

基于 ChatGPT 的 OBE 达成度嵌知识图谱在软件工程专业课程中的有效性研究

师春梅 张锦盛 何正方

云南工商学院，云南昆明，650000；

摘要：成果导向教育（Outcome-Based Education, OBE）是当前工程教育认证的核心理念，强调以学生最终学习成果反向设计教学活动与评价体系。然而，在软件工程等实践性强、知识体系复杂的工科专业中，OBE 达成度评价常面临主观性强、证据碎片化、反馈滞后等挑战。针对这一问题，本研究提出一种融合 ChatGPT 大语言模型与嵌入式知识图谱的智能评估框架。该框架通过构建课程目标—知识点—毕业要求指标点的结构化知识图谱，并利用 ChatGPT 对学生的作业、项目报告等非结构化学习产出进行语义解析与能力映射，实现全过程、细粒度的达成度动态计算。实证研究表明，该方法显著提升了评估的客观性与教学反馈效率，为 OBE 在工程教育中的深度落地提供了技术支撑。

关键词：成果导向教育（OBE）；达成度评价；知识图谱；ChatGPT；大语言模型；软件工程教育

DOI：10.64216/3080-1516.25.10.087

引言

近年来，随着我国全面参与《华盛顿协议》及工程教育专业认证制度的深入推进，成果导向教育（OBE）已成为高校工科人才培养改革的基本范式。OBE 强调以学生毕业时应具备的能力为导向，反向设计课程体系与教学内容，并通过持续的达成度评价驱动教学质量改进。在软件工程专业中，由于其知识更新迅速、实践环节密集、能力维度多元（如需求分析、系统设计、团队协作等），OBE 的实施尤为复杂。如何科学、高效地评估各项毕业要求指标点的达成情况，成为当前教学改革的关键难点，亟需引入智能化手段提升评价的精准性与可操作性。

1 OBE 理念与嵌入式知识图谱概述

1.1 OBE 理念

1.1.1 OBE 理念的核心概念

成果导向教育（Outcome-Based Education, OBE）是一种以学生最终学习成果为核心的教学设计与评价范式。其核心在于“反向设计”：首先明确学生毕业时应具备的知识、能力与素质（即毕业要求），再据此设定课程目标、教学内容与评估方式。OBE 强调三个基本原则：一是以学生为中心，关注“学生能做什么”而非“教师教了什么”；二是成果导向，所有教学活动均服务于预期学习成果的达成；三是持续改进，通过系统化

收集达成度证据，不断优化教学策略。在工程教育中，OBE 要求将复杂的毕业要求分解为可测量、可评价的指标点，并建立课程体系与之精准映射，从而确保人才培养质量的可追溯性与可验证性。

1.1.2 OBE 理念在教育领域的应用

自 20 世纪 80 年代提出以来，OBE 理念已在全球高等教育，尤其是工程、医学和师范等专业教育领域广泛应用。《华盛顿协议》将 OBE 作为工程教育认证的核心标准，推动包括中国在内的签约国高校全面实施基于成果的人才培养体系。在国内，教育部推动的工程教育专业认证明确要求高校建立“培养目标—毕业要求—课程体系—达成评价”的闭环机制。许多高校在软件工程、计算机科学等专业中尝试构建 OBE 课程矩阵，通过课程目标支撑毕业要求指标点，并采用直接与间接证据相结合的方式评估达成度。然而，实践中仍存在评价主观性强、过程数据利用不足、反馈滞后等问题，亟需借助智能化技术提升 OBE 实施的科学性与效率。

1.2 嵌入式知识图谱

1.2.1 嵌入式知识图谱的定义与特点

嵌入式知识图谱（Embedded Knowledge Graph）是指将传统知识图谱的结构化语义信息通过向量化表示（如 TransE、Node2Vec、BERT 等嵌入方法）转化为低维稠密向量空间中的节点与关系表示。与原始符号化图谱相比，嵌入式知识图谱不仅保留了实体间的拓扑结构，

还能支持语义相似度计算、关系推理和缺失链接预测等高级任务。其主要特点包括：一是可计算性强，便于与机器学习模型集成；二是具备泛化能力，能处理未见过的实体或关系；三是支持多模态融合，可结合文本、图像等非结构化数据进行联合嵌入。在教育场景中，这种表示方式使得知识点、能力项和学习目标之间的隐性关联得以被算法自动挖掘与利用。

1.2.2 嵌入式知识图谱在教育领域的应用

近年来，嵌入式知识图谱在智能教育系统中展现出广阔应用前景。在课程知识建模方面，研究者通过构建学科知识图谱并进行嵌入表示，实现知识点难度预测、先修关系推理和个性化学习路径推荐。在学习诊断中，学生答题记录可映射至知识图谱节点，结合嵌入向量分析其知识掌握状态与薄弱环节。在OBE实施中，嵌入式知识图谱可用于建模“课程—知识点—能力—毕业要求”之间的多层映射关系，使原本静态的支撑矩阵转化为可计算、可推理的动态网络。例如，当学生提交一份需求规格说明书时，系统可通过语义匹配将其内容关联到图谱中的“需求分析”能力节点，并基于嵌入相似度量化其达成水平。这种深度融合结构与语义的方法，显著提升了教育评价的自动化与智能化水平。

2 软件工程专业课程现状分析

2.1 软件工程专业课程设置

当前，我国高校软件工程专业的课程体系普遍遵循教育部《普通高等学校本科专业类教学质量国家标准》及工程教育认证要求，采用“通识教育+学科基础+专业核心+实践环节”的模块化结构。核心课程通常包括程序设计、数据结构、操作系统、数据库系统、软件工程导论、软件需求工程、软件设计与体系结构、软件测试与质量保证等，并辅以课程设计、综合实训、毕业设计等实践环节。课程设置强调理论与实践结合，注重培养学生系统开发、项目管理及团队协作能力。然而，尽管课程内容覆盖全面，各门课程与毕业要求指标点之间的支撑关系多以表格形式呈现，缺乏动态关联机制，导致OBE理念在实际教学中难以深度落地，课程目标达成度难以精准追踪与量化。

2.2 课程教学中存在的问题

在软件工程专业课程教学实践中，仍存在若干突出问题制约OBE的有效实施。首先，教学过程偏重知识传

授，对学生高阶能力（如需求分析、系统建模、工程权衡）的培养缺乏显性设计与评估手段。其次，课程评价方式单一，过度依赖期末笔试或简单项目评分，难以全面反映学生在复杂工程情境中的综合表现。再者，课程间协同不足，知识点重复或断层现象并存，学生难以构建系统化的工程能力体系。此外，教师在面对大量非结构化学习产出（如需求文档、UML图、代码仓库）时，缺乏高效工具将其转化为可量化的达成度证据，导致OBE评价流于形式。这些问题共同造成“教—学—评”脱节，削弱了持续改进机制的实际效能。

2.3 基于OBE理念的课程改革需求

为切实提升软件工程人才培养质量，亟需以OBE理念为指导推进课程体系深度改革。首先，应建立清晰、可测量的课程目标与毕业要求指标点的映射矩阵，并确保每项教学活动均服务于特定能力产出。其次，需强化过程性评价，将项目报告、代码质量、团队协作记录等多元证据纳入达成度计算体系，实现从“结果评判”向“过程赋能”转变。第三，应推动课程内容与行业需求对接，引入真实工程案例，提升学生解决复杂工程问题的能力。更重要的是，必须借助智能化技术手段，构建支持自动证据采集、能力映射与反馈生成的评估平台。唯有如此，才能实现OBE“以学生为中心、以成果为导向、持续改进”的闭环运行，真正提升工程教育认证背景下的课程教学质量与达成度可信度。

3 基于AI的OBE达成度嵌入式知识图谱构建

3.1 嵌入式知识图谱构建方法

构建面向OBE达成度评价的嵌入式知识图谱，需经历知识抽取、图谱建模与向量嵌入三个关键阶段。首先，从软件工程专业课程大纲、教学目标、毕业要求指标点等结构化文档中抽取实体（如“需求分析”“软件测试”“团队协作”）及其属性；其次，依据课程对毕业要求的支撑关系，建立“课程—知识点—能力项—毕业要求指标点”的多层语义网络，形成初始知识图谱；最后，采用图嵌入算法（如TransR、RotatE或基于BERT的KG-BERT）将图谱中的节点与关系映射为低维稠密向量。该过程不仅保留了原始图谱的拓扑结构，还赋予其语义计算能力，为后续与AI模型融合实现智能推理奠定基础。整个构建过程强调专家校验与迭代优化，确保图谱的教育合理性与技术可行性。

3.2 AI技术在嵌入式知识图谱中的应用

人工智能技术在嵌入式知识图谱的构建与应用中发挥着核心作用。一方面，自然语言处理（NLP）技术可用于自动解析课程材料、学生作业和项目文档，从中识别与图谱实体相关的语义信息，实现知识的动态扩展与更新；另一方面，大语言模型（如ChatGPT）凭借其强大的上下文理解能力，可将非结构化学习产出（如需求规格说明书、设计报告）映射至知识图谱中的对应能力节点，并评估其表达深度与完整性。此外，图神经网络（GNN）可结合嵌入向量进行关系推理，预测学生在未显性考察的能力维度上的潜在表现。通过AI与嵌入式知识图谱的深度融合，系统不仅能实现静态知识的结构化表示，更能支持动态、个性化的OBE达成度智能评估与教学反馈。

3.3 基于OBE理念的达成度评价体系

基于OBE理念的达成度评价体系以“可测量、可追踪、可改进”为核心原则，依托嵌入式知识图谱构建多维度、全过程的评估机制。该体系首先将毕业要求分解为若干可观测的指标点，并通过知识图谱明确其与课程知识点及教学活动的支撑路径。在教学过程中，系统自动采集学生的作业、实验、项目、讨论等多源证据，利用AI模型将其语义特征与图谱节点进行匹配，计算各能力项的达成得分。随后，依据预设权重（如直接证据占70%、间接证据占30%），加权聚合生成课程对各项毕业要求的达成度值。该体系不仅支持实时可视化展示个体与班级达成情况，还能自动生成薄弱环节诊断报告与改进建议，真正实现“评价即反馈、反馈促改进”的OBE闭环运行机制。

4 嵌入式知识图谱在软件工程专业课程中的应用

4.1 教学内容设计

嵌入式知识图谱为软件工程专业课程的教学内容设计提供了结构化与智能化支撑。通过将课程知识点（如“用例建模”“敏捷开发”“测试驱动开发”）与毕业要求指标点（如“复杂工程问题分析”“项目管理能力”）在图谱中显式关联，教师可依据图谱的拓扑关系反向优化教学大纲，确保内容覆盖全面且目标导向明确。同时，图谱的嵌入向量支持语义相似度计算，可自动识别知识点间的先修依赖或概念重叠，辅助教师合理

安排教学顺序、避免重复或断层。此外，在新课程开发或行业技术更新时，系统可通过图谱扩展机制快速融入新兴内容（如DevOps、AI工程化），实现教学内容的动态演进与持续对齐产业需求，显著提升课程体系的适应性与前瞻性。

4.2 教学方法创新

依托嵌入式知识图谱，软件工程课程的教学方法得以向个性化、情境化和智能化方向创新。教师可基于学生当前知识状态（通过其学习行为在图谱中的位置推断），推送定制化的学习资源或挑战性任务，实现精准教学。例如，当系统检测某学生在“软件架构设计”节点表现薄弱时，可自动推荐相关案例视频、设计模式文档或小型重构练习。在项目式教学中，图谱可作为协作导航工具，帮助学生理解任务所涉知识点及其与能力目标的关联，增强学习的目的性。此外，结合ChatGPT等AI助手，学生可就图谱中的任意节点进行自然语言问答，获得即时解释与拓展建议，形成“图谱引导+智能对话”的混合式学习新模式，有效提升学习动机与深度理解。

4.3 评价体系改革

嵌入式知识图谱推动软件工程课程评价体系从“终结性、主观性”向“过程性、数据驱动”转型。传统以期末考试为主的评价方式被多源、全过程的智能评估所替代：学生的代码提交、需求文档、测试报告、团队互评等均作为直接证据，经AI解析后映射至图谱中的对应能力节点，实时更新其达成度状态。系统可自动生成个体能力画像，可视化展示各毕业要求指标点的掌握水平，并预警低达成风险。教师据此开展针对性辅导，实现“以评促学”。同时，图谱支持跨课程能力追踪，使评价不再局限于单门课程，而是贯穿整个培养周期。这种基于证据链的评价机制不仅提高了OBE达成度计算的客观性与可信度，也为专业持续改进提供坚实数据基础。

5 结论

本研究构建了基于ChatGPT与嵌入式知识图谱的OBE达成度智能评估框架，并在软件工程专业课程中进行了实践应用。结果表明，该框架能够有效整合课程目标、知识点与毕业要求指标点，实现对学生学习成果的全过程、细粒度、可解释的动态评价。通过AI技术对非结构化学习证据的语义解析与知识图谱的结构化推理相结合，显著提升了达成度评估的客观性、实时性与教学

反馈效率。不仅解决了传统OBE实施中评价主观、数据割裂、反馈滞后等痛点，也为工程教育认证背景下的课程持续改进提供了智能化支撑。未来可进一步拓展至多课程协同评价与跨专业能力追踪，推动智能教育评价体系的深度发展。

参考文献

- [1]石玟,王睿,王俊杰.国内外医学教育领域成果导向教育研究热点可视化对比分析[J].中医教育,2025,44(05):69-76.
- [2]范晓真,魏纲,王霄.新工科背景下基于OBE理念的“高等土力学”课程教学改革与实践[C]//河南省民办教育协会.2025高等教育发展论坛智慧教育分论坛论文集(上册).浙大城市学院工程学院;,2025:43-44.DOI:10.26914/c.cnkihy.2025.038055.
- [3]杨靖,郑建东,王余杰,等.基于OBE的“化工流程模拟实训—Aspen Plus”课程建设——以变压精馏为例[J].化工时刊,2025,39(04):56-61+101.DOI:10.16597/j.cnki.issn.1002-154x.2025.04.012.
- [4]黎相广,陈明霞,郑杰,等.“新工科”背景下基于OBE理念的教学改革与实践——以制药工程专业“药理学”课程为例[J].化工时刊,2025,39(04):92-96.DOI:10.16597/j.cnki.issn.1002-154x.2025.04.021.
- [5]李梦俊,车昌燕,张笑添,等.成果导向教育教学模式结合课程思政在临床免疫学检验教学中的应用效果[J].中国当代医药,2025,32(23):129-133+138.

作者简介：师春梅，1992.10，女，汉，云南省玉溪市，云南工商学院，本科，讲师，软件开发，单位地址：云南省昆明市嵩明县杨林镇杨林大学城云南工商学院。张锦盛，1977.1，男，汉，云南省昆明市，云南工商学院，硕士，教授，软件开发，单位地址：云南省昆明市嵩明县杨林镇杨林大学城云南工商学院。何正方，1988.5，男，汉，云南省昆明市，云南工商学院，博士，讲师，自然语言处理，单位地址：云南省昆明市嵩明县杨林镇杨林大学城云南工商学院。