

基于 OBE 理念的大学物理实验教学的改革与实践

李向富 郑兴荣 曹鹏飞 朱晓禄
(陇东学院物理系, 甘肃 庆阳 745000)

摘要 针对我校大学物理实验教学存在实验项目偏少、预习效果不佳、实操时间不足、育人意识不强、“两性一度”亟待加强等问题,我们采取了如下教学改革措施:践行以学生为中心、成果导向的 OBE 教学理念,购置了大学物理虚拟仿真实验教学平台,依托超星学习通平台建设了大学物理实验在线课程。经过历时三年的教学实践,取得了如下改革成效:学生的学习素材更加丰富,学习主动性明显提升,学习成绩的评定更加客观公正和多样化,创新意识和创新能力不断加强,道德素质和进取精神显著提升,实验设备的损坏率显著降低。

关键词 大学物理实验; OBE 教学理念; 教学改革

REFORM AND PRACTICE OF COLLEGE PHYSICS EXPERIMENT TEACHING BASED ON OBE CONCEPT

LI Xiangfu ZHENG Xingrong CAO Pengfei ZHU Xiaolu

(Department of Physics, Long University, Qingyang, Gansu 745000)

Abstract In response to the problems in the teaching of college physics experiments in our university, such as insufficient experimental projects, poor preview effects, insufficient practical time, weak educational awareness, and the urgent need to strengthen the concept of “gender equality”, we adopted the following teaching reform measures including practicing the student-centered and results-oriented OBE teaching concept, purchasing a virtual simulation experiment teaching platform for college physics, and relying on the Hyperstar Learning Platform to build an online course for college physics experiments. After three years of teaching practice, the following reform results were achieved: students’ learning materials became more and more abundant, their learning initiative was significantly improved, their innovation awareness and innovation ability were constantly strengthened, and their moral quality and enterprising spirit have been significantly improved. The evaluation of students’ academic performance became more objective, fair and diversified. The damage rate of experimental equipment has significantly decreased.

Key words college physics experiment; OBE teaching concept; teaching reform

收稿日期: 2023-08-12

基金项目: 甘肃省高等教育教学成果培育项目:《大学物理实验》在线课程建设与教学改革(2023-152);教育部高等学校大学物理课程教学指导委员会大中物理教育衔接工作委员会教学研究课题;西部地方应用型本科高校《大学物理实验》课程大中物理教学衔接的研究和实践(WX202323);陇东学院 2024 年课程思政示范课程:大学物理实验。

通信作者: 李向富, 陇东学院物理系教授, lixf808@163.com。

引文格式: 李向富, 郑兴荣, 曹鹏飞, 等. 基于 OBE 理念的大学物理实验教学的改革与实践[J]. 物理与工程, 2024, 34(3): 42-48.

Cite this article: LI X F, ZHENG X R, CAO P F, et al. Reform and Practice of College Physics Experiment Teaching Based on OBE Concept[J]. Physics and Engineering, 2024, 34(3): 42-48. (in Chinese)

OBE(Outcome Based Education)教育理念,又称为成果导向教育、目标导向教育、能力导向教育或需求导向教育^[1]。OBE 教育理念倡导面向市场需求,培养学生的创新能力。其教育过程的设计要以实现学生特定学习产出为目标,以教育环节和课程为抓手,实现学习产出^[2]。大学物理实验是理工科学生进入大学后,接受系统实验方法和技能训练的起始课程和必修基础课程,是后续专业实验课程学习的基础,对培养学生的创新能力、实践能力以及科学探索精神具有重要意义,在大学人才培养中具有不可替代的重要作用^[3-5]。随着各高校应用型人才培养模式的不断优化,总教学课时呈现下降的趋势,通识教育类课程的比重缓慢上升,专业基础课程和核心课程的课时缓慢减少^[6-8]。作为专业基础课程的大學物理实验,其教学课时相对较少,由此诱发了一些较为突出的问题。但是,作为新时代的大学物理实验教师,应该结合教学实际,践行以学生为中心,成果导向的 OBE 教学理念,不断改进教学方法,将知识传授、能力培养和价值引领有机结合,不仅能有效解决教学中存在的问题,而且能够不断提升教学质量,从而培养德智体美劳全面发展的新时代大学生。

1 我校大学物理实验教学现状

在 2020 年前,我校大学物理实验教学几乎全部采用传统实验教学模式,即要求学生课前完成实验项目的预习并撰写预习实验报告,课堂上两人一组完成实操实验,课后完成实验数据处理和撰写实验报告。从实际教学效果来看,我校大学物理实验教学存在如下几个问题。

1.1 实验项目偏少

我校只开设了 8 个大学物理实验项目,虽然涵盖了力学、热学、电磁学和光学四部分内容,但是实验项目数量偏少,不利于培养学生的基本动手能力。

1.2 预习效果不佳

为了提高实验教学质量,任课教师都会要求学生课前预习,并撰写预习实验报告。学生一般通过阅读实验教材、实验手册、实验讲义和 PPT

等材料,从而了解实验目的、实验原理、实验仪器的使用方法、实验内容、实验步骤、实验数据的处理方法和实验注意事项等。只要学生认真预习,大部分学生的预习效果较好。但是,实验课本质是重实践性的,学生的预习往往“纸上谈兵”,尤其对于理解能力弱的学生,其理解的部分内容与实际偏差很大,甚至根本理解不了。更为重要的是,预习效果缺乏量化评价,使得部分学生“偷懒”,走马观花式地完成预习,甚至根本没有预习,只是照抄了别人的预习报告。由于课堂教学时间有限,教师只能抽查个别学生的预习完成情况,不能覆盖全体学生,缺少完善的预习评价和监督机制,给不爱学习的学生留下了偷懒的空间,从而降低了预习质量。

1.3 实操时间偏少

我校大学物理实验学时为 16 学时,实验教学安排在固定的时间和固定的地点,每个实验 2 学时,两人一组一套实验仪器。大部分实验的确两名学生在两学时内可以完成,而部分实验则一个学生做完后,几乎占用了两学时,另外一个学生就没有时间了,只能照抄同伴的实验结果,或者编造实验数据。例如,偏振光的观察与研究实验,教师讲解实验原理(融入思政)及注意事项之后,学生开始做实验,一个学生做完五项实验内容,大约需 80 分钟,另一个学生则几乎没有时间做实验了。在学时如此紧凑的情况下,学生往往只追求完成实验而已,根本没有时间动脑思考:为什么要这样操作?产生这个实验结果的物理原因是什么?这个实验的不足之处是什么?实验课时不足不仅严重影响了学生动手能力的训练,还限制了学生主观能动性的发挥以及创新能力的培养。

1.4 育人意识不强

在传统实验教学中,教师往往认为:实验课程主要是培养学生的动手能力,育人是理论课老师的责任,实验教学时间特别紧张,实验都是勉强做完,哪有时间育人?的确如此,实验课时紧张,极大地压缩了教师的育人时间。但是,立德树人是我们教学的第一要务,只有“人”合格了,其“才”才能正常发挥作用,才能当好我国现代化建设的接班人。育人是全体教师的共同责任,强化实验课教师的育人意识刻不容缓。

1.5 课程的“两性一度”亟待加强

由于实验课时非常有限,教师在教学设计上,往往侧重让学生如何理解实验原理和操作过程,在“创新性、高阶性和挑战度”方面的要求相对较少,给学生设置“只有跳一跳”方可完成的学习任务偏少。在某个实验的教学设计中,应该设计一些如下的任务:如何对实验进行改进或者设计全新的实验方案?该实验在工程实践中如何应用?该实验的研究进展如何?做实验有哪些收获?

2 大学物理实验教学改革举措

针对上述存在的问题,2020 年年初,我校大学物理实验中心经过反复讨论,对大学物理实验教学进行了系统性的改革,制定了如图 1 所示的大学物理实验教学实施方案。具体的改革措施如下。

2.1 践行 OBE 教学理念

本次大学物理实验教学改革始终践行以学生为中心、成果导向的 OBE 教学理念。在传统实验教学中,往往以教师为中心,教师首先进行实验原理讲解,其次进行实验操作演示,最后学生再动手操作完成实验。如此进行实验教学的结果就是学生完成实验的正确率较高,所需的实验时间较短。然而,这种教学模式存在一定局限性:学生没有充分发挥自己的主观能动性,几乎没有思考空间,不利于举一反三能力的培养。所以,在本次大学物理实验教学改革中,教师重点讲解实验原理,并分小组对某一个问题进行讨论;不再进行实验操作演示,由学生自己根据实验预习操作和实验原理,自主完成实验,在此过程中,老师给予必要的指导,但绝不从头指导到尾,让学生自主探索解决问题。实验中心的老师始终牢记“教学不仅看教师

教了多少,而重在学生学了多少”,并将该教学理念贯穿于实验教学的各个环节中。

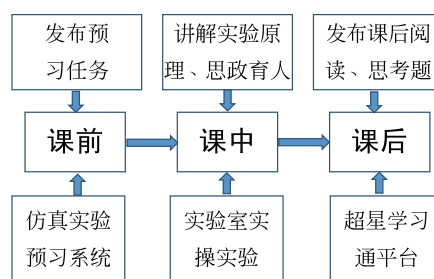


图 1 大学物理实验的基本教学流程

2.2 开设课外大学物理虚拟仿真实验课程

2019 年,我校购置了科大奥锐大学物理虚拟仿真实验教学平台,该平台包括基础信息管理系统、仿真实验系统、预习系统和考试系统(图 2)。基础信息管理系统主要用于录入上课教师和学生基本信息,动态管理教师和学生。仿真实验系统中包括 41 个实验项目,涵盖力学、热学、电学、电磁学、光学和近代物理等六个模块。预习系统和考试系统中含有试题库,教师可以在预习系统和考试系统中手动或者随机组合一套或者多套试题,供学生预习和考试;预习系统和考试系统中内置了判卷功能,系统能够自动评判每个学生的预习和考试成绩。

针对实验项目和课时偏少的问题,我校大学物理实验中心开设了课外大学物理虚拟仿真实验课程。由于实际的实验教学周数是 16 周,故目前仅开设了 16 个虚拟仿真实验,包括了实操的 8 个实验对应的虚拟仿真实验,额外又增加了 8 个虚拟仿真实验。教师在大学物理虚拟仿真实验教学平台的预习系统和考试系统中分别发布每个实验的预习和考试任务,要求学生课外线上完成,以此弥补实验项目数量偏少和课时不足的问题。



图 2 我校大学物理虚拟仿真实验教学平台所包括的子系统

2.3 在虚拟仿真实验平台上完成实操实验的预习

针对实操实验预习效果不佳的问题,课堂教学前一周,任课教师在大学物理虚拟仿真实验教学平台上发布预习任务(图3),题型包括单项选择题、多项选择题、填空题、判断题、操作题等客观题型。学生在平台上按时完成预习任务,系统自动评判成绩(图4),实现了预习的量化考核。在预习任务中,布置了实验操作题。虚拟仿真实验平台上的实验操作虽然不是真实的“动手”完成,而是通过鼠标点击“按钮”完成的,但其场景、步骤和过程与实操实验基本类似,所以通过实验的预习操作,使得学生比较熟练地掌握了实验操作过程,还可以在平台上反复多次练习。因此,实验的预操作必然能够为课堂教学中的实操节省较多时间,从而能够保证同一组的两个学生均能亲自动手完成实操实验。学生在预习的过程中,遇到疑问,可以通过微信群、QQ群或者学习通群和同学们讨论或者向老师请教。

2.4 依托学习通平台强化育人

针对育人意识不强和育人时间不足的问题,我们在超星学习通平台上建设了大学物理实验课程,每个实验项目中均建设了关于课程思政的文字和视频素材,随着开课的次数不断累计,授课教师不断地在学习通平台上添加新的课程思政素材,使得课程思政资源越来越丰富。要求学生完成学习通平台上思政素材的学习,学习通平台根据学生的学习时长和学习次数自动记录学习成绩。同时,要求教师在课堂教学中,必须融入思政元素(可以直接取自学习通平台上已有的思政素材,也可以自己重新设计),在课堂教学中讲解实验原理或者分组讨论时,将教学设计中的思政元素融入其中,并观察学生的反应,为后续改进奠定基础。例如,霍尔效应实验的课程思政教学设计如表1所示。从表1中可以看出:教学设计不仅明确了教师和学生的任务,而且给出了学生的预期学习效果。也就是说,根据要达到的育人目的,反向进行课程思政教学设计。

预习名称	预习开始时间	预习结束时间	操作	
分光计实验	2023-05-08 08:00:00	2023-05-21 20:00:00	删除	关闭查询
偏振光的观察与研究	2023-04-17 10:00:00	2023-05-07 22:00:00	删除	关闭查询
双臂电桥测低电阻实验	2023-04-03 09:30:00	2023-04-16 21:00:00	删除	关闭查询
自组直流电桥测电阻	2023-03-20 09:00:00	2023-04-03 21:00:00	删除	关闭查询
声速的测量	2023-03-07 10:00:00	2023-03-19 21:00:00	删除	关闭查询
用凯特摆测重力加速度	2023-02-27 15:30:00	2023-03-12 23:00:00	删除	关闭查询

图3 布置的部分预习任务

学号	姓名	班级	试卷名称	预习成绩	评估成绩	操作	
2022611116	朱州	22生物制药班	声速的测量	96.86	96.86	评阅	查看详情
2022611144	陈利	22生物制药班	声速的测量	96.86	96.86	评阅	查看详情
2022611137	陈浩	22生物制药班	声速的测量	96.46	96.46	评阅	查看详情
2022611132	陈	22生物制药班	声速的测量	96.17	96.17	评阅	查看详情
2022611140	陈言	22生物制药班	声速的测量	95.85	95.85	评阅	查看详情
2022611142	陈欣	22生物制药班	声速的测量	94.86	94.86	评阅	查看详情

图4 部分学生的声速测量实验的预习成绩

表 1 霍尔效应实验的课程思政教学设计

教师任务	学生任务	学生的预期学习效果
国外的物理学家均因对霍尔效应的杰出贡献而荣获诺贝尔物理学奖,我国的物理学学家也毫不逊色。清华大学的薛其坤院士在国际上首次实现了实验上的量子反常霍尔效应。这与薛院士始终用追求极致的严格标准要求自己和自己的学生,付出极限的努力是分不开的,详细简介请看学习通上上传的文章。同学们,我们今天的学习生活条件远远比薛其坤院士上大学时和前面提到的国外物理学家好得多,我们处在今天的新时代,大好时代,难道不应该好好努力,刻苦学习,实现自我价值吗?	听老师讲薛其坤院士实验上发现量子反常霍尔效应的伟大事迹。	通过对薛其坤院士诺奖级科研成果、刻苦努力、追求极致的学习工作精神的了解,增强自信心和民族自豪感,敢于挑战自我,追求卓越,实现人生价值。
刚刚我们学习了霍尔效应实验的基本原理,该实验是电场和磁场共同作用的结果,从这个实验上来看,产生的电场是由磁场引起的,似乎二者的界限较为明显。但是,电场和磁场没有严格的界限,与观察者所处的状态有关,例如,学习通上上传的文献研究了无限长线电荷对空间点电荷作用力,表明在一个参考系作用力表现为电场力,而在另一个参考系里表现为电场力和磁场力共同作用,而事实上,无限长线电荷对空间点电荷作用力是客观的,并不会因为参考系的改变而改变,电场和磁场是其表现存在的两个侧面,电场和磁场是一个统一体——电磁场。	倾听老师关于电磁场统一性的讲解,理解电磁场的物质性和统一性概念。	培养学生科学矛盾观,辩证唯物主义统一世界观。
刚介绍了消除霍尔实验负效应的方法,该方法不是对所有实验都是适用的,必须针对具体问题具体分析,针对具体的环境和问题制定相应的解决措施。正如习近平总书记 2019 年 1 月 17 日,考查南开大学时对青年学生说:我们现在迎来了从站起来、富起来到强起来的阶段,我们要把学习的具体目标同民族复兴的宏大目标结合起来,为之而奋斗。只有把小我融入大我,才会有海一样的胸怀,山一样的崇高。请同学们始终牢记总书记的嘱托,将我们自己的奋斗目标和我们国家民族复兴大业相结合,在中华民族复兴的征程上,刻苦努力,锐意进取,做一个对国家、家庭有贡献的人。	牢记、并深刻理解总书记的讲话精神。	将总书记的殷切期望牢记于心,化于行。从自身做起,刻苦努力,将自己的前途同中华民族的复兴大业融为一体,做一个敢于拼搏,热爱祖国,勇于担当的上进青年。

2.5 依托学习通平台提升课程的“两性一度”

课后,教师在超星学习通平台上发布 2~3 篇课外阅读文献和 2~3 个思考题,并以作业题的形式要求学生分别提交课外阅读总结和思考题答案。课外的阅读文献主要是关于当次课堂实验的研究文献,学生通过认真阅读教师所推荐的文献,用笔撰写该实验的研究进展总结和自己对该实验的思考(例如,如何改进实验?该实验在工程实践中如何应用?),并拍照上传至学习通供老师批阅。思考题主要是针对实验原理和实验现象的问题,学生做完实验后的收获是什么以及还有哪些不足等方面提出问题,学生通过查阅资料并结合自己做实验的亲身体会,用笔撰写老师所布置问题的答案,并拍照上传至学习通供老师批阅。特别说明一点:要求学生用笔撰写答案拍照上传至学习通,因笔迹不同,很容易识别,学生不能直接上传别人写的答案,如此能够避免个别学生直接复制

粘贴别人答案的情况;虽然也可能存在抄袭的现象,但至少得动手撰写,从而激励不爱学习的学生自主学习。通过学习通平台发布具有一定高阶性和挑战度的课外学习任务,量化考核学生的完成情况,从而驱使学生积极主动地学习,培养学生的创新能力。

3 大学物理实验教学改革成效

按照上面提到的改革措施,进行了历时三年的教学实践,取得了比较满意的改革成效,具体说明如下。

3.1 学习素材更加丰富

大学物理虚拟仿真实验教学平台上的仿真实验系统中每个实验中包括实验简介、实验原理、实验内容、实验仪器、实验指导、实验演示和实验操作等七部分内容;预习系统和考试系统中配有题

库,实验课教师也会通过自主命题不断扩充题库。在超星学习通平台上建设了大学物理实验课程,共16个实验项目,每个实验项目中包括思政元素教学设计、实验讲义、实验PPT、虚拟仿真实验操作视频、课外阅读资料和思考题等六部分内容。这些丰富的线上学习资源,使得学生不再局限于看纸质的资料,而是根据自己的学习情况和学习习惯,灵活地选择学习资源,高质量、高效地完成老师安排的学习任务。

3.2 学习主动性明显提升

课前,教师在大学物理虚拟仿真实验教学平台上布置预习任务,总分为100分,学生在系统上完成预习题目并提交,立即可以查看自己的预习成绩,及时获得成就感,从而提升了学生预习的积极性和追求高分的内驱力。大多数学生一般不止预习一次,而是预习两三次甚至更多,从而使得自己的预习分数接近于满分或者等于满分。由于预习扎实,在课堂教学的实操实验中,学生做实验的速度提升,不仅保证了一组的两名学生均能亲自动手操作完成实验,还可能有余时间,让两名学生能够互相讨论发现的问题,交流彼此的想法。课后的学习通任务中,根据老师设定的观看视频、阅读文章、作业等各项任务的分数占比,学习通平台能够自动地统计出学生的总评得分。学生可以随时查看自己的得分和班级排名情况,从而激励学生积极认真地完成学习通任务。

3.3 成绩评定更加客观公正和多样化

在实施教学改革之前,总评成绩主要由实验预习、实验操作和实验报告三部分组成,评价维度较少。实验操作成绩由任课教师根据学生的操作情况打分,比较客观公平;然而,对于实验预习和实验报告,任课教师只能凭学生提交的纸质版材料评判分数,很难发现所提交的预习报告和正式报告是学生本人独立完成,还是抄袭别人,从而影响了成绩评定的公平性。实施教学改革之后,突出过程评价。总评成绩=平时成绩 $\times 60\%$ +期末考试成绩 $\times 40\%$ 。平时成绩=考勤及课堂表现 $\times 10\%$ +预习成绩 $\times 30\%$ +课堂实操成绩 $\times 30\%$ +实验报告成绩 $\times 10\%$ +学习通平台成绩(含观看思政素材、阅读文献、撰写阅读总结和回答思考题等) $\times 20\%$ 。期末考试在大学物理虚拟仿真实验教学平台的考试系统进行,理论知识分值占20%,随机抽取的4个实验操作分值占80%。预习和期

末考试成绩均由仿真实验教学平台自动评判,考勤及课堂表现、课堂实操成绩、实验报告、课外阅读总结及思考题成绩均由教师评定,学习通平台自动统计该平台上的综合成绩。实施教学改革之后,学生学习成果的评价更加多样化,更加公平,更能激发学生学习的积极性。

3.4 创新意识和创新能力不断加强

经过历时三年的大学物理实验教学改革实践,授课学生的学习任务的确相对较重,但是通过对所有授课班级学生的跟踪了解,发现学生的创新意识和创新能力的确得到了较大的提升。表现在以下几个方面:(1)任课教师普遍反映,随着实验课程进度的推进,学生课外线上和课堂线下提问及讨论发言的积极性明显提升。(2)学生的实验总评成绩与实施教学改革之前相比,无论是班级平均成绩,还是高分学生人数均呈现逐年上升趋势。(3)学生提交较高质量的实验设计数量,学生申请国家级、省级和校级创新创业项目的数量和质量逐年稳步提升。(4)大学物理实验中心的老师们指导的学生学科竞赛成绩优异:物理实验竞赛获得国家三等奖3项,省级一等奖3项,二等奖4项,三等奖10项;数学建模竞赛获得国家二等奖5项,省级一等奖4项、二等奖5项;获得挑战杯和创新创业大赛省级奖6项。

3.5 道德素质和进取精神显著提升

在课内和课外的大学物理实验教学中均不断强化立德树人教学任务,取得了明显成效。表现在如下几个方面:(1)抄袭现象大幅度减少。教师通过课堂教学提问和批阅实验报告、课外阅读总结和思考题等发现,随着实验教学进度的推进,抄袭的现象明显逐渐减少。当然,这与老师一旦发现雷同的答案,就会在班上通报批评教育有很大的关系,也与课内课外的思政教育有关系。(2)考试作弊的学生人数大幅度减少。采用大学物理虚拟仿真实验平台进行线上考试时,我们采用大学物理虚拟仿真实验平台上的抓拍和腾讯会议相结合的方式监考。2020年至2022年三年间,每年均约有800人参加大学物理实验考试,查获作弊的人数依次为10、7、3,作弊的人数下降明显。逐步实现由“不让作弊”到“不想作弊”的转变。(3)刻苦钻研、敢于探索的学生人数逐年增加。近几年来,参加学科竞赛、创新创业项目和从事科研助理的学生人数逐年持续增加,经过他们的刻苦努力和

认真钻研,我校学生在学科竞赛和创新创业等方面取得了骄人的成绩。(4)学生的责任意识和担当意识不断增强。随着大学物理实验教学不断推进,学生间的团结协作意识不断增强,尤其是自主设计完成研究性实验时,学生间的团结协作精神尤为突出。下课时能够主动地把仪器摆放整齐,关掉电源和打扫好实验室卫生。学生能够积极主动地参与学校的公益劳动和暑期社会实践活动,用实际行动践行责任担当意识。

3.6 降低了实验设备的损坏率

我校每学期大约有 10 个班级开设大学物理实验,每个班级分两组,每套实验设备每学期至少被 20 人次操作,实验设备损耗较大。学生经过大学物理虚拟仿真实验平台上的预习后,对实验的基本操作流程已比较熟练,在实体设备上的误操作相对较少。由于学生人数较多,若采用抽签进行实操实验期末考试,部分实验设备可能被抽取高达 50 次,如此高频率的使用,可能导致考试期间实验设备的损坏,不仅影响了本次考试,可能还会影响下一学期的正常实验教学。所以,我们采取所有班级同时在虚拟仿真实验平台上进行期末考试。利用大学物理虚拟仿真实验平台进行线上预习和期末考试,不仅客观评价了学生的学习成果,还显著降低了实验设备的损坏率。

4 结语

在总课时不变甚至呈现下降的大背景下,增加大学物理实验教学课时的可能性微乎其微。但是,随着时代的进步,大学物理实验教学质量绝不能下降,而是必须逐渐提升。针对我校大学物理实验教学存在的问题,通过购置大学物理虚拟仿真实验教学平台,依托超星学习通平台建设大学物理实验在线课程,教师践行 OBE 教学理念,强化学生课外学习任务的数量和质量,使得大学物理实验教学改革取得了明显成效。我校大学物理实验教学改革的实践经验,对于大学物理实验教学课时相对较少的高校具有一定的借鉴价值。

参 考 文 献

[1] 杨晓娜,张胜海,吴天安,等. 基于 OBE 理念的大学物理实验精准教学课堂设计与实践[J]. 物理通报, 2023, (5): 20-23.

YANG X N, ZHANG S H, WU T A, et al. Classroom design and practice of college physics experiment precision teaching based on OBE concept[J]. Physics Bulletin, 2023, (5): 20-23. (in Chinese)

[2] 王威, 国安邦, 马贺, 等. 基于 OBE 理念的大学物理实验教学体系改革与实践[J]. 大学物理实验, 2023, 36(2): 154-157.

WANG W, GUO A B, MA H, et al. Reform and practice of college physics experiment teaching system based on OBE concept[J]. Physical Experiment of College, 2023, 36(2): 154-157. (in Chinese)

[3] 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. Study on online + offline mixed teaching mode of college Physics Experiment[J]. Physical Experiment of College, 2023, 36(1): 140-143. (in Chinese)

[4] 魏秀芳, 雒向东, 郭中华, 等. 大学物理实验课程混合式教学模式的实践——以兰州城市学院为例[J]. 甘肃高师学报, 2023, 28(2): 74-78.

WEI X F, LUO X D, GUO Z H, et al. The practice of mixed teaching mode of college physics experiment course—Taking Lanzhou City University as an example[J]. Journal of Gansu Normal Colleges, 2023, 28(2): 74-78. (in Chinese)

[5] 刘竹琴, 张君甫. 大学物理实验课程思政的探讨[J]. 物理通报, 2023(3): 66-68.

LIU Z Q, ZHANG J F. Discussion on ideology and politics of college physics experiment course[J]. Physics Bulletin, 2023(3): 66-68. (in Chinese)

[6] 丁胜. 以考研辅导应对高等数学课时减少的分析与建议[J]. 数学教育学报, 2011, 20(2): 61-64.

DING S. Analysis and suggestion on how to deal with the reduction of higher mathematics class hours with postgraduate entrance examination guidance[J]. Journal of Mathematics Education, 2011, 20(2): 61-64. (in Chinese)

[7] 姚可夫, 巩前明, 张弓, 等. 迎接挑战建设精品课程——课时减少条件下的工程材料课程建设[J]. 中国现代教育装备, 2013(19): 14-16.

YAO K F, GONG Q M, ZHANG G, et al. Meet the challenge and build excellent courses—Course construction of engineering materials under the condition of reduced class hours[J]. Chinese Modern Educational Equipment, 2013(19): 14-16. (in Chinese)

[8] 黄兴欣. 课时缩减背景下大学英语翻转课堂初探[J]. 长沙大学学报, 2016, 30(3): 153-156.

HUANG X X. A preliminary study of college English flipped classroom under the background of class reduction[J]. Journal of Changsha University, 2016, 30(3): 153-156. (in Chinese)