

BIM+AI驱动下工程量自动识别与智能组价的落地障碍与标准缺失分析

孔祥冰

中铁四局集团第三建设有限公司 天津 300000

摘要：建筑信息模型（BIM）与人工智能（AI）的深度融合，正以前所未有的态势重塑工程造价管理的范式。其中，“工程量自动识别”与“智能组价”作为两大核心应用场景旨在解决传统造价工作中效率低下、人为误差大、成本控制滞后等顽疾。然而，在从概念验证迈向大规模产业落地的过程中，这一技术融合路径遭遇了诸多深层次的障碍，其根源不仅在于技术本身的成熟度，更在于行业长期存在的数据孤岛、流程割裂以及关键标准体系的严重缺失。本文旨在系统性地剖析BIM+AI驱动下工程量自动识别与智能组价在实际应用中面临的核心落地障碍，并深入探究支撑其健康发展的标准体系现状与缺口。文章首先阐述了该技术融合模式的理想工作流及其预期价值；其次，从数据、模型、业务逻辑和组织协同四个维度，详细论证了当前阻碍其效能发挥的关键瓶颈；最后，聚焦于标准缺失问题，分别从BIM模型交付、工程量计算规则、计价依据及AI模型训练与评估等层面，揭示了现有标准的不足，并提出了构建统一、开放、可互操作标准框架的必要性与方向。本研究认为，唯有通过顶层设计推动全链条标准体系的建立与完善，才能真正释放BIM+AI在工程造价领域的巨大潜能。

关键词：BIM；AI；工程量自动识别；智能组价；落地障碍；标准缺失

引言

在全球数字经济驱动下，建筑业数字化转型已成必然。BIM技术作为建筑全生命周期数据的核心载体，已在设计协同、碰撞检测等领域展现价值；而以深度学习为代表的人工智能技术，则为处理BIM模型中海量、高维、非结构化数据提供了新工具。二者融合催生“智能造价”新方向，其核心应用是基于BIM模型的工程量自动识别与智能组价。理想状态下，BIM+AI系统可自动提取构件信息、精准计算工程量，并结合项目特征、地域政策与市场行情，智能匹配定额或案例，生成合规且经济的造价清单，从而将造价人员从重复性工作中解放，转向成本策划、风险分析等高价值任务。然而，现实应用仍面临巨大挑战：现有软件在复杂项目中常出现识别精度低、组价逻辑不透明、结果可信度不足等问题，导致企业普遍持观望态度。这些问题根源不在单一技术缺陷，而在于行业在数据质量、业务流程、标准体系和认知水平等方面的系统性短板。因此，超越工具层面，深入剖析BIM+AI造价落地的障碍与标准缺失，对推动该技术健康发展具有重要理论与实践意义。

1 BIM+AI 驱动的工程量自动识别与智能组价理想工作流

要清晰地识别障碍，首先需明确理想的工作流。一个高效的BIM+AI造价闭环应包含以下关键环节：

1.1 高质量BIM模型的创建与交付

设计方需依据统一的建模标准，创建包含完整几何信息（如尺寸、形状、位置）和丰富非几何信息（如材质、规格、施工工艺）的LOD300及以上精度的BIM模型。该模型不仅是可视化的设计成果，更是后续所有数据应用的唯一、权威的数据源。

1.2 基于AI的工程量自动识别

造价软件或平台通过API接口或标准格式（如IFC）接入BIM模型。内置的AI引擎，特别是深度学习模型（如卷积神经网络CNN用于图像/点云识别，图神经网络GNN用于处理BIM的拓扑关系），对模型进行解析。它能自动识别墙体、楼板、梁柱、门窗等各类构件，并根据预设的计算规则（如清单或定额规则），精确计算出混凝土体积、钢筋重量、模板面积等工程量^[1]。此过程应能处理常规构件，也能通过算法泛化能力应对一定程度的异形或复杂节点。

1.3 智能组价与成本生成

在获得准确的工程量清单后，AI系统进入组价阶段。它需要访问一个动态、全面的知识库，该库整合了国家及地方的定额数据库、实时更新的材料设备价格信息、企业内部的历史成本数据库以及专家经验规则。AI模型（如基于规则的推理系统或强化学习模型）会综合分析项目的具体特征（如结构类型、地理位置、工期要

求),智能推荐最优的定额子目组合,并根据市场波动自动调整人材机单价,最终生成一份完整的、可追溯的工程造价文件。

1.4 反馈与迭代优化

系统应能将实际施工过程中的成本数据、变更签证等信息反馈回模型和知识库,形成一个“设计-预算-施工-结算”的数据闭环。AI模型通过持续学习这些真实世界的的数据,不断优化其识别和组价的准确性与适应性。

这一理想工作流的顺畅运行,高度依赖于各环节间数据的无缝流转、语义的一致性以及业务逻辑的标准化。任何一环的断裂或失准,都将导致整个链条的失效。

2 核心落地障碍剖析

尽管上述 workflow 描绘了一幅美好的蓝图,但在实践中却面临着来自数据、模型、业务和组织等多方面的严峻挑战。

2.1 数据层面的障碍:碎片化、低质化与语义鸿沟

数据是AI的“燃料”,而工程行业的数据现状恰恰是制约BIM+AI落地的首要瓶颈。首先,数据呈现严重的碎片化。一个项目的全生命周期数据分散在设计院、施工单位、造价咨询公司、业主等多个参与方手中,各方使用的软件平台各异,数据格式不统一,形成了一个个孤立的数据孤岛。BIM模型本身也常常因为设计变更、专业协同不畅等原因,未能保持版本的唯一性和信息的完整性。其次,数据质量普遍不高。许多BIM模型仅满足于几何表达,缺乏必要的非几何属性信息,或者信息填写不规范、不准确,使得AI模型无法从中提取有效的计价依据。例如,一个梁构件若未正确赋予混凝土强度等级和钢筋型号,AI便无法准确计算其造价^[2]。最后,存在深刻的语义鸿沟。设计人员创建BIM模型时关注的是功能和构造,而造价人员关注的是如何计量和计价。二者对同一构件的理解和描述方式存在天然差异。AI模型若不能理解这种跨专业的语义映射关系,就无法将设计意图准确转化为造价语言。

2.2 模型与算法层面的障碍:泛化能力不足与黑箱效应

当前的AI模型在工程量识别方面,虽然对标准化、规则化的构件(如矩形柱、平直梁)表现尚可,但在面对大量存在的异形构件、复杂节点、特殊工艺时,其泛化能力明显不足。这些场景往往缺乏足够的高质量标注数据用于模型训练,导致AI要么无法识别,要么识别错误。此外,深度学习模型固有的“黑箱”特性也带来了信任危机。造价结果直接关系到项目的经济利益,使用者(如造价师、审计方)需要清晰地了解每一个工程量

是如何得出的,每一个价格是如何确定的。然而,复杂的神经网络决策过程难以解释,使得其输出结果缺乏透明度和可追溯性,难以被严谨的工程界所广泛接受。这种不透明性也增加了责任界定的难度。

2.3 业务逻辑与规则层面的障碍:规则的复杂性与动态性

工程造价并非纯粹的数学计算,而是深深嵌入在一套复杂、动态且地域性强的业务规则体系之中。国家有统一的工程量清单计价规范,但各地又有自己的补充定额和取费标准。同时,定额本身也在不断更新,市场价格更是瞬息万变。AI系统要实现真正的“智能”组价,就必须能够灵活适应并准确应用这些庞杂且不断演进的规则。这要求AI不仅要拥有强大的数据处理能力,还要具备对规则文本的理解和推理能力^[3]。目前,大多数所谓的“智能组价”仍停留在基于关键词匹配或简单规则引擎的层面,远未达到能够自主理解和运用复杂计价逻辑的水平。当遇到新工艺、新材料或地方特殊规定时,系统往往束手无策,仍需大量人工干预。

2.4 组织与协同层面的障碍:流程割裂与权责不清

技术的落地最终要依托于人的组织和流程。在传统的工程项目管理模式,设计、施工、造价等环节往往是线性、割裂的,各方目标不一致,协同效率低下。BIM+AI的应用要求打破这种壁垒,建立起以数据为中心的新型协同模式。然而,这涉及到深刻的流程再造和利益格局调整。例如,谁来负责确保BIM模型的信息完整性和准确性以满足造价需求?AI生成的造价成果出现偏差,责任应由软件提供商、模型创建者还是造价审核人员承担?这些问题在缺乏清晰的合同约定和行业共识的情况下,极大地阻碍了新技术的采纳。此外,现有造价从业人员的知识结构和技能体系也面临挑战,部分人员可能因担心被技术取代而产生抵触情绪,缺乏主动学习和应用新技术的动力。

3 关键标准缺失分析

上述种种障碍的背后,一个共通的、根本性的原因在于支撑BIM+AI造价应用的标准体系存在大面积的空白和不完善。

3.1 BIM模型交付与信息深度标准缺失

虽然我国已发布《建筑信息模型设计交付标准》等文件,但这些标准更多侧重于几何信息的表达和基本协同,对于支撑造价应用所需的非几何信息(即“造价属性”)的深度、颗粒度和填写规范,缺乏强制性、精细化的规定。例如,标准并未明确规定一个“墙体”构件必须包含哪些与计价直接相关的属性字段(如砌体材

料、砂浆标号、抹灰做法等),以及这些字段的数据格式和取值范围。这导致不同项目、不同单位创建的BIM模型在信息完备性上差异巨大,AI系统无法依赖一个稳定、可靠的数据输入源。

3.2 工程量自动计算规则的标准化与机器可读化不足

现行的《建设工程工程量清单计价规范》是造价工作的根本大法,但它是一份面向人类阅读的文本文件。AI系统无法直接“读懂”并执行其中的文字描述。要实现真正的自动化算量,必须将这些复杂的计算规则(如“现浇混凝土梁的工程量按图示断面面积乘以梁长以立方米计算,伸入墙内的梁头、梁垫并入梁体积内”)转化为机器可读、可执行的逻辑代码或知识图谱^[4]。目前,行业内缺乏这样一套官方的、权威的、开源的机器可读计算规则库。各软件厂商只能自行解读规范并编写私有规则,这不仅造成了重复劳动,更导致了不同软件计算结果的不一致,破坏了市场的公平性和结果的公信力。

3.3 计价依据与知识库的标准化建设滞后

智能组价依赖于一个庞大而动态的知识库,包括定额、价格信息、指标指数等。虽然住建部及各地造价站会发布相关数据,但这些数据的发布格式、更新频率、覆盖范围各不相同,且多为静态的PDF或Excel文件,缺乏结构化、API化的数据服务。这使得AI系统难以高效、实时地获取和整合这些外部数据。更重要的是,对于企业内部积累的历史成本数据,由于缺乏统一的数据采集、清洗和存储标准,其质量和可用性参差不齐,难以形成有效的“企业定额”供AI学习。一个开放、共享、标准化的行业级造价知识库基础设施的缺失,是制约AI组价智能化水平提升的关键因素。

3.4 AI模型训练、评估与互操作性标准空白

在AI技术层面,行业完全缺乏针对工程造价场景的专用标准。这包括:用于训练和测试AI算量模型的公开、高质量、标注一致的BIM数据集标准;用于客观、公正地评估不同AI模型在工程量识别和智能组价任务上性能的基准测试(Benchmark)标准;以及确保不同厂商的AI模块能够与主流BIM平台和造价软件进行互操作的接

口标准。没有这些标准,AI技术的发展将是封闭和碎片化的,无法形成良性的竞争与合作生态,也难以进行科学的横向比较和推广。

4 结语

BIM+AI驱动下的工程量自动识别与智能组价,代表着工程造价管理未来的发展方向,其潜力毋庸置疑。然而,当前该技术从实验室走向大规模产业应用的道路并不平坦,面临着数据、模型、业务和组织等多重障碍的制约。追根溯源,这些障碍的深层症结在于支撑其健康发展的标准体系存在系统性、结构性的缺失。破局之道,不在于一味追求更复杂的算法,而在于回归基础,着力构建一个覆盖“数据-规则-知识-模型”全链条的、统一开放的标准框架。这需要政府主管部门、行业协会、科研机构、软件开发商和广大工程企业形成合力,共同推动以下工作:一是深化BIM模型交付标准,明确造价应用所需的信息深度与规范;二是启动工程量计算规则的机器可读化工程,建立权威的、开源的规则知识库;三是加快构建结构化、API化的行业级造价知识基础设施;四是着手制定AI模型在工程造价领域的训练、评估与互操作标准。唯有通过顶层设计和协同共建,填补这些关键的标准空白,才能打通BIM+AI造价应用的任督二脉,真正实现从“能用”到“好用”、“敢用”的跨越,为建筑业的高质量发展注入强大的数字化动能。

参考文献

- [1] 尤嘉敏.以AI+BIM等技术推动工程量计算变革——中铁八局康新高速公路项目数字化算量实践应用[J].中国建设信息化,2024,(16):45-47.
- [2] 陈白雪.大数据背景下工程量清单编制误差的智能识别与预结算审查优化[J].建筑监督检测与造价,2026,19(01):52-57.
- [3] 王毅.BIM技术在水利工程量计算与成本控制中的应用[J].黑龙江水利科技,2026,54(01):157-160.
- [4] 李芬芳,张李英.BIM算量软件在工程量计算中的应用[J].低碳世界,2023,13(09):58-60.