

智慧化技术在老旧小区改造绿色施工中的实践探索

杨旭 张志远 郭子轩

中建七局建筑装饰工程有限公司 河南郑州 450000

DOI:10.32629/ems.v8i5.20206

[摘要] 智慧化技术同老旧小区改造绿色施工的深度融合,是改善城市更新质量、实现“双碳”目标的重要方式。本文就智慧化技术在环境监测、资源调度、安全管理等各方面应用价值做了系统的论述,指出现阶段实践中存在技术应用碎片化、资金投入不足、管理体系不健全等现实问题。提出创建一体化智慧施工体系、拓宽多元化资金渠道、健全协同管理机制等途径推进智慧化技术和绿色施工的有机结合。以具体的实例来展示BIM、物联网、大数据等技术对于降尘降噪、节能降耗、提高施工效率所取得的效果,希望给老旧小区改造的绿色化、智慧化转型提供一定的理论基础和借鉴意义。

[关键词] 老旧小区改造;绿色施工;智慧化技术;BIM技术;协同管理

引言

在我国城镇化进程步入存量优化与增量变革并重的新时期,老旧小区改造因其显著的民生效益,已逐步演变为一项系统性工程,并呈现覆盖范围持续扩大的态势。但是传统的施工方式存在着噪音扰民、扬尘污染、资源浪费等缺点,不能满足绿色、低碳、宜居的改造要求。绿色施工是一种以高效利用资源与保护环境为关键目标的新型施工模式,其本质在于依托先进管理理念和技术支持实现可持续发展。在旧城区改造项目中引入建筑信息模型(BIM)、物联网、人工智能以及大数据分析等智能化高新技术,不仅显著提升了传统施工中的环保水平,更成为突破绿色施工技术瓶颈的关键路径。此类技术可以对施工全过程环境数据实施实时监测,对施工过程中的资源实行动态调配,并且可以对施工过程中的各种危险及时发出预警信号,从而显著改善施工的精细程度以及绿色化程度^[1]。因此,对智慧化技术在老旧小区改造绿色施工中的实践路径进行系统的探究,对推进城市更新模式的创新、实现工程建设领域碳达峰碳中和的目标有着十分重要的现实意义和理论价值。

一、智慧化技术在老旧小区改造绿色施工中的应用价值

智慧化技术的加入,从根子上改变了老旧小区改造施工时那种粗放式、被动式、低效式的管理模式,体现出其诸多应用的价值。从环境控制角度出发,利用物联网传感器和在线监测平台可以对施工现场扬尘、噪音、水质等环境指标实行全天候、无死角的监控,一旦数据出现超标状况就会立刻发出警报并联动喷淋等降尘设备,从而达成由“事后处理”到“即时响应”的转变,有效地减少对周边居民生活环境的

影响。从资源管理角度来说,采用建筑信息模型技术开展施工方案模拟以及材料用量精确测算工作,可以有效地削减建筑材料的浪费情况,借助智能水电表和能耗监测系统,对施工期间的能耗实施分项计量并加以优化调控,从而真正落实节能降耗的任务^[2]。施工效率和安全上,用无人机航拍加人工智能图像识别技术可以快速准确地完成改造区域现状勘测及违章建筑识别工作,从而改善施工安排;智慧工地管理平台对于人员、机械、物料等要素实施统一调配,明显削减了窝工和设备闲置情况的发生,提高了施工速率。另外智慧化技术凭借对过程的持续记载和存留,给绿色施工的量化评定赋予了客观支撑,促使改造工程由看重进度转向重视质量和绿色、效益并重。

二、智慧化技术在老旧小区改造绿色施工中的应用困境

(一) 技术应用碎片化,融合度不足

尽管智慧化技术在部分老旧小区改造项目中已经开始被使用起来,但是整体上还存在明显的碎片化现象,各个技术系统之间缺少有效的融合。在实践中,扬尘监测、视频监控、人员定位、材料管理等系统是由不同的供应商分别部署的,各个系统的数据格式、接口协议不一样,造成信息孤岛现象的出现,不能实现数据的互通互联以及协同分析。环境监测系统发出的扬尘超标信息不能自动和喷淋控制系统启动停止指令联系起来,还需要人工操作,降低智能响应的及时性。BIM技术多停留在设计阶段的展示上,和施工阶段的进度、成本、质量管理体系相脱离,不能发挥出其在施工模拟、碰撞检查、资源优化等各个方面的全周期价值。由于缺乏点状应用,缺少网状融合,智慧化技术不能形成系统的合力,对

于绿色施工的支持作用也被大大地限制了。更深层次的原因是缺少顶层设计和技术标准,各项目方对于智慧化建设的认识定位不一致,重硬件轻软件、重建设轻集成的现象比较普遍,造成技术效能不能得到充分发挥。

(二) 资金投入不足, 成本压力较大

智慧化技术在老旧小区改造过程中所遭遇的,就是投入和收益不匹配的情况。老旧小区改造项目资金来源单一,主要依靠政府财政拨款,社会资本参与度低,改造内容多、面广、利润空间小,因此项目承建方对于增加智慧化投入持谨慎态度^[3]。建立一个完整的大楼综合管理信息系统,即包括了各种各样的传感器、视频监控、网络通信、系统管理平台以及后期维护等等内容,在实际的项目中所造成的初期投入也常常是几十万到上百万元不等,这无疑会给已处于薄利甚至亏损状态的老旧小区改造项目增加不小的负担。另外一些智慧化设备,比如高精度环境监测仪、智能安全帽等,在狭小、分散、多工种交叉作业的老旧小区施工环境中,容易造成损坏,维护成本较高。从成本效益的角度来看,绿色施工所带来的一些环境效益和社会效益不能在短期内转变为直接的经济效益,从而导致市场主体没有内在的驱动力。部分项目为了应付检查、评优而采取象征性的智慧化设备部署方式,形成“有名无实”的示范工程,没有把智慧化手段真正融入到日常施工管理当中,造成投入与实效严重脱节。

(三) 管理体系不完善, 协同机制缺失

智慧化技术的应用需要有相应的管理体系和协同机制来保障,但是目前的实践过程中存在着很多管理上的不足。项目管理组织架构中普遍缺少智慧化管理的专岗岗位或者部门,智慧化系统日常运维、数据分析、决策应用等主要工作大多由施工员或者安全员兼职完成,专业能力欠缺,造成系统“建而不用、用而不深”。目前,依托智能化平台构建的多方协作体系尚未成熟,各参与主体(如建设方、承包商、监理单位及设计单位)现有的协同运作机制仍显薄弱,并呈现出显著的功能不足与运行效率低下等问题。设计变更信息不能在BIM协同平台上及时同步给施工、造价方,造成信息传递滞后,现场不得不按照旧图纸施工,产生材料浪费,增加环境负担。另外,对于智慧化系统产生的大量数据还没有建立起有效的数据治理和利用机制,数据清洗、分析、挖掘能力差,海量数据沉没,不能为绿色施工的优化决策提供有价

值的支撑。另外,老旧小区改造往往牵涉到街道、社区、物业、居民等诸多主体,外部协同繁杂,不过现有的智慧化管理平台大多只对内部工程管理有所侧重,并缺少与外部利益相关方之间的沟通互动接口,造成信息不对称,居民诉求不能及时被纳入到施工管理闭环当中。

三、智慧化技术在老旧小区改造绿色施工中的应用策略

(一) 推动技术融合, 构建一体化智慧施工体系

破解技术应用碎片化问题,关键是要用系统思维创建起贯穿设计、施工、运维全过程的一体化智慧施工体系。应建立统一的数据接口标准和通信协议,打破各个系统之间技术壁垒,实现环境监测、视频监控、人员定位、物料追踪、BIM模型等数据的集成共享^[4]。可以创建以BIM和GIS(建筑信息模型+地理信息系统)为基础的智慧管理平台,将改造片区内地地下管线、建筑结构、施工部署等信息三维可视化,并实时接入扬尘、噪音、能耗等动态数据,形成数字孪生工地。

在北京市某老旧小区综合整治项目中,项目方创建了集成BIM和物联网技术的协同管理平台,把设计方案、施工进度、材料消耗和环境监测数据全部放到同一个界面里进行管理。平台利用BIM模型自动计算各个施工阶段的材料用量,并与物料管理系统相联,实现按需配送,减少现场堆放造成的扬尘和占用;当环境监测探头检测到PM10浓度接近阈值的时候,平台就会自动给该区域的塔吊喷淋、围挡喷淋系统发出指令,开始降尘作业,整个过程不需要人工操作,响应时间由原来的15分钟缩短到30秒以内。同时利用BIM技术对施工工序进行虚拟推演,提前发现并解决多台机械同时作业时空间上的冲突、噪声叠加等问题,使实际施工噪声投诉率降低40%。该实践证明,依靠技术融合、平台集成,可以使智慧化各个子系统由“物理叠加”变为“化学融合”,给绿色施工赋予系统支持。

(二) 拓宽资金渠道, 缓解成本压力

就资金投入缺乏而言,要创建起政府引领、市场推动、多方协作的多元资金保障体系。一方面政府应该优化财政资金使用方式,把智慧化绿色施工相关投入纳入老旧小区改造的定额标准或者成本核算范围,对采用装配式装修、智慧工地等绿色技术的项目给予一定的财政补贴或者税费优惠。另一方面就是探索社会资本参与途径,采用“改造+运营”的方式来吸引专业的智慧科技公司、物业服务企业参与投资。

以杭州市某老旧小区改造项目为例, 区政府创新性地采用政企合作、特许经营的方式, 引进了一家科技公司来承担智慧化建设的工作。该企业投资创建起整个改造片区的智慧管理系统, 包含智能安防, 环境监测, 能耗管理等诸多方面, 并且在改造完成之后得到了该片区智慧停车, 充电桩运营以及社区广告等特许经营权, 以此来保证未来的经营性收益可以覆盖前期的投入。施工期间, 该企业所供给的智慧化设备及平台, 使得施工单位得以达成精确的物料管控与机械调度, 经由计算得知, 仅仅削减水泥、砂石等材料的浪费, 并且避开机械窝工的情况出现, 这项工程便能节省施工成本约6%左右, 很好地抵消了智慧化设备租赁及维护相关的费用。除此之外, 该企业还与保险公司合作推出了“绿色施工综合险”, 把因为环境问题导致的居民投诉、停工损失等都包含在内, 保费费率同智慧化系统运行数据相挂钩, 从而促使施工单位积极采用智慧化手段来改善绿色施工。多元投入、风险共担、收益共享的模式给缓解老旧小区改造智慧化升级的成本压力提供了一个可以复制的经验。

(三) 完善管理体系, 健全协同机制

推进智慧化技术落地要同管理流程再造、协同机制革新一起推进。首先要重新建立项目组织架构, 设立“智慧化专员”或者“数字化工程师”岗位, 对系统的日常运维、数据分析和培训指导进行管理, 把系统由“有人建”变为“有人管、有人用”^[5]。第二, 创建以同一个智慧平台为依托的协同工作流程, 强制设计变更、材料进场、隐蔽工程验收等重要业务都在平台上流转, 从而达到信息实时共享和责任可追溯的目的。

在上海市某旧住房修缮改造项目中, 管理方依靠智慧协同平台创建起“建设单位、施工单位、监理单位、街道、居民代表”五方协同工作体系。施工前项目方在平台对周边居民开展施工计划、扰民时间段、降噪措施公示工作, 居民可通过小程序反映问题, 平台按问题类型分派责任单位限期整改, 整改结果在平台上公示, 实现施工信息透明化、透明化的沟通闭环。施工期间, 监理单位凭借平台里的BIM模型同实际施工进度展开对比, 从而找出进度落后或者施工同设计存在差异的地方并发出预警。更重要的是平台创建了绿色施工积分评价体系, 按照各标段环境数据、能耗数据、材料节约率、居民投诉率等指标展开量化评分, 评分结果同分包单

位的工程款支付进度关联起来, 塑造起有效的激励机制。经统计发现, 本工程施工扰民投诉率比以往类似地区同类工程要低很多, 材料损耗率比行业平均值低得多。该案例说明, 管理体系的改善和协同机制的形成, 可以充分发挥智慧化平台数据的价值, 把技术势能转化为实际的绿色施工效果。

结束语

智慧化技术同老旧小区改造绿色施工的深度融合, 不是把先进的设备简单地加到传统的管理模式上, 而是一种技术融合、资金融合和管理体系融合的全方位转变。智慧化技术凭借精确的环境调节、科学的资源配置、有效的智能判断, 在大幅度改善改造期间绿色程度的同时, 也能很好地符合居民所追求的舒适、宜居的生活环境。但是实践上技术碎片化、资金不足、管理滞后等已经成为普及的瓶颈, 既有智慧化应用高投入、跨专业特征的影响, 也有改造过程中利益主体众多、施工条件恶劣的现实因素。摆脱困境要采取系统性的措施, 依靠一体化平台打破技术孤岛, 用多元融资缓解资金压力, 依靠精细化的管理和协同的流程保证应用效果。只有把技术革新同合理的制度安排、商业模式结合起来, 才会使智慧化同绿色施工形成良性循环。

【参考文献】

- [1] 解文兆, 王艳君. 老旧小区原位拆除重建的绿色施工方案与智能化管理[J]. 住宅与房地产, 2026, (04): 31-33.
 - [2] 李岩. 基于绿色施工理念的老旧小区改造实践研究[J]. 新型城镇化, 2026, (01): 131-133.
 - [3] 郭迅. 城市更新背景下绿色施工技术在老旧小区改造中的应用探究[J]. 建设科技, 2025, (10): 79-82.
 - [4] 徐铖斌. 老旧小区绿色化改造影响因素及激励机制研究[D]. 中国矿业大学, 2025.
 - [5] 苏剑宏. 城市更新的难点与应对策略[J]. 中华民居, 2024, 17(08): 109-111.
- 作者简介: 杨旭(1993.7), 男, 汉族, 河北保定人, 本科, 工程造价;
张志远(1998.1), 男, 汉族, 河南新乡人, 硕士, 从事安全管理工作;
郭子轩(2001.2), 男, 汉族, 河北衡水人, 学士, 精通安装工程精准算量, 熟练套用《建设工程工程量清单计价规范》及地方安装工程定额, 竣工结算及变更签证费用核算等工作。