

以系列三维立体投影实验为例谈大学物理实验中的创新型人才培养*

房若宇

(浙江大学物理系 浙江 杭州 310027)

(收稿日期:2019-07-13)

摘要:创新能力是本世纪的核心竞争力,其关键是创新型人才的培养,这为理工类高校的实验教学提出了新的挑战.目前高校中的以学生为主体,教师为主导的大学生创新实验项目的实施是解决此挑战的有效途径之一.以笔者承担的系列三维立体投影物理实验的大学生创新实验项目为例,探讨了大学物理实验中的创新型人才培养模式.通过循序渐进的实验过程,引导学生自主搭建实验装置和编写控制程序,有效培养了学生的创新和实践能力,为高校实验教学改革提供了参考.

关键词:物理实验 立体投影 实验教学 创新能力

1 引言

当前社会和经济发展的动力之一是具备创新能力的人才,因此在高校实验教学中对学生创新能力和实践能力的培养日益重要^[1~3].特别地,就低年级本科生而言,对于其综合素质包括创新能力的提高,在大学学习阶段及早培养其良好的实验研究习惯、严谨的科学作风和独立工作能力是必要的^[4].近年来在高校中开展的旨在强化学生创新能力的大学生创新训练计划是教育部主导的高等学校本科教学质量与教学改革工程的重要组成部分^[5,6].对于理工类大学生而言,通过有关基础实验课程的学习养成其必要的提出问题、分析问题和解决问题的能力,对于培养满足国家和社会需要的高素质创新人才具有决定性的作用^[7].作为一种综合性很强的实验学科,大学物理实验是各高校学生普遍修读的一门课程^[8].在此基础上的以学生为主体,教师为主导的大学生创新性实验项目的实施对于系统全面提升学生的创新思维和素养起到了良好的效果.笔者近年来依托浙江大学物理实验教学中心开展了面向本科生的系列三维立体投影创新性实验的教学,通过循序渐进的实验研究,在深入了解有关光学原理的基础上,从简单到复杂引导学生搭建各种实验装置和编写控制软件,逐步实现从静态到动态的三维立体

投影展示.通过该创新性实验项目的教学,有效培养了学生的创新能力和实践能力.

2 系列三维立体投影实验项目构建

三维立体投影实验是大学物理实验中光学实验的教学内容,系一种利用光的干涉和衍射原理记录并再现物体三维图像或影像的虚拟成像技术^[9~12].但是,目前的一般实验装置(如全息投影装置)技术要求较高,并且受限于动态图像的立体投影展示.在本三维立体投影系列创新性实验中,通过由简单到复杂地搭建四棱锥、六棱锥、圆台式和前后平行板式立体投影装置并编写相应的控制程序,循序渐进地实现了从静态图片到动态视频图像的三维立体投影效果,锻炼了学生的独立思考和动手能力.

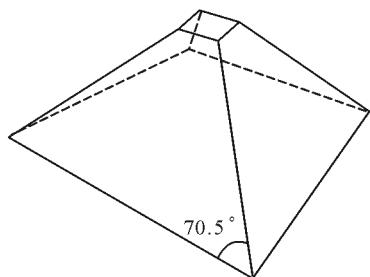
2.1 四棱锥三维立体投影装置

四棱锥三维立体投影装置的成像原理为,由透明材料(实验中采用市售透明亚克力板)制成四棱锥反射锥体,通过对置于其顶部电子图像的表面镜射和反射,在锥形空间形成可见的三维影像.实验中使用透明板材制作反射锥的4个等腰梯形形状的反射面,进而组装成四面反射锥.该四棱锥装置中等腰梯形反射面的底角为 70.5° ,每一反射面与水平面的夹角为 45° .反射锥的具体大小根据所使用的电子播放设备的屏幕大小而定^[13].

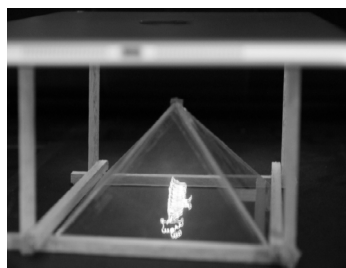
* 浙江大学2016年本科实验教学“新型三维立体投影实验装置制作”项目,项目编号:2016022

作者简介:房若宇(1977-),女,硕士,工程师,主要从事大学物理和光学课程实验教学.

用于投影显示的视频文件由 MMD 建模建立立体模型,然后通过 Corel VideoStudio Pro 连接音频以及 4 个方向的视频.制作完成的视频文件导入手机或平板电脑,播放时,将反射四棱锥倒放在播放视频的设备屏幕上,成像效果良好,如图 1 所示.



(a) 装置设计图

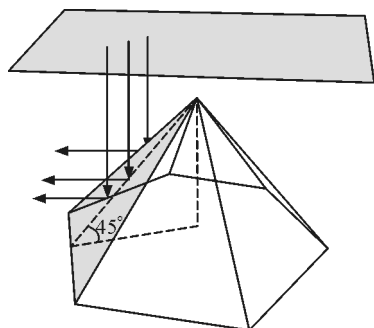


(b) 成像效果

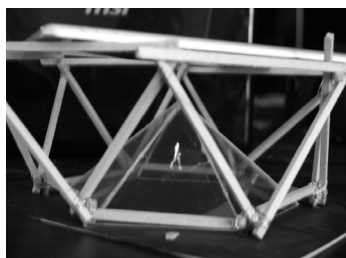
图 1 四棱锥三维立体投影装置设计图及其成像效果

2.2 六棱锥三维立体投影装置

为进一步提高成像质量,在上述四棱锥三维立体投影装置的基础上进一步发展出了六棱锥立体投影装置^[14].同样以透明亚克力板组装成该六棱锥三维立体投影装置,如图 2 所示.



(a) 装置设计图



(b) 成像效果

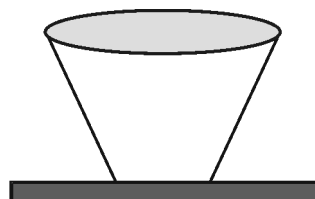
图 2 六棱锥三维立体投影装置设计图及其成像效果

为保证反射光水平射入眼睛,六棱锥的侧面和底面所成的二面角为 45° .通过空间几何计算得到,侧面三角形斜边与底边的比值为 1.32.该实验在教师引导下由学生自己制作了能够实现实时控制的用于立体投影的程序.该程序还提供了交互功能,通过键盘控制直接对模型进行旋转,在立体投影中呈现角度变换的模型,成像效果良好,如图 2 所示.

2.3 圆台式三维立体投影装置

显然地,增加反射锥中反射面的数目能够提高三维立体投影的成像质量.对于一个具有无穷多反射面的多棱锥,其结构即为圆锥.在该创新性实验中进一步地设计和构建了圆台式三维立体投影装置(图 3),同样实现了良好的三维成像效果^[15].

该圆台式三维立体投影装置用透明的笔记本电脑膜制作,顶角为 254.6° ,圆锥母线与水平面的夹角为 45° ,反射面大小根据所使用电子播放设备屏幕尺寸而定.为避免成像在顶角处产生扭曲,将圆锥的顶角剪去制成圆台以提高成像效果.为减轻图像变形,同步增大图片和反射圆锥底面以改善成像质量,能够得到 360° 立体全景图,如图 3 所示.



(a) 装置设计图



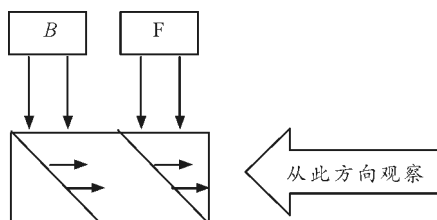
(b) 成像效果

图 3 圆台式三维立体投影装置设计图及其成像效果

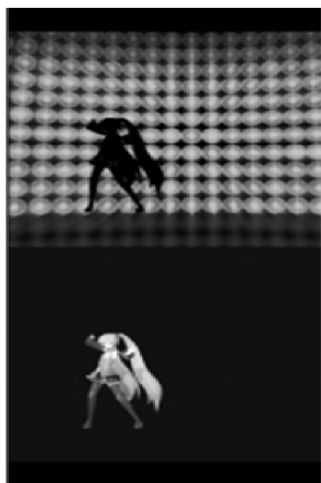
该装置要求投影源是环绕型的,通过将投影源图片制作成 360° 环绕的图片解决.为实现图片自动旋转,采用 HTML+CSS+Javascript 语言编写一小型应用程序进行实时控制.该程序可自行设置旋转角速度,在保证图像分辨率的前提下控制视频节奏,有效实现了从静态图片到自动旋转图片的转变.

2.4 前后平行板式三维立体投影装置

为进一步拓宽学生的实验设计思维,下一步脱离多棱锥的设计思路,构建了前后平行板式三维立体投影装置,同样实现了良好的三维成像效果(图4).该装置由一个暗盒与固定于其中的两片亚克力板构成,每块亚克力板的倾角为 45° .视频源放置于装置上方,前景(F)和背景(B)经反射后两个图像重叠,形成人物视频和背景视频相结合的效果.



(a) 投影装置原理图



(b) 成像效果

图4 前后平行板式三维立体投影装置原理图及其成像效果

应用于该装置的视频源要求调整人物的动作视频与背景视频的大小相同,并将两个视频上下拼接;另外要将人物的背景投到屏幕上.实验中采用开源的openCV编程解决.

3 教学效果分析

通过该系列三维立体投影实验项目由浅入深、循序渐进地实施,有效锻炼和培养了学生解决问题和创新思维能力.学生不仅有效掌握了有关光学物理的基础知识,并能够熟练和有效地应用到实验装置的设计和构建中去.另外,该实验项目也可看作是一个和计算机科学的交叉研究,为因应不同三维立

体投影装置的成像需要,在教师引导下学生编写和调试了相应的软件程序,达到了满意的效果.

在另一方面,教学中学生以团队的形式(一个团队含5名学生)进行以上实验.团队成员明确分工,有效合作,培养了合作工作的能力,这对学生以后参加科研活动是必要的能力培养.

近几年来该大学生创新训练计划项目在浙江大学理工类本科生中进行了数轮的教学,效果良好.追踪发现多名经过该项目训练的学生在国内外知名高校进一步深造,达到了满意的培养效果.

4 结论

为培养满足国家发展和社会进步所需要的创新型人才,理工类大学基础物理实验的教学举足轻重,同时也面临巨大的挑战.高等学校本科教学质量与教学改革工程任重道远,作为一个探索,本文总结了系列三维立体投影创新性实验项目的教学结果,可作为探索高校实验教学改革参考.在教师的有序引导下以学生为主体进行该实验项目的实施,有效激发了学生的实验研究兴趣和创造性,由浅入深地夯实了学生的知识基础,有效地培养了学生的创新和实践能力.

参考文献

- 1 郝慧,王二雷,赵飞.大学生创新课题对学生专业素质的培养[J].实验技术与管理,2017,34(11):174~177
- 2 严一民,鄢邵轶,杨华军.培养大学生创新实践能力的探索[J].实验技术与管理,2016,33(11):196~198
- 3 刘长宏,李晓辉,李刚,等.大学生创新创业训练计划项目的实践与探索[J].实验室研究与探索,2014,33(5):163~166
- 4 孙英,邢庆国,翁玲.培养“90后”大学生创新能力的实践与探索[J].实验技术与管理,2016,33(4):172~175
- 5 侯懿烜,李晓恩,李革,等.大学生创新实验项目过程管理模式的探索与实践[J].实验室研究与探索,2016,35(9):169~172
- 6 白璐,田晓柱,牛炳韬,等.大学生创新性实验对创新型人才培养的研究[J].实验室研究与探索,2015,34(4):161~164
- 7 李丽洁,施瑞,陈树森.大学生创新实验项目中的实验教学[J].实验技术与管理,2011,28(3):162~164
- 8 李爱侠,叶柳,张子云,等.近代物理实验教学改革与大

- 学生创新能力的培养[J]. 实验室研究与探索, 2010, 29(4):77 ~ 78 + 102
- 9 房若宇. 激光全息照相实验技术的改进[J]. 大学物理实验, 2013, 26(5):57 ~ 59
- 10 于丽, 杨宇, 于佳, 等. 一种三维全息投影屏的制作方法[J]. 激光与光电子学进展, 2013, 50(2):115 ~ 118
- 11 代伟. 全息照相实验技巧探讨[J]. 实验技术与管理, 2007, 24(8):35 ~ 38
- 12 韩岳. 全息照相实验探索与提高[J]. 山东师范大学学报(自然科学版), 2010, 25(3):145 ~ 147
- 13 房若宇. 简易三维立体投影装置制作[J]. 大学物理实验, 2015, 28(1):54 ~ 56
- 14 房若宇. 多棱锥三维立体投影装置的制作[J]. 物理实验, 2015, 35(6):23 ~ 25
- 15 房若宇. 创新三维立体投影装置的设计和制作[J]. 大学物理实验, 2016, 29(5):50 ~ 52

Taking Series of Three-dimensional Stereo Projection Experiments as an Example to Discuss the Cultivation of Innovative Talents in University Physics Experiment

Fang Ruoyu

(Department of Physics, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310027)

Abstract: The innovation ability is the core competitive power of the current century, the key of this issue is the cultivation of innovative talents, hence new challenge is being raised on the experimental teaching of universities of sciences and engineering. The current student-centered and teacher-guided innovative experimental programs for undergraduates that being carried out in the universities offer an ideal pathway to address this challenge. In this article, the cultivation of innovative talents is explored by taking the series of three-dimensional stereoscopic physical experiments as an example that implemented by the author. In this program, the students were guided to fabricate the experimental devices and write the control programs during the step-by-step experimental procedure. As a result, the practical and innovation abilities of the students have been effectively cultivated. This work provides valuable reference for the experimental teaching reform in the universities.

Key words: physics experiment; stereoscopic projection; experimental teaching; innovation ability

(上接第 87 页)

全班学生看到), 改变灯泡两端的电压, 教师报出电压表的数值, 学生发现与标准电压表示数相差无误, 并为之感到惊奇。

步骤四: 揭密为什么教师的微安表能和学生桌上的标准电压表一样使用, 打开表壳向学生展示其内部结构, 显示微安表内部已被改装过, 即额外接了电阻。

说明: 该实验可作为人教版高中《物理·选修 3-1》第二章第 4 节“串联电路与并联电路”的第二课时“电压表与电流表”新授课的引入实验。此现象配合教师魔术般的表演使该实验充满了悬念。在揭秘之后, 学生迫切想知道原因, 并提出以下问题引出课

堂所要研究的主题, 即为什么要接电阻? 它是串联还是并联进去的? 它有什么作用呢? 教师是怎么自如地读出电压的准确值的呢? 难道这里面有什么规律吗?

以上导入实验现象直观明显, 有一定的启发性和新颖性, 能紧扣教学内容的特点和教学目标, 创设有意义的教学情境, 引起学生的注意和兴趣, 激发学生的学习欲望。教师要积极动脑动手, 充分发挥实验在新课导入中的优势, 使之成为学生有效参与学习、提升学习能力的助推器。

参考文献

- 1 李俊丽. “关于电感和电容对交流电的影响”实验改进与自制[J]. 物理通报, 2010(2):83 ~ 84