

# 基于 BIM-5D 施工项目进度-成本联合控制研究

林沙珊 朱丽燕

(1. 闽南科技学院土木工程学院, 福建 泉州, 362300)

**摘要:** 项目在施工过程中, 赶进度多以增加更高成本为代价, 针对工程项目进度和成本管理方面存在不协调的问题, 提出利用 BIM-5D 技术对施工项目进行进度-成本的联合控制, 建立 BIM-5D 模型及平台, 将进度优化、成本控制与资源分析相结合, 通过挣值法对进度-成本进行动态监控及时发现偏差并进行分析并针对分析结果进行纠偏, 为实现资源、工期和成本最优化的方案提供基础依据, 以期提高工程项目管理水平, 提高利润率, 为建筑企业提供一定的参考价值

**关键词:** BIM-5D; 挣值法; 进度; 成本  
**中图分类号:** TU712+1 **文献标识码:** A

## 1 引言

工程建设项目规模的扩大, 工程结构复杂, 施工难度增加, 周期延长等特点让项目成本控制和进度管理变得更加难以预测, 提高工程项目成本与进度管理水平, 进一步挖掘利润增长点尤为重要, 而 BIM 技术的可视化、参数化、信息化、智能化、集成性等优势为项目成本管理和进度管理带来了新的契机。

国内关于 BIM-5D 清华大学的张建平教授等<sup>[1,2]</sup>研发出了基于 BIM 的 GCPSU 体系。胡长明等<sup>[3]</sup>人通过综合运用进展率曲线实现了对项目进度和成本的管理, 并通过项目进度和成本的参数评估, 实现 BIM-4D 技术在进度、成本控制中的应用。唐海燕等<sup>[4]</sup>完成了 BIM-5D 成本预测体系的构建。当前关于 BIM 技术在成本和进度综合管理方面, 已经完成了整体理论基础的构建。

## 2 进度-成本联合控制流程

### 2.1 构建进度-成本管理 5D 模型

由 BIM 三维模型与进度计划中的各个工作相关联, 形成 BIM-4D 模型, 在 BIM-4D 的基础上导入成本文件形成 BIM-5D 模型, 在 BIM-5D 信息平台上可以实现快速统计、对比造价清单, 动态查询施工进度、成本与物资需求信息, 该平台的信息集成化是实现进度-成本联合控制的基础。

### 2.2 进度-成本联合控制监控

通常对于进度-成本的控制需要工程师结合施工现场实际情况进行跟进。对项目的参数、资源消耗参数、建筑工程量参数、变更签证等信息进行录入, 形成共享信息, 实现项目实施过程的动态控制。基于 BIM-5D 平台的进度计划将会根据当前进度的执行进程与进度计划的日期进行比较, 支持提醒对话框的设置。在平台实时跟踪的基础上进行挣值法的分析进一步的判断项目的实际执行效果是否与计划相符。

工程项目施工前期可通过模型读取计划工作预算费用 BCWS、已完工作实际费用 ACWP、已完工作预算费用 BCWP。通过计算可以得到成本偏差 CV、进度偏差 SV、进度绩效指标 SPI、成本绩效指标 CPI 等相关参数, 用于分析项目的进度快慢及成本偏差等<sup>[5]</sup>。具体工作流程如下:

(1) 计算基本参数。基于 BIM-5D 模型平台相关数据结合挣得值法需要, 计算基本数据:BCWP, ACWP, BCWS 为分析进度及成本情况提供基础数据。

(2) 计算评价指标。根据 (1) 中计算出的基本参数进行评价指标成本偏差指标 CV、进度偏差指标 SV、成本绩效指数 CPI、进度偏差指标 SPI 的计算。

(3) 检查结果。在项目施工过程中进度、成本的偏差是客观存在的, 因此偏差幅度的大小应当量化, 先将 CPI、SPI 划分为 5 个等级对应不同的偏差值, 由低到高设置为:低偏差、较低偏差、中

度偏差、较高偏差和高偏差, 每个偏差等级都对应各自颜色的预警信号, 以便在发生偏差时能够一目了然地对偏差等级做出划分<sup>[6]</sup>, 具体如下表 3。

出现绿色和蓝色的较低偏差时, 可以通过检查某些工序或者资源计划等因素对进度或成本进行适当的调整, 以保证目标的一致性, 若出现红、橙、黄这三种颜色的预警信号时, 项目管理人员就应当对产生偏差的原因进行深入的分析。

CPI/SPI	0 ~ 0.8	0.8 ~ 0.85	0.85 ~ 0.9	0.9 ~ 0.95	0.95 ~ 1.0
偏差幅度	高偏差	较高偏差	中度偏差	较低偏差	低偏差
预警信号	红色	橙色	黄色	蓝色	绿色

### 2.3 进度-成本偏差分析

#### 2.3.1 挣得值法深入分析

当偏差提醒出现时, BIM-5D 平台将会利用挣得值法继续分析, 具体如下:

表 5 挣得值分析法的预测指标

序号	预测指标	含义	计算公式
1	项目完工费用预测 (EAC)	预测工程项目完工时所需的实际总费用	项目完工费用估算 (EAC) = 项目总预算 (BAC) ÷ 成本绩效指数 (CPI)
2	完工成本偏差 (VAC)	预测完工成本与预算总成本的差值	完工成本偏差 (VAC) = 项目完工费用估算 (EAC) - 项目总预算 (BAC)
3	项目预计完工工期 (ETTC)	预测整个工程项目完工时所需的总时间	项目预计完工时间 (ETTC) = 项目计划工期 (OD) ÷ 进度绩效指标 (SPI)
4	项目完工时间延迟 (ED)	预计的完工时间与原计划工期的差值	项目完工时间延迟 (ED) = 项目预计完工时间 (ETTC) - 项目最初估算时间 (OD)

(1) 工程项目的成本偏差指标 CV, 指在一定的时间范围之内, 对已完工作的预算成本与实际发生成本的差值。当 CV>0 时, 实际支出成本较预算成本高, 此时需要采取纠偏措施对成本超支问题进行分析处理。若工程项目进展滞后, 也需要对项目工作实施调整; 如果工程成本偏差 CV<0, 通常表示工程建设项目进展良好, 没有超出计划目标, 该指标小于 0 该项目的成本处于节支的状态, 说明该建设工程项目的执行效果较好。

(2) 工程项目进度偏差 SV, 通常指的是在特定时间范围之内, 对工程项目已完成的工作产生的预算费用和预计完成的预算费用对比。当差值出现大于 0 时, 表示该项指标控制的比较可观, 也展现了实际进度超出计划进度, 项目整体处于工期超前控制的状态。对于指标 SV<0 时, 则代表该项目已完成工作量的成果较进度计划

完成的工作量少,项目往往处在滞后的状态。BIM-5D平台通过对各项参数分析,如图1所示。



图1 BIM-5D 进度-成本分析

### 2.3.2 进度-成本预测分析

基于BIM-5D模型平台和挣值法参数指标,可以预测工程项目的总成本和总工期,即项目完工成本估算EAC和项目预计完工时间ETTC。从而达到工程项目的完工成本偏差VAC和工程项目的完工时间延迟ED<sup>[7]</sup>,预测指标计算公式见表5。

项目在执行过程中若偏离程度在可控范围则主要针对组织、经济措施对资源配置进行微调;当偏差指标预警为黄、橙且经过挣值法进行预测的完工成本偏差和完工工期延迟超出合同计划值时,就需要采取纠偏措施,使工程项目的发展能与预期的计划趋于一致;当偏差指标预警为红色(高偏差)且预测的完工成本偏差和完工工期延迟相较于合同计划有明显偏差时则认为该项目执行偏差严重,有需重新调整项目进度和目标计划,调整资源分配及预算费用。

## 3 进度-成本联合控制方案调整

### 3.1 成本纠偏方案

针对成本超支,进度可控(未滞后)的情况,主要采取对成本偏差的纠偏。造成成本偏差(超支)的原因可能性很多,也非常复杂。除掉客观的政策因素以外,对进度偏差、人材机等资源量或价格的变化等原因进行分析判断。针对某些重要时段的偏差可以用WBS工作分解法按楼层、工程部位、工序等进行逐级分解,寻找产生偏差工序和工程部位,并针对三维模型的WBS节点构件进行资源可视化的回放<sup>[8]</sup>。如果是施工不当或是人为的主观原因导致的资源浪费,应当加强施工现场管理,采取经济措施和组织措施提高劳动效率,减少资源浪费。

若是资源配置不合理或材料价格影响成本超支,应当重新检查人材机等费用情况,如资源的每次使用成本,作业的固定成本等;缩短作业工期或调整作业依赖性降低成本;适当删除或替换资源。利用BIM-5D平台的资源数据,对资源配置计划进行优化;通过模拟施工功能提前熟悉施工要点,降低风险。

### 3.2 进度纠偏方案

针对进度滞后的情况,调整进度偏差的方法主要有以下几种:

(1) 锁定进度滞后的关键工作。关键工作的持续时间将会直接影响到总工期,当发生滞后时,合理利用现有资源,适当增加投入,进行赶工。

(2) 关注非关键线路上的工作任务。尽管非关键工作对工期不会有影响,但如果发生滞后的时间超过该工作的自由时差,便会使得工期超过关键路线的工期,会对总工期的长短产生影响,因此也应加强控制。

### 3.3 进度-成本联合控制结果预测

除了对阶段的费用和进度偏差进行分析,还需要对估算的最大费用偏差和最小费用偏差等指标进行分析,保证双指标能够达到工程

项目竣工成本控制的要求。关于工程项目的成本和进度的预测计算公式如下所示:

公式(4-1)

$$EAC(\text{完工估算}) = ACWP(\text{累计值}) + \frac{BAC - BCWP(\text{累计})}{\text{成本绩效指标}(CPI)}$$

公式(4-2)

$$\text{完工工期}(ETTC) = \frac{\text{计划工期}}{\text{进度绩效指标}(SPI)}$$

通过预测计算式,画出该方案成本预测图,如图2。分析工程成本偏差预测结果,实现了费用目标与进度目标的联合控制,为减少项目风险和经济损失提供了帮助。

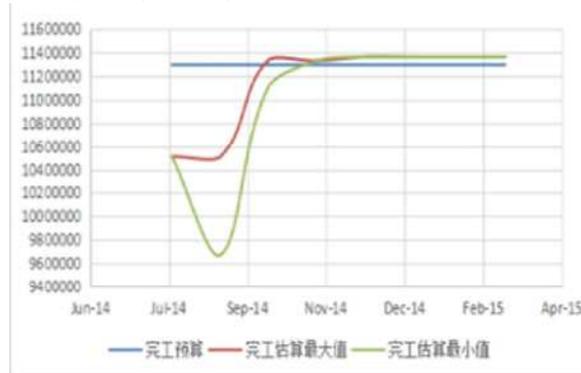


图2 最大和最小值成本预测图

## 结论

通过BIM-5D平台对项目中进度-成本进行实时跟踪监控并实现实时的偏差幅度判断,超出预警时则进行深入分析计算,并对进度-成本完工工期和费用偏差进行预测,最后针对分析结果进行纠偏,达到对进度-成本联合控制的作用,能够极大程度改善传统施工成本和进度粗放式管理,解决传统进度管理和成本管理存在的漏洞,降低施工方的风险,提高利润率,同时为提高项目管理精益化水平提供了借鉴意义。

## 参考文献:

- [1]ZHANG J P.A new approach to construction planning and site space utilization through computer visualization [D].HongKong:The HongKong Polytechic University,1996.
- [2]张建平,范喆,王阳利等.基于4D-BIM的施工资源动态管理与成本实时监控[J].施工技术,2011,40(4):37-40.
- [3]李锦华,秦国兰.基于BIM-5D的工程项目造价控制信息系统研究[J].项目管理技术,2014,12(5):82-85.
- [4]唐海燕,刘荣桂,韩豫,等.基于IM-5D的工程施工成本预测系统构建[J].工程管理学报,2015,29(4):107-112.
- [5]任志涛,雷瑞波,刘颖,张利民.基于BIM技术的施工成本控制研究[J].施工技术,2018,11(47):113-117.
- [6]任志涛,雷瑞波,刘颖,张利民.基于BIM技术的施工成本控制研究[J].施工技术,2018,11(47):113-117.
- [7]郑浩凯.基于的建设项目施工成本控制研究[D](硕士学位论文).湖南:中南林业科技大学大学,2014.

基金项目:福建省中青年教育科研项目(项目编号:JAT191038);

第一作者:林沙珊(1991-),女,讲师,硕士研究生。研究方向:工程项目信息化管理、工程系统优化与决策。