

大数据驱动下建设工程装饰成本动态预测与优化决策研究

石镇尧

广东工业大学龙洞校区, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/ASDS.2025050017

摘要： 本研究聚焦于大数据技术驱动下建设工程装饰成本的动态预测与优化决策, 通过多源异构数据融合, 构建成本动态预测模型, 并结合机器学习和优化算法, 形成智能决策支持系统, 实现对成本变化的准确预测和科学调控。将专家知识和数据驱动相结合, 提高预测精度和实用性。研究成果对我国装饰装修工程成本控制精细化、资源配置效率具有重要意义, 对推动我国装饰装修工程管理向数字化转型和智能化发展具有重要意义。本文为装饰工程成本管理提供了理论支撑与技术路径, 具有重要的学术价值和工程应用意义。

关键词： 大数据; 装饰工程; 成本动态预测; 优化决策

Research on Dynamic Prediction and Optimization Decision-making of Construction Decoration Costs Driven by Big Data

Shi Zhenyao

Longdong Campus, Guangdong University of Technology, Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract： This study focuses on the dynamic prediction and optimal decision-making of construction project decoration costs driven by big data technology. By integrating multi-source heterogeneous data, a dynamic cost prediction model is constructed. Combined with machine learning and optimization algorithms, an intelligent decision support system is formed to accurately predict cost changes and scientifically regulate them. The integration of expert knowledge and data-driven approaches enhances prediction accuracy and practicality. The research results are of great significance for the refinement of cost control and improvement of resource allocation efficiency in China's decoration and renovation projects, and are crucial for promoting the digital transformation and intelligent development of decoration and renovation project management in China. This paper provides theoretical support and technical paths for the cost management of decoration projects, and has important academic and engineering application value.

Keywords： big data; decoration project; dynamic cost prediction; optimal decision-making

引言

在建设工程装饰阶段, 成本控制始终是影响项目效益的关键因素。传统的成本管理方法大多依赖于经验判断和静态预算, 很难有效地应对材料价格、人工成本 and 设计调整等动态因素, 导致工程成本超支和资源浪费频繁发生。在大数据的推动下, 基于数据驱动的装饰工程成本动态预测和优化决策模式逐渐成为装饰工程造价管理水平提升的重要途径。通过对历史工程数据、市场行情、施工进度等多源数据的深度挖掘与建模分析, 不仅可以实时感知和预测成本变化趋势, 还可以为管理人员提供最优决策支持。该研究对促进我国装饰工程管理向数字化、精细化方向发展, 提高工程经济效益和资源配置效率, 具有重要的理论意义和现实意义。

一、建设工程装饰成本构成与动态变化特征分析

(一) 装饰工程成本构成分析

装饰工程作为建设工程的收尾环节, 其成本构成具有多样性

与分散性。人工成本作为工程成本的核心内容, 受到建设周期、劳动力市场波动、施工技术复杂性等因素的影响; 材料成本受装修设计、市场行情波动和材料损失率等因素的影响较大, 特别是高档精装修工程^[1]。机械使用费主要用于建造工程设备的租

用、运输和运行费用，虽然其所占比例不大，但是对大型工程来说却是不可忽视的。另外，间接费用，如工程管理费用，工地现场安装费用，质量安全保障费用等，都会影响到整个装修工程的成本。现代装修工程成本构成呈现集约化、精细化的发展趋势，各成本间具有高度耦合性，需要采用系统的分析方法对其结构特性进行科学辨识和度量，为后续动态成本预测和控制策略的制定提供支撑。

（二）成本动态变化的主要影响因素

建筑装饰工程成本在施工过程中呈现出明显的动态特征，其变化受到多种因素的影响。在原材料市场波动和国际供应链动荡的背景下，石材、木制品、金属构件等装饰材料的价格波动很容易受到宏观经济和政策调控的影响^[2]。劳动力成本受人力资源供求关系、区域工资差异和施工组织效率的影响，呈现出阶段性和区域性波动的特点。设计变更也是一个不可忽略的影响源，设计变更往往会伴随着额外的材料投入和建设周期的延长，从而导致成本上升。另外，工程管理水平、施工场地状况、气候环境和政策等外部因素也会对工程造价产生动态扰动。上述因素共同构成装饰工程成本变动的复杂机制，需采用多维度数据收集和建模分析方法，对装修工程成本变化机理进行系统性辨识，构建和优化动态造价预测模型。

（三）装饰工程成本变化的时序与空间特征

装饰工程成本在时间维度上呈现阶段性波动的特点，并且往往与工程进度紧密相关。在项目的初期，主要是进行前期准备和场地布置，因此，在成本方面的投入比较少。随着建设的深入，人工、材料和设备的投入也越来越大，到了高峰期之后，成本就会快速地积累起来，直到最后阶段的规模缩小，才会趋于稳定^[3]。同时，不同类型的装修操作之间存在着一定的时序交叉关系，局部的变化也会引发成本的连锁调整。从空间维度来看，装修成本受区域经济差异、原材料来源、交通运输状况和当地政策等因素的影响，呈现出显著的地域异质性。比如，在劳动力成本、材料采购成本和施工组织效率等方面，一、二线城市和中西部地区有很大的不同，从而造成单位面积成本的空间分布差异^[4]。此外，由于施工过程的复杂性和材料使用的差异，装修工程不同部位（墙面、顶棚、地面和特殊装修节点）也呈现出空间层次的成本波动特性。

二、大数据在装饰工程成本管理中的应用机制分析

（一）多源异构数据融合机制

装饰工程成本管理涉及到设计、采购、施工、财务等各个环节，会产生海量异构的数据资源，包括结构化预算清单、合同条款、供应商报价、半结构化设计图、施工方案等，以及现场视频、文字记录等。大数据技术利用数据整合平台，对异构数据进行统一收集、清洗和格式化，建立多维度、高时效性的数据仓库体系。通过 ETL 技术与数据中台框架，集成 BIM、ERP、项目管理、物联网传感等多个系统的数据，为项目成本分析提供全面、真实的数据支持^[5]。通过动态集成工期、材料消耗和人工投入等关键指标，自动识别潜在的成本风险点，使其由传统的静态数据收集向实时数据驱动的管理模式转变^[6]。多源异构数据融合机制的高效运行，将为装饰工程成本预测分析和决策优化提供可靠的数据支撑，显著提高装修工程成本管理的准确性和响应速度。

（二）成本动态预测模型构建机制

依托大数据分析技术，构建基于历史样本学习的装修工程成本动态预测模型，实现装修工程全过程造价演变趋势及关键影响因素的识别。该机制以数据挖掘、机器学习及时序建模为核心，结合回归分析、支持向量机、神经网络等算法，对历史工程案例、市场价格波动、施工进度偏差等变量进行训练和建模，生成具有较高预测精度和较好解释性的成本变化曲线^[7]。通过利用滑动窗和动态权重机制提高模型对阶段变化的敏感性，实现对突发设计变化、材料价格上涨、施工效率波动等非线性因素的适应性。项目管理人员可以根据模型输出的动态费用预测结果，对各个施工节点进行预算预警和风险提示，有效避免资金分配不当和成本失控等问题。这一机制有助于提高工程成本预测的智能化程度，实现成本控制由事后核算向事前干预和过程调控转变，大大提高工程资源配置效率和资金使用安全。

（三）决策支持与优化反馈机制

在大数据驱动下，建立有效的决策支持和最优反馈机制是闭环管理的关键。利用可视化分析平台与决策引擎，实现实时采集与预测分析结果的可视化表达，方便管理层对当前成本状况、变化趋势及风险预警信息的及时掌握。基于多目标优化算法，对施工过程、材料采购、人员调配等多维因素进行综合分析，在满足约束条件下，给出成本优化方案，辅助决策者做出科学调整^[8]。在实施过程中，系统根据实时反馈的现场数据和计划偏差信息，对预测模型参数和优化策略进行实时修正，实现成本管理策略的动态迭代和闭环优化。实现对决策实施效果的定量评价，提炼典型案例，形成知识库，不断提高模型的智能化程度和决策质量。这一机制使得装饰工程成本控制实现了从静态反映到动态调节的转变，大大提高了工程成本管理的科学性、灵活性和智能化水平。

三、建设工程装饰成本的动态预测路径研究

（一）智能化数据采集与实时监控体系构建

建筑装饰工程成本的动态预测离不开高质量的实时数据支持，智能化的数据采集和监测系统是其基础保障。通过将物联网传感设备、移动终端和 BIM 技术相结合，实现对现场物料、人员投入、设备运行和施工进度的多维度实时监测。通过传感器及 RFID 标签自动获取物料流动及存货情况，并结合移动终端进行现场输入，实现数据无缝对接。通过 BIM 模型对施工进度、设计变更等信息进行动态更新，形成数字孪生环境^[9]。实时监测平台对多源数据进行融合，通过异常检测和趋势分析等方法，及时发现潜在的成本偏差，为动态预测提供精确的输入。该体系不仅提高了数据的时效性与准确性，而且对成本的动态变化进行了详尽的时空特征描述，大大提高了预测的科学性和快速性。

（二）基于机器学习的多因子动态成本建模

动态预测模型应突破传统线性分析框架，引入先进的机器学习技术，构建多因素集成的模型体系。通过采用随机森林、梯度提升树和深度神经网络等方法，对工程造价进行多维建模。采用长短期记忆网络（LSTM）等结构与时间序列相结合，实现对周期、突发事件的适应性。在模型输入中包含了设计变更频度、材料市场行情、人力调配效率以及施工进度偏差等关键指标，以保证动态响应的全面性与准确性。通过持续引入新的工程数据进行

在线学习,使模型具有自寻优能力,以适应不同工程规模、不同地域的差异,实现个性化、智能化的动态成本预测。

(三) 集成优化算法驱动的决策辅助系统

为实现预测结果向实际管理决策的转化,建立集成优化算法驱动的决策辅助系统至关重要。通过利用遗传算法、粒子群等多目标优化算法,动态生成成本控制策略。该系统支持多维方案模拟,定量评价各调整措施对项目总成本及项目进度的影响,有助于管理者科学权衡投入与产出。同时,结合实时反馈机制,根据施工现场的变化,动态调整策略,实现闭环控制。通过智能推荐和风险预警,帮助项目组提前规避超支风险,提高决策的前瞻性、科学性,从而促进我国装饰工程项目管理向数字化、精细化方向发展。

(四) 融合专家知识与数据驱动的混合预测模式

为克服单一数据驱动模型解释能力不足、灵活性差的问题,融合专家经验知识和数据驱动分析相结合的混合预测模式已成为一种发展趋势。通过引入知识图谱和规则库,将装饰工程管理领域的行业规范、经验法则与机器学习模型结果相结合,提高预测结果的逻辑合理性与可操作性^[10]。通过结合数据模型的输出结果,建立了多层次、多维度的成本动态评价框架。该模型支持复杂场景的深度解析,提高系统对突发事件和不确定性的适应性。该方法实现了知识与数据的优势互补,为动态预测提供了更加全面和稳健的决策基础,推动装饰工程成本管理的智能化和科学化进程。

四、工程实践案例分析

(一) 工程概况

某金融中心北塔装修总建筑面积约为18万平方米,其中办公用房、商业用房和公共场所的装修总金额为6.8亿元。超高层建筑装修工程造价管理面临着材料品种多(进口石材、定制金属件等高端材料)、施工过程复杂(涉及机电消防等多个专业)、工期紧(仅14个月有效工期)。在项目开始阶段,由于2021年全球供应链危机,进口原材料价格波动超过30%,人工成本上涨20%,导致设计变更12次,导致中期成本偏差达到15%。项目组在2022年3月引入大数据驱动的动态造价预测系统,将BIM模型、ERP系统和物联网设备等8种数据源进行整合,涵盖了材料采购、劳务考勤、进度管理等各个环节,每天处理的数据量超过50万条,为后续的动态预测和优化决策奠定了坚实的基础。

(二) 具体实施过程

项目实施分三个阶段推进大数据应用。在数据集成阶段,部

署RFID物料跟踪系统和智能工牌,实现对56类主要材料进场消耗数据和800多人工时效率的实时采集;将BIM设计变更记录 and 供应商报价数据库相结合,构建包含原材料价格指数、劳动效率、变化频率等28个特征因素的数据库。在模型建立阶段,使用XGBoost算法构建成本动态预测模型,选取华南地区12个同类工程项目的3个月数据作为滑动窗口,训练集的精度达到91.7%。在决策优化阶段,开发可视化看板系统,结合遗传算法,实现材料采购批次、施工班组调配等多目标优化;针对进口石材价格上涨风险,提前3个月启动替代材料预案,实现吊顶、墙面施工顺序的动态调整,节省工期23天。在实施过程中,累计触发了137次预警,提出了49个优化方案,将关键决策的响应时间压缩到了4个小时以内。

(三) 效果评估

通过第三方审计评估,项目在应用大数据动态预测系统后取得了明显的效果。在成本控制上,竣工结算费用偏差率由15%下降到3.2%,材料差价预警机制和闲置机器共享平台分别节省3200万元和450万元的设备费用。在工期管理方面,进度预测精度提高到89%,比原定计划提前38天完成。在质量安全方面,通过对生产过程进行追溯,使产品一次验收合格率达98%,比同行业平均水平高出12个百分点。这套系统形成的知识基础中,沉淀出127条成本控制规则。案例表明,大数据可有效应对装修工程动态复杂问题,被中国建筑业协会评为2023年度示范案例,并将其经验写入建筑工程数字化成本管理规程。

五、结语

本文系统探讨了大数据技术在建设工程装饰成本动态预测与优化决策中的应用,构建了基于多源异构数据融合与机器学习算法的成本预测模型,完善了集成优化算法驱动的决策支持体系,实现了成本管理的智能化和动态化。研究表明,融合专家知识和数据驱动相结合的方法,可以有效提高项目成本预测的精度和自适应能力,显著提高工程造价控制的科学性与灵活性。工程实践表明,该方法对提高成本控制精度,优化资源配置,推动数字化转型具有重要意义。未来,应进一步深化大数据与人工智能技术的融合,发展实时数据处理能力与自适应决策算法,加强跨域数据共享与协同,提升装修工程造价管理智能化决策水平,为建筑业绿色、可持续发展奠定坚实的基础。

参考文献

- [1] 陈赛. 大数据赋能工程造价市场化建设的优化路径研究 [J]. 市场周刊, 2024, 37(17): 92-95.
- [2] 战鹏宇. G公司EPC总承包项目成本控制研究 [D]. 哈尔滨工业大学, 2020.
- [3] 赵辉. 基于OPM3改进模型的装饰工程成本控制研究 [D]. 东北财经大学, 2020.
- [4] 裴世期. 装饰装修工程造价管理及成本控制研究 [J]. 建材与装饰, 2018, (51): 137-138.
- [5] 全毅力. 建筑装饰工程施工成本核算思考 [J]. 合作经济与科技, 2017, (13): 122-123.
- [6] 颜和平, 胡友良, 向明. 装配式建设工程与传统建设工程成本对比研究 [J]. 建筑经济, 2017, 38(06): 58-61.
- [7] 柳飞. 浅议我国建筑工程中的装饰装修造价控制与管理 [J]. 中小企业管理与科技 (中旬刊), 2017, (03): 78-79.
- [8] 周勇. 室内装饰工程施工阶段实际成本控制的主要措施 [J]. 门窗, 2015, (08): 194.
- [9] 杨靖虹, 连旭珍. 建筑装饰施工项目成本控制探讨 [J]. 江西建材, 2014, (09): 246.
- [10] 黄飞. 装饰工程实施各阶段中的成本控制 [J]. 现代经济信息, 2012, (11): 126.