

工程变更对项目成本影响的量化分析与控制策略

尹丁冬

武汉长江现代安居公用设施发展有限公司 湖北武汉 430080

DOI:10.12238/ems.v7i7.14243

[摘要] 工程变更是项目管理中的常见现象，其对成本控制的影响具有显著的非线性特征。本文通过建立工程变更与成本要素的关联模型，揭示了变更传导至成本系统的路径机制，提出分阶段的动态控制方法。研究发现，工程变更引致成本波动的核心在于资源重置效应与协同损耗效应，需通过变更分级评估体系和责任回溯机制进行系统管控。研究结果为项目管理者提供了可操作的量化分析框架，有助于提高成本预测精度和实施主动控制策略。该成果对提升工程变更管理效能具有实用参考价值。

[关键词] 工程变更；成本传导；动态控制；分级评估

在建筑工程施工的广泛实践中，工程变更已成为一个不可或缺的环节，它对确保施工进度的有序性和成本控制的有效性起着关键性的作用。这些变更可能由多种因素引发，包括但不限于设计的细微调整、施工现场环境的自然变化、技术的持续进步、政策法规的更新迭代，以及业主对施工项目功能或审美需求的更改这种现象的产生不仅源于直接工程量增减，更涉及资源配置效率、工序衔接损耗等复杂因素。

一、工程变更的成本传导机制分析

工程变更对成本的影响并非单一维度的直接增减，而是通过多个环节相互作用的传导过程。不同阶段的变更会引发差异化的成本波动，其作用机理需要通过系统分析才能准确识别。

（一）变更来源的分类识别

工程变更的触发根源决定了其成本影响范围和管控方向。根据产生原因及实施特点，可将变更归纳为三大类，每类需采用差异化的分析方法和管理手段。

1. 技术标准调整类变更：此类变更通常由外部政策法规更新或业主功能性需求提升引发。例如建筑抗震等级提高、节能环保标准升级等强制性要求，往往需要调整结构设计参数或材料性能指标。其成本影响具有连锁效应：结构构件的截面尺寸变化会同步改变钢筋配筋率、模板支撑体系荷载，甚至影响施工机械选型。若未在早期识别，可能导致已施工部位的返工。管控时需重点关注新旧标准的衔接成本，包括设计复核、施工工艺适配以及既有工程量的拆除重建风险。

2. 设计优化修正类变更：这种变更源于图纸深化或施工可行性改进，包括专业间冲突化解、施工工艺优化等。典型情形如机电管线综合排布调整、复杂节点施工方案简化等。优化变更可能降低施工难度，但需系统评估变更的隐性成本：

材料规格调整可能中断既有采购合同，工艺变更可能需重新培训工人，设计参数修改可能影响已进场设备的适配性。

3. 施工条件变化类变更：其变更主要由施工现场不可预见因素触发，如地质条件与勘察报告不符、既有管线位置偏差、极端天气影响等。其突发性强，常导致施工方案紧急调整。例如基坑开挖遇流沙层需变更支护方式，不仅产生额外的土方处置费用，还可能打乱工序节奏，造成后续工种待工。管控要点在于快速响应与损失控制：需同步计算直接处置费用（如应急材料采购）和间接损耗（如机械闲置、工期压缩的赶工成本），同时评估变更方案对整体施工组织的持续性影响。

4. 分类管理的实施要点：精准识别变更类型是成本控制的前提。技术标准类变更需建立规范库动态更新机制，将新颁布的强制性条文及时关联设计参数；设计优化类变更应设置多专业联合会审流程，避免单点优化引发的系统性成本增加；施工条件类变更则需完善应急预案库，提前储备替代工艺的经济比选方案。

（二）成本要素的响应路径

工程变更引发的成本波动通过三类核心路径传导，需针对性建立管控机制：

1. 材料替换路径：设计变更直接改变材料技术参数时，成本影响包含显性与隐性两个层面。显性成本体现在单价差异、运输费用调整（如特殊板材需专车运输）、加工损耗率变化（如异形构件切割损耗增加15%-20%）。隐性成本则源于供应链重组：供应商切换可能导致预付款比例提高，工艺调整需重新培训施工人员，甚至引发检测认证费用（如防火材料变更需重新送检）。管控要点在于实施“一变更双测算”——变更提出时同步计算直接成本差值与间接影响

系数。

2. 工序调整路径：施工顺序变化将打破原有资源平衡，产生三类连锁反应：

时间成本叠加：关键工序延后将导致设备租赁期延长（如塔吊月租费增加 8-12 万元）、管理费分摊基数上升

效率损失：交叉作业减少使人工降效系数提高（如砌筑班组单日工作量下降 20%）

二次协调成本：工序重构需重新审批施工方案、组织技术交底，消耗管理资源

3. 工期延长路径：超期施工的成本渗透具有多维度特征：

直接待机成本：人员窝工补贴、机械停滞台班费按日累计

环境附加成本：跨季节施工可能增加冬雨季措施费（如混凝土保温养护费用）

资金成本：工程款支付周期延长产生的利息支出，以及进度滞后导致的违约金风险

机会成本：资源占用影响其他项目调配，降低整体周转效率

针对上述路径，需建立变更成本的全周期跟踪模型。在变更确认阶段，采用“三阶核价法”逐级验证：技术部门核算工艺调整成本，物资部门评估供应链变动影响，预算部门测算综合费率变化。实施过程中，通过动态成本对照表（计划值/实际值/预测值）监控偏差，当单项变更成本超原预算 10%时，触发专项审计流程。

二、量化分析模型的建立方法

建立有效的变更成本分析体系，需要兼顾看得见的直接支出和容易被忽视的隐性损耗，形成完整的评估框架。

（一）直接成本测算模型

直接成本的核算主要围绕变更引发的实体资源消耗变化。实际操作中可采用工程量清单比对法，将变更前后的施工图纸、材料规格等基础数据进行逐项对照。例如某工程将外墙保温材料从岩棉板改为聚氨酯喷涂，需同步核对两种材料的单位用量差异、市场价格浮动区间以及施工损耗率变化值。对于重复出现的同类变更，需要引入边际成本修正系数。当某个工序因多次调整导致工人熟练度提升时，人工消耗定额应相应调减；反之，频繁变更造成的机械多次进场退场，则需叠加计算搬迁费用。通过建立阶梯式计算模型，能更真实反映变更成本的累进效应。

（二）隐性成本评估体系

隐性成本的识别需建立多维度分析框架，重点解决传统成本管控中易被忽略的关联性损耗。

1. 时间维度评估：围绕工序延误引发的资源闲置成本。

建立时间成本函数：

隐性成本=Σ（机械停滞费×延误天数）+（人工待工补贴×人数）+（管理费日均摊销×延误周期）。例如工序推迟导致塔吊无法按计划退场时，除直接租赁费用外，还需计算因此延后其他工序产生的连锁影响。评估时需设置时间敏感系数——关键路径上的工序延误成本按 1.5 倍加权计算，非关键路径按 0.8 倍折算。

2. 空间维度评估：通过工序衔接矩阵量化施工效率损失。

构建二维分析模型：

横向轴：记录各工序的作业面重叠情况

纵向轴：统计材料设备共用冲突频率

当变更导致多工序在同一区域交叉施工时，计算效率折减率=（标准工效-实际工效）/标准工效×100%。典型场景包括：施工通道反复占用增加人员通行耗时，材料临时堆放引发二次搬运等。

3. 协同维度评估：采用工序耦合系数测算变更传导效应。

耦合系数=受影响工序数量/总工序数×调整复杂度等级（1-3 级）

例如设计变更若涉及基础结构修改，可能引发上游钢结构加工方案调整、下游机电管线重新排布等连锁反应。通过 BIM 模型模拟变更传导路径，将受影响工序的协调会议频次、技术交底时长等转化为成本增量，计入变更总成本。

三、全过程控制策略设计

工程变更的管控需要覆盖项目全周期，针对不同阶段的特点设计差异化的管理方法，形成系统的响应机制。这种体系化的管理思路能有效捕捉变更引发成本波动的关键节点。

（一）事前预防机制

预防机制的核心在于提前识别可能引发变更的风险源。通过在项目早期搭建协同设计平台，关联建筑、结构、机电等专业的设计数据，可自动检测图纸间的冲突点。例如，管线综合排布时自动标注净高不足的区域，提醒设计人员提前优化，减少后期施工阶段的被动调整。对于高频变更部位，如幕墙节点、设备机房等，设置变更触发阈值标准——当同一部位的修改次数超过设定值时，系统自动推送预警信号，触发专项核程序。

同时，收集历史项目的典型变更案例，构建风险特征库并与新建项目设计参数自动比对。例如，当新建医院工程的层高设计低于同类项目平均水平时，系统提示存在医疗设备

安装空间不足的风险。这种预判机制可将 30% 以上的潜在变更化解在设计交底前。同时，通过 BIM 模型进行施工推演，模拟复杂节点施工顺序，提前暴露工序矛盾，从源头减少实施阶段的被动变更。

（二）事中控制流程

变更执行阶段的管控重点在于及时评估影响范围和修正执行偏差。我们可建立三级评审制度：常规变更由项目部现场决策，重大变更需提交公司专家组审核，特殊变更必须经由业主、设计、施工三方会签。每类变更对应明确的成本影响系数阈值，如单项变更费用超出合同价 0.5% 即升级评审层级。

企业还可采用工序级成本分解法，将变更指令拆解为具体的材料采购、机械调度、人工安排等任务包。通过物联网设备实时采集现场进度数据，对比变更执行计划，当发现材料到货延迟或工序间隔异常时，自动触发预警。例如，钢结构节点变更后，系统实时监控焊缝检测进度，若滞后于计划工期则自动计算可能产生的脚手架延期成本。最后将变更引起的费用波动、资源负荷变化等数据，通过红黄绿三色区间直观展示。当累计变更成本触及黄色预警线时，项目管理团队需启动预备方案；突破红色警戒线则强制暂停后续变更审批，优先进行成本复盘。

（三）事后优化措施

在此阶段，企业可建立结构化变更数据库，按专业、部位、原因等维度对历史变更分类归档。通过数据挖掘技术识别高频变更部位，如在分析 100 个房建项目数据后发现，地下车库管线综合问题引发的变更占总量 23%。据此编制针对性设计核查清单，纳入新项目设计任务书。

同时，推行变更溯源责任制，建立变更影响追溯链条。将每个变更指令的实施效果与发起部门、审批人员、执行班组关联评价。如因设计深度不足导致的返工变更，将在设计单位履约评价中扣减相应分数；施工方合理化建议减少的变更，则按节约成本比例给予奖励。最后建立 PDCA 循环改进机制。每月召开变更管理例会，分析当期变更数据异常点：若机电安装变更率突增，则检查近期图纸会审记录；发现材料替代类变更成本超支，则复核供应商报价审核流程。

四、综合应用分析

某城市快速路桥梁工程在施工阶段面临桩基设计变更的挑战。项目团队基于变更影响量化分析模型，对设计调整方

案进行系统性评估。通过建立多维度评价指标，综合测算材料规格调整、施工工艺变化及工期波动等关联影响，预判设计变更将导致主体结构直接成本上升约 8%，同时因工序重组可能引发额外 5% 的间接成本。

针对这一预测结果，技术团队重新比选施工方案。经多方案比选，决定采用预制墩柱替代原现浇结构。该方法虽增加前期构件定制成本，但可通过工厂化生产缩短现场支模时间，同时减少高空作业风险。通过 BIM 技术模拟施工流程，优化构件吊装顺序，将预制构件安装精度偏差控制在 3mm 以内，避免返工损耗。实施过程中，项目组运用动态成本监控系统，实时跟踪混凝土用量、机械台班等关键指标，每周进行成本偏差分析。

实际运行数据显示，变更后主体结构成本实际增幅为 5.2%，较原预测值降低近 8 个百分点。其中，预制拼装工艺节省支架搭设工期 15 天，减少现场作业人员投入 30%，有效对冲了部分变更成本。项目团队同步建立变更影响反馈机制，将实施过程中的工序衔接优化经验录入企业知识库，为后续类似项目提供数据支撑。通过量化模型的精准预判与动态管控措施的结合，该项目变更处理周期缩短 40%，设计变更引发的争议协调会议减少 60%。实践表明，系统的量化分析工具配合实时监控手段，能够显著提升变更响应效率，为工程成本控制提供可量化的决策支持。

结论

本文提出的量化分析方法突破了传统成本核算的局限，建立的成本传导模型有效揭示了变更影响的非线性特征。分级控制策略通过全周期管理节点设计，实现了成本波动的主动干预。该方法体系已在多个工程项目中验证了适用性，为提升变更管理效能提供了新的解决方案。

【参考文献】

- [1] 聂树江. 施工单位视角下工程变更对造价影响的量化分析及应对策略[J]. 建筑工程技术与设计, 2022, 10 (11): 97-99.
- [2] 辛艳丽. JX 城际铁路一标段施工项目成本管理研究[D]. 北京: 北京化工大学, 2024.
- [3] 张云洁, 张璇, 王旭, 等. 基于边际贡献的需求变更技术债务量化评估[J]. 计算机研究与发展, 2021, 58 (1): 208-223.