EPC项目造价预结算风险识别与控制策略研究

黄 星

（中国铁建电气化局集团第五工程有限公司，四川 成都 610000）

摘 要 本研究针对EPC项目造价预结算风险管控问题，构建“过程+要素”双维度识别框架，运用AHP-熵权组合赋权法确定风险权重，建立“预防—监控—应对”三级控制机制。通过某城市地铁项目实证表明：设计优化节省预算8.7%，主材价格锁定率达95%，动态监控削减变更签证32%，造价偏差率由12.5%降至3.8%。创新性提出BIM+GIS融合模拟技术及三维协同保障机制，使抗波动能力提升40%，为EPC项目造价风险管控提供系统解决方案。

关键词 EPC项目；造价预结算；风险识别；风险控制；全过程管理

中图分类号：TU723.3 **文献标志码**：A **DOI**：10.3969/j.issn.2097-3365.2025.35.022

0 引言

工程总承包模式在大型建设项目中的应用日益广泛，其造价预结算风险管控成为影响项目成败的关键因素[1]。当前EPC项目普遍面临设计变更频繁、材料价格波动、合同界面模糊等风险挑战，传统分段式管控模式难以适应“边设计边施工”的动态需求。现有研究多聚焦单一环节风险分析，缺乏全过程量化评估与协同控制机制[2]。本研究通过构建“识别—评估—控制”闭环体系，创新融合WBS分解、德尔菲法、模糊综合评价等技术方法，突破风险传导路径量化瓶颈。研究将填补EPC项目全周期造价风险管控的理论空白，为总承包商提供可参考的实施路径，对保障项目投资效益具有重要的实践价值。

1 EPC项目造价预结算风险概述

EPC模式是指业主将工程的设计、采购与施工整体发包给单一总承包商负责的“交钥匙”工程模式[3]。在该模式下，造价预结算工作表现出显著特殊性，其核心在于依据初步设计确定总价控制目标，并在实施过程中按合同约定进行动态调整与最终结算。由于EPC项目通常投资规模大、建设周期长、技术接口复杂，造价超支风险贯穿全生命周期，系统开展相关风险研究尤为必要[4]。相较于传统承包模式，EPC工程在造价控制方面面临三方面主要挑战：一是“边设计边施工”推进机制容易因设计深度不足引发大规模变更及成本波动；二是固定总价合同虽可转移风险，但条款中对工作范围、调价机制约定的模糊性常引发结算争议；三是长周期建设下面临人工与主材价格的异常波动风险。总体来看，EPC项目造价预结算风险主要包括设计风险、合同风险、市场价格风险、分包管理风险及不可抗力风险等类别。针对这些风险，本研究构建“风险识别—评估量化—动态控制”的三阶段分析框架，以实现造价可控的目标。

2 EPC项目造价预结算风险识别分析

2.1 风险传导机制与关键成因

在EPC项目模式中，造价风险呈现动态传导特性，其路径通常表现为单一事件引发连锁反应。例如：初始设计缺陷可能马上触发工程变更，继而导致成本超支。这种传导过程不仅放大风险影响，还使控制工作复杂化[5]。为开展根源归因工作，本研究采用鱼骨图法进行系统解析。该方法将风险因素归类为人、机、料、法、环等维度，帮助锁定根本驱动源。

其主要缘由囊括业主需求不明确、总承包方能力不足及市场价格异常波动三大要素。业主需求模糊常表现为设计阶段频繁调整，直接推高变更频率；总承包方能力不足则涉及管理经验欠缺或技术短板，无法有效处理施工冲突；市场价格波动如钢材价格异动，会极大程度上冲击采购预算。

2.2 多层次风险识别方法设计

为系统识别EPC项目造价风险，构建“过程+要素”双维度识别框架。过程维度按项目生命周期分为设计、采购、施工三大环节：设计阶段关注方案可行性与标准偏差，采购阶段聚焦供应商履约与订单时效，施工阶段涵盖进度与质量风险。要素维度从资源角度分解为人工成本、材料价格、机械调度、管理协调四类风险。双维度交叉形成风险识别矩阵，覆盖关键控制点。

建立结构化识别流程融合 WBS 分解与德尔菲法。先用 WBS 技术将项目分解为可量化工作包，如设计图纸审批、设备招标采购、现场施工管理等。再通过三轮德尔菲专家调查法开展工作：首轮征询潜在风险项，次轮评议风险发生概率，末轮确认核心风险清单。

风险权重计算模型支撑清单量化排序，其计算公式如下：

$$W_i=\frac{F_i\times S_i}{\sum_{j=1}^{n}(F_j\times S_j)} \quad (1)$$

式（1）中，W_i 表示第项风险权重（范围：0～1），F_i 为风险发生频率（单位：次 / 月），S_i 是风险严重度评分（等级：1～5 分），分母为所有风险项的影响值总和。该模型通过量化评估实现风险优先级划分，为后续控制资源分配提供依据。通过上述 WBS 分解与三轮德尔菲专家调查法，最终筛选并确认了包含 52 项风险因子的初始清单。对清单进行分析后发现，其中设计阶段的可控性风险因子数量占比达 35%；同时，根据专家对各项风险严重度的评分（1～5 分），材料价格风险的影响系数均值高达 4.2 分。这两项数据清晰地体现了将设计风险与市场价格风险作为后续控制的关键方向。

2.3 风险指标体系量化评估

在前期形成的风险清单基础上，本研究构建了一套三级评估指标体系，以实现对风险的精准量化。一级指标按项目阶段划分为设计、采购、施工三大模块；二级指标聚焦风险类别，如设计变更、合同索赔、成本波动等；三级指标则进一步细化为 32 项可量化参数，如设计变更频率、合同索赔金额占比、钢材价格波动率等。该指标体系既体现了项目全过程特征，又实现了对风险要素的微观度量。

为科学确定各指标权重，本研究采用 AHP（层次分析法）与熵权法相结合的组合赋权方法。首先通过专家打分进行主观赋权，再基于历史项目数据进行客观赋权，最后将主客观权重进行线性融合，以兼顾专家经验与数据规律，确保权重分配的合理性与可靠性。

在风险等级评定方面，采用模糊综合评价法，将各项指标的实测值与预设的风险等级阈值进行比对，通过计算机辅助分析，得出各阶段风险属于“低风险”“中风险”或“高风险”的概率。评估结果显示，设计阶段的可控性风险权重最高，达 0.35；采购阶段的价格风险被判定为高风险的概率达 78%；施工阶段则主要表现为中度进度风险。这一评估结果为后续制定有针对性的控制策略提供了清晰的数据支持。

3 造价风险控制策略与案例验证

3.1 全过程动态控制体系构建

针对 EPC 项目造价风险特征，建立“预防—监控—应对”三级控制机制，形成全过程动态管理体系。预防阶段聚焦源头管控，设计环节推行限额设计标准与价值工程优化：通过设定单位面积造价上限约束方案选择，组织多专业团队开展功能成本比分析，消除冗余设计。采购环节实施材料价格风险转移策略，采用调差公式实现风险共担：

$$\Delta C=Q\times(P_m-P_b)\times K \quad (2)$$

式（2）中，ΔC 表示调差金额（单位：万元），Q 为合同约定材料量（单位：吨），P_m 是结算期市场均价（单位：元 / 吨），P_b 为基准价格（单位：元 / 吨），K 是风险分担系数（范围：0.3～0.7）。该公式将价格波动影响控制在合同框架内。监控阶段依托数字化平台建立实时预警系统，通过 BIM5D 平台集成模型与成本数据，对主材价格波动、设计变更累计量及进度偏差设定阈值，自动触发预警。应对阶段实行分级响应机制，针对不同级别预警采取相应纠偏措施，包括联席会议与争议评审小组仲裁等方式。该体系可提前锁定 70% 的风险敞口，缩短 60% 的响应时间，降低 45% 的争议成本，实现造价风险的闭环管理，并形成标准化控制流程，为各类 EPC 项目提供适用性解决方案。

3.2 某城市轨道交通地铁线路项目实证分析

为验证前述理论方法的实践效果，选取某城市轨道交通地铁线路项目开展实证研究。该项目总投资 20.3 亿元，采用 EPC 总承包模式，涵盖土建、轨道、机电安装及车站装修等全部内容，具有施工界面复杂、地下管线迁改多、各专业交叉作业频繁等特点。

在设计阶段，严格推行限额设计标准与多专业协同的价值工程分析。通过 BIM 技术进行全专业三维碰撞检查，优化车站综合管线排布，合并冗余桥架与风管 135 处，调整盾构机选型与推进方案，共降低设计概算 1.76 亿元，节省率达 8.7%。

在采购阶段，针对钢材、电缆、机电设备等主要材料及设备，实施集中采购与远期锁价策略。与优质供应商签订长期供货协议，成功锁定 12 类核心物资的价格，整体主材价格锁定率达到 95%，有效规避因市场价格波动带来的成本风险，预计节约采购成本 3 800 万元。

在施工阶段，依托 BIM-5D 管理平台，将 WBS 工作分解结构与造价清单动态关联，实现成本与进度数据的实时同步。平台自动监控土方开挖量、管片拼装进

度及机电安装工效，对异常签证申请进行自动筛选与预警，最终核减不合理变更签证32%，显著控制了因变更和窝工导致的成本增加。

通过构建成本偏差率函数对实施效果进行量化分析，该函数表示为：

$$\delta = \frac{|C_a - C_b|}{C_b} \times 100\% \quad (3)$$

式（3）中，δ表示造价偏差率（单位：百分比），C_a为实际发生成本（单位:万元），C_b是基准预算成本（单位：万元）。实施前后关键指标对比见表1。

表1 风险控制实施效果对比表

指标维度	实施前数值	实施后数值	改善幅度
设计变更频率	4.2次/月	1.8次/月	-57.1%
主材价格锁定率	68%	95%	+39.7%
变更签证率	15.3%	10.4%	-32.0%
造价偏差率	12.5%	3.8%	-69.6%

表1数据显示，项目整体造价偏差率实现69.6%的降幅，印证了控制体系的有效性。对造价偏差的来源进行分解可知（见表2），设计优化贡献了最主要的成本节约。

表2 造价偏差要素分析表

偏差来源	偏差值（万元）	占比	主要控制措施
设计变更	8620	46.3%	价值工程与BIM优化
材料价差	4120	22.1%	远期合约采购
签证索赔	3780	20.3%	BIM-5D实时核验
不可抗力	2110	11.3%	风险准备金计提

由表2可知，通过远期合约采购，材料价差得到有效控制，其波动幅度由实施前的±15%收窄至±5%。项目最终结算造价为19.48亿元，较初始预算降低8200万元，验证了该套控制策略在大型复杂地铁EPC项目中的良好适配性，为同类工程提供了可复用的实施路径。

3.3 跨周期协同保障措施

为确保造价风险控制体系可持续运作，构建制度、技术与组织三维协同保障机制。制度上，建立EPC风险金计提标准，要求总承包商按合同价3%～5%计提专项风险准备金，以覆盖不可抗力致成本超支。技术上，推广BIM+GIS融合造价模拟技术，通过地质与建筑信息系统叠加，预警地下管线冲突、优化土方平衡，减少施工设计变更。组织上，成立业主—承包商联合风险管理小组，每月开风险联席会议，共享信息、协调争议解决。通过敏感性分析验证保障措施抗风险效能，具体数据见表3。材料价格波动±20%时，传统模式造价偏差率扩至18.7%，实施三维保障机制后偏差率控制在11.2%，抗波动能力提升40%。

表3 保障措施敏感性分析表

波动情景	无保障措施偏差率	单项制度保障	双项技术+制度	三维协同保障
材料价+10%	15.3%	13.1%	11.8%	10.2%
材料价+20%	18.7%	16.2%	14.1%	11.2%
设计变更+15%	17.5%	14.9%	12.7%	10.5%
工期延误+20%	16.8%	14.3%	12.5%	10.9%

表3数据显示，三维协同保障机制呈现显著风险缓释效应。在材料价波动+20%的极端工况下，三维保障较无保障措施降低7.5%，较单项制度保障降低5.0%。特别在技术保障维度，BIM+GIS融合应用贡献最大边际效益（占总体改善值的38%），其冲突检测功能减少返工损失达23%。组织保障则通过提前锁定82%的争议事项，降低仲裁成本35%。最终形成可复制的保障模式，为EPC项目全周期风险管理提供制度化支撑。

4 结束语

本研究系统构建EPC项目造价风险识别与控制体系，实证验证其在复杂工程中的适用性。研究证实：基于双维度的风险识别框架可精准定位设计阶段核心风险；组合赋权法与模糊评价可实现风险量化评估；三级控制机制可有效降低造价偏差率69.6%。提出的三维协同保障措施可显著提升系统抗风险能力。未来研究可进一步探索智能预警算法在动态监控中的应用，并拓展不同工程类型的适配性验证，为EPC模式高质量发展提供持续支撑。

参考文献：

[1] 尤娟.EPC项目建设全过程各阶段工程造价管理研究[J].中国招标,2025(09):210-213.
[2] 高燕.EPC工程总承包模式的项目商务风险管控[J].中国住宅设施,2024(06):82-84.
[3] 郑文婷.浅谈EPC总承包项目工程造价预结算阶段要点分析及对策[J].建筑与预算,2023(10):13-15.
[4] 李伟,柯妍,胡红兵.EPC项目承包合同中工程造价风险分析与管控[J].工程造价管理,2023(01):25-31.
[5] 覃孝辉.EPC总承包项目工程造价控制要点探究[J].低碳世界,2025,15(08):169-171.