

大数据驱动的工程造价动态管控技术与应用研究

施 昊

万载万投建设工程有限公司 江西宜春 336100

摘 要：本文系统研究了大数据驱动的工程造价动态管控技术与应用。研究首先阐述了工程造价大数据的多源异构特性及其采集、处理与分析等关键技术基础，为动态管控提供了技术支持。在此基础上，文章深入探讨了大数据在投资决策阶段的快速估算与预测、招投标阶段的智能清标与报价分析，以及施工阶段的成本实时监控与预警三大核心应用方向，展示了其将造价管理从经验判断转变为数据驱动科学决策的变革性作用。进而，提出了构建一体化数据平台、建立数据驱动的动态管控流程以及培养复合型人才三条具体实现路径。该研究旨在构建一个实时、精准、前瞻的造价管理新模式，通过技术、流程与人才的协同创新，实现对项目成本的全过程、精细化主动控制，从而显著提升投资决策的科学性与项目管理的整体效益。

关键词：大数据；工程造价；动态管控；数据平台

引言

随着信息技术的飞速发展，大数据正深刻改变着各行各业的生态，传统的工程造价管理模式因其信息滞后、依赖人工经验等局限性，已难以适应现代工程项目精细化管理的需求。如何利用大数据技术，实现对工程造价的实时、精准、前瞻性动态管控，已成为行业转型升级的关键课题。因此，深入研究大数据驱动的工程造价动态管控技术、应用方向与实现路径，对于提升投资决策水平、控制项目成本、推动建筑业向数字化、智能化转型具有重要的理论价值与现实意义。

一、大数据驱动的工程造价动态管控技术基础

（一）工程造价大数据的来源与特征

工程造价大数据是构建动态管控体系的基石，其来源广泛、构成复杂，区别于传统数据。它是多源异构的集合体，既包括项目内部结构化数据，如投资估算等；也包含半结构化和非结构化数据，如BIM模型信息、物联网时序数据、项目管理系统文本数据及外部数据等。这些数据构成了其全景图。工程造价大数据有几个核心特征：体量巨大，大型项目全周期数据量可达TB甚至PB级别；类型多样，涵盖多种数据类型；价值密度低但潜在价值高，深度挖掘可发现规律；处理速度快，需快速处理实时数据流以支持决策。传统数据处理方法无法满足需求，需引入新技术架构。

（二）工程造价大数据的采集与处理技术

高效的采集与处理技术是实现工程造价大数据价值

的前提。数据采集技术将分散数据汇聚到统一平台，对结构化数据用数据库接口或ETL工具抽取；对BIM模型数据开发专用解析接口提取信息；对物联网实时数据流用消息队列接入缓冲；对非结构化文本数据用网络爬虫和OCR技术采集。采集的原始数据需处理，处理技术包括清洗、集成与转换。数据清洗处理缺失、异常和重复值；数据集成解决多源数据异构性，建立统一模型关联整合数据；数据转换将数据转为适合分析的格式。整个流程构建在分布式计算框架上，为深度分析奠定数据基础^[1]。

（三）工程造价动态管控的数据分析技术

数据分析技术是实现“动态管控”的关键，超越传统统计分析。包括预测性分析技术，利用历史数据建立模型预判未来成本趋势，如预测材料价格走势和建造成本；关联规则挖掘技术，发现数据间隐藏关联，为施工方案优化提供支持；聚类分析技术，将相似项目或成本项自动分组，为新建项目估算和设定成本基准提供参考；深度学习和强化学习等前沿技术也开始应用，如深度学习可自动精准提取工程量，强化学习可找到成本最低的资源配置方案。这些技术使造价管理从经验判断转变为数据驱动的科学决策，实现成本的动态、精准、前瞻性管控。

二、大数据驱动的工程造价动态管控应用方向

（一）投资决策阶段的快速估算与预测

在投资决策阶段，大数据技术的核心应用方向在于实现从依赖经验指标的粗略匡算向基于数据驱动的快速

估算与科学预测的转变。这一应用的价值在于，它能够在项目信息极不完善的初期，为投资者提供一个相对可靠、动态更新的成本预测框架，从而显著提升投资决策的科学性和风险防范能力。传统投资估算常用单位指标法或类比法，依赖历史项目平均数据，无法反映拟建项目独特性，对动态因素反应迟钝。大数据驱动的快速估算基于海量历史项目数据库，通过机器学习算法建立非线性预测模型。该模型考虑项目基本特征与外部变量，输入关键参数后输出概率分布与不同置信水平下的成本区间，量化不确定性，让决策者了解成本风险范围。此外，预测系统能动态更新，随着项目前期工作深入，新信息实时输入，系统自动修正优化预测结果，形成更精确的成本预测曲线。这种应用将投资估算从静态一次性任务转变为动态持续优化过程，为项目决策提供更可靠数据支撑。

（二）招投标阶段的智能清标与报价分析

招投标阶段是确定工程造价的关键节点，大数据技术的应用方向聚焦于提升清标工作的效率和深度，以及实现投标报价的智能化、多维度分析，从而为业主选择最优承包商和合理确定合同价格提供科学依据。传统清标工作繁琐且依赖人工经验，主要检查报价算术错误、初步识别不平衡报价及对比招标控制价，耗时耗力且难发现深层风险。大数据驱动的智能清标系统，借助自然语言处理技术解析投标文件，用数据清洗与结构化技术构建报价数据库，实现清标高度自动化。系统能在数分钟内完成投标文件的算术错误检查、完整性校验和符合性审查。其核心是深度挖掘不平衡报价，通过聚类分析和异常检测算法，将报价数据与历史数据库比对，识别异常单项报价，结合BIM工程量数据分析对项目总价的潜在影响，如定位不平衡策略并量化对业主资金成本的影响。在报价分析上，大数据构建综合评价模型，整合多维度信息对投标人全面画像和评分，助业主识别高风险、弱实力投标人，避免低价带来的履约风险，使招投标管理转向主动的数据驱动风险识别与决策支持^[2]。

（三）施工阶段的成本实时监控与预警

施工阶段是成本实际发生和动态变化最为剧烈的阶段，大数据技术的应用方向在于构建一个贯穿项目全过程的、实时、精细化的成本监控与智能预警体系，实现从被动的事后核算向主动的事中控制转变。传统施工成本管理以月度报表为基础，信息滞后，发现成本超支时已错过最佳干预时机。大数据驱动的动态管控系统集成BIM、物联网（IoT）、移动应用和项目管理信息系统

（PMIS），打造全要素实时数据采集与分析平台。BIM提供计划工程量基准，物联网传感器采集实时数据，施工人员通过移动终端上报进度等。所有数据汇聚到云端数据湖，与合同预算、成本计划动态匹配比对。系统核心功能是实时成本可视化与多维度分析，管理者可通过驾驶舱界面查看成本执行情况与偏差。其关键在于智能预警与根因分析能力，预设预警阈值，超阈值自动预警并定位关键影响因素。例如能分析出成本超支源于钢筋实际消耗超预算而非采购价上涨，引导管理注意力到相关环节。系统还能基于历史数据和偏差模式推荐纠偏措施，模拟其对成本和工期的影响，辅助决策。该应用将成本控制提升为实时、精准、智能化的过程管控，确保成本受控，减少超支^[3]。

三、大数据驱动的工程造价动态管控实现路径

（一）构建一体化的工程造价数据平台

构建一体化的工程造价数据平台是实现大数据驱动动态管控的物理基础和核心前提。该平台并非传统软件的简单叠加，而是一个遵循统一数据标准、具备强大数据处理能力、能够支撑多源异构数据融合与共享的综合性基础设施。其构建首先要求建立一个统一的数据中台架构。这个架构必须能够打破BIM系统、ERP系统、项目管理软件、物联网平台、财务软件等不同应用系统之间的壁垒，通过标准化的数据接口（如API）和数据交换协议，实现数据的实时汇聚与集成。平台的核心是一个集中的数据仓库或数据湖，用于存储和管理海量的结构化、半结构化和非结构化工程造价数据。在此基础上，必须建立统一的数据模型与标准。这包括定义统一的成本编码体系（如按WBS或CBS分解）、统一的构件分类标准、统一的材料编码和属性描述等。只有当所有数据都遵循同一套“语言”和“语法”时，不同来源的数据才能被有效地关联、比对和分析，例如将BIM模型中的混凝土构件与采购合同中的C30混凝土单价、施工日志中的浇筑量进行精确匹配。平台的技术选型至关重要，它需要依托分布式存储和计算框架（如Hadoop、Spark）来应对海量数据的处理需求，并采用数据可视化技术将复杂的分析结果以直观的图表形式呈现给管理者。此外，平台的安全体系是保障，必须建立严格的数据权限管理、数据加密和备份恢复机制，确保项目核心数据的机密性、完整性和可用性^[4]。

（二）建立基于数据的动态管控流程

构建了数据平台之后，必须对传统的造价管理流程进行再造，建立一套与大数据技术相适应的、基于数据

的动态管控流程。这一流程再造的核心，是将数据分析和模型预测深度嵌入到项目管理的每一个关键节点，使决策从“经验驱动”转变为“数据驱动”。在项目策划与设计阶段，流程的起点是利用数据平台中的历史项目数据和预测模型，进行多方案的成本效益模拟与比选，形成科学的投资目标与成本基准。进入招投标阶段，流程要求利用平台的智能清标功能，对所有投标报价进行自动化、多维度的深度分析，其分析报告直接作为评标决策的核心依据。在施工阶段，动态管控流程体现为一个“监测-分析-预警-决策-反馈”的闭环。数据平台实时采集现场的成本相关数据，并与计划成本进行自动比对分析。一旦系统发出预警，流程要求立即启动由造价工程师、项目经理、技术人员等组成的快速响应小组，该小组必须依据平台提供的根因分析报告和智能建议，在规定时间内制定并执行纠偏措施。所有决策过程和执行结果都必须记录在案，并反馈到数据平台中，形成新的数据资产，用于优化后续的预测模型和管控策略。这种流程的建立，需要配套相应的管理制度，如明确数据上报的及时性与准确性要求、规定预警响应的时限和责任、以及将基于数据的决策效果纳入绩效考核。

（三）培养复合型的工程造价管理人才

技术和流程的革新最终依赖于人的执行，因此，培养既懂工程造价专业知识，又掌握数据科学技能的复合型人才，是实现大数据驱动动态管控的根本保障。传统造价工程师的知识结构主要集中在工程技术、定额计价、合同法规等领域，其工作方式以人工计算和经验判断为主。而大数据时代对造价人才提出了全新的要求。复合型人才首先需要具备扎实的数据素养，这包括理解数据、分析数据和应用数据的能力。他们需要掌握基本的数据分析工具和编程语言（如Python、SQL），能够运用统计学原理和机器学习算法对造价数据进行探索性分析和建模。其次，他们需要深刻理解业务逻辑，能够将造价管理的具体问题（如成本超支、风险识别）转化为可分析的数据问题，并能够解读数据分析结果背后的业务含义，提出有价值的管理建议。例如，当模型预测出某项材料价格存在上涨风险时，人才需要能够结合项目进度计划和合同条款，制定出具体的采购策略调整方案。培养这

类人才，需要行业、企业和高校共同努力。企业应建立系统的在职培训体系，通过引入外部专家、内部案例分享、项目实战等方式，提升现有造价人员的数据分析能力。同时，在招聘中应注重吸纳具有数据科学、计算机等背景的跨界人才。高校则应调整工程造价专业的课程设置，增设数据科学、BIM技术、智能建造等相关课程，推动产教融合，培养适应未来行业发展需求的新一代造价工程师。只有拥有一支高素质的复合型人才队伍，才能将先进的数据平台和科学的管控流程真正转化为现实的生产力，确保大数据驱动的工程造价动态管控模式在实践中落地生根并发挥其最大效能^[5]。

结语

在数字化浪潮下，大数据驱动的工程造价动态管控技术与应用给工程造价管理带来变革。它解决了传统造价管理信息滞后、依赖人工经验等问题，通过构建数据平台、实施动态管控流程和培养复合型人才，实现项目成本全方位、实时精准管控。这提升了造价管理效率与准确性，为项目决策提供数据支撑，助管理者洞察成本风险、科学决策。同时，该模式促进造价管理与其他项目管理融合，招投标阶段助业主选承包商、定合同价，施工阶段确保成本受控。未来，随大数据技术发展和人才队伍壮大，此模式将发挥更大潜能，推动行业转型升级，为建筑产业环境作贡献。

参考文献

- [1] 苏宜州.特高压直流输电工程造价动态管控关键技术策略初探[J].安防科技, 2020, 000(009): P.90-90.
- [2] 李珊珊, 吕瑞婷, 宋姍.建筑工程造价的动态管控及相关措施分析[J].湖北农机化, 2020.DOI: CNKI: SUN: HBJH.0.2020-01-025.
- [3] 邓春娟, 杨震, 李亚杰, 等.污染源排放数据质量影响因素分析及对策[J].四川环境, 2022, 41(3): 162-168.
- [4] 黄夷, 刘国武.运用大数据破解思想政治教育难题[J].基层政治工作研究, 2020(1): 2.
- [5] 裴刚.基于电信大数据建设政务大数据平台研究[J].江苏通信, 2021, 37(4): 83-87.