

近代物理实验的工程内涵教学探索实践*

李泽朋 谭红革 张连顺 杨雄 杜明润

(中国民航大学理学院 天津 300300)

(收稿日期:2021-10-18)

摘要:在近代物理实验授课过程中以“项目”形式开展新工科理念及工程内涵下的教学方法探索实践,实践表明课程教学效果有较大提高,学生的主动探索、创新意识、工程意识、团结协作等能力得到锻炼.通过结合实验内容,开展教学实践探索,为实验课程开展新工科及工程内涵下的教学方法探索提供借鉴,提高专业人才培养水平.

关键词:近代物理实验 新工科 工程教育 教学模式

当前新工科教育理念提出当前工科教育主动适应新技术、新产业、新经济发展,以及近年开展的CDIO工程教育均以提高学生创新能力、工程能力为首要目的,是当前工科专业人才培养倡导的教育理念.新工科理念及工程内涵教育模式倡导将创新意识、工程师素养等与学生专业基础知识学习结合,纳入理论和实践课程教学过程;在开展专业基础教育的同时,加强工程实践内涵,强调综合创新能力,建立更先进的教学方法体系,使教学模式与专业人才培养目标契合.

“近代物理实验”是一门综合性实验技术与实验方法课程,材料物理专业人才培养体系中开设此课程.课程选取物理学发展史中主要的实验、实验方法及实验技术进行教学,有助于材料物理专业学生了解如何用实验手段研究材料物理现象与规律,加深学生对材料物理概念及理论理解,并认识实验在材料物理学发展中的地位和作用.目前该课程常采用的传统教学方法是教师讲解原理,演示实验设备操作,学生根据讲解、演示进行验证实验,测量数据,完成实验^[1,2].传统教学模式在一定程度上限制了学生的主动性和创造性,不利于激发学生独立思考的兴趣和培养其创新、实践精神^[1,3].考虑到学生创新能力、工程意识和实践能力培养是新工科理念及工程内涵下实验教学改革的重要任务^[4-7],因此,在近代物理实验教学中开展了“项目”式教学方法探

索实践,期望更有利于培养学生主动探索精神、创新能力、工程意识、团队协作精神等,实现新工科理念及工程实践能力培养,提高专业人才培养水平^[8-11].

1 项目式教学法实践

在近代物理实验教学过程中,改变纯验证模式^[12-15],采用“项目”式教学法,将实验教学视为类似“项目”执行过程,学生小组为实验教学开展的主体,教师负责实验执行过程的引导、监督、考核角色,进行工程内涵下的教学方法实践.

结合不同实验项目,按难度和掌握要求不同将实验分为基础型、提高(开放研究)型两类,分别采用不同项目式方法,其实验的预习(设计、开发)过程,教学实施、考核均在工程内涵背景下进行,体现学生主动、合作、创新等特色.

1.1 基础型实验项目教学法

基础型实验如真空镀膜、塞曼效应、核磁共振等,要求观察实验现象,了解实验原理,学会定性、定量分析实验现象,理解实验设计原理,验证实验现象并进行数据计算.以塞曼效应实验为例,此类实验的项目式教学过程按如下步骤进行.

(1)预习.课程教学实施一周前教师与学生见面,组建学生分组,学生阅读教材和相关实验参考书,

* 国家自然科学基金资助项目,项目编号:11804384;天津市教委科研计划重点项目,项目编号:2019ZD19;中国民航大学实验技术创新基金,项目编号:2019CXJJ06;天津市一流线下课程-物理实验,项目编号:TJ202102011;中国民航大学校级教育教学改革研究项目-物理实验课程思政示范建设,项目编号:CAUC-2021-B1-044

作者简介:李泽朋(1979-),男,博士,副教授,主要从事材料物理性能研究和物理实验教学研究.

了解塞曼效应现象原理、应用(计算电子荷质比)、实验仪器.通过预习,小组成员理解实验现象、原理、实验方法等.

(2)课堂教学.小组向教师汇报实验预习情况,根据预习汇报情况,教师再补充介绍或纠正原理理解的遗漏或错误之处,介绍实验设备使用方法,同时布置实验任务;项目小组自主协商实验进程和方案,教师确认实验方案安全、合理后,小组调试“法布罗标准具”,观察塞曼分裂现象;利用偏振片、 $\frac{\lambda}{4}$ 波片等观察、区分 π/σ^+ 劈裂成分;利用 π 线干涉环,测量圆环直径,计算电子荷质比;全程教师进行.小组根据方案分工协作、自主完成实验,完成数据计算后向教师汇报实验情况,教师视情况纠正不合理环节,学生再次进行实验或测量并重新计算,直至合理.

(3)教学效果考核.学生小组经讨论确定操作水平,汇报实验结果、分工完成情况,之后教师对小组实验情况进行评价,并对成员的实验参与、完成度等进行评价.

1.2 提高型实验教学法

提高型实验如光学平台、光栅光谱、棱镜摄谱仪、X射线衍射实验等,要求在基础型实验基础上举一反三,开发设计型内容,掌握设计实验并获取实验现象、进行原理验证的能力.以光栅摄谱仪实验为例,希望学生利用反射光栅、汞灯、透镜、读数显微镜以及其他光学辅助配件等,自主搭建光路、观察光栅衍射现象(光强)、测量第一级主极大各颜色光位置、计算各成分光波长.

教师将实验完成要求设置为开放式,学生完成

基础实验要求后,利用实验设备及配件,提出设计实验内容(例如将激光光源、分束镜、棱镜等加入到光路,参与调试、检测等)探索新设计方案,提出预计实验现象或结果;教师参与并评判设计方案可执行后,学生自主开展实验设计方案,检验实验现象是否符合设计方案;完成设计实验后,记录、整理、计算实验数据,教师和学生一起检查实验与设计方案的匹配度.

提高型实验重点考核设计方案、实施过程及实验效果.小组成员集体评定分工、操作完成度、结果合理性,并汇报任务的完成情况;之后教师对实验过程、现象、结果、设计方案等进行评价,同时对成员参与度、任务完成度进行评价,给出各成员的考核成绩.

2 项目式教学法效果

对基于新工科及工程内涵的“项目”式教学实践效果及学生自我评价的工程能力进行了调查,经过连续两学期教学实践,学生填写问卷后反馈给课程组,调查问卷包含课堂授课效果、工程内涵能力两部分.课堂授课效果问卷主要统计学生对实验原理、操作、结果的理解及掌握度,以及对“项目”式授课方法的认可度等方面;工程内涵能力问卷(表2)主要统计学生自我评判的主动性、团结/协作能力、探索/思考能力、动手能力、总结能力、交流能力、协作能力等方面.

两学期共涉及上课人数120人次,分发调查问卷120份,收回有效问卷112份,问卷结果如表1和表2所示.

表1 课堂授课效果问卷结果

序号	内容	认可传统模式 (问卷数)	认可新模式 (问卷数)	百分比提升/%
1	原理掌握度	72	105	28.7
2	实验操作掌握度	81	109	25.0
3	数据及处理掌握度	85	112	24.1
4	授课模式接受意愿	50	109	52.7

表2 工程内涵相关能力问卷结果

序号	内容	认可传统模式 (问卷数)	认可新模式 (问卷数)	百分比提升/%
1	主动性	27	103	67.8
2	协作性	11	110	88.4
3	探索/思考	60	105	40.1
4	实践(动手)能力	61	109	42.8
5	总结能力	58	101	38.4
6	沟通能力	45	101	50.0
7	设计能力	2	108	94.6

由表1可知,就教学效果而言,学生一致认为掌握程度均得到提高,平均每项认可人数能提高20%以上,且学生对该“项目”式教学法接受度较高.由表2可知,学生大多认为“项目”式教学过程中工程能力得到锻炼,其中主动、协作、交流能力等提高较多,认可设计能力得到锻炼的学生增加最多,增加近95%.从总体看,采用“项目”式教学方法,近代物理实验课程教学效果没有降低,有较大提高;同时学生的工程能力也得到锻炼.

从任课教师角度看,“项目”式教学方法过程中,95%以上项目小组都能顺利完成;而且授课结束后,每次至少有50%的学生迟迟不愿离开实验室,仍与任课教师,或与同学相互讨论实验过程、实验仪器等,这与之前采用传统授课模式结束后最多有2~3人(6%左右)继续讨论形成鲜明对比,这充分说明,学生对实验的兴趣、参与度等得到大幅提高.

3 结论

基于新工科理念及工程教育内涵,近代物理实验课程授课过程中采用“项目”式教学法开展教学实践,培养学生主动探索、创新意识、工程意识、团结协作等相关能力.通过教师实践,学生一致认为实验原理、操作、数据处理等掌握程度均得到提高,且学生对“项目”式授课方式接受度较高,相关工程能力得到锻炼,主动、协作、交流、设计能力等锻炼较多.“项目”式教学探索实践为实验课程开展新工科理念及工程教育内涵下的新教学方式探索提供启示,为当前工科专业基础课程教学改革提供新思路.

参考文献

1 冯娟娟,郭党委,李训栓.“近代物理实验”课程的现状和

思考[J].高校实验室工作研究,2016(4):26~28

2 周甫方,刘文广,徐云冰.X射线衍射实验在近代物理实验中的教学案例[J].物理与工程,2019,29(Z1):79~83,87

3 王亚民,班丽瑛,庞绍芳.工科近代物理教学改革的现代化[J].2017年全国高等学校物理基础课程教育学术研讨会,2017,328

4 刘彩霞,徐元英,景佳.近代物理实验开放式实践育人及创新能力培养[J].物理通报,2018(8):68~71

5 郭智兴,鲜广,熊计.基于CDIO模式的复合材料实验教学方法[J].实验室研究与探索,2019,38(6):201~204

6 委福祥,王延庆,刘洪涛.“新工科”背景下材料专业实践教学体系探索[J].实验室研究与探索,2019,38(1):197~200

7 李明标.《近代物理实验》课程教学改革的实践探索[J].教育现代化,2019(56):52~53

8 庄娟,杨华,李建东.近代物理实验系列化教学模式探索[J].物理与工程,2014(7):60~62

9 李永涛,赵洪牛,葛智勇.近代物理实验综合教学体系建设与实践[J].实验室研究与探索,2014(10):147~150

10 姜成果,姜立月,孙倩煜.近代物理实验课程考核方式的探索与实践[J].实验室科学,2014,17(4):138~141

11 王树国,戴海涛.近代物理实验教学改革探索[J].物理与工程,2017(S1):327

12 樊娟,张国恒,李小勇.CDIO工程教育模式在大学物理设计性实验中的应用[J].物理实验,2016,36(2):29~32

13 彭勇宜,李宏建,郭光华.基于学生创新能力培养的近代物理实验教学改革研究[J].创新与创业教育,2016(1):122~125

14 刘海霞,盖磊,赵培刚.创新性近代物理实验教学探索与实践[J].物理通报,2019(10):82~85

15 王合英,孙文博,陈宜保.自主探究实验对学生综合素质和创新能力的培养[J].实验技术与管理,2018(12):24~28

Teaching Exploration Practice on the Connotation of Engineering for Modern Physics Experiment Course

Li Zepeng Tan Hongge Zhang Lianshun Yang Xiong Du Mingrun

(College of Science, Civil Aviation University of China, Tianjin 300300)

Abstract: In the teaching process of modern physics experiment course, we carried out the exploration and practice of teaching methods under the new engineering concept and engineering connotation in the form of “project”. The practice shows that the teaching effectiveness has been greatly improved, and the students’ abilities of active exploring, innovation consciousness, engineering consciousness, unity and cooperation have been exercised. By combining the experimental content and carrying out teaching reform, this can provide reference to explore the teaching methods under the new engineering and engineering connotation for experimental courses, and improve the training level of professional talents.

Key words: modern physics experiment; new engineering course; engineering education; teaching model

(上接第 135 页)

度符合要求时执行舵机开伞,让舵机转动,打开降落伞来增加阻力,从而保证装置的安全着陆。

5.3 上位机监测系统

上位机显示效果如图 5 和图 6 所示。

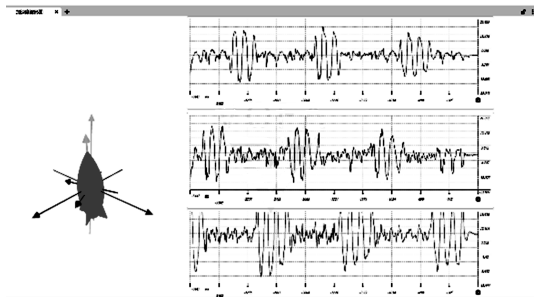


图 5 上位机监测系统效果图(1)

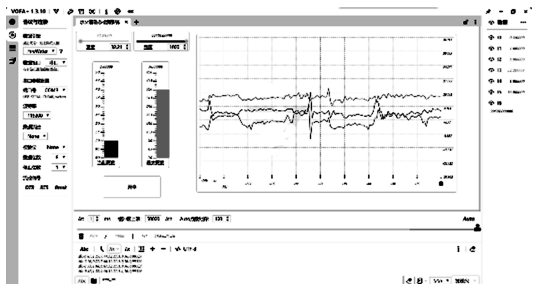


图 6 上位机监测系统效果图(2)

上位机在工业控制当中又被称为 HMI,就是一台计算机,它的作用是监控现场设备的运行状态,当

现场设备出现问题时,上位机上就能显示出各设备之间的状态(如正常、报警、故障等)。

为了能够实时观察水火箭的状态,我们采用了伏特加上位机与单片机端进行数据交互,主要用它来测量水火箭在空中的数据,其中包括高度、加速度、气压、温度和姿态信息等,并将这些数据进行图形化显示,从而达到监测系统状态的效果。

6 结束语

本文设计了一款基于无线数据传输的水火箭动态监测系统. 该设计采用 STM32F103RCT6 单片机进行开发,通过 WIFI 模块与 PC 端上位机保持信号传输. 本系统利用传感器采集技术、无线通信技术,设计出一套基于无线数据传输的水火箭动态监测系统,该系统能够实时监测水火箭飞行过程中的数据信息,为水火箭竞赛参与者提供了调试方便,也可作为裁判系统辅助裁判与教学辅助。

参考文献

- 1 祝声彦. 基于通用技术项目教学的水火箭项目开发与实践[J]. 中国教育技术装备, 2020(12): 38~40
- 2 潘银松,刘天刚,马泽忠,等. 基于 MS5611 的小型无人机高度监测系统设计[J]. 电子测量技术, 2015, 38(7): 22~26