

基于 BIM 技术的工程造价概预算 智能化编制方法研究

吕光美

(中石化石油工程设计有限公司, 山东 东营 257026)

摘要 BIM (建筑信息模型) 技术作为多维数据集成与动态协同工具, 为工程造价概预算编制提供了构件级信息驱动与流程自动化的可能路径, 依托构件属性精准提取工程量数据, 结合规则库与价格接口实现清单生成与费用组价的智能化操作, 显著提升了预算编制效率与结果可控性。在模型变更频发的建设过程中, 通过差异识别与联动更新机制, 可实现预算结果的快速同步与动态调整。本文围绕 BIM 平台数据结构、规则引擎构建与预算结果输出方法展开研究, 提出一套面向实用场景的智能化概预算编制方法体系, 以期为相关人员提供借鉴。

关键词 BIM 技术; 工程造价; 概预算编制; 工程量提取; 智能组价

中图分类号: TU723

文献标志码: A

DOI:10.3969/j.issn.2097-3365.2026.02.025

0 引言

工程造价控制的精度直接影响项目建设全生命周期的资源配置与资金计划, 概预算作为成本控制的起点, 其编制质量至关重要。在二维图纸与人工计算主导的传统环境中, 工程量获取效率低、清单匹配准确率差、费用计算受人为主观影响大, 已难以适应高频变更与复杂项目协同需求。BIM 技术通过构件参数化建模、空间定位与信息集成, 能够为预算系统提供高可信度数据基础, 实现清单自动化生成、费用动态化更新与成果可视化输出, 为概预算编制向智能化转型提供了现实路径。

1 BIM 技术与工程造价概预算的适配性分析

1.1 概预算编制的核心数据需求

工程造价概预算依托构件数量、空间定位、构造属性等多维数据进行工程量计算, 构件需具备可计量性、可编码性与可定价性, 预算生成的关键在于清单项目与构件之间建立准确映射, 结合消耗量标准与价格参数生成各类费用构成, 包括直接费、措施费、规费与税金等。预算数据应具备可追溯性、结构化与动态更新能力, 以适应设计阶段调整频率高、成本控制节点精细的工程需求, 构件工程量提取、清单归集逻辑与费用计算链条构成预算系统的核心运行基础。

1.2 BIM 技术的优势

BIM 模型以构件为数据单元, 每个构件包含三维几何、属性参数与工程语义, 具备天然的数据完整性与

一致性, 参数化建模支撑自动提量机制, 规避人为统计误差; 多专业协同模型可在统一坐标系内进行数据整合, 实现结构、机电、建筑等专业的工程量互校与核验^[1]。构件属性支持与定额条目建立逻辑映射, 为预算系统提供编码、分类与计价所需的全部输入, 设计变更同步更新机制可触发预算自动重算逻辑, 增强预算体系对设计调整的实时响应能力。

1.3 BIM 技术与概预算编制的适配逻辑

BIM 模型的数据结构与概预算的“量—价—费”逻辑高度契合, 构件工程量可依据《工程量清单计价规范》标准自动映射至清单条目, 构件参数触发组价规则执行, 构建“构件分类—清单编码—费用计算”链式规则体系后, 预算系统可依托模型数据实现自动驱动。此类逻辑不等同于静态导出, 而是依托语义规则与标准字段对模型数据进行结构化转译, 保障预算结果的准确性、完整性与更新效率, 因而成为预算编制系统的高密度数据源与逻辑触发器。

2 基于 BIM 技术的智能化概预算编制架构设计

2.1 系统整体架构构成与逻辑关系

智能化概预算系统构建以“构件数据—规则响应—预算生成”为主线, 分为数据采集、规则引擎、控制处理与成果输出四层, 数据采集层对接建模平台, 利用 API 调用构件 ID、几何字段、族名称及参数属性, 并完成标准化字段结构重组; 规则引擎层嵌套计量规

作者简介: 吕光美 (1989-), 女, 本科, 经济师, 研究方向: 工程造价。

范、定额标准与价格联动逻辑,根据构件分类与工程量字段自动选择清单路径与组价规则;控制处理层承担预算版本管理、模型变更联动与操作日志归档,构建全过程闭环数据链;输出层提供预算清单、费用结构报表与模型挂接视图,可导出至 EXCEL、XML 或与广联达、斯维尔等系统对接^[2]。整体架构由数据驱动、规则驱动与反馈驱动三线并行,形成逻辑完整、响应及时的智能生成机制。

2.2 构件级—清单级—费用级预算规则体系构建

预算规则体系分三层构建:构件级规则聚焦参数识别与量化模型,按构件族类型设定可提取字段与计量公式:

$$V=L \times B \times H \quad (1)$$

梁类构件以式(1)作为混凝土体积基准,其中, V 表示构件体积, L 表示梁的长度, B 表示梁的截面宽度, H 表示梁的截面高度,清单级规则按工程量清单计价规范匹配条目,利用构件参数交叉检索清单编码,解决“一构件多清单”与“清单项跨构件”的对应问题。费用级规则调取标准定额中的工料机消耗量与市场价格,结合项目地区措施费率,生成直接费、间接费与税金等各费用构成,系统支持多地区库切换与规则版本维护,确保适应区域标准差异与造价动态调整,构建预算生成逻辑的稳定基座。

2.3 智能化引擎集成方式设计

系统智能引擎需具备构件识别、规则判断与行为学习三种核心能力,构件识别模块集成关键词解析、参数组合判断与族类训练模型,提升对复杂命名构件的归类准确度;规则调用模块基于条件逻辑树构建“构件特征—预算路径—规则结果”映射机制,自动匹配清单项与费用路径;引擎允许预算员对系统自动判断结果进行人工复核与纠偏,修订信息被记录并回归学习模块;系统可集成 XGBoost 或 LightGBM 类算法,对历史项目预算数据进行误差分布分析与规则适配优化^[3]。借助持续训练与参数更新,逐步增强引擎的泛化能力与适应性,实现从规则执行到逻辑演化的闭环智能编制体系。

3 基于 BIM 技术的工程造价概预算智能化编制方法

3.1 基于构件信息的工程量自动提取与清单匹配方法

构件级工程量是构成概预算数据链的起点,其提取精度直接决定了清单生成与费用计算的准确性,BIM 模型中的每一个构件均内嵌有三类关键信息:一为几何

信息,如长、宽、高、投影面积与体积;二为属性字段,如构件类别、施工部位、楼层标高、材质等级等;三为语义标签,如族名、构件编码与施工类型分类,这些数据通过 API 接口调用 Revit、Tekla 或 Navisworks 平台,解析为结构化字段供预算系统识别与匹配。

系统通过内置映射规则将构件归入对应清单项。例如:对于钢筋混凝土梁构件,需提取混凝土体积、模板面积与钢筋质量等参数,分别匹配梁混凝土、模板制作与钢筋制安清单项。为提高识别准确性,系统应构建“构件类型—参数字段—清单编码”的三维映射逻辑,确保不同构件族类均能准确匹配其工程量属性与预算编码。

在实际 BIM 系统中,构件与清单的匹配过程由构件族、参数组合、上下文逻辑综合判定,部分复杂构件如嵌套梁柱、变截面楼梯等还需引入构件分解算法(如 BRep 边界表示建模方式)进行切片处理,以提取有效算量单元^[4]。针对构件表达中存在截面不规则或曲面复杂的情况,可借助断面积分公式进行展开面积计算:

$$S=\int_a^b \sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx \quad (2)$$

式(2)中, x 为水平投影轴变量,通常对应构件的一个主方向维度; y 表示沿另一维度的边界函数,可理解为构件边界轮廓的高度值函数; $\frac{dy}{dx}$ 表示边界曲线在 x 方向的导数,反映斜率变化; \int_a^b 表示从区间 a 到 b 的积分运算,用于累加整段曲线或轮廓的微小段落所形成的面积或长度; $\sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2}$ 为微分弧长单元的勾股成长度,用以还原真实的曲线长度而非仅仅投影长度。

配合构件边界曲线及投影线数值,系统可自动估算其展开面积或实体体积,确保工程量计算满足《建设工程工程量计算规范》等相关条款,支持异形构件与精细计量项目的智能提量流程。

3.2 基于规则库的智能组价与费用动态生成机制

在预算编制中,费用结构通常划分为直接费、措施费、规费与税金等子项,每一项均依托工程量与定额消耗指标生成,系统完成构件与清单项匹配后,将自动调用定额库与实时造价数据库进行费用计算,核心公式如下:

$$F=\sum_{i=1}^n Q_i \cdot P_i \cdot C_i \quad (3)$$

式(3)中, Q_i 为工程量, P_i 为定额工料机消耗量, C_i 为材料或人工机械单价。

在直接费部分,系统依据构件属性触发相应消耗量项,如墙体构件根据墙厚、墙高与材质类型调用不

同定额编号,措施费计算则依托模型逻辑判断自动识别,如高支模费用应在“层高大于4.2米”的楼板构件中触发;基坑支护费用可由“基础底标高低于自然地坪2.5米”条件激活。在系统架构中,应构建“费用触发条件—费用计算路径—标准费率源”的三层调用结构,以支持模型参数—费用项目间的联动。

在费用价格接口方面,应对接省级或企业造价信息平台,如住建部建设工程造价信息网、广联达云价库等,自动更新材料价格、人工指导单价与机械台班费,并支持设置滑动区间平均算法应对短周期价格波动^[5]。

税金计算采用公式:

$$T = (F_d + F_m + F_i) \cdot R_i \quad (4)$$

式(4)中, F_d 、 F_m 、 F_i 分别为直接费、措施费与间接费, R_t 为税率, 预算系统应预置地区税费政策模板, 动态计算增值税、城市维护建设税与附加费等构成项, 确保合规性。

3.3 基于模型变更追踪的预算调整联动机制

设计阶段变更频繁，若预算数据无法实时响应更新，将严重削弱造价管控的精度，BIM 支撑下的预算系统可引入模型版本对比机制，识别变更构件清单并联动费用调整。在实际应用中，通过解析两版模型的 GUID (Global Unique Identifier) 信息，系统可精确识别以下三类变化：新增构件、删除构件与属性变更构件。变更识别后，系统将生成“差异构件清单”，自动检索其对应清单项及费用路径。

以新增电气配电箱构件为例，系统将在预算模型中同步新增其对应的清单项及组价明细，并在“新增工程变更登记表”中生成条目，供造价人员复核或推送至合同变更模块，对属性变更的情况，如构件尺寸调整或材质变更，系统将触发工程量重算机制并更新费用字段，同时保留前后版本工程量差值，形成“差额预算条目”用于后续造价控制与商务洽谈。

预算联动机制还应支持事件级预警设置，预算员可标记特定构件（如大型钢结构、特种设备基础）为“关键成本节点”，若发生属性变动或位移超过设定阈值，系统将实时推送调整提示。变更日志应具备时间戳、责任人记录与操作路径回溯功能，以满足审计与合同管理的数据溯源需求。

3.4 基于智能审校与异常识别的预算质量控制机制

预算成果输出后,需执行多层次、多维度审校流程,确保其工程量完整性、逻辑合理性与费用准确性。在工程量校验模块中,系统应构建“构件总表”与“已计清单构件表”自动比对程序,检测是否存在未归属

清单项的构件，如识别到“结构板负筋”为模型中存在但清单缺失，系统将标注该构件为“未计项”并生成审校提示。

在费用校验方面，系统应引入历史类比机制，将当前项目单位造价与历史同类型项目数据进行偏差分析。例如：对主体结构施工单价，可设置 $\pm 8\%$ 的波动警戒区间，若超出系统将自动标红。配合机器学习模块，可通过训练历史预算审核记录，提炼“高风险组价特征”，如“模板面积与混凝土体积比例失衡”“吊装机械台班异常集中”等模式，提高对隐藏异常的捕捉能力。

为了增强可操作性,系统应构建一套“预算审校报告模板”,包含关键构件遗漏表、偏差项汇总表、风险费用条目与复核建议清单,预算员可对自动审校结论进行确认或驳回,所有操作路径自动记录形成“审校操作日志”^[6]。最终系统形成可提交审批的标准化预算审校文档,实现预算成果从生成到核验的闭环管理。

4 结束语

在建设数字化转型持续深化的背景下，BIM 技术赋能工程造价概预算的路径不再局限于建模展示层面，而应成为数据驱动与逻辑决策的关键枢纽，基于构件信息自动提量、规则驱动组价逻辑与智能引擎联动反馈，不仅增强了预算结果的准确性与时效性，也拓展了全过程成本管控的技术边界。概预算编制从线性人工判断走向模型语义识别、动态计算与闭环反馈，推动了工程造价管理由经验型向数据智能型跃迁，为实现高透明度、高响应力的投资控制体系提供了基础支撑。

参考文献:

- [1] 余建龙.BIM技术在全过程工程造价管理中的应用研究[J].建筑设计管理,2025,42(11):60-64.
- [2] 马丽刚.基于BIM技术的工程造价决算审核应用[J].住宅与房地产,2025(32):68-70.
- [3] 张燕华.BIM技术在工程造价管理中的应用[J].绿色建筑与智能建筑,2025(11):80-83.
- [4] 袁玲.基于BIM的多阶段成本控制在工程造价管理中的应用[J].散装水泥,2025(05):145-147.
- [5] 焦刘霞,侯高升.浅析BIM技术在水利工程造价管理的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2025(30):199-201.
- [6] 宋羿,李洪叶,禾浩辰,等.智能化技术赋能工程管理与工程造价的路径研究[J].科技创新与应用,2025,15(28):127-130.