

基于大数据技术的建筑工程造价全生命周期管理实践

文 | 高亚平

传统造价管理模式依赖人工经验与静态滞后数据，导致项目造价偏差较大，结算、核价周期长达数月，严重影响了项目投资效益与企业市场竞争力。大数据技术凭借海量性、多样性、高速性、价值性的核心特征，为建筑工程造价管理的转型升级提供了重要契机。

大数据技术在建筑工程造价全生命周期管理中的应用价值

大数据技术通过多源数据整合、动态智能分析、全流程数据追溯，实现造价管理从经验驱动向数据驱动的转型。通过构建统一的造价大数据资源库，整合历史项目数据、市场价格数据及定额标准数据，为各阶段造价测算提供客观基准。通过物联网设备采集施工过程实时数据，结合流式计算技术监测成本波动，实现造价的动态调整与过程管控。此外，运用机器学习算法构建造价预测模型，预判材料价格、工程量变化趋势，提前识别超支风险，实现事前预警。

基于大数据的建筑工程造价全生命周期管理体系构建

本文构建的造价全生命周期管理体系以大数据资源库为基础，整合数据挖掘、机器学习、知识图谱、BIM 技术等，实现从投资决策到竣工结算的全流程智能化管控。体系整体架构如图 1 所示。

核心数据体系构建与处理流程

造价大数据的有效应用依赖规范的数据采集、清洗、标准化流程，构建覆盖全生命周期的高质量数据体系是管理体系的基础。采用主动采集、被动接入相结合的模式，实现全维度数据归集。通过物联网设备采集施工现场材料进场量、

人工工时、机械台班、工程量等实时数据；整合政府造价信息网指导价、公共资源交易平台中标数据、企业历史项目结算资料、设计图纸 BIM 数据等多源数据。针对归集数据的冗余、异常、异构问题，采用标准化处理流程。通过异常值检测算法剔除材料价格中的极端数据，通过数据匹配技术关联市场报价与历史成交价，校准数据偏差。依据《建设工程工程量清单计价标准》（GB/T50500-2024）建立统一数据标准，对工程量、材料规格、造价指标进行规范化编码，实现不同阶段、不同项目数据的互联互通。同时构建造价数据全生命周期追溯机制，记录所有数据的来源、采集时间、操作人员，确保数据可查、可追溯。

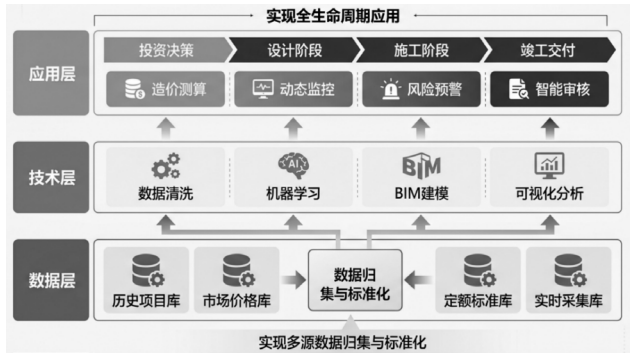
各阶段大数据核心应用技术与方法

1. 投资决策阶段：基于时间序列分析的投资估算精准预判

投资决策阶段的造价管控核心是精准估算项目总投资，为投资决策提供数据支撑。本阶段采用时间序列分析模型与多因素敏感性分析，整合历史项目数据与动态市场数据，实现投资估算的科学化。从大数据资源库中提取同类工程的单位面积造价、主材占比、人工成本系数等核心造价指标，结合项目所在地的区域地质、人工材料价格进行基础估算。同时引入时间序列分析模型，预判项目建设周期内钢材、水泥等主材的价格波动趋势，调整估算结果。在此基础上开展政策调整、环保要求、工期变化等多因素敏感性分析，量化各变量对造价的影响，生成投资估算风险报告。

2. 设计阶段：基于知识图谱的造价优化与方案比选

设计阶段是造价控制的关键节点，本阶段通过构建造价设计知识图谱，关联设计参数与造价数据，实现源头成本优化。通过将设计图纸中的结构形式、材料选型、构件尺寸等作为实体，以造价关联关系、因果关系为边，构建结构化知识网络。利用大数据开展多设计方案比选，将不同设计参数对应的造价数据、施工难度、后期维护成本进行综合分析，自动生成成本最优方案建议。随后借助知识图谱与 AI 图像



来源：浙江国华工程管理有限公司

图1 基于大数据的建筑工程造价全生命周期管理体系架构

识别技术，比对历史设计问题数据与当前图纸，提前识别错漏碰缺等可能导致成本增加的设计缺陷，减少后期返工损失。

3. 施工阶段：基于机器学习的动态管控与风险预警

施工阶段造价管控的核心是应对动态变化。本阶段构建随机森林算法造价预测模型及实时风险预警机制，实现成本的动态监控与超支风险的提前干预。模型核心参数与预警阈值如表 1 所示。

表 1 施工阶段造价预测模型核心参数与风险预警阈值

核心特征参数	数据类型	权重占比	预警阈值	预警等级	处置措施
材料价格波动幅度	连续型	35%	单月波动 $\geq 8\%$	一级	启动材料集采调价机制
工程量偏差率	连续型	30%	实际 vs 计划 $\geq 10\%$	一级	复核施工图纸与现场工程量
工程变更频次	离散型	20%	月均变更 ≥ 5 次	二级	加强变更签证审核与成本核算
分包商履约偏差率	连续型	15%	进度滞后 $\geq 15\%$	二级	约谈分包商，制定整改计划

来源：浙江国华工程管理有限公司

模型选取 10 万条历史施工数据为样本，通过五折交叉验证优化参数，有效识别成本异常。同时，通过物联网设备实时采集施工数据，当数据超出预警阈值时，系统通过 APP、平台弹窗向管理人员推送预警信息，实现事前干预。此外，构建动态造价管控平台，整合 BIM 模型、GIS 地图、现场视频监控数据，实现工程量核算、进度款支付、材料成本管控的自动化处理，将传统人工核价时间从数月缩短至 1 ~ 3 个工作日。

4. 竣工结算阶段：基于 AI 和区块链的智能审核与数据追溯

竣工结算阶段的核心是提升审核效率、减少结算争议，本阶段融合 AI 智能审价与区块链数据存证技术，实现结算资料的自动化审核与全流程追溯。通过构建数字化结算资料库，将施工过程中的验收记录、变更签证、材料凭证、隐蔽工程影像等数据实时上传云端，通过区块链技术实现数据不可篡改，为结算审核提供完整、真实的依据。同时引入 AI 智能审价工具，通过 OCR 识别与规则引擎自动比对合同条款、定额标准与结算资料，快速核算工程量、综合单价，实现结算审核的自动化。在此基础上建立结算偏差分析模型，将结算数据与预算数据、历史项目数据进行比对，挖掘造价偏差成因，为后续项目造价标准优化提供数据支撑。

大数据造价管理体系的实践验证

项目应用背景

以某大型市政地铁项目为例，该项目为城市轨道交通骨干线路，建设周期为 5 年，涉及 18 个施工标段、20 余家

参建单位。传统造价管理模式下存在数据分散、材料价格波动应对滞后、结算争议较多等问题。项目初期引入大数据造价管理体系，实现了全流程的智能化管控。

体系应用实施步骤

通过整合该市过去 10 年 500 余个市政项目的历史造价数据，接入政府造价信息网、钢材期货市场等实时数据，构建项目专属大数据资源库，完成数据标准化编码。在投资决策阶段采用时间序列分析模型优化投资估算，设计阶段通过知识图谱完成 3 套设计方案的比选优化，施工阶段部署物联网采集设备实现实时成本监控，结算阶段应用 AI 智能审价与区块链存证。同时，搭建项目统一的大数据造价管控平台，实现设计、施工、造价咨询、建设单位的多方协同，所有造价数据、变更签证、进度款支付均通过平台线上流转。

应用效果分析

通过该体系的全流程应用，项目造价管理效率与精准度显著提升，核心应用效果如表 2 所示，实现了“降本、增效、控风险”的管理目标。

表 2 某市政地铁项目大数据造价管理体系应用核心效果

评价指标	传统管理模式	大数据管理模式	提升 / 优化效果
项目整体造价偏差率	12.5%	3.8%	偏差率降低 70%
设计阶段成本优化率	-	8.2%	源头成本降低 8.2%
施工阶段核价平均时间	25 个工作日	2 个工作日	核价效率提升 92%
竣工结算审核平均时间	3 个月	15 个工作日	审核效率提升 83%
结算争议发生率	35%	5%	争议发生率降低 85.7%
项目实际建设周期	计划 5 年	实际 4.8 年	提前 2 个月完工

来源：浙江国华工程管理有限公司

结束语

本文构建了基于大数据的建筑工程造价全生命周期管理体系，通过搭建数据层、技术层、应用层三级架构，整合数据挖掘、机器学习、知识图谱、区块链等技术，实现了投资决策、设计、施工、竣工结算四大阶段的造价精准测算、动态管控及风险预警。通过某大型市政地铁项目的实践验证，该体系可显著降低项目造价偏差率，提升造价管理效率，减少结算争议，实现了造价管理从经验驱动向数据驱动的转型。

作者简介：高亚平 浙江国华工程管理有限公司