高等学校课程知识图谱建设与使用后评价研究现状

刘传影[1] 王涵[2]

1.哈尔滨职业技术大学，中国·黑龙江 哈尔滨 150000

2.黑龙江东方学院，中国·黑龙江 哈尔滨 150000

摘要：随着教育数字化由资源数字化向知识智能化演进，知识图谱逐渐由通用知识组织工具转向高校课程教学的重要数字基础设施。现有研究正在由“知识结构可视化”转向“目标—知识—资源—认知状态”协同建模，由单一课程内部知识组织转向跨课程、跨学科和产教融合，由静态图谱展示转向动态生成与智能推荐。相比之下，针对课程知识图谱投入使用后的系统性评价仍处于相对薄弱阶段，评价内容主要集中于图谱的技术性能、推荐精度、学习成绩及主观满意度，较少从系统质量、用户接受、学习过程、学习效果可持续性等维度开展长期、综合和因果性的实证研究。

关键词：高等学校；课程知识图谱；智慧课程；使用后评价

Research Status of the Construction and Post–Use Evaluation of Course Knowledge Graphs in Higher Education Institutions

Liu Chuanying[1], Wang Han[2]

1. Harbin Vocational and Technical University, China Heilongjiang Harbin 150000

2. East University of Heilongjiang, China Heilongjiang Harbin 150000

Abstract: As the digitalization of education evolves from resource digitalization to knowledge intelligence, knowledge graphs have gradually shifted from general-purpose knowledge organization tools to important digital infrastructure for university course teaching. Existing research is shifting from "knowledge structure visualization" to coordinated modeling of "objectives–knowledge–resources–cognitive states," from knowledge organization within a single course to cross-course, interdisciplinary, and industry-education integration, and from static graph presentation to dynamic generation and intelligent recommendation.By contrast, systematic post-use evaluation of course knowledge graphs remains relatively underdeveloped. Evaluation has mainly focused on the technical performance of graphs, recommendation accuracy, academic performance, and subjective satisfaction, while relatively few long-term, comprehensive, and causal empirical studies have been conducted from dimensions such as system quality, user acceptance, learning process, and sustainability of learning outcomes.

Keywords: Higher education institutions; Course knowledge graph; Smart course; Post-use evaluation

0 引言

教育数字化的发展正在改变高校课程知识组织和教学实施方式。传统课程资源通常以教材章节、网页资源、视频、试题和教学平台栏目等形式分散存在，资源之间缺少统一语义关联，学生需要依靠教师讲授和个人经验建立知识联系。当课程内容持续扩张、教学资源来源日益多元时，单纯依靠线性课程结构进行资源组织已难以充分支持个性化学习。知识图谱具有实体化、关系化和可计算等特点，可以将课程中的知识点、章节、学习目标、教学资源及学习者状态组织为关联网络，为课程知识结构可视化和智能教学服务提供基础。现有文献表明，高校课程知识图谱的研究，已经由课程脉络展示阶段，发展到融合了认知状态、学习路径和教学目标的动态系统。知识图谱已广泛应用于个性化学习、课程设计、概念映射和教学资源推荐，并开始关注不同研究中的评价标准和局限[1]。

与“知识图谱建设”研究的快速增长相比，课程知识图谱使用后的评价研究仍显不足。当前大量论文以“构建并应用”为标题，但应用部分往往以案例描述、平台展示或前后测成绩变化作为主要依据。对于图谱本身的质量是否达标？教师和学生是否真正使用？用户为什么接受或放弃使用？图谱通过什么机制影响学习行为？这种影响是否能够持续？不同学科、不同类型学生之间是否存在差异等

相关问题探究较少。因此，将研究视角从“建设技术”延伸至“使用后评价”，已经成为课程知识图谱研究深化的重要方向。

1 高校课程知识图谱的概念演进与研究边界

1.1 从知识可视化到教育知识组织

国内研究对知识图谱的理解经历了由“文献知识可视化”向“教育知识组织”再向“认知与教学服务系统”的演进。早期研究重点关注知识节点及其关系的可视化表达，主要服务于学科发展分析和教育文献研究。随着知识图谱进入课程领域，研究对象逐步由文献层面的主题关系转变为课程章节、知识点、前置知识、教学资源以及学习路径等教学实体。李振和周东岱提出教育知识图谱概念模型，将知识图示和认知图式结合，并将知识节点、知识关联、认知状态和学习路径纳入模型，体现了教育知识图谱区别于一般概念图谱的基本特征。

由此可见，高校课程知识图谱并非简单地将课程知识点进行图形化，而是将课程知识与教学目标、学习者和教学资源建立语义联系，其研究边界至少包括三个层面：一是知识层，即课程知识点、概念、章节及其逻辑关系；二是资源层，即教材、课件、视频、试题、案例和科研成果等资源与知识点之间的关联；三是学习层，即学生的先验知识、学习行为、知识掌握状态和学习路径。

1.2 课程知识图谱的核心结构

现阶段通常采用本体建模与知识三元组表达课程知识。基本结构包括了实体、关系、属性，其中实体既包括课程、章节、知识点等知识单元，也包括教材、视频、习题、学习目标和岗位能力等教育资源。关系主要用于表达“包含”“先修”“相关”“依赖”“对应”“支持”等语义联系，属性则用于描述实体的难度、类型、来源和学习要求等特征。

从结构特征看，国内研究已形成比较明确的层级化趋势。例如，面向“Java 程序设计基础”的课程知识图谱将章节、节和知识点作为基本单元，并利用包含、顺序和相关关系建立课程知识结构[2]；针对计算机科学专业课程体系的研究，则通过图数据库进一步呈现不同课程间的前置与后继关系。

2 高校课程知识图谱建设

2.1 课程知识图谱多模态特征

早期课程知识图谱的研究较多采用关键词共现、引文分析和规则匹配等方法获得知识关联。随着自然语言处理技术发展，命名实体识别、关系抽取、词向量、BERT 及其他预训练模型逐渐应用于课程知识抽取，图谱建设由人工为主转向人工与算法协同。

课程知识图谱将网络资源、视频字幕、试题、科研论文、企业岗位需求等内容引入到数据中。胡茹艳基于 Web 数据构建课程语料库，并利用 TF-IDF、互信息和聚类方法提取关键词与类别关系。

2.2 图数据库与多模态资源融合成为重要技术方向

Neo4j 等图数据库被较多应用于课程知识图谱的存储和可视化。其优势主要表现为对复杂关系的表达能力和较为直观的可视化效果，适合课程知识点、课程之间的先修关系以及资源之间的关联查询。相关研究已将 Neo4j 应用于大学课程体系、计算机课程、统计软件课程等场景。

多模态融合是课程知识图谱建设的重要发展方向。仅基于文本构建的知识图谱能够较好表达概念关系，却难以充分描述操作过程、图形信息以及视频教学中的程序性知识。因此，近年来研究开始将文本、图片、视频、音频和交互数据作为统一的数据来源，通过跨模态语义计算实现资源与知识点的映射[3]。

2.3 从静态构建向目标导向和动态生成演进

近年来 OBE 理念的引入进一步将课程目标纳入图谱结构，相关研究表明，课程知识图谱正在由“知识罗列”转向“目标达成”的结构设计。当前研究的重要变化是将课程目标、专业培养目标以及学生能力目标纳入知识图谱。戴敏等提出面向 OBE 的目标导向构建方法，通过自顶向下的目标分解与自底向上的资源关联，将目标、知识和资源整合到同一结构中。冯培勇等也从专业认证视角探索课程知识图谱与培养目标之间的对应关系，说明图谱建设正在成为实现课程目标的一部分。另外，林健等针对教育资源组织中的知识封闭问题，提出跨模态实体语义计算和动态补全思路，结合协同过滤和图神经网络，实现学习路径推荐，课程知识图谱能够根据学习行为和课程变化不断进行动态演进。

3 高校课程知识图谱的应用

3.1 推荐个性化学习路径

个性化学习是当前课程知识图谱应用最集中的场景之一。其基本思路是将学生的学习行为、知识掌握状态与课程知识结构进行关联，根据学习者学习状态，分析学生的薄弱知识点，设置后续学习内容，并生成具有一定解释性的学习路径。近年来，“知识图谱 +AI”“SPOC+KG+AI”等模式，将课程知识结构与人工智能的学习分析、推荐和问答能力结合起来，用于识别学生知识薄弱点、调整教学

内容和生成个性化学习路径。

黄焕等通过课程知识图谱支持适应性内容选择。陈曦等将课程知识图谱与协同过滤结合，用课程知识相似度增强成绩预测和推荐。李敏进一步结合用户画像、命名实体识别和图神经网络开展学习路径推荐。国外研究也呈现出类似发展趋势，知识图谱正被用于个性化学习路径生成，并开始重视路径评价、透明性和可解释性，国际研究正在从“生成一条路径”进一步转向“如何判断这条路径是否合理、有效和可解释”[4]。

3.2 全流程教学支持

知识图谱已经逐渐嵌入课前、课中和课后的教学流程。课前阶段主要用于知识导航和学习资源推荐；课中阶段用于知识点之间的串联、学习任务组织与学生学情呈现；课后阶段则用于知识巩固、拓展学习和个性化资源推荐。

3.3 学情诊断、成绩预测与课程体系重构

知识图谱还被用于成绩预测、学习诊断和课程体系优化。陈曦等研究表明，将课程知识图谱中的语义相似性引入协同过滤，可以缓解数据稀疏问题。丁国富等则将产业能力需求与课程知识点关联起来，用于产教融合课程体系的持续改进。郭彩丽等将课程专业知识、科研论文与企业用人需求共同纳入知识图谱，推动课程体系由单纯的逻辑建构走向知识、能力与应用的联动。

4 高校课程知识图谱使用后评价

4.1 技术性能和学习效果评价

从已有研究看，课程知识图谱评价主要分为两类。第一类是技术层评价，包括实体识别准确率、关系抽取效果、图谱完整性、推荐准确率、召回率、RMSE 等。第二类是教学效果评价，包括学习成绩、知识掌握、学习积极性、学习效率、知识迁移能力以及学生满意度等。当前研究已经开始从知识体系构建、算法性能和学习效果三个层面开展评价，但评价指标之间尚未形成统一体系。

不同研究的评价对象和评价指标仍存在较大差异[1]。这说明评价已经进入国际知识图谱教育研究议程，但“评价什么”和“如何评价”仍未完全统一。

4.2 用户接受与使用过程评价

课程知识图谱是一类典型的人机交互型教育技术，因此“使用后评价”不能仅考察学习成绩，还应关注使用者是否愿意持续使用，以及系统是否真正改善了教学工作流程。信息系统研究中的 DeLone 与 McLean 模型从系统质量、信息质量、服务质量、使用意愿、用户满意度等方面评价信息系统成功，为课程知识图谱评价提供了成熟的理论参照[3]。

Davis 提出的技术接受模型则强调感知有用性和感知易用性与技术接受之间的关系，其测量量表经过实证验证，可用于分析用户为什么愿意接受和使用技术[4]。Venkatesh 等提出的 UTAUT 进一步将绩效期望、努力期望、社会影响和便利条件纳入技术接受解释框架[5]。这些模型对于高校课程知识图谱尤其具有参考意义。例如，学生是否认为知识图谱能够帮助自己理解课程结构、寻找资源和规划学习路径，教师是否认为图谱能够减少备课和学情分析负担，都属于典型的使用后评价问题。然而，现有课程知识图谱论文中，课程知识图谱评价往往集中于“使用之后成绩有没有提高”，而对“为什么提高”或“什么条件下提高”的解释不足。

4.3 学习过程性评价

课程知识图谱使用后评价划分为四个递进层面：第一，使用反应，即满意度、感知有用性、感知易用性；第二，使用行为，包括资源访问、知识节点浏览、路径采纳和学习时长；第三，学习过程，包括学习投入、自主调节、知识关联和问题解决；第四，学习效果，包括知识掌握、知识迁移、高阶思维和课程目标达成。这样的评价体系比单纯比较考试成绩更符合知识图谱的技术特征。

总之，工程、计算机、医学、艺术设计和人文类课程的知识结构具有明显差异，不同知识结构可能需要不同图谱粒度和不同评价指标。现有研究分别从图谱质量、算法效果和学习成果进行评价，但尚未形成一个适用于高校课程知识图谱的多层次评价模型。实证研究缺乏长期追踪和对照设计。现有不少案例仅在一个班级或一门课程中开展短期实践，且使用前后比较较多，随机对照、准实验和多时间点追踪相对不足。

5 结语

高校课程知识图谱研究已经完成由概念探索向课程实践应用的初步转变。在建设方面，研究形成了以本体建模、知识抽取、关系识别、图数据库和多模态融合为核心的技术路径；在应用方面，研究从课程结构展示逐渐扩展到个性化学习、学习路径推荐、混合式教学、学情诊断、课程体系重构和产教融合。

现有评价主要关注图谱准确性、算法性能、学生成绩和满意度，对用户持续使用、学习过程变化、高阶认知发展、教师教学行为改变以及长期教学收益关注不足。由此，高校课程知识图谱下一阶段研究的重点不应仅是扩大

图谱规模或增加算法复杂度，而应更加关注“应用后的教育价值如何被可靠地测量”。未来可进一步结合 DeLone-McLean 信息系统成功模型、技术接受模型和学习分析评价框架，建立面向课程知识图谱的多维评价指标体系，并通过准实验、纵向追踪和多源学习数据分析检验其作用机制。只有实现从“构建图谱”到“评价使用”，再到“基于评价持续优化图谱”的闭环，课程知识图谱才能由一种技术性教学工具逐步转变为支撑高校课程质量持续改进的数字化基础设施。

参考文献：

[1] ABU-SALIH B, ALOTAIBI S. A systematic literature review of knowledge graph construction and application in education[J]. Heliyon, 2024, 10(3): e25383. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e25383.

[2] LI A, LI Y, GAO X. Personalized learning path recommendation based on knowledge graphs: A survey[J]. Electronics, 2026, 15(1): 238. DOI: 10.3390/electronics15010238.

[3] DELONE W H, MCLEAN E R. The DeLone and McLean model of information systems success: A ten-year update[J]. Journal of Management Information Systems, 2003, 19(4): 9-30. DOI: 10.1080/07421222.2003.11045748.

[4] DAVIS F D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology[J]. MIS Quarterly, 1989, 13(3): 319-340. DOI: 10.2307/249008.

[5] VENKATESH V, MORRIS M G, DAVIS G B, et al. User acceptance of information technology: Toward a unified view[J]. MIS Quarterly, 2003, 27(3): 425-478. DOI: 10.2307/30036540.

[6] 李振，周东岱. 教育知识图谱的概念模型与构建方法研究[J]. 电化教育研究，2019(08).

[7] 黄焕，元帅，何婷婷等. 面向适应性学习系统的课程知识图谱构建研究——以“Java 程序设计基础”课程为例[J]. 现代教育技术，2019(12).

[8] 胡茹艳. 基于 Web 的课程知识图谱的构建方法研究[J]. 无线互联科技，2020(19).

[9] 陈曦，梅广，张金金等. 融合知识图谱和协同过滤的学生成绩预测方法[J]. 计算机应用，2020(02).

[10] 高茂，张丽萍. 融合多模态资源的教育知识图谱的内涵、技术与应用研究[J]. 计算机应用研究，2022(08).

[11] 林健，柯清超，黄正华等. 学科知识图谱的动态生成及其在资源智能组织中的应用[J]. 远程教育杂志，2022(04).

[12] 丁国富，王淑营，马术文等. 基于知识图谱的产教融合课程体系建设模式探索[J]. 高等工程教育研究，2024(02).

[13] 郭彩丽，刘芳芳，杨洋. 知识图谱赋能课程体系建设探索与研究——以信号与信息处理类课程为例[J]. 中国大学教学，2024(11).

[14] 冯培勇，杜春燕，黄新国等. OBE 专业认证视域下“颜色科学与技术”课程知识图谱构建研究[J]. 印刷与数字媒体技术研究，2025(03).

[15] 戴敏，张飞飞，郑文广. 目标导向课程知识图谱构建方法——以“数据结构”课程为例[J]. 教育教学论坛，2026(24).

基金项目：黑龙江省教育科学规划重点课题“基于成果导向的新形态课程知识图谱建设与实践研究”（编号：GJB1424286）。