

基于 BIM 技术的工程造价全过程动态管控体系构建研究

朱栢卉

新疆生产建设兵团第六建筑工程有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘 要：工程造价管控贯穿建设项目全生命周期，其效能直接决定项目的投资效益与资源配置效率。传统造价管理以阶段性、静态化、事后核算为主要特征，难以应对当前大型复杂项目高频率设计变更、长周期市场波动及多方协同需求所带来的动态风险。建筑信息模型（BIM）技术以其信息集成性、参数关联性与过程可视性，为造价全过程动态管控提供了全新的技术基座。本文立足造价管控的现实困境，系统分析 BIM 技术赋能造价管控的内在逻辑，在此基础上构建以“一摸贯通、动态调校、协同决策”为核心的全过程动态管控体系，涵盖设计阶段的目标设定与限额控制、招采阶段的精准计量与清单编制、施工阶段的进度款审核与变更管理、竣工阶段的结算对账与数据沉淀等关键环节，并提出技术标准、组织流程、人才素养三个维度的实施保障策略，以期为工程造价管理的信息化转型提供理论框架。

关键词：BIM 技术；工程造价；全过程管控；动态管控；信息集成

引言

工程造价管理是工程项目管理的核心组成部分，其目标是在确保工程质量与安全的前提下，将项目投资控制在批准限额以内，并实现资源的优化配置。随着工程建设规模日趋庞大、技术复杂度持续提升以及市场环境不确定性增强，造价管控面临的挑战日益严峻。传统的造价管理采用分阶段、碎片化模式——投资估算由咨询机构完成，设计概算由设计院编制，施工图预算与竣工结算则由施工方或第三方造价咨询机构承担，各阶段数据相互割裂，信息传递依赖纸质文档或零散电子表格，导致造价控制缺乏连贯性与前瞻性。建筑信息模型（Building Information Modeling, BIM）技术的兴起为上述困境提供了突破性路径。BIM 以三维数字模型为载体，集成几何信息、材料属性、施工工艺、成本数据等多维度信息，支持全生命周期的信息共享与协同作业。其核心价值在于“信息即模型、参数即关联”——模型中的任一元素发生变动，与之关联的工程量、材料清单及成本数据可自动更新，这为实现造价的动态跟踪与实时反馈创造了技术条件。然而，当前 BIM 技术在造价领域的应用多局限于“算量提速”或“可视化展示”，尚未真正上升到全过程动态管控的体系层面。如何在 BIM 技术框架下重构造价管控流程，实现从估算到结算的闭环管理，是亟待研究的理论与实践课题。本文拟从 BIM 的技术特性出发，构建一套覆盖建设项目全过程的造价动态管控体系，并探讨其落地的关键保障条件。

1 传统工程造价全过程管理的困境与 BIM 介入契机

1.1 阶段割裂导致的信息断层

传统造价管理的突出问题是各阶段之间信息断层严重。投资估算阶段依据类似工程指标进行类比推算，精度较低；设计概算阶段以设计图纸为依据，但由于图纸深度不足，概算编制常采用扩大单价或概算指标，与后续施工图预算偏差较大；施工图预算阶段虽精度提高，但此时设计方案已基本锁定，造价优化空间极为有限^[1]。更为关键的是，各阶段造价数据之间缺乏有效的反馈机制——竣工结算的实际数据很少被系统性地回传至投资估算与设计概算环节，用以修正后续项目的编制参数。

1.2 事后核算导向的静态控制局限

传统造价管理本质上是“事后算账”模式，即在设计完成或施工结束后进行价款计算与核对。这种静态控制方式存在三重局限：其一，造价偏差只能在事后发现，无法在事中干预和纠偏；其二，变更管理依赖人工签证与审批流程，信息滞后严重，往往“变了不知、算了才晓”；其三，动态因素（如材料价格波动、工期调整、现场条件变化）难以纳入统一的测算框架，造价预测的时效性大打折扣。

1.3 多参与方协同中的信息失真

建设项目涉及业主、设计、施工、监理、造价咨询等多个参与方，传统模式下各方的信息传递以纸质文件

为主,经过多次誊抄、整理、汇总后,原始数据的准确性大幅衰减。尤其在变更指令传递过程中,设计变更单→技术核定单→现场签证→预算调整,每一环节均可能引入信息偏差,最终导致结算纠纷频发。

1.4 BIM 技术对上述困境的回应

BIM 技术从三个维度直接回应了上述困境:第一,信息集成维度——BIM 模型作为统一的信息载体,使造价数据从“分散存储”走向“集中管理”,各参与方基于同一信息源开展工作,消除信息孤岛;第二,动态更新维度——模型参数变化自动触发工程量与造价的联动调整,使造价信息保持“实时鲜活”状态,支撑事中控制与动态决策;第三,可视化协同维度——三维模型与成本数据的直观关联,降低了非造价专业人员理解造价构成的门槛,有利于跨专业沟通与协同优化。

2 BIM 赋能工程造价动态管控的内在机理

2.1 信息集成:造价数据的“一模贯通”

BIM 模型承载的信息不仅包括几何尺寸与空间关系,还涵盖构件材质、规格型号、施工工艺、计量单位等造价编制所需的基础参数。通过将造价数据库与 BIM 模型关联,可实现“每一构件对应一组成本信息”——墙、梁、板、柱等结构构件关联主体结构造价,暖通、给排水、电气设备等机电元素关联设备安装造价^[2]。这种“一模贯通”的信息组织方式使造价数据不再依附于分散的表格文件,而是嵌入项目的数字孪生体中,成为可随时调用、可多维分析的结构化资产。

2.2 参数关联:造价响应的“实时联动”

BIM 模型的参数关联性是动态管控的技术核心。在传统模式中,设计变更发生后,造价人员需要重新识别变更范围、重新计算工程量、重新套用定额,整个过程耗时数天乃至数周。在 BIM 环境中,设计人员在模型中修改某一参数(如层高增加 0.3 米),模型自动更新与之相关的墙体高度、柱体积、模板面积等工程量数据,关联的造价数据库同步重算,输出变更后的成本差值。这种实时联动机制使得“变更即算账”成为现实,大幅压缩了造价响应周期,提高了管控的及时性。

2.3 过程模拟:造价预测的“事前推演”

BIM 技术支持 4D(三维模型+时间维度)和 5D(三维模型+时间+成本维度)模拟,可在项目尚未开工前对施工进度与资金需求进行动态推演。通过将施工组织计划与 BIM 模型关联,模拟不同施工方案下的资源投入节奏与费用支出曲线,有助于识别资金使用峰值、优化付款计划、评估工期压缩的成本代价^[3]。这种事前推演

能力将造价管控的起点从“施工图完成后”前移至“施工方案确定前”,扩大了造价优化的时间窗口。

2.4 数据沉淀:造价经验的“可复用资产”

每一个完成的 BIM 项目模型及其关联的造价数据,均可转化为企业的数字资产。通过积累不同项目类型、不同结构形式、不同建设标准的 BIM 造价数据库,企业可以建立内部成本指标库与定额修正系数,为后续项目的投资估算与设计概算提供精准参照。更重要的是,实际结算数据与前期估算数据的对比分析,可识别出估算编制中的系统性偏差,持续提升造价预测水平。

3 基于 BIM 的造价全过程动态管控体系架构

3.1 体系总体框架:三层结构

本体系由“数据层—分析层—应用层”三层构成。数据层以 BIM 模型为核心,集成设计参数、工程量清单、定额子目、人材机价格等基础数据;分析层内嵌造价计算规则、变更影响算法与偏差预警模型,对数据层信息进行加工处理;应用层面向各阶段的管控需求,输出概算书、预算书、进度款审核单、结算对比表等具体成果,并以可视化仪表盘呈现造价动态。三层之间通过信息接口实现双向流通——分析层的计算结果反馈至数据层更新模型属性,应用层的操作指令回传至分析层触发新的计算。

3.2 设计阶段:目标设定与限额嵌入

在设计阶段,BIM 模型用于将投资估算目标逐级分解至各专业、各功能分区乃至各主要构件。通过设置“造价目标属性”字段,为模型中的每一类构件赋予限额成本值,设计人员在深化模型时可随时查看当前设计方案的成本累积是否突破限额。当模型累计成本超出预设目标时,系统自动发出预警并高亮显示超支构件,引导设计人员进行方案调整或材料替换^[4]。同时,利用 BIM 模型的结构化数据,可快速生成多方案比选的成本差异对照表,为设计方案的经济性比选提供量化依据。

3.3 招采阶段:精准计量与清单编制

在招采阶段,基于深化设计 BIM 模型自动提取工程量清单,其优势体现在三个方面:其一,工程量由模型直接生成,避免了人工算量的漏项与重算误差;其二,清单条目与模型构件一一对应,便于后期变更追溯——某一构件的变更可直接定位至对应的清单子目;其三,模型可导出设备材料的规格参数清单,为设备询价与材料采购提供精确的技术描述,减少采购环节的规格模糊与后续洽商。编制完成的工程量清单与招标控制价文件以数字化形式与 BIM 模型关联存储,作为后续施工阶段

造价控制的基准。

3.4 施工阶段：进度款审核与变更联动

施工阶段是造价动态波动最为剧烈的时期，也是 BIM 技术发挥实时管控优势的核心场景。在进度款审核方面，将施工进度计划与 BIM 模型关联，按实际完成的形象进度（如“三层梁板混凝土浇筑完成”）从模型中提取对应部位的工程量，自动生成已完工程价款，大幅缩短审核周期并减少人为计算误差。在变更管理方面，任何经审批的设计变更或现场签证均须在 BIM 模型中同步修改，系统自动计算变更导致的造价增减额，并实时更新累计已完投资与剩余投资余额，使项目管理层随时掌握造价执行态势。

3.5 竣工阶段：结算对账与数据回传

竣工结算阶段，BIM 模型已包含项目从开工到竣工的全部设计变更、现场签证与索赔事件记录，其信息完整性和可追溯性为结算对账提供了坚实依据。结算编制人员基于最终交付的“竣工 BIM 模型”提取最终工程量，结合施工期间的调价文件与补充协议完成结算编制。更为重要的是，竣工结算数据可反向导入企业造价数据库——将实际消耗量、实际单价与概预算数据进行对比分析，形成“估算—概算—预算—结算”全链条的偏差复盘报告，为后续项目的投资估算编制提供校正参数，真正实现“以终为始”的数据循环。

4 动态管控体系实施的关键保障

4.1 技术标准体系的建立

BIM 造价动态管控体系的有效运行依赖于统一的技术标准。企业层面应制定 BIM 模型建模与计量规则，明确构件命名规范、计量单位、工程量计算规则（如是否扣除重叠部分、是否计入损耗等）以及模型精细度等级，确保不同项目、不同编制人员产出的模型数据具有可比性与可复用性。同时，应建立造价数据库的更新维护制度，定期录入最新的人工、材料、机械市场价格信息，保持数据库的时效性。

4.2 组织流程的适应性再造

BIM 技术的引入不仅是工具替换，更涉及项目管理流程的重新设计。企业需明确各参与方在 BIM 协同环境中的职责边界与协作规则——设计方承担模型创建与设计变更录入责任，造价方负责造价属性赋值与数据校

验，施工方反馈现场进度与签证信息，监理方审核变更的真实性与合规性。此外，需设置 BIM 造价管理专员岗位，专职负责模型的造价信息维护、系统运行监控与异常数据排查。

4.3 人才素养的复合化培养

BIM 造价管理对从业者的能力要求超越了传统造价人员的技能范畴，不仅需要扎实的造价专业知识与定额计价能力，还须具备 BIM 建模基础、模型数据解读能力及信息化协同意识。企业应通过内训、外部研修与项目实战相结合的方式，培养“懂造价、会 BIM、通管理”的复合型人才梯队。高校工程造价相关专业也应调整课程体系，将 BIM 技术应用纳入核心教学内容，从源头上弥补人才供给的结构性缺口。

5 结语

工程造价全过程动态管控是项目管理精细化的必然趋势，而 BIM 技术的成熟为这一趋势的落地提供了可行路径。本文所构建的管控体系以 BIM 模型为统一信息载体，以参数关联为技术核心，以设计—招采—施工—竣工为主线，将造价控制从“阶段性静态核算”升级为“全周期动态调校”，实现了信息贯通、响应即时与决策科学化统一。然而，该体系的效能发挥并非纯粹的技术问题——它需要标准规范、组织流程与人才能力的协同支撑，也需要行业层面数据库共建共享机制的推动。随着 BIM 技术的持续迭代（如与人工智能、大数据的深度融合）以及相关计价标准的数字化改革，工程造价动态管控将朝着更智能、更精准、更自动化的方向演进，而本文所提出的体系框架可视为这一演进过程中的阶段性理论集成。

参考文献

- [1] 张建平, 李丁, 林佳瑞. BIM 在建设工程造价管理中的全流程协同机制 [J]. 清华大学学报 (自然科学版), 2021, 61(10): 1115-1123.
- [2] 马智亮, 魏振, 刘世龙. 基于 BIM 与大数据的工程造价预测方法研究 [J]. 图学学报, 2023, 44(2): 335-342.
- [3] 陈燕, 王超, 高峰. 全过程工程造价管理中 BIM 技术的应用障碍与对策 [J]. 建筑经济, 2020, 41(12): 72-77.
- [4] 孙成双, 张伟, 李彤. BIM 技术驱动的建设项目成本管理流程再造研究 [J]. 工程管理学报, 2022, 36(4): 98-103.