

人工智能赋能医学数字教材建设研究

张欢, 孟黎*, 卿平

四川大学华西医学中心, 四川 成都 610041

DOI: 10.61369/ETR.2026230023

摘 要 : 在教育数字化转型深入推进的背景下, 医学数字教材正逐步摆脱“形式数字化”的局限, 向“内涵智能化”实现跨越式发展。本文基于医学教育知识密集、实践性强、更新速度快的核心特点, 系统分析了当前医学数字教材建设的三大核心特征: 内容形态的立体化重构、技术赋能的智能化升级、应用生态的集约化发展。当医学数字教材集成 AI 功能模块, VR/AR 等沉浸式技术, 其在临床技能教学中展现出显著优势, 但标准体系缺失、内容创新不足、技术应用不均衡、师生使用率偏低等问题仍制约着其高质量发展。针对上述问题, 本文提出构建“教-学-评”闭环体系、建立多维标准规范、强化内容创新与技术融合的系统化建设策略, 为推动医学数字教材智能化升级提供理论参考与实践路径。

关 键 词 : 人工智能; 医学数字教材; 虚拟仿真; 精准教学; 教-学-评闭环

Research on the Construction of Medical Digital Textbooks Empowered by Artificial Intelligence

Zhang Huan, Meng Li*, Qing Ping

West China Medical Center, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610041

Abstract : With the further advancement of educational digital transformation, medical digital textbooks are breaking away from the limitation of formal digitalization and achieving leapfrog development toward connotation intellectualization. Based on the characteristics of medical education featuring intensive knowledge, strong practicality and rapid knowledge update, this paper systematically analyzes three core characteristics of current medical digital textbook construction: three-dimensional reconstruction of content form, intelligent upgrading driven by technology, and intensive development of application ecology. Integrated with AI functional modules and immersive technologies such as VR and AR, medical digital textbooks exert remarkable advantages in clinical skill teaching. Nevertheless, high-quality development is restricted by problems including incomplete standard system, insufficient content innovation, unbalanced technology application and low utilization rate among teachers and students. Targeting the above issues, this paper puts forward systematic construction strategies of establishing a teaching-learning-evaluation closed-loop system, formulating multi-dimensional standards and specifications, and strengthening content innovation and technology integration, so as to provide theoretical reference and practical paths for the intelligent upgrading of medical digital textbooks.

Keywords : artificial intelligence; medical digital textbook; virtual simulation; precision teaching; teaching-learning-evaluation closed loop

引言

近年来, 人工智能技术的快速迭代与深度应用推动教育领域迎来全方位变革, 数字教材作为教育数字化的核心载体, 已成为连接教学资源与师生需求的关键纽带。2024 年世界数字教育大会上, 教育部明确提出“着力丰富资源形态, 大力开发数字教材”的核心任务, 标志着数字教材建设已正式纳入教育数字化转型的重点布局^[1]。医学教育兼具理论性与实践性, 知识体系庞大、临床实践要求高、学科进展更新迅速, 传统纸质教材信息滞后、呈现形式单一、互动性不足的弊端日益凸显, 已难以满足现代医学教育对个性化、精准化、沉浸式教学的需求。

自 2013 年起, 人民卫生出版社率先启动医学数字教材建设探索, 逐步构建起“一书一码”的纸数融合教材体系, 实现了纸质

项目信息:

四川大学 2025 年度医学教材建设研究项目《AI 助力医学数字教材智能化开发与系统化建设的研究》项目编号 SCUYYJ0159;

中国高等教育学会 2025 年度高等教育科学研究规划课题《基础医学生生成式人工智能教育专用大模型建设与跨校、校企共建共享机制研究》项目编号 25YX0101。

教材与数字资源的初步联动^[2]。但当前医学数字教材建设仍处于初级阶段，多数教材停留在“纸质教材电子化”层面，人工智能（ArtificialIntelligence，AI）技术的赋能价值未得到充分发挥，行业发展缺乏统一标准规范，导致教材质量参差不齐。基于此，本文聚焦 AI 技术与医学数字教材的深度融合，系统分析发展现状与核心特征，探讨 AI 技术的应用场景与关键路径，提出针对性的建设策略，旨在推动医学数字教材实现从“形式数字化”向“内涵智能化”的转型。

一、医学数字教材建设的发展现状与核心特征

（一）内容形态的立体化重构

当前，国内主流医学规划教材已普遍采用“一书一码”的融合模式，实现了纸质教材与数字资源的深度绑定。学生通过扫描教材中的二维码，可快速获取配套的3D 解剖模型、手术操作视频、数字病理切片等多媒体资源，将抽象的医学知识转化为直观、生动的可视化内容。据人民卫生出版社数据，截至2023年，该社融合图书累计发行近1亿册，2022年数字出版收入达1.42亿元，其医学教育题库等服务已覆盖全国600多所医学院校^[3]。部分医学院校积极探索内容组织模式创新，打破基础医学与临床医学的学科壁垒，按器官系统组织教学内容。例如，四川大学在解剖学、病理学等课程中将3D 解剖模型与临床病例相结合，显著提升了学生的临床思维能力。此外，医学数字教材的内容更新速度显著加快，能够及时融入最新研究成果与临床指南，弥补了传统纸质教材更新周期长的短板。

（二）技术赋能的智能化升级

AI 技术的深度融入推动医学数字教材实现了从“静态呈现”向“动态交互”的智能化升级。调研数据显示，在当前已投入使用的医学数字教材平台中，35.71% 集成了智能问答模块，42.86% 内置了知识图谱功能，38.57% 配备了学情分析系统，AI 技术的应用已成为医学数字教材的重要发展趋势^[4]。知识图谱以“实体－关系－属性”的网状结构组织医学知识，将分散的知识点进行系统化串联。重庆邮电大学在基础医学教学中融入知识图谱技术，实践结果显示95% 的学生认为其有助于理解复杂的医学知识，学习效率得到显著提升^[5]。

VR/AR 等沉浸式技术在医学数字教材中的应用进一步突破了实践教学的时空限制。Meta 分析显示，采用 AR 技术进行教学的学生临床技能评分平均为89.2分，显著高于传统教学组的72.8分；AR 教学组学生的学习满意度达到92.3%，远高于传统教学组的75.1%^[6]。目前，VR/AR 技术已广泛应用于解剖学、外科手术、护理操作等课程中，学生可通过虚拟仿真系统在零风险环境中反复练习，有效解决了临床技能训练中风险高、成本高、资源有限的痛点。

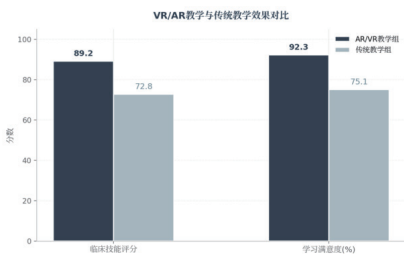


图1VR/AR 教学与传统教学效果对比

（三）应用生态与存在的问题

当前，我国医学数字教材市场目前为“权威机构主导、学校统一采购”的集约化发展格局，人民卫生出版社、高等教育出版社等权威机构占据市场主导地位，约70% 的师生通过学校统一采购获取资源^[4]。但随着市场规模的扩大，医学数字教材建设中的问题也日益凸显，主要集中在内容、技术、应用三个层面^[7]。

表1 医学数字教材建设的主要问题

问题类别	具体表现
内容层面	师生反映内容创新性不足，多为纸质教材的简单电子化；48.47% 指出多媒体资源与知识点匹配度低，存在形式化、碎片化问题
技术层面	用户认为数字教材功能单一、交互性薄弱；不同机构平台技术标准不统一，数据无法互通，形成“信息孤岛”
应用层面	医学数字教材使用率很低，部分教材上线后使用者不足1000人；教师数字素养有待提升，难以发挥教材的智能化价值

二、AI 赋能医学数字教材的关键技术与应用场景

（一）知识图谱与智能问答技术

知识图谱是 AI 赋能医学数字教材的核心基础，其核心价值在于实现医学知识的系统化组织与智能化检索。传统数字教材采用线性呈现方式，难以展现知识点之间的内在逻辑关系，导致学生容易出现“碎片化记忆”。知识图谱通过提取医学知识中的实体、关系和属性，将分散的知识点组织成网状结构，使学生能够清晰看到知识点之间的关联。

在医学数字教材中，知识图谱的应用主要体现在三个方面：一是知识导航，学生可通过知识图谱快速定位相关知识点，实现关联学习；二是认知诊断，通过分析学习行为数据精准识别知识薄弱点，为个性化推荐提供依据；三是知识更新，通过自然语言处理技术自动抓取最新研究成果与临床指南，实现教材内容的实时更新。智能问答系统作为知识图谱的延伸应用，采用“检索＋生成”的混合模式，整合教材知识库与临床案例库，能够为学生提供24小时在线答疑服务^[8]。

（二）虚拟现实（VR/AR）技术

VR/AR 技术凭借其沉浸式、交互性的特点，有效解决了医学实践教学“风险高、成本高、资源有限”的痛点。在医学基础教学领域，通过构建3D 虚拟解剖模型，学生可进行虚拟解剖操作，清晰观察人体各器官的结构、位置与毗邻关系。南方医科大学开发的 VR 解剖数字教材通过高精度3D 建模还原人体解剖结构，学习效率较传统教学提升30% 以上。在临床技能训练领域，

虚拟手术、护理操作等场景使学生可在虚拟环境中模拟手术切口、缝合、穿刺等操作，系统实时反馈操作的准确性与规范性。研究显示，使用虚拟仿真教学的学生在腹腔镜操作评分上显著优于传统教学组，操作失误率降低 40% 以上^[9]。

（三）学情分析与个性化推荐技术

学情分析与个性化推荐技术是因材施教的核心。学情分析通过采集学习时长、知识点击量、答题正确率、提问频次等数据构建学习画像，精准诊断知识掌握程度与薄弱环节。个性化推荐据此推送适配资源：为基础薄弱者提供基础讲解与基础习题，为能力较强者推送拓展案例与前沿内容，并依据学习节奏智能调整任务难度与进度，实现分层精准教学。

表 2 AI 技术在医学数字教材中的应用对比

技术类型	核心功能	应用场景	成熟度
知识图谱	知识关联、路径规划、认知诊断	基础医学理论课程、知识点梳理	较高
智能问答	自动答疑、知识检索、学习辅导	全课程类型、课后自主学习	较高
VR/AR 仿真	沉浸式操作训练、三维可视化	解剖学、外科手术、护理操作	中等
学情分析	行为追踪、能力画像、风险预警	教学管理、学业评价、个性化学习	较高

三、AI 助力医学数字教材“教－学－评”闭环体系的构建

“教－学－评”闭环体系是推动医学数字教材智能化应用、提升教学质量的核心路径，其核心是通过 AI 技术将教学过程、学习过程与评价过程有机衔接，实现数据互通、反馈及时、持续改进。该体系主要包括教学端、学习端、评价端三个层面。

（一）教学端：智能备课与精准授课

教学端的核心支撑技术为知识图谱与学情分析。在智能备课环节，教师可通过数字教材平台获取学情分析报告，清晰了解班级学生的整体学习基础与知识薄弱点，精准定位教学重难点。知识图谱技术帮助教师快速梳理教学内容的逻辑框架，整合相关知识点与多媒体资源，生成个性化的教案与课件。在精准授课环节，教师可通过平台开展互动教学，实时推送学习资源，收集学

生学习反馈，及时调整教学节奏。

（二）学习端：自适应学习与即时反馈

学习端的核心支撑技术为学情分析与个性化推荐。学生通过数字教材平台开展自主学习时，系统会根据学习画像为其推送个性化的学习路径，明确课前预习、课中学习、课后复习的具体任务。系统实时记录学习行为并提供即时反馈：学生完成练习后系统立即给出批改结果并详细解析解题思路，遇到疑问时可通过智能问答系统快速获取解答。

（三）评价端：过程评价与智能预警

评价端采用全过程评价方式，通过采集学习时长、知识点掌握情况、练习正确率、课堂互动表现等多维度数据，对学生学习效果进行全面、客观的评价。评价数据同时反馈给教师，帮助其调整教学方案，实现教学质量的持续改进。

表 3 “教－学－评”闭环体系架构

环节	核心功能	关键技术	产出成果
教（教学端）	智能备课、精准授课、互动教学	知识图谱、学情分析	个性化教案、教学反馈报告
学（学习端）	自适应学习、即时反馈、自主答疑	学习者画像、智能推荐、智能问答	个性化学习路径、练习报告
评（评价端）	过程评价、智能预警、质量分析	多模态数据分析、机器学习	学情诊断报告、教学改进建议

四、结语

本文围绕 AI 助力医学数字教材建设开展研究，得出三点主要结论：一是医学数字教材已迈入智能化发展阶段，纸数融合、AI 集成、VR/AR 应用成为主流趋势，呈现内容形态立体化、技术应用智能化、应用生态集约化的核心特征。二是知识图谱、智能问答、虚拟仿真、学情分析等 AI 技术应用优势突出，但整体应用存在不平衡、不深入等问题。三是标准体系不完善、内容创新不足等短板制约其高质量发展，亟需构建“教－学－评”闭环体系，深化内容创新与技术融合，推动医学数字教材从“形式数字化”向“内涵智能化”升级。

参考文献

[1] 教育部等九部门. 关于加快推进教育数字化的意见 [EB/OL].(2025-04-15).

[2] 郭向晖. 传统出版单位如何推进传统媒体与新媒体融合发展——以人卫社数字出版转型升级实践为例 [J]. 科技与出版, 2015, (05): 22-24. DOI: 10.16510/j.cnki.kjyeb.2015.05.007.

[3] 王雪凝. 奋力谱写人民卫生出版社高质量发展新篇章 [EB/OL].(2023-12-20).

[4] 毛芳, 徐晨霞, 吴素平, 等. 2024-2025 年我国高等教育数字教材发展概况: 基于《高等教育数字教材发展报告 (2025)》[J]. 中国数字出版, 2025(6): 87-98.

[5] 王鑫, 邹荣金, 谢博望, 等. 医学知识图谱的构建与应用研究进展 [J]. 医学信息学杂志, 2023, 44(10): 1-7.

[6] Zhang R, et al. The effectiveness of augmented reality/mixed reality in medical education: A meta-analysis [J]. BMC Medical Education, 2025, 25: 1586.

[7] 国家市场监督管理总局. GB/T 41470-2022 数字教材中小学数字教材质量要求和检测方法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2022.

[8] 黄荣怀, 刘德建, 刘晓琳. 人工智能赋能教育新生态的特征、路径与挑战 [J]. 现代远程教育研究, 2022, 34(4): 3-11.

[9] Kyaw BM, et al. Virtual reality for health professions education: Systematic review and meta-analysis by the digital health education collaboration [J]. Journal of Medical Internet Research, 2019, 21(1): e12959.