

AI赋能电动力学课程精准化教学应用探索

梁英爽*, 江俊儒, 杨秀一, 何开棘, 魏丹, 聂晶

辽宁科技大学理学院, 辽宁 鞍山

收稿日期: 2025年7月24日; 录用日期: 2025年10月20日; 发布日期: 2025年10月30日

摘要

电动力学是为物理及相关专业开设的一门核心专业课, 以电磁场理论和狭义相对论为核心, 因涉及大量矢量运算和抽象物理概念, 是一门公认的“教师难教、学生难学”的课程。文章以电动力学为例, 探索人工智能(AI)赋能课程的建设路径与实施方案: 通过AI技术构建课程知识图谱与资源库、引入AI助教辅助教学、进行课程思政融合设计与评价体系建设, 针对性解决课程教学难度大、形式单一、资源适配性不足及思政建设不完善等问题, 为实现专业课程精准化、个性化教学提供参考。

关键词

电动力学, 人工智能赋能, 教学改革

Exploration on AI-Enabled Precision Teaching in Electrodynamics

Yingshuang Liang*, Junru Jiang, Xiuyi Yang, Kaiji He, Dan Wei, Jing Nie

School of Science, University of Science and Technology Liaoning, Anshan Liaoning

Received: July 24, 2025; accepted: October 20, 2025; published: October 30, 2025

Abstract

Electrodynamics is a core course offered for physics and related majors, which mainly introduces the basic theories of electromagnetic fields and special relativity. Owing to the involvement of a large number of vector operations and abstract physical concepts, it is widely recognized as a course that is “difficult for teachers to teach and for students to learn”. In this paper, the construction path and implementation plan of artificial intelligence (AI)-enabled electrodynamics courses are proposed. By using AI technology to construct course knowledge graphs and resource libraries, introducing AI teaching assistants to assist teaching, and conducting integrated design and evaluation

*通讯作者。

文章引用: 梁英爽, 江俊儒, 杨秀一, 何开棘, 魏丹, 聂晶. AI 赋能电动力学课程精准化教学应用探索[J]. 创新教育研究, 2025, 13(10): 605-611. DOI: 10.12677/ces.2025.1310832

system construction of ideological and political education in courses, the problems of high teaching difficulty, single form, insufficient resource adaptability and incomplete ideological and political construction in courses are specifically addressed, providing references for achieving precise and personalized teaching of professional courses.

Keywords

Electrodynamics, AI-Enabled, Teaching Reform

Copyright © 2025 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

现在的大学生成长于数字化技术飞速发展的时代,深受互联网、短视频、人工智能(AI)等数字技术的影响,更偏爱互动式、体验式的教学体验。现有的教学模式已难以满足大学生的个性化学习需求以及新时代对人才的要求。随着 AI 在算法和计算能力等方面的不断优化和提升,其正在逐渐成为推动我国高等教育改革创新的重要力量和手段。中共中央、国务院在《教育强国建设规划纲要(2024~2035 年)》中也进一步强调,要积极推动 AI 与教育深度融合,深化 AI 助推课程体系和课程教学改革以及教师队伍建设。

实际上,早在 1958 年就已经有学者尝试将 AI 技术应用于教学。此后多个领域的研究者从不同角度研究了 AI 在课堂实践、教师协作、学习支持等方面的应用,并取得了丰富的研究成果。国外的研究主要关注于将机器学习、逻辑推理和自然语言理解等 AI 技术嵌入各类教学、学习和决策等工具和平台中。虽然国内关于 AI 在教学中的应用研究起步较晚,但我国教育工作者近年来在 AI 赋能教育的探索和实践正在快速发展[1]。在知网以“人工智能赋能教育”为主题的检索显示,2017 年仅有 3 篇相关研究论文,但 2023 年全年发文量达 742 篇,2024 年更是达到 1608 篇,这表明 AI 技术已在教育领域全面渗透。国内的研究热点主要在技术突破与教育生态重构、认知与学习支持构建等。尽管国内外关于 AI 在教学场景中的应用研究已经取得很大进展,但目前对于其在精准化教学中的应用研究仍十分有限,还没有十分成熟的理论和模式路径可供参考。

电动力学是物理和光电信息类专业开设的一门重要专业课程。课程着重介绍电磁场的基本理论和狭义相对论,课程包含大量矢量运算和公式推导、理论性强,对学生的数理基础和逻辑思维能力要求较高,是一门公认的教师难教、学生难学的课程。本文以电动力学课程为例,旨在探索 AI 技术赋能专业课程建设和教学改革,实现精准化教学、全面提升课程教学质量的方法和路径,也希望能够为其他专业课程的精准化教学提供借鉴和参考。

2. 电动力学课程教学现状分析

(1) 教学难度大

电动力学理论在通信、电子、光学工程、医学、材料科学、航空航天等领域有着非常广泛的应用。然而,很多学生感觉到学习电动力学很“吃力”,主要有两个方面原因。其一,是数学应用比较困难[1]。电动力学主要采用矢量场函数的分析和运算来阐述电磁场理论,课程中涉及很多标量、矢量和张量,如电荷密度标量、电流密度矢量、电四极矩张量等,以及这些物理量的复杂微积分运算,对学生的数学应用能力提出了比较高的要求。然而,很多学生在前序课程,如高等数学、数学物理方法中的训练不足,导致在课程内容的证明和公式推导过程中,授课教师需要花费大量的时间来弥补学生在此方面的不足;

而如果弱化对推导过程的讲解, 学生会对物理公式的由来感到茫然, 缺少对其中内在逻辑性的理解。

其二, 是电动力学课程中的物理概念比较抽象[2]。电动力学是电磁学课程的后续课程, 或者说电动力学是高级电磁学。电磁学是以实验现象总结电磁规律为教学基础, 如高斯定理, 安培环路定理等, 主要讨论具有轴对称等特殊结构的电磁场分布问题。电动力学则是以麦克斯韦方程组为核心, 以简洁的理论形式高度概括电磁场基本理论和运动规律, 并且讨论在更一般“场景”下的电磁场的分布性质、传播和辐射规律; 同时, 电动力学中包含的狭义相对论部分内容, 要求学生要跳出经典物理进行概念理解和思考。这些都意味着, 电动力学中的物理概念更加抽象, 难以基于实物建立图像让学生直观地感受和掌握相关概念。

(2) 教学方式单一

由于电动力学课程中涉及大量的公式推导, 所以目前的电动力学教学仍然是侧重于采用讲授(即板书 + PPT)的教学方式。授课团队在多年的教学过程中发现, 对于一些计算题的求解过程, 如在静电场问题中利用分离变量法求解电势的拉普拉斯方程时, 采用最为传统的板书教学, 学生能够紧跟讲授思路, 收获更好的教学效果。然而大量采用板书教学以及对于公式推导过程的讲授, 极大地压缩了对电磁场理论等内容的讲授时间, 也制约了课程思政教学的有效开展。

(3) 教学资源不足

随着线上课程资源的不断丰富, 线上线下混合的教学方式被越来越多的应用于专业课程教学中。近年来, 授课团队也在尝试将线上资源引入教学, 如向学生推荐“慕课”平台上的在线课程作为课堂教学的补充。目前“慕课”平台上线了四所高校的电动力学在线课程, 分别是同济大学、华南师范大学、福州大学和北京交通大学。四所高校均为“985”或“211”工程建设高校, 这些重点高校的学生往往具有很好的数理基础, 同时受到课程时长的限制, 这些在线课程对于一些知识点和推导过程的讲解比较简略或是一带而过, 这对于笔者所在学校学生的基础来说, 提高了课程的学习难度, 导致学生不爱学, 教师也无法在后台监控学习情况。所以, 结合授课教师的教学实践以及学生的反馈, 目前对于这些“慕课”平台的在线资源的使用效果并不尽如人意。

另外, 笔者所在学校通过跨校修读学分的形式鼓励教师在课程中实行线上线下混合教学, 使用的是辽宁高等教育智慧教育平台(即“酷学辽宁”), 通过对接超星平台对学生学习情况进行考查和统计。“酷学辽宁”平台目前只集合了辽宁省内高校在超星、爱课程、学堂在线等平台的在线课程资源, 但还没有省内高校在这些平台上建立电动力学课程的在线资源。所以也无法采用跨校修读学分形式进行该课程的混合式教学。

(4) 课程思政建设不足

实际上, 电动力学课程的内容中蕴含着非常丰富的思政元素: 从电磁场理论等物理规律的探索与发现、电磁场理论的推导和建立, 到电动力学的发展历史和众多中外物理学家史, 以及电磁场电磁波相关科技的发展前沿等, 可以说电动力学是一门天然的自然科学思政课程。然而, 目前对于这门课程的思政建设并不完善。首先, 为了保证课程知识目标和能力目标的达成, 课程知识点的讲授和理论推导占用了大量的课堂教学时间, 课堂上的思政教育被极大地压缩。同时, 由于课程思政难以量化, 对学生的课程学习评价仍然主要是针对学生学习的知识和能力的考核, 所以在思政效果的评价考核机制方面还需改进。最后, 授课教师对于课程中的思政元素挖掘的层次和深度都不足, 也缺乏对思政内容与课程知识点融合的教学设计, 使得思政教育和专业教育呈现“两张皮”的状态。

3. AI 赋能电动力学课程建设和实施方案

在 2024 年, 教育部高教司先后公布了两批“人工智能 + 高等教育”应用场景典型案例, 涉及虚拟仿真实验、课堂教学测评、个性化教学、智慧助教等。这为 AI 技术赋能电动力学课程教学改革提供了重要的思路和参考。AI 技术赋能电动力学课程教学改革的总体原则是以学生为中心, 通过利用 AI 技术丰富教学

资源、创新教学方法、深化课程思政等,来解决电动力学教学中的教学难度大、形式单一、资源不足以及思政建设不完善等问题,实现以学生为中心的精准化教学,全面提升教学质量,为学生后续发展筑牢基础。

3.1. 建设方案

(1) 丰富教学资源

首先是构建电动力学知识图谱。近年来,知识图谱已经成为实现精准教学的重要途径[3]。电动力学课程包含的内容和知识点很多,借助于 AI 引擎技术,对电动力学课程的知识体系进行梳理,构建电动力学课程的知识图谱。本门课程采用大连理工大学王友年教授编写的《电动力学》[4]教材,考虑学时要求和学生基础,仅讲授此书的前 7 章,并对其中一些内容进行调整。首先,基于“知识领域-章-节-知识点”的设计路线,将授课内容划分为 3 个知识领域(分别为矢量分析、电磁场理论和狭义相对论)、7 章、46 小节、131 个知识点。然后构建知识点与知识点,知识点与章节,知识点与知识领域之间的关系框架,实现电动力学知识图谱的框架建设。笔者所在学校目前主要采用“雨课堂”和“超星泛雅”平台进行课程建设和教学管理。以“超星”[5]为例,在平台提供的“知识图谱”模块中可以选择“大纲模式”、“思维导图模式”、“图谱模式”或“地图模式”进行知识图谱的人工构建,也可以先利用平台的 AI 助教或其他 AI 工具生成初步的知识图谱框架,再根据授课内容和学生学情对知识图谱框架进行修正,最后导入到平台中完成知识图谱建设。

仅有知识图谱框架是不够的,再以知识点为最小单位,利用 AI 技术构建电动力学资源库。资源库的建设分为两步,第一步是利用 AI 技术筛选网络上已有的教学资源,包括知识点讲授、算例分析、思政案例和最新技术动态等,完成初步的资源库建设。第二步,针对缺少教学资源的知识点或者现有资源不适合于本校学生基础的情况,利用 AI 技术进行资源自建。具体来说,教师可以利用 AI 技术生成与自己形象相符的数字人,然后制作成知识点讲授微课,还可以利用 AI 技术对教学视频中的知识点进行智能标记。资源库建设完成后,将资源库与知识图谱链接,这样学生就可以通过知识图谱,直接找到相应的学习资源。在后续使用中,还要根据 AI 的精准推荐和学生反馈,不断对资源库进行更新。知识图谱和资源库,能够为学生提供个性化学习,也为教师提供精准化反馈。

(2) 创新教学方法

通过引入 AI 助教,开展线上线下混合式教学和实现教学管理优化。在课堂教学中,教师仍然是发挥着决定性作用,但课程教学如果仅仅依靠教师,已经很难再有更大突破,要接受和学会使用 AI 技术来辅助教学和教学管理。现在很多智慧教学平台都提供了 AI 助教功能[6],既可以参与到课堂教学中,也可以进行课前学情监控以及课后辅导[4]。例如,教师根据课程内容的难易程度和学生基础,将一部分知识点以线上学习的方式让学生自学,在一定程度上解决电动力学中理论推导占用大量课堂时间的困难。教师根据 AI 助教的学情分析数据在课堂上对相关知识点进行补充和评价。在课堂上,利用 AI 助教发起签到、答题等任务,可以提高课堂效率;也可以进行提问、学生互动等,提升课堂趣味性。在课后,AI 助教能发挥更大作用。例如,可以 24 小时在线对学生提问进行答疑;还可以在后台监控学生的学习情况,并有针对性地向学生推荐学习资源来巩固知识点学习。教师在备课时,可以根据 AI 助教提供的学情分析数据,及时调整课堂教学;利用 AI 技术设计和美化 PPT,挖掘知识点和案例中的思政元素等,有效减少教师备课时间。

(3) 深化课程思政

为解决思政建设方面的不足,主要分为两步。首先是进行思政元素的深度挖掘与教学融合。结合课程目标和毕业要求,利用 AI 技术对电动力学的发展历史、中外物理学家以及电磁场电磁波相关科技发展前沿等进行梳理,深度挖掘思政元素。基于知识图谱与资源库,利用 AI 技术将挖掘出的思政元素与课程知识点教学进行融入设计。

还要进行课程智能评价体系的构建。借助 AI 技术在超星平台全面收集学生的过程性学习数据，根据学生观看教学和思政视频资源的时长、参与教学互动和思政讨论的活跃度、作业等任务完成质量等数据形成客观评价，再结合教师对学生的观察、交流等主观评价，多维度精准评价学生的学习情况。另一方面，教师以学生评价为基础，借助 AI 发现教学问题和短板，及时调整优化教学内容与方法，为学生提供更精准的教学方案，实现教与学的良性互动，提升育人实效。

3.2. 实施方案

按照课程教学的顺序，以电动力学中 7.3 狭义相对论的基本原理和洛伦兹变换这一小节为例，来详细介绍知识图谱、课程资源以及 AI 助教在电动力学教学改革中的实施方案，以及如何解决电动力学课程的教学难点、教学模式单一、课程思政建设等问题。

(1) 课前准备及线上教学

首先，教师根据授课内容，让 AI 助教向学生发送 7.3 小节的课程资源，让学生进行预习。AI 助手向学生推送知识图谱中“狭义相对论的基本原理”、“间隔不变性”、“洛伦兹时空变换”、“洛伦兹速度变换”4 个知识点的资源，包括视频、课件、在线测试等。然后，教师制定初步教学方案，并利用 AI 技术辅助备课，如生成课堂互动测试题目，挖掘思政元素等。如图 1 所示，就是利用 AI 技术针对狭义相对论中的“相似性原理”挖掘思政元素和设计融合思路。学生根据 AI 助教推送的资源进行线上学习、完成测试，并由 AI 助教记录每个知识点的学习情况。在上课之前，教师根据 AI 提供的学情分析报告，了解学生的预习情况，对教学内容和讲授重点进行及时调整。

请根据电动力学课程狭义相对论的相对性原理，挖掘思政元素，并提出课程思政的设计思路框架。



Figure 1. Using generative AI to explore ideological and political elements and design of integration strategies for a certain knowledge point

图 1. 利用生成式 AI 对某一知识点进行思政元素挖掘和融合思路设计

(2) 线下教学

电动力学的课程内容,决定了它仍然要以“讲授法”作为课堂的主要教学方式。教师在课堂上进行知识点的讲授,并融入课程思政,对于学生课前反馈的掌握不好的知识点(如洛伦兹变换的推导)进行重点讲解。教学中穿插利用 AI 助教进行出勤情况统计、向学生出题进行师生互动、记录学生在线测试数据等,教师根据实时的答题情况对知识点进行巩固讲解。

(3) 课后反馈与线上教学

在课后,教师向学生推送课程作业,学生在完成作业的过程中可以随时通过知识图谱资源对知识点进行复习和巩固,也可以向 AI 助手进行提问, AI 助手将记录每一名学生的问题。作业批改后, AI 助教能够根据每名学生的完成情况,进行有针对性地推送学习资源和测试题目。最后,教师根据学生的课后作业情况以及 AI 记录的学生问答等情况,在下一节线下课堂讲授“狭义相对论的时空属性”这一部分新内容前,复习上一节课中学生掌握较差的知识点。

3.3. 实施效果评价

AI 赋能电动力学的精准化教学仍在不断地建设和完善中,目前仅在课程的第二章(静电场)和第七章(狭义相对论)的讲授中进行了初步试验。从学生调研反馈来看,85%的学生认为 AI 助教答疑和推荐资源可以很好弥补学生在公式推导和知识点理解等方面的不足;从学生考核结果来看,在静电场和狭义相对论部分相关知识点考核的得分率明显高于其他章节,课程总评通过率从 67%提高到 78%。从目前的试验结果来看,采用 AI 技术赋能电动力学课程的精准化教学应用探索初见成效,后续将会继续进行完善。

4. 结束语

本文对 AI 技术赋能电动力学课程教学改革建设进行了初步探索,尝试通过 AI 技术进行教学资源丰富、教学方法创新、课程思政深化改革等手段,来解决电动力学课程教学难度大、形式单一、资源不足以及思政建设不完善等问题,为实现精准化教学、提高教学效果提供参考。

然而在实践中也发现一些问题,例如:完全依赖于 AI 技术生成的教学资源可能存在偏差,这就需要建立“AI 初筛 + 教师审核”的机制来确保教学资源的准确性;另一方面,在利用 AI 技术进行学情监控时,可能会面临学生个人信息和数据安全方面的隐患,这就需要学校与相关教学平台在数据加密存储、权限管控方面筑牢安全防线;第三,对于一些教师在 AI 技术应用能力不足等情况,需要授课团队定期进行集体备课,不断挖掘和探索更多符合电动力学课程特点的 AI 应用场景,加强教师对 AI 技术的掌握和应用能力。

最后,需要强调的是,以 AI 技术赋能专业课程精准化教学,教师仍然是课程教学的主导, AI 技术仅是丰富课堂教学、实现精准化教学的工具,教师在教学设计、内容讲授、资源审核以及思政融合与人文关怀等方面,是 AI 技术所无法替代的。

基金项目

2025 年辽宁科技大学本科教学改革研究项目:人工智能在精准化教学中的应用探索——以电动力学为例(XJJG202514); 2025 年辽宁科技大学教育科学研究项目:“新工科”背景下基于产教融合的应用型光电专业人才培养模式研究(GJ25YB10)。

参考文献

- [1] 梁宇, 赵玲, 王双印, 等. 面向物理拔尖创新人才培养的“电动力学”课程教学改革与实践[J]. 大学物理, 2025, 44 (8): 60-66.

-
- [2] 张俊, 崔玉, 唐亚陆. 电动力学的教学难点分析及其改革探讨[J]. 物理通报, 2025, 01: 15-17.
 - [3] 徐淑娟, 王宇星, 沈火明. 数字赋能高校课程建设的实践与思考[J]. 科教导刊, 2024, 29(10): 226-228.
 - [4] 王友年, 宋远红, 张钰如. 电动力学[M]. 北京: 科学出版社, 2020.
 - [5] 田翠锋, 刘艳红, 梁建峰, 等. 电动力学混合式教学质量影响因素及改进措施[J]. 物理与工程, 2023, 33(5): 111-116.
 - [6] 杨小龙, 何维, 聂伟. AI 赋能的移动通信课程教学改革探索[J]. 科教导刊, 2024, 24(08): 74-76.