

BIM 环境下建筑工程全寿命周期成本控制体系构建与实践

杨 帆

四川文理学院 四川 达州 635000

【摘 要】：在建筑行业竞争日益激烈的背景下，有效控制建筑工程成本、提高项目经济效益成为企业发展的关键。本研究旨在探讨 BIM 环境下建筑工程全寿命周期成本控制体系的构建与实践。通过分析传统成本控制在建筑工程全寿命周期各阶段存在的问题，结合 BIM 技术的可视化、参数化、协同性等优势，构建涵盖规划设计、施工建造、运营维护及拆除回收阶段的成本控制体系。以实际项目为例，展示该体系在成本预算优化、资源动态管理、运营成本降低等方面的应用成效，证明 BIM 技术对提升建筑工程全寿命周期成本控制水平的重要作用，为行业发展提供理论参考与实践借鉴。

【关键词】：BIM 技术；全寿命周期；成本控制；体系构建；实践应用

DOI:10.12417/2811-0536.25.11.008

1 引言

传统的成本控制方法多集中于施工阶段，且各阶段数据相互独立，缺乏系统性与协同性，难以实现建筑工程全寿命周期成本的有效管控。随着 BIM 技术的不断发展与成熟，其在建筑工程领域的应用逐渐深入。BIM 技术以三维信息模型为载体，集成建筑工程全寿命周期各阶段的几何、物理、成本等信息，为实现全寿命周期成本控制提供了新的思路与方法。构建 BIM 环境下建筑工程全寿命周期成本控制体系，并进行实践验证，对推动建筑行业精细化管理、提升企业竞争力具有重要意义。

2 建筑工程全寿命周期成本控制现状及问题

2.1 建筑工程全寿命周期成本构成

建筑工程全寿命周期涵盖规划设计、施工建造、运营维护及拆除回收等阶段。其成本构成主要包括前期规划成本，如项目可行性研究、勘察设计费用；施工成本，涵盖人工、材料、机械设备、措施项目等费用；运营维护成本，包括设备维修、能源消耗、物业管理等费用；拆除回收成本，包含拆除费用以及废弃物回收利用收益或处理成本。这些成本相互关联、相互影响，任一阶段的成本控制不当都可能导致全寿命周期成本增加。

2.2 传统成本控制存在的问题

在规划设计阶段，传统设计方法难以直观展示设计方案的空间效果与成本影响，设计师与造价工程师缺乏有效沟通，导致设计方案反复修改，增加设计成本与时间成本，且难以实现成本的精准预估。施工阶

段，成本控制主要依赖人工核算与经验判断，对材料用量、进度与成本的匹配度把控不足，易出现材料浪费、工期延误等问题，导致成本超支。运营维护阶段，缺乏有效的成本数据管理与分析手段，无法及时掌握设备运行状态与维护需求，造成不必要的维护成本浪费。拆除回收阶段，对废弃物处理与资源回收利用的规划不足，导致拆除成本增加且资源浪费严重。

3 BIM 技术在建筑工程全寿命周期成本控制中的优势

3.1 可视化与模拟性

BIM 技术能够创建三维可视化模型，将建筑工程的设计方案直观呈现，使各参与方更清晰地理解设计意图，提前发现设计中存在的问题，减少设计变更，从而降低成本。同时，通过对施工过程、设备运行等进行模拟，可提前预测潜在风险，制定应对措施，避免因风险事件导致的成本增加。

3.2 参数化与信息集成

BIM 模型具有参数化特性，模型中的构件参数与成本信息相关联，当设计方案发生变更时，成本信息能够自动更新，实现成本的动态管理。此外，BIM 技术可以集成建筑工程全寿命周期各阶段的信息，形成一个完整的数据库，为成本控制提供准确、全面的数据支持。

3.3 协同性与共享性

在 BIM 环境下，设计、施工、运营等各参与方能够基于同一模型进行协同工作，实现信息的实时共享与交流。各参与方可以及时获取所需的成本信息，协同制定成本控制策略，提高成本控制的效率与协同性。

4 BIM 环境下建筑工程全寿命周期成本控制体系构建

表 1 核心指标

4.1 体系构建原则

(1) 系统性原则：系统性原则强调将建筑工程全寿命周期（规划→设计→施工→运营→拆除）视为有机整体，避免“各阶段独立管控”导致的成本割裂。传统成本控制常出现“设计阶段忽视施工可行性”“施工阶段不顾及运营维护”等问题，而 BIM 技术通过全周期信息集成，可实现各阶段成本目标的协同统一。

(2) 动态性原则：建筑工程全寿命周期受政策、市场、技术等多因素影响，成本控制需具备动态适应性。BIM 技术的参数化特性与实时数据更新能力，为动态调整提供了技术支撑，可实现“数据实时感知→偏差自动预警→策略快速优化”的闭环管理。

(3) 准确性原则：成本控制的前提是数据真实可靠。传统成本控制中，设计图纸、工程量清单、结算文件等数据常存在“版本不一致”“计算误差”等问题，而 BIM 技术通过“单一数据源”与“参数化关联”，可从源头保证成本数据的准确性。以 BIM 模型为核心数据源，所有成本信息（如构件工程量、材料单价、人工定额）均从模型参数中自动提取，避免人工录入导致的误差。

(4) 协同性原则：建筑工程全寿命周期涉及业主、设计单位、施工单位、监理单位、运维单位等多参与方，传统管控模式因信息孤岛导致协同效率低下（如设计变更信息传递滞后导致返工）。BIM 环境下的协同性原则，强调通过统一平台实现信息实时共享与多方协同决策，减少沟通成本与信息不对称。在 BIM 平台中预设各参与方的成本管控职责与工作流程，避免权责交叉或遗漏。

4.2 各阶段成本控制要点

4.2.1 规划设计阶段

(1) 基于 BIM 的多方案创建与可视化比选：在规划设计初期，设计团队依据项目任务书与用地条件，利用 Revit、Bentley 等 BIM 软件创建至少 3 个不同风格与功能布局的设计方案模型。每个方案模型均包含完整的建筑、结构、机电系统三维几何信息，通过 BIM 的可视化功能，以漫游、剖切等方式直观展示空间效果，避免后期因方案调整产生的设计成本增加。

(2) 成本指标量化计算与方案优选：将 BIM 模型与造价软件（如广联达 BIM 安装计量、鲁班造价）进行数据对接，基于模型构件的几何尺寸、材料属性等信息，自动计算各设计方案的成本指标。核心指标包括。

成本指标类型	计算方式	应用意义
单位面积造价	总造价/建筑面积	衡量方案经济性的基础指标，用于初步筛选高成本方案
功能成本比	各功能区域造价/功能重要性评分	评估不同功能布局下的成本投入合理性，例如商业综合体中商业区域与办公区域的造价分配
全寿命周期能耗成本	基于建筑能耗模拟软件(如 EnergyPlus) 计算运营阶段 30 年的累计能耗费用	考虑运营成本，避免因设计不合理导致后期高额能源支出

通过对这些指标的横向对比，结合项目预算与业主需求，确定最优设计方案。如在某住宅项目中，通过计算发现采用高效保温材料的方案虽然初期建安成本增加 5%，但全寿命周期能耗成本降低 20%，最终被选定为实施方案。

(3) 设计过程中的成本动态优化：在方案深化设计阶段，设计师在 BIM 模型中设置成本参数关联规则。例如，当调整外墙材料（从普通砖改为加气混凝土砌块）时，模型自动更新材料单价、用量及运输成本，同步生成新的成本估算报表。利用 BIM 的碰撞检查功能，提前发现建筑、结构、机电专业间的设计冲突，避免因设计错误导致的施工阶段返工成本。同时，通过 BIM 模型分析建筑体型系数、窗墙比等参数对能耗成本的影响，进行针对性优化。如在某医院项目中，通过缩小北向开窗面积，调整建筑凹凸造型，将体型系数从 0.4 降低至 0.35，预计每年可减少空调能耗费用约 15 万元。

4.2.2 施工建造阶段

(1) BIM 模型驱动的工程量精确计算与资源规划：基于设计阶段完成的 BIM 模型，利用其参数化特性进行工程量的自动提取。例如，在混凝土工程量计算中，BIM 模型可精确区分不同强度等级、部位（柱、梁、板）的混凝土用量，误差率控制在 1%以内，相比传统手工算量效率提升 60%以上。依据工程量计算结果，结合施工进度计划，制定详细的材料采购计划与劳动力调配方案。通过 BIM 模型模拟材料堆放场地，优化材料运输路径，减少二次搬运费用。

(2) BIM5D 技术实现进度与成本动态监控：将 BIM 三维模型与施工进度计划（Project 或 Primavera 编制）、成本预算数据集成至 BIM5D 平台（如广联达 BIM5D、鲁班工程管理数字平台）。在施工过程中，施工人员通过移动端 APP 实时上传实际进度数据，平台自动将实际进度与计划进度进行对比分析，同时关联成本数据，生成成本偏差预警。项目管理人员可据此及时调整施工计划，协调构件供应商加快供货，增加施工人员投入，避免成本进一步超支。

(3) 施工模拟优化与冲突预控：利用 BIM 技术对复杂施工工艺（如深基坑支护、大跨度钢结构吊装）进行 4D 施工模拟（三维模型+时间维度）。通过模拟不同施工方案下的工序衔接、机械作业空间、人员操作流程，提前发现潜在的施工冲突与安全隐患。模拟施工过程中的资源使用高峰与低谷，合理调配机械设备与劳动力，降低闲置成本。

4.2.3 运营维护阶段

在运营维护阶段，将 BIM 模型与设施管理系统相结合，实现对建筑设备的全生命周期管理。通过 BIM 模型记录设备的基本信息、安装位置、维护历史等，方便管理人员快速查询与管理设备。利用传感器技术实时采集设备运行数据，并反馈到 BIM 模型中，实现设备运行状态的实时监控与预警。根据设备运行数据与维护计划，提前安排维护工作，减少设备故障发生概率，降低维护成本。同时，通过 BIM 模型分析建筑空间使用情况，优化空间布局，提高空间利用率，降低运营成本。

4.2.4 拆除回收阶段

在拆除回收阶段，利用 BIM 模型对建筑拆除过程进行模拟，制定合理的拆除方案，降低拆除成本。通过 BIM 模型识别可回收利用的建筑材料与设备，提前规划回收利用方案，提高资源回收利用率，增加回收收益。例如，在某项目拆除过程中，通过 BIM 模型准确识别出可回收的钢结构材料，制定专门的回收计划，将钢结构材料回收后进行再加工利用，不仅减少了废弃物处理成本，还获得了一定的经济收益。

4.3 成本控制流程

基于 BIM 环境构建建筑工程全寿命周期成本控制流程，包括成本计划制定、成本数据采集、成本分析与监控、成本控制决策等环节。在项目开始前，根据项目目标与预算，利用 BIM 模型制定全寿命周期成本计划；在项目实施过程中，通过 BIM 平台实时采集各阶段的成本数据；定期对成本数据进行分析，与成

本计划进行对比，找出成本偏差；根据成本偏差分析结果，制定相应的成本控制决策，调整成本控制策略，确保成本目标的实现。

5 BIM 环境下建筑工程全寿命周期成本控制实践案例分析

5.1 项目概况

选取某大型商业综合体项目作为案例，该项目总建筑面积 20 万平方米，地下 2 层，地上 15 层，包含商业、办公、酒店等多种功能。项目投资规模大、建设周期长、成本控制难度高。

5.2 BIM 环境下成本控制应用过程

在规划设计阶段，设计团队利用 BIM 技术建立多个设计方案模型，对各方案的建筑造型、功能布局、成本造价等进行对比分析，最终确定最优设计方案，节约设计成本约 80 万元。在施工建造阶段，通过 BIM5D 平台进行施工进度与成本管理，实时监控材料使用情况与施工进度。例如，在主体结构施工过程中，通过 BIM5D 平台发现钢筋用量超出计划，及时分析原因并调整施工工艺，避免了钢筋浪费，节约成本约 120 万元。在运营维护阶段，将 BIM 模型与智能物业管理系统集成，实现对建筑设备的智能化管理。通过实时监控设备运行状态，提前安排维护工作，降低设备故障率，每年节约运营维护成本约 150 万元。在拆除回收阶段，利用 BIM 模型对建筑拆除过程进行模拟，制定科学的拆除方案，提高了建筑材料的回收利用率，预计可减少拆除成本与废弃物处理成本约 100 万元。

5.3 应用效果分析

通过在该项目中应用 BIM 环境下建筑工程全寿命周期成本控制体系，项目总成本较传统成本控制方法降低约 8%，有效提高了项目的经济效益。同时，项目各参与方之间的沟通与协作效率显著提升，减少了因信息不畅导致的成本浪费与工期延误，项目建设周期缩短约 10%，为项目的顺利交付与运营奠定了良好基础。

6 结论

综上所述，本文通过分析传统建筑工程成本控制存在的问题，结合 BIM 技术的优势，构建了 BIM 环境下建筑工程全寿命周期成本控制体系，并通过实际案例验证了该体系的有效性。研究表明，BIM 技术在建筑工程全寿命周期成本控制中具有显著优势，能够实现成本的精准预估、动态监控与有效控制，提高项目的经济效益与管理水平。然而，目前 BIM 技术在成

本控制中的应用仍面临一些挑战,如相关标准规范不完善、专业人才缺乏、各参与方协同意识不足等。未来,需要进一步完善 BIM 技术应用的标准规范,加强

专业人才培养,提高各参与方的协同意识,推动 BIM 技术在建筑工程全寿命周期成本控制中的广泛应用与深度发展,促进建筑行业的可持续发展。

参考文献:

- [1] 胡佳.基于 BIM 技术建筑工程全寿命周期成本控制策略[J].中国建筑金属结构,2025,24(09):94-96.
- [2] 黄玉娟.PPP 模式下建筑工程基础项目全流程造价控制分析[J].砖瓦,2025,(05):139-141.
- [3] 郝璟.基于价值工程的建筑工程造价管理与方案设计[J].中国建筑金属结构,2025,24(07):29-31.
- [4] 路瑞峰.建筑工程造价中各个阶段的合理控制[J].居业,2025,(01):141-143.
- [5] 高洁,周伟.基于价值工程的装配式建筑全寿命周期的成本控制——以武汉市某项目方案设计阶段为例[J].长江工程职业技术学院学报,2024,41(03):73-78.