

大学物理实验混合式教学和多元化考核模式研究

谢玉霞¹ 毕梦侠¹ 孙宇航¹ 胡明亮¹ 颜晓红²

(¹ 西安邮电大学理学院, 陕西 西安 710121; ² 南京邮电大学理学院, 江苏 南京 210023)

摘 要 大学物理实验体现了大多数科学实验的共性, 对于培养学生的基本实验技能、系统思维和创新意识有重要作用。本文针对当前大学物理实验教学中面临的问题, 分析了构建以学生自主操作为主, 教师全过程引导为辅的大学物理实验混合式教学和多元化考核模式的必要性, 同时从实验课程体系优化、线上预习与线下精讲混合、虚拟仿真与实验操作混合、课后拓展实验、课赛结合和科教融合实验以及多元化实验教学效果评价等角度探讨了大学物理实验教学改革和考核模式改革的可行途径。

关键词 大学物理实验; 混合式教学; 虚拟仿真实验

INVESTIGATION ON HYBRID TEACHING AND DIVERSIFIED ASSESSMENT MODES FOR COLLEGE PHYSICS EXPERIMENT

XIE Yuxia¹ BI Mengxia¹ SUN Yuhang¹ HU Mingliang¹ YAN Xiaohong²

(¹ School of Science, Xi'an University of Posts and Telecommunications, Xi'an, Shaanxi 710121;

² School of Science, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing, Jiangsu 210023)

Abstract University physics laboratories embody the common features of most scientific experiments and play a crucial role in developing students' fundamental experimental skills, systems thinking, and innovative awareness. In response to the problems currently encountered in university physics-lab instruction, this paper analyzes the need to establish a blended teaching model in which student hands-on work is primary and instructor guidance supports the entire process, together with a diversified assessment scheme. The potential pathway to reform the teaching and assessment modes for college physics experiment from various aspects, including optimizing the curriculum system, blending the online learning with the offline lectures, integrating the virtual simulations with the classroom experiments, expanding the experimental activities after classes, integrating the competitions with experimental teaching, and constructing a diversified evaluation system for teaching effectiveness, are discussed.

Key words college physics experiment; hybrid teaching; virtual simulation experiments

大学物理实验是面向理工科非物理专业学生开设的一门必修课, 是对学生进行基本实验方法和实验技能训练不可或缺的一个环节。大学物理实验体现了大多数科学实验的共性, 在实验思想、

实验方法和实验手段等方面是各学科专业实验的基础。大学物理实验也可以提供综合性很强的基本实验技能训练, 在提高大学生科学素养以及培养大学生理论联系实际和适应科技发展的综合能

收稿日期: 2025-06-04

基金项目: 西安邮电大学教学改革研究项目(JGB202314); 教育部高等学校大学物理改革研究项目“新工科背景下《光学》课程教学的改革和探索”(2024PR069); 西安邮电大学标杆示范课立项课程《大学物理实验》项目。

通信作者: 谢玉霞, yuxia1124@163.com。

引文格式: 谢玉霞, 毕梦侠, 孙宇航, 等. 大学物理实验混合式教学和多元化考核模式研究[J]. 物理与工程, 2025, 35(3): 134-137.

Cite this article: XIE Y X, BI M X, SUN Y H, et al. Investigation on hybrid teaching and diversified assessment modes for college physics experiment[J]. Physics and Engineering, 2025, 35(3): 134-137. (in Chinese)

力方面具有其他实验和实践类课程不可替代的作用。近年来,随着信息技术与教育教学的深度融合,实验教学的形态也在发生着深刻变化。传统实验教学模式已无法适应时代需求,对物理实验课程从多元化教学模式和考核模式方面进行改革已经成为实验教学发展的必然趋势。

1 大学物理实验教学现状分析

传统的大学物理实验教学模式相对单一,大多都是学生先预习课本,然后每个实验安排一到两次课^[1]。在有限的时间内,学生要完全熟悉实验仪器的操作并完成实验是有一定难度的。特别是由于部分学生课前预习效果不佳,很多时候只能由教师在课堂上讲解实验原理和操作步骤,然后学生模仿教师的演示进行操作,并通过记录和处理数据验证理论结果。在这个过程中学生思考的相对较少,难以调动其学习的积极性和主动性,很难在训练学生动手能力的同时,培养他们分析和解决问题的能力^[1]。很多学生在课堂上做的基本就是听课、实验测量和记录数据,没有足够的时间与教师进行沟通。

大学物理实验在教学理念和能力培养方面也有一些问题,比如教师始终充当着主角位置,学生的参与度不够,同时不同实验之间的关联性不大,分散性很强,这样很难调动他们对于物理实验的兴趣。还有一点,就是传统大学物理实验教学重视对先验性知识的验证和对基本实验操作技能的训练,这当然是必需的;但是在综合性实验系统搭建和探究性实验方案设计能力等方面,对学生的训练还有所欠缺,这会在一定程度上影响大学生创新潜能的培养。

传统大学物理实验教学的考核评价形式也比较单一,过程性考核不够。实验目的、实验仪器、实验原理和操作步骤等均要求学生事先预习,但不排除部分学生只是简单的把这些内容从教材誊写到实验报告上;特别是实验操作步骤,没有真实仪器的触感,仅让学生通过示意图和文字描述去想象该怎么操作,这样的预习效果也不会特别理想,教师也不大容易做出全面的预习效果评价。实验考试过程中,由于学生人数较多,教师也很难对每一个学生的实验操作能力、观察能力和创新能力等进行全面客观的评价。

2 混合式实验教学模式

为了解决大学物理实验教学过程中的痛点问题,可以结合教育信息化技术,探索“在线开放课程、课前虚拟仿真实验、课内实验操作、课后拓展实验、课赛结合和科教融合实验”等线上线下有机结合、逐次递进的多元化混合式教学,拓展实验教学内容的广度和深度,延伸实验教学的时间和空间,提高实验教学内容的针对性。同时围绕教学模式的多元化特点构建多元化的教学效果评价体系,达到培养学生实践动手能力、观察能力、创新意识和综合素质的目的。

2.1 实验课程体系优化模式

课程建设是实验教学改革的首要任务。优化大学物理实验课程体系,首先要坚持以学生全面发展为导向,深入挖掘实验课的德育内涵,明确各个实验的思政元素,实现价值引领和技能培养的有机统一。在课程体系优化过程中,要以提高学生的实验素养和培养创新能力为目标。在课程内容设置方面,要加强实验课与理论课的有机衔接,主动与大学物理和相关专业课程深度融合。既要保留必需的传统物理实验,又要适时引入体现物理学最新进展的新实验,适时更新部分传统物理实验的技术手段。通过优化实验课程体系和改革实验教学内容,提高实验课程结构的均衡性、综合性和前沿性。在课程结构方面,既要保证有必要的基础性实验,又要提高综合性、探究性和创新性实验的比重。要明确不同层次实验的侧重点,比如基础性实验重在培养学生的基本实验技能和实验观察能力,综合性实验重在培养学生的系统思维和实验设计能力,探究性实验重在培养学生针对特定问题自主设计实验以及分析和解决问题的能力,创新性实验则围绕物理学前沿进展培养学生初步的科学研究能力。在将实验课程按基础、综合、探究和创新分层设计的基础上,可以进一步将一些探究性和创新性实验按内容分模块设置,构建多层次联动推进、多模块有机融合的实验教学模式,满足不同层次学生的实验技能训练需求,达到提高学生的创新思维和综合实验素质的目的。

2.2 线上预习与线下精讲混合模式

混合式教学已经成为当前实验教学改革和发展的必然趋势^[2]。实验课的根本不在于教师讲了多少,而在于引导学生通过具体的实验操作和对

实验现象的细致观察和深入思考,去感受科学探索的过程,培养他们发现问题和解决问题的能力。基于实验课实践性强和真实实验操作的不可替代性,构建“基础理论、实验原理、仪器操作、实验数据处理、预习效果测评”有机结合的在线课程体系具有现实意义。预习是实验课的必备环节,预习充分才能在实验室圆满完成实验任务。由于不同高校物理实验仪器型号、实验内容不完全相同,教师还可以有针对性的自建一些在线课程和题库。针对某一个实验,教师可以事先提出预习任务,学生通过 MOOC、SPOC、自建在线课程等学习实验原理、仪器操作步骤和实验数据处理方法,同时完成预习效果测评。教师可以利用碎片化的时间开展在线答疑互动,提前检查学生的预习和虚拟仿真操作情况,及时督促未完成的同学按时完成预习任务。在课堂上,教师只针对关键原理、核心实验步骤和共性重点和难点问题讲解,以此提高课堂教学效率,将更多的时间留给学生进行实验操作。这样不仅可以实现预习过程留痕,为后续的过程考核评价提供数据支持,更为重要的是让学生从被动学转变为主动学,提高实验教学的质量和水平。基于此,我们搭建了物理实验预习与自动评判系统,包含理论知识和动手操作两个模块,并且针对每个实验都有实验原理、仪器介绍和实验操作过程录像等辅导资源。学生可以按照自己的时间合理安排预习,预习完就可以看到成绩,随时了解自己的预习效果。任课教师也可以通过该系统掌握学生的预习情况,为课堂讲解的侧重点提供依据。

2.3 虚拟仿真与实验操作混合模式

与真实实验相比,虚拟仿真实验具有可重复性强、不受时间和空间制约、无须担心操作失误造成仪器损坏等优点^[3]。构建“课前虚拟仿真实验、课内实验操作、课后拓展实验”逐次递进的实验教学模式,可以丰富课程内容,使学生的学习方式由单一转为多样化,有助于学生提前熟悉实验操作流程,更好地理解相关物理概念和实验原理,更快地掌握仪器设备的操作方法。教学过程中,可以针对特定实验,如电路的连接和光路的搭建,帮助学生提前熟悉操作流程;可以通过实验的虚拟场景,例如静电场的描绘和磁场分布的动态模拟,辅助学生理解抽象的物理原理。学生通过预习掌握了原理性知识后,进一步通过虚拟仿真实验进行操作练习,提前思考实验现象背后的物理原因,发

现自己的薄弱点,为课堂实验做好充足准备。教师还可以通过在线平台播放事先录制好的实验操作视频,帮助学生提前了解主要仪器的性能和操作方式。需要注意的是,虚拟仿真实验作为课堂实验的补充,它不能完全替代课堂实验,课堂依然应该是实验教学的主阵地。在课堂教学过程中,学生可以围绕虚拟仿真实验中发现的问题进行更有针对性的探索,感受真实仪器的触感,体验真实环境所带来的实验结果不确定性。教师可以根据在线预习和虚拟仿真实验反馈情况,对预习测评和虚拟仿真实验中发现的共性问题进行讲解,对不同学生进行有针对性的指导,真正做到因材施教,全方位培养学生的动手能力,提高物理实验课的教学效果。在这方面我们进行了一些初步的探索,搭建的大学物理虚拟仿真实验平台包括实验中心门户网站、大学物理仿真实验教学基础平台、大学物理仿真实验系统、实验资源库系统、物理实验预习与自动评判系统、物理实验考试与自动判卷系统等。目前可以支持力学、热学、电磁学、光学和近代物理等 40 余个大学物理仿真实验项目。

2.4 课后拓展实验模式

与课内实验侧重对基础知识的理解不同,课后拓展实验的目的是进一步培养学生的系统思维和综合能力。为此,可以整合物理实验教学平台,挖掘部分设备的使用潜力,在现有实验设备基础上开发新的实验项目,添加部分配件提升原实验项目的内涵,针对特定实验需求自制部分仪器,满足学生的个性化发展需求。管理方面可采用课题模式,学生在老师指导下,针对感兴趣的课题设计实验方案,列出实验原理、实验仪器和实验操作步骤,完成拓展实验以及后续的数据处理和分析工作。也可以结合物理学在光电技术方面的应用,设计一些跨学科实验,由学生完成方案设计、仪器选型和数据分析全流程。我们做了一些初步尝试,提供了智能温控系统设计、热敏电阻温度特性、动态磁滞回线测量、太阳能电池特性测量、气体传感器特性等拓展实验。还有一种思路是结合虚拟仿真实验,编写程序去模拟一些物理实验现象,这样不仅可以深化学生对物理知识的理解,也可以锻炼他们的编程能力。我们编写了水波干涉、波的独立性传播、李萨如图形、弹簧振子的阻尼振动、特殊带电体场强和电势分布、电荷在磁场中的运动、双缝干涉和光栅衍射等多个 Matlab 模拟程序。学生可以参考这些程序,在实验中心机

房进行模拟。

2.5 课赛结合和科教融合实验模式

课赛结合和科教融合育人模式也是物理实验教学改革的一条途径。首先是课赛结合,探索物理实验室开放管理模式,深入挖掘实验教学平台现有设备的潜力,升级改造部分设备,自主开发一些实验设备,根据需要适当添置部分新设备,助力学生开展科研训练和创新创业训练计划项目,组织学生参加物理学科竞赛。前期可以结合往年全国大学生物理实验竞赛、物理学术竞赛以及“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛题目设计相关实验,供学有余力的学生开展进一步的探索。第二是构建科教融合实验育人体系。持续推进并创新科学研究反哺实验教学的联动机制,鼓励教师依托承担的科研项目赋能实验教学改革,推动科研引领、产教合作、学科竞赛和课程拓展等不同形式的物理实验创新训练项目,鼓励优秀学生根据个人兴趣参与到上述项目,将课堂所学知识运用到解决实际问题过程中,提升自己的科研创新能力。近五年,我们依托物理实验中心开放实验室组织学生竞赛,获大学生物理实验竞赛国家奖19项、省奖14项;大学生物理学术竞赛国家奖1项、省奖40项;中国国际大学生创新大赛国家级铜奖2项,省级金奖2项、银奖2项、铜奖1项;“挑战杯”大学生课外学术科技作品竞赛科技发明制作类特等奖1项,取得了良好的实验育人效果。

2.6 多元化实验教学效果评价模式

由于混合式实验教学模式包含了多种形式和多个层面的教学活动,学生的学习过程也表现出多样性和复杂性等特点,以“预习报告、实验报告、实验考试”为主的方式很难全面评估实验教学的真实效果。落实产出导向教育理念,完善基于产出的实验考核评价标准,有利于全面考察学生的真实实验技能。在教学过程中通过明确和可衡量的要求安排实验教学活动,针对混合式实验教学模式的多元化特点,探索评价形式和评价标准的多元化。评价结果除常见的实验报告和章节测验外,还可以考虑基础知识在线测验、虚拟仿真操作、课堂实验操作和成果展示等,操作考核也可以结合小组互评和教师评价,这样的多元化评价方式有利于激发学生学习的主动性,提高实验教学的效果。基于此考虑,我们对大学物理实验考核做了一些改革,分数分配如下:实验预习(在线测验、虚拟仿真操作)10.5分、课堂表现(实验操作、

小组互评、教师评价)17.5分、实验数据7分、实验报告(实验原理、数据处理、作图规范性、实验结论、思考题)35分、期末考试(理论知识考核、实验操作考核)30分。二是探索实行分层次考核,即对不同层次的实验,考核标准有所区别和侧重,例如基础性实验侧重对操作规范性和实验现象观察能力的考察,综合性实验侧重对实验系统搭建、操作以及数据处理和分析能力的考察,探究和创新性实验侧重考查学生提出问题、作出假设、设计实验、进行实验、分析结果和得出结论等方面的科学思维能力。分层次考核有助于全面和客观地评价学生的学习效果,激励学生不断提高实验能力和创新水平。

3 结语

大学物理实验对于全面培养学生的实践动手能力、科学思维方式和科研创新意识具有重要作用。本文针对传统大学物理实验教学和考核模式单一、教学效率相对较低的问题,分析了构建以学生自主操作为主,教师全过程引导为辅的实验教学和考核模式的必要性,论证了从实验课程体系优化、线上预习与线下精讲混合、虚拟仿真与实验操作混合、课后拓展实验、课赛结合和科教融合实验以及多元化实验教学效果评价等角度进行教学改革的途径。这种混合式教学和多元化考核模式有利于提高大学物理实验的教学效果,全面考察学生的真实实验技能。

参 考 文 献

- [1] 王军,王帆,沙金巧,等. 线上线下相结合的大学物理实验教学改革创新研究[J]. 物理与工程, 2020, 30(5): 26-31, 36. WANG J, WANG F, SHA J Q, et al. Research on the reform of college physics experiment teaching based on the combination of online and offline[J]. Physics and Engineering, 2020, 30(5): 26-31, 36. (in Chinese)
- [2] 闫志巾,陈素果.《大学物理实验》线上+线下混合式教学模式研究[J]. 大学物理实验, 2023, 36(1): 140-143. YAN Z J, CHEN S G. Research on online and offline hybrid teaching mode of college physics experiment[J]. Physical Experiment of College, 2023, 36(1): 140-143. (in Chinese)
- [3] 齐丽晶,刘文彦. 大学物理实验虚拟仿真实验探索与实践[J]. 大学物理实验, 2023, 36(4): 130-133. QI L J, LIU W Y. Exploration and practice of virtual simulation experiment in college physics experiment[J]. Physical Experiment of College, 2023, 36(4): 130-133. (in Chinese)