

全生命周期视角下工程造价动态控制机制研究

王立芳

上海市崇明区公共租赁住房建设运营管理有限公司 上海 202150

摘要: 传统工程造价管理模式聚焦建设实施阶段,具“重施工、轻前期、忽运营”的割裂性,难应对项目全周期成本动态变化与风险累积,常出现投资超概、效益低等问题。本文基于全生命周期理论,剖析当前工程造价管理存在的系统性缺陷,构建覆盖项目决策、设计、招投标、施工、竣工及运营维护六大阶段的动态控制机制。该机制以数字技术为驱动,以价值工程和风险管理为核心工具,通过建立统一信息平台、标准化成本数据库、动态预警模型及跨阶段协同流程,实现对工程造价的实时监控、精准预测与主动干预。研究表明,此动态控制可提升投资效益与资源利用效率,推动建筑业高质量可持续发展,为新时代基础设施建设提供理论与路径支撑。

关键词: 全生命周期;工程造价;动态控制;BIM技术;价值工程

引言

在国家推进新型城镇化、新基建及“双碳”战略下,工程建设项目规模与复杂度提升,对投资效益和可持续性要求更高。但我国工程造价管理长期受传统思维影响,重点局限施工阶段,对项目前期决策、设计及后期运营维护成本考量不足。“碎片化”“静态化”模式割裂各阶段成本联系,造成资源浪费。全生命周期成本(LCC)理论自20世纪60年代提出,广泛应用于多领域,成为国际工程界衡量项目经济性的核心准则,强调项目总成本涵盖整个寿命周期内所有相关费用。因此,将全生命周期理念融入工程造价管理体系,构建动态控制机制,是破解行业困境、提升项目综合价值的必然选择。本文将梳理理论基础,诊断现有模式痛点,提出动态控制框架,助力我国工程造价管理现代化转型。

1 全生命周期工程造价管理的理论内涵与现状分析

1.1 全生命周期成本(LCC)的构成与特点

全生命周期成本(LCC)指项目从构思到报废拆除整个过程所有费用的现值总和。其典型构成有五部分:一是前期成本,含可行性研究、勘察、规划设计、招投标等费用;二是建造成本,即通常的工程造价,包括建筑安装工程费、设备及工器具购置费用;三是运营成本,项目使用后能源消耗、人工管理、日常保洁等费用;四是维护与更新成本,为保持项目功能性能而进行的检修、设备更换等费用;五是残值/处置成本,项目终结时资产回收残值或拆除清理等费用。LCC核心点是整体性、长期性和动态性,要求管理者跳出单一阶段局限,从全局长远审视成本,实现全生命周期成本最优化。

1.2 现行工程造价管理模式的痛点剖析

现行工程造价管理模式存在诸多痛点:一是责任主

体割裂,统筹缺失。项目各阶段由不同主体负责,各方目标不同、信息壁垒严重,如设计单位重方案美观与技术指标,施工单位关注合同利润,使用者成本诉求难在早期体现,造成“设计-施工-运营”脱节。二是数据孤岛众多,信息失真。各阶段成本数据分散在不同系统部门,格式标准混乱,缺乏集成共享机制,历史数据难为新项目提供参考,也无法准确预测当前项目未来成本^[1]。三是控制手段滞后,被动应对。造价控制多依赖事后审核结算,是“秋后算账”模式,成本超支暴露时已难挽回,缺乏事前预防和事中动态调整能力。四是评价体系缺乏,激励错位。现有评价体系重工期和初始投资节约,对全生命周期综合效益缺乏科学化评估与激励机制,各方缺乏优化全生命周期成本动力。

2 全生命周期视角下工程造价动态控制机制的构建

2.1 核心理念:从“成本控制”到“价值创造”

动态控制的首要转变是理念上的革新。管理者需摒弃单纯的“省钱”思维,转向以价值工程(Value Engineering, VE)为指导的“价值创造”思维。VE的核心是通过系统化的功能分析,在满足必要功能的前提下,寻求全生命周期成本最低的最优解决方案。这意味着,在决策和设计阶段,应组织跨专业团队(包括未来的运营管理人员)共同参与,对不同方案进行LCC比选,而非仅仅比较初始造价。

2.2 技术支撑:打造一体化数字信息平台

数字技术是实现动态控制的基石。应构建一个基于建筑信息模型(BIM)的一体化项目管理平台。(1) BIM作为信息载体: BIM模型不仅是三维几何信息集合,更是集成了时间(4D)、成本(5D)、运维(6D)乃至可持续性(7D)等多维信息的数据库。从项目开始,所有成本

相关的数据（如材料价格、工程量、设备参数、能耗指标）都可关联到具体的模型构件上。（2）大数据与物联网（IoT）赋能：通过接入外部市场材料价格数据库、历史项目成本数据库，并利用IoT传感器实时采集施工现场的进度、资源消耗及未来运营阶段的能耗、设备运行状态等数据，为成本预测模型提供源源不断的“活”数据。（3）云计算与人工智能（AI）分析：利用云计算的强大算力，结合AI算法（如机器学习），对海量历史数据和实时数据进行深度挖掘，建立动态的成本预测与风险预警模型。例如，模型可以基于当前的施工进度和材料价格波动趋势，自动预测项目最终的结算成本，并识别出可能导致超支的关键风险点。

2.3 机制设计：覆盖全周期的动态控制流程

2.3.1 决策阶段的动态成本导向

在项目的决策阶段，动态控制的核心在于确立正确的价值导向，为整个项目的成本轨迹奠定基调。此阶段的工作远不止于编制一份静态的投资估算，而是要利用初步构建的全生命周期成本（LCC）模型，对项目的不同战略构想进行系统性的经济比选。管理者需综合调用历史项目数据库、实时市场材料价格指数、能源政策导向以及环境影响评估等多维信息，对备选方案在选址、建设规模、核心技术路线等核心要素上在未来数十年内所产生的建造、运营、维护乃至最终处置成本进行快速模拟与量化分析^[2]。通过这种前瞻性的、数据驱动的评估，能够有效识别出那些初始投入虽高但长期效益显著的方案，从而将LCC最优而非单纯的初始造价最低作为项目立项的根本依据，并为后续所有工作设定清晰、可量化的成本控制总目标，从根本上规避因前期决策短视而导致的长期成本陷阱。

2.3.2 设计阶段的成本集成与优化

进入设计阶段后，前期确立的LCC宏观目标便需要被精细地分解并物化为具体的设计成果。这一阶段的动态控制体现为设计创作过程与多维成本模拟的高度融合与实时互动。设计师在BIM平台上进行方案推敲时，其每一个修改——无论是建筑形态的调整、结构体系的变更，还是设备材料的选型——都将实时触发后台5D（成本）与6D（运维）模型的自动更新。系统不仅能即时反馈该设计变更对当前建造成本的影响，更能同步预测其在未来使用周期内对能耗水平、维修频率及使用寿命等关键运营指标的长远效应。为了确保设计方案在功能、美学与经济性之间达到综合最优，应定期组织由业主代表、未来运营商、施工专家及成本顾问共同参与的价值工程（VE）工作坊，从各自的专业视角审视功能需求与成本投入的

匹配度，主动挖掘在满足必要功能的前提下实现全生命周期成本节约的优化路径，使设计真正成为价值创造的核心引擎。

2.3.3 招投标与合同签订阶段的责任传导

此阶段的动态控制旨在通过精巧的契约安排，将全生命周期的成本责任与正向激励机制有效地传导至未来的实施主体，打破传统模式下“建”与“用”的割裂。招标文件的编制不应仅聚焦于投标报价的高低，更应明确要求投标人对其所提出的施工技术方案、材料设备选型可能带来的长期运营维护成本影响进行详细阐述和量化承诺^[3]。同时，应积极探索如IPD（集成项目交付）等新型合作模式，在合同层面构建一个利益共享、风险共担的共同体。通过在合同中嵌入与未来运营绩效（如年度能耗效率、主要设备可靠性指标）直接挂钩的奖惩或分成条款，可以有效激励承包商在施工过程中主动采用高质量的工艺和耐久性更强的材料，使其不仅为建造过程负责，更为项目在整个寿命周期内所创造的综合价值获得合理回报，从而将短期的施工行为与长期的项目效益紧密绑定。

2.3.4 施工阶段的实时监控与敏捷响应

动态控制在此阶段主要体现为对成本执行情况的实时监控、偏差识别与敏捷响应。依托于高度集成的BIM 5D模型，工程量的自动计量与进度款的申请支付得以高效联动，显著提升了成本核算的准确性与时效性，减少了传统模式下的争议与滞后。更为关键的是，借助物联网（IoT）传感器、无人机巡检和移动终端应用，施工现场的人力投入、材料消耗、机械台班等资源的实际使用数据能够被近乎实时地采集并回传至中央智能管理平台。系统会自动将这些“活”数据与BIM模型中基于最新市场信息动态调整的预算基准进行多维度比对分析。一旦发现成本偏差超出预设的风险值，例如因某种关键原材料价格异常飙升或某个分项工程施工效率持续低下导致成本超支，内置的智能预警模型便会立即向相关责任人发出分级警报，并辅以基于大数据分析的可能原因推断与多种纠偏建议方案，促使项目管理团队能够迅速介入，采取有效措施，将成本失控的风险扼杀在萌芽状态。

2.3.5 竣工与移交阶段的信息资产化

此时，动态控制的关注点从“建好”转向了“交好”，其核心任务是确保一个完整、准确、结构化的数字信息资产能够无缝、高效地移交给未来的运营方。这个以竣工BIM模型（As-Built Model）为核心的数字孪生体，不仅精确反映了建筑的最终几何形态与空间关系，更包括了所有设备设施的品牌、型号、序列号、技术参数、保

修期限、维护保养手册及供应商联系方式等关键运维数据^[4]。与此同时,一份详尽的全生命周期成本档案也应同步完成,系统记录下从项目构思到最终落成的每一个重大成本决策、每一次设计变更及其背后的逻辑、数据支撑与审批流程。这份宝贵的“经验资产”不仅是未来实现高效、低成本、预防性运维的基石,也为组织内部的知识沉淀、经验复用和后续同类项目的前期成本预测与风险评估提供了坚实可靠的数据基础,完成了从物理资产到数字资产的价值延伸。

2.3.6 运营与维护阶段的闭环验证与反哺

在漫长的运营与维护阶段,动态控制机制完成了其闭环管理的最后一环——即对前期所有工作的终极验证、持续学习与知识反哺。运营管理系统(CAFM/IWMS)持续、真实地记录着项目在实际使用过程中发生的能源费用、日常保洁支出、预防性及纠正性维修保养成本、设备更新改造投入、人工管理费用等各项精细化数据。这些实际发生的成本数据被定期提取、清洗并与前期各阶段(特别是决策与设计阶段)的LCC预测值进行严谨的对比分析。这种“预测-实际”的对照,不仅是对前期决策科学性与设计合理性的客观检验,更是对LCC预测模型本身的持续校准、迭代与优化。通过不断积累的真实世界运营数据,模型的算法将愈发精准,预测能力将不断增强,从而为未来新项目的前期决策提供前所未有的可靠依据和量化支撑,真正实现了“用今天的经验,指导明天的实践”,使全生命周期造价管理在一个螺旋上升、自我完善的轨道上不断精进与成熟。

3 实施保障与挑战应对

要成功推行这一动态控制机制,还需配套相应的保障措施:(1)制度与标准保障:政府和行业协会应加快制定全生命周期造价管理的计价规范、数据标准和合同示范文本,为实践提供统一的规则。(2)组织与人才保

障:培养和引进既懂工程技术、又精通造价管理和信息技术的复合型人才。鼓励企业设立专门的LCC管理岗位或部门。(3)文化与协同保障:打破行业壁垒,倡导合作共赢的文化。通过合理的利益分配机制,引导各参与方从对抗走向协同,共同致力于项目整体价值的最大化。当然,该机制的推广也面临挑战,如初期投入成本较高、数据安全与隐私保护、以及改变根深蒂固的传统观念等。但随着数字化转型的加速和高质量发展理念的深入人心,这些障碍终将被克服。

4 结语

工程造价管理正处在一个从“静态、割裂”向“动态、集成”范式转变的关键时期。本文提出的全生命周期视角下的动态控制机制,通过理念革新、技术赋能和流程再造,旨在构建一个能够前瞻性地预测成本、实时性地监控偏差、协同性地优化决策的智能管理体系。它不仅是对传统造价管理模式的超越,更是推动建筑业实现精细化、绿色化、智能化发展的核心引擎。未来的研究可进一步深化LCC模型的算法精度,探索区块链技术在保障数据可信流转方面的应用,并开展更多实证研究以验证该机制在不同类型项目中的普适性与有效性。唯有如此,我们才能真正实现“花好每一分钱”,让每一项工程都成为经得起时间和效益检验的精品。

参考文献

- [1]何佳.全生命周期管理下的建筑工程造价动态控制策略[J].中国建筑金属结构,2026,25(03):175-177.
- [2]王昕.基于全生命周期理论的工程造价优化要点分析[J].价值工程,2026,45(04):22-24.
- [3]叶军.建设工程全生命周期造价管理的风险评估应对策略[J].中国房地产业,2025,(36):154-157.
- [4]饶轶宾,吴志田.建筑工程全过程造价动态控制关键技术探析[J].中国建筑金属结构,2026,25(04):190-192.