

建筑工程造价数字化转型与成本控制策略研究

孙正梅

身份证号: 340505198312220023

DOI:10.61369/ERA.2025090019

摘要： 阐述工程造价数字化趋势，包括技术应用（BIM、大数据等）、政策市场推动因素。介绍数字化技术架构（BIM、ERP 等集成）、多源数据融合等关键。还涉及投资估算等优化方法、电子招投标等平台及相关模型，强调其对成本控制等的提升及未来融合发展。

关键词： 工程造价；数字化；成本控制

Research on Digital Transformation and Cost Control Strategy of Construction Project Cost

Sun Zhengmei

ID: 340505198312220023

Abstract： This paper discusses the digitalization trend in engineering cost estimation, including technological applications (such as BIM and big data), policy and market driving factors. It introduces key aspects such as digital technology architecture (integration of BIM, ERP, etc.) and multi-source data fusion. The paper also covers optimization methods for investment estimation, electronic bidding platforms, and related models, emphasizing their enhancement in cost control and future integrated development.

Keywords： project cost; digitalization; cost control

引言

建筑行业在数字化时代面临着转型升级的关键时期。2020年发布的《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》强调了建筑行业数字化转型的重要性以及对各环节高效管理的要求。工程造价作为建筑行业的关键部分，其数字化转型成为必然趋势。数字化涵盖从项目初始到竣工结算的全过程，涉及 BIM、大数据、云计算等技术的应用。这些技术不仅改变了传统造价管理模式，提升了效率和质量，还满足了政策对工程造价准确性、透明度和效率的要求，同时在市场竞争和技术发展的推动下，促使工程造价数字化转型不断推进，涉及从技术架构到决策优化，从多源数据融合到风险分析等多方面内容。

一、建筑工程造价数字化转型理论基础

（一）工程造价数字化内涵解析

工程造价数字化是建筑行业在数字化时代背景下的必然发展趋势。它涵盖了从项目初始阶段到竣工结算的全过程造价管理信息化。其核心在于利用先进的数字技术，如 BIM（建筑信息模型）、大数据和云计算等，对造价信息进行高效采集、存储、分析和应用。BIM 技术通过构建三维可视化模型，集成建筑项目的各种信息，使造价人员能够更准确地获取工程量和材料信息，从而提高造价估算的精度^[1]。大数据技术则可对海量的造价历史数据进行挖掘和分析，为造价决策提供有力支持。云计算技术为造价计算和数据存储提供了强大的计算能力和安全保障，实现了造价

信息的实时共享和协同工作。这些技术共同作用，改变了传统造价管理模式，提升了造价管理的效率和质量。

（二）数字化转型驱动因素分析

政策导向方面，随着建筑行业相关政策不断完善，对工程造价的准确性、透明度和效率提出了更高要求。数字化转型成为满足政策合规性的必然选择^[2]。在市场竞争维度，激烈的市场竞争促使企业寻求提高竞争力的方法。数字化造价管理能够优化成本控制，提高决策效率，增强企业在市场中的竞争优势。技术发展角度，信息技术的飞速发展，如 BIM、大数据、云计算等，为工程造价数字化转型提供了技术支撑。这些技术能够实现信息的高效整合与分析，提高造价管理的精准性和科学性，推动建筑工程造价数字化转型的进程^[2]。

二、工程造价数字化技术体系构建

（一）数字化技术架构设计

基于 BIM 的三维可视化模型是数字化技术架构的核心基础。它集成了建筑工程的几何信息、物理信息以及功能信息，实现了对工程项目的全方位描述^[3]。ERP 系统则侧重于企业资源的规划与管理，涵盖项目的人力、物力、财力等资源的整合与调配。通过 BIM 与 ERP 的集成，能够使造价管理在项目全生命周期中实现信息的实时共享与交互。同时，物联网传感器与 5G 通信技术的融合应用为工程造价数字化提供了强大的支持。物联网传感器可实时采集工程现场的各类数据，如设备运行状态、环境参数等，5G 通信技术则确保这些数据能够高速、稳定地传输至管理平台，为造价的动态控制与精准核算提供依据。

（二）多源数据融合机制

多源数据融合机制是工程造价数字化技术体系的关键。工程量清单、市场价格、进度数据等多维度信息来源广泛且格式各异，需进行标准化处理。通过建立统一的数据标准和规范，确保各类数据的一致性和可比性^[4]。同时，智能匹配方法至关重要。利用先进的算法和技术，实现不同数据源之间的关联和匹配。例如，根据工程量清单中的项目特征，精准匹配相应的市场价格信息，以及结合进度数据合理安排资源和成本。这种多源数据的融合不仅能提高工程造价计算的准确性，还能为成本控制提供更全面、实时的数据支持，促进建筑工程造价数字化转型的实现。

三、数字化环境下的成本控制方法创新

（一）全过程成本控制模型

1. 决策阶段投资估算优化

在决策阶段投资估算优化中，可建立基于历史数据库的机器学习预测模型以提升精度。利用大量历史工程造价数据作为基础，通过机器学习算法挖掘数据中的潜在规律和特征^[5]。这些算法能够分析不同项目特征与造价之间的复杂关系，从而对新项目的投资估算提供更准确的预测。相比传统方法，该模型能够综合考虑更多的影响因素，避免人为因素导致的估算偏差。同时，随着新数据的不断积累，模型可不断学习和优化，进一步提高投资估算的准确性，为项目决策提供更可靠的成本依据。

2. 实施阶段动态监控体系

开发基于 BIM 的 5D 进度 - 成本联动分析系统，可实时关联建筑项目的进度信息与成本数据，实现动态成本分析^[6]。通过整合建筑信息模型（BIM）、时间维度以及成本信息，能精准模拟项目建设过程中的成本变化情况。构建偏差预警机制，设定合理的成本偏差阈值。当实际成本与计划成本出现偏差并超出阈值时，系统自动发出预警信号。这有助于项目管理人员及时发现成本异常情况，采取相应措施进行调整，如优化施工进度安排、控制材料用量等，确保项目成本始终处于可控范围。

（二）智能决策支持系统开发

1. 成本敏感性分析算法

蒙特卡洛模拟与神经网络的结合为动态成本风险分析提供了创新方法。蒙特卡洛模拟可通过随机抽样来模拟各种不确定因素对成本的影响，能有效处理复杂的概率分布问题^[7]。神经网络则

具有强大的学习和自适应能力，可从大量数据中挖掘潜在规律。将两者结合，先利用蒙特卡洛模拟生成大量的成本样本数据，这些数据包含了各种可能的成本情况及其对应的风险因素取值。然后，将这些数据输入神经网络进行训练，使神经网络学习到成本与风险因素之间的复杂非线性关系。通过这种方式构建的动态成本风险分析模型，能够更准确地预测成本风险，为成本控制决策提供有力支持。

2. 资源优化配置方案

在数字化环境下，可建立多目标规划模型以实现资源的优化配置。通过该模型，对人工、材料、机械等要素进行智能调度。利用数字化技术收集和分析相关数据，准确把握各要素的需求和供给情况。依据项目的进度、质量等多项目标，合理安排人工的分配，避免人力闲置或不足^[8]。同时，精确计算材料的用量和使用时间，减少浪费和积压。对于机械的调度，根据工程的不同阶段和任务需求，合理调配机械的使用，提高机械的利用率。这种基于多目标规划模型的智能调度方式，能够有效提高资源利用效率，降低成本，提升建筑工程造价的成本控制水平。

四、工程招投标与合同管理数字化转型实践

（一）智能评标系统构建

1. 电子招投标平台设计

电子招投标平台是数字化转型的关键基础设施。在设计上，需考虑多方面因素。应具备强大的安全性能，以保护招投标过程中的各类信息。例如，可借鉴区块链技术对标书进行加密，防止信息泄露^[9]，同时利用其进行身份认证，确保参与方的真实性和合法性。还需建立高效的信息管理系统，能够对招投标项目的各类信息进行准确分类和存储，方便查询和追溯。在流程设计上，要遵循相关法律法规和标准规范，实现招投标流程的自动化和标准化，提高工作效率，减少人为错误。此外，要注重用户体验，界面设计应简洁明了，操作便捷，便于不同用户群体使用。

2. 评标算法优化

开发基于 AHP - 熵权法的多维度智能评标模型，可有效优化评标算法。AHP（层次分析法）能将复杂的评标指标体系分层，确定各指标权重，为评标提供合理的层次结构框架^[10]。熵权法可根据指标数据的离散程度确定权重，能客观反映指标的重要性。将两者结合，既能考虑主观经验，又能兼顾客观数据。通过该模型，对投标文件进行多维度分析，综合评估各投标方案的优劣，避免了单一因素主导评标结果的情况，从而实现评标过程的透明化，提高评标结果的公正性和科学性。

（二）数字化合同管理创新

1. 智能合约技术应用

以太坊智能合约在工程款支付和变更索赔等场景具有独特的自动执行机制。在工程款支付方面，通过预设的规则和条件，智能合约能够自动监测工程进度是否达到支付节点，如完成特定施工阶段或通过质量验收等。一旦条件满足，合约将自动触发支付流程，无需人工干预，提高支付效率和准确性，避免人为拖延或

错误。在变更索赔场景中，智能合约可以依据事先设定的变更规则和索赔条件，自动判断变更的合理性以及索赔金额的计算。当出现符合条件的变更或索赔事件时，合约自动执行相应的处理流程，确保各方权益得到及时、公正的保障，减少争议和纠纷。

2. 合同风险预警系统

在数字化合同管理创新的合同风险预警系统方面，可构建基于自然语言处理的合同条款风险识别与评估模型。利用自然语言处理技术对合同文本进行分析，提取关键条款和信息。通过算法和模型对这些条款进行风险评估，识别潜在风险点。例如，对于付款条款、违约责任条款等关键部分，能够精准判断是否存在不合理或风险较高的表述。该模型可设置不同的风险等级标准，根据评估结果对合同风险进行分类。同时，结合大数据分析，不断优化模型的准确性和可靠性，为企业在合同签订和履行过程中提供有效的风险预警，帮助企业提前采取措施规避风险，保障自身利益。

（三）全过程协同管理机制

1. 多方协同平台架构

在工程招投标与合同管理数字化转型实践中，全过程协同管理机制下的多方协同平台架构至关重要。该架构需以云计算为基础，构建一个涵盖业主、总包、分包等多方的云端协同工作平台。此平台应具备统一的数据标准和接口，以确保各方数据的准确交互与共享。它要集成招投标管理模块，实现招标信息发布、投标文件递交与评审等功能的数字化。同时，合同管理模块也是核心部分，涵盖合同起草、审批、执行跟踪与变更管理等流程的信息化操作。通过建立这样的多方协同平台架构，能够打破信息

孤岛，提高各方沟通效率，实现工程招投标与合同管理的高效协同，推动数字化转型实践的顺利进行。

2. 数据共享标准制定

在工程招投标与合同管理数字化转型实践中，全过程协同管理机制下的数据共享标准制定至关重要。基于 IFC 标准建立造价数据交换接口规范是关键举措。通过统一的标准，明确数据的格式、定义和交互方式。这有助于不同软件系统之间实现无缝对接，使招投标过程中的各类造价数据能够准确、高效地传递和共享。同时，该规范应涵盖工程建设各阶段的相关数据，包括工程量计算、材料价格、费用组成等。这不仅能消除信息孤岛，提高工作效率，还能增强数据的准确性和一致性，为工程招投标与合同管理的数字化转型提供坚实的数据基础。

五、总结

建筑工程造价的数字化转型对成本控制效率有着显著提升效果。通过数字化技术，能更精准地进行造价估算、预算编制以及成本监控，减少人为误差，提高决策的科学性。同时，随着技术发展，智能算法优化成为重要研究方向，其可进一步提升成本分析的准确性和及时性。数据安全防护也不容忽视，大量造价数据的存储与使用需确保安全，防止信息泄露造成损失。此外，行业标准统一是促进数字化转型的关键，只有统一标准，才能实现不同系统间的数据交互和协同工作。未来，数字化技术与传统造价管理将深度融合，形成更高效、精准的成本控制体系，推动建筑行业的可持续发展。

参考文献

- [1] 王冰. 基于全生命周期工程造价的物流成本控制关键思路 [J]. 中国储运, 2022, (04): 141-142.
- [2] 乔春瑶. 数字化转型背景下比亚迪成本控制研究 [D]. 哈尔滨商业大学, 2023.
- [3] 王文英, 杨倩, 王定河. 基于市场化视角的建筑工程项目造价管理研究 [J]. 建筑经济, 2022, 43(S1): 168-171.
- [4] 秦磊. 配电自动化系统建设工程造价成本的控制与管理 [D]. 山东科技大学, 2018.
- [5] 刘永. 上海市工程造价管理改革与发展策略研究 [D]. 同济大学, 2019.
- [6] 叶风. 建筑工程造价与成本的控制 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2013(14).
- [7] 李晶. 房屋建筑工程造价成本控制策略 [J]. 四川建材, 2021, 47(5): 212-213.
- [8] 张亚美, 毛小林. 建筑工程造价动态管理与成本优化控制策略 [J]. 砖瓦, 2023(10): 117-119.
- [9] 赵升. 浅谈建筑工程造价成本控制 [J]. 房地产导刊, 2013(17): 191-191.
- [10] 王俊华. 浅谈建筑工程造价成本控制 [J]. 建筑工程技术与设计, 2014(14): 229-229