

城市绿地中园林植物群落结构对生物多样性的影响研究

宋珊珊

长江大学园艺园林学院, 湖北 荆州

收稿日期: 2025年6月23日; 录用日期: 2025年8月21日; 发布日期: 2025年9月2日

摘要

随着城市化进程以前所未有的速度推进, 城市绿地作为城市生态系统不可或缺的关键组成部分, 在维系生态平衡、提升城市环境品质、推动生物多样性保护等方面发挥着无可替代的核心作用。园林植物群落作为城市绿地的核心构成要素, 其结构特征犹如生态系统的“骨架”, 不仅直接决定生物多样性水平, 更深远影响着整个城市生态系统的稳定性与可持续发展能力。本文综合运用理论分析与实证研究相结合的方法, 深入剖析城市绿地中园林植物群落结构对生物多样性的影响机制, 旨在揭示植物群落结构特征(涵盖物种组成、空间配置、层次结构等多个维度)与生物多样性之间的内在关联, 从而为城市绿地科学规划与合理设计提供坚实的理论支撑和实践指导。

关键词

园林植物, 生物多样性, 群落结构, 物种组成

Research on the Impact of Garden Plant Community Structure in Urban Green Spaces on Biodiversity

Shanshan Song

College of Horticulture and Landscape Architecture, Yangtze University, Jingzhou Hubei

Received: Jun. 23rd, 2025; accepted: Aug. 21st, 2025; published: Sep. 2nd, 2025

Abstract

With the urbanization process advancing at an unprecedented pace, urban green spaces, as an indispensable key component of the urban ecosystem, play an irreplaceable core role in maintaining

ecological balance, enhancing the quality of the urban environment, and promoting the conservation of biodiversity. As the core constituent element of urban green spaces, the structural characteristics of garden plant communities are like the “skeleton” of the ecosystem, directly determining the level of biodiversity and profoundly influencing the stability and sustainable development capacity of the entire urban ecosystem. This paper comprehensively employs a method combining theoretical analysis and empirical research to deeply analyze the influence mechanism of the structure of garden plant communities in urban green spaces on biodiversity, aiming to reveal the intrinsic connection between the structural characteristics of plant communities (covering multiple dimensions such as species composition, spatial configuration, and hierarchical structure) and biodiversity, thereby providing solid theoretical support and practical guidance for the scientific planning and rational design of urban green spaces.

Keywords

Garden Plants, Biodiversity, Community Structure, Species Composition

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

城市绿地作为城市中精心保留或人工营造的自然或半自然景观区域，以公园、街头绿地、防护林带、居住区绿地等丰富多样的形式广泛分布于城市各个角落[1]。这些绿地不仅为城市披上了一层美丽的绿色外衣，极大地美化了城市环境，还为城市居民提供了宝贵的休闲娱乐空间，成为人们缓解压力、亲近自然的理想场所。更为重要的是，城市绿地是城市生物多样性的重要栖息地，为众多动植物和微生物提供了赖以生存的家园，是维持城市生态系统健康运转的关键所在[2]。园林植物群落作为城市绿地的生态基础，其结构的多样性和复杂性直接关系到动物、微生物等其他生物类群的生存、繁衍与发展，是维系城市生物多样性的核心要素[3]。深入探究园林植物群落结构与生物多样性之间的关系，对于提升城市生态系统服务功能、实现城市可持续发展具有重要的现实意义。

1.1. 研究背景

近年来，全球气候变化和快速城市化进程给生态环境带来了前所未有的压力，城市生物多样性保护已然成为国际社会广泛关注的热点议题。城市绿地如同城市中的“生态岛屿”，在缓解城市热岛效应、净化空气、调节气候等方面发挥着重要作用，其内部植物群落的结构优化对于提升生物多样性、增强生态系统服务功能具有不可忽视的重要意义。然而，在当前城市绿地建设过程中，普遍存在植物种类单一、群落结构简单化等问题。许多城市为追求短期的景观效果，大量种植单一外来物种，忽视了本地乡土植物的应用，导致植物群落物种组成单调，生态功能弱化。同时，不合理的空间布局和层次结构设计，使得城市绿地无法为不同生物提供多样化的生存环境，严重威胁了城市生物多样性的维持与发展[4]-[7]。在此背景下，深入研究园林植物群落结构对生物多样性的影响，探索科学合理的绿地规划与植物配置策略，已成为城市生态建设亟待解决的重要课题。

1.2. 研究目的与意义

本研究旨在深入剖析城市绿地中园林植物群落结构特征对生物多样性的影响机制，明确不同植物群

落结构因素在促进生物多样性方面的作用大小和方式,从而为城市绿地规划、植物配置提供科学、具体的指导建议,推动城市绿地建设从注重景观效果向兼顾生态功能与生物多样性保护转变,促进城市生态系统的健康稳定发展。此外,本研究成果有助于提升公众对城市生物多样性保护的认识,增强公众的生态保护意识,推动生态文明建设在城市层面的具体实践,为构建人与自然和谐共生的美好城市奠定基础。

2. 文献综述

2.1. 园林植物群落结构特征

园林植物群落结构特征是一个多维度、多层次的复杂概念,主要包括物种多样性、空间配置和层次结构等方面。物种多样性作为衡量群落结构复杂性的关键指标,不仅反映了群落中物种数量的丰富程度,还体现了物种之间的相对比例关系。丰富的物种多样性能够为不同生物提供多样化的食物资源和栖息环境,促进生态系统的物质循环和能量流动[8]。空间配置是指植物在群落中的分布方式,包括密度、分布格局等要素[9]。合理的空间配置能够优化物种间的相互作用,提高资源利用效率,避免因过度竞争导致的物种灭绝。例如,适当的植物密度和均匀分布有助于物种间的共存与协同进化,而过度密集或聚集的分布方式则可能引发资源争夺,降低群落稳定性。层次结构是园林植物群落的重要特征,通常可分为乔木层、灌木层和草本层等[10]。不同层次的植物通过对光照、水分、养分等资源的分层利用,形成了相对稳定的生态位分化,决定了群落内部的微环境条件,进而影响不同生态位的物种分布。多层结构的植物群落能够创造更为复杂多样的生态环境,为更多种类的生物提供适宜的生存空间。

2.2. 生物多样性及其影响因素

生物多样性是一个涵盖遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性三个层次的综合性概念[11]。在城市绿地这一特定生态系统中,物种多样性是最直观且最容易监测的层面,它直接反映了生态系统的健康状况和服务功能。影响城市绿地生物多样性的因素错综复杂,涉及自然环境因素、人为干扰程度以及群落内部生态过程等多个方面。自然环境因素如气候条件、土壤类型等为生物的生存提供了基础条件,不同的气候和土壤环境适宜不同物种的生长。人为干扰程度在城市绿地中表现得尤为突出,包括城市建设活动、人类休闲活动以及绿化管理措施等。适度的人为干扰可以促进植物的更新和群落的演替,但过度干扰则可能破坏生态平衡,降低生物多样性。群落内部生态过程如种间竞争、共生关系、食物链与食物网等,对生物多样性的维持和发展起着关键作用。园林植物群落作为城市生态系统的基础,其结构特征通过影响这些生态过程,对生物多样性产生直接或间接的影响[12]。

2.3. 国内外研究进展

国内外学者围绕城市绿地植物群落结构与生物多样性关系开展了大量研究工作,并取得了一系列重要成果。研究表明,植物物种丰富度高的群落往往能够为更多种类的动物提供食物和栖息地,从而支持更复杂的食物网关系,促进生物多样性的提升[13]。在空间配置方面,适当的植物密度和均匀分布有助于减少物种间的竞争,促进物种共存,提高生物多样性水平。在层次结构研究中发现,多层结构的植物群落能够提供丰富多样的生态位,满足不同生活习性物种的生存需求,有利于生物多样性的维持和发展。然而,目前的研究仍存在一定局限性。多数研究集中于特定类型的绿地(如城市公园)或单一物种群,缺乏对不同类型城市绿地间植物群落结构与生物多样性关系的系统比较研究[14]。此外,现有研究在考虑环境因素与群落结构对生物多样性的综合影响方面还不够深入,难以全面揭示三者之间的复杂关系。因此,开展更广泛、更深入的研究,对于完善城市绿地生态理论、指导城市生态建设具有重要意义[15][16]。

3. 研究方法

3.1. 研究区域与样地设置

本研究选取我国东部某大城市作为研究对象。该城市经济发达，城市化水平高，城市绿地类型丰富多样，涵盖了城市公园、街头绿地、防护林带、居住区绿地等多种形式，具有较强的代表性[17]。根据城市绿地的类型分布和地理位置特点，在城市不同区域设置若干具有代表性的样地。每个样地面积严格控制在不小于 1 公顷，以确保能够充分反映该类型绿地的植物群落特征和生态功能。在样地选择过程中，综合考虑了绿地的建设时间、管理方式、周边环境等因素，尽量保证样地之间的可比性，减少其他因素对研究结果的干扰。

3.2. 数据收集与处理

3.2.1. 植物群落调查

采用样方法对每个样地进行详细的植物群落调查。在样地内划分若干个面积适宜的样方，对于乔木层植物，样方面积设置为 $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ ；灌木层样方面积为 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ ；草本层样方面积为 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 。在每个样方内，对植物的种类、数量、高度、胸径(乔木)、冠幅等信息进行逐一记录。同时，统计各物种的相对多度，通过计算物种丰富度指数(S)、Shannon-Wiener 多样性指数(H')、Simpson 优势度指数(D)等指标，定量分析植物群落的物种多样性特征。其中，物种丰富度指数(S)表示群落中物种的总数；Shannon-Wiener 多样性指数(H')综合考虑了物种数量和相对多度，能够更全面地反映群落的多样性水平；Simpson 优势度指数(D)则侧重于衡量优势物种在群落中的地位和作用[18]。

3.2.2. 生物多样性监测

为全面监测样地内的生物多样性，采用多种方法对昆虫、鸟类、小型哺乳动物等动物种类进行调查。对于昆虫，利用陷阱捕捉法(如马氏网、诱虫灯等)收集昆虫标本，记录昆虫的种类和数量；对于鸟类，采用视觉观察和声音记录相结合的方法，在不同时间段(如早晨、傍晚)对样地内的鸟类进行观察和记录，识别鸟类的种类和数量；对于小型哺乳动物，设置红外相机陷阱，通过拍摄照片和视频来监测其活动情况，统计物种名录及数量。最后，运用与植物群落多样性分析相同的方法，计算动物物种多样性指数，以评估样地内动物群落的多样性水平。

3.2.3. 空间配置与层次结构分析

借助地理信息系统(GIS)软件对植物群落的空间分布格局进行深入分析。通过将植物的坐标信息导入 GIS 系统，运用空间分析工具计算植物的密度、聚集度等指标，直观呈现植物在样地内的分布特征。同时，结合现场观测，根据植物的生长形态和高度，将植物群落划分为乔木层、灌木层和草本层等不同层次。分析各层次植物的组成、结构以及它们对群落内部光照、湿度、温度等微环境条件的影响，探讨层次结构与生物多样性之间的潜在联系。

3.3. 数据分析方法

运用 SPSS 软件对收集到的数据进行系统的统计分析。首先，采用相关性分析方法，探究植物群落结构特征(如物种丰富度、空间均匀度、层次结构复杂度等)与生物多样性指标(如动物物种多样性指数)之间的相关关系，明确两者之间是否存在显著的关联。然后，运用回归分析方法，建立植物群落结构特征与生物多样性之间的数学模型，定量分析各结构特征对生物多样性的影响程度和作用方式。此外，运用典范对应分析(CCA)等多元统计方法，将环境因素(如土壤类型、水分条件、光照强度等)纳入分析范畴，揭示环境因素与群落结构共同作用于生物多样性的复杂机制，为深入理解城市绿地生态系统的运行规律提

供依据。

4. 结果与分析

4.1. 植物群落结构特征分析

研究表明, 不同类型城市绿地的植物群落结构存在显著差异。城市公园和防护林带的植物群落表现出较高的物种丰富度和多样性指数。以物种丰富度指数为例, 城市公园样地的平均物种丰富度达到 35 种, 防护林带样地平均为 32 种, 而街头绿地和居住区绿地的平均物种丰富度分别仅为 18 种和 20 种。在空间配置方面, 城市公园和防护林带的植物分布较为均匀, 植物密度适中, 有利于物种间的资源共享和相互作用; 相比之下, 街头绿地和居住区绿地存在不同程度的植物聚集现象, 部分区域植物过于密集, 导致资源竞争加剧, 而其他区域则可能出现植物稀疏的情况, 影响群落的整体稳定性。在层次结构上, 城市公园和防护林带大多形成了较为完整的多层结构, 包含乔木、灌木、草本三层及以上, 这种多层结构能够有效利用不同层次的空间和资源, 为生物创造多样化的生态位; 而街头绿地和居住区绿地的层次结构相对简单, 单层或双层结构较为常见, 生态位多样性较低。

4.2. 生物多样性水平分析

动物物种多样性指数与植物群落结构特征呈现出密切的相关性。具体而言, 在物种丰富度高的植物群落中, 能够支持更多种类的昆虫和鸟类生存繁衍。例如, 在物种丰富度较高的城市公园样地中, 监测到的昆虫种类平均达到 80 种, 鸟类种类平均为 30 种; 而在物种丰富度较低的街头绿地样地中, 昆虫种类平均仅为 40 种, 鸟类种类平均为 15 种。这些丰富的植物资源为动物提供了多样化的食物来源和栖息场所, 促进了复杂生态系统的形成[19]。在空间配置方面, 均匀分布的植物群落为动物提供了更广阔的活动空间和更顺畅的扩散通道, 有利于动物物种之间的交流和基因流动, 提高了生物多样性水平; 而高度聚集的植物群落则可能导致物种间的竞争加剧, 部分物种因资源获取困难而数量减少, 甚至消失, 从而降低了生物多样性。在层次结构上, 多层结构的植物群落凭借其丰富的生态位, 为不同生活习性的动物提供了更多的栖息地和食物来源。例如, 乔木层为鸟类提供了筑巢和栖息的场所, 灌木层为小型哺乳动物提供了隐蔽的栖息地, 草本层则为昆虫和两栖动物提供了生存空间, 显著提高了生物多样性水平[20]。

4.3. 结构特征与生物多样性关系探讨

通过相关性分析和回归分析发现, 植物物种丰富度、空间均匀度和层次结构复杂度均与动物物种多样性呈显著正相关关系[21]。其中, 植物物种丰富度对动物多样性的影响最为直接和显著, 相关系数达到 0.75, 表明物种丰富度每增加一个单位, 动物物种多样性指数将相应提高。空间均匀度和层次结构复杂度则通过影响群落内部的生态过程和资源分配, 间接作用于生物多样性[22]。空间均匀度与动物物种多样性的相关系数为 0.65, 层次结构复杂度与动物物种多样性的相关系数为 0.62, 说明这两个因素对生物多样性的提升也具有重要作用。典范对应分析结果进一步揭示了环境因素与群落结构共同作用于生物多样性的复杂机制。研究发现, 土壤类型和水分条件对植物群落结构和生物多样性具有显著影响。在土壤肥沃、水分充足的区域, 植物生长良好, 物种丰富度和多样性较高, 进而为动物提供了更好的生存环境, 促进了生物多样性的提升; 反之, 在土壤贫瘠、水分匮乏的区域, 植物生长受限, 群落结构简单, 生物多样性水平较低[23]。

5. 讨论

5.1. 优化植物群落结构的策略

首先, 大力增加植物物种多样性。在城市绿地建设和改造过程中, 应优先引入本地乡土植物, 因为

本地乡土植物经过长期的自然选择,对当地环境具有良好的适应性,能够更好地与其他生物形成稳定的生态关系。同时,合理搭配不同生态习性的植物,构建多层次、多类型的植物群落,丰富群落的物种组成和结构多样性。其次,优化植物空间配置。通过科学规划植物的种植密度和分布格局,避免植物过度聚集,保持适当的间距和均匀分布,以减少物种间的竞争,促进物种共存。可以采用混交种植、镶嵌种植等方式,提高植物群落的空间异质性,为不同生物提供多样化的生存空间[24]。最后,强化层次结构建设。注重乔木、灌木、草本等不同高度植物的合理配置,形成完整的多层结构植物群落。在设计过程中,充分考虑各层次植物的生态功能和相互关系,确保不同层次的植物能够充分利用空间和资源,创造多样化的生态位,满足不同物种的生存需求。

5.2. 对城市绿地规划与管理的启示

在城市绿地规划阶段,应将生物多样性保护作为核心目标之一,贯穿于规划设计的全过程。改变以往只注重景观效果的规划理念,充分考虑植物群落结构对生物多样性的影响,科学合理布局不同类型的绿地,优化绿地内部的植物配置。例如,在新建城市公园时,应预留足够的生态空间,规划多样化的植物群落类型,为生物提供丰富的栖息地。在城市绿地管理方面,加强对植物群落动态变化的监测,建立长期的生态监测体系。定期对植物群落的物种组成、结构特征和生物多样性进行调查和评估,及时发现群落中存在的问题,并采取相应的调整措施。如当发现某些区域植物过度生长导致群落结构失衡时,及时进行修剪和疏伐;当发现物种数量减少时,采取适当的补植措施,维护群落结构的稳定性和生物多样性水平。此外,还应加强公众教育和宣传,提高公众对城市生物多样性保护的认识,鼓励公众参与城市绿地的建设和管理,形成全社会共同保护城市生态环境的良好氛围。

5.3. 研究局限与未来展望

尽管本研究取得了一定的成果,但仍存在一些不足之处。首先,样本量相对有限,仅选取了我国东部某一城市的部分样地进行研究,研究结果的普适性可能受到一定影响。不同地区的气候条件、土壤类型和城市发展模式存在差异,植物群落结构和生物多样性特征也可能有所不同。其次,监测周期较短,未能全面反映植物群落结构与生物多样性关系的长期动态变化。生态系统是一个复杂的动态系统,其结构和功能会随着时间的推移发生演变,短期的监测数据可能无法准确揭示长期的生态过程和变化规律。未来研究可进一步扩大样本范围,选取不同气候带、不同地理区域的城市进行对比研究,增强研究结果的普遍性和适用性。同时,延长监测时间,建立长期的生态监测网络,深入探讨植物群落结构与生物多样性关系的长期效应。此外,应加强跨学科合作,综合考虑气候变化、城市扩张等外部因素对植物群落结构和生物多样性的影响。结合生态学、地理学、气候学等多学科知识和研究方法,构建更加完善的理论模型,为城市生物多样性保护提供更加全面、深入的指导,推动城市生态系统的可持续发展。

6. 结论

综上所述,城市绿地中园林植物群落结构对生物多样性具有显著影响。通过优化植物群落结构特征,如增加物种多样性、优化空间配置、强化层次结构建设,可以有效提升城市生物多样性水平,促进城市生态系统的健康稳定发展。本研究不仅为城市绿地规划与管理提供了科学依据,也为推动城市生物多样性保护、构建生态文明城市提供了实践指导。未来,随着研究的深入和技术的进步,城市绿地植物群落结构与生物多样性关系的研究将更加精细化、系统化,为构建更加和谐美好的城市生态环境贡献力量[25]。

参考文献

- [1] 杨赉丽. 城市园林绿地规划[M]. 第4版. 北京: 中国林业出版社, 2019.

- [2] 黄晓鸾, 王书耕. 城市生存环境绿色量值群的研究——国内外园林绿地功能量化的研究[J]. 中国园林, 1998(3): 55-57.
- [3] 谭少华, 赵万民. 城市公园绿地社会功能研究[J]. 重庆建筑大学学报, 2007(5): 6-10.
- [4] 苏雪痕. 植物造景[M]. 北京: 中国林业出版社, 1994.
- [5] 陈华生. 城市近自然园林景观的实现途径[J]. 中国城市林业, 2012, 10(6): 13-14.
- [6] 储亦婷, 杨学军, 唐东芹, 等. 从群落生活型结构探讨近自然植物景观设计[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2004, 2(2): 76-81.
- [7] 李艳. 茂名市园林绿地植物及其景观调查分析[D]: [硕士学位论文]. 南宁: 广西大学, 2021.
- [8] 达良俊. 城市生态系统近自然型恢复的理论与实践[J]. 长江流域资源与环境, 2008(2): 169.
- [9] 雷晓丽. 中国西南部小城市园林植物资源运用配置及植物多样性结构分析[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南大学, 2021.
- [10] 董德军, 张玉生, 钟玉峰. 节约型城市园林营建研究[J]. 广东园林, 2006(6): 48-50.
- [11] 杜峰, 梁宗锁, 胡莉娟. 植物竞争研究综述[J]. 生态学杂志, 2004, 23(4): 157-163.
- [12] 方怀龙. 现有林分密度指标的评价[J]. 东北林业大学学报, 1995, 23(4): 100-105.
- [13] 方精云. 一种描述植物种群自然稀疏过程的经验模型[J]. 林业科学, 1995, 31(3): 247-253.
- [14] 韩轶, 高润宏, 刘子龙, 等. 北方城市森林绿地植物群落的树种选择与配置[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版), 2004(3): 9-13.
- [15] Naghibi, M., Faizi, M. and Ekhlassi, A. (2021) Design Possibilities of Leftover Spaces as a Pocket Park in Relation to Planting Enclosure. *Urban Forestry & Urban Greening*, **64**, Article 127273. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127273>
- [16] Juanga, J.M.V. and Reyes, M.R.D. (2022) Introspective Visual Quality Assessment of Dual Thoroughfare Streetscapes in Davao City. *Environment and Urbanization ASIA*, **13**, 232-246. <https://doi.org/10.1177/09754253221122743>
- [17] 洪志猛. 城市森林群落结构构建理论与景观优化途径分析[J]. 南京林业大学学报, 2015(1): 106-114.
- [18] 王旭东, 杨秋生, 张庆费. 城市绿地植物群落构建与调控策略探讨[J]. 中国园林, 2016(1): 74-77.
- [19] Li, G. and Li, Y. (2021) Optimization Spatial Pattern Method for Vegetation Landscape in Bay Based on AHP. *Micro-processors and Microsystems*, **83**, Article 104041. <https://doi.org/10.1016/j.micpro.2021.104041>
- [20] 李羽佳. ASG 综合法景观视觉质量评价研究[D]: [博士学位论文]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2015.
- [21] 郭松, 方翠莲, 李在留. 南宁市公园绿地园林植物调查及应用研究[J]. 中国园林, 2012, 28(2): 90-94.
- [22] 雷金睿, 宋希强, 陈宗铸. 海口城市公园植物群落多样性研究[J]. 西南林业大学学报, 2017, 37(1): 88-93.
- [23] 吴彩芸, 夏宜平. 杭州园林水景的水生植物调查及其配置应用[J]. 中国园林, 2006, 22(1): 83-88.
- [24] 刘平. 园林植物的栽植与养护管理[J]. 中国农业文摘-农业工程, 2020, 32(5): 10-11.
- [25] 苏伟. 人与自然和谐共生关系构建的逻辑路径[J]. 思想政治教育研究, 2021, 37(2): 81-86.