

人工智能助力大学物理实验教学应用场景分析

阎晓庆

武警工程大学基础部，陕西 西安

收稿日期：2025年12月24日；录用日期：2026年1月26日；发布日期：2026年2月5日

摘要

大学物理实验作为培养学生科学思维和创新能力的重要载体和核心实践环节，具有不可替代的地位和作用。本文顺应数智化教育发展的态势，结合传统大学物理实验教学中存在的痛点问题，从学生和教师两个层面，课前、课中、课后三个环节综合考量分析了人工智能助力大学物理实验教学预习提质增效、课堂改革创新、课后智辅精析的有效举措，并分析了人工智能使用的局限性，实现教学资源的高效利用，帮助教师优化教学效果，让培养学生探究思维和创新能力有效落地。

关键词

人工智能，大学物理实验，应用场景，改革创新

Analysis of Application Scenarios of Artificial Intelligence Facilitating University Physics Experiment Teaching

Xiaoqing Yan

Basic Department of Engineering University of PAP, Xi'an Shaanxi

Received: December 24, 2025; accepted: January 26, 2026; published: February 5, 2026

Abstract

College physics experiments, as an important carrier and core practical link for cultivating students' scientific thinking and innovation ability, hold an irreplaceable position and play an irreplaceable role. This article conforms to the development trend of digital and intelligent education, and in combination with the pain points existing in traditional college physics experiment teaching, comprehensively considers and analyzes the effective measures of artificial intelligence to assist in improving the quality and efficiency of college physics experiment teaching preview, classroom reform and

innovation, and intelligent auxiliary analysis after class from the perspectives of both students and teachers, and the three links of before class, during class, and after class, so as to achieve the efficient utilization of teaching resources. Help teachers optimize teaching effectiveness and effectively implement the cultivation of students' inquiry-based thinking and innovative abilities.

Keywords

Artificial Intelligence, College Physics Experiment, Application Scenarios, Reform and Innovation

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

在当今数字化时代，以 ChatGPT 为代表的自然语言处理模型，以 Sora 为代表的视频生成模型以及国内 DeepSeek、Kimi 和豆包等各种类型人工智能技术的不断涌现和创新，昭示着人工智能在各个行业领域的不凡影响力。随着教育数字化转型和智能升级呈加速发展态势，人工智能在教育领域同样也拥有无限潜力和广阔前景。人工智能技术与教育教学各环节开始全面深度融合，缔造了智慧教育新形态[1][2]，在数智化教育蓬勃发展的时代背景下，人工智能技术在大学物理实验教学中也发挥着重要的作用，使教师角色有效转换、实验手段更加丰富、实验内容更倾向于高阶性和挑战度的有效落实，推动大学物理实验教学从“操作验证”向“深度探究”升级，更有利于培养学生的科学思维和创新能力。

本文立足大学物理实验传统教学的现实痛点，分析人工智能在课前、课中和课后三个教学场景中的具体应用。不仅为教师拓宽了教学思路，推动了教学手段从“经验驱动”向“数据赋能”的革新[3]，切实提升了实验教学的精准度与质量，而且通过智能化指导与探究式学习场景的构建，助力学生突破传统实验的认知局限，深化对物理规律的理解，进而高效培养其科学探究能力与批判性思维。

2. 传统大学物理实验教学的痛点

大学物理实验是培养学生科学素养、实践能力和创新思维的关键环节。然而，传统教学模式长期存在以下几个方面的教学痛点[4][5]。

2.1. 课前预习低效，效果衡量缺失

2.1.1. 预习形式单一，认知深度不足

当前学生预习主要依赖教材、实验指导书等静态文字材料，内容以理论阐述、步骤罗列为主，缺乏直观性和互动性。对于涉及力学平衡、电磁感应、光学干涉等抽象实验原理，以及仪器组装、参数调试等实操要点，仅靠文字描述难以让学生建立清晰认知。缺少动态演示视频、虚拟仿真操作平台等辅助工具，学生无法提前“上手”体验实验流程，难以预判操作中的关键节点和易错环节，导致预习停留在“读文字”层面，无法将理论知识与实验实践建立有效关联，对实验核心逻辑的理解流于表面。

2.1.2. 预习指导缺位，目标定位模糊

预习环节多为学生自主完成，缺乏教师的针对性引导。学生往往不清楚预习的重点方向，比如应优先掌握哪些原理公式、聚焦哪些操作规范、思考哪些探究性问题，容易陷入“逐字阅读却抓不住核心”的困境。同时，没有分层预习任务设计，基础薄弱学生可能因看不懂复杂原理而放弃预习，基础较好学

生也难以通过预习获得深度思考的启发，进一步加剧了预习效果的两极分化。

2.1.3. 效果数据空白，学情预判滞后

教师课前无法获取学生预习的有效数据支撑，既不能知晓学生对实验原理的掌握程度、对操作步骤的熟悉情况，也无法识别学生普遍存在的认知误区和疑难困惑。仅依靠课堂提问等传统方式了解预习情况，不仅覆盖面有限，且获取的信息零散、主观，难以精准把握班级整体及个体学生的预习状态，导致后续课堂教学无法针对性地弥补预习短板，教学起点设置与学生实际学情脱节。

2.2. 课中教学固化，探究价值弱化

2.2.1. 教学模式“一刀切”，适配性不足

班级内学生的理论基础、动手能力存在显著差异：部分学生对实验涉及的物理公式推导、仪器工作原理理解透彻，动手操作熟练度高；而另一部分学生可能对基础概念尚未夯实，仪器使用存在畏难情绪。教师采用统一的实验目标、固定的操作流程和单一的评价标准，会使基础薄弱学生因无法跟上教学节奏，频繁出现操作失误，逐渐产生挫败感和放弃心理；基础扎实的学生则因任务缺乏挑战性，难以激发探索欲望，只能机械重复既定步骤，无法实现能力的进一步提升。

2.2.2. 教学过程重“流程”，轻“探究”

当前实验教学多以“按部就班完成操作、获取预期数据”为心目中的核心目标，教师过度强调步骤的规范性，对实验背后的探究逻辑引导不足。例如，在“伏安法测电阻”实验中，仅要求学生按照给定电路连接仪器、读取数据，却未引导学生思考“不同电路接法对误差的影响”“如何根据待测电阻特性选择电路”等探究性问题。学生在实验中被动执行指令，缺乏独立思考、自主设计实验方案的机会，实验的“探究属性”被弱化，难以达到培养科学思维和创新能力的教学目的。

2.2.3. 个性化指导缺失，互动效能低下

课堂上教师需同时兼顾多个小组，精力有限，难以关注到每位学生的操作细节和思维过程。对于学生在实验中出现的操作错误、数据异常等问题，往往只能给出笼统的纠正建议，无法深入分析问题根源；对于学生提出的个性化疑问，也难以进行充分的一对一解答。这种“粗放式”指导模式，导致学生的具体问题无法及时解决，错误认知可能持续固化，严重影响实验学习效果。

2.3. 课后评价片面，反馈机制薄弱

2.3.1. 评价体系单一，维度覆盖不全

大学物理实验成绩评定多依赖实验报告和最终数据，缺乏对实验全过程的综合考量[6]。实验报告仅能反映学生对实验结果的整理能力和文字表达能力，无法体现实验操作的规范性、数据记录的真实性、团队协作的有效性以及遇到问题时的解决能力；最终数据的优劣也可能受仪器精度、实验环境等客观因素影响，难以真实反映学生的学习投入和能力水平。这种“重结果、轻过程”的评价方式，无法全面衡量学生的实验素养。

2.3.2. 批改反馈浅层，指导价值有限

实验报告批改主要由教师人工完成，面对大量报告，教师往往只能聚焦“数据是否正确、步骤是否完整”等表层问题，给出“对/错”的简单评判，缺乏对数据误差来源的深度分析、实验逻辑漏洞的精准指出以及改进方案的具体指导。例如，学生实验数据误差较大时，教师未说明是源于操作不当、仪器校准问题，还是理论公式应用偏差，导致学生无法针对性地修正不足，难以从错误中积累经验。同时，人工批改耗时耗力，反馈周期长，学生收到反馈时已淡忘实验细节，反馈效果大打折扣。

2.3.3. 答疑跟踪缺失，学习闭环断裂

课后学生在整理实验报告、复盘实验过程中常会遇到新的疑难问题，但缺乏便捷、及时的答疑渠道。教师课后与学生的互动有限，难以主动掌握学生的课后学习状态和思想动态，无法及时为学生答疑解惑。此外，缺乏对学生整个学期实验学习过程的跟踪机制，无法系统梳理学生在不同实验项目中的成长轨迹、薄弱环节，难以形成“预习-课堂-课后”的完整学习闭环，不利于学生实验能力的持续提升。

3. 人工智能助力大学物理实验教学改革创新

随着数字时代的到来，人工智能不仅能够助力教学模式革新还能够实现个性化服务和各种资源的有效提升。因此，面临大学物理实验传统教学中存在的痛点问题，将人工智能技术和传统教学有机融合，可以从多个维度优化教学效果，提升教学质量，为破解教学中遇到的各种难题提供了全新的解决方案。

3.1. 人工智能助力课前预习提质增效

3.1.1. 个性化预习路径生成

人工智能不仅可以帮助教师在课前答疑解惑而且能够通过前置测验分析学生过往学习数据，评估其知识薄弱点，生成个性化练习测试题以及智能推荐个性化的预习材料，实现“因材施教”，确保每位学生在进入实验室前都具备必要的知识基础，大大提高预习效果，图1为利用人工智能小程序进行的课前问卷调查情况。



Figure 1. Data from the pre-class questionnaire survey

图1. 课前问卷调查数据

3.1.2. 虚拟仿真实验有机融入

大学物理实验虚拟仿真实验的有机融入能有效弥补传统实体实验的局限，突破时空限制，从安全性、教学适配性和能力培养多个维度提升教学效果[7][8]。学生通过AI驱动的虚拟仿真平台进行操作预习，不仅可以提前熟悉实验仪器和操作流程，化抽象为具体，加深对大学物理实验的理解；同时虚拟仿真实验还具有强大的可重复性和试错空间，允许学生在极端条件和不同参数下观察实验现象，培养学生科学探究精神和创新能力，图2所示为我校的实验室仿真教室和常用的物理实验仿真平台网站用以课前虚拟仿真实验的落实。

3.1.3. 精准掌握学生预习效果

教师可以借助人工智能多维度捕捉预习数据，全面评估学生预习效果，精准掌握学生预习过程中遇到的难点、堵点和卡点，明确教学靶向，分层分类制定个性化的教学方案。



Figure 2. Virtual simulation experiment platform for college physics experiment

图 2. 大学物理实验虚拟仿真实验平台

3.2. 人工智能助力课中教学三维赋能

3.2.1. 智能问答与讨论引导

人工智能在教师课中教授环节中正逐渐从辅助工具向协同角色转变[9] [10]，它可以在教师课中讲授过程中配合教师针对实验原理、器材使用和数据异常等重难点问题进行实时提问和讨论引导，帮助教师实现实验教学的个性化和智能化，使教师从重复性工作中解放出来，专注于更高层次的启发和指导。它也可以提供不同深度的讨论引导，对于基础薄弱的学生更侧重于对实验原理和操作步骤的理解与巩固，对于学有余力的学生提出开放式、拓展性的问题，帮助学生打开思路，深度思考解决问题。

3.2.2. 仪器参数自动化校准和优化

人工智能可以通过数据采集、CV 算法、控制接口等获取仪器状态和数据，评判仪器当前状态从而实现对仪器参数的自动校准和优化，不仅可以消除人为操作带来的偶然误差和主观判断差异，而且可以在实验过程中实时监测仪器状态，并进行动态优化。不仅可以帮助学生观察到更优化的实验过程和更精确的实验结果，也可以自动记录仪器性能衰变情况，为实验室管理提供预测性维护数据。

本文以“迈克尔逊干涉仪的调节与使用”实验为例，简要说明人工智能在助力仪器参数自动化校准和优化技术路线、逻辑框架和所依据的算法原理。迈克尔逊干涉仪实验可以利用 AI 视觉引导的主动调节闭环系统聚焦于解决传统实验中光路准直难、条纹获取慢、测量计数易错三大痛点问题，逻辑架构如图 3 所示。

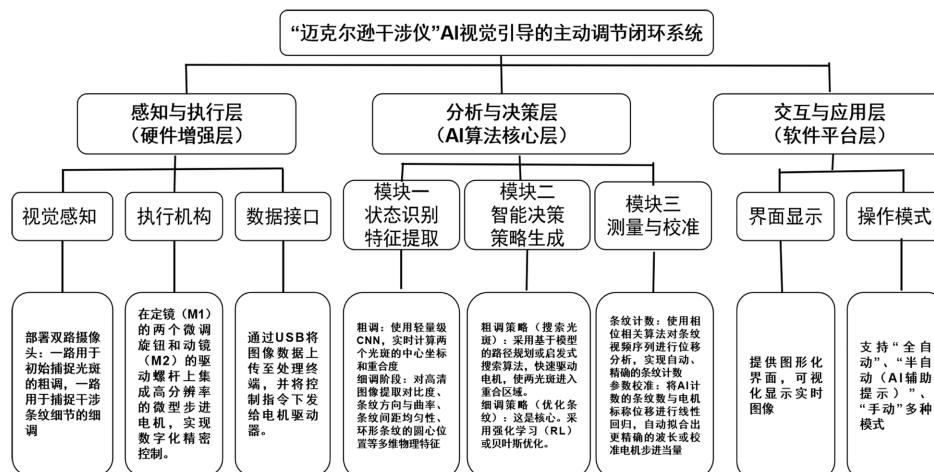


Figure 3. Logical framework of AI vision-guided active adjustment system

图 3. AI 视觉引导主动调节系统逻辑框架

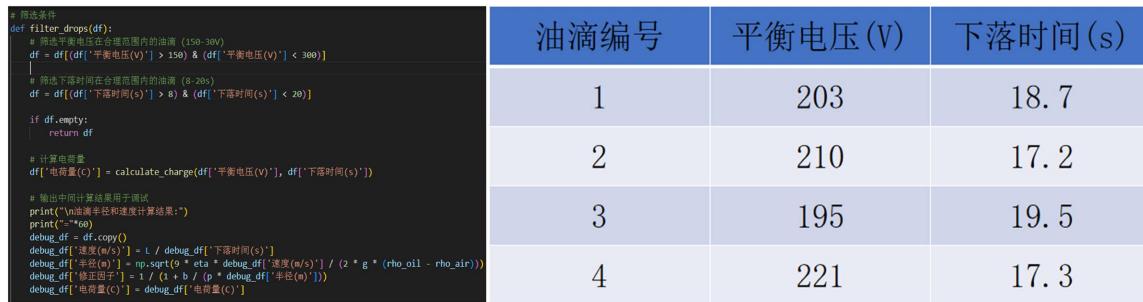
“迈克尔干涉仪”AI 视觉引导的主动调节闭环系统的算法原理为：特征提取和模板匹配使用计算机视觉算法(CV)；快速判断条纹状态和预测当前移动距离使用机器学习/深度学习(ML/DL)；优化与决策算法使用强化学习(RL)和贝叶斯(BO)优化。

通过实例分析发现，将迈克尔逊干涉仪与 AI 视觉感知和智能决策控制相结合，优化了迈克尔逊干涉仪的测量和校准，实现了提升实验效率，提高测量精度的效果。

3.2.3. 数据自动采集和智能纠错

人工智能技术可以利用各类传感器和数据采集卡将“硬件联动”和“算法分析”双路径融合实现数据的自动采集与智能纠错，替代人工操作与判断，提升实验效率和准确性[11]。例如牛顿环实验中的环间距的自动采集就可以利用人工智能通过图像采集 - 预处理 - 特征定位 - 距离计算来实现。密立根油滴实验可利用 Python 软件编程帮助学生从大量数据中自动筛选下落速度适中、形态清晰明显的油滴进行处理，提高实验效率。图 4 为利用 Python 软件编程的程序以及利用该程序筛选出的合适油滴的有效数据。

人工智能也能与实验设备联动，自动记录原始数据，并实时进行初步处理(如绘制图表、拟合曲线)。人工智能可以快速识别异常数据点，并提示学生检查或分析原因，引导学生从“测数据”转向“分析数据、发现规律”。



油滴编号	平衡电压(V)	下落时间(s)
1	203	18.7
2	210	17.2
3	195	19.5
4	221	17.3

Figure 4. Programming code of the Millikan oil-drop simulation in Python and the selected appropriate data

图 4. 密立根油滴 Python 软件编程语言和筛选出的合适数据

3.3. 人工智能助力课后教学智辅精析

3.3.1. 答疑辅导智能化

人工智能基于实验教学知识库(涵盖原理、操作、误差分析等)，建立课后答疑智能助手，为学生提供 24 小时个性化答疑服务。学生随时可以通过自然语言提问、就实验报告撰写、数据处理、误差分析和原理深化等问题寻求帮助，填补课后教师辅导的空白。

3.3.2. 教学评价多样化

人工智能融入课后评价体系，能够突破传统单一、结果导向的评价模式，构建一个多维度、全过程、个性化的综合评价体系。通过回溯学生课前预习阶段观看视频的时长、课前测的准确率、仿真模拟操作的完成率；课中回答问题、讨论互动、实验操作的表现以及课后实验报告的完成情况打破传统“仅看实验报告分数”的单一评价模式，从“过程 + 结果 + 能力”三个维度实现精准评价。

3.3.3. 学习跟踪动态化

利用人工智能可以为每位学生建立“大学物理实验学习档案”，动态跟踪学习效果并生成可视化反馈。从课前、课中和课后三个环节全流程采集学习数据，记录学生各环节学习表现和成绩。同时，人工智能可以帮助教师将异构数据自动清洗、打标，结构化的存储到每个学生独有的学习档案中[12]，绘制学

生整个学期甚至整个学年的能力发展曲线，动态显示学生的学习状态，教师可以根据这些数据，精准掌握学生情况，及时给予提示和纠错，帮助学生个性化成长。

4. 人工智能助力大学物理实验教学的局限性分析

人工智能在大学物理实验教学中扮演着高效赋能的重要角色，它不仅助力课前预习提质增效；课中教学智能问答与讨论引导、仪器参数自动化校准和优化以及数据自动采集和智能纠错；课后教学精确指导，优化物理实验教学模式，提升物理实验教学质量。但人工智能受其自动化操作易弱化学生动手实践能力的培养，对于专业知识的深层次多角度理解可能会出现错情，算法化的数据处理与结论生成会跳过科学探究的关键环节，限制学生批判性思维与创新能力的发展，通用模型难以适配多领域实验的差异化需求，且依赖高质量数据输入，易因原始数据偏差导致结果失真；同时，人工智能无法精准捕捉学生的思维困惑与情感需求，难以替代教师的面对面启发式指导与思政育人渗透，还存在催生学术诚信问题以及数据泄露等安全风险。因此，大学物理实验教学还需要以教师传授为主，人工智能为辅，二者协同互补，既保障学生扎实掌握实验技能与科学方法，又以技术手段优化教学流程，提升教学效率。

5. 结论

人工智能技术与大学物理实验教学的深度融合，为破解传统教学困境、升级教学模式提供了核心驱动力。一方面，它能赋能教师革新教学手段，将教师从重复性、事务性工作中解放出来，使其有更多精力聚焦于教学内容的深度和挑战度的设计，从而从根本上提升教学质量；另一方面，它能精准对接学生的个性化学习需求，通过沉浸式、互动式的学习场景搭建，打破“被动接受知识”的传统模式，有效启发学生的科学思维，助力其在实践中提升创新能力与探究素养，真正实现“做中学、学中探、探中悟”的高阶学习效果。

本文从课前预习低效，效果衡量缺失；课中教学固化，探究价值弱和课后评价片面，反馈机制薄弱三个方面展开详细分析了大学物理实验教学目前面临的教学痛点，以此为切入点，紧扣课前预习、课中教学、课后答疑辅导及评价三大关键教学场景，系统梳理并详细分析了人工智能技术的具体应用场景，为人工智能技术有序、高效融入大学物理实验课堂教学提供了兼具针对性与可行性的理论支撑，为推动大学物理实验教学从“经验驱动”向“数据驱动”“智能驱动”转型提供了清晰的实践思路。

基金项目

2025年武警工程大学教育教学计划项目(批准号：WJX2025011)。

参考文献

- [1] 郑庆华, 董博, 钱步月, 等. 智慧教育研究现状与发展趋势[J]. 计算机研究与发展, 2019, 56(1): 209-224.
- [2] 段薇静. 我国智慧教育研究现状、热点与发展趋势分析[J]. 科技传播, 2024, 16(1): 68-72.
- [3] 曾春华, 王旭明, 李敬源. 数智化背景下大学物理实验课程的实践育人路径探索[J]. 物理与工程, 2025, 35(3): 138-141.
- [4] 韩璐. 支架式教学法在大学物理实验教学中的应用[J]. 吉林省教育学院学报, 2016, 32(11): 68-70.
- [5] 李建华. 大学物理实验教学中的问题与改革策略探究[J]. 大学, 2020(12): 38-39.
- [6] 刘国荣, 王青, 桑萃萃, 等. 大学物理实验课程学习评价模式优化研究[J]. 实验科学与技术, 2021, 19(3): 73-76.
- [7] 张珑, 陈镜宇, 王雪妍. 虚拟仿真实验在物理实验教学中的应用[J]. 湖北师范大学学报(自然科学版), 2024, 44(3): 62-66.

- [8] 陈晓洁. 虚拟仿真实验在大学物理教学中的融入[J]. 广西物理, 2024, 45(2): 70-73+84.
- [9] 程志颖. 人机协同教学模式下高职教师智能素养提升路径研究[J]. 信息与电脑, 2025, 37(17): 203-205.
- [10] 张翅飞. 论人工智能时代教师角色内涵面临的转化[J]. 教师教育论坛, 2021, 34(4): 23-26.
- [11] Srisawasdi, N. and Panjaburee, P. (2019) Implementation of Game-Transformed Inquiry-Based Learning to Promote the Understanding of and Motivation to Learn Chemistry. *Journal of Science Education and Technology*, **28**, 152-164.
<https://doi.org/10.1007/s10956-018-9754-0>
- [12] 杨保成. 以学生为中心的教学管理智能系统构建[J]. 世界教育信息, 2018, 31(21): 57.