

## 数字化背景下土木工程施工管理模式创新研究

班云雷

北京外交人员服务局, 北京 100010

**[摘要]**伴随着数字经济的迅猛发展,土木工程施工管理正在发生着由原来的粗放式向数字化、智能化转变的过程。但是传统的施工管理存在着流程繁杂、信息传递迟缓、进度和成本的控制粗放、质量安全管理手段单一等诸多问题,严重阻碍了行业的高质量发展。文中在分析传统施工管理模式主要问题的基础上,对数字化环境下施工管理模式创新途径做了系统的探究,包含 BIM 为基础的全过程管理流程重构、物联网、云平台推动现场协同管理、数据驱动的智能化管理进度和成本控制、数字化安全质量管理体系创建等各个方面,以期给施工企业数字化转型给予理论参照和实际引导。

**[关键词]**数字化施工; BIM; 物联网; 大数据; 管理模式创新

DOI: 10.33142/aem.v8i7.20310

中图分类号: TU721.2

文献标识码: A

## Research on Innovation of Construction Management Mode in Civil Engineering under Digital Background

BAN Yunlei

Beijing Diplomatic Service Bureau, Beijing, 100010, China

**Abstract:** With the rapid development of the digital economy, civil engineering construction management is also undergoing a process of transformation from extensive to digital and intelligent. However, traditional construction management has many problems such as complex processes, slow information transmission, extensive control of progress and costs, and single quality and safety management methods, which seriously hinder the high-quality development of the industry. On the basis of analyzing the main problems of traditional construction management mode, this article systematically explores the innovative ways of construction management mode in digital environment, including BIM based full process management process reconstruction, Internet of Things, cloud platform promoting on-site collaborative management, data-driven intelligent progress and cost control, digital safety and quality management system creation, etc., in order to provide theoretical reference and practical guidance for the digital transformation of construction enterprises.

**Keywords:** digital construction; BIM; Internet of Things; big data; innovation in management mode

### 引言

目前,新一轮科技革命和产业变革的浪潮滚滚而来,数字经济以前所未有的程度正在重新塑造着千行百业。伴随着我国基础设施建设规模不断扩大、工程复杂度不断提高,传统的项目管理模式已经不能满足现代大型工程复杂的需求了。建筑行业数字化转型大潮之下,由于传统施工管理存在着信息传递滞后、缺少协同机制等状况,成为阻碍行业高质量发展的“拦路虎”。在传统的管理模式之下,信息孤岛、沟通滞后、数据分散等状况时有发生,造成设计、施工、运维等环节之间不能很好地协同运作,从而给行业的发展带来极大的阻碍。以 BIM、物联网、大数据为代表的信息化技术依靠数据整合和智能分析的优势,给

施工管理效率的提高开辟了新的途径。本文从传统施工管理模式存在的突出问题入手,研究数字化背景下施工管理模式创新方法,以期给施工企业实现管理模式革新、提高市场竞争力提供理论依据和实践指导。

### 1 数字化施工管理的内涵与发展

数字化施工管理就是把建筑信息模型(BIM)、物联网(IoT)、大数据分析、云计算、人工智能等新一代信息技术融合到施工全过程之中,从而达到项目管理的信息化、智能化和精细化的目的。其要义是用数据来驱动,打通工程全生命周期的数据链路,通过实时采集、传输、分析和应用施工过程中各种各样的数据,提高管理决策的科学性和及时性。

数字化施工管理的发展,是从单点应用发展到系统集成,从工具辅助发展到模式重构的过程。早期的数字化技术主要是以 CAD 辅助绘图等单点工具为主,在 BIM 技术日趋成熟的时候,施工管理才真正实现三维可视化和信息集成;近些年来,物联网、大数据、人工智能这些技术的融合发展使施工管理向着智慧化方向发展。研究结果表明,BIM 技术可以对施工全过程进行可视化协同管理,物联网系统可以对施工环境、设备运行情况进行实时监测。数字化施工管理重视的是技术工具的加入,但更重要的是对管理理念、组织流程以及协作方式展开系统性的改变,它的最终目的就是达成由“经验引领”向“数据引领”的管理范式转变。

## 2 传统土木工程施工管理模式及存在问题

### 2.1 传统施工管理流程分析

传统的土木工程施工管理流程一般采用的是施工准备、基础施工、主体结构、装饰装修、竣工验收这样一条线的推进方式。在这个过程中各个阶段的工作都是依靠项目经理的经验来判断,用纸质文件来管理。施工组织设计、进度计划编制、材料采购计划、劳动力安排等各项工作的开展都是相对独立的,没有形成一个系统的、动态的、具有整体性的信息整合和调整机制。传统的施工管理依靠纸质文档、人工统计,存在着信息传递滞后、协同效率低下的问题。传统施工协同管理的困境来自于它的线性、文档驱动的作业方式。传统的建设模式依靠人工经验和粗放式的管理,造成各个参与方之间信息交流不及时,施工资源不能合理分配,从而产生成本超支、工期延误等状况。各阶段之间依靠会议协调、纸质文档流转来实现衔接,管理流程刚性大、柔性弱,不能适应施工现场复杂多变的实际状况。传统施工管理流程里,各个环节的数据相互割裂,信息传递效率低,造成前期规划同施工执行经常出现脱节状况。

**表 1 传统施工管理流程各阶段问题分析**

| 管理阶段 | 主要工作内容           | 管理方式      | 主要问题                |
|------|------------------|-----------|---------------------|
| 施工准备 | 图纸会审、施工组织设计、资源计划 | 人工审图、纸质文档 | 设计交底不充分,施工方案缺乏精细化论证 |
| 基础施工 | 土方开挖、基础浇筑、桩基施工   | 现场巡检、纸质记录 | 隐蔽工程验收主观性强,数据追溯困难   |
| 主体结构 | 模板支设、钢筋绑扎、混凝土浇筑  | 班组自检、监理抽检 | 进度偏差发现滞后,资源调配响应迟缓   |
| 装饰装修 | 砌筑抹灰、设备安装、装饰施工   | 分项验收、例会协调 | 多工序交叉作业协调难度大,返工率高   |
| 竣工验收 | 分部分项验收、资料归档      | 现场查验、资料整理 | 质量缺陷整改周期长,竣工资料整理繁琐  |

### 2.2 信息传递滞后与协同效率低

信息传递滞后属于传统施工管理当中最严重的问题。传统的模式下设计变更的流转依靠纸质文件或者电子文档的传递,审核时间过长,并且很容易出现版本混乱、责任不明等情况。施工现场所产生出来的进度数据、质量检验数据、材料进场数据等,一般要经过多级汇总、上报之后才能到达决策层,信息传递存在时滞,致使管理者不能及时了解到现场的真实状况。施工各个环节产生的大量数据被孤立地收集起来,没有得到有效的整合分析,数据的价值不能被挖掘出来并加以利用<sup>[1]</sup>。多专业技术协同的精准程度和效率成了决定工程质量和进度的重要因素。但是传统的管理模式中各个参与方之间的协同依靠的是定期的会议、电话等,缺少统一的信息共享平台,跨部门、跨参建方的协同效率低。传统的管理模式质量与进度是分开的,信息传递依靠纸质文件和口头交流很容易造成信息孤岛现象。信息孤岛会阻碍管理效能的发挥,并且也会使各个参与方处在不同的语境当中,进而不能就同一个话题展开有效的交流和合作。

### 2.3 施工进度与成本控制不精准

传统的施工进度管理主要依靠横道图、网络计划图等手段来编制,虽然这些工具在编制阶段有一定的计划指导作用,但是执行过程中缺少动态调整的能力。进度计划的编制大多依靠经验估计,没有考虑到施工现场实际情况以及不确定性因素。当实际进度同计划发生偏离的时候,管理者不能迅速找出造成这种差异的原因,也无法做出相应的调整。目前建筑工程项目普遍存在着工序交叉复杂、资源约束严格、环境变量不可控等问题,传统的进度管理方式也存在着计划固化、预警迟缓、调整被动的缺点。就成本控制而言,材料、人工、机械等成本信息的采集及汇总时间过长,致使项目成本执行状况不能及时反映到管理层的注意上来。项目成本控制中,成本数据可以被准确地分析,从而达到精细化管理的目的。进度与成本之间的联动关系在传统的管理中也没有得到有效的建立,进度滞后一般都会导致成本的增加,但是两者之间缺少量化的关联分析模型,管理者不能在进度和成本之间做出科学的权衡决策。

### 2.4 质量安全管理手段单一与信息化水平不足

传统的施工质量安全管理主要是依靠人工巡检、纸质记录、事后验收等方式来进行的。质量检查依靠监理人员和施工管理人员的现场目测以及经验判断,检查结果受到主观因素的影响比较大,不能形成系统的、标准化的质量评价体系。传统的管理方式存在着信息滞后、缺少数据、安全检查频次低等状况。安全隐患的排查主要依靠定期检

查、专项巡查,不能对施工现场的安全状态进行实时监测、主动预警。质量上,隐蔽工程质量数据不能及时获取并追踪,质量问题多出现在后续工序或者竣工验收时才被发现,整改费用大<sup>[2]</sup>。建筑行业正处在转型升级的关键时期,传统的项目管理模式要适应数字化转型等新的要求,存在着许多深层次的矛盾。质量安全管理信息化程度低,会降低管理效率,并且也影响到施工企业风险防控能力以及品牌信誉建设。

### 3 数字化背景下施工管理模式创新方法

#### 3.1 基于 BIM 的施工全过程管理流程重构

BIM 技术的加入给施工管理流程重新塑造提供了主要的技术支持。基于 BIM 的施工全过程管理不再把设计、采购、施工、运维看作是彼此独立的阶段,而是在同一个 BIM 模型上进行信息贯通和流程再造。施工准备阶段 BIM 模型可以进行施工方案的可视化模拟和优化,提前发现施工难点和潜在冲突,在施工实施阶段 BIM 模型可以和进度计划、资源计划关联起来,形成 4D(三维模型+时间)、5D(三维模型+时间+成本)的管理体系。施工前利用 BIM 模型叠加时间维度 4D、成本维度 5D 技术进行施工过程模拟,是提高施工管理预见性、精确性的主要手段。4D 施工模拟可以把项目施工进度计划和三维模型的构件关联起来,动态地表现施工全过程,从而改善施工方案、场地布置以及大型设备进场路线。5D 成本管理就是把模型构件和工程量清单、资源消耗、市场价格等要素关联起来,实现工程量的自动快速统计、成本的实时核算。竣工验收阶段用 BIM 模型做竣工交付的数字资产,给运维管理提供数据基础。BIM 技术创建出统一的数字信息模型之后,就达成了跨阶段、跨专业、跨参与方的信息集成和高效协同。以 BIM 模型为核心,把施工计划和实时数据融合起来,用动态模拟建设进程的方式,可视化地对比计划和实际进度,准确找到偏差节点并发出预警,从而达到施工全过程可视化、精细化、可追溯的目的。

#### 3.2 基于物联网与云平台的现场协同管理

物联网技术依靠在施工现场设置的各种传感器、摄像头以及智能终端,可以实现对人员、设备、材料、环境等要素的实时感知并进行数据采集。物联网系统能实时监控施工环境与设备状态。感知数据经由无线网络传送到云端,从而产生施工现场的数字化映像。云平台是数据汇聚和处理的中枢,它把各个来源、各种格式的数据整合起来,并且对其进行标准化处理,最后用可视化的管理界面向各个参与方展示出来。通过整合劳务管理、机械设备监控、物料智能验收、环境实时监测、质量安全闭环等模块,实现

施工全过程数据互联和智能决策。基于云平台的协同管理冲破了传统模式下各个参与方之间存在的信息壁垒,业主、设计方、施工方、监理方可以在同一个平台上共享信息、协同工作<sup>[3]</sup>。智慧工地平台把物联网、大数据、人工智能等先进技术融合起来,提高工程施工效率、安全和质量控制,智能化平台应用实现实时监控、远程管理、数据分析,优化施工资源和进度控制。施工现场的人、机、料、法、环等全部要素信息由物联网设备实时采集并上传到云平台,从而达到施工全过程数字化留痕、智能化决策的目的。

#### 3.3 数据驱动的智能化进度与成本控制

大数据技术给施工进度、成本控制的精确化提供新的技术手段。对施工过程中产生的大量数据进行采集、清洗、分析和挖掘,可以得到比传统的经验判断更准确的决策依据。大数据技术可以改善建筑工程管理诸多重要环节,工期管理方面可以达到智能化控制的效果。进度控制上,大数据下的进度预测模型会用到历史项目数据、实时施工数据以及外部环境数据,从而对项目的未来进度实施动态预估和风险评定,在问题无法被控制之前就发出警报并给出纠偏意见。大数据分析可以对成本数据进行实时采集、动态归集和智能分析。创建以 AI 为驱动的成本预测系统,根据施工进度、资源消耗、方案变更等信息数据,利用大数据模型预测最终成本,并分析出现偏差的原因。通过对历史数据和实时监测数据的分析,找出成本波动、工期延误等风险因素,并以此为依据为资源配置提供科学依据。进度和成本之间存在联动关系,在大数据平台上通过数据分析模型进行量化评价,给管理者综合决策提供数据支持。数据驱动的管理模式把施工管理由经验驱动变为数据驱动,依靠实时数据采集、智能分析、动态预警,实现进度和成本的精细化、智能化控制。

#### 3.4 数字化安全与质量管理体系构建

数字化技术给施工安全、质量管理工作带来从被动应对向主动预防的改变的技术可能。安全管理上以物联网为基础的智能监测系统可以对深基坑、高支模、塔吊等危险性较大的分部分项工程进行实时监控。依靠 AI 图像识别和传感器分析来准确发现缺陷以及隐患,并发出警报。质量管理上, BIM 模型可以和质量检验验收流程相联系,使质量数据在线填报、自动汇总、可追溯。创建起“人、机、料<sup>[4]</sup>、法、环”全要素智能控制体系,促使施工现场的管理朝着数字化、智能化方向转变。信息化在建设工程质量安全管理中所起到的作用,包含从规划设计阶段的数字化辅助,到施工过程中的实时监控以及数据管理。创建大数据质量监督管理平台,加强数字化管控体系和评价机

制。建立统一的数字化标准体系,对数据采集、传输、存储、分析等各个环节的技术要求做出规定,可以使得安全管理标准化、规范化、可量化。数字化安全质量管理体系把被动的、事后检查转变为主动的、实时的监测和预警,大大提高了施工安全和质量的控制水平。

#### 4 结语

传统的土木工程施工管理模式,在流程设计、信息协同、进度成本控制、质量安全管理等各方面都存在诸多问题,已成为制约行业高质量发展的障碍。数字化技术迅速发展给施工管理模式创新赋予了强大的技术支持,BIM技术达成全过程信息整合和流程重组,物联网同云平台突破了信息传递的时空限制,大数据推动进度及成本精准化控制,数字化手段更新了安全和质量体系。伴随着BIM、物联网、大数据、人工智能等技术不断融合、深入应用,施工管理由原来的粗放式、经验型向精细化、数据化、智

能化转变的速度越来越快。未来施工企业要加快数字化转型的步伐,形成系统的数字化管理能力,用管理模式创新来驱动企业核心竞争力的提高,实现从建造到智造的转变。

#### [参考文献]

- [1]张成林.数字化背景下建筑工程施工管理优化路径探究[J].房地产世界,2026(11):80-82.
- [2]成英哲.土木工程施工安全管理模式创新研究[J].建筑理论,2021(11):58.
- [3]刘鹏.土木工程施工安全管理模式创新研究[J].市政工程,2021(12):78.
- [4]朱心怡,陈艳伟.数字化技术在土木工程施工中的应用[J].中国住宅设施,2025(6):220-222.

作者简介:班云雷(1994年—),男,汉族,吉林省四平市人,中级工程师,本科,长春建筑学院土木工程专业,现从事建筑工程管理工作。