

基于“人工智能 + 知识图谱”的大学物理数智课程建设与实践

吴承瑞*, 张 琴, 张 俊, 胡永金, 黄海铭, 贺泽东, 朱占武, 靳 涛, 杨俊涛

湖北汽车工业学院光电工程学院, 湖北 十堰

收稿日期: 2026年9月5日; 录用日期: 2026年10月11日; 发布日期: 2026年10月20日

摘 要

随着人工智能(AI)技术的发展, 高等教育数字化转型受到广泛关注。本文针对大学物理课程教学中存在的知识碎片化、个性化学习支持不足、教学反馈滞后等问题, 提出了基于“人工智能 + 知识图谱”的大学物理数智课程建设方案。通过构建大学物理知识图谱、开发AI智能体, 建立“师/生/机”三元互动教学模式, 并在某高校工科专业开展两个学期的教学实践。实践结果表明, 该模式在提升学生学习效果、促进个性化学习、支持教师调整教学策略等方面展现出积极效果, 为同类课程的数智化转型提供了实践思路与参考案例。

关键词

人工智能, 知识图谱, 大学物理, 数智课程

Construction and Practice of a Digital-Intelligent University Physics Course Based on “AI + Knowledge Graph”

Chengrui Wu*, Qin Zhang, Jun Zhang, Yongjin Hu, Haiming Huang, Zedong He, Zhanwu Zhu, Tao Jin, Juntao Yang

School of Optoelectronic Engineering, Hubei University of Automotive Technology, Shiyan Hubei

Received: September 5, 2026; accepted: October 11, 2026; published: October 20, 2026

Abstract

The digital transformation of higher education has drawn increasing attention with the advancement

*通讯作者。

文章引用: 吴承瑞, 张琴, 张俊, 胡永金, 黄海铭, 贺泽东, 朱占武, 靳涛, 杨俊涛. 基于“人工智能 + 知识图谱”的大学物理数智课程建设与实践[J]. 创新教育研究, 2026, 14(10): 308-313. DOI: 10.12677/ces.2026.1410792

of artificial intelligence. University physics teaching often faces challenges such as fragmented knowledge, limited personalized learning support, and delayed feedback. This study proposes a digital-intelligent course construction approach based on “AI + Knowledge Graph”. A university physics knowledge graph was constructed, an AI agent was developed, and a triadic interactive teaching model involving teachers, students, and machines was implemented in an engineering program over two semesters. The findings suggest that the model has positive effects on students’ learning outcomes, personalized learning, and teachers’ instructional decision-making. The study offers practical insights and a reference case for the digital-intelligent transformation of similar courses.

Keywords

Artificial Intelligence, Knowledge Graph, University Physics, Digital-Intelligent Course

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

近年来，教育数字化转型已成为高等教育改革的重要趋势。人工智能、知识图谱和学习分析等技术的发展，为课程建设与教学模式创新提供了新的可能。2024 年，教育部发布首批“人工智能 + 高等教育”应用场景典型案例，反映出人工智能融入高等教育的实践探索正在加速[1]。在此背景下，如何利用人工智能与知识图谱支持传统课程建设，构建适应工科人才培养需求的数智课程，成为值得研究的问题。

大学物理作为理工科专业的基础必修课程，对于培养学生科学思维、工程素养和创新能力具有不可替代的作用。然而，传统教学模式仍存在诸多痛点：一是物理知识体系庞杂，学生难以建立系统的知识网络；二是学生学习基础差异大，统一化教学难以满足个性化需求；三是教师对学生学情掌握不够精准，教学反馈存在滞后性；四是优质教学资源分散，缺乏智能化整合与推送机制。

知识图谱作为一种用图模型描述知识及其关联关系的技术，能够将碎片化知识组织成结构化网络，为学习者提供清晰的知识路径[2]。生成式人工智能则具备强大的自然语言理解、内容生成和智能交互能力。将二者深度融合，构建“AI+ 知识图谱”驱动为数智课程，有望重塑大学物理教学模式，实现从“以教为中心”向“以学为中心”的转变。

2. 理论基础与技术框架

2.1. 核心概念界定

数智课程是指以数字化、智能化技术为支撑，通过知识图谱、学习分析、人工智能等技术细化知识颗粒度、可视化知识网络、扩展资源形态，并提高课程学习自适应性的新型课程模式[3]-[5]。其核心特征包括多路径学习、个性化推荐和智能化交互。

知识图谱在教育领域的应用主要体现在三个方面：知识建模、学习路径规划和智能问答[2] [6]。其中，知识建模强调将学科知识抽象为实体和关系；学习路径规划基于知识关联推荐学习序列；智能问答则基于知识推理回答学生问题。

2.2. “师/生/机”互动教学模式的理论支撑

本研究构建的“师/生/机”互动教学模式，其理论基础包括建构主义学习理论、个性化学习理论和混

合学习理论[3][7][8]。该模式强调教师、学生与智能体之间的三元协同：教师负责教学设计与价值判断，学生负责主动建构与反思，智能体负责知识检索、答疑与学情分析。

2.3. 技术架构设计

本课程的技术架构分为三层：

数据层：整合大学物理课程教材、课件、试题、视频等多模态教学资源，构建结构化知识库。

图谱层：基于大学物理教学大纲，抽取力学、热学、电磁学、光学、近代物理等核心模块的知识点，建立“知识点 - 前置知识 - 关联概念 - 典型应用”的四维关联模型，形成包含 100+节点、300+关系的知识图谱。

应用层：开发 AI 智能体，集成智能问答、学情分析、资源推荐、自动评测等功能模块；建设数字人视频、智能题库、自适应测试等教学资源。

3. 大学物理数智课程建设方案

3.1. 建设目标

本课程建设以“AI 支持教学全过程”为主线，确立以下目标：

- (1) 知识结构化：通过知识图谱将大学物理知识网络可视化，降低认知负荷；
- (2) 学习个性化：基于 AI 智能体提供 24 小时智能辅导和个性化学习路径；
- (3) 教学数据化：实时采集学习行为数据，为教师提供精准学情分析；
- (4) 资源智能化：利用生成式 AI 辅助生成教学视频、测试题目等数字资源。

3.2. 知识图谱构建路径

大学物理知识图谱构建遵循“需求分析→知识抽取→关系建模→图谱融合→质量评估”五步流程：

(1) 需求分析：依据《理工科类大学物理课程教学基本要求 理工科类大学物理实验课程教学基本要求》(2023 年版) [9]，确定力学、电磁学等五大模块的核心知识点。

(2) 知识抽取：采用“人工标注 + 自动抽取”相结合的方式，从教材、历年试题、优秀课件中提取知识点。例如，“牛顿运动定律”节点关联“质点运动学”(前置)、“动量定理”(后续)、“非惯性系”(拓展)等。

(3) 关系建模：定义“前置知识”“并列概念”“应用场景”“常见误区”等 12 种关系类型。

(4) 图谱融合：将抽取的知识实体与关系进行融合消歧，构建统一知识图谱。

(5) 质量评估：组织学科专家审核图谱准确性，确保知识关联科学合理。

3.3. AI 智能体功能设计

基于大语言模型开发的大学物理 AI 智能体，主要功能包括：

智能问答系统：学生可就物理概念、公式推导、习题解答等进行提问。系统结合知识图谱进行检索增强生成(RAG)，确保回答的专业性和准确性，避免大模型“幻觉”问题。

学情追踪分析：实时记录学生在平台上的学习轨迹，包括视频观看时长、习题正确率、知识图谱浏览路径、提问频次等，生成个人学习画像。

个性化推荐引擎：基于知识图谱和学生画像，智能推荐学习资源。例如，当系统检测到学生在“电磁感应”模块练习正确率低于 60%时，自动推送法拉第定律微课视频和基础练习题。

智能评测系统：自动生成个性化测试试卷，支持主观题智能批改和分步评分，提供即时反馈。

3.4. 教学资源建设

利用生成式 AI 技术，建设三类新型教学资源：

(1) 数字人微课：基于 AI 生成数字人教师，针对重难点知识制作系列短视频，每节 5~10 分钟，支持学生按需学习。

(2) 智能题库：构建包含选择题、填空题、计算题、探究题等多题型的动态题库，题目难度分级并与知识图谱节点绑定。

(3) 虚拟仿真实验：结合 AI 指导的虚拟实验平台，学生可自主设计实验方案，系统基于知识图谱判断实验原理掌握情况。

4. 教学实践与实施路径

4.1. 实施路线

本项目采用“文献梳理→案例分析→学情研究→方案设计→教学实践→持续改进”的研究路线，在某高校 2024 级工科专业开展为期两个学期的教学实践。

4.2. 学情调研与方案优化

项目实施前，通过问卷调查和深度访谈，对大学物理教学现状进行诊断。调研发现三个突出问题：

(1) 知识关联薄弱：68% 的学生表示难以建立各章节知识间的联系，导致综合题解题困难；

(2) 答疑需求旺盛：课后答疑时间有限，学生普遍希望获得即时学习支持；

(3) 学习差异显著：同一班级学生物理基础差异大，统一教学进度导致“优生吃不饱、差生跟不上”。

基于调研结果，项目组优化了数智课程方案，重点强化知识图谱的可视化导航功能和 AI 智能体的答疑辅导功能。

4.3. “师/生/机”互动教学模式实践

在教学实践中，构建了“课前 - 课中 - 课后”全链条的“师/生/机”互动模式：

课前阶段：教师通过平台发布预习任务，学生查看知识图谱了解本节课的知识定位，AI 智能体推送预习资料和诊断测试。教师根据平台反馈的预习数据，调整课堂教学重点。

课中阶段：采用“教师精讲 + AI 辅助探究”的混合模式。教师聚焦核心概念和典型例题进行讲解；学生利用平板设备实时访问知识图谱，查看知识点关联；AI 智能体作为“课堂助手”，收集学生随堂练习数据，实时生成班级知识掌握热力图，供教师即时调整教学节奏。

课后阶段：学生基于知识图谱进行复习巩固，AI 智能体根据课堂和作业表现，推送个性化练习题和拓展资源。教师通过学情分析看板，掌握班级整体和个体学习情况，实施精准辅导。

4.4. 典型案例分析

以“电磁学”模块教学为例，展示数智课程的应用效果：

知识图谱导航：学生在学习“麦克斯韦方程组”时，通过知识图谱可追溯至“电场高斯定理”“磁场安培环路定理”等前置知识，理解“变化的电场产生磁场”这一核心逻辑的推导脉络。

AI 智能体辅导：学生在完成“位移电流”相关习题时，AI 智能体不仅给出答案，还结合知识图谱指出该题涉及“电容器充放电”“全电流连续性”等关联知识点，并推荐相关微课视频。

学情精准干预：系统监测到某学生在“电磁感应”章节连续三次测试未达标，自动向教师发送预警。教师据此进行一对一辅导，学生后续测试成绩提升显著。

5. 成效分析与反思

5.1. 教学成效

经过一个学年的实践，数智课程建设取得以下成效：

(1) 生学习成绩提升：试点班级大学物理期末平均成绩较对照班提高 8.5 分，及格率提升 12%。特别是在知识综合性较强的题目上，试点班得分率显著高于对照班，表明知识图谱有助于学生建立系统知识框架。

(2) 个性化学习效果显著：平台数据显示，学生使用 AI 智能体答疑的平均响应时间为 3 秒，问题解决率达 85%。学生自主学习时间增加，学习主动性明显增强。

(3) 教师教学效能提高：教师通过学情分析平台，能够在课前精准把握学生预习盲区，课中实时调整教学策略，课后实施分层作业布置。教学准备时间减少 20%，教学针对性显著增强。

(4) 课程资源建设成果：建成大学物理知识图谱 1 个(含节点 100+)，AI 智能体 1 个，数字人微课 32 节，智能题库题目 500+道，形成较为完整的数智课程资源体系。

5.2. 学生反馈

学期末对试点班学生进行满意度调查(回收有效问卷 116 份)，结果显示：

- 92%的学生认为知识图谱有助于理解物理知识间的联系；
- 88%的学生对 AI 智能体的答疑功能表示满意；
- 85%的学生认为数智课程提高了学习兴趣和自主学习能力；
- 76%的学生希望在其他课程中也推广该模式。

5.3. 问题与反思

实践中发现，AI 智能体在复杂物理推导中仍可能出现推理不严谨的情况；部分学生存在过度依赖 AI 答案的倾向；教师数字素养和知识图谱维护机制仍需加强。上述问题将在后续研究中结合具体案例进一步分析。

6. 结论与展望

本研究围绕大学物理课程中知识碎片化、个性化学习支持不足和教学反馈滞后等问题，开展了基于“AI+ 知识图谱”的数智课程建设与实践，初步构建了“师/生/机”互动教学模式的实践框架。实践结果表明，该模式在帮助学生建立知识联系、提供个性化学习支持、辅助教师调整教学策略等方面展现出积极效果。

本研究的贡献主要体现在三个方面：一是提出了大学物理知识图谱的构建方法，为物理知识结构化组织提供了思路；二是设计了融合知识图谱与大语言模型的 AI 智能体，提升了智能辅导的结构性和专业性；三是构建了“课前 - 课中 - 课后”全链条的“师/生/机”互动教学模式，为同类课程的数智化转型提供了实践思路与参考案例。

本研究存在一定局限性：第一，样本来源单一，仅来自一所高校的工科专业，结论的推广性仍需验证；第二，实践周期较短，长期效果尚不明确；第三，AI 智能体在复杂物理推导中的推理能力仍有不足；第四，知识图谱维护成本较高。

未来研究将从以下方面深化：一是扩大样本范围，延长实践周期；二是探索多模态知识图谱；三是加强 AI 智能体的物理推理能力；四是开展跨课程知识图谱关联研究；五是建立长效课程迭代机制。

基金项目

湖北汽车工业学院教学改革研究项目：基于“AI + 知识图谱”的大学物理数智课程建设与实践(JY2025028)；湖北省新工科建设教材编写项目(XGK02083)；湖北汽车工业学院教学改革研究项目：面向数据处理能力提升的大学物理实验“AI 三阶融合”教学模式研究(JY2026024)。

参考文献

- [1] 教育部高等教育司关于公布首批“人工智能 + 高等教育”应用场景典型案例的通知[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/s78/A08/tongzhi/202404/t20240417_1126075.html, 2024-04-12.
- [2] 刘知远, 孙茂松, 林衍凯, 等. 知识表示学习研究进展[J]. 计算机研究与发展, 2016, 53(2): 247-261.
- [3] 陈丽, 郑勤华, 徐亚倩. 互联网驱动教育变革的基本原理和总体思路——“互联网 + 教育”创新发展的理论与政策研究(一) [J]. 电化教育研究, 2022, 43(3): 5-11.
- [4] 祝智庭, 胡姣. 教育数字化转型的理论框架[J]. 中国教育学刊, 2022(4): 41-49.
- [5] 黄荣怀. 人工智能大模型融入教育: 观念转变、形态重塑与关键举措[J]. 学术前沿, 2024(14): 23-30.
- [6] 杨宗凯. 高等教育数字化转型的路径探析[J]. 中国高教研究, 2023(3): 1-4.
- [7] 郭绍青, 林丰民, 于青青, 等. 数字化赋能教师专业发展实践探索[J]. 电化教育研究, 2023(7): 96-106.
- [8] 李芒, 张华阳, 葛楠. 教育数字化转型的要义与进路[J]. 中国电化教育, 2023(8): 1-6.
- [9] 教育部高等学校大学物理课程教学指导委员会, 编制. 理工科类大学物理课程教学基本要求 理工科类大学物理实验课程教学基本要求(2023 年版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2023.