

智能建造背景下城市公园项目成本效益分析与优化路径

刘 敏

武汉市汉阳市政建设集团有限公司 湖北 武汉 430050

【摘要】：新型城镇化和生态文明建设不断深入的时候，智能建造作为将信息技术、自动化技术和工程建造技术融合在一起的新模式，正在促使城市公园绿化养护由原来的粗放型人工管理向精准智能型转变。本文从智能建造技术特性出发，结合城市公园绿化养护项目实际情况，对项目成本构成进行简要分析，主要研究智能建造技术在养护中产生的多种效益，分析目前应用过程中出现的技术、管理、人才等方面的问题，并提出相应的改进措施，为提高城市公园绿化养护质量、实现效益最大化提供实践参考，促进城市生态环境高质量发展。

【关键词】：智能建造；城市公园；成本效益；全生命周期；优化路径

DOI:10.12417/2811-0528.26.10.043

1 引言

城市公园属于城市生态系统的重要组成，它担负着改良微气候，改善景观品质，加强城市韧性，供应公共休憩场所等众多职能，绿化养护质量同城市生态环境水准以及市民生活幸福感有着直接联系。伴随着城市规模的不断扩大，公园绿化面积也在不断增大，养护对象的空间条件越来越复杂，专业交叉越来越密集，生态约束也越来越严格，传统的依靠人工经验的粗放式养护模式已经不能满足精细化、可持续养护的要求，存在养护效率低、资源浪费大、质量控制不严等问题。目前我国多地已经开始了智能建造在绿化养护方面的应用，但是在实际操作中还存在着技术应用不深入、效益发挥不充分、配套体系不健全等问题。因此本文以智能建造为背景，对城市公园绿化养护项目成本效益进行分析，主要突出智能建造技术的赋能作用，弱化单纯的费用核算，挖掘出智能技术带来的多种价值，提出可行的改进途径，为职称研究和行业实践提供参考，促进城市公园绿化养护高质量发展。

2 相关理论基础

2.1 智能建造核心内涵与技术体系

目前国内外还没有形成统一的智能建造定义，但是行业专家认为智能建造的核心就是智能技术和工程建造、运维全过程的深度融合。智能建造是以可持续发展、以人为本为理念，综合使用各种智能技术，对建造过程进行集成改造，达到精细化、数字化、自动化的目的，最大限度地节约资源、降低劳动强度、提高工程质量。丁烈云院士认为智能建造是以智能技术为依托，以数据、知识为驱动，贯穿于工程全生命周期的全过程，是人机共融完成复杂任务的建造方式。按照城市公园绿化养护的场景，智能建造技术体系由四部分构成。

物联网技术利用各种传感器、监控设备，对土壤湿度、气

象要素、植物生长状况等重要参数进行实时监测和传送，给养护决策赋予数据支撑，大数据和人工智能技术，把搜集来的诸多数据加以整合分析，达成病虫害预估，植物生长状况评判，养护方案改进等智能决策，BIM和GIS技术，创建公园绿化三维模型，达成养护区域可视化，精确定位，流程追踪，自动化作业技术，包含无人机巡检，智能灌溉，自动施肥等设备，代替传统的人工繁重作业，改善养护效率。智能建造的主要特点就是数据化、智能化、协同化、可持续化，它在绿化养护领域的应用，本质上就是通过技术的加持，把原先分散、隐性的养护信息转变为可以被感知、分析的显性数据，从而让养护作业由原来的“经验驱动”转变为“数据驱动”，由原来的“被动应对”转变为“主动预判”。

2.2 城市公园绿化养护核心内容与特点

城市公园绿化养护属于一项长期而系统的工作，主要包含植物日常养护、病虫害防治、灌溉施肥、修剪整形、绿地修复等各个环节，贯穿于植物整个生命周期。与其它工程养护相比，城市公园绿化养护有明显的特征，即综合性强，牵涉到植物学、生态学、园林工程、信息技术等诸多学科，而且依靠多专业相互配合才能完成；连续性好，植物生长存在周期，养护工作要持续开展，不能间断；环境敏感，公园属于公共空间，养护作业要顾及生态保护、景观效果和市民体验，防止给环境和市民活动带来干扰；差异大，各个地区、各种植物品种的生长要求不一样，须要根据实际情况制订个性化的养护计划。

3 以智能建造为背景的城市公园绿化养护项目成本和效益分析

3.1 项目成本简要分析

城市公园绿化养护项目成本分为直接成本和间接成本，结合智能建造应用场景，对其中的直接成本和间接成本进行简要

梳理,不做过多展开。直接成本由智能设备投入、人工成本、物料成本、能耗成本组成。智能设备投入属于智能建造模式下的新增主要成本,包含传感器、无人机、智能灌溉设备、监控系统、数据处理终端等的购置、安装及调试费用,这类设备一次投入较大,不过使用寿命较长,可以经由长期运维来达成成本分摊;人工成本相比传统模式有所减少,主要用在智能设备的操作、数据解读、设备保养等专业岗位上,减少了传统粗放式作业的普通人工投入;物料成本主要是苗木、肥料、农药、灌溉用水等,智能建造通过精准管控可以大大降低物料浪费,从而控制物料成本;能耗成本主要用在智能设备运行和灌溉、施肥等作业上,整体能耗比传统模式更合理。

3.2 智能建造赋能下的项目效益分析

3.2.1 经济效益效率提升与资源节约

智能建造技术应用后,最直接的经济效益就是养护效率提高、资源浪费减少。传统的人工养护模式下,一个人的日均巡检、修剪或者灌溉面积是有限的,而且作业质量受个人经验的影响比较大。智能设备的使用使得作业效率大大提高,人工成本也大幅下降。无人机巡检技术可以对大型公园绿地进行全方位的覆盖,搭载多光谱传感器、高分辨率相机等设备,一次飞行就可以完成传统方法需要数月的绿地测绘和植物健康监测。北京市园林绿化局在对全市绿地资源进行普查的时候,用无人机在15天内完成了传统方法需要6个月才能完成的438平方公里绿地测绘工作,乔木计数准确率达到99.2%,大大提高了工作效率。

智能灌溉系统用土壤湿度传感器、气象站等设备实时采集土壤墒情、降水量、蒸发量等数据,根据植物生长需要自动调节灌溉时间、灌溉量、灌溉范围,避免了传统大水漫灌造成的水资源浪费。北京市奥林匹克森林公园智能灌溉系统依靠无人机监测数据来决策操作,每年可节水量35%,肥效提高40%。多旋翼植保无人机装有精准喷头,雾化粒径可调,农药利用率高达65%,比传统的喷洒方式高30%,杭州市园林文物局引进的无人机植保系统,在西湖景区300公顷绿地的病虫害防治上,作业效率提高了20倍,农药用量减少了45%,年节水1.5万吨,成活率提高15%,长期经济效益显著。

3.2.2 生态效益精准养护与生态改善

城市公园绿化养护的主要生态目标就是保持植物的正常生长,提高绿地的生态功能,改善城市生态环境。智能建造技术依靠精准化、科学化的养护作业,很好地改善了绿化养护质量,加强了绿地的生态效益。传统养护模式因为缺少数据支撑,造成施肥、用药的盲目性、随意性,不但造成资源浪费,而且会造成土壤污染、水体污染,破坏公园生态系统。智能建造技

术利用物联网设备对植物的生长状况、土壤质量、空气质量等生态指标进行实时监测,再利用大数据分析技术,精准地判断出植物生长的需求,并给出个性化的养护方案。智能病虫害监测系统利用图像识别、环境感知等技术可以提前7到10天预测病虫害爆发,准确率达到90%以上。上海市创建的“智慧园林”监测系统,每周对重点公园的植被展开全面扫描,依靠12种植被指数来剖析植物生长状况,2023年成功预警中山公园法桐方翅网蝽虫害,阻止了200多棵古树受到危害,很好地守护了公园的植物多样性。

3.2.3 社会效益品质提升与体验优化

城市公园是市民休闲、健身、娱乐的主要场所,绿化养护质量的好坏直接关系到市民的生活质量以及城市形象。智能建造技术的应用,从绿化养护质量、公园环境改善等方面给社会带来了明显的社会效益。一方面,智能养护使公园绿地景观更加整洁、美观,植物生长状况良好,提高了公园的景观品质,增强了城市的颜值和吸引力。杭州市政园林养护引进智能监控系统之后,依靠无人机航拍以及AI图像识别技术,可以对草坪斑秃、灌木修剪整齐度等状况展开自动检测,并且处置速度提高70%,绿地完好率由原来的85%增至96%,从而有效地改善了公园的景观效果。另一方面智能建造技术的应用可以减少养护作业给市民生活带来的影响。传统养护作业中,人工修剪、喷洒农药等作业效率低,还会给市民的休闲活动带来影响,存在安全隐患。无人机施药、智能灌溉等自动化作业方式可以在非高峰时段进行,减少了和市民的接触,降低了安全隐患,夜间作业模式也减少了对游客的影响,提高了市民的公园体验感。智能建造技术的应用提高了城市公园的管理水平,市民可以借助数字化管理系统及时了解公园的绿化养护情况以及生态保护参与情况,提升市民环保意识,促使共建共治共享的城市生态治理格局得以形成。

4 智能建造背景下城市公园绿化养护项目优化路径

4.1 深化技术融合,提升适配性

推进智能建造技术同城市公园绿化养护深度融合,创建起完备的智能养护技术体系,改善技术契合度。加强技术整合,把物联网、大数据、人工智能、BIM、GIS等技术结合起来,创建起统一的智能养护平台,达成数据共享、流程协同的目的,塑造出“感知-分析-决策-执行”的闭环管理。智能灌溉系统、病虫害监测系统、无人机巡检系统同BIM三维模型融合起来,从而达成养护信息的可视化、精准化管理,依照植物生长状况及环境变动,自动调整养护方案。强化技术研发和适应性,按照城市公园绿化养护个性化需求,研制出适合公园环境的智能技术及设备。加大智能传感器、无人机、智能灌溉设备等的研发力度,提高设备的性能,在复杂的环境中保证设备能够正常

运行,并且可以准确地采集到数据。研发适合于密集植被区的无人机巡检技术来提高信号稳定性、避障能力,研发出适合各种植物种类的智能监测模型来提高病虫害预警和长势研判的准确性。另外,对智能养护系统操作流程加以简化,提升智能养护系统易用程度,加强基层养护人员操作能力。

4.2 加强人才培养,提升专业能力

创建健全的人才培育体系,造就一批复合型智能养护人才,给智能建造技术的推广使用赋予人才支撑。健全人才培育体系,高校及职业院校要增添智能绿化养护相关专业,创建智能设备操作、大数据分析、物联网技术等课程并实施实践教学,培育出具备绿化养护专业知识和智能技术能力的复合型人才。加强同企业合作,实行校企联合培养,使学生到公园养护第一线去实习,获取实际操作经验,提高岗位适应性。根据目前养护人员能力的不足之处,制订出个性化的培训计划,对智能设备的操作、数据的解读、系统的维护等进行相关的培训,提高现有的人员专业技能。培训内容要实用,根据公园实际使用的智能设备和系统开展手把手教学,保证养护人员可以熟练使用设备、读懂数据、处理常见的故障。另外建立培训考核制度,把培训效果同绩效考核相联系,调动养护人员学习的积极性。

4.3 完善管理体系,提升协同性

创建同智能建造相适应的数字化、智能化管理体系,规范管理流程,加强协同配合,提高管理效率。制定统一的智能养护标准和流程,对养护计划的制定、养护作业的实施、养护质量的验收、养护数据的管理等各个环节做出具体规定,从而实

现养护工作规范化、标准化。如制定智能巡检标准,对无人机巡检的频次、巡检区域及数据采集要求作出规定,制订智能灌溉标准,对灌溉时间和灌溉量的调整根据作出规定,从而保证养护作业的科学性与准确性。健全协同管理机制,加强园林、城管、环保等相关部门之间协作,创建数据共享平台,达成养护信息、环境数据、设备信息等实时共享,改善资源调配,形成工作合力。园林部门同环保部门共享公园空气质量、土壤质量等数据,一起制订生态养护方案,同城管部门联合执行养护作业监管,保证养护作业有条不紊地进行。

5 结论

智能建造属于新型建造方式,给城市公园绿化养护转型赋予了新的技术支撑,它同绿化养护深度交融,可以很好地应对传统养护模式所存在的效率低、资源浪费、质量控制不到位等状况,从而产生明显的经济效益、生态效益和社会效益。本文通过对智能建造背景下城市公园绿化养护项目成本与效益的分析,主要强调智能建造技术的赋能作用,发现智能建造技术可以大大提高养护效率、节约资源、改善生态环境、提高市民体验,但是目前智能建造技术的应用还存在技术应用不深入、专业人才缺乏、管理体系不健全、资金保障不到位等问题。本文就技术、人才、管理、资金四个方面提出改善措施。经过上述的改进措施之后,可以使得智能建造同城市公园绿化养护深入融合,充分挖掘出智能技术的潜力,从而达到绿化养护项目效益的最大化目的,促使城市公园绿化养护向高质量方向发展。

参考文献:

- [1] 王琳,王文佳,唐菲.城市公园降温效应的影响因素及优化研究[J].遥感技术与应用,2026,41(01):34-47.
- [2] 张剑桥,刘昭阳,胡维衡,等.城市公园运营要素建构及发展策略研究[J].园林,2025,42(12):136-144.
- [3] 杨再琴.城市公园景观设计阶段成本控制优化探讨[J].现代园艺,2025,48(09):185-187+190.