

# 知识图谱与 AI 辅助的土木工程实践教学体系构建与应用研究

荆明野<sup>1</sup> 盖晓连<sup>2</sup>

1 哈尔滨石油学院, 黑龙江哈尔滨, 150028;

2 黑龙江农业工程职业学院, 黑龙江哈尔滨, 150088;

**摘要:** 在工程教育认证与智慧教育深度融合的背景下, 针对土木工程实践教学长期存在的知识体系割裂、教学资源分散、能力培养脱节等现实问题, 本研究以成果导向教育(OBE)理念为指导, 深度融合知识图谱与人工智能技术, 构建了“目标—能力—课程—知识—模型—AI”六维一体的结构化智慧教学体系。文章系统阐述了该体系“自顶向下、反向设计”的构建逻辑, 及其在课堂教学、自主学习与项目实践等多场景中的融合应用路径, 并从学生发展、教师教学与专业建设三个维度综合评价其实施成效。该体系为有效促进知识结构化与可视化贯通, 赋能教学过程的个性化与智能化, 提升学生的系统思维能力、工程实践能力与自主探究能力提供坚实基础, 为土木类专业实践教学的智慧化转型提供了系统解决方案与可复制的实践路径。

**关键词:** 知识图谱; 人工智能; 土木工程; 实践教学

**DOI:** 10.69979/3029-2735.26.04.060

## 引言

当前, 智能建造与建筑业数字化转型对土木工程人才的实践创新能力与复合型知识结构提出了更高要求。然而, 传统实践教学仍面临三重突出困境: 其一, 理论知识分散于多门课程, 与实践环节衔接松散, 学生难以构建“理论—实践”贯通的完整知识体系; 其二, 建筑实体模型、实验设备等优质教学资源往往孤立使用, 未与课程知识点形成系统化映射, 教学资源价值未能充分释放; 其三, 教学模式较为单一, 难以适应学生个性化、探究式的学习需求, 高阶思维能力与复杂工程问题解决能力的培养明显不足。

知识图谱与人工智能技术的快速发展, 为破解上述困境提供了新的可能。知识图谱通过“实体—关系—属性”的三元组结构, 能够将离散的专业概念、课程内容、教学资源进行语义关联与可视化呈现, 是构建系统化知识体系的理想工具。人工智能技术, 尤其在自然语言处理、机器学习与智能推荐等领域的成熟, 则为个性化学习支持、智能答疑与学情分析提供了技术支撑。两者的深度融合, 旨在推动教学从“知识结构化”到“学习智能化”的系统跃升。

本研究聚焦于土木工程专业实践教学场景, 致力于构建一个以知识图谱为“骨架”、以 AI 技术为“神经”的智慧教学体系, 并围绕体系架构、融合应用与实施成效三个层面, 系统阐述其设计逻辑、实施路径与实践价值, 以为同类专业的教学改革提供系统性参考<sup>[1]</sup>。

## 1 六维一体结构化智慧教学体系的构建

本体系以 OBE 理念为根本遵循, 采用“反向设计、系统构建”的思路, 其核心是建立“培养目标—能力指标—课程体系—知识电系统—实体模型节点—AI 辅助资源”六维一体的动态关联、数据驱动的有机整体<sup>[2]</sup>。这一设计不仅体现出鲜明的教学整合特色, 更具备严谨的工程化实施路径, 从而确保体系的可行性、可维护性与可持续演进性。

### 1.1 逻辑基础与构建特色

体系的构建始于专业培养目标的明确界定, 以确保一切教学活动均指向最终的学习成果。其核心特色在于实现了教育目标、知识逻辑与教学资源的全链路贯通。借助知识图谱的语义关联能力, 将线性的文本描述转化为立体的、可视的知识网络, 使人才培养的全过程可追溯、可评价, 从机制上克服了教学目标与教学过程脱节的普遍问题。其设计优势体现为以下方面:

1. 目标贯通, 导向清晰: 将毕业要求逐级分解并映射至具体课程与教学环节, 形成覆盖“培养目标—课程教学—能力达成”的完整证据链。

2. 促进系统思维: 通过可视化网络呈现知识关联, 引导学生构建整体性认知框架, 强化对复杂工程系统的理解能力。

3. 打破资源壁垒: 将实体模型、数字资源与知识点进行结构化关联, 使孤立的教学资源转化为支撑知识体

系的有机组成部分。

4.动态智能赋能：集成AI技术，实现学习路径的个性化推荐、智能答疑与学情动态分析，形成“感知—响应—优化”的教学支持闭环。

## 1.2 具体构建路径与实施步骤

体系的建成是一个融合教育设计、知识工程与信息技术的系统性工程，强调教育规律与信息技术的深度融合。遵循从顶层设计出发，经过扎实的数据准备，通过技术手段实现结构化与可视化，再集成智能功能辅助教学，最终在应用中持续优化的闭环流程。具体路径如下：

### 1.2.1 顶层设计与本体建模

以OBE为理念指导，组建由专业负责人、骨干教师、教育技术专家构成的跨学科团队，共同明确专业的毕业要求与培养目标，形成体系构建的“根本依据”。在此基础上，形式化定义“培养目标、能力指标、课程、知识点、模型节点、数字资源”六大核心实体，并预先定义“支撑、包含、对应、关联、前置”等核心语义关系，完成体系的本体模型。

### 1.2.2 多源数据采集与标准化处理

系统收集三类数据源：制度性文件（培养方案、教学大纲）、教学内容与资源（教材、实体模型档案、数字资源库）、过程性与反馈数据（学生成绩、常见错误、调查反馈）。对采集的数据进行严格剔除、归类于标准化处理，建立统一的编码与命名规范（如知识点编码、模型节点编码），将非结构化文本转化为结构化属性字段，形成高质量的结构化数据集。

### 1.2.3 知识图谱的构建与可视化实现

选用Neo4j图数据库作为知识存储与关联查询的核心引擎。构建过程采用“自顶向下设计为主，自底向上补充为辅”的混合构建模式：首先依据顶层框架批量注入实体与关系，搭建主体结构；继而利用自然语言处理等技术，从文本资源中抽取潜在知识点与关联线索，经人工审核后融入图谱，确保知识的准确性与完整性。最终通过分层可视化界面，支持从宏观架构俯瞰到微观节点关联下钻的交互探索。

### 1.2.4 AI辅助功能的集成与赋能

在知识图谱的基础上，集成三类智能功能：

智能检索与个性化推荐：构建语义搜索引擎，并基于图算法为学生推荐适配的学习路径与资源序列。

智能问答模块：构建垂直领域问答系统，采用“检索（知识图谱+文档）-生成（大语言模型）”混合框架，实现专业问题的实时精准答疑。

学情分析面板：采集学生学习行为数据，运用图分析技术生成班级知识掌握热力图、个体学习拓扑图等可视化学情报告，支持教师开展精准教学干预。

### 1.2.5 平台部署与持续迭代机制

将知识图谱引擎与AI服务模块整合，部署为独立智慧教学平台或嵌入现有教学系统。通过开展师生双向培训，推动体系落地应用。设立由专业教师和技术人员组成的运营小组，形成“应用—反馈—优化”的敏捷迭代闭环，定期更新图谱内容、优化关联逻辑、扩充教学资源，确保体系的持续生命力和适应性。

## 1.3 技术实现与持续迭代优势

通过上述工程化路径构建的体系，具备良好的可扩展性与自适应优化能力。新的课程、知识点或资源可以便捷融入既有网络。更重要的是，体系通过持续收集教学反馈与行为数据，能够自动识别知识网络的薄弱环节与教学盲区，为教学内容的持续优化和教学策略的动态调整提供数据驱动的决策一句，形成一个持续演进、自我完善的智慧教学生态。

## 2 多场景融合的“图谱引导+AI赋能”教学实践

构建体系的根本目的在于应用。本研究将上述结构化知识网络与AI能力深度融入“教、学、做、评”全过程，形成三种核心应用模式。

### 2.1 课堂教学的“系统化导航”模式

该模式旨在改变传统课堂知识点讲授的碎片化状态。课前教师依据图谱进行系统化备课，明确本次课程在专业知识网络中的坐标，精准选择关联的模型资源与AI辅助材料。课中在导入环节，教师直接展示知识点在图谱中的位置，构建全局认知；在讲解环节，可一键调用关联的微课、三维动画或虚拟仿真，实现“图谱定位、资源释义、教师深化”的三步教学法；在互动环节，学生通过移动端实时查询图谱关联知识，AI助手可即时回答共性疑问，教师则专注于启发与思辨引导。课后系统根据课堂互动数据，自动生成学情简报，为教师提供教学反思与精准辅导的依据。

### 2.2 自主学习的“个性化导学”模式

该模式为学生提供“类导航地图”式学习体验。系统可根据学生既有知识图谱与学习偏好，智能规划个性化学习路径，实现“一人一案”。集成NLP引擎的智能问答机器人提供7×24小时在线答疑，支持随时解惑。针对无法开展实体操作的学生，系统推荐对应的VR/AR

虚拟仿真实验,实现跨时空的沉浸式实操训练<sup>[3]</sup>。

### 2.3 项目实践的“协同化探究”模式

在课程设计、毕业设计、学科竞赛等综合性实践中,体系充当“智慧知识库”与“协作平台”。学生输入项目关键词,即可智能获取相关的规范条文、构造图集、计算方法、类似案例及研究文献,极大提升信息获取与知识整合效率。教师可通过系统追踪各小组的知识检索轨迹、资源使用情况与讨论热点,进行远程过程性指导与风险预警,提升项目管理的精细化和协同效率。

## 3 体系构建的多维度成效分析

本体系的构建与应用,其价值不仅体现在学生学习效果的提升,更深层次地促进了教学形态、教师角色与专业建设模式的系统性转型。

### 3.1 学生发展维度:系统思维与自主探究能力的深化

体系有效重塑了学生的学习范式。知识图谱的可视化与关联性,引导学生超越孤立知识点的记忆,主动探索并理解概念间的逻辑网络与工程联系,有效培养了其整体性的系统思维。AI赋能的个性化路径与智能支持,满足了差异化学习需求,使自主学习从“可能”变为“高效可持续的常态”。在课程设计、毕业设计等综合性环节中,学生展现出更强的知识整合、迁移应用与开放问题的解决能力,标志着工程实践与创新素养的实质性成长。

### 3.2 教师教学维度:角色转型与教研协同持续推进

对教师而言,该体系是强有力的专业发展工具。它使教师能够清晰俯瞰所授课程在整体培养体系中的坐标与关联,推动跨课程协同教学与“课程群”建设。基于学情数据的精准诊断,助力教师得以实现从经验判断到实施有针对性的教学干预与辅导。教师的角色因此从传统的知识讲授者,深化为学习路径的设计者、探究过程的引导者与教学资源的整合者,教学研究与改革因此更具有针对性和创新性。

### 3.3 专业建设维度:数据驱动的循证决策机制初步形成

在专业宏观层面,本体系构建了一个持续产出教学过程性数据的基础平台。通过分析能力节点与课程节点的支撑关系、知识资源的使用热度、学生能力达成的反馈环路等数据,专业负责人与管理团队可以客观评估培

养目标的达成度、课程结构的合理性以及资源配置的有效性。这推动专业建设从依赖经验的宏观管理,迈向依托数据的精细化、循证化决策阶段,为实现“评价-反馈-改进”的质量保障闭环提供了核心抓手,显著提升了专业建设的科学性与自适应能力。

## 4 结论与展望

本研究构建并实施了知识图谱与AI技术深度融合的土木工程实践教学新体系。该体系以结构化知识网络为核心载体,以智能化技术为支撑手段,成功地将分散的教学要素整合为有机整体,实现了从教学目标到教学实施、从学习过程到效果评价的系统性重塑。它有效破解了知识碎片化、教学单向化、资源孤岛化等积弊,在提升学生综合能力、赋能教师教学创新、优化专业建设流程方面成效显著。

展望未来,随着BIM、数字孪生、大语言模型等技术的进一步发展,该体系将拥有更广阔的深化空间:一是探索与BIM模型库的深度语义关联,构建“从构件到建筑”的全尺度知识图谱;二是引入数字孪生技术,实现实体模型与虚拟模型的动态交互与数据映射;三是集成更强大的教育大模型,为学生提供更深度的推理支持、个性化辅导与创作启发。最终目标是构建一个虚实融合、人机协同、持续进化的智慧教育新生态,为培养适应行业未来的卓越工程人才提供坚实基础。

### 参考文献

- [1] 贡晓静. 构建知识图谱+AI辅助的“网络-数据-安全”主题课程群的思考[J]. 信息系统工程, 2026, (01): 173-176.
- [2] 张茹, 崔允亮, 丁智, 等. OBE与案例双驱动的“土木工程+AI”教学改革体系的构建[J]. 教育教学论坛, 2025, (47): 157-160. DOI: 10.20263/j.cnki.jyjx1t.2025.47.036.
- [3] 谷建晓, 陈辉, 谭旖旎. 人工智能时代土木工程专业人才培养体系的构建与实施路径[J]. 贺州学院学报, 2025, 41(02): 147-154.

作者简介: 荆明野, 哈尔滨石油学院副教授, 硕士; 盖晓连, 黑龙江农业工程职业学院教授, 博士。  
基金资助: 2024年黑龙江省高等教育教学改革项目“建筑实体模型知识图谱建立与教学应用研究”(项目编号: SJGYB2024831)。