

“学为中心”理念下的大学物理实验教学改革与实践研究

刘存海, 刘芬芬, 柳叶, 郭冰, 金靓婕, 马帅奇

海军航空大学航空基础学院, 山东 烟台

收稿日期: 2025年12月1日; 录用日期: 2026年1月22日; 发布日期: 2026年1月29日

摘要

在教育理念持续演进的时代背景下, “以学为中心”的教学模式正日益成为物理实验教学改革的重要方向。本研究立足于“学为中心”的核心思想, 充分融合现代信息技术, 系统探讨了物理实验教学的具体改革路径及其成效。通过对比传统教学模式与新型教学模式在学生成绩、实验操作能力、科学素养等关键指标上的差异, 证实了“学为中心”的物理实验模式在激发学生学习主动性、培养实践能力与创新思维方面具有显著优势, 具有极强的推广价值。但也同时需注意硬件配置、教师能力及样本普适性等局限, 未来须构建“技术-教师-学生”三维适配模型, 通过长期追踪验证能力迁移的可持续性。

关键词

学为中心, 物理实验教学, 教学改革, 实践效果, 数据比对

Research on the Reform and Practice of University Physics Experiment Teaching under the “Student-Centered Learning” Concept

Cunhai Liu, Fenfen Liu, Ye Liu, Bing Guo, Liangjie Jing, Shuaiqi Ma

School of Basic Sciences for Aviation, Naval Aviation University, Yantai Shandong

Received: December 1, 2025; accepted: January 22, 2026; published: January 29, 2026

Abstract

In the context of the continuous evolution of educational concepts, the “student-centered” teaching

文章引用: 刘存海, 刘芬芬, 柳叶, 郭冰, 金靓婕, 马帅奇. “学为中心”理念下的大学物理实验教学改革与实践研究[J]. 职业教育发展, 2026, 15(2): 323-329. DOI: 10.12677/ve.2026.152099

model is increasingly becoming an important direction for the reform of physics experimental teaching. This study is based on the core idea of “learning centered” and fully integrates modern information technology to systematically explore the specific reform path and effectiveness of physics experiment teaching. By comparing the differences between traditional and new teaching models in key indicators such as student performance, experimental skills, and scientific literacy, it has been confirmed that the “student-centered” physics experiment model has significant advantages in stimulating students’ learning initiative, cultivating practical abilities, and innovative thinking, and has strong promotion value. However, it is also necessary to pay attention to limitations such as hardware configuration, teacher capabilities, and sample universality. In the future, a “technology teacher student” three-dimensional adaptation model must be constructed to verify the sustainability of ability transfer through long-term tracking.

Keywords

Student-Centered, Physics Experimental Teaching, Teaching Reform, Practical Outcomes, Data Comparison

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

“学为中心”是一种将学生置于教学核心位置的教育理念，它强调学生的主动学习和全面发展[1]-[3]。在此模式下，学生不再是知识的被动接收者，而是转变为积极的建构者与探索者；教师的角色也从传统的知识传授者，转型为学习的引导者、资源的协调者与过程的促进者。这种教学模式尊重学生个体差异，鼓励自主探究，旨在全面提升学生的综合能力与创新精神。将“学为中心”的理念引入物理实验教学具有特殊意义，因为物理学本身是一门建立在实验基础上的自然科学，实验环节是实现知识内化与能力培养的关键所在。然而，传统物理实验教学存在诸多局限，制约了教学效果的提升[4]。一方面，它以教师为主导，实验内容、步骤和方法往往遵循固定程序，学生容易陷入“程序化模仿”的被动状态，缺乏独立思考和创新的空间。另一方面，教学评价方式较为单一，过度侧重实验结果而忽视探究过程，难以全面衡量学生的能力发展。此外，教学资源分配不均、实验设备不足等问题，也限制了学生的动手实践机会。上述因素共同导致学生对物理实验兴趣不高，实践能力与创新意识的培养效果欠佳。

随着教育信息化的发展，各种现代化技术手段为物理实验教学改革提供了强大支撑。智能实验室设施(如台位视训系统、示教系统、远程呼叫系统)为学生的自主探究创造了条件；混合教学平台(如长江雨课堂)实现了课前、课中、课后的无缝衔接；虚拟仿真与远程虚实结合实验系统，则突破了时空限制，拓展了实验教学的深度与广度。这些技术共同构成了“学为中心”物理实验教学的技术基础[5]-[7]。本文基于“学为中心”的教学理念，结合具体实践，系统分析物理实验教学的改革策略与效果，并通过数据比对验证新型教学模式的有效性，以期对相关改革提供参考与借鉴。

2. “学为中心”物理实验教学的理论框架

“学为中心”的物理实验教学的核心是确立学生的主体地位，引导他们通过主动探究和实践来构建知识体系，培养科学素养。该框架包含以下几个核心要素：一是主体转换是这一理念的根本特征。学生从被动的知识接收者转变为主动的探索者与建构者；教师则重新定位为学习的引导者与支持者。这种角

色转变不仅重塑了教学中的师生角色，也促进了更加平等、互动的师生关系。在物理实验教学中，这体现为学生自主设计实验、选择方法、分析数据并评估结果，教师则提供必要的指导与资源支持。二是教学过程重构是实施理念的关键。传统教学通常遵循“教师演示－学生模仿－实验报告”的线性流程，而“学为中心”模式则采用“情境创设－问题引导－自主探究－合作交流－反思拓展”的循环流程。这一设计强调学生对物理现象的直接体验和探究兴趣的培养，注重知识形成的过程而不仅仅是结果。传统模式与“学为中心”模式比对见表 1。

Table 1. Comparison between traditional mode and “Learning Centered” mode
表 1. 传统模式与“学为中心”模式比对

构成要素	传统模式特点	“学为中心”模式	教学价值
师生角色	教师主导、学生被动跟随	学生主体、教师引导	激发内在学习动机
教学过程	线性、封闭、预设结果	循环、开放、生成性强	培养科学探究能力
学习空间	局限于实验室固定时间	线上线下融合、时空拓展	满足个性化学习需求
评价方式	重结果、单一标准	重过程、多元指标	全面反映学生发展

多元评价体系是“学为中心”教学的重要组成部分。它突破了传统只关注实验结果和报告的局限，强调过程性评价与发展性评价，涵盖实验设计、操作规范、数据分析、团队协作及创新思维等多维度指标，并引入教师评价、学生自评、小组互评等多种主体，关注每个学生的进步幅度。

环境与技术支撑是理念落地的重要保障。现代信息技术为个性化、差异化学习提供了可能。智能实验室管理系统支持学生自主预约实验；虚拟仿真与远程实验系统打破了时空边界；数据分析工具则为过程性评价提供了支持。这些技术手段共同构建了实施“学为中心”教学的环境基础。

3. 教学实践策略

将“学为中心”理念转化为实际教学效果，需要具体的策略与技术支撑。基于实践，我们构建了一个完整、灵活、有效的“学为中心”物理实验教学实践体系，教学策略见表 2。

Table 2. Teaching strategies table for physics experiments
表 2. 物理实验教学策略表

教学策略	技术支持	核心功能	实现目标
自主探究	智能实验室系统	实验预约、过程记录、远程指导	培养学生自主管理能力
混合学习	长江雨课堂平台	课前预习、课中互动、课后巩固	优化学习流程，实现差异化教学
模拟训练	数字化教程与虚拟仿真	设备认知、流程模拟、错误尝试	降低实验门槛，提高实操成功率
远程实验	虚实结合实验系统	设备远程控制、多角度观察	拓展实验空间，提高资源利用率
免修免考	多元评价系统	能力认证、个性化路径	鼓励自主学习，承认先备能力

3.1. 智能实验室系统构建自主探究环境

智能实验室系统是支撑“学为中心”物理实验教学的基础设施，它通过多种技术模块的集成，为学生创造了自主探究的实验环境[8][9]。台位视训系统使教师能够实时观察各实验台位的操作情况，并将典型实例投射到大屏幕上供全体学生参考，实现了实验过程的透明化和共享性。示教系统则方便教师进行

规范操作演示,确保学生掌握正确的实验方法。远程呼叫系统在实验室开放期间尤为重要,当学生自主实验遇到难题时,可以远程请求教师协助,获得即时指导,这既保障了学生的自主性,又提供了必要的支持。电子班牌与电源刷卡系统实现了实验室的自主管理,学生可灵活预约实验时间,提高了资源利用效率。实验报告电子批阅系统则优化了反馈机制,学生提交实验报告后,系统自动分发至教师账户,批改后的成绩和评阅记录也会及时返回学生端,形成了良好的反馈闭环。监控系统的配备不仅保障了实验室安全,也记录了学生的实验过程,为过程性评价提供了依据。

智能实验室系统的应用改变了传统实验教学中高度依赖教师现场指导的模式,使学生能够根据自己的学习进度和兴趣安排实验活动,真正实现了“随学随用”和“做中学”的理念。这一系统为“学为中心”的教学模式提供了物质基础,是物理实验教学改革的技术保障。

3.2. 混合教学模式优化学习流程

长江雨课堂支持的线上线下混合教学模式,重新设计了物理实验教学的学习流程,将学习活动延伸到课堂之外[10]。在这一模式下,课前阶段教师通过平台发布预习资料和任务,引导学生了解实验原理、内容和要求;课中阶段则聚焦于实验操作和问题解决;课后阶段提供复习资源和拓展任务,巩固学习效果。这种流程优化确保了每个阶段都有明确的学习目标和活动设计,形成了完整的学习闭环。

该模式的核心优势在于其差异化教学能力。系统能够记录每位学生的学习数据,包括预习情况、课堂表现和作业完成质量,教师可以根据这些数据识别学生的不同需求,提供有针对性的指导。对于学习进度较快的学生,可以提供更深入的拓展材料;对于学习困难的学生,则可以给予额外的解释和练习。这种差异化教学确保每个学生都能在自身基础上获得提升,体现了“学为中心”关注个体差异的理念。同时,线上平台促进了更深入的师生、生生互动,创造了积极的学习氛围,激发了学生的主动性。

3.3. 数字化教程与虚拟仿真拓展学习空间

数字化实验教程和虚拟仿真实验系统极大地拓展了物理实验学习的空间边界和时间灵活性[11]。数字化教程整合了丰富的视频、音频和动画资源,生动展示实验设备的结构、原理和操作步骤,使抽象的物理概念具体化、可视化。每个实验项目配套的虚拟仿真模块,允许学生在进入实体实验室前进行反复练习,熟悉实验流程和注意事项,大大降低了实体实验的失败率和设备损耗率。虚拟仿真实验系统能够开设 50 个不同类型的虚拟实验,覆盖了从基础到前沿的广泛内容,学生可以根据兴趣和需要自主选择,满足了个性化学习需求。特别是一些在传统实验室中难以开展的高成本、高风险实验,通过虚拟仿真变得可行,拓展了学生的实验经验。远程虚实结合实验系统则更进一步,学生可以通过网络操作真实的实验设备,观察实际现象,填补了虚拟实验与实体实验之间的鸿沟。

这些数字化技术手段共同构成了多维学习空间,使物理实验学习不再局限于固定的实验室时间和空间。学生可以根据自己的学习节奏和风格选择适合的方式,初步实现了“人人皆学、处处能学、时时可学”的泛在学习环境。

3.4. 免修免考机制鼓励自主学习

免修免考机制是“学为中心”理念在评价与认证方面的创新体现[12]。这一机制允许学生通过提前证明自己的实验能力,获得免修或免考资格,从而跳过常规教学流程。具体而言,学生可以利用开放实验室时间,自主进行实验练习,当认为自己已经掌握相关技能时,可以申请提前考试。通过考核的学生可以免修相应实验项目或免于期末考核,将时间投入到更需要的学习内容上。

免修免考机制的价值在于其对学生自主性的尊重和鼓励,它承认不同学生具有不同的先备知识和学

习速度，允许学有余力的学生加速学习，体现了差异化教学的原则。同时，这一机制也将学习进度的控制权部分交给了学生，增强了其学习责任感和自我管理意识。从实践效果看，免修免考机制激发了学生的自主进取精神和学习主动性，许多学生愿意投入额外时间争取这一资格，从而提高了整体学习投入度。当然，其顺利实施需要配套科学、全面的评价标准与监督措施，以确保公正有效。评价标准应全面反映学生的实验能力，包括操作规范性、数据分析能力和创新思维等多方面维度。监督措施则需保障考核过程的真实性和严肃性，避免弄虚作假。

4. 教学效果分析

为科学评估“学为中心”模式的有效性，我们开展了系统的教学实验研究，通过对比传统模式与新型模式下的多项指标，获得了实证数据。这些数据涵盖了学生成绩、操作能力、科学素养等多个维度，为教学改革提供了实证支持，教学效果主要指标对比见图 1。

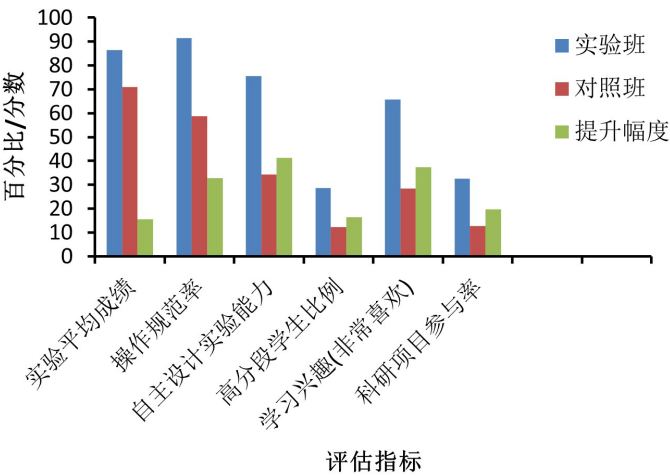


Figure 1. Comparison figure of main indicators of teaching effectiveness
图 1. 教学效果主要指标对比图

4.1. 学生成绩与操作能力提升对比

通过选取条件相近的四个班级(两组实验班、两组对照班)进行一学期的对比教学，我们发现采用“学为中心”教学模式的实验班在实验成绩上显著高于对照班。具体而言，采用“学为中心”模式的实验班平均成绩达到 86.5 分，显著高于对照班的 70.9 分，提升幅度达 15.6 分。成绩分布也发生积极变化：实验班高分段(90 分以上)学生比例从 12.3%增至 28.7%，低分段(60 分以下)比例从 18.6%降至 5.4%，表明新模式促进了全体学生发展，表明新型教学模式促进了全体学生的发展，尤其对中等和学习困难学生效果显著。

在实验操作规范率方面，实验班表现出明显优势。我们制定了包含器材准备、操作流程、数据记录、设备整理等维度的操作规范评价标准，结果显示实验班的规范操作率达到 91.5%，对照班仅为 58.8%，提升幅度达 32.7%。尤其在误差控制与安全操作等关键环节，实验班学生表现更佳，实验事故率降低 62.3%，设备损坏率降低 78.9%。

在评估自主设计实验能力的“开放性实验任务”中，实验班学生得分率为 75.6%，远高于对照班的 34.3%，提升达 41.3%。这表明新模式有效培养了学生的科学探究与实验设计能力，而非机械执行能力。

4.2. 学习兴趣与科学态度变化

学习兴趣和科学态度是影响学习效果的情感因素,也是“学为中心”教学关注的重要目标。通过问卷调查和访谈,我们发现实验班学生对物理实验的兴趣明显增强。表示“非常喜欢”物理实验的学生比例从 28.4%增至 65.7%,而“不喜欢”的比例从 15.2%降至 3.8%。这种兴趣变化直接影响了学生的学习投入,实验班学生平均每周额外投入实验的时间为 2.3 小时,显著高于对照班的 0.8 小时。

在科学态度方面,实验班学生表现出更强的探究意识和严谨精神。面对实验异常数据,92.6%的实验班学生会主动查找原因并重复实验,而对照班这一比例仅为 47.3%。在小组合作实验中,实验班学生更倾向于分工协作、共同讨论,体现了更好的团队合作精神。这些变化表明,“学为中心”教学模式不仅提升了学生的知识和能力,也培养了其科学态度和合作意识。

4.3. 能力迁移与长期影响

为评估“学为中心”物理实验教学的长期效果和迁移价值,我们跟踪了参与实验的学生在后续专业课程学习和科研活动中的表现。结果显示,实验班学生在专业实验课程中的平均成绩比对照班高 8.7 分,参与科研项目的比例达到 32.5%,显著高于对照班的 12.8%。

同时,在体现创新能力和问题解决能力的各类科技创新大赛中,实验班学生提交的项目数量是对照班的 2.3 倍,获奖数量是对照班的 3.1 倍。这些项目涉及的领域不仅限于物理学科,还包括工程技术、电子技术、航模竞技等多个方面,体现了能力的广泛迁移。

上述数据充分说明,“学为中心”的物理实验教学模式不仅短期内在成绩和能力上成效显著,更对学生的科学素养和创新能力产生了深远的积极影响,并为学生终身学习和发展奠定了坚实的基础,实现了物理实验教学从“知识传授”向“能力培养”的显著变化。

5. 面临的挑战

在“学为中心”物理实验教学改革中,尽管数据显示实验班在成绩提升、操作规范率及自主设计能力上均显著优于对照班,但其推广仍面临多维挑战。

首先,智能实验室系统部署存在“硬件鸿沟”。目前,虚拟仿真实验无法实现全项目覆盖,智慧实验室尚未全面铺开,导致技术赋能的公平性受损;教师角色转型亦面临能力壁垒,需通过系统化培训提升混合教学设计与数据分析能力。其次,样本单一性限制了结论普适性。本研究仅选取我校某学生作为研究对象,未覆盖不同层次院校及学科。同时,霍桑效应可能存在,学生因知悉实验目的而表现出非自然学习状态。最后,适用边界需明确。该教学模式更适合具备基础信息素养的学生群体,在资源充足的高校可优先应用于探究性实验模块,而对于基础薄弱学生需辅以结构化支架。未来研究需构建“技术-教师-学生”三维适配模型,通过长期追踪验证能力迁移的持续性,并开发多维评价体系以平衡量化指标与质性成长。

6. 总结

本文系统论证了“学为中心”物理实验教学模式的实践价值与理论意义。研究通过智能实验室部署、混合教学流程重构及虚拟仿真资源整合,实现了学生从“被动模仿”到“主动建构”的学习方式转型。实证数据显示,实验班在核心指标上提升 15.6%~41.3%,后续专业课程成绩高 8.7 分,科研项目参与率提升 19.7%。但同时值得注意的是,在后续“学为中心”物理实验教学改革推广过程中,仍需直面智慧实验室系统部署鸿沟、研究样本单一和实验边界尚未明确等问题。

参考文献

- [1] 吴胜举, 莫润阳. 以学习者为中心的大学物理实验教学改革[J]. 物理通报, 2013(9): 85-87.
- [2] 高兰香, 许丹华. 以学生为中心的大学物理教学探索与实践[J]. 大学物理, 2022, 41(1): 43-49.
- [3] 刘献君. 论“以学生为中心”[J]. 高等教育研究, 2012, 33(8): 1-6.
- [4] 韩汝取, 李晓喜, 褚艳秋, 等. 大学物理实验教学模式改革探索与研究[J]. 物理通报, 2021(6): 10-13.
- [5] 肖立勇, 尹跃. 基于混合式教学模式下的大学物理实验教学改革和应用[J]. 物理通报, 2020(6): 84-88.
- [6] 韩璐. “互联网+”背景下虚拟仿真实验在物理实验教学中的应用和发展[J]. 吉林省教育学院学报, 2018, 34(12): 101-103.
- [7] 李潮锐. 基于虚拟仪器技术的远程物理实验及示教[J]. 物理实验, 2018, 38(5): 37-39.
- [8] 胡国强, 张森, 王敏. 智慧实验室“三融一新”模型构建及实践探索[J]. 实验室研究与探索, 2024(10): 215-220.
- [9] 石磊, 庄志洪, 李博. 基于“智慧实验室”的高校实验室信息化研究与实践[J]. 实验室研究与探索, 2023, 42(7): 269-273.
- [10] 朱纯, 陈国庆, 聂延光, 等. 雨课堂: “多维度分层次”教学的实践与思考[J]. 大学物理, 2020, 52(6): 52-58.
- [11] 郭婷, 杨树国, 江永享, 等. 虚拟仿真实验项目建设与应用研究[J]. 实验室技术与管理, 2019, 36(10): 215-217.
- [12] 刘亚梅, 陈健. 课堂教学改革的文化矛盾与教育自觉[J]. 湖南师范大学教育科学学报, 2015, 14(4): 58-62.