

铁路工程造价影响因素分析及控制措施

戴瑜泽

国能新朔铁路有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 010300

摘 要：铁路工程投资规模大、建设周期长、涉及专业多，造价控制贯穿项目全生命周期。本文系统分析铁路工程造价的影响因素，从决策、设计、招投标、施工和外部环境五个维度系统识别各类影响因素，运用层次分析法对各因素的权重进行量化排序，揭示核心关键诱因及其多因素耦合作用机理。在此基础上，从投资决策、勘察设计、招投标、施工和外部不确定性五个层面构建全链条针对性造价控制措施体系，实现从“因素识别—权重量化—机理分析—措施应对”的闭环管控，为铁路建设项目投资控制和造价精细化管理提供参考。

关键词：铁路工程；造价影响因素；权重量化；全周期管控；投资优化

引言：铁路建设持续保持大规模投入态势，造价管理的精细化水平直接关系到铁路建设投资效益。影响铁路工程造价的因素复杂多样，涵盖工程技术与建设条件、市场环境 with 政策变化、组织管理与决策水平等多个层面，且各因素之间存在非线性耦合关系，导致造价波动幅度加大。识别影响造价的关键因素并量化其影响程度，是实现精准管控的前提。本文通过构建系统化的影响因素识别框架和权重量化模型，揭示各因素的作用路径和耦合机理，并提出针对性的全链条控制措施，以期为铁路工程造价管理实践提供方法支撑。

1 铁路工程造价管理基础概述

1.1 铁路工程造价的核心构成与典型特征

铁路工程造价是项目立项至竣工交付全过程发生的全部建设费用，由建筑安装工程费、设备购置费、工程建设其他费用和预备费等构成。其典型特征：一是投资规模巨大，干线铁路投资动辄数百亿元；二是建设周期长，通常历时三至五年，市场波动与政策调整影响贯穿始终；三是专业接口复杂，涵盖数十个专业，各专业计价规则存在差异，造价编制与汇总难度大；四是外部依赖性强，征地拆迁、地质条件等因素具有高度不确定性，增加了造价管控的复杂性与风险性。

1.2 铁路工程全生命周期造价的阶段划分

铁路工程造价的形成贯穿项目全生命周期，划分为决策、设计、招投标、施工和竣工结算五个阶段。决策阶段通过投资估算确定投资控制上限，是造价管控的首要关口。设计阶段形成设计概算和施工图预算，初步设计概算是投资控制的法定最高限额，施工图预算是工程结算和招标控制价的基准。招投标阶段

通过合同价将造价目标法律化。施工阶段通过计量支付和变更管理实现动态控制。竣工结算阶段完成费用核定与闭环确认。各阶段造价逐级深化、相互约束，形成逐级传导的管控链条^[1]。

1.3 国内铁路工程造价管控的现行标准体系与管理框架

国内铁路工程造价管控已形成较为完整的标准体系和管理框架。标准规范层面，以国铁集团发布的铁路工程定额体系和编制办法为核心，涵盖概算编制办法、预算编制办法及各专业定额，统一了全行业造价编制依据和计价规则。管理组织层面，实行建设单位负总责、设计单位编制、咨询单位审核、国铁集团审批的分级管理机制。制度设计层面，建立了设计概算审批、变更设计审批、招标控制价审核等关键制度节点。但实施层面仍存在“重编制轻分析、重审批轻跟踪、重事后轻事前”的倾向。

2 铁路工程造价多维度影响因素系统识别

2.1 决策层面影响因素

决策阶段是造价控制的源头，建设标准、技术方案和规模定位对后续造价具有决定性影响。建设标准是首要因素，铁路等级、速度目标值等核心标准直接决定工程数量规模和技术难度。线路走向方案同样关键，不同方案在地质条件、桥隧比例、征地拆迁量等方面差异显著，直接影响数十亿元级造价变动。前期论证深度不足，如替代方案比选不充分、估算编制粗放，将直接导致后续阶段造价偏差，具有“源头锁定”效应。

2.2 设计层面影响因素

设计阶段对工程造价的影响程度高达 70% ~ 90%，是造价控制最具杠杆效应的阶段。线路平纵断面技术标准直接影响土石方工程量、桥隧规模和运行能耗。地质勘察精度不足是最常见的问题，隐蔽地质条件暴露后往往引发重大设计变更，造成造价大幅增加。设计方案比选若不充分，可能选择造价偏高而功能增益有限的方案。设计人员造价意识强弱、设计周期是否被不合理压缩，也直接影响概预算准确性和设计方案的经济合理性。

2.3 招投标层面影响因素

招投标阶段是造价从估算转变为合同约束的关键环节，招标控制价编制若脱离市场价格实际，可能导致中标价偏离合理区间。合同计价方式选择不当将导致结算争议和造价失控。不平衡报价是常见风险，投标人利用清单缺漏项或变更计价条款模糊性，在实施阶段通过变更实现额外收益^[2]。评标办法的导向性同样影响造价控制，过度强调最低价中标可能诱发索赔和偷工减料，技术标权重设计不当则可能弱化价格竞争。

2.4 施工层面影响因素

施工阶段是造价偏差的实际发生期和集中暴露期，设计变更是造价增加的首要诱因，既包括地质条件变化，也包括功能调整或标准提升。工程计量不规范、变更签证审批不严等问题可能导致费用虚增。施工组织方案不合理可能产生大额赶工费用或二次倒运费用。材料设备价格波动在长工期项目中尤为显著，尤其是钢材、水泥等大宗材料。质量安全事故返工处理、工期延误带来的赔偿和资源闲置，均会显著推高实际造价。

2.5 外部环境层面影响因素

外部环境因素对铁路工程造价的影响往往具有不可控性和突发性，宏观政策调整是最具冲击力的外部因素，铁路建设标准提升、环保排放要求升级、征地拆迁补偿标准调整等，均会在项目实施过程中直接增加费用。材料设备市场价格波动受国内外经济形势、供需关系和地缘政治等多重因素影响，难以在前期精准预判。征地拆迁与地方协调难度随社会经济发展持续上升，沿线地方诉求多样化使征拆费用成为造价超概算的高发领域。极端天气和地质灾害（洪水、地震、滑坡等）及疫情防控等公共卫生事件，均可能导致工期延误和费用追加。外部环境的高度不确定性，要求造价管控中建立有效的风险预警和弹性应对机制。

3 影响因素权重量化与关键诱因深度分析

3.1 基于层次分析法的因素权重计算模型构建

层次分析法（AHP）适用于铁路工程造价影响因素的权重量化分析，其核心是将定性判断转化为定量权重。模型构建分四步：首先建立递阶层次结构模型，将造价控制总目标置于顶层，决策、设计、招投标、施工和外部环境五个维度归为准则层，各维度下具体因素构成指标层。其次构造两两比较判断矩阵，邀请专家按九级标度法对各因素相对重要性进行量化评分。再次进行层次单排序及一致性检验，计算各判断矩阵最大特征值对应的特征向量并归一化，同时计算一致性比率 CR 值，当 $CR < 0.1$ 时认为一致性可接受。最后进行层次总排序，将各层级权重逐层加权合成，得到各底层因素对造价控制总目标的综合权重值，完成影响程度的量化排序。

3.2 核心关键影响因素排序与特征分析

根据权重计算结果，影响因素可分为高权重关键因素、中权重重要因素和低权重一般因素三个层级。从实践经验判断，地质勘察精度不足、设计方案比选不充分和征地拆迁费用失控三类因素通常位居权重排序前列，具有“牵一发而动全身”的特征。地质勘察问题权重最高，在于其不确定性最大、后果最为严重——一个未探明的溶洞或软弱层可能引发桥梁或隧道方案的颠覆性变更。方案比选权重高在于决策的不可逆性，选线方案一旦确定便难以在后续阶段调整^[3]。征地拆迁权重高源于其受地方政策和市场环境双重影响，波动幅度大且协调成本持续上升。三类关键因素具有强耦合性，管控中应作为优先干预对象。

3.3 多因素耦合作用机理分析

铁路工程造价影响因素之间并非孤立作用，而是通过多种路径形成复杂的非线性耦合关系。正向叠加型耦合表现为多因素协同放大造价偏差，如地质勘察精度不足引发设计变更，变更导致施工工期延长和材料价格上涨，最终使造价偏差呈倍数放大。传导链式耦合表现为某一初始诱因沿因果关系链逐级传递，前期决策阶段速度目标值确定后，连锁影响设计标准选取、工程规模确定、施工难度评估及运营维护成本，这种“决策-设计-施工”链式传导在造价失控案例中最为常见。权衡制约型耦合表现为多目标间矛盾制衡，如提升技术标准增加工程投资但能降低运营维护费用，缩短工期减少管理费用但需增加赶工投入。理解各类耦合机理是实现精准造价控制的理论基础。

4 全链条针对性造价控制措施体系构建

4.1 投资决策阶段源头管控措施

决策阶段造价控制应立足“源头锁定、标准选

优”。建设标准确定方面,充分论证速度目标值、牵引方式等核心标准的经济合理性,确保与运输需求、经济承受能力和路网功能定位相匹配。方案比选方面,开展多方案同深度技术经济比较,将全生命周期成本纳入评价指标体系,避免仅以初期投资最低为决策依据。投资估算编制方面,充分调研类似工程造价指标和市场价格水平,合理计列征地拆迁、材料涨价等费用,设置充足不可预见费,为后续造价控制预留合理裕度。决策流程方面,完善专家评审和第三方咨询制度,对重大项目估算编制质量进行独立审核,从源头避免估算偏低造成的后续突破。

4.2 勘察设计阶段核心管控措施

设计阶段造价控制应聚焦“限额分解、精准勘察”。限额设计推行方面,将批准的设计概算按专业和单位工程逐级分解,形成各专业限额设计指标并纳入设计合同考核条款,对超限额方案实行一票否决。勘察质量管控方面,强化勘察大纲编制与审查,确保勘探点布置密度和深度满足设计要求,实行外业验收和成果评审制度,从源头减少因地质条件不明引发的设计变更。方案优化方面,推广应用BIM技术辅助设计方案比选和工程量自动统计,对节能坡设置、曲线半径选择等关键参数进行多方案造价对比分析,优先选择经济合理方案。概算编制质量方面,建立编制、复核、审核三级责任制度,确保定额选用准确、费用计列完整、工程量计算无误^[4]。

4.3 招投标阶段风险前置防控措施

招投标阶段造价控制应突出“风险预判、合同约束”。充分调研市场价格水平,合理确定各清单子目综合单价,既反映市场行情又留有竞争空间,避免控制价过高导致投资浪费或过低引发索赔风险。明确约定价差调整机制、变更计价原则和索赔处理程序,针对价格波动大、工期长的项目设置合理的价格调整机制以减少合同争议。评标阶段对各投标人综合单价进行横向对比分析,识别异常高或低报价项目,通过澄清和扣分机制处置。合理设定技术标与商务标权重比例,引导投标人兼顾方案合理性与报价竞争性。

4.4 施工阶段动态管控措施

施工阶段造价控制应着力“动态监控、变更严管”。工程计量与支付方面,建立月度计量台账和造价动态跟踪系统,将实际完成投资额与概算分项对比分析,对偏差超阈值项目及时预警并查明原因。变更设计管控方面,严格执行“先批后干”原则,对每份

变更设计进行原因分析和责任界定,属于勘察设计质量原因的追究相关单位责任,严禁将变更设计作为突破概算的渠道。材料设备价格管理方面,建立价格信息采集和动态调整机制,按合同约定及时办理价差调整。索赔管理方面,加强工期和费用双控,及时核实处理承包方索赔事项,重视业主方反索赔权利行使。竣工结算方面,做好变更费用清理和工程量最终核实,确保结算金额真实完整。

4.5 外部不确定性因素的对冲管控措施

外部不确定性因素对冲应遵循“弹性预留、动态响应”原则。预备费管理方面,根据项目风险特征合理确定基本预备费和涨价预备费计提比例,建立分级审批和使用台账制度,确保预备费真正用于不可预见情况应对。价格风险对冲方面,对钢材、水泥等大宗材料探索采用远期合同锁定价格或按调价公式定期调整方式,将价格波动风险在业主与承包方间合理分担。征地拆迁推进方面,提前介入地方规划对接和群众工作,争取地方政府支持,减少因征拆滞后造成的工期延误损失。应急预案方面,针对极端天气、地质灾害和公共卫生事件等重大风险源,制定专项应急预案并预留应急处置费用,建立快速响应和费用核批机制,将外部不确定性对造价影响控制在可接受范围。

结束语

铁路工程造价影响因素的系统识别与权重量化是实现精准造价控制的方法论基础。本文从决策、设计、招投标、施工和外部环境五个维度系统识别了影响造价的主要因素,运用层次分析法构建了因素权重计算模型,揭示了地质勘察精度不足、设计方案比选不充分、征地拆迁费用失控等核心关键因素的排序特征及其多因素耦合作用机理。此研究为铁路建设项目在不同阶段有针对性地配置造价管控资源和制定干预策略提供了方法支撑,对推动铁路工程造价管理从经验判断向定量分析转型具有参考价值。

参考文献

- [1] 马旭. 铁路工程造价影响因素分析及控制措施 [J]. 四川建材, 2024, 50(3): 205-206,209.
- [2] 万杰. 铁路工程造价影响因素分析及控制措施 [J]. 运输经理世界, 2022(9): 71-73.
- [3] 杨忠伟. 西南地区铁路工程与公路工程预算影响因素及差异研究 [J]. 铁路工程技术与经济, 2021, 36(4): 14-19.
- [4] 谢黎灿. 铁路工程造价的影响因素及控制措施分析 [J]. 工程技术研究, 2025, 10(8): 147-149.