

# 多元化物理实验教学平台的构建\*

欧阳建明 彭刚 郑浩斌 罗剑

刘振祥 沈志 杨卫新 段孟常

(国防科技大学文理学院 湖南长沙 410073)

(收稿日期:2021-05-13)

**摘要:**实验教学是高等教学实践体系中基础实践层次的核心,物理实验教学是高等学校实验教学的重要组成部分.物理实验教学平台的建设是物理实验教学的基础.以学生综合实践能力培养为核心,结合新兴教育教学技术,国防科技大学物理实验中心构建了由信息资源、自主实验、基础训练、创新提升等组成的多元化物理实验教学平台,多个平台交叉融合,提供了虚实结合、线上线下混合的物理实验教学基础条件.

**关键词:**物理实验教学 教学平台 线上线下混合

## 1 引言

随着信息技术的飞速发展,当今社会对高校学生综合实践能力、创新实践能力的培养提出了越来越高的要求.实验教学是高等教学实践体系中基础实践层次的核心<sup>[1]</sup>,物理实验教学是高等学校实验教学的重要组成部分.通过物理实验的学习与实践,学生可以巩固所学物理知识,掌握基本实验方法,锻炼基本物理实验技能,掌握基本物理量的测量以及基本仪器的使用,熟练使用基本数据处理方法,为其他实践课程的学习打下良好的基础.在掌握知识的同时,通过实验可以培养学生科学的学习态度,提高学生观察及分析问题的能力、合作及与人共事的能力、自主学习的能力,掌握研究性学习的方法<sup>[1]</sup>.

学生实践能力的培养离不开物理实验教学平台的建设,构建新的物理实验教学平台是物理实验教学教育改革的重要发展方向.国防科技大学物理实验教学长期以来依托大学物理实验室和物理创新实践基地,以培养学生基础实践能力为目标,开设大学物理实验课程;以培养学生的创新实践能力为目标,开展本科生物理创新实践活动.

原有的物理实验教学平台存在以下问题:

(1)大学物理实验课程开设20个左右的实验项目,所有学生均完成相同实验项目与内容,实验教学

没有层次化.

(2)实验课程由于受到实验仪器设备台套数以及实验场地的限制,大规模开设的公共基础实验课程难以满足学生个性化学习时间的需求,学生只能在排课的时间进入实验室学习,其他时间很难接触实验仪器.

(3)实验课程都要求学生实验前进行预习,学生一般根据教材进行预习,不够直观,很多学生照书抄预习报告,预习目的达不到.

国防科技大学物理实验课程组以高素质新型军事人才实践能力培养为目标,围绕“以学生为中心,厚基础、强实践、重创新”的教学理念,将原有物理实验教学平台进行拓展与创新,构建了信息资源、自主实验、基础能力训练、创新能力提升“四元一体”的物理实验教学平台,提供虚实结合、线上线下混合、从基础到创新的层次化物理实验教学基础条件,为物理实验课程的线上线下混合式教学打下了良好的基础.

多元化物理实验教学平台由信息资源平台、基础训练平台、创新提升平台和自主实验平台等4部分构成,分成线上和线下2部分.信息资源平台主要由MOOC和虚拟仿真实验等构成,基础训练平台主要由线下实验构成,二者是基础物理实验教学的基础.自主实验平台是线上实验的补充,通过线上布置,学生利用简单易获取的材料自搭实验装置,完成

\* 高等学校教学研究项目,项目编号:DJZW201928zn;湖南省普通高校教学改革项目“虚实结合的大学物理实验‘金课’建设”.

作者简介:欧阳建明(1980-),男,高级实验师,主要从事物理实验教学.

实验,创新提升平台通过物理创新项目、物理学科竞赛等方式提升学生的课外物理创新能力.

“四元一体”物理实验教学平台构成图如图1所示.

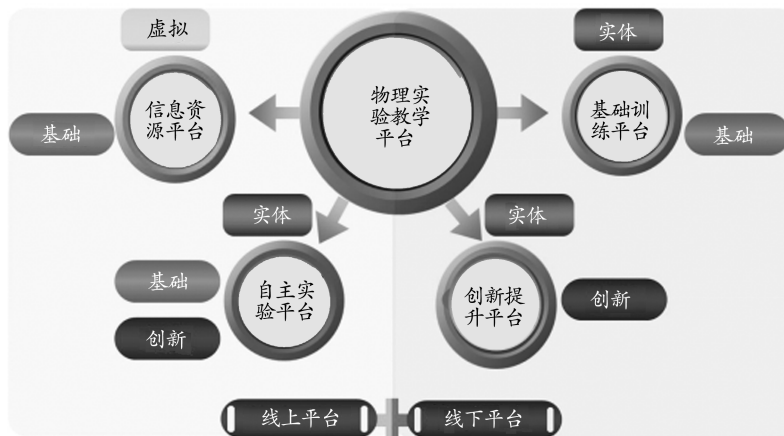


图1 “四元一体”物理实验教学平台构成图

## 2 融合 MOOC 与虚拟仿真技术 构建信息资源平台

基于现代信息化技术和虚拟仿真技术,国防科技大学建设了数理虚拟仿真实验教学中心,该中心在2014年获批为首批100所国家级虚拟仿真实验教学中心之一.在此基础上,为进一步融入大规模在线开放教育技术,2015年开始建设了大学物理实验MOOC,该课程包含虚拟仿真实验、自主实验、远程控制实验、思想实验以及演示实验的五大实验内容模块,并出版了全国首本针对实验MOOC的教材.课程2017年春在中国大学MOOC平台作为全国首门实验类MOOC上线<sup>[2]</sup>.大学物理实验MOOC的创新建设,突破传统实验课程学习时间和地域的限制,实现了全地域、全天候开放学习.依托大学物理实验MOOC,学生可以进行线上的物理实验理论学习,国家级数理虚拟仿真实验教学中心可以提供50个物理虚拟仿真实验项目,学生在课前可以进行虚拟仿真实验的操作与学习.国家级数理虚拟仿真实验中心和国家精品在线开放课程——大学物理实验,构成了物理实验教学的信息资源平台,为物理实验教学提供了优质的线上教学与实验环境.

信息资源平台在学生课前的预习环节发挥重要作用,学生通过大学物理实验MOOC的学习,可以了解实验原理、实验应用等内容,通过虚拟仿真实验,可以提前了解仪器的构造与使用,提高了预习效果.

## 3 基于远程控制实验与手机物理实验 构建自主实验平台

线上实验不光可以“虚”,也可以实现“实”,远程控制实验以及自主实验可以弥补线上虚拟仿真实验“实”的不足.远程控制实验<sup>[3]</sup>是一种利用信息化技术,通过远程访问,操控实体仪器而开展的实验.与虚拟仿真实验通过数值计算等方式获得实验结果不同,远程控制实验操控的是真实的实体仪器,得到的是真实的实验结果.测量结果再通过摄像头等方式进行远程读取,可以随时随地完成实验.远程控制实验可以作为实体实验的延伸,学生完成线下实体实验教学后可以通过远程控制实验进行复习,远程控制实验与虚拟仿真实验结合,解决了学生排课后难以接触仪器的问题.

除了远程控制实验外,学生也可以利用手机,结合自制简易实验装置,开展基于手机的自主实验项目.智能手机中都集成了多种传感器,例如加速度传感器、重力传感器、光传感器、压力传感器、磁传感器等等,通过“手机物理工坊”等APP,可以调用手机传感器,实现加速度、压强、磁场等物理量的测量,开展物理实验<sup>[4]</sup>.

2020春季学期,突如其来的新冠肺炎疫情使得线下实验教学难以实施.线上的信息资源平台以及自主实验平台在学生返校前的实验教学中发挥了重要作用,学生通过MOOC进行实验理论部分的学习,通过虚拟仿真实验、远程控制实验以及基于手机APP的自主实验开展实验研究,完成了疫情期间的

实验教学活动。

#### 4 完善实验课程体系与项目体系 构建基础能力训练平台

国防科技大学物理实验室具有良好的基础,2011年获评湖南省普通高校实践教学示范中心。在已有基础上,物理实验中心通过重组、升级、新建等方式,建设了大学物理实验室、技术物理实验室、近代物理实验室。其中大学物理实验室以学生的基础实践能力培养为主要目标,包含基本实验知识、基本方法与技能、典型物理量测量等方面的训练,开设了涵盖力学、热学、电磁学、光学以及近代物理的30余个实验项目,形成模块化、系列化的基础物理实验项目体系。新开设了模拟弹头转动惯量测量、全息瞄准镜的制作、超声成像等军事特色实验项目,提高课程的军味。在大学物理实验课程后,开设了技术物理实验、近代物理实验等进阶以及高阶的物理实验公共选修课程,完善了物理实验课程体系。学生在完成大学物理实验课程后,按照兴趣选修相应课程,在物理测量技术以及近代物理实验技术等方面开展专门训练,进一步提高物理实践能力。

#### 5 开展创新实践与思想实验 构建创新能力促进平台

为满足学生创新活动的需求,物理实验中心建设有大学生物理创新实践基地,该基地2015年被认定为湖南省大学生创新训练中心。基地紧密围绕物理学科竞赛与大学生创新项目,建立了系统化和自由探索式相结合的创新活动培养方式。所谓系统化培训主要面向学科竞赛,开展专题物理实验能力培训。自由探索则是学生依据自己兴趣,自主提出物理创新课题,在教师指导下进行研究,培养学生自主创新、团队协作和交流沟通能力。

思想实验是基于思维的虚拟实验,以逻辑推演为根据,凭借实验者的想象力,不受实验物质条件的制约,被爱因斯坦称之为“思维的自由创造”,是“理智的自由发明”。在创新实践活动中通过思想实验提升学生的科学思维能力。在教学过程中定期发布思想实验题目,学生可以根据自己的兴趣选择题目,提出实验方案,有效地提高了学生对物体图像的理解和建模能力、逻辑思维能力以及实验方案设计能力。通过相关训练,参训学生参加国际大学生物理竞赛,连续4年获得金奖4项,银奖25项。

#### 6 多平台交叉融合 提升物理实验教学品质

信息资源平台、自主实验平台、基础能力训练平台、创新能力促进平台,4个平台相互关联,相互交叉融合。基础实验教学要求能实则不虚,物理实验课程教学以线下实体实验为主,以线上虚拟仿真实验为辅,信息资源平台为实体实验提供了有益的补充,拓展了物理实验的时域、空域,使得学生个性化实验学习具有可能性,同时也弥补了实体实验项目数的不足。自主实验平台与信息资源平台“虚”“实”结合,弥补了线上实验“实”的不足。多层次的基础能力训练平台夯实了学生的基本实验能力,而创新能力促进平台侧重于提高学生的科学想象能力、科学思维能力以及自主创新能力。物理实验教学实际中以基础能力训练平台为主,信息资源平台、自主实验平台为辅,创新能力提升平台为补充,4个平台相互融合,有效地提高了物理实验教学品质。

#### 7 多元化物理实验教学平台建设成效

信息资源、自主实验、基础能力训练、创新能力提升“四元一体”物理实验教学平台,为大学物理实验课程混合式教学模式提供了虚实结合、线上线下混合、从基础到创新层次化的物理实验教学基础条件。平台的建设也取得了一些成果,物理实验课程组建设的大学物理实验MOOC于2018年先后获得湖南省和国家精品在线开放课程认定,自主开发的牛顿环等远程控制实验仪器获得了2016年全国高等学校物理实验自制仪器评比三等奖。基于多元化的物理实验教学平台,大学物理实验课程获得2019年湖南省线上线下混合式一流本科课程认定。培养的学生近3年参加国际大学生物理竞赛,获得金奖4项、银奖20余项,参加全国大学生物理实验竞赛,获得一等奖3项、二等奖3项。

#### 参考文献

- 1 田维,易静. 基础物理实验教学平台的构建与实践[J]. 实验室科学,2011,14(2):167~169
- 2 何焰兰,彭刚,欧阳建明,等. 如何建设好实验MOOC(以大学物理实验MOOC为例)[J]. 物理实验,2019,39(8):37~44
- 3 乐永康,龚新高,苏卫锋,等. 虚实结合的物理实验教学[J]. 物理实验,2019,37(1):39~43
- 4 郭平生,柴志方,崔璐. 物理实验,手机APP系统在大学物理教学中的应用[J]. 2016,34(11):25~28

(下转第114页)