

基于实时投屏技术的高清示教仪在大学物理实验教学中的应用与实践

段聪聪*, 冯志芳#, 张晓林

北京化工大学数理学院, 北京

收稿日期: 2025年8月1日; 录用日期: 2025年9月1日; 发布日期: 2025年9月11日

摘要

本文针对大学物理实验课程传统教学模式存在的问题, 对该课程进行了一系列的教学改革与实践。建立了线上线下混合式教学模式, 并搭建了一套基于实时投屏技术的高清示教仪。通过近四年的应用与实践, 发现该高清示教仪的应用在一定程度上弥补了大学物理课程传统教学方式的不足, 能够帮助提升学生学习效果和教师教学质量, 既符合师生们的期望, 也顺应了数智赋能教育教学革新的时代潮流。

关键词

大学物理实验, 高清示教仪, 实时投屏

The Application and Practice of High-Definition Teaching Instrument Based on Real-Time Screen Projection Technology in College Physics Experiment Teaching

Congcong Duan*, Zhifang Feng#, Xiaolin Zhan

School of Mathematics and Physics, Beijing University of Chemical Technology, Beijing

Received: Aug. 1st, 2025; accepted: Sep. 1st, 2025; published: Sep. 11th, 2025

Abstract

This article focuses on the problems existing in the traditional teaching mode of university physics

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 段聪聪, 冯志芳, 张晓林. 基于实时投屏技术的高清示教仪在大学物理实验教学中的应用与实践[J]. 教育进展, 2025, 15(9): 730-738. DOI: 10.12677/ae.2025.1591731

experiment courses, and conducts a series of teaching reforms and practices for this course. A hybrid online and offline teaching mode has been established and a high-definition teaching instrument based on real-time screen projection technology has been built. Through nearly four years of application and practice, it has been found that the application of this high-definition teaching instrument has to some extent made up for the shortcomings of traditional teaching methods in university physics experiment courses, and can help improve students' learning effectiveness and teachers' teaching quality. It not only meets the expectations of teachers and students, but also conforms to the trend of digital empowerment education and teaching reform.

Keywords

College Physics Experiment, High-Definition Teaching Instrument, Real-Time Screen Projection

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

大学物理实验课是高等院校面向所有理工科专业学生设置的一门独立基础实验课程，是对学生进行科学实验的基本训练、接受系统实验方法和实验技能训练的开端，是连接理论教学中感性认知与实践的桥梁，是学生进行自主学习、培养创新意识、为后续课程及科学研究打好基础的第一步[1]。大学物理实验课是对大学物理理论课程理论学习结果进行实践验证检验以及进一步创新的重要环节，同时也是培养学生科学实验能力、动手操作能力、分析问题和解决问题能力的关键环节[1] [2]。

传统的实验课程教学模式在过去的高等教育发展过程中发挥了重要作用，在当前互联网快速发展的背景下，已不能满足教师个性化教学以及学生个性化学习的需求，一定程度上阻碍了大学物理实验课堂教学的整体效果提升[3]。部分高校已尝试利用互联网技术革新传统教学模式，形成了多种新的教学模式，在一定程度上推动了大学物理实验教学改革[4]-[6]。然而，在目前的教学模式下，多数学校在实验教学环节主要是采用传统的教学方式，一定程度上限制了教师的教学水平的发挥，也影响了学生的学习效果。

随着信息技术的发展，实物投影、远程实验、增强现实(Augmented Reality, 简称 AR)、虚拟现实技术(Virtual Reality, 简称 VR)等技术应运而生。这些技术在各学科中被广泛应用，特别是一些具有抽象性、微观性、复杂性、危害性的物理、化学实验。研究表明，实物投影技术能显著提高学生的观察能力和学习兴趣，学习效率提升明显，教学质量得以提高[7]-[10]。远程实验利用网络技术，打破了空间和时间的局限，有助于实现实验教学资源的真正共建和共享[11]-[13]。多年前，关于 AR 教育应用的研究数量呈逐年上升趋势，但还需加强深入交互[14]。现如今，AR 等虚拟仿真实验技术在世界范围内的物理教育教学中得以应用，提升教学质量和学生学习效果[15]。VR 帮助构建虚拟仿真实验室各类教学平台，革新教学设计，增强了实验操作的真实性，有着蓬勃的发展前景[16][17]。值得一提的是，与实物投影相比，远程实验、AR/VR 的技术难度更大，所需投入维护的人力、物力和财力也更高。

综上，如何采用现代化技术在现有基础上服务于大学物理实验课堂对于提升其教学质量具有现实意义。

2. 大学物理实验传统教学模式存在的问题

在传统的大学物理实验课程教学模式中,通常会出现以下两种情况:其一,任课教师以实验教室内的某台设备进行操作演示和知识讲授,学生聚集在教师的周围观看教师演示的过程;其二,任课教师通过 PPT 与板书相结合的方式进课堂教学。这两种传统的教学方式具有方法简单、容易操作等优点,适用于同一时段内授课学生人数较少的情况,但是也存在一些问题从而限制了学习效果 and 教学质量。

(1) 在同一时段授课学生人数较多或是实验室内空间较小的情况下,部分学生因其他前排同学遮挡,或距离老师和演示设备较远等原因,其学习状态可能变成了“看不见”、“听不清”,无法清晰地听到教师的讲授内容或完整看清教师的演示操作过程,一定程度上直接影响了其学习效果,耽误实验进度;并且当学生学习状态受影响时,可能会靠猜想来理解视觉和听觉中“缺失”的部分知识,对实验产生错误认知,甚至与实验目标背道而驰,有的学生则因而丧失实验课程学习兴趣,转而在上课期间去做与实验课程无关的事情,打击了学习积极性。

(2) 在大学物理实验课程的实验操作环节采用 PPT 演示的讲课方式,虽然能够观察到学生的学习状态,但是 PPT 演示的主要是静态的画面,实验操作步骤和仪器状态变化的整个动态过程不能很连贯地展示,对于重点步骤和操作难点的展示度不足,相比之下不如实操给人的感受直观,学生对于多个操作步骤的记忆是比较低效的,也不利于教师灵活地调整教学进度。

(3) 从教师的角度来看,教师只能观察到离自己较近同学的面部表情并与之互动,不能掌握课堂上学生整体的听课效果,只能根据身边比较近的同学的学习情况或者按照自己的讲课进度来完成授课,容易形成“一言堂”的授课模式,不利于调动学生学习的主观能动性。未能将教师的优秀教学水平充分发挥出应有的价值,特别是在学生聚集围观的模式下,很难保证所有同学都可以清楚地看到教师的演示过程,直接影响后期实验测量。

综上所述,在现有教育资源和教学模式下,怎样能让每一位学生都能最大程度地融入实验课程学习以求进一步提高学生的学习效果,怎样让教师能及时关注到尽可能多的学生乃至全部学生的上课状态以求进一步提升教学质量是提升大学物理实验课程整体教学成效以及提升本科教育教学质量的关键环节,也是大学物理实践课程教学面临的重要挑战。

3. 大学物理实验课堂教学方法的优化与改革

大学物理实验教学的主要围绕实验预习、实验操作和实验报告三个环节展开。我校对大学物理实验课堂教学方法的优化与改革主要包括两个方面:其一,采用线上、线下混合式教学模式,加强课前预习效果;其二,搭建高清实时投屏示教仪,提高学生课堂学习效果和教学质量。

3.1. 线上、线下混合式教学模式

在实验预习环节,学生可在“北化在线教学平台”学习丰富的教学资源来明确实验目的、理解实验原理、了解实验内容,还可以观看实验仪器介绍和实验操作视频,了解实验操作步骤和注意事项,完成实验原始数据列表,最后完成随堂测试等。这种方式为学生预习实验项目提供了极大的便利条件,提升预习效果,对于提高课堂学习效果是一种正向反馈。

3.2. 基于实时投屏技术的高清示教仪

针对实验操作教学环节存在的问题,物理实验教学中心在现有鸿合智能教学一体机的基础上,基于实时投屏技术搭建了由戴浦 DP-Q6 型高清直播摄像头、绿联 HDMI 无线投屏器和云腾三脚架组成的高清实时投屏示教仪,应用于大学物理实验教学中,帮助解决在传统实验课程授课方式中学生学习效果不佳

和教师教学质量受限的问题。

其中，鸿合智能教学一体机充当多媒体大屏，用于展示图像；戴浦 DP-Q6 型高清直播摄像头负责实时拍摄和录制所要展示的内容；绿联 HDMI 无线投屏器分为发射端和接收端，并且需要配对使用；云腾三脚架用于安装戴浦 DP-Q6 型高清直播摄像头，可调节水平转角、垂直高度、俯仰角度等三个维度。具体组装应用如下：

在课程开始前，首先需要将戴浦 DP-Q6 型高清直播摄像头安装在云腾三脚架上，调节好三脚架的高度、摄像头水平转角和摄像头俯仰角度，将镜头对准所要展示的实验仪器，以便采集到实验仪器整体外观、实验仪器功能按键、实验仪器显示面板以及操作演示过程。其次，绿联 HDMI 无线投屏器的发射端通过 USB 接口和 HDMI 接口连接到戴浦 DP-Q6 型高清直播摄像头上，以便将采集到的实时画面发送到多媒体端；然后，将绿联 HDMI 无线投屏器的发射端通过 USB 接口和 HDMI 接口接入鸿合智能教学一体机上，并将绿联 HDMI 无线投屏器的发射端和接收端进行配对，即可接收到摄像头发送的画面；最后，在教学一体机上设置好信号源后，即可将接收到的高清画面展现在一体机屏幕上；此外，教师在应用此演示仪进行实验操作演示时，通过配合使用遥控器进行焦距调节操作实现变焦和聚焦，可以在一体机屏幕上拉近放大或缩小画面，以便看清楚仪器上的按键，以满足实验操作演示需要。

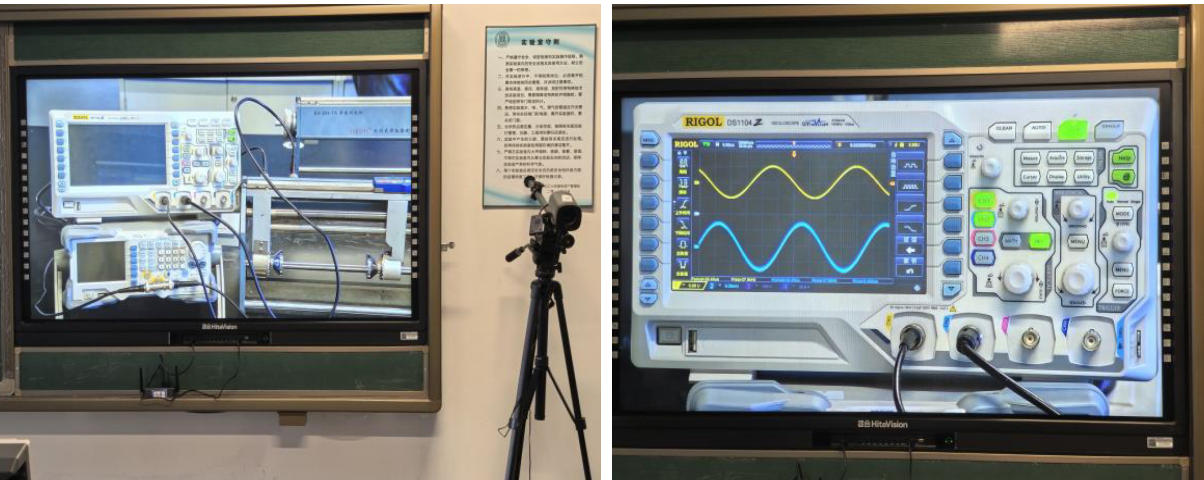


Figure 1. Real time projection demonstration effect of high-definition teaching instrument
图 1. 高清实时投屏示教仪演示效果图

如图 1 所示，在实验操作教学环节中应用上述高清实验操作演示教学仪，可以将实验仪器的面板、按键和教师的操作演示过程以及实验现象等高清度地实时呈现在一体机屏幕上。一方面避免了学生聚集在一起听讲时学习效果不佳的情况；另一方面，教师可以随时观察到全班同学的学习状态，与学生进行互动，及时解答学生的疑问，然后随时调整教学进度，此外，针对个别操作难点还可以多次重复给学生演示，以加强学生理解、提高学生学习效果。

4. 优化与改革后的大学物理实验课堂教学效果反馈

在当前的线上、线下混合式教学模式下，基于实时投屏技术的高清示教仪目前已在《大学物理实验》部分实验课程教学中多次展开应用，并对体验过高清示教仪的学生进行问卷调查。该问卷主要涉及学生对高清示教仪应用前后的课堂教学体验、学习效果提升等方面，共设置了 10 个问题，问卷的具体内容见表 1，其中累计 491 名体验过该示教仪的学生完成问卷给予反馈。

Table 1. Questions set in the questionnaire
表 1. 问卷调查设置的问题

题号	题目内容
1	您在大学物理实验课堂上，是否体验过指导老师使用示教仪进行操作演示？
2	未采用示教仪进行演示的情况下，您是否能看清黑板多功能电脑屏幕上的内容？
3	教师让学生围在一起进行操作演示的情况下，您通常是否能看清楚操作过程、设备按键？
4	教师使用多功能电脑对着 PPT 进行操作讲解时，您通常能否看清楚教师操作过程、设备按键？
5	教师使用示教仪进行操作演示时，您能否看清楚教师的操作过程、设备按键？
6	教师使用示教仪进行操作演示时，您能否跟上教师的进度？
7	总体来看，您认为示教仪在大学物理实验课堂上的使用效果如何？
8	通过比较传统地围在一起进行操作演示、对着 PPT 讲解操作过程、采用示教仪进行操作演示这三种方式，您最喜欢哪一种操作课讲解方式？
9	您认为在大学物理实验课堂上，是否有必要采用示教仪进行操作演示？
10	您对在大学物理实验课堂上应用示教仪有何建议？

4.1. 不同授课形式下实验演示清楚程度分析

将采用学生围在教师周围的方式、采用在投影仪上讲述 PPT 的方式以及采用示教仪授课的方式这三种不同授课形式下学生观看教师操作演示实验的清楚程度进行对比(见图 2)，可以看出。

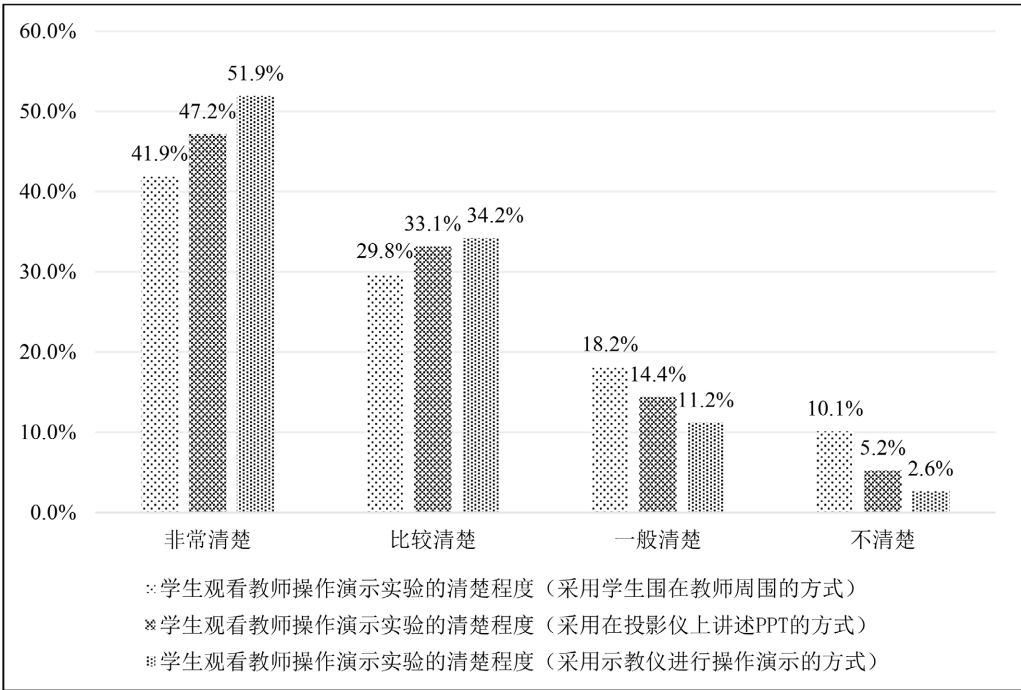


Figure 2. Comparison of clarity in students' viewing of teacher-operated demonstration experiments under three different teaching methods
图 2. 三种不同授课方式下，学生观看教师操作演示实验的清楚程度对比

1. 在大学物理实验课堂教学中采用示教仪授课的方式, 学生看得“非常清楚”和“比较清楚”的比例最高, 分别为 51.9%和 34.2%; 看得不清楚的比例最低, 为 2.63%; 采用学生围在教师周围的方式下, 学生看得“非常清楚”和“比较清楚”的比例最低, 分别为 41.9%和 29.8%, 看得不清楚的比例最高, 为 10.1%; 采用在投影仪上讲述 PPT 的方式下, 学生看得“非常清楚”和“比较清楚”以及“不清楚”的比例介于上述两种方式之间。

2. 总体上, 在采用示教仪授课的方式下, 学生能看清楚(包括非常清楚、比较清楚和一般清楚三类)的比例最高, 为 97.3%, 其次是采用在投影仪上讲述 PPT 的方式, 为 94.7%, 最后是采用学生围在教师周围的方式, 为 89.8%。

4.2. 学生对基于实时投屏技术的高清示教仪在大学物理实验课堂教学过程的使用感受和选择意愿度分析

就学生对基于实时投屏技术的高清示教仪在大学物理实验课堂教学过程的感受与体验进行分析, 通过图 3~5 可以看出。

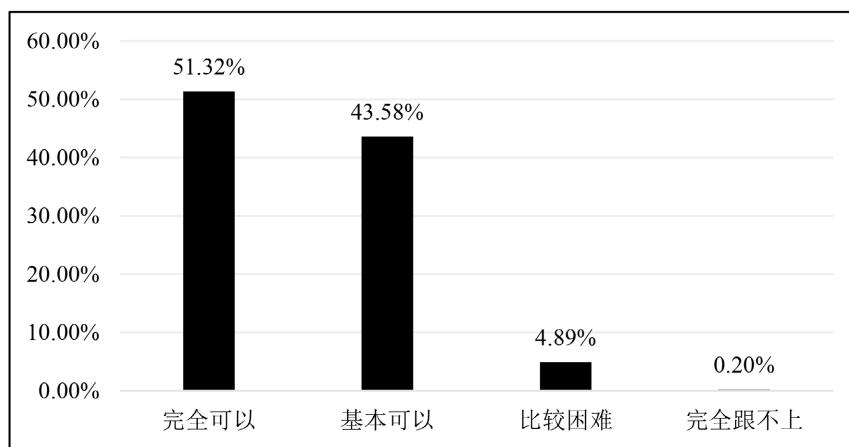


Figure 3. Whether students can keep up with the teacher's pace when using the teaching device for operational demonstrations

图 3. 使用示教仪进行操作演示时是否可以跟上教师的上课进度

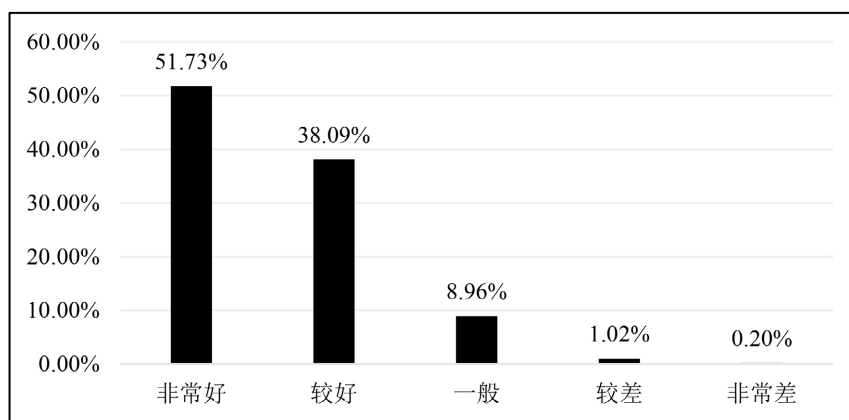


Figure 4. Students' perceptions of the effectiveness of the teaching device in college physics experiment classes

图 4. 学生认为示教仪在大学物理实验课堂上的使用效果

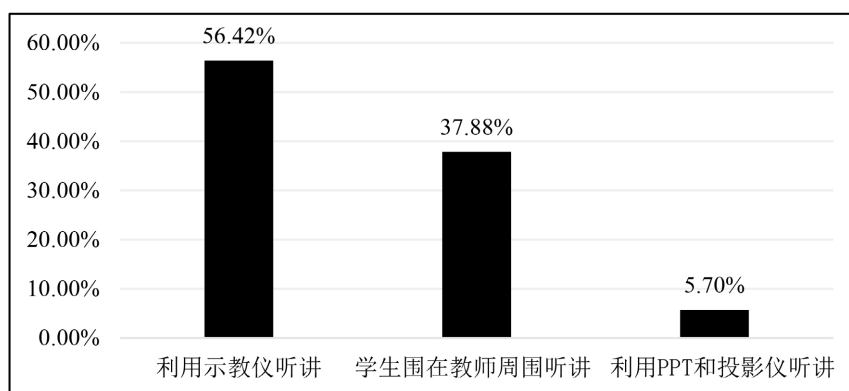


Figure 5. Students' most preferred teaching methods in college physics classes

图 5. 学生最喜欢的大学物理课堂教学授课方式

1. 采用示教仪进行操作演示的教学模式下, 绝大多数学生可以跟上教学进度, 其比例约为 94.91%, 跟不上学习进度的仅为 5%左右。
2. 绝大多数的学生对于示教仪的使用效果感到满意, 认为效果较差或非常差的比例低于 2%。
3. 对于三种不同教学方式(包括采用学生围在教师周围的方式、采用在投影仪上讲述 PPT 的方式以及采用示教仪授课的方式)的倾向性, 超过半数的学生最喜欢的授课方式为采用示教仪进行操作演示的授课方式, 其次是采用学生围在教师周围的方式, 最后是采用在投影仪上讲述 PPT 的方式。

4.3. 意见与建议分析

此外, 本文针对高清示教仪在大学物理实验课堂上的应用效果, 同步征询了部分实验指导教师的意见与建议, 综合问卷调查中学生的反馈情况, 汇总意见如下:

(1) 高清示教仪的应用在一定程度上提高了课堂教学质量。教师通过使用高清示教仪可以轻松掌握学生整体学习情况, 学生实验进度明显加快, 并且避免了学生抄袭或伪造数据等情况。

(2) 高清示教仪的使用受到了学生的欢迎, 多数学生希望可以将高清示教仪进行适当推广, 并且希望教师在使用高清示教仪进行实验操作演示过程中多关注学生学习状态。

(3) 高清示教仪在大学物理实验教学使用期间也存在一定的局限性。其一, 该套设备虽然可以投屏展示各类实验仪器或实验现象的细节, 但目前因其高清摄像设备不具备夜间摄像功能, 对于一部分需要完全黑暗环境下才能观察到明显的光学现象的实验, 并不能完全发挥其作用。其二, 该套设备对教师们的操作技能有一定的要求, 授课教师应在实验操作非常熟练并且对该套演示设备熟悉的情况下才能通过实时投屏直播的方式进行演示授课, 目前实验中心对该套设备应用的培训强度、教师们操作的熟练程度还不够充分, 未能完全应用于所有教学班的全部实验教学中。其三, 因为实验室台建设和仪器放置问题, 近一半学生在座位上背向一体教学机, 这些学生在学习过程中需要不时转身、回头观看示教仪展示画面, 给他们增加了难度。这就需要教师和学生灵活应对, 完成课堂任务, 后续可通过在实验教室的后面或者两侧放置投影媒介, 方便学生更高效地学习。其四, 需要考虑不同专业学生的思维模式和学习习惯, 因人而异, 选择合适的教学模式。

综上, 通过问卷调查结果可以发现, 采用高清示教仪演示的方式相较于采用 PPT 讲解和采用学生围在教师周围的方式相比, 教师在操作演示实验时, 学生能够看得更清晰, 此外, 在大学物理实验课堂教学期间采用高清示教仪演示的方式进行授课, 学生绝大多数能跟上学习进度, 课堂教学效果更好, 且相对更多的学生希望将示教仪应用于实验教学环节。

4.4. 学生成绩分析

鉴于每学期上课学生涉及理工类的各学科专业，教学班总数约 110 余个，指导教师团队约 20 余人，助教约 50 余人，每学期的学生不同、指导教师随机循环排课，各指导教师对于高清示教仪的接受度、授课习惯均有所不同，实验报告的批阅标准虽一致但难免存在批阅者“手松”或“手严”的现象，各专业之间的专业背景不同，班级之间的学习氛围、学风不同，因此对于学生成绩的影响因素较多，分析起来比较棘手。经过近四年的实践，选取近三年春季学期的自动化类(高端装备与智能制造)(简称机自专业，共计 68 个教学班)的学习成绩进行分析，以期了解文中的高清示教仪是否对学生的学习效果有提升作用，详见表 2。

Table 2. Analysis of experimental results in mechanical automation majors in the past three years
表 2. 机自专业近三年实验成绩分析

学期 成绩情况	使用高清示教仪的班级成绩			未使用高清示教仪的班级成绩			使用高清示教仪对于 成绩的提升情况
	声速测量 实验的平 均成绩	班级总成 绩的平均 值	声速测量 实验成绩 占比	声速测量 实验的平 均成绩	班级总成 绩的平均 值	声速测量 实验成绩 占比	
2022-2023-2	8.76	67.39	13.00%	8.78	68.22	12.87%	声速测量实验成绩 占比提升
2023-2024-2	8.70	69.04	12.67%	8.81	71.85	12.26%	声速测量实验成绩 占比提升
2024-2025-2	8.68	68.52	12.67%	8.59	69.01	12.45%	声速测量实验成绩 提升，且该实验成 绩占比提升

在上述表 2 中，为了削弱不同班级报告批阅人的“手松”或“手严”的影响，在计算平均值时去掉了最高分和最低分；为了抵消不同专业背景学生的差异，选取同一大类专业学生作为研究对象；为了明确比较出使用高清示教仪的效果，选取了声速测量实验作为分析依据，因为该实验在传统教学中的弊端最为明显，指导教师中愿意采用高清示教仪授课的人数更多；为了保证成绩分析的准确性，除了比较声速测量成绩的影响，也探析了该实验成绩占总成绩的比重(即占比)，以排除其他实验成绩对总成绩的影响作用，突出使用高清示教仪对于声速测量的成绩影响。由表 2 可以明确，使用高清示教仪对于声速测量实验成绩的提升不是单纯的正相关，但不能忽视其积极的影响。故而，总的来说，使用高清示教仪对于学生的学习效果有一定的提升作用。

5. 总结

从“以学生为本”的教育理念出发，本文对大学物理实验课堂教学方法进行了优化尝试，在线上、线下混合式教学模式下，搭建了基于实时投屏技术的高清示教仪应用于大学物理实验课堂，并对该高清示教仪在实验课堂上的使用效果进行了调研。调研和实践结果表明，基于实时投屏技术的高清示教仪在大学物理实验课堂上的使用满足了学生对实验学习的实际需要，可以帮助解决传统讲授方式带来的弊端，有效提升学生的学习满意度和学习兴趣，有助于提高大学物理实验课程讲课的活力，一定程度上提高了学生的学习效果，进一步提高整体的教学质量和教学效果。

参考文献

- [1] 谢超然. 大学物理实验教程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2023: 1-3.
- [2] 肖立娟. 大学物理实验教学的现状与教学改革的探究[J]. 大学物理实验, 2015, 28(6): 114-116.
- [3] 王亚伟, 乐永康, 钱飒飒, 等. 大学物理、大学物理实验两门课程现状调查报告及总结[J]. 物理与工程, 2016, 26(4): 46-55.
- [4] 赵玉连, 郭俊旺, 李艳聪. 面向新工科大学物理实验教学改革探索[J]. 科教导刊, 2020(33): 69-70.
- [5] 李琨, 耿新. 实时投屏技术在初中科学实验教学中的应用[J]. 实验教学与仪器, 2019, 36(10): 48-50.
- [6] 窦柳明, 唐贵平, 杨昌虎, 邓小清, 孙琳, 贺艺华, 朱华丽. 基于雨课堂的大学物理实验教学改革实践[J]. 大学物理实验, 2021, 34(5): 130-134.
- [7] 林济民. 实物投影在物理演示实验中的应用[J]. 集美大学学报(自然科学版), 1997(3): 92-93.
- [8] 金靓婕, 柳叶, 张纪磊, 等. 智慧互动教学一体机在大学物理实验教学中的应用探索[J]. 中国现代教育装备, 2024(13): 8-9+17.
- [9] 李琨, 沈于. 实时投屏在初中科学实验教学中的实证研究[J]. 中国教育技术装备, 2019(5): 115-119.
- [10] 宋茜. 多媒体教学在物理教学中的重要作用[J]. 理科爱好者(教育教学), 2018(10): 35-36.
- [11] 吴先球, 刘朝辉, 叶穗红, 等. 网络环境下远程实验的技术探讨[J]. 实验技术与管理, 2008(6): 30-33.
- [12] 谌建飞, 邓敏, 王永建, 等. 远程实验控制平台的设计与实现[J]. 中国教育信息化, 2017(3): 80-84.
- [13] 周旋, 谌建飞, 赵丹, 等. 声速测量远程实验设计[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(3): 135-139.
- [14] 赵文静, 曹忠. 国外增强现实教育应用的研究进展——基于 104 篇国际教育技术期刊论文的质性元分析[J]. 中国教育信息化, 2019(10): 30-35.
- [15] 刘昊, 郑志远, 张自力, 等. AR 技术在物理实验教学中的应用与实践[J]. 物理与工程, 2021, 31(4): 95-99+108.
- [16] 刘晓英, 戚琳, 王淦, 等. “材料物理性能”实验教学创新设计改革探索[J]. 教育教学论坛, 2025(16): 70-73.
- [17] 牟世娟, 齐东丽. VR 技术在大学物理实验中的应用与展望[J]. 产业与科技论坛, 2021, 20(13): 100-101.