

理工科大学生科技创新能力培养的探索与实践 ——以物理实践平台的创建和实施为例

卜胜利, 顾铮亮, 贾力源, 寇志起

(上海理工大学 理学院, 上海 200093)

摘要: 大学生创新意识、创新精神和创新能力的培养是储备创新人才、实施科技创新的重要环节。分析了传统理工科物理教育方式在大学生科技创新能力培养方面的不足, 结合长期的理工科物理教学经验, 在上海理工大学进行了以理工科物理教育为基础的实践教学改革。通过物理课外创新制作、物理科研实践计划、物理学术竞赛活动等系列物理实践平台的创建和实施, 有力地促进了大学生科技创新能力的培养, 构建了具有理工科特色的科技创新人才培养体系。

关键词: 科技创新能力; 理工科大学生; 物理教育; 物理实践平台; 创新人才

中图分类号: G 642 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-895X(2018)01-0072-05

DOI: 10.13256/j.cnki.jusst.sse.2018.01.014

The Research and Practice of Developing Scientific Innovation Capability for Science and Engineering Undergraduates —Based on Establishing Physical Practice Platforms

Pu Shengli, Gu Zhengtian, Jia Liyuan, Kou Zhiqi

(College of Science, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: Developing undergraduate students' innovation consciousness and capability is critical to innovative talents reservation and scientific and technological innovation. The paper analyzes deficiency of traditional physics education mode in training the scientific innovation capability of the science and engineering undergraduates. Based on long-term teaching experiences, the practical teaching reform is proposed and implemented in physics education for science and engineering undergraduate students in University of Shanghai for Science and Technology. The established physical practice platforms include extracurricular physical innovative production, physical research practice program and undergraduate physics tournament. The related activities are completed on the physical practice platforms. The reform has effectively promoted the scientific innovation capability of undergraduates. The basic system of training innovative talents with characteristics of science and engineering is constructed.

Keywords: *scientific innovation capability; science and engineering undergraduates; physics education; physical practice platforms; innovative talents*

收稿日期: 2017-05-31

基金项目: 上海理工大学 2016 年度“精品本科”教学改革重点项目; 上海市人才发展基金项目(201529); 上海市“曙光计划”项目(16SG40)

作者简介: 卜胜利(1978-), 男, 教授。研究方向: 高等教育、物理教学与研究。E-mail: shlpu@usst.edu.cn

创新是一个民族进步的灵魂,是一个国家兴旺发达的不竭动力。创新意识应渗透到社会的各行各业,尤其是教育界。高等学校是高层次人才培养的摇篮,因此在大学生中实施创新教育是培养创新创业人才的关键环节,是构建国家创新体系的核心组成部分,也有利于“大众创业、万众创新”。

2016年2月25日国务院办公厅印发的《全民科学素质行动计划纲要实施方案(2016—2020)》和2016年4月18日科技部和中央宣传部印发的《中国公民科学素质基准》均体现出科学素质和科技创新对实施创新驱动发展战略的重要作用^[1]。大学生是未来科技创新的主力军,将担负起科技兴国的历史使命,因此全面培养大学生的科技创新意识、科技创新精神和科技创新能力显得非常重要,也将有力地促进我国创新型国家的建设^[2-3]。笔者根据长期的理工科物理教学经验,创建了多维度的物理实践平台并进行了有效的实践教学改革,探讨了其对理工科大学生科技创新能力培养的积极作用。

一、传统物理教育方式对科技创新能力培养的不足

基础物理课程是理工科大学生必修的一门重要课程,是其今后专业课程的基础,对其后续专业学习和发展具有重要的意义。我国著名物理教育家赵凯华先生曾指出“物理学是培养和提高学生科学素养、科学思维方法和科学研究能力的重要基础课”^[4-5]。因此,物理教育为理工科大学生科技创新能力的培养提供了得天独厚的外部条件和内在条件。但传统的物理教育方式主要依赖于课堂教学,侧重于理论知识的集中传授,学生在教室集中听教师讲授知识,学生学习起来感觉理论性和抽象性非常强。这通常导致在课堂上教师是主动的、学生是被动的现象。为了避免这种现象,通常授课教师可在课堂上采取问题驱动、互动交流等教学方法和手段,积极地调动学生主动思考,但其发挥的作用非常有限,难以培养学生的团队合作、主动探究的精神,无法给学生提供创新的条件。因此,传统的物理教育方式在学生创新思维的激活、科技创新能力的培养方面存在明显的不足。众所周知,物理学是一门以实验为主的学科,同时也是最富于创新实践的一门学科。因此,创建合适的物理实践平台

将有力地促进理工科大学生科技创新能力的培养^[6-9]。

二、物理实践平台的创建及其对科技创新能力培养的作用

上海理工大学是理工科类高等院校,物理实践平台的创建具备了诸多先天的软硬件条件,如:绝大部分学生均需修读物理基础课程、全校有大量的教学实验室和学科实验室及相关实验平台、实践创作氛围浓厚。另一方面,也非常有必要通过创建物理实践平台来提升本校理工科学生科技创新能力的培养。笔者于2010年起在校内陆续创建了多种形式的物理实践平台,为学生的各项物理创新实践活动提供了必要的智力支持、软件环境和硬件条件,受到了积极的响应,收到了良好的效果,促进了上海理工大学大学生科技创新能力的培养及相关创新性人才培养体系的建设。

(一) 物理课外创新制作

2010年首次创建了物理课外创新制作实践平台并策划、组织和开展了相关活动。物理课外创新制作的命题来源于物理学科教师出题和学生自拟感兴趣的题目。由物理学科教师组成专家组审题、判断命题执行的可行性,全校学生在此基础上进行选题并选择一个物理学科教师作为其指导教师。2010年共审定设立了37个有效物理创新制作命题,题材广泛、内容涉及到物理学科和相关学科的多个领域,如表1所示。根据各个创新制作命题的性质和特点,每个命题由2~3个学生组成团队或由1个学生独立完成。学校为创新制作活动提供经费、场地等软硬件环境与条件。创新制作的完成以学生自主创作为主、指导教师提示指导为辅。学生根据自己所学的物理知识、再结合查阅有关物理资料,自行设计制作一些利用物理原理工作的作品、演示验证一些物理现象和规律。活动结束后,学生撰写递交结题报告并进行作品展示,通过举行结题报告撰写评分会、结题答辩会等环节综合评价学生创新制作作品。

由于时间、空间、团队组合等多方面的灵活性,物理课外创新制具有培养学生科技创新意识、科技创新精神和科技创新能力的基础,能够为学生的创新思维拓展和创新设计制作的实现提供条

件^[10-11]。在物理课外创新制作的实践活动中,学生真正体会到“学习即创造”,教师真正体会到“教学即研究”。

表1 物理课外创新制作命题
Tab.1 Tasks for extracurricular physical innovative production

命题类型	命题名称	命题数量
光电能源类	压电陶瓷片与声音放大实验;光通信演示;利用压电效应制作自动取暖鞋垫;红外线自动门开关模拟;自动变速太阳能风扇;太阳能风能为机器人供电并使机器人完成特定指令;小型风能路灯	7
力学类	动量守恒演示实验;变速装置研究(转动惯量的变化);恢复系数测定;风洞机翼上升制作;斜抛与自由落体运动独立性演示;湖中小船收绳时的运动图像演示	6
电磁类	磁秋千;磁浮陀螺;通电直导线周围的磁场;滴水起电;风能和太阳能发电;踩压节能发电装置	6
光学现象演示类	光的偏振现象演示;光学空间滤波演示;海市蜃楼演示;瑞利散射演示;激光衍射现象演示	5
振动波动类	驻波演示仪器制作;可变频声波拍频;振动的合成;两端固定弦振动的计算机模拟;圆膜振动的计算机模拟	5
光的干涉与光谱类	偏振光干涉的 Matlab 模拟;光的干涉——牛顿环演示实验;杨氏干涉实验及牛顿环数值模拟实验;变色光纤花篮自制;光谱在食品检测中的应用	5
其他类	伽耳顿板实验——统计规律的演示实验;传统照相及暗室技术;磁致旋光效应的演示制作	3

(二) 物理科研实践计划

2014年底开始筹划创建物理科研实践计划平台。物理科研实践计划针对物理素质较好、创新欲望较强的本科学生,让其进入教师的课题组或实验室,尽早接触科学研究活动、熟悉整个科研活动的环节和过程,为其创新想法和研究设想提供硬件平台、导师指导和预研条件。通过制定专门的文件对参与该计划的学生和指导教师提出具体的要求,为该计划有效、顺利的实施提供了制度保障。为了充分调动师生参加物理科研实践计划的积极性和主动性,学校和学院还将该计划与学生创新选修学分认

定和教师工作量补贴进行了挂钩。在该计划执行过程中,通过中期检查、报告撰写、答辩汇报、专家评审等程序加强过程管理和质量监控,促使其在学生科技创新能力培养方面发挥最大作用。截止目前,已连续在三届学生中实施了科研实践计划,应用物理学本科专业有16名学生参与其中。

物理科研实践计划有效地训练了学生查阅科技文献能力、信息收集处理能力和相关实验技能,锻炼了学生提出创新性想法和开放性思考科学问题的能力,为学生今后继续深造和科技创新奠定了坚实的基础。

(三) 物理学术竞赛活动

借鉴国际青年物理学家锦标赛(International Young Physicist's Tournament, IYPT)的竞赛形式,2010年7月由南开大学发起并主办了首届中国大学生物理学术竞赛(China Undergraduate Physics Tournament, CUPT),2014年7月由上海市物理学会主办、华东师范大学承办了首届上海市大学生物理学术竞赛(Shanghai Undergraduate Physics Tournament, SUPT),2017年7月将于上海交通大学举行第四届上海市大学生物理学术竞赛。2014年首届上海市大学生物理学术竞赛刚启动,笔者策划创建了上海理工大学校内物理学术竞赛活动平台,负责全校该项赛事的组织策划、规则制定、报名选拔、校内评选、组队指导、备赛领队等各项工作。该竞赛学生报名踊跃、参赛积极性非常高。在赛题准备阶段,采用学生自主创作为主、教师指导为辅的方式,与问题相关的基本知识、实验方案靠学生自己查找和设计。学生根据所学的物理原理进行实践研究,自行设计实验、验证物理现象和规律,巩固了所学物理知识和原理,激发了学生对物理的学习兴趣,培养了学生的团队合作与协作精神,锻炼了学生的科技创新能力。

该竞赛的题目于竞赛前一年公布,来源于物理学的各个领域,甚至是交叉学科。与传统的考试题目不同,竞赛题目是开放性的、没有标准答案。该竞赛是一种很好的培养大学生科技创新意识和能力、提高其动手实践能力、提升其综合素质的物理实践活动形式和载体^[12-16]。

除此以外,还在全校范围内组织开展了“物理学科竞赛(专业组)”和“物理学科竞赛(非专业组)”,激励学生创新竞赛意识,营造良好的校园创新环境和创新氛围^[17]。为了使各种物理实践平台在大学生科技创新能力培养方面充分发挥作

用、落到实处,筹划组建物理创新实践活动指导团队、建设物理创新实践活动室。

三、实践效果

物理课外创新制作活动深受学生欢迎,有的学生说:“此次大学生物理课外创新制作活动,自己参与到了其中,真正的得到了好多好多。学会了实验应该具备的实事求是的精神,理解了团队合作的重要,知道了虚心请教的必不可少,同时探索了物理的神奇和伟大”。参与结题报告撰写评分会和

结题答辩会的校外专家对物理课外创新制作活动给出了高度的评价:“此活动非常有特色,对大学生创新能力的培养非常有好处”。通过物理课外创新制作实践平台,学生切实地体会到物理的奥妙、物理制作的乐趣,激发了学生学习物理的兴趣以及对科学的热爱,培养了学生的动手实践能力、科学素养和科技创新能力。基于物理课外创新制作活动的成果汇编了约14万字的《大学物理创新实践活动-优秀结题报告汇编》。图1为2010年首届物理课外创新制作活动过程中部分学生作品的实物图。

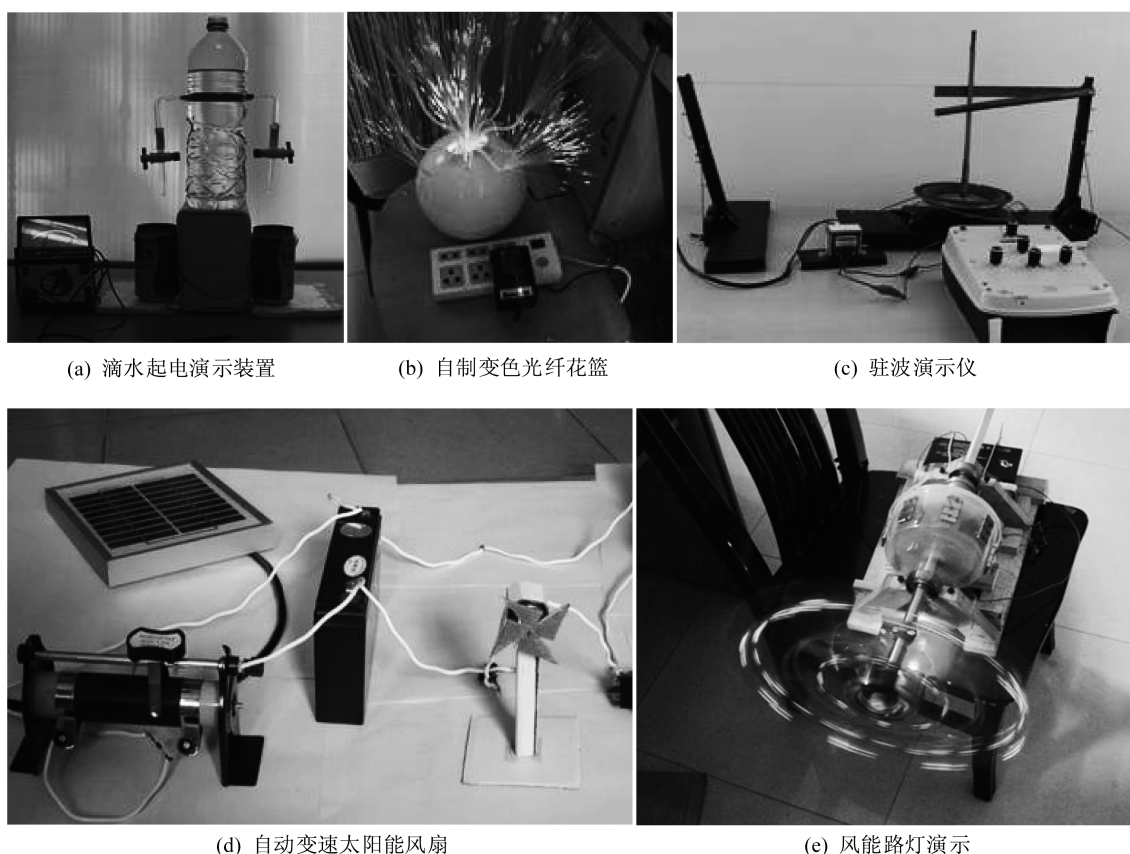


图1 学生物理课外创新制作的部分作品

Fig. 1 Pictures of selected creative works by students during the extracurricular physical innovative production

通过物理科研实践计划的开展,学生申报国家级、上海市级与校级“大学生创新创业训练计划项目”的积极性和申报成功率大幅提高,并有积极参加各级别的“挑战杯”大学生课外学术科技作品竞赛的意愿。据统计,参与物理科研实践计划的学生中绝大部分将继续深造、到国内外著名高校攻读研究生学位。第一届参与物理科研实践计划的5名学生已于2017年7月毕业,其中3名学生分

别被中国科学技术大学、同济大学和上海大学录取为硕士研究生,有3名学生和指导教师有合作署名文章在国内外重要学术期刊上发表。如:张雨亭同学以第二作者在Chinese Physics Letters上发表论文《A mixed host emitting interlayer based on CBP: TPBi in green phosphorescent organic light-emitting diodes》。

在物理学术竞赛过程中,学生们就17道开放

性实际物理问题进行团队合作研究,就其物理知识、理论分析、实验方案、结果讨论等进行辩论性比赛。参赛后的学生都感言颇多、受益匪浅,认为自己得到了锻炼和提升,认清了自己的不足和努力的方向,激发了奋发图强的斗志和创新意识,促使学生知识、能力和素质全面协调发展,有利于理工科大学生科技创新能力的培养。

四、结束语

近年来,借助物理课外创新制作、物理科研实践计划、物理学术竞赛活动、物理学科竞赛等多种实践载体和方式创建了各种类型的物理实践平台,取得了较好的实践效果,促进了理工科大学生科技创新能力的培养,构建了具有理工科特色的科技创新人才培养体系。

参考文献:

- [1] 王微.《中国公民科学素质基准》发布引热议[J].科技导报,2016,36(9):9.
- [2] 董卓宁,段海滨,张江.大学生基础性创新能力培养探究[J].科技导报,2012,30(33):11.
- [3] 孟凡超.如何培养大学生的科技创新能力[J].科技导报,2014,32(25):90.
- [4] 赵凯华.物理教育与科学素质培养[J].大学物理,1995,14(8):2-6.
- [5] 陈佳洱,赵凯华,王殖东.面向21世纪,急待重建我国的工科物理教育[J].科技导报,1999(2):31-33.
- [6] 王伞,赵旦峰,刘文智,等.分层次开放型学生科技创新实践平台建设探究[J].实验室研究与探索,2012,31(10):322-325.
- [7] 黄尔烈,安宪军.学生科技创新能力培养的研究与实践[J].河北师范大学学报(教育科学版),2008,10(2):95-97.
- [8] 潘信吉.学生科技创新平台的建设与实践[J].实验室研究与探索,2010,29(7):207-209.
- [9] 虞世鸣,杨彦,杨莹,等.大学生科技创新活动可持续发展指导策略和方法的探讨[J].实验室研究与探索,2012,31(7):98-102.
- [10] 白忠,李延标,田俊杰,等.学生科技创新活动与物理实验教学有机融合的探索[J].大学物理实验,2017,30(1):149-152.
- [11] 王松武,刘文智,李海波.引导学生开展课外科技活动的实践[J].实验技术与管理,2007,24(11):20-22.
- [12] 黄潇漪.中国大学生物理学术竞赛的作用探析[J].高等理科教育,2014(4):92-96.
- [13] 张晚云,曾交龙.大学生物理学术竞赛及其对学生全面素质与创新能力的强化作用[J].高等教育研究学报,2011,34(3):113-115.
- [14] 张晚云,曾交龙,陆彦文,等.依托大学生物理学术竞赛,培养高素质创新人才[J].大学物理,2011,30(6):35-37.
- [15] 李川勇,王慧田,宋峰,等.中国大学生物理学术竞赛及其对培养学生综合能力的作用[J].大学物理,2012,31(5):1-4.
- [16] 李业凤.依托物理学术竞赛平台探索培养学生的实践创新能力[J].实验技术与管理,2014,31(5):14-16.
- [17] 杨威.依托科技竞赛和创新性实验计划培养大学生科技创新能力的研究[J].思想政治教育研究,2010,26(2):114-116.

(编辑: 巩红晓)