴泽民, 黄成林, 白林波, 等. 合肥城市森林结构分析研究 [J]. *林业科学*, 2002, 38(4): 7–13.]

- doi: 10.3321/j.issn:1001-7488.2002.04.002.]
- [27] XING F W, ZENG Q W, XIE Z Z. Wide Plants of Guangzhou [M]. Wuhan: Huazhong University of Science & Technology Press, 2011. [邢福武, 曾庆文, 谢左章. 广州野生植物 [M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2011.]
- [28] WU D L. Flora of Guangdong, Vol. 6 [M]. Guangzhou: Guangdong Science and Technology Press, 2005. [吴德邻. 广东植物志, 第 6 卷 [M]. 广州: 广东科技出版社, 2005.]
- [29] PANG H D, ZHAO H, WANG X R, et al. Investigation and risk assessment of exotic tree species in Hubei Province [J]. Hubei For Sci Technol, 2022, 51(3): 49–54. [庞宏东, 赵虎, 王晓荣, 等. 湖北省外来树种调查与入侵风险评价 [J]. 湖北林业科技, 2022, 51(3): 49–54. doi: 10.3969/j.issn.1004-3020.2022.03.012.]
- [30] MA D. Urban forest community structure and physiognomy in different regions of Guangzhou, China [D]. Guangzhou: South China Agricultural University, 2017. [马丁. 广州不同区域城市森林群落结构与外貌研究 [D]. 广州: 华南农业大学, 2017.]
- [31] CHEN H F, ZHOU J S, XING F W. Investigation and evaluation of landscape plant resources in Guangzhou City [J]. Chin Landscape Archit, 2012, 28(2): 11–14. [陈红锋, 周劲松, 邢福武. 广州园林植物资源调查及其评价 [J]. 中国园林, 2012, 28(2): 11–14. doi: 10.3969/j.issn.1000-6664.2012.02.003.]
- [32] ZENG Y L, CHEN C H, CHEN M G, et al. Analysis on the structural characteristics of urban forests in Miluo City [J]. J CS Univ For Technol, 2023, 43(9): 136–143. [曾雨露, 陈彩虹, 陈明皋, 等. 汨罗市城市森林结构特征分析 [J]. 中南林业科技大学学报, 2023, 43(9): 136–143. doi: 10.14067/j.cnki.1673-923x.2023.09.014.]
- [33] HE R X, YANG F, CUI M. Urban forest community structure and correlation analysis on the plant diversity index in Haikou City, China [J]. J Zhejiang A&F Univ, 2019, 36(6): 1142–1150. [何荣晓, 杨帆, 崔明. 海口市城市森林结构及植物多样性指标相关性分析 [J]. 浙江农林大学学报, 2019, 36(6): 1142–1150. doi: 10.11833/j.issn.2095-0756.2019.06.011.]
- [34] LIANG X, LIU P, XU Z C. Study on stand structure and undergrowth species diversity of urban forest in Guangzhou [J]. J SW For Univ, 2015, 35(2): 37–42. [梁璇, 刘萍, 徐正春. 广州城市森林林分结构及林下植物多样性研究 [J]. 西南林业大学学报, 2015, 35(2): 37–42. doi: 10.11929/j.issn.2095-1914.2015.02.006.]
- [35] LI D Z, ZANG R G. The research advances on the structure and function of forest canopy, as well as their temporal and spatial changes [J]. World For Res, 2004(3): 12–16. [李德志, 臧润国. 森林冠层结构与功能及其时空变化研究进展 [J]. 世界林业研究, 2004(3): 12–16. doi: 10.13348/j.cnki.sjlyyyj.2004.03.003.]
- [36] MCPHERSON E G. Structure and sustainability of Sacramento's urban forest [J]. Arbor Urban For (AUF), 1998, 24(4): 174–190. doi: 10.48044/jauf.1998.023.
- [37] LU Z J, LIU X H, TU H P. The resources and utilization of ancient and famous trees in central districts of Guangzhou City [J]. For Environ Sci, 2017, 33(1): 77–80. [卢紫君, 刘锡辉, 涂慧萍. 广州市中心城区古树名木的资源现状与开发利用 [J]. 林业与环境科学, 2017, 33(1): 77–80. doi: 10.3969/j.issn.1006-4427.2017.01.015.]
- [38] HU Y L, ZHENG S X, GUAN D S, et al. Evaluation of outstanding trees in urban Guangzhou [J]. China Popul Resour Environ, 2000, 10(S2): 45–47. [胡月玲, 郑淑颖, 管东生, 等. 广州城市古树名木的评价 [J]. 中国人口·资源与环境, 2000, 10(S2): 45–47.]
- [39] STEPHENSON N L, DAS A J, CONDIT R, et al. Rate of tree carbon accumulation increases continuously with tree size [J]. Nature, 2014, 507(7490): 90–93. doi: 10.1038/nature12914.
- [40] YANG Q Y, XUE C Q, JIANG J F, et al. The current situation, protection and exploitation of ancient and famous trees in Guangdong Province [J]. Guangdong For Sci Technol, 2004, 20(3): 46–49. [杨清云, 薛春泉, 江建发, 等. 广东省古树名木资源现状及保护利用探讨 [J]. 广东林业科技, 2004, 20(3): 46–49. doi: 10.3969/j.issn.1006-4427.2004.03.015.]
- [41] ZHAO Y, XU Z C, WEN X J. Urban forest health evaluation in Guangzhou City [J]. J Chin Urban For, 2018, 16(3): 12–16. [赵艳, 徐正春, 温秀军. 广州市城市森林健康评价 [J]. 中国城市林业, 2018, 16(3): 12–16. doi: 10.3969/j.issn.1672-4925.2018.03.003.]
- [42] HE Z Q, WANG X D, LIU Y L, et al. Investigation and research on park green space in Harbin based on urban forest structure [J]. For by-Product Speciality China, 2023(1): 55–60. [何志强, 王晓东, 刘奕麟, 等. 基于城市森林结构的哈尔滨市公园绿地调查与研究 [J]. 中国林副特产, 2023(1): 55–60. doi: 10.13268/j.cnki.fbsic.2023.01.019.]
- [43] LU Z J, TU H P. The application status and countermeasures of native plants in urban parks of Guangzhou [J]. J Fujian For Sci Technol, 2012, 39(1): 156–159. [卢紫君, 涂慧萍. 广州城市公园乡土植物应用现状与对策 [J]. 福建林业科技, 2012, 39(1): 156–159. doi: 10.3969/j.issn.1002-7351.2012.01.40.]