

基于智能建造的房建施工阶段劳动力资源动态控制研究

郭勤中

(江苏常金建设工程有限公司)

【摘要】本文聚焦智能建造技术在房建施工阶段劳动力资源动态控制中的应用问题,指出传统管理模式存在信息滞后的突出弊端,进而引入物联网、大数据、人工智能(AI)等新技术,开展劳动力资源的智能管控与动态调配实践,并结合实际项目场景开展模拟实验。结果表明,该方法可有效激发劳动力积极性、提升作业效率,进而缩短工期、降低成本,且有利于构建新型管理模式、推动企业高质量发展,对建筑行业高效能发展具有重要意义。

【关键词】智能建造;房建施工;劳动力资源;动态控制;物联网

中图分类号:F249.2;TU17

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2025.S2.116

Research on the Dynamic Control of Labor Resources in the Construction Stage of Housing Construction Based on Intelligent Construction

GUO Qin-zhong

(Jiangsu Changjin Construction Engineering Co., Ltd.)

【Abstract】This paper focuses on the application of intelligent construction technology in the dynamic control of labor resources during the residential construction phase, points out the prominent drawback of information lag in traditional management models, and then introduces new technologies such as the Internet of Things (IoT), big data, and artificial intelligence (AI) to carry out intelligent management, control and dynamic allocation of labor resources. It also conducts simulation experiments based on the actual scenario of a real project. The results show that this method can effectively stimulate labor enthusiasm and improve work efficiency, thereby shortening the construction period and reducing costs. Moreover, it is conducive to establishing a new management model and promoting the high-quality development of enterprises, which holds significant importance for the high-efficiency development of the construction industry.

【Keywords】intelligent construction; housing construction; labor resources; dynamic control; internet of things

1 引言

智能建造技术依托物联网、大数据等先进信息技术,可从内部构造到外部围护创新搭建一体化智能化工作平台,为建筑行业带来全新变革。依托施工现场感知层、网络层与应用层的协同信息管控能力,开展智能建造驱动下的房建施工劳动力动态控制研究,是现阶段破解企业经营管理痛点、助力行业智能化升级的关键^[1-2]。

2 传统房建施工劳动力资源管理现状与问题

传统房建施工劳务管理模式粗放,计划制定多依赖过往经验与主观假设,难以对施工工况变化作出及时精准响应;信息管理依赖人工考勤与手工台账记录,资料繁杂且数据误差率较高,致使管理缺乏

充分信息反馈,间接影响决策科学性;同时,缺乏高效资源调配机制,面对人员缺口等突发情况,无法及时合理调配对应人员及所需物资,易引发劳动力短缺或冗余问题——例如人员短缺会导致工期延误,人员冗余则造成物资超支。以某商业综合体项目为例,其主体施工阶段末期人工成本浪费率达18%~22%,对企业效益与核心竞争力造成显著影响^[3]。

3 智能建造技术在劳动力资源动态控制中的应用

3.1 数据采集与传输

基于物联网的智能建造构建实时数据采集体系:例如在施工现场为工人佩戴内置RFID或GPS模块的智能工牌,通过信息采集统计工人考勤数据、获取实时轨迹位置并触发定位轨迹异常预警;又如为

操作人员配备的机械传感设备,可采集设备动作数据与操作人员信息,再结合设备工作时长的运行数据进行比对,进而评价工人劳动强度与工作效率;在材料堆放区部署相应传感设备与扫码终端,采集材料领用量数据,为工程进度计划的动态调整提供依据^[4]。各类数据经5G/Wi-Fi加密传输至项目管理平台,在平台内完成数据整合与分析,形成涵盖劳动者实名制信息与实测数据的管控数据源。

3.2 劳动力资源动态控制模型构建

构建劳动力资源动态控制模型的关键在于建立劳动力需求与项目进度的紧密联系。设项目总工程量为 Q ,单位时间内单个工人的工作量为 q ,计划工期为 T ,则理论上所需的劳动力数量 N 可通过公式 $N = \frac{Q}{qT}$ 计算得出。但是在实际房建施工中存在诸多不确定性因素会影响实际效果,如天气变化、设计变更及材料供货等问题,从而对工人工作效率及项目进度产生不同程度的影响。考虑到这些,采用修正系数 α (根据项目的难易程度具体取值1.1~1.3)来修正上式,得出修正后的劳动力需求公式为:

$$N_{\text{修正}} = \alpha \times \frac{Q}{qT} \quad (1)$$

通过与BIM技术结合,实际应用中可将项目总工程量按施工工序、时间点详细划分。以一幢高层住宅楼为例,其施工过程可分为基础工程、主体结构工程、装饰装修工程等大阶段,每个阶段细化为若干小工序(如基础工程可细化为土方开挖、地基处理、基础浇筑等)。针对各工序,分别根据工程量、施工工艺及过往经验设定 q 值(单位时间内每个工人的任务完成量),并将项目进度计划、工序计划工期 T 代入修正后公式,计算得到每个施工工序在不同时段内所需的劳动力人数^[5]。

此外,基于企业积累的众多房建项目历史数据,结合大数据分析技术,对各类项目过往人员使用情况开展深度分析,建立分析模型,可发现不同类型项目各施工阶段的劳动力变化规律及影响因素。以塔吊信号工、塔吊司机为例,下雨天室外装修等工作的人员需求会下降约20%;同时,高层项目主体结构阶段后期,塔吊信号工和塔吊司机的需求随层高增加而逐渐增多。利用上述分析结果预测现阶段劳务需求,结合实际情况提前做好人员安排,可在一定程度上实现工人资源的精准调配,提升调配效率。

3.3 动态调配与优化

项目管理平台集成大数据分析、智能算法与决策模型,可对采集的实时数据与测算的劳动力需求进行汇总分析,判断现阶段劳动力资源配置的合理性;当某区域因设计变更导致工程量加大,或出现用工缺口、停工风险等劳动力短缺情况时,平台将实时触发预警。此时可运用智能算法对其他进度超前、存在人力资源冗余的区域进行调配,过程中不仅关注人员数量,还综合考量工人技能等级、从业经验、当前工作负荷等因素,在确保调配人员可快速适应新任务与工作场景的前提下完成调配。

若出现劳动力冗余,平台将推荐相关工人参与辅助性技能提升、设备维保等工作,亦可将部分人员临时调拨至其他项目。以大型房建项目为例,部分楼栋提前完成主体结构施工后,模板工出现人员冗余,项目管理平台结合集团内其他项目的劳动力需求,将冗余的20名模板工调配至同一集团内主体结构仍处于施工阶段的项目,负责主体结构工程的模板安装等工作,既避免人员闲置待业,又解决了其他项目的用工缺口问题^[6]。

为保障劳动力资源调配的及时性与精准性,平台支持查看劳动力调配方案(见图1),借助地图定位与施工进度模拟,清晰呈现劳动力调配路线、预计到岗时间及对施工进度的影响;平台可与工人工牌实现信息交互,通过工牌向被调配人员推送调配通知、任务详情,工作人员通过工牌实时获取工作安排、任务要求等信息。

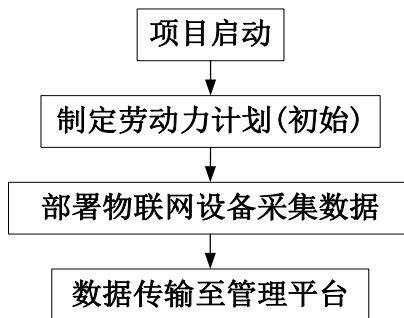


图1 劳动力资源动态控制流程

4 基于智能建造的劳动力资源动态控制应用效果分析

4.1 劳动力利用率提升

通过运用智能建造技术实现劳动力资源动态管

理,能够最大程度提高实际项目中劳动力的使用率。以超高层写字楼建设项目为例,项目应用智能建造管理模式后,在施工周期内实现对项目的实时数据采集与动态调度管理,有效避免了人工浪费情况,劳动力使用效率较传统项目管理有较大提高,可以将传统项目中劳动力使用效率由78%提高至92%,图2为传统项目管理模式与智能化建造模式下的劳务人员的占比情况^[7]。

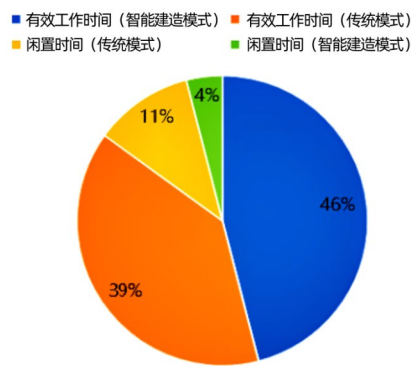


图2 传统模式与智能建造模式下劳动力使用状态对比

进一步分析表明,智能建造技术能够实现人员与设备的精准调配,避免工人因等待材料、设备等问题产生的闲置情况;同时能够实时跟踪、分析工人的工作效率,及时发现并排除影响工作效率的问题,进而提升工人的工作积极性与作业效率。

4.2 工期与成本优化

劳动力资源的合理动态调配使施工进度更可控,项目工期实现有效缩短。上述项目原计划工期800天,采用智能建造劳动力资源动态调控方法后,最终工期缩短至704天,较计划减少约12%。工期缩短不仅降低了因工期延误可能产生的违约金、设备租赁超期费用、材料仓储费用等支出,还节约成本约200万元^[8]。

劳动力利用率的提升,有效节约了人工成本支出。若采用传统管理模式,该项目人工成本预期为3000万元;应用智能建造技术后,项目实际人工成本仅2550万元,较预期降低15%^[9]。此外,人力成本的科学合理分配,在一定程度上减少了因人员不足或冗余导致的停工、返工及材料、机械闲置等浪费,进而节约部分材料与设备成本。经综合测算,该项目通过智能建造方式动态控制劳动力资源,实现成本节约约12%,显著提升了项目经济价值^[10]。

5 结语

研究表明,智能建造技术可依托实时数据采集与精准调配提高劳动力利用率,有效盘活劳动力资源,解决传统劳动力管理信息滞后、调配粗放等问题;且通过缩短工期、降低人力成本等途径提升项目效益。但现阶段该技术仍存在成本投入较高、智慧设备技术不成熟等问题,且工人对施工设备不熟悉,易引发安全隐患。因此,需针对性改进上述问题,制定有效解决方案,同时加大该技术推广力度,助力建筑企业更好地应用智能建造技术。

参考文献

[1] 闫天伟, 刘才, 周朕, 等. 基于智能建造的结构施工阶段劳动力资源动态控制研究[J]. 建筑技术, 2023, 54 (8): 1014-1017.

[2] 何勤, 董晓雨, 朱晓妹. 人工智能引发劳动关系变革: 系统重构与治理框架[J]. 中国人力资源开发, 2022, 39 (1): 134-148.

[3] 王秋萍. 城市公共教育支出与劳动力区位选择——来自中国劳动力动态调查 (CLDS) 的微观证据[D]. 浙江: 浙江财经大学, 2023.

[4] 季星. 面向家电制造企业的人力资源招聘与生产协同优化研究[D]. 安徽: 合肥工业大学, 2022.

[5] 李莲. 社会网络对土地流转的影响研究——基于非农收入的中介效应[D]. 云南: 云南财经大学, 2023.

[6] 李乐伟. 项目成本创新管理中的资源利用效率提升方案[J]. 住宅与房地产, 2024 (26): 86-88.

[7] 孙雪, 宋宇, 赵培雅. 人工智能对异质劳动力就业的影响——基于劳动力供给的视角[J]. 经济问题探索, 2022, 43 (2): 171-190.

[8] 田高良, 施诺, 刘晓丰. 智能制造与劳动力成本粘性——基于工业机器人应用的视角[J]. 经济管理, 2023, 45 (9): 28-49.

[9] 沈洋, 魏丹琪, 周鹏飞. 数字经济, 人工智能制造与劳动力错配[J]. 统计与决策, 2022 (3): 28-33.

[10] 张元钊. 人工智能发展与劳动力就业如何兼顾[J]. 高校学术文摘, 2024, 41 (6): 154.