基于LabVIEW的虚拟网络实验教学研究

实验教学是理工科院校教学中非常重要的一个环节，随着网络信息化的发展，网络实验教学应该紧随其后，但现在却是薄弱环节，因而构建一个突破传统局限的，不受时间和地点限制的网络化虚拟实验环境是迫切需要解决的重要课题。详细介绍了虚拟实验室的系统架构、软/硬件构成和组网等设计方案，并借助于LabVIEW软件开发工具提出了虚拟实验和网络实验室系统的设计思路，其中针对软件程序虚拟设计与远程网络实现进行了较详细的论述。利用LabVIEW软件设计电能计量技术的虚拟网络实验系统，可以供教学参考使用。

赵毅斌／宁波大红鹰学院机电学院

赵毅斌／高级工程师

关键词／Keywords
系统架构·
虚拟实验·
网络实验室·

0 引言

在高校工科应用人才培养过程中，实验、实践是重要的教学环节。随着高校教学投入的不断增加，高校的教学仪器设施也得到了较大程度的改善，采用以仪器仪表为基本器件的实验教学模式是当前主流实验手段。但是，随着自然科学的发展和教学改革的不断深入，教学内容不断更新，实验教学的硬件设施很难做到随时更新，很难满足不断发展的教学要求。

近年来，计算机技术和虚拟技术迅猛发展，“互联网＋”也深入到几乎各行各业，一种新的教学模式——虚拟网络教学应运而生。它具有交互性强、仿真性高等特点，并且能够实现远程资源的共享，在实验、实践教学中，有着传统实验教学无法比拟的优势，尤其是当今MOOC的兴起和不断成熟，也给基于虚拟技术的实验教学发展带来新的契机。随着技术的逐渐成熟，虚拟技术在许多高校的实践教学中得到了广泛的应用。

因此，提出建立虚拟实验室，采用虚实结合的实验教学方法，既能保证实验教学效果，又能根据需要不断更新，减少投资，简化实验系统，同时减少实验环节带来的安全隐患。

2016年中央电化教育馆全国教育信息技术研究规划课题（166233094）。

1 虚拟仪器技术及LabVIEW简介

1.1 虚拟仪器技术

虚拟仪器技术由美国国家仪器公司NI提出，其核心思想是“软件即是仪器”，即利用高性能的模块化硬件，结合高效灵活的软件完成各种测试、测量和自动化方面的应用。结合计算机硬件、软件开发系统和接口硬件构成虚拟测试系统，与传统仪器相比，具有开发和维护成本低、开发效率高、易于实现自动化、智能化和网络化等优点，且能够根据用户需求不断得以更新完善。

1.2 LabVIEW简介

美国NI公司推出的LabVIEW是一种图形化编程语言的开发环境，广泛应用于工业、学术研究和实验室，被视为一个标准的数据采集和仪器控制软件。LabVIEW使用图形化编辑语言，产生框图形式的程序。

2 虚拟网络实验系统设计

虚拟系统中信号的获取与采集是由以计算机为核心的硬件平台来完成的。在此硬件平台基础上，调用测试软件来

完成某种特定实验测试任务，便构成了该虚拟实验系统。

2.1 虚拟网络实验系统结构设计

课题组以计算机为硬件平台，以LabVIEW 2014为软件平台，开发了一个虚拟实验系统。该虚拟实验系统包括五个模块：交流感应式电能表、电子式电能表、测量用互感器、电能计量方式和电能计量装置错误接线检查与分析计算。其结构框图如图1所示。

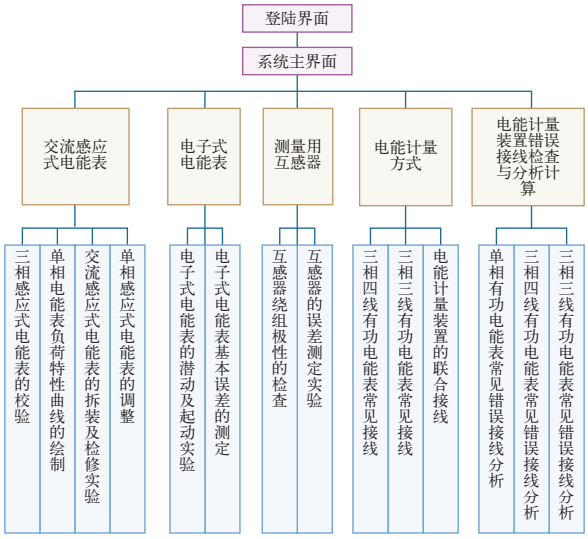

图1　虚拟实验系统结构框图

该虚拟实验系统主要能够完成14个实验，单击对应的布尔控件即可进入实验子模块。实验系统主界面还包括登陆框、系统简介、帮助和退出系统控件，以及运行指示、登录状态的指示灯。

2.2 虚拟网络实验系统硬件与软件设计

2.2.1 虚拟实验硬件设计

系统硬件主要包括电能计量柜、主机/服务器和网络连接设备三大块，其中电能计量柜又包括监测及计量终端、电能表计量和计量互感器三个单元，整个硬件的构建以实现虚拟网络化教学为最终目的。

系统的硬件结构如图2所示。

1）电压传感器。采用四川绵阳维博的V411U07电压传感器，这种传感器可以把交流高电压转换为0～5 V直流电压，而且带有隔离功能，因此可以直接接入数据采集卡。

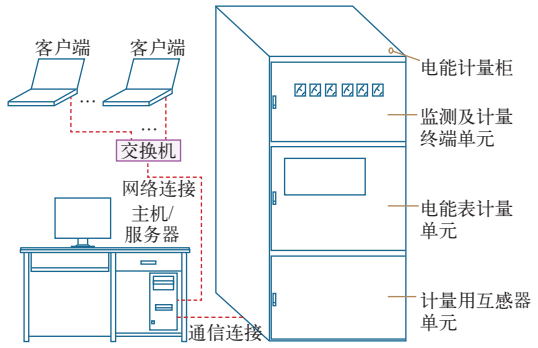

图2　系统硬件结构图

2）电流互感器。采用电磁感应原理将交流电流转换为0～5 V直流电压，也带有隔离功能，直接接入数据采集卡。

3）数据采集卡。选用NI－4472动态信号采集卡，每通道102.4 Kbit/s采集率，带有抗混滤波器。由于数据采集卡可以实现多通道同步采样，所以能够实现准确测量电压和电流信号的相位差。

4）计算机。从数据分析需求、系统运行环境及系统所需通道数等方面综合考虑，选用台式机即可。

2.2.2 虚拟网络实验系统流程图设计

系统流程图是描述系统逻辑过程的工具，它的基本思想是将系统中的各个部件用图形符号形式以流动的过程表示出来。本文基于LabVIEW制作的虚拟实验系统流程图（以电能计量技术实验为例）如图3所示。

2.2.3 虚拟网络实验软件设计

软件设计的重点是对实验场景、实验仪器的仿真设计。电能计量技术虚拟实验主要是由实验仪器及元器件组成，主要实验仪器包括电流互感器、电压互感器、电压表、电流表、功率表和单相电能表等。每个实验仪器都是一个独立的实体，需通过LabVIEW软件进行处理，使其实现信息传递、时间触发和交互功能的虚拟仪器。

基于LabVIEW的软件设计是整个实验系统的核心内容，主要包括：前面板设计、控制程序设计、程序调试及生成应用程序等。

1）前面板设计。主要由输入控制器和输出显示器组成。利用工具模板来添加输入控制器和输

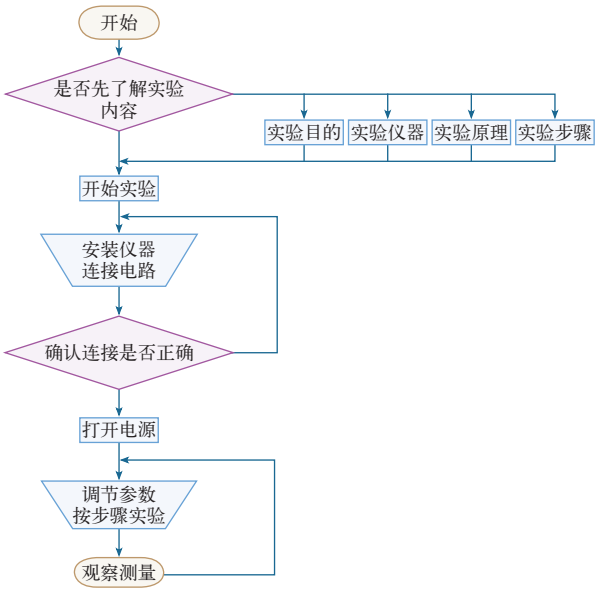

图3 系统流程图

出显示器。控制器允许用户输入数据到程序，指示器用来显示程序允许的结果。

2）控制程序设计。相当于源代码的设计。对控制程序设计主要是对节点、数据端口和连线的设计。节点是LabVIEW程序运行的要素，包括四种类型：函数、LabVIEW子程序、结构和代码。

3）程序调试。当前面板和控制程序设计好以后，程序的执行过程中可能会遇到很多的错误。如果程序不能执行，运行按钮会出现一个折断的箭头。点击断箭的运行按钮会出现错误清单。调试的主要方法有设置执行程序为高亮方式、单步执行和探针。

4）生成应用程序。虚拟实验建立完成后，需要将其生成为可以脱离LabVIEW软件可在网页或其他应用程序上运行的应用程序文件。应用程序文件的生成可用以下方法：保存LabVIEW文件，新建项目，导入文件；右键单击生成应用程序规范，在源文件栏将文件加入，并且将子VI，dll等文件都一起导入，单击生成应用程序。

3 虚拟实验室网络化的实现

应用程序生成后，接下来需要实现网络化功能，即用户通过浏览器连接到实验平台的主页，用户注册并登录便可以对虚拟实验平台进行相关操作。针对不同的应用形式，LabVIEW提供了多种网络通信方式支持网络的开启，LabVIEW＋Web就是其中的一种，它利用远程Web发布VI面板连接技术，将实验用的VI前面板发布到网页或远程计算机上，在用户登录及注册设置允许的情况下，远程用户可实现浏览、在线操作、虚拟实验、实验报告管理和资料下载等平台功能。

在LabVIEW中通过Web Sever实现远程面板连接一般需要两个步骤。

首先，在Web服务器上设置可见VI和浏览器访问权限，设置URL等一系列操作，即完成虚拟实验的发布。

然后，在客户端通过网页等引擎方式与服务器端发布的虚拟实验的前面板进行连接。

登录界面如图4所示。程序如图5所示。

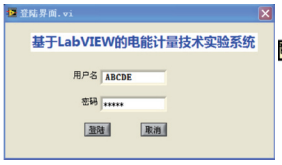

图4 登录界面

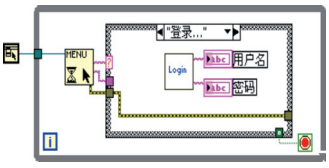

图5 登录界面的程序

4 结束语

本文以电能计量技术实验为例，提出了一种设计开发虚拟网络实验系统的思路，用户只需通过远程登录本实验平台就可进行相关实验操作，既可实现传统实验室无法完成的实验，也可以根据用户需求不断更新平台，避免了硬件设施跟不上改革步伐的弊端，又可使远程教育的教学实验课的开设成为可能，为学生提供了一种崭新的实验教学体验。

参考文献

[1] 刘健．基于虚拟现实技术的电能计量接线错误排查仿真研究 [J]．现代计算机，2013 (31)：65-67.

[2] 肖迪．基于虚拟现实技术的电能计量实训仿真研究 [D]．武汉：华中科技大学，2013.

[3] 王世营，王伟．基于虚拟串口和组态技术的电能计量自动化系统 [J]．山东工业技术，2016 (01)：162-163.

（收稿日期：2017－12－18）EA