

# 基于知识图谱的AI智慧型混合式高等数学课程建设研究

张 丽, 武 燕

西安电子科技大学数学与统计学院, 陕西 西安

收稿日期: 2024年11月3日; 录用日期: 2024年12月3日; 发布日期: 2024年12月11日

## 摘 要

本文针对本校新工科建设对高等数学课程教育改革的迫切需要, 研究了基于知识图谱的AI智慧型混合式高等数学课程建设, 综合运用智课平台、慕课平台的可视化、智能化优势开展高等数学知识图谱混合式课程建设研究。在综合实践的背景下, 构建基于知识图谱的AI智慧型混合式教学模式, 并以新工科建设目标为导向, 提供了基于知识图谱的AI智慧型高等数学混合式课程案例。

## 关键词

高等数学, 知识图谱, AI智课平台, 混合式教学, 新工科建设

# Research on the Construction of AI Intelligent Hybrid Higher Mathematics Curriculum Based on Knowledge Graph

Li Zhang, Yan Wu

School of Mathematics and Statistics, Xidian University, Xi'an Shaanxi

Received: Nov. 3<sup>rd</sup>, 2024; accepted: Dec. 3<sup>rd</sup>, 2024; published: Dec. 11<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

This article focuses on the urgent need for the reform of higher mathematics curriculum education in our university's new engineering construction. It studies the construction of AI intelligent hybrid higher mathematics curriculum based on knowledge graph, and comprehensively utilizes the visualization and intelligence advantages of intelligent course platform and MOOC platform to carry out research on the construction of higher mathematics knowledge graph hybrid curriculum. In the

context of comprehensive practice, a knowledge graph based AI intelligent hybrid teaching model is constructed, and guided by the goals of new engineering construction, a case study of AI intelligent higher mathematics hybrid courses based on knowledge graph is provided.

## Keywords

Advanced Mathematics, Knowledge Graph, AI Intelligent Course Platform, Blended Learning, New Engineering Construction

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

在当今数字化教育迅猛发展的时代背景下,推动教育数字化已成为实施科教兴国战略、人才强国战略和创新驱动发展战略的至关重要的举措[1]。在教育数字化的大背景下,课程知识图谱的引入为课堂教学数字化和在线自主学习空间带来了新的机遇[2]。知识图谱是显示知识发展进程与结构关系的一系列各种不同的图形,其在语义处理方面具有较强的优势,能将互联网中的海量知识资源进行有序组织,并以直观形式呈现给用户。知识图谱以揭示知识及其复杂的关联关系为特点,已有研究将其应用于教育领域,为课程知识图谱的可视化提供了有效的技术支持,例如朱鹏等[3]将课程中概念、内容融入图谱中构建课程知识图谱素材库,并实现了基于该素材库的搜索应用;施江勇等[4]以人工智能专业为例,介绍了基于知识图谱的新兴领域课程教学资源建设模式,为新专业和新课程的开设提供了充分保障。

知识图谱创新了知识表示、知识管理和知识组织的方式[5],与现实生活中人们对知识的管理与认知方式接近。在智能搜索、智能问答等领域,知识图谱已广泛应用[6],但在教育教学领域知识图谱还是较新的应用。为了全面提高卓越工程创新人才培养质量,持续的为新工科建设提供课程保障,需要加强我校高等数学课程体系的整体设计和优化。在深入分析现有高等数学课程教学计划和我校新工科人才培养目标的基础上,本文尝试将知识图谱和 AI 技术引入高等数学教学领域,以课程大纲为基础设计了课程内容知识图谱的模型,构建了基于知识图谱的课程知识点间的关联性结构,建立各知识点与课程目标的对应关系,并利用 AI 技术对课程的资源库的相关资源(课件、习题、视频等)和课程答疑辅导进行了提升,为课程混合式教学的优化设计提供了辅助支撑。

## 2. 高等数学课程建设目标

高等数学是理工类高校的通识教育基础课,它不仅是其他数学课程的基础,也是我校工科专业课程的基础,从一元微积分到多元微积分的学习,目的是架设起从数学到应用领域的有效桥梁,为工程专业认证、新工科人才培养打下坚实的基础。

由学情分析可知,我校学生的总体特点是思维活跃、学习力强,对知识渴望,但受限于参与度不足,知识点理解困难,教师为中心的教学,注重知识传授,而缺乏对学生学习兴趣、科学思维的培育和科学文化的传承,造成学生自主学习动机不足,评价方式单一等亟待解决的问题。需要教师运用混合式教学方法帮助学生构建知识体系,激发其辩证、推断,由果及因的逻辑思维和建立数学模型创新能力,培养其深厚的数学素养和家国情怀,使学生夯实数学基础、提升学习能力,解决简单工程问题。实现从知识传授、思维养成到能力培养、价值塑造四位一体的教学目标,完成兴趣引导、问题驱动、知行合一、价

值塑造的教学理念。

### 3. 高等数学知识图谱的建设意义

在教育数字化的大背景下, 课程知识图谱的引入为课堂教学的混合式创新和学生在线自主学习方式带来了新的机遇。知识图谱通过描述课程内知识点之间的关联, 将知识结构化、可视化, 并嵌入到语义关系网络中。课程知识图谱的出现意味着更好地组织且个性化地传授课程知识, 同时有助于教育者更好地理解学科之间的联系, 帮助学生更好地组织并理解知识。教师可以利用这一工具, 提炼课程的核心内容、梳理课程的知识脉络, 形成教学策略, 从而提升课程的教学质量。这种知识图谱不仅是专家构建的产物, 还为教师的教育培训与指导提供了有力支持。通过这种形式的知识图谱, 教师能够更有针对性地进行教学设计, 提供更具创新性和有效性的课程体验。

在这样的目标和理念下, 结合我们学校的国防特色、数学课程的特点和学生的特质, 基于知识图谱的 AI 课程建设, 从教学内容重构、教学案例设计、育人资源的挖掘、教学模式改革入手, 来实现课程的多维融合、多元融贯、多重融汇, 多路融通。利用智课平台构建知识图谱网络(如图 1), 依托雨课堂、慕课、智课平台三种智慧教学平台, 采用参与式学习、问题驱动教学、启发式教学、翻转课堂等四种教学方法, 形成了教学内容可视化、思想性、启发性和应用性并重, 教学模式现代与传统融合, 教学资源多样化、教学方式多元化、教学评价多维度展开的基于知识图谱的线上线下混合式课程, 解决痛点问题, 实现多维融合挖掘课程触点, 构建混合式课程示范案例。从问题导向、实践应用、深度拓展、内涵提升出发多元融贯提升育人意识、创新能力和数学素养, 培养学生的科研意识, 协同实现创新型人才培养数学基础教育的转变。

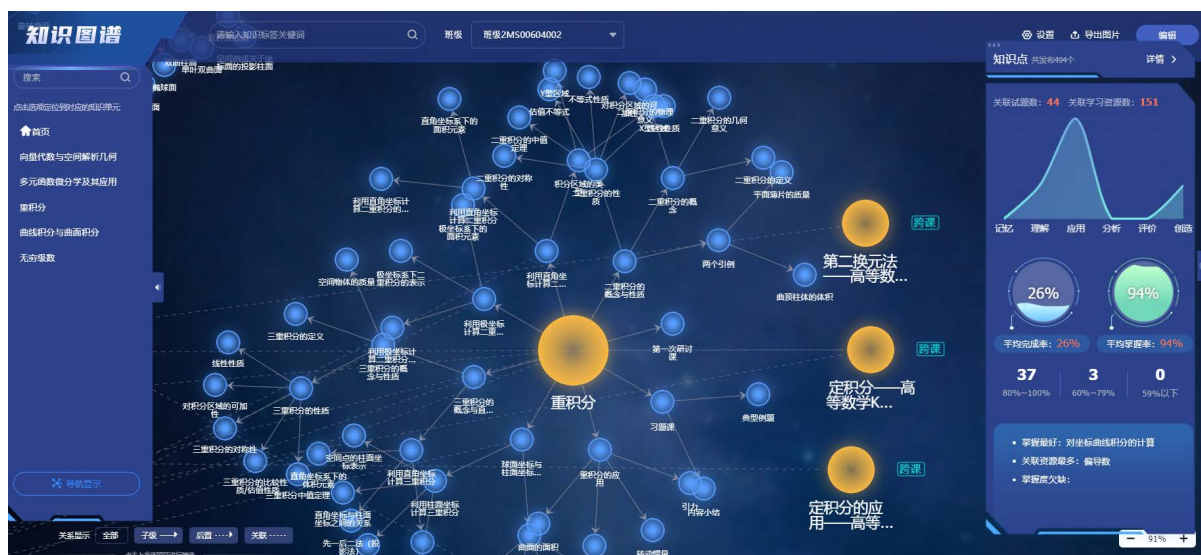


Figure 1. Creation of course knowledge graph

图 1. 课程知识图谱创建

### 4. 高等数学知识图谱建设资源

资源建设是课程知识图谱建设的关键, 核心是教学资源库打造。构建以知识图谱为中心的立体化课程资源、问题驱动为导向的课件资源, 可视化动图为辅的动态资源, 通过开发多重融汇的立体化知识图谱资源平台, 由点到面, 由二维平面到三维立体, 智能发散, 实现知识点章节关联、章章关联、课课关

联的立体图谱建设(如图 2)。完成高等数学三维知识网状结构组织的立体知识图谱 AI 混合式课程研究。第一维称为基础知识点联动层, 在本层建设中需要分析各知识点间的逻辑关系, 主要是厘清知识点相互间的先后和包含关系。知识点涵盖教学目标、视频、习题等多个课程资源子类, 通过课程资源关联知识点, 按照高等数学知识点的逻辑先后关系设计知识点的属性, 同时运用知识点来支撑课程目标, 分清每一节、每一章知识点的关系所属, 构建高等数学基础知识点图谱。第二维称为高阶知识点提升层, 在本层的建设中, 需要分析每一个知识点所涉及的基本习题、考研习题、竞赛习题和课程思政案例, 为学生个性化学习定制图谱提供有效保障, 同时为教师实现润物无声的课程思政提供有效支撑。第三维称为进阶知识点发散层, 在本层的建设中不仅需要理清高等数学上册和下册知识点间的关联, 还需要理清高等数学与后续数学及专业课程知识点间的关联, 同时关联创新实践库、可视化数据库、科研引导库, 为知识进阶和能力提升构建有效引导。通过三维知识图谱 AI 课程的建设, 实现资源及时共享, 提升团队专业素养, 为学生实现个性化定制课程, 打造 AI 立体化知识图谱高等数学课程。

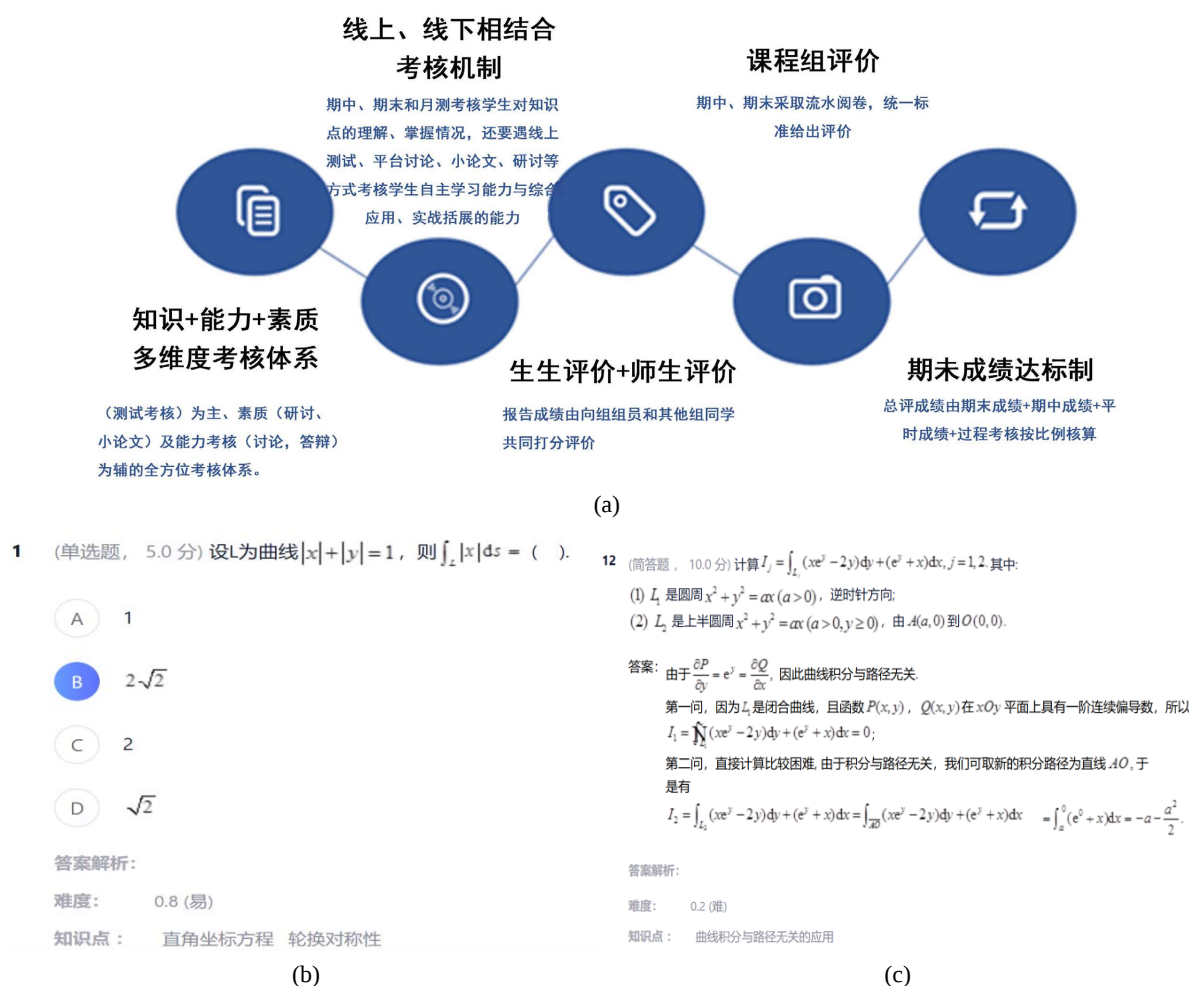


Figure 2. 3D knowledge graph  
图 2. 三维立体知识图谱

课程建设中评价体系也是重要的组成部分, 我们提出以学生为中心, 知识、能力、素质并重的多维度考核体系, 通过线上、线下相结合的考核机制完成生生评价、师生评价、课程组评价, 实现多维度考核评价。以课程的教学目标为基础, 设定课程教学效果的评价指标, 利用课程知识图谱科学而简便地选择评价内容, 并设定相应的评价权重。利用课程知识图谱明确、细化评价内容, 并建立评价内容与评价指标之间的关联。利用课程知识图谱知识点的属性设置评价权重。形成多路融通提升育人意识, 协同联动保障知识图谱 AI 混合式课程建设(如图 3)。

## 5. 高等数学知识图谱课程设计

以曲线积分与曲面积分教学单元为例, 课程设置以 MOOC、SPOC 为主的课前预习指导, 学生通过知识图谱明确本单元教学知识点的关联与重难点, 通过线上测试提供效果反馈指导下课堂, 线下课堂包括板书+PPT 结合的主讲课、学生研讨课、多角度启发的习题课等多元化模式, 课后在线上智课平台中设置提高题、挑战题与研讨话题, 通过知识图谱评价与 AI 答疑完成分级别挑战与创新, 开展多形式课后拓展巩固, 通过探究式讨论、互动式交流关注学生的课前、课堂、课后学习过程, 实现教师、学生、网络线上线下有效结合, 达到培养学生独立思考、协同合作、探究思辨、实践创新的线上线下混合式课程设计。



**Figure 3.** (a) Assessment and evaluation mode; (b) (c) Knowledge point weight design pattern  
**图 3.** (a) 考核评价模式; (b) (c) 知识点权重设计模式

在主讲课的教学设计(如图 4)中遵循认知规律, 从自然现象、工程问题引入, 同时兼顾知识、思维、能力培养, 线上安排工程应用、科研拓展结束课程, 让学生深入探究、完成从兴趣引导到严谨推导、案例求解, 学以致用价值引领的起承转合式闭环教学设计, 实现知识、思维、能力、素质四位一体的教学目标。

课程从价值引领、立德树人的根本原则出发, 创建了以知识图谱为导向的全周期学习支持、讨论互动与信息反馈的六个以教学模式, 即以学生为中心、知识为依托、价值为引领、问题为驱动、能力为导向、科研为牵引的线上线下混合式教学模式, 构建了基于知识图谱的 AI 线上三平台的沉浸式资源库, 协同实现夯实数学基础, 提升学习能力, 解决工程问题的学习目标。教学以实际问题为驱动, 引出知识点, 注重教学内容的应用性, 回答为什么学的问题, 同时线上平台设计出与专业领域相关的实践应用问题, 加深课程难度, 关注数学在专业课程及应用领域的学科价值, 线上线下协同完成以问题为驱动的混合式教学, 激发学生的学习兴趣、拓宽学生的专业面。以知识为基, 应用为魂, 利用 MATLAB 软件, 将抽象的内容直观形象化, 把孤立静止的东西变成连续动态的图形, 让学生熟悉数学发生的过程, 达到突破数学教学的难点与重点的目的。线下课堂应用可视化动态图片展示成果, 线上平台展示 MATLAB 程序(如图 5), 实现线上线下双管齐下, 增加学生软件应用能力。以知识为基, 思想为魂, 强调数学的严谨性与

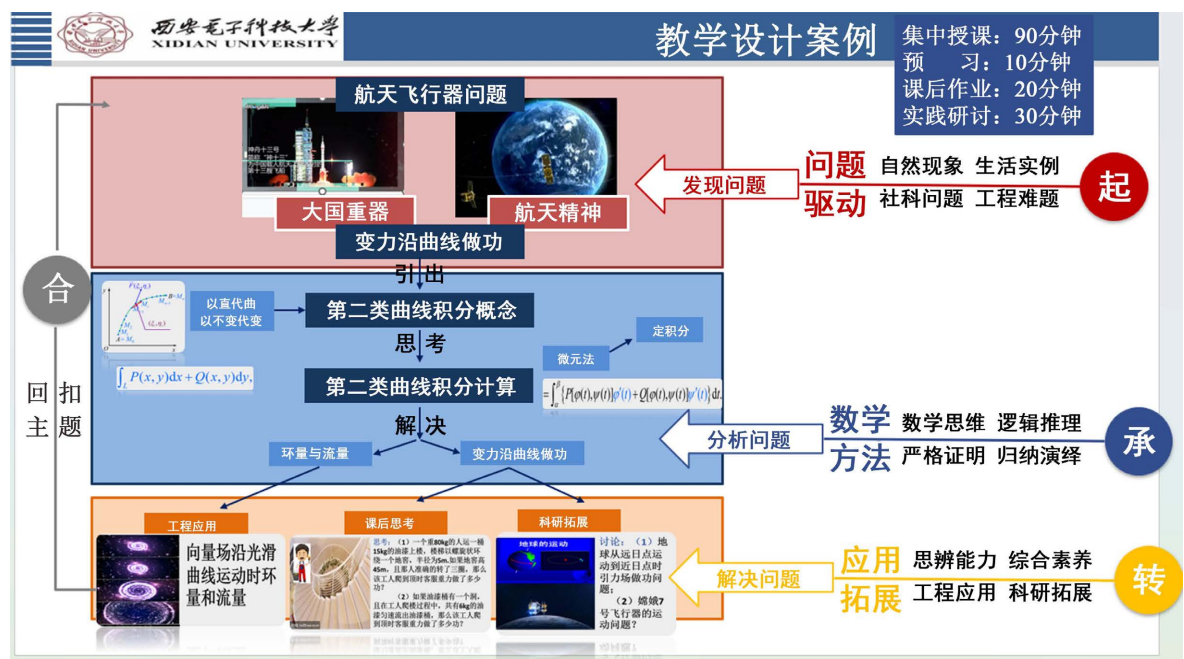


Figure 4. Teaching case design  
图 4. 教学案例设计

启发性, 关注知识深度, 增加课程的挑战度, 夯实学生的数学基础。线下揭示数学思想的前世今生, 线上探讨数学思想的工程实践。从微积分的发展史、学校特色、数理逻辑、榜样引领设计思政案例, 丰富知识内涵, 线上线下协同展开思政融入(如图 6)。通过精益求精的大国工匠精神, 引导学生应仰望星空更要脚踏实地, 以基础知识做支撑完成科学研究, 实现润物无声的课程思政。让学生们在一个个小故事中感受数学的魅力, 科学的精神, 增加民族自豪感和职业认同感。

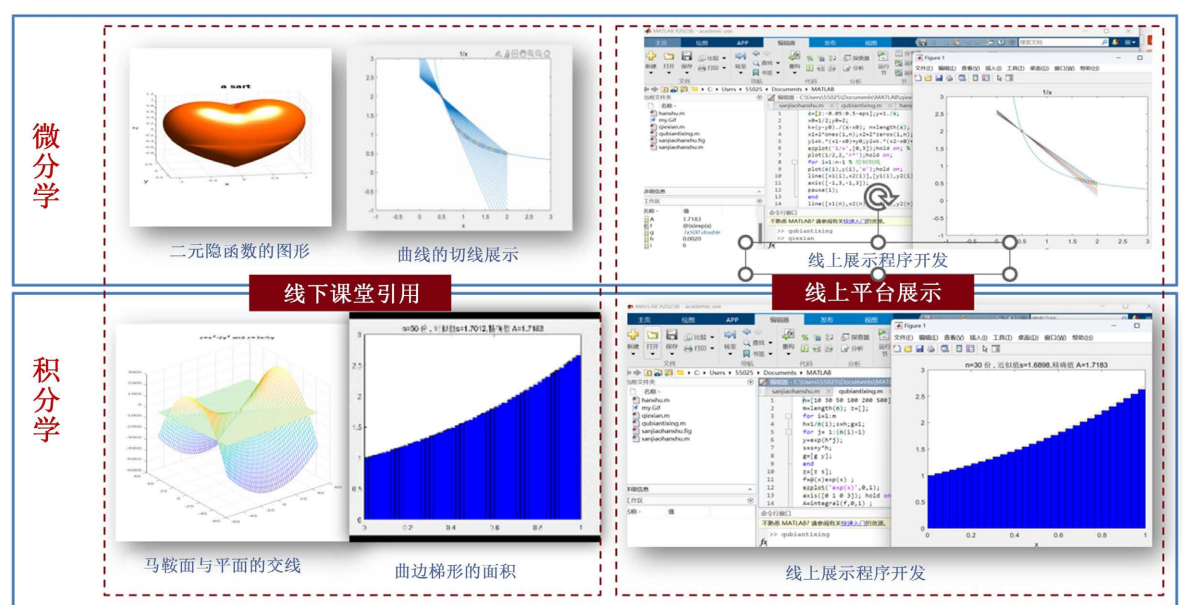


Figure 5. Visualization case  
图 5. 可视化案例



Figure 6. Course ideological and political case studies

图 6. 课程思政案例

## 6. 总结

教学改革的归宿就是要培养学生应用数学知识解决实际问题的能力。我校学生参加大学生数学建模竞赛近三年获得全国一等奖 11 项，大学生数学竞赛获得全国一等奖 3 项，混合式课程实施的班级学生学习的参与度更高、优秀率更高，不及格率更低。通过改革教师教学及创新能力不断增强，课程负责人与团队成员近 5 年内已获得省级思政示范课等课程、陕西省教学竞赛、校优质教学质量奖多项。出版教材 2 部，发表教改论文 20 余篇，主持教改项目 10 余项。

不忘师初心，牢记育人使命，以学生为中心，坚持知识、思维、能力、素质四位一体的目标持续改进和迭代教学方法，通过知识图谱的 AI 课程设计让数学生动起来、让知识可漫游、可沉浸、可感知，以培养学生扎实的数学基础、厚重的数学素养、求真的学术追求和实践的应用能力，使之成为具备自主学习和探索知识能力、创新思维和应用能力，大胆挑战和解决复杂问题能力的创新型人才。

## 基金项目

西安电子科技大学 2022 校级教育教学改革研究项目。

## 参考文献

- [1] 吴丹, 丁雅诵. 以数字变革推进教育强国建设[N]. 人民日报, 2023-02-13(010).
- [2] 李雪, 战德臣, 聂兰顺, 张丽杰. 基于 KT-SQEP 的课程设计与课程建设——以“101 计划”计算概论(计算机科学导论)课程为例[J]. 计算机教育, 2024(5): 1-8.
- [3] 朱鹏, 王俊, 周菊香. 基于细化度与相似度的课程知识图谱构建研究[J]. 软件导刊, 2019, 18(5): 69-72.
- [4] 施江勇, 唐晋韬, 王勇军, 等. 基于知识图谱的新兴领域课程教学资源建设[J]. 高等工程教育研究, 2022(3): 15-20.
- [5] 刘巧红, 孙丽萍, 李建华, 等. 医学院校大数据专业课程体系建设的理论与实践: 以上海健康医学院为例[J]. 中国医学教育技术, 2021, 35(5): 549-553.
- [6] 朱鹏. 基于 Web 文档资源的课程知识图谱构建及应用研究[D]: [硕士学位论文]. 昆明: 云南师范大学, 2019.