

利用虚拟仪器技术, 改革物理实验教学*

吕红英¹, 吴先球², 李凌燕¹, 谭穗妍¹, 劳媚媚¹

(1. 华南农业大学 理学院, 广东 广州 510642;

2. 华南师范大学 物理与电信工程学院, 广东 广州 510631)

摘 要: 将虚拟仪器技术应用于物理实验教学可以节省实验资金投入, 以较低的成本更新和扩充实验室仪器设备, 还可让学生接触到全新的实验技术和实验思想, 在此基础上开展基于虚拟仪器的设计性实验、综合性实验和网上实验, 为大学物理实验教学的改革开辟了一个新的方向。

关键词: 虚拟仪器; 物理实验; 实验教学改革

中图分类号: TP212; G642 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-1792 (2006) 05-0066-05

随着计算机技术的发展, 虚拟仪器技术目前逐渐应用于实验教学^[1,2]。虚拟仪器具有仿真的用户面板, 学生通过友好的图形界面控制仪器运行, 学习和掌握仪器原理、功能与操作, 完成对被测试量的采集、分析、显示、存储。操作安装了虚拟仪器程序和数据采集硬件的计算机, 就象是在使用一台专门设计的电子仪器。虚拟仪器采集的是现场真实的物理数据, 可通过与其它仪器、电路的相互配合, 完成实际实验过程, 达到与用实际仪器教学相同的实验目的。在很大程度上, 虚拟仪器可以代替真实仪器进行实验教学。将虚拟仪器技术与实验技术结合, 可提供一种全新的实验范型, 为物理实验教学的改革开辟一个新的方向。

一、虚拟仪器的概念

虚拟仪器是在美国国家仪器公司 (National Instruments Corp. 简称 NI) 于 1986 年提出的“软件就是仪器”这一口号的基础上发展起来的。其概念是用户在通用计算机平台上, 在必要的数据采集硬件的支持下, 根据测试任务的需要, 通过软件设计来实现和扩展传统仪器的功能^[3]。传统台式仪器是由厂家设计并定义好功能的一个封闭结构, 有固定的输入/输出接口和仪器操作面板。每种仪器只能实现一类特定的测量功能, 并以确定的方式提供给用户。虚拟仪器的出现, 打破了传统仪器由厂家定义、用户无法改变的模式, 使得用户可以根据自己的需求, 设计自己的仪器系统, 并可通过修改软件来改变或增减仪器的功能, 真正体现了“软件就是仪器”这一新概念。

虚拟仪器包括硬件和软件两个基本要素, 如图 1 所示。硬件部分包括通用计算机和数据采集硬件, 其功能是获取被测的物理信号, 提供信号传输的通道; 软件部分是运行在计算机上的应用程序, 实现数据采集、分析、处理和结果显示等功能。它们作为一个整体, 实现传统仪器的功能。

* 收稿日期: 2006-02-22

基金项目: 华南农业大学教改基金资助项目 (4900-K06048)

作者简介: 吕红英 (1979 -), 女, 山东成武人, 硕士, 华南农业大学理学院助教。

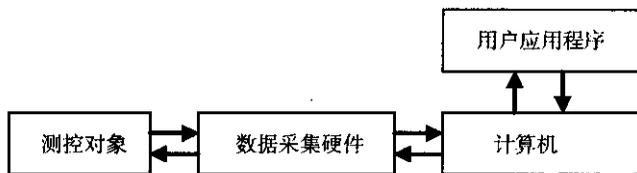


图1 虚拟仪器结构示意图

虚拟仪器的本质是“实”而不是“虚”。它们是用有测控分析功能的应用软件作灵魂的PC机和一定的电子硬件（如AD/DA和抗混滤波、调理放大器等必要的硬件及传感器）构成的仪器，能够实现信号输出、数据采集、测试、分析、自动化控制等各种功能，是具有实测功能的新颖仪器，完全可以替代传统台式测量测试仪器，与纯粹软件形式的虚拟环境和虚拟世界并不相同。虚拟仪器有如下特点：①在通用硬件平台确定后，由软件取代传统仪器的硬件来完成仪器的功能。②仪器的功能是由用户根据需要由软件来定义，而不是事先由厂家定义。③仪器的性能改进和功能扩展只需进行软件的更新，而不需购买新的仪器。④研制周期较传统仪器大为缩短。⑤价格低，可重复性与可配置性强，用相同的基本硬件可构造多种不同功能的测试分析仪器。⑥虚拟仪器开放、灵活，可与计算机同步发展，与网络及其它周边设备互联。

二、虚拟仪器在物理实验教学中的应用

将虚拟仪器应用于物理实验教学有如下优点。

（一）有利于建立网上虚拟仪器实验室

目前，在许多普通高校中，一方面，由于实验室场地和课时的限制，学生只能在固定的有限时间内使用实验室的仪器设备，对一些常用仪器如示波器、信号发生器等使用并不熟练。如我校在普通物理实验中已经开设了两个学时的“示波器的使用”实验，但在下一学期的近代物理实验中，有几个实验也需要用到示波器，学生却表示几乎完全忘记了使用方法。另一方面，学生拥有个人电脑的比例大大增加，并且在宿舍就可利用网络资源。针对这一现象，由于虚拟仪器便于与网络互连，可以建立虚拟仪器实验室，将拥有仿真面板的虚拟仪器在学校物理实验室主页上共享（如图2），学生可以不受任何限制地使用虚拟仪器，便于学生实验课后复习；也可让学生在相关实验课前先在网上操作虚拟仪器，全面了解和掌握仪器的使用方法和操作要点，为实际使用真实的实验仪器设备打下较好的基础，既可减少仪器设备的损坏，又可提高实验教学质量与效果。

（二）节省实验经费投入，以较低的成本扩充实验室仪器设备

传统仪器用于实验时，由于学生操作不当容易造成仪器损坏，影响教学的正常进行，加重实验教师和实验人员的负担。并且每隔一段时间，就有一批仪器报废，需要重新购买。一些台式实验仪器价格较贵，需要较多的实验经费投入。若采用虚拟仪器技术，只需一台计算机和一套数据采集硬件设备，通过编写不同的软件程序，就可研制出多个虚拟仪器，并利用现代计算机强大的计算和分析能力，使虚拟仪器的功能更加多样化。例如，计算机的声卡可同时作为AD/DA卡，实现数据采集和信号输出功能。用虚拟仪器编程语言LabVIEW编写虚拟示波器程序^[4]，被测对象的模拟信号通过计算机声卡的线路输入插孔（LINE IN）或麦克风插孔（MIC）输入，利用声卡的模数变换器转换为数字信号，送入运行在计算机上的虚拟示波器上



图2 网上虚拟示波器

显示(图3)。也可编写虚拟信号发生器程序,产生的数字信号经由声卡的数模变换器转换为模拟信号,由声卡的线路输出接口(LINE OUT)或扬声器接口(SPEAKER)输出给实验线路(图4)。只需改变软件程序,便实现了传统的信号发生器和示波器两种仪器的功能,并且利用LabVIEW功能强大的函数库,为信号发生器加入了噪声发生功能,可根据用户需要,输出添加了各种类型噪声的信号波形(图5),十分简便地扩充了传统信号发生器的功能。将虚拟仪器与不同的实验元件和各种传感器结合,便可完成各个实验内容。在虚拟仪器的编程中可随时对数据处理的算法进行更新,始终保证仪器功能的先进性,不必担心仪器由于功能落后被淘汰。计算机在实验课后也可发挥其它用途,大大提高了使用效率。因此,采用虚拟仪器技术更新和扩充实验室仪器设备,不仅大大节约经费,还可以有效提高实验室建设水平,为大学物理实验仪器建设提供了一条可行的途径。

(三) 改进和扩充实验内容

传统实验教学中实验项目多为验证性实验,实验内容单一,学生无需思考,按部就班地按照实验步骤就可以做完实验,缺乏创新能力的培养。虚拟仪器技术的发展,为有针对性地开设设计性、综合性和应用性实验内容提供了技术支持。将虚拟仪器技术应用于物理实验教学,可为学生提供一种全新的实验环境,让学生在实验中接触到全新的仪器技术与实验技术,扩展了学生的知识面。在此基础上,可让学生自选实验内容,独立查阅资料、设计方案,利用不同的虚拟仪器,进行一些设计性和综合性的实验,也可将虚拟仪器与实验室现有的物理实验结合,完成对传统实验的改进。对于理工科的学生,还可让他们根据实验要求,自行设计各种虚拟仪器,定义仪器的功能,以锻炼学生的独立构思和设计能力,激发学生的实验兴趣。例如,传统实验中测量声速是采用超声波作为声源,采用共振干涉法或相位比较法。采用虚拟仪器,学生设计了微机辅助的非超声波方法测量声速^[5],撰写了完整的实验方案,独立完成了实验过程和结果处理。基本原理如下:虚拟信号发生器产生的信号经计算机声卡的扬声器插孔(SPEAKER)输出给音箱,在音箱同一侧放置两个间隔一定距离(设为 s)的话筒,三者在同

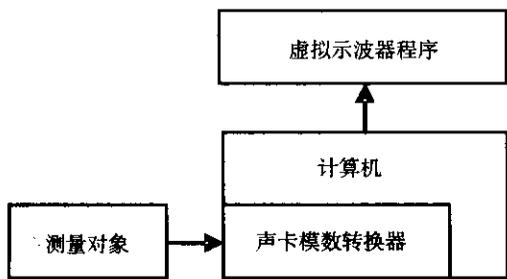


图3 虚拟示波器结构示意图

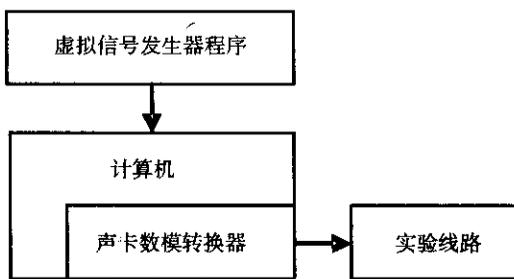


图4 虚拟信号发生器结构示意图

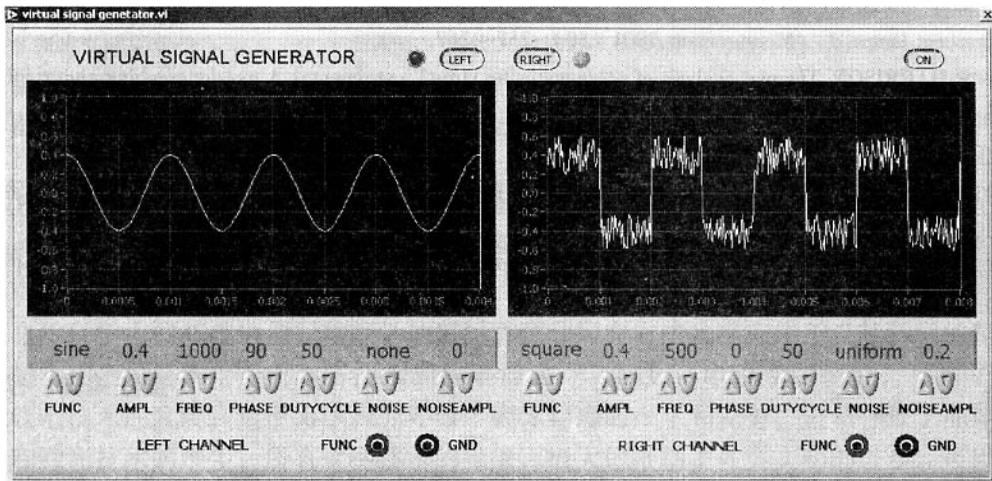


图5 虚拟双路输出信号发生器

一直线上。两个话筒先后接收到音箱发出的声波信号，将两路信号经声卡的麦克风插孔（MIC）送入虚拟双踪示波器，利用虚拟示波器的波形多倍放大功能，根据声卡采集信号的速率，计算出两列波形起点的时间差 t （图6）。由 $v = s/t$ 可得声速。实验结果接近理论值，表明测量方法可行。

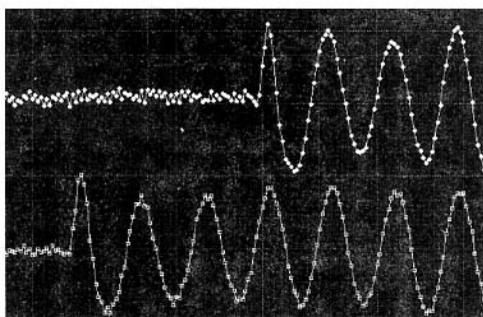


图6 微机辅助的非超声方法测量声速实验

三、结束语

将虚拟仪器应用于物理实验教学将有助于改革传统的实验教学，充分利用网络资源开展网上实验，并可开出符合课程内容的许多新实验，改变长期以来实验技术跟不上新技术的局面，学生的创新能力及掌握新技术、新知识的能力得以提高。因此，将虚拟仪器引入到实验教学中具有必要性、可行性和优越性，其投资少、效益高，是普通高校实验教学中易于构建、值得推广的模式。

参考文献：

- [1] TOPALIS F V ,GONOS I F ,VOKAS G A. Arbitrary waveform generator for harmonic distortion tests on compact fluorescent lamps[J]. Measurement 2001 (30) 257 - 267.
- [2] IAN R HARRISON. Thermal analysis of polymers using virtual instruments : A tool for teaching and training[J]. Thermochemica Acta 2001 (3) 85 - 92.
- [3] 杨乐平,李海涛,肖凯,等. 虚拟仪器技术概论[M]. 北京:电子工业出版社,2003.
- [4] 吕红英,吴先球,刘朝辉,等. 基于声卡的虚拟数字存储示波器及其在电学实验中的应用[J]. 实验技术与管理 2005(10) 95 - 99.
- [5] 刘朝辉,吴先球,吕红英,等. 基于虚拟仪器技术的声速直接测量[J]. 计算机工程与应用 2005(34) 207 - 209.

(责任编辑：张 冰)