

数字化教学模式在大学物理实验中的 实践与探索

赵诗禹, 徐世峰, 孙景超, 周永军, 栾玉国, 吴 迪

沈阳航空航天大学理学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2025年6月18日; 录用日期: 2025年7月17日; 发布日期: 2025年7月28日

摘 要

为提升本科教学质量, 满足高校人才培养需求, 沈阳航空航天大学物理实验中心积极进行教学改革。文章旨在探索大学物理实验数字化教学建设过程, 从课程建设到学生个性化培养的各阶段中采用数字化教学模式, 不仅能够提升教学效果, 同时也为学生的发展提供了强力保障。

关键词

大学物理实验, 数字化教学, 教学改革, 人才培养

Practice and Exploration of Digital Teaching Mode in College Physics Experiment

Shiyu Zhao, Shifeng Xu, Jingchao Sun, Yongjun Zhou, Yuguo Luan, Di Wu

College of Science, Shenyang Aerospace University, Shenyang Liaoning

Received: Jun. 18th, 2025; accepted: Jul. 17th, 2025; published: Jul. 28th, 2025

Abstract

To enhance the quality of undergraduate teaching and meet the demands of talent cultivation in higher education institutions, the Physics Experiment Center of Shenyang Aerospace University has been actively engaged in educational reform. This article aims to explore the process of digital teaching construction in college physics experiments. By adopting digital teaching models from course development to personalized student cultivation at all stages, it not only improves teaching effectiveness but also provides a strong guarantee for students' development.

文章引用: 赵诗禹, 徐世峰, 孙景超, 周永军, 栾玉国, 吴迪. 数字化教学模式在大学物理实验中的实践与探索[J]. 教育进展, 2025, 15(7): 1105-1110. DOI: 10.12677/ae.2025.1571328

Keywords

College Physics Experiment, Digital Teaching, Educational Reform, Talent Cultivation

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. 背景和意义

目前,随着人工智能和信息技术的发展,数字化教学模式已经广泛应用到高校领域。党的二十大报告强调“推进教育数字化,建设全民终身学习的学习型社会、学习型大国”[1]。这不仅为高校教育质量和教育创新提出了新的要求,同时也为接下来的高校教学模式指明了方向。利用数字技术打破时间与空间的限制,增强学生参与学习的程度,提升学生主观能动性与研究探索能力,形成正确的价值观导向,为培养高素质工程人才提供有效途径[2]。为了顺应时代的发展和教育的需求,数字化赋能高校教学将成为主流教学模式[3]。

物理学发展到当今时代,与实验的关系尤为密切,而且在许多边缘科学的建立过程中,物理实验也起到了桥梁的作用。物理实验在探索和研究新科技,以及在推动其他自然科学和工程技术发展中均起到了不可低估的作用。作为理工科院校,大学物理实验是理工类学生的公共必修课,是学生接受实验操作和实验技能的起点,并且实验课程内容丰富,与学生专业课程密切相关,可为未来的学习打下基础,为培养优秀工程技术人才起到不可替代的作用[4]。根据新工科人才培养需求,将数字化教学模式应用在我校大学物理实验教学中,以提升人才培养质量,满足国家相关产业发展[5]。

本科教学是人才培养的核心,是学校教学发展和改革的重要部分。我校大学物理实验课程以理工类本科学生为教学主体,高素质发展为主旨,紧紧围绕“一心三环”实践教学体系,统筹实验教学资源,构建功能集约、资源共享、开放充分、运作高效的实验教学平台,以“学生能力培养”为目标,优化实践教学内容,梳理并整合实验课程,拓展以航空航天为特色的综合性、设计性、创新性的实验教学项目。本文将分析我校大学物理实验数字化教学模式。

2. 大学物理实验数字化教学

大学物理实验是培养学生动手实践能力,巩固提升理论知识的基础课程,学生作为课程的主体,需要体现出其主观能动性,教师需要在课前做好课程内容的设计,课堂中做出有效提问与指导,从而增强课堂效果,课后根据学生实验报告情况进行教学评价和信息反馈,对授课效果进行反思与总结[6]。为满足教学需求,应该将数字化教学模式贯穿整个教学过程,突出新模式的长处,融合传统教学模式优点,打造精品实验课堂。

2.1. 课程建设

为提升本科教学质量,构建全面发展的人才培养体系,推进课程内容更新,深入贯彻习近平总书记关于教育的论述。本年度我校开展了本科教学大纲修订工作,利用数字化模式带来的便利条件,在教学大纲系统中,明确课程目标与毕业要求的对应关系,完善实验教学内容和要求,修正考核方式和评价标准,教学大纲的修订为接下来教学过程提供了明确方向。同时,利用教学大纲内容整合数据,形成知识图谱,知识图谱可以将大学物理实验相关知识点的关系以网状结构呈现,根据教学内容和知

识点的变化,知识图谱也会产生动态更新,教师可以根据知识图谱来筹备教学资源,深入挖掘知识点的关联性,丰富课上的教学内容[7]。通过学生评价系统采集学生的学习进度、实验选择偏好、实验成绩等信息,实现精准把控,为精准化教学提供依据,从而及时调整教学内容,以提供更有针对性的教学服务。

教育部关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见中明确指出,教材要反映出高校专业特色,鼓励编写符合人才培养模式和专业发展的新型教材[8]。沈阳航空航天大学物理实验中心深入贯彻教育部指示精神,完成编写大学物理实验教程教材,已投入到线下教学使用,包括基础性实验、综合性和设计性实验、研究性实验三部分。同时,数字化教材作为新型教材模式也应用到了当前教学中,大学物理实验教程数字课程与纸质教材一体化设计,紧密配合。数字课程涵盖多媒体资源,极大地丰富了知识的呈现形式,拓展了教材内容,学生通过登录网站或者扫描课程二维码即可进行访问,数字化教材在提升课程教学效果的同时,也为学生学习提供思考与探索的空间。

2.2. 线上线下教学融合

信息技术的发展,为学科教学模式的改进提供了新的途径[9]。考虑到各专业学生的学习需求不同,我校大学物理实验采用了开放式线上选课系统,学生参照学时要求和时间安排,以及个人专业特点,选择适合自己的实验课时,不仅为学生个人发展提供了合适的条件,同时也为各专业的支撑提供了保障。根据传统实验教学的经验,学生普遍缺乏预习的主动性,导致课上实验效率较低,由于一些实验难度较大,学生无法在固定时间内完成实验,并且容易出现错误操作的现象。为解决相关问题,我校物理实验中心利用超星学习通为学生提供了线上教学资源,包含了上下两个学期共 36 个实验项目,每节实验项目中涵盖我校教师录制的完整教学视频和预习测试题,学生通过线下教材阅读,线上观看教学视频和完成测试题来进行预习,教师依据学生的线上测试情况,调整课上的讲解重点,同时教师根据学生的完成度作为预习评价的依据,该方式有效提升了学生的学习主动性,课上的实验效率也得以提高。

本着“立德树人”的教学理念,线下教学过程中,通过多媒体教学设备,每节实验项目中除了实验原理的讲解和实验操作流程以外,还为学生展示实验相关的物理学史和最新科研成果,使其了解国内外物理学发展进程,激发学生的学习兴趣,增强学生勇于探索,敢于创新的信心。为响应了国家高质量教育体系计划,将课程思政元素巧妙地融入到教学过程中,让学生树立正确的世界观和价值观,用辩证唯物主义的视角看待事物的发展[10]。

作为省级虚拟仿真实验教学中心,我校物理实验线下教学融入了虚拟仿真实验和 VR 实验,为学生提供了大量的虚拟仿真实验资源,同时 VR 实验契合了我校航空航天特色,本着虚实结合,能实不虚的原则,让学生在多维度下完成传统实验难以完成的内容,打破了时间与空间的束缚,提供了安全的实验环境,全新的教学途径为培养自主探究、协同合作的高素质人才提供了便利条件。

2.3. 数据处理与误差分析

实验过程中,由于受到外界环境和学生主观操作的影响,使测量结果存在一定的误差。为了评估数据测量的精确度,需要对数据进行处理和误差分析,常用的处理方法有列表法、作图法、最小二乘法等,但是学生手绘作图或直线拟合效果并不理想,一些计算量较大的实验计算结果也容易出现错误。按照大学物理实验课程教学基本要求,在教学过程中鼓励学生使用 Origin、Excel、MATLAB、Mathematica、Python 等常用计算机数据处理软件和编程语言进行数据处理,有效提升绘图和计算的正确率,根据误差分析总结误差来源,对结果进行修正,培养学生实事求是,严谨求学的科学态度[11]。

2.4. 个性化培养

按照新工科人才培养的需求,我校大学物理实验课程坚持以培养具有创新能力的应用型人才为目标,通过多维考核方式实现人才培养的多样性和立体化,每学年开展创新性物理实验,参照课程评价和竞赛成果招录 100 余名学生进行自由组队,实验内容包括基础实验方法的创新和改良、实验仪器的制作、交叉学科的实验应用、虚拟仿真实验平台的搭建等。学生自主查阅文献选择合适的实验题目,队员们利用各自的专业优势进行分工合作,定期向指导教师汇报成果,在教师的指导下进行改进和完善。指导教师鼓励学生将数字化技术融入到研究过程中,为工作的推进提供便利条件。创新性物理实验不仅培养了学生求真务实、合作创新的精神,同时也为学生参加科技竞赛打下了坚实基础。我校物理实验中心将秉持目标继续开展并改进创新物理实验,为应用型人才培养提供优势平台。其中数字化教学模式的开展过程如图 1。

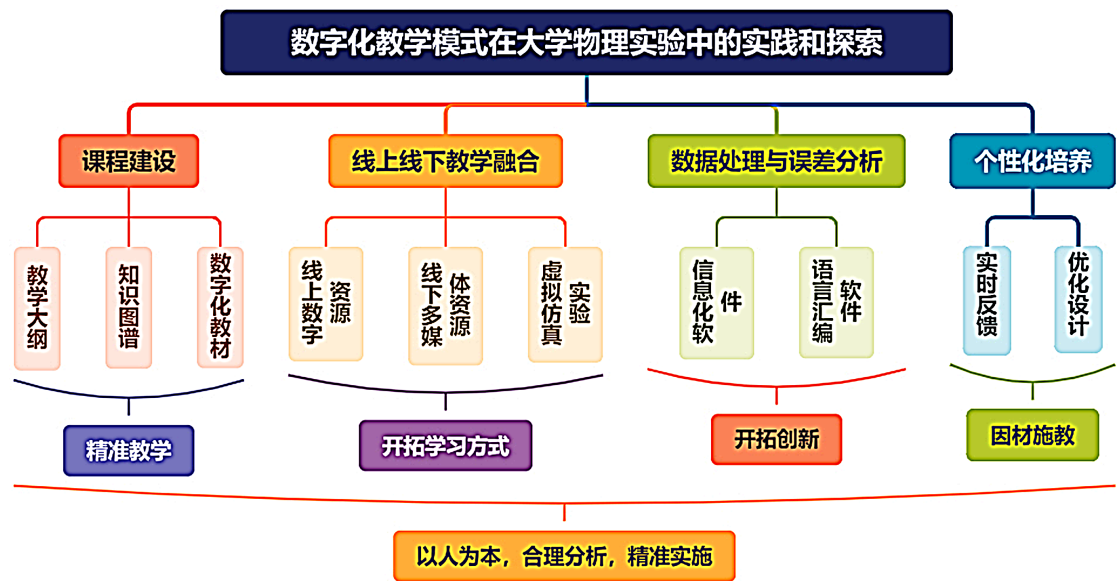


Figure 1. Digital teaching mode of college physics experiment
图 1. 大学物理实验数字化教学模式

3. 大学物理实验数字化教学的应用

目前,我校正在探索大学物理实验数字化教学模式。近年来,已有数万人次本科生完成了大学物理实验的学习,学生学习的自主性、创新性以及实验效率均有明显提高。下面以光电效应测量普朗克常量实验和密立根油滴实验为例,介绍数字化教学模式的应用过程。

光电效应测量普朗克常量实验是近代物理经典实验,是连接经典物理和近代物理的桥梁,该实验从根本上确立了量子世界的存在,为了让学生深入理解相关实验背景与理论,在教学过程中该实验设定为虚拟仿真和实际操作两部分。首先学生登录物理实验中心官网进行选课,结合线上的电子版教材、教学视频和课前预习思考题对本节课内容进行自主预习,并完成实验报告预习部分。课上签到后,由授课教师结合多媒体材料(授课课件、相关文献和教学视频),融入课程思政元素,以问题为导向为学生讲解实验内容,并对实验仪器操作过程进行演示,提示注意事项。学生按照教学要求独立完成实验测量过程,在完成基础实验后还可以进一步探究提升性和进阶性实验内容。对于虚拟仿真实验部分,学生根据实际操作经验,自主探究实验内容,以小组合作的模式完成实验测量过程。通过虚实结合的方式,实现“基础

- 综合 - 设计 - 创新”四层次开放式教学流程。数据处理要求学生采用作图法求解斜率计算普朗克常量，教师鼓励学生利用数字化软件进行绘图，降低实验误差，课后学生结合实验数据进行误差分析并完成课后习题。同时，学生在线上平台还可以进行习题研讨和问题线上反馈，有效解决在实验中遇到的问题。根据数字化教学模式，按照线上预习、上课签到、预习报告书写、实验数据测量、数据和误差分析和课后思考题几个模块进行综合评价。

密立根油滴实验堪称物理实验的精华和典范，为了在实验过程中有效提升教学效果，该实验设定为虚拟仿真实验。线下的实验操作中，学生需要极高的操作技巧来捕捉、选择和稳定跟踪单个油滴，高压环境伴随一定风险，同时气流、振动、温度变化会使油滴漂移或丢失，实验器材需要定期保养。而采用虚拟仿真实验既可以简化操作过程，大幅缩短试验周期，还可以避免高压实验风险，同时系统中的理想环境确保实验条件一致，并且后期无需维护保养，节约实验成本。学生通过改变实验参数，观察不同条件下的现象和结果，可进行探究性实验。数字化教学模式使学生更快速、更安全、更深入地理解和掌握密立根油滴实验的精髓。

后期学生对实验仪器和实验内容进行改进和创新，完成创新性物理实验任务，为参加实验竞赛奠定基础，实现对学生的个性化培养。其中数字化教学流程如图 2。

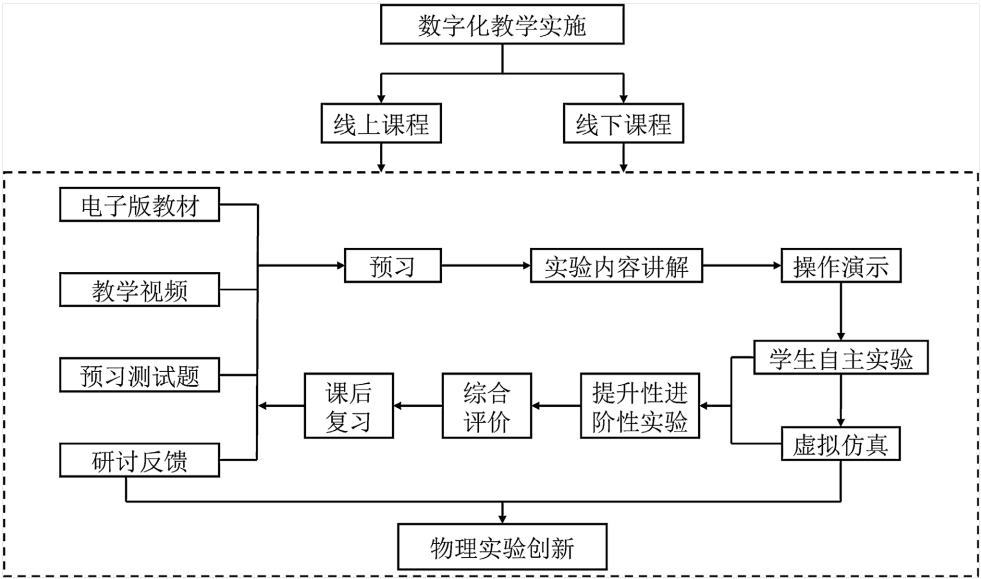


Figure 2. The implementation process of digital teaching
图 2. 数字化教学实施过程

从 2025 年春季学期来看，目前在大学物理实验数字化教学模式下受益学生可达 3300 多人次，以学生的预习程度、课上交流互动、实验完成度和课后数据处理几方面进行统计，数字化教学模式赋能大学物理实验教学成果显著。

4. 结束语

笔者结合数字化教学模式对大学物理实验教学进行探索，以“课程建设 - 线上线下教学融合 - 数据处理与误差分析 - 个性化培养”为阶梯，逐步在教学过程中融入数字化元素，达成“立德树人”与“实践育人”的双重目标。课程教学模式的改革是一个漫长过程，需要利用多方面数据统计不断反馈不断摸索，后续将持续跟进研究，对模式进行优化和改进，以达成更好的教学效果。

基金项目

2024 年沈阳航空航天大学理学院教改项目：大学物理实验中 Simdroid 虚拟仿真的设计与实践。2025 年沈阳航空航天大学本科教学改革项目：AI 辅助“强支撑、定制化、大开放”物理实验课程建设；2025 年沈阳航空航天大学本科教学改革项目：在创新性物理实验中开展课赛结合的研究与实践。2025 年沈阳航空航天大学理学院教改项目：数字化教学模式在大学物理实验中的实践和探索。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 以教育数字化赋能学习型社会建设[EB/OL]. 2024-04-07.
http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5148/202404/t20240407_1124258.html, 2025-06-12.
- [2] 饶益花, 唐益群, 陈铀, 等. 大学物理实验信息化教学体系构建与应用[J]. 大学教育, 2023(2): 92-94.
- [3] 王佳乐, 王旗. 数字化大学物理实验课程赋能个性化人才培养[J]. 物理实验, 2024, 44(7): 35-40.
- [4] 陈芳, 柴一峰, 胡睿佳, 等. “大学物理实验”线上线下混合式教学改革探索——以湖南科技大学为例[J]. 当代教育理论与实践, 2024, 16(5): 48-53.
- [5] 于伟威, 丁永文. 新工科创新人才培养下大学物理实验教学改革与探索[J]. 大学物理实验, 2020, 33(4): 95-98.
- [6] 赵艳艳. 大学物理实验信息化教学的探索[J]. 广西物理, 2022, 43(1): 122-125.
- [7] 林杰, 杨宇亮, 林正平. 基于知识图谱的知识管理研究[J]. 科技与创新, 2024(23): 163-165+168.
- [8] 中华人民共和国教育部. 教育部关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见[EB/OL]. 2011-04-28.
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/moe_736/s3885/201104/t20110428_120136.html, 2025-06-12.
- [9] 马亚斌, 李萍, 杨亚宏, 等. 互联网背景下大学物理实验线上线下混合式教学改革与创新[J]. 科技风, 2023(19): 96-98.
- [10] 卢芳, 张勇, 张建福. 融入课程思政的“大学物理实验”教学模式研究与探索[J]. 教育教学论坛, 2025(19): 89-92.
- [11] 徐兵, 张健建, 许会芳, 等. Mathematica 软件在大学物理实验中的应用[J]. 科技风, 2024(1): 114-116.