

人工智能辅助建筑工程成本动态管控研究

徐佳丽

上海东华建设造价咨询有限公司, 浙江 宁波 315000

[摘要]为破解传统建筑工程成本管控存在的动态性不足、数据处理不及时、预警滞后等一系列问题,结合人工智能技术开展建筑工程成本动态管控尤为关键。通过对当前建筑工程成本动态管控的关键影响因素进行深入的分析,在此基础上构建基于人工智能的成本动态管控模型。研究表明,人工智能技术的应用可以有效解决传统建筑工程成本管控存在的局限,提升成本数据处理效率、预测精度。

[关键词]人工智能; 建筑工程; 成本管控; 动态预测; 偏差预警

DOI: 10.33142/aem.v8i2.19027

中图分类号: TU74

文献标识码: A

Research on Dynamic Cost Control of Building Engineering Assisted by Artificial Intelligence

XU Jiali

Shanghai Donghua Construction Cost Consulting Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315000, China

Abstract: In order to solve a series of problems such as insufficient dynamism, untimely data processing, and lagging warning in traditional construction cost control, it is particularly crucial to combine artificial intelligence technology to carry out dynamic cost control in construction projects. Through in-depth analysis of the key influencing factors of current construction project cost dynamic control, a cost dynamic control model based on artificial intelligence is constructed on this basis. Research has shown that the application of artificial intelligence technology can effectively solve the limitations of traditional construction cost control, improve the efficiency of cost data processing and prediction accuracy.

Keywords: artificial intelligence; building engineering; cost control; dynamic prediction; deviation warning

引言

成本管控作为工程管理的核心内容,对项目的市场竞争力以及经济效益有着直接的影响。传统建筑工程成本管控存在明显的局限性,传统成本数据采集需要人工逐一记录、整理,不仅耗时耗力,而且容易出现错误、遗漏。传统成本管控的偏差预警主要依赖人工定期核算,当发现实际成本与目标成本出现偏差时,已经造成较大的成本浪费。传统模式下各部门之间缺乏有效的沟通协作,成本管控责任不明确,加之数据分散存储在不同部门、不同人员手中,难以实现数据的共享与协同利用。传统成本预测采用定额法、类比法等,依赖专家经验进行估算,不同专家的估算结果差异较大,也无法实时跟踪市场价格波动、设计变更等动态因素的变化,导致预测结果与实际成本偏差较大。随着机器学习、物联网等技术已逐步渗透到建筑工程领域,可实现成本数据的实时采集、动态分析与精准调控,解决传统管控模式的痛点,提升成本管控的科学性与有效性,为建筑企业提供可落地的成本动态管控方案,提升核心竞

争力,为建筑工程成本动态管控提供新的技术路径与理论支撑。

1 建筑工程成本管控流程及人工智能相关技术基础

1.1 建筑工程成本管控流程

建筑工程成本的动态变化受多种因素影响,包括工程设计方案、施工工艺、市场价格波动、政策法规调整、自然环境变化、资源配置、管理水平等。因此,建筑工程成本动态管控主要结合工程概况、市场环境等因素,制定科学合理的成本目标,并分解为各阶段、各分项工程的成本子目标。实时采集工程各环节的成本数据,建立成本数据库,对采集的成本数据进行整理分析,识别潜在的成本偏差。当预测成本超出目标成本或出现偏差隐患时,及时发出预警信号,分析偏差诱因,采取针对性的优化调控措施,确保成本目标的实现。

1.2 人工智能相关技术基础

在建筑工程成本动态管控中,主要通过挖掘历史数据

的内在规律、关联关系及动态特征，可以有效提升成本估算的精准度和效率。机器学习作为人工智能核心技术，常用回归分析、决策树等算法分别用于成本预测、偏差诱因识别与预警；深度学习是机器学习延伸，常用 LSTM 等模型处理海量数据、预测复杂成本趋势，提前预知成本超支、工期延误等潜在风险；物联网技术借助传感器等设备实现物物、物人互联，实时准确采集工程现场数据；大数据分析技术可整理挖掘海量成本数据，解决数据分散问题，挖掘成本变化规律，为成本管控决策提供科学依据。为明确人工智能技术的核心功能以及在成本动态管控中的应用场景如表 1。

表 1 人工智能技术核心功能及成本管控应用场景表

人工智能技术类型	核心功能	在成本动态管控中的应用场景
机器学习	数据预测、分类、特征挖掘，自主学习数据规律	成本预测、偏差诱因识别、偏差预警
深度学习	海量复杂数据处理、时序数据挖掘、非线性分析	全生命周期成本动态预测、复杂偏差分析
物联网	实时数据采集、设备互联互通、数据实时传输	施工现场数据采集、材料库存监控、机械运行状态跟踪
大数据分析	数据清洗、集成、关联分析、价值提取	成本数据标准化、影响因素关联分析、数据共享利用

1.3 人工智能与成本动态管控的适配性分析

建筑工程的成本数据量大、类型较为复杂，人工智能技术可实现对海量数据的高效处理，解决传统人工处理效率低、精准度不高的问题；成本管控的动态性要求实时跟踪成本的变化情况，物联网技术可实现数据的实时采集，深度学习、机器学习算法可实现成本趋势的实时预测、偏差与及时预警，达到动态管理及及时性的要求。人工智能可以利用成本数据内部关系发现导致成本差异的原因，并给出相应的解决方案进行成本主动控制，提高成本控制决策水平的合理性和正确性。

1.4 在工程造价预测中应用场景

1.4.1 工程量清单计价

工程量清单计价作为建筑工程招投标阶段的关键环节，在采用传统的工程量清单计量方式时，通常需要进行人工核查这种方式不仅耗时相对较长，而且工程量清单计价的过程也较为复杂，容易出现错误。随着以 BP 神经网络、XGBoost 为代表的人工智能技术与 BIM 技术的融合，该技术不但能对建筑工程施工图纸的文本信息进行自动解析，而且还能够对其尺寸参数进行有效识别，从而达成自动生成工程量清单的效果。因此，对比人工智能技术在工程量清单计价中的应用不仅可以解决因人工核对不仔细而导致的误差问题，而且有助于提高工作效率，节约人

力资源。

1.4.2 施工成本动态监控

施工过程中的造价控制需要对多维数据进行实时分析，在施工造价的动态监测中，利用物联网 (IoT) 装置对施工进度、资源消耗等进行实时采集的人工智能技术，结合强化学习算法动态优化成本控制策略，利用智能监控系统对围护结构的变形趋势进行预测，可以在 3 天前对可能出现的危险进行预警，从而避免了巨大的经济损失。因此，较之于传统的定期报表制度，人工智能技术在工程造价的动态监测中，不但可以克服信息延迟，还可以进行动态数据分析。

1.4.3 设计阶段造价估算

设计阶段决定着项目 70% 以上的成本，传统的基于定额进行估价的方式很难满足个性化的设计。人工智能通过构建设计参数与造价之间的非线性映射关系来达到设计与造价一体化协同的目的。而智能估价系统的优势就在于能够进行多目标优化。通过帕累托优化算法，多目标综合平衡功能：可以同时平衡造价、工期、质量等多个目标，并给设计师提供决策依据。

2 人工智能辅助建筑工程成本动态管控模型构建

2.1 模型整体架构

构建人工智能辅助建筑工程成本动态管控模型，各层相互衔接、协同运行。

数据采集层是模型运行的基础，核心功能是实现建筑工程全生命周期成本相关数据的实时、全面采集，采集的数据源涵盖工程全生命周期的各个环节，决策阶段（项目可行性研究报告、市场调研数据等）、设计阶段（设计方案、定额数据等）、施工阶段（材料采购数据、施工进度数据等）、竣工阶段（结算数据、成本偏差数据等）。在材料仓库、施工的现场等关键区域部署无线通信模块、传感器等物联网设备，采集施工进度，材料库存等相关数据，并通过无线通信技术传输至数据预处理层。

数据预处理层主要针对原始成本数据存在杂乱、错误、标准不统一等问题，经数据清洗，剔除错误、异常值并补充缺失数据等预处理，提升数据的质量，整合多环节、部门数据构建共享数据库。将预处理后数据分为训练集与测试集，分别用于模型训练优化和性能验证。

特征提取层核心是从预处理成本数据中提取关键特征、挖掘关联以支撑模型训练，以大数据分析做关联、聚类分析，识别关键变量及变量间关系。再用机器学习算法筛选特征，保留影响显著的关键特征。最后将关键特征量化成特征向量，输入核心管控层。

核心管控层是模型核心，含成本动态预测、偏差预警、

优化调控模块,三者协同构成闭环管控体系。其一是成本动态预测模块,用改进型 LSTM 算法建模,结合关键特征,以滚动预测方式实现工程全生命周期成本动态预测,输入关键特征向量,输出未来阶段预测成本值;其二是偏差预警模块,基于 SVM 算法建模,以成本预测与目标偏差为核心指标,设定阈值,结合影响因素动态变化提前预警,分三级预警,还结合决策树分析偏差诱因。其三是优化调控模块,主要依据偏差诱因与程度及工程实际,自动生成围绕成本影响因素的优化方案,反馈至各环节并跟踪效果,控制成本偏差。

结果输出与应用层的核心功能是采用数据可视化技术将核心管控层的管控结果以可视化的方式呈现给管理人员,将管控结果反馈至各管控环节。同时,将优化调控方案反馈至数据采集层、特征提取层等,更新相关数据与模型参数,实现成本管控水平的持续提升。

3 模型落地保障措施

3.1 技术保障

建筑企业应重视对技术的投入,在应用过程中设置云服务器、物联网终端等人工智能相关技术,建立完备的技术体系,进行成本信息的动态感知、采集、传递以及存储,并运用双链冗余技术和加密传输技术,改善网络条件,避免出现信息被伪造、泄露或者遗失的情况,确保信息交互过程稳定可靠。紧密结合工程实际开展建模参数自动调整研究,并结合对造价产生影响的因素进行机器学习方法分析以实现模型架构的自动更新,增强模型灵活性及适用性;并充分应用强化学习、深度学习等新型人工智能理论,继续研发智慧化成本管理系统,不断推进模型持续改善及迭代。对敏感的数据采取国密算法加密存储与传送,建立涵盖数据全生命周期安全管理机制,强化健全数据泄露应急影响方案,保障数据安全性及完整性。

3.2 人才保障

人才是建筑行业核心竞争力的重要支撑,因此,企业应高度重视人才的培养,打造一支既精通建筑工程成本管控又熟悉人工智能技术的复合型人才队伍。加强完善人才奖励制度,对于技术创新、模型应用等方面做出贡献的团队或表现突出的人才给予奖励,激发人才的积极性与创造性。加强与高校或其他建筑企业之间的合作,通过搭建跨企业、跨机构的人才与技术共享平台,共享人才资源与技术成果,实现优势互补与协同发展,提升企业的人才水平,增强企业的技术竞争力。

3.3 管理保障

形成工程部、财务部、技术部等部门联动管理机制,

明确各部门对成本管控工作的责任分工及权限范围,加大部门间交流协作力度,保障模型各项功能得以有效实施,并实现信息互通共享。做好项目各个阶段的衔接配合,实现成本管控的整体性联动。以模型运转为核心对工程成本动态管理的整个过程进行全面梳理和规范,理清每一个环节的工作内容、时间及工作质量要求,将成本管理工作标准化、规范化。充分研究现行程序,减少不必要的环节,提高控制效率,发挥出模型在工程成本动态管理中对决策的支持功能,保证模型可以很好地与实际管控过程相结合。构建模型使用情况监管制度,在一定周期内对模型使用的状况进行监督检查工作,并及时处理在模型应用中出现的问题。把成本管控的效果作为工作人员考核的内容之一,制定具体的考核标准,加大考核力度,确保模型的有效运用。

3.4 制度保障

企业需积极争取国家及地方政府的政策支持,依托建筑行业智能化转型的政策导向,加大对人工智能辅助成本管控的投入。鉴于人工智能技术在建筑工程领域中所具备的独特应用特点,对现有的建筑工程成本管理进度进行全面的完善,构建一套精准、高效、规范的成本管理体系,明确成本目标设定、数据采集、预测预警、优化调控等环节的管理要求,规范模型的应用流程,以此确保成本的管控工作每一环节都做到有据可依、有章可循。制定成本数据采集、处理、存储、应用的标准规范,统一数据格式与标准,确保数据的一致性与可用性。制定模型应用的标准规范,规范模型的应用行为。

4 结论与展望

4.1 研究结论

本文围绕人工智能辅助建筑工程成本动态管控展开研究,得出以下结论:

(1) 传统建筑工程成本动态管控模式存在数据采集效率低、预测精度低、智能化水平低等问题,亟需引入新的技术手段进行优化升级。

(2) 人工智能技术与建筑工程成本动态管控具有良好的适配性,能够有效解决传统管控模式的痛点,提升成本管控的智能化水平与效率。

(3) 构建的人工智能辅助建筑工程成本动态管控模型,实现了成本数据的实时采集、智能预测、偏差预警与优化调控,提升建筑工程成本动态管控的水平,为建筑企业提供可靠的管控方案。

(4) 通过完善技术基础设施、建立协同管控机制、完善相关制度措施推动模型的落地应用,发挥其管控效能。

4.2 研究展望

本文的研究仍存在一些不足,未来可引入更先进的人工智能算法、将成本管控与工期管控、质量管控相结合,提升成本预测精度与偏差预警灵敏度,实现成本、工期、质量的协同优化,推动整个建筑行业的成本管控水平的提升。

[参考文献]

- [1]秦应红.基于改进随机森林算法的建筑工程全过程造价预测研究[J].城市建筑,2025,22(6):224-226.
- [2]郝同金.人工智能技术与工程造价的融合应用[J].中国建筑金属结构,2025,24(12):193-195.
- [3]李晓帆,郭东升.建筑施工阶段变更对造价影响及控制措施研究[J].中国建筑金属结构,2025,24(14):160-162.
- [4]余德发.基于大数据技术的建筑工程造价预算编制及结算审核分析[J].前卫,2024(11):231-233.
- [5]刘林洲.大数据技术支持下的工程造价结算审核要点分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(12):137-139.
- [6]赵文杰.大数据技术在工程造价预测与成本分析中的应用[J].陶瓷,2025(1):213-215.
- [7]陈克胜,党世成,张亚东.一种基于大数据的建筑工程造价全生命周期管控技术[J].中国科技信息,2025(1):88-90.

作者简介:徐佳丽(1992.10—),毕业院校:兰州交通大学,所学专业:工程管理专业,当前就职单位:上海东华建设造价咨询有限公司。