

工程造价咨询与审计环节的数字化对接平台开发

王 艳¹ 张正海^{(通讯作者) 2}

1. 安徽忠珍工程咨询有限公司 安徽省合肥市 230000

2. 江苏伯知易建设科技建设科技有限公司 江苏省 苏州市 215123

【摘 要】：围绕工程造价咨询成果向审计环节落地的对接难题，本文构建云、边、端三层架构的数字化平台，把BIM模型信息提取、数据标准化与审计规则匹配进行协同设计，并提出匹配权重与偏差率的量化方法以提升自动化对接的可计算性。以建筑面积 50,000 m² 商业综合体为案例，平台在实务场景中把多源数据流进行治理与可追溯记录，形成编码智能匹配、工程量校核、差异归因与日志回写的闭环。结果表明，相较传统模式，数据传输耗时由 72 h 压缩至 4 h，信息错误率由 15% 降至 2%，审计效率由 35 items/h 提升至 65 items/h，人工成本由 200 person·h 下降至 140 person·h，高可信匹配比例提高至 92%，审计周期由 10 d 缩短至 3 d。研究贡献体现在架构选型、数据元标准与接口规范的体系化落地，以及面向审计场景的规则引擎与知识库复用机制，为复杂项目的跨系统对接提供了工程化路径与优化建议。

【关键词】：工程造价咨询；审计数字化；BIM 信息提取；云边端架构；审计规则匹配

0 引言

从工程造价咨询与审计协同的现实情境来看，多源异构数据、编码体系差异与人工复核链条冗长，是阻碍成果高效传递的主要缘由。鉴于商业综合体等大型项目的数据密度与业务复杂性，本研究把统一的数据元标准与规则引擎当作核心抓手，通过云、边、端解耦与接口规范化来承载跨软件的稳定对接。研究意义在于把模型语义与计量规则建立可计算映射，降低审计环节的信息摩擦与重复劳动，面向企业成本库与地区定额库的扩展形成可迭代的工程实践体系。

1 工程造价咨询与审计数字化对接的需求分析与理论基础

鉴于工程造价咨询成果在审计环节落地的现实情境，本研究以建筑面积 50,000 m² 的城市商业综合体为参照对象，进一步观察发现资料传递平均耗时约 72 h、信息差错率约 15%、重复录入与校核贯穿清单、计价与合同条款，多源异构数据把协同效率拖慢。需重点关注的是，清单项目编码、构件属性与计量规则之间缺乏可追溯的语义映射，由此推导平台开发应建立可计算的中间层数据语义。平台理论基础侧重两方面：一是运用 BIM 模型的信息提取，把构件几何、材料、位置以及施工工序等属性抽取为可计量的数据元，并与各计量规范条款进行规则化匹配，支撑跨软件的一致对接；二是选用以大数据为支撑的审计规则匹配框架，把历史审计结论、地区定额库以及企业成本库转化为可执行匹配规则，依靠特征权重与阈值设定来开展异常识别与数据对齐，把数据链路的可追溯性与一致性构建为后续模块的稳定基础。

2 数字化对接平台的设计与开发实现

2.1 平台架构设计与关键技术选型

平台以云、边、端三层架构来开展工程造价咨询与审计的数字化对接工作，云侧负责多源数据存储与规则计算，边缘侧负责本地模型预处理与数据清洗，终端侧负责业务场景下的交互与任务派发，三层把数据治理、规则执行以及协同操作进行解耦以适应复杂项目场景。针对商业综合体案例的模型体量与清单维度，架构在并发控制与消息幂等方面设置独立网关，避免跨部门协作中出现重复提交与版本漂移，保证数据链路稳定可追踪。技术选型方面把 Revit API 当作 BIM 引擎来使用以提取构件几何、材料、位置与工序四类核心属性，结构化数据持久化选用 MySQL，模型快照与半结构化文本选用 MongoDB 混合存储，对外接口统一为 RESTful 协议以支撑跨系统的轻量集成。为了把模型元素与清单条目的语义对应进行量化衡量，平台构建可计算的匹配权重并引入基于属性相似度的加权评分方法，用以指导数据对接的自动化策略与人工复核优先级。

为量化 BIM 模型与清单项的匹配精度，提出匹配权重计算公式如下：

$$W_{\text{match}} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \cdot s_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

其中， W_{match} 表示匹配权重得分， w_i 为第 i 个属性的权重系数， s_i 为第 i 个属性的相似度得分， n 为参与计算的属性数量。

权重来源于历史审计结论与地区定额库的统计学习，几何维度采用构件体量与形状特征的相似度，材料维度采用材料编码与规格的相似度，位置维度采用楼层与轴网定位的相似度，工序维度采用施工顺序与计量规则的相似度。得分高的映射会被自动标记为高可信，得分处于边界区间的条目会把人工校核

任务进行派发，进而形成规则引擎与人工审阅的协同闭环。

2.2 核心功能模块的数字化对接实现

围绕商业综合体案例的工程量清单，平台把咨询侧数据向审计模块对接的过程拆解为编码智能匹配、工程量校核、差异归因与日志回写四个模块，并以流转状态机驱动路径控制。编码智能匹配模块依靠词向量与规则模板把清单项目编码与 BIM 构件标识进行对齐，工程量校核模块把模型计量结果与清单计量值进行双向核对，差异归因模块根据规则库解释差异来源并生成异常清单，日志回写模块把全量对接过程写入审计资料库以支持溯源。见图 1 所示，流程从咨询侧清单与模型的接入开始，经由模型解析、属性标准化与编码匹配，进入计量规则引擎完成工程量复核，随后将差异项汇入异常处理分支进行人工复核，并最终把审计侧的裁定值与注释进行回写，同步更新接口层的状态标识。

为界定对接过程中的差异程度，提出审计偏差率的量化公式如下：

$$D = \frac{|Q_a - Q_c|}{Q_c}$$

其中， D 表示偏差率， Q_a 为审计侧认定工程量， Q_c 为咨询侧提交工程量。

偏差率用于驱动规则引擎的处置策略，若偏差率超过预设阈值则进入异常分支并触发人工复核，若处于可接受区间则进入自动通过分支并把审计侧的裁定值进行回写。模块级别还设置字段规范化与数据版本管理，把单位换算、精度控制以及编号体系进行统一处理，使跨软件数据在传递过程中保持一致的语义表达。为避免重复劳动，系统在每次对接完成后会把映射关系写入知识库，并在后续任务中进行复用，从而提高流程的可重用性与稳定性。

2.3 平台数据标准与接口规范制定

数据标准把工程量、计价与合同条款三类数据元进行统一定义，建立字段命名、取值域、版本号与引用关系的完整规范，覆盖清单项目编码、计量规则、计价参数以及审核意见等关键内容。接口规范围绕 RESTful 风格制定资源路径、请求方法、状态码以及错误分类，结合网关的鉴权策略与签名校验来提升交互安全性，并把消息幂等与重试策略纳入接口契约以降低跨系统交互的风险。案例项目的计价文件被用来校核数据元的适配性，平台在解析项目的费率、附加系数与条款约定后把其映射到统一模型中，进而支撑审计侧的规则计算与证据留存。标准与规范的协同应用把数据交换中的语义歧义进行收敛，形成可被自动化流程稳定调用的接口层，为后续扩展地区定额库与企业成本库提供结构化基础。

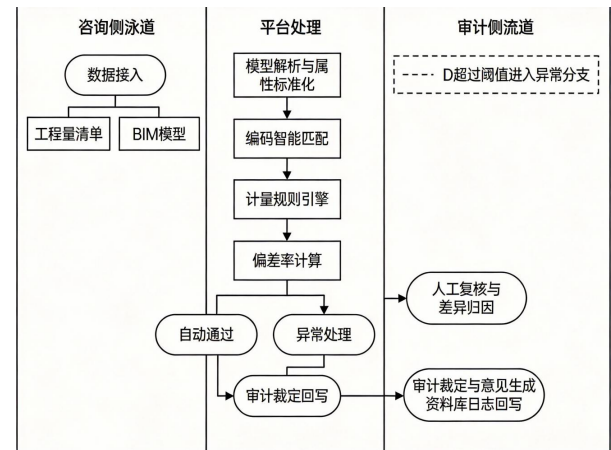


图1 工程造价咨询到审计的数字化对接流程图

3 平台应用效果评估与优化建议

3.1 平台性能测试与案例验证

围绕建筑面积 50,000 m² 的商业综合体案例，性能评估把对接链路置于接近生产的场景中进行压测，指标体系涵盖数据传输耗时、信息错误率、并发处理能力、消息幂等与断点续传成功率，以业务可用性与稳定性作为核心观察对象。鉴于咨询侧与审计侧源系统差异明显，测试任务以工程量清单、计价文件与 BIM 模型的混合输入来开展，并用网关限流与队列分流去抑制突发峰值导致的拥塞。对比人工导出导入的作业路径与平台自动对接路径，传输耗时缩短至 4 h，错误率降至 2%，在多任务并发下日志完整性与状态回写保持稳定，这与云边端解耦及规则引擎的有序执行形成因果关联。

3.2 平台应用效果的量化分析

从效率、成本与准确性三个维度对平台应用效果进行量化，效率侧以单位时间可完成的清单审核条目数作为度量，成本侧以人时投入作为度量，准确性侧以匹配权重高可信比例与差异项收敛水平作为度量。结合案例项目的连续任务数据，平台相较传统模式在吞吐与错漏控制上表现更优，核心指标对比见下表，并把定量结论与架构及功能实现的逻辑进行呼应。

表1 传统模式与数字化平台模式效果对比表

指标	传统模式	平台模式	单位
数据传输耗时	72	4	h
信息错误率	15	2	%
审计效率	35	65	items/h
人工成本投入	200	140	person · h
重复录入次数	120	20	times
高可信匹配比例	68	92	%
审计周期	10	3	d

在效果驱动的优化方向上，平台可以把条款语义识别与风险提示模块进行增强，借助面向合同条款的自然语言处理来提升异常归因的解释力，叠加历史审计案例的自学习权重调整以提高匹配权重的自适应性，同时扩展接口层的异构系统适配范

围并把隐私计算与细粒度鉴权纳入交换策略，以提升复杂场景下的稳健性与扩展性。

4 结语

本文把平台架构、关键技术与核心功能在工程场景中进行系统化集成，并以量化指标刻画对接质量与流程稳健性，验证数据治理、规则执行与交互协同的工程可行性。面向后续工作，

需把合同条款语义识别与风险提示模块进行增强，推进历史审计知识的自学习权重调整，扩展异构系统适配与隐私计算能力，完善细粒度鉴权与幂等策略。在地区定额与企业成本库持续更新的条件下，构建可追溯的知识闭环与持续演进的标准体系，使平台在多项目、多主体协同中保持高效与可复用。

参考文献

- [1]赵丹丹. 建设项目“5+6”数智化造价审计平台构建及应用[J]. 财会通讯, 2023, (23):125-129.
- [2]刘刚, 马智亮, 李佳益, 宋银灏, 李伟, 曾勃, 周新会, 李松阳. 数字化精益施工管理平台[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2025, 53(07):1132-1140.
- [3]雷振航. 数字化工程审计在电力企业的应用研究[J]. 投资北京, 2025, (07):122-123.
- [4]孙文漾. 数智化审计在建筑行业的应用[J]. 大众投资指南, 2025, (08):100-102.
- [5]李明伟, 陈俊桥, 张炜. 审计数字化建设在投融资项目全覆盖监督中的构建研究[J]. 国际商务财会, 2024, (23):56-59+72.
- [6]张晋侠. 基于双中台的数字化预算执行审计平台研究[J]. 财会通讯, 2025, (03):147-151+169.
- [7]史丽娜, 何厚泓. 高校基建项目审计信息化建设路径研究[J]. 建筑经济, 2025, 46(01):71-75.
- [8]张璟. PPP项目全过程审计联盟链平台的构建及应用[J]. 财会通讯, 2024, (09):139-143+151.
- [9]林茂松. 实现电力行业工程全链条数字化审计的四大路径[J]. 中国商界, 2025, (08):174-175.
- [10]罗勇军. BIM技术在工程项目全过程审计中的实践应用探析[J]. 投资与创业, 2025, 36(09):158-160.

作者简介;王艳(1988—), 女, 汉族, 本科, 研究方向为工程造价。