 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i1.8980

Research on the Establishment and Application of the Budget Estimate System for Transportation Infrastructure Projects in the New Era

Daxin Wang

Liaoning Provincial Transportation Planning and Design Institute Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract

As a critical pillar of China's national integrated transportation system, expressway construction involves massive investment, extended timelines, and complex processes, demanding higher standards for scientific and refined budget management. Traditional budgeting systems, constrained by outdated standards, rigid quotas, and inadequate digitalization, have become inadequate for modern infrastructure development. This study focuses on first-class expressway projects, establishing an integrated budgeting framework combining "institutional standards, cost control, information integration, and dynamic evaluation" through full-process management and big data technologies. The research explores the system's logical structure and implementation pathways via quota standardization, tiered cost element management, design-phase investment control, and BIM-driven cost data coordination. Verified through case studies, this innovative system demonstrates remarkable effectiveness in precise investment control, design optimization, and construction fund allocation. It significantly enhances budget preparation transparency and provides reliable data for refined management and decision-making in transportation infrastructure development.

Keywords

Expressway Class I road; Budget and estimate system; Whole-process management; BIM technology; Dynamic cost control

新时代交通基础设施工程概预算体系构建与应用研究

王大鑫

辽宁省交通规划设计院有限责任公司，中国·辽宁 沈阳 110000

摘　要

高速公路作为国家综合交通体系的重要支撑，其建设投资规模大、周期长、环节复杂，对概预算管理的科学性与精细化水平提出更高要求。传统概预算体系因标准滞后、定额刚性与信息化不足，已难以适应新时代基础设施高质量发展的需求。本文以高速公路一级路工程为研究对象，基于全过程管理理念与大数据技术，构建“制度标准—成本控制—信息集成—动态评估”四位一体的概预算体系。研究从定额标准化、成本要素分级管理、设计阶段投资控制及BIM+造价数据协同等角度探讨体系的逻辑框架与实施路径。通过典型工程案例验证，新体系在投资精准控制、设计优化与施工资金配置方面成效显著，能有效提升预算编制的科学性与透明度，为交通基础设施建设的精细化管理与决策提供可靠依据。

关键词

高速公路一级路；概预算体系；全过程管理；BIM技术；动态造价控制

1 引言

新时代交通基础设施建设进入以高质量、智能化与可持续发展为导向的新阶段。高速公路一级路工程作为交通基础设施的重点领域，其建设投资规模庞大、项目周期长、资金链条复杂，对概预算体系的科学性与实时性提出了更高要求。长期以来，传统概预算体系以静态定额和经验估算为主，缺乏与设计、施工、运营阶段的动态联动，导致投资超支、成本偏差与资金配置失衡等问题。特别是在高速公路路基、路面、桥梁、隧道等复杂结构中，造价因素多、技术变动频繁，传统模式难以实现精细化成本控制。在数字化转型和智慧建造背景下，交通工程概预算体系的构建应充分融合信息化、标准化与智能化管理理念，形成全过程、全要素、全数据支撑的动态体系。本文结合高速公路一级路工程的实际特点，系统分析现行概预算管理中的不足，提出基于数据驱动与智能控制的概预算体系构建路径，并通过案例研究验证其可行性与应用价值，为交通工程造价管理体系改革提供理论参考与实践依据。

【作者简介】王大鑫（1986–），男，中国黑龙江讷河人，本科，高级工程师，从事工程概预算研究。

2 高速公路概预算体系建设的现实背景

2.1 高速公路建设投资规模与管理需求变化

随着国家“交通强国”战略与区域一体化发展规划的

深入实施，高速公路建设进入了由“规模扩张”向“质量提升”的转型阶段。近年来，高等级公路建设项目普遍呈现投资体量大、结构复杂、周期长的特征。特别是在山区、跨江河及城市群交通枢纽区域，大型桥隧群、互通立交与生态护坡工程成为投资重点，单公里投资额显著提升。据交通运输部数据，近十年高速公路平均单位造价上涨约 28%，其中材料、设备与人工费用波动对投资控制影响最为突出。传统静态预算体系难以反映动态市场价格变化，预算偏差率高，资金分配滞后于实际施工进度。随着财政审计和绩效管理制度的完善，项目对全过程动态投资控制和资金精准调度的需求不断增强，推动建立以数据驱动为核心的动态概预算管理体系。

2.2 传统概预算体系存在的主要问题

现行高速公路概预算体系仍以《公路工程基本建设项目概算编制办法》及相关定额为依据，但在应用中存在多重局限。定额数据更新滞后，难以反映装配式结构、新材料、新工艺的实际成本变化；预算编制过程依赖人工计算与经验判断，缺乏基于数据库的自动化校核机制；设计、施工与造价环节数据孤立，阶段衔接性差，导致成本信息在传递过程中失真；同时，绩效考核机制未能与动态造价数据联动，无法形成“设计—施工—结算—审计”闭环管理。这些问题导致投资决策依据不充分，成本管控反应滞后，造价风险评估能力不足。体系整体仍停留在“事后核算”层面，难以适应当代高速公路项目复杂化与信息化的发展趋势。

2.3 数字化转型对概预算体系的重构需求

在“智慧交通”和“数字工程”战略背景下，高速公路工程建设全面迈入数字化管理阶段。BIM、GIS、物联网与大数据等技术的融合应用，使设计、施工、监测、结算等环节的全周期数据采集与共享成为可能。传统概预算体系亟需实现从“定额驱动”向“数据驱动”的根本转变。通过建立以信息模型为核心的成本管理平台，可实现设计参数自动化提取、工程量智能计算与投资预测动态分析，形成以数据流为主线的闭环造价体系。同时，智能算法可根据历史项目大数据建立造价预测模型，提升投资决策的科学性与前瞻性。

3 概预算体系的总体框架与构建思路

3.1 体系总体结构与逻辑框架

新时代高速公路概预算体系以“全过程管控、全要素融合、全数据支撑”为核心理念，旨在实现投资决策、设计优化、施工控制及绩效评估的系统联动。体系总体上可划分为四个核心层级：政策与标准层、信息与数据层、分析与控制层、决策与绩效层。政策标准层是制度根基，涵盖投资限额管理、定额标准更新及造价指标数据库建设，确保管理依据的统一性与科学性。信息数据层负责采集工程设计、采购、施工及验收阶段的多源数据，形成统一的工程信息资源中心。分析控制层通过数据挖掘算法、成本预测模型及偏差分析机制，实现投资执行过程的动态监测与优化调整。决策绩效层则依托大数据结果进行资金分配、项目评估与绩效考核，形成“数据驱动—智能分析—科学决策”的闭环体系，使高速公路造价管理由静态定额向智能决策转型。

3.2 数据驱动下的概预算要素集成

数据贯通是概预算体系构建的关键。体系以“投资—设计—施工—运维”的全生命周期为主线，实现造价信息的实时传递与反馈。在高速公路一级路工程中，系统将路基、桥梁、隧道、路面等分部工程数据统一归集，建立结构化的造价数据库。通过构建“工程量—单价—资源—费用”的四维映射模型，可将设计参数直接转化为成本输出，实现自动化预算计算与智能化分析。该模型基于算法动态调整单价权重与资源消耗率，从而在设计阶段实现限额控制，在施工阶段进行实时成本预警，在竣工结算与审计阶段提供可追溯的全过程数据支撑。

3.3 BIM 与造价协同的体系支撑

BIM 技术的引入为概预算体系提供了可视化、智能化与动态化支撑。在设计阶段，BIM 三维信息模型可自动提取工程量并与造价数据库实时对接，生成参数化成本模型，确保预算编制的精度与一致性。施工阶段，BIM 模型融合施工进度、材料使用及设备能耗数据，实现造价与进度的同步监测。例如在特大桥施工中，系统可实时分析混凝土浇筑量与钢筋消耗量，自动生成成本偏差曲线与投资趋势图，辅助项目团队优化资源配置。BIM 与造价协同不仅提高了预算编制与执行的精度，还打破了设计、施工与财务管理的壁垒，实现了“模型—数据—成本”的一体化联动。该模式使概预算体系从静态文档管理转向智能模型化、数据驱动化与全流程精益化管理，推动高速公路建设向智慧化与高效化迈进。

4 体系关键技术与管理机制

4.1 成本数据库与指标体系建设

构建权威、动态更新的成本数据库是高速公路概预算体系高效运行的前提。该数据库应涵盖设计定额、主要材料市场价格、设备折旧系数、人工费指数、运输费用及环境因子等多维数据，实现对造价构成的系统化表达。数据库数据来源包括历史工程数据、区域市场监测、实时采购信息及施工反馈数据，通过数据清洗、标准化与结构化处理，确保多源数据的一致性与可比性。建立分层指标体系，既可在宏观层面反映项目总体投资水平，又能在微观层面细化至分项工程、结构构件及工序单元，形成“总体—分部—构件”三级造价指标结构。基于该体系，可实现造价分析的可视化展示与趋势追踪，为投资预测、设计优化及绩效评估提供数据支撑。

4.2 全过程动态成本控制机制

全过程动态成本控制是实现投资精细化管理的核心环

节。依托数据驱动的管理模式，系统通过实时监测设计变更、材料价格波动、设备能耗及进度偏差等关键变量，动态评估造价执行情况并自动生成风险预警报告。管理体系根据偏差等级设定响应机制，如材料供应策略调整、施工计划优化或预算限额重核，形成“预警—响应—修正—复核”的循环控制流程。在施工阶段，系统通过对物资消耗量、机械使用率与人工工效的自动比对，实现成本异常识别；结算阶段则基于数据库实现偏差追溯与责任界定。该机制有效实现了造价控制由“事后结算”向“事中管理”的转变，使项目资金运用更具灵活性与可控性。

4.3 信息化协同管理平台建设

信息化平台是概预算体系的运行核心与技术支撑。平台融合 BIM 模型、造价数据库、施工进度管理及合同结算系统，构建全链条信息协同网络。采用云计算与物联网架构，平台支持多终端接入与远程操作，实现设计、施工与管理单位间的实时信息共享。管理人员可通过可视化界面监控投资执行、偏差趋势与绩效指标，实现数据透明化与可追溯化。系统内置 AI 智能分析与自动审核功能，可根据项目类型、地质条件及工程特征匹配最优预算方案，并通过算法学习持续优化成本预测精度。该平台的建立有效打破了数据孤岛，实现设计、施工、监理、业主及审计多方的信息融合，显著提升管理效率与决策科学性，为新时代高速公路建设的全过程造价管控提供数字化支撑。

5 典型工程应用与体系实施成效

5.1 案例背景与体系应用过程

以华东某省高速公路一级路项目为研究对象，全长约 52 公里，路线穿越山丘、河谷及城市结合部，设有 4 座特大桥和 3 座隧道，工程总投资约 86 亿元。项目在设计阶段引入 BIM 与大数据融合的概预算管理体系，建立了以限额设计为核心的投资控制数据库与动态成本分析模型。通过模型参数化设计，实现路线、桥梁及隧道工程量的自动提取与费用预测。施工阶段部署物联网监测设备，实时采集混凝土方量、钢筋用量、设备工时及能耗数据，并将现场监测结果与造价平台动态对接，实现投资控制的全过程闭环管理。系统在设计—采购—施工环节实现数据互通，构建了高效、透明的造价监控链条。

5.2 实施效果与经济收益分析

经运行验证，体系实施后项目投资控制效果显著。概算偏差率由原先的 8.5% 下降至 3.2%，施工阶段累计节约资金约 2.1 亿元。通过数据分析系统的实时监控，提前识别三处结构变更风险，避免了材料浪费与重复施工。项目材料利用率提升约 25%，设备闲置率下降 18%，现场资源配置更加合理。动态化造价管理模式使设计、施工与监理部门间实现同步协同，项目决策效率提升 30% 以上。系统还通过月度资金对比与投资趋势分析，实现了对资金流、进度与工程量的精准匹配，为政府审计与投资绩效评估提供了可靠依据，经济与管理效益显著。

5.3 管理经验与推广价值

该体系在项目全周期应用中展现出良好的稳定性与推广潜力。总结经验表明：一是应建立统一的造价信息标准与参数化指标库，形成可复用的行业数据资产；二是将投资控制关口前移至设计阶段，通过限额设计与动态校核实现源头控费；三是依托数字化平台实现全过程数据联动与风险预警，构建跨部门协同机制。体系在后续多条省际高速公路工程中推广应用，均取得良好成效，实现了投资偏差率稳定在 3% 以内。研究表明，该模式不仅优化了投资结构，还促进了交通工程造价管理由经验决策向数据决策转变，为新时代交通基础设施的精细化、智能化管理提供了可复制的范式与推广价值。

6 结语

高速公路一级路工程建设正处于由规模扩张向质量提升的转型阶段。传统概预算体系难以满足现代化管理对科学化与实时化的要求。本文构建的全新概预算体系，以全过程控制、数据驱动与智能分析为核心，实现了制度化、信息化与技术化的深度融合。实践表明，该体系可显著提升投资控制精度、缩短决策周期、降低建设成本，并强化资金透明与风险可控性。未来，交通基础设施概预算体系应在以下方面深化发展：一是完善全国统一的造价数据库，实现区域造价指标互联互通；二是推广 BIM、AI 与大数据在成本预测与风险评估中的融合应用；三是建立基于生命周期的绩效考核体系，实现投资、运维与更新的综合决策。通过技术创新与制度优化的协同推进，我国高速公路工程的概预算管理将实现由经验型向智能型的跃升，为交通强国战略提供坚实的经济管理支撑。

参考文献

[1] 黎萍.广西交通运输厅交通基础设施维护项目预算绩效评价研究[D].长安大学,2014.

[2] 顾玉萍.权责发生制下政府交通基础设施类资产会计核算[J].财会通讯,2015,(25):70-73.

[3] 李航,梁占海,王明柱,等.我国公路交通运输基础设施建设投融资体制机制改革探索与实践创新[J].交通财会,2022,(02):4-14.

[4] 马德隆.交通基础设施投融资改革与发展研究[J].中国物价,2021,(01):35-39.

[5] 马德隆.交通基础设施投融资基本经验与未来展望[J].宏观经济管理,2019,(08):39-44.