

# “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

陈芳,柴一峰,胡睿佳,葛青霞,丰元

(湖南科技大学 物理与电子科学学院,湖南 湘潭 411201)

**摘要:**“大学物理实验”能提高学生分析问题与解决问题的能力,是新工科教育中培养学生科学实验素养的一门重要课程。针对传统“大学物理实验”教学模式中存在的问题,建立线上线下混合式教学模式,通过开展线上预习、应用多种教学技术、改进教学方式、注重实验过程考核等方式进行教学改革,创建以学生为主的课堂,激发学生的学习积极性,提升学生分析问题与解决问题的能力。

**关键词:**大学物理实验;线上线下;教学改革

**中图分类号:**G642

**文献标志码:**A

**文章编号:**1674-5884(2024)05-0048-06

2016年我国加入《华盛顿协议》,2017年教育部启动“新工科”建设,工程教育专业认证工作成为国内高校的一项重要工作<sup>[1-5]</sup>。工程教育专业认证倡导“学生中心、成果导向、持续改进”三大理念,强调“以学生为中心”,特别强调培养学生解决复杂工程问题的能力。“大学物理实验”是面向理工科本科生开设的通识必修课,支撑着学生的工程素养培养<sup>[6]</sup>。同时,它能让学困生巩固理论知识,掌握实验方法及实验技能<sup>[7]</sup>,进而培养学生自主学习、分析问题与解决问题的能力。该课程一般在大学一、二年级开设,该阶段的学生具有实验基础薄弱、对工程问题理解肤浅等特点,因此课程教学需要以学生为本,强调培养学生的实践能力和应用能力,逐步提高学生设计实验及分析与解释的能力。但是,目前“大学物理实验”存在课堂教学形式单一、考核不全面等问题,不能有效激发学生的学习兴趣,从而难以有效培养上述能力。鉴于以上现状,我们在湖南科技大学探

索线上线下混合式教学的新模式并开展教学改革。

## 1 “大学物理实验”教学及成绩评定现状

目前,大部分高校在“大学物理实验”教学中采用“预习—实验—评价”的线下教学模式。首先,学生根据教材自主预习并完成预习报告;然后,采用“先教师讲授后学生实验”的形式,学生课后完成并提交实验报告;最后,教师对学生作出综合评价。根据调研结果,这种教学模式普遍存在如下不足。

### 1.1 教师教学资源难以沉淀

传统实验教学中,教师答疑主要采用口头回答和现场演示的方式,这些回答与演示无法保存,不利于后面的学生自主学习。教学中学生提出的有意义的问题或普遍反映难以掌握的问题也很难积累。

### 1.2 实验预习效果差

预习是工程教育专业认证中评价学生自主学

收稿日期:2023-11-05

基金项目:湖南科技大学教学研究与改革项目(G32211)

作者简介:陈芳(1974—),女,湖南华容人,实验师,硕士,主要从事大学物理实验研究。

习能力的重要观察点。然而,目前大多数学生对预习不够重视,只是填写简单的实验报告,没有真正掌握实验内容,无法实现预习对课堂实践真正意义上的指导。为此,教师只能在课堂上花大量的时间去介绍实验原理、仪器、操作步骤等基础性内容。

### 1.3 实验教学手段单一

培养学生分析问题与解决问题的能力是工程教育专业认证的要求,也是实验课的核心目标。传统课堂教学模式下:教师提前在黑板上列出实验原理、数据处理方法、注意事项等内容,而后在课堂上介绍实验目的与实验仪器,讲解实验原理,

演示实验;学生在有限的时间内按教师传授的步骤被动完成实验,缺乏独立的思考,丧失了实践教学环节发现问题的机会,难以通过实验加深对理论知识的理解,也不能达到提高自主解决问题能力的目标。

### 1.4 实验考核不合理

实验成绩体现了授课教师对学生整个实验环节的综合评价,是衡量学生能力的重要方式。现行实验考核虽然也分项目进行量化,但没有细分,只是使用形成性方法进行终结性考核,没有按照工程教育专业认证的标准设置,如表 1 所示。

表 1 现行“大学物理实验”考核标准

考核项目	考核标准	权重/%
到课准时	准时到达实验室并签到	10
预习报告	按预习报告表格填写实验名称、实验目的、实验仪器、原理公式;画好实验记录表格;回答预习思考题	10
实验操作	按实验操作步骤认真完成实验且实验数据符合要求	40
文明卫生纪律	遵守纪律,认真完成实验,讲文明,讲卫生	5
仪器整理	按要求整理好仪器	5
实验报告	用统一的实验报告纸按格式要求书写,要求整洁,清晰,布局合理;对实验数据进行计算处理;讨论误差;回答思考题	30

在这个考核标准下,学生的成绩区分度较低,难以充分显示学生能力的差异。

(1)到课准时、课堂文明纪律与仪器整理基本上为送分项。预习报告内容比较简单,其分数拉不开差距。

(2)基础型物理实验的操作非常重要<sup>[8]</sup>,且其操作过程的评价需要教师对学生的操作过程进行逐一检查<sup>[9]</sup>。我校物理实验课的课堂人数约为 30,受实验条件的限制,人多仪器少,部分仪器只能两人一组使用,有的同学参与度不高。学生做实验时,教师要批改预习报告,无法观察到每个学生的操作细节,缺乏实验操作量化评价。此外,有的仪器测量精确度不高,而教师只能根据学生的实验数据是否合理来计分。以上因素导致大多数学生的实验操作分数差异不大。

(3)对于实验报告,教师严格按照考核标准批阅,其评分存在一定的差异。由此,传统考核的区分点主要在实验报告上。这导致学生对实验课程不够重视,而是将更多的精力放在追求实验报告的质量上。部分学生为了得高分,选择抄袭他人的实验报告或自行修改数据,而老师在大量的

批阅工作量下难以判断,从而弱化了实验成绩的公平性。

不能客观公正评价课堂表现、不注重实验过程评价、评分体系不合理、综合成绩不能体现学生实际实验水平等问题突出。一方面,很容易让学生产生懈怠心理,难以激发学生的创造性思维和做实验的积极性<sup>[10]</sup>,阻碍了其动手能力的发展;另一方面,难以帮助教师掌握学生的情况,特别是难以针对新工科和工程教育专业认证的能力培养要求进行实验教学的持续改进。

## 2 “大学物理实验”线上线下混合式教学改革

为解决“大学物理实验”传统线下教学所面临的问题,提高教学质量,我们进行了教学改革探索,构建了以线下实验为主、线上线下混合的教学模式,合理设计了线上线下教学内容与方式。

### 2.1 开展线上预习与互动,提高学生实验能力

#### 2.1.1 建立物理实验教学资源库

根据湖南科技大学目前开设的“大学物理实验”课程的实验项目自行建立包含学习文档、微

课程、视频资源等的教学资源库。学习文档包括课件、线上讨论题库等。线上讨论题库主要由教师发布或由学生提问构成,用于保存实验过程中师生对实验步骤及其体现的物理原理等的讨论。微课程一般时长较短,用于介绍常用测量仪器(如游标卡尺等)的使用、数据处理方法、误差计算。每个实验都有相应的视频资源,每个视频资源包含实验背景的分析、实验原理的讲解、实验仪器的介绍、实验操作过程的解说、实验注意事项等实验基础知识,以及拓宽学生视野的科普知识、前沿成果、实际应用等。视频库主要通过如下途径建立:一是利用互联网资源搜集国内外经典的大学物理实验教学视频;二是自行建设教学资源,拍摄实验教学视频,编写教学课件;三是将实验所涉及的科普知识与工程应用编辑成能激发学生兴趣的图文、视频信息。

### 2.1.2 组织全面开展线上预习

在每次实验课前一星期,教师在超星网络学习平台发布实验要求、课件、实验视频、相关测量仪器微课程、数据处理微课程、误差计算微课程等预习资源。学生在学习平台通过查阅课件理解实验原理等相关理论知识,观看视频资料直观地学习实验仪器的结构与操作步骤等。教师利用在线测试板块随机投放预习检测题,设定答题截止日期,组织学生在线作答。学生在预习中遇到问题时,可通过资源库查找资料解决,也可通过平台展开讨论。教师通过平台记录查看学生的预习情况并在线解答普遍问题与重难点问题。自主学习平台统计学生线上视频学习的时间、任务点完成情况与预习测试结果。

### 2.1.3 构建线上讨论互动平台

实验结束后,教师在平台发布讨论内容,如影响实验结果的重要因素、解决问题的有效方法、更可行的实验方案等。学生参与讨论并发表看法,教师有针对性地回复。线上讨论增强了学生与教师、学生与学生之间的互动,有利于提高学生独立思考与解决问题的能力。

教师在规定的时间内完成实验报告的批阅并返还给学生,同时在线上互动平台进行简要总结和反馈,让学生意识到报告中存在的问题并帮助他们及时改进,这样有助于学生实验能力的不断提升。

## 2.2 改革实验课堂教学,提升教学效果

### 2.2.1 应用多种教学技术

为了提升整个实验教学活动的直观性和灵活性,加强学生对相关理论知识和操作过程的理解,我们将实验信息化技术手段融入传统教学,如:将以前的老式黑板换成智慧黑板,两边的固定黑板用于板书重要的知识点与注意事项,中间的触控屏一体机可以开展多媒体教学,播放视频等;利用其内置软件编辑文档;连接互联网获取丰富的在线资源;教师在讲课过程中遥控一体机滚动显示相应的内容,帮助学生理解实验原理与操作过程等知识。采用多媒体教学还能有效解决教师演示实验时人数过多导致大部分学生看不到教师讲解和示范的问题,能够很好地调动学生学习的积极性与主动性。部分实验采用虚拟仿真技术进行教学或辅助教学。光学实验讲解的直观性不强,为提高教学效果,教师在演示操作时借助 CCD 技术准确、直观地展示实验现象,有助于增进学生对实验的理解。

### 2.2.2 改进实验教学方式

课堂依然是实验教学的主阵地,但课堂教学可以从以教师为中心转变为以学生为中心。教师根据线上预习的反馈情况,在课堂上合理调整教学计划,对学生留言的关于实验内容的疑问给予解答,对实验的重难点着重进行讲解,对容易出错的实验操作进行示范。在教学过程中,采用互动式教学鼓励引导学生观察和思考,如在讲解“分光计调整与使用”实验时,让学生抢答“为什么望远镜的光轴与载物台都要垂直于分光计的主轴”等。对于回答正确的学生,现场登记并加分;对于积极与老师互动的学生,给予一定的加分。互动式教学既能活跃课堂气氛,又有助于学生养成发现问题的好习惯<sup>[11]</sup>。学生遇到困难时,教师鼓励、引导学生,而不是直接教学生如何做。例如:在“分光计调节与使用”实验前,教师改变分光计调节螺丝的位置,让学生自行调整分光计。当学生调不出绿十字的像而向教师请教时,教师可反问学生“仪器需达到什么状态,才能看到绿十字像”,然后让学生思考没调出绿十字像的原因并再次自行调节。鼓励引导式教学法有利于实践工程专业教育专业认证提倡的“以学生为主体,以教师为主导”的教学方式,有利于培养学生发现问题和解决问题的能力,有利于创新型人才的

培养<sup>[12]</sup>。

### 2.2.3 强化课堂观察与互动

课前线上预习使学生对实验原理与实验操作等理解得比较透彻,所以,教师在课堂上一般不进行实验操作演示,而是将大量的时间留给学生自主完成实验操作。由于预习报告成绩已在课前由平台统计,教师不再需要批改预习报告。课堂上,教师可以很好地观察学生的实验状态,如是否正确操作仪器,是否获得正确的实验现象与合理的实验数据,等等。在实验中遇到问题时,学生可以通过与同学讨论、向教师请教、在线查阅资料、观看实验视频等方式来解决。这种教学模式让学生成为课堂的主宰者,培养学生分析问题与解决问题的能力及实践动手能力,真正实现了以学生为中心的教学,起到了较好的督促学生重视实验操作的目的。

线上线下混合式教学弥补了传统实验教学的不足,丰富了大学物理实验的教学内容,有利于教师了解每一位学生的学习状态,实现了以学生为中心的实验信息化技术手段与传统教学方法的深度融合。

### 2.3 注重实验过程考核,完善考核标准

实验考核作为实验教学的一个组成部分,不仅是检验学生学习效果和教师教学效果的重要标尺,还是保证教学质量、提高学生学习积极性的重要措施。实验成绩评价具有导向性,引导学生分

配学习的时间与精力。实验教学是一种过程教学,其过程往往比结果更重要。为此,从培养学生的实验能力出发,对标工程教育专业认证标准,从实验预习、实验操作、实验报告和讨论参与 4 个方面完善考核标准,如表 2 所示。相比传统标准,具有如下几个特点。

#### 2.3.1 注重过程考核

将教学目标进行细分,对课前、课中、课后每一个教学环节的过程性表现进行考核。尤其在学生操作实验时,教师全程观看学生做实验并记录其是否正确使用仪器,是否正确操作实验,而后当场作出评价。在此过程中,对于部分实验如“分光计的调整”,重点考核学生完成实验的速度与独立完成实验的能力。对于两人一组的实验,考核学生合作完成实验操作的能力。相比忽视过程的考核,对实验环节进行考核有助于提高学生的实验操作技能,有利于培养学生分析问题与解决问题的能力。

#### 2.3.2 加大实验预习的权重分

为了督促学生认真、有效地预习实验,培养其独立思考的能力与自主学习的能力,进行实验预习考核时不仅要对学生所观看视频的内容及其观看时长进行考核,还要在线测试学生的预习效果,精确并客观地评价学生的预习情况,这改变了传统教学中仅凭实验预习报告评定预习成绩的单一评价模式。

表 2 完善后的“大学物理实验”考核标准

考核项目	考核标准	权重/%	对标工程教育专业认证培养的能力
实验预习(20%)	按时观看讲解视频	10	自主学习的能力;使用现代工具的能力
	完成线上测试	10	
实验操作(45%)	正确使用仪器与工具	10	设计实验的能力;实验操作能力;独立思考的能力;分析与解决问题的能力;合作能力
	操作步骤正确	10	
	实验数据合理	10	
	按时完成实验	5	
	积极与同学合作或独自完成实验	5	
	实验态度与习惯良好	5	
实验报告(30%)	报告内容完整,书写认真	8	实验数据处理能力;分析、解释数据并通过信息综合得出合理结论的能力;思维创新与探究能力;查阅资料、多学科知识应用能力
	数据处理正确	8	
	误差计算正确	4	
	误差分析合理	4	
	思考题分析透彻	6	
讨论参与(5%)	参与预习与实验后的线上讨论	5	独立思考、分析问题与解决问题的能力;沟通与交流的能力

### 2.3.3 降低实验态度与习惯的权重分

传统“大学物理实验”考核中,到课准时(10%)、文明纪律(5%)、仪器整理(5%)基本为送分项,但这些可以考核学生的实验态度与习惯等隐性能力,是课程评价不可或缺的部分。现将以上三项并为实验态度与习惯(5%),而将更多的分值分配到考核学生实验能力的项目上。对于迟到、不遵守上课纪律、仪器整理不合格的,直接扣除此项分值。对于极不认真的学生,此项得分可为负值。

### 2.3.4 增加讨论参与度的考核

教师根据自主学习平台统计的学生线上预习与实验后讨论的参与度、活跃度来考核学生独立思考、分析问题的能力。

完善后的考核标准从知识到能力综合考核学生的物理实验能力,更加关注学生的过程性行为,较全面、客观地考核学生的学习水平,调动学生的学习积极性,提高学生的学习能力。教师根据考核结果及时向强化物理实验教学效果的方向改进,遵循工程教育专业认证提倡的“持续改进”要求。

## 3 “大学物理实验”教学改革成效

笔者对湖南科技大学2021级电子信息科学与技术4个班与光电信息科学与工程3个班共231名学生进行了“大学物理实验”教学改革实践并将其与2020级相同专业采用传统教学方式的223名学生进行了对比。对两个年级学生的调查问卷结果分析如下:2020级84%的学生认为预习对实验操作没起到作用,76%的学生认为实验最终成绩不能反映学生的真实实验水平;2021级82%的学生认为线上预习使学生在课前对实验仪器、实验原理与实验过程有了比较深刻的了解,让他们进入实验室后参照实验资料就能完成实验,调动了学生实验操作的积极性,96%的学生认为过程性考核可以更全面地评价学生的综合能力。两个年级学生的成绩分布如图1所示。新的教学模式下学生整体成绩有了明显的提升,尤其是90分以上的学生人数占比有明显增加。从对各项考核成绩的分析可知,“大学物理实验”教学改革后学生的实验操作能力明显增强,数据处理能力与实验结论分析能力有所提升。

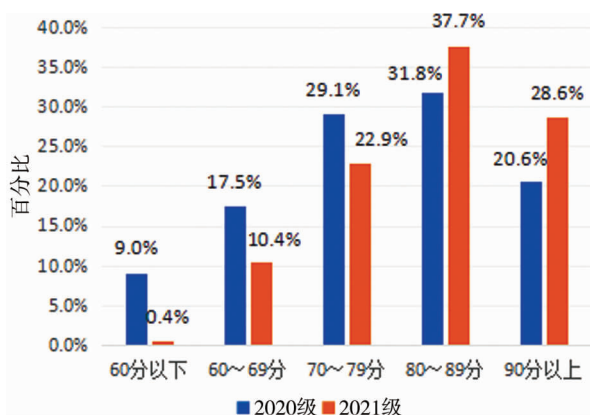


图1 2020级和2021级大学物理实验课程成绩分布对比

## 4 结语

“大学物理实验”能提高学生分析问题与解决问题的能力,培养学生的科学实验素养与创新能力。本文针对传统“大学物理实验”教学中存在的不足,进行了线上线下混合式教学改革探索,实现了以学生为中心的实验信息化技术手段与传统教学方法的深度融合。教学中注重实验过程性考核,加强师生互动,调动学生学习积极性,增强学生的自主动手能力,锻炼学生的思维能力,教学改革取得了一定的成效。

## 参考文献:

- [1] 林健.如何理解和解决复杂工程问题——基于《华盛顿协议》的界定和要求[J].高等工程教育研究,2016(5):17-26,38.
- [2] “新工科”建设复旦共识[J].高等工程教育研究,2017(1):10-11.
- [3] “新工科”建设行动路线(“天大行动”)[J].高等工程教育研究,2017(2):24-25.
- [4] 新工科建设指南(“北京指南”)[J].高等工程教育研究,2017(4):20-21.
- [5] 吴爱华,侯永峰,杨秋波,等.加快发展和建设新工科主动适应和引领新经济[J].高等工程教育研究,2017(1):1-9.
- [6] 秦平力,余雪里,马良.新工科牵引下大学物理实验课程改革与实践[J].物理与工程,2023(2):73-80.
- [7] 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(4):95-98.
- [8] 骆敏,余观夏,林杨帆.提高基础型物理实验教学质量的研究与实践[J].大学物理实验,2019(5):98-101.
- [9] 杨海彬,姚陆锋,姚琨.突出能力素质要求下开放式大学物理实验的考核评价研究[J].教育现代化,2019

- (4):135-137.
- [10] 刘鹏.大学物理实验研究综述[J].赤峰学院学报(自然科学版),2012(21):19-21.
- [11] 杨圆,肖沛,林季资,等.基于理论与实验融合模式的大学物理课程教学探索[J].中国现代教育装备,2020(17):98-99,103.
- [12] 邱彩虹.大学物理实验鼓励引导式教学法的探讨与实践[J].中国现代教育装备,2022(17):131-133.

## Exploration on the Reform of Online and Offline Blended Teaching of “University Physics Experiment” : Taking Hunan University of Science and Technology as an Example

CHEN Fang, CHAI Yifeng, HU Ruijia, GE Qingxia, FENG Yuan

(School of Physics and Electronic Science, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China)

**Abstract:** “University Physics Experiment” can improve students’ ability to analyze and solve the problem. It is an important course for cultivating students’ scientific experimental literacy in new engineering education. In view of the problems existing in the traditional teaching mode of “University Physics Experiment”, an online and offline blended teaching mode is established, and the teaching reform is carried out through the implementation of previewing online, applying various teaching techniques, improving teaching methods, and paying attention to the assessment of experimental process, and so on. The student-centered classroom is built, which is beneficial for improving students’ learning enthusiasm and cultivating their abilities to analyze and solve problems.

**Key words:** University Physics Experiment; online and offline; teaching reform

(责任校对 葛丽萍)