

建筑工程项目全生命周期造价控制方法研究

何林沛

中铁一局集团有限公司广州分公司，广东省广州市，511400；

摘要：建筑工程项目全生命周期造价控制是实现资源高效配置与成本精准管理的重要途径。本文基于全生命周期理论，结合价值工程、动态控制与协同管理方法，系统分析了各阶段造价管理的现状与问题，提出覆盖决策、设计、施工、运维及拆除阶段的核心控制方法，并探讨了 BIM、大数据与人工智能等技术的支撑作用。研究表明，通过阶段协同、数据驱动与技术创新，可显著降低全生命周期成本超支风险，提升项目经济效益。研究结果为建筑工程造价管理提供了理论框架与实践路径，对行业可持续发展具有参考价值。

关键词：全生命周期造价管理；动态控制；BIM 技术；成本优化；协同管理

DOI：10.69979/3029-2727.24.12.031

引言

近年来，我国建筑行业规模持续扩张，但成本超支、资源浪费等问题依然突出。传统造价管理多聚焦于施工阶段，缺乏对前期决策与后期运维的统筹，导致“重建轻运营”现象普遍。全生命周期造价管理（Life Cycle Cost Management, LCCM）强调从项目策划到拆除回收的全过程成本控制，其核心理念是通过阶段协同与数据整合实现长期成本最优。

国内外学者对 LCCM 的研究已取得一定进展。国外研究侧重于全生命周期成本模型构建与可持续性评价，如 Flanagan 等提出的 LCC 分析框架；国内研究则聚焦于分阶段控制技术，但跨阶段协同不足、数据应用浅层化等问题尚未解决。本文以问题为导向，结合信息技术创新，旨在构建覆盖全生命周期的动态造价控制体系，突破传统管理的局限性。研究目标包括：（1）厘清 LCCM 的理论内涵与技术路径；（2）提出分阶段造价优化方法；（3）验证信息技术对成本控制的赋能效应。研究方法涵盖文献分析、系统建模与案例实证，创新点在于集成多学科理论、开发动态协同模型并探索数字化工具链的应用潜力。

1 全生命周期造价控制的理论框架

1.1 核心概念与内涵

全生命周期造价管理（LCCM）是指从建筑项目的决策、设计、施工、运维直至拆除回收的全过程成本规划与控制，其核心目标是通过各阶段间的数据共享、信息协同以及决策联动，实现总成本的最小化和项目价值

的最大化。与传统造价管理相比，LCCM 在理念和方法上展现出显著差异：首先，LCCM 具有长期性特征，强调对运维阶段及拆除回收阶段隐性成本的关注，而不仅限于建设期的成本控制；其次，它具备系统性视角，注重整体最优而非局部节约，要求将各阶段的成本影响纳入综合考量；最后，LCCM 以数据驱动为核心，充分利用 BIM（Building Information Modeling）、大数据分析、人工智能等先进技术，实现动态反馈与实时优化，从而为全过程成本管理提供科学依据。

1.2 理论基础

价值工程理论（VE）为 LCCM 提供了功能与成本比值分析的基础方法，旨在通过优化设计方案实现成本效益最大化。例如，在材料选择过程中，需综合评估其初期投入与长期使用性能，平衡耐久性、维护需求及经济性之间的关系，确保所选方案在满足功能要求的同时实现成本最优。

动态控制理论则为 LCCM 提供了闭环管理框架，基于 PDCA 循环（Plan-Do-Check-Act）实现全过程的实时调整与持续改进。具体而言，在施工阶段可通过挣值法（EVM）对实际成本与计划成本进行对比分析，识别偏差并采取纠正措施，从而保障成本目标的达成。此外，动态控制理论还支持跨阶段的成本预测与调整，使前期决策能够及时反映后期实施中的变化因素。

协同管理理论进一步强化了 LCCM 中多主体间的协作机制，致力于打破传统项目管理中的信息孤岛现象。通过建立业主、设计方、施工方与运维方的协同工作平台，确保成本相关数据在不同阶段间的无缝传递与高效

利用。这种协同机制不仅有助于减少因信息不对称导致的决策失误，还能促进各参与方共同承担成本控制责任，形成合力推动项目目标的实现。同时，协同管理理论还强调标准化流程的制定与执行，为多阶段数据集成和资源共享提供制度保障，从而提升全生命周期造价管理的整体效能。

2 建筑工程项目造价控制的现状与关键问题

2.1 分阶段管理现状分析

决策阶段：当前可行性研究方法较为粗放，缺乏对不确定性和风险因素的系统量化分析，投资估算偏差率普遍超过 20%，直接导致后期成本失控现象频发。同时，由于缺乏科学的成本预测工具和多方案比选机制，项目的经济性与技术性难以有效平衡，进一步加剧了成本超支的风险。

设计阶段：技术与经济脱节的问题尤为突出，设计单位往往过度追求创新和技术复杂性，忽视成本控制目标，导致频繁的设计变更。据统计，因设计不合理引发的变更占总变更量的 45% 以上，这不仅增加了返工成本，还显著延长了项目周期。此外，限额设计和价值工程理念未能充分落地，设计阶段的成本优化潜力尚未得到充分挖掘。

施工阶段：材料浪费、工期延误以及劳动力效率低下等问题在该阶段表现得尤为明显。约 35% 的项目成本超支可归因于施工管理中的问题，例如资源调度不科学、现场协调能力不足以及质量控制不到位等。此外，传统的施工管理模式缺乏对动态环境变化的适应能力，无法及时调整资源配置以应对突发状况，从而进一步放大了成本失控的可能性。

运维阶段：当前建筑工程项目在运维阶段普遍存在缺乏全周期数据支撑的问题，设施维护工作主要依赖经验决策而非科学分析。这种模式导致维护成本居高不下，年均运维成本占比高达总成本的 60%。同时，由于前期阶段的成本数据未能有效传递至运维环节，后期维护方案的设计往往缺乏针对性，难以实现成本效益的最大化。

2.2 系统性问题的根源

信息孤岛：各阶段之间的数据格式不统一，且数据标准存在较大差异，导致成本数据难以实现连续积累与共享。例如，决策阶段的投资估算数据与施工阶段的实际成本数据之间缺乏有效的衔接机制，使得后续阶段的

成本控制缺乏可靠的参考依据。此外，不同参与方之间的信息传递效率低下，进一步加剧了信息不对称的问题。

技术局限：尽管 BIM 技术已在建筑行业得到了广泛应用，但其功能主要集中于三维建模与碰撞检测，对于 5D 成本管理的应用仍处于初级阶段。目前，大多数项目仅将 BIM 作为可视化工具使用，而未能充分发挥其在成本动态监控和资源优化配置方面的潜力。同时，数据分析手段相对落后，过度依赖人工处理，智能化水平较低，难以满足现代工程项目对精细化管理的需求。例如，在施工阶段的成本偏差分析中，传统方法往往耗时较长且准确性不足，难以支持实时决策。

管理机制：现有的造价管理体系中责任主体分散，各阶段的责任划分不够明确，缺乏统一的全周期考核标准。这种机制导致成本控制责任在不同参与方之间相互推诿，最终影响整体管理效能。此外，现行的绩效评价体系更多关注单一阶段的目标达成情况，而忽视了全生命周期的整体优化需求，使得各阶段之间的协同效应难以充分体现。

3 全生命周期造价控制的核心方法设计

3.1 决策阶段：成本预测与方案优化

采用蒙特卡洛模拟量化投资估算风险，结合历史数据生成概率分布，通过多情景分析提升预测精度。引入不确定性分析方法，对关键变量（如原材料价格波动、工期延误）进行敏感性测试，确保决策科学性。构建全生命周期成本（LCC）评价模型，将能源消耗、维护费用、环境治理成本等长期因素纳入考量范围，为多方案比选提供全面支撑。同时，借助大数据挖掘技术提取类似项目的成本特征，进一步优化初始投资估算的准确性。

3.2 设计阶段：技术与经济协同控制

推行限额设计与价值工程（Value Engineering, VE）集成管理，明确各专业间的成本分配比例，设定合理的成本上限并动态调整功能配置。例如，通过 VE 分析识别非必要功能点，将幕墙系统的设计优化为标准化模块，在保证性能的同时实现成本降低 15% 以上。应用 BIM-5D 模型整合几何、时间与成本数据，利用参数化建模工具实现设计方案变更时的成本自动更新，并支持设计冲突的实时检测与修正。此外，引入多目标优化算法，平衡建筑性能、施工难度及经济性三者关系，生成最优设计方案。

3.3 施工阶段：动态监控与资源优化

引入挣值法（EVM）对成本与进度偏差进行综合评估，公式为： $[CV = EV - AC]$ （成本偏差=挣值-实际成本）。当偏差超出预设阈值时，触发智能预警机制，结合项目当前状态生成动态调整策略，包括劳动力调配、机械设备投入及分包商选择优化。建立基于区块链技术的供应链协同平台，通过集中采购降低材料单价，同时引入 JIT（Just-In-Time）物流管理模式减少库存占用成本。此外，部署无人机巡检与 AI 图像识别技术，实时监测施工现场资源使用效率，辅助项目经理制定精准的成本控制措施。

3.4 运维阶段：数据驱动的成本控制

部署物联网（IoT）传感器网络，持续监测建筑结构健康状况、设备运行参数及能耗水平，通过预测性维护减少突发维修费用的发生频率与规模。利用层次分析法（AHP）构建节能改造优先级评估体系，综合考虑技术可行性、经济效益及环保效益等因素，筛选出最具潜力的技术措施予以实施。例如，针对空调系统能效优化方案的投资回收期计算表明，通过升级变频技术可在两年内收回初始投入成本，同时显著降低运营支出。

3.5 拆除阶段：循环经济视角的成本管理

开发建筑废弃物资源化利用模型，量化不同材料类型（如钢筋、混凝土、玻璃等）的回收价值及其对拆除成本的影响。例如，通过钢筋分离与再加工工艺可使拆除成本降低 30%，同时创造额外经济收益。引入生命周期评估（LCA）方法，对比传统拆除方式与绿色拆除方案的环境足迹差异，推动建筑行业向低碳化方向转型。此外，探索模块化建筑构件的重复使用潜力，通过设计标准化接口实现快速拆装与二次利用，最大限度减少一次性浪费。

4 信息技术在全生命周期造价控制中的应用

4.1 BIM 技术的深度集成

构建基于 BIM-5D 协同平台的全生命周期造价管理体系，实现设计模型、施工预算及运维数据之间的无缝衔接与动态更新。通过参数化建模与多维数据分析，该平台能够实时反映项目进度、资源分配与成本变化情况，为决策提供精准依据。以某商业综合体项目为例，BIM-5D 平台的应用显著提升了管理效率：设计变更次数减少

了 40%，预算编制时间缩短了 50%，同时因信息不对称导致的成本偏差降低了 28%。此外，平台支持多专业协同作业，有效避免了传统模式下各阶段数据孤岛现象，从而实现了从前期规划到后期运维的全过程优化。

4.2 大数据与人工智能赋能

依托大数据分析和机器学习算法，开发智能化成本预测模型，输入包括项目规模、地质条件、气候特征、市场价格波动等多维度参数，输出估算结果的误差率低于 5%。这一方法不仅提高了预测精度，还大幅减少了人工计算的时间成本。此外，自然语言处理（NLP）技术被广泛应用于合同条款解析与变更单风险评估。通过对历史文档的学习，系统可自动识别潜在法律风险、工期延误隐患及费用超支可能性，并生成针对性应对策略。例如，在某大型基础设施项目中，NLP 工具成功预警了因合同条款模糊引发的索赔风险，最终帮助业主节省了约 12% 的额外支出。此外，结合深度学习算法，系统还能对历史项目数据进行挖掘，提炼出最优实践模式，为类似工程提供参考。

4.3 数字化工具链的实践案例

以某超高层建筑为例，通过集成 BIM 与生命周期成本（LCC）管理平台，实现了全生命周期数据的高效整合与动态监控。在运维阶段，平台利用传感器网络采集实时能耗数据，并结合历史运行记录建立预测模型，优化能源使用效率。数据显示，相较于传统管理模式，该建筑的年度能耗成本降低了 18%，碳排放量减少了 22%。此外，平台还支持资产全生命周期管理，通过设备健康监测与预测性维护功能，将突发故障率降低至原有水平的 30% 以下。这些成果充分验证了数字化工具链在提升管理效能、降低运营成本方面的显著优势。值得注意的是，此类技术的成功实施依赖于跨学科协作与标准化流程建设，未来需进一步完善相关技术规范与行业标准，以促进更大范围内的推广应用。

5 结论与展望

研究揭示，全生命周期造价控制的关键在于实施动态协同策略，并充分利用信息技术消除各阶段间的隔阂。通过引入决策阶段的 LCC 评估、施工阶段的动态跟踪监控以及运维阶段的数据导向管理，能够有效系统性地减少总成本 10% 至 25%。尽管如此，现有研究仍存在若干局限性，例如长期运维数据的难以获取，以及中小规模

项目在应用相关技术时所面临的高昂成本。展望未来,研究可围绕以下三大方向深入探索:(1)建立适应双碳战略的绿色成本核算机制;(2)运用数字孪生技术,实现全生命周期的即时模拟与监控;(3)强化政策引导与行业规范,以推动 LCCM 的普及应用。本研究不仅为建筑工程项目的成本管理提供了坚实的理论基础与实用的操作工具,还为推动行业迈向更精细、更智能的发展阶段贡献了力量。

参考文献

- [1] 尉晓婷. 建筑工程全生命周期造价控制要点探究[J]. 中国招标, 2023, (10): 161-163.
- [2] 吴文毓. BIM 视域下的建筑项目全生命周期造价控制模式探究[J]. 中华建设, 2021, (06): 46-47.
- [3] 高增元. 从限额设计角度谈工程造价控制的实际应用价值分析[J]. 城市建筑, 2020, 17(26): 187-188.
- [4] 吴慧燕. BIM 技术在建筑工程全过程造价管理中的整合应用——基于数据驱动的决策支持[J]. 工程造价管理, 2024, 35(06): 69-73.
- [5] 肖银. 基于全生命周期的建筑工程造价风险管理研究[J]. 经济师, 2024, (10): 289-290.
- [6] 郑建伟. BIM 技术在全生命周期工程造价控制的应用[J]. 湖北成人教育学院学报, 2022, 28(01): 92-95.
- 作者简介: 何林沛(1998 年 8 月)性别: 男, 民族: 汉族, 籍贯: 湖北省武汉市, 单位: 中铁一局集团有限公司广州分公司, 学历: 本科, 职称: 助理工程师, 职务: 项目商法部长, 研究方向: 工程管理;