

BIM+AI+区块链技术融合下建筑工程造价全生命周期智能管理实践 ——以某多层民用建筑项目为例

史伟艳

新疆兵团市政轨道交通(集团)有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 此论文结合某民用建设项目, 对智能化技术应用于工程造价全生命周期管理的途径和效果进行系统地探讨。以现行技术标准要求为基础, 融合 BIM、人工智能、大数据、区块链等核心技术, 构建模型驱动+数据支撑+智能管控的造价管理体系, 实现造价管理的精细化, 针对传统成本管理中的效率低、误报率高、协同效率低等问题, 提出基于区块链的成本管理新方法。

[关键词] 智能化技术; 工程造价; 造价管理; 管理策略

DOI: 10.33142/aem.v8i4.19626

中图分类号: TU723.34

文献标识码: A

Practice of Intelligent Management of the Whole Life Cycle of Construction Project Cost under the Integration of BIM + AI + Blockchain Technology — Taking A Multi Story Civil Building Project as an Example

SHI Weiyan

Xinjiang Bingtuan Municipal Rail Transit (Group) Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: This paper systematically explores the ways and effects of applying intelligent technology to the whole life cycle management of engineering cost in conjunction with a civil construction project. Based on the requirements of current technical standards and integrating core technologies such as BIM, artificial intelligence, big data, and blockchain, a cost management system driven by models, supported by data, and intelligently controlled is constructed to achieve precision in cost management. In response to the problems of low efficiency, high false alarm rate, and low collaborative efficiency in traditional cost management, a new cost management method based on blockchain is proposed.

Keywords: intelligent technology; project cost; cost management; management strategy

引言

随着我国建筑业向规模化、复杂化和高质量发展, 传统工程造价管理模式面临人工核算效率低、数据孤岛引起的协同效率低、价格波动引起的成本失控、结算纠纷频发等挑战。2024 版《建设工程工程量清单计价标准》(GB/T 50500-2024) 于 2025 年 9 月 1 日起正式实施, 该标准明确在标准化体系中引入智能算量、BIM 融合、大数据分析等技术, 推动行业由依赖传统定额向数字化、智能化服务转变, 为工程造价管理变革提供政策指导和技术标准。在这样的大背景下, 智能化技术和工程成本管理的深度融合, 是整个行业发展的必然趋势^[1]。

1 工程概况

某项目为一栋多层民用建筑, 涵盖住宅与底层商业配套, 建筑面积 8200m², 共建设 6 层, 地下 1 层, 总高度

22m, 总投资约 3800 万元, 工期 12 个月。该项目涉及土建、安装、装修、智能系统等多个专业, 结构复杂, 专业交叉多, 材料设备多, 工期长, 对项目成本管理的精确性、时效性和协同性要求较高。项目建设单位按照 2024 版《建设工程工程量清单计价标准》(GB/T 50500-2024) 的要求, 明确在造价管理的全过程中引入智能化技术, 引入 BIM 全过程算量计价服务平台、AI 造价优化系统、区块链存证平台等核心技术工具, 构建覆盖设计、招投标、施工、结算四个阶段的造价智能管理系统, 解决传统造价管理中计算误差大、进度款支付滞后、变更签证管控困难等问题, 实现工程造价精细化、动态化、透明化管理。

2 技术应用

2.1 BIM+AI 智能识图建模技术

本项目以 BIM 全过程算量计价服务平台为核心技术,

将 BIM+AI 智能识图构建系统引入设计阶段,解决传统建模效率低下、图与图不一致的问题,完善自动识别构件信息的逻辑,增加对构件尺寸、材料、位置等核心属性的精准识别能力,并补充自动生成构件图元的技术说明,明确图元与图纸的对应规则,确保生成的 BIM 模型图元可直接用于算量。同时增加钢筋三维算量功能说明,明确可基于识别的配筋参数,自动计算钢筋长度、根数、重量,并生成钢筋三维模型及工程量明细。本项目以《建筑信息模型施工应用标准》(GB/T 51235-2017)和 2024 版《建设工程工程量清单计价标准》(GB/T 50500-2024)为基础,采用改进的可视化转换结构,建立涵盖建筑、结构、机电等多个专业的构件要素识别逻辑,实现建筑图纸智能解析和三维模型自动生成。在技术应用方面,该系统首先将 PDF 格式的施工图纸矢量化,利用自然语言处理技术识别出图纸中的关键信息,如构件尺寸、材料种类、施工过程等,并根据项目预设的建模准则,自动生成满足算量需求的 BIM 模型。同时,借助智能模型审查软件,对模型中存在的部件冲突、尺寸偏差、信息缺失等问题进行一键检查,形成《模型质量审查报告》,并提出自动修改意见。通过本项目的实施,将显著提高建模效率。采用智能识图建模技术,传统模型构建需 30 天左右,模型构建效率提高 60%,模型精度达到 99.5%,满足 2024 版《建设工程工程量清单计价标准》(GB/T50500-2024)要求的关键部件识别率 $\geq 99.5\%$ 。同时,本项目所建立的 BIM 模型中,包含完整的几何信息和属性信息,为后续的计价、进度控制和变化分析提供数据基础^[2]。

2.2 自动化算量计价技术

本项目以 BIM 模型中的结构性数据为基础,采用自动计价技术,实现工程量抽取和成本核算的智能化。本项目以 2024 版《建设工程工程量清单计价标准》(GB/T50500-2024)和相关定额规范为基础,建立包含 86 项核心指标的算量规则库,实现 BIM 模型中各构件与清单子目、定额子目之间的自动匹配,实现工程量清单与定额子目的一次输出,量价联动。在工程量计算阶段,系统根据预先设定的扣除规则,对各个专业的工程量进行精确

地计算和汇总,避免传统人工计算中存在的漏算、错算和重复计算等问题。针对钢筋计算的难点,本系统创新性采用平法配筋规则,在对图中配筋参数进行识别的基础上,自动计算出钢筋的长度、根数和重量,并输出详细的钢筋明细表。在价格方面,该系统将与省造价管理部门的价格数据库和企业自己的价格库相连接,对材料和设备的价格进行自动匹配,并对项目的直接费、间接费、利润和税金进行汇总计算,并生成招标控制价和投标报价等造价文件。同时,该技术延伸至前期投标环节,可对电子清单及电子清单报价进行合法性校验,有效规避因报价不合规导致的废标风险。该技术在工程中的应用,大大提高了计价效率。传统招标工程量清单编制周期为 21 天,现在 3 天即可完成,效率提高 85.7%;工程量计算误差由传统的 3%~5%降低到 0.3%以内,满足 2024 版《建设工程工程量清单计价标准》(GB/T 50500-2024)对智能算量图判识正确率 $\geq 98\%$ 的要求,表 1 为该项目各专业的计算效率和精度的比较数据。

表 1 本工程各专业算量效率与精度对比表

专业类别	传统手工算量	自动化算量	效率提升幅度	传统误差率	自动化误差率
土建工程	14 天	2 天	85.7%	4.2%	0.28%
安装工程	10 天	1.5 天	85.0%	3.8%	0.32%
装饰工程	7 天	0.8 天	88.6%	2.9%	0.25%
平均水平	10.3 天	1.4 天	86.4%	3.6%	0.28%

2.3 大数据动态成本监控技术

本项目针对材料价格波动、设计变更等因素对成本风险的影响,构建大数据环境下的动态成本监测体系^[3]。该系统对三种核心数据进行整合:第一,各省造价管理部门发布的 5000 多个工程历史成本数据库,包括各种材料价格和成本指数;第二,实时的工程资料,包括施工进度、材料进场记录、变更签证等资料;第三,市场动态数据,利用爬虫技术收集建材市场行情、供应商报价、政策法规变化等信息,构建多维数据支持系统。利用时间序列分析和回归分析等算法模型,实现原材料价格的动态预测,其预测精度达到 91%,比传统方法提高 35%。在此基础上,以 BIM 模型和施工进度计划为基础,建立进度一成本联

表 2 本工程主要材料价格预测与实际偏差表

材料名称	预测价格(元/吨)	实际价格(元/吨)	偏差率	预测周期	传统预测偏差率
螺纹钢 $\Phi 20$	4280	4350	+1.64%	3 个月	$\pm 5.8\%$
商品混凝土 C30	485 (元/m ³)	490 (元/m ³)	+1.03%	2 个月	$\pm 4.2\%$
铝合金型材	23800	23500	-1.26%	4 个月	$\pm 6.5\%$
钢化玻璃	285 (元/m ²)	288 (元/m ²)	+1.05%	3 个月	$\pm 3.9\%$

动模型,对已完工项目和计划成本进行实时测算,分析差异产生的原因,形成《成本偏差分析报告》。当成本偏离预警阈值时,系统会自动发出警报,并将预警信息推送给有关管理层,作为成本控制决策的依据。本项目采用此项技术,成功将工程造价偏差控制在 0.8% 以内,大大降低工程造价的平均误差,使其控制在 3%~5%。以钢材原材料为例,利用大数据分析,预测出施工周期内钢筋价格上涨 3.2%,项目组提前锁定供应商,签订长期供货合同,节约成本 860 万元,上表(表 2)为该项目主要原材料价格与实际价格之间的差异。

2.4 区块链存证与智能合约技术

本项目针对工程结算过程中数据造假、纠纷频发、付款延迟等问题,引入成本数据建设与智能合约技术,建立可信数据+自动执行的结算管理系统。本项目建立企业级成本数据资源库,包含但不限于以下内容:(1)成本科目划分标准;(2)主要材料价格;(3)成本指标;(4)含量指标;(5)历史项目分包价格;(6)分包指导价格;(7)主材损耗率;(8)企业定额。在结算阶段,基于智能合约技术,预先设定 7 种标准化付款触发条件(如:工程量确认、质量验收等),在满足条件的情况下,系统会自动计算出工程款的金额,并向施工单位推送支付申请,实现进度款的自动触发和自动支付。该技术在项目中的应用,大大提高了结算管理的效率。采用传统结算方式时,60 天内完成竣工结算,2 天内完成相关工作,结算周期占比为 96.7%;解决的纠纷数量下降 72%,无因数据造假引发的纠纷。进度款支付效率提高 80%,人工审核工作量降低 65%,使施工企业的资金压力得到极大缓解,符合制度规定的进度款支付比例 $\geq 80%$ ^[4]。

2.5 云端协同造价管理技术

本项目针对多主体协同效率低、信息传递滞后等难题,构建云平台,实现业主、施工方、咨询组、监理方等多主体的实时在线协同。该平台以云计算为基础,将 BIM 模型、成本数据、进度计划和变更文档等核心资源进行集成,实现多个用户的实时在线操作,实时更新和共享数据。该平台主要有三个核心功能:第一,协同审核功能,可以实现进度付款申请、变更签证费用计算等文档的在线流转和审核,并对审核结果进行实时反馈,避免传统纸质文档传送的延误;第二,手机应用,现场管理人员可以在手机上上传现场测量数据、拍照、提交签证申请,将现场签证办理时间由原来的 3 天缩短到 2 小时;第三,版本管理,实现成本文件修改历史的自动记录,支持不同版本之间的对比分析,保证数据的可追溯性。本项目利用这一平台,

实现 100 多个参建单位的协同工作,提高 60% 的交流效率,将文件传递的时间由平均 2 天缩短到即时送达,有效保证项目成本管理的时效性和协同性。例如,在地下室结构变更时,设计单位将变更图上传到平台上,造价咨询行业可以实时获得相关信息,计算出变更成本,并在网上确认,整个过程只需要 4 个小时就能完成,比传统模式节省 3 天时间。

3 管理效益

3.1 大幅度缩短成本管理周期

智能技术在工程造价管理中的应用,极大地提高工程造价管理的效率,缩短工程建设周期。在设计阶段,利用智能识图建模技术,使整个专业的建模周期由原来的 30 天缩短到 12 天,节省大量的后续工作;在招投标过程中,采用自动算量计价技术,将工程量清单的编制时间由 21 天压缩到 3 天以内,大大加快招标过程;在施工阶段,云协同平台将现场签证审批时间由 3 天压缩到 2 小时,智能合同将工期由 7 天压缩到 1 天;在结算阶段,采用区块链存证和自动结算技术,实现 60 天的竣工结算^[5]。同时,通过智能技术沉淀企业成本数据资产,形成标准化的成本管控体系,提升企业在项目投标、成本管控、结算管理等环节的核心竞争力。

3.2 对成本风险进行精确控制

表 3 本工程智能化技术应用成本节约明细表

节约类别	节约金额 (万元)	占总节约 金额比例	技术支撑
算量误差修正节约	3200	27.6%	自动化算量计价技术
设计方案优化节约	5500	47.4%	AI 工程优化技术
材料价格管控节约	860	7.5%	大数据动态监控技术
结算争议减少节约	1800	15.5%	区块链存证技术
人工成本节约	680	5.9%	全流程智能化技术
合计	11200	100%	-

智能技术可提高计算精度,优化设计方案,动态监测电价波动,有效节约工程造价。在计价过程中,采用自动计价技术,使工程量计算错误率由 3.6% 下降到 0.28%,避免因漏算和错算引起的成本偏差,累计减少 3200 万元左右的无效成本;在设计优化方面,借鉴天工工程优化大模型的技术思想,利用 AI 算法优化设计方案,减少冗余设计,减少投资 5500 万元,降低成本 13.2%。在原材料价格控制方面,运用大数据动态成本监测技术,对原材料价格的变动进行预测,提前锁定供应商,为企业节约资金 860 万元左右;在结算过程中,区块链存证技术降低争议,

避免纠纷产生的索赔成本高达 1800 万元。另外，智能化技术的应用，也大大减少人力投入。传统的项目成本管理需要 45 名专业人员来管理，而采用智能技术后，同样的工作量只需要 15 个人就能完成，人工成本降低 66.7%，累计节省 680 万元。综上所述，该项目通过使用智能技术，累计节省约 1.12 亿元的直接成本，节省约 1.2 亿元的间接成本，总经济效益达到 2.32 亿元，投资回报率提高 5.46 个百分点，上表（表 3）为本项目节省的智能技术费用明细。

3.3 促进工程造价管理方式的转变

本项目采用智能技术，实现工程成本管理模式的根本变革，由传统的事后核算、静态控制、人工控制向事前预测、动态控制和数据驱动的现代化管理模式转变。在管理理念方面，实现由被动反应向主动预防转变，利用大数据预测和人工智能优化技术，提前识别成本风险，并采取防控措施；在管理方法方面，实现由分散管理向协作管理转变，利用云协同平台，将各参与方之间的信息屏障打破，建立统一、高效的管理系统；在管理方法方面，实现由人工操作向智能化自动化过渡，减少人为干预，提高管理客观性和公正性；在管理目标方面，实现由成本控制向价值创造转变，通过设计优化和流程优化，实现项目综合价值的提高，从而达到降低成本的目的。同时，智能技术的应用为工程造价管理积累了宝贵的数字资产，形成 386 项核心构件和 86 项成本指标，为后续类似工程造价管理提供数据支持和经验借鉴。同时，该项目减少造价人员在算量、对账等基础工作上的时间投入，使其能够更多参与方案优

化、风险研判、数据决策等高质量工作，推动人员从“算量员”向“造价工程师”转型。

4 结论

综上所述，现如今，经济社会发展水平的不断提升，促使智慧建筑工程的建设数量越来越多。在智慧建筑工程建设之中，开展造价管理工作是十分重要的。在实际造价管理过程中，应对适宜的技术予以应用，不断优化与管控工程投资，最大限度提升项目的效益。同时，将智能化技术合理应用于智慧建筑工程项目造价管理之中，可以使成本控制水平得以切实提高，妥善解决成本管控期间可能会遇到的问题，提高造价管理水平。

[参考文献]

- [1]郎艳.智能建筑工程造价管理中 BIM 技术应用研究[J].绿色建造与智能建筑,2024(12):96-98.
- [2]龙丽芳.智能化技术助力建筑工程造价专业改革与优化研究[J].吉林农业科技学院学报,2023,32(6):105-109.
- [3]王铮.基于业主视角的安装工程造价控制分析[J].建筑设计管理,2021,38(9):45-48.
- [4]鱼玲.互联网技术下智能建筑的成本控制与工程造价控制措施分析[J].低碳世界,2021,11(5):294-295.
- [5]王文凭.当前影响工程造价变动的新趋向[J].居舍,2020(25):197-198.

作者简介：史伟艳（1987.09—），女，毕业于中国农业大学土木工程专业（工程管理方向），现就职于新疆兵团市政轨道交通（集团）有限公司，华东分公司经营部副部长，中级工程师。