

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2011.S0.007

PASCO 在“钱学森创新拓展班”物理实验教学中的应用

吴伟, 刘伟涛, 丁道一, 沈志, 刘振祥

(国防科学技术大学 理学院, 湖南 长沙 410073)

[摘要] 针对“钱学森创新拓展班”的物理实验教学问题进行思考, 简单介绍了PASCO实验教学系统的基本特性, 着重讨论了PASCO教学实验系统在“钱学森创新拓展班”的应用的必要性和应注意的几个问题。

[关键词] 大学物理实验教学; “钱学森创新拓展班”; PASCO

[中图分类号] G642 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2011)S0-0020-03

Discussion about the Introduction of PASCO Experimental System into the Physical Experiment Course to the Students of “Innovation and Exploitation Class of QIAN Xue - Sen”

WU Wei, LIU Wei - Tao, DING Dao - Yi, SHEN Zhi, LIU Zhen - Xiang

(College of Science, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: To commendably teach physical experiment to the students of “Innovation and Exploitation Class of QIAN Xue - Sen” (QIAN's class), PASCO experimental system is introduced into the teaching system. The basic characteristic of PASCO experimental system is briefly explained. The reason of introducing the PASCO experimental system is discussed in detail. Then some essential issues in the experimental physics teaching course based on PASCO experimental system is thoroughly studied.

Key words: physical experiment education; “Innovation and Exploitation Class of QIAN Xue - Sen”; PASCO

从2010年开始, 为了进一步完善和改革拔尖创新人才的新型培养机制, 学校决定积极开展教学制度的创新, 同时在本科学员中开办“钱学森创新拓展班”(以下简称“钱学森班”), 目的就是为了通过开办“钱学森班”, 培养一批思想政治素质优良、军事基础素质良好、理论基础厚实、创新实践能力突出, 在某一学术领域具有明显专长, 具备国际视野, 具有成为国防科技领军人物潜质的拔尖创新人才。同时也希望通过“钱学森班”的引领和示范, 探索深化本科教学改革的新途径, 发现和解决本科教学改革面临的新问题, 进一步带动学校本科教学全方位的改革和创新, 促进学校本科教学水平和人才培养质量的整体提高。

笔者作为“钱学森班”的大学物理实验课程的教学组成员, 基于大学物理实验中心现有的硬件条件, 着重对PASCO教学实验系统在“钱学森班”的大学物理实验课程教学中的应用进行了一些思考, 希望能对相关教学活动的开展起到一定的帮助。

《“钱学森创新拓展班”指导性人才培养方案》^[1]明确

指出, 在“钱学森班”的实施过程中要“加强学生创新精神和实践能力培养, 注重实践内容和体系建设, 保证学生尽早参加科研和创新活动”, 同时要“进一步优化设计实验课程教学内容, 加大综合性、设计性实验比例, 有综合性、设计性实验的课程占有实验课程总数的比例 $\geq 80\%$ ”。

大学物理实验课程本身作为一门全校各专业的公共基础必修课程, 是对我校学员进行系统科学实验技术和实验方法训练, 培养学生科学实验能力和素养的重要的实践性课程, 然而在目前全校的《大学物理实验》的课程体系设置中, 综合设计性实验和创新探索性实验学时数还没有达到“钱学森班”培养方案中所要求的 $\geq 80\%$ 的比例; 与此同时, “钱学森班”的学员是从全校科学和工程技术类新学员中, 通过多重测试、重重选拔出的在科学文化水平、创新能力、思维能力、自学能力等各方面极其优秀的学员。因此有必要针对其实际能力和总体培养目标对原有的课程体系设置进行适当调整。通过深入调研和思考, 笔者认为PASCO实验教学系统可以做为实验课程的重要组成部分引

[收稿日期] 2011-07-22

[作者简介] 吴伟(1981-), 男, 河南信阳人, 国防科学技术大学理学院物理系讲师, 博士, 主要研究方向: 量子理论和技术。

人到“钱学森班”的大学物理实验课程教学体系中去。

一、PASCO 实验教学系统简介

PASCO 实验教学系统是一种典型的数据采集器系统, 此类系统名目繁多, 但是基本上都是由传感器、数据采集接口、软件三部分组成, 一般利用计算机进行数据的收集、储存和分析。本文中涉及的实验系统是由美国 PASCO 公司生产的、专门用于物理实验的数据采集器系统, 该系统具有以下特点:

(1) 种类齐全, 可以涵盖力、热、波、光、电、原子物理等上百个物理实验;

(2) 采用先进的传感技术采集各种物理量, 共有 50 多种传感器可供使用;

(3) 利用先进的数据采集技术, 令物理实验更准确、更有效率;

(4) 提供中英文接口的数据处理与分析软件及中英文实验手册。

PASCO 物理实验设备不同于传统的教学仪器, 它是采用传感器和先进的数据采集接口, 配以专用的实验数据采集软件, 利用电脑进行控制和数据采集的物理实验系统, 主要包括三个部分: (1) 传感器。利用先进的传感技术, 实时采集实验中各种变化的物理量, 现有传感器包括: 力传感器、旋转移动传感器、加速率传感器、压强传感器、电荷传感器、光传感器等等。(2) 数据采集接口。将传感器的数据通过科学工作室输入计算机, 最高采样频率为 250kHz, 750 型接口还配有 $\pm 5V$, 300mA 的直流及交流的信号发生器。(3) 数据采集软件。中英文应用软件, 可以进行多种实验数据的显示形式和处理功能。

二、“钱学森班”物理实验教学中应用 PASCO 系统的必要性

(一) 目前大学物理实验中心的 PASCO 系统, 主要涉及了力学、光学、波动、热学等内容, 另外还包含一些演示性稍强的物理实验系统。由于整体台套数较少, 远远无法满足全校大学物理实验教学的需要, 因此目前并没有将此系统应用于全校的大学物理实验教学。而“钱学森班”的培养模式是小班教学模式, 所涉及的人员较少, PASCO 教学系统首先在硬件条件上可以满足对“钱学森班”进行大学物理实验尤其是综合设计性实验和创新性实验教学的基本要求。另外, 开办“钱学森班”的目的就在于最终培养一批创新能力突出的拔尖创新人才, 那么在其大学物理实验的教学过程中就应当充分借鉴国内外一流大学的先进做法, 并且为其提供一流教学条件。PASCO 教学实验系统作为国外先进的物理实验教学仪器, 其中包含了先进的理念和先进的技术, 可以进一步丰富实验内容, 有助于学员深入探究物理现象和规律, 对于提高学生科学实验素养, 更好地引导学生发展创新意识和发挥主观能动性都能够起到很好的作用。因此, 很有必要在“钱学森班”的大学物理实验教学中引入 PASCO 实验教学系统。

(二) 大学物理实验作为“钱学森班”的学员在本科教育中的第一门基础实验课程, 是对学员进行系统科学实验技术和实验方法训练, 培养学生科学实验能力和素养的重要的实践性课程。PASCO 实验教学系统作为一种现代化

设备运用于物理实验教学, 国外的研究资料已证明具有巨大的优势。PASCO 实验系统中涉及到的实验与大学物理的理论教学可以紧密配合, 在大学物理教学过程中涉及到的重要理论模型和实验都可以在 PASCO 系统中找到相应的实验进行操作和复现, 非常有利于帮助学员理解巩固理论教学内容和增加感性认识, 帮助学员感受、理解知识的产生和发展过程。PASCO 实验系统采用了先进的测量实验技术, 贴近现代工程技术前沿, 有利于帮助学员掌握必要的工程技术、测量方法、先进设备和科学研究的基本方法。PASCO 实验系统非常注重采用组合方式, 组合式实验仪器要求学生做实验时需要将不同传感器和实验配件进行组合搭建完整的实验系统, 并且容易改变实验条件和装置设计, 这将大大提高学员动手能力和综合能力并有助于学员创新能力的培养。

(三) PASCO 实验教学系统作为一种典型的数据采集器系统, 有其独特的教学价值, 对于大学物理实验教学有巨大的推动作用。PASCO 系统将数据采集系统应用到学员实验中去, 提供了采集实验数据的新方法, 建立起物理实验与计算机结合的初级模型, 可以完成一些常规实验仪器难以完成的实验, 如: 瞬时变化、长时间变化等, 还可以提高实验精度和实验效果; PASCO 系统可以为学员提供进行真正科学实验的机会, 感受真实的科研工作过程, 有助于提高学员开展科学探究的技能; PASCO 系统能立即反馈真实的实验数据和图像, 增强他们对于实验现象的解释能力, 并鼓励学员进行协作学习, 通过讨论有助于构建物理概念, 减少并纠正学员的错误概念; PASCO 系统能够提高学生对于实验数据特别是实验图线的分析能力, 能使学员更好地理解物理概念和规律, 通过与测实验数据图线并与真实的数据图线做比照, 有利于开发他们的实验思维。另外, 计算机与传感器、电子、数字化等技术的结合, 已经在信息的获取、实验过程的监控、数据的采集和分析等诸多方面显示出巨大的优越性, 这是对传统手工实验方式的挑战, 必将引发实验方法和实验技术的革新, 因此象 PASCO 系统一样基于数据采集器的实验系统引入大学物理的实验教学是必然趋势, 有利于培养学员运用现代科技知识解决实际问题的能力, 能开拓学员的眼界, 拓宽思路, 激发学员的学习和实验兴趣, 有助于他们直观思维的发展。

三、利用 PASCO 系统进行实验教学应注意的一些问题

(一) 分阶段、分层次教学

PASCO 实验系统与传统的实验仪器有较大不同, 非常注重传感器与实验仪器的配合使用, 而且所用的实验仪器非常注重采用组合方式, 对学员动手能力和自学能力都有较高要求。所以在实验教学过程中应当对实验教学体系进行适当的优化, 根据具体情况可以采用分阶段教学的方式进行。首先是预备实验阶段, 以实验教师讲解为主, 主要介绍 PASCO 系统的特点及实验方法, 涉及的传感器的工作原理及使用方法, 软件的使用和数据的采集, 并通过实验演示, 使学生对 PASCO 实验有一个基本的了解。第二个阶段是基础实验阶段, 在这一阶段主要通过已开发成熟的 PASCO 系统的预设实验进行了解, 对学生进行基本实验方法, 基本实验技能的训练。通过这一实验阶段的学习学员

应能够正确地使用仪器设备,准确地采集实验数据,正确利用软件记录和处理数据,进而能够通过对现象的观察进行分析判断、逻辑推理并得出结论。第三个阶段是研究设计型实验阶段,在这一阶段主要是让学生了解科学研究的环节和方法,得到独立科研能力的锻炼。学生根据自己所掌握的知识,自己设计实验方案,选择实验方法及仪器设备并进行实验,得出实验结果并写出完整的研究报告。

(二) 注重教育理念的贯穿

由于“钱学森班”的生源和培养目标与学校其他院系学员有所不同,所以更应当注重在教育教学中特别是应用PASCO系统的教学过程中贯穿先进教学理念,尤其是“以人为本”的教学理念和“极大值教育”的教学理念。

“以人为本”的教学理念要求教学和管理应该充分尊重个性、个体独立性和创造性,教学过程中应当以学生为本,应打破传统的知识传授模式,而代之以指导性的教学方式,把知识传递融入到学习、实践、创新等能力的培养过程中。PASCO实验系统由于其本身具有的特点,更益于教会学生学习、激发学生学习兴趣、培养学生的创新素质。为了在大学物理实验教学中贯彻以人为本的教育理念,可以从几方面努力:(1)科学的世界观的确立,对物质世界建立正确清晰的物理思想和物理图象,并掌握科学的思维方法。PASCO实验系统中中包括力、热、光、电等许多领域的内容,可以通过自主实验的学习和独立的动手操作,对物质世界有正确清晰的认识。通过PASCO系统的组合式应用,并结合大学物理教学使“钱学森班”学员树立科学的世界观。(2)科学的认识论和方法论的掌握。在PASCO系统的教学过程中,贯穿着许多方法论和认识论内容。如对于经典物理定律的验证,教会学生验证的实验方法;对于某些理论模型,如霍尔效应的实验,在实际测量时必须对理论模型进行修正,消除实际实验中产生的实验误差,这也是一种重要的物理方法,即遇到复杂问题时先抓住主要因素,找出理想状态,确定方程,然后再加入其它影响因素进行修正。(3)利用PASCO系统培养学员独立地提出问题、分析问题、解决问题的能力,这其中就包括观察能力,质疑能力,以及将现实问题抽取其本质转化为物理问题的能力;还包括物理模型的建立,近似方法的运用,结果合理性的判断,以及将所学知识应用于其他学科及实际问题的能力。这些方面都能利用PASCO系统本身所具有的特点有针对性地进行培养。当然,以上这些方面都需要在教学过程中有意识地加以引导、培养和训练。

另外一种很重要的创新教学理念是“极大值教育”的教育理念。在“钱学森班”的大学物理实验的教学过程中,要重视创新能力的培养,那么在此过程中可以按照“极大值教育”的方式开展教学。“极大值教育”实质是超标准教育,不适合于大众教育。因此,为了确保大众教育的质量和水平,大众教育仍应按现有“平均值教育”的方式进行,确保大部分对象学好。“极大值教育”的教育对象就应当是像“钱学森班”这样通过严格筛选的高才生组成的创新班,使班上学生与“极大值教育”的差距小于其可挖掘的潜能。那么,在教学过程中按照“极大值教育”的智力要求制定相应的教学计划和标准,及时跟踪培养效果,并实时调整计划,将计划和标准定在经过努力可以达到的水平,同时在班级中形成“赶,拼,超”的学习氛

围,鼓励学员挖掘潜能,锻炼意志、恒心和承受力,培养其创新人格,最终使“钱学森班”的大多数学员都能够达到或者接近“极大值教育”的计划和标准。

(三) 教师在教学过程中的作用

首先,在PASCO实验的教学过程中,教师应当注重学生个体差异,应当尽量了解听课学生之前的学习情况,有针对性地进行教学。对于物理基础较好,并且对物理有着浓厚兴趣,可鼓励和推荐他们参加各级物理实验竞赛以及大学生物理学术竞赛,以拓宽这些学生的知识面。如果教师有自己的研究课题,也可吸收这些学生加入。

其次,注重课程教学与研究相结合。在PASCO实验教学过程中,教师可以结合自身的科研方向,适时地进行引导,帮助学员在PASCO系统上完成部分的研究任务,学生从理论到实践,兴趣自然提升。另外,PASCO实验老师还应该对自主实验感兴趣的“钱学森班”学员作课外指导,指导学生学习和进行科学研究,包括选题立项、文献查阅、实验研究、论文撰写等,从中培养学生的科研思维能力、创新能力和实际操作能力。

再次,注重教学方法的改进,使其符合学生的兴趣。PASCO实验中学生可以在实验室自己动手进行实验。这不仅能激发学生的学习兴趣,而且能培养学生的动手能力、科学素质和探索精神。此外应当允许学生选择和自主决定自己所感兴趣的实验项目,为学生提供开放、自主的实验环境,提供探索和发现的思维空间,它可以调动学生的学习积极性,激发学生的求知欲,发挥学生在教学活动中的主体作用,培养学生的创新意识。

还有,更重要的是要加强教师的自身修养,提高教学能力。哈佛大学前任校长科南特曾说过:“大学的声誉不在它的校舍和人数,而在它一代代教师的质量。”特别是在PASCO实验教学过程中,应当发挥教师的主体精神,激发其积极性、创造性和能动性;还应当贯彻双主体的教学理念,即以教师为主导,学生为主体。所谓教师为主导,就是教师要充分起到引导的作用,其中包括不断提高自己的教学能力,丰富自己的专业知识,增加新的教学内容,采用先进的教学方式和手段;学生为主体就是在教育的过程中,要充分意识到学生的重要性,教育的本质是培养人才,要充分挖掘学生的潜力,激发他们的学习兴趣,让他们全身心投入到学习中来。PASCO教学系统的先进性和组合式的实验方式,对教师提出了更高的要求,首先是要求教师的知识面要宽、知识更新要快,既要有扎实的理论基础,又要有丰富的实践经验。如在PASCO实验分阶段教学中的研究设计型实验阶段就对对实验指导教师的要求较高,要求教师具有扎实的基础理论知识,熟练的操作技能,较强的科研能力。

[参考文献]

- [1] 国防科技大学.“钱学森创新拓展班”指导性人才培养方案[R].长沙:国防科学技术大学,2010:10-10.
- [2] 秦石乔.创新教育是极大值教育[C].国防科学技术大学理学院教学活动月论文集.长沙:国防科技大学理学院,2010:72-83.