

多模态知识图谱驱动下《物理与医学》通识课程智慧教材构建途径研究

刘 慧^{1*}, 王 绪², 洪 丹¹

¹成都中医药大学智能医学学院, 四川 成都

²成都中医药大学针灸推拿学院, 四川 成都

收稿日期: 2026年9月4日; 录用日期: 2026年10月20日; 发布日期: 2026年10月30日

摘 要

“新医科”视域下, 跨学科、融合性教育成为中医类高等院校新的挑战 and 机遇。然而, 交叉类通识课程教材编写仍旧困难重重, 主要面临学科跨度难度大、缺乏系统性与连贯性等问题。鉴于此, 本文采用多模态知识图谱技术, 系统阐述《物理与医学》医理融合通识课程智慧教材的建设途径, 其中包含多模态知识图谱的构建方法、智慧教材的设计方案、交叉通识课程的实践途径等。课题采用了准实验研究的方法, 选取参与课程学生(22名)及传统教学学生(23名)为对照组, 通过课程测试, 跨学科思维力量表, 学习体验量表, 认知符合量表等多种形式, 对智慧教材进行评估。研究旨在构建传统物理与医学之间的共有桥梁, 推进“新医科”综合型人才培养, 为中医药院校交叉类通识课程教材建设提供理论依据与参考。

关键词

多模态知识图谱, 智慧教材, 医理融合, 通识课程, 新医科

Research on the Construction Pathway of Smart Textbooks for the General Education Course “Physics and Medicine” Driven by Multimodal Knowledge Graphs

Hui Liu^{1*}, Xu Wang², Dan Hong¹

¹School of Intelligent Medicine, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu Sichuan

²School of Acupuncture and Tuina, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu Sichuan

Received: September 4, 2026; accepted: October 20, 2026; published: October 30, 2026

*通讯作者。

文章引用: 刘慧, 王绪, 洪丹. 多模态知识图谱驱动下《物理与医学》通识课程智慧教材构建途径研究[J]. 创新教育研究, 2026, 14(10): 854-863. DOI: 10.12677/ces.2026.1410852

Abstract

From the perspective of “New Medicine”, interdisciplinary and integrative education has emerged as both a new challenge and an opportunity for traditional Chinese medicine (TCM) colleges and universities. However, the development of textbooks for interdisciplinary general education courses remains fraught with difficulties, primarily manifesting in the substantial disciplinary gap and a lack of systematicity and coherence. In view of this, this paper employs multimodal knowledge graph technology to systematically elaborate on the construction pathway of smart textbooks for the integrated medical-physics general education course Physics and Medicine. The content encompasses methods for constructing multimodal knowledge graphs, design schemes for smart textbooks, and practical approaches for interdisciplinary general education courses. This study adopts a quasi-experimental research design, selecting students who used the smart textbook as the experimental group ($n = 22$) and students who received traditional instruction as the control group ($n = 23$). The smart textbook is evaluated through multiple instruments, including course tests, an interdisciplinary thinking ability scale, a learning experience scale, and a cognitive load scale. The study aims to build a shared bridge between traditional physics and medicine, promote the cultivation of comprehensive talents under the “New Medicine” initiative, and provide theoretical foundations and references for the development of textbooks for interdisciplinary general education courses in TCM institutions.

Keywords

Multimodal Knowledge Graph, Smart Textbook, Medical-Physics Integration, General Education Course, New Medicine

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

教材是实现知识传授、能力培养的重要载体。随着“十四五”建设的开展，中国教育数字化转型大大加快了前进的步伐，明确提出“加强教材建设和管理”“推进教育数字化”，并对教材工作和教学数字化转型做出总体部署[1]-[3]。同时，《教育部办公厅关于启动部分领域教学资源建设工作的通知》¹中提出推进，提出在新工科、新农科、新医科、新文科领域，推进数字化资源建设[4]-[6]。

随着人工智能、大数据和互联网技术的迅速发展，知识图谱作为一种有效的知识表示方式，逐渐被应用于各个领域。知识图谱通过将不同领域的知识以图形化的方式呈现，使得知识结构更加清晰，且能够有效地支持智能推理与数据挖掘。知识图谱不仅可以帮助学生理解和掌握复杂的知识体系，还能够促进学习者对跨学科知识的综合应用[7]-[10]。知识图谱的应用也成为推进智慧教材数字化转型是教材未来发展的重要方向之一[11][12]。

当前，中医类高等院校迎来新的挑战和机遇。跨学科、融合性教育逐渐成为当前医学教育改革的主要方向[13]-[15]。医学知识的复杂性和多样性要求医学专业人才不仅具备扎实的医学基础，还需要有较强的跨学科知识整合能力。“医理”“医工”综合性人才培养体系成为“新医科”背景下医学教育改革的重点方向。这就需要医学院校的专业教育和通识教育实现相辅相成、均衡发展的格局。我国高校的通识课

¹http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202004/t20200417_444280.html

程教育还较为欠缺,尤其是中医类医学院校,存在以下不足:① 交叉学科类通识课程欠缺。我国中医类院校的交叉类学科通识课程普遍较为缺乏,并且学生的理工科基础知识普遍较为薄弱。在大数据时代的背景下,传统的理科性基础课程已经较难满足综合性人才培养的需要。② 通识课程教学模式较单一。据调研,大部分高校通识课程仍旧以讲授方法为主,单一化的教学模式导致通识课程的教学效果欠佳。而其中,交叉类通识课程教材的匮乏也是开展交叉类通识课程教育的巨大阻碍之一。

近年来,随着我国高等教育数字教材建设的数字化程度增强,智慧教材成为高等教育教材建设的重点方向[16]-[22]。智慧教材是基于信息技术和人工智能技术的教材形式,它不仅仅是数字化的教材,而是具有更加智能化、个性化和互动化特征的学习工具。智慧教材强化了其互动性和情景感,有助于激发学生学习兴趣。同时,智慧教材通过集成化、智能化、互动化理念,进一步加强优质资源的开发利用,推动教育资源的最优化配置。

然而,智慧教材在交叉通识课程中的应用及实践研究还较为缺乏,尤其是对教学效果的量化评估。鉴于此,本课题在智慧教材的编写基础上,引入准实验研究方法,系统的评价《物理与医学》智慧教材在交叉通识课程中的应用效果,以为交叉通知课程教材的建设提供方法依据。

2. 课程背景及基础

鉴于此,借助多模态知识图谱的构建,创新性地设计一门基于物理与医学交叉融合的智慧教材。针对通识课程《物理与医学》课程的特点,通过多模态知识图谱的构建,创新性地开发一套智慧教材,整合物理学和医学的相关知识,并通过多种感官通道(如文字、图片、音频、视频等)进行呈现,以促进学生的全面理解与深度学习。新型交叉类通识课程《物理与医学》教材特点主要体现在两方面:① 利用知识图谱的结构化特点,帮助学生在更丰富的学习环境中获得深度的学科交叉知识,提升他们的科学素养和跨学科应用能力。② 通过人工智能算法及数据驱动,利用虚拟现实、增强现实等技术,提供更加直观、生动的学习体验,帮助学生更好地理解复杂的物理和医学现象,构建“互动式”的可视化智慧教材。通过建设医理融合的交叉类通识课程资源平台,推进“新医科”综合型人才的培养。

2.1. 课程推广度基础

根据课程数据统计,《物理与医学》课程共计面向我校 17 个专业开设。其中护理学专业参与人数最多,其次为医学检验、眼视光学等专业。这些专业中文科、理科背景均有,说明通识课程的开设是受到广泛的接受的。并且,学生的学习积极性及求知欲很高,说明交叉类通识课程的推广得到了大部分学生的认可,详细情况见图 1。

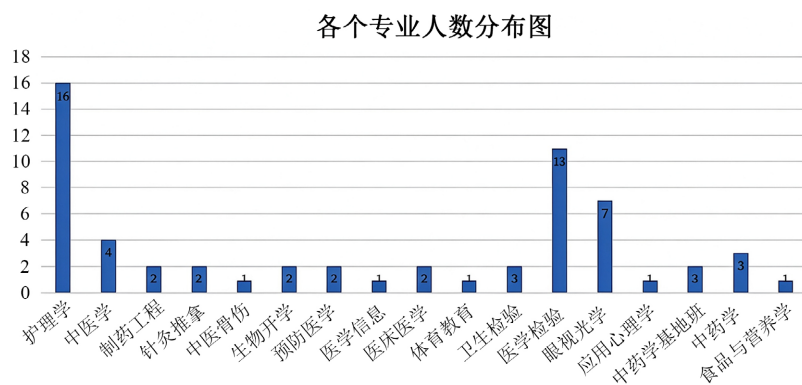


Figure 1. Distribution of students' majors in "Physics and Medicine"

图 1. 《物理与医学》学生专业分布示意图

2.2. 学生的认可度基础

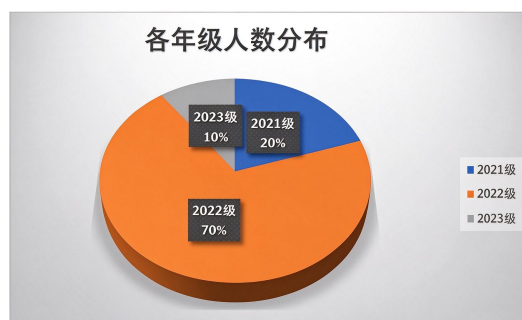


Figure 2. Distribution of students' grades in "Physics and Medicine"
图 2. 《物理与医学》学生年级分布示意图

根据课程数据统计,《物理与医学》课程共涉及 2021、2022、2023 级三个年级。其中,2022 级占比 70%,2021 级占比 20%,2023 级占比 10%。这些数据说明,课程的年级跨度比较大,适用于低年级及高年级,详细情况见图 2。新入学的大学新生,对交叉类通识课程的兴趣显著,综合素质的提高有更多的要求。

2.3. 课程资源建设基础

《物理与医学》通识课程构建了丰富的视频资源及案例库,以深入浅出形式,简单生动的视频来讲述丰富的物理学知识。共构建案例动画及视频 58 个,案例 22 个。从基础物理的物质世界,延伸到医学科技的物理内涵。从传统医学到现代基因工程,讲述了中华医学的发展过程及中国古代人民的智慧。部分案例展示,如图 3 所示。



Figure 3. Screenshots of selected cases and videos in the course "Physics and Medicine"
图 3. 《物理与医学》课程部分案例及视频截图展示

2.4. 多学科融合基础

在学科融合方面,教学团队涵盖物理、生物医学工程、仪器学、计算机科学等多个学科的成员,为交叉学科融合平台提供了强有力的学术支持。同时,教学团队在物理学在医学技术领域方面的应用和推广,也有较好的前期研究基础。前期在光电型血细胞分析仪、血液粘度计、心电监护仪器、人工肺模型等的模拟实验方面进行了较为深入的物理学原理研究,进行了具备较好的交叉学科研究基础。

3. 课程教学目标

3.1. 构建跨学科知识图谱, 促进交叉类通识课程建设

通过多模态知识图谱的构建,打破物理与医学学科之间的知识壁垒,实现这两个领域知识的融合。通过将物理学的基本原理、物理学在医学中的应用(如医学影像、放射治疗等)与医学领域的基础知识、临床应用等内容进行有机结合,构建一个系统化的跨学科知识图谱。知识图谱将不仅仅是静态的知识库,而是一个动态的、可视化的学习工具,可以帮助学生更好地理解物理和医学的相互关系。

3.2. 优化传统教材结构及形式, 推进交叉类通识教材信息更新

为了克服传统教材的局限性,将开发基于多模态的数字化教材。这些教材将结合文本、图表、动画、视频、音频等多种表现形式,帮助学生更直观地理解复杂的医学物理学原理和应用场景。通过互动功能,学生不仅可以主动学习,还能够根据自身的学习进度进行复习、测试,甚至通过虚拟实验等方式,进行实践操作。这种多模态的学习方式有助于提升学生的学习兴趣 and 记忆效果。

3.3. 定制个性化学习方案, 实现多模态互动型智慧教材建设

利用人工智能技术,根据学生的学习情况和偏好,提供个性化的学习路径。通过对学生学习行为的分析,数字教材将能够智能地推荐最适合学生当前学习状态的内容,帮助学生克服难点和薄弱环节。此外,学生还可以根据自己的学习进度,选择适合的学习方式和难度,从而实现个性化的教育体验。实现多模态互动型智慧教材构建。

4. 课程方案及教学内容

4.1. 教学内容

根据《物理与医学》课程的知识体系,构建一个多模态知识图谱。构建跨学科知识图谱,首先确定核心主题,然后围绕主题整合不同学科知识。利用图谱工具,如 Neo4j,将知识点以节点形式表示,通过边连接相关概念。课程主要特点,如图 4 所示。



Figure 4. Characteristics of the textbook for the general education course “Physics and Medicine”
图 4. 《物理与医学》通识课程教材特点

多模态知识图谱构建流程如下：① 实体识别：依据课程大纲与教材，抽取物理原理、医学应用、仪器设备、临床案例等实体；② 关系抽取：采用基于规则与预训练模型相结合的方法，抽取“原理 - 应用”“现象 - 机制”“技术 - 疾病”等关系；③ 多模态对齐：将文本、图像、视频、音频等资源与对应实体节点关联；④ 图谱存储：采用 Neo4j 图数据库存储节点与边，支持查询与推理；⑤ 个性化推荐：基于学生行为数据与知识图谱路径，采用协同过滤与知识图谱嵌入相结合的推荐引擎，生成个性化学习路径。

1) 确定课程核心知识点

根据《物理与医学》课程中的核心知识点，如物理学的基础原理(力学、电磁学、热学等)和医学的基本概念(生物力学、医学影像学、医学仪器等)。

2) 构建知识图谱结构

基于这些核心知识点，构建层次化的知识图谱，将知识点之间的关系用图谱的节点和边表示。

3) 引入多模态资源

在每个节点上，结合文字、图像、视频等多种形式的资源，帮助学生更直观地理解知识点。详细的知识图谱节点如表 1 所示：

Table 1. Overview of knowledge graph nodes construction for “Physics and Medicine”
表 1. 《物理与医学》知识图谱结点构建一览表

序号	知识内容点	物理原理	医学应用
1	序言	基础物理	西医技术、中医方法
2	力学篇	压力点作用效应	针灸(针法类)
3	热学篇	光热效应	艾灸(灸法类)；红外辐射成像
4	电学篇	生物电电压波动	心电导联图；脑电图谱
5	磁学篇	磁场共振效应	核磁共振
6	光学篇	拉曼散射光谱	拉曼散射测定中药质量
7	流体篇	空吸作用	负压隔离病房
8	量子篇	电子辐射的能量场	量子药理学和生命信息学
9	后记	物理知识总结	医学应用图谱

4.2. 《物理与医学》智慧教材的设计方案

教材设计主要依据建构主义学习理论、认知负荷理论与多媒体学习认知理论。建构主义强调学习者在真实情境中主动建构知识；认知负荷理论要求控制单次呈现的信息量，避免多模态资源叠加造成认知超载；多媒体学习认知理论则指导文本、图像、视频的合理组合，促进深度学习。

在构建《物理与医学》智慧教材之前，首先需要分析该课程的教学需求。根据《物理与医学》通识课程的设计，课程框架如图 5 所示：

1) 课程导引与概览：通过课程导引模块，介绍课程目标、学习内容和学习方法，为学生提供清晰的学习路径。

2) 章节模块：每个章节包含知识点讲解、相关实验演示、案例分析等内容，所有资源均与知识图谱关联，学生可以随时查看知识点的相关背景信息和拓展资料。主要设立五大模块：

① 基础理论模块：物理学的基础知识和医学的基础知识，分别从物理学和医学两个角度介绍其基本概念和原理。

- ② 交叉应用模块：物理学在医学中的具体应用，如医学成像技术(CT、MRI)、医学放射、放射治疗、医学仪器等领域的应用。
- ③ 实验与互动模块：设计一系列基于物理学原理的医学实验，利用虚拟仿真技术，帮助学生在互动中更好地理解学科内容。
- ④ 测试与评估模块：结合知识图谱，通过多种形式的测验、任务和案例分析，检测学生的学习进度和效果。
- ⑤ 个性化学习方案：通过学生学习的数据，智能推荐个性化学习方案。巩固加深学科的知识。
- 3) 多模态呈现：考虑到医学概念的抽象性和物理原理的复杂性，教材通过多模态资源，如图片、视频、3D 动画等，帮助学生更加直观地理解课程内容。
- ① 互动性学习：通过交互式内容，如虚拟实验、模拟测量、情景模拟等，增强学生的主动学习和实践能力。
- ② 个性化进度：每个学生的学习进度和理解能力不同，教材需要提供个性化的学习建议和测评功能。

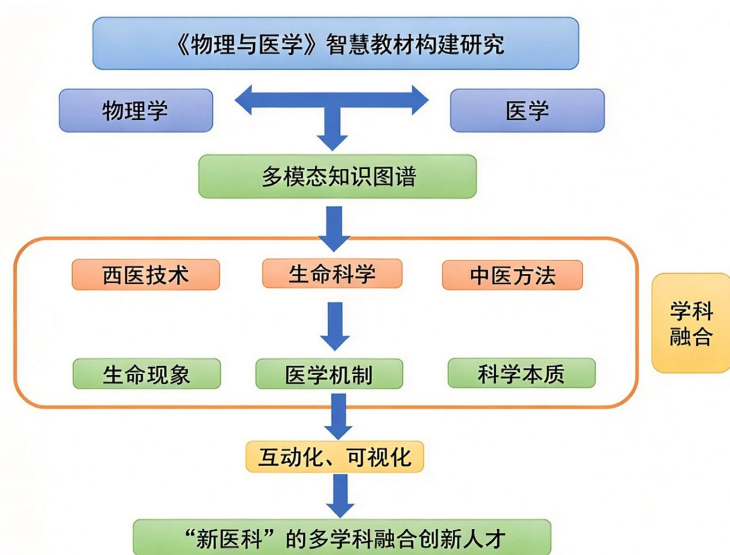


Figure 5. Technical roadmap for the construction of the smart textbook for “Physics and Medicine”
图 5. 《物理与医学》智慧教材构建研究技术路线图

5. 课程教学实践及反馈

为初步验证智慧教材的有效性，本文采用准实验研究设计。选取 2022 级参与《物理与医学》通识课程的学生为实验组($n = 22$)，使用多模态知识图谱智慧教材；另选同年级、专业背景与前期学业成绩相近的班级为对照组($n = 22$)，采用传统讲授 + PPT 教材教学。两组由同一教学团队授课，课时、教学进度与考核范围一致。课程前后分别对两组进行学业水平测试和跨学科思维能力测评，通过组间比较评估智慧教材的实际效果。受课程开设规模限制，对照组样本量仍较小，后续需扩大样本进一步验证。评估指标包括学生的学习兴趣、学习效率、学科综合能力等。通过数据分析，进一步优化教材内容和结构。

(1) 学习数据采集与分析

通过智能教材平台收集学生的学习行为数据(如学习时长、学习进度、知识点掌握情况等)。

(2) 动态评估系统

结合学生的学习数据，设计自动化的评估系统，通过在线测试、作业提交、知识点掌握情况等方式

对学生的学习效果进行全面评估。

(3) 实时反馈与教学调整

基于雨课堂的后台数据，详细分析了本课程 22 名学生的学习进度和效果，及时为教师提供反馈，帮助教师优化教学内容与方式。

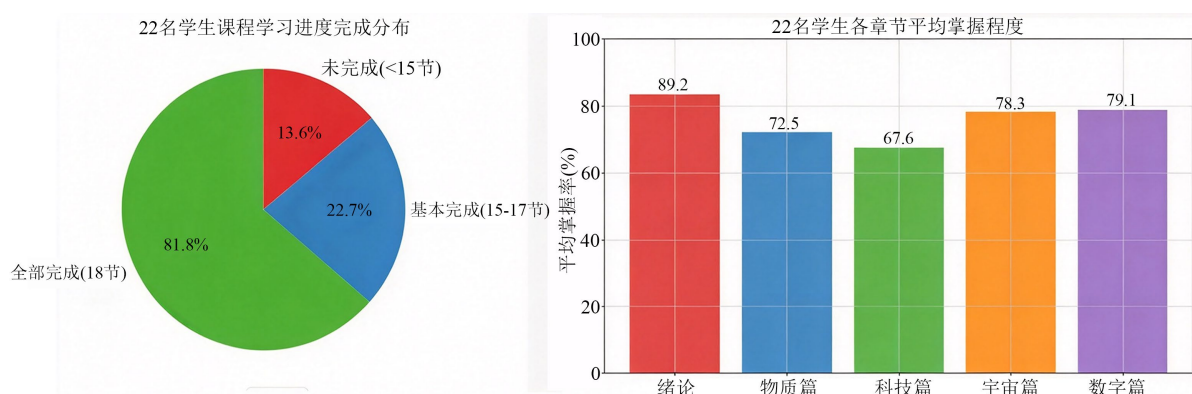


Figure 6. Feedback on course completion of "Physics and Medicine"

图 6. 《物理与医学》课程完成情况反馈

(4) 《物理与医学》智慧教材的反馈

除平台学习数据外，本研究拟引入多维度评估工具：① 设计并验证“学习体验-认知负荷-跨学科思维能力”量表，课程前后各施测一次；② 对部分学生进行半结构化访谈，获取其对智慧教材内容组织、交互方式和学习难度的质性反馈；③ 将量表数据、访谈文本与平台行为数据三角互证，对定量结果进行补充和解释。本文当前以平台数据和问卷调查为主，量表与访谈将在后续研究中完善。

通过问卷调查、学习数据分析等方式评估学生的学习效果，分析智慧教材在提升学生学科知识理解、跨学科思维和实践能力方面的作用，详情如图 6 所示。课程参与度及各章节答题正确率如图 7 所示。

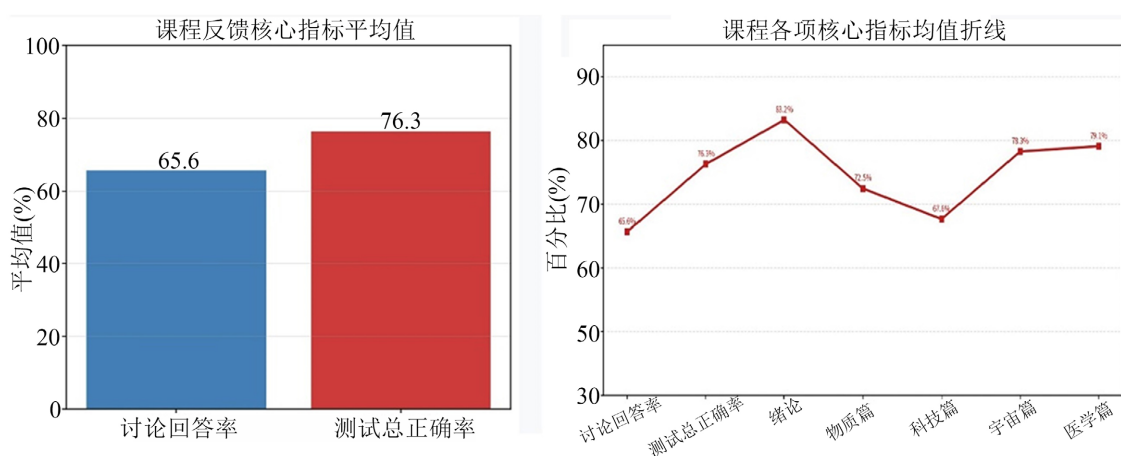


Figure 7. Feedback on course participation and accuracy of "Physics and Medicine"

图 7. 《物理与医学》课程参与度及正确率反馈

① 完成课程方面

结果显示约 67% 的同学可以全部完成课程的学习进度；约 23% 的学生可以完成大部分的学习课程；只有约 14% 的同学完成率较低。数据显示课程的参与度比普通的通知任选课高。

② 互动学习方面

在互动学习方面, 讨论回答率约为 66%, 课堂测试正确率约为 76%, 结果显示课堂讨论率还需增强。课程各项核心指标显示, 绪论正确率最高约 83%, 科技篇正确率较低约 68%, 学生参与讨论互动有待提升。

6. 结语

文中主要围绕着基础物理与医学科技建设医理融合通识课程, 通过简述物理学中的医学应用, 普及医学科技中的物理原理, 构建融合类通识课程教材《物理与医学》。其中详细讨论了《物理与医学》课程多模态智慧教材建设的方法和实践的途径, 并发现该方法的多个可借鉴拓展的优势: (1) 通过多模态知识图谱方法, 推进多学科融合创新、普及交叉类通识教育, 促进物理学与医学知识的深度融合, 打破传统学科的界限, 推动医学教育的跨学科创新。(2) 通过人工智能算法, 定制个性化学习方案, 构建“互动型”智慧教材, 通过人工智能算法, 为每个学生量身定制个性化的学习路径, 构建“互动式”的可视化智慧教材。(3) 建设医理融合的交叉类通识课程资源平台, 推进“新医科”综合型人才的培养通过对学生学习数据的实时分析, 调整教材内容和教学策略, 提升教学质量和学生的学习效果, 构建医理融合的交叉通识课程平台。尤其是加快中医技术的现代化进程, 推进新时代中医药“传承与创新”的进程, 培养多学科融合的“综合创新”型中医人才。该方法可进一步拓展实施对象范围, 为医药类“基础-专业”课程的衔接提供良好的桥梁。本研究存在以下局限: ① 实践样本量较小($n=22$), 且未设置严格对照组; ② 研究周期较短, 缺乏长期追踪数据; ③ 评估工具以平台数据和问卷为主, 跨学科思维能力的测量效度仍需检验。未来研究将扩大样本范围, 增设对照组, 延长研究周期, 并引入经过验证的量表与质性访谈, 进一步验证多模态知识图谱智慧教材在交叉类通识课程中的适用性与推广价值。

基金项目

成都中医药大学教学改革项目, 多模态知识图谱驱动下医理融合通识课程《物理与医学》智慧教材构建研究(JGYB202406); 成都中医药大学“杏林名师”项目(教学新秀专项); 成都中医药大学教学改革项目, AI+ 虚拟仿真: 基于畅学杏林平台的医用物理学可视化教学改革与互动资源建设(SCZC1029)共同支持。

参考文献

- [1] 汤杨. 基于智媒技术的“四新”云教材建设方法研究[J]. 传播与版权, 2024(8): 52-55.
- [2] 杨宜, 姬晓婷, 柏文雯. 高职院校专业基础课程教材建设的理路探究[J]. 教育与职业, 2023(22): 106-112.
- [3] 房芳. “三教”改革背景下“活页式”教材改革的探索与实践——以室内设计效果图表现与制作课程教材建设为例[J]. 辽宁经济职业技术学院学报(辽宁经济管理干部学院), 2022(4): 95-97.
- [4] 张帆, 罗丹程. 一流本科教育背景下地方高校教材建设策略的探索与实践[J]. 创新教育研究, 2021, 9(6): 1762-1769.
- [5] 左湘. 以职业能力为核心的校企双元活页式教材开发路径研究——以中职《工业机器人现场操作与编程》教材为例[J]. 广东教育(职教), 2023(31): 92, 120.
- [6] 王勤香, 万柳明. 基于高职教育高质量发展的三教改革探讨[J]. 广东职业技术教育与研究, 2020(6): 111-114.
- [7] 肖祯怀. 基于知识图谱推荐系统的高校“汇编语言程序设计”课程教学改革[J]. 镇江高专学报, 2024, 37(1): 101-105.
- [8] 张小琴, 齐晓静, 瞿思敏, 鲁程鹏. 基于知识图谱的“水文预报”课程教学改革实践[J]. 科教导刊, 2024(8): 75-78.
- [9] 刘晓玲, 王伟. 基于知识图谱的课程教学改革[J]. 中国冶金教育, 2024(1): 7-11.
- [10] 田燕, 邢殿香, 王晓. 有机化学教学改革中知识图谱及思维导图的应用[J]. 科教导刊, 2024(4): 53-55.

-
- [11] 裴壮, 田秀霞, 李冰雪. 知识图谱赋能的面向对象程序设计 C++教学改革与实践[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 2024(5): 104-113.
- [12] 刘文杰, 陈杰. 基于知识图谱的电子技术课程教学改革研究[J]. 职业教育发展, 2024, 13(4): 964-969.
- [13] 刘永利, 季洪梅, 祁阳. “新工科”类前沿交叉通识课程的建设探讨——以奇妙的功能陶瓷课程为例[J]. 高教学刊, 2021, 7(25): 11-14, 18.
- [14] 张文利, 王卓峥, 司农, 陈巍, 陈华敏. 创新类通识教育课程建设的探索与实践[J]. 高等工程教育研究, 2019(4): 90-95.
- [15] 庞观, 董宝光, 陈凯, 罗勇, 杨忠昌, 李双寿. 设计类通识课程交叉工程实践教学的建设与探究[J]. 南京艺术学院学报(美术与设计版), 2022(4): 200-205.
- [16] 黄蓉, 黄会端, 李秀枝. 基于大数据环境下的智慧教材教学平台的构建与应用[J]. 世纪之星(交流版), 2022(8): 193-195.
- [17] 侯明, 王殿宇, 王冬冬. 基于 AR 技术的智慧教材建设及应用[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)教育科学, 2022(8): 220-223.
- [18] 田根源. “互联网+”背景下智慧教材教学平台的构建及应用研究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)教育科学, 2022(5): 157-159.
- [19] 杨建华. 智慧教材观与教材演化的案例分析[J]. 数学之友, 2008, 22(5): 26-27.
- [20] 易洁. 智慧校园背景下高职院校新形态教材建设探索[J]. 湖北开放职业学院学报, 2024, 37(4): 146-148.
- [21] 徐相蓉, 贺婧, 张建荣, 朱燕萍, 石琳, 魏雪涛, 王胜锋, 许雅君. 智慧互联时代预防医学本科立体化教材建设的思考与实践[J]. 卫生职业教育, 2024, 42(18): 34-37.
- [22] 梁芳, 胡菊, 杨秀玲, 李琳, 白彩虹, 邓旭. 基于“耕读教育-智慧教学”的智慧农业专业教材建设改革与创新研究[J]. 智慧农业导刊, 2024, 4(14): 1-4.