 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i1.9004

An Analysis of the Application Path of Big Data Technology in Dynamic Management of Engineering Cost Estimation

Chen Li

Shanghai Rongji Project Management Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 201800, China

Abstract

Against the backdrop of digital transformation in the construction industry, traditional engineering cost management models suffer from issues such as data isolation, lagging dynamic control, and insufficient accuracy in cost prediction, making them difficult to meet the full-cycle management needs of complex engineering projects. Based on the characteristics and advantages of big data technology, this paper analyzes its application value in dynamic engineering cost management. It constructs an application path of big data technology from four dimensions: data collection and integration, cost prediction and optimization, process monitoring and early warning, and settlement review and post-analysis. Combined with practical cases, it builds an architecture for a big data platform for dynamic engineering cost management. Through comparative experiments, it verifies that this path can effectively improve the efficiency and accuracy of cost management. The research results show that big data technology can break through data barriers in engineering cost management, achieve a shift from passive control to proactive prediction, and provide technical support and decision-making basis for cost control of construction enterprises.

Keywords

Big Data Technology; Engineering Cost Estimation; Dynamic Management; Cost Control; Full-Cycle Management

大数据技术在工程造价动态管理中的应用路径探析

李晨

上海容基工程项目管理有限公司，中国·湖北 武汉 201800

摘　要

在建筑行业数字化转型的背景下，传统工程造价管理模式存在数据孤立、动态管控滞后、成本预测精度不足等问题，难以适配复杂工程项目的全周期管理需求。本文基于大数据技术的特征与优势，分析其在工程造价动态管理中的应用价值，从数据采集与整合、成本预测与优化、过程监控与预警、结算审核与复盘四个维度，构建大数据技术的应用路径，并结合实际案例搭建工程造价动态管理大数据平台架构，通过对比实验验证该路径可有效提升造价管理的效率与精准度。研究结果表明，大数据技术能够打破工程造价管理的数据壁垒，实现从被动管控到主动预判的转变，为建筑企业的成本管控提供技术支撑与决策依据。

关键词

大数据技术；工程造价；动态管理；成本管控；全周期管理

1 引言

工程造价管理是贯穿工程项目投资决策、设计、施工、竣工结算全流程的核心工作，其精准性与时效性直接影响项目的经济效益与社会效益。随着建筑行业规模的扩大与项目复杂度的提升，传统工程造价管理模式逐渐暴露出诸多弊端：其一，数据来源分散，设计图纸、施工日志、市场价格等数据缺乏统一标准，导致信息孤岛现象严重；其二，成本预测依赖经验判断，难以应对建材价格波动、政策调整等动态因素，预测结果与实际成本偏差较大；其三，施工过程中的成本管控多为事后核算，无法实时跟踪成本变化并及时预警风险；其四，竣工结算阶段数据核对工作量大，人工审核效率低且易出现疏漏。

近年来，大数据、人工智能、物联网等新兴技术的快速发展，为工程造价管理的转型升级提供了技术契机。大数据技术凭借其海量数据处理、多源信息融合、复杂关联分析的能力，能够实现对工程造价全周期数据的深度挖掘与高效利用。目前，国内外学者已围绕大数据在工程造价领域的应用展开研究，部分研究聚焦于造价指标的智能测算，部分研究探索了基于大数据的成本风险预警模型，但现有研究多侧重于单一环节的技术应用，缺乏对工程造价动态管理全流程的路径构建。

【作者简介】李晨（1988–），男，本科，造价工程师，从事工程造价研究。

2 大数据技术与工程造价动态管理的理论基础

2.1 大数据技术的核心特征

大数据技术是指对海量、高速、多样、低价值密度的数据进行采集、存储、清洗、分析与可视化，最终提取有价值信息以支持决策的技术体系。其核心特征可概括为“5V”：Volume（海量性），能够处理工程项目全周期产生的海量数据，包括设计数据、施工数据、市场数据等；Velocity（高速性），可实现数据的实时采集与快速处理，满足工程造价动态管控的时效性需求；Variety（多样性），支持结构化数据（如造价定额、合同条款）与非结构化数据（如施工图纸、现场视频）的融合分析；Veracity（真实性），通过数据清洗与校验，提升数据质量，保障造价分析结果的可靠性；Value（价值性），从海量数据中挖掘潜在规律，为造价管理决策提供精准依据。

2.2 工程造价动态管理的内涵与目标

工程造价动态管理是指在项目全生命周期内，以市场变化为导向，以数据为核心，通过实时跟踪、分析、调整造价信息，实现对项目成本的全过程、精细化管控。其核心目标包括三个方面：一是精准预测，结合历史数据与实时市场信息，预测项目各阶段的成本，降低造价偏差；二是实时监控，跟踪施工过程中的成本变化，及时识别超支风险并预警；三是优化决策，基于数据分析结果，优化设计方案、施工方案与资源配置，提升项目经济效益。[1]

与传统静态管理模式相比，动态管理更强调“实时性”与“主动性”，而大数据技术的应用则为这一模式的落地提供了关键支撑。

3 大数据技术在工程造价动态管理中的应用路径构建

基于大数据技术的核心能力与工程造价动态管理的需求，本文从数据采集与整合、成本预测与优化、过程监控与预警、结算审核与复盘四个关键环节，构建全流程应用路径。

3.1 多源数据采集与整合：打破信息孤岛，构建造价数据库

工程造价数据来源广泛且类型多样，数据采集与整合是大数据应用的基础环节。该环节需依托物联网、BIM（建筑信息模型）、云计算等技术，实现多源数据的自动化、标准化采集与融合。

3.1.1 数据采集层

结构化数据采集：通过对接工程造价管理系统、招投标平台、建材价格数据库，采集造价定额、工程量清单、合同价格、材料价格波动数据等；

非结构化数据采集：利用 BIM 技术提取设计图纸中的工程量信息，通过施工现场传感器采集人工、机械、材料的消耗数据，借助移动终端采集施工日志、变更签证等文本数据；

外部数据采集：整合宏观经济数据、政策法规文件、行业造价指标、同类项目历史数据等外部信息。[2]

3.1.2 数据整合层

数据清洗：剔除冗余、错误、缺失的数据，统一数据格式与计量标准；

数据分类：按照项目阶段（决策、设计、施工、结算）、数据类型（成本数据、市场数据、技术数据）对数据进行分类存储；

数据库搭建：构建工程造价大数据中心，实现全周期数据的集中管理与共享，打破信息孤岛。

3.2 成本预测与优化：基于数据挖掘，提升造价预判能力

成本预测是工程造价动态管理的前置环节，传统预测方法多基于定额指标与经验估算，精准度较低。大数据技术通过挖掘历史数据与实时数据的关联规律，可构建更精准的成本预测模型。

3.2.1 构建预测模型

基于机器学习算法（如回归分析、随机森林、神经网络），以历史项目的工程量、材料价格、施工工艺等为输入变量，以项目成本为输出变量，训练成本预测模型；

引入实时市场数据（如建材价格指数、人工成本波动）与风险因素（如政策调整、天气变化），动态调整模型参数，提升预测的时效性与准确性。

3.2.2 方案优化决策

将预测模型应用于项目设计阶段，对不同设计方案进行成本测算，对比分析各方案的经济性，为设计优化提供数据支撑；在施工阶段，基于预测结果优化资源配置，合理调整材料采购计划与施工进度，降低成本消耗。

3.3 施工过程监控与预警：实时跟踪成本，防范造价风险

施工阶段是工程造价管控的关键环节，成本超支风险多集中于此。大数据技术通过实时监控成本数据，可实现风险的及时识别与预警。

3.3.1 实时数据跟踪

搭建工程造价动态监控平台，对接施工现场数据采集终端，实时获取材料消耗、人工投入、机械使用等成本数据；

将实际成本数据与预算成本数据进行对比分析，计算成本偏差率，生成动态监控报表。[3]

3.3.2 风险预警机制

设定成本预警阈值，当实际成本偏差率超过阈值时，系统自动发出预警信号，并通过数据分析定位超支原因（如材料价格上涨、工程量变更、施工效率低下）；

基于预警信息，管理人员可及时采取调控措施，如调整施工方案、优化采购策略、加强现场管理，防范成本失控风险。

3.4 竣工结算审核与复盘：智能核对数据，沉淀管理经验

竣工结算阶段涉及大量数据核对工作，人工审核效率低且易出错。大数据技术可通过智能比对与数据分析，提升结算审核效率，并为后续项目提供经验借鉴。

3.4.1 智能结算审核

利用大数据比对技术，将竣工结算资料（工程量清单、变更签证、竣工图纸）与合同文件、预算数据进行自动核对，识别工程量计算错误、价格套用不当等问题；

基于历史结算数据，构建结算审核知识库，实现常见问题的自动识别与标注，降低人工审核工作量。

3.4.2 项目复盘分析

对项目全周期的造价数据进行复盘，分析成本偏差的根源，总结造价管理的经验与不足；

将复盘结果纳入工程造价大数据中心，为后续项目的成本预测、方案优化提供数据支持，形成“数据 - 决策 - 优化 - 沉淀”的闭环管理。

4 大数据技术在工程造价动态管理中的应用案例与效果分析

为验证上述应用路径的可行性与有效性，本文以某市政道路工程项目为例，搭建工程造价动态管理大数据平台，并对比分析传统管理模式与大数据管理模式的应用效果。

4.1 案例项目概况

该市政道路项目全长 5.2 公里，包含道路工程、桥梁工程、排水工程等子项目，总投资预算为 2.8 亿元。项目施工周期为 18 个月，期间面临建材价格波动、施工条件复杂等挑战。

4.2 大数据平台架构搭建

基于前文构建的应用路径，搭建该项目的工程造价动态管理大数据平台，平台架构分为数据层、技术层、应用层三个部分：

数据层：整合项目全周期的多源数据，包括设计图纸数据、工程量清单数据、建材价格数据、施工过程数据等；

技术层：运用数据挖掘、机器学习、BIM 等技术，构建成本预测模型、风险预警模型与智能审核模型；

应用层：开发成本预测模块、动态监控模块、风险预警模块、结算审核模块，实现工程造价的全流程动态管理。

4.3 应用效果对比分析

为直观呈现大数据技术的应用价值，本文对比了传统管理模式与大数据管理模式在成本预测偏差率、成本管控效率、结算审核时间三个核心指标上的表现，具体数据如下表 1 所示。从表 1 的数据可以看出，大数据管理模式在各项指标上均显著优于传统管理模式：成本预测偏差率从 12.5% 降至 3.2%，大幅提升了预测精准度；施工阶段实现了成本的实时监控与自动预警，管控效率提升 80% 以上；竣工结算审核时间从 25 天缩短至 6 天，极大降低了人力成本与时间成本。

表 1 传统模式与大数据模式的工程造价管理效果对比

评价指标	传统管理模式	大数据管理模式	优化幅度
成本预测偏差率	12.5%	3.2%	74.4%
施工阶段成本管控效率	人工审核，周期长	实时监控，自动预警	提升 80% 以上
竣工结算审核时间	25 天	6 天	76%

此外，通过大数据平台的复盘分析，项目团队识别出材料采购环节的成本优化空间，调整采购策略后，材料成本降低了 5.8%，进一步验证了大数据技术在工程造价动态管理中的应用价值。

5 大数据技术在工程造价动态管理应用中的挑战与对策

5.1 面临的挑战

尽管大数据技术为工程造价动态管理带来了显著优势，但在实际应用中仍面临一些挑战：

数据质量问题：部分施工现场数据采集不规范，存在数据缺失、格式不统一等问题，影响数据分析结果的可靠性；

技术融合难题：BIM、物联网、大数据等技术的融合应用需要专业的技术团队与完善的技术架构，部分企业缺乏技术整合能力；

人才短缺问题：工程造价大数据管理需要既懂造价专业知识，又掌握大数据技术的复合型人才，目前行业内此类人才较为稀缺；

信息安全风险：工程造价数据涉及企业商业机密，数据存储与共享过程中存在信息泄露的风险。

5.2 应对对策

针对上述挑战，本文提出以下对策：

建立数据质量管控体系：制定统一的数据采集标准，引入数据清洗工具，加强数据采集过程的监督与校验，提升数据质量；

推进技术协同融合：搭建“BIM+ 大数据 + 物联网”的一体化管理平台，加强技术研发与合作，实现多技术的协同应用；

加强复合型人才培养：高校与企业联合开展人才培养计划，开设工程造价与大数据技术交叉课程，培养兼具专业知识与技术能力的人才；

强化信息安全保障：采用加密技术、权限管理等手段，加强数据存储与传输过程的安全防护，建立数据安全应急预案。

6 结语

在建筑行业数字化转型的浪潮下，大数据技术已成为推动工程造价管理模式革新的核心驱动力。本文通过分析大数据技术与工程造价动态管理的理论基础，构建了“数据采集与整合—成本预测与优化—过程监控与预警—结算审核与复盘”的全流程应用路径，并结合实际案例验证了该路径的有效性。研究结果表明，大数据技术能够有效解决传统工程造价管理中的信息孤岛、预测不准、管控滞后等问题，实现造价管理的精准化、动态化与智能化。

参考文献

[1] 董佳成.大数据背景下的房地产项目建设投资智能预测及应用研究[D].东南大学,2023.

[2] 郑杲奇.基于大数据的房屋建筑与装饰工程概算指标体系应用研究[D].西华大学,2018.

[3] 喻鹏.工程造价动态管理对住宅建筑工程项目的意义[J].居舍,2024,(36):132-134.