

基于知识图谱的《采煤概论》课程内容动态更新机制构建与实践

李圣军¹, 马立强^{2,3}, 常治国⁴, 刘志腾⁵

¹新疆工程学院矿业工程与地质学院, 新疆 乌鲁木齐

²新疆工程学院新疆煤系资源勘探与开采重点实验室, 新疆 乌鲁木齐

³新疆工程学院新疆煤炭绿色智能开采工程研究中心, 新疆 乌鲁木齐

⁴新疆工程学院新疆维吾尔自治区智能绿色采矿虚拟教研室, 新疆 乌鲁木齐

⁵新疆准东经济技术开发区安全生产监督管理局, 新疆 昌吉

收稿日期: 2026年8月3日; 录用日期: 2026年9月2日; 发布日期: 2026年9月9日

摘要

针对《采煤概论》传统课程内容更新滞后、知识体系碎片化、多专业适配效率低等问题, 以建构主义学习理论、认知负荷理论为学理支撑, 构建以知识图谱为核心载体的课程内容动态更新机制。通过搭建“层级结构-关系体系-属性标签”三位一体的知识图谱底层架构, 明确知识抽取、标注与质量控制的完整技术路径, 建立“需求采集-图谱迭代-内容生成-教学应用-反馈优化”五阶闭环更新流程与配套保障体系, 实现内容的轻量化迭代与模块化重组。教学实践表明, 该机制可有效提升内容更新效率与学生学习效果, 可为矿业类课程数字化改革提供参考。

关键词

知识图谱, 《采煤概论》, 课程内容, 动态更新机制

Construction and Practice of Dynamic Update Mechanism for “Introduction to Coal Mining” Course Content Based on Knowledge Graph

Shengjun Li¹, Liqiang Ma^{2,3}, Zhiguo Chang⁴, Zhiteng Liu⁵

¹College of Mining Engineering and Geology, Xinjiang Institute of Engineering, Urumqi Xinjiang

²Xinjiang Key Laboratory of Coal-Bearing Resources Exploration and Exploitation, Xinjiang Institute of Engineering, Urumqi Xinjiang

文章引用: 李圣军, 马立强, 常治国, 刘志腾. 基于知识图谱的《采煤概论》课程内容动态更新机制构建与实践[J]. 教育进展, 2026, 16(9): 522-529. DOI: 10.12677/ae.2026.1691929

³Xinjiang Engineering Research Center of Green Intelligent Coal Mining, Xinjiang Institute of Engineering, Urumqi Xinjiang

⁴Virtual Teaching and Research Office of Intelligent Green Mining in Xinjiang Uygur Autonomous Region, Xinjiang Institute of Engineering, Urumqi Xinjiang

⁵Work Safety Supervision and Administration Bureau of Xinjiang Zhundong Economic and Technological Development Zone, Changji Xinjiang

Received: August 3, 2026; accepted: September 2, 2026; published: September 9, 2026

Abstract

To address the problems of lagging content update, fragmented knowledge system, and low adaptation efficiency for multiple majors in the traditional “Introduction to Coal Mining” course, this paper takes constructivist learning theory and cognitive load theory as theoretical support, and constructs a dynamic course content update mechanism with knowledge graph as the core carrier. By building a three-in-one underlying architecture of knowledge graph consisting of “hierarchical structure, relationship system and attribute labels”, and clarifying the complete technical path of knowledge extraction, annotation and quality control, this study establishes a five-stage closed-loop update process consisting of “demand collection, graph iteration, content generation, teaching application, and feedback optimization” together with a supporting guarantee system, so as to realize lightweight iteration and modular reorganization of course content. Teaching practice demonstrates that this mechanism can effectively improve content update efficiency and students’ learning outcomes, and provides a reference for the digital reform of mining-related courses.

Keywords

Knowledge Graph, “Introduction to Coal Mining”, Course Content, Dynamic Update Mechanism

Copyright © 2026 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

煤炭产业是我国能源体系的重要组成部分，当前正加速向智能化、绿色化方向转型，智能综采、数字孪生、无人驾驶等技术的规模化应用，对矿业类专业人才的知识结构与综合能力提出了全新要求[1][2]。

《采煤概论》作为矿业类专业的入门核心课程，是学生建立煤炭开采整体认知、衔接基础理论与工程实践的关键载体，其内容的时效性与系统性直接决定人才培养的产业适配度。

受传统教学模式制约，当前课程内容普遍以纸质教材为核心载体，存在更新周期长、与行业技术迭代脱节、知识呈现线性碎片化、多专业分层适配成本高等问题，难以适配应用型高校复合人才培养需求[3][4]。教育数字化的推进为课程内容改革提供了技术支撑，知识图谱作为一种结构化的知识组织工具，具备轻量化更新、模块化拆分、多维度检索等技术优势，为课程内容的动态化管理提供了可行路径[5][6]。近年来，国内学者已在知识图谱辅助教学、课程资源建设等方面开展相关研究，但针对《采煤概论》课程，将知识图谱作为课程内容动态更新核心载体的系统性机制研究仍较为匮乏[7]。同时，现有研究多聚焦技术实现路径，对建构主义、认知负荷理论等学习科学理论的融入不足，未能从学理层面充分

阐释知识图谱赋能课程内容更新与学习效果提升的内在机制[8]。基于此,本文以新疆工程学院《采煤概论》课程为实践对象,以建构主义学习理论、认知负荷理论为学理支撑,构建基于知识图谱的课程内容动态更新机制,并通过教学实践验证其应用成效,为同类课程数字化改革提供借鉴。

2. 传统课程内容更新困境与知识图谱的适配价值

2.1. 传统《采煤概论》课程内容更新的核心困境

结合教学实践与调研分析,当前课程内容更新主要存在4个方面突出问题:

(1) 内容更新滞后,产业适配性不足。传统教材修订周期普遍为3~5年,而煤炭智能化技术迭代速度快,智能开采、绿色充填等前沿技术难以及时融入课堂[9]。新疆本地特厚煤层、急倾斜煤层开采、荒漠矿区生态修复等区域特色产业内容融入不足,教学内容与区域产业需求存在明显脱节。

(2) 知识体系碎片化,逻辑关联割裂。课程内容按章节线性排布,采煤工艺、矿山设备、通风与安全、智能技术等知识点相对独立,难以呈现各模块间的内在逻辑[7][9]。学生多以单点记忆为主,无法构建完整的工程知识体系,不利于工程思维培养。

(3) 多专业适配效率低,分层教学落地难。课程面向测绘工程、应急技术与管理、地质工程等9个涉煤专业开设,对应16、24、32三类差异化学时[3]。传统模式下教师需手动调整多版教学内容,不仅备课工作量大,且内容拆分缺乏统一标准,易出现核心知识点遗漏、专业适配性不足等问题。

(4) 更新缺乏闭环,优化无数据支撑。传统内容更新属于单向输出模式,更新后缺乏系统的效果反馈渠道,无法通过学习数据定位学生薄弱知识点,也难以获取企业对人才知识能力的评价,内容优化多依赖教师经验判断,难以形成良性迭代闭环[10]。

2.2. 知识图谱用于课程内容动态更新的适配价值与学理基础

知识图谱的技术特性与课程内容动态更新的需求高度契合,同时其应用逻辑与经典学习科学理论形成内在呼应,是对传统线性教学设计模式的拓展与优化。传统ADDIE(分析-设计-开发-实施-评价)教学设计模型以整体化、周期化开发为特征,难以适配技术快速迭代的产业场景[11];而本机制以知识图谱为模块化载体,保留了教学设计的系统性逻辑,同时强化了内容的敏捷迭代能力,实现了规范性与灵活性的平衡。其核心价值体现在4个方面:

(1) 结构化知识组织契合建构主义学习规律。建构主义学习理论认为,学习是学习者主动建构知识网络的过程,而非线性接收零散信息。知识图谱可将零散的知识点转化为可视化知识网络,清晰呈现知识点间的逻辑关联,符合知识建构的内在逻辑,帮助学生构建系统化知识体系。

(2) 轻量化迭代更新适配产业技术发展节奏。支持单个知识节点的新增、修改、删除,无需重构整体知识框架,可实现行业新技术的快速入库,大幅缩短内容更新周期,保障教学内容与产业发展同频。

(3) 模块化智能重组降低多专业教学适配成本。通过属性标签筛选可快速组合生成适配不同专业、学时的教学内容包,提升分层教学效率与规范性。从认知负荷理论视角,模块化内容可根据学习者基础匹配对应知识容量,避免冗余信息造成的外部认知负荷,提升学习效率。

(4) 数据化反馈优化形成教学闭环。可对接智慧教学平台的学习数据,精准定位薄弱知识节点,为内容优化提供数据支撑,形成更新闭环[12]。

3. 基于知识图谱的课程内容动态更新机制构建

3.1. 《采煤概论》课程知识图谱底层架构与构建方法

依托超星泛雅智慧教学平台知识图谱构建规范,基于课程实际建设知识图谱,搭建“层级结构-关

系体系 - 属性标签”三位一体的标准化底层架构(如图 1)，为教学内容动态更新提供核心数字化底座。

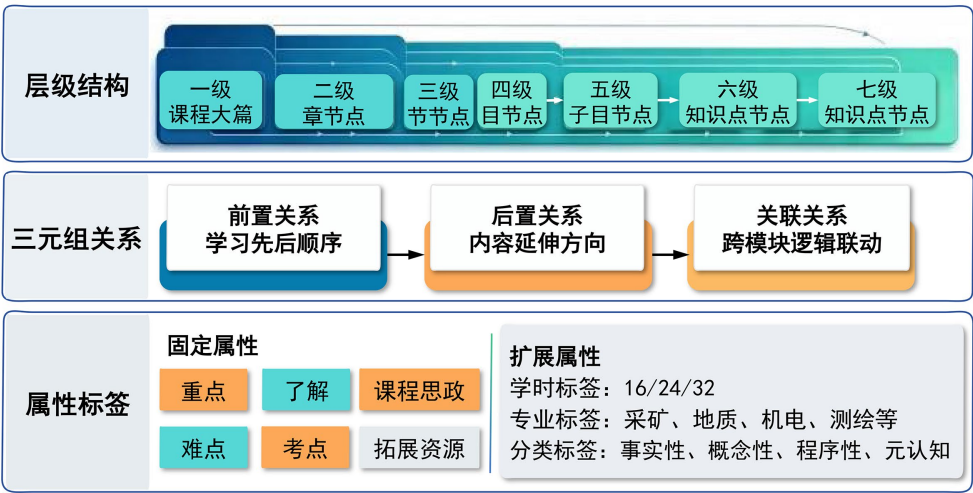


Figure 1. The underlying architecture of knowledge graph of “Introduction to Coal Mining course”
图 1. 《采煤概论》课程知识图谱底层架构

3.1.1. 底层架构设计

节点与层级上，设置分类、知识点两类节点，按 7 级层级搭建完整知识框架，覆盖煤矿地质、井田开拓、采煤方法、智能开采、绿色开采等模块。既保留传统核心知识体系的稳定性，又为智能采矿前沿、新疆区域特色开采等新增内容预留标准化接入端口，支撑知识点轻量化迭代。

知识关系上，构建前置、后置、关联三类逻辑关系。前置、后置关系明确学习先后递进逻辑；关联关系打通跨章节、跨模块的横向联动，如将“放顶煤开采”知识点同时关联“煤层赋存条件、采煤方法、矿山压力”模块和智能化开采以及新疆智能化放顶煤开采案例(如图 2)，破解传统线性教学的知识碎片化痛点。

属性标签上，设置重点、难点、考点、课程思政等 6 类固定标签，按事实性、概念性、程序性、元认知划分知识点类型；设置学时适配(16/24/32)、专业适配(9 个涉煤专业)扩展标签，为多专业分层内容智能筛选、模块化动态重组提供标准化依据。

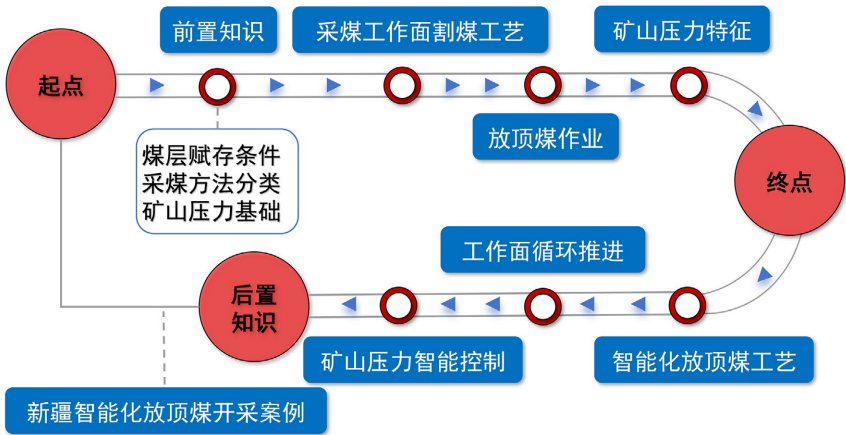


Figure 2. Knowledge point learning path of “top coal caving mining method”
图 2. “放顶煤开采方法”知识点学习路径

3.1.2. 构建流程与工具

本课程知识图谱采用“人工为主、半自动辅助”的构建路径，具体流程如下：

(1) 知识本体梳理：以《采煤概论》课程教学大纲、课程教材为核心本体，对照最新行业发展与政策要求，结合新疆本地煤炭开采技术特色，梳理形成完整知识框架与知识点清单。

(2) 知识实体抽取：采用超星泛雅智慧教学平台知识切片工具对教材文本、技术文献、企业案例进行分词与实体识别，初步抽取候选知识实体；再由课程教学团队人工校验实体准确性，完成分类与层级划分，形成标准化知识节点。

(3) 知识关系定义：依据课程教学逻辑与知识递进规律，定义前置、后置、关联三类关系，构建“实体-关系-实体”三元组结构；所有关系均由2名专业教师独立标注后交叉核验，确保逻辑一致性。

(4) 属性标签标注：按照预设的固定属性与扩展属性标签体系，为每个知识节点标注对应标签，完成知识图谱的初步搭建。

工具层面，核心构建与教学应用依托超星泛雅智慧教学平台知识图谱模块，底层采用 Neo4j 图数据库实现节点与关系的存储、查询与可视化渲染。

3.1.3. 质量控制措施

建立三级质量管控机制，保障知识图谱的准确性与规范性：

(1) 一级交叉审核：由两名课程主讲教师分别对知识节点的准确性、关系逻辑的合理性、标签标注的规范性进行独立审核，出现分歧时共同研讨修正，审核通过率需达到 95%以上方可进入下一环节。

(2) 二级专家终审：邀请校内采矿专业学科带头人与煤炭企业技术专家组成专家组，对图谱整体知识体系、前沿技术内容、工程案例真实性进行终审，确保内容符合行业实际与教学要求。

(3) 三级实践校验：每学期教学实践结束后，结合学情数据与师生反馈，对知识点设置的合理性、难度适配性进行验证，动态调整优化图谱内容。

3.2. 闭环式动态更新运行机制

以知识图谱为核心载体，构建“需求采集-图谱迭代-内容生成-教学应用-反馈优化”的五阶闭环更新机制(如图 3)，实现课程内容的常态化、精准化迭代。

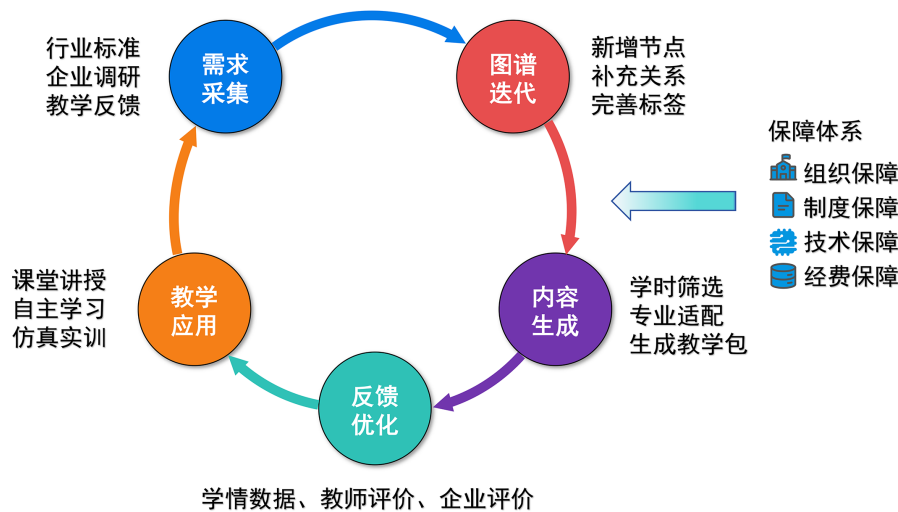


Figure 3. Dynamic update mechanism of course content based on knowledge graph
图 3. 基于知识图谱的课程内容动态更新机制

(1) 多元采集更新素材。建立“线上监测 + 线下协同”双渠道需求感知体系：线上动态跟踪煤炭行业技术标准、政策文件与前沿技术进展；线下依托与国家能源集团新疆公司、天池能源等本地煤炭企业的校企合作渠道，每学期开展企业调研与专家座谈，收集岗位能力需求、现场生产案例与技术应用痛点，整理形成标准化知识素材库，作为内容更新的源头输入。

(2) 轻量化更新迭代知识节点。由课程教学团队联合企业专家，将素材库内容转化为标准化知识实体，通过新增节点、补充关联关系、完善属性标签的方式，接入原有知识图谱。更新分为两个层级：学期常规更新主要补充企业案例、工艺优化等小幅内容，实现轻量化快速迭代；年度全面更新针对颠覆性技术与行业重大政策调整，优化图谱整体结构与知识关联，保障知识体系的系统性与前沿性。

(3) 智能化生成模块化内容。依托知识图谱的标签筛选功能，根据不同专业的培养目标与学时安排，自动筛选对应知识节点，组合生成适配的模块化教学内容包，同步匹配对应节点的动态课件、三维动画、案例视频等数字化资源。例如针对 16 学时的测绘工程专业，以基础理论模块为核心，选配少量智能采矿与区域特色内容；针对 32 学时的地质工程专业，全面覆盖知识图谱内容，强化前沿技术与工程案例深度。

(4) 图谱赋能混合式教学应用。将知识图谱与配套资源部署至学校超星泛雅智慧教学平台，支撑线上线下混合教学。线上学生可通过可视化知识图谱梳理知识逻辑，自主调取对应节点的学习资源开展预习与复习；线下教师以知识图谱为授课主线，重点讲解新增前沿内容与区域特色案例，结合校内 1:1 智能化仿真矿井开展实操训练，实现知识体系与实践场景的深度融合。

(5) 多源数据驱动迭代优化。构建“学情 - 教学 - 产业”三维量化评估模型，整合三类反馈数据反向优化知识图谱：一是学情数据反馈，通过智慧平台采集各知识点的学习时长、测验正确率等数据，标记学生掌握薄弱的节点，针对性调整内容难度与配套资源；二是教师教学反馈，通过教研活动梳理内容适配性、课时分配等问题，优化图谱模块划分与知识关联；三是企业专家反馈，定期邀请企业技术人员评价知识内容的岗位匹配度，删减脱离现场的理论内容，补充岗位刚需知识点。三类反馈汇总后进入下一轮图谱迭代，形成长效更新优化闭环。

3.3. 机制运行保障体系

为保障动态更新机制长效稳定运行，建立四重保障体系：一是组织保障，成立由专业教师、企业专家、信息技术人员组成的专项工作组，统筹推进知识图谱建设、内容更新与教学实践工作。二是制度保障，制定“制定课程管理规定”，明确更新周期、审核流程与考核标准，将内容更新工作纳入教师教学日常管理，激发教师参与动力。三是技术保障，依托学校超星泛雅智慧教学平台与信息技术中心，为图谱运维、资源开发与学情数据采集提供技术支撑。四是经费保障，依托校级教改项目经费，支撑企业调研、专家咨询、数字化资源开发等工作开展。

4. 实践应用与成效分析

4.1. 实践设计

2025~2026 学年第一学期，选取新疆工程学院测绘工程(16 学时)、应急技术与管理(24 学时)、地质工程(32 学时)三个专业共 6 个班级为研究对象，其中 3 个班级为实验班(总样本量 104 人)，采用基于知识图谱的动态更新教学内容与混合教学模式；3 个班级为对照班(总样本量 109 人)，采用传统静态教学内容与讲授式教学。实践周期为一学期，通过学业成绩对比、问卷调查等方式，综合验证机制的应用成效。

4.2. 实践成效

1) 内容更新效率与产业适配性显著提升。依托知识图谱的轻量化更新能力，课程内容更新周期从传

统教材的 3~5 年缩短至学期级，新疆本地智能煤矿的新技术、新案例可在 1~2 个月内完成节点入库并进入课堂。实验班教学内容与岗位需求的匹配度更高，有效解决了内容滞后于产业发展的问题。

2) 多专业适配效率与质量双提升。通过知识图谱标签化筛选功能，可快速生成不同专业、不同学时的教学内容包，教师备课工作量减少，且内容拆分标准统一，核心知识点无遗漏。分层教学的规范性与专业适配性显著提升，解决了多专业授课内容适配难的问题。

3) 学生学习效果明显改善。3 个专业实验班的课程考核结果均显著优于对照班，具体数据见表 1。其中优秀率提升效果最为突出，3 个专业实验班优秀率较对照班分别提升 11.73、5.54、22.20 个百分点，高分段学生占比实现大幅增长。

4) 形成可复制的改革范式。该机制以知识图谱为数字化载体，构建了标准化的内容更新闭环，其构建逻辑与运行模式可直接迁移至《矿山机械》《采矿学》等同类矿业类课程，为学校矿业类课程群的数字化内容改革提供了可复制的实践路径。

Table 1. Comparison of scores between experimental classes and control classes of different majors
表 1. 不同专业实验班与对照班成绩对比

专业	组别	人数	平均分	及格率	优秀率
测绘工程	实验班	43	80.93	97.70%	14.00%
	对照班	44	68.84	86.36%	2.27%
应急技术与管理	实验班	25	80.32	97.60%	9.80%
	对照班	27	72.66	89.36%	4.26%
地质工程	实验班	36	85.78	100%	22.20%
	对照班	38	80.06	100%	0

5. 结论与展望

5.1. 研究结论

针对《采煤概论》传统课程内容更新滞后、体系碎片化、多专业适配难、缺乏闭环机制等问题，本文以学习科学理论为支撑，构建了基于知识图谱的课程内容动态更新机制，通过搭建结构化课程知识图谱，明确知识构建的技术路径与质量控制体系，建立五阶闭环更新流程与配套保障体系，实现了课程内容的轻量化迭代、模块化重组与数据化优化。教学实践表明，该机制有效提升了课程内容的时效性与产业适配性，改善了学生学习效果与知识体系完整性，具备较强的实践应用价值与推广潜力。

5.2. 研究局限与展望

本研究仍存在一定局限：实践样本仅覆盖本校 3 个涉煤专业，结论普适性有待多场景验证；实践周期仅一学期，机制对学生工程思维培养的长效影响尚未充分追踪；当前知识节点标注以人工为主，智能化更新能力不足；校企协同的深度仍可拓展，企业参与图谱共建的渠道需进一步丰富。后续将扩大样本、开展长期追踪研究；引入自然语言处理技术实现知识自动抽取，提升更新效率；探索个性化学习路径推荐，深化校企协同共建图谱，持续完善机制并强化产业适配性。

基金项目

新疆维吾尔自治区教育教学改革与研究项目“边疆民族地区矿业类战略急需人才培养模式与实践”(XJGXJGZH-2024009)；新疆维吾尔自治区高校本科教育教学研究和改革项目“应用型高校矿业类课程思

政融入实践教育阶段的思路与实践”(XJGXJGPTA-2024055);新疆工程学院教育教学研究与改革项目“教育数字化转型背景下《采煤概论》教学内容动态更新与教学模式优化研究”(XJGCJGB202635)。

参考文献

- [1] 仲淑姮,李锐彬.智能开采技术重点攻关方向研究现状与人才技能需求分析[J].中国煤炭,2025,51(11):170-179.
- [2] 周继国,焦健,孙晓慧,等.绿色智能矿山背景下煤矿开采技术专业人才培养研究[J].职业教育研究,2022(4):47-52.
- [3] 李圣军,郑晓东,马晓川,等.采煤概论课程教学质量提升路径探索与实践[J].山西青年,2025(11):187-189.
- [4] 刘建庄,刘鑫明,王盛川,等.非煤采矿专业背景下的“采煤概论”教学实践[J].教育教学论坛,2024(34):17-20.
- [5] 何岫钰.基于课程本体的知识图谱的构建方法与应用[J].软件,2026,47(3):80-84.
- [6] 穆肃,谭梓淇,骆珏秀,等.面向精准教研的立体知识图谱构建方法研究[J].电化教育研究,2023,44(5):74-81.
- [7] 罗香玉,华颖,王喜平,等.煤矿领域知识图谱构建与推理方法研究综述[J].工矿自动化,2024,50(11):52-61.
- [8] 郑洁.基于知识图谱的课程教学改革与实践研究——以东华大学《图论》课程为例[J].创新教育研究,2025,13(11):687-695.
- [9] 张涛,刘翔,李婷.“互联网+”背景下采煤概论课程教学改革探索研究[J].内蒙古教育,2019(21):37-39.
- [10] 李浩君,曹芮嘉.敏捷重构:高等职业教育课程内容迭代新体系[J].高等工程教育研究,2024(4):122-128.
- [11] 朱湖英,袁忻婷.AI赋能ADDIE教学设计:现实困境、路径突破与实效验证——以“在线市场声誉机制”单元为例[J/OL].当代教育理论与实践,1-8.<https://doi.org/10.13582/j.cnki.1674-5884.2026.06.002>,2026-08-17.
- [12] 李瑞明,张陵,左浩.复杂适应系统视域下职业本科课程体系的动态再构逻辑与敏捷响应机制[J].高等工程教育研究,2026(3):124-129.