

# 基于 BIM 与精益建造的工程造价精细化管理研究

齐水莲

安徽宿固高速公路有限公司 安徽宿州 234000

**摘要:** 随着“一带一路”战略的实施和“十三五”规划中城镇化工作的推进,建筑行业迎来新的机遇和挑战。目前建筑行业存在施工效率低、工程实际造价偏离预算、工期延误等问题,需要借助信息化模型,开展精细化施工管理研究,精益建造作为一种新的管理理念,将制造业中精益生产模式引入到建筑工程项目管理中以减少浪费,提高施工可控度。建筑信息化模型(Building Information Modeling, BIM)具有参数化、信息化、可视化、关联性等特点,可以实现施工项目的在线交流、实时控制等需求,这与精益建造理念相契合,文中围绕工程施工需求,开展了 BIM 与精益建造集成研究,提出 BIM 工序库,提供了基于 BIM 工序库的现场辅助管理方法,并结合案例验证了 BIM 工序库的应用流程及效益。

**关键词:** BIM 技术;精益建造;精细化;造价控制

近年来随着建筑行业的快速发展,工程项目规模不断扩大,项目结构日趋复杂,传统的造价控制方法已难以满足现代工程建设需求,建筑信息模型(BIM)技术的出现为工程造价精细化提供了新的思路和方法,BIM 技术通过三维可视化模型,能够实现项目全生命周期的信息集成和共享,提高造价数据的准确性和及时性。精益建造理念强调持续改进和价值最大化,通过消除各类浪费实现资源的最优配置,将 BIM 技术与精益建造理念相结合,构建数字化平台,实现造价信息的实时监控和动态优化,对提升工程造价精细化水平具有重要意义。

## 1 BIM 与精益建造集成框架

### 1.1 BIM 技术应用体系

BIM 技术应用体系在工程造价精细化过程中发挥着核心作用,该体系主要包含工程量计算模块、成本估算模块、预算编制模块和结算管理模块四大功能板块,数字化的三维模型能精确提取工程量数据,实现对建筑构件的自动识别和快速统计,有效减少人工计算误差。基于 BIM 的 5D 造价平台可对接 2021 版清单计价规范,快速生成工程量清单并将清单数据与模型构件建立参数关联,在施工阶段,BIM 模型能动态更新设计变更和现场签证,自动调整工程量计算结果,确保造价数据的准确性。BIM 系统集成了主流造价软件接口,可实现与广联达、鲁班等软件的数据互通,提升造价工作效率,例如某工程应用 BIM 技术后,工程量计算效率提升 85%,预算编制周期缩短 40%,结算偏差降至 2.8% 以内,

体现了 BIM 技术在造价精细化中的显著优势<sup>[1]</sup>。

### 1.2 精益建造实施路径

精益建造在造价精细化中的实施路径主要围绕价值流分析展开,重点关注施工过程中的资源配置和成本控制,通过对施工环节进行精细化分解识别并消除各类浪费因素,建立标准化的作业流程和造价控制节点。在原材料采购环节,采用准时化采购策略,根据工程进度合理安排材料进场时间,避免库存积压造成的资金占用,施工工序优化采用 Last Planner 系统,制定周期性工作计划,合理调配劳动力和机械设备,提高资源利用率。结合价值工程理念,对施工方案进行技术经济分析,选择最优施工工艺,降低施工成本,例如某项目采用精益建造方法后,现场材料周转率提升 45%,机械设备利用率提高 28%,施工效率显著提升,工程总造价节约率达 4.2%,充分体现了精益建造在工程造价控制中的实际效果。

## 2 工程造价精细化实施方案

### 2.1 造价数据采集与处理

造价数据采集与处理是工程造价精细化实施的基础环节,需建立完整的数据采集体系。在数据采集阶段,BIM 模型可对接物联网技术,实时采集现场材料进场数据、人工用工数据和机械设备使用数据,现场材料进场数据采用电子标签系统,对大宗材料如钢筋、混凝土等进行智能化管理,记录材料规格、数量、单价等信息。劳务人员考勤系统与 BIM 平台联动,自动统计工时数据,为人工费用核算提供依据,

机械设备安装 GPS 定位器, 监测设备运行时长, 记录设备消耗数据, 在数据处理阶段, 采用大数据分析技术对采集的原始数据进行清洗和分类, 剔除异常值, 建立标准化的数据结构。经过处理的造价数据按照工程量清单项目进行分类存储, 实现数据的多维度统计分析, 某工程采用该方式后, 材料损耗率降低 2.5%, 人工效率提升 15%, 机械设备利用率提高 20%, 体现了数据采集与处理对造价精细化的重要支撑作用<sup>[1]</sup>。

## 2.2 成本分解结构设计

成本分解结构设计采用系统化思维, 将工程总造价层层分解为可控制、可量化的成本单元, 基于 BIM 模型构建工程成本分解结构(CBS), 按照空间结构和功能系统两个维度展开分解。空间维度将建筑划分为地下室、主体、装修等区域, 功能维度细分为结构、机电、给排水等专业系统, 在此基础上制定相应的成本编码体系, 实现成本数据的精确定位和快速提取, 成本分解结构与施工进度计划相结合, 建立进度-成本联动机制, 根据工程形象进度自动生成成本支出曲线。针对各成本单元制定目标成本, 设置成本预警值, 当实际成本接近或超过预警值时系统自动报警, 在合同管理方面, 将分包合同、采购合同等与成本分解结构对应, 便于合同支付管理和成本核算, 某项目实施后, 成本核算准确率提升至 98%, 成本超支率下降 3.2%, 显著提升了造价精细化水平。

## 2.3 造价动态监控机制

造价动态监控机制基于 BIM 平台构建全过程造价监控体系, 实现从投资决策到竣工结算的全周期造价监控, 在施工准备阶段, 建立工程造价基准信息库, 录入合同价格、目标成本等基础数据。施工过程中, 运用物联网传感器采集现场实时数据, 将材料、人工、机械等消耗数据自动传输至造价监控平台, 监控平台设置多级预警指标, 包括单项工程造价预警值、分部分项工程造价预警值和单位工程量造价预警值, 当实际造价达到预警值时, 系统自动发出预警信息, 提示相关人员及时采取应对措施。建立造价监控周报制度, 定期生成造价监控报表, 直观展示造价执行情况, 某高层住宅项目采用该机制后, 实现了造价偏差实时预警, 成本超支率控制在 2% 以内, 体现了动态监控对造价精细化的重要作用。

## 2.4 偏差分析与纠偏措施

偏差分析与纠偏措施是造价精细化的核心环节, 重点

关注造价执行过程中的偏差识别和处理, BIM 系统自动计算实际造价与目标造价的差异, 从材料消耗、人工费用、机械使用费等方面分析偏差产生原因。针对材料价格波动导致的偏差, 建立材料价格指数体系, 跟踪市场价格变化, 适时调整采购策略, 对于人工费用超支, 结合精益建造理念优化施工工序, 提高劳动效率, 设备使用效率偏低时, 利用 BIM 模型进行设备布置优化, 减少设备闲置。在合同变更方面, 采用智能化变更管理系统, 快速评估变更对造价的影响, 及时采取控制措施, 某工程实践表明, 合理的偏差分析和纠偏措施可使工程结算额控制在预算额的 97% 以内, 体现了偏差管理的实际效果<sup>[3]</sup>。

## 2.5 造价信息反馈机制

造价信息反馈机制着重建立造价数据的收集、分析和应用体系, 为后续项目造价控制提供数据支撑。基于 BIM 平台构建造价信息数据库, 收集各类造价数据, 包括人工费率、材料单价、机械台班费、施工措施费等, 运用数据挖掘技术, 分析不同类型工程的造价特征, 建立造价指标体系, 在工程竣工后, 对比分析预算造价与结算造价的差异, 总结造价控制经验和优化措施, 建立造价信息共享平台, 实现造价数据的标准化管理和高效利用, 某建筑企业应用该机制后, 造价数据利用率提升 60%, 新建项目造价预测准确率达到 95%, 显著提升了造价精细化水平。

## 3 BIM 与精益建造协同应用

### 3.1 BIM 模型构建与应用

BIM 模型构建是实现造价精细化的技术基础, 在模型构建过程中需重点关注构件深度和信息完整性, 基于 Revit 软件建立三维建筑模型, 将建筑、结构、机电各专业模型进行整合, 实现模型信息的统一管理。模型深度应达到 LOD400 级别, 确保构件几何尺寸精确, 且包含材料规格、施工工艺等非几何信息, 在模型应用阶段, 运用 Navisworks 进行碰撞检测, 提前发现设计错误, 避免返工造成的额外支出, 针对钢筋等关键构件, 采用参数化建模技术, 自动生成钢筋加工图, 精确计算钢筋用量。在施工现场, 利用移动终端查看 BIM 模型, 直观了解施工部位的具体做法, 提高施工效率, 某商业综合体项目采用 BIM 技术后, 设计变更量减少 35%, 材料损耗率降低 3.2%, 工程造价节约率达到 4.5%, 充分体现了 BIM 模型在造价精细化中的实际价值<sup>[4]</sup>。

### 3.2 施工过程数字化模拟

施工过程数字化模拟将 BIM 技术与 4D 进度模拟相结合,实现施工过程的可视化管理和优化,在施工前期,利用 BIM 软件对施工工序进行模拟,制定最优施工方案,针对基础、主体等重点施工环节,建立施工进度与资源配置的关联模型,合理安排材料进场时间和机械设备使用计划。运用 Monte Carlo 仿真方法,模拟不同施工方案的工期和成本风险,选择经济性最优的施工方案,在高支模、深基坑等危险性较大的分部分项工程中采用数字化模拟技术预演施工过程,优化施工工艺,降低施工成本。施工过程中,实时更新数字模型,动态调整施工计划,确保工期与造价的协调控制,某超高层项目应用数字化模拟技术后,工期缩短 25 天,施工成本降低 2.8%,体现了数字化模拟在工程造价精细化中的重要作用。

### 3.3 资源配置优化方法

资源配置优化以 BIM 平台为基础,结合精益建造理念,实现施工资源的合理分配和高效利用,在材料资源配置方面,建立动态采购计划,根据 BIM 模型计算的工程量数据制定采购清单,避免材料积压和短缺。现场材料堆场布置采用智能选址算法,综合考虑运输距离、场地条件等因素,确定最优堆放位置,劳动力配置采用网络计划技术,结合工种工作面干扰分析,制定最优的人员调配方案,机械设备配置采用设备使用率预测模型,根据施工进度计划合理安排设备进场时间,提高设备利用效率。在资源调度过程中采用智能预警机制,当资源供需出现矛盾时及时预警,确保施工连续性,某住宅项目采用该方法后,材料周转率提升 35%,劳动力使用效率提高 25%,机械设备利用率达到 85%,实现了资源配置的最优化。

### 3.4 进度成本集成控制

进度成本集成控制将 BIM 的 5D 造价功能与精益建造的 Last Planner 系统相结合,实现进度与成本的协同管理。依托 BIM 平台建立工作分解结构(WBS),将进度计划与成本预算建立对应关系,形成进度-成本矩阵,在施工过程中采用挣值分析方法,计算进度绩效指数(SPI)和成本绩效指数(CPI),评估工程进度和成本的执行情况,针对关键线路上的工序,重点监控其资源消耗情况,确保项目按期完工。结合 Look-ahead 计划技术,提前识别制约因素,做

好资源准备工作,避免窝工造成的成本浪费,某办公楼项目实施进度成本集成控制后,项目完工率提升 18%,成本节约率达到了 3.5%,体现了进度成本集成控制的实际效果<sup>[5]</sup>。

### 3.5 价值工程分析方法

价值工程分析方法基于 BIM 模型和精益思维,从功能与成本的角度优化工程方案,建立价值评价指标体系,包含功能指标、经济指标和施工指标,对不同施工方案进行综合评价。在方案比选阶段,运用 BIM 技术对各种方案进行模拟分析,计算投资收益率,选择价值系数最高的方案,针对重要构件和节点,进行功能成本分析,识别低价值环节,提出优化建议,在材料选型方面,建立材料替代方案数据库,综合考虑材料性能和造价因素,选择最优材料。采用价值流程图分析技术,识别施工过程中的非增值活动,优化施工工艺,降低施工成本,某医院项目采用价值工程分析后,主要建筑材料成本降低 5.2%,施工工艺优化节约成本 2.8%,充分体现了价值工程在造价精细化中的应用效果。

## 4 结语

基于 BIM 与精益建造的工程造价精细化研究,通过建立数字化平台实现了造价信息的集成化管理和动态控制,BIM 技术的可视化、协同性等特点,与精益建造理念的持续改进、价值导向高度契合,能够有效支撑造价精细化工作。通过构建造价数据采集、处理、分析、反馈的闭环机制建立标准化的工作流程,提高了造价数据的准确性,实现了造价控制的目标,该研究为工程项目的造价精细化提供了新的技术路径,对提升工程经济效益具有重要的实践价值。

### 参考文献:

- [1] 张海滨,王兴龙,张晓娜,等.基于 BIM 与精益建造的数据驱动式项目管理平台的探索与应用[J].土木工程信息技术,2021,13(02):125-131.
- [2] 华元璞.基于 BIM 的装配式建筑造价精益控制研究[D].河南省:郑州航空工业管理学院,2020.
- [3] 陈艳梅.建筑设计决策对工程造价的影响分析[J].工程与建设,2024,38(04):990-992.
- [4] 张超.基于初步设计阶段的 BIM 造价协同管理模式研究[J].砖瓦,2024,(01):139-141.
- [5] 封攀新.基于 BIM 的装配式建筑造价精益控制研究[J].知识经济,2021,(11):49-50.