

《大学物理实验》课程中LabVIEW虚拟仪器教学设计与实践

贺珍妮, 李 转, 曾乐贵, 朱泽亚

陆军装甲兵学院基础部, 北京

收稿日期: 2023年8月3日; 录用日期: 2023年9月5日; 发布日期: 2023年9月12日

摘 要

以培养高素质新型人才为目标, 将LabVIEW虚拟仪器引入《大学物理实验》课程, 分为“虚拟仪器基础——LabVIEW入门”和“基于LabVIEW的物理实验研究”, 并将虚拟实验应用于实验预习环节、课后拓展环节、科技竞赛和毕业设计当中。十年教学实践证明, LabVIEW虚拟仪器实验既可以提高课程的教学效果, 拓展研究空间, 又可以激发学生的兴趣, 提升学生解决实际问题的能力, 培养学生创新意识, 进而实现学生综合素养的提升。

关键词

《大学物理实验》, LabVIEW, 虚拟实验

Teaching Design and Practice of LabVIEW Virtual Instrument in College Physics Experiment Course

Zhenni He, Zhuan Li, Legui Zeng, Zeya Zhu

Department of Basic Education, Army Academy of Armored Forces, Beijing

Received: Aug. 3rd, 2023; accepted: Sep. 5th, 2023; published: Sep. 12th, 2023

Abstract

With the goal of cultivating high-quality new talents, LabVIEW virtual experiments is used in college physics experiment courses, including “Virtual instruments foundation—LabVIEW Introduction” and “Physical experiments research based on LabVIEW”. These experiments are applied to

the experimental preview session, after-class the expansion session, the science and technology competition and the graduation design. Ten years of teaching practice has proved that these experiments can not only improve the teaching effect of the course, expand research space, but also stimulate the students' interest, improve the ability to solve practical problems, cultivate students' innovative consciousness and realize the improvement of students' comprehensive quality.

Keywords

College Physics Experiment, LabVIEW, Virtual Experiment

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



1. 引言

强国必先强校, 全面提高人才培养质量是高等院校教育改革的目标任务。《大学物理实验》课程的目标是对本科低年级学生进行系统的实验科学和实验方法的训练, 培养学生实践能力和创新素养, 然而传统的物理实验课程, 内容单一且难以拓展, 仅重视技能训练、数据提取和规律验证, 加上仪器固定、研究空间有限等问题, 已经不能更好地体现人才培养的目标要求。

我院基础部理化教研室从 2013 年春季学期开始将“LabVIEW 虚拟仪器”引入《大学物理实验》课程, 至今已经 10 年时间, 积累了丰富的教学经验, 通过该课程可以模拟形象的实验场景, 充分调动学生的积极性, 激活学生的创新能力, 提高学生的综合素养。

2. LabVIEW 虚拟仪器的教学设计

虚拟仪器(Virtual Instrument)技术是指利用高性能的模块化硬件, 结合高效灵活的软件来完成各种测试、测量和自动化的应用技术。虚拟仪器最突出的外部特征是没有传统仪器的实物面板, 所有的控制旋钮和指示器都“安放”在计算机的显示屏幕上。虚拟仪器充分发挥了计算机的优势, 具有结构简单、成本低廉、一机多用、测量精度高、用户可自行开发等特点, 其核心是计算机上的软件系统, 体现了“软件就是仪器”的概念。

目前最常用的工具为美国 NI (National Instrument)公司的 LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench)。LabVIEW 是一种图形化编程语言, 又称为“G”语言。使用这种语言编程时, 基本无需编写程序代码, 取而代之的是流程图。它尽可能利用技术人员、科学家、工程师所熟悉的术语、图标和概念, 使编程简单直观。LabVIEW 的诸多优点, 使其在包括航天、航空、通信、汽车和生物医学等众多领域得到广泛应用。

虚拟仪器很早就走进了大学课堂, 国内很多高校都建立了虚拟实验室, 在物理实验中引入 LabVIEW 虚拟仪器也比较普遍[1]。其中用 LabVIEW 开发系列虚拟仿真实验有北京邮电大学、复旦大学、上海理工大学、西南大学等[2] [3] [4] [5], 也有针对个别实验开发相应的软件程序, 涉及电学实验最多, 其次是光学实验[6] [7] [8]。

我校虚拟实验分为“虚拟仪器基础——LabVIEW 入门”和“基于 LabVIEW 的物理实验研究”两次课, 如图 1 所示。其中“LabVIEW 入门”为必修的综合性实验, 共 3 学时, 教学目标是使学生认识 LabVIEW 开发环境, 熟悉和掌握常见的控件和函数, 熟悉编程与调试, 学会编写小程序; “LabVIEW 物理实验研

究”为选修的研究性实验，共4学时，供有兴趣的同学进一步拓展研究，教学目标是了解数据采集卡，启动并配置数据采集卡，学会利用数据采集卡配合传感器测量物理量，例如用磁场传感器测亥姆霍兹线圈的磁场、气体传感器测空气中氧气含量等内容。在进阶课程中将传感器与计算机有效结合，充分发挥了LabVIEW在测控领域的作用。课后教师指导学生们将虚拟仪器应用在教学研究、科技竞赛、毕业设计等活动中。这些活动开放性很强，可以充分调动学生们的主观能动性，培养分析问题、解决问题的能力，培养团队协作能力，促进学生全面发展。

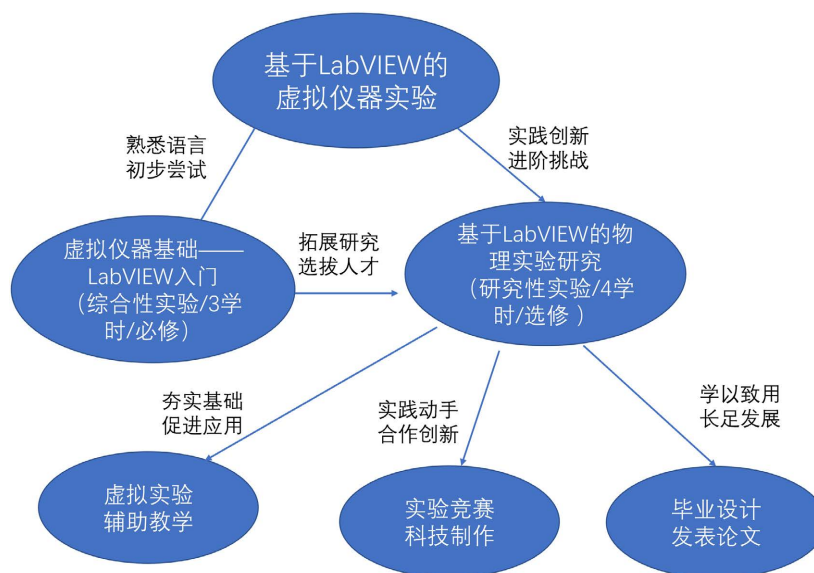


Figure 1. Virtual experiment module
图 1. 虚拟仪器实验模块

3. LabVIEW 虚拟仪器在实验教学中的具体应用

3.1. LabVIEW 虚拟实验在实验预习环节的应用

预习的要求是阅读教材中的原理、步骤、内容，在理解的基础上形成纸质报告，这样的要求学生很难实施，往往是动笔摘抄没有动脑。现在将虚拟物理实验放到网络中，学生可以结合教材观察到实物，提前熟悉各仪器的功能，操作仪器，观察实验现象，分析需要记录的实验数据，提炼出物理思想和实验方法，使预习落到实处，为其课堂实践操作提供了指南。

因疫情影响，近三年很多高校和公司合作开发了一系列虚拟网络实验平台，这些平台都可以用于实验预习，但是往往需要相当多的经费支持，且维护都需要公司合作参与。此类项目短期效果较好，但是从长期考虑，当实验项目和仪器需要更新时，就需要经费的再次投入。

考虑上述情况，我校在实施过程中根据实验项目的自身性质，采取了两套方案。一是针对各高校通用的基础和综合性实验，采取与公司合作的方式购买了10余个虚拟实验项目，这些实验内容和仪器很经典且一般不需要更新；二是针对学校特色和专业不同的研究性和设计性实验，采取基于LabVIEW自主研发的方式编写了10余个实验项目，方便教师参与维护和更新，两种方案的结合实现了虚拟预习平台的长期发展。

例如：测空气中的声速实验(如图2)，通过操作虚拟仪器面板改变压电陶瓷换能器的位置，示波器中同步观察正弦波或周期性李萨如图形，根据图形变化测量波长，从而得到声速的大小。当学生能够利用

鼠标一边操作一边看实验现象时，他们就很容易将要测量的物理量和实验原理结合起来，提前熟悉了实验仪器，为课堂做好了准备，起到较好的预习效果。



Figure 2. The front panel of experiment on measuring sound velocity in air
图 2. 测空气中声速实验虚拟前面板

3.2. LabVIEW 虚拟仪器在课后拓展环节中的应用

虚拟仪器充分发挥了计算机的优势，将数据采集 - 控制 - 处理 - 分析等过程整合到一起，利用软件模块采用多种方式显示采集的数据、分析结果，减少实验过程中的人工干预，由软件完成复杂的计算，提高了测量的精度。因此将传感器和虚拟仪器结合，既可以替代传统的测量仪器，也可以对传统仪器设备更新改造，提高了设备的信息化程度，使实验测量更科学。

以物理实验课程中经典且使用最广泛的示波器为例。不论是模拟示波器还是数字示波器，虽然性能强大，但是价格昂贵，且被厂家限制了功能，用户不能够对其加以扩展或自定义其功能。仪器的旋钮和开关、内置电路等都是固定的，加上高成本的零部件，使得示波器价格颇高且不宜更新。学生在教师的指导下编写虚拟示波器(如图 3)，既可以根据使用的需求灵活设置仪器面板，又克服了传统仪器价格贵且不便携带的缺点。

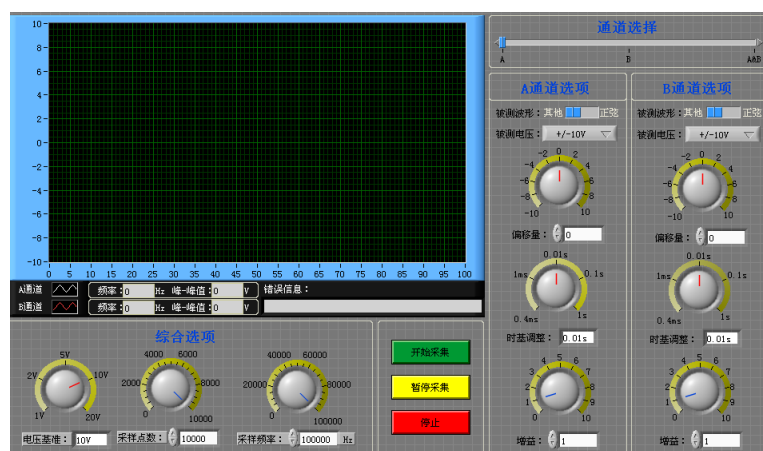


Figure 3. The front panel of virtual oscilloscope
图 3. 虚拟示波器前面板

例如：用“光电效应测普朗克常数”实验属于基础实验之一，实验原理在理论课上已经讲授过，但

是实验过程中存在误差。一是仪器受周围杂散环境光照射的影响,实验测量数据不稳定,常常需要人为取平均,随机误差较大;二是实验中的光电管随着使用次数增多,光电管阴极沾染了阳极材料,导致测得的光电管伏安曲线与理论的结果不同,系统误差较大。因此不能简单取电流为零时的电压为截止电压,需要用“拐点法”测量截止电压。如果将采集的数据在坐标纸上画图确定拐点,这样的做法人为误差较大。数学上将改变曲线向上或向下方向的点称为拐点,即连续曲线的凹弧与凸弧的分界点。先拟合曲线得出解析式,再取二阶导数等于0处为拐点。为减少各种误差,利用 LabVIEW 改进现有实验仪器,通过计算机控制加载在光电管两端的电压,由计算机实时记录电流大小、显示光电管的伏安特性曲线,同时充分利用计算机数据处理的优势,由计算机拟合曲线测量拐点(如图 4)。改进后的仪器操作简单,数据测量精确度提高,数据分析更科学。

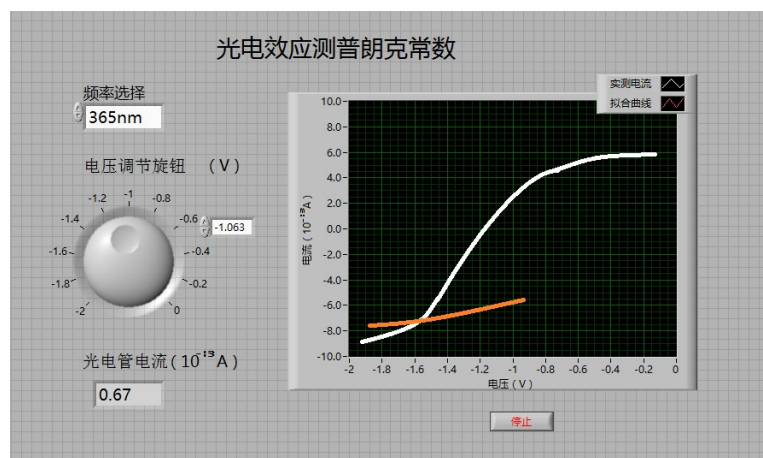


Figure 4. The front panel of experiment on measuring plank constant by the method of photoelectric effect
图 4. 光电效应测普朗克实验前面板

3.3. LabVIEW 虚拟仪器在科技竞赛中的应用

科技竞赛是《大学物理实验》课程培养学生创新能力的重要舞台,每年我院参加北京市大学物理实验竞赛均能取得较好的成绩。学生利用 LabVIEW 软件,充分发挥创新能力,制作出实用性强的作品,参加竞赛的同时也可以发表论文。

例如:2016 年以分光计为仪器平台,用摄像头在 LabVIEW 编程环境下搭建了光谱仪,既可以观测稳定光源汞灯、钠灯的光谱,也可以实时观测化学反应中的光谱变化[9],装置获得当年的北京市物理实验竞赛一等奖。

例如:传统的霍尔元件测磁场实验仪器需要两个双刀双掷开关,人工控制开关的方向,人工调节信号振幅,人工逐个记录每种组合的电位差,且霍尔元件的特性需要课后计算绘图,实验效果不明显。2013 年应用 LabVIEW 虚拟仪器技术改进了霍尔效应实验装置,如图 5 所示,用继电器控制开关的自动切换,由软件控制信号电流的振幅大小,运行以后计算机屏幕直接显示各组霍尔电压、霍尔效应规律图、霍尔元件参数值,装置获得了当年的北京市物理实验竞赛一等奖。

4. LabVIEW 虚拟仪器在毕业设计中的应用

着眼“牢记强军目标,现身强军实践”的口号,利用 LabVIEW 物理实验开展科研工作,能够将基础教育与国防建设紧密联系起来,充分调动学生的爱国热情,提高服务国防建设的水平。

例如:现有的军事装备教学中存在内容多、针对性不强,实践操作时手续复杂、装备故障多、损耗大等

问题。利用 LabVIEW 将现有的装备虚拟化, 可以使学生在计算机上先模拟练习, 真实再现装备的各种情况。学生完成虚拟训练以后, 再实装练习, 提高了教学效果, 保证了实践操作的正确性[10]。2016 年某位同学的本科毕业论文“某型导弹射击操作虚拟训练系统”获得当年学院优秀毕业论文。

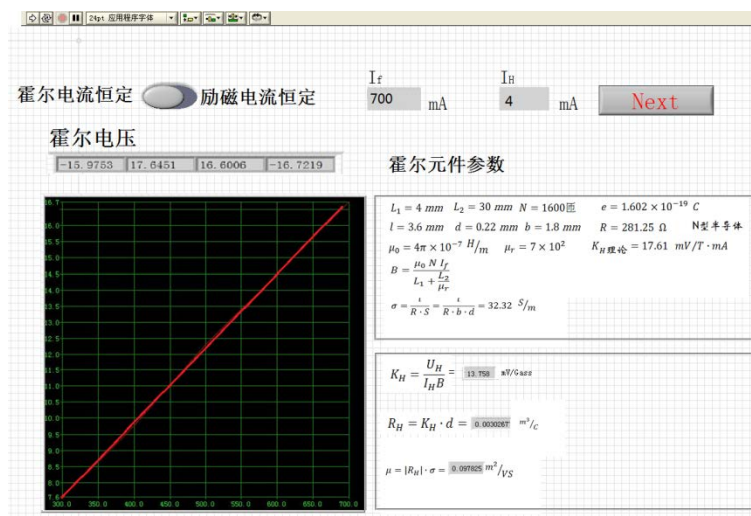


Figure 5. The front panel of measuring hall element characteristics

图 5. 霍尔元件特性测量前面板

5. LabVIEW 实践教学效果分析

根据 10 年的教学经验, 在调研采访很多学生的基础上, 总结该课程的优点及其在学生素质培养上的作用, 归纳为以下三点。

一、基于 LabVIEW 的物理实验改变了传统实验一成不变、单调枯燥的模式, 使实验内容生动有趣、焕然一新, 有利于提高学生实验兴趣, 最大限度调动学生的主观能动性提供了途径。

二、基于 LabVIEW 的物理实验改变了传统物理实验仪器固定, 缺乏开发研究空间的状况, 丰富了实验课程的内容, 拓展了实验课程的研究深度, 有利于学生深入思考, 分析问题解决问题的过程中提升能力, 激发学生的创新潜能。

三、基于 LabVIEW 的物理实验改变了传统物理实验按说明书操作仪器, 最终规律验证的实验过程, 将实验科学和解决实际问题结合起来, 实现学用结合、学有所用、学有所成, 提高了学生综合素养。不论是参加科技创新竞赛还是指导毕业设计, 教学内容都注重结合军事装备, 落实了以学生为中心的教学理念。

综上所述, 将 LabVIEW 虚拟仪器引入《大学物理实验》课, 实现教学内容的高阶性、创新性和挑战性, 可以提高人才培养质效。在应用物理解决实际问题过程中, 可以培养学生的科学素养, 探索精神和创新意识, 为培养高素质、专业化新型人才奠定了基础。

参考文献

- [1] 吕斯骅, 段家祗. 新编基础物理实验[M]. 北京: 高等教育出版社, 2012: 30-60.
- [2] 蒋达娅, 肖井华. 基于 LabVIEW 的物理实验在学生素质培养上的作用[J]. 实验技术与管理, 2012, 29(3): 304-307.
- [3] 顾恩遥, 段秀洋, 等. 基于 LabVIEW 实现计算机实测系列实验的现代化改造[J]. 大学物理, 2017, 36(10): 72-75.
- [4] 田伟, 刘懿芳, 等. 基于 Moodle 环境的在线物理实验教学平台的设计与实现[J]. 上海理工大学学报, 2018, 40(1):

84-90.

- [5] 李钰杰, 谭兴文, 等. 基于 LabVIEW 的物理虚拟仿真实验系统设计[J]. 西南师范大学学报, 2017, 42(9): 201-205.
- [6] 杨铁柱, 赖晓磊, 等. 基于 LabVIEW 的单臂、双臂电桥仿真实验系统开发[J]. 大学物理, 2017, 36(6): 36-40.
- [7] 王建浩, 赵琛, 等. 基于 LabVIEW 的平面透射光栅虚拟仿真实验开发[J]. 西南师范大学学报, 2020, 45(11): 176-180.
- [8] 师青梅, 皮伟. 基于虚拟仪器技术的太阳能电池实验教学创新[J]. 实验技术与管理, 2013, 30(2): 94-96.
- [9] 贺珍妮, 蔡志斌. 基于分光计的 LabVIEW 光谱仪设计与实现[J]. 物理实验, 2016, 36(4): 16-19.
- [10] 杨军, 贺珍妮, 等. 反坦克导弹射击虚拟训练系统设计及实现[J]. 计算机应用与软件, 2017, 34(2): 184-188.