

# 知识图谱支持下的统计学数字教材构建与教学应用

关 蓉

中央财经大学统计与数学学院, 北京

收稿日期: 2026年2月25日; 录用日期: 2026年5月4日; 发布日期: 2026年5月13日

## 摘 要

在教育数字化转型背景下, 传统纸质教材难以满足混合式教学、个性化学习与动态更新的现实需求。为解决财经类专业课程教材呈现形式单一、知识关联不清晰、与教学适配性不足等问题, 构建知识图谱支持下的统计学数字教材, 并开展教学应用实践。以财经类专业核心课程统计学为载体, 依托知识图谱技术对教材知识体系进行结构化重组, 构建包含知识节点、关联关系、学习路径的数字教材框架; 结合教学实践需求, 设计适配课堂教学、自主学习、过程评价的应用模式, 实现教材内容与教学流程的深度融合。实践表明, 知识图谱支持下的统计学数字教材能够提升知识呈现的系统性与学习的交互性, 有效增强学生学习主动性, 为高校课程教材数字化转型提供参考。

## 关键词

知识图谱, 统计学, 数字教材, 教材构建, 教学应用

# Construction and Teaching Application of Statistics Digital Textbooks Supported by Knowledge Graph

Rong Guan

School of Statistics and Mathematics, Central University of Finance and Economics, Beijing

Received: February 25, 2026; accepted: May 4, 2026; published: May 13, 2026

## Abstract

Against the background of educational digital transformation, traditional paper textbooks struggle

to meet the practical needs of blended learning, personalized learning, and dynamic updating. To address the problems of single presentation form, unclear knowledge relevance, and insufficient teaching adaptability in textbooks for finance and economics majors, this study constructs a statistics digital textbook supported by knowledge graph and carries out teaching application practice. Taking the core course Statistics as the carrier, the knowledge system of the textbook is restructured based on knowledge graph technology, and a digital textbook framework including knowledge nodes, relational links and learning paths is built. Combined with teaching practice, an application mode suitable for classroom teaching, independent learning and process evaluation is designed to realize the in-depth integration of textbook content and teaching process. Practice shows that the statistics digital textbook supported by knowledge graph can improve the systematizations of knowledge presentation and the interactivity of learning, effectively enhance students' learning initiative, and provide a reference for the digital transformation of college textbooks.

## Keywords

Knowledge Graph, Statistics, Digital Textbook, Textbook Construction, Teaching Application

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

作为财经高校经济、金融、会计等专业的重要基础课程，统计学旨在培养学生形成数据分析实践能力与思维，对后续专业课的学习起到重要奠基作用。长期以来，统计学课程始终以传统纸质教材作为教与学的主要蓝本。传统纸质教材内容呈现静态化、线性化，缺乏互动性与个性化适配性，既无法满足混合式教学背景下线上线下联动的教学需求，也难以根据不同专业学生的学习特点与进度提供差异化学习支撑[1][2]。在教育数字化转型的战略背景下，传统纸质教材的局限性愈发凸显，推动教材形态向数字化、智能化升级成为必然趋势。

数字教材是以数字化技术为支撑，融合文本、音视频、交互模块、智能评测等多元资源的新型教学载体，具备动态性、交互性、资源联动性与个性化适配性等特征[1]-[3]。相较于纸质教材，数字教材可实现知识的网状关联与可视化呈现，还可依托技术手段实现教与学的实时交互、学习路径的智能推荐，有效弥补纸质教材的短板。生成式人工智能等新技术的创新发展，更为数字教材在内容生成、模态拓展、智能交互等方面提供了新路径，推动数字教材从资源富媒体化向以知识工程为基础的智能转变[4][5]。因此，对于财经高校统计学课程而言，建设数字教材是推进课程数字化教学改革、提升教学质量的重要抓手，是促进达成数理基础、财经应用、实操能力三位一体培养目标的必然选择。

知识图谱作为知识表示与逻辑推理的先进工具，日益成为推动数字教材创新发展的核心引擎，为教学内容的系统化梳理、个性化学习路径的精准推荐以及学习资源的智能检索提供了新的视角与方法[6]，成为数字教材构建的重要技术基础[7]。近年来，国内教育工作者围绕基于知识图谱的数字教材建设展开诸多研究。刘超等[8]厘清了基于知识图谱的新型教材概念内涵与体系特征，提出了具有实践价值的应用路径；吴永和等[2]指出新型教材应基于知识图谱技术提高知识组织结构的系统性，具备多模态表达、动态更新、全过程测评等特征；宋丹等[9]通过实证验证，知识图谱与教育大数据协同驱动的自适应学习模式，可有效提升学习路径规划的精准性与资源推送的适配性；赵丙勋等[3]构建了数字教材“数据层-服务层-应用层”三层架构，强调知识图谱是实现个性化学习与智能服务的重要支撑。在统计学课程领域，

刘春婷[10]明确指出知识图谱能有效解决统计学课程群知识点错综复杂、学习反馈机制缺失等问题。但是,现有研究尚未形成贴合财经专业特色、兼顾数理基础与财经应用的知识图谱式数字教材构建体系,也未充分结合数字教材的多模态交互、动态更新等特征,难以满足财经高校统计学课程的融合教学需求。

基于此,本文以财经高校统计学课程为研究对象,提出基于知识图谱的数字教材构建方法,从知识内核层、问题导引层、能力培养层、资源支撑层四层维度搭建数字教材知识图谱体系,设计适配财经统计教学的数字教材线性结构与使用策略,同时探索数字教材原生的教学应用模式与智能评测反馈机制,以为财经高校统计学课程数字教材建设与应用提供实践参考。

## 2. 基于知识图谱的数字教材体系与技术架构

为打破传统纸质教材线性、静态的知识呈现模式,本研究以知识图谱为核心支撑,构建财经高校统计学数字教材,形成技术架构、知识体系、教学应用三位一体的整体方案。首先明确知识图谱构建流程与领域本体规则,在此基础上设计系统整体架构,最终依托架构落地形成知识内核、问题导引、能力培养、资源支撑四层教材体系,确保技术逻辑与教学逻辑高度统一。

### 2.1. 知识图谱构建流程与领域本体设计

本研究依托第三方教育数字化平台,形成覆盖领域本体构建、知识抽取、关系融合、跨学科关联与系统集成的完整技术流程。相关知识抽取与图谱构建方法可参照多模态知识蒸馏与课程知识图谱建模思路[11]。

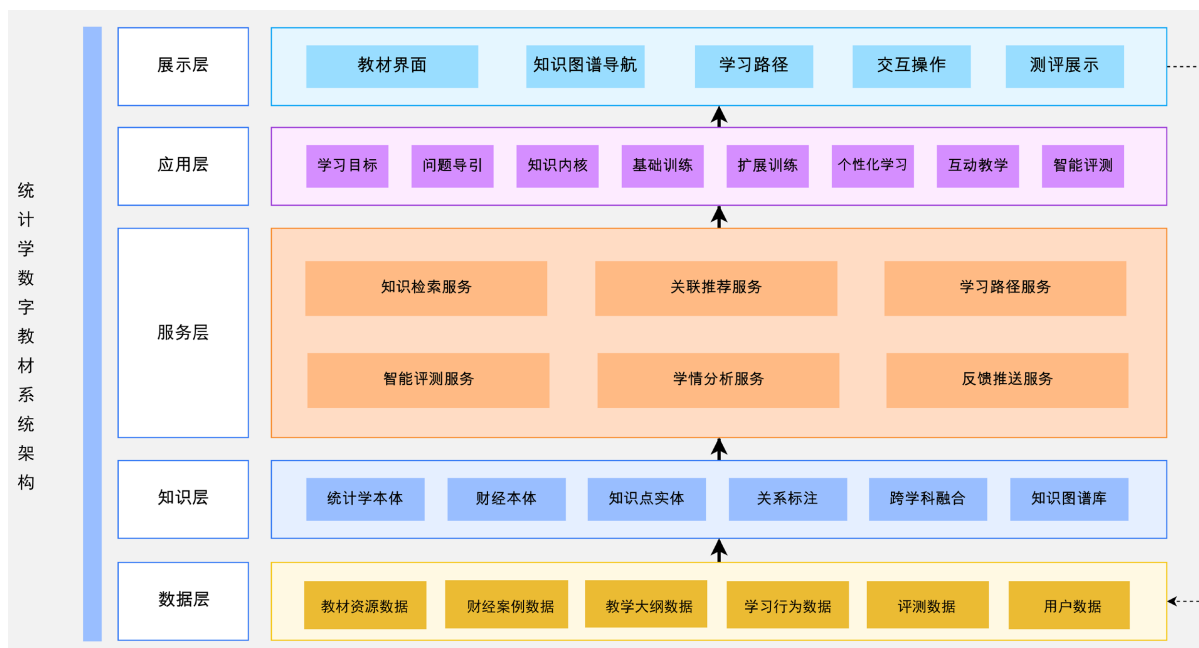
在本体构建环节,研究结合财经高校统计学课程的教学内容与应用场景,分别构建统计学领域本体与财经领域本体。统计学领域本体以课程知识结构为依据,包含统计概念、统计方法、分析步骤、模型假设、适用条件等实体,并确立包含、先后、依赖、推导、约束等实体间关系;财经领域本体面向经济、金融、会计等实务场景,涵盖财务指标、市场数据、宏观指标、研究对象、分析目标等实体,并建立影响、相关、预测、解释、归因等关系。在此基础上,通过方法与场景匹配、问题与工具对应、知识与能力关联的方式,建立统计学与财经两大领域间的跨学科关联规则,实现数理知识点与财经应用场景的精准映射与结构化贯通。

### 2.2. 系统整体架构设计

在知识图谱基础上,本研究构建五层递进式数字教材系统架构(见图 1),各层级自上而下衔接有序、功能清晰。

数据层负责汇聚教材文本、教学大纲、财经案例、学习资源、学习行为、评测结果等多源数据,为上层提供数据支撑;知识层以统计学与财经领域本体为框架,完成知识抽取、关系标注、跨学科融合与图谱存储,形成可调用、可追溯、可推理的课程知识图谱;服务层基于知识图谱提供知识检索、关联推荐、路径规划、智能评测、学情分析等核心功能接口;应用层将核心服务封装为学习目标导引、知识内核学习、互动训练、测评反馈、个性化学习等教学应用模块;展示层面向师生提供可视化界面、知识图谱导航、交互操作与结果呈现。整体技术路线遵循数据采集、知识建模、本体定义、实体与关系抽取、跨学科知识融合、图谱存储、服务封装、功能集成、教学应用的递进式流程,各环节依次衔接、相互支撑,共同实现知识图谱与数字教材的深度融合,为系统化知识呈现、个性化学习引导与精准化教学测评提供底层技术支撑。

整体架构以知识图谱为纽带,将底层数据、中间知识、核心服务、教学应用与界面展示有机串联,形成可支撑个性化学习、精准化教学与智能化评测的完整技术体系。整体技术路线遵循课程知识图谱领域通用的建模与集成范式[12]。



**Figure 1.** Architecture of a knowledge graph-based digital textbook for statistics  
**图 1.** 基于知识图谱的统计学数字教材系统架构

### 2.3. 数字教材四层体系构建

在上述系统架构与知识图谱支撑下,本研究进一步构建统计学数字教材的四层内容体系,实现知识、问题、能力、资源的深度绑定,各层均依托系统架构实现功能落地。

1) 知识内核层。本层打破传统教材的线性知识结构,以教学目标为导向构建网状知识体系,分为数理基础与财经应用两类内容。数理基础类按照学习逻辑分为基础层、进阶层与综合层,形成完整的统计学方法体系;财经应用类面向真实场景,分为经济统计、金融统计、会计统计三大模块,实现数理方法与财经实践的对应衔接。

2) 问题导引层。本层通过三类递进式问题实现习题与知识点的联动,适配不同学习阶段需求。理解深化类聚焦基本概念与原理,结合简单财经场景设计;思维探究类引导学生独立思考,明确方法适用条件与边界;应用创新类聚焦财经实务综合问题,突出开放性与综合性,引导学生在解决问题中深理解、训练思维、实现知识应用。

3) 能力培养层。本层围绕课程目标与发展需求,分为课程专业能力与未来发展能力。课程专业能力涵盖统计分析能力与财经应用能力,前者侧重数据处理、模型构建与软件操作,后者强调统计方法在财经场景的落地应用与方案转化。未来发展能力突出三项核心素养:智能工具使用能力、批判性思维能力与创新适应能力,兼顾当前技能掌握与长期发展潜力。

4) 资源支撑层。围绕教与学的各个环节,形成全方位、多层次的资源体系,包含课程指导资源、多元学习材料、互动教学活动资源、综合评估工具、财经问题求解题库、在线评测题库、财经统计实践库、个性化学习路径方案八大类资源,所有资源均与知识图谱节点精准关联。

### 3. 统计学数字教材的数字化使用策略

本部分设计适配数字教材的使用策略,以学习目标、问题导引、知识内核、基础训练、扩展训练为脉络,每个模块均融入数字化设计理念,打破纸质教材的静态局限,实现与知识图谱网状结构的深度

联动。

### 3.1. 学习目标

作为章节学习起点，采用数字化思维导图呈现目标，拆解为数理知识理解、统计方法掌握、财经场景应用三个维度，细分具体要求并可视化层级关系；每个节点设数字化链接，实现目标与资源即时联动。在使用上，该模块支持专业个性化筛选，教师可根据授课专业(金融/经济/会计)调整目标的侧重点。例如，为金融专业学生强化金融统计相关的应用目标，为经济专业学生突出宏观经济统计的分析目标；学生也可根据自身学习基础，勾选薄弱目标对应的学习资源，系统将自动生成个性化的预习与复习清单，解决纸质教材学习目标统一、无法适配专业与个体差异的问题。此外，模块设置问题讨论区，学生可将自己的探究思路、遇到的问题发布至讨论区，与师生开展实时互动交流，实现问题探究的集思广益。数字教材与智能工具的深度融合符合智能教材体系的发展方向[14]。

### 3.2. 问题导引

作为学习前置环节，模块将三类问题融入数字化交互场景，学生可直接探索、查阅资料，无需跳转平台。简单问题设即时思考弹窗，复杂问题提供数字化资料库，方便查阅整合。同时，该模块深度融合AI分析工具。例如，在分析财经数据相关问题时，学生可通过模块内的AI工具完成数据清洗和分析，借助工具的思路指引，形成自己的问题解决框架。此外，模块设置问题讨论区，学生可将自己的探究思路、遇到的问题发布至讨论区，与师生开展实时互动交流，实现问题探究的集思广益。

### 3.3. 知识内核

采用纯文本/超文本双模式呈现，纯文本模式按数理到财经的逻辑呈现核心知识点；超文本模式为每个知识点设链接，可拓展至知识图谱关联节点、案例、实操视频等，延伸网状知识体系。在使用上，该模块支持知识图谱联动查看，学生可通过模块内的图谱入口，随时查看当前学习知识点在整个知识图谱中的位置、与其他知识点的关联关系。例如学习回归分析时，可一键查看其与金融收益率分析、经济增长预测等财经应用知识点的关联，理解统计方法在不同财经场景的应用逻辑。同时，设置数字化笔记功能，学生可在知识点旁直接记录学习心得、标注疑难问题，笔记支持云端保存与同步，解决纸质教材无法实时记录、难以同步的问题。

### 3.4. 基础训练

基础训练模块针对章节知识点设计分层化的数字化练习，将练习分为概念辨析、方法应用、数据实操三类，概念辨析类聚焦数理基础概念的理解，方法应用类侧重统计方法在简单财经场景的应用，数据实操类则要求学生使用统计软件完成基础的数据处理与分析。该模块的数字化核心在于即时性反馈，学生完成练习后，系统可实现即时判分与详细解析，对于概念辨析、方法应用类的客观题，直接给出正确答案与知识点解析，并链接至知识内核的对应内容，方便学生即时查漏补缺；对于数据实操类的主观题，系统可根据学生的操作步骤、分析结果进行针对性点评，指出操作中的问题与优化方向，并提供标准的实操流程参考。此外，模块会自动记录学生的错题情况，智能推送补充练习与学习资源，实现针对性的强化训练。

### 3.5. 拓展训练

拓展训练模块以财经综合场景为背景，设计兼具实践性与综合性的数字化训练任务，实现知识的综合应用与能力的提升。该模块采用数字化协作式学习模式，支持学生以小组形式在线完成训练任务，模

块内提供在线协作工作台，小组学生可实时共享数据、共同编辑分析报告、同步交流思路，教师可通过工作台实时查看小组的完成进度，针对存在的问题进行线上指导，实现教学的实时互动。同时，模块提供数字化成果展示与互评入口，小组完成任务后，可将分析报告、建模结果等成果发布至展示区，其他小组可根据预设的评价指标开展线上互评，教师进行最终点评，既培养学生的团队协作能力，又提升学生的评价与反思能力。此外，系统会将优秀的训练成果纳入财经统计实践库，成为后续学生的学习参考案例，实现教学资源的持续积累。

#### 4. 统计学数字教材的教学应用设计

本部分从个性化自主学习、多模态互动教学、财经场景化沉浸式教学三个维度设计教学应用模式，实现知识学习、能力培养与财经实践的有机结合，让数字化技术真正服务于统计学课程的教与学，提升教学的针对性与实效性。

##### 4.1. 知识图谱驱动的个性化自主学习

作为核心应用模式，依托知识图谱与多元资源，学生可按专业、基础与节奏自主学习[6][9]。系统根据初始测试结果匹配专属学习路径，如为金融专业优先推送回归分析等相关知识点，为基础薄弱学生强化数理前置知识。在自主学习过程中，学生可通过数字教材的超文本链接，实现知识点与财经案例、统计软件实操、拓展资料的一键联动，从单一知识点向网状知识体系延伸；同时可在数字教材中标记薄弱知识点，系统基于知识图谱的节点关联关系，自动推送对应的补充学习资源、基础练习题与实操案例。此外，数字教材会实时记录学生的学习行为数据，包括知识点浏览时长、习题完成情况等，通过对数据的分析并结合知识图谱的知识逻辑，动态调整学习路径推荐，当学生完成某一知识点的学习并通过评测后，系统会自动解锁后续进阶知识点与相关财经应用内容。

##### 4.2. 数字化多模态互动教学

依托在线交互模块，融合多种形式打造双向交流体系[1][13][14]，让互动性贯穿教与学全过程。在师生互动层面，数字教材在知识内核层、基础训练层等各模块均设置在线答疑区与实时研讨入口，教师可针对统计学课程的重难点，如假设检验的适用条件、回归分析的模型优化等，发起线上研讨主题，学生可在对应知识点处实时提问、发表观点，教师进行针对性解答与点评；同时，教师可通过数字教材的后台数据，实时掌握学生的学习进度与知识掌握情况，针对班级共性的薄弱点，在线推送专项讲解视频、补充习题。学生互动方面，依托协作项目与问题集搭建协作平台，可共享数据、编辑报告、同步思路；实操与案例分析设成果展示与互评模块，学生互评后教师点评总结。

##### 4.3. 财经场景化的数字化沉浸式教学

数字教材将经济、金融、会计等领域的真实实务场景转化为数字化的教学资源，通过动画、视频、仿真案例等形式，将抽象的统计概念与方法具象化，例如，以动画形式演示时间序列分析在宏观经济指标预测中的应用过程，以视频形式讲解统计抽样在企业财务审计中的实操步骤，降低数理知识的理解难度。嵌入真实财经数据集，学生可直接调用并通过 Python 等软件完成全流程实操；融入数字经济等前沿热点问题，为专业学习与职业发展奠基。

##### 4.4. 教学单元示例

以一元线性回归分析教学单元为例，数字教材依托知识图谱实现数理推导与财经实践的完整贯通，整体设计与实施流程如下。

在知识图谱节点设计方面，以一元线性回归作为主节点，关联四类子节点，包括数理基础节点、财经应用节点、学习资源节点与评测节点。其中，数理基础节点涵盖最小二乘法原理、回归系数显著性检验等内容；财经应用节点聚焦企业研发投入与股票收益率影响分析等真实场景；学习资源节点包含软件操作视频、上市公司财务数据与行业研究资料；评测节点对应回归建模实操任务与场景应用分析题目。

在教学流程组织方面，分为四个连贯环节。第一，依托问题导引提出研究任务，引导学生从财经实际问题切入，明确分析目标与研究思路。第二，开展系统化知识学习，学生可依托知识图谱查看前置知识点与关联内容，同步结合财经案例数据与实操资源，理解回归方法的适用条件与应用逻辑。第三，进行基础训练，学生调用知识图谱关联的真实财经数据，完成数据处理、模型构建与结果分析，系统根据模型输出自动定位知识薄弱点并推送对应学习内容。第四，开展拓展性综合训练，以小组形式完成行业层面的多主体数据分析任务，依托知识图谱调用跨样本数据与参考指标，形成完整分析报告，系统依据知识节点关联关系完成自动评价，教师可通过图谱视图掌握整体学习情况。

## 5. 知识图谱关联的智能评测

智能评测以知识图谱知识点节点为基本单元，借助知识点划分与关联，将评测内容精准对应节点并绑定能力目标，精准检测知识掌握与能力达成情况，这是传统评测的核心优势。

### 5.1. 评测维度与形式

将评测内容划分数理知识理解、统计方法应用、财经数据实操三大维度，每个维度的评测题目均通过知识图谱建立节点关联。例如，财经数据实操类题目，既通过知识图谱关联回归分析、时间序列分析等数理知识点节点，又关联金融统计、经济统计等应用知识点节点，同时对应数据处理、建模分析等能力目标节点，实现知识、能力、应用的一体化评测。评测形式含线上即时评测(即时判断并定位薄弱节点)、实操过程评测(记录操作步骤与思路)、综合项目评测(评估跨模块知识应用能力)，结果以知识图谱可视化呈现，清晰展示知识掌握与应用短板。

### 5.2. 评测反馈与教学应用

系统对评测数据进行整合分析后，基于知识图谱的知识点层级与关联关系，为学生生成个性化的知识掌握报告，针对薄弱知识点节点自动推送对应的补学资源与强化训练，引导学生靶向查漏补缺。教师端可获取班级整体知识掌握分析，清晰呈现共性薄弱点，助力调整教学设计、优化教学内容；可根据知识图谱关联逻辑设计专项教学，实现精准化改进。

## 6. 教学实践情况

选取本校 2024 级金融专业 2 个平行班开展准实验研究。其中，实验班(52 人)使用本数字教材，对照班(50 人)使用传统纸质教材以及电子课件，实验周期为 1 学期。两组学生前置课程基础一致，且研究学期内由同一教师教授统计学课程。成绩数据来自学校教务系统统一期末考试，学习行为数据来自数字教材后台日志，满意度问卷为参考文献规范形成的自编量表。

从学习行为反馈来看，实验班知识图谱节点平均点击率为 89.3%，个性化学习路径完成率为 91.7%，其中“数理-财经”跨节点跳转占比 67.2%，表明学生能够主动运用图谱关联功能开展深度学习。采用李克特 5 点量表(1 = 非常不满意, 5 = 非常满意)开展满意度测评，结果显示：实验班学生满意度均值为 4.23 分(标准差为 0.68)，其中“图谱助力数理概念理解”维度均值 4.31 分，“资源联动性”维度均值 4.18 分；教师满意度均值 4.45 分，对“精准评测”“学情可视化”两项功能认可度较高。课堂观察与非正式访谈表明，多数学生认为数字教材有效降低了数理统计概念的理解门槛，学习体验更具连贯性与逻辑性。

期末考试成绩对比显示,实验班平均成绩 86.8 分,对照班平均成绩 84.2 分,两组整体成绩未形成统计学显著差异,但在财经案例分析题上,实验班平均得分(18.5 分)显著高于对照班(14.3 分),得分提升幅度为 29.4%。这表明学生对统计方法的财经场景应用能力得到明显提升,尤其在数据建模、结果解读等关键环节的完成质量显著改善。

整体而言,本次小范围试点实践初步验证了本数字教材构建思路的可行性与有效性,可为后续大规模推广应用与更严谨的准实验研究设计奠定基础。

## 7. 结语

在财经高校统计学课程数字化建设过程中,知识图谱为数字教材的知识组织、体系构建与教学应用提供了有效支撑。依托知识图谱可打破传统教材线性编排的局限,实现数理统计知识与财经应用场景的系统化整合,清晰呈现知识点层级与关联关系,同时为个性化学习路径设计、多维度资源联动与精准化教学测评提供底层支持,有效提升数字教材的灵活性、交互性与教学适用性。

## 基金项目

2024 年度中央财经大学教育教学改革基金项目(2024ZCJG48)。

## 参考文献

- [1] 李锋,盛洁,黄炜.教育数字化转型的突破点:智能教材的设计与实现[J].华东师范大学学报(教育科学版),2023,41(3):101-109.
- [2] 吴永和,颜欢,陈宇晴.教育数字化转型视域下的新型教材建设及其标准研制[J].现代远程教育研究,2023,35(5):3-11,21.
- [3] 赵丙勋,袁华莉.教育数字化转型视域下新形态数字教材的应用场景及建设路径[J].出版科学,2025,33(1):55-65.
- [4] 金牧兰,钟绍春,杨澜,等.生成式人工智能赋能数字教材建设:结构框架与实践路径[J].电化教育研究,2025,46(10):121-128.
- [5] 黎加厚.生成式人工智能对课程教材教法的影响[J].课程,2024,44(2):14-21.
- [6] 田卫民,武泽尧,隋普海.知识图谱赋能专业课程深度开发的创新实践[J].中国大学教学,2025(5):16-25,63.
- [7] 郭利强,李佳宁.知识图谱赋能数字教材:动因、障碍及实施路向[J].课程,2024,44(11):37-43.
- [8] 刘超,黄荣怀,王宏宇.基于知识图谱的新型教材建设与应用路径探索[J].中国大学教学,2023(8):10-16.
- [9] 宋丹,丰霞,何宏,等.知识图谱与教育大数据协同驱动的自适应学习模式研究[J].高等工程教育研究,2022(1):163-168.
- [10] 刘春婷.知识图谱在统计学课程群建设中的应用研究[J].创新创业理论与实践,2025,8(16):175-177.
- [11] 刘军.基于多模态和知识蒸馏的教材知识图谱构建方法[J].计算机科学与探索,2024,18(11):2901-2911.
- [12] 孙丽郡,孟繁军,徐行健.课程知识图谱构建技术研究综述[J].计算机工程,2025,51(11):1-21.
- [13] 别敦荣.AI技术应用于大学教育教学的理论阐释[J].中国大学教学,2024(5):4-9,2.
- [14] 吴飞,陈静远,江全元.数智化赋能:推动人工智能教材体系向教学体系转化[J].中国高等教育,2025(11):26-30.