

面向多场景集成的工程造价智能知识图谱本体模型构建研究

时明钦, 刘金山, 高然

广州易达建信科技开发有限公司, 广东 广州 510510

DOI: 10.61369/SSSD.2026050025

摘 要 : 在建筑行业数字化转型的背景下, 工程造价作为项目全生命周期管理的核心环节面临着数据海量异构、知识分散割裂等问题。知识图谱技术可以凭借强大的语义关联能力和结构化知识表示优势, 为工程造价知识的系统化管理与智能化应用提供新的研究路径。本体模型作为知识图谱的核心骨架决定了知识组织的逻辑性、完整性与可扩展性, 其构建质量直接影响知识图谱在多场景中的集成效能。鉴于此, 本文将针对基于多场景集成的工程造价智能知识图谱本体模型展开分析, 以此打破单一场景的知识壁垒, 实现设计等问题, 这对推动工程造价行业向智能化转型具有重要意义。

关 键 词 : 多场景集成; 工程造价; 智能知识图谱; 本体模型; 研究

Research on the Construction of an Ontology Model for an Intelligent Knowledge Graph of Engineering Cost Oriented to Multi-Scenario Integration

Shi Mingqin, Liu Jinshan, Gao Ran

Guangzhou Yidajianxin Technology Development Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510510

Abstract : Against the backdrop of the digital transformation of the construction industry, engineering cost, as a core link in the whole-life cycle management of projects, is confronted with such problems as massive heterogeneous data and fragmented knowledge. With its powerful semantic association capability and the advantage of structured knowledge representation, knowledge graph technology can provide a new research path for the systematic management and intelligent application of engineering cost knowledge. As the core framework of a knowledge graph, the ontology model determines the logic, completeness, and scalability of knowledge organization, and its construction quality directly affects the integration efficiency of the knowledge graph in multiple scenarios. In view of this, this paper analyzes the ontology model of an intelligent knowledge graph of engineering cost based on multi-scenario integration, so as to break the knowledge barriers of a single scenario and realize the intelligent integration of knowledge across scenarios such as design, construction, and operation. This is of great significance for promoting the intelligent transformation of the engineering cost industry.

Keywords : multi-scenario integration; engineering cost; intelligent knowledge graph; ontology model; construction research

一、面向多场景集成的工程造价智能知识图谱本体模型构建的研究意义

(一) 有利于丰富工程造价与知识图谱交叉领域的理论体系

传统的工程造价知识管理通常是聚焦于单一的环节或单一类型数据, 缺乏对全流程、多维度知识的系统性整合框架。本体模型作为语义网络的核心载体, 能够对工程造价领域的概念、属性等展开更深入研究, 能够帮助研究者更好的厘清不同场景下知识要素的内在关联, 填补了多场景融合视角下工程造价知识结构化表示的理论空白^[1]。同时, 这一研究可以将本体工程、自然语言处理等技术与工程造价领域知识展开更深入融合, 有效拓展了知识图谱技术在工程管理领域的应用边界, 为跨领域知识建模提供了可借鉴的理论范式。此外, 通过构建适配多场景的本体模型能够

逐渐打造一个统一的工程造价知识语义标准, 可以更为高效的解决不同场景、不同系统间知识异构问题, 为工程造价知识的标准化、规范化研究奠定基础。

(二) 有利于提升工程造价管理的效率与精准度

在工程造价全流程中, 不同场景对知识的需求存在显著差异, 传统管理模式下, 很多知识内容较为分散, 他们存储在不同的系统、文档中, 这样就很容易形成“信息孤岛”, 从而导致知识检索效率低下、关联分析不足, 很难满足多场景协同决策需求。通过展开基于本体模型构建知识图谱工作, 可以更好的将分散的多源异构知识进行语义关联与结构化组织, 这样可以有效实现跨场景知识的快速检索、智能推理与精准推送^[2]。例如, 我们可以通过本体模型的语义推理能力从施工变更记录中自动关联对应的计价规则与成本影响因素, 这样可以为变更价款调整提供快速

支撑。此外，借助多场景知识集成优势，我们可以实现从设计阶段到结算阶段的成本追溯与动态优化，这样可以大幅降低决策失误率。

（三）有利于为工程造价行业数字化转型提供核心技术支撑

当前，建筑行业正在加速向智能化、数字化的方向发展，工程造价作为核心环节，需要更有效的突破传统依赖人工经验、纸质文档的管理模式。面向多场景集成本体模型，可以为工程造价智能化系统提供统一的知识底座，更好的支撑智能算量、成本预测等智能化应用的落地^[9]。通过知识图谱与本体模型的融合，可以更为高效的实现工程造价知识的自动化抽取、融合与更新，还能有效减少人工干预，提升知识管理的智能化水平。此外，这一模型的构建能够促进行业知识的沉淀与复用，有利于将分散在个体中的经验知识转化为组织化、结构化的集体知识，这样也能大幅提升行业整体的知识储备与技术水平。

二、面向多场景集成的工程造价智能知识图谱本体模型构建的问题

（一）缺乏多场景协同设计理念，语义一致性难以保障

工程造价领域知识体系复杂，涵盖定额标准、计价规范、材料设备、工艺技术、政策法规等多个维度，且不同场景下知识的表述方式、核心要素存在差异。当前本体建模多采用单一场景导向，缺乏对多场景知识需求的统筹考量，导致构建的本体模型难以适配全流程应用。一方面，概念定义存在歧义，不同场景对同一概念的理解与界定不一致，如“变更费用”在施工场景中侧重现场调整成本，在结算场景中侧重审计核算标准，若缺乏统一的语义定义，易导致知识关联错误^[4]。另一方面，关系构建不完整，多场景间的跨域知识关系未得到充分挖掘，如设计阶段的材料选型与施工阶段的成本控制、结算阶段的审计依据之间的内在关联被忽视，导致本体模型的语义推理能力不足，难以支撑跨场景决策。此外，本体建模缺乏统一的方法论指导，不同研究者采用的建模方法、术语体系存在差异，导致本体模型的通用性与互操作性较差，难以实现行业内的知识共享。

（二）多源异构知识集成难度大，知识质量难以管控

工程造价的知识来源广泛，涵盖了结构化数据、半结构化数据与非结构化数据等诸多内容，不同的数据源在格式、精度以及可信度等方面存在非常显著的差异。结构化数据如造价软件生成的工程量清单和定额数据库等格式规范但分散存储于不同系统，这样会导致其存在一定的数据冗余与不一致问题。半结构化数据如合同文档、变更签证单等具有一定的格式框架但语义表达不规范，非结构化数据如施工方案、专家经验、政策文件等数量庞大但难以直接提取有效知识^[6]。当前，知识集成技术难以实现多源数据的深度融合，出现这一问题的原因在于，很多知识抽取的精度较为不足，非结构化文本中的实体、属性与关系提取非常依赖自然语言处理技术，但是工程造价领域的术语专业性较强、表述灵活，这样会导致现有模型很容易出现实体识别错误、关系误判等问题。此外，知识融合缺乏有效的冲突消解机制，不同数据源对

同一知识的描述存在冲突，像是不同渠道的材料价格、不同版本的计价规范之间都存在较为明显的差异，这样就导致其很难通过自动化方法实现精准消解，需要大量的人工干预，这样也会影响知识集成效率与质量。

（三）技术适配性不足，多场景应用落地存在瓶颈

面向多场景集成本体模型构建需要融合本体工程、人工智能等多领域技术，但是，当前的技术应用存在“技术与场景脱节”问题。现阶段知识图谱技术难以满足工程造价多场景的个性化需求，通用的知识图谱构建技术在处理领域特异性知识时存在适应性较差的问题，比如针对施工场景的动态成本调整、结算场景的审计规则推理等个性化需求缺乏定制化的技术解决方案^[9]。此外，语义推理能力有限也是影响工作开展的重要问题，现有的推理算法多基于通用规则设计，这样会导致其难以适配工程造价领域复杂的场景化推理需求，难以通过简单的语义规则实现，这就很容易导致本体模型的智能化应用深度不足。除此之外，技术集成难度大也是影响工作开展的重要因素，本体模型需要和工程造价现有业务系统等展开集成，但不同系统的数据接口、技术架构存在较大差异，这样会导致其缺乏一个统一的集成标准，本体模型难以融入现有业务流程，多场景的实际应用落地也会严重受阻。

三、面向多场景集成的工程造价智能知识图谱本体模型构建策略

（一）优化本体建模流程，构建多场景协同的本体框架

为提升面向多场景集成的工程造价智能知识图谱本体模型构建效果，我们应确立多场景需求导向的建模原则，在建模初期需要开展全流程场景调研，积极梳理设计、招投标等不同场景的知识需求、业务流程，这样可以更好的明确各场景的知识边界与交叉关联，从而逐渐形成一个多场景知识需求清单，为本体建模提供依据。此外，我们可以尝试采用混合式建模的方法，融合斯坦福七步法、骨架法等现有建模方法的优势，针对工程造价领域特点优化建模流程展开分析，将其分为领域知识梳理、概念与属性定义等不同阶段^[7]。在概念定义阶段，我们可以尝试建立统一的术语体系，通过领域专家评审明确核心概念的内涵与外延消除场景间的概念歧义，如对“变更费用”“工程量”等关键概念进行标准化定义，这样可以有效明确它们在不同场景中的具体属性与计算规则。在关系构建阶段，我们除了可以关注同一场景内概念间的纵向关系，还需要挖掘不同场景间概念的横向关联。不仅如此，我们可以尝试建立一个多维度模型验证机制，结合逻辑验证、业务验证等检验本体模型的语义一致性、完整性，通过领域专家评审修正概念定义偏差等问题，通过多场景模拟应用优化模型结构，可以更好的确保本体模型符合实际业务需求^[8]。

（二）升级知识集成技术，建立全流程知识质量管控体系

针对多源异构知识集成难题，我们可以尝试从知识抽取、融合、更新等环节进行技术升级，这样可以大幅提升知识集成的精准度与效率。在知识抽取环节，我们可以尝试采用定制化的抽取

模型，结合工程造价领域术语特点对自然语言处理模型进行微调优化，此外，还可尝试引入领域词典增强实体识别与关系抽取的精度，针对非结构化文本如政策文件、施工方案采用“规则+深度学习”的混合抽取方式。针对半结构化文本，像是合同文档、变更签证单等，我们可以采用结构化解析与语义提取相结合的方法提取关键信息并转化为结构化知识，针对结构化数据则可以通过标准化接口实现与现有系统的对接，这样可以更为高效的完成数据的批量导入与格式转换^[9]。在知识融合环节，我们可以尝试建立一个多层级的融合机制，先进行数据层融合，通过实体对齐技术识别不同数据源中的等价实体，而后方可采用基于语义相似度与属性匹配的方法实现实体精准对齐，再进行知识层融合构建冲突消解规则库，结合领域专家经验与语义推理技术对不同数据源的冲突知识进行自动化消解。在进行语义层融合的工作中，我们可以尝试将融合后的知识转化为符合本体模型的三元组格式融入知识图谱。在知识更新环节，可以尝试建立一个动态更新机制，结合主动更新与被动更新两种方式，通过监控政策法规更新、工艺技术升级等外部信息，主动触发知识更新。

（三）创新技术适配方案，推动多场景应用落地

在模型构建中，我们需要开发一个场景化定制技术模块，针对不同场景的个性化需求设计定制化的语义推理规则与知识服务功能，如为设计阶段提供成本估算推理模块，而后可以结合本体

模型中的定额标准、材料价格等知识实现设计方案的成本快速核算。通过为施工阶段提供动态成本调整模块，可以实现对成本的动态监控与预警，通过为结算阶段提供审计推理模块，依据本体模型中的审计规范、计价规则等知识，可以更好的辅助完成结算资料的自动审核。此外，我们通过加强跨技术融合应用，可以更为有效的推动本体模型与大数据等技术的深度融合。我们可以尝试利用大数据技术分析多场景造价知识的关联规律，不断优化语义推理规则，这样可以大幅提升模型的智能化水平^[10]。同时，我们可以尝试建立一个标准化的集成接口，制定本体模型与现有工程造价业务系统的数据交换标准与接口规范，这样可以实现模型与 BIM 软件、造价算量软件的无缝集成，有利于推动本体模型融入日常业务流程，降低应用的门槛。

四、总结

本文聚焦多场景集成视角，探讨工程造价智能知识图谱本体模型构建。针对行业现存语义一致性不足、多源知识集成难、技术适配性欠缺等问题，从优化建模流程、升级知识集成技术、创新适配方案三方面提出策略。研究既丰富了工程造价与知识图谱交叉领域理论，又为提升造价管理效率、助力行业数字化转型提供实践支撑，对推动跨场景造价知识智能化应用具有重要价值。

参考文献

- [1] 刘伟华. 市政道路工程可行性研究信息平台架构设计研究 [D]. 广西大学, 2024.
- [2] 汪茵, 高平, 王昆. 基于知识图谱的国内智能建造与建筑工业化研究文献计量分析 [J]. 项目管理技术, 2023, 21(03): 100-107.
- [3] 戴二玲. 基于知识图谱的全过程工程咨询现状及应对策略分析 [J]. 项目管理技术, 2023, 21(02): 87-92.
- [4] 朱晓林. 基于 CiteSpace 的国内工程审计领域研究热点与趋势分析 [J]. 华北电力大学学报 (社会科学版), 2021, (04): 64-73.
- [5] 严蕾. 国家能源集团——智能招标构建数字化供应链 [J]. 招标采购管理, 2020, (09): 25-27.
- [6] 张永成, 刘傲寒, 钟波涛. 基于 CiteSpace 工具的《建筑经济》研究文献计量分析 [J]. 建筑经济, 2020, 41(S1): 50-55.
- [7] 张瑾. BJ 公司电网建设工程前期造价管理评价体系研究 [D]. 西安科技大学, 2019.
- [8] 张雯. 项目管理学科演进与前沿可视化分析 [D]. 中国科学院大学 (工程管理与信息技术学院), 2015.
- [9] 李喜梅. 基于人工智能技术的建筑工程造价估算研究 [J]. 城市建筑, 2021, 18(05): 146-148.
- [10] 柴恩海, 黄莉, 王鹏. 基于文献计量的全过程工程咨询研究分析 [J]. 工程经济, 2020, 30(04): 41-45.