

高速公路工程施工企业应对工程造价材料价差调整的策略

文 / 刘 凯 中交二公局东萌工程有限公司

摘要：高速公路工程项目中，材料价格波动引发的价差风险已成为侵蚀施工企业利润的核心问题。本文通过分析高速公路工程项目的造价管理、材料价格波动的原因及材料价格波动对工程造价的影响，探索材料价差调整的合同风险防范、及施工企业应对材料价差波动的策略，提出相应的风险管理与应急预案措施，构建“合同优化-动态采购-技术赋能”三位一体应对体系，构建基于区块链智能合约的调差机制，实现价格指数保险与滑动窗口模型的有机融合，为重构风险分担机制、提升企业抗风险能力提供系统性解决方案。

关键词：材料价差调整；风险分担机制；区块链智能合约；价格指数保险；动态采购策略

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.12.046

引言

高速公路建设作为国家基础设施的核心构成，其工程周期长、投资规模大的特征决定了材料成本管控的重要性。^[1]近年来，受国际货币政策变动、环保政策趋严及区域性供需失衡等因素影响，钢材、水泥、砂石等关键材料价格呈现非理性波动，导致施工企业面临“合同价差风险承担失衡”“调差机制与市场脱节”等困境。尽管各省已探索指数法、造价信息法等调差模式，但实践中仍存在调差范围界定模糊、损耗计算标准不一、临时工程材料补偿缺失等问题，加剧了施工企业的成本不可控风险。

一、高速公路工程项目的造价管理与材料价差分析

(一) 高速公路工程造价构成分析

表 1：高速公路工程造价构成分析

项目分类	比例说明
建筑安装工程费	占主导地位，涉及材料费（钢材、水泥、沥青等），地方材料价格波动对区域项目成本影响显著。
设备及工器具购置费	包括施工所需设备及其维护费用
工程建设其他费用	如征地拆迁费，受土地政策调整影响，部分地区补偿标准提升。
预备费	应对不可预见费用

(二) 材料价格波动产生的主要原因

高速公路工程材料价格波动是宏观经济周期、产业政策调整与区域市场供需三重因素叠加的结果。全球供应链重构背景下，铁矿石、原油等大宗商品受地缘政治冲突、能源转型及国际资本投机影响，价格呈现高频震荡特征。国内层面，“双碳”政策驱动高耗能行业产能压减，水泥、电解铝等材料供给端收缩，叠加区域性环保限产政策，形成“供给缺口-价格跳涨”的传导链。微观市场机制中，砂石、土方等地材因运输半径限制，易受地方垄断性开采许可与环保督查影响，出现区域性价格断层。施工周期长导致的“价格锁定滞后”问题突出，定额基价更新周期与市场价格实时变动的错配，进一步放大价差风险。^[3]

(三) 材料价格波动对工程造价产生的影响

材料价格波动对高速公路工程造价的影响是多方面

高速公路工程造价由建筑安装工程费、设备及工器具购置费、工程建设其他费用及预备费构成（表 1）。其中建安费占据主导地位，涉及材料费（钢材、水泥、沥青等），而砂石等地方材料受运输半径限制，价格波动对区域项目成本影响显著。

近年来，设计标准升级与环保政策加压导致隐性成本攀升，直接推高材料用量与采购成本。征地拆迁费受土地政策调整影响，部分地区补偿标准提升，间接加剧施工企业的资金垫付压力。现行定额基价体系与市场价格形成机制脱节，导致“静态预算”难以覆盖“动态成本”，尤其钢材、水泥等大宗商品受全球供应链波动影响，价格振幅较高。^[2]

的，既直接影响工程造价成本，又间接引发合同履约风险。从成本构成角度看，钢材、沥青等主材价格上涨，将导致建安成本增加，而砂石等区域性材料因运输半径限制，价格波动具有显著地域异质性。合同层面，价格剧烈波动易触发“显失公平”争议，固定总价合同中施工企业需承担无限风险，部分项目因钢材价格非理性上涨导致利润率倒挂。动态层面，价格波动与施工周期形成叠加效应，3年以上项目可能经历多轮价格周期，迫使企业反复调整采购策略与资金链配置。^[4]

二、材料价差调整的合同风险防范

(一) 合同类型与材料价差调整条款

高速公路工程合同类型对材料价差风险分配具有决定性影响。固定总价合同中，施工企业通常需承担价格波动风险。单价合同中，调差条款设计需重点关注基准价确定规则与调差周期，例如长江经济带项目多采用“开

工前 80% 时段信息价均值”作为基准价，但信息价与市场价偏差常达 15%-30%。现行调差条款普遍存在三大缺陷：一是风险阈值设定缺乏动态性，未考虑“碳关税”等新型政策冲击下材料成本非线性增长特征；二是调差范围局限于钢材、水泥等主材，忽略机制砂、土工合成材料等环保型建材的价格敏感性；三是价格指数权重系数固化，未随设计变更动态调整。^[5]

（二）合同管理中的风险控制

高速公路施工合同风险控制需构建“识别-预防-转移”的全周期管理体系。在风险识别层面，施工企业应建立材料价格波动预警模型，结合期货市场数据与区域供需指标（如砂石开采许可量、环保限产周期）预判价差拐点。合同条款设计层面，需引入动态调差阈值机制，例如将钢材调差触发阈值与 CRU 全球价格指数联动，或采用滑动窗口法重新定义基准价计算周期，以应对“双碳”政策下的非线性成本增长。风险转移层面，可探索“价格指数保险+履约保函”组合工具，通过第三方保险机构承接超幅波动风险，同时将保函条款与调差兑现率挂钩，降低资金链断裂风险。建立合同履行数据库，对历年调差争议案例进行聚类分析，可为条款优化提供实证支撑。

（三）材料价格波动的调整机制

高速公路工程材料价差调整机制的核心在于构建“触发条件-计算方法-动态修正”三位一体的风险对冲体系。当前主流调差机制包括按实调整法、指数法及综合系数法三类，其中按实调整法以实际采购价与基准价的偏离度作为调差依据，需在合同中明确基准价核定周期与损耗计算标准，但易因信息价与市场价偏差引发争议。指数法则依托钢材价格指数、砂石区域价格指数等动态参

数，通过权重系数联动实现风险分摊，但需解决指数样本覆盖不全（如机制砂、土工材料缺位）与工程结构差异（桥隧比变动影响权重）的适配性问题。综合调差机制通过引入滑动窗口模型，将调差周期从固定年度改为季度滚动计算，并嵌入“碳关税因子”“运输成本波动率”等新型变量，可缓解政策突变引发的非线性风险。

三、施工企业应对材料价差波动的策略

（一）签订合同时的策略

施工企业在合同签订阶段可构建多维风险防控体系，重点突破条款设计与风险分配的结构性矛盾。在合同类型选择层面，优先采用单价合同模式，将钢材、沥青等主材调差触发阈值设定为 $\pm 8\%-10\%$ 区间，并明确基准价参照标准，以规避固定总价合同下无限风险敞口。调差范围需突破传统主材目录，将机制砂、土工合成材料等新型环保建材纳入调差清单，同时将地材运输半径作为调差权重系数修正依据，解决区域性价格断层问题。

（二）材料采购与库存策略

施工企业可构建“集中采购-动态库存-风险对冲”三位一体的管理体系（表 2）。在采购模式层面，推行多级集中采购体系，依托区域集采平台整合钢材、沥青等大宗材料需求，形成规模效应降低采购单价。对砂石料等区域性材料，建立“主材统采+地材联采”机制，联合相邻项目或集团公司同区域项目与地方合规采石场签订中长期保供协议，规避环保限产引发的断供风险。库存管理可实施动态控制，结合施工进度与价格波动预警指数动态调整安全库存量。对于价格下行的材料，采用“零库存+供应商寄存”模式，对于价格上行的材料则通过期货套期保值锁定成本。

表 2：不同材料在价格波动情况下的采购和库存策略

材料类型	当前市场价格趋势	策略措施
钢材	上行	通过期货套期保值锁定成本
沥青	下行	采用零库存+供应商寄存模式
砂石	地区性垄断涨价	联合相邻项目或集团公司同区域项目与地方合规采石场签订中长期保供协议
土工合成材料	波动较大	动态调整安全库存量，并通过区块链技术实现采购订单、物流跟踪实时上链。

（三）成本控制与优化策略

施工企业可构建“动态监控-技术赋能-供应链协同”的立体化成本控制体系。通过全周期动态成本监控系统，实时追踪钢材、沥青等主材价格指数与期货市场波动曲线，建立基于 ARIMA 模型的价差预警机制，当价格偏离基准价 $\pm 5\%$ 时自动触发采购策略调整预案。技术层面，应用 BIM+ 区块链技术实现材料消耗数据透明化，例如在桥梁工程中，通过 BIM 模型精准计算钢材理论用量与实际消耗偏差，结合区块链不可篡改的特性固化证据链，从而减少价差争议。供应链优化方面，推行分级供应商

战略储备制度，与上游厂商签订“浮动定价+保底供应”协议，超幅波动时进行价格重新商谈。在成本结构优化中，实施全要素成本分析法，将材料价差风险与机械台班费、人工效率联动评估。构建成本数据库，对历史项目价差补偿案例进行参考分析，寻找不同区域、合同类型下的最优成本控制阈值，从而形成动态决策调整机制。

（四）技术与工艺优化策略

施工企业也可通过技术与工艺革新寻求控制材料成本的目的。通过 BIM 数字化协同设计平台可优化桥隧结构配筋率，实现钢材用量精准管控。推行沥青路面 3D 智

能摊铺技术,借助毫米级高程控制与材料消耗实时监测系统,减少沥青混合料超耗。针对砂石料等地材价格波动,通过优化机制砂级配工艺,动态调控石粉含量提升混凝土和易性、降低对天然砂的依赖程度。施工组织方面,采用预制装配式施工工艺,将现浇构件改为工厂预制构件。引入智能温控养护系统,通过物联网传感器实时监测大体积混凝土水化热,优化水泥掺量配比,实现单方混凝土水泥用量减少。

(五) 与业主的协商与沟通策略

施工企业可构建“数据支撑-机制创新-关系维护”三维协商体系,以平衡材料价差风险分配。在协商准备阶段,建立材料价格波动数据库,整合区域砂石价格监测数据及期货市场走势,通过ARIMA模型预判波动周期,为谈判提供定量支撑。动态调差机制设计中,将基准价计算周期由固定年度改为季度滚动计算,引入“物流成本波动率”等参数,提升调差条款与市场动态的关联性。争议解决中,探索“区块链存证+第三方价格审计”模式,实现采购数据实时上链存证,规避信息价滞后引发的调差金额核算争议。通过多维策略协同,可重构风险共担的伙伴型合作关系,实现材料价差风险的系统性化解。

四、风险管理与应急预案

(一) 材料价格波动的风险评估

高速公路工程材料价格波动风险的评估应构建“多维度量化-动态监测-分级响应”的立体化模型。根据作业条件危险性评价法(LEC),风险等级可划分为低($D \leq 20$)、中($20 < D \leq 70$)、高($70 < D \leq 160$)及极高($D > 160$)四级,其中D值由价格波动概率(L)、暴露频率(E)及后果严重性(C)的乘积确定。实证研究表明,钢材、沥青等主材价格波动率每提升10%,项目成本风险指数D值将上升35%-45%。动态监控层面,需整合期货市场数据、区域供需指标(如砂石开采许可量)及政策预警信号,建立ARIMA时间序列预测模型,实现3-6个月价格波动趋势的滚动预判。风险阈值设定需突破传统固定幅度模式,例如引入“双碳因子”修正系数,将环保限产周期与价格弹性联动,当碳排放配额缩减20%时,水泥供给缺口风险概率提升至68%。

(二) 应急预案的设计与执行

高速公路工程材料价差应急管理体系实现“风险识别-动态响应-闭环优化”的全流程覆盖。设计层面,应建立三级触发机制,依据材料价格偏离基准价幅度(如钢材 $\pm 8\%$ 、砂石 $\pm 15\%$)划分风险等级,分别对应常规监控、联合议价、紧急调差等差异化处置流程。执行过程中,需构建价差波动动态对冲模型,整合期货套期保值(如沥青期货持仓量占比 $\geq 30\%$)、战略储备库(储备周期3-6个月)及区域协同采购协议三重缓冲机制,例如某央企在粤港澳大湾区项目中通过储备库平抑砂石

价格峰值波动达28%。数字化技术赋能方面,依托BIM+区块链构建价格预警平台,实时抓取全球大宗商品交易所数据、区域地材交易指数及环保限产政策动态,当监测到CRU钢材指数月环比涨幅超5%时,自动触发供应链协同系统启动应急采购。

(三) 外部市场波动的对冲策略

施工企业可构建“金融工具+供应链协同+法律条款”的多维对冲体系,以应对全球供应链重构与大宗商品的价格波动。在金融工具层面,可运用沥青期货套期保值锁定远期采购价格。针对钢材、水泥等大宗材料,引入价格指数保险产品,与第三方金融机构签订“波动率互换协议”,当CRU全球钢材价格指数振幅超 $\pm 15\%$ 时触发赔付机制,实现风险转移。供应链协同层面,进行区域集中采购,联合相邻项目与跨区域合规供应商签订阶梯定价协议。动态供应商库管理中,实施“双源采购+应急储备”机制,对关键材料设置至少两家地理隔离的合格供应商,并储备3-6个月用量的战略库存。法律条款设计上,需在合同中嵌入滑动调差阈值条款,例如约定当大宗商品指数季度涨幅超过某个数值时自动启动调差谈判。区块链技术的应用可实现采购数据实时上链存证,为调差争议提供不可篡改的司法证据链。对冲策略的系统性实施,可将外部市场波动对项目利润的影响控制在一定的安全区间。

结语

高速公路工程项目材料价差调整是施工企业成本控制的核心命题,其本质在于平衡市场动态性与合同刚性的矛盾。材料价格波动受全球供应链重构、政策调控及区域供需失衡等多维因素驱动,需通过动态调差机制与风险对冲工具协同应对。施工企业应构建“合同优化-供应链协同-技术革新”的复合策略体系,同时推动行业建立价格波动预警模型与区块链智能合约平台,实现价差数据实时核销。

参考文献

- [1] 李慎. 高速公路工程造价指标及指数研究[J]. 交通科技与管理, 2024, 5(20): 176-178.
- [2] 刘欣超. 高速公路工程建设全过程造价控制措施研究[J]. 交通世界, 2023, (36): 166-168.
- [3] 刘婷. 价格指数调差法在公路工程造价中的应用[J]. 交通世界, 2023, (10): 192-195.
- [4] 和洁琼. 材料价格上涨对高速公路造价的影响和对策[J]. 交通世界, 2021, (Z2): 221-222, 224.
- [5] 王会芳, 张丽娟, 任万鹏. 新常态环保政策下材料调差体系的问题及对策研究[J]. 公路, 2020, 65(9): 388-392.

作者简介: 刘凯, 1987年11月, 男, 汉, 陕西渭南, 大学本科, 工程师, 研究方向: 高速公路造价管理。