

城市绿地建设中碳减排和碳增汇的实施路径

Paths of Carbon Emission Reduction and Carbon Sink Increase in Urban Green Space Construction

陈修康 邓建忠

CHEN Xiu-kang, DENG Jian-zhong

摘要: 城市绿地建设具有工程建设“碳排放”和植物光合“固碳”双重特征,是实现“碳减排、碳增汇”的主要途径。传统绿地的建设注重景观而忽略生态,植物配置不合理,追求快速成景,改造频繁且未妥当处理园林绿化废弃物,不但降低了植物光合固碳,而且增加了建设碳排放。在“碳达峰、碳中和”背景下,绿地建设应综合考虑碳减排、碳增汇,减少硬景工程、增加绿量,优化植物配置,优选本地低碳材料和适龄苗木,利用自然塑造地形,精细施工,避免频繁改造,并推进园林绿化废弃物资源化利用,以满足生态文明建设和应对气候变化的新需求。

关键词: 城市绿地建设; 碳减排; 碳增汇; 碳平衡过程

中图分类号: TU986

文献标志码: A

文章编号: 1671-2641 (2022) 02-0007-04

收稿日期: 2021-12-30

修回日期: 2022-02-24

Abstract: Urban green space construction can produce carbon emissions during construction and promote carbon sequestration through plant photosynthesis, which is the main measure for reducing carbon emission and enhancing carbon sink. Landscaping are more important than ecological traits during traditional green space construction, resulting in more carbon emissions and less carbon sequestration, owing to unreasonable plant configuration, rapid landscaping, frequent converting and upgrading, and improper treatment of greening waste. In the context of carbon peaking and carbon neutrality, green space construction should consider comprehensively carbon emission reduction and carbon sink increase, including reducing hard landscape, increasing green quantity, optimizing plant configuration, selecting preferentially local low-carbon materials and age-appropriate seedlings, reshaping terrain, naturally constructing finely, avoiding converting frequently, and promoting to re-utilization of greening waste, so as to meet the new needs of ecological civilization construction and coping with climate change.

Key words: Urban green space construction; Carbon emission reduction; Carbon sink increase; Carbon balance

为了减缓全球异常变暖,国际社会先后制定了《联合国气候变化框架公约》(1992)、《京都议定书》(1997)、《哥本哈根协定》(2009)、《巴黎协定》(2015)、《格拉斯哥气候协议》(2021)等或多或少具有法律约束效力的国际公约^[1]。近年来,碳减排成为全球性重大行动,世界主要经济体先后公布了“碳达峰、碳中和”的“双碳”自主减排目标。为应对全球气候变化,中国积极推进“双碳”行动,提高国家自主贡献力度。2020年中国政府正式提出“2030年前碳达峰,2060年前碳中和”的重要战略目标,落实构建人与自然生命共同体的庄严承诺。

城市绿地建设包括园林建设和绿化种植,兼具工程建设碳排放和植物光合固碳双重特征^[2]。根据国家统计局

数据显示,2020年中国城市建成区绿化覆盖率为42.1%,城市绿地面积约为33 122 km²^[3]。城市绿地建设是国土空间生态修复、国土绿化、人居环境改善的主要实现模式,满足人类休闲游憩的景观、生态、安全等多功能需求和生态系统中各种生物的环境要求,是城市“双碳”背景下实现“碳减排、碳增汇”的主要实施途径,促进人与自然和谐共生,是构建人与自然生命共同体的关键。本文以期在促进碳平衡的基础上,探索园林绿化工程的碳减排、碳增汇途径与措施,为双碳背景下城市绿地建设提供思路或参考。

1 城市绿地建设的双碳问题

1.1 植物群落配置不够合理

在我国生态文明建设的大背景

下,城市绿地建设更加重视绿地系统的物种丰富度和生物多样性,但缺乏保留本地竞争优势物种的意识,甚至盲目引入外来园林植物,导致城市生态系统抵抗入侵生物、病虫害的能力降低,城市绿地建设变成了“重建”绿地。这不但降低了绿地系统的固碳能力,而且增加了养护材料、能源的消耗。导致这种境况的原因主要有:1)生态园林的宣传及推广不到位,人们更追求以花海、花树、彩叶植物为主景的色彩缤纷的景观。大面积、大规模种植花树、打造花海,虽然可以提供极致的视觉冲击,但因其会吸引授粉动物大量聚集,而影响了周边野生植物的授粉率。2)专业技术人员更关注景观和功能性需求,较少考虑植物群落间的相互作用和层次关系。

3) 园林绿化建设的相关单位(如建设单位、规划设计单位等)受苗木市场植物种类供应及新品种推广的影响,容易盲目跟风而批量选种相似或相近的植物种类。

1.2 盲目追求速成景观

目前,不同尺度的城市绿地建设均存在为了短期内达到良好的园林绿化效果,盲目追求速成景观,大批量使用大规格乔木的情况。大规格乔木通常采用断根后土球移栽,绝大多数树根受损坏,其水分、养分等生长要素的输送受到严重影响。如果对其栽植和养护不当,很容易造成树木成活率不高,进而需要大量补植,不但增加了补植苗木的挖掘、运输和栽种过程中的能耗,还增加了死亡苗木的运输和处理能耗。

1.3 频繁改造绿地景观

在城市绿地建设过程中,重视园林植物的近期效果,不尊重植物景观的改善环境、净化空气、改变小气候、增加碳汇等生态功能和植物自然生长规律,急功近利地追求“耳目一新”的视觉感观,频繁进行改造的现象屡见不鲜。快速更新植物景观造成了大量园林植物的更换,增加了绿地建设的碳资源消耗,将生态绿色的碳汇工程做成了碳排放工程,扭曲了城市绿地建设的初衷。

1.4 园林绿化废弃物处理不合理

在绿地养护过程中会产生大量的修剪枝叶、落叶、病害植株等园林绿化废弃物,其大多是有机质材料,本可以通过制成有机肥料、生物炭、覆盖物等方式进行循环利用。但由于园林绿化废弃物的特殊性和每天产生的规模,除极少量被循环利用外,绝大多数经过非专业化的废弃物处理企业或作坊,以焚烧或其他方式进行处理,使植物长时间产生的碳汇被快速重新释放到大气中。

2 城市绿地碳减排、碳增汇路径

在现代生态园林建设全过程融入“低碳园林”“智慧园林”理念,

建造节约型园林、生态环境友好型园林景观,实现以最少的资源、最小的能耗和最低程度的生态环境影响,达到最高的生态环境效益^[2],提高资源和能源的利用率,最大限度地降低碳排放,加快城市绿地建设工程碳平衡,促进人与自然生命共同体协同融合发展,促进城乡园林景观生态文明建设。城市绿地建设过程中的碳减排、碳增汇主要包括植物光合固碳和工程建设减排两个方面,前者包括乔木、灌木、草本等植被群落固碳,后者则是从设计、施工、养护全过程进行碳减排^[4-5](图1)。

2.1 城市绿地建设的碳减排路径

2.1.1 顺应自然,进行微地形改造

在满足设计需求的基础上,尽可能顺应自然地形、地势,通过微地形塑造和土方平衡,避免大量土方的挖掘、运输和填埋,降低园林绿化施工过程中机械能耗。在施工进场前,施工单位应做好土方挖掘、运输和填埋的平面布置规划,提高施工效率,以避免二次土方施工能耗。

2.1.2 保护表层土壤,适度改良土壤

在园林绿化设计与施工中,保留场地内表层适宜植物生长的土壤,先将其转移到临时场地集中保护,待土方工程完工后运回场地进行覆盖。若遇到场地土壤不适宜植物生长的情况(如盐碱地、重黏质土、湿陷土等),

则根据土壤实际情况,采用适宜改良措施并适度改良^[6-7],避免过度改良而造成所需材料的能耗(包括生产、运输和改良过程)和生态环境的急剧改变,并优先应用绿化废弃物资源化产品作为土壤改良主成分。

2.1.3 优选本地低碳建筑材料

在园林建材方面,在设计、施工、养护多阶段优先考虑选用综合能耗低的低碳产品^[6-7],并在场地就近采购合格的、符合设计要求的建筑材料,以降低运输过程中的碳排放量。如对于园路与广场的铺装材料,在满足设计和使用需求的条件下,尽可能选择能在当地采购的低碳材料;在使用混凝土铺装时,尽可能选用碳排放系数为420.51~575.75 kgCO₂/m³的低碳混凝土,而普通混凝土的碳排放系数为560.68~999.31 kgCO₂/m³^[8]。若本地无或缺乏低碳建筑材料,应综合考虑运输碳排放与生产碳排放,在经济合理的条件下优先选择综合碳排放较低的采购途径。

2.1.4 优选本地适宜苗木

园林绿化设计中宜先调查场地本地苗木生产基地的供苗种类、规格、供货能力以及场地环境,在满足设计需求及适地适树的基础上,优选在本地生产并容易采购的园林植物种类,并避免因盲目追求快速成景而选择大规格苗木。在施工全过程中,应优先

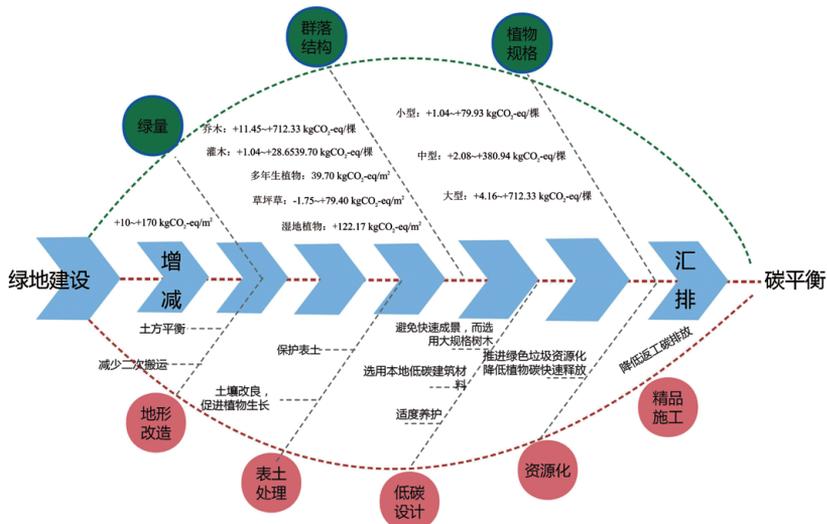


图1 城市绿地建设过程中的“碳减排、碳增汇”模式

在场地就近选购适宜的、合格的、健康的苗木,在挖运、栽种过程中做好苗木保护措施并做适量修剪,并按园林植物种类做好相应的养护管理,保证苗木成活并茁壮生长,以降低补苗返工造成的额外碳排放。

2.1.5 精品施工,一次成优

在施工进场前,施工单位应按要求组织三级技术交底,掌握施工操作要点、了解施工难点和质量通病,并组织专业人员根据实际情况,编制施工组织设计及质量通病控制专项方案。大力应用建筑信息模型(BIM)技术和数字建造技术,通过软件检测、施工模拟等检验与展示施工过程,优化施工工艺,严格按标准规范、设计需求组织施工,尽可能做到一次成优,并做好成品保护工作,避免因质量缺陷而在产品生产、安拆、运输与建筑垃圾处理等过程中产生额外碳排放。

2.1.6 低碳养护

在满足景观、休闲等多功能需求的基础上,大力发展和运用耐贫瘠、耐旱、节水的园林植物,并综合考虑其生长、景观、生态、安全与养护碳排放因子之间的关系,适时适度展开灌溉、施肥、修剪、病虫害防治等养护工作。如在修剪方面,养护单位应综合考虑修剪的机械碳排放、园林绿化废弃物的运输和处理能耗、修剪对植物光合固碳的促进作用、绿地服务功能等的关系,降低碳排放,增加绿地碳汇。同时,运用传感器、5G通信、AI高清识别、物联网、大数据、移动互联网、移动控制终端、智能控制平台、机械自动化等新一代信息技术,赋能现代生态园林,实现实时监控、监测园林植物生长状态、病虫害情况、生长环境(包括气候条件、水肥状态),基于数据化、量化实现科学养护,以避免因按照传统经验而造成的过度或不当养护。

2.1.7 推进园林绿化废弃物资源化

针对园林绿化废弃物的收运、处理,应根据就地或就近破碎减容、循环利用的原则,以及园林植物残体特性,选择适宜的资源化途径,

如制作成生物炭、有机覆盖物、有机肥料等^[9],最终“取之于土、用之于土”,作为林地、绿地、农地的土壤改良剂或主要成分,降低植物残体焚烧的直接碳排放和施放无机肥料的间接碳排放。昆山市是我国园林绿化废弃物资源化利用的典型城市,通过“昆山合纵”(即众筹、众推、共建、共享)产业模式,推动园林绿化行业联合,坚持将园林废弃物用之于土,将木质素高的树枝经破碎后制作成彩色有机覆盖物,木质素含量较低的枝叶经破碎、好氧堆肥,制作成有机肥料^[10]。

2.2 城市绿地建设的碳增汇路径

城市绿地碳汇是指城市绿地植物(包括绿地内水体的水生植物、藻类)通过光合作用,吸收大气中的CO₂,并将其固定在植被和土壤中,减少大气中CO₂浓度的过程、活动或机制^[2]。

2.2.1 减少硬景铺装,增加绿化面积

在园林绿化设计中应合理规划场地,尽量减少建筑占地面积和广场与铺装面积,增加种植平面面积,同时还可通过在建筑和构筑物上布置立体绿化的形式,增加三维绿化面积,提高植物的光合固碳量,并减少铺装碳排放。

2.2.2 优化园林植物群落

融入生态园林理念,运用植物生态学理论,按照适地适树原则优先选择乡土植物,避免或少用外来树种,在尽量保留本地优势竞争树种的前提下优化植物群落结构,以近自然的手法建设多层次、多结构、多功能的复层植物群落,促进空间结构多元化、生境多样化,提高园林系统的生物多样性与稳定性,提升园林系统的生物入侵抵抗能力和病虫害防御能力,维持园林植物健康生长,充分发挥植物光合固碳效应。

2.2.3 甄选固碳树种,协作固碳

园林植物的固碳能力取决于其生物学特征,一般来说,阔叶树优于针叶树,落叶树优于常绿树,速生树优于慢生树(因速生树后期生长有限,最终可能不如慢生树),大型树优于小型树^[4-5]。因此,在设计施工过程中应兼顾植物观赏性和适用性,科学

配置植物类型,优化乔木、灌木和草本植物群落结构,合理种植速生树种,充分发挥园林植物群落的物种协作固碳能力^[11]。

2.2.4 优选适龄苗木,增加碳汇能力

幼龄、中龄的植物生长快,生物量增长较大,碳汇能力强;而植物成熟后,生长放缓,碳汇能力降低^[2]。因此,在城市绿地建设的设计与施工过程中,应根据植物生长规律,合理选用适宜规格的苗木,如幼龄、中龄苗木,尽量避免为了快速成景而大规模运用大规格苗木。如此不仅提升了苗木的成活率,还降低了苗木运输过程中的碳排放,从而提升了绿地整体的碳汇能力。

2.2.5 增强土壤碳汇

土壤碳汇包括有机碳存储和无机碳存储,在城市绿地建设过程中绿地的土层深度、绿地类型、雨水淋溶、土壤理化性质是土壤碳汇的主要影响因素。因此,通过合理增加植被覆盖度,改善城市绿地的土壤结构与理化性质,能够增强土壤碳汇能力,提升土壤碳存储^[6-7]。此外,绿地植被覆盖相当于在土壤表层构建生物滞留系统,有利于降低裸露土地的碳释放速率。

3 结语

城市绿地建设具有碳减排、碳增汇双重特征,是“碳达峰、碳中和”的主要实现措施之一。传统的城市绿地建设重景观而轻生态,重短期效果而轻长期效益,是一种增碳排、弱碳汇的建设方式。未来,针对城市绿地的建设,相关单位应当改变“重景观、轻生态”的思维,根据低碳园林、生态园林、智慧园林理论,将碳减排、碳增汇贯穿城市绿地建设全过程。此外,园林绿化工程应以碳平衡为设计理念,建立碳核算体系,综合考虑施工、运营与维护的碳排放,加强研究园林植物及群落的碳汇能力,助力我国生态文明建设与“双碳”目标,积极应对全球气候变化,构建人与自然命运共同体。

注：图1根据参考文献[4~5]绘制。

参考文献：

[1] 方精云. 碳中和的生态学透视[J]. 植物生态学报, 2021, 45 (11): 1-4.

[2] 王敏, 石乔莎. 城市绿色碳汇效能影响因素及优化研究[J]. 中国城市林业, 2015, 13(4): 1-5.

[3] 国家统计局, 2020, 城市绿化和园林[DB].

[4] DE KLEIN J J M, VAN DER WERF A K. Balancing Carbon Sequestration and GHG Emissions in a Constructed Wetland[J]. Ecological Engineering, 2014, 66: 36-42.

[5] GU C, CRANE J, HORNBERGER G, et al. The Effects of Household Management Practices on the Global Warming Potential of Urban Lawns[J]. Journal of Environmental Management, 2015, 151: 233-242.

[6] Athena Sustainable Materials Institute.

Impact Estimator for Buildings v.5: User Manual and Transparency Document[EB/OL]. (2019-05) [2021-12-01]. https://calculatelca.com/software/impact-estimator/user-manual.

[7] GREEN J K, SENEVIRATNE S I, BERG A M, et al. Large Influence of Soil Moisture on Long-Term Terrestrial Carbon Uptake[J]. Nature, 2019, 565 (7740): 476-479.

[8] HEMINGWAY J D, ROTHMAN D H, GRANT K E, et al. Mineral Protection Regulates Long-Term Global Preservation of Natural Organic Carbon[J]. Nature, 2019, 570 (7760): 228-231.

[9] NIELSEN M P, YOSHIDA H, RAJI S G, et al. Deriving Environmental Life Cycle Inventory Factors for Land Application of Garden Waste Products Under Northern European Conditions[J]. Environmental Modeling & Assessment, 2019, 24 (1): 21-35.

[10] 俞高强, 徐丽霞. 昆山园林(植物)废弃物

资源化利用的思路与实践[J]. 科技创新与应用, 2019 (29): 7-10.

[11] 周江龙. 在城市园林植物景观设计中低碳理念的应用[J]. 现代园艺, 2021, 44 (22): 146-150.

作者简介：

陈修康 / 1986年生 / 男 / 江西九江人 / 博士研究生 / 广州市绿化有限公司(广州510440) / 专业方向为生态修复、风景园林施工

邓建忠 / 1990年生 / 男 / 江西吉安人 / 硕士研究生 / 广州市绿化有限公司(广州510440) / 助理工程师 / 专业方向为风景园林施工

《广东园林》2022 专题（专栏）及主要内容

《广东园林》编辑部经过多方征集和充分酝酿后确定,除常设栏目“风景园林研究”“风景园林实践”“风景园林教育”“风景园林历史与艺术”外,2022年专题计划及专栏,专题包含的主题内容公布如下,欢迎大家踊跃投稿,一起推动风景园林学科及行业发展!

【专题】

一、自然保护地体系建设

自然保护地是生态建设的核心载体,在维护国家生态安全中居于首要地位,是生态文明建设的重大举措和重要任务。自然保护地包括国家公园、自然保护区、自然公园(含:森林公园、湿地公园、地质公园、部分风景名胜区分区)等。专题主题内容包括(但不限于):以国家公园为主体的自然保护地体系建设,自然保护地总体布局和发展规划研究,等。

二、岭南地域性植物景观(景点)

岭南大地由于得天独厚的水热条件,植物种类及景观丰富多样,地带性特色显著。专题主题内容包括(但不限于):岭南大地特色植物景观设计与营造;地域性特色明显、低维护且有影响力的大地植物景点设计与建设;富有岭南地带性植物特点的花镜设计与营造;等。结合美丽宜居乡村、滨水景观、自然公园等建设,探讨大地植物特色景观(景点)、地带性特色花镜建设理论和技术。

三、碧道设计研究与实践

由于地带性气候特点,宜人舒适的河流沿岸及周边环境,可为广大民众提供休闲活动空间,成为当今提升城市品质、营造活动空间的重要方式。专题主题内容包括(但不限于):协调和融合多专业技术要点的碧道水岸空间设计研究与实践,流域和区域生态格局与景观连续性,以生态修复为导向的水环境治理和景观环境提升,等。

四、城市生物多样性

生物多样性是国际关注的全球环境热点问题之一。随着全球进入城市时代,城市土地的有效使用和自然生态系统的管理在保护生物多样性方面的作用变得日益重要,城市绿色基础设施在生物多样性保护中发挥着重要作用。专题主题内容包括(但不限于):城市生物多样性与大湾区城市群生物多样性保护建设的理论和技术;市域植物资源及其生境、动物资源及其生境、生物多样性资源分布等研究。

五、“碳中和”与大湾区绿地建设

“碳达峰”“碳中和”是国家的重要战略部署,已纳入我国生态文明建设

的整体布局。风景园林行业作为城市绿色生态环境本地的规划、建设和管理者,应遵循人与自然和谐共生的理念,最大限度地节约利用资源,减少能源消耗,提升生态系统碳汇能力。专题主题内容包括(但不限于):基于“碳中和”与大湾区绿色生态系统一体化建设的风景区园林规划设计理论与建设实践,园林植物景观营造研究等。

六、适老室外环境

随着社会的不断发展变化,关怀老年人的生理和心理健康,为老年人提供修养身心、医养结合的康养住区和室外环境越来越紧迫和必须。专题主题内容包括(但不限于):适老室外环境、康养住区人居环境的景观设计研究及实践,园林植物景观营造研究等。

七、岭南园林民间工艺

岭南园林的木雕、砖雕、石雕,陶塑、泥塑、灰塑等民间工艺,独树一帜,特色鲜明。专题主题内容包括(但不限于):岭南园林民间工艺的艺术特点及造型风格,岭南园林民间工艺的技术及应用,等。

八、岭南古建筑研究

岭南园林历史悠久,源远流长,在长期的发展过程中,建筑、装修、布局及造园等方面都形成鲜明的特点。专题主题内容包括(但不限于):岭南古建的空间布局、岭南古建园林的空间特征、岭南古建园林与生活、岭南古建的保护技术研究,等。

九、风景园林与自然教育

自然教育是通识教育的一个方面,依托国家公园、自然保护区等自然保护地体系、专类公园、植物园等开展的自然教育是提升整个国民素质的重要环节。专题主题内容包括(但不限于):自然教育知识体系(比如生态系统、特征、类型等)、自然教育内容和路径等的规化研究与营建,等。

十、风景园林与公众健康

随着社会经济和技术水平的不断发展,风景园林为当代民众提供了良好的生活状态,促进人们身心健康,公共绿地彰显多重价值。专题主题内容包括(但不限于):促进公共健康的园林规划设计;风景园林的自然属性与绿色康养,绿色医学与医疗治愈,特别区域园林功能植物康养等方面的研究及实践。

【特别栏目】

- 一、园林文化
- 二、营造理论与实践
- 三、海外风景园林思想
- 四、岭南本土创作
- 五、名家谈岭南园林
- 六、青年风景园林师