

碳中和目标导向下市政园林工程的绿色管理与生态效益评估

麦楚茵

佛山市南海区丹灶镇城建和水务办公室，广东省佛山市，528200；

摘要：在全球气候变暖与我国“双碳”战略深入推进的背景下，市政园林工程作为城市生态系统的重要组成部分，其传统管理模式已难以满足低碳发展需求。本文以碳中和目标为核心导向，系统探讨市政园林工程绿色管理的核心内涵与实施路径，研究表明，通过科学的绿色管理，市政园林工程不仅能显著提升自身碳汇水平，还能优化城市生态环境，这为实现区域碳中和目标提供了重要的理论支撑。

关键词：碳中和；市政园林工程；绿色管理；生态效益评估；碳汇能力

DOI：10.64216/3080-1508.25.11.015

引言

随着我国经济社会的快速发展，能源消耗与碳排放总量持续增加，气候变暖、环境污染等问题日益凸显。为应对全球气候变化挑战，我国明确提出“二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”的战略目标，碳中和已成为推动经济社会绿色转型、实现高质量发展的重要指引。

市政园林工程作为城市基础设施建设的重要组成部分，兼具生态、景观、社会效益，不仅是城市绿化系统的核心载体，更是城市碳循环与生态平衡的关键环节。传统市政园林工程管理模式往往侧重景观效果与建设成本，在规划设计中忽视植物碳汇潜力，施工过程中存在高能耗、高污染问题，运营维护阶段缺乏低碳养护措施，导致工程整体碳排放量较高，生态效益未得到充分发挥。在碳中和目标导向下，如何革新市政园林工程的管理理念，构建绿色管理体系，提升工程生态效益，成为当前行业面临的重要课题。

1 市政园林工程全生命周期绿色管理路径

1.1 规划设计阶段的绿色管理措施

规划设计是市政园林工程绿色管理的基础，直接决定工程后续的碳排放水平与生态效益，需重点关注三个方面：

1.1.1 低碳植物配置设计

植物是园林工程碳汇的核心载体，合理的植物配置能显著提升碳汇能力。设计中需遵循两个原则：一是优先选择本土高碳汇植物，本土植物适应性强、养护成本低，且能更好地融入当地生态系统，避免外来物种入侵风险；同时，优先选用固碳能力强的树种，如乔木类植

物的碳汇量远高于灌木、草本植物，可适当提高乔木在植物配置中的比例，尤其是落叶乔木与常绿乔木的合理搭配，实现四季碳汇稳定。二是优化植物群落结构，构建“乔木-灌木-草本”多层级植物群落，模拟自然生态系统结构，提升单位面积绿地的碳汇效率。研究表明，多层级植物群落的碳汇量比单一草坪高3-5倍，且能提升生态系统的稳定性，增强抗干扰能力。

1.1.2 低碳场地规划

场地规划需充分考虑现有地形地貌与生态环境，减少对原有生态系统的破坏。一方面，采用“尊重自然”的规划理念，避免大规模土方开挖与地形改造，减少施工阶段的能耗与碳排放；同时，利用现有水体、植被资源，将其融入园林设计中，降低新建工程的碳足迹。另一方面，合理规划场地功能分区，减少硬质铺装面积，增加绿地覆盖率。硬质铺装不仅碳汇能力为零，还会导致城市热岛效应加剧，增加周边环境能耗；而绿地可通过光合作用吸收二氧化碳，同时调节微气候，降低热岛效应，间接减少城市整体能耗与碳排放。

1.1.3 节能设施与技术融入

在规划设计中提前融入节能设施与技术，为后续低碳运营奠定基础。例如，在照明系统设计中采用太阳能路灯、LED节能灯具，减少电力消耗；在灌溉系统设计中采用滴灌、喷灌等节水灌溉技术，结合雨水收集系统，利用雨水资源进行灌溉，减少自来水使用量与处理能耗；在园林建筑设计中采用绿色建材与节能构造，如使用再生建材建造景观亭、步道，采用保温隔热材料降低建筑能耗，提升整体节能效果^[1]。

1.2 施工建设阶段的绿色管理措施

施工阶段是市政园林工程能源消耗与碳排放的高峰期,也是绿色管理的关键环节,需从建材、设备、工艺三个方面采取措施:

1.2.1 绿色建材选用与管理

建材的生产与运输是施工阶段碳排放的重要来源,绿色建材选用需关注两个维度:一是选用低碳建材,如优先使用再生骨料、再生木材等再生建材,减少原生建材开采与生产过程中的碳排放;选用预拌混凝土、预拌砂浆,避免现场搅拌产生的粉尘污染与能源浪费。二是加强建材运输与存储管理,优化运输路线,选择新能源车辆或大型运输工具,减少运输次数,降低运输能耗;合理规划建材存储场地,避免二次搬运,减少搬运过程中的能耗与建材损耗,同时做好存储防护,防止建材变质浪费。

1.2.2 节能施工设备与技术应用

施工设备是能源消耗的主要载体,设备选择与使用直接影响碳排放水平。一方面,优先选用节能型施工设备,如电动挖掘机、电动起重机等新能源设备,替代传统燃油设备,减少燃油消耗与尾气排放;对于必须使用的燃油设备,定期进行维护保养,确保设备处于高效运行状态,降低能源消耗。另一方面,推广应用节能施工技术,如在土方工程中采用精准开挖技术,减少土方开挖量与回填量;在植物种植中采用容器苗种植技术,缩短植物缓苗期,提高成活率,减少因植物死亡导致的补种成本与碳排放;在铺装工程中采用干法施工技术,减少水资源使用与废水排放^[2]。

1.2.3 施工过程碳排放管控

建立施工过程碳排放管控机制,实时监测与控制碳排放。一是制定碳排放管控目标,根据工程规模与特点,设定各施工环节的碳排放限额,如土方工程、种植工程的单位面积碳排放量标准,确保整体碳排放不超标。二是加强现场管理,减少施工过程中的能源浪费,如合理安排施工工序,避免设备空转;加强施工人员节能意识培训,规范操作流程,避免因操作不当导致的能源消耗增加;做好施工场地的临时绿化与覆盖,减少扬尘污染,同时降低热岛效应,间接减少周边环境能耗。

1.3 运营维护阶段的绿色管理措施

运营维护阶段是市政园林工程发挥生态效益、实现长期碳汇的关键时期,需构建科学的养护管理体系,确保工程持续发挥低碳、生态功能。

1.3.1 低碳植物养护管理

植物养护是运营维护的核心内容,需采用低碳措施提升植物生长质量与碳汇能力。一是合理浇水与施肥,根据植物生长需求与气候条件,制定科学的浇水计划,优先使用雨水、再生水,减少自来水消耗;选用有机肥、生物肥料,替代化学肥料,减少化肥生产过程中的碳排放,同时避免土壤污染与水体富营养化。二是科学修剪与病虫害防治,修剪过程中避免过度修剪,减少植物生物量损失,确保碳汇能力稳定;病虫害防治优先采用物理防治、生物防治方法,如设置防虫网、引入天敌生物,减少化学农药使用,降低农药对环境的污染与碳排放。

1.3.2 节能设施维护与更新

定期对园林工程中的节能设施进行维护与更新,确保其持续发挥节能效果。例如,定期检查太阳能路灯的光伏板、蓄电池,清理光伏板表面灰尘,保证发电效率;定期检查节水灌溉系统的管道、喷头,及时修复漏水问题,避免水资源浪费;对于使用年限较长、能耗较高的设施,及时进行更新替换,选用更高效、更节能的新型设施,进一步降低运营阶段的碳排放^[3]。

2 市政园林工程生态效益评估体系

2.1 评估体系构建原则

为确保生态效益评估的科学性与合理性,构建评估体系时需遵循四个原则:一是科学性原则,评估指标需基于生态学、环境科学等理论,指标含义明确,计算方法科学,能客观反映工程的生态效益;二是全面性原则,评估指标需覆盖碳汇、水资源、空气质量、生物多样性等多个维度,避免片面性;三是可操作性原则,评估指标需数据易获取、计算简便,避免使用过于复杂或难以量化的指标;四是针对性原则,评估体系需结合市政园林工程的特点,突出碳中和目标导向下的碳汇效益,同时兼顾其他生态功能。

2.2 多维度评估指标设计

基于上述原则,构建市政园林工程生态效益评估体系,包括四个一级指标与八个二级指标,具体如下:

2.2.1 碳汇效益指标

碳汇效益是碳中和目标导向下的核心指标,包括两个二级指标:一是单位面积碳汇量,指园林工程单位绿地面积每年的碳吸收量,计算方法为通过实地监测或模型估算植物年固碳量,减去工程运营过程中的碳排放量,

得到净碳汇量,再除以绿地总面积;二是碳汇稳定性,指园林工程碳汇能力的长期稳定程度,通过监测连续3-5年的碳汇量变化情况,计算年际变化率,变化率越小,碳汇稳定性越高。

2.2.2 水资源调控效益指标

水资源调控效益反映园林工程对水资源的涵养与利用能力,包括两个二级指标:一是雨水涵养量,指园林工程每年截留、渗透的雨水量,计算方法为绿地面积乘以年降雨量再乘以雨水渗透系数,减去地表径流量;二是节水效率,指工程运营过程中水资源的节约程度,计算方法为(传统灌溉用水量-实际灌溉用水量)除以传统灌溉用水量,乘以100%,其中传统灌溉用水量为采用漫灌方式的用水量,实际灌溉用水量为采用节水灌溉技术的用水量^[4]。

2.2.3 生物多样性保护效益指标

生物多样性保护效益反映园林工程对生态系统多样性的维护能力,包括两个二级指标:一是植物物种丰富度,指园林工程中植物物种的数量,通过实地调查统计乔木、灌木、草本等各类植物的物种数量,计算物种总数;二是动物栖息地质量,指园林工程为动物提供栖息环境的优劣程度,通过调查工程中动物的种类、数量,结合栖息地的植被覆盖度、水源条件等因素,采用评分法评估,满分100分,分数越高,栖息地质量越好。

2.3 评估方法与标准

2.3.1 评估方法

采用综合指数法对市政园林工程生态效益进行综合评估,具体步骤如下:第一步,确定各指标的权重,采用层次分析法,邀请生态学、园林工程、环境科学领域的专家对各指标的重要性进行打分,计算得出权重;第二步,对各指标进行标准化处理,将原始数据转换为0-100分的标准化分值,消除指标间量纲差异;第三步,计算综合效益指数,将各指标标准化分值乘以对应权重,求和得到综合效益指数,指数越高,生态效益越好。

2.3.2 评估标准

根据综合效益指数,将市政园林工程生态效益分为四个等级:综合效益指数 ≥ 80 分为优秀,表明工程绿色管理措施到位,生态效益显著,碳汇能力强,能为碳中和目标提供有力支撑;60分 $\leq$ 综合效益指数 < 80 分为良好,工程生态效益较好,碳汇与其他生态功能基本满

足要求,但仍有优化空间;40分 $\leq$ 综合效益指数 < 60 分为一般,工程生态效益一般,碳汇能力较弱,需改进绿色管理措施;综合效益指数 < 40 分为较差,工程生态效益差,碳排放较高,需全面调整管理模式,提升绿色化水平^[5]。

3 结束语

市政园林工程绿色管理是贯穿全生命周期的管理模式,以低碳、生态为核心,通过规划设计阶段的植物配置优化、场地规划、节能技术融入,施工阶段的绿色建材选用、节能设备应用、碳排放管控,运营阶段的低碳养护、设施维护、智慧管理,可有效降低工程碳排放,提升生态效益,与碳中和目标高度契合。

第二,构建的多维度生态效益评估体系,涵盖碳汇、水资源调控、空气质量改善、生物多样性保护四个维度,指标设计科学、可操作,评估方法与标准明确,能客观、全面地反映市政园林工程的生态效益,为工程绿色管理效果的衡量提供有效工具。

第三,在碳中和目标指引下,市政园林工程的绿色管理不仅能提升自身生态价值,还能通过碳汇增加、能耗降低等途径,为城市碳中和目标的实现提供重要支撑,是城市生态建设与低碳发展的重要抓手。

未来研究可从两个方向深化:一是结合具体区域的气候、土壤、植被特点,进一步细化绿色管理措施与生态效益评估指标,提高研究成果的区域适应性;二是引入动态评估方法,结合长期监测数据,分析市政园林工程生态效益的动态变化规律,为绿色管理措施的动态调整提供依据,推动研究成果更贴合工程实际需求。

参考文献

- [1]王建国.碳中和背景下城市园林绿地碳汇功能研究[J].中国园林,2021,37(5):12-16.
- [2]李红梅.市政园林工程全生命周期绿色管理模式探讨[J].市政技术,2022,40(3):89-92.
- [3]张伟,刘艳.城市园林工程生态效益评估指标体系构建[J].环境科学与管理,2020,45(8):178-182.
- [4]陈志强.低碳理念在市政园林施工中的应用研究[J].施工技术,2021,50(12):65-68.
- [5]赵文静.智慧化养护在市政园林工程中的实践与探索[J].中国市政工程,2023,(2):43-46.