

城市植物景观设计中的低碳策略应用

徐艳芳, 葛天宇, 董博雯, 张婧靓, 李 鑫*

山东建筑大学艺术学院, 山东 济南

收稿日期: 2024年8月13日; 录用日期: 2024年10月5日; 发布日期: 2024年10月14日

摘 要

在经济高速发展的过程中, 我国一直高度重视碳排放问题。低碳城市是城市可持续发展的必由之路, 园林绿地作为城市生态组成的重要环节, 其碳循环能力在城市发展中有着重要作用。文章从文献分析和实例分析两方面进行园林植物低碳策略应用研究。讨论如何通过植物景观设计, 在有限绿地面积中进行提量增质, 增强园林绿地的碳汇能力。以期对植物景观设计实践提供一定参考。

关键词

景观设计, 碳汇, 植物固碳, 低碳策略

Application of Low-Carbon Strategies in Urban Plant Landscape Design

Yanfang Xu, Tianyu Ge, Bowen Dong, Jingliang Zhang, Xin Li*

School of Arts, Shandong Jianzhu University, Jinan Shandong

Received: Aug. 13th, 2024; accepted: Oct. 5th, 2024; published: Oct. 14th, 2024

Abstract

In the process of rapid economic development, China has always attached great importance to the issue of carbon emissions. Low carbon cities are the only way for sustainable urban development, and as an important part of urban ecology, the carbon cycling capacity of garden green spaces plays an indispensable role in urban development. The article conducts research on the application of low-carbon strategies for garden plants from two aspects: literature analysis and case analysis. It discusses how to enhance the carbon sequestration capacity of garden green spaces by improving quantity and quality within limited green space through plant landscape design in order to provide some reference for the practice of plant landscape design.

*通讯作者。

文章引用: 徐艳芳, 葛天宇, 董博雯, 张婧靓, 李鑫. 城市植物景观设计中的低碳策略应用[J]. 设计, 2024, 9(5): 481-488. DOI: 10.12677/design.2024.95581

Keywords

Landscape Design, Carbon Sequestration, Plant Carbon Sequestration, Low Carbon Strategy

Copyright © 2024 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

在当前我国积极推进“双碳”目标政策的背景下，低碳城市的发展已经上升为国家战略的重要一环。城市植物景观设计中的低碳策略应用的研究目的，在于探索如何通过合理的植物配置和景观设计，优化园林绿地的空间布局，实现城市环境的绿色转型，从而有效降低碳排放，提升城市的生态质量和居民的生活质量。在当前全球气候变化的大背景下，低碳发展已成为全球共识，而城市作为人类活动的主要聚集地，其低碳化转型尤为重要。

低碳理念，作为一种前瞻性的发展战略和生活方式，已经逐渐成为全球各界关注的焦点。不仅是一种应对环境挑战、保护地球家园的行动指南，更是推动社会经济可持续发展的重要手段。在这一理念的指引下，通过科学合理地配置植物，创造出既美观又生态的景观空间。将低碳理念融入植物景观设计中，不仅是对传统设计理念的革新，更是对可持续发展战略的积极响应。这种模式不仅有助于缓解气候变化带来的威胁，也创造一个更加宜居和繁荣的可持续未来。

城市植物景观设计是美化城市的重要手段[1]，更是实现低碳城市建设的有效途径。通过科学合理地选择植物种类、配置方式以及景观设计理念，可以最大化地发挥植物的生态功能，如固碳释氧、降温增湿。将低碳理念引入到城市绿地设计中，进一步探索低碳城市绿色空间规划与优化的策略，对于改善城市的整体环境质量，提升市民的生活质量，推动我国低碳发展至关重要。

2. 研究现状

2.1. 国内研究现状

通过知网高级检索，选取(主题：低碳) AND (主题：植物) AND (主题：景观)在总库进行文献检索分析，检索得出相关文献总数 1087 篇，结果如下图所示(见图 1)。自 2010 年起，文献年发文量呈上下波动趋势，但总体数量呈上升趋势。2010~2014 年间，在 2023 年发文量达到峰值，为 131 篇。发文量总体呈现增加的趋势。说明该研究方向在业界内关注度较高，有较高的研究价值。

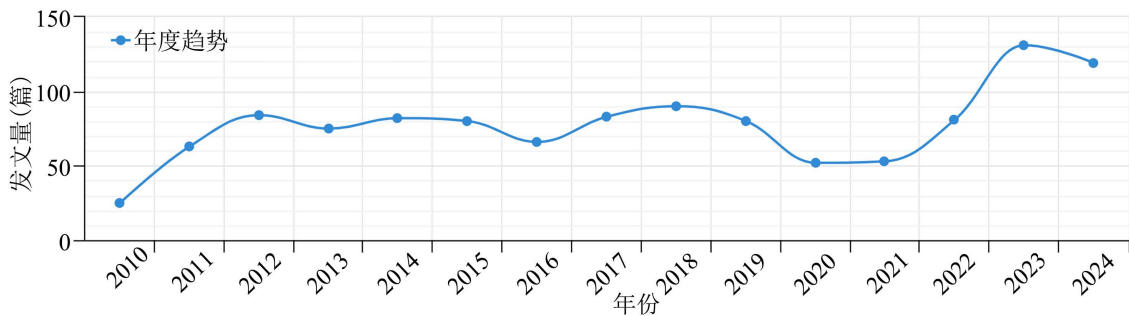


Figure 1. Publish annual trends
图 1. 发表年度趋势

建筑科学与工程学科发文量最多, 占比 75.71%(见图 2)。其次为环境科学与资源利用, 占比 7.94%。

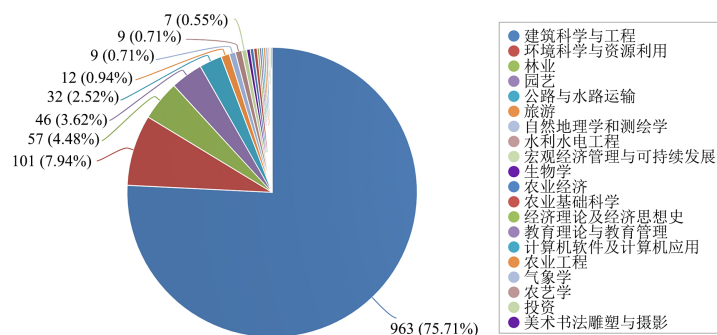


Figure 2. Subject distribution
图 2. 学科分布

在检索得出的文献中分析, 相关文献最早于 2010 年发表, 周卫玲(2010)在城市防护绿地改造设计中首次提出在低碳经济、可持续经济发展的背景下, 可持续和低成本的园林是未来的趋势。城市绿地作为城市基础设施更应采用生态节能、可持续发展的设计, 这符合时代发展的要求[2]。包志毅(2011)等认为在注重植物碳效益的同时, 应平衡与协调其他效应与效益[3]。冀媛媛(2015)提出一种比较方法, 进行景观全生命周期中碳源和碳汇的分析, 从策略实施主体和具体营造策略两个方面, 深入剖析可持续理念指导下的低碳景观策略体系。章银柯(2016)等分析园林树种的固碳效益, 进行低碳植物景观设计模式的探讨[4]。王敏(2022)等研究基于碳中和的绿色空间资源高效分配的精细化控制指标与实施架构, 以达到对城市绿地碳中和有效性的精确优化[5]。姜婉瑶(2023)通过对园林植物的合理搭配提出实现城市碳循环的途径[6]。王晶懋等(2023)归纳总结常见乔灌、地被植物每年固碳量, 筛选出具有较高固碳能力的植物物种, 归纳出适合园林及社区绿地的高固碳能力灌-地被植物配置模式[7]。

利用 CiteSpace 软件对上文主题词继续检索,对文献进行关键词共现分析(见图 3)。其中关键词出现频率最高的是景观设计、低碳、低碳园林、风景园林、城市公园。风景园林作为一个学科,在关键词中高频出现,表明该研究与风景园林专业息息相关。

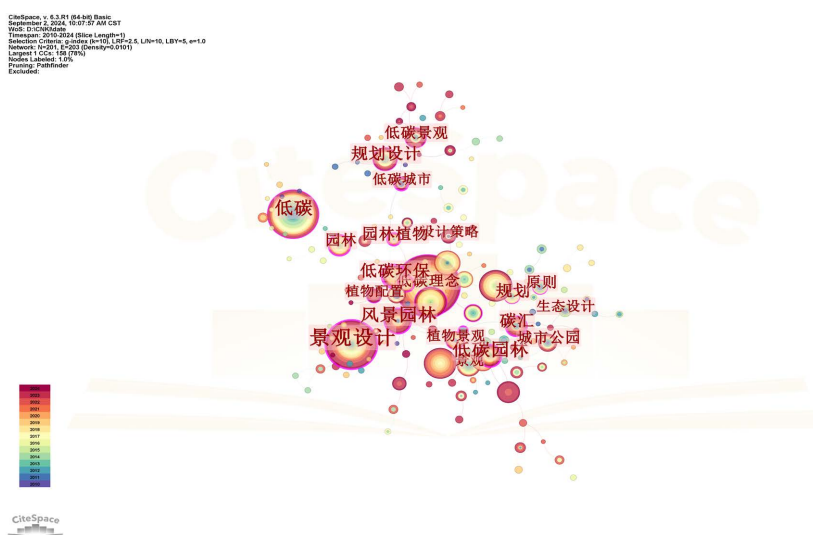


Figure 3. Keyword co-occurrence analysis
图 3. 关键词共现分析

对关键词进行聚类分析，一共得出 13 个聚类，分别是低碳园林、规划、景观设计、规划设计、园林景观、园林、城市园林、低碳经济、低碳、低碳景观、设计策略、碳中和、景观(见图 4)。评估聚类值的指标为 S 值和 Q 值，一般认为 Q 值大于 0.3 和 S 值大于 0.5 表示聚类显著且合理，图中 Q 值为 0.8203，S 值为 0.9534，表明结果是高效率且有说服力的。

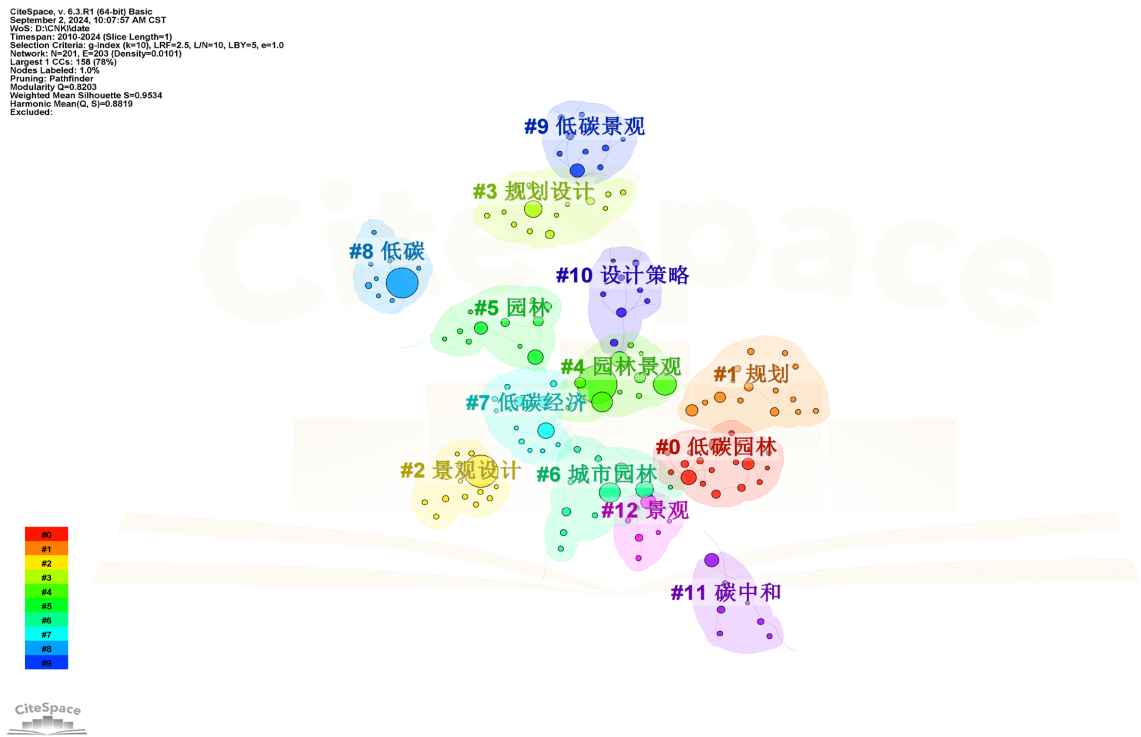


Figure 4. Keyword clustering analysis
图 4. 关键词聚类分析

2.2. 国外研究现状

De Ren Fu (2012)等肯定了低碳发展模式的意义，提出建立景观低碳评价体系[8]。Jian Zhang (2012)等在碳吸收和固持能力方面对于观赏植物的筛选研究进行综述[9]。Ying Li (2013)等基于低碳理念，对于城市居住区的植物景观进行研究，验证了植物景观在城市低碳生活区建设中的重要作用[10]。Park HyeMi (2021)等量化了景观树生产的碳足迹，提出景观树也可以作为高能耗城市的碳吸收源的思考[11]。同年，Park HyeMi 和 Jo HyunKil (2021)根据土地覆盖类型估算了城市公园在其生命周期内的碳预算，讨论减少碳排放的设计策略[12]。Yang Lei 和 Ye Weisen (2022)分析了大数据时代的能源效率问题，提出了基于低碳建设视角的景观规划设计框架[13]。

国外在低碳景观设计方面主要通过大数据进行碳的测算，更多的是对于植物本身性状的研究，对于低碳景观设计手段的研究较少，也并未过多涉及景观现状与后期管理中的碳汇效益。国内与国外相比，对于碳足迹的研究较少，更加从中微观角度注重植物群落、低碳材料与技术的相关层面研究。

由国内外文献研究可得，植物景观低碳设计在不同学科中均有关注度，研究价值较高。

3. 园林植物低碳策略研究

在城市植物景观设计中的低碳策略应用现状方面，越来越多的学者和设计师开始关注城市植物景观

设计中的低碳策略。他们通过理论研究和实践探索,提出了一系列具有创新性和实用性的低碳设计策略。这些策略涵盖了植物材料选择、植物配置优化、水资源管理、土壤保护等多个方面,旨在降低园林植物的碳排放,提高景观的生态效益。

3.1. 选择低碳植物

选择能够有效吸收 CO₂ 并释放氧气的植物,对于实现低碳目标而言,是至关重要的一步。既要选择适应当地环境的本土树种,又要筛选具备出色碳固定能力的新树种,以此共同构建起一个健康而高效的绿色网络。不同地区和气候条件下常见的高碳汇植物包括广玉兰、樟树、泡桐、黑松、杉木等。这些植物不仅在城市绿地中广泛应用,还被推荐用于造林以增加森林的碳储量。

在实际应用中,许多城市已经开始尝试采用低碳策略进行植物景观设计。例如,天津低碳创意花园立足“低碳、生态、可持续”的规划设计原则,从设计形式、材料选用、工程建设与维护管理等方面全过程贯彻的可持续发展理念[14]。在植物景观配置方面,优先选择了本地适生、生长迅速的低碳植物材料,以减少运输和养护过程中的碳排放,以及通过合理分区减少养护过程中的碳排放。深圳首座零碳文体公园——翠湖文体公园,从低碳能源、低碳建造、资源循环、生态碳汇、低碳运营五大方面,建立可感知的零碳游园体系,选用上千棵碳汇树,打造高碳汇植物群落景观,每日植被碳汇 1272.34 公斤[15]。上海世博公园对不同群落类型、结构及其组成树种的碳汇能力进行了深入分析。在综合考虑树种、群落密度以及群落结构等多个因素的基础上,公园致力于提升城市绿地的碳汇效益和能力,以实现更高效的碳吸收和储存功能[16]。在公园、广场、道路等公共场所的植物景观设计中可以通过适当保留乡土树种与种植适生高碳汇树种相结合的方式,在保证景观效果的同时实现低碳目标。

3.2. 优化植物配置

选择低碳植物材料和优化植物配置是实现低碳目标的有效途径,较多城市在城市绿化中开始采用高固碳植物和乡土植物,如深圳 City Walk 新标地的零碳公园,该公园整体贯彻六大低碳设计策略,保留原有乔木和地被近 18 万平方米,并在新增植物的品种上优先选择高固碳植物和乡土植物。通过复层结构种植模式,提高植物单位面积的固碳效益。深圳坪地试点打造的全市首个近零碳街道,公园在开发中保留了近 18 万平方米的乔木和地被,在新增植物品种方面,优先选择高固碳植物和乡土植物,同时采用“乔、灌、草”相结合的复层结构种植模式,以提升植物单位面积的固碳效益。

鄞州中和公园,选用高固碳以及乡土植物,通过复层结构的种植模式来提高植物单位面积的固碳效益,同时利用场地高差与汇水分区设施多样的海绵斑块,结合雨水收集系统完成对地表径流的有效控制。深圳低碳城滨水公园,将约 700 棵长势良好的乔木及面积约 2 公顷的原始地进行保留,乡土树种、高固碳植物和可净化水体的水生植物形成固碳释氧、易于养护的植物群落,可进一步提升河道生态韧性。

这些案例表明应用高固碳植物和乡土植物进行城市绿化,复层结构种植模式在提升碳吸收能力方面具有显著效果,可以提升城市生态环境质量,增强城市碳汇能力。在森林、城市绿地以及农业领域中都应用,这些研究不仅提供了理论依据,还为实践操作提供了指导,有助于实现碳中和目标和促进可持续发展。

在实际应用中,通过保留原有乔木和地被,并优先选择高固碳植物和乡土植物进行新增种植,可以显著提高植物单位面积的固碳效益。植物的固碳量与胸径和群落密度呈显著正相关,与层次结构呈正相关。通过科学的种植技术,如适当的密度和布局,可以进一步提高植物的光合作用效率,增强其碳汇功能(见图 5),这种做法不仅有助于实现碳达峰和碳中和的目标,也可以在保证生态修复和景观美化的同时,有效提升城市的生态环境质量和碳汇能力。



Figure 5. Plant configuration intention diagram
图 5. 植物配置意向图

此外，种植时也需充分考虑园林植物的生态特性，可选取耐候性、速生性、以及固碳能力的草本植物和灌木植物，并运用生物工程技术，结合生态检测和管理技术，构建复合型的生境群落，确保植物间的协调性与多样性得以保持。在选址方面进行科学选址以加强土壤保护，均衡配置城市园林植物，以及扩大园林植物绿化规模等措施，可以有效提升园林的植物覆盖率。对植物进行适当的整形修剪和养护管理措施也可以促进植物的健康生长，从而提高其固碳效率。轻度修剪可以使得植物的生物量与碳储量增加更快，有利于增加植物的生物量以及碳储量[17]，从而提高整个植物群落的固碳效率。

3.3. 使用新型材料

随着科技的进步和创新，一些新技术和新材料也被引入到城市植物景观设计的低碳策略中。例如，智能灌溉系统可以根据植物的生长需求自动调节水分供应，既节约了水资源，又降低了能耗。新型环保材料，如生物降解材料、可循环利用材料等，也被广泛应用于植物景观的构筑和装饰中，减少了传统材料生产和使用过程中的碳排放。此外，绿色景观的设计还需要智能技术的融合[18]，利用数据采集，分析大数据时代的能源效率问题，规划绿色低碳园林建设。这些问题需要研究者们进一步深入研究和探讨，以提出更为完善的低碳策略和应用方法。

4. 总结

4.1. 结论与展望

通过合理的规划设计，植物作为城市生态系统的重要组成部分，可以有效促进低碳韧性城市建设。为了充分发挥植物在减碳增汇中的潜力，植物景观设计需遵循几个核心原则。

首先，应优先选择具有强大碳汇能力的植物种类。这些植物通常具有快速生长、高生物量的特点，如某些乔木和灌木。通过大面积种植这些植物，可以迅速提升园林绿地的整体碳汇能力。

其次，植物景观设计应注重植物群落的层次性和多样性。多层次的植物群落结构不仅能够提供丰富的生态位，增强生态系统的稳定性，而且可以通过不同植物种类的搭配，实现碳的多元化利用和储存。

多样性的植物群落还能提高土壤碳的固持能力, 进一步促进碳的循环和储存。设计时还应充分考虑植物的生态习性, 合理安排种植密度和空间布局。

此外, 城市园林植物景观设计中不仅需要关注植物的选择和配置, 还需要综合考虑土壤保护、雨水管理、智能化管理等多个方面, 以实现生态环境的可持续发展。同时, 通过公众参与和教育, 可以进一步提升社会对低碳理念的认识和支持, 共同促进城市园林植物景观设计的低碳发展。

4.2. 使命与担当

双碳战略目标的提出给风景园林行业带来了空前的发展机遇和挑战。风景园林在应对气候变化、支持双碳目标方面扮演着重要角色, 并且已经开始采取一系列行动策略来实现这一目标。通过共生和循环的基本思路, 运用低碳理念进行风景园林绿地建设, 不仅能够改善城市环境, 还能促进生态城市建设, 协调经济发展和应对气候变化, 从而真正实现人与自然的可持续发展。

注 释

文中所有图片均为作者自绘或者自摄。

参考文献

- [1] Wu, X. (2020) Analysis and Discussion on the Application of Landscape Plant Configuration in Landscape Design. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, **508**, Article ID: 012106. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/508/1/012106>
- [2] 周卫玲. 城市防护绿地改造设计——以北京顺义新城中心公园设计为例[J]. 现代农业科技, 2010(2): 246-247.
- [3] 包志毅, 马婕婷. 试论低碳植物景观设计和营造[J]. 中国园林, 2011, 27(1): 7-10.
- [4] 章银柯, 董延梅, 马婕婷, 等. 基于园林植物固碳效益评价的低碳植物景观设计研究——以杭州西湖为例[C]//中国风景园林学会. 中国风景园林学会 2016 年论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016: 4.
- [5] 王敏, 宋昊洋. 影响碳中和的城市绿地空间特征与精细化管控实施框架[J]. 风景园林, 2022, 29(5): 17-23.
- [6] 姜婉瑶. 低碳理念下园林景观设计问题分析[J]. 美与时代(城市版), 2023(8): 81-83.
- [7] 王晶懋, 范李一璇, 韩都, 等. “双碳”目标下的西安地区绿地植物碳汇矩阵量化与配置模式研究[J]. 中国园林, 2023, 39(2): 108-113.
- [8] Fu, D.R., Rao, H.H. and Huang, Y.Z. (2012) Low Carbon Development Mode for Urban Landscape Planning and Construction. *Advanced Materials Research*, **524-527**, 2372-2376. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.524-527.2372>
- [9] Zhang, J. and Sui, Y.H. (2012) Selection and Design of Ornamental Plants for Low-Carbon Urban Landscape: A Review. *Applied Mechanics and Materials*, **174-177**, 2314-2317. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.174-177.2314>
- [10] Li, Y., Liu, L. and Li, X. (2013) Plant Landscape Design Research of Urban Residential Area Based on Low-Carbon Concept. *Applied Mechanics and Materials*, **357-360**, 2059-2062. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.357-360.2059>
- [11] Park, H., Jo, H. and Kim, J. (2021) Carbon Footprint of Landscape Tree Production in Korea. *Sustainability*, **13**, Article No. 5915. <https://doi.org/10.3390/su13115915>
- [12] Park, H. and Jo, H. (2021) Ecological Design and Construction Strategies through Life Cycle Assessment of Carbon Budget for Urban Parks in Korea. *Forests*, **12**, Article No. 1399. <https://doi.org/10.3390/f12101399>
- [13] Lei, Y. and Weisen, Y. (2022) Landscape Design of Garden Plants Based on Green and Low-Carbon Energy under the Background of Big Data. *Energy Reports*, **8**, 13399-13408.
- [14] 王洪成, 杨宁. 低碳发展与合作创新——天津低碳创意花园的建设与管理运营[J]. 中国园林, 2018, 34(S2): 34-38.
- [15] 赵新明. 深圳首座零碳文体公园开园 翠湖加入“大东湖公园群” [N]. 深圳特区报, 2023-12-21(A06).
- [16] 罗玉兰, 张冬梅, 张浪, 等. 基于“双碳”目标的城市绿化树种筛选及配置研究——以上海世博公园为例[J]. 园林, 2022, 39(1): 25-32.
- [17] Fan, L., Wang, J., Han, D., Gao, J. and Yao, Y. (2022) Research on Promoting Carbon Sequestration of Urban Green

Space Distribution Characteristics and Planting Design Models in Xi'an. *Sustainability*, **15**, Article No. 572. <https://doi.org/10.3390/su15010572>

- [18] Zhang, L. and Kim, C. (2023) Computer Vision Interaction Design in Sustainable Urban Development: A Case Study of Roof Garden Landscape Plants in Marine Cities. *Plants*, **12**, Article No. 3320. <https://doi.org/10.3390/plants12183320>