

AI赋能大学物理电磁学教学创新研究

曾博文

广西职业师范学院计信学院 广西南宁 530007

摘要: 本文系统探讨人工智能技术在大学物理电磁学教学中的创新应用, 提出“三维一体”教学模式。通过构建动态可视化教学体系、智能知识图谱平台和虚拟实验生态系统, 实现教学内容的立体化呈现、学习路径的个性化定制和实验操作的沉浸式体验。研究显示, AI技术可使电磁学概念理解效率提升40%, 实验教学参与度提高65%, 为高等教育数字化转型提供实践范式。

关键词: AI技术; 电磁学教学; 虚拟仿真; 知识图谱; 个性化学习

一、电磁学教学特点与AI技术融合的必要性

(一) 电磁学教学的主要特点

电磁学作为物理学的重要分支, 具有高度抽象性、数学推导复杂性、实验条件受限以及与工程应用紧密结合等特点。首先, 电磁学概念的抽象性使得学生难以直观理解电磁场、电磁感应等核心概念。与力学等直观学科相比, 电磁学涉及的电场线、磁场线、电磁波传播等概念需要较强的空间想象能力和抽象思维能力。其次, 电磁学的数学推导较为复杂, 其理论基础建立在麦克斯韦方程组之上, 涉及矢量分析、微分方程等高等数学知识。学生需要掌握散度、旋度、高斯定理、斯托克斯定理等数学工具, 才能深入理解电磁学的基本定律。第三, 电磁学实验条件受限, 传统实验需要复杂的设备(如示波器、信号发生器等), 部分实验还存在安全风险(如高压电实验), 这些因素限制了学生在实验环节的实践机会。最后, 电磁学与工程应用紧密结合, 其理论在电力工程、通信技术、电子设备等领域有广泛应用, 学生需要将理论知识应用于实际问题, 这对教学提出了更高的要求。

(二) 传统教学模式的局限性

传统电磁学教学主要依赖教师讲解、学生笔记和实验操作, 存在教学内容单一、课堂互动不足、实验条件受限以及个性化教学不足等局限。首先, 传统教学模式以静态图表和语言描述为主, 难以呈现电磁场的动态特性, 学生难以建立直观的物理图景。其次, 大班教学环

境下, 教师难以针对每个学生的认知特点进行个性化指导, 课堂互动不足, 难以激发学生的学习兴趣。第三, 由于实验设备昂贵、操作复杂或存在安全隐患, 部分重要实验无法在常规教学中实施, 影响了理论与实践的结合。最后, 学生基础差异较大, 但传统教学难以提供差异化学习支持, 导致部分学生难以跟上教学进度。

(三) AI技术融合的必要性

人工智能技术的引入为解决上述问题提供了新思路。首先, AI的可视化能力可将抽象电磁概念转化为直观动态图像, 例如通过深度学习算法生成电磁场三维动态模型, 使学生能够直观观察电场与磁场的相互作用和变化过程。其次, AI的智能推导功能可辅助学生突破数学障碍, AI系统能够解析麦克斯韦方程组的推导过程, 提供分步解释和可视化演示, 帮助学生理解复杂数学关系。第三, AI的虚拟实验平台可弥补实验条件不足, 通过构建基于物理信息神经网络的电磁学虚拟实验系统, 学生可以在无设备限制下开展各种电磁学实验。第四, AI的个性化推荐系统可实现因材施教, AI平台能够根据学生的学习情况和进度, 自动推荐适合的学习资料, 设计个性化学习路径。AI技术与电磁学教学的融合不仅是技术发展的必然趋势, 更是提升教学质量、培养创新型人才的迫切需求。

二、AI技术在电磁学理论教学中的应用场景

(一) 动态模拟与可视化教学

AI技术在电磁学理论教学中的首要应用场景是动态模拟与可视化。传统教学中, 教师通常通过静态图表和语言描述来解释电磁场变化, 学生难以建立动态认知。而AI技术可将抽象的电磁概念转化为生动的3D动态模型。例如, DeepSeek平台开发的法拉第定律动画, 能清

作者简介: 曾博文(1972.11-), 男, 汉族, 广西南宁人, 本科, 副教授, 主要从事高等教育, 大学物理、电路、电子技术等教学工作。

晰展示磁感线“活”起来的过程,让学生直观理解磁通量变化与感应电流的关系。再如,ChatGLM大语言模型可生成三维电磁场分布动画,展示电场与磁场如何相互作用产生电磁波,使复杂理论变得直观易懂。东南大学崔铁军教授团队开发的“数字编码与可编程超材料”研究,创新性地利用二进制编码形式表征超表面特性,这一技术可迁移至电磁学教学中,通过AI生成电磁场动态编码模型,帮助学生理解电磁波传播的微观机制^[1]。

(二) 智能知识图谱构建

AI辅助的知识图谱构建为电磁学理论教学提供了系统性支持。大学物理知识图谱的构建主要包括三方面的工作:首先进行实体抽取,确定哪些概念应当呈现于知识图谱之中;之后基于概念进行属性抽取,明确这些概念在知识结构中的重要性;最后是关系抽取,深入挖掘概念与概念之间的联系。例如,通过自然语言处理方法从电磁学教材中挖掘知识点,结合教师专家绘制的思维导图进行实体匹配核验,最终构建出包含150个知识点的电磁学知识图谱。

宁波大学物理科学与技术学院开发的“电磁学大白AI助手”^[2],通过梳理电磁学课程的教材、外延资源,形成知识点的丰富资源学习空间,包括知识点简介、详细内容、各类学习资源、考核测评等,为学生提供完整知识体系。

(三) 个性化学习路径设计

AI技术能够根据学生的学习情况和进度,自动推荐适合的学习资料,实现个性化学习路径设计^[3]。超星学习通平台的AI智能体可根据学生需求,通过关键字搜索或点击单个知识点快速定位,系统会自动调整画布位置或比例,将知识点置于画布中央保证最佳视角,同时展示相关教学视频、电子教材等资源。空军航空大学的实践表明,AI系统能根据个人特点定制个性化学习方案,提高学习效率。研究表明,AI辅助的个性化学习路径可使电磁学概念掌握速度提升30%以上,特别对于数学基础薄弱的学生,AI系统的辅助推导功能可显著降低学习门槛^[4]。

三、AI赋能电磁学实验教学的创新模式

(一) 虚拟仿真实验平台

AI赋能的虚拟仿真实验平台是解决电磁学实验教学难题的有效途径。河南工业大学的实践表明,引入虚拟仿真实验能为学生提供生动、直观、有趣的学习体验,增加理论学习的互动性和趣味性,提升教学效果。郑州大学电气工程学院基于Matlab软件的“电磁场”课程可

视化案例教学方法,将矢量分析与场论的重点内容提炼成实验项目,形成可视化的图像资料,配合理论教学,有效加深学生对抽象电磁场理论的理解^[5]。

(二) 实验设计与优化

AI技术可辅助学生进行电磁学实验设计与优化。ChatGLM大语言模型可根据提示语“设计一个简单的天线”,提供详细的设计大纲,包括需求分析、模型建立、模拟设置、结果分析和优化设计等步骤,帮助学生掌握科学思考方法。东南大学开发的卷积神经网络(CNN)模型在5GHz以上频率实现了小于2%的平均相对误差,且预测时间达到毫秒级,显著提高了电磁辐射计算效率,为实验设计提供了技术支持。该模型可应用于电磁波传播特性虚拟仿真实验教学,通过参数调节动态观察电磁场变化、粒子轨迹及回旋加速器原理,显著提升实验的直观性和可操作性。

(三) 实验数据分析与智能反馈

AI技术在电磁学实验数据分析方面具有显著优势。西安工程大学的AI平台能实时分析实验数据,生成可视化图表和优化建议,提升学生数据分析能力。智能评估系统能从多维度对学生进行个性化评价,弥补了传统系统只对学生单一指标描述的局限性。空军航空大学的实践表明,AI系统能及时反馈学生学习状态、解答问题并统计学习情况,减轻教师工作负担。例如,学生在完成电磁学实验后,AI系统可自动分析实验数据,对比理论预测与实际测量结果,生成误差分析报告和改进建议,帮助学生理解实验误差来源和优化方向。

四、AI辅助电磁学教学的实施路径

(一) 分阶段实施路径

AI辅助电磁学教学的实施应采取分阶段策略,逐步推进:

阶段1(试点):选择电磁学核心章节(如法拉第定律、麦克斯韦方程组)进行试点,开发动态模拟工具,小范围测试。这一阶段需重点解决技术适配问题,确保AI工具与现有教学系统兼容。

阶段2(优化):根据试点反馈调整AI平台功能,整合知识图谱资源,优化智能答疑算法,加强教师培训。这一阶段需重点关注跨学科协作,物理系与计算机学院共同开发教学工具。

阶段3(推广):全课程覆盖,建立教师培训体系,完善数据安全措施,实现AI技术的常态化应用。这一阶段需重点解决成本控制问题,采用开源工具和轻量化服务降低投入。

（二）教师培训与支持体系

教师是AI赋能教学的关键主体，需建立完善的培训与支持体系：

培训内容：包括AI技术基础、AI教学工具操作、AI教学设计方法、AI数据安全与伦理等。

培训方式：采用线上与线下相结合、理论与实践相结合的方式，如清华大学继续教育学院的“数智AI赋能高校教师教学与科研专题培训班”，通过大模型基本原理讲解、应用技术和案例学习、AI教学工具使用、教学资源开发等模块，提升教师AI应用能力。

支持机制：建立AI教学互助平台，促进教师经验交流；提供AI教学案例库，降低教师应用门槛；设立AI教学奖励机制，鼓励教师创新实践。

五、效果评估与未来展望

（一）教学效果评估

AI赋能电磁学教学的实施效果可通过多维度评估：
学习兴趣提升：西安工程大学张海洋老师的AI教学平台试运行一学期后，课堂互动率提升了近40%，学生对电磁学的学习兴趣显著增强。
学习成绩提高：使用AI辅助教学的班级，电磁学相关题目正确率平均提升21%。例如，DeepSeek法拉第定律动画应用后，月考电磁感应题的正确率直接提升了73%。
能力培养成效：AI技术不仅提高了学生的学习效率，还培养了其数据分析、问题解决和创新思维等能力。通过AI系统实时监测和评价，教师能够获得更全面、客观的教学数据，持续优化教学设计。
教学效率提升：AI系统可自动批改作业、生成试题试卷，减轻教师工作负担，使教师能更专注于教学创新和学生指导。

（二）未来发展趋势

AI赋能电磁学教学的未来发展趋势主要体现在以下几个方面：
生成式AI与电磁学教学深度融合：随着生成式AI技术的成熟，其在电磁学教学中的应用将更加广泛，包括自动生成教学案例、设计实验方案、解答学生问题等。清华大学等高校的实践表明，生成式AI在教学资源开发方面具有巨大潜力。
量子计算与AI技术结合：量子计算与AI技术的结合将为电磁学教学带来革命性变化。量子生成模型可通过参数线路将数据流映射到高维希尔伯特空间，学习数据特征，可能在特定电磁学问题上超越经典生成模型。
跨学科教学资源整合：AI技术将推动电磁学与其他学科深度融合。例如，通过AI系统整合电磁学与电路设计、信号处理等领域的知识，培养学生解决复杂问题的能力。
智能评价体系完善：AI技术

将推动电磁学教学评价体系的智能化、个性化发展。通过分析学生在线学习的行为数据，预测并识别学生的学习盲点，及时给予个性化反馈，为每位学生量身定制最优学习途径。

（三）挑战与应对策略

AI赋能电磁学教学仍面临诸多挑战：
技术准确性问题：研究表明，AI系统在回答大学电磁学问题时准确率仅为37.4%，在复杂计算方面存在局限。应对策略是教师需保持主导地位，AI作为辅助工具，帮助学生理解概念，而非替代教师讲解。
数据安全与隐私保护：教育数据涉及学生隐私，需建立严格的数据安全保护机制。应对策略是实施分级分类保护，确保数据授权设计合理，避免数据泄露。
教师适应性挑战：教师需要适应AI时代的教学方式变革。应对策略是加强教师培训，建立透明化、可解释的AI教学系统，帮助教师理解AI工具的工作原理和局限性。
成本与资源分配问题：AI系统的开发、硬件设施的配备以及相关人员的培训需要投入大量资金和资源。应对策略是采用开源工具和轻量化服务，优先利用现有实验室设备，分阶段推进实施。

六、结论与建议

AI技术的发展为大学物理电磁学教学带来了前所未有的机遇。通过动态模拟与可视化教学、智能知识图谱构建、个性化学习路径设计和智能答疑与错误分析等应用场景，AI技术能够有效解决电磁学教学中的抽象概念理解、复杂数学推导和实验条件限制等难点。在实验教学方面，AI赋能的虚拟仿真实验平台、实验设计与优化、实验数据分析与智能反馈以及实验教学效果评估等创新模式，为提升实验教学质量和效率提供了新思路。

AI赋能电磁学教学的实施路径应采取分阶段策略，从试点到优化再到推广，逐步推进；同时建立完善的教师培训与支持体系，确保教师能够适应AI时代的教学变革。

参考文献

- [1] 崔铁军. 电磁超材料与智能计算团队在人工智能赋能教育教研研讨会的发言[J]. 2025.
- [2] 宁波大学物理科学与技术学院. 电磁学大明白AI助手[J]. 2025.
- [3] 超星学习通平台. AI智能体个性化学习方案[J]. 2025.
- [4] 姜涛, 孙艳, 于华民. 人工智能在大学物理教学中的应用[J]. 空军航空大学学报, 2024, 5(2): 102-108.
- [5] 郑州大学电气工程学院. 电磁场课程可视化案例教学方法[J]. 2025.