

工程造价评估中的风险管理与不确定性分析

黄成

天津宸颖工程咨询有限公司, 天津 300171

DOI:10.61369/ERA.2026030035

摘要：工程造价评估是建设项目的关键环节，做好风险管理和不确定性分析，是保障工程造价评估精准性和可控性的关键方法，文章最先分析风险管理在工程造价评估里的必要性和落实路径，研究风险评估的通用技术和工具，重点探究不确定性分析在工程造价预测的应用，讲解如何运用概率模型和敏感性分析，妥善处理评估里的不确定性因素，结合案例剖析，提出数项优化工程造价评估步骤风险管理的策略，为提升项目成本控制的科学性和准确性提供参照。

关键词：工程造价评估；风险管理；不确定性分析；敏感性分析；成本控制

Risk Management and Uncertainty Analysis in Construction Cost Estimation

Huang Cheng

Tianjin Chenying Engineering Consulting Co., Ltd., Tianjin 300171

Abstract：Construction cost estimation is a crucial aspect of construction projects, and effective risk management and uncertainty analysis are key methods for ensuring the accuracy and controllability of construction cost estimation. This article first analyzes the necessity and implementation paths of risk management in construction cost estimation, studies common techniques and tools for risk assessment, and focuses on exploring the application of uncertainty analysis in construction cost forecasting. It explains how to utilize probability models and sensitivity analysis to properly handle uncertain factors in the estimation process. Through case analysis, several strategies are proposed to optimize risk management in the steps of construction cost estimation, providing a reference for enhancing the scientific and accurate control of project costs.

Keywords：construction cost estimation; risk management; uncertainty analysis; sensitivity analysis; cost control

引言

建筑行业高速发展，工程造价评估是影响项目成败的核心因素，传统造价评估方法靠经验和历史数据支撑，但面对复杂工程项目，面对多种不可控变量，评估结果易受不确定性和风险干扰，风险管理和不确定性分析属于现代造价管理的重要组成模块，可辅助决策者识别、评估和应对潜在风险，合理预判项目成本，文章探究工程造价评估相关的风险管理与不确定性分析，总结它在实际应用中的作用和方法，同步给出优化方案，增强造价评估准确水平与项目成本控制可靠程度。

一、风险管理在工程造价评估中的重要性

（一）风险管理的定义与内容

对项目潜在风险开展识别、评估、控制及监控的流程，要把不确定性对项目的负面冲击降到最低，实施工程造价评估工作时，风险管理不光包含对施工过程中的技术风险、市场风险、环境风险等的预判，还包含成本波动、时间延误等因素的管控，工程项目风险一般由多种因素造成，诸如自然灾害、政策变动、资源短缺、劳动力波动等。依照 ISO 31000 标准，风险管理得覆盖风险的识别、评估、应对和监控 4 个环节，靠合理风险应对措施保障项目目标达成，进行工程造价评估阶段，风险管理的具体内容涵盖识别潜在成本增长因素、考量评估数据精度、量化风险因素

对预算的影响^[1]。

（二）风险管理在造价评估中的作用

开展工程造价评估工作时，风险管理起到关键作用，风险管理可帮识别并量化可能影响工程成本的潜在因素，诸如材料价格波动、项目延后、工人罢工等，参照国际项目管理协会（IPMA）的数据，大型工程项目中，30% 左右的成本超支和不可控风险因素关联。依托精准的风险评估，可提前预判这些因素对项目预算的影响，向决策者交付更精准的成本预测结果，风险管理给造价评估搭起灵活框架，让工程造价能针对不同风险情境动态调整，保障评估结果有较高准确性和可控性，敏感性分析、蒙特卡罗模拟等技术可量化风险因素对项目造价的影响，依此确定合规的风险应对方案，风险管理可保障项目按预定成本顺利完成，防止预

算失误带来的财务困境^[2]。

（三）风险管理流程与步骤

风险管理流程一般涵盖识别、评估、应对和监控4个主要步骤，风险识别阶段会逐一分析项目包含的各个流程，识别可能干扰工程造价的风险因素，我们可借助经验法则、历史数据、专家判断等识别这些因素，还要覆盖项目的每个阶段，诸如设计、施工、采购这类。风险评估针对已识别的风险开展定性和定量分析，评估它的发生概率和可能造成的影响，该阶段常用工具有风险矩阵分析、敏感性分析，评估结果借量化数据呈现，给风险应对策略做支撑，风险应对阶段需明确避免、转移、减轻或接受等应对策略，把它整合进项目管理计划。风险监控阶段要定期核查项目进展，研判已识别风险的变动走向，结合新状况调整风险应对策略，按照PMBOK（项目管理知识体系指南）的标准，风险管理要覆盖项目全周期，按照项目不同阶段动态更新风险评估结果，依托这套完整的风管理流程，工程造价评估面对不确定性和风险干扰时，能维持较高精度^[3]。

二、常见的风险评估技术与工具

（一）定性风险评估方法

针对工程项目的潜在风险，定性风险评估方法主要通过专家判断、经验积累等手段开展初步识别，重点聚焦风险类型、发生概率及潜在危害，风险矩阵法、SWOT分析法和德尔菲法是常用定性评估工具，风险矩阵法把风险发生概率及影响程度分成不同等级，构建矩阵判断风险严重程度。风险概率划分为5个等级：影响程度划分为5个等级：某大型项目面临材料成本上涨风险，预测上涨概率达60%，影响工程总造价的占比为10%，借助风险矩阵能判定该风险为“高影响、高概率”组合，该方法操作便捷，可初步排查潜在风险，但主观性偏差明显，结果精准度不高^[4]。

（二）定量风险评估方法

定量风险评估方法依托数学模型、统计数据，分析风险具体影响的量化数值，可输出更精准的评估结果，应用较广的定量方法涵盖蒙特卡罗模拟、灵敏度分析、决策树分析，蒙特卡罗模拟是借助随机抽样技术，生成风险事件发生概率及影响的统计模拟方法，可完整衡量风险对项目造价的影响，一并呈现不同情景的概率分布。灵敏度分析可测算项目造价随各风险因素变化的敏感程度，一般通过测算不同风险因素变动对造价的影响大小判断项目风险暴露度，决策树分析靠搭建决策树，逐一评估各决策路径及对应风险，适配需决策分析的复杂项目，采用蒙特卡罗模拟时，必须明确风险因素的概率分布，依照国际风险管理标准ISO 31000的建议，模型需包含至少500次模拟迭代，保障分析结果可靠^[5]。如表1所示。

表1 风险因素概率分布及影响示例

风险因素	概率(%)	影响(万元)
材料价格上涨	60	300
施工延误	40	150
劳动力成本波动	50	100

（三）风险评估工具与模型的应用

现代各类工程项目里，各式风险评估工具和模型已在项目管理中广泛采用，常用的有风险矩阵、故障树分析（FTA）、事件树分析（ETA）等工具，风险矩阵法适合简单项目的初步风险筛查，能直接展现风险的相对严重等级，助项目经理快速辨识高风险因素。故障树分析属于定量分析方法，它通过逻辑树状结构，逐步梳理所有可能引发项目失败的故障及失效因素，靠这个手段，项目团队可排查出系统性故障的根本原因，并测算它的发生概率，事件树分析和故障树分析互为对照，从已知事件起步逐步推导可能后果，分析项目事故或灾难性事件，它的实用价值很高。分析过往工程项目数据，可预判特定区域材料价格波动走向，据此对预算做出对应调整，实际落地时，上述工具与模型结合运用，可切实识别、评估并管控工程项目的各类风险，推进大型基础设施项目期间，用风险矩阵排查出潜在风险因素后，用蒙特卡罗模拟做量化评估，借助决策树分析选定最优风险应对策略^[6]。

三、不确定性分析在工程造价评估中的应用

（一）不确定性分析的基本概念

不确定性分析指应对项目内多种不可预见因素时，以概率和统计方法衡量不确定性对工程造价评估产生的影响，工程项目包含大量不确定因素，诸如材料价格波动、施工进度延误、劳动力市场变化等，这类因素均无法精准预测，造价评估必须纳入不确定性分析这个环节。核心做法是用数学模型对这些不确定因素建模，随后分析这些内容对项目成本、工期等关键目标的潜在作用，ISO 9000质量管理体系标准着重指出，不确定性分析依靠科学量化方法开展，依据项目具体背景实施个性化风险管理，该类分析方法能给项目决策者提供更灵活可靠的决策凭据，保障评估结果合理。

（二）不确定性分析方法——概率模型与敏感性分析

不确定性分析常用概率模型与敏感性分析两种主要方法，概率模型对各类风险因素开展概率分布建模，归集工程项目的历史数据、市场趋势等信息，预估不确定因素发生概率及可能影响范围，较为常见的概率模型有正态分布、三角分布、均匀分布等，这类模型可量化项目内各类不确定因素的影响范围。开展工程造价评估时，假设材料成本波动契合正态分布，平均数值为100万元，标准差为15万，概率模型可预测材料价格的波动区间，计算不同波动状态下的成本变动，敏感性分析评估不同不确定性因素给项目目标带来的影响大小，定位对项目影响最大的关键因素，蜘蛛图、Tornado图是敏感性分析常用工具，借助这些工具，决策者可专注处理影响显著的不确定性因素，对项目各环节做敏感性分析，能定位影响项目成本的关键变量，优化资金分配^[7]。如图1所示。

（三）不确定性分析的案例分析与实践

大型工程项目普遍采用不确定性分析，拿2012年北京地铁13号线建设项目举例，实施该项目预算评估期间，通过蒙特卡罗模拟法全面剖析材料成本、施工进度等不确定因素，按照项目风险评估报告，该项目材料成本的波动范围为±10%，施工进度或受天气、工人罢工等因素干扰。用蒙特卡罗模拟做1000次运算，经

核算明确该项目总造价预测区间为16亿元至18亿元，进一步做的敏感性分析表明，材料成本起伏对项目总造价的影响排名第一，占比突破60%，工期延误的影响相对有限，占15%左右，该分析结论为项目管理团队提供了可行的预算调整及风险管控方案，保障项目后期执行能及时应对材料成本波动，防止超支风险，这个案例证明，依托不确定性分析，可更精准判定项目成本的波动幅度，给项目决策提供科学参照^[8]。

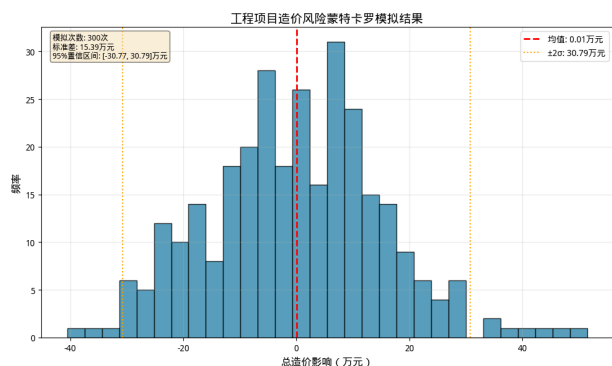


图1 蒙特卡罗模拟结果分布图

四、优化风险管理与不确定性分析的策略

(一) 风险管理优化策略

优化风险管理策略的核心为增强风险识别、评估和应对的效率 and 准确性，按照 ISO 31000 风险管理标准，优化第一步为打造系统化的风险识别机制，以多维度数据分析、专家评审等方式排查各类潜在风险，按期更新风险数据库，结合历史项目经验与实时数据，靠大数据分析技术挖掘潜在风险模式，强化识别精准度，同步搭建风险识别复核机制，防止单一视角引发的风险疏漏。推进风险评估强化，用更精准的定量分析工具，诸如蒙特卡罗模拟法，推演不同情境中风险出现的概率和可能影响，精准测算项目造价的波动区间，参照项目各阶段核心目标划分风险影响等级，让评估结果匹配实际管理要求，风险应对策略要结合风险评估结果动态调整，别固化单一应对模式，为不同等级风险制定分级应对预案，增强策略的靶向性与可落地性，按照 PMBOK 指南，把优化风险应对措施贯穿项目管理全流程，保障风险应对能

灵活匹配项目变化，用最高限度降低风险造成的变数，同步搭建应对措施的执行监管体系。

(二) 不确定性分析的优化方法

优化不确定性分析，关键是提升分析结果的精度和适应性，务必选用适配的概率分布模型，让不确定性分析真实体现风险因素的变化，常规正态分布模型在特定条件下无法精准模拟复杂风险因素，实际应用里要依据风险特性挑选适配模型，诸如三角分布、贝塔分布等。增多分析迭代次数 强化模拟精度，结合项目规模和复杂度设定至少 1000 次模拟次数，获取靠谱的分析结果，依照 ISO 31000 标准，优化后的分析方法要适配项目生命周期各阶段，自项目初始的预估阶段，实施阶段全程实时监控，各阶段均需结合最新数据动态调整，依托高精度模拟分析，能更有效预判项目造价的波动区间，压缩预算误差，增强项目管理的科学性和准确性^[9]。

(三) 综合优化策略的实施路径

执行综合优化策略需从组织结构、技术手段和管理流程三个层面开展，从组织结构维度，加强专业团队建设 聚焦风险管理与不确定性分析，让跨学科专家共同参与项目风险管理，集合众人智慧增强风险识别的全面性和准确性，采用技术手段至为关键，采用大数据、人工智能及云计算等先进技术，依托实时监控和预测分析，提高风险评估的时效与精度。要把管理流程优化落实到项目管理各环节，项目启动阶段，用精准预算和风险评估给后续工作打牢根基，项目执行阶段靠动态调整保障项目目标达成，依照建筑项目管理成熟经验，优化方案要涉及确立具体的风险应急处置方案、实时调整预算、落实定期风险复审，保障风险发生后及时反应，弱化对项目造价和进度的影响^[10]。

五、结语

做好工程造价评估里的风险管理和不确定性分析，是保障项目成功的关键手段，依托有效的风险识别、定量分析和动态应对策略，可有效提升评估的准确性和可控性，改进风险管理和不确定性分析方法，联动先进技术和系统化流程，也能协助辨识潜在风险，还能辅助决策者灵活应对复杂多变的项目环境，用科学方法开展风险管理与不确定性分析，可强化工程项目的预算及进度控制，保障项目顺利完工 严控成本超支风险。

参考文献

- [1] 郑剑冰. 建筑房屋工程造价成本控制风险管理策略分析[J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(24): 172-174.
- [2] 梁燕鑫. 全过程工程造价管理在建筑工程总承包项目中的应用[J]. 中国住宅设施, 2025, (11): 104-106.
- [3] 王和莹. 建设工程造价管理中的风险与应对措施[J]. 建材发展导向, 2025, 23(22): 61-63.
- [4] 王玉奇. 建设工程造价管理及成本控制研究[J]. 工程设计与设计, 2025, (21): 246-248.
- [5] 肖肖. 全过程工程造价管理与控制方法探析[J]. 城市开发, 2025, (20): 67-69.
- [6] 吴海燕, 左传伟. 工程造价预决算中的风险控制与应对策略分析[J]. 房地产世界, 2025, (19): 113-115.
- [7] 何心婷. 建筑工程不可抗力对工程造价的影响及应对措施[J]. 中国招标, 2025, (10): 134-136.
- [8] 伍静静. 建设工程造价的动态管理与成本优化控制[J]. 中国住宅设施, 2025, (08): 206-208.
- [9] 黄晓梅. 工程项目实施中的造价风险管理策略探究[J]. 重庆建筑, 2025, 24(08): 88-90.
- [10] 周丹. 合同管理及风险评估在工程造价管理中的应用分析[J]. 交通科技与管理, 2025, 6(16): 173-175.