

创新创业新途径 —— 物理实验仪器的创新设计与改进*

熊泽本

(荆楚理工学院数理学院 湖北 荆门 448000)

(收稿日期:2020-07-28)

摘要:总结了我国创新创业教育的发展历程与现状,提出了创新创业教育与物理学专业教育相融合的实施手段与实证方法,提出结合专业特点,依托物理实验室,开展物理实验仪器的创新设计与改进是切实可行而又理想的寻找创新项目、提高创新能力、形成创新创业成果的绝佳办法。

关键词:创新创业 实验仪器 设计 改进

1 时代背景与创新创业教育现状

我国进入到中国特色社会主义新时代,创新创业成为国家发展的新动力,创新上升到了国家战略的高度,在“中国制造2025”和“创新中国”时代大背景下,我国经济社会发展急需数以千万计的拔尖创新人才来实现“大众创业,万众创新”的战略目标。培养创新人才的重任责无旁贷地落在了高校肩上,并对我国的创新创业教育提出了严峻的挑战。

国外理科生创新创业教育是以工科为主的理论与实践相结合的教学模式,从基础教育开始重视实践操作和创新能力培养,创新创业教育体现在以职业教育为主体的工科教育模式。如德国成熟先进的职业教育体系。美国效仿德国职业教育,1947年,美国哈佛大学开始“创业教育”^[1]。目前美国有1600所大学开设了创业课程,200多所大学开展创业学位教育,有100多家创业研究机构群^[2]。

我国创业教育起步于20世纪初,受美国实用主义影响的萌芽,以陶行知为代表的教育学家提出了教学过程中融入创业理念,20世纪以梁漱溟为代表

的“乡村自治”理念,提出农民自主创业观点。新中国成立后,创新创业教育进入新时代。1990年,国家教委基础教育司尝试“创业教育实验”,从2002年教育部确立9所创业教育试点院校以来,经过近20年的发展,创新创业教育仍难满足社会需求^[3~5]。

国外对创新素质和创业能力的重视比较早,研究也比较早,高等教育机构和社会学界都高度关注创新教育。美国是最早开展创新教育研究和实践的国家,杜威、斯普朗格等相关研究人员认为创造力是人才培养目标的首要任务^[2],Mc Mullan提出要开设激发学生创新创业意识的课程^[6],Solomon建议把创业课程推广到多门学科^[7]。在我国,创业教育成为近几年的研究热点(2015至2018年主题中含“创业”的文献条目数量依次为20241,21850,22226,20235,知网数据),表面来看,创新创业教育的普及程度大大提高,但最终创业成功的学生却少之又少。究其根本原因就是我国高校十几年来都没有形成一个系统的、完整的创新创业课程体系,创新创业教育与专业教育不能有机融合^[8],国内高校的创业课程往往出现偏理论、轻实践的情况。

* 湖北省教育科学规划2019年度课题“理科生创业能力培养新途径 —— 物理实验仪器的创新设计与改进”,项目编号:2019GB084;荆楚理工学院教学研究项目“《物理实验仪器的创新设计与改进》创新创业类在线课程建设”,项目编号:JX2018-011

作者简介:熊泽本(1979-),男,硕士,讲师,主要从事物理及实验教学研究。

2 依托专业教育推动创新创业教育纵深发展与延伸

创新创业教育如果仅仅局限于创业通识课的建设,则双创教育只是空中楼阁,无本之木.科学、完整的创新创业教育必须与专业教育有机融合,把双创教育落到实处,使双创教育的源头浸润于专业课程的每一个可能的知识点,才能使创业项目源源不断,来之于实际.创新创业教育融入专业课程教学之中,许多高校在此进行了有益的尝试,但是,参与创业教育的专业大多聚集在与就业联系非常紧密的旅游、服务、贸易、传媒等专业^[9~12].创新创业教育与专业相融合,就是把创新创业教育融入专业人才培养目标的定位、专业课程体系的架构、教学内容的设定、师资队伍的培养、实验实习基地的建设以及人才培养效果的评价等^[13~14].创新创业教育与理科专业特别是物理学专业的融合就是结合物理学专业特点,把创新创业教育渗透进专业教学的每一个任务点.物理学是一门实验科学,实验教学是物理专业教学的重要组成部分.把物理原理应用于具体实际,设计创作新的作品,或者是针对物理实验过程中的实验原理相对落后、实验步骤相对繁杂、实验仪器老化不配套、实验现象不明显、仪器利用功能单一等“痛点”,选取合适的实验项目,针对“痛点”寻找解决方案,然后进行实物制作,最后把项目提炼,相应成果升华成创新创业点,使创新创业教育与实验仪器的创新设计深度融合,推动创新创业教育纵深发展.

3 依托专业实验室 开展创新创业教育

地方高校应该遵循教育发展规律,以培养适应时代发展的基层服务型、应用型人才为己任.根据我校建设服务基层社会和经济发展的地方大学的办学目标,我校应用物理学专业在人才培养目标的定位中,依据学生个性特征并结合专业特点,对学生发展进行合理化分流,经过4年的逐步培育和专业实训,使约30%的学生能够继续升学学习;使约20%的学生能熟练掌握专业技能,成为有创新意识和创新能力的行业专门人才;使约50%的学生成为专业技

术工人.

在人才培养过程中,创新创业教育贯穿人才培养的所有过程,特别是实验实践环节.我校自合并升本以来,从2008年面对理工科本科生开设大学物理实验课,在国家级、省级实验教学示范中心辐射作用下,依据《理工科类大学物理实验课程教学基本要求》的文件精神^[15],从2012年开始逐步增加综合、设计性物理实验内容,旨在更好地培养学生的应用能力、创新能力.2015年开始尝试《物理实验仪器的创新设计与改进》相关实验内容的选题、立体化教案的制作、典型案例的整理等相关工作.逐步改变了以下各种现状:创新、设计性实验开设的项目较单一;受教学时数不足的影响学生自主实验体现不充分,对设计性实验感到困惑,不知如何入手;教师不得不按照传统的教学方法把目的、原理、仪器、实验方法、步骤一一讲解,最终在教学形式、方法上逐步打破传统,建立了以培养有积极创新意识、有基础创新创业知识、有一定创新创业技能的全新实验实践课程体系.

培养创新人才的教育目标对教师和学生提出更高的要求.教学开放性给修习大学物理实验的理工科学生带来一个切实可行的创新途径,也给了学生更大的创造空间.针对物理实验过程中的实验原理相对落后、实验步骤相对繁杂、实验仪器老化不配套、实验现象不明显、仪器利用功能单一等“痛点”,利用已经掌握的专业知识,借助多样化的测量手段,依附更先进的测量仪器和设备,因陋就简、就地取材,自制新仪器或改进已有的实验仪器,让学生参与到自制实验仪器或改进实验仪器的活动中来,把实验过程中的“痛点”解决后形成创新点,落实到具体的实验仪器的升级、改造项目,并进一步把项目实体化、成果化,是一种切实可行而又理想的寻找创新项目、提高创新能力、形成创新创业成果的绝佳办法.

首先,通过项目化的物理实验仪器的创新设计与改进开发了学生的智力,项目实施过程中培养学生发现问题、分析问题、解决问题的能力,问题的解决过程会促进学生综合素质和能力的提高.

第二,对物理实验仪器的创新设计与改进是学生在教师指导下自主完成的一项创造性的研学活动,创新制造过程可以促进学生手脑协调发展,创新制造过程也是一个不断自我否定、理论进步、然后具体实践的论证与探索过程,它具有探索性。

第三,物理实验仪器的创新设计与改进的选题必须突出创造性,选题目的不在于繁杂与简单,而是要突出创新与发展,只要有创造性,论题新颖,有实用和推广价值就行。

针对学生具体情况和我校大学物理实验中心仪器出现的相关问题,我们选取了约20个实验项目,针对每个实验项目进行尝试性,寻找“痛点”—寻找解决方案—严密论证—实物制作—项目提炼—成果升华,争取在这些项目的实施过程中提炼出实用价值较高、受众面广、成果显著的创新创业点。本项目在实际教学过程中可采用3种教学模式:

一是在教学计划内的大学物理实验课上穿插进行,以课程设计、实验小论文、仪器小制作为目标的小型项目的实施,适用于全体学生,它是大众创新创业教育的基石部分,也即“大众模式”。

二是开放实验室以课内课外结合,与大学生科技创新项目的申报、实施,各种学科行业竞赛,实习基地项目等相结合的形式穿插进行,适用于部分对实验充满兴趣的学生,设计实验仪器需要反复探索,实验室和实习基地提供必要工具和部分经费,有条件的对实验充满兴趣的学生进行开放。创新和创业项目的实施过程使学生在失败和成功中思考、总结、吸取经验和教训,培养创新意识,获得创新素质,获得创新创业体验,继而达到创新创业能力的培养。

三是开放实验室实行实验导师制,适用于少数优秀的有实验天赋的有创新创业意愿和创新能力的学生,也即创新创业的“精英模式”。开放实验室,结合教师的科研课题、实验创新设计与改进课题项目实行项目导师制,从项目中提炼创新创业源头,满足学生的求知欲望,创新创业愿望,让他们对科学研究和创新创业有一个全程体验,体验一个原创性实验的开发和创业创新的艰难与艰辛。

3种模式体现了大众创新教育与精英创业教育的统一与兼顾。

物理实验仪器的创新设计与改进项目的实施大致分类如下:

第一类,演示实验仪器的创新设计。针对某个物理原理或物理规律在实际生活的应用以及验证,设计简单实用的小实验。如学生根据半导体热电偶的电热效应原理、水循环制冷以及风冷原理设计制作的简易小冰箱,原理清晰、结构简单、实验设备开放可调,该项目成功申请2019年湖北省大学生科技创新项目,学生系列成果成功申报国家专利(表1)。

第二类,废旧仪器的回收利用。在实验室部分仪器一旦达到使用年限或部分损坏,便要进入报废淘汰阶段,为了更好地利用国家资源,充分提高产品剩余价值,对面临报废淘汰的仪器进行重新组合或回收开发再利用,是物理实验仪器的创新设计与改进的重要途径。如我校应用物理学专业学生利用接近报废的迈克尔孙干涉仪,在导轨平台上加装物台,导轨上方架设组装的显微镜筒,设计制作了“高精度数显显微镜”,该仪器填补了一般实验室条件下测量精度介于微米和纳米量级之间的常用测量设备的空白,该项目获得湖北省大学生物理实验创新设计大赛三等奖(表2)。

第三类,对现有仪器的升级改造。学生通过熟悉实验设备和测量过程,充分了解仪器设计原理和基本结构,对实验设备的不合理、不完善、不适用的诸多问题进行深入的分析与探讨,并设计合理可行的改进方案和措施,对仪器进行一定程度的升级改造,是对物理实验仪器的创新设计与改进的重要手段。如我校2015级应用物理学专业学生联合机械设计与自动化、物联网工程等专业学生对实验室现有的静电场描绘仪进行设计改造,利用单片机控制机械臂进行电势点的自动寻找和电势的实时数码显示,设计制作出自动化静电场描绘仪,该项目成果获得湖北省大学生物理实验创新设计大赛一等奖,并成功申报国家专利。而且该产品吸引了仪器生产厂家的强烈兴趣,已经与我校签订了合作意向。下一步将

进一步升级、完善后进行试生产。

第四类,全新实验仪器的创新设计,在高级阶段,部分学生在熟练掌握相关专业知识和实验技能后,就能以自己创造性的视角和灵敏的嗅觉,主动寻找问题并提出假设,组建相关设备,创新制作新的成

果,如我校2011级学生利用单片机、传感器和相关物理学专业知识设计制作了“基于单片机的气体参数测量装置”,该项目成功进入我校创新产业园,该学生根据设计成果形成了毕业论文设计,且毕业论文设计获得了“湖北省2015年优秀毕业论文”。

表1 历年大学生科技创新创业项目

序号	项目名称	指导教师	负责人	年份	级别
1	景观式喷泉时钟	刘进	马海光	2012	省级
2	手握式手机电池万能充电器	刘进	汪建新	2012	省级
3	自行车式旅行箱设计	熊泽本	吴聪	2012	国家级
4	差动式热电阻的研究	熊泽本	董俊冬	2014	省级
5	Matlab GUI设计在实验数据处理中的应用	熊泽本	段攀	2014	省级
6	升降踏板式变速自行车设计	熊泽本	吴聪	2014	国家级
7	生产优化方案设计	李学银	谭树心	2014	省级
8	炼油厂中原料配比问题的研究	盛集明	陈荣	2014	省级
9	一种新式多功能背包的设计	熊泽本	武彪	2015	省级
10	机械臂式3D打印机的设计	蒋再富、王红	涂文涛	2015	国家级
11	一种可调焦式多功能台灯的设计	熊泽本	施科宇	2015	省级
13	一种新型带风扇的座椅的设计	熊泽本	张飞	2015	校级
14	大巴车安全逃生车窗	蒋再富	马雷震	2015	校级
15	杨氏模量测量实验改进	熊泽本	曹赞	2015	省级
16	一种带温度自动提醒功能的水杯设计	张定梅	向华	2016	省级
17	智能便携式防盗行李箱	蒋再富	张余栋	2016	国家级
18	影响液体表面张力因素的研究	熊泽本 杨小云	孙宪钢	2017	校级
19	基于3D打印技术的产品设计	曾令准	潘书文	2017	校级
20	粉笔专用吸尘器	周仙美 熊泽本	陈伟凌	2019	校级
21	基于STC89C52单片机的电阻测量仪	周仙美 熊泽本	张中庆	2019	省级
22	简易小冰箱	熊泽本 乞聪妮	周鼎	2019	省级
23	自动化静电场描绘仪	熊泽本 乞聪妮	祁红飞	2019	国家级

表2 历年物理实验创新设计大赛获奖项目

序号	项目名称	获奖等级
1	高精读数显微镜	三等奖
2	便携式手机电磁辐射测量仪	三等奖
3	基于单片机的智能测速小车	三等奖
4	基于ARM芯片铂电阻温度计的设计	二等奖
5	基于温差发电的锂电池充电装置的设计	二等奖
6	自制智能多用数字表	三等奖

续表 2

序号	项目名称	获奖等级
7	基于分光计的光栅衍射测量 HN 激光波长	二等奖
8	激光干涉法测量金属线胀系数	二等奖
9	非接触式多功能超声波打蛋机	三等奖
10	利用激光校准法改进杨氏模量实验	二等奖
11	自动化静电场描绘仪	一等奖

4 结论

物理实验仪器的创新设计与改进项目的实施原则上是学生根据已学过的有关知识,如大学物理实验,在此课程基础上,结合单片机、传感器、数字电路和模拟电路等专业知识,针对某一课题,主动发现问题、明确问题、设计假设和检验假设,提出实验方案和仪器架构,进而日臻完善,并且能提炼、孵化出切实可行的创新创业项目。当然,根据不同实验项目的改进与创新,项目提炼成果可以是多种多样,可以是实物制作并推广,可以是论文发表,可以是专利申请并实施,也可以是新的创新、设计性实验项目。但是选题也不能过于呆板地固守在学生已有知识的层面上,让学生有一定的发展空间,尚未了解的知识可以促使学生通过查阅文献资料进行验证和探索达到熟识和了解,而这本身就是一个自主创造性学习的过程。总之设计物理实验仪器的选题既兼顾创造性和探索性的原则,又考虑到学生的年龄特点和身心发展特点,因材施教,量体裁衣。

参考文献

- 1 Chang J. & Rieple A. Assessing Students' Entrepreneurial Skills Development In Live Projects[J]. Journal of Small Business & Enterprise Development, 2013,20(1): 225 ~ 241
- 2 卢亮. 发达国家大学生创业措施及对中国的借鉴[J]. 中国高教研究,2014(8):55 ~ 60
- 3 教育部. 教育部办公厅关于印发《普通本科学校创业教育教学基本要求(试行)》的通知[Z]. (教育部[2012]4号)文件
- 4 国务院. 国务院关于印发国家职业教育改革实施方案的通

- 知[Z]. (国务院[2019]4号)文件
- 5 国务院. 关于强化实施创新驱动发展战略进一步推进大众创业万众创新深入发展的意见[Z]. (国务院[2017]1号)文件
- 6 Chandler N. & Hamks H. Measuring The Performance of Emerging Businesses: A Validation Study[J]. Journal of Business Venturing, 1993, 8(5):391 ~ 408
- 7 Kucel, A, Robert. P, Buil M. etal. Entrepreneurial Skills And Education - job Matching of Higher Education Graduates[J]. European Journal of Education, 2016, 51(1): 73 ~ 89
- 8 孙文琦, 蒙长玉, 王文剑. 应用型高校大学生创新创业能力培养课程体系研究[J]. 现代教育管理, 2020(7):75 ~ 81
- 9 郑欣. 高职国贸类专业创新创业教育与专业教育相融合的实践教学探讨[J]. 现代商贸工业, 2019(18):162 ~ 164
- 10 谭超, 王海荣. 应用型本科院校创业教育与专业教育交叉融合研究[J]. 湖南工程学院学报(社会科学版), 2019, 29(2):102 ~ 105
- 11 和斌涛. “互联网+”背景下创新创业教育与数学专业教育的融合[J]. 西部素质教育, 2019, 5(9):184 ~ 185
- 12 田黎莉. 双创教育融入专业教育认知偏差及改革路径——基于现代学徒制视角[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2020, 45(7):186 ~ 192
- 13 李艳凤, 刘伟丽, 石作荣. 中医院校创新创业教育课程体系建设与实践——评《大学生创新创业基础》[J]. 中国教育月刊, 2020(7):120
- 14 王群. 预创业教育: 创业型人才培养模式的理论与实践[J]. 福州大学学报(哲学社会科学版), 2017(3):102 ~ 105
- 15 教育部高等学校物理学与天文学教学指导委员会物理基础课程教学指导分委员会. 理工科类大学物理实验课程教学基本要求(2010年版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2011

New Ways of Innovation and Entrepreneurship

Innovative Design and Improvement of Physical Experiment Instrument

Xiong Zeben

(College of Mathematics and Physics, Jingchu University of Science and Technology, Jingmen, Hubei 448000)

Abstract: This paper summarizes the development process and current situation of China's innovation and entrepreneurship education, and puts forward the implementation means and empirical methods of the integration of innovation and entrepreneurship education and physics professional education. It is feasible and ideal to carry out the innovative design and improvement of physical experimental instruments based on the characteristics of the specialty and relying on the physical laboratory. It is feasible and ideal to find innovative projects, improve innovation ability and form innovation and entrepreneurship a great way to get results.

Key words: innovation and entrepreneurship; experimental instruments; design; improvement

(上接第 103 页)

比较简单,方便师生开展实验.

(2) 该实验方案没有直接计算恒力做功的大小,利用功的成倍增加来寻找钢球合力做功与速度变化的关系.

(3) 实验利用光电门代替打点计时器来测量钢球的速度,数据处理方便且准确,避免了使用打点计时器而引入的系统误差.

(4) 该实验最大的优点为不需要平衡摩擦力,大大节省了实验时间.

(5) 该实验利用数表软件 Origin 进行数据处理并绘制 $W-v$ 图或 $W-v^2$ 图,直观、简单、快速.

3 结束语

本实验通过对原有实验方案的改进,避免了计算功的大小、平衡摩擦力等实验环节,通过采用光电门

来比较精确地获得钢球的速度,利用功的成倍增加来寻找钢球合力做功与速度变化的关系,大幅度地提高了测量精度,另外本实验装置操作简单,成本较低,普遍适用.

参考文献

- 1 梅宇航.“探究功与速度变化的关系”实验的再改进[J].物理通报,2019(09):69~71
- 2 刘诗雨,余雪妹.“探究功与速度变化的关系”实验的改进[J].物理教学探讨,2019,37(02):49~51,55
- 3 何志斌.对“探究功与物体速度变化的关系”实验的改进[J].实验教学与仪器,2018(S1):36~37
- 4 王立勇.“探究功与速度变化的关系”实验的改进与创新[J].实验教学与仪器,2017,34(02):21~22
- 5 徐卫华.高中物理教学中提升实验素养的实践与反思——以“探究功与速度变化的关系”教学为例[J].物理教师,2016,37(09):22~25