

仪器智能化与物理实验教学的改进^{*}

郑飞跃 陈翔翔 尤素萍 彭辉丽 黄 华

(杭州电子科技大学理学院 浙江 杭州 310018)

(收稿日期:2021-04-20)

摘要:从仪器的角度入手,在物理实验教学中融合信息技术,对实验仪器进行智能化改进.仪器智能化后缩短了学生测量时间,因而重新安排了课堂教学,拓展实验内容,使学生对物理理论知识有更深入的理解,并且培养学生自主研究的意识和能力,提高实验教学效果.

关键词:信息技术 仪器智能化 大学物理实验 教学改革

当今世界,信息技术在各行各业中得到普遍应用,就工业领域来说,从仪器设备的设计开发到应用,都会涉及到诸如计算机、单片机、通信接口等信息技术.大学作为人才教育基地,在学科的建设中需要融合信息技术.大学物理实验是实践性课程,除了教学管理、教学手段与教学环节外,还需要在教学工具即实验仪器上融合信息技术.

从目前的报道看,信息技术和实验的融合主要利用网络平台进行实验管理、实验预习、实验仿真等^[1~3].对于实验仪器,融合计算机和传感器技术后改变了测量手段,提高了实验精度,但在一定程度上削弱了学生对物理实验的感性认识,特别是一些仪器智能化程度过高,不利于学生理解物理过程^[4,5],因而有人认为使用智能化实验仪器,学生的动手能力和数据处理能力得不到锻炼,影响教学效果,对此,我们在实验仪器的智能化改进和实验教学方法上做了一些探索.

1 实验仪器的智能化改进

大学物理实验是基础性的实验课程,主要是培养学生的动手能力、分析问题和解决问题的能力,加深物理理论知识的理解,增强物理实验过程的感性认识.在开设的物理实验中,许多是验证物理规律的,如非线性电阻的伏安特性、长螺线管的磁场分

布、光电效应、单缝衍射的光强分布等实验,这类实验在验证物理规律的过程中,其操作是重复的,对学生实验能力的培养作用不大.有的实验曲线测量的点数比较多,实验数据不够形象直观,学生不能第一时间判断是否和理论相符合,而且测量时间比较长,学生也没有时间分析实验结果,这样不利于培养学生主动研究的精神.可以通过仪器的智能化改进来解决这些问题.

1.1 仪器智能化改进的原则

仪器智能化是指利用单片机和传感器自动采集数据,利用数据处理系统计算实验结果,包括误差和不确定度.考虑到以往智能化仪器对实验教学效果的影响,在仪器的智能化改进时要求:

(1)增加学生对信息技术的认识,不降低对物理实验过程的体会;

(2)不降低大学物理实验的课程要求.

1.2 仪器智能化改进的实施

以学生为主、教师为辅的方式对一些操作重复的实验仪器进行改进,在原有仪器的基础上结合单片机开发板和传感器自动采集实验数据,用编程软件如 labview,python 等处理数据;或借助传感器和 Pasco 系统相结合,采用 Capstone 软件处理数据.因为是在现有仪器上改进,因而仪器是开放而非封闭的,学生的实验过程和体会基本不变.

^{*} 杭州电子科技大学 2020 年度高等教育教学改革研究项目,项目编号:YBJG202047;杭州电子科技大学实践类课程教学改革项目,项目编号:sjkg201804

作者简介:郑飞跃(1964-),男,高级实验师,从事大学物理实验教学与研究.

2 实验仪器智能化后实验教学的设计

仪器智能化可以缩短测量时间,但不能缩短实验时间,降低实验要求,应充分利用多出来的时间丰富教学内容,提高教学质量。

2.1 培养学生创新意识

教师在介绍实验仪器的时候,应强调传感器、通信接口和数据分析系统在实验中的应用,鼓励学生学习开发软件与数据处理软件,了解单片机开发板性能和作用,为后续开发仪器、参加省大学生物理创新竞赛打下基础。

2.2 以学生为主导 进一步研究物理规律

物理实验教学既要培养学生的科学实验能力,又要通过实验使学生加深对物理知识、物理规律的理解。物理规律和现象随着条件和参数的改变有可能发生变化,同一物理规律也可以从不同的角度去研究,这需要有较多的时间让学生思考和操作。传统实验教学由于课堂时间有限,一般都在指定的条件和参数下进行测量,仪器智能化后的教学环节中,要求学生在完成教材中规定的实验内容之外,根据实验原理自主改变实验的测量条件和参数,研究实验条件和参数的改变对物理规律的影响^[6],或自主研究物理规律。如空气比热容比实验,要求测量空气比热容比。实验中采用树莓派 4B 和 BMP388 传感器自动采集数据,用 Python 软件编程自动绘制各个热力学过程气体压强、温度随时间的变化曲线,并计算出空气比热容比。学生完成测量后自主研究一项拓展内容,经过对几个热力学过程的分析,大多数学生研究等容过程,用手对储气瓶加热,研究等容条件下气体压强和温度的关系;少数学生则利用测得的比热容比反推研究绝热过程;也有学生研究充放气放慢对实验结果的影响。无论用什么方法研究,都表明了学生对物理规律有一定的思考,教材中的实验内容,可以加深学生对物理规律的理解,而对于实验要求之外的数据规律的分析、不同角度的实验研究会进一步加深对物理规律的理解。

2.3 提高分析问题解决问题的能力

有的实验受仪器调整、实验环境等因素的影响,会产生较大的误差,仪器智能化后,在实验中给定测量的精度要求,让没有达到要求的学生自己找出原因并解决。如磁悬浮动力学实验,利用磁浮小车在导轨中运动来研究牛顿第二定律,测量重力加速度等。该实验的重复性不是很好,误差比较大,学生完成实

验回去处理数据,也只能泛泛地说哪些方面可能出现问题。将计算机通过 Arduino 开发板和光电门相连,并用 LabVIEW 采集、处理数据。实验中学生利用计算机很快可以得到实验结果,如果超出教师规定的精度要求,那就要学生自己分析研究实验过程中可能存在的问题,比如导轨纵向水平度或小车轮子对导轨的压力等,调整后重新测量,这样既可增强学生实验的主动性,又可提高学生分析问题、解决问题的能力。

2.4 引导学生主动研究实验结果

对于设计性实验,学生根据自己的设计搭建实验器材,完成测量,一般很少有时间去研究自己的设计方案是否正确,只能课后数据处理时分析,缺乏实验验证。仪器智能化后,学生有时间用实验手段研究自己设计方案的正确性,有的实验可以根据研究结果调整设计方案。如伏安法测非线性电阻的伏安特性,该实验是设计性实验,要求学生根据待测电阻的型号参数和所用电表的内阻,设计测量电路(电流表内接或是外接),然后逐点测量。在课堂上一般只能完成两个非线性电阻的测量,学生实验精度是否达到要求、设计方案是否正确,在课堂上学生不清楚。将现有的实验仪器和 Pasco 系统相连,用计算机采集电阻元件上的电流和电压并用 Capstone 软件进行数据处理,学生可以很快测完数据并得到伏安特性曲线。如根据设计采用电流表外接测量稳压管正向伏安特性,得到伏安特性曲线后,要验证自己设计方案的正确性,先用 Capstone 软件画出修正电表内阻后的伏安特性曲线,然后测出电流表内接的伏安特性曲线,就可以比较两种接法电表内阻的接入误差对测量结果的影响。

3 仪器智能化前后教学方法和教学效果比较

3.1 教学方法上的区别

(1)仪器智能化后在课堂教学中突出“学生为主体”。使用智能化仪器,可以在较短的时间完成测量,在教学内容的安排上,根据不同的实验要求学生自主研究物理规律,或者进一步完成教材中的拓展内容,又或者提高实验精度等等,这样增加了学生的主动性,也提高了学生的学习效率。

(2)仪器智能化后加深了对实验误差的理解,进一步提高学生的分析能力。仪器智能化前通过实验后待测物理量的误差计算和结果的不确定度计算来培养学生的数据处理能力和分析能力。而仪器智能

化后学生在课堂上利用实验系统计算测量误差、绘制实验曲线等,不需要课后进行繁琐的数据处理^[7],学生根据所得结果了解了产生误差的主要因素,分析实验各个环节,根据具体情况采取相应措施,相对于仪器智能化前,学生能力的培养得到进一步加强。

3.2 教学效果

从仪器智能化后的教学效果上看:

(1)提高课堂教学效率.物理实验课程目标是培养学生的科学实验的能力和夯实物理理论基础.仪器智能化缩短了不必要的重复测量时间,用于分析影响实验结果的因素,调整实验仪器,提高实验精度,改变实验参数或者实验方法,进一步实验,使学生对物理概念、物理规律有更深入的理解,因而在课堂规定的时间内,学生获得更多的经验与体会。

(2)提高了实验报告的质量.智能化实验系统可以算出各量的测量误差和不确定度,这样可以避免部分学生课后因学业紧张而对实验数据处理敷衍了事,有了正确的实验结果,学生对实验的总结有根有据,不像以前对结果的讨论分析空洞笼统.教学效果有明显的提高。

另外,采用智能化仪器后,学生了解了信息技术在实验中的应用,对某些物理实验仪器产生一些想法,然后尝试智能化改进,学生采用不同的开发板和不同的软件,如 labview,python, MATLAB 等采集和处理数据,尽管这些仪器现在还不能推广到实验教学,但可以不断地改进与完善,为后续远程实验的开发打下良好的基础.学生在改进仪器的过程中创新能力得到了锻炼,近年来有 10 多项实验仪器的改

进在浙江省大学生物理创新竞赛上获奖。

4 结束语

仪器智能化后的实验不是学生打开仪器自动测量,然后拷贝或打印实验结果就完成实验了,它只是减少了一些操作重复的数据测量,着重于提高学生自主学习和研究的能力,是物理实验教学的重要组成部分.实践表明,采用部分开放式的智能化仪器进行物理实验教学,只要合理安排教学内容,不仅不会降低教学质量,而且还可以使实验教学更加全面,从而提高实验教学效果。

参考文献

- 1 高茜,王菲斐,朱江,等.大学物理实验智能化教学模式的构想与实践[J].大学物理,2019,38(4):33~36
- 2 顾媛媛,符跃鸣,崔岩,等.信息技术环境下构建大学物理实验活力课堂的实践研究[J].大学物理实验,2020,33(4):109~113
- 3 张凤琴,刘强,林晓珑.信息技术与大学物理实验深度融合的教学模式研究与探索[J].实验技术与管理,2019,36(6):204~207
- 4 张兆慧.当前大学物理实验仪器现状及改进建议[J].教育与装备研究,2016(12):64~66
- 5 段坤杰,衡丽君.实验仪器和教学方法优化研究[J].大学物理实验,2015,28(1):110~112
- 6 彭辉丽,尤素萍,徐姪梅,等.基于 PASCO 平台的数字化物理实验教学模式探讨[J].化工设计通讯,2018,44(4):145~146
- 7 朱鹤年.新概念物理实验测量引论——数据分析与不确定度评定基础[M].北京:高等教育出版社,2007

Instrument Intellectualization and Improvement of Physics Experiment Teaching

Zheng Feiyue Chen Xiangxiang You Suping Peng Huili Huang Hua

(School of Sciences, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou, Zhejiang 310018)

Abstract: This paper introduces the integration of information technology in the physical experimental teaching, and improves the experimental instrument intelligently. The intelligent instrument shortens the students' measurement time, so the teaching group rearranges the classroom teaching, expands the experimental content, makes the students have a deeper understanding of the physical theory knowledge, cultivates the students' consciousness and ability of independent research, and improves the experimental teaching effect.

Key words: information technology; intellectualization of instruments; college physics experiment; teaching improvement