NATIONAL INSTRUMENTS

NI 2010年毕业设计竞赛获奖论文简介

ni.com/china/academic

NATIONAL INSTRUMENTS™

目　录

一等奖

基于NI - LabVIEW的海底可重构钻探一体机（ccds）的上位机设计……1
基于CompactRIO的水声通信网络节点技术研究……5

二等奖

采用LabVIEW和TestStand平台的P-DVD及LCD检调系统研究……7
基于虚拟仪器的盾构机状态检测系统研究……10
基于LabVIEW的3-PRRU并联机器人的机电一体化仿真与控制系统设计……12
基于声学的机械设备状态监测系统研究……16

三等奖

自航模试验系统浪高仪搭载研究……20
基于LabVIEW的CAN总线信息分析系统设计……23
基于虚拟技术的整流电路设计……29
基于PXI的混合动力传动装置试验台架通讯集成……34
基于LabVIEW的桥梁模态分析系统设计……37
基于Multisim11.0仿真用单片机制作图形数据压缩解压器及其外拓……41
基于虚拟仪器技术的电能质量检测系统的研究与开发……45
基于虚拟仪器的齿轮振动监测技术研究……47
基于LabVIEW的LTE通信系统的仿真……50
基于LabVIEW的挖掘机测试诊断系统研究……54
基于LabWindows/CVI的应答器实验平台时间与里程基准模块研究……57
基于LabVIEW的量子保密通信研究……59

鼓励奖

光纤傅里叶变换光谱仪LabVIEW软件设计及应用……61
基于LabVIEW的动态阻尼参数辨识系统的开发研究……63
智能病房监控系统设计……65
基于LabVIEW的大型生活园区雨水净化处理系统……68
自动变速器试验台的信号采集与测试系统的研究与设计……72
基于虚拟仪器的声音信号测量与识别……74
基于虚拟仪器的齿轮箱检测诊断系统开发……78
基于LabVIEW的静态三维弱磁场检测系统的研究……81
基于虚拟仪器的发动机电子控制系统试验开发平台……84
三相交流电机温升测试实验平台的构建及实现……88

基于LabVIEW的远程虚拟实验室控制……90
基于PXI总线的发动机性能评估与故障诊断系统设计……93
基于ELVIS和LabVIEW的远程实验室构建……96
基于机器视觉的课堂考勤自动检测系统……98
8000kw海洋救助船主要动力设备监测诊断系统研究……100
基于LabVIEW的三相异步电动机无功补偿控制系统设计……102
基于LabVIEW的锥束CT图像采集系统的设计……105
基于LabVIEW的汽车行驶跑偏测试系统研究开发……108
基于LabVIEW的智能机电控制系统设计……111
基于LabVIEW平台的电动机转子故障在线监测系统的研发……114
基于LabVIEW的电子节气门测试系统设计……117
基于PXI结构的声音信号采集系统设计……119
基于LabWindows/CVI的机械设备状态监测系统研究……121
基于LabVIEW的“信号分析虚拟实验室”……124

基于 NI - LabVIEW 的海底可重构钻探一体机（ccds）的上位机设计

作者：苏 刚
指导教师：李 波
学校：中国地质大学（武汉）

介绍：

我国在海洋科学钻探技术和装备上与西方发达国家差距相当大，这对我国尽早地进入地球系统科学前沿，有利地保护国家海洋权益，加速海底矿产资源开发等将是重大制肘。所以研究和开发具有我国自主知识产权的海洋钻探设备具有深远的意义。本设计依托于中央高校基本科研业务费专项资金优秀青年教师特色学科团队“海底可重构钻探一体机（ccds）”项目。在无工作人员直接参与的深海环境中，海底可重构钻探一体机要自主完成各种钻探任务和问题处理等工作，这就需要一个功能强大的上位机控制系统。不仅需要完成多通道的数据采集，还需要兼具一定的可扩展性，同时还要完成数据分析与处理已到达控制任务的目的。那么如何分析采集的数据，选用哪种控制方式和控制算法就成了本设计的另一个难点。

使用的产品：

软件：LabVIEW 8.6、控制设计和仿真模块、视觉与运动模块模块
硬件：PXIe-1062Q 机箱、NI PXIe-8108 、NI PXIe-6363 板卡

应用方案：

一、上位机系统整体方案的确定

由于本设计所要完成的功能较多，为了编程方便，采用模块化编程思想。

根据设计要求，系统划分为包括系统登录，数据采集，数据保存，历史数据的查询，钻机运动控制，钻杆探杆选择，钻机平台调平在内的数个模块。具体结构见图 1.1 ccds 上位机系统软件模块图。

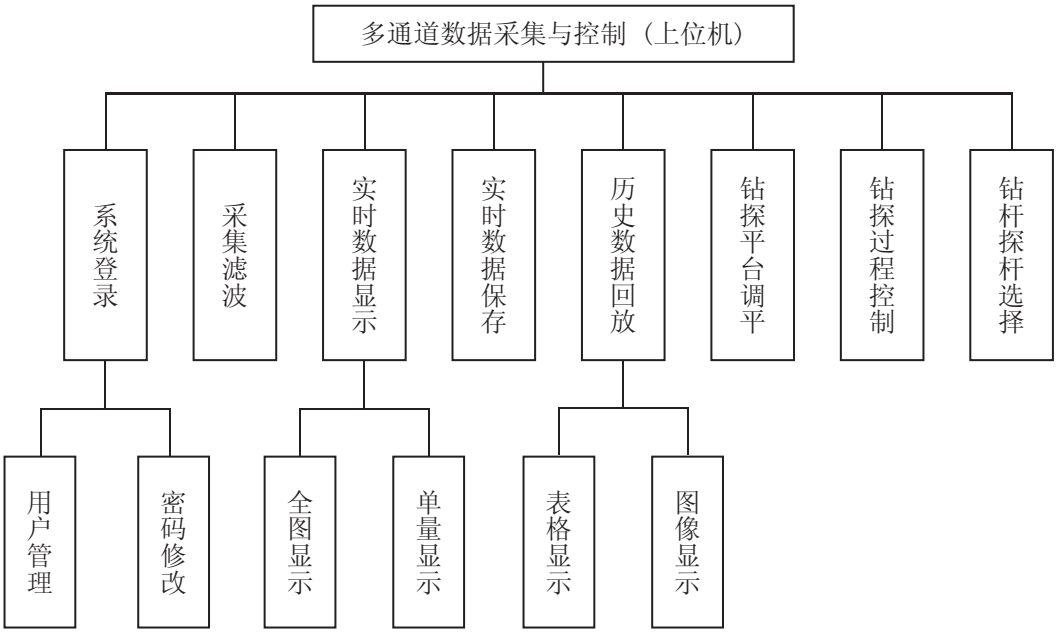


图 1.1 ccds 上位机系统软件模块图

二、系统软件的具体实现

1、登录系统

每个系统都应该设置使用权限以便进行管理，本系统首先设计了一个登录界面，其中的功能有用户管理，密码修改，系统权限分为管理员权限和普通用户权限。

2、多通道数据采集系统

上位机一个很重要的作用就是利用传感器将海底钻探平台的相关信息通过数据采集卡进行采集并传输到海面上来，这就需要一个多通道的数据采集系统用来采集和实时显示数据。该多通道数据采集程序包含了：数据采集卡的参数设置、报警参数设置、数据实时显示、超限报警、数据存储等功能。

LabVIEW 提供了非常丰富的图形界面来进行前面板的设计，波形图表能非常清晰的实时显示采集波形。在该实时显示页面中实现了多个通道采集数据的同步实时显示，该面板灵活运用采用了模块化设计方法、事件结构、属性节点和菜单设计等来编程实现的。见图 2.1 实时数据显示界面。

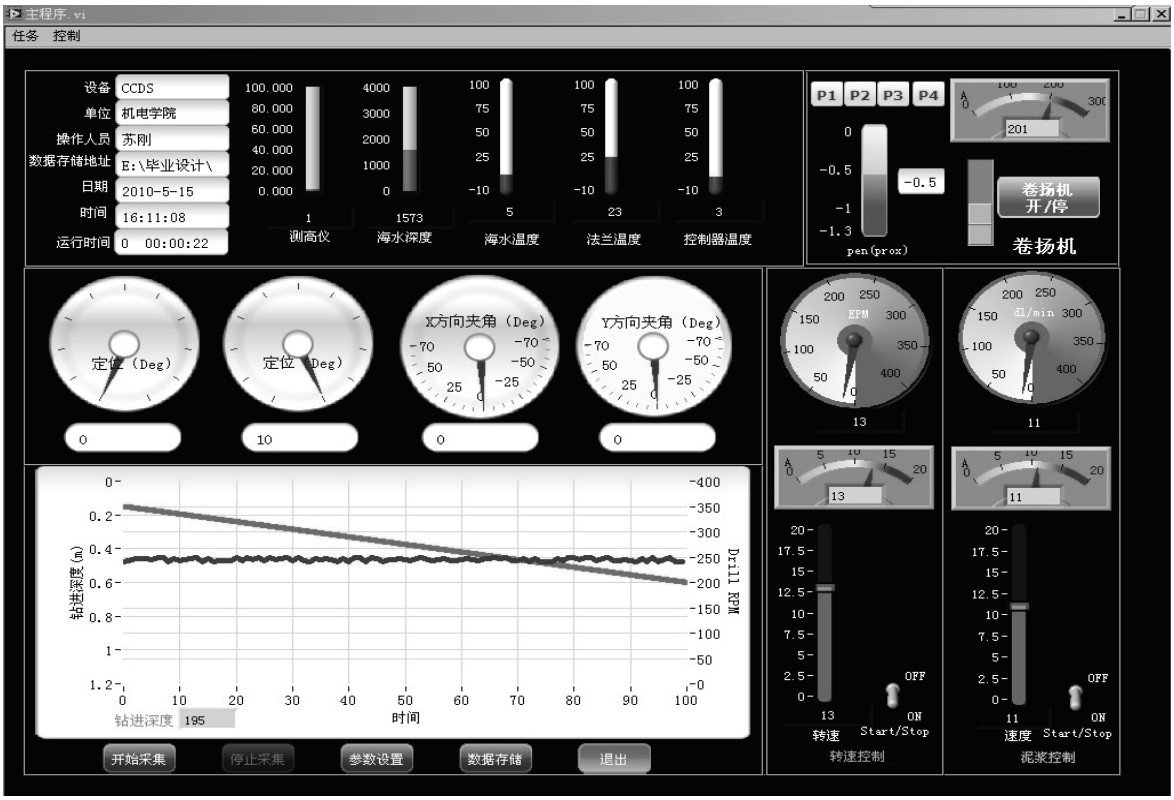


图2.1 实时数据显示界面

3、控制系统

整个控制系统包括：1) 海底可重构钻探一体机平台调平控制; 2) 步进电机 PID 控制; 3) 钻机 PID 控制

1) 海底可重构钻探一体机平台调平控制

海底钻探平台是通过海面上运输船上的卷扬机将其下放到海底的然而，复杂的海底地形很可能造成钻机倾斜着坐落于海床面，而钻机在进行钻探取样时，应保证钻具以竖直的方向钻进。钻机在正交的 X 或 Y 任意方向的倾斜将导致钻具的径向受力，会破坏取样岩心的完整性，严重时甚至导致钻具扭曲和折断；与此同时，长达 10 多米的取样深度发生倾斜将无法精确地反映地层信息，继而影响到后续的样品分析。

为防止海底钻机的倾斜影响，需要对海底钻机 X 和 Y 两个方向的倾斜角度进行实时监测并作出调整，当海底基座与海平面的夹角在一定的限制范围内时，以上情况则可以避免。与一般陆地设备相比，海底基座需要在复杂的工作环境下满足海底 CPT 工艺，对基座的调平系统提出了更高要求。

本程序通过多通道数据采集系统调用，通过对平台 X 和 Y 方向夹角的检测来控制四个支腿的运动，从而达到平台调平的目的。见图 2.2 海底可重构钻探一体机平台调平控制界面

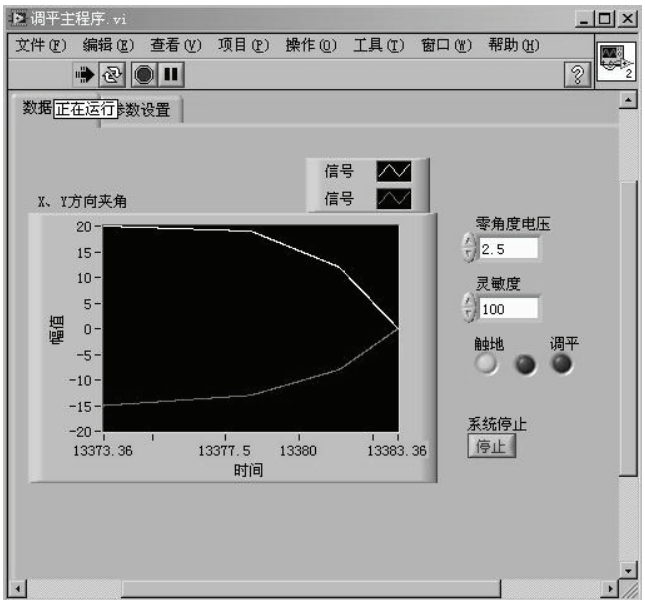


图2.2　海底可重构钻探一体机平台调平控制界面

2) 步进电机 PID 控制

本程序是专门为ccds钻杆库探杆库设计的，自动完成钻杆和探杆选择的任务。

该程序采用虚拟仪器图形化编程软件LabVIEW实现对步进电机的位置控制，为了取得较好的控制效果，采用PID控制算法。见图2.3步进电机PID控制界面。

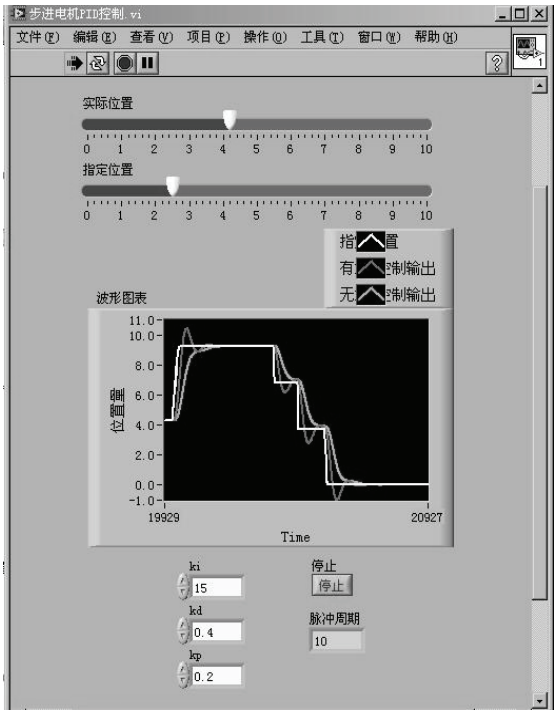


图2.3　步进电机 PID 控制界面

3) 钻机 PID 控制

该程序通过运用 PID 控制算法和直流脉宽调制（PWM）技术,完成对钻机的转速控制。通过控制界面用户可以将数据采集通道地址、PWM 频率、PID 参数、速度设定值等控制参数和设置信息输入到系统中。并通过控制界面中的数据显示控件直观的观察调速过程。见图 2.4 钻机转速调节控制界面。

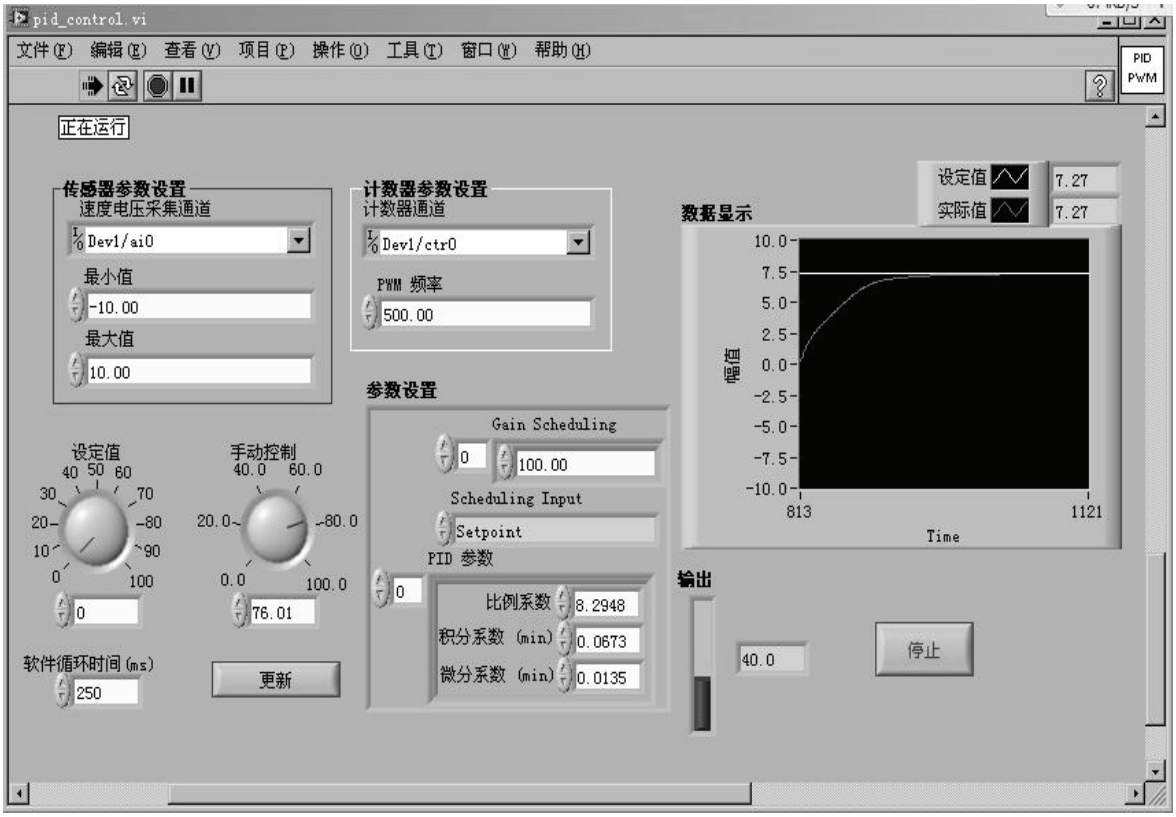


图2.4 钻机转速调节控制界面

总结：

本设计是在对虚拟仪器技术和软件开发技术研究的基础上，通过使用 NI LabVIEW 虚拟仪器开发平台，实现了海底可重构钻探一体机上位机的设计，包括数据采集、显示到运动控制等。通过运用 LabVIEW 8.6 中的控制设计和仿真模块、视觉与运动模块和 LabVIEW 提供的 TDMS 文件流、LabSQL 数据库等功能，完成所有程序，使用丰富的图像化编程语言，降低了编程的难度，缩短了系统的开发时间的时间。通过本次设计本人充分认识到了虚拟仪器在未来仪器的发展中的重要地位。

基于 CompactRIO 的水声通信网络节点技术研究

作者：朱培斌
指导教师：许肖梅
学校：厦门大学

介绍：

随着军事和民用领域对水声通信和水声通信网需求不断加大，分布式水声通信技术的构建与应用成为水声通信研究的热点。本文采用 LabVIEW 虚拟仪器编程软件与 NI 公司的 CompactRIO 硬件，构建 4FSK-FH 和 DS/DBPSK 双模式水声通信调制解调器（MODEM），包含了自动增益控制、同步跟踪以及信道编码：交织与卷积码等模块。结合 ALOHA 协议和 MACAW 协议的优点提出并通过 LabVIEW 编程实现 MACA-U 协议，从而搭建一套包含四个网络节点样机的小型水声通信网络 UAMS（Underwater Acoustic Multi-nodes communication System）。

得益于 NI 硬件平台，通过多次湖试及海试，验证了样机物理层通信的可靠性，内置 MACA-U 协议在水声多跳式网络拓扑结构下有效工作。由于 LabVIEW 库函数丰富且编程灵活，系统易于扩展，并具抗干扰能力，为将来构建更为复杂的多节点水声通信网络提供了坚实的基础。

使用的产品：

软件：LabVIEW 8.2、LabVIEW Real-Time Module、LabVIEW FPGA Module、Advanced Signal Processing Toolkit、LabVIEW Modulation Toolkit

硬件：NI cRIO-9014 控制器、NI cRIO-9103 机箱、NI 9233 输入模块、NI9263 输出模块、NI DAQCard-6062E (for PCMCIA)

应用方案：

在水声通信网络的设计构建中，首先需要以稳健的点对点物理层通信为基础，其次还需将物理层与行之有效的网络协议相配合。我们结合国家 863 专项课题“分布式海洋水声通信技术研究”，开始了从物理层通信到网络功能扩展的研究和样机组建。

NI CompactRIO 是一种小巧而稳健的嵌入式数据控制和采集系统，采用可重新配置 I/O 和 FPGA 技术可实现超高性能和可自定义功能，可靠性高，十分适用于水声通信网络节点样机核心的构建。本文基于 CompactRIO 结合 LabVIEW 虚拟仪器编程技术构建收发合一的扩频通信物理层模块，在此基础上配合 MACA-U 协议搭建了一套包含四个网络节点的小型水声通信网络。湖试及海试结果表明，通信模块稳定可靠，并实现多种水声网络功能，且系统易于扩展，具抗干扰能力。总体设计包括以下几个方面：

(1) UAMS 的节点样机数为 4，每台样机硬件配置包括：联想 E43 笔记本电脑、NI CompactRIO 系统（含 9233 模拟输入模块和 9263 模拟输出模块）、工作频段为 13kHz-18kHz 的水声换能器、带屏蔽盒的前放滤波板（主芯片采用 AD620、MAX274）及匹配功放。样机硬件模块连接原理及成型样机如图 1 所示；

(2) 样机系统的整体通信流程编程采用状态机构架，将要发送的文字或图象转换为比特流并加入网络层控制信息，传输到 CompactRIO 中，CompactRIO 对接收到的比特流进行编码和调制，产生发射信号经 9263 模块转换成模拟信号，最后经匹配功放后由换能器发射；在接收样机端，来自接收换能器的信号通过前置放大、滤波后，送入 9233 模块转换为数字信号进入 CompactRIO，在 CompactRIO 内进行信号检测及译码解调，将解调后的信息及控制比特流传输给网络上层程序并显示，底层的接收状态机如图 2；

(3) 物理层加入自动增益控制、信道编码、同步跟踪和双模解调等算法模块，以改进通信性能；

(4) 网络层综合采用 ALOHA 协议和 MACAW 协议建网简单高效和通信可靠性相对较高的优点，通过预留接口与共享变量与物理层模块匹配，进行网络通信实验；

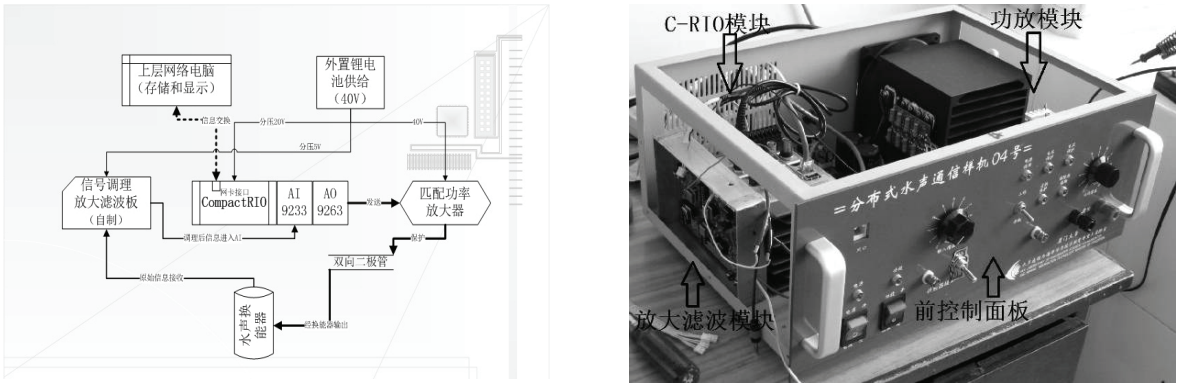


图1 节点样机硬件模块连接图

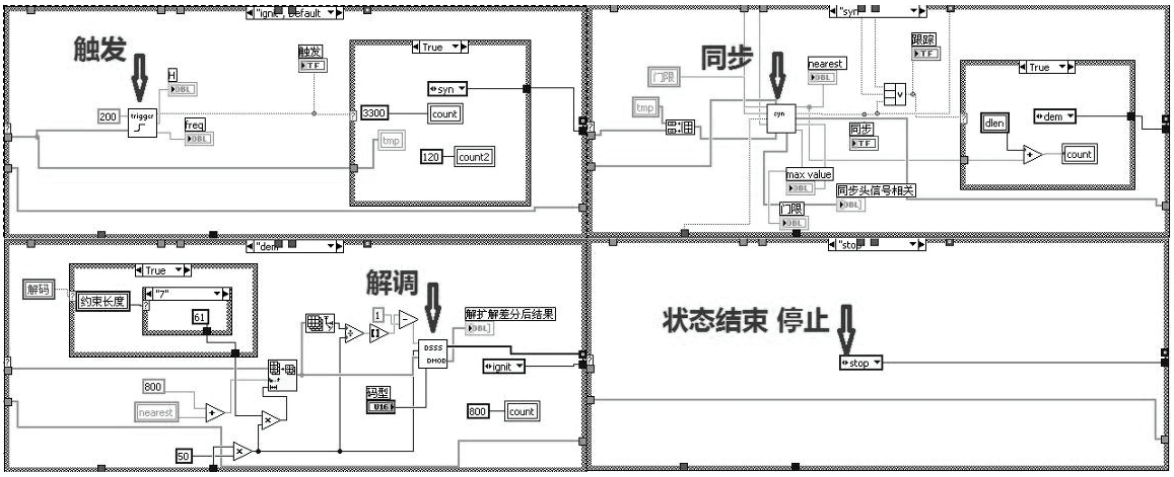


图 2　接收端主体部分程序

网络层控制主界面如图 3 所示，左图是网络层主操作界面，包括发送信息、节点设置、功能设置、传输路径等功能；右图是调试界面，主要用于底层信息的显示或程序调试。通过于厦门湾、千岛湖等地的实验验证了物理层通信的可靠性和网络层功能的有效性。

图 3　网络层控制主界面

总结：

基于稳定可靠的 NI CompactRIO 嵌入式硬件平台和 LabVIEW 软件丰富的库函数和开发模块，论文完成了通信和网络原理仿真和实现，在此基础上结合国家 863 专项课题“分布式海洋水声通信技术研究”构建了包含 4 个节点样机的小型水声通信网络，并经实验验证了物理层的可靠性和网络上层的有效性。使用 LabVIEW 开发语言，大大缩短了原理仿真和开发的周期，并具有程序模块化高、编程灵活和可扩展性强等优点；NI CompactRIO 嵌入式平台工作稳定，也为海上实验工作带来便利。

采用 LabVIEW 和 TestStand 平台的 P-DVD 及 LCD 检调系统研究

作者：金长生　高 旭　郑传金　张明
指导教师：徐志祥
学校：大连理工大学

介绍：

为保证 P-DVD 产品的质量，在 P-DVD 的生产过程中，一方面要调整主机的 LCD 控制参数，以保证 LCD 液晶显示屏的画质。另一方面，还要检测主机的音频、视频输出信号等主要参数，判断其是否符合要求。由于所需调整和检测的参数很多，采用遥控器按键的传统人工检测方式已成为大批量生产的瓶颈。本文所研制的系统以 NI 的虚拟仪器软件及 硬件模板为基础，综合运用数字信号处理技术、虚拟仪器技术、测控技术，实现了 P-DVD 自动连续快速调整与检测，极大地提高了测试的效率及调整的精度，已成功应用于企业的生产线。

使用的产品：

硬件：PCI-5114、PCI-4461、PCI-6520、PCI-6514、PCI-8430
软件：LabVIEW、TestStand

应用方案：

1. 系统的硬件架构

P-DVD 的在线检查包括 LCD 调整和性能评价两套系统，下面分别介绍两套系统的硬件架构。

LCD 调整系统的主要硬件有 PCI-5114、PCI-4461、PCI-8430 及 PCI-6520 等 NI 公司的 PCI 模块，这些模块插在 PC 工作站的 PCI 插槽内，如图 1 所示。图中的针床是作为电源和信号转接的工具而专门设计的。

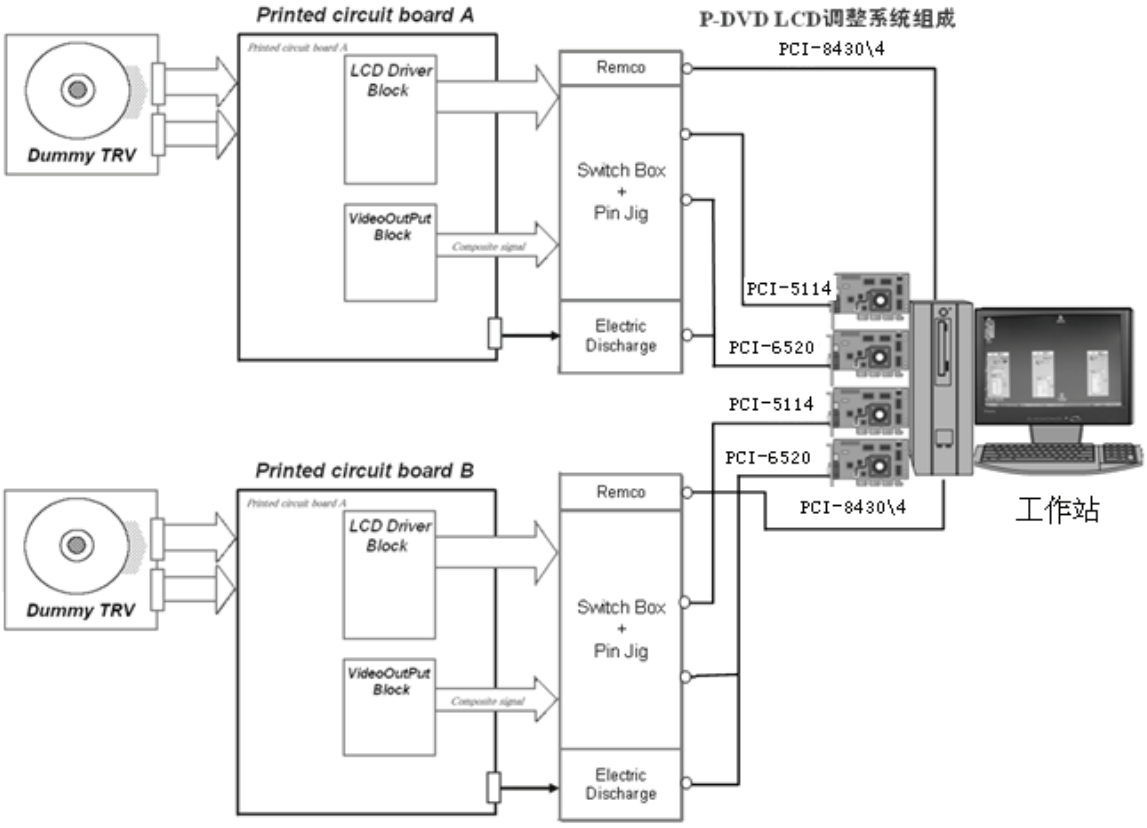


图1　LCD 调整部分硬件的总体架构

性能评价系统中，主要的硬件有 PCI-5114、PCI-4461、PCI-8430、PCI-6520 及 PCI-6514 等 NI 公司的 PCI 模块。

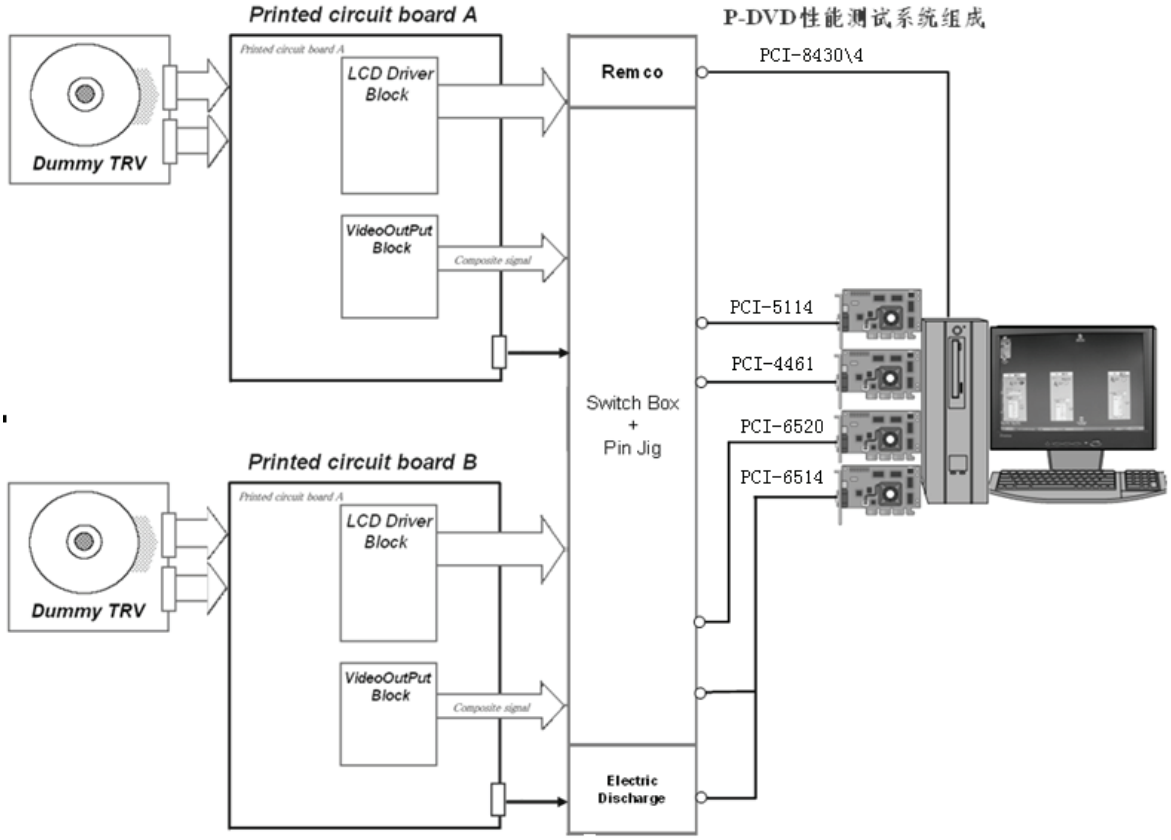


图 2　性能评价部分硬件的总体架构

两个系统的原理基本相同结构相似。其中：

(1) PC 工作站：安装 LabVIEW、TestStand 及应用软件部分；

(2) PCI-5114：视频信号的采集模块，可以对视频信号进行采集测试；

(3) PCI-4461：音频信号的采集模块，可以对音频信号进行采集测试；

(4) PCI-6520/6514：信号通道的切换模块，由于所测产品信号引出的通道较多，每一通道对应一台测试仪是很浪费的，所以采用继电器切换模块减少测试模块的数目，从而节省成本；

(5) Remco：通过串口模块 PCI-8430 向主机发送遥控代码，对其状态进行控制；

(6) Dummy TRV：用于播放光盘曲目；

(7) Circuit Board：所需要调整的对象。

2．系统的软件架构

在硬件设计的基础上，系统的软件基于 NI 公司的 LabVIEW 和 TestStand，包括主机状态控制模块、信号采集模块、通道切换模块、用户操作模块和数据存储模块等。同时系统软件还提供流程设置、参数设置等测试管理功能以保障系统的正常运行和以后更新。软件中采用了模块化、层次化的设计思想，并充分利用了TestStand 测试管理软件的并行测试能力，可同时对两块 P-DVD 主板进行调整或者性能检测，极大地提高了生产效率。

基于 LabVIEW 和 TestStand，系统的整体软件设计主要由以下几部分构成，如图 3 所示。

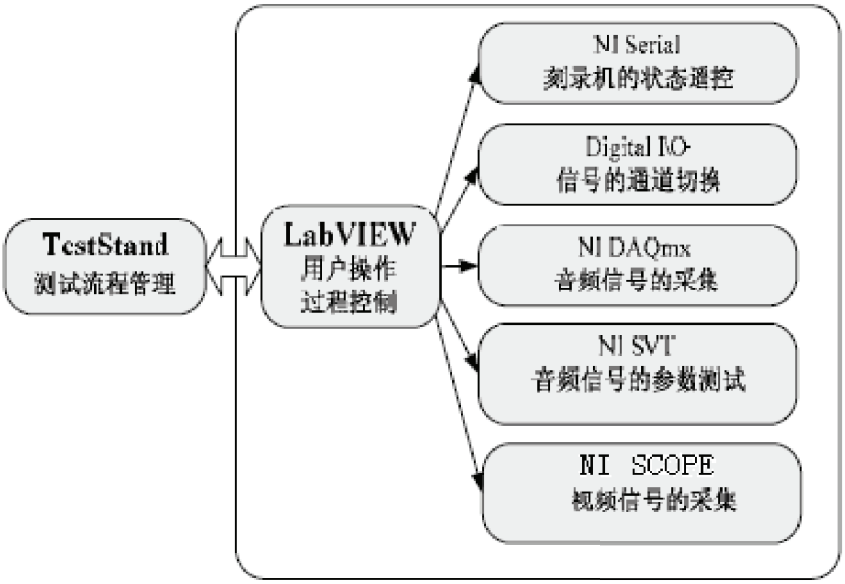


图 3 系统软件的总体架构

(1) TestStand：与 LabVIEW 兼容，调用各个子 VI，管理系统的整体测试流程；
(2) LabVIEW：编写测试过程中的用户操作和中断控制界面；
(3) NI Serial：通过串口向主机写入遥控代码来控制刻录机的状态；
(4) NI DAQmx：控制 PCI-4461 实现各种音频信号的采集；
(5) NI SVT： NI 的声音与振动工具包(Sound and Vibration Toolkit)，用来测试音频的各个参数；
(6)NI SCOPE：控制 PCI-5114 实现视频信号的采集。

总结：

论文在分析 P-DVD LCD 调整及整机性能评价测试系统需求的基础上，分别设计了 LCD 调整系统和整机性能评价系统的硬件。基于虚拟仪器 LabVIEW、TestStand，开发、调试了相应的软件，并通过了用户的验收，投入生产线体使用。取得很好的效益。

本课题主要研究并实现了：

(1) 基于数字信号处理理论，对音频信号的各个评价参数进行分析；

(2) 基于视频信号的理论，对视频信号的各个评价参数进行分析；

(3) 完成了系统的硬件设计，包括各个模块的板卡选型和硬件功能分析，各个模块之间的连接及信号通路的切换等；

(4) 基于图形化系统设计环境LabVIEW完成了系统的软件设计，在系统的软件整体构架之上，实现了系统各程序模块的功能，并对核心程序做了详细的描述；

(5) 编程、调试各个模块，最后将系统应用于实际测试工作。

基于虚拟仪器的盾构机状态检测系统研究

作者：门汝斌
指导教师：马怀祥
学校：石家庄铁道大学

介绍：

本文以虚拟仪器为平台，针对超大工程设备—盾构机开发了一套专门的状态检测系统，包括硬件和软件两大部分。系统融合了振动检测、红外测温、压力检测、听诊器听诊、油液分析等方法。系统完成实验室测试后应用到南京长江隧道工程，进行了长达半年的检测，积累了大量数据，为两台盾构机日后的状态监测与故障诊断提供了基础数据，直至两条隧道的全线贯通，取得良好效果。

使用的产品：

LabVIEW 8.20
NI DAQCard-6024E
LabVIEW 数据库工具包
LabVIEW 声音与振动工具包

应用方案：

盾构机的结构复杂，部件间的使用寿命不同，发生故障的几率也不同，对施工的影响相差也较大，因此确定检测对象前要对各部件进行系统分析，选择危险性高、故障损失大或损坏后修复困难的部件作为本系统的重点检测对象。综合考虑，本文选取主驱动系统、液压系统、泥水系统为主要检测对象，分为电机设备、变速箱设备、柱塞泵、轴承四大类；相应检测方案如表 1。

表 1 盾构机总体检测方案

设备类型	主检测方法	辅助检测方法
电机设备	振动	温度、听诊器听诊
变速箱设备	振动	温度、油液检测、听诊器听诊
轴承设备	振动	温度、听诊器听诊
液压泵设备	振动+压力	温度、油液检测、听诊器听诊
主轴承	听诊器听诊	振动、油液检测

(1)硬件组成

盾构机状态检测系统的硬件主要包括四部分：传感器、信号调理装置、数据采集设备、个人计算机。系统硬件整体小巧便携，一人可操作，且无需外接电源，电池续航 4 小时以上，足够完成一次完整的检测；同时硬件均具有屏蔽功能，且有一定的防水、防尘、抗震的能力，适应了现场复杂的环境。如图 1。

(2)软件设计

本系统的软件部分是以美国国家仪器公司的 LabVIEW 虚拟仪器软件为平台，结合 Access 数据库设计开发的，主要完成了系统的数据采集、波形存储、信号处理、数据分析等功能。利用 LabVIEW 本身的特点，很容易实现软件的模块化设计开发，大大提高了程序开发的效率。

利用 LabVIEW 程序开发平台，本系统共开发了十个系统子项，分别为：变速箱检测、电机检测、液压泵检测、轴承检测、波形分析、通用检测、故障频率计算、数据处理、帮助。系统总体结构功能图，如图 2。

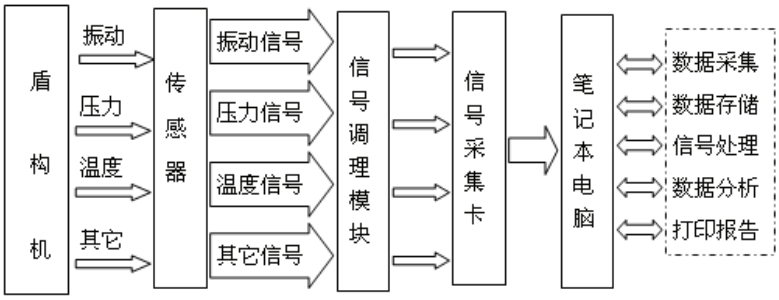


图 1 盾构机状态检测系统硬件结构组成

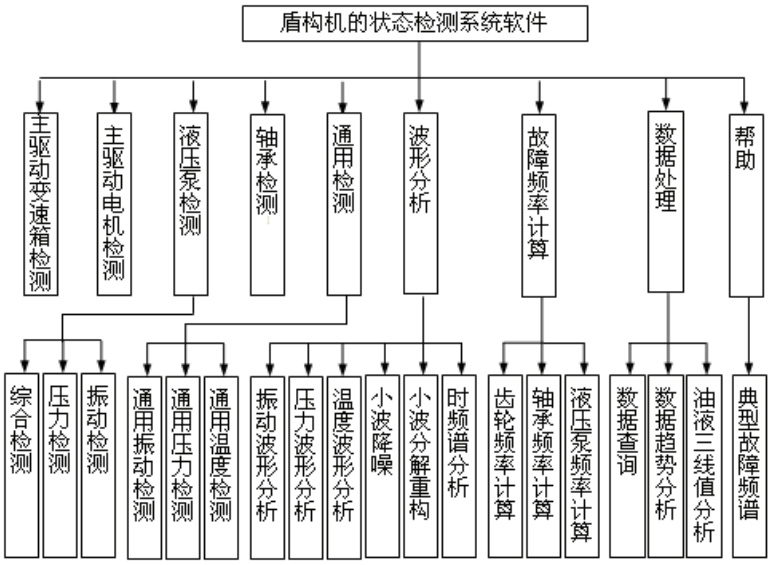


图 2 盾构机状态检测系统软件功能结构图

本系统整体整体硬件及部分软件界面如图 3。

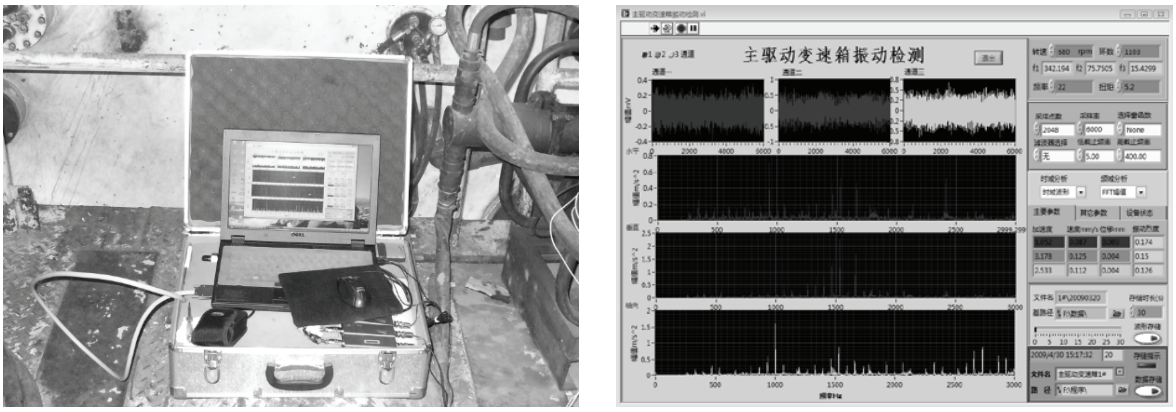


图 3 系统硬件及部分软件界面

总结：

基于虚拟仪器的盾构机状态检测系统是一个很有发展前景的课题，它充分利用了计算机技术发展的成果，以虚拟仪器为平台，在花费较少时间的情况下，专门针对盾构机设计开发的一套状态检测系统。论文的主要工作如下：

(1)针对南京长江隧道工程，在长达两个月的时间里，实地对现场盾构机 S349/S350 进行详细的考察分析，并确定主要检测对象。根据设备类型的不同分别制定了不同的检测方案(现场均可行)。

(2)完成系统硬件配置。根据设备检测需求，结合成本及仪器质量的考虑，选配系统硬件包括：传感器、调理模块、采集卡、笔记本等。

(3)以 LabVIEW 为平台完成系统的软件开发。系统软件包括数据采集存储、信号处理、数据分析等三大模块。同时系统还集成了设备故障频率计算和典型故障频谱特征，方便数据的分析、判断。

(4)实现了油液铁谱、光谱数据三线值分析的功能。

(5)系统完成现场应用与优化。本系统自 2009 年 3 月份开发完成后便应用到南京长江隧道工程，现场进行了长达 5 个月的检测，优化了系统不足之处也积累了大量的数据。直到双线隧道贯通，被检测对象一直状态良好，虽未发现异常现象，但检测期间排除过多起误判现象，多次为现场检修提供依据，取得良好效果。

基于 LabVIEW 的 3-PRRU 并联机器人的机电一体化仿真与控制系统设计

作者：张铁牛
指导教师：李秦川
学校：浙江理工大学

介绍：

并联机构因其理论上具有刚度大、精度高和速度响应快等优点，近 20 年内在世界范围内受到了工业界的广泛关注，尤其是在机床行业，如最著名的 tricept 机器人。控制系统是影响并联机构工程实际应用的关键因素。本文以 3-PRRU 并联机器人为研究对象,应用 NI 公司基于虚拟原型技术的机电一体化技术，通过将LabVIEW、SolidWorks 和 COSMOSMotion 设计工具集成到一起，在设计阶段就可以仿真出 3-PRRU 并联机器人的机械和电气性能，大大降低了开发电子控制系统所需要的成本和风险。进一步，基于 NI 公司具有良好实时性且具备插值功能的多轴运动控制卡及功能丰富的开发软件，完成了针对物理样机控制系统的开发，其中实现了参考点回归、单轴调整、多轴轨迹控制、变量共享等功能。

使用的产品：

PCI-7340 运动控制卡
UMI-7764 接口板
LabVIEW 8.5
NI-Motion 模块
NI Motion Assistant
LabVIEW-SolidWorks Mechatronics Toolkit
LabVIEW Picture 3D Control

应用方案：

以 3-PRRU 三自由度并联机器人为研究对象，利用 LabVIEW 与 SolidWorks 之间的接口工具包，实现对三维虚拟样机的机电一体化仿真。其中机构数学模型的计算采用 MATLAB 完成，并以此生成的轨迹数据作为物理样机的驱动数据；硬件平台采用 PCI-7340 四轴运动控制卡和 UMI-7764 接口板来驱动 3 个伺服电机，软件以 LabVIEW 8.5 及配套的运动控制软件 NI Motion 和 Motion Assistant，实现对物理样机的精确控制。其中软件功能层，采用了用户事件技术、通告技术及全局变量，实现不同模块之间的数据传递和共享；应用3D 模型工具，实现友好的人机界面。

1、 机电一体化仿真

借助 LabVIEW 与 SolidWorks 之间的接口软件工具包（图 2-1），可以完成在 COSMOSMotion 下的机构运动仿真。NI LabVIEW-SolidWorks Mechatronics Toolkit 软件可以用来为机器开发出复杂的多轴运动轮廓，并利用仿真对其进行验证。仿真主要分为两个阶段，第一个是轨迹数据的生成，第二个是对虚拟模型进行仿真。仿真的两个阶段通过事件结构完成各项任务。值得一提的是，对轨迹数据进行参数设置的程序代码，可直接移植到后续的物理样机的控制系统中，缩短了控制系统的开发周期。仿真界面如图 1。

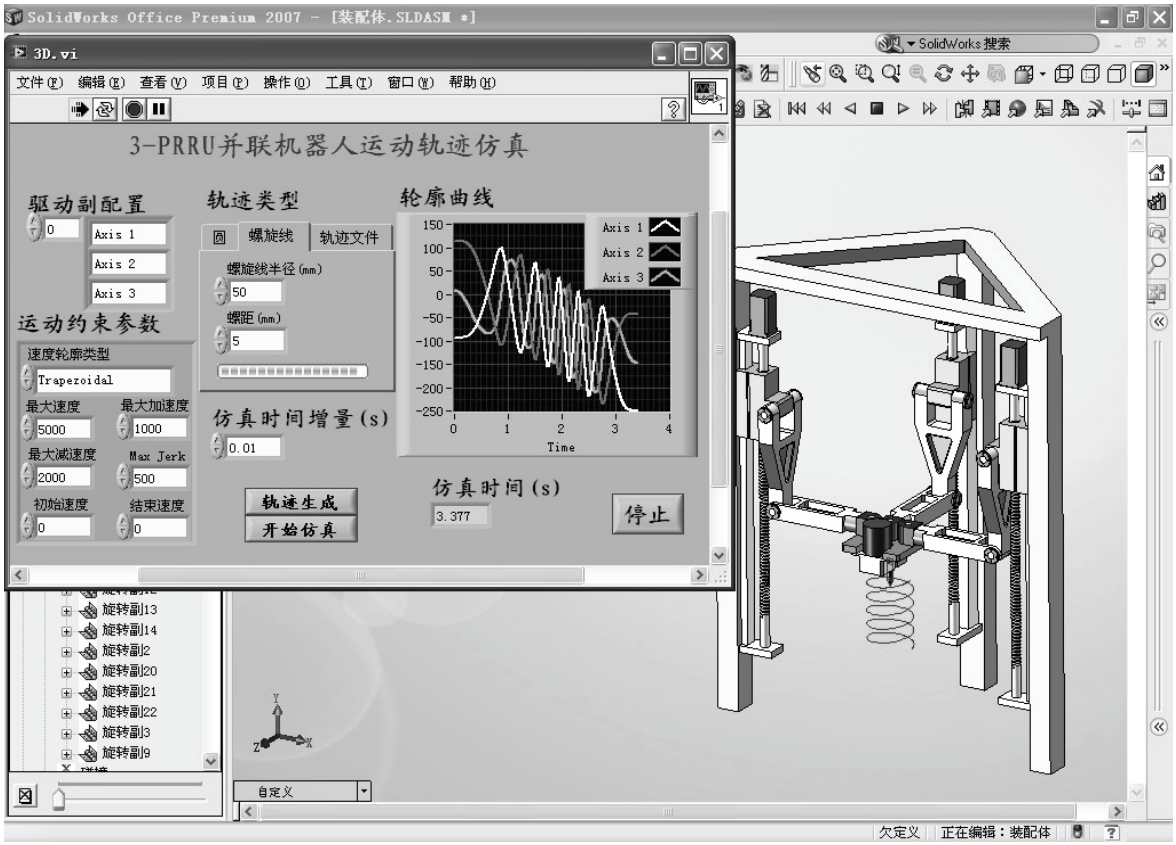


图 1 仿真界面

2、 控制系统设计

2.1 硬件设计

基于并联机构控制系统对灵活性和开放性的要求。采用 PC+运动控制卡的方式构建控制平台，为保证三个伺服驱动电机的同步控制，选用性能优越的 NI PCI—7340 四轴运动控制卡来完成，PCI—7340 具有多轴插值功能，为开发多功能控制系统提供了硬件基础。利用伺服电机驱动和编码器反馈来实现闭环控制，同时，控制卡也可将电机在运行过程中的位置信号和速度信号高速采集下来，并连同检测到的零点以及极限传感器信号反馈给计算机，可作为对机器人轨迹精度和速度特性分析的依据。硬件总体方案如图 2，电气布线和物理样机如图 3、4。

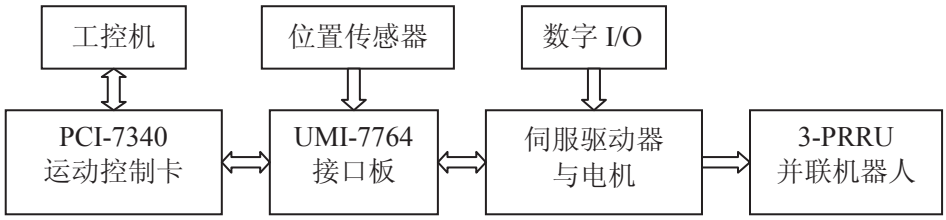


图 2 硬件总体方案

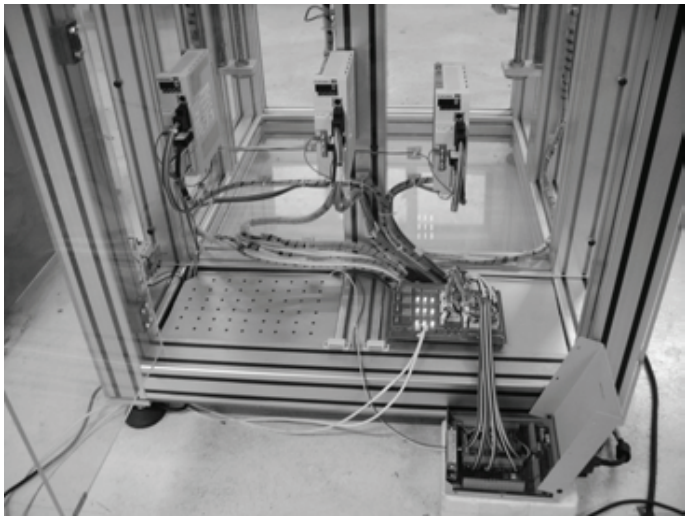


图 3 电气布线

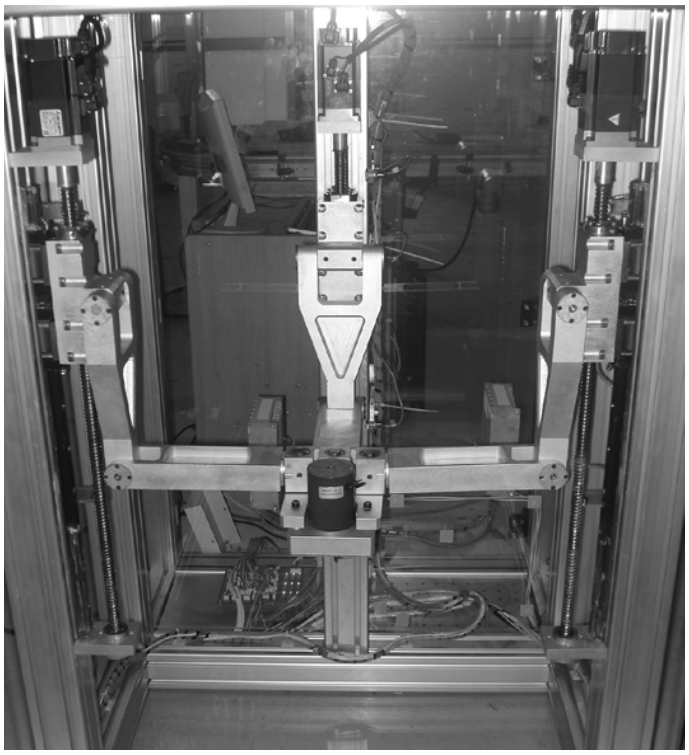


图 4 3PRRU 并联机器人

2.2 软件设计

3-PRRU 并联机器人控制系统软件的核心是实现机器人的轨迹控制，然后是基于轨迹控制模块而开发的面向多种应用功能模块。各功能模块独立完成运动参数设置、指令编译与轨迹规划等功能。最后将生成的指令和数据等交送轨迹控制模块，从而控制电机驱动机构实现精确运动。用户界面如图5。

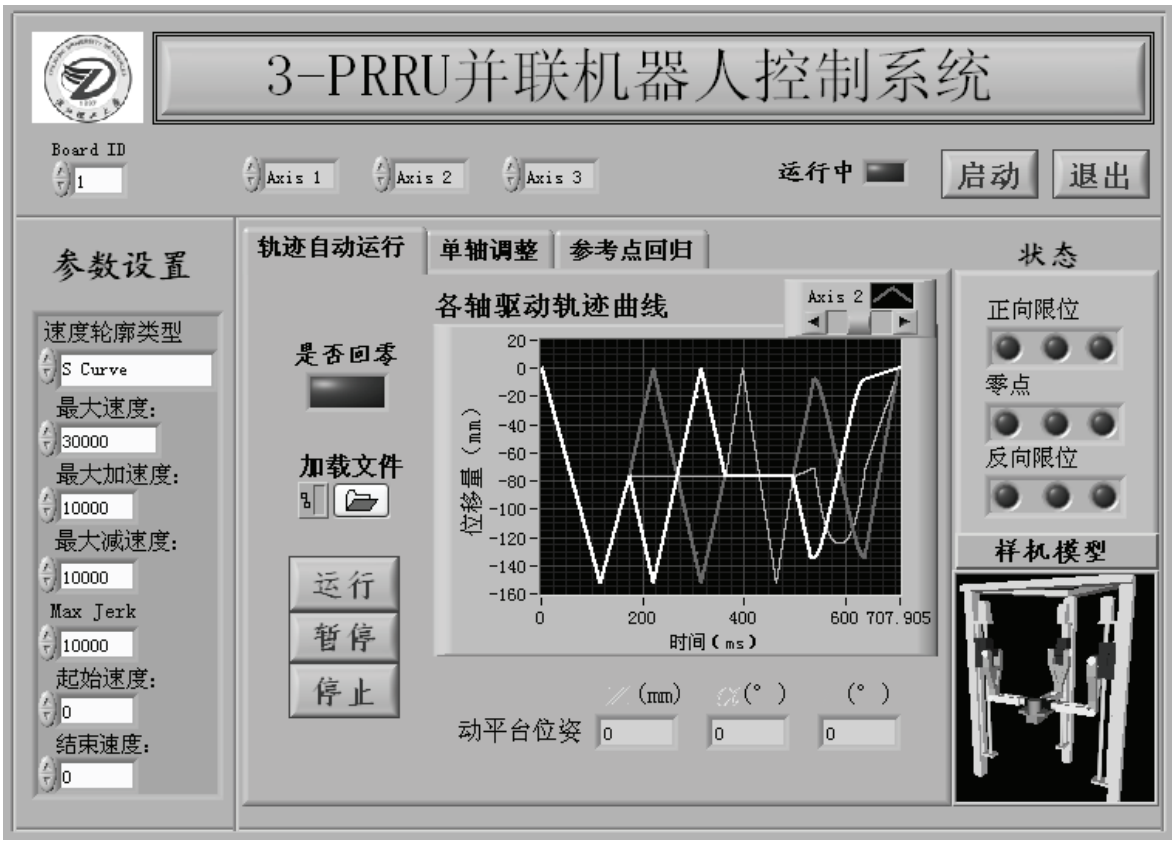


图 5 用户界面

总结：

综上所述，本文针对 3-PRRU 并联机器人控制系统的设计和开发，主要完成了以下工作：

- 创新性地将虚拟原型技术运用到并联机器人的控制中，通过 LabVIEW、Solidworks 和 COSMOSMotion 的整合，实现了对机构的机电一体化仿真，能够提前预知实际样机的运行情况，程序代码和所生成的轨迹数据也可直接移植到控制系统中，缩短了后续程序的开发周期。
- 设计了基于 PC+NI 运动控制卡的 3-PRRU 并联机器人控制硬件平台，基于虚拟仪器技术对硬件结构进行规划和设计，为开放式的控制系统软件设计奠定了基础。
- 充分利用 LabVIEW 图形化语言和 NI Motion、Motion Assistant、LabVIEW Picture 3D Control 等相关的 NI 工具包开发应用程序，开发了基于层结构的开放式 3-PRRU 并联机器人运动控制系统软件，并借助多种高级编程技术实现系统良好的人机交互、功能完备和信息共享。

基于声学的机械设备状态监测系统研究

作者：周 俊
指导教师：伍 星 潘 楠
学校：昆明理工大学

介绍：

在机械状态监测和故障诊断领域，国内外的众多学者都试图运用各种信号处理方法，从观测信号中提取或增强故障信号。其中声学故障诊断技术具有如非接触式测量、设备简单、速度快、信号易于测取、无须事先粘贴传感器、不影响设备正常工作和在线监测等特点，尤其可在不易测量振动信号的场合得到广泛的应用。盲解卷积技术对实际声场中混合声音信号的分离是近年来众多学者研究的重点，但其在机械系统故障诊断领域中的应用案例并不丰富。本课题即在LabWindows/CVI环境下，利用五种瞬时盲分离算法及二种盲卷积分离算法完成了对于输入信号的分析和分离，并结合完备的数据管理功能，开发出了一套成功的基于声学的机械设备状态监测系统。

使用的产品：

软件：LabWindows/CVI 2009
LabVIEW 8.2
硬件：NI PXI-1042Q
NI PXI-4472 采集卡

应用方案：

本课题在 LabWindows/CVI 环境下，开发了基于声学的机械设备状态监测系统。该系统利用五种瞬时盲分离算法（FastICA、Informax、JADE，SOBI 和 EFICA 算法）及二种盲卷积分离算法（BDRCQGA，BDPSO），对输入的混合信号（模拟产生信号以及在实验台上实际拾取的声信号）进行分离。随后对分离信号进行时域和频域分析，最终通过对轴承特征频率进行计算，做出简易的故障判断。本系统同时实现了实时报表的打印（EXCEL、WORD 格式）；数据文件的读、写与删除；并使用 ADO 技术连接 ACCESS 数据库，强化了数据管理功能。在故障模拟试验台上对本系统进行了实际测试（利用 PXI-1042Q 高性能声振测试系统），实验结果证明该系统具备了较为完整的声学监测与诊断功能。

整个系统功能框图见图 1。通过对系统各功能模块的实现进行分析，设计了系统流程图（见图 2）。该系统主要由系统操作、系统功能和系统帮助 3 大模块组成，各个模块又由不同子模块组成。

- 系统管理包括：“系统登录”、“系统注销”和“系统退出”，主要完成系统用户的管理（见图 3）。
- 系统功能包括：
  “参数设置”，进行采样参数和轴承参数的输入（见图 4）；
  “瞬时盲分离”，完成瞬时盲分离算法的验证（见图 5）；
  “卷积盲分离”，主要完成对模拟卷积混合信号及试验台上拾取的声信号进行盲解卷积（见图 6）、
  “信号分析”，读取任一通道盲分离或盲解卷后的信号进行各种时域频域分析，以判断故障类型（见图 7）、
  “报表打印”，完成对每次分析结果的报表打印（见图 8）。
- 系统帮助包括：“系统说明书”、“关于本系统”和“LabWindows/CVI 的帮助”。

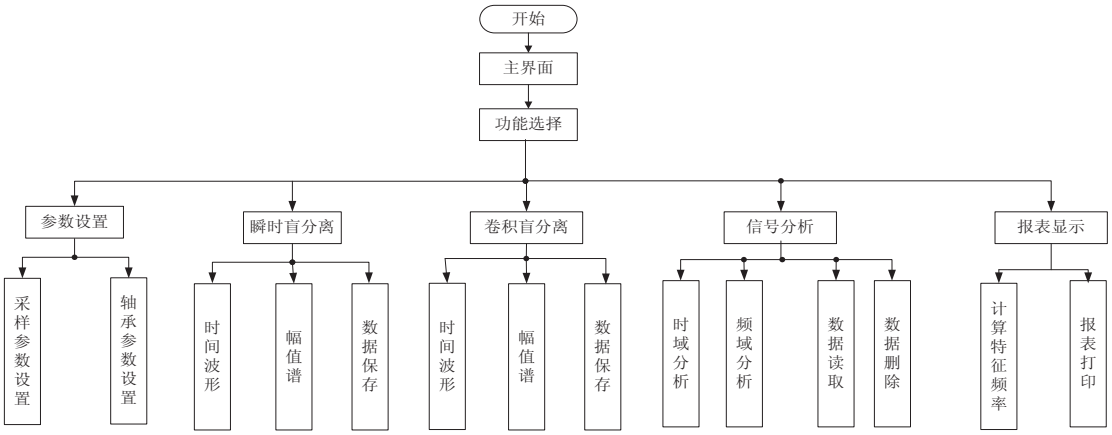


图 1 系统功能框图

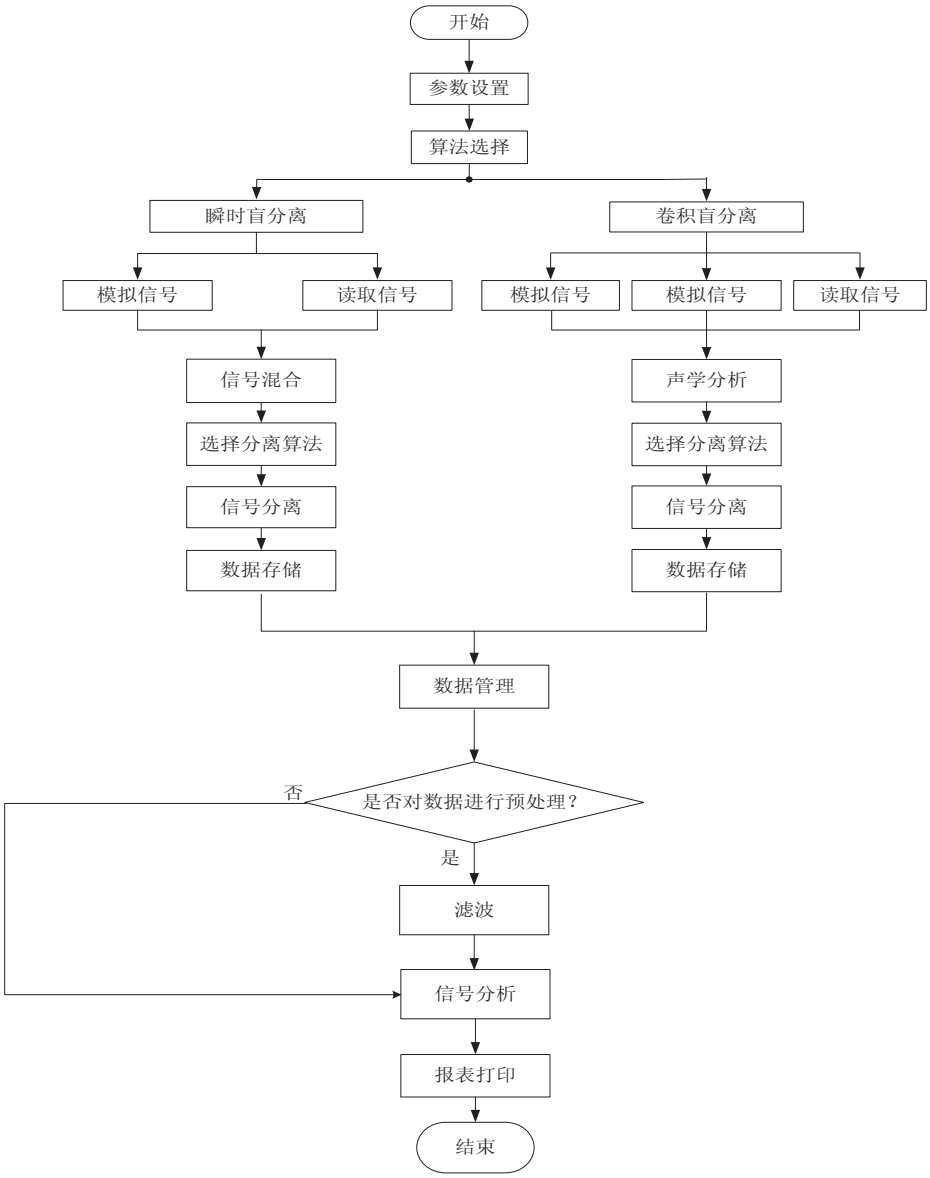


图 2 系统流程图

图3 系统主界面

图4 参数设置面板

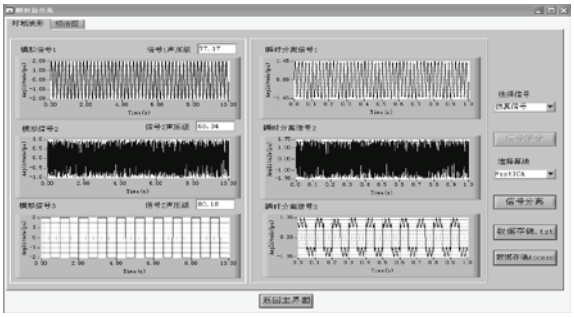


图5 瞬时盲分离的时域波形显示界面

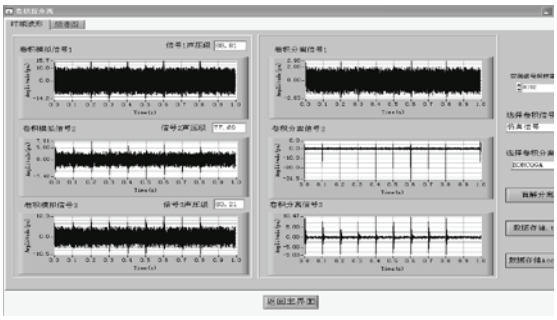


图6 卷积盲分离时域波形显示界面

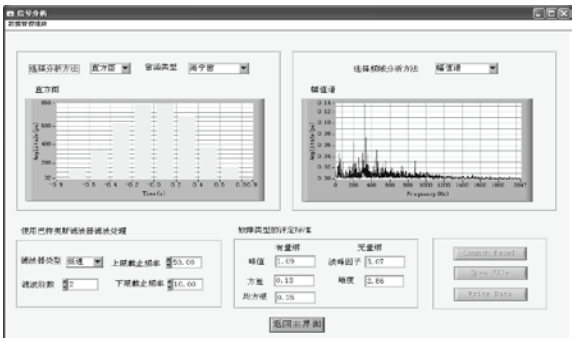


图7 信号分析显示界面

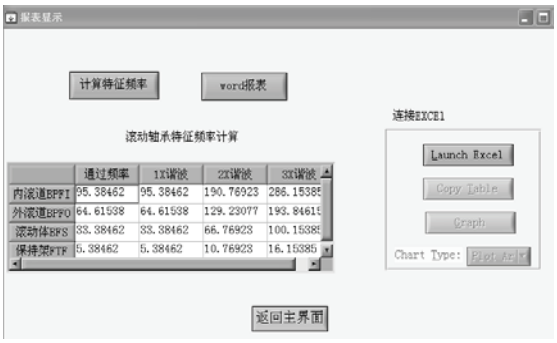


图8 报表显示设计与实现界面

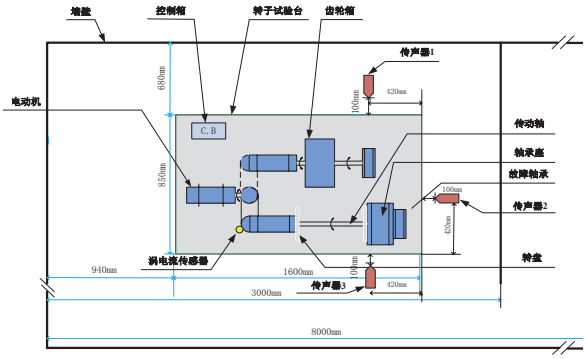


图9 试验台俯视图（传声器呈三角形摆放）

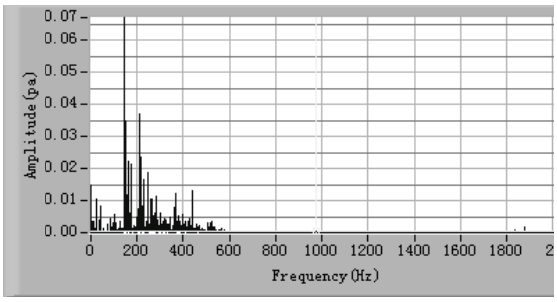


图10 盲解卷分离后某通道功率谱

对实际采集的信号进行卷积盲分离，分析分离信号，图10为分离信号某一通道的功率谱图。由图可看出在频率成分接近200Hz（大致是内圈故障频率95.38Hz的2倍频处），功率谱的幅值最大，对比故障频率，可得出简易的判断：故障可能发生在滚动轴承的内圈。

总结：

基于声学故障诊断和盲解卷的特点，本文针对声信号在滚动轴承故障诊断中的应用进行了分析和研究，并开发出了基于LabWindows/CVI和盲信号处理理论的声学机械状态监测系统。本系统主要特点如下：

1) 与MATLAB混合编程，实现了瞬时盲分离和卷积盲分离的若干算法。
2) 实现了直方图、特征频率计算、峰值因子、功率谱、倒谱及包络谱等常用针对滚动轴承的信号分析方法。
3) 实现了实时报表的打印。
4) 实现了数据文件的读写。
5) 实现了与Access数据库的交互。
6) 在转子试验台上进行实际实验验证了系统的有效性和实用性。
7) 撰写了完整详细的设计使用说明书，给设计和使用人员带来便利。

自航模试验系统浪高仪搭载研究

作者： 黄成轩
指导教师：邓德衡
学校：上海交通大学

介绍：

在研究船舶水动力性能的方法中，自航模试验是重要的试验方法。上海交通大学开发的自航模试验系统（FRT）是基于 CompactRIO 可编程自动化控制器及其相关的数据输入/输出模块以及 LabVIEW 软件系统的自航模试验系统。该系统在有效、及时的对船模航行进行控制的同时，能够实时采集、接收来自船模的数据，并同步对数据进行处理、分析、储存，还能够同步显示数据时历图、轨迹图等图像。而本课题的目标是在现有系统上搭载浪高仪，使其能够在船模航行的过程中实时地采集、处理、储存浪高数据，并同步显示浪高时历图，实现对 FRT 系统功能的扩展。

使用的产品：

软件：LabVIEW 8.5、LabVIEW FPGA Module、LabVIEW PID Control Toolkit
硬件：CompactRIO-9073 嵌入式平台、NI 9401、NI 9263、NI 9237、NI 9219、NI 9870 等模块

应用方案：

上海交通大学研制的船舶自航模性试验（FRT）系统是进行船模操纵性和耐波性试验的重要设备。整套设备包括硬件系统和软件系统两大组成部分，通过两者的协作完成试验的控制，数据的采集、存储和分析等一系列功能。目前，该系统已经能完成常规的船模试验，并实现包括船速、螺旋桨转数、推力、转矩、舵角、舵力、首向角，以及通过 CCD 采集到的船模运行轨迹等在内的多个数据的同步采集。整个自航模试验（FRT）系统结构如图 1 所示：

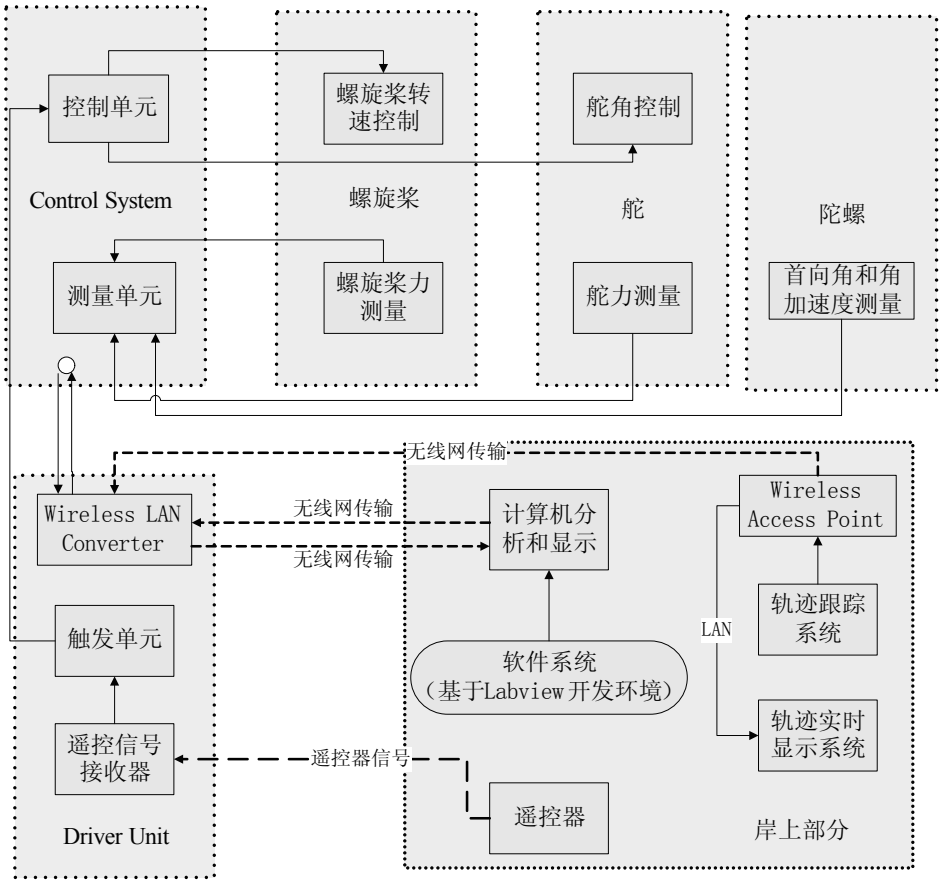


图1 FRT 系统结构图

本课题的实现方案如图 2 所示。首先将浪高仪采集到的原始电压模拟信号，输入 NI 9219 数据输入模块，并由 cRIO 端的 FPGA VI 读取；在 cRIO 端的主 VI 中，可通过标定方式将原始电压值转换为实际浪高值，并予

以保存，同时将其通过无线网络发送给陆上计算机主 VI，由后者绘制浪高波形图并储存。

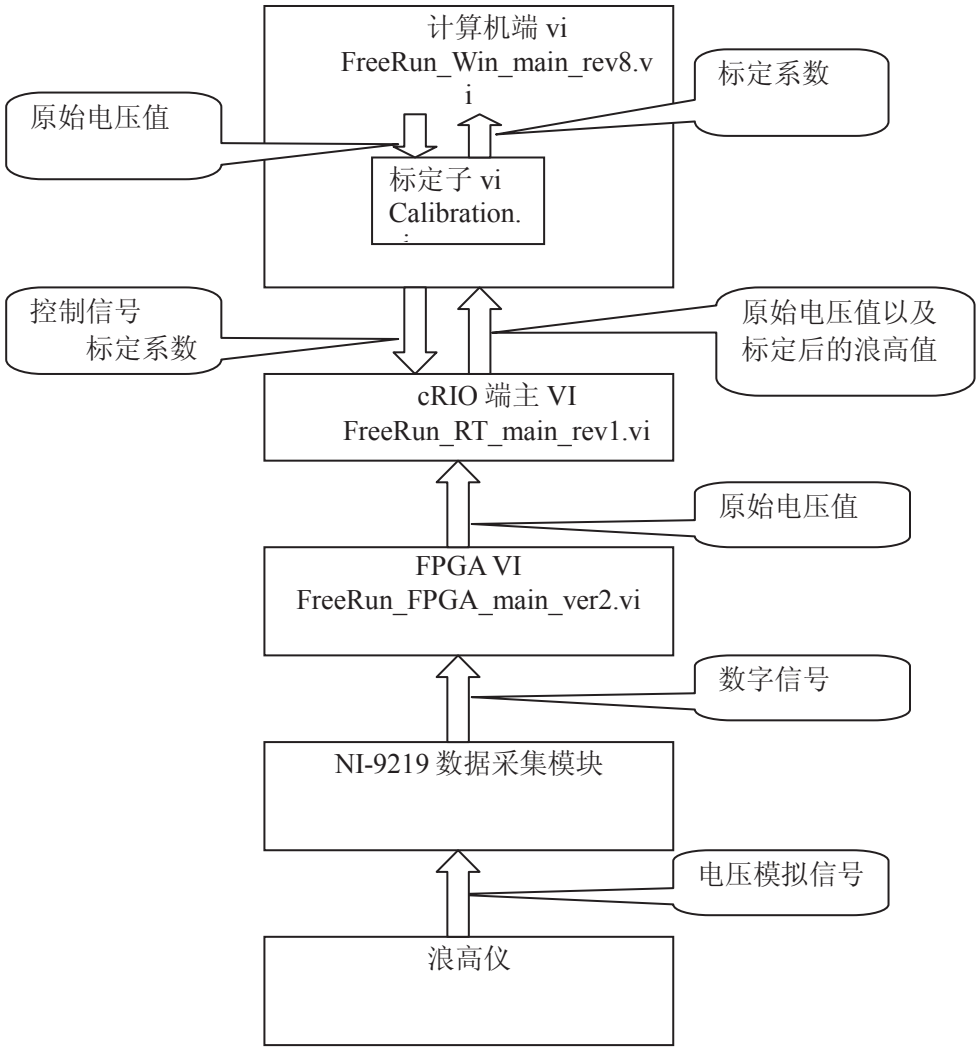


图 2 课题实现方案

实际试验验证时，该程序模块能够较好地实现预期目标，实现对浪高仪的标定以及对于浪高数据的采集。船模运行情况以及程序运行图 3、4 如所示。

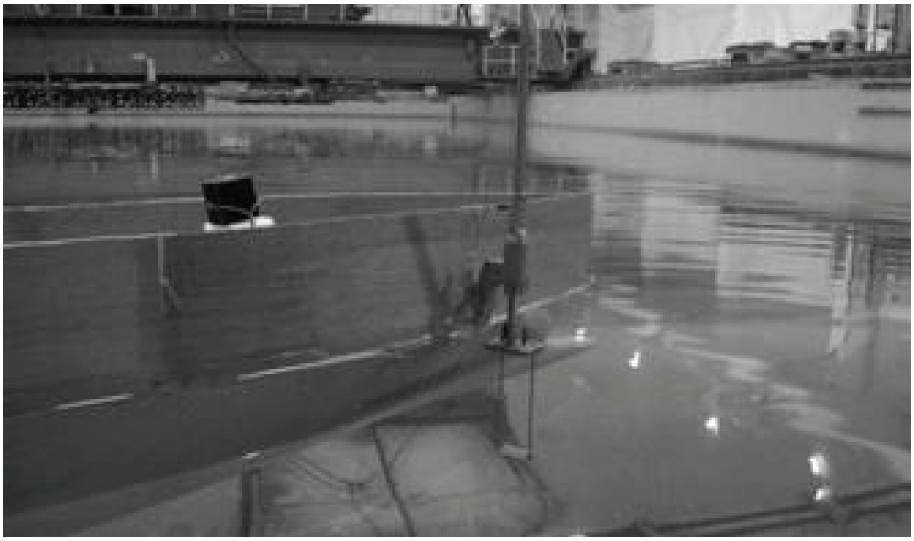


图 3 船模运行图

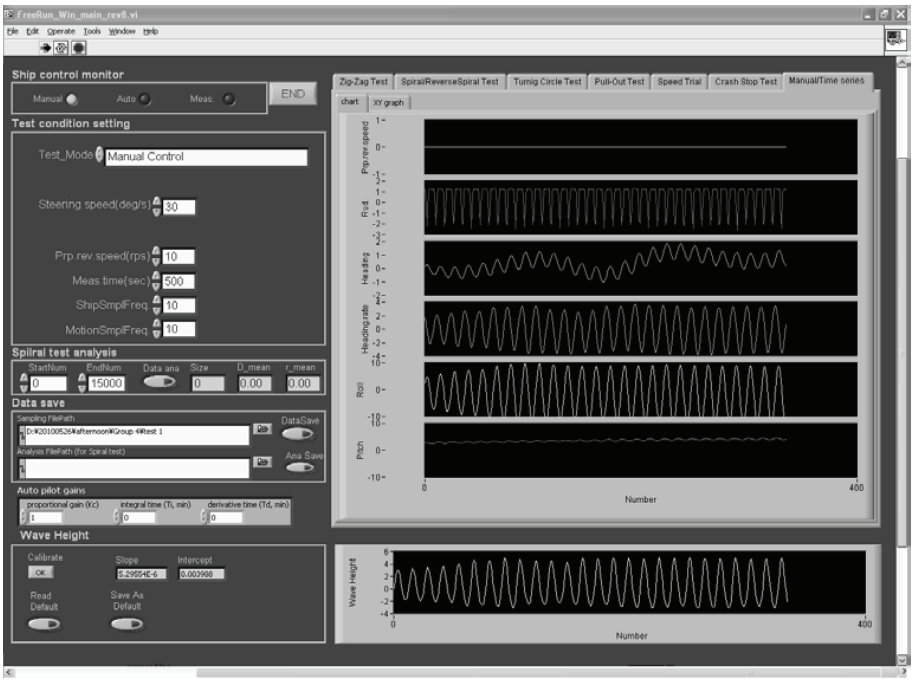


图 4 程序运行图

总结：

本文的工作是基于上海交通大学船舶数字化研究所所开发的自航模试验系统，即 FRT 系统的二次开发研究。本课题的主要工作分硬件以及软件两方面。

在现有的 FRT 硬件基础上新增用于采集浪高仪模拟输入信号的数据采集模块，并将其与浪高仪有效连接，同时完成浪高仪在船模上的安装。

在软件方面本课题的主要工作分两大部分进行。一是在船模端的程序上添加新的程序，即与数据采集模块直接进行对话的 FPGA 程序以及调、处理并向计算机发送浪高仪原始数据的主程序；二是在陆上计算机程序中添加新的模块，一是用于标定浪高仪，返回标定系数的标定程序，二是在主程序中新增浪高数据的接收、处理以及浪高波形的绘制程序。

基于 LabVIEW 的 CAN 总线信息分析系统设计

作者：贾希杰
指导教师：夏群生　何　乐
学校：清华大学

介绍：

车载 CAN(Controller Area Network)总线网络是目前国际上较先进和流行的汽车车载通信网络。国内对车载 CAN 总线的研究正日趋重视。但是由于 CAN 总线网络自身所具有的设计高自由度特性，一套完整的车载 CAN 总线网络中通常传输了几十甚至上百个信号，这使得使用传统 CAN 总线信息分析工具时存在诸多不便，效率很低。若使用先进的 CAN 总线分析软件，如 Vector CANoe 等，又需要支付高昂的代价。

本课题引入虚拟仪器技术，自主开发了车载 C-MAS(Can-bus Message Analysis System)CAN 总线信息分析系统。通过利用 LabVIEW 虚拟仪器的技术优势，实现方便和低成本地对车载 CAN 总线网络信息进行采集、转换、发送以及对协议的分析和管理功能，以满足进行 CAN 总线信息分析的功能需求。

同时，在 C-MAS 系统的基础上，进一步开发了扩展功能。通过与梅赛德斯-奔驰卡车中国公司的合作，开发用于奔驰卡车驾驶员培训的虚拟驾驶仪表盘软件，能够对车辆状况的实时显示和控制，帮助奔驰卡车培训师完成对驾驶员的专业培训和考核工作。

使用的产品：

NI LabVIEW 8.6
NI LabVIEW VI Scripting

应用方案：

本方案的核心功能要求能够对车载 CAN 总线信息进行信息收发、信息管理，进而进行信息分析功能；同时要具备的扩展功能为能够通过对梅赛德斯-奔驰卡车车载 CAN 总线信息的收发管理分析，对车辆状态进行实时显示（虚拟仪表盘、驾驶监测曲线模式、驾驶监测数字模式）和实时控制。为此，功能基本的处理流程可以概括为对车辆 CAN 总线信息的接收、显示、控制、发送等。系统数据结构框架如图 1 所示。

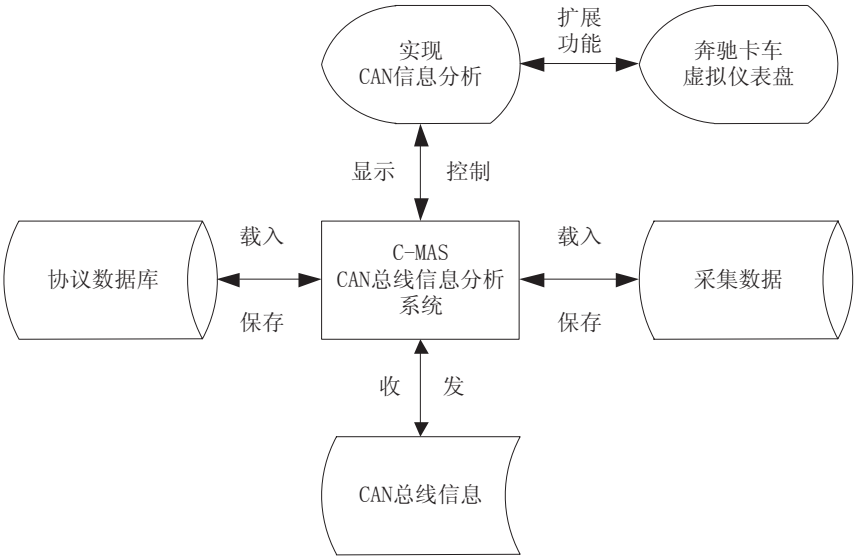


图 1 系统数据结构框架

物理实现时，如图 2 所示，只需将一块 CAN 采集卡与计算机相连，即 组成了一个功能完整的 CAN 节点。使用一组双绞线即可将计算机 CAN 节点接入到车载 CAN 总线中。通过选型，本方案选择了周立功单片机公司的 USBCAN-II 型双通道 CAN 采集卡。

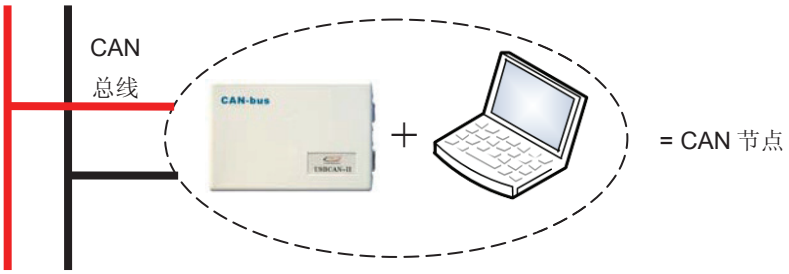


图 2 计算机成为 CAN 节点

为了上述的功能需求，为 C-MAS 系统设计了五个循环结构，分别在五个独立的线程中运行，如图 3 所示。

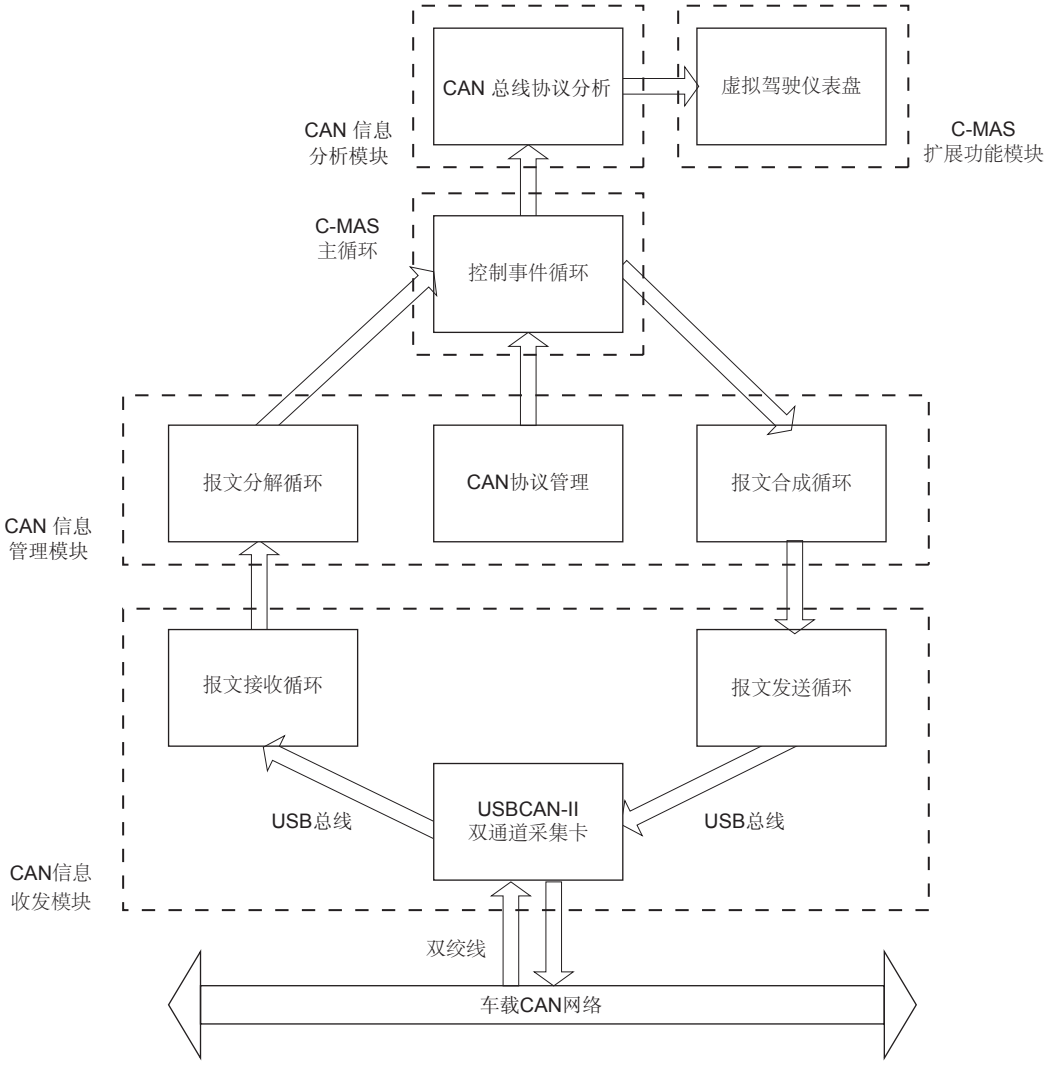


图 3 C-MAS 系统主结构

五个循环结构分别为：
1、控制事件循环：即主循环，处理在软件前面板上的各种操作；
2、报文接收循环：从 CAN 采集卡中接收采集到的 CAN 报文；
3、报文分解循环：将采集到的 CAN 报文根据协议分解为各个信号；
4、报文生成循环：将需要发送的各信号数据生成报文等待发送；

5、报文发送循环：将合成好的报文发送给 CAN 采集卡，由采集卡将报文发送到 CAN 总线上。

在设计 C-MAS 系统的过程中，将系统的用户界面与信号的采集、转换、发送等模块分别独立于不同的线程中，一方面可以发挥出 LabVIEW 软件的自动多线程技术优势，另一方面将不同处理速度的模块分隔开来，使得需要高速进行运算的采集和发送模块不会受到相对低速的协议转换和用户界面的影响。在各线程中，根据各个数据的不同需要，灵活地采用事件、队列、全局变量等结构进行数据交换和存储，以保证数据交换的实时性以及存储的可靠性。

在五个循环结构的基础上，设计将控制事件循环作为 C-MAS 系统的主循环，负责系统整体的控制逻辑；将 CAN 采集卡、报文接收循环及报文发送循环组成 CAN 信息收发模块，完成对CAN总线信息的收发工作；将 CAN 协议管理模块、报文分解循环及报文生成循环组成 CAN 信息管理模块，完成对 CAN 总线信息的换算和协议的创建、修改、维护等管理工作；通过 CAN 信息分析模块，完成对 CAN 总线信息和协议的分析工作；通过扩展功能模块，实现对扩展功能的支持，在本课题中，即实现了奔驰卡车虚拟驾驶仪表盘的软件功能。

方案的界面设计分为四个选项卡。其中在如图 4 所示的 C-MAS 选项卡中，布局了CAN 协议信息分析功能。在该界面中，通过应用 VI Scripting，实现了多窗口多线性运行控制特性，开发集成了报文接收监视、报文数据回放、信号协议分析、信号曲线对比等功能。

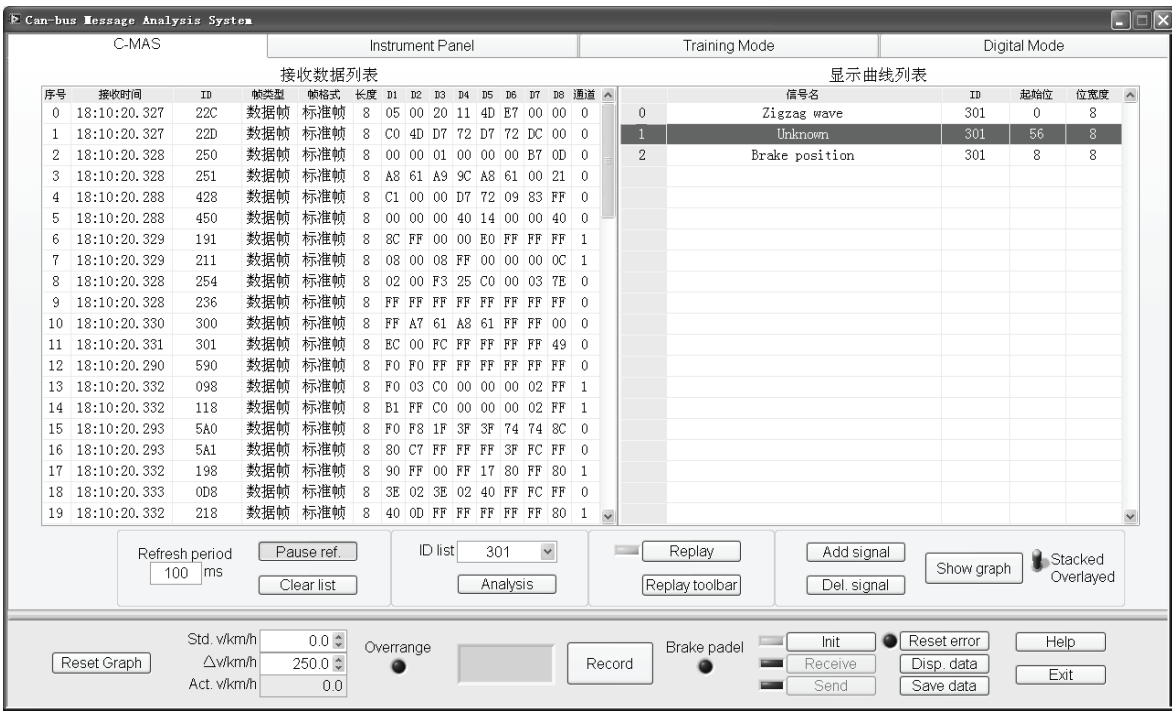


图4　C-MAS 系统信息分析界面

图5　Replay Toolbar窗口——报文数据回放

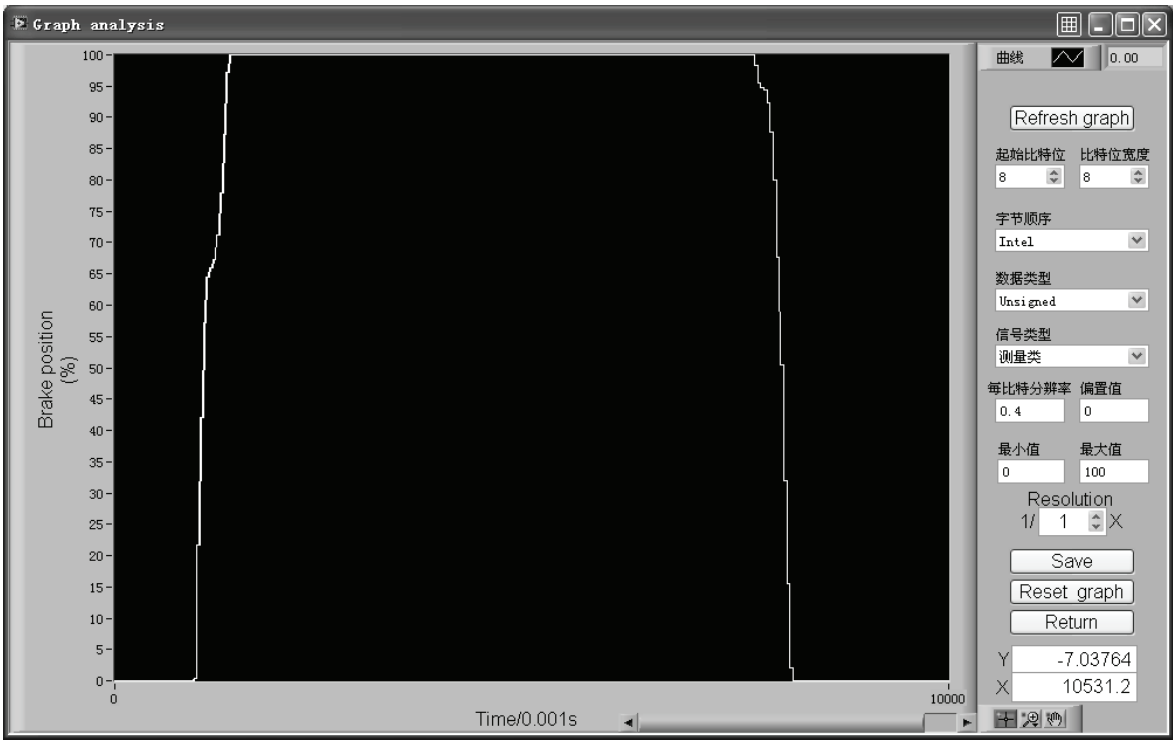


图6　Graph analysis　窗口——信号协议分析

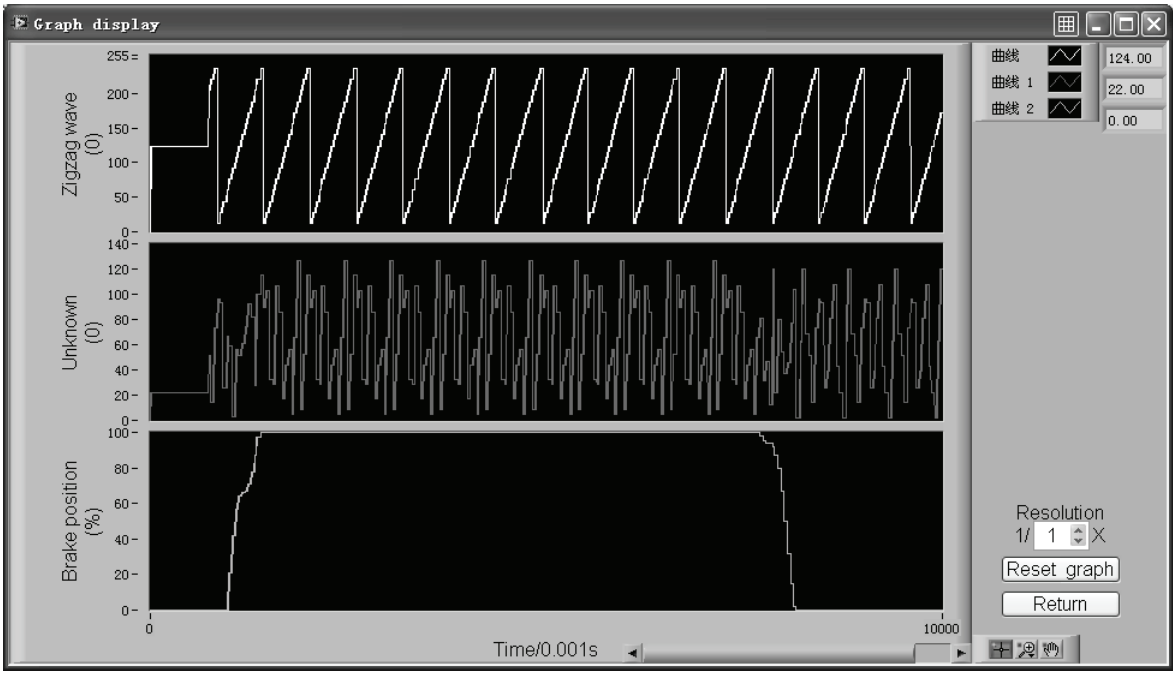


图7　Graph display窗口——信号曲线对比

在如图 8 所示的 Instrument Panel 选项卡中，布局了驾驶仪表盘功能。该界面中按照奔驰卡车的要求，根据奔驰卡车提供的实车仪表盘布局绘图设计而成。在驾驶仪表盘中，显示功能方面：左、右两侧分别为车速表和发动机转速表；左侧车速表下方分别为单程燃油消耗量和单程百公里平均燃油消耗量；左下角是燃油油位表和机油压力报警指示灯；中间分别为奔驰 logo、VIN 号码、档位；右侧转速表下方是室外温度，右下角是水温表和水温报警指示灯。控制功能方面，所有的控制按钮均布置于中部靠下的位置，上排为三个取力器控制按钮

和三个转速选择按钮，下排为发动机控制用五按钮：起动、加速、怠速、减速、熄火。以上各显示和输入控件均为使用 Photoshop 软件在原图素材中编辑后导入到 LabVIEW 中所设计的自定义控件。

图 8　驾驶仪表盘界面

在如图 9 所示的 Training Mode 选项卡和图 10 所示的 Digital Mode 选项卡中，分别布局了驾驶培训监测仪-曲线模式和数字模式，用于以曲线和数字的形式实时显示车辆运行时各项车况数据。

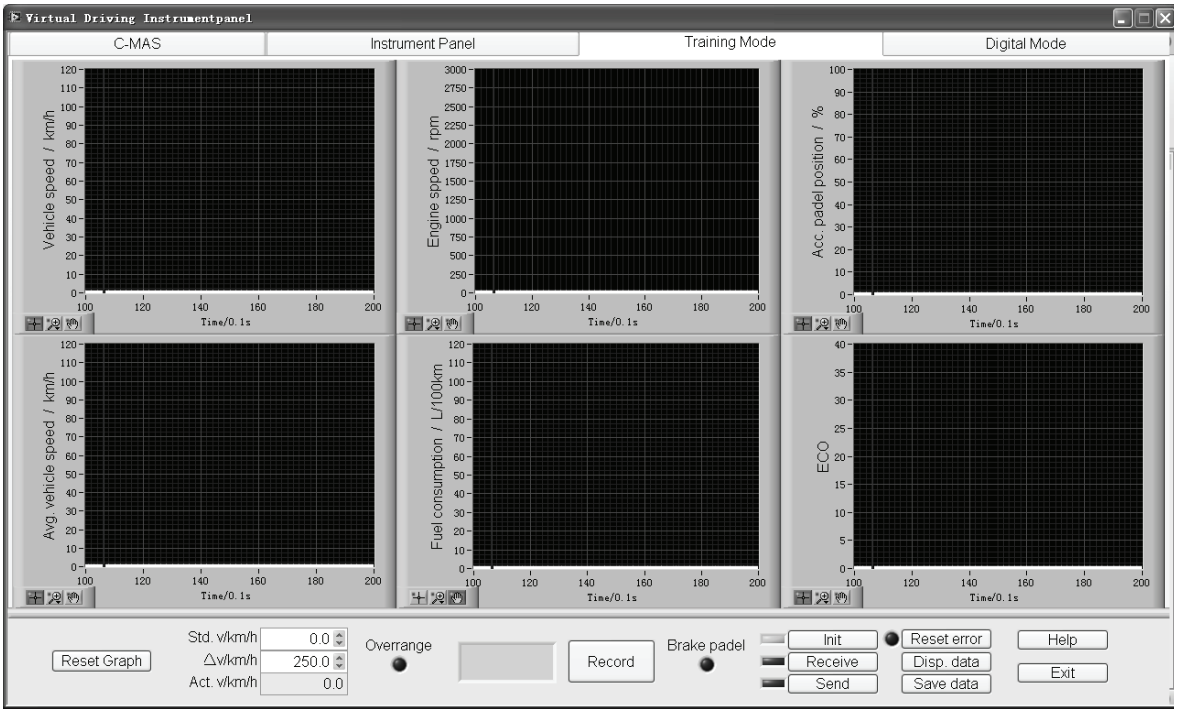


图 9　驾驶培训监测仪-曲线模式

图 10　驾驶培训监测仪-数字模式

总结：

通过本课题的研究，利用高效、易用的 LabVIEW 的图形化编程语言，成功地开发出了一套 C-MAS——CAN 总线信息分析系统。经过实际操作、使用和体会后认为，使用该 C-MAS 分析系统，有助于对 CAN 总线信息进行分析和研究。C-MAS 系统能够快捷方便地实现对 CAN 总线信息进行报文收发、信号换算、协议管理、协议分析和曲线分析等功能，达到了预期的开发目标。在 C-MAS 系统的基础上，进一步扩展了功能模块。通过与奔驰卡车合作，开发了一套奔驰卡车虚拟驾驶仪表盘软件，能够通过对 CAN 总线信息的收发、分析，实现对车况信息的实时显示和控制，帮助奔驰卡车培训师完成对驾驶员的专业培训和考核工作。

基于虚拟技术的整流电路设计

作者：旷 钐
指导教师：刘 晋
学校：华北电力大学

介绍：

本文提出了将 Multisim、LabVIEW 以及 ELVIS 集成设计平台结合在一起使用的虚拟电子系统的开发与仿真这个论题。通过以上方式实现电路系统的联合虚拟仿真，可以扩展系统的功能，同时提高整个系统的设计效率。本文中通过这一虚拟电子系统仿真分析了电力电子中的整流电路，并对相应的仿真结果进行了分析。我们可以看出利用 LabVIEW 虚拟仪器以及 ELVIS 辅助 Multisim 进行电路的仿真，能够得到很好的效果。这一结合也对快速、精确得到仿真结果、减少实验开支具有重要的意义。

使用的产品：

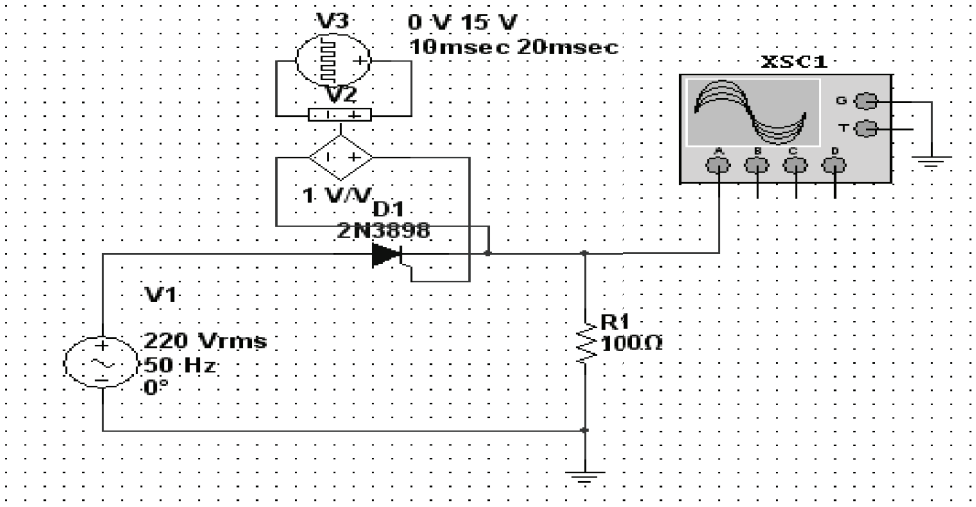
软件：NI Multisim 11.0
NI LabVIEW 2009
硬件：NI ELVIS

应用方案：

本文主要利用 LabVIEW 软件、ELVIS 虚拟仪器实验平台辅助 Multisim 软件对整流电路进行了设计、仿真与分析，说明了他们相结合而成的虚拟仿真系统对快速、精确得到仿真结果、减少实验开支具有重要的意义。

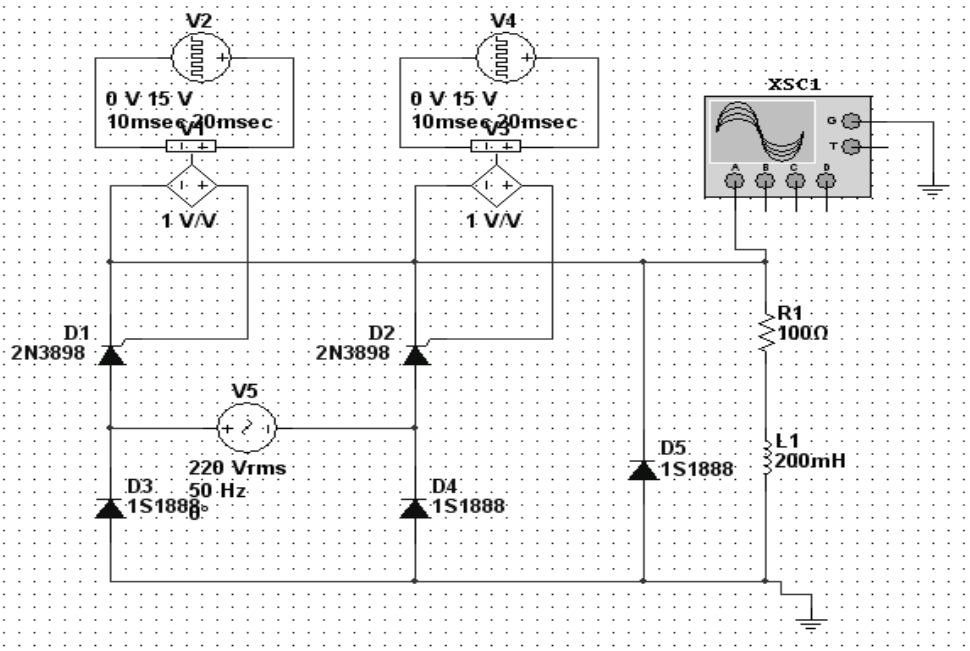
1. 本文设计和分析的整流电路：

a) 单向半波可控整流电路



图中 V1 为 220V 交流电源。电压控制电压源 V2 和脉冲电压源 V3 组成可控硅驱动电路。D1（2n3898）为可控硅，栅极受电压控制电压源 V2 控制，电压控制电压源 V2 受脉冲电压源 V3 控制。打开 V3 对话框，可以修改脉冲宽度，上升时间，下降时间和脉冲电压等参数。

b) 单相桥式全波可控整流电路

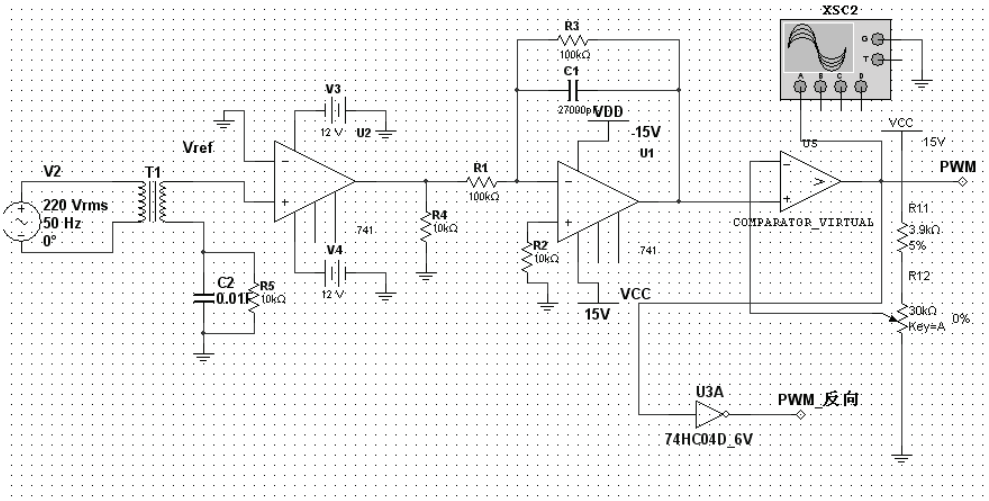


对于桥式全波整流电路，应注意两个可控硅的触发角应该相差 π 相位。只有这样才能做到全波整流。要利用 Multisim 11.0 对单相桥式半控整流电路进行仿真试验，关键是要设置好晶闸管 D1、D2 的触发信号。如图所示，由于电路中 2 个晶闸管的阴极相连，因而它们可以用同一个触发信号，也可以分别用 2 个触发信号。

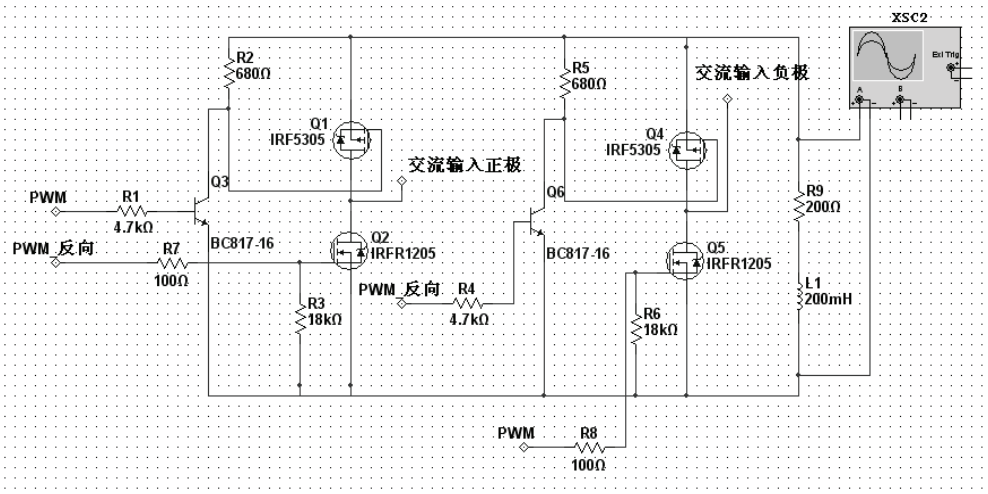
c) PWM 波整流电路

要想对单相电压型桥式 PWM 整流电路仿真首先要做出 PWM 波，然后通过 PWM 波来控制桥路的导通和关段，以实现全波整流。

PWM 波仿真电路

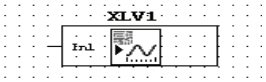


单相桥式整流电路主体电路

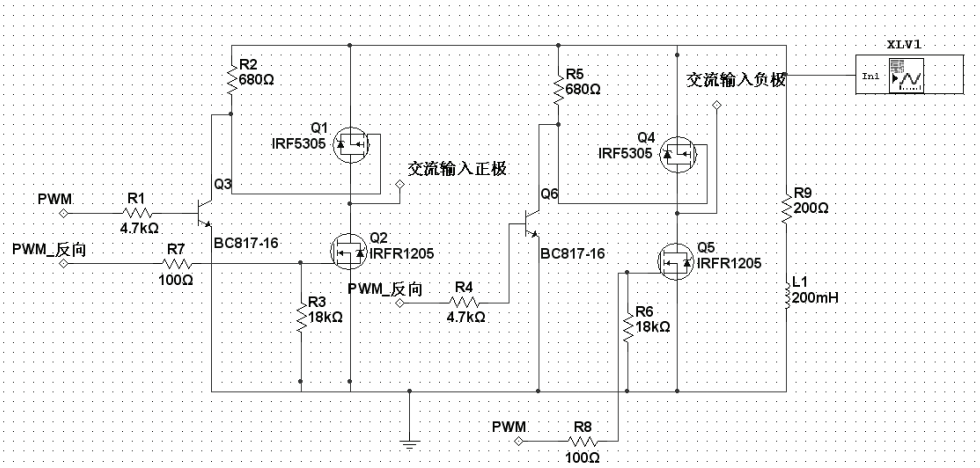


2. 使用 LabVIEW 生成的信号分析仪在 Multisim 中的应用

利用 LabVIEW 可以编写自定义的信号分析仪的程序，并在 Multisim 中调用进行自定制的信号分析。Multisim 提供的这种实现和使用个性化仪器的功能，能够缩短传统设计和测试之间的距离，帮助硬件设计时更好地理解电路行为。具体如何在 Multisim 中创建基于 LabVIEW 虚拟仪器可以参考 NI 公司官方网站的技术指南。LabVIEW 生成的信号分析仪在 Multisim 中生成的图标图所示：



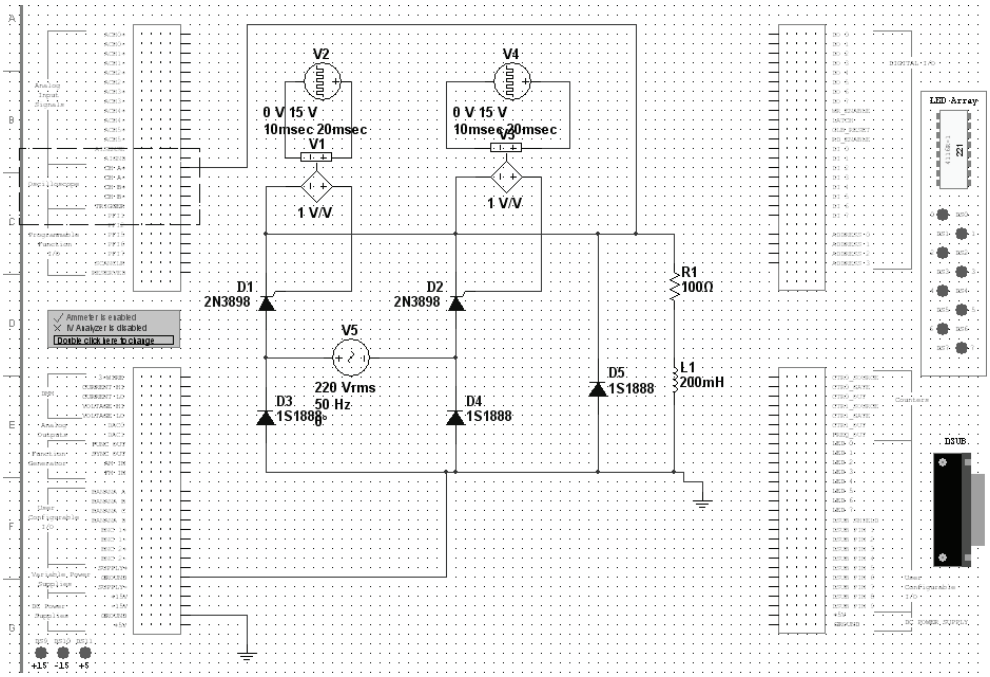
信号分析仪在 PWM 波整流电路中的应用

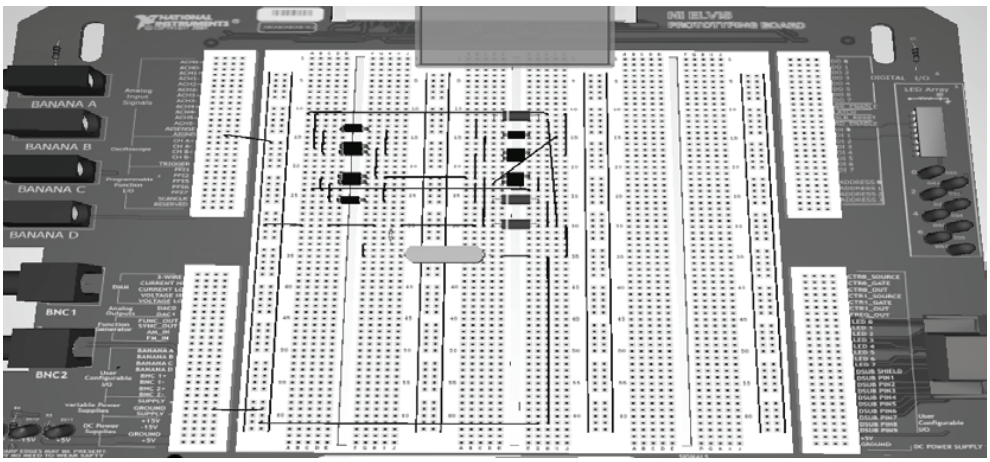


3. ELVIS 在虚拟仿真电路中的运用

通过 Multisim 我们可以创建 ELVIS 虚拟 3D 仿真平台，可将 ELVIS 实物平台的搭建在电脑上进行模拟校验，在验证过电路仿真无误后，我们可以使用 LabVIEW 和 ELVIS 对实际电路进行原型化。ELVIS 实物平台可以促进学生学习、强化理论、为学生提供了一个动手操作的平台来学习从理论、设计、原型到实现这一整套的工业流程。这也对我们实验精确度的提高和实验开支的降低有重要意义。

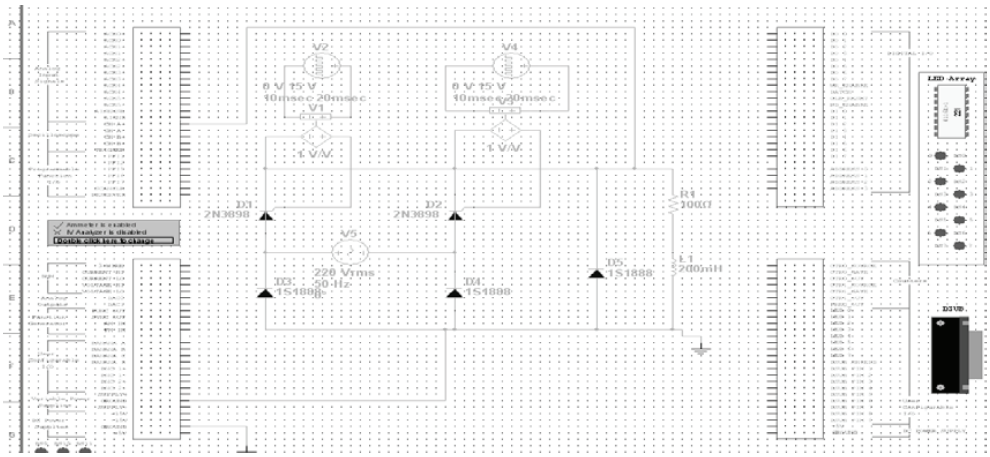
晶闸管全波整流虚拟面包板搭建



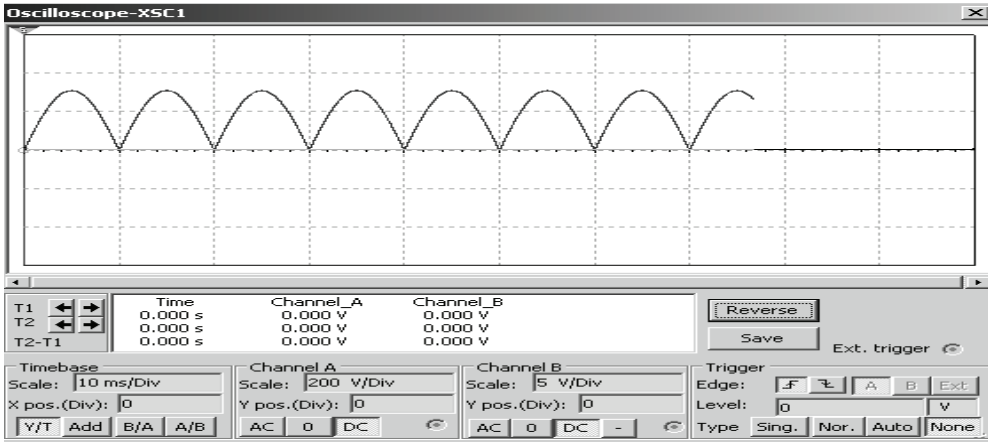


当虚拟面包板生各个器件都连接正确时，其对应的仿真电路图都变成了绿色。

电话：(021)5050 9800·传真：(021)6555 6244·china.info@ni.com



ELVIS 全波整流仿真电路输出波形



总结：

本文通过将 LabVIEW 和 Multisim 软件与 ELVIS 集成设计平台结合在一起使用，实现电路系统的联合虚拟仿真。将 LabVIEW 虚拟仪器加入到 Multisim 仿真电路中，并在 ELVIS 集成设计平台上进行开发不仅可以方便扩展系统的功能，还可提高整个系统的设计效率。利用计算机技术、编程技术和图形技术，设计开发与实物相似的虚拟元件和虚拟仪器。将 LabVIEW 虚拟电子器件作为电子电路仿真和辅助实验手段，缓解客观条件对电子电路设计的限制，增强用户对元器件外观、作用和使用方法的印象，使得工作中所用到的知识不会跟在学校中所学到的出现断层。因此，LabVIEW 和 Multisim 软件与 ELVIS 集成设计平台结合对快速、精确得到仿真结果，减少实验开支具有重要的意义。在本文中利用实例很好的说明了 Multisim 和 LabVIEW 以及 ELVIS 在虚拟仿真电路中的结合。

本文通过将 Multisim 和 LabVIEW 两款软件的相结合并通过 Multisim 中 ELVIS 虚拟平台的使用仿真了电力电子整流电路，并对相应的仿真结果进行了分析。最终我们可以看出利用 LabVIEW 虚拟仪器和 ELVIS 生成的虚拟面包板电路辅助 Multisim 进行电路的仿真，得到了非常好的效果。

基于 PXI 的混合动力传动装置试验台架通讯集成

作者：柳先强
指导教师：袁银男　陈笃红
学校：江苏大学

介绍：

通过对混合动力传动装置进行仿真分析之后，我们需要真实的试验环境作进一步的验证。目前“三电机”台架方案较为主流，但不同厂商的电气传动设备采用了不同的数据采集与控制系统，平台不统一给混合动力传动装置的各项试验均带来不利。应用 LabVIEW 软件平台二次开发出通讯集成式台架监控平台，对基于 CAN 2.0B 协议的混合动力传动系统主控制器 CAN 信号、基于 MODBUS 协议的变频器和基于 USS 协议的交流逆变器等串口信号进行实时同步采集与控制。该系统将三方通讯协议集成于一体，高效整合了试验室设备资源，并具有良好的稳定性、可移植性和可扩展性，满足了试验中的需求，为不同方案的混合动力传动系统关键零部件的控制策略制定、参数优化提供了有价值的试验数据。

该系统不仅能实现对动力总成系统测试的功能，而且把对传动装置试验台架包括驱动电机与负载电机等进行自动化控制变为可能，从而实现实验室自动化控制，以更好的满足混合动力总成各参数标定、结构匹配、控制策略优化等的要求。本论文创新性地将动力总成台架应用于转鼓试验台方案设计，经试验验证，该方案替代底盘测功机模拟整车行驶阻力基本满足要求，得到的测试曲线与实际情况基本相符，扩展了该试验台架的功能。

使用的产品：

软件：LabVIEW 8.6、Simulation Module、Simulation Interface Toolkit、PID Control Toolkit、FPGA Module
硬件：PXI-1045/1031 机箱、PXI-6225 多功能数据采集卡、PXI-8464/2CAN 卡、SCB-68
PXI-7833R RIO 卡、PXI-8430 串口通讯卡、

应用方案：

以某混合动力轿车为研究对象，研发混合动力传动装置的试验台架，利用 PXI6225 采集动力总成各传感器信号，并通过 PXI-8464CAN 总线建立多能源集成式控制器（将发动机控制器与 ISG 电机控制器集成于一体）CAN 网络信号监控平台。将两部分通过 PXI-1045 测控平台的 RTSI 总线设置同步并进行软件集成，建立了混合动力总成复杂信号同步采集系统，实现混合动力汽车核心技术的研究和试验验证：

(1)系统地分析混合动力汽车试验台架的试验技术,包括动力控制技术、传动控制技术、负载调节技术以及集成控制技术；

(2)数据通信技术针对混合动力汽车中多个控制器间的数据传输方式，设计基于 CAN 总线的监控平台；

(3)对混合动力台架进行功能模块的分析，基于模块化设计思想搭建不同的测试系统，为混合动力汽车试验提供简捷而有效的方法；

(4)在混合动力总成试验台架的开发与研究基础上，通过台架控制器试验和动力性试验验证了台架结构方案和技术方案。论证了试验台架研究与开发的意义和作用；

(5)动力总成台架对整车行驶阻力进行模拟，较为真实地反映行驶路况对行驶过程动力性能的影响，并为进一步完善该台架功能，如整车排放性能和燃油经济性能做好准备。

针对混合动力传动装置试验台架（如图 1 所示），应用 PXI-8430 及 LabVIEW 软件建立上位机与试验台架驱动电机和负载电机电力控制器（包括调速器和变频器）的通讯，可以实时地调节电机的工作模式，并采集、记录电机的转矩、转速、功率等参数，为实现对电机进行点工况运行控制和自动标定打下基础。基于 PXI-1031 平台，利用 NI FPGA 模块及 PXI-5422 信号发生装置建立控制器模拟平台，通过 PXI CAN 卡实现与 CAN 网络之间的通讯，具体参数信号见图 2。从而可以模拟传动装置 CAN 网络节点上任意一个模拟器，如发动机 ECU。最终，将以 PXI-1045 平台作为动力总成台架监控平台，以 PXI-1031 平台作为控制器仿真平台，从而实现传动装置多控制器通讯集成。

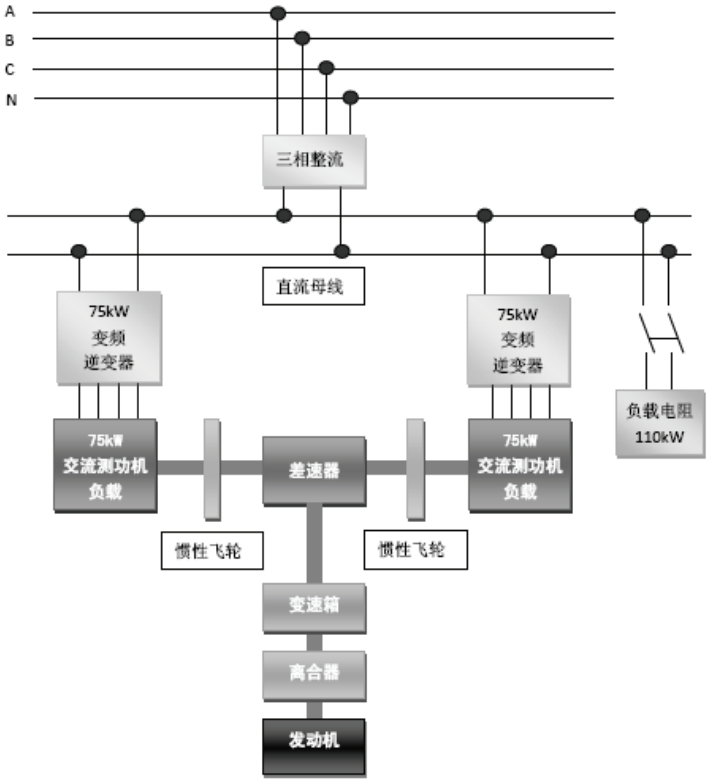


图 1　传动装置试验台架原理图

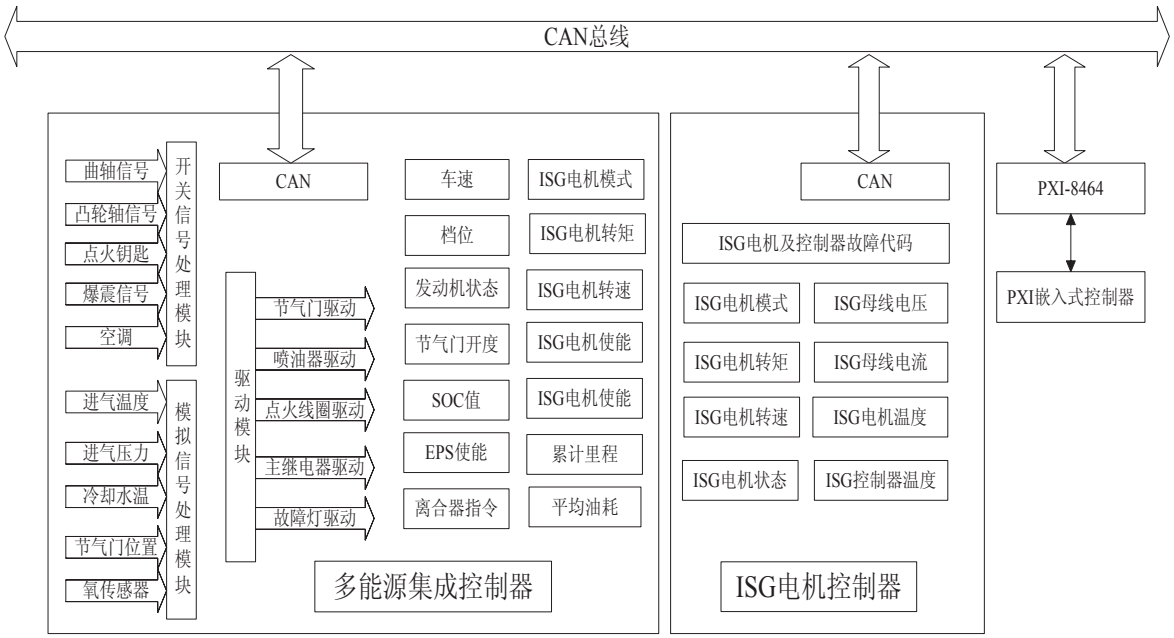


图 2　CAN 网络系统框图

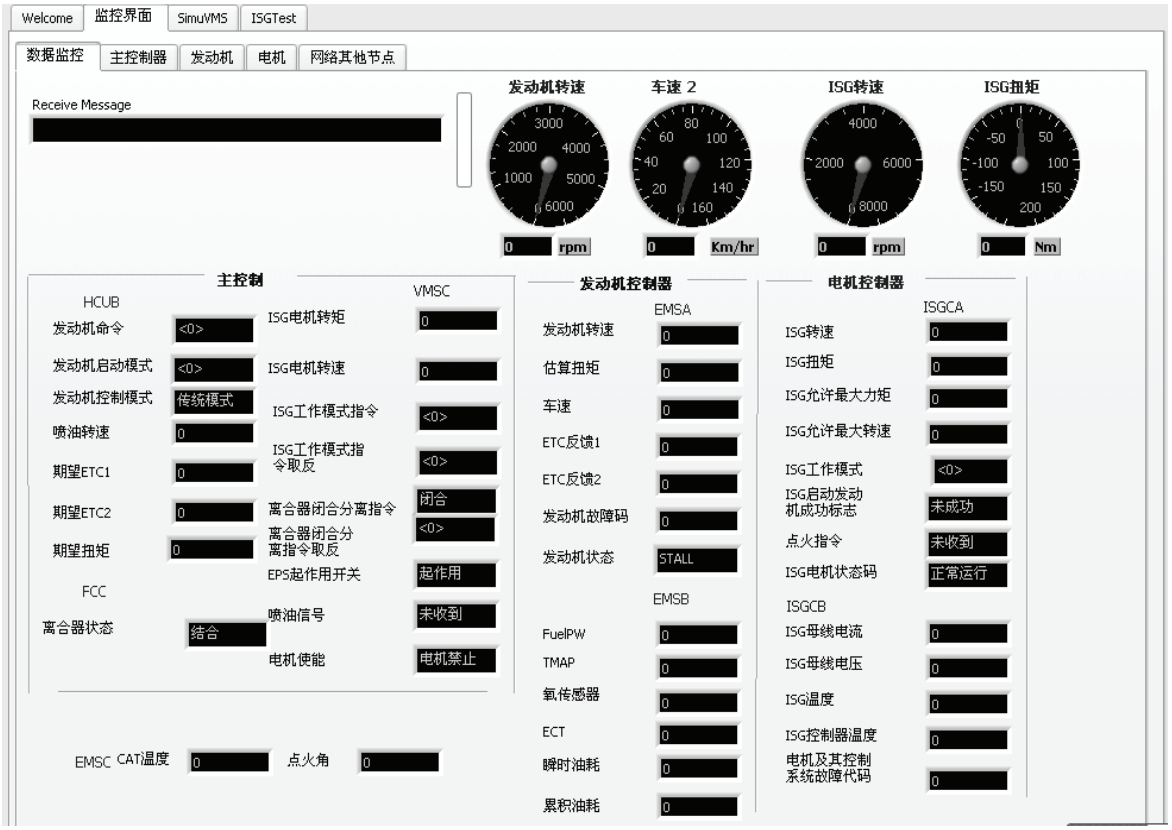


图 3　试验数据监控界面

总结：

用 LabVIEW 8.6 软件设计了多能源集成式电控单元 CAN 网络监控平台。此监控平台具有参数实时采集、转速波形显示、ISG 电机测试和数据保存功能，在混合动力台架和整车试验调试下，采用此监控界面实现了对混合动力各个工况的测试，有效地完成了混合动力各个工况的控制策略制定、试验参数的优化，试验数据的分析。

LabVIEW 软件的模块化思想，满足混合动力轿车分布式开发的需求，应用 LabVIEW 软件平台设计出了针对混合动力专项试验需求的模块化测控系统，可以完成的试验模块包括：混合动力轿车冷起动试验、发动机台架试验、混合动力轿车转鼓试验、ISG 电机试验；基于 LabVIEW 软件平台，建立了上位机 PXI 嵌入式控制器与交流电机变频器和逆变器之间的通讯，可以实时监控电机的输出扭矩和转速，并可向电机发送指令，改变电机运行模式，并可记录、储存当前扭矩与转速。

基于 LabVIEW 的桥梁模态分析系统设计

作者：任林娇
指导教师：陈伟民
学校：重庆大学

介绍：

模态分析监测方法克服了传统监测法存在的一些缺点，它不受结构规模和隐蔽的限制，具有多学科交叉优势，能对结构全局进行检测，从而能够评价桥梁结构的整体健康状态。近年来，该方法已经成为桥梁结构在线健康监测的核心技术之一。

目前已有的桥梁模态分析系统一般采用离线方式，数据采集和处理分步进行，先用采集仪对桥梁上传感器的数据进行采集，再将采集的数据进行一系列的处理，从而得到所测桥梁结构的模态参数。该方法时效性低，不便于随时观察结果。而已有的桥梁模态分析的在线测量软件一般价格昂贵，操作复杂，不利于广泛应用。为解决以上问题，设计一套可在线测量并实时监测桥梁运行状况的桥梁模态分析系统是很有必要的。

本文以频域分解法为理论依据，选择振动传感器和 CompactRIO 搭建系统硬件，并基于 LabVIEW 进行程序控制。开发的系统具有实时性，可实现桥梁的在线健康监测，并具有低成本的优势，有广泛的应用价值和有重要的研究意义。

使用的产品：

软件：LabVIEW8.2，FPGA 驱动，cRIO 驱动
硬件：cRIO-9104，cRIO-9014，cRIO-9239

应用方案：

基于 LabVIEW 的桥梁模态分析系统采用频域分解法为理论依据，通过对采集信号频域信息的处理获得结构的模态参数，即固有频率、阻尼比和振型。系统要求能够对桥梁相应结构的低频振动实现多点振动同步测量；能够实时得到振动信号，并对数据进行处理，同步显示所测结构的模态参数，实现长期的自动在线监测，系统要求抗干扰能力要强，集成化程度要尽量高，同时稳定性要强。

系统的硬件采集要实现多通道同步数据采集，并选用灵敏度较高的传感器；软件采集程序要与硬件相对应，数据处理程序要实现实时处理。最终要求在结构受到激振时，系统要实时的用多个传感器在不同部位同步采集数据，并实时的显示出结构的模态参数，以便于观察结构的运行状态。系统的示意图如图 1 所示。

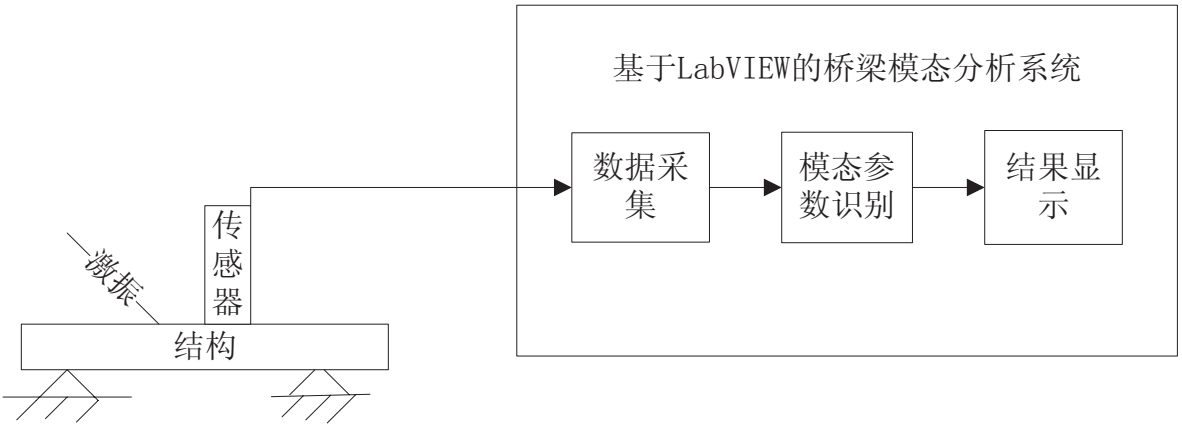


图 1 基于 Lab VIEW 的桥梁模态分析系统示意图

根据系统的功能要求，硬件采用了振动传感器和 CompactRIO 嵌入式控制器，软件则利用 LabVIEW 编写程序对所得数据进行模态分析。其中，系统的硬件连接图如图 2，软件界面如图 3 所示。

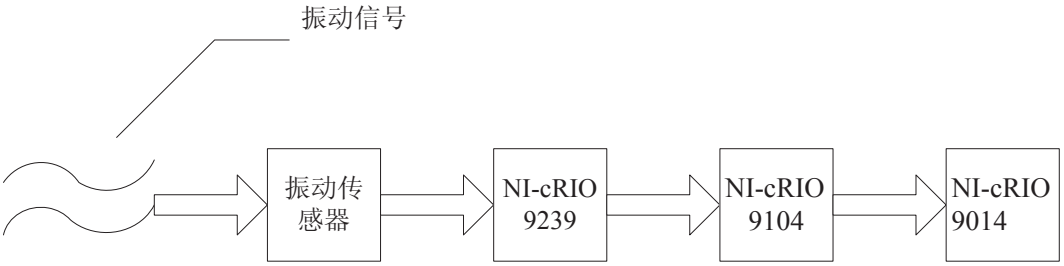


图 2 系统硬件连接图

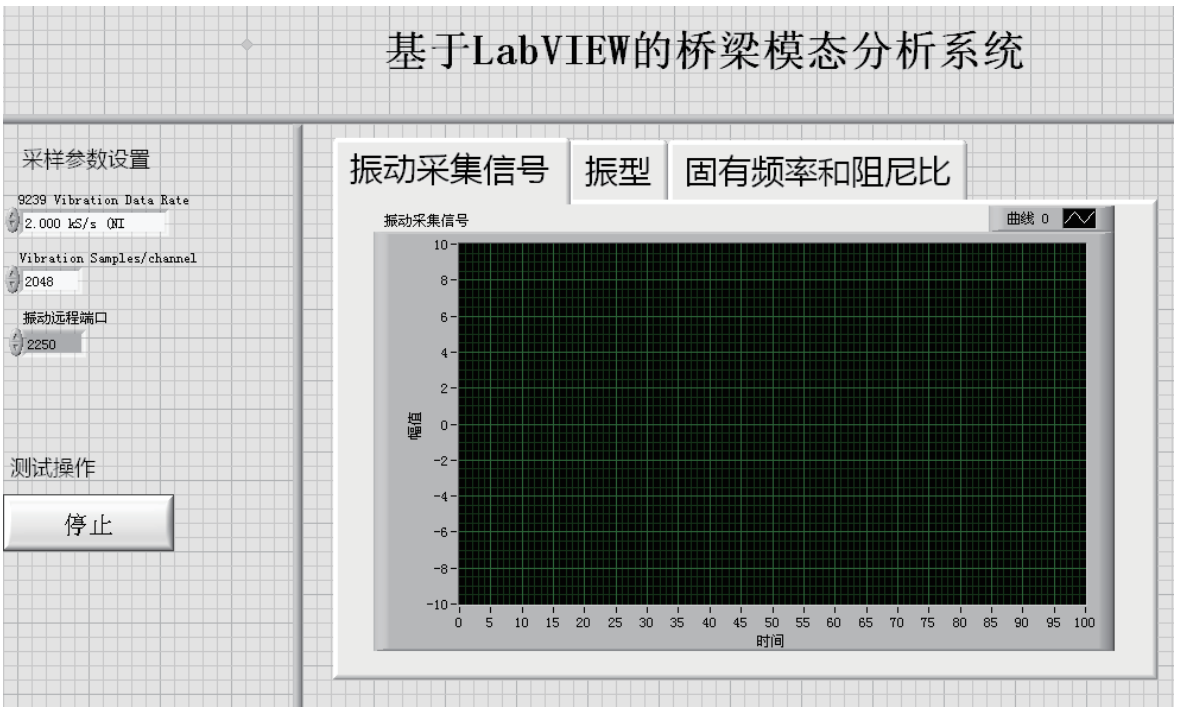


图 3 桥梁模态分析系统界面

为了检验系统的实用性，得到实际桥梁的模态参数，实现桥梁结构的在线健康监测。在实验室中模拟了一个桥梁的结构，运用所设计的系统，进行模态分析。在实验室进行模拟实验时，选取的实验对象是一根长 840mm 的简支梁，模拟桥梁的横梁。由于它的振型是正弦信号，要得到较明显的正弦图形，需要多个传感器，并要有规律的放置。实验选择 7 个传感器安放在所测简支梁上，放置位置如图 4 所示。实验系统组成如图 5 所示。以此装置进行了系统的稳定性与重复性实验。

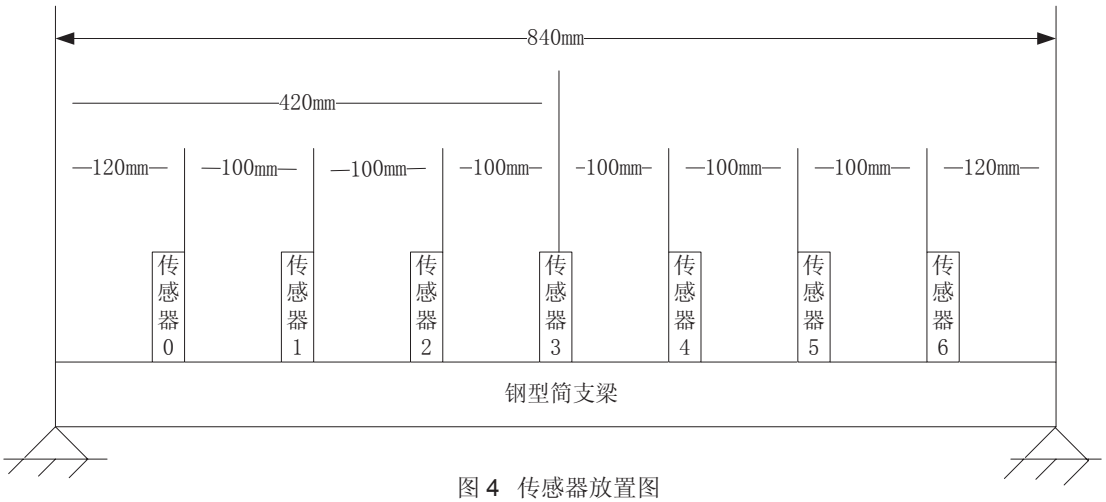
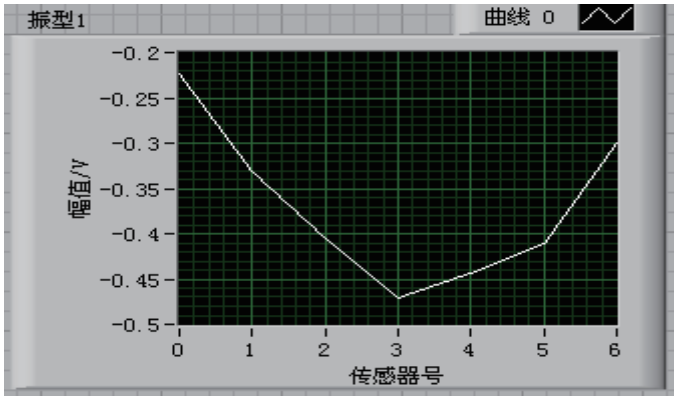


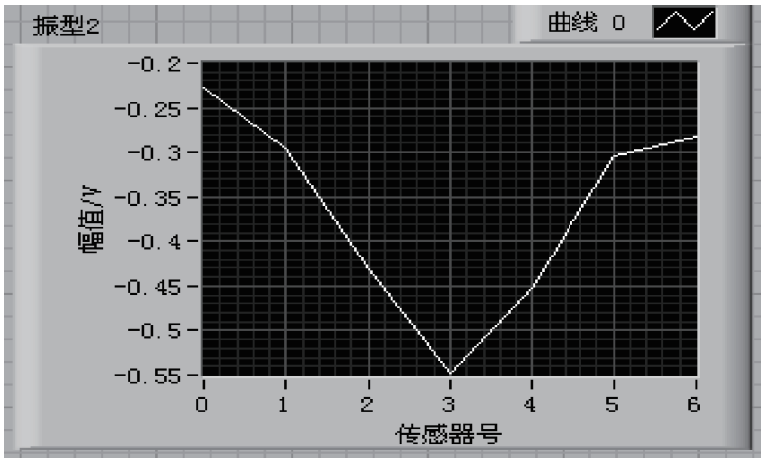
图 4　传感器放置图

图 5　实验系统组成图

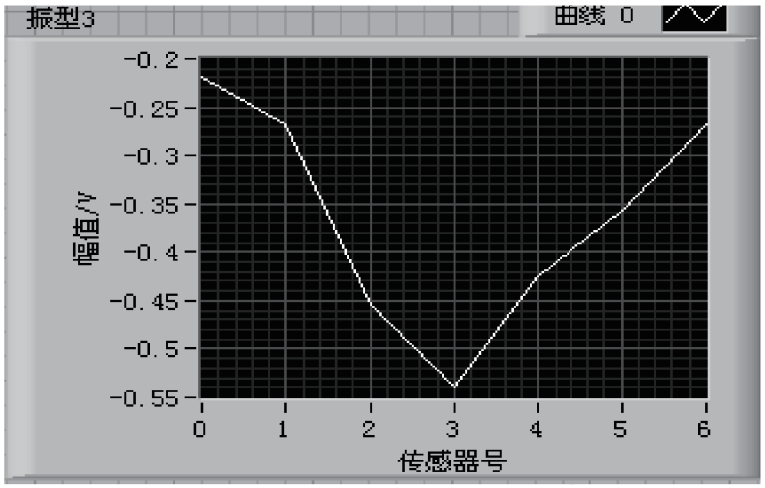
通过 3 次重复性实验和 3 次稳定性实验可确定系统的可行性。由实验结果可知，所测横梁的固有频率为 7.25HZ，可根据精度要求，选择不同的误差范围。重复性实验中横梁结构的一阶振型如图 6 所示。分析每次振型显示有所不同，是因为简支梁的一阶振型是正弦形状，每次实验提取到的是正弦的不同表示。



（a）第 1 次实验所得的振型



（b）第 2 次实验所得的振型



（c）第 3 次实验所得的振型

图 6 重复性实验的振型，图(a)-(c)分别为每次实验所得的振型

总结：

本课题根据实际需要，设计了一套基于 LabVIEW 的桥梁模态分析系统。该系统集信号调理、模数采样、数据分析于一体，采用虚拟仪器技术，操作方便，同时具有多个模拟输入端子，能够实现多点实时测量，另外还可以根据测量对象，随时更改参数，具有广泛的应用价值。

该系统能够实现桥梁上多点的同步测量，并可根据测量结果得出桥梁结构的模态参数：固有频率，阻尼比和振型。通过观察这些参数的变化，可以较准确的了解桥梁的运行状况，进而实现桥梁的自动在线监测。

基于 Multisim11.0 仿真用单片机制作图形数据压缩解压器及其外拓

作者：王 辉
指导老师：聂 典
学校：解放军理工大学通信工程学院

介绍：

数据压缩与我们的生活紧密相关，我们日常用到的影碟格式 mpeg、音乐文件格式 mp3 和图像文件格式 jpg，等等，都是典型的压缩文件。随着计算机的飞速发展，各种压缩技术层出不穷，winzip、winrar 等都是我们常见的压缩软件。本文主要介绍了如何在 Multisim11.0 仿真用单片机设计一个数据压缩解压器模型并验证设计的过程，最后，还将压缩解压器进行功能扩展，利用双机通信原理实现本机外部数据的压缩解压功能。

使用的产品：Multisim 11.0

应用方案：

（一）设计要求：在 Multisim 中用单片机设计一个压缩解压器，能正确录入数据、正确压缩数据、正确解压数据、正确将压缩解压全过程显示、实现准全键盘输入、实现程序复位功能。

（二）电路连接：电路连接如图一所示，该仿真用到一片 8051 单片机、一块 4*4 键盘、一片 16*4 LCD 显示器、一个 4 LED 灯组，以及若干数据线。

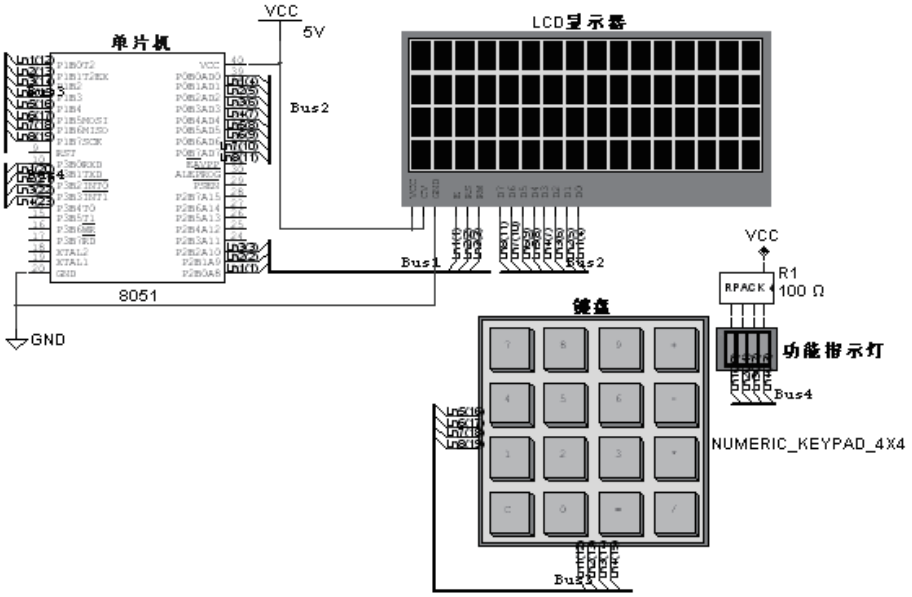


图1 电路连接

电路用单片机 P1 口控制键盘，其中 P1.0~P1.3 控制键盘的行，P1.4~P1.7 控制键盘的列。P0 口作为 16*4 LCD 显示器的数据输入端，P2.0~P2.2 作为显示器的控制端口。另外，用 P3.0~P3.3 控制 LED 指示灯，该指示灯的作用是指示当前功能键按了几次。

（三）设计原理：

1、压缩原理：数据压缩由单片机完成，当数据录入到单片机，单片机会对录入的数据进行扫描复制。将保存在外存源文件地址（2000~20FFH）的数据经过压缩处理保存到压缩地址（5000~50FFH）。如果扫描发现有连续出现的重复字节，单片机自动产生压缩对象帧，并将产生的压缩对象帧复制到目的地址。其余没有连续重复出现的字节则照原样复制到目的地址。

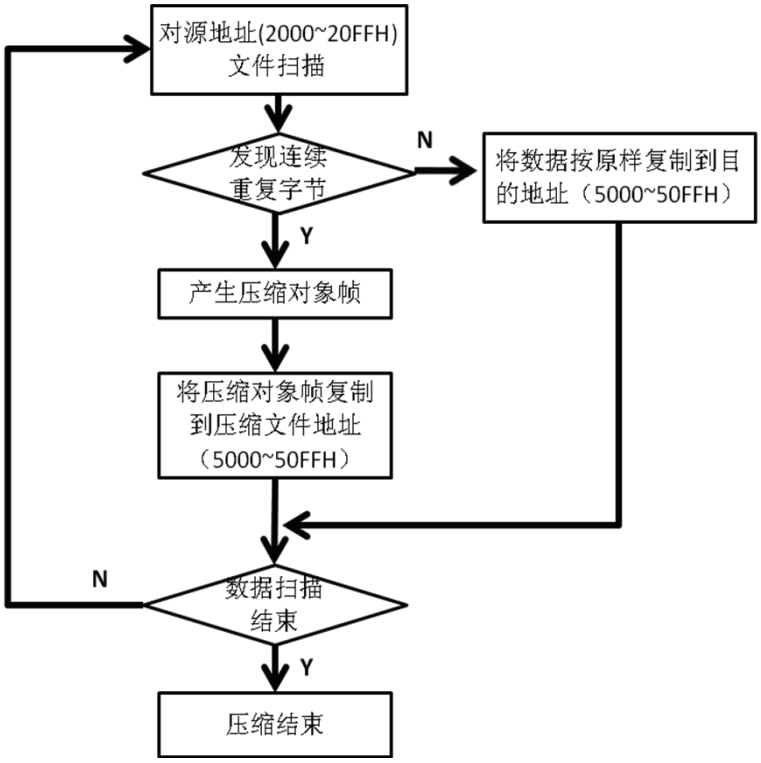


图2　压缩原理图

2、解压原理：数据解压原理正好和数据压缩相反，单片机从压缩地址（5000~50FFH）中扫描处理并复制结果到解压地址（3000~30FFH）。

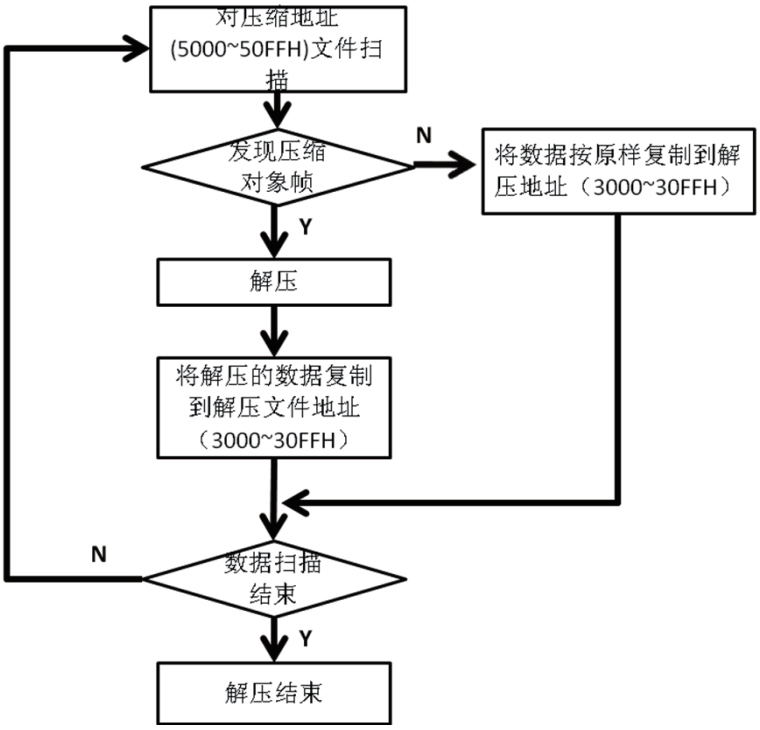


图3　解压原理图

除此之外，本仿真还运用一键多功能识别技术、按键分时复用技术（相应原理见正文）。

（四）功能扩展，增加双机通信功能。

日常生活中，我们通常不会采用如上面所说那样先把数据一个一个用键盘输入，再进行处理，相反，我们的数据往往已经保存在我们的某些外部存储设备中，如 U 盘。我们所想要的是，我们 U 盘这样的外部存储设备中的数据能够被直接使用处理。这就要用到串行通信。这里，我们还是用另一片 8051 单片机来代替我们的外部存储设备，它相当于一个数据输入存储设备（我们后面称 U1），可以将输入的数据暂存在其中。我们将程序做适当的修改，可以实现将 U1 中的数据传输到数据压缩解压器 U2 中，经过 U2 压缩或解压处理后，又可以将处理后的结果再传回到我们的 U1 中，这样在现实生活中就更方便我们的使用，更具有实用价值。

1、电路连接：

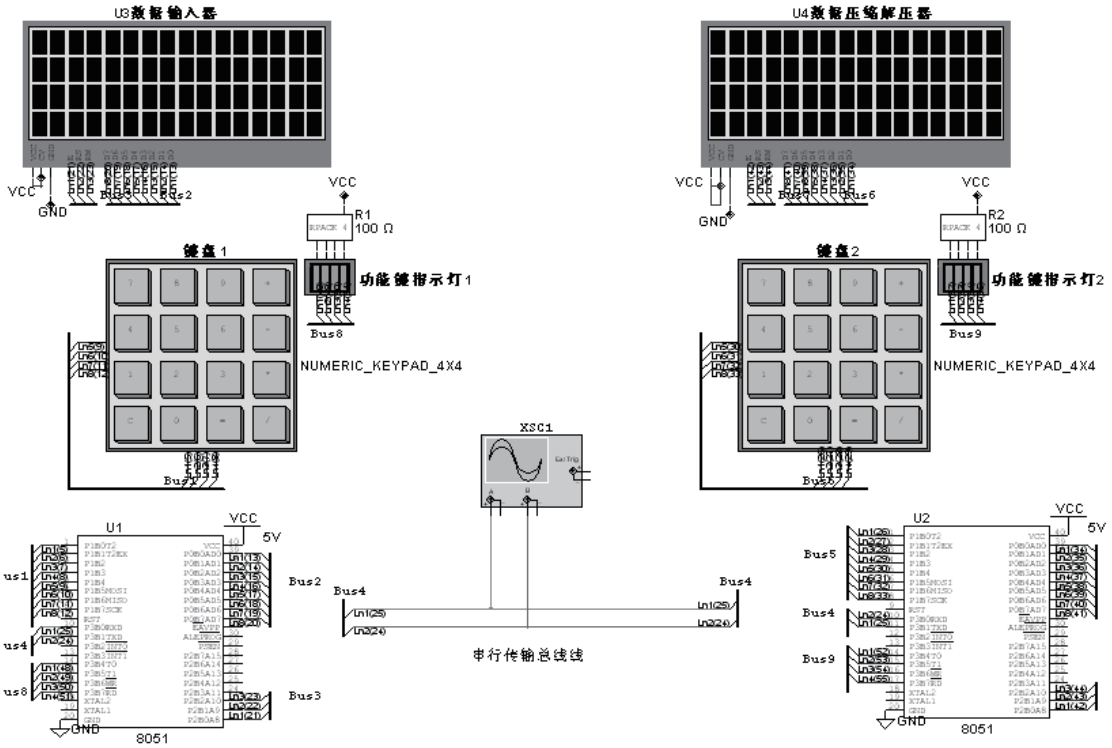


图4　双机通信型压缩器电路图

2、双机通信原理：

通信帧的固定格式，如图：

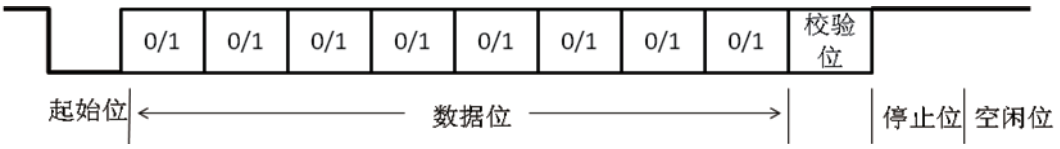


图5　通信帧

信息帧包括起始位、数据位、校验位、停止位、空闲位，当接收端接收到电位负跳变时就开始接收数据。其中，奇偶校验位可选。

下面是双机通信流程图：

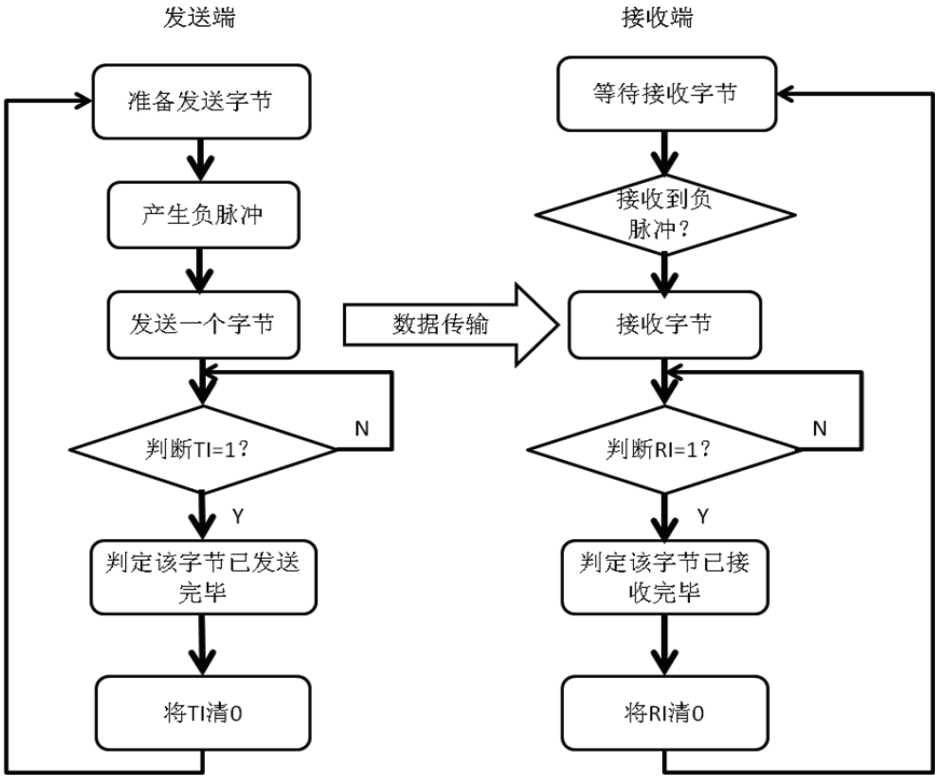


图6　双机通信原理流程图

数据从 A 机发送到 B 机（数据压缩处理器），经过加工处理得到想要的结果后再返回到 A 机。

（五）软件编程

由于用到单片机，所以编程是必需的。程序具体主要包括下面几个部分：开机界面显示、键盘数据输入、键盘逻辑控制、数据压缩、数据解压、双机通信、LCD 显示、LED 显示、复位以及功能键。其中，键盘逻辑控制是贯穿整个程序的主干，它协调控制着整个程序的正常运行。

总结：

随着技术的发展，单片机片内集成的功能越来越强大。可以毫不夸张地说任何设备和产品的自动化、数字化和智能化都离不开单片机。而单片机应用系统设计不但要求熟练掌握单片机程序设计语言和编程技术，而且还要具备扎实的单片机硬件方面的理论和实践知识。Multisim11.0 中提供了一个很好的平台，可以方便硬件的搭建建模、帮助我们学习单片机，简化单片机设计过程，缩短设计周期，使电路设计更加灵活方便。

基于虚拟仪器技术的电能质量检测系统的研究与开发

作者：王晓锋
指导教师：杨 勇　陈春玲
学校：沈阳农业大学

介绍：

随着我国国民经济的不断提高和产业技术水平的不断发展，国家电力网络的覆盖面积和规模也越来越大，电能质量问题已经对人们的正常生活与工作造成了巨大的影响，其危害也越来越突出。本文通过比较和分析国内外对电能质量各项问题研究的发展现状，根据我国颁布的各项电能质量标准，将电能质量问题划分为稳态电能质量问题与暂态电能质量问题两大方面，并对其理论原理、产生原因和解决方案进行了全面研究，并使用 LabVIEW 配合 FLUKE 功率标准源对各个电能质量问题和经典算法进行了一系列的模拟与仿真，最终研究与开发出一套综合的电能质量检测与分析系统平台。检测结果表明，使用虚拟仪器技术来开发电能质量检测系统，具有界面友好、操作简便、计算准确、精度高、较低投入等特点。

使用的产品：

软件：NI LabVIEW 8.6
硬件：NI PCI-6133； NI PXI-6133

应用方案：

基于虚拟仪器技术的电能质量检测系统，采用了将数据采集卡(NI-PCI-6133)、通用计算机与虚拟仪器编程开发软件(NI LabVIEW 8.6)相结合的思想，从而实现对电能质量的综合评估与检测(国家电能质量各种指标标准)，包括对电能质量稳态与电能质量暂态的检测以及结果波形的显示输出与分析。

基于虚拟仪器技术的电能质量检测系统主要可以分为硬件和软件两大部分。其中硬件部分主要是完成信号的及时隔离和和模数转换。软件部分主要是 完成处理与分析，开发人员可以自定义其所要实现的各种功能和自定义的设计方案，并将生成的分析结果数据可以图形、报表和文件的形式反映给最终的用户。

图1展示了基于虚拟仪器技术的电能质量检测系统的功能框图，包括：1.软件参数设置模块（传感器变比、采集卡采样频率、数据存储路径、电能质量监测相关指标等软件设置）；2.实时波形显示模块（数据采集的三相电压、三相电流的实时波形显示）；3.电压、电流、频率及谐波检测模块（采集电压、电流、频率的有效值显示，以及电压或电流的谐波分析和 THD 显示）；4.三相不平衡检测模块（显示三相电压、三相电流的不平衡度）；5.暂态扰动信号检测模块（对电压波动、电压骤升、电压骤降和暂态振荡等扰动信号进行检测）； 6.通讯模块实现了基于 TCP/IP 协议的通讯，使得对装置能通过 Web 进行远程浏览和控制。

本电能质量检测系统主要根据我国国家颁布的电能质量指标所开发的，其软件系统主要是对稳态电能质量和暂态电能质量两方面进行实时的分析与检测。在稳态电能质量方面主要包括对三相电压、电流的频率、有效值、总谐波失真率和三相不平衡度等的测量与分析；而在暂态电能质量方面主要包括对电压波动、电压骤升、骤降、谐波和暂态振荡等的测量与分析；该系统还包括数据采集参数模块的设计、三相电压、电流实时波形显示的设计以及检测结果实时波形的显示。图 2、图 3 分别显示的是三相电压、电流实时波形与谐波检测结果。

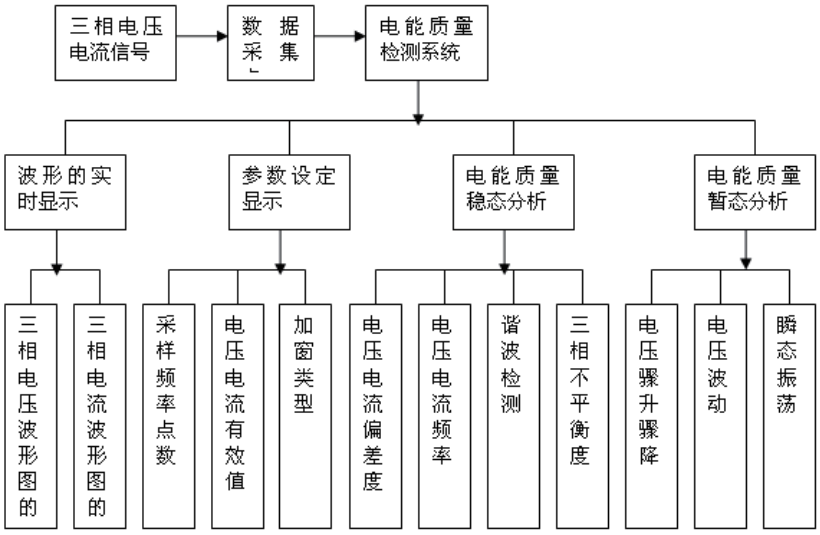


图 1 软件功能模块图

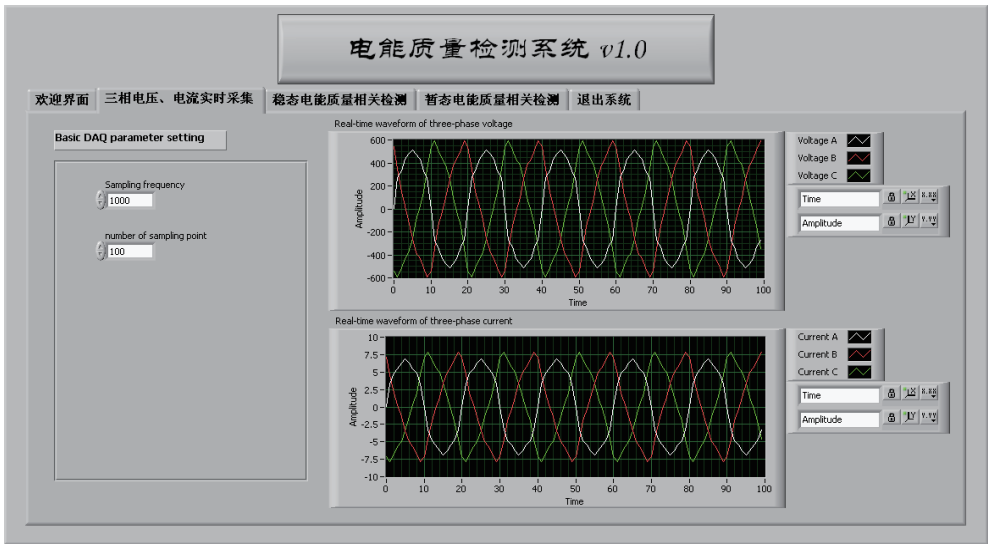


图 2 电压、电流实现波形

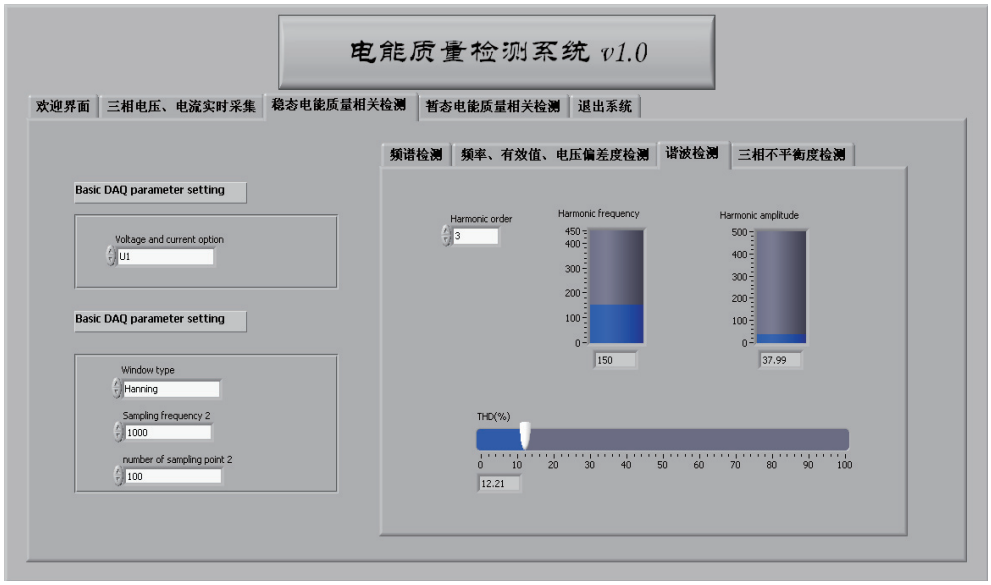


图 3 谐波检测

总结：

本文对国家制定的电能质量各项指标进行了详细的讨论与深入的分析，总结了各种电能指标通用的检测方法，同时也对其进行了一系列的评估。详细的讨论了电能质量扰动的检测方法，提出了基于 Hilbert 移相的电能质量扰动的检测方法，利用虚拟仪器技术对理论进行了综合的验证和实时的仿真。根据国家制定的电能质量指标，对基于虚拟仪器技术的电能质量检测系统的软件系统结构与硬件系统结构进行了总体的设计，讨论了虚拟仪器在电能质量领域的设计方法与功能实现，并对检测结果进行了评估与分析。

随着我国电力系统的规模越来越大，日趋规范化与国际化，电能质量检测除了需要实时检测国家标准的电能质量指标外，还需要具有一些新的功能，例如：故障判断、风险预测与评估、决策制定、协同网络化管理等。这是不仅是未来需要研究与讨论的方向，并需结合目前国内外先进的检测技术与设计思想，最终将电能质量检测系统研制设计成为更加高效、智能化的协同检测系统。

基于虚拟仪器的齿轮振动监测技术研究

作者：吴川辉
指导教师：郭 瑜
学校：昆明理工大学

介绍：

齿轮是机械设备中传递动力最常用的部件，因此，齿轮是目前机器状态监测与故障诊断中的关键监测对象之一。齿轮故障的诊断方法很多，振动分析是目前广泛使用的齿轮故障诊断方法之一。本文以 LabVIEW 为虚拟仪器开发平台，结合振动分析技术，构建能满足被监测对象需要，并支持功能扩充的低成本微型齿轮振动监测系统。该系统可实现对齿轮运行状态的时域、频域和联合时频分析在线与离线监测。试验表明本文开发的齿轮振动微型监测系统不仅能保证测试结果的准确性，而且为用户操作提供了友好的交互界面。该系统的开发具有较好的学术研究价值和潜在的工程应用前景。

使用的产品：

LabVIEW8.5 简体中文版
NIDAQ 8.6.1
Sound and Vibration Measurement Suite 5.0
LabVIEW Advanced Signal Processing Toolkit
Order Analysis Toolset
USB-9215 数据采集卡

应用方案：

1. 系统软/硬件结构

本系统的开发使用到了 LabVIEW 和相关的工具包来开发系统的软件部分（图 1），采用 USB9215 信号采集卡，压电

式加速度传感器，电涡流传感器，电荷放大器等来构建系统的硬件部分（图 2）。

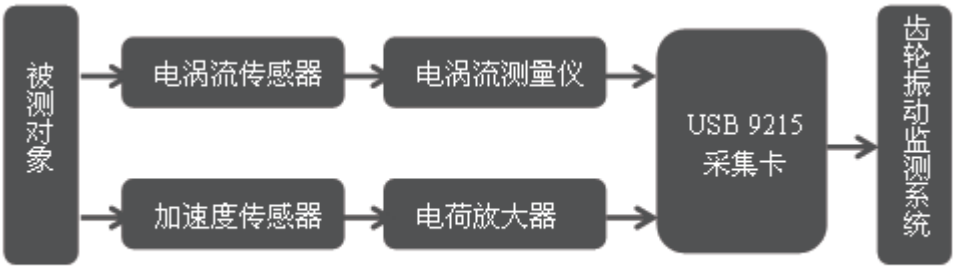


图 1 系统硬件结构

在硬件结构上，系统采用了 4 通道的采集卡，一个通道连接电涡流测量仪，用于实时监测齿轮转速。其余三个通道连接电荷放大器，用于拾取齿轮在运行过程中各个测点产生的振动信号。

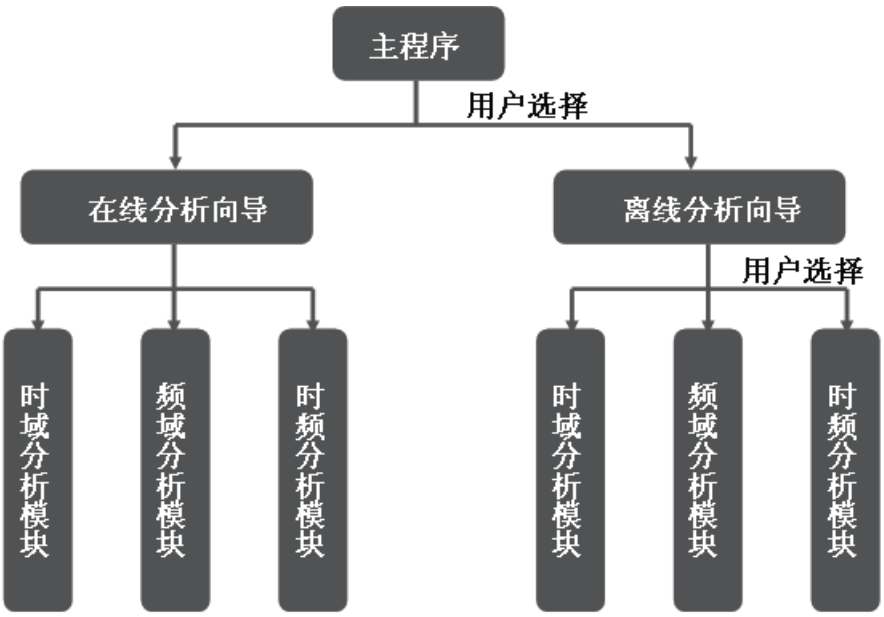


图 2　系统软件结构

软件组成上，系统总体分为两大部分，在线分析部分和离线分析部分。每个部分都包括时域、频域和联合时频分析三个功能模块，在各个功能模块中又提供了多种分析方法。例如，时域分析模块中提供了有量纲分析、无量纲分析等方法；频域分析模块中包含有解调分析和倒频谱分析；时频分析模块提供了 STFT、WVD、CWD、EMD 等联合时频分析方法。用户可以根据不同的测试任务需求，选择相应的分析模块和分析方法。

2.　系统运行

运行主程序将会出现图 3 所示界面，根据监测方式的需要可以选择在线监测或离线监测，然后分别通过在线监测向导（图 4）或者离线监测向导（图 5），引导用户完成信号采集及信号处理的基本配置、分析模块和分析方法选择，最后在相应分析模块中显示分析结果，从而完成整个测试任务，图 6 为显示的齿轮振动 STFT 分析结果示例。

图 3　程序主界面

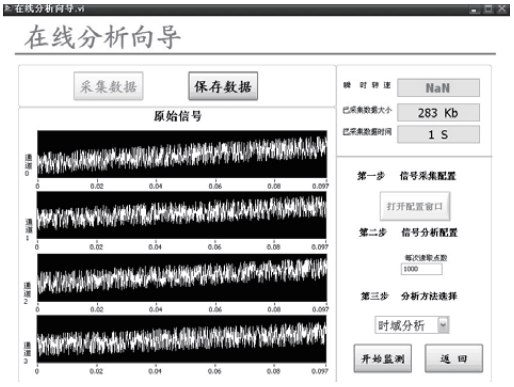


图 4　在线分析向导

图 5.离线分析向导

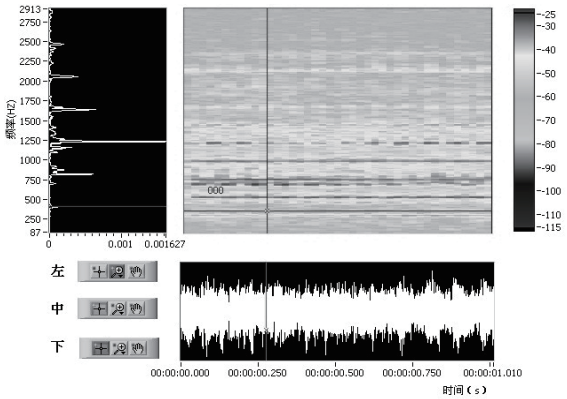


图 6.齿轮振动 STFT 分析结果显示示例

总结：

本系统的开发，实现了齿轮故障时域、频域、时频域在线监测和离线监测。借助 LabVIEW 虚拟仪器开发平台的完善功能支持，使得该系统从程序界面设计、分析功能实现到整个测试系统的集成、调试等工作更加方便，同时，也使得该系统具有成本低、开发时间少、通用性好、扩展性强等诸多优点。由于时间有限，该系统虽然基本满足了齿轮振动测试的需求，但仍然存在很多值得进一步完善的地方，在后续的开发中可以考虑结合数据库技术、神经网络技术等来实现对齿轮故障的智能诊断。最后，感谢在设计过程中给予帮助的老师、同学和 NI 工程师，同时，感谢国家大学生创新性实验计划项目（项目编号 091067410）对本设计的资助！

基于 LabVIEW 的 LTE 通信系统的仿真

作者： 伍 球
指导教师：刘奕彤
学校：北京邮电大学

介绍：

本课题研究的是设计并实现了一个基于 LabVIEW 开发的 LTE 通信系统单小区的静态系统级仿真软件。具体实现的功能如下：

1) 充分发挥 LabVIEW 在 GUI 方面的优势，设计并开发了用于仿真展示的众多的 GUI 界面，使结果直观清晰；
2) 基于 LabVIEW 的 LTE 仿真系统中面向对象思想的应用，设计和实现了诸如 CConfig, CeNodeB, CSector, CUE, CLinkLevel 等类。
3) 基于 LabVIEW 的事件结构，通过不同的按钮来弹出不同的仿真结果界面；
4) 单小区中用户可以自定义的用鼠标来撒 UE；
5) 系统级与链路级的接口通过一个 GUI 来展示；
6) 按照 LTE 系统工作流程顺序，搭建了 LTE 系统仿真平台。程序实现了有关 LTE 的 MCS、EESM、资源调度等技术；
7) 仿真结果的分析，在指定的仿真时间内绘出有关的曲线图。

使用的产品：

LabVIEW 2009

应用方案：

一、 系统仿真的流程

1) 系统初始化。
   a) 内存分配，初始化设置一些系统必须的参数；
   b) 读取链路级提供的数据文件，并存入相对应的接口类 CLinkLevel 对象中；
   c) 画出小区、基站和扇区的地理拓扑结构。
2) 开始仿真：
   a) 撒 UE；
   b) 计算每个 UE 与所有 sector 间的增益矩阵：距离损耗；阴影衰落；天线增益。
3) 硬切换，为每个 UE 确定服务扇区。
4) 存储 UE 到附属的扇区和 eNodeB 中。
5) TTI 主循环开始：
6) EESM（指数有效映射）。
7) MCS（自适应调制与编码）过程。
8) 资源调度过程。
9) 此 TTI 的数据统计，将数据写入数据文件中。
10) 结束一个 TTI 并开始下一个 TTI 进行以上操作。
11) END：所有 TTI 结束。
12) 数据的处理过程，相应的 GUI 界面的设计与实现。
13) 系统清理过程。

二、LabVIEW 工程

工程名：LTE System Level Simulator Main Project。

整个软件系统的构成是这样的：主体是一个叫 Main 的主程序，负责完成仿真的主循环，对应的是前面板的主界面。

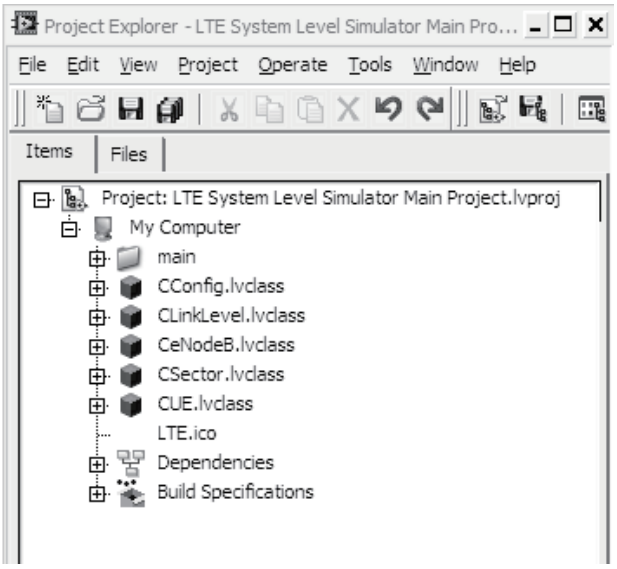


图 1　仿真系统的 LabVIEW 工程

三、面向对象的思想

本软件主要是基于面向对象的方法（OOP）来编程实现的，主要设计了以下五个类：

1)类 CConfig 的功能：有关全局配置类的设计；

2)类 CLinkLevel 的功能：这个类的作用是提供系统级与链路级的接口，所有链路级的结果都由这个类的对象来保存；

3)类 CeNodeB 的功能：这个类的作用是存储 eNodeB 对象；

4)类 CSector 的功能：有关扇区类的设计；

5)类 CUE 的功能：这个类的作用是存储 UE 对象。

四、GUI 界面

1.　主界面

如下图所示，是整个程序的主界面。

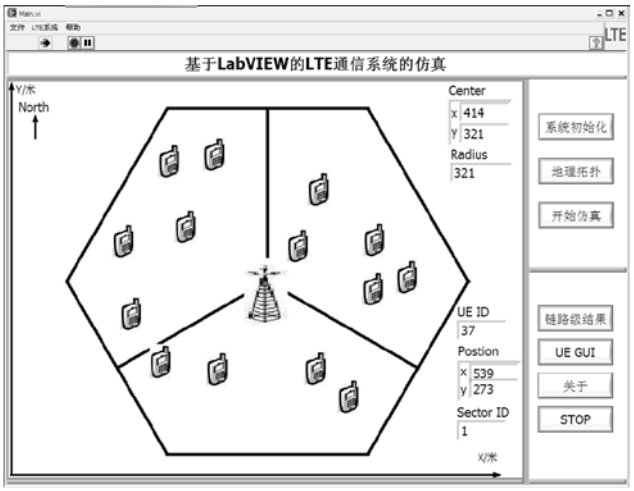


图 2　本仿真软件的主界面

程序运行之后，首先由用户点击“地理拓扑”，然后图片控件中即会显示出一个正六边形的小区的地理拓扑，并分为了三个扇区和一个基站。随后用户即可以用鼠标在小区中点击，即可播撒 UE 了。与此同时，在图片控件的右侧有一列与此时此刻的 UE 密切相关的一些信息，如 ID 号、坐标、所属扇区等。“开始仿真”，则会开始处理数据，并存入文件中。另一类是就是结果显示，利用一个按钮“链路级结果”来实现链路级与系统级之间的接口，并可以用图示的方法来具体地查看；UE GUI 则是主要的部分，用于结果显示。

2. 链路级结果

链路级与系统级的在整个仿真中占据着举足轻重的作用。如下图所示：

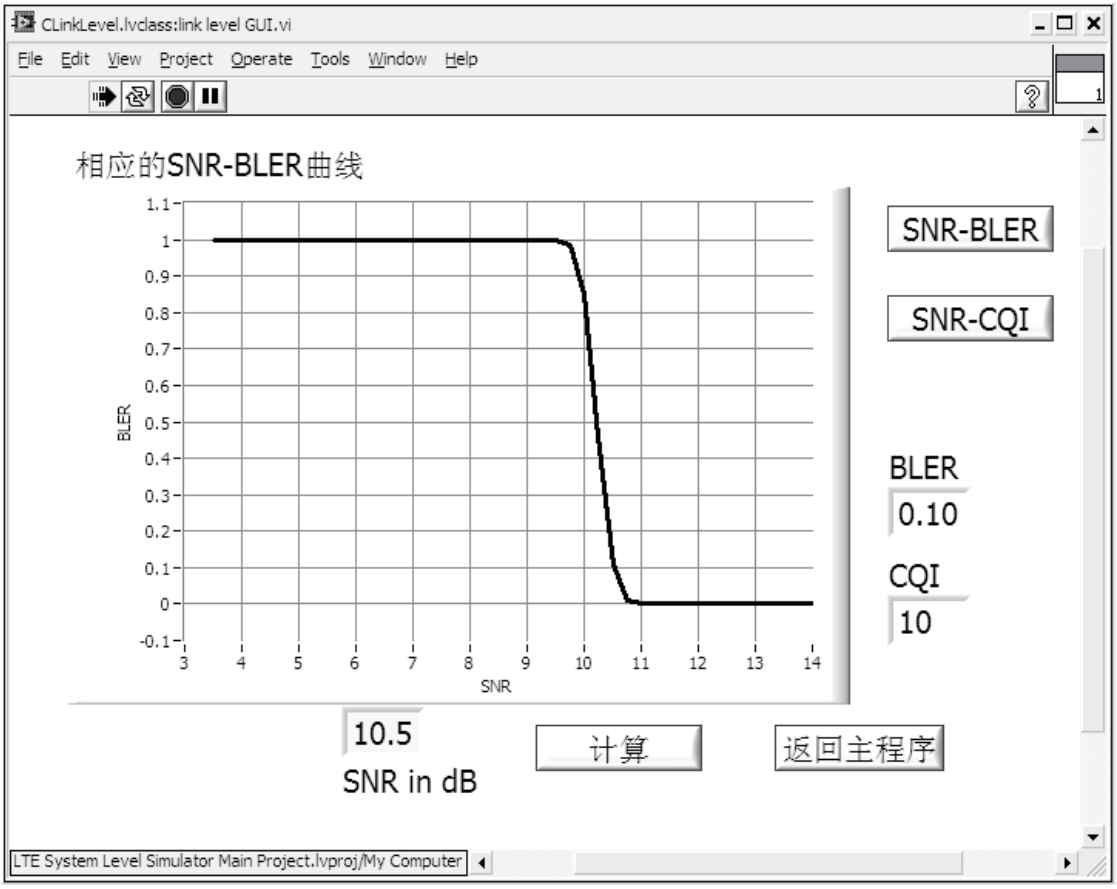


图 3　链路级 GUI 界面

链路级为系统级提供的主要结果是两根曲线，即 SNR-BLER 和 SNR-CQI，在本仿真中，首先利用 SNR-CQI 曲线，由 SNR 得到相应的 CQI，然后在 SNR-BLER 簇中找到对应相应的 SNR-CQI 的曲线。并且可以在图片最下方输入一个 SNR 的值，得出 BLER 和 CQI。

3. UE GUI

本界面主要的功能是处理仿真过程中所产生的数据，并以直观的曲线方式显示出来。如下图所示：

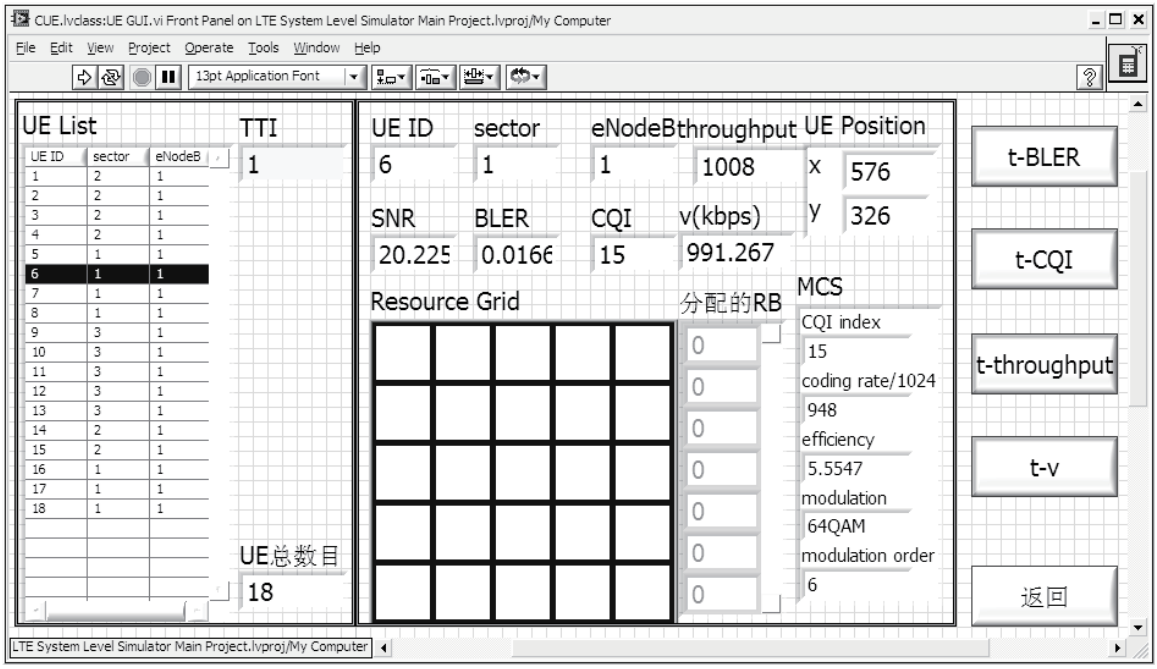


图 4 UE GUI

运行 UE GUI，于是在 UE List 中即会出现前面用户播撒的所有 UE 的列表，用户可以双击其中任何一行，程序即会取出与此 UE，并在右侧会显示与 UE 相关的信息，如在此 TTI 内，此 UE 所属扇区、SNR、CQI、BLER 以及所分配的 RB 序号、MCS 方式等。另外，改变 TTI 的取值，将会显示在不同的 TTI 内所产生的不同的结果。

而右侧的四个按钮，将给出此 UE 的 BLER、CQI、throughput 和 v 在整个仿真的时间内的变化曲线。

总结：

本文的主要贡献是做了一次前人未曾有过的尝试，那就是用图形化的编程软件 LabVIEW 来设计并实现一个比较大型的有关通信的系统级的仿真软件。

此仿真平台是用 LabVIEW 语言开发，没有像 MATLAB 或者 C 等文本式编程语言的缺点：编写大型程序很复杂，且运行结果不够友好。相比较而言，LabVIEW 所使用的 G 语言简单易学易用，天生多线程，使编程人员可以脱离繁琐的语法，可以更专注于问题的解决，尤其在 GUI 方面有很大的优势，可以使其展示效果很好。

基于 LabVIEW 的挖掘机测试诊断系统研究

作者：张长青
指导教师：马怀祥
学校：石家庄铁道大学

介绍：

本课题以液压型挖掘机为研究对象，建立基于虚拟仪器技术的测试诊断平台，对挖掘机的发动机、液压系统、机械传动系统等部件的主要参数(振动、温度、压力、电压、电流等)进行测试和故障诊断。本课题研究以 LabVIEW 软件为核心，基于便携式的数据采集和信号调理设备，结合适用的传感器，构成虚拟测试诊断平台。该系统可以现场实测数据、数据存储、分析和显示，从而帮助技术人员对机械故障做出进一步判断。

使用的产品：

硬件：CompactDAQ 9172 及其相关数据采集和调理模块
软件：LabVIEW 8.6

应用方案：

挖掘机故障征兆信息较为复杂，需要测试的参数有：振动、转速、温度、压力、流量、电压、电流等，考虑到测试便携性方面的需要，选用 NI 公司的 CompactDAQ 作为数据采集设备。基于 LabVIEW 的挖掘机测试诊断系统的软件是设计的核心，它能够完成数据显示、数据分析、报表打印等功能。液压型挖掘机检测系统总体结构如图 1 所示。本课题的测试诊断系统按照功能模块可以分为几个模块：数据采集模块、信号处理模块、数据管理模块和故障诊断模块等。

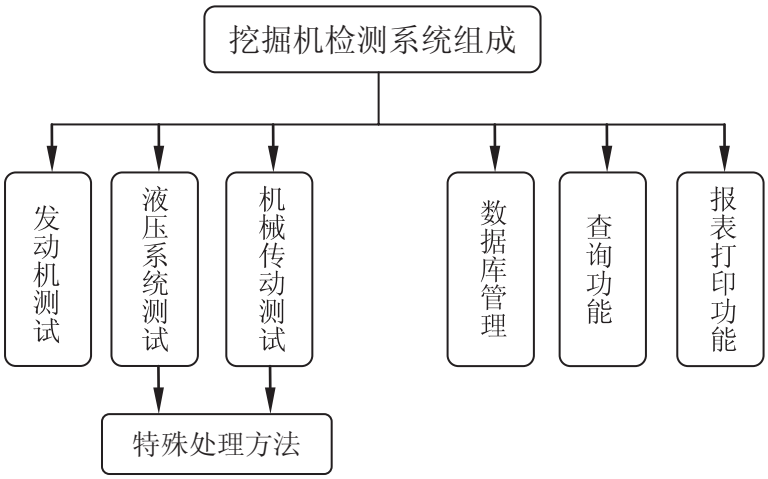


图 1　系统总体框图

本系统可以对挖掘机用发动机系统、液压系统、机械传动系统进行状态检测，采用傅立叶变换、相关函数、功率谱、时频分析等分析方法，对采集到的信号进行分析处理，得到较为理想的可观测波形，并能够实现波形的存储与回放。用 LabVIEW 工具包(Database Connectivity Toolset)调用 Access 数据库，实现了对测试数据的管理功能。同时具有故障码查询、标准查询等辅助功能。通过把检测的数据进行整理，生成挖掘机的 word 诊断报告。

本课题主程序前面板如图 2 所示。

图 2　主程序前面板

目前现场已经实现的发动机系统测试诊断功能有：功率测试、供油测试诊断、起动性能测试、振动测试诊断、发动机神经网络诊断等；机械系统测试诊断功能有：振动检测；液压系统测试诊断功能：压力检测、温度检测、振动检测等。

基于目前实验室的实验设备，进行了发动机的振动加速度信号测试。测试用的发动机为 4125 型柴油机，是 4 缸柴油机，发火顺序为 1-3-4-2。

图 3 为实测发动机中传感器安装位置。图 4 中 a 图与 b 图为发动机测试的振动时域与相应的功率谱图，测试时发动机的转速为最高转速。

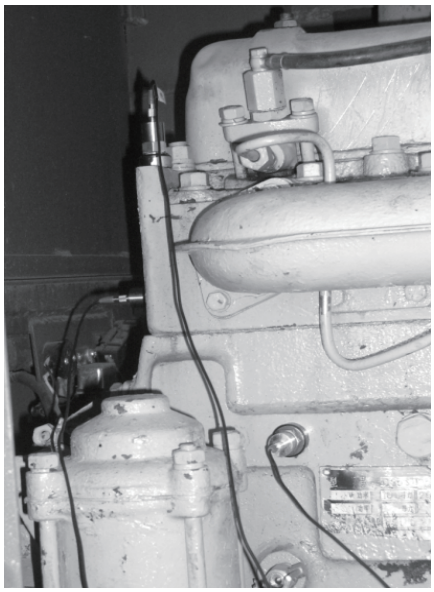
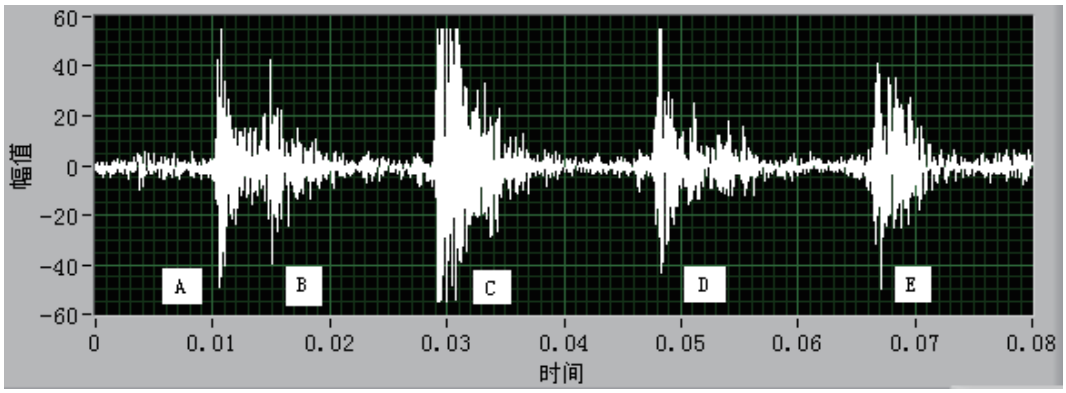
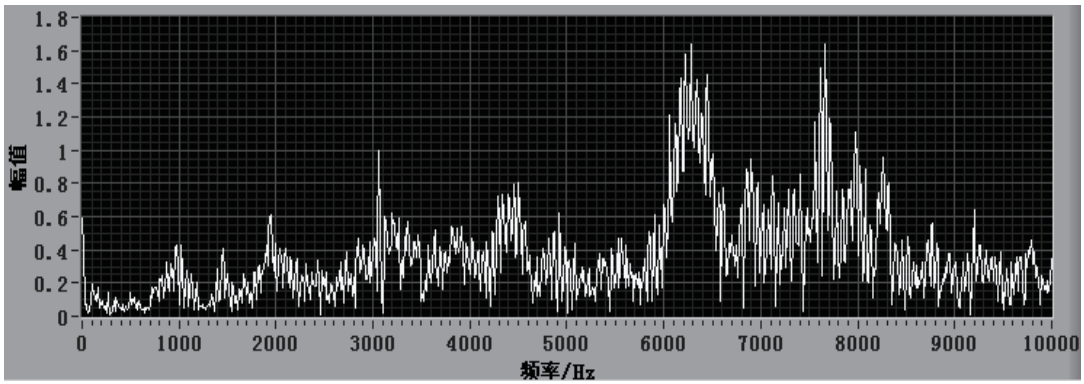


图 3　传感器安装位置图



（a） 时域信号



(b) 功率谱分析

图 4 4125 型柴油机最高速时的波形图

在上图中的 A、B、C、D、E 处为 4125 型柴油机在某时刻缸体振动测量结果。从图中能够清楚地看出波形大概分为四段，每段都包含了丰富的信息。在时域波形中应该包含油气混合体燃烧振动、排气阀门打开振动、排气门关闭振动、进气门阀关闭振动等主要振动信息。

总结：

本文研究了基于虚拟仪器的挖掘机的故障诊断系统，为维修和管理技术人员提供了一个故障检测的工具。

该系统具有集成化高、调试维护方便等特点，与传统设备相比节约了人力、物力，对挖掘机机状态检测和故障诊断有较高的实用价值。

基于 LabWindows/CVI 的应答器实验平台时间与里程基准模块研究

作者： 张 菊
指导教师：赵会兵
学校：北京交通大学

介绍：

应答器是中国列车控制系统 CTCS（China Train Control System）中用于车－地信息传输的关键设备。应答器实验平台的建立为实现应答器关键技术自主研发以及多厂商产品兼容性测试与认证提供条件，有着重要的现实意义，时间与里程基准模块（LTOM）是应答器实验平台的重要组成部分，本文针对欧洲应答器测试规范的测试需求，基于 LabWindows/CVI 和 NI PCI-6251 数据采集卡完成了应答器实验平台时间与里程基准模块的研究，并在此基础上，进行了软件的相关测试。

使用的产品：

LabWindows/CVI 7.1
NI PCI 6251 数据采集卡

应用方案：

西方国家已经建立了关于 EUROBALISE 统一的标准，且在西班牙实验室建立了面向认证的测试环境。轨道交通控制与安全重点实验室（北京交通大学）在国内率先建设了应答器测试环境，但尚需完善。应答器测试系统由多个功能模块组成，LTOM（Laboratory Time and Odometer Module）是其重要组成部分之一，国内目前测试环境并没有严格按照应答器测试规范研制 LTOM。因此，开展 LTOM 的研究和开发工作，对于完善应答器测试环境有现实意义，也将为实现应答器关键技术的测试和应答器自主研发以及多厂商产品兼容性测试与认证提供条件。

本文针对欧洲应答器测试规范的测试需求，基于 LabWindows/CVI 和 NI PCI6251 数据采集卡完成了应答器实验平台时间与里程基准模块软件的编程工作并进行了软件的相关测试和初步使用。

1. 根据欧洲应答器测试规范（Subset 085）的测试需求，针对实验室时间与里程基准模块 LTOM 的功能需求完成了总体设计；
2. 运用 NI 公司的虚拟仪器开发环境 LabWindows/CVI 和 PCI-6251 数据采集卡，完成了实验室时间与里程基准模块 LTOM 的详细设计与实现；
3. 基于 NI 公司的 PCI-6251 数据采集卡实现精确定时与里程同步；
4. 研究 LTOM 与其他子系统的接口及其信息传递，并进行软件测试。

软件总体设计框图如图 1：

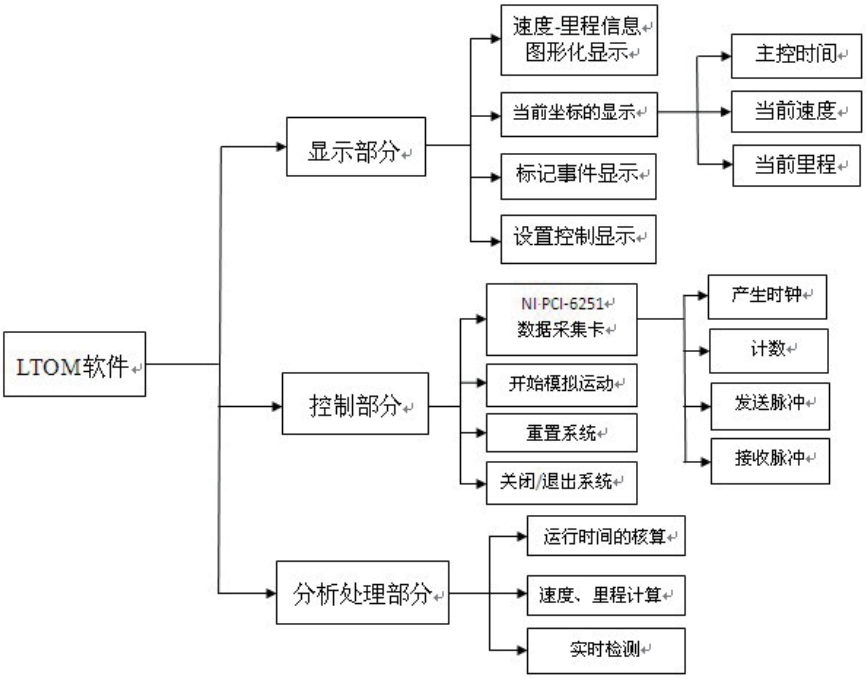


图 1 软件总体设计框图

软件用户界面如图 2：

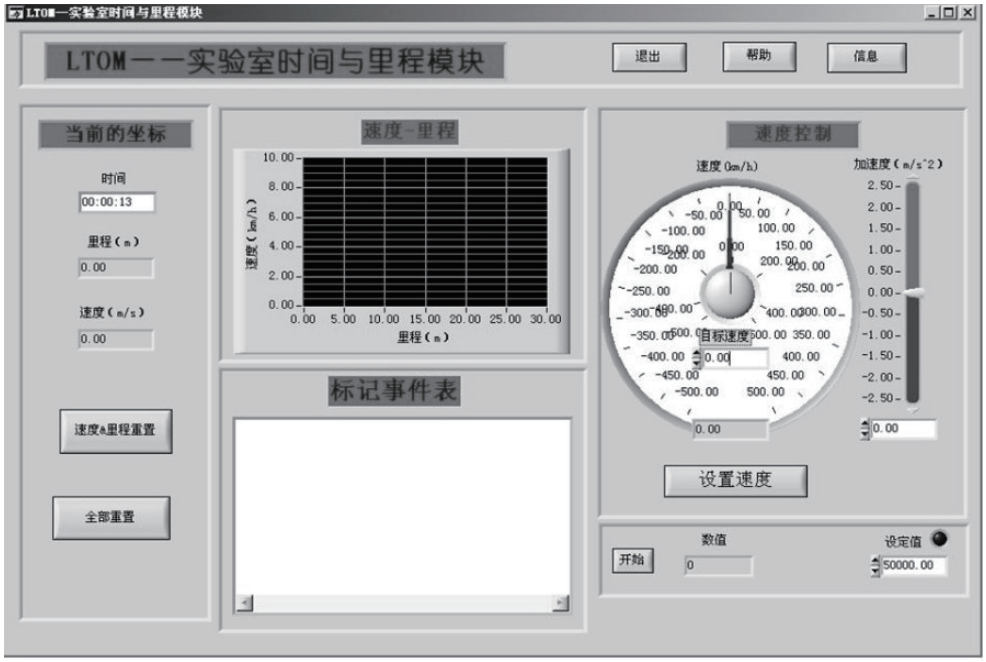


图 2 用户界面图

总结：

1、 整个软件设计采用先进的虚拟仪器技术，系统性价比高；系统界面友好，可操作性强；该系统能实现 Unisig Subset 085 技术规范对于 LTOM 规定的部分相关功能，并进行了软件的相关测试，满足 Unisig Subset 085 的相关性能要求，能用于实际平台的使用：

1） 此 LTOM 系统可以实现本地控制：通过操作者依靠人机接口对它的基本操作进行控制，实现速度和里程重置、全部重置；

2） 完成当前主控时间的正确显示；

3） LTOM 根据定义的速度/加速度模式模拟天线运动，根据当前模拟运动的状态对当前时间和里程坐标进行估计，提供准确的时间、里程、速度信息，这些信息按规定的格式周期性地发送到接口 V2 中；

4） 当天线到达一个相当精确的仿真位置时，实现基于精确里程的触发 RSG_1，来启动查询应答器上行链路动态信号的实时仿真；

5） 在查询应答器组仿真的过程中，LTOM 读取由 RSG_1 相应于每一个仿真的查询应答器的中心而产生的标记脉冲（查询应答器中心标记），通过 NI PCI-6251 数据采集卡实现精确定时与里程同步，用精确的时间和里程值对查询应答器中心进行标记。

2、 本软件具有如下几个方面特点：

1）软件设计采用先进的虚拟仪器技术，系统性价比高、系统界面友好、可操作性强；

2）该系统完全按照 Unisig Subset 085 技术规范设计完成，理论依据成熟，能更好的与其他系统实现交互结合使用；

3）软件是基于实验室已有应答器测试环境的条件和需求进行开发的，实用性强。

基于 LabVIEW 的量子保密通信研究

作者：周武林
指导教师：黄春晖
学校：福州大学

介绍：

在当今的信息时代，信息传输安全性对个人、国家、甚至整个世界意义重大。量子保密通信是依据 Heisenberg 海森堡测不准原理和量子不可克隆原理保证了信息传送的绝对安全。

本课题以连续变量相干光通信系统为研究方向，设计了用于研究连续变量相干光高斯随机数编码方案的系统平台，基于 NI 采集卡和虚拟仪器技术，对系统各个模块进行控制；实现了高斯随机数幅度、相位和联合编码的发送与检测。

使用的产品：

软件：LabVIEW 2009、LabVIEW PID Control Toolkit、DAQmx8.9、Advanced Signal Processing Toolkit
硬件：采集卡 PCI-6111/PCI-6111E BNC2110、幅度调制器 Newfocus model 4101M/model 3363B、相位调制器 Newfocus model 4002M/model 3211、激光器 LDI-800/SDL 5412、压电陶瓷PZT miniPiA 101、声光调制器 MT80/MCS-1NOT

应用方案:

以量子保密通信为研究对象，设计连续变量相干光的系统平台，利用 PCI 6111/6111E 采集卡对系统各个模块进行控制实现了：

（1） 压电陶瓷特性曲线测试、PID 控制 PZT 相位锁定
（2） 幅度调制器 AM 特性曲线测试
（3） 相位调制器 PM 特性曲线测试
（4） 离散高斯随机数生成
（5） 电光振幅、相位和联合高斯调制
（6） 零差相干光数据采集
（7） 信息同步发送与数据同步采集、数据显示和分析

针对连续变量相干光系统平台（如下图 1、2 所示），采用控制流程方案如图 3 所示，应用 PCI6111/6111E 及 LabVIEW 软件设计了软件界面（如下图 4），实现高斯随机数编码方案。

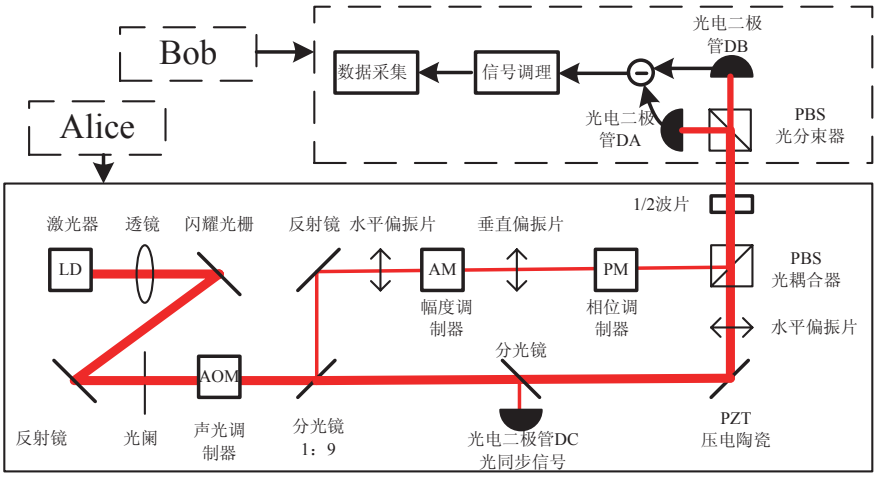


图 1 系统框图

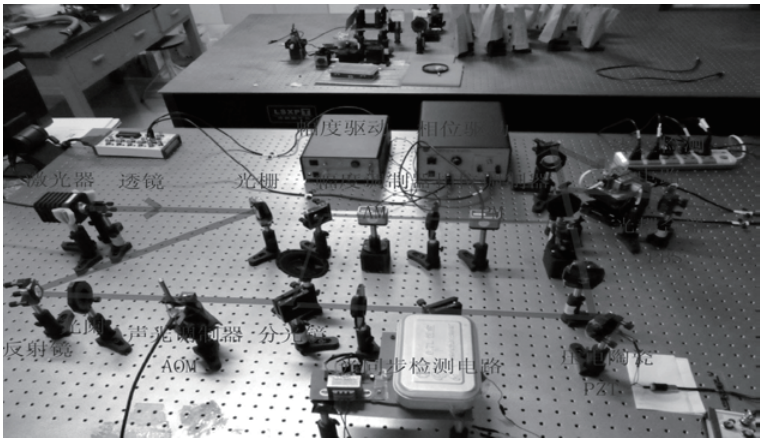


图 2 光路平台

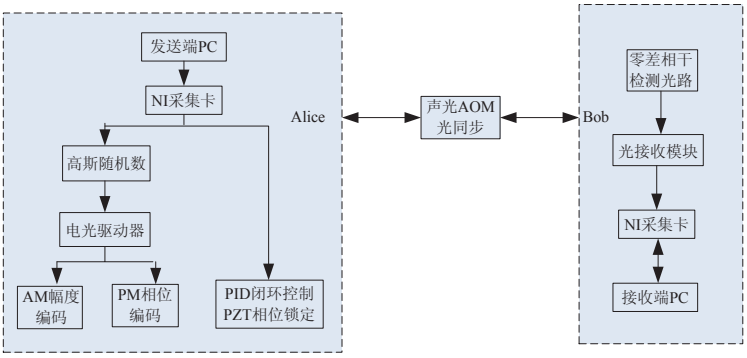


图 3 控制流程图

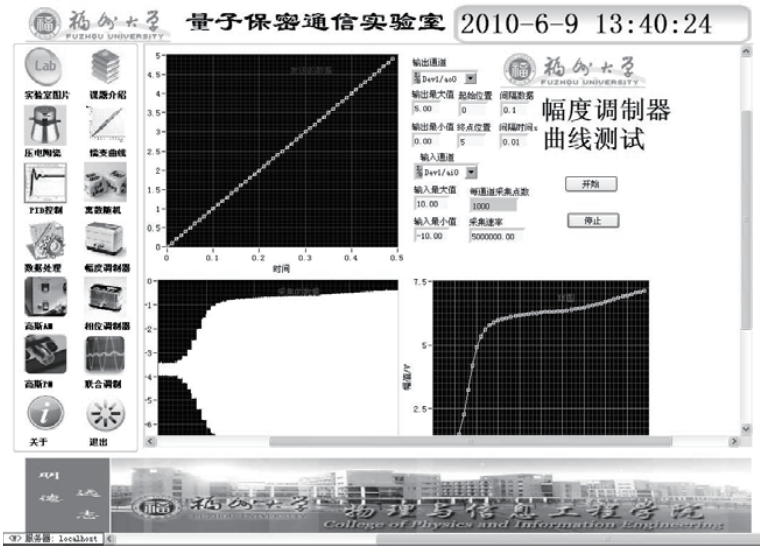


图 4 系统界面

结论：

用 LabVIEW 实现数据采集、显示和分析,具有简单、易用的特点,其模块化开发方法可实现用其他编程语言经过复杂编程才能实现的功能,大大减轻工作量。

本文设计了用于研究连续变量相干光高斯随机数编码方案的系统平台，主要研究了高斯随机数编码信息发送与检测，更深入了解基于振幅、相位调制实现量子信息发送过程和零差相干检测法。

光纤傅里叶变换光谱仪 LabVIEW 软件设计及应用

作者：陈明星
指导教师：王 安
学校：中科院安徽光学精密机械研究所

介绍：

光纤傅里叶变换光谱仪(Fiber Fourier Transform Spectrometer, FFTS)采用全光纤干涉仪代替传统干涉仪具有抗电磁干扰、小型化、扫描速度快、高波数精度和高分辨率等优点。光谱测量与分析软件是光谱仪的关键部分之一，其设计的优劣直接影响到光谱仪的测量精度。基于 LabVIEW 软件数据流和模块化的编程思想及其具有很强的数据采集和信号处理能力，利用 LabVIEW 软件开发了一套光纤傅里叶变换光谱测量系统。完成了 FFTS 干涉图数据连续采集、截取与处理的 LabVIEW 软件功能模块和界面设计，实现了光谱测量。将该系统应用于 ASE 光源、FP 激光器和 DFB 激光器三种类型光源光谱测量，取得了很好的效果。

使用的产品：

LabVIEW 8.6

应用方案：

FFTS 系统结构原理图如图 1 所示。参考光和测试光分别从干涉仪的两侧输入，经过光纤 Mach-Zehnder 干涉仪，分别从两侧输出，再分别经过铟镓砷光电探测器 PD1 与 PD2 转化为电信号，经放大后由 PCI 9118 数据采集卡进行 A/D 转换为数字信号，送入计算机运用 LabVIEW 软件实现干涉信号采集、显示与处理。FFTS 系统结构实物图如图 2 所示。

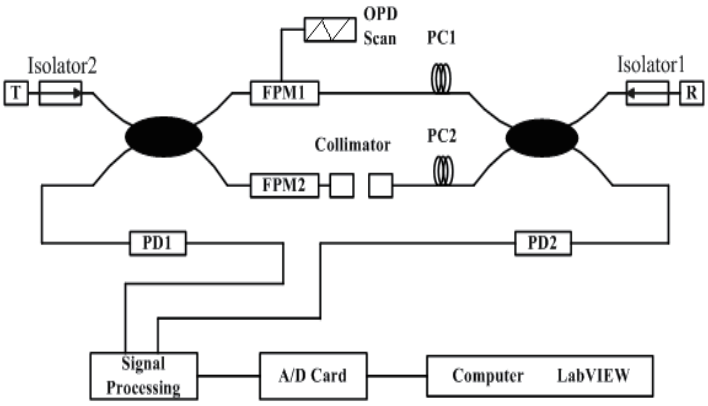


图 1　FFTS 系统结构原理图

图 2　FFTS 系统结构实物图

基于 LabVIEW 的光纤傅里叶变换光谱测量系统软件前面板截图如图 3 所示。整个界面由功能区、采集信息区、信号处理区、光谱信息区及干涉图和光谱图显示区组成。考虑到人们从左到右阅读思维习惯和右手操作的动作习惯，将干涉图和光谱图显示波形图置于左侧，功能区域和数字区位于整个界面的右半部分。

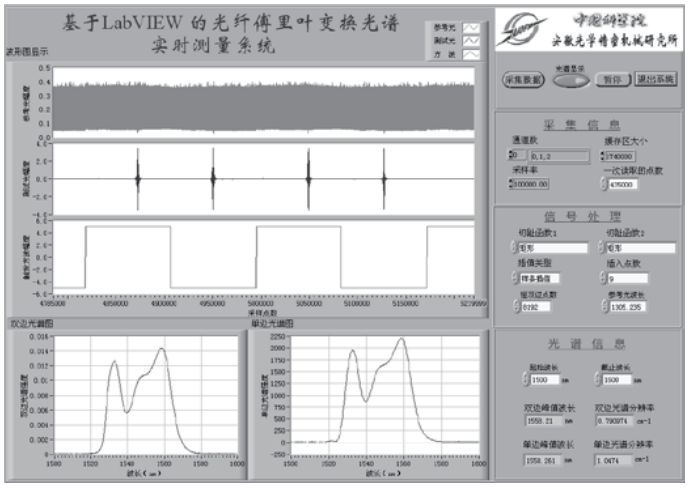


图 3 光纤傅里叶变换光谱测量系统软件前面板截图

为了检验 FFTS 系统光谱测量的全面性和可靠性，不仅对宽带 ASE 光源光谱进行测量，而且还测量了中心波长为 1528 nm 的多纵模 FP 激光及中心波长为 1575 nm 的 DFB 半导体激光光谱。其中图 4(a)为 FP 激光干涉图，图 4(b) 是由图 4(a)变换得到的光谱图；图 5(a)为 DFB 激光干涉图，图 5(b) 是由图 5(a)变换得到的光谱图。从以上图中可以看出，干涉图如图 4(a)、5(a) 具有很高的信噪比，光谱图如图 4(b)、5(b)具有很高的信噪比和精确度。

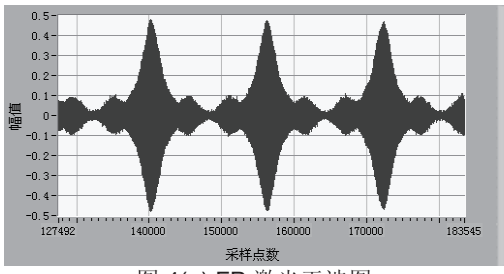


图 4(a) FP 激光干涉图

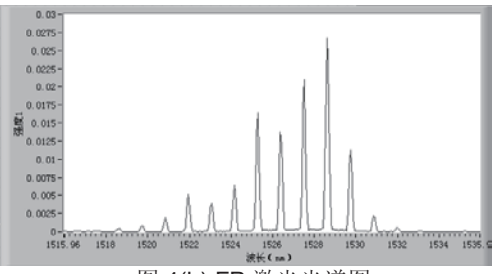


图 4(b) FP 激光光谱图

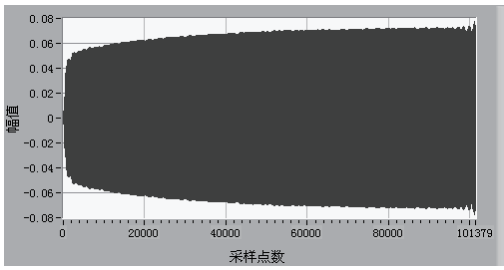


图 5(a) DFB 激光干涉图

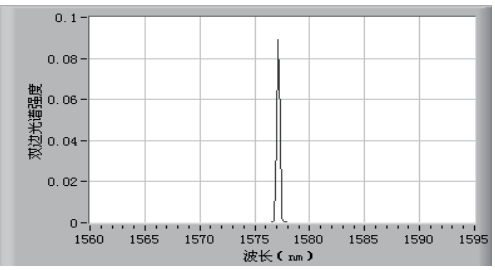


图 5(b) DFB 激光光谱图

总结：

本文将结构紧凑、性能稳定的光纤傅里叶变换光谱仪与虚拟仪器兼容性强、功能丰富、扩展性强的特点结合在一起，使用图形化系统设计环境 LabVIEW 设计了一套功能全面、界面友好、操作简单的光谱测量系统。本文旨在从傅里叶变换光谱原理与干涉图数据处理技术入手，结合 LabVIEW 软件在数据采集和信号处理方面的优势，利用虚拟仪器技术构建了光谱测量系统，并将该测量系统应用于光宽带 ASE 光源、DFB 激光及 FP 激光光谱的测量，取得了很好的效果。LabVIEW 软件在信号处理方面具有很强的优势且在光电检测领域具有广阔的应用前景。

基于 LabVIEW 的动态阻尼参数辨识系统的开发研究

作者： 崔 杰
指导教师：赖 汝
学校：北京理工大学

介绍：

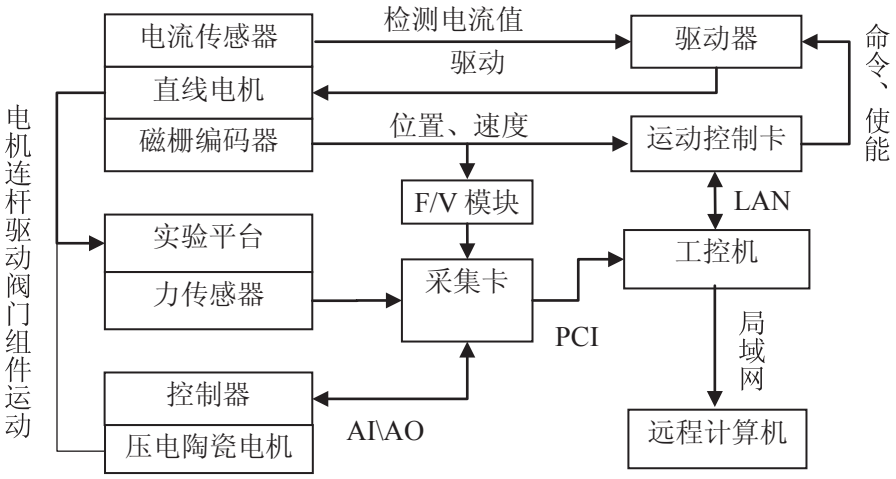
本论文开发研究了一套模拟航天活塞实际工况的实验平台，通过测量并采集活塞实际工作状态下的各种参数数据，建立相应的数学模型并通过参数辨识算法求取动态阻尼系数。硬件部分本文选择使用力传感器、磁栅传感器等多种传感器和数据采集卡来实现参数的测量及数据的采集保存。软件部分则通过 LabVIEW 设计了整套动态阻尼测试系统，其中包括基于 SQL Server 的密码登录系统设计，基于 ActiveX 的宏微动电机控制系统设计，利用 PCI 采集卡实现多路模拟量信号采集跟模拟信号输出设计，与 SQL Server 互连实现采集数据文件的数据库管理设计，还包括基于 DataSocket 的网络测控通信的设计，对采集数据进行滤波、拟合等预处理算法的设计以及阻尼参数辨识算法的设计等。

使用的产品：

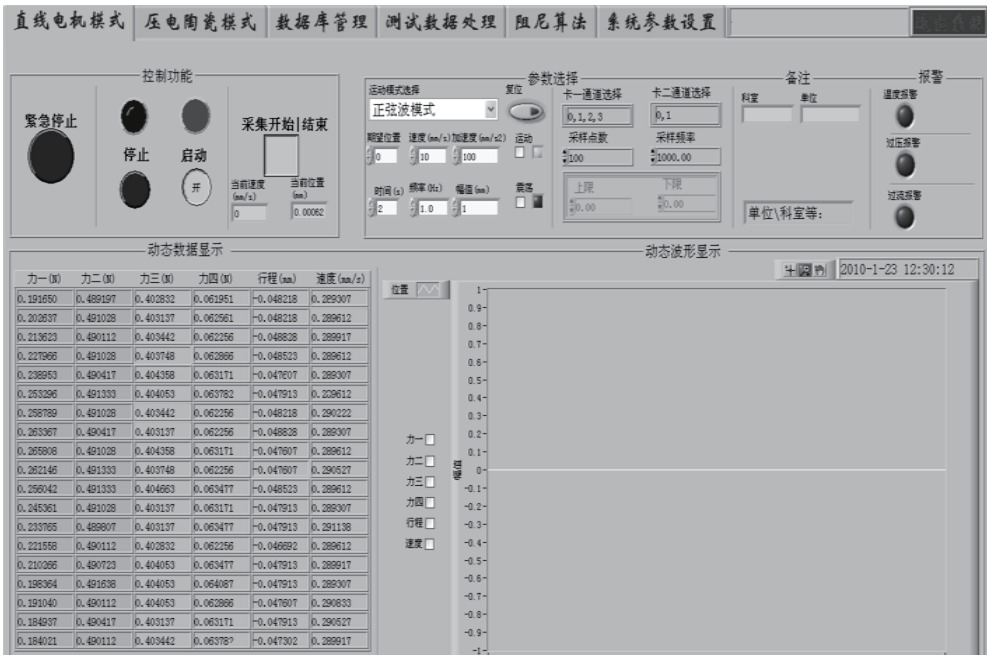
软件：LabVIEW8.2；LabVIEW LabSQL ADO functions
硬件：NI PCI-6229；工控机

应用方案：

阻尼测量实验系统的组成结构框图如下图所示。其中，硬件部分主要有用作实验平台活塞组件驱动的直线电机和压电陶瓷电机，用来控制直线电机的驱动器和运动控制卡，用来控制压电陶瓷电机的压电陶瓷控制器，安装在实验平台上用来测量摩擦力的力传感器，用来采集摩擦力信号和直线电机速度信号并且提供给压电陶瓷控制器模拟信号的采集卡，以及用来给直线电机和压电陶瓷电机发送指令、从采集卡中读取数据的工控机，还有用来进行远程测控的远程计算机。软件部分主要安装在工控机上用来进行控制指令的发送，采集数据的实时图像显示、存储、分析以及管理测试项目，并且实现与远程计算机的通信等。



其采集控制界面如下图所示。控制功能框主要实现电机的开启关闭以及数据的采集和停止功能。参数选择框主要实现电机运动模式及运动参数的设置以及采样频率、采集卡通道等的设置。备注信息框主要为操作员输入本次采集的相关信息，报警框主要是采集数据报警，当传感器硬件损坏时能够及时察觉。动态数据及图形显示主要是以动态数据和波形的形式实时显示采集的相关信息，图形显示可以根据复选框有选择性的进行曲线显示。



总结：

本文课题内容涉及了虚拟仪器技术、运动控制技术、传感器技术、数据采集技术以及诸多 LabVIEW 编程技巧。项目验收证明，本测试系统具有较高的稳定性，测试软件具有界面简洁，操作简单，人机交互能力强的特点。本文主要创新点如下：

（1）将虚拟仪器扩展到电机控制领域，利用 ActiveX 技术可以很方便的实现不同电机，不同外部设备的控制。 利用采集卡采集多种传感器信号并对测量数据和测量信息进行了存储。实现了电机控制跟数据采集的同步进行以及预设时间控制。并充分利用了数据采集卡的信号采集和模拟量输出功能。

（2）充分利用了 LabVIEW 外部接口能力，实现了与 SQL Server 数据库的连接等，使文件管理更加方便，算法计算更为快捷。

（3）采用了事件触发结构、队列技术，动态载入子 VI 技术，状态机技术等 LabVIEW 编程技巧，解决了各用户界面及模块之间的切换，节省了系统的内存，避免了系统崩溃。此外还利用各种全局变量、局部变量实现了模块之间和相同模块内部信息的传递。

（4）整个测量软件包括密码登录系统，电机控制部分，传感器数据采集部分，数据拟合、滤波等预处理部分，数据库管理部分，阻尼参数辨识算法部分，这几大部分的有效结合使系统具有很强的移植性。

智能病房监控系统设计

作者：丁冠宇
指导教师：刘蕴红
学校：大连理工大学

介绍：

和传统医疗相比，远程医疗监控具有很多优势，很多重要的具有低频率特点的生理指标（如脉搏，体温，血压）等都可以通过基础电路进行 AD 转换，将数据传输给上位机以进行分析和预警。本设计主要以 AVR 单片机为下位机通过 PTR2000 无线通信芯片实现对病人心电信号的无线发送，并且在由 PC 机和 LabVIEW 软件组成的上位机中实现了心电信号的小波滤噪以及特征值的时域频域分析。所提供的 RR 峰值间隔信息可以为远程监护病人心电情况提供依据。

使用的产品：

LabVIEW 2009
Advanced Signal Processing Toolkit

应用方案：

整个系统分为硬件设计软件设计两个部分。

在硬件设计中由于心电信号的采集电路对线材要求较高，采取了将 MIT-BIH 生理信号库中的心电信号存储在 U 盘中，再通过 CH375 U 盘读取模块由单片机控制读取心电信号以间接的解决心电数据的信号源问题。有了心电模数转换数据之后，本设计硬件部分集中在数据的无线准确传输上。最终组成了由移动存储设备 U 盘、CH375 模块，AVR atmega32 单片机和 PTR2000 通信模块组成的心电数据无线发送平台。接收部分由 PTR2000 通信模块以及 NI 串口 USB 口转接线以及 Max232 芯片构成

在软件系统的设计中，本设计主要集中在心电信号的存储、原始心电信号预处理、心电信号特征值的提取、以及对特征值的时域频域分析四个方面。

一：在心电信号的存储过程中由于 PTR2000 模块接收端在查询不到发送端时会自动产生乱码，为了克服乱码的产生需编写简易的通讯协议。在实际测试中证明是准确有效的（发送 30 分钟的测试心电数据没有误差）。接收到的心电数据存储为 LabVIEW 的 lvm 文件格式。这一部分的软件编程以及前面板工作状态下截图如下图所示：

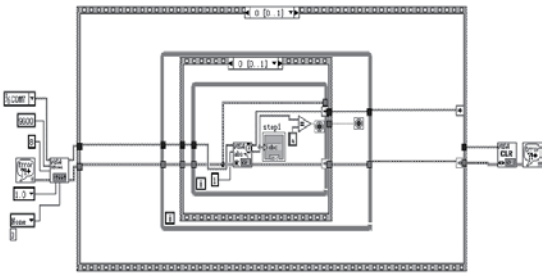


图 1 心电数据转换存储部分程序

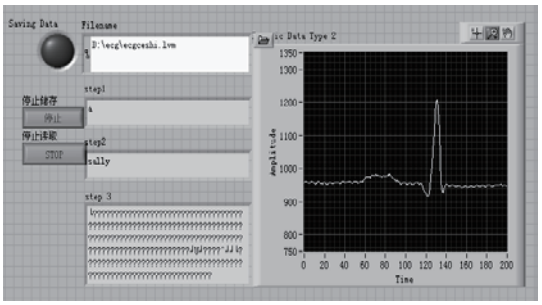


图 2 心电存储部分前面板工作图

二：在心电信号的滤噪过程中，采用了 NI 公司开发者园地推荐的小波滤噪方式，采用这种方式得到的处理信号能够在去除噪声的同时较多的保留原心电信号的细节。共分为滤除基准漂移以及滤除宽带噪声两个过程。从下图中可以明显看出心电信号的基准漂移现象得到了明显的抑制。

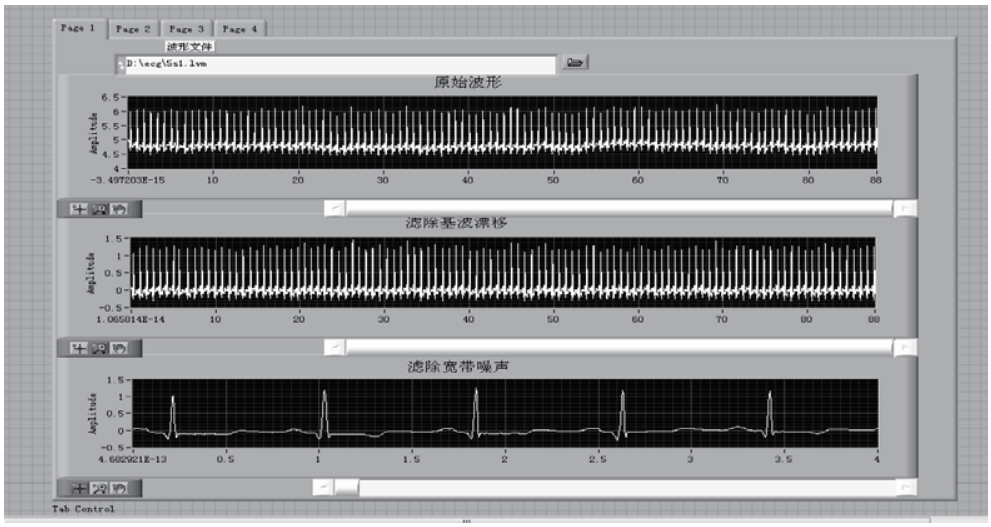


图 3 心电滤噪效果图

三：在心电信号特征值的提取过程中主要采用了 LabVIEW 信号处理工具包中的 WA Multiscale peak detection. vi 来实现。这个 VI 不仅能够测试波峰，还可根据阀值的设置以及探测目标的选择探测波谷。所探查到的波峰可存入数组进行相应的特征值的分析。由下图可见对 R 峰值的探测准确度是合乎要求的。

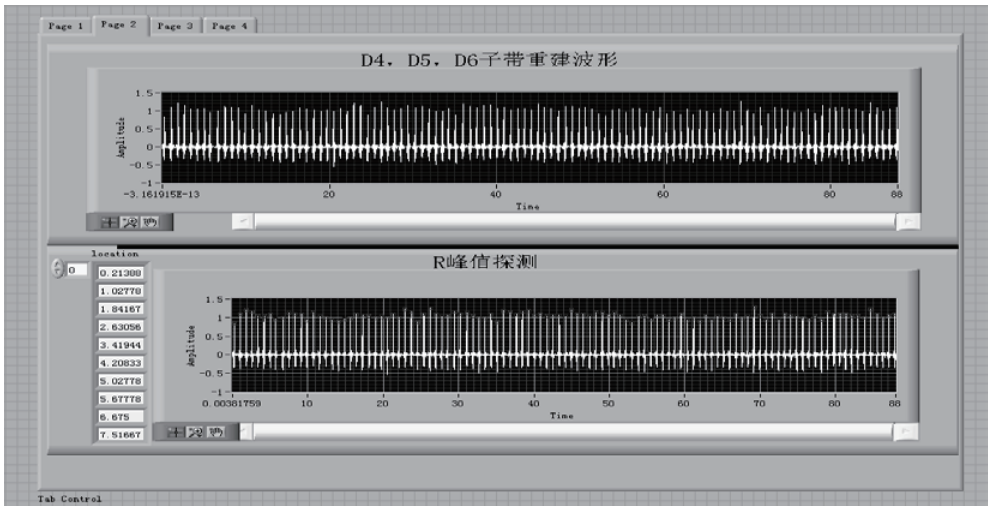


图 4 心电处理特征值提取效果图

四：在心电特征值的处理上，本设计利用 LabVIEW 提供的数学库中的 statistics VI 进行了时域分析，由于心电 RR 峰间隔信号是非均匀采样信号所以不能采用均匀采样 的傅立叶变换，故利用函数 Unevenly Sampled Signal Spectrum. vi 对 RR 峰间隔信号进行了频谱分析。时频域分析的结果如下图所示：

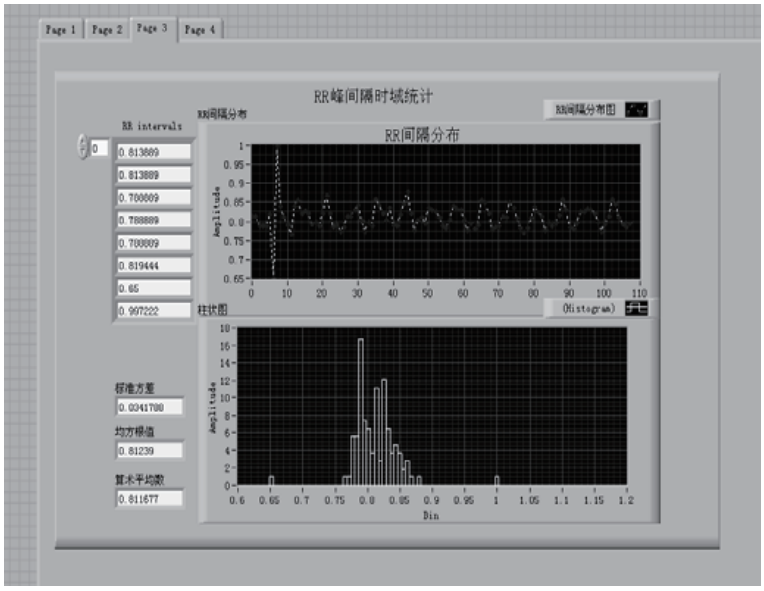


图 5 心电特征值时域分析图

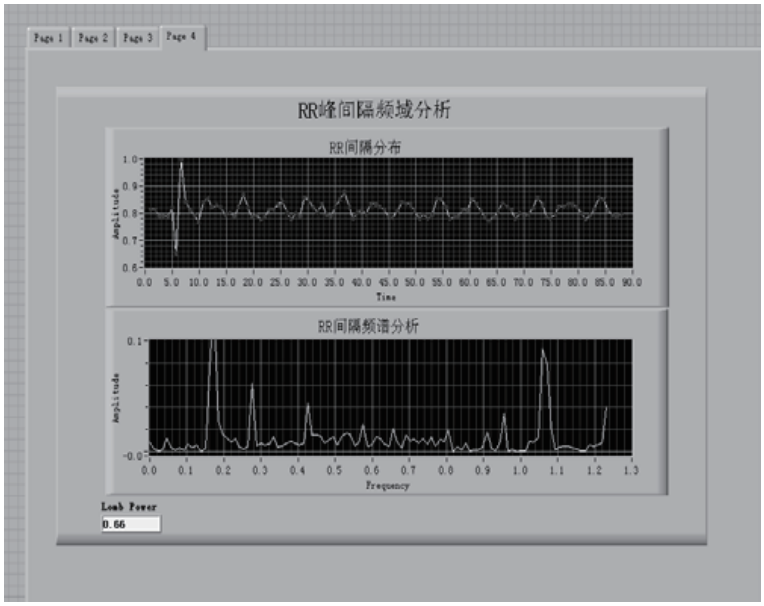


图 6 心电特征值频域分析图

总结：

本系统在实际运行中能够较好地实现心电数据读取传输以及滤波分析的要求，在整体功能的实现上已经完全达到了设计要求，形成了在智能病房范围内的心电护理功能，主要的创新点及功能如下：

（1）探索了心电信号无线传输的相关问题，取得了一定的研究成果。硬件系统具有升级空间，可以进行其它模拟量的探测以及转换。

（2）在上位机程序中对心电波形的滤噪采用了 symlet8 小波滤噪的方法，取得了比传统的高通数字滤波器更好的滤噪效果。

（3）在上位机程序中完成了对心电数据特征值（R 峰位置及其间隔）的提取，所进行的时域频域分析结果可以为 HRV 心率变异分析提供材料，具有重要的医学意义。

基于 LabVIEW 的大型生活园区雨水净化处理系统

作者：郝喜龙　侯广宁　于安兴
指导教师：隋　涛
学校：山东科技大学

介绍：

雨水作为城市宝贵的淡水资源,随着可利用水资源的日趋紧张,以其成本低廉、处理方法简单等特点,日益受到人们重视。但是大量的雨水径流如果未加以利用就直接排放，不仅造成了水量的巨大浪费，同时也加大了城市排水设施的负担，出现“倒灌”的现象。因而对雨水加以适当处理，不仅可节约水源，还可减轻城市排水设施的负担。

本设计立足于城市大型工业园区或住宅区，如生产工业园、大学城、大型生活区等人口密集区域，基于虚拟仪器的设计思想及功能模块化的设计方法，以 PCI-6052 数据采集卡、诸类传感器及 PC 机为主要的硬件系统，LabVIEW 为软件系统，将雨水经过初雨抛弃、初步过滤、集中处理、消毒及深层过滤等步骤，其中，通过软硬件的结合，对集中处理这一主要步骤进行实时监控，对雨水的多个主要参数如 PH 值、COD 等进行检测及数据分析，建立相应的数据采集、显示和存储系统，以提高整个系统的自动化、智能化程度，增强其稳定性和可操作性通过雨水的分层收集，综合处理，最后实现雨水的分层应用，满足了人们日常生活中对水资源的不同层次的需求，实现了优化用水的目的。

使用的产品：

软件：LabVIEW 8.5
硬件：PCI-6052 数据采集卡

应用方案：

论文研究内容包括系统的结构、系统的功能实现以及软件编程。其中，系统的结构包括，根据生活园区的实际情况设计恰当的雨水净化处理处理步骤，如初雨抛弃、初步过滤、集中处理、消毒及深层过滤等。系统功能实现部分包括根据实际需求选取合适的传感器以及数据采集卡，解决它们之间的通信协议以及虚拟仪器的匹配问题。软件编程部分是通过利用 LabVIEW8.5 图形化编程语言及良好的用户界面构建软件平台，建立相应的数据采集、显示和存储系统，以提高整个系统的自动化、智能化程度，增强其稳定性和可操作性。

设计所需完成的功能有：

第一，在大量分析以往的雨水质量数据的基础上，针对雨水的来源和其洁净程度的不同，在初期分别采取了不用的处理措施，优化整个系统结构，同时减小后期集中处理的压力。

第二，在集中处理池中，放置多个传感器，对雨水的质量进行实时监测，经过 PCI-6052E 数据采集卡的数据传输，依托于 LabVIEW 强大的分析和处理数据功能，根据检测数据进行相应的操作，以确保雨水的质量。

第三，系统针对日常生活不同的用水需求，对经过净化的雨水进行分层运送，既优化了用水结构，节约了资源又减小了后期的处理压力。

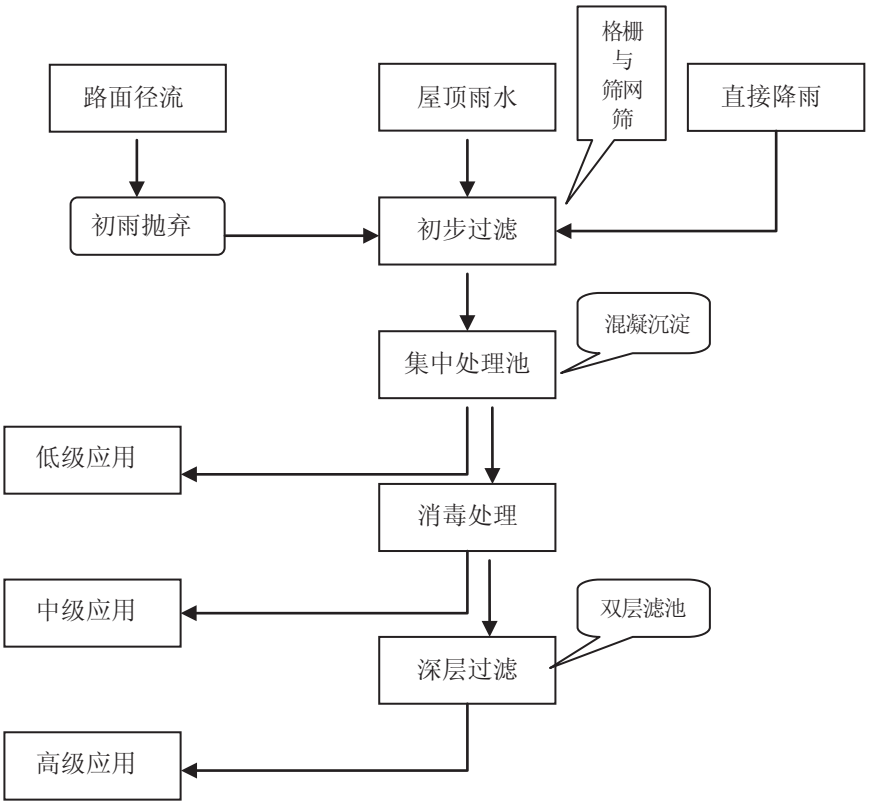


图 1 雨水净化处理系统简易流程图

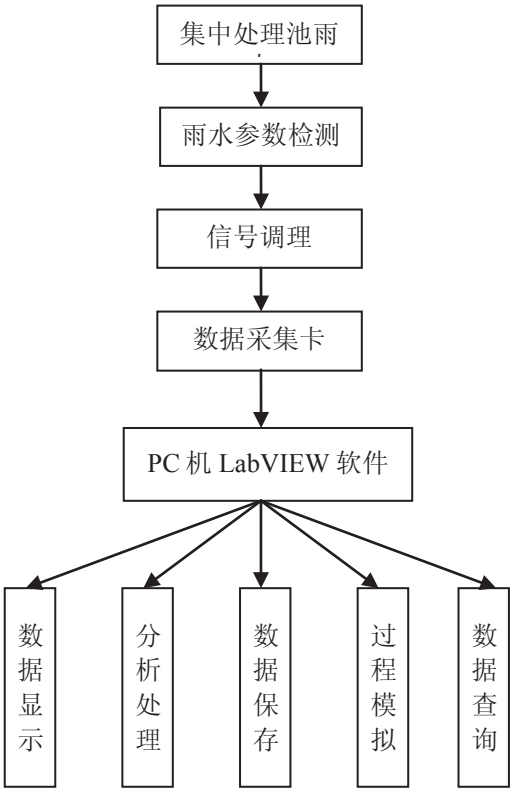


图 2 系统功能图

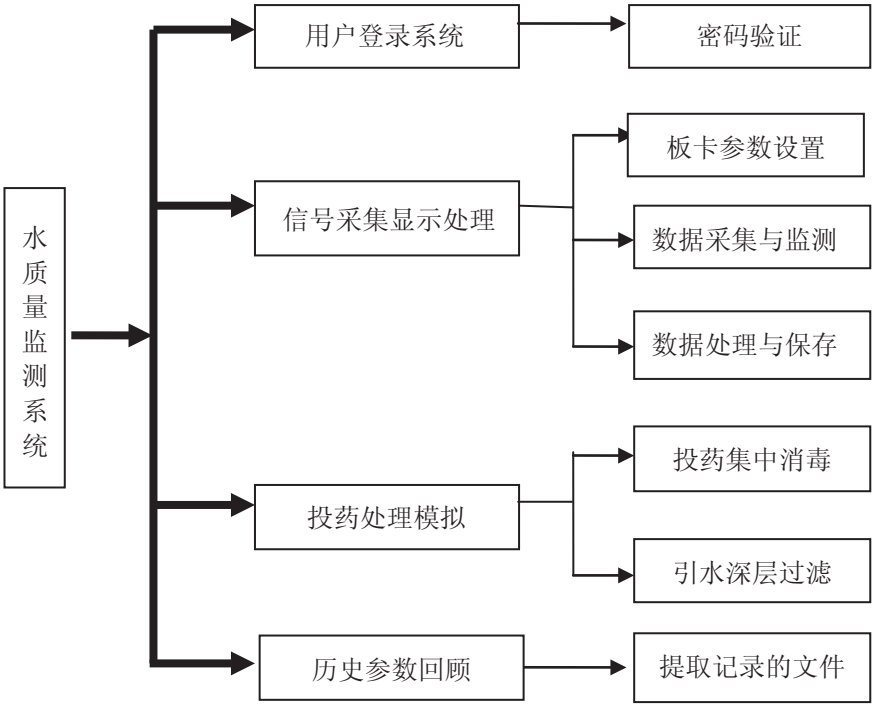


图 3 系统构成总体框图

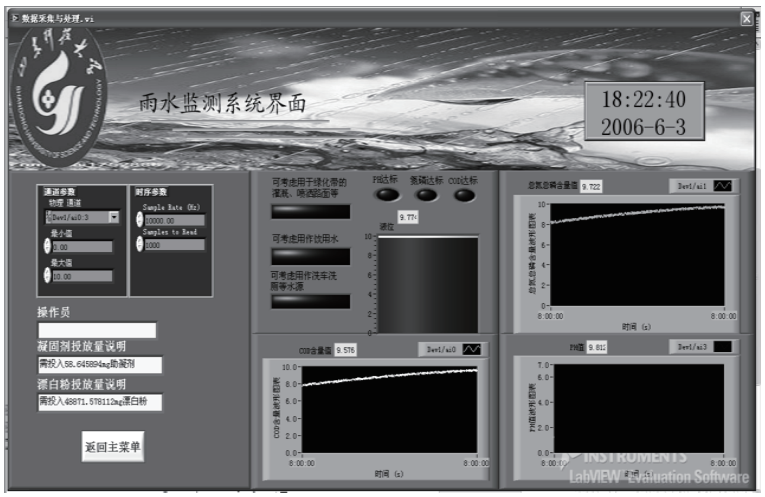


图 4 数据显示和处理前面板

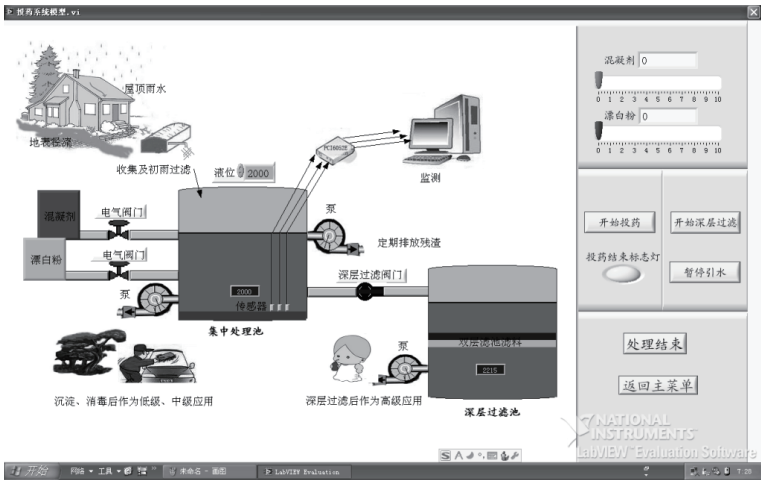


图 5 投药、处理过程模拟前面板

总结：

本设计区别于其他雨水净化处理系统的优势在于，我们引入了虚拟仪器的功能模块化设计方法和思路，其优势在于：

第一，大大的缩短了软件编程的时间。立足于模块化的设计方法和思想，我们可以构建良好的系统界面，相对于其他编程语言可节省 80%的时间。

第二，功能多样化。基于 LabVIEW 软件，鉴于其强大的检测和数据处理功能，提高了了系统的可靠性和准确性，使系统集检测、显示、数据分析与处理以及控制于一身的多功能系统。

第三，操作简易方便。系统良好的仪器面板控制软件即测试管理层提供了性能优越的用户界面，直观的显示和操作提示使得操作变得简单易懂。

自动变速器试验台的信号采集与测试系统的研究与设计

作者：黄邢陈

指导教师：何丹娅

学校：东南大学

介绍：

变速器作为汽车传动系统的重要组成部分，其性能的好坏在很大程度上决定了汽车的整体性能。自动变速器凭借其良好的操作性、换挡的平稳性减轻了驾驶员的劳动强度，提高了乘员的舒适性，已成为现代轿车配置变速器的主流。自动变速器在汽车上的大量装配必然对其性能检测与维修提出相应的要求，研究自动变速器性能测试技术对自动变速器的产品开发和对其的使用和维护具有重要意义。

本论文是利用虚拟仪器技术，在 LabVIEW 这一虚拟仪器的开发平台上探讨自动变速器性能测试的新思路。本文介绍了自动变速器的结构和原理及对其的性能测试方法，在此基础上对教学用自动变速器实验台进行二次开发，利用虚拟仪器技术对自动变速器实验台所采集的数据进行处理，并在 LabVIEW 平台上设计出了一套自动变速器的性能测试系统。

使用的产品：

LabVIEW 8.5

应用方案：

本系统的整体方案如图 1 所示、被测信号从自动变速器经硬件部分传送至 PC 机中的软件。软件中，LabVIEW 一方面对硬件中的数据采集卡进行参数设置，另一方面从数据采集卡中读取信号，包括数据信号和波形信号；对数据信号进行分析处理，可以得到节气门开度、发动机转速、电磁阀、档位信息、失速转速、油温和时滞时间，对波形信号分析可以得到发动机转速波形、车速波形；同时 LabVIEW 可以读入 PC 机中的标准换挡图，所有以上结果将完成失速实验、时滞实验、道路实验和道路仿真实验四个实验。最后，LabVIEW 还可以对实验中波形进行存储、回放，以便进一步分析。

在本论文中主要完成的是自动变速器性能测试系统中的软件部分，完成失速实验、时滞实验、道路实验和道路仿真实验。

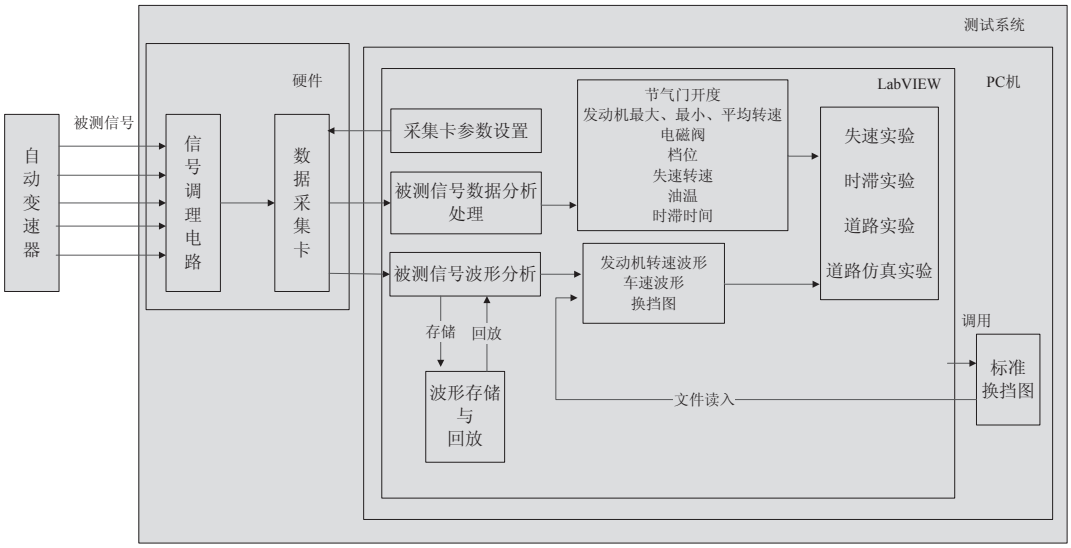


图 1 测试系统方案

程序主要采用状态机加事件的结构设计，共设计了四种状态：初始化、等待、运行和退出，其中程序的主体部分“运行”的程序如图 2。

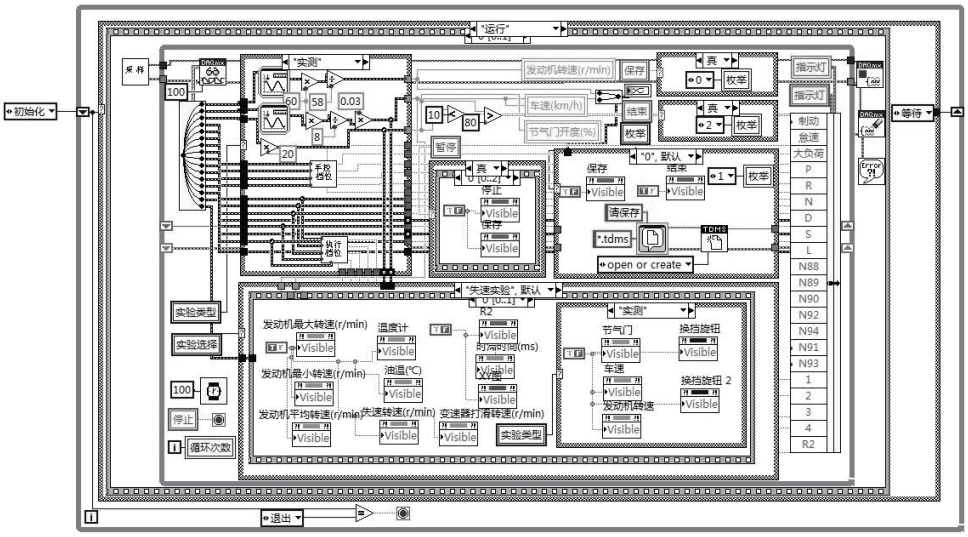


图 2 “运行”状态

总结：

本次毕业设计的主要任务是利用虚拟仪器技术对教学用自动变速器实验台进行二次开发，建立自动变速器性能测试体系，用 LabVIEW 这个软件对采集到的信号进行处理分析，实现对变速器进行实时监控，并测定其性能。

由于时间原因，系统可以进一步改进的有以下几点：第一，方案中输入信号过多，对硬件要求较高，应在此基础上改进信号输入方案减少输入信号通道；第二，在时滞实验中，根据档位灯信号来计算时滞时间有一定误差，因为档位灯亮起只说明信号传到了电磁阀并不表示档位已换上，更好的方案是判断变速器转速的变化率；第三，在道路实验中，当前节气门和车速点的颜色更改未能完成；第四，程序的优化和信号的后期处理还有有待进一步提高。

基于虚拟仪器的声音信号测量与识别

作者：康　静
指导教师：赵国忠
学校：首都师范大学

介绍：

本文利用 LabVIEW 程序设计，给出了一种基于虚拟仪器的声音信号测量与识别方法，在计算机中实现并分析了声音的采集、播放与识别，为 S-T 教学分析提供了一种简单的声音信号采集和分析方法。实践证明这是将虚拟仪器技术应用于课堂教学分析的一个极好的尝试。

使用的产品：

软件：LabVIEW 8.6 及其工具包；
硬件：计算机，声卡，麦克风，耳机或音箱。

应用方案：

1 声音识别方法简介

由于对课堂教学进行分析需要识别出教师的声音和学生的声音，所以本文需要对特定人的声音进行识别。具体声音识别方案如图 1 所示：

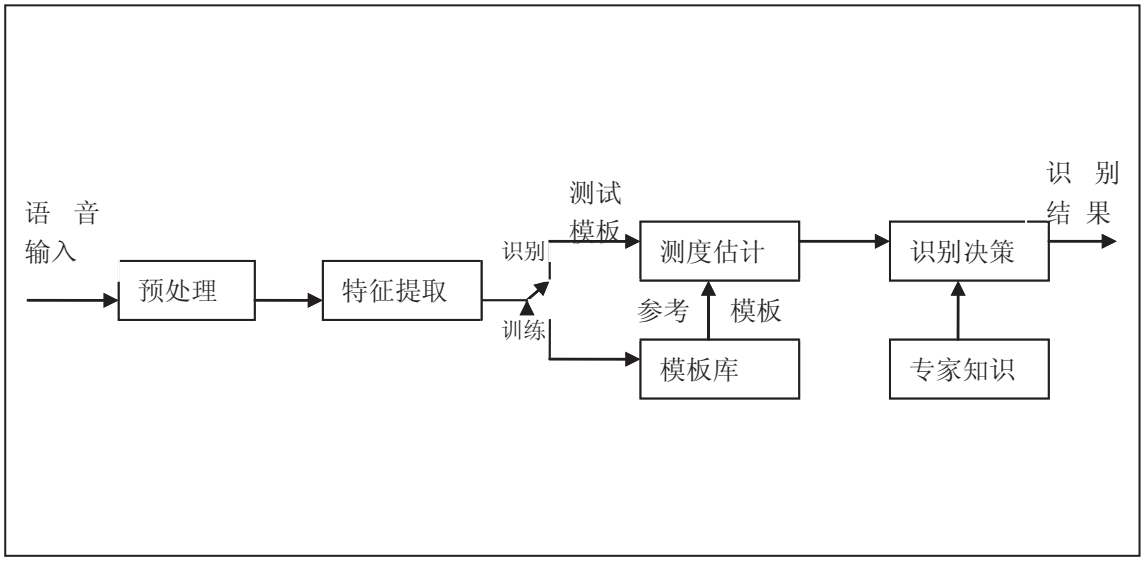


图 1 声音识别系统框图

根据图中所示，将待识别的声音进行预处理，然后进行特征提取，接下来将其与事先所录制的授课教师的声音（通过“训练””完成）进行匹配，，最后根据事先所指定的声音识别方法（专家知识）进行识别，最后将结果输出。

利用互相关函数，比较两个声音的相关性。通过一系列的实验我们发现：如果是同一个人的声音，则这两个声音的最大索引值（两个声音进行互相关时峰值所对应的横轴坐标）在一定的范围内。如果是两个不同人的声音，则这两个声音的最大索引值与同一个人声音的最大索引值相差很多。通过此种方法提取声音信号的特征参数，接下来生成测试模板，与参考模板进行匹配。如果索引值在一定的范围内，则可以确定是教师行为，反之则为学生行为。例如：

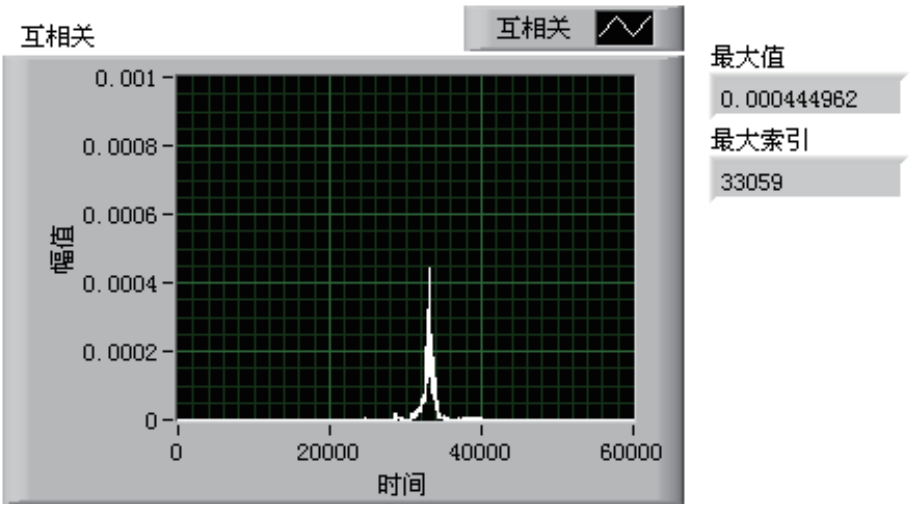


图 2.1 相同人声音互相关

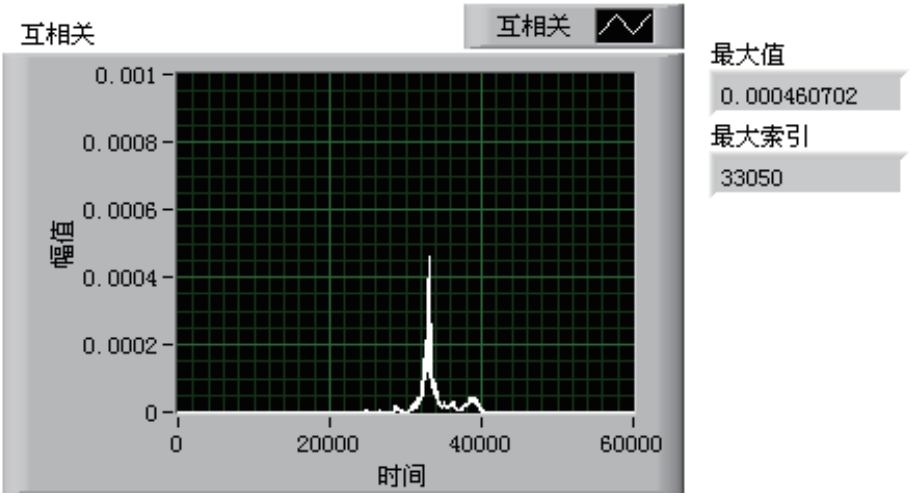


图 2.2 相同人声音互相关

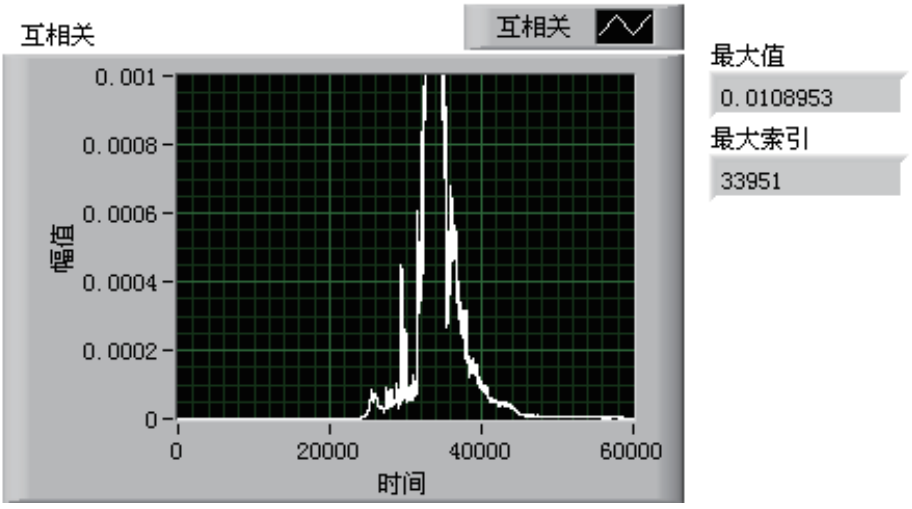


图 2.3 不同人声音互相关

2 实现方法

基于以上的方案，利用 LabVIEW 8.6 编写相应的程序对一堂课进行分析，将课堂中教师的声音和学生的声音区分开，根据一堂课中教师行为和学生行为所占比例判断出这堂课的性质。

2.1 S-T 分析法

S-T分析法[Student—Teacher分析法]，主要用于对教学过程的定量分析。它将教学结果以图形表示，使得教师可以采用可视化的方法对教学过程加以研讨，是一种有效的定量分析方法。具体包括数据采样，描绘S-T图，计算Rt-Ch值，通过Rt-Ch图进行教学模式分析。

2.1.1 数据采样

S—T分析法规定的课堂教学行为类别仅有T行为(教师行为)和S行为(学生行为)两类。T行为是指教师视觉的、听觉的信息传递行为，此外的所有行为都是S行为。

在数据采样时，通常以30秒作为时间间隔进行采样。这样一节50分钟的课，应该有100个数据样本。有时为了提高数据精度，可以缩短采样时间间隔，如15秒、10秒甚至3秒采样一次，随着采样间隔的缩短，数据量会加大。

2.1.2 描绘S-T图

以原点为教学的起始时刻，将测得的S、T数据顺序地在S轴、T轴上予以表示，直到教学结束，就得到S—T图。通过S-T图可以清晰地看出在教学全过程中教师行为、学生行为随时间变化的情况，以及师生在课堂中的交互状况。

2.1.3 Rt和Ch值的计算

Rt和Ch是S-T分析法中两个重要的参数，它们分别表示教师行为占有率和行为转换率。Rt值越高，表明课堂中教师活动越多。同理， Ch值越高，说明课堂中师生的对话与互动越多。

2.1.4 通过Rt-Ch图进行教学模式分析

由计算得到的Rt和Ch值可以得到Rt-Ch图，方法是将Rt和Ch值描绘在横轴为Rt、纵轴为Ch的平面上，将得到一个对应点。横轴Rt表示教师的讲授和演示，纵轴Ch表示教学中的对话和交互。考察两个轴的关联后，可以将教学划分为四种不同的教学模式：练习型、讲授型、对话型和混合型。其中，混合型也可以表述为我们经常使用的“探究型”。

2.2 程序编写

一堂课 40 分钟，每 10 秒采样一次，这样就可以得到 240 多个样本，利用所编写的程序对声音进行识别，最后根据 S-T 教学分析法绘制 S-T 教学分析图，通过此图可以判断课的讲授方法。程序框图和程序界面如图 3、4 所示：

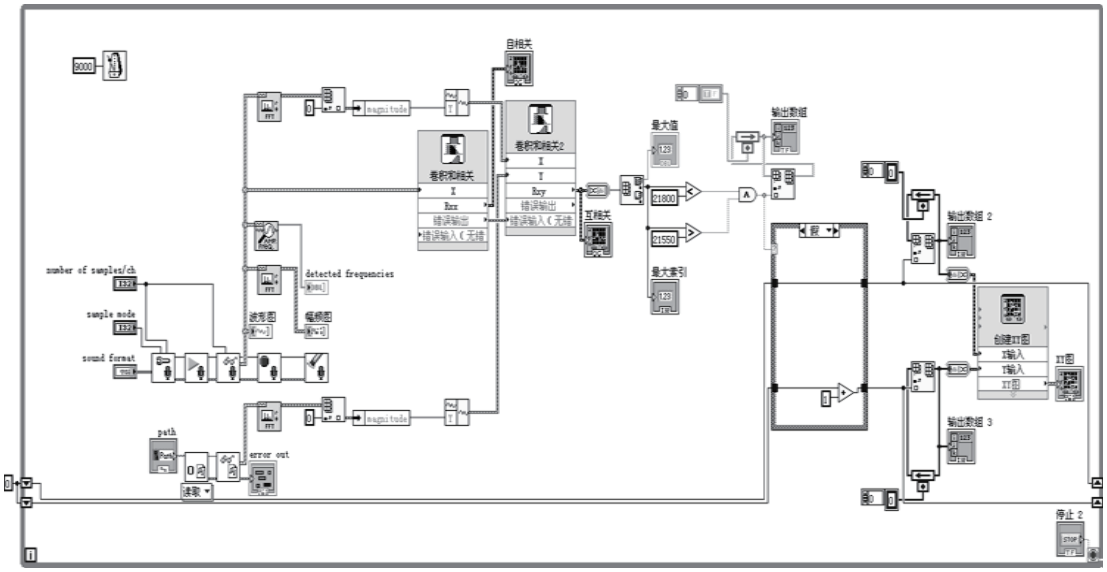


图 3 完整程序图

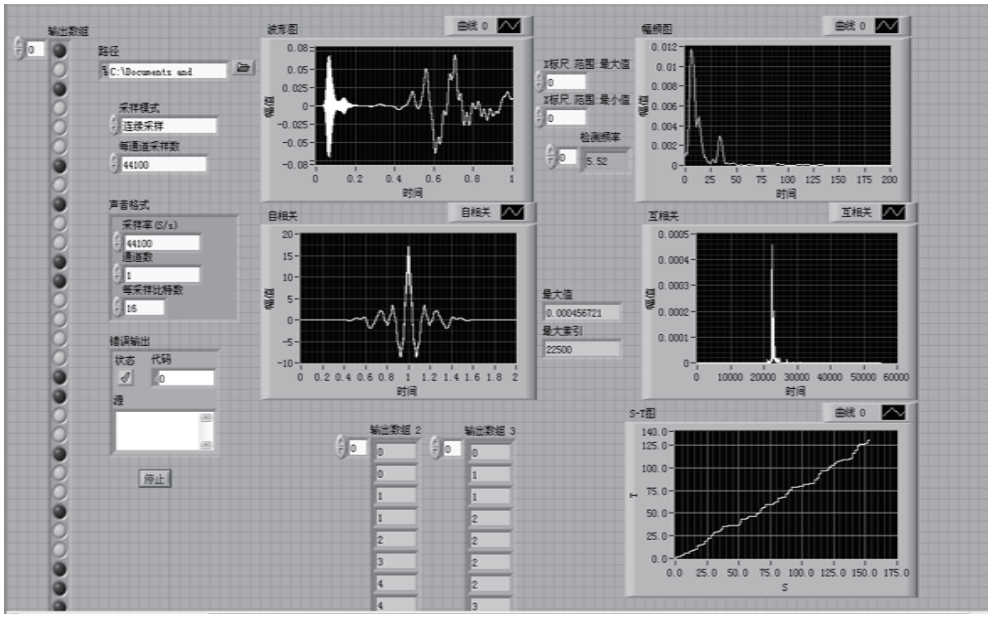


图 4　程序界面

总结：

本文利用 LabVIEW 技术，实现了声音信号的采集、测量，并通过提取互相关性进行识别。此声音识别系统的方式简便，界面友好，可以大大减少工作量，提高工作效率。

基于虚拟仪器的齿轮箱检测诊断系统开发

作者：李 鸿
指导教师：马怀祥
学校：石家庄铁道大学

介绍：

随着科学技术的不断进步，机械设备向着高性能、高效率、高自动化和高可靠性的方向发展。齿轮箱由于具有传动比固定、传动转矩大、结构紧凑等优点，常用于改变设备的转速和传递动力，是机械设备的一个重要组成部分，也是故障易于发生的一个部件，其运行状态对整机的工作性能有很大的影响。

本课题利用 LabVIEW 软件搭建了数据采集及分析平台，实现了使用 NI 硬件进行数据采集功能，研制了数据读取程序、数据分析处理程序，以及信号的 HHT 分析程序等，为后续的故障诊断提供了正确的分析数据，使提高诊断率成为可能。经过试验验证 HHT 分析方法是齿轮故障中高效的诊断方法。

使用的产品：

LabVIEW 8.6
LabVIEW 报表生成工具包
NI 便携式数据采集产品 CompactDAQ

应用方案：

故障诊断根据信号处理和分析的结果，运用识别理论、人工智能、专家系统等理论和技术，判断设备是否有故障(异常)或故障(异常)的原因并给出解决办法的过程。本系统的故障诊断流程示意图如图 1 所示。

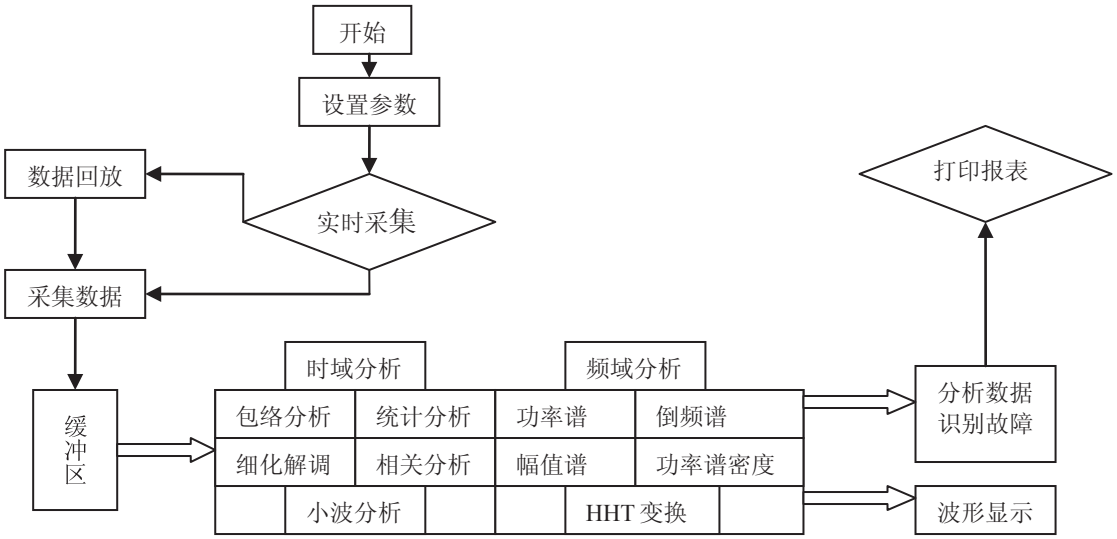


图 1 故障诊断示意图

本系统包含了数据采集模块，小波分析、细化解调、希尔伯特-黄变换（HHT 变换）等数据分析方法的实现模块，数据保存模块。

数据采集模块要完成采集数据、记录数据和回放历史数据等功能。在采集数据前，首先要设置采集参数，包括选择传感器类型、设置采集卡通道数、设置采集频率、采样长度等。然后将采集的数据存档为文件。

信号处理模块包括时域分析与频域分析。时域分析中有包络分析、统计分析、细化解调分析、相关分析、小波分析。频域分析包括常见的功率谱分析和功率谱密度分析、倒频谱分析、希尔伯特黄变换（HHT 变换）分析。部分程序框图如图 3 所示。

其中，HHT 算法如图 2 所示。

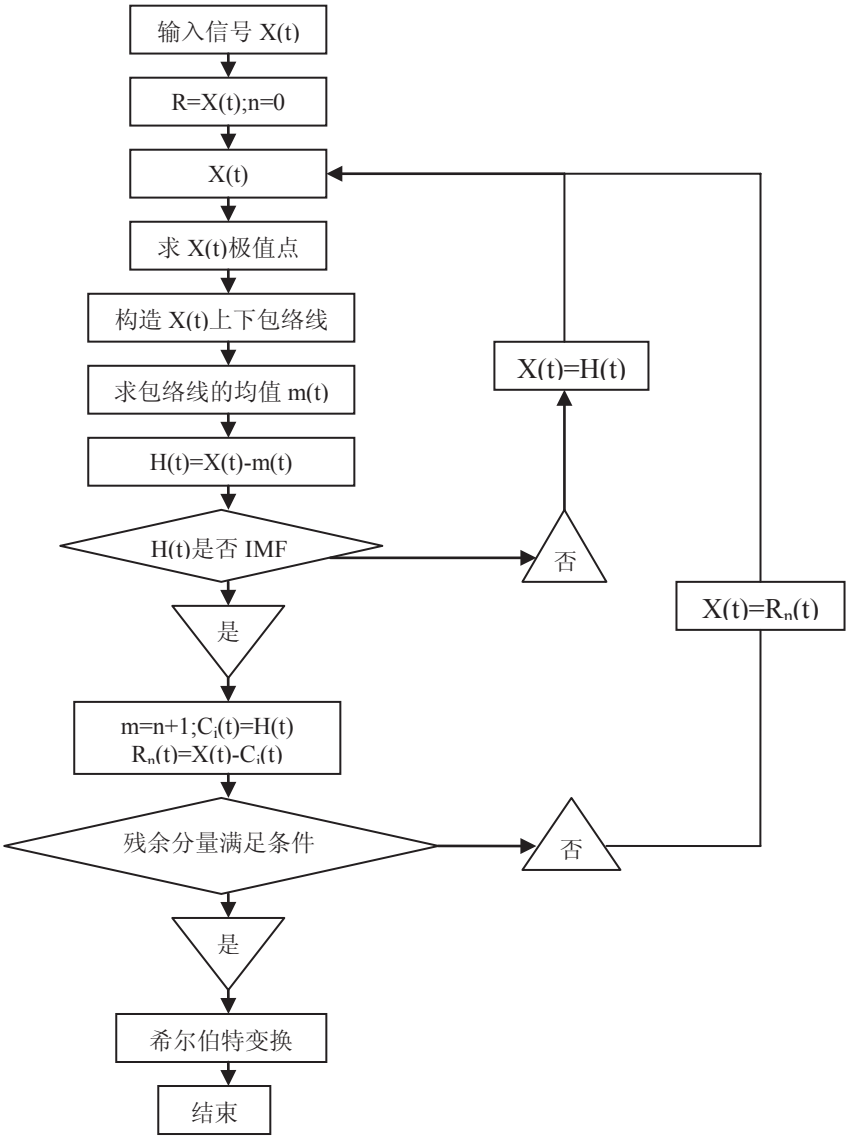
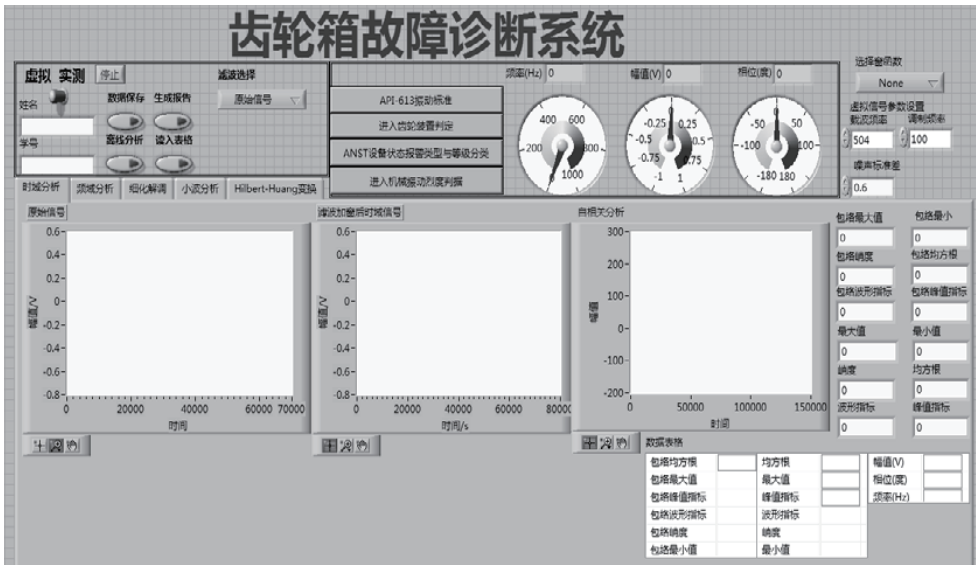


图 2　HHT 算法流程图

在基于 LabVIEW 实现 HHT 变换中，首先要利用 LabVIEW 中的波峰检测 (Peak Detector)子 VI 对残余分量进行判断；然后根据三次样条插值原理求出上下包络线；求出局部均值后，对得到的 IMF 分量进行筛选并且做 Hilbert 变换，得到的各个 IMF 分量就是对信号经行 HHT 变换后得到的分量。

在数据保存模块中，本系统采用 LabVIEW 的附加工具包报表生成工具包,实现了与 EXECL 的紧密连接，可以实时的进行数据的读取保存。



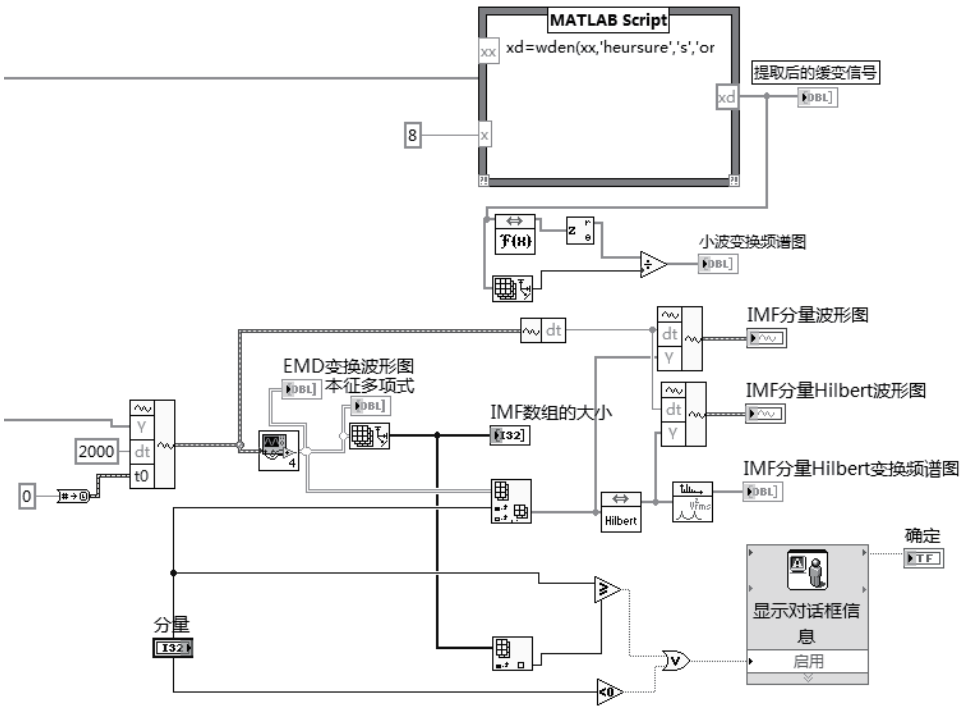


图 3 HHT 变换局部框图

总结：

本文主要介绍了齿轮箱故障特征以及常用的诊断方法。并重点从 Hilbert. Huang 变换方法的提出着手，指出了 HHT 变换方法的关键步骤——EMD 分解和 Hilbert 变换，并针对每一步骤作了详细介绍。为说明 HHT 方法的算法原理，最后设计齿轮箱断齿模拟信号，并利用 HHT 方法对此信号进行处理分析。在基于 HHT 方法算法原理及 LabVIEW 软件编程基础上，本文开发了基于 LabVIEW 软件平台的齿轮箱故障诊断系统。着重介绍了 HHT 的实现方法，给出了详细的算法实现流程，并在此基础上以仿真信号为检验信号，对所开发的软件进行测试与验证。最后文章利用实测齿轮箱信号进行了验证，证明信号分析模块正确可靠。

基于 LabVIEW 的静态三维弱磁场检测系统的研究

作者： 李晖英
指导教师：常晓明
学校：太原理工大学

介绍：

随着电子行业的迅猛发展，各种磁性材料和磁器件的应用越来越普遍，在对其磁场测量方面也提出了更高的要求。传统的磁场测量大多数是单点单方向测量，不能全面真实地反应被测磁场的特点，难以满足测试测量的要求。针对上述局限性，本文介绍一种基于 LabVIEW 虚拟仪器开发技术的空间静态三维弱磁场检测系统。该系统采用三轴磁阻传感器 HMC1043 对空间某点的静磁场进行检测，另外，通过在 LabVIEW 环境下驱动移动平台在 X、Y 方向的移动，实现某水平面范围内的移动，并使用 PCI6221 数据采集卡控制三维移动平台的动作和采集 HMC1043 传感器的输出电压，从而构成空间静磁场检测系统。

使用的产品：

硬件：PCI-6221 数据采集卡
软件：LabVIEW 8.5

应用方案：

1 系统构成

该静态三维弱磁场检测系统实现空间某水平面范围内磁场分布的自动检测，是由磁场测量、三维移动平台和数据采集控制三部分构成。

磁场测量是由三轴磁阻传感器和信号放大电路构成，其中三轴磁阻传感器选用 Honeywell 公司的 HMC1043 型传感器，其输出电压经过信号放大电路后送至数据采集卡进行采集。三维移动平台实现被测对象在空间某范围内 X、Y、Z 三个维度方向的移动，其中，X、Y 方向的移动由步进电机驱动，范围为 120mm，Z 方向移动可手动调节，其移动范围为 120mm。数据采集控制是由数据采集卡和 PC 机构成，采用图形化开发环境 LabVIEW 编程控制数据采集卡 PCI-6221 控制三维移动平台 X、Y 方向的动作，并采集 HMC1043 传感器的输出电压。系统的总体构成框图如图 1 所示。

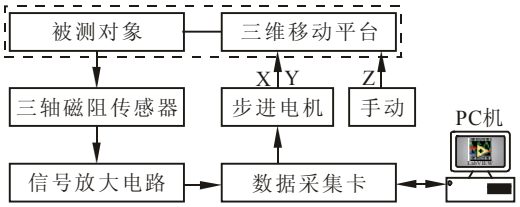


图 1 系统总体构成框图

2 硬件设计

该磁场检测系统采用 NI 公司的数据采集卡 PCI-6221，其板上资源有 16 路 16 位模拟输入，2 路 16 位模拟输出，24 线高达 1M 的数字 I/O，2 个 32 位定时/计数器等等。在此，采用 PCI-6221 的模拟输入通道 AI0、AI1、AI2 采集 HMC1043 传感器的三轴输出电压，经换算可得到某检测点的磁场强度；同时，使用 PCI-6221 采集卡的定时/计数器生成脉冲信号，用于控制步进电机的步进量，从而控制三维移动平台 X、Y 方向的位移量；PCI-6221 采集卡的数字 I/O 通道输出方向电平 DIR，可控制步进电机的正转或反转，从而从而控制三维移动平台的 X、Y 移动轴的位移方向。PCI-6221 采集卡与 HMC1043 传感器及步进电机的接线如图 2 所示。

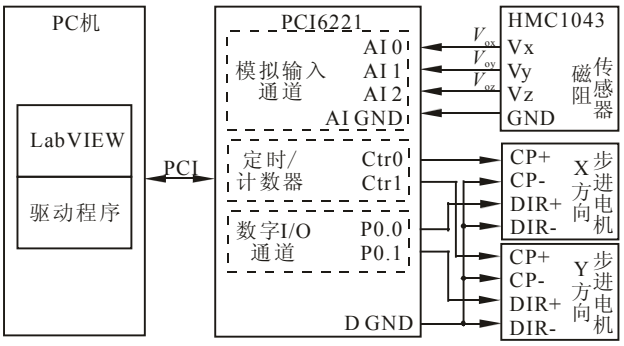


图 2 PCI -6221 采集卡接线示意图

3 软件设计

采用 NI 公司的图形化开发环境 LabVIEW 对 PCI-6221 采集卡进行编程，实现对移动平台 X、Y 方向移动的控制，并采集 HMC1043 传感器的三轴输出电压。

软件设计主要解决以下几个问题：

1）通过 PCI-6221 采集 HMC1043 传感器的三轴输出电压，将其换算为磁场数据并保存；

2）对 PCI-6221 的定时/计数器进行有限个脉冲发生的功能开发，用其控制 X、Y 方向电机的定量步进，从而实现三维移动平台 X、Y 方向的定步长移动；

3）通过 PCI-6221 的数字 I/O 通道输出 TTL 逻辑电平，控制步进电机的正转或反转，从而实现对三维移动平台 X、Y 轴的移动方向的控制；

4）编程实现磁场测量结果的三维图形表示。

将被测对象固定在三维移动平台上，使其随三维移动平台移动。编制程序控制三维移动平台按“S”形轨迹移动，从而实现空间某水平面内均匀分布的若干检测点的静磁场采集。该系统的主界面如图 3 所示。

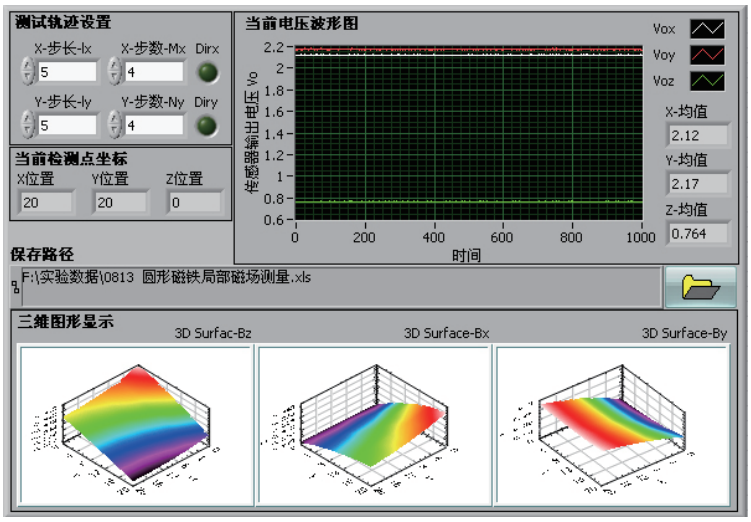


图 3 静磁场检测系统主界面

如图 3 所示，通过程序可设定三维移动平台的测试轨迹参数：IX、MX、DirX、IY、NY、DirY。按照既定参数完成某水平面的“S”形轨迹的静磁场采集。之后，将其检测点坐标、电压数据以及磁场数据保存至文本文件，并以三维图形方式显示磁场测量结果。

4 系统测试

本课题所搭建的空间静磁场检测系统如图 4 所示。

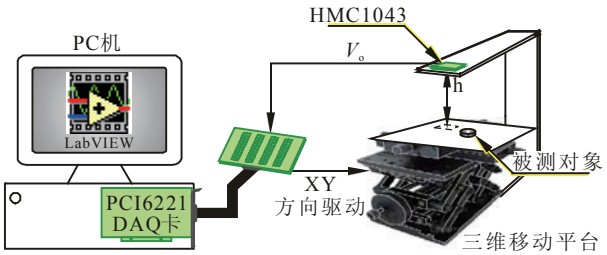


图 4 系统构成示意图

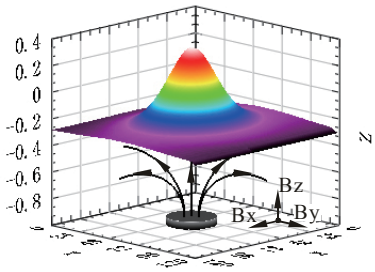
经测试，该系统的 HMC1043 传感器的灵敏度可达到 0.96mV/V/Gs。

采用圆柱形磁铁作为被测对象，使用该系统对距其表面约 30mm 处的水平面的磁场状况进行测量验证。被测对象的相关参数如表 1 所示。

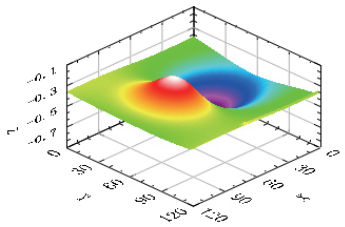
表 1 圆柱形磁铁有关参数

磁铁参数	值
直径	4mm
高度	1mm
表面磁场强度	2.1Gs

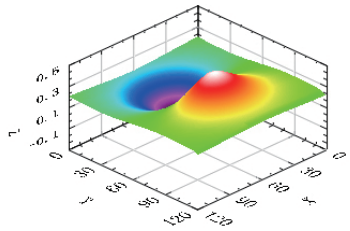
经测试，圆柱形磁铁的磁场分布测试结果如图 5 所示。



(a) Bz 分量



(b) Bx 分量



(c) By 分量

图 5 圆柱形磁铁的磁场测试分布

图 5(a)中，展示了磁场理论中提出的圆柱形磁铁的磁力线分布状况：对于 Bz，该磁铁的中心磁场最强，到边缘逐渐减弱；对于 Bx 和 By，其左半平面和右半平面的磁场分布方向相反。测试结果表明，用本系统测得的圆柱形磁铁的磁场状况与磁场理论提出的分布规律相吻合，形象展示了永久磁铁的空间磁场分布情况，证明本系统可以正确测量空间某范围内的磁场。

总结：

本系统在构建了 HMC1043 传感器电路及三维移动平台的基础上，利用 LabVIEW 强大的数据采集功能，实现了对一个特定磁场分布的测量，并用三维图形方式显示测量结果。这对于磁性器件、磁性材料等的研究和性能测试具有重要意义。

基于虚拟仪器的发动机电子控制系统试验开发平台

作者：李 伟
指导教师：曲丽荣　何丹娅
学校：　三江学院

介绍：

本项目的核心技术是搭建基于虚拟仪器技术的发动机电控系统综合实验平台。将人工智能推理机制和虚拟仪器技术相结合，引入虚拟仪器技术，可以较方便地组成一套综合测试装置，利用 Lab VIEW 所提供的编程环境，实现信号的数字化处理和函数变换，从而得到对用户有实际意义的测试结果。 主要研究内容是以桑塔纳 2000GSi 发动机电控系统为研究对象，进行一次关于构建基于虚拟技术的电控发动机的实验平台的尝试。

通过 Lab VIEW 编程环境将采集的信号进行分析、处理后显示结果。实现发动机转速传感器、节气门传感器、水温传感器、爆震传感器、氧传感器、喷油器、怠速信号的数据采集及信号处理。完成基于虚拟仪器技术的电控发动机动态测试与波形分析测试系统的设计。

使用的产品：

软件：Lab VIEW 8.6
硬件：NI USB-6251 数据采集卡

应用方案：

虚拟仪器技术是一门时下流行的技术，它取代了以往功能单一，操作复杂、价格昂贵的实际仪器，这样的更新换代符合现在节约型社会的意识主流，从现实意义来说有非常明显的研究价值。

1、设计思想和整体结构

测试系统主要是由信号调理电路、数据采集卡、PC 机等组成。

调理电路\数据采集卡就是图 1 中的硬件部分，PC 机就是图 1 中的 Lab VIEW 软件部分。测试软件部分的主要功能是根据采集的传感器信号来处理数据得到检测结果。测试系统采用图形化系统设计开发环境 LabVIEW，它能利用功能强大的信号和数据处理函数，使信号分析处理软件的设计模块化和结构化，还能使编程简化。信号测试主要分为数据流分析和波形分析，而数据流和波形分析诊断故障法是排除电控发动机故障的基本方法。

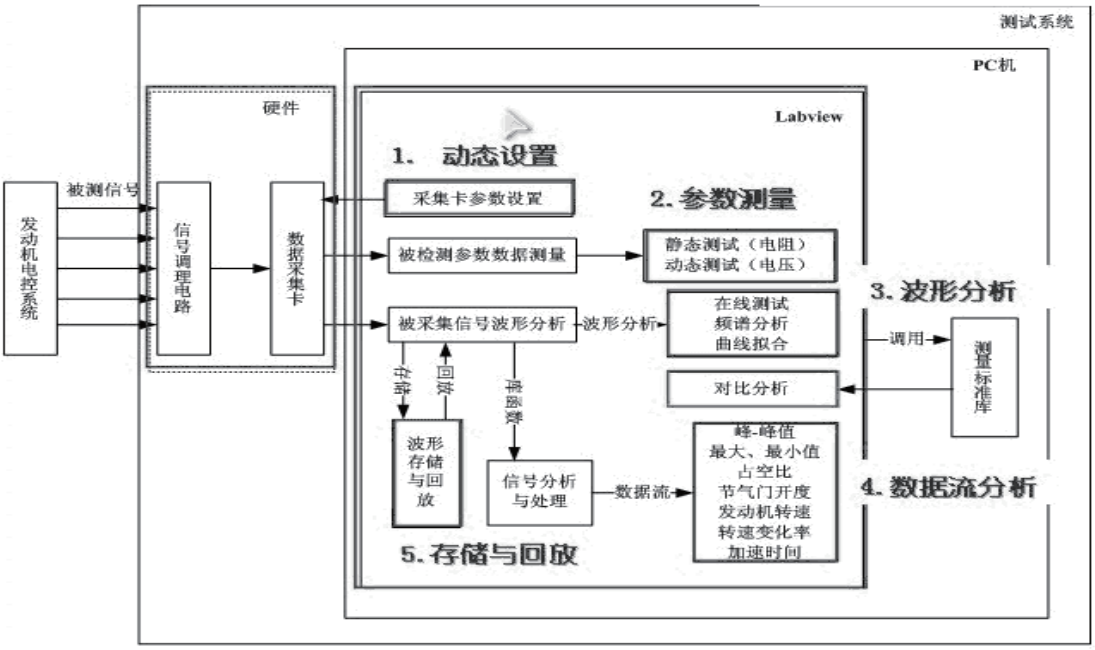


图 1 测试系统整体结构与方案

2、软件设计方案

资料表明：状态机是一种成熟的选用于在多数软件系统开发的设计模式，它使程序开发人员能够很容易地描述出对象或系统在整个生命周期或执行过程中的各种活动情况，有利于代码的开发和维护工作。

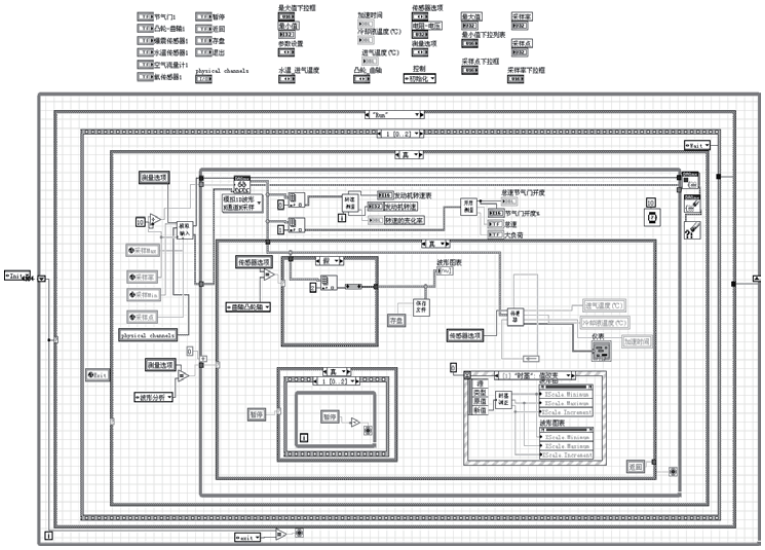


图 2 测试系统软件结构与框架

程序设计中采用了结构化设计的思想，采用基于事件的状态机设计模式，利用大量的子 VI 来增加程序的可读性，提高了程序的调试效率。

3、界面设计

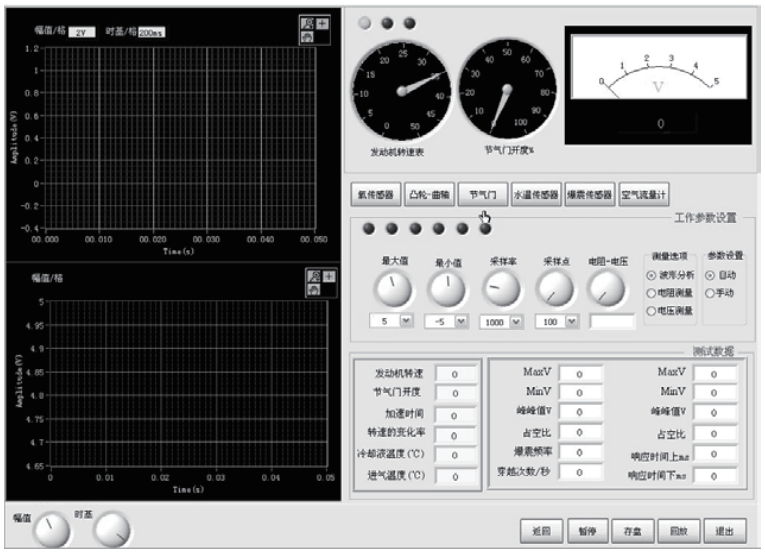


图 3 测试系统的软件设计界面

主界面主要分成五个功能区：

- 按钮控制区： 可实现对传感器的选择、测试程序停止控制、文件的保存、文件的回放和退出系统等。
- 仪表区：通过仪表区可以观察发动机的转速、节气门的开度等相关传感器的工作情况，利用模拟的万用表对传感器进行电压、电阻等参数测量。
- 波形分析区：可以显示各传感器信号的波形图、参数的特征值，以便进行波形分析与数据流分析。
- 工作参数设置区：利用测量选项与设置参数选项卡选取符合要求时，可以在实时测试时，能手动改变 DAQ mx 的任务配置和信号的初始值，使操作者得到想要的测试数据量，以便分析。
- 数据显示区：对应不同的传感器和它们各自的特征，显示信号最大值、最小值、峰峰值、均值、占空比、穿越次数等，以此判断发动机的工作情况。

4、本次设计使用的电控发动机控制系统中包括了十一个传感器，使用的 M 系列 NI-PCI6251 数据采集卡有 16 个通道，当然在本次设计中我通过程序设计，只用到前 8 个通道，具体通道设计如图 5 示：

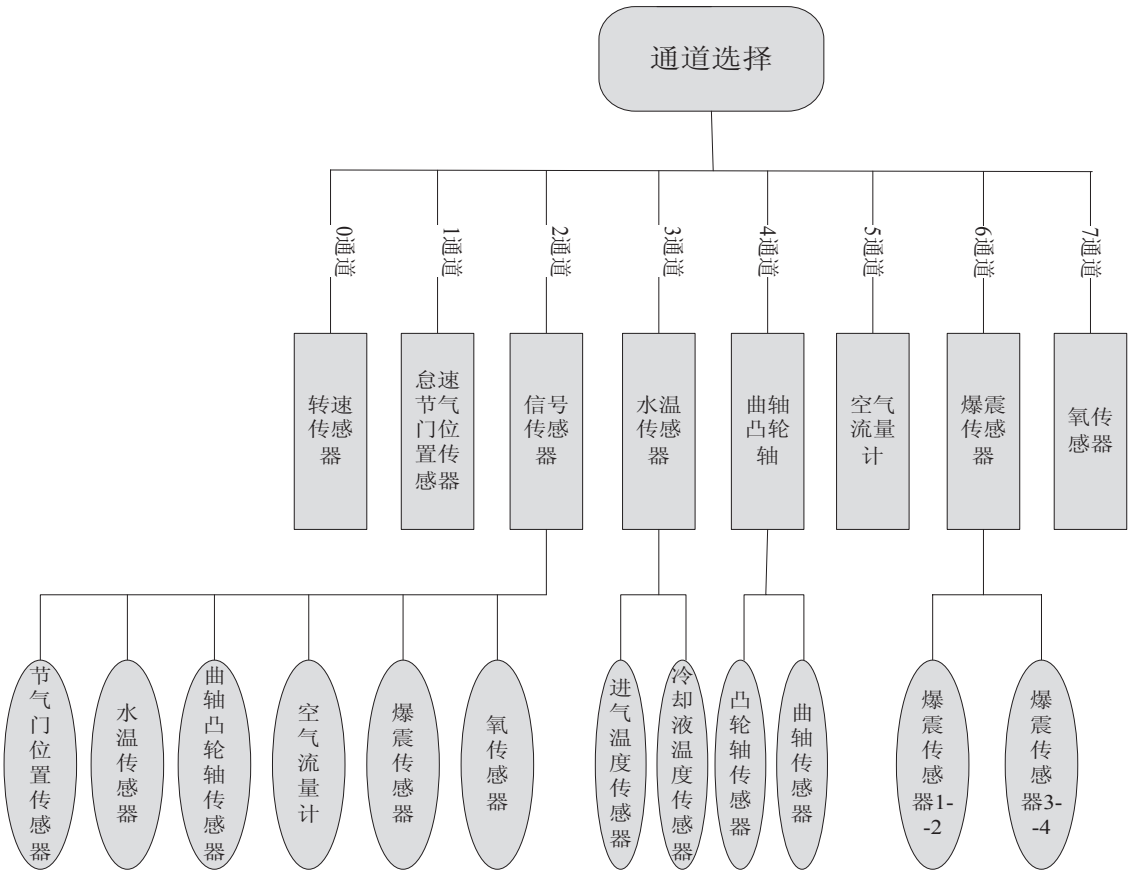
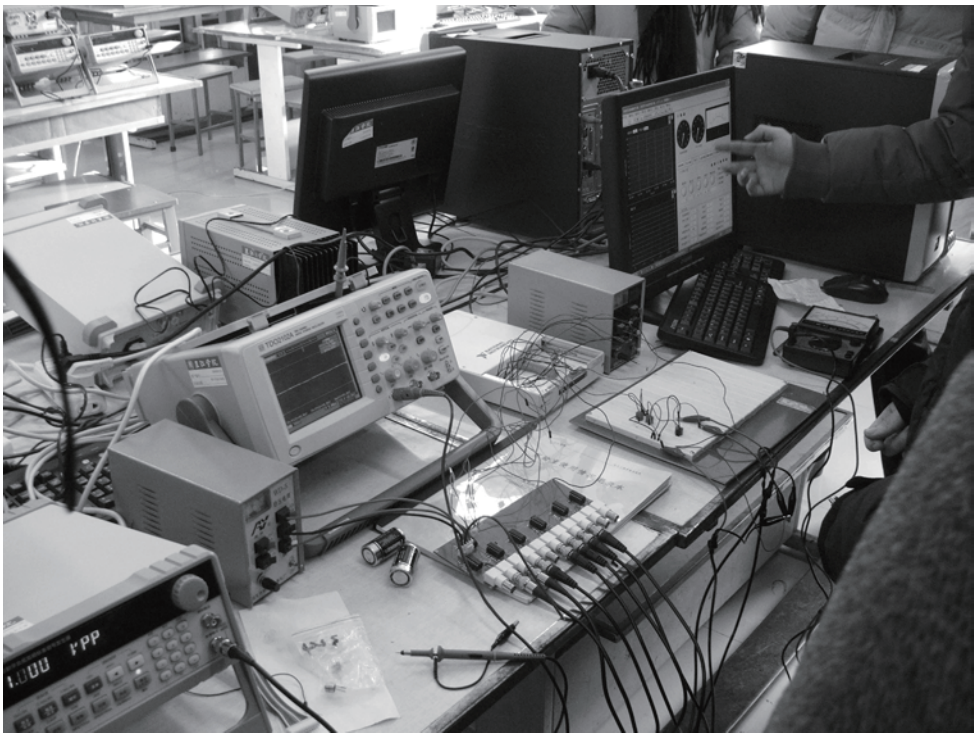


图 4 多通道的设计

5、实验室里用信号发生器的信号仿真的试验图



总结：

在界面设计中，基于人性化的观念、见识的样品设计，使其更像一个仪器；在程序设计方面，采用基于事件的状态机设计模式，运用大量子 VI、簇控件、全局变量等形式来设计，既使流程图简单也使界面清晰。

在这一项目的设计中，我体会到做产品的困难点，也许程序编写出来了，但在实际调试中有很多的问题有待标定完善，这就形成设备其实是在实际中调试出来的观点，从分体会 NI 公司的软件与采集卡等产品的稳定性、编程方便性、控制与采集信号测试的强大功能和采集率与采样点的合理配置在产品设计中的重要性。

因自己的知识结构与综合研究能力的不足，在导师的指导下解决设计中系统的方案设计、相关信号处理的核心算法、如何完善程序的功能分析等主要问题。还有些问题由于时间的原因还未得到妥善处理，包括：友善的人机交流界面、程序的优化以及信号的后期处理问题等等，这将会在以后的工作学习中继续对这些问题进行研究。本次毕业设计只是对发动机数据采集系统平台做了初步的设计和技术探讨， 界面考虑较周全，在程序的设计中，预留了很多口，以便增加功能，以适应更多的要求和场合，和同组同学王之江设计的信号调理电路结合能完成动态信号在波形图表、仪表中的显示与保存，物理信号数据的记录，按钮动态控制等功能，由于信号提取的复杂程度在不断地提高、采集通道数不断地增加，还由于有限的实验时间和条件限制，致使本次设计也存在着一定的缺撼和改进设想：

1. 在线测试多通道选择智能化，有利于提高效率，降低成本
2. 产品的网络化设计，架构多机、多品种、多台套实验体系
3. 信号处理与故障诊断的理论探索待于进一步提高
4. 在数据库技术运用方面有待于进一步提高，

三相交流电机温升测试实验平台的构建及实现

作者：陆 钦
指导教师：许加兵
学校：浙江科技学院

介绍：

工业生产及日常生活中，三相交流电机的应用率高于 80%以上。运转中的电机，由于能量的消耗导致它的受热，而电机受热温度不能超过它最大允许承受的温度，否则会引起电机使用寿命的缩短。

本篇论文是关于三相交流电机温升实验测试平台的构建及实现。实验测试平台的自控能对所使用的三相交流电机进行温度测试，即 PT100 测试和 VDE 测试。可编程自动控制器 110 CPU 612 Modicon Micro 能控制整个测试平台的运转流程。然后通过输入输出设备，使用图形化系统设计环境 8.5.1 编辑操作界面,采集实验测试数据并显示测试结果，包括 Excel 数据记录表格及测试曲线的生成。

整个实验测试平台在持续运行状态下进行。持续运行是指在负载恒定的条件下，电机运转至理想状态。测试平台上的四向选择开关提供了三相交流电机以不同转数和力矩运转的可能性。所有的即时实验测试数据和测试曲线将在测试平台运行过程中，展现在操作界面上，同时也将所有的实验测试数据以 EXCEL 文件的形式保留至 C 盘根目录 Temperaturmessung 中。

使用的产品：

软件：ConCept Lite V 1.01 & 8.5.1

硬件：变频器 Microverter D；AEG 三相交流电机 AM90LX4；Siemen 直流电机 Kurz-Servomotor 1003101 - OAF01；MINISEMI 220(240) / 24 + GO 四向变流器；PLC 硬件 110 CPU 612 Modicon Micro

应用方案：

三相交流电机将通过变频器供给并与由四向变流器驱动的直流电机耦合。 在温升测试过程中，三相交流电机的工作原理与普通发动机一样，通过与直流电机耦合的机轴将机械能传送至直流电机。这部分机械能通过四向变流器将以电能的形势反馈供给至电力网。此处将运用两个扼流圈，平整扼流圈和电网扼流圈。前者为了稳定通过直流电机的电流，后者则为了减少通过四向变流器的回馈电网反作用。

可编程自动控制设备和 A 120 模块组件将控制整个温升测试的运行。首先在电脑中编辑自动控制程序，并设定好转数，负载及运行时间，然后将已编辑完的自动控制程序加载至 PLC 硬件 110 CPU 612 Modicon Micro 中。然后打开已编辑完的实验测试数据收集程序并开启测试平台按钮，在面前板上将会显示测试的及时数据并绘图。Excel 数据记录表格将会自动保存在电脑 C 盘根目录 Temperaturmessung 中。

改变转数，负载可通过实验平台的选择开关加以实现。电机运行时间的改动必须在自动控制程序中进行。如自动控制程序发生改动，必须重新加载至 PLC 硬件 110CPU612 Modicon Micro 中。否则开启测试平台按钮后，整个实验测试平台将按照未经改动的自动控制程序运行。

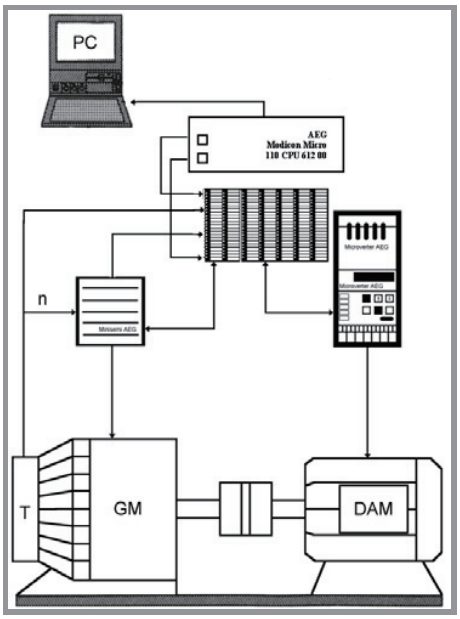


图 1 测试平台构建直观图

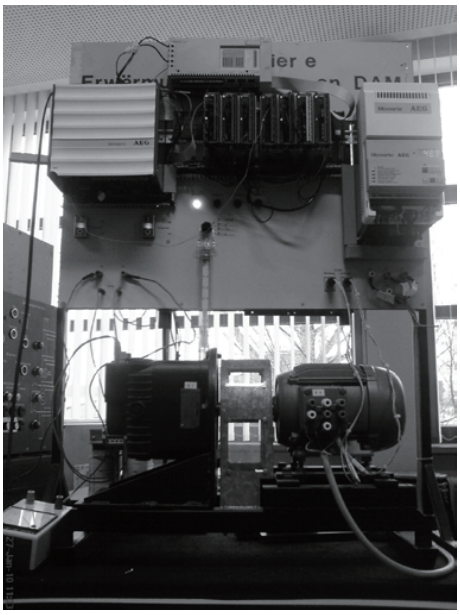


图 2 实验测试平台展示图

总结：

本篇论文是关于三相交流电机温升实验测试平台的构建及实现。主要围绕 PT100 测试和 VDE 测试对整个实验平台进行自控设置，运用了图形化系统设计环境进行实验测试数据的收集。

整个实验测试平台在运行方式 S1 下进行。四向选择开关提供了三相交流电机以不同转数和力矩运转的可能性。所有的即时实验测量数据和测试曲线将在测试平台运行过程中，展现在操作界面上，同时也将所有的实验测试数据以 EXCEL 文件的形式保留至 C 盘根目录温度测试中。从实测曲线图可以看出，不同的转数和力矩对电机受热温度产生的影响。转数越小，力矩越大，电机运行时间越长，能达到的温度也就越高。改变电机的运行方式，应该也能对电机达到的受热温度产生影响。运行方式可以在程序 ConCept 中编辑。

本实验测试平台所运用的两个程序在机器运行时的调试至关重要。电机运行时间，VDE 测试电路中的继电器闭合延迟时间，模块与 PT100 测试位置的连接调换和两个程序运行顺序的先后对实验结果均会产生不同的影响。由于机器运转以后电机温度立即升高，一旦实验之前的设置准备工作没有完善，停止电机运转后，当天便不能继续进行新的完整的电机温升测试，因为降温过程将持续一整天。

通过对本实验测试平台的构建及电机温升测试的实现，不仅从理论上，更从实践中验证了国家和国际标准中提及的测试方法，对运行中电机的温度变化及测试有了深刻的理解。

基于 LabVIEW 的远程虚拟实验室控制

作者：马青军
指导教师：马怀祥
学校：石家庄铁道大学

介绍：

网络虚拟实验室是虚拟仪器技术、计算机技术和网络技术相结合的产物，其主要功能由网络化虚拟仪器实现。从网络应用的角度出发，提出了网络虚拟实验室的两种体系结构，比较了各自的优缺点。重点探讨了虚拟仪器开发系统以及开发网络化虚拟仪器的关键技术。网络化虚拟仪器技术使远程测量和控制成为可能，网络虚拟实验室为远程实验教学提供了理想的解决方案。

本课题主要通过编写 LabVIEW 可视化的程序包括试验系统界面、信号处理界面及子 VI 界面、测试技术界面及子 VI 界面、虚拟仪器界面及子 VI 界面、远程声卡采集和远程实验室信号采集等来搭建虚拟实验室。

使用的产品：

LabVIEW 软件平台
NI USB-6008

应用方案：

本系统由信号处理实验、测试技术实验、虚拟示波器实验、远程声卡采集实验、温度控制实验、远程实验室采集分析实验 6 个子系统构成，其中远程实验室数据采集实验还包括虚拟仿真和远程实际的光电转速实验、磁电转速实验、加速度测振动实验、速度振动实验、声传感器测噪声实验；实现在一台计算机上实现多种测试仪器的功能，能够对实验室的设备得到更优的利用。

主要是应用 NI USB-6008 采集实验室内转子试验台的转速、振动等信号，比如利用光电传感器对转子试验台上转子的速度信号进行采集，利用 LabVIEW 软件平台开发的服务器程序模块将 NI USB-6008 采集的数据进行服务器端波形显示和数据的传输工作，在客户机端利用客户软件模块根据实验室内的 IP 地址做远程传输数据的接受和分析，比如用光电转速实验模块对采集的光电转速信号做频谱、转速等的相关分析。如下图：

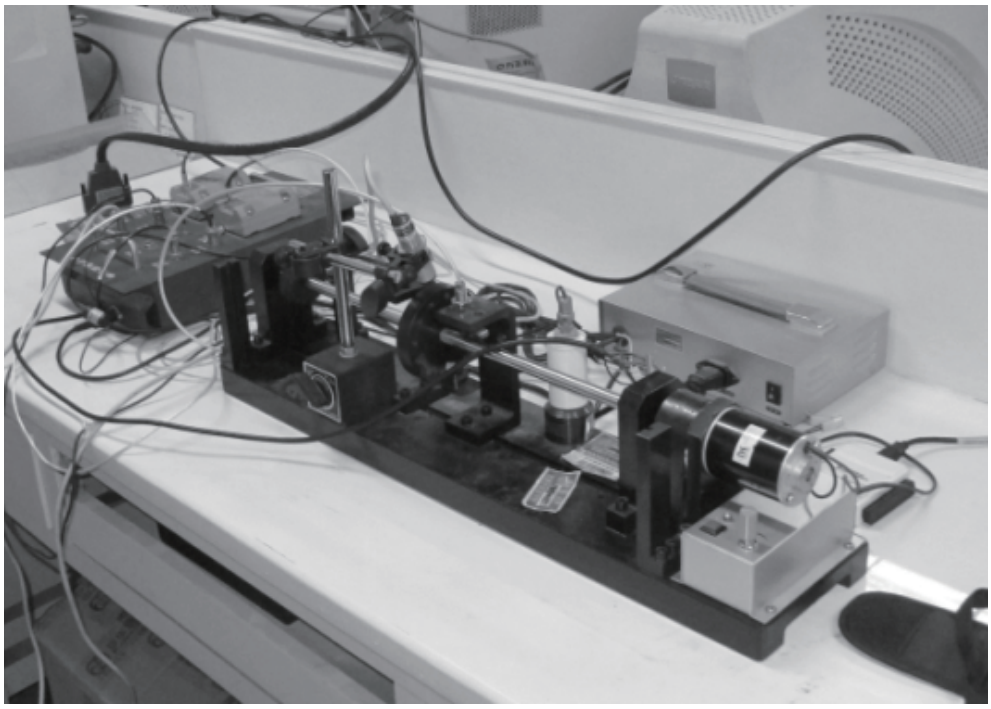


图 1　转子试验台

图 2：远程室内服务器程序采集信号

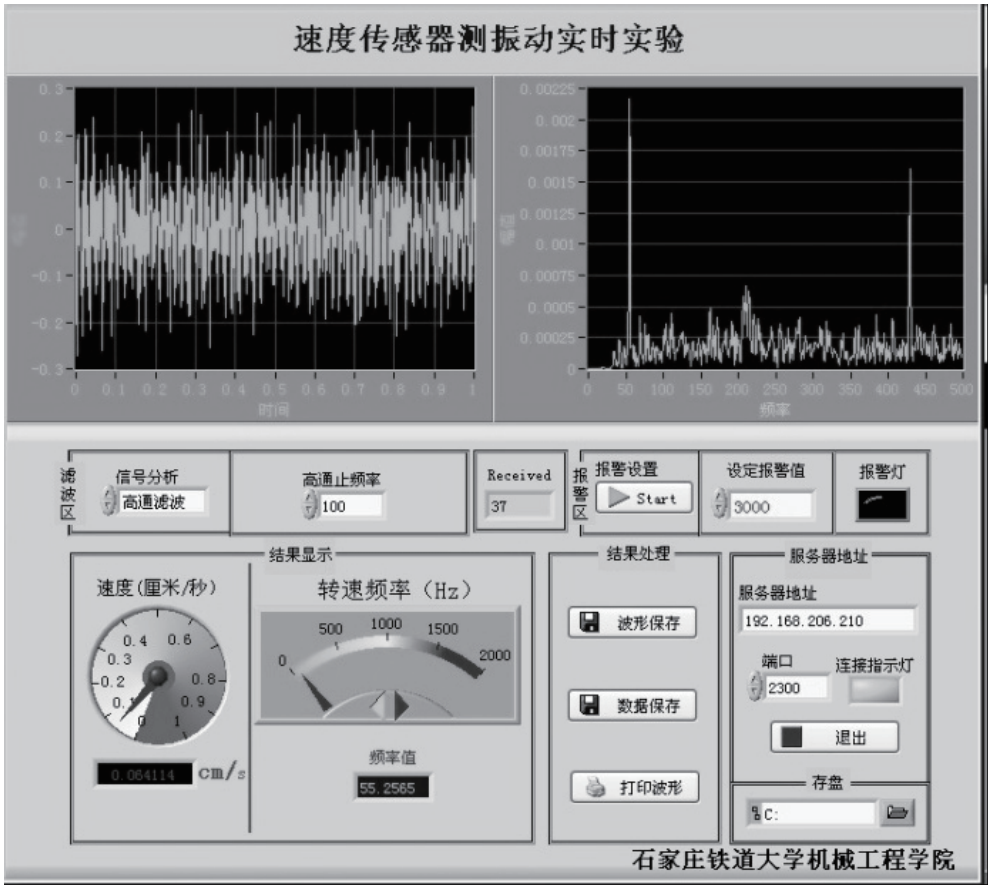


图 3：教室内学生机采集的信号及分析

本系统使用 Web 网页与 LabVIEW 相互关联使用，可将让学生通过访问互联网的形式方便快捷的进行实验，并且可以对相关的实验数据进行相关的保存和分析等。

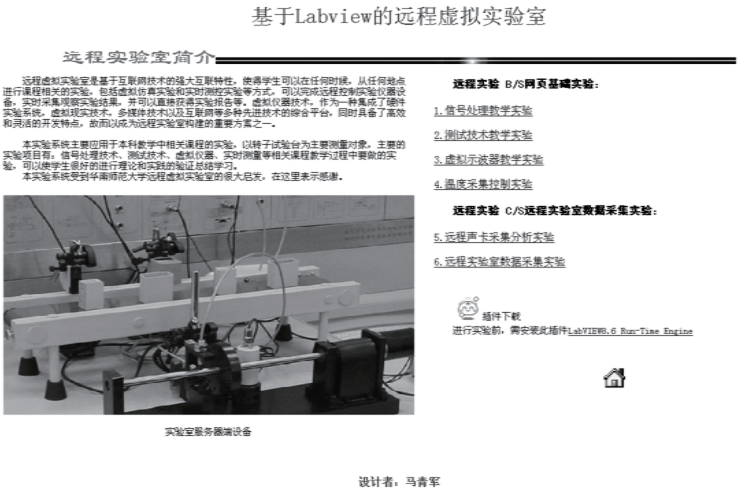


图 4：实验室首页

总结：

本课题以高等学校远程用于测试技术和信号处理实验室为研究对象，以转子台、传感器、信号调理设备、数据采集卡、PC 机为硬件基础，在 LabVIEW8.6 开发平台上进行测试技术、数字信号处理技术，设计开发了基于 LabVIEW 的远程虚拟实验室系统，系统集成两种远程访问方法、进行多种数据采集测量，本系统具有构建周期短、调试维护方便、性价比高、界面美观、操作简便、易于扩展等特点。主要工作如下：

(1)用虚拟仪器技术实现网页嵌入式（B/S）测试技术、信号处理实验、虚拟示波器，构成简单、功能齐全，通过 LabVIEW，用户可以根据自己的需要随时修改面板的设计，系统构建周期短，维护调试方便，易于扩展，并且测量精度高、速度快，可重复性好。

(2)通过 LabVIEW 的 Web 服务器，DataSocket 技术和 TCP、UDP 协议这三个方面建立数据传输与接受。数据套接建立在 TCP/IP 协议的基础上，却不用进行复杂的底层 TCP 编程，就可以通过计算机向多个终端同时发送现场的测量数据。

(3)应用 TCP、UDP 综合考虑数据传递过程中的延时、速度、数据宽度、丢失等相关问题，利用 TCP/IP 进行远程实验室的构建，可以更加精确的传递远程采集的信号，为客户机分析系统检测提供依据，与 UDP 相比虽然 TCP 传输中速度稍慢，但是它传递的数据多和安全性更适合远程数据的传递。

基于 PXI 总线的发动机性能评估与故障诊断系统设计

作者： 宋晓杰
指导教师：刘 伟
学校：山东理工大学

介绍：

随着当今社会工业化水平的迅猛发展，发动机作为最常用的动力机械设备，广泛应用于石油矿场、固定发电、铁路牵引、工程机械及特种船舶等领域，发动机的故障诊断技术也越来越受到重视。开展发动机性能评估与故障诊断技术研究，不仅能够帮助我们发现故障防止事故发生，同时能够带来潜在的巨大的经济效益和社会效益。。

本论文利用 PXI 总线技术，研制便携式的发动机性能评估与故障诊断系统，该系统能快速采集发动机不同工况下(怠速、3/4 额定、额定)的振动、缸压、喷油压力、转速和上止点信号，实现发动机原位不解体对振动烈度、转速波动率、喷油提前角、各缸动力均衡性、加速时间等指标进行性能评估，并由智能专家系统对数据进行分析，给出故障维修建议，提高发动机保障的信息化水平和检修效率。

使用的产品：

硬件：NI PXI-1042；NI PMA-1115；NI PXI-8106；NI PXI-4472；NI PXI-8430；NI PXI-6143；NI PXI-6602
软件：LabVIEW 8.6

应用方案：

根据系统测量指标和构架，确定系统硬件原理框图如下：

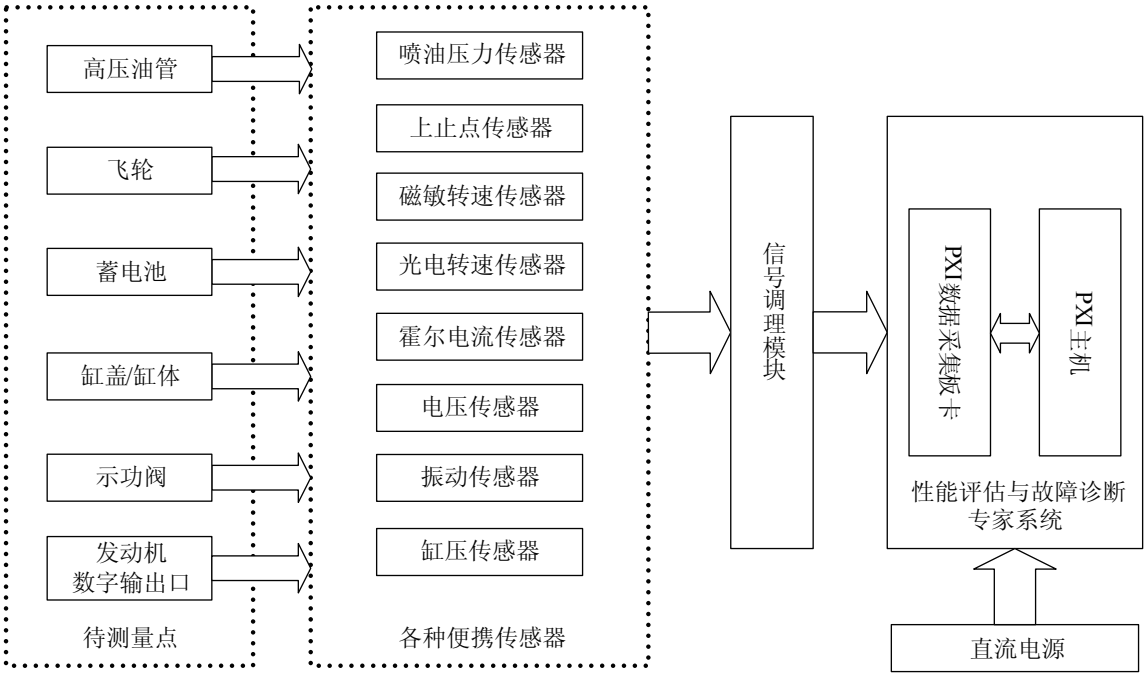


图1 系统软件硬 件结构框图

发动机性能评估与故障诊断系统的关键在于软件的设计，硬件系统必须为它设计必要的软件才能有效工作。对于虚拟仪器测试系统来说，提高软件编程、使用和维护的效率至关重要。传统的测试软件编写方法，主要以测试流程为依据，由上至下一步一步完成，所有的参数、程控指令、测试结果等都内置于测试软件中，任何一个改变时，整个软件都需要重新编译与链接。这大大增加了软件的开发时间，降低了系统的灵活性。当面对比较复杂的测试系统时，测试软件会迅速变得十分庞大，软件的编程和维护也越来越困难。在设计软件时，充分考虑软件编程、使用和维护的效率至关重要。因此本系统软件采用模块化、通用化的设计思想，将系统功能进行分割，每一个功能都用一个相对独立的子模块实现，这样不仅可以加快软件的编制、调试速度，也可以很容易地加入新的功能模块。根据系统方案确定软件结构框图如下：

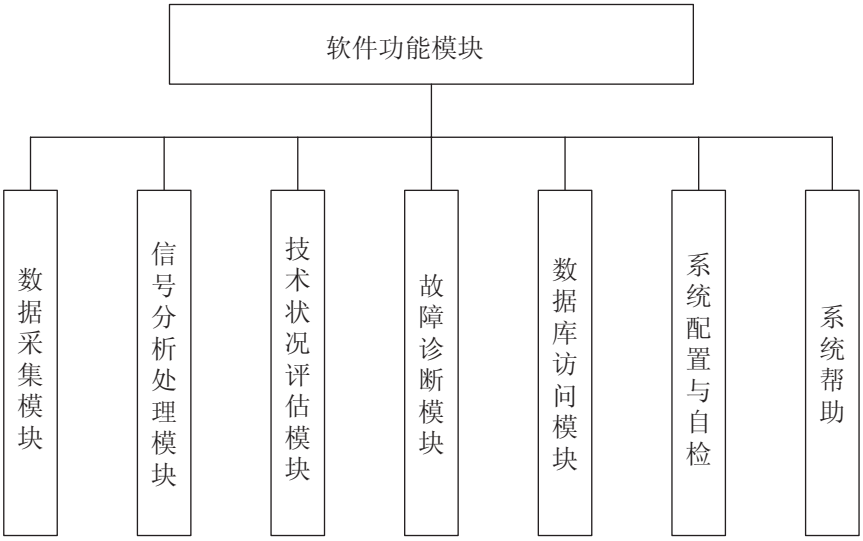


图2 系统软件结构框图

下图是系统主界面：

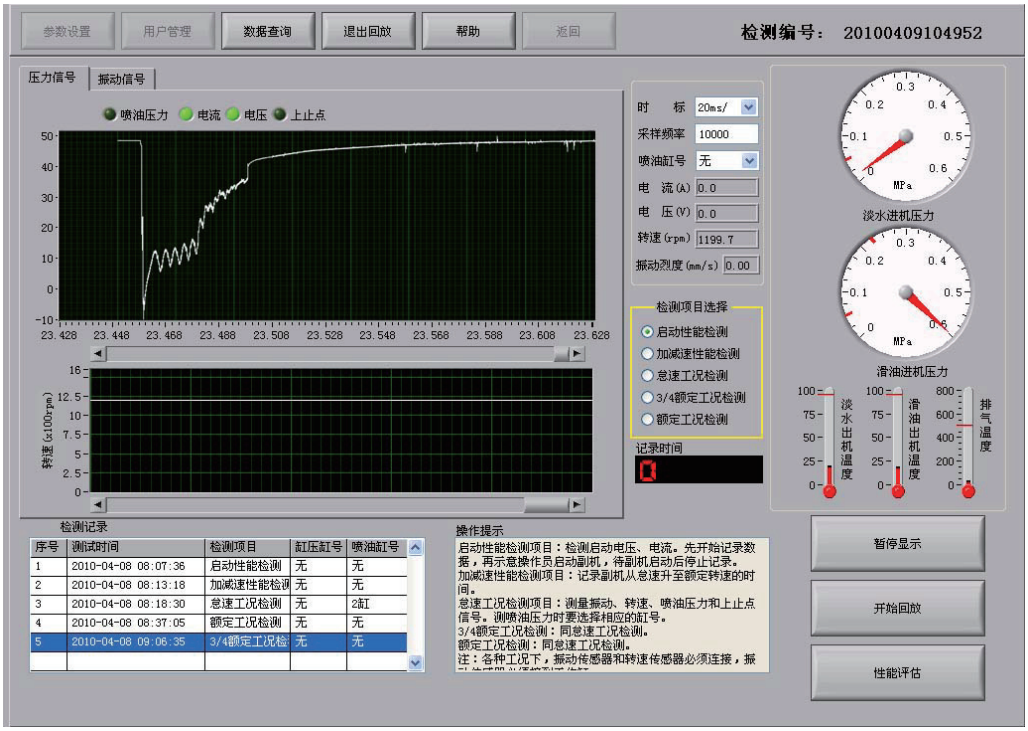


图3 系统软件结构框图主界面

包括检测结果显示、检测项目选择和工具栏，其中，压力信号和振动信号采用 Tab 页的形式进行显示的，点击 Tab 页的标题可进行切换。“压力信号”页中，包括喷油压力、电压、电流和上止点，绿灯亮表示显示该信号，绿灯灭表示关闭该信号，单击绿灯可进行切换。

检测项目上方的图框中，时标表示示波器窗口中每格代表的时间长度。采样频率、缸压缸号和喷油缸号是在使用中设置的参数，采样频率为 10K 一般不需要修改，缸压缸号和喷油缸号根据传感器安装的缸号来选择，转速和振动烈度表示当前的转速和振动烈度。

总结：

本测试系统基于虚拟仪器概念，将这种全新的测试手段和测试理念引入了传统的发动机综合性能测试领域。本课题研究历时一年多时间，主要做了两大块工作。

1.发动机性能评估与故障诊断系统的硬件设计，包括传感器、数据采集卡、工控机等硬件设备的选用，以及各种信号调理与数据分析方法，同时，研究了测试系统数据采集技术，并利用程序加以实现。这些是整个系统数据的来源，它们的设计为整个系统的建立奠定了坚实的基础;

2.利用 LabVIEW 进行的应用软件设计。在硬件设计的基础上，开发满足需求的检测软件，从而建立了完整的检测系统。通过一年多的研究实验以及采集数据的处理结果，证明了该系统设计合理、性能稳定。由于采用了虚拟仪器图形化编程软件，应用软件开发容易且周期短、用户操作方便、人机交互性好。本系统可较完整地实现发动机综合性能检测功能，为发动机性能评估与故障诊断的实验研究以及产品开发提供理论和数值参考。

基于 ELVIS 和 LabVIEW 的远程实验室构建

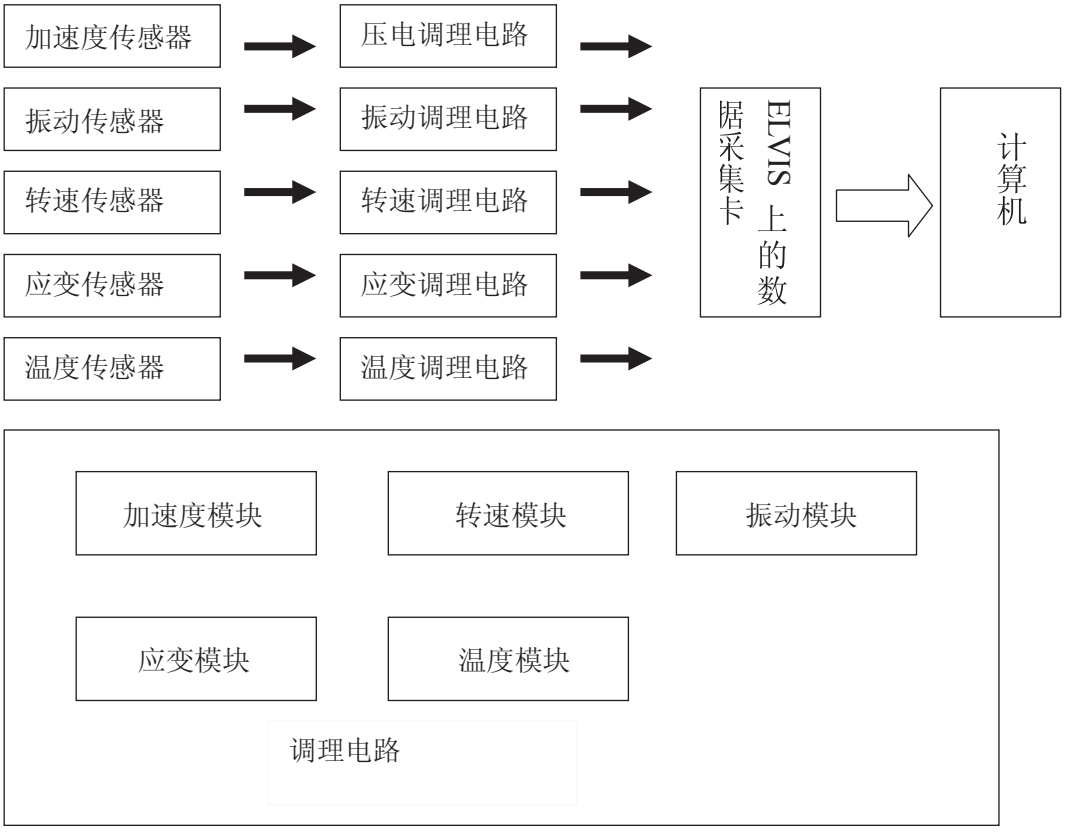
作者：孙富强
指导教师：马怀祥
学校：石家庄铁道大学

介绍：
为开拓学生在专业领域的创新发展，将在传统实验箱上进行的振动信号测量分析及处理的技术实验移植到开放的虚拟仪器实验平台。我们利用美国国家仪器公司(NI)的虚拟仪器教学实验平台(Education Laboratory Virtual Instrumentation Suit，ELVIS)，给出了一个利用 ELVIS 平台完成振动信号测量分析及处理技术实验的实例，根据实验开发了基于 LabVIEW 的软件处理系统并实现了其远程教学功能。该系统的挑战在于如何选用适合的传感器，制作相应的调理电路，选择合适的采集卡及将所有的测试实验集于同一个测试系统中。理想结果是将测试实验小型化、简单化及网络化。

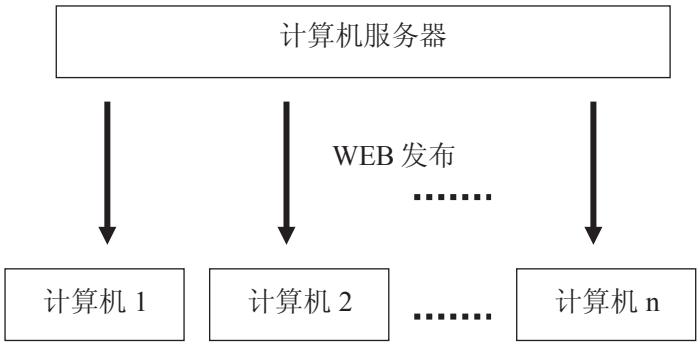
使用的产品：
硬件：NI ELVIS　USB-6008
软件：LabVIEW

应用方案：
该方案主要应用于实验教学中，它改变了以往的老师操作实验学生观看实验的教学模式，实现了同学自己动手连接电路，操作软件进行测试实验，同时也可以验证测控专业的常规信号的分析。

首先，利用 ELVIS 给信号源和信号调理电路提供一个小型平台，使得信号源和信号调理电路能够在其上正常工作，其中在此基础上分析其参数选择信号源和决定信号调理电路中元器件型号类型；其次，由上一条件决定采集卡类别和型号并利用数据采集卡将数据传输到计算机中；最后，利用编写的 LabVIEW 信号分析等程序对采集的信号进行处理和分析，并将处理运行的界面利用 Web 浏览器实现远程教学功能。在设计中，能使硬件即调理电路集成化、模块化，而软件能够通过网络调用观察，培养实验这的动手能力。系统的整体构架如下图所示：



在实验过程中，学生在 ELVIS 平台上搭建硬件实验电路，打开电源开关，利用数据采集卡将信号采集到服务器计算机中，通过 WEB 发布的方式，将测试系统的界面发送到各个客户机上同时释放控制权。该系统完成了一个小型的实验教学系统，并且该系统简单便携可在现有的机房或整个院校内利用局域网进行，不用专门建造实验室，既方便，又经济。



总结：

这次毕业设计结束了，我从中学到了很多，首先是再次系统的学习了 LabVIEW 软件，使得我将该软件能够更好的融会贯通；其次是将近两年的专业知识得到很大的提高，并能将其应用到本专业的领域范围；最后是看到学生实验室的发展方向和未来及该软件的强大应用范围，在以后的工作生涯中我将继续学习和了解测控领域中该软件的强大作用。

基于机器视觉的课堂考勤自动检测系统

作者：田 博
指导教师：宋国荣
学校：北京工业大学

介绍：

本系统基于机器视觉和虚拟仪器技术，并将两者结合起来，利用现有的课堂监控设备，目的是为了满足教务系统及时掌握课堂状况和自动检测课堂的出勤情况的需求。该系统以虚拟仪器的设计软件为平台，由 USB 摄像头进行图像采集，实现以人体识别为关键的学生出勤情况的自动检测，并对检测结果进行统计、显示，同时具有数据库管理功能，能够满足对课堂状况检测结果的存储与检索的需要。

使用的产品：

LabVIEW 8.5

应用方案：

本系统是由以 USB 摄像头为主的硬件部分和以机器视觉算法为核心的软件部分组成。摄像头和基于 OVFW 控件的图像采集软件模块采集准实时图像，并将其传入 MATLAB 编写的图像处理和识别模块进行运算，输出图像中的人数信息，存入数据库。考虑到 LabVIEW 便捷的界面设计系统，强大的硬件控制功能，以及模块化的设计思想，整个软件核心部分使用 LabVIEW 平台。

系统硬件采用 30 万像素 USB 免驱动摄像头。位于教室天花板上的摄像头能够实时捕捉视频信息，并以一定的时间间隔采集图片图像，通过 USB 接口将采集到的图像传入到计算机默认路径下并储存，以备软件系统进行处理。

系统软件部分由图像采集、图像读取、图像处理、图像识别及数据库五大模块组成。图像采集和图像读取的任务是调用硬件系统采集图像数据并将其读入到运算程序内；由于实际采集的图像包含不需要的信息量，并且有外界干扰，需要设计图像处理模块对实际图像进行处理，使其满足一定质量要求才能供给图像识别模块进行识别；图像识别模块负责提取图像中的特征信息，并将其转化为相应的数值；数据库模块负责将得到的数值和当前时间信息储存于数据库中，便于查找和检索。软件流程图如图 1。

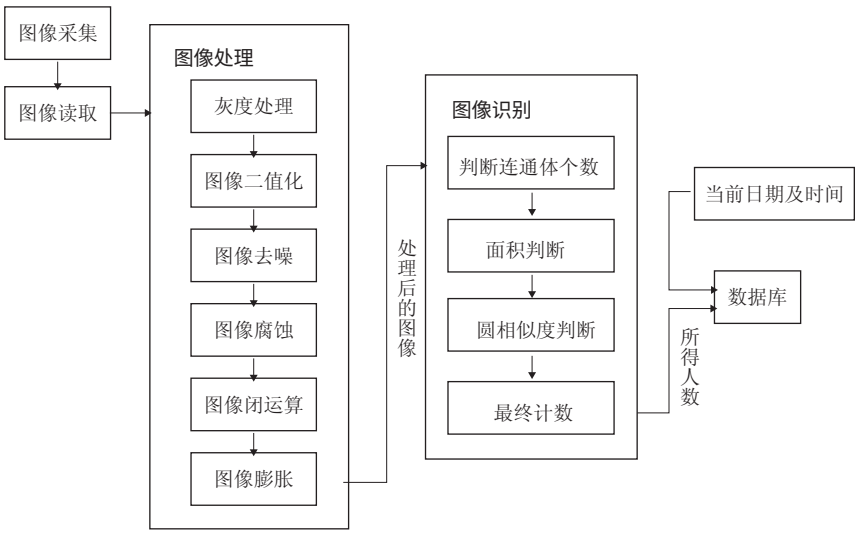


图 1 系统软件流程图

在图像采集模块中采用了基于 OVFW.OCX 控件的视频捕捉程序，能够方便而快捷地实现基于普通 USB 摄像头的图像采集；图像处理主要是将采集到的图像转变为便于操作的二值图像并滤去干扰噪音；图像识别能够做到从前端图像处理后的二值图像中根据四连通体面积和圆相似度阈值等筛选条件，识别出类似于人头的类圆体，从而计数；数据库部分采用 LabSQL 工具以实现 LabVIEW 对数据库的访问，包括导入数据和检索数据等。

图 2 为系统的人机交互界面。用户打开软件，摄像头开始采集实时图像并在窗口显示，选择采集间隔时间，点击开始检测，即可显示当前人数；输入数据库查询起始日期 及结束日期，点击开始/结束查询即可在窗口中显示所需的日期时间及人数列表。

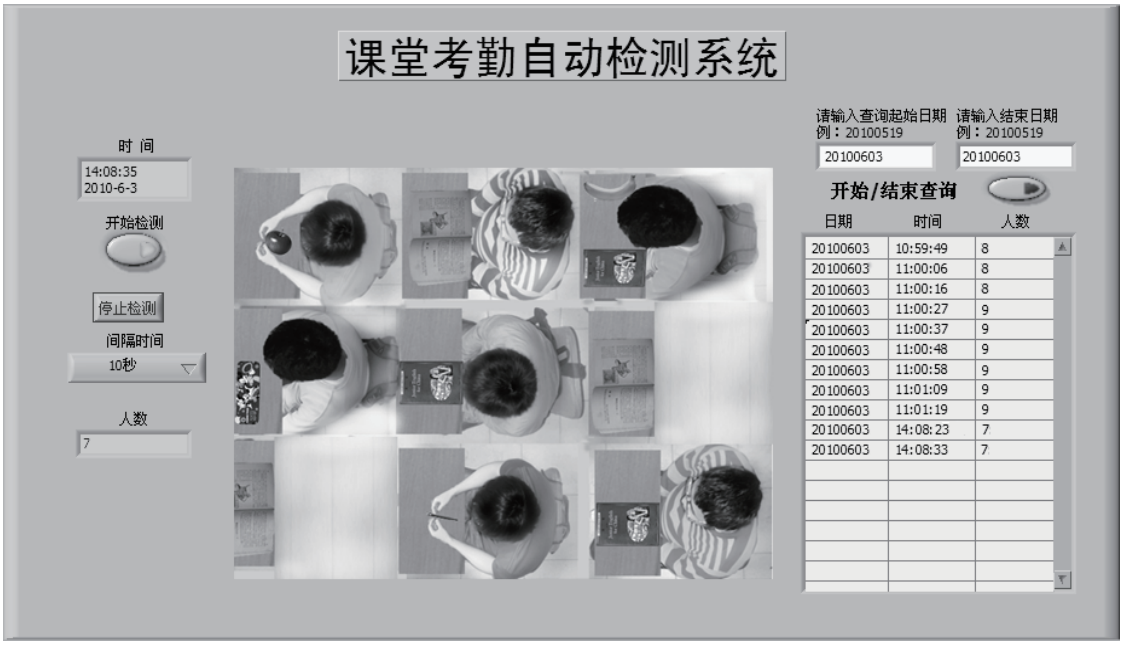


图 2 软件界面

总结：

本课题设计了 LabVIEW 平台下基于机器视觉的课堂考勤自动检测系统。该系统包括硬件部分、图像采集、图像处理、图像识别等软件模块，能够捕捉实时视频信息，实现可选择采集时间间隔的准实时图像采集，并能够自动处理和识别图像，从而自动计算并显示课堂学生的到课情况。系统中另有数据库模块提供了对检测数据根据日期检索的功能。

8000kw 海洋救助船主要动力设备监测诊断系统研究

作者：肖小勇
指导教师：向 阳
学校：武汉理工大学

介绍：

柴油机作为船舶的动力心脏，其工作状态直接反映了船舶动力系统性能和可靠性。通过在线监测与诊断船舶动力系统的运行状态，能够提高船舶的可靠性和降低运营成本。其中轴功率是船舶动力系统的主要性能参数之一，通过测量轴功率可总体评价船舶动力系统的工作状态。本文主要工作是利用 LabVIEW 开发了基于遥测应变技术和磁电传感技术的轴功率测量系统；并提出新型光纤传感技术测量轴功率方法，以及利用 LabVIEW 编程实现了相位差的测量。

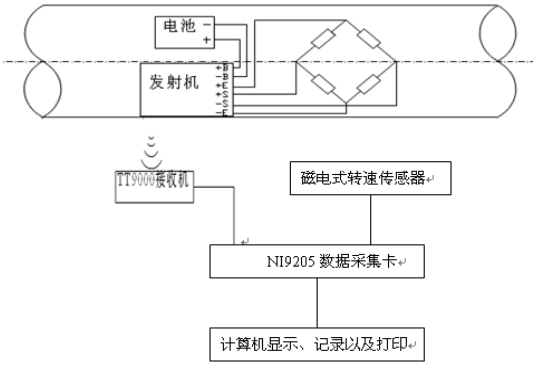
使用的产品：

软件：LabVIEW 8.6
硬件：NI 9172 便携式数据采集机箱；NI 9205 数据采集模块

应用方案：

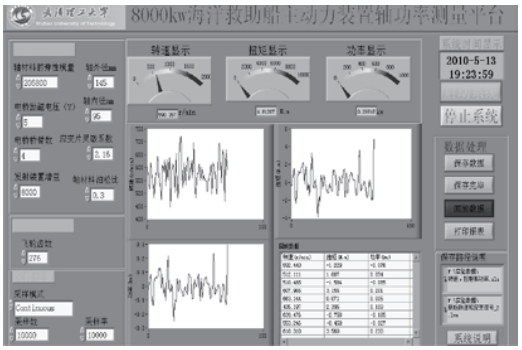
1 遥测式轴功率测试系统

测轴功率一般是通过测量轴的扭矩和转速来确定，此系统采用遥测应变测量系统，是将安装在轴系上的电阻应变片产生的应变信号， 经导线连接到接线盒上，通过信号线连接到发射块，由发射天线发出信号，再由接收机接收信号，并和磁电式转速传感器送出的信号经数据采集卡，一起传送到计算机进行数据的分析处理、数据保存以及打印结果。系统整体框图如下：

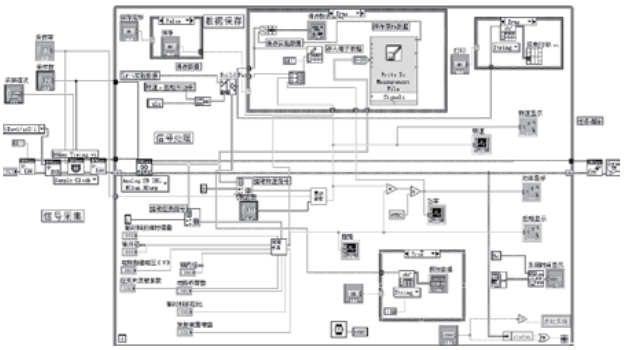


系统整体框图

系统软件是构成本系统的核心部分，它完成的数据采集控制、数据处理及数据传输等功能。系统软件在 LabVIEW 上研制开发。启动系统，可实时采集扭矩和转速原始信号，经数据处理后，前面板直接显示转速，扭矩和功率值。数据以电子表格形式保存在计算机中。下面是系统软件部分的主程序面板和框图。



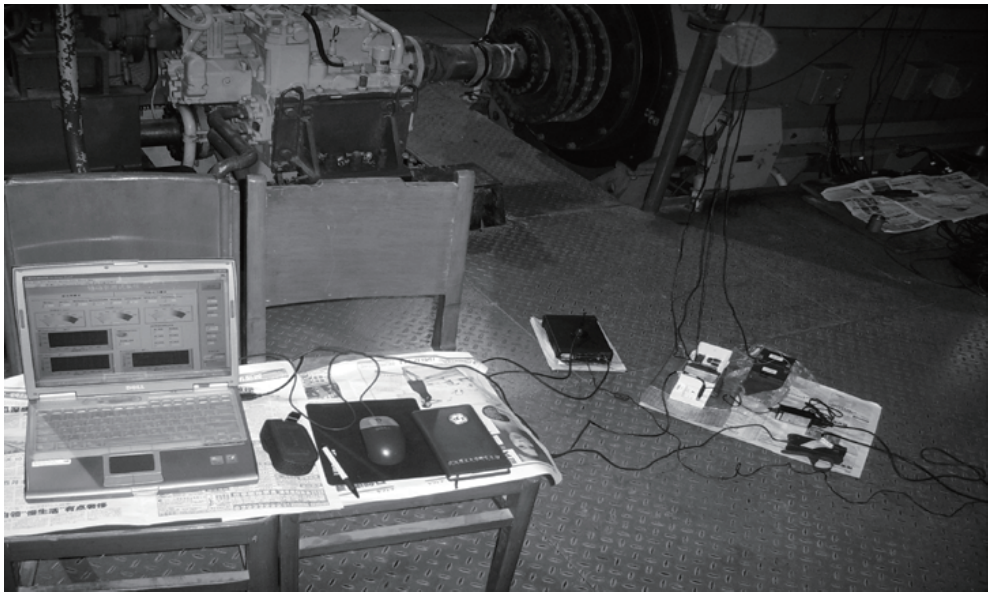
系统前面板



系统程序框图

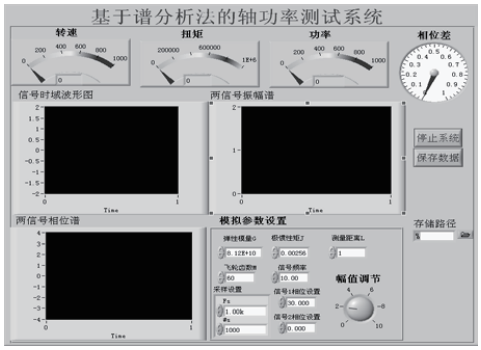
电话：(021)5050 9800·传真：(021)6555 6244·china.info@ni.com

下图是进行现场测试的情况

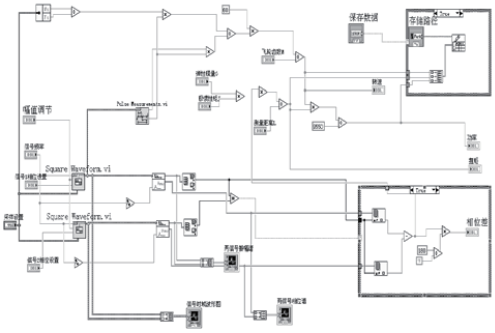


2 新型光纤轴功率测量方法

本系统利用 LabVIEW 编程对仿真的两路方波信号，通过 Amplitude and Phase spectrum 子程序求取两列信号的频域特性，取两信号相频特性曲线中对应于信号各频率分量的相位值，再根据信号幅频特性确定主频分量，利用索引数组索引相频特性中在主频相等处的相位值，将其相减即得到相位差。得出相位差即可算出扭矩值。利用脉冲测量子 VI 可得出方波信号周期 T，每循环脉冲数 N_X=t/T 其中 t 为每循环采样时间。进而可求出转速值。系统设计如下：



前面板



程序图

总结：

本论文中，研制了基于遥测应变技术和磁电传感技术的轴功率测量系统；在实验中验证了整套测量系统具有较高的准确性、实用性和经济性。本文创新点在于提出了基于谱分析法的新型光纤轴功率测量方法。此法关键是相位差的测量，较高的采样率可保证测量精度。

基于 LabVIEW 的三相异步电动机无功补偿控制系统设计

作者：谢 明
指导教师：赵 兰
学校：盐城工学院

介绍：

本设计将虚拟仪器与三相异步电动机无功补偿技术相结合。系统硬件以工业控制计算机为核心，配置 NI 数据采集卡采集电压、电流信号，补偿电容器组的投切采用光电耦合过零触发双向晶闸管驱动器 MOC3061 实现。系统软件以 LabVIEW8.5 作为开发环境，对采集数据进行分析、处理和显示。软件部分的核心是相位差的测量，比较了三种相位差测量方法（过零检测法、相关法、频谱分析法）的优缺点，并选用频谱分析法实现相位差的测量功能。该系统实现了三相异步电动机的电压、电流、功率因数的实时监测，并具有手动和自动补偿的功能；具有实时性好，抗干扰能力强，监测效率高，操作简单等优点。

使用的产品：

NI USB-6008
LabVIEW 8.5
NI-DAQmx 8.8

应用方案：

系统的整个测量分析过程通过 LabVIEW 与 NI 数据采集卡完成，三相异步电动机的相电压和相电流通过信号调理电路进入 NI USB-6008 数据采集卡，数据采集卡对电流、电压信号进行同步实时采集，由系统软件实现对采集数据的测量分析、实时显示等。总体结构如图 1 所示。

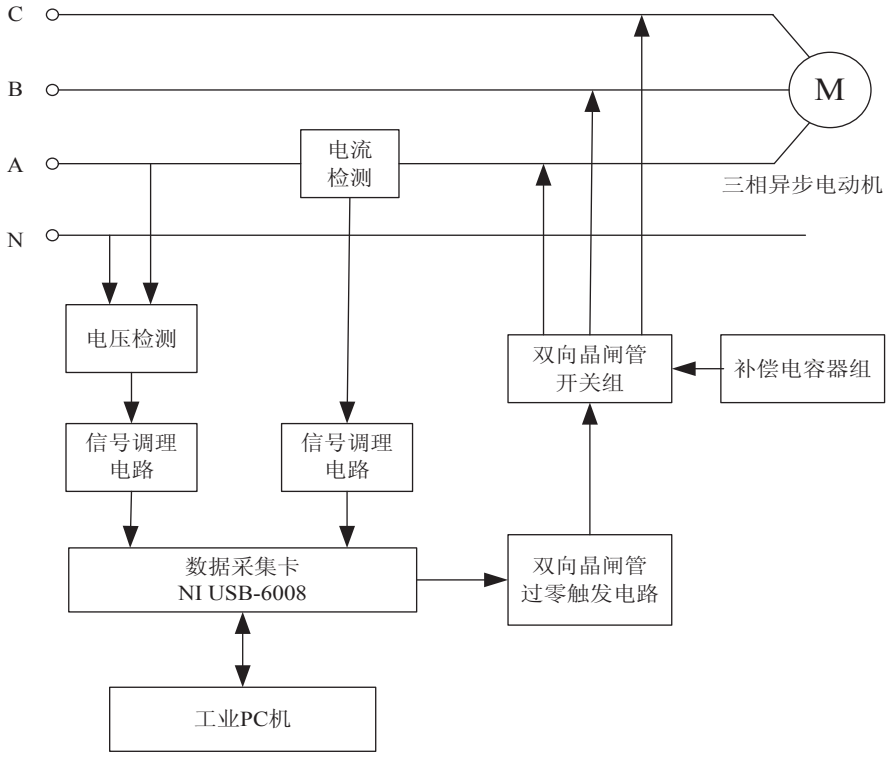


图 1 三相异步电动机无功补偿控制系统结构框图

系统硬件主要包括：电压、电流检测电路，电容器组投切控制电路以及 DAQ 设备和工业 PC 机等。其中最关键的是电容器组投切控制电路，为了保证电容器组投切瞬间开关两端的电压为零，这里采用光电耦合过零触发双向晶闸管驱动器 MOC3061 来控制双向晶闸管对补偿电容器组的投切，控制电路简单，工作稳定可靠。

系统软件以功能模块作为划分标准，其主要功能包括三相异步电动机工作时电压和电流实时检测，功率因数的实时监控，自动及手动补偿等。具体结构见图 2。

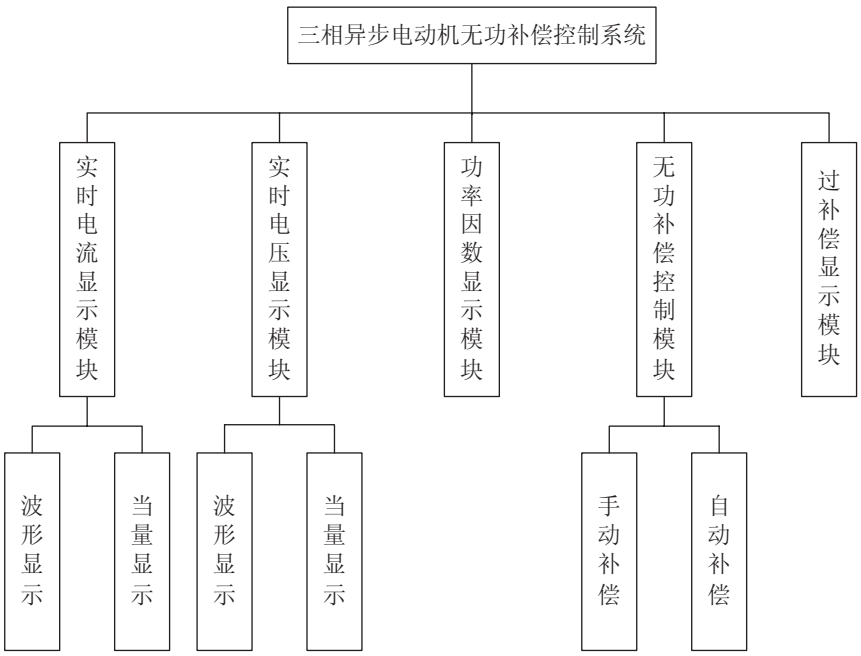


图 2 三相异步电动机无功补偿控制系统功能模块

在软件设计中功率因数测量是核心，是无功补偿的效果的最根本的依据。功率因数实际上就是电压和电流波形相位差的余弦值，因此功率因数的测量归根到底就是电压和电流波形相位差的测量。频谱分析法由于与过零检测法、相关法相比具有抗干扰能力强，对电网中的谐波干扰有较强的抑制作用，尤其是其相位差是通过两列信号的基波相位相减得到的，这样很容易对信号的超前与滞后进行判断的优点，因而选用频谱分析法完成功率因数测量。

在完成整个系统的设计、开发和调试后，使用 2.2KW 的三相异步电动机进行测试，系统整体实物如图 3 所示，系统运行前面板图如图 4 所示。

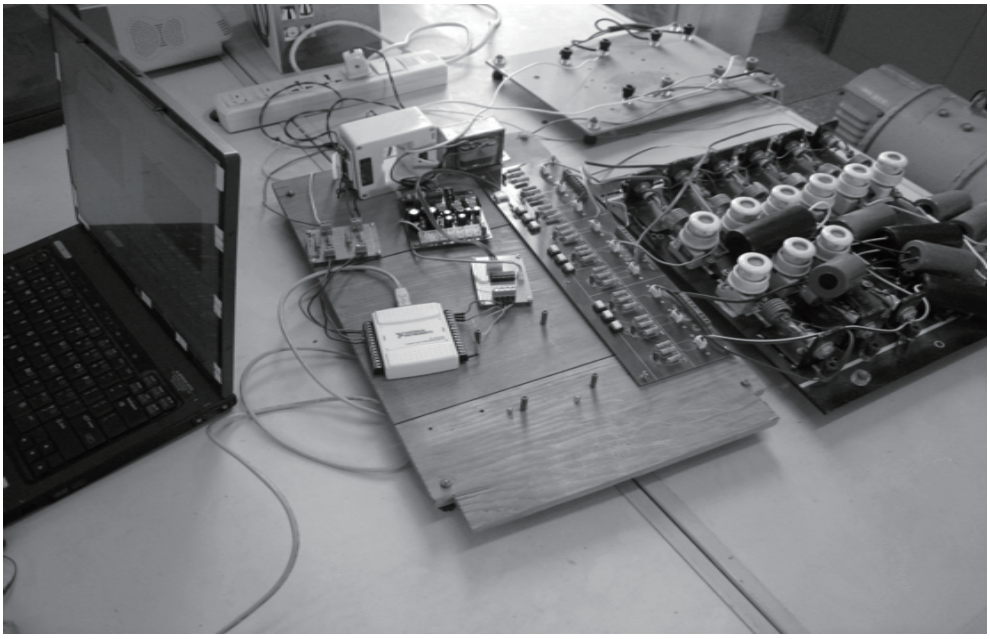


图 3 系统整体实物图

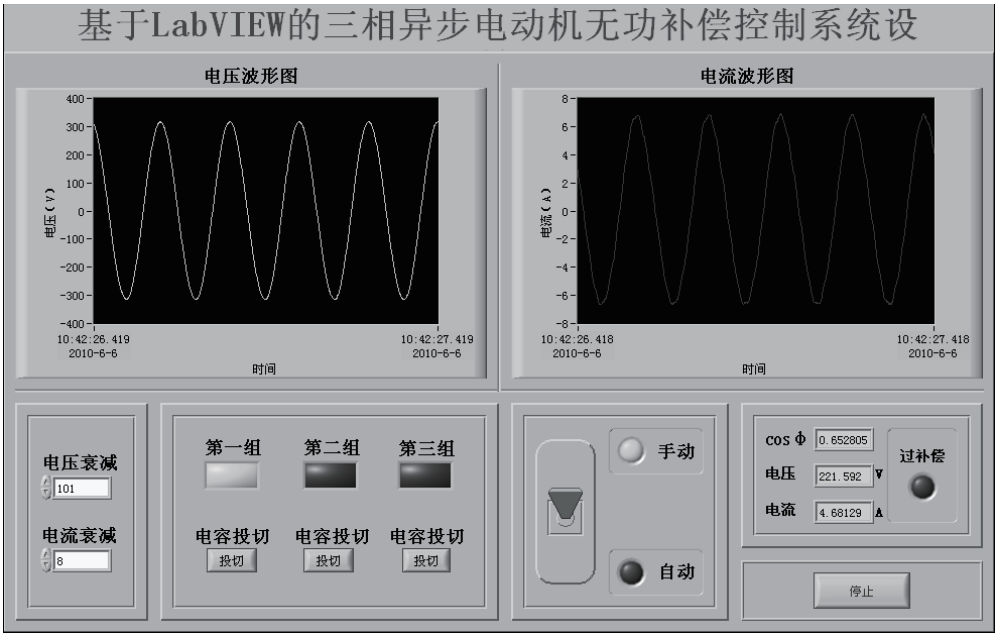


图 4 系统运行前面板图

总结：

在软件设计的过程中学习了相位差测量的基本原理，通过 LabVIEW 编写了相关法和频谱分析法测量相位差的程序进行比较，选出了合适的测量方法。再者对硬件的了解与设计也是必须要做的工作。通过对 NI USB-6008 采集卡中，采集率、采集通道、采样方式的了解，根据实际情况选择合适的采集模式。其次是电容器组补偿控制模块的设计不仅要保证电容的投切时机，还要对投切开关进行保护，这是系统安全稳定工作的重要保证。

本次设计选用了三组电容能够实现 7 级有级补偿，因而有时在功率因数波动情况下会产生过补偿现象。为了消除这一现象可以增加电容器组实现近似线性补偿，但这样成本将增加。为此一种更先进的 PWM 控制补偿电容的无功补偿方式将解决这一问题，虽然其技术难度较大，但对其研究将有积极地意义。

基于 LabVIEW 的锥束 CT 图像采集系统的设计

作者：徐 松
指导教师：孝大宇
学校：东北大学

介绍：

近年来三维锥束 CT 在工业和医学上使用得到越来越广泛的关注。普通的运动控制系统和锥束 CT 图像采集系统有很多都是基于 Visual C++等文本化编程语言来开发的，本文将讲述一种基于图像化语言（LabVIEW 开发环境）进行锥束 CT 图像采集软件的开发，将目前应用广泛的多轴控制器、锥束 CT 图像采集系统和灵活方便的应用软件开发平台 LabVIEW 结合起来，既可以降低开发成本，又可以缩短开发周期，使开发变得方便高效。

使用的产品：

LabVIEW 8.6
IMAQ.VISION.V7.1
LabVIEW 7.0 with SDK 5.00 Multi-Buffer

应用方案：

以 LabVIEW 为开发平台设计的五轴锥束 CT 图像采集系统中包含了两个功能模块，一为控制五轴运动控制器模块，另一为实现图像采集模块。图 1 为五轴锥束 CT 图像采集系统的框架。

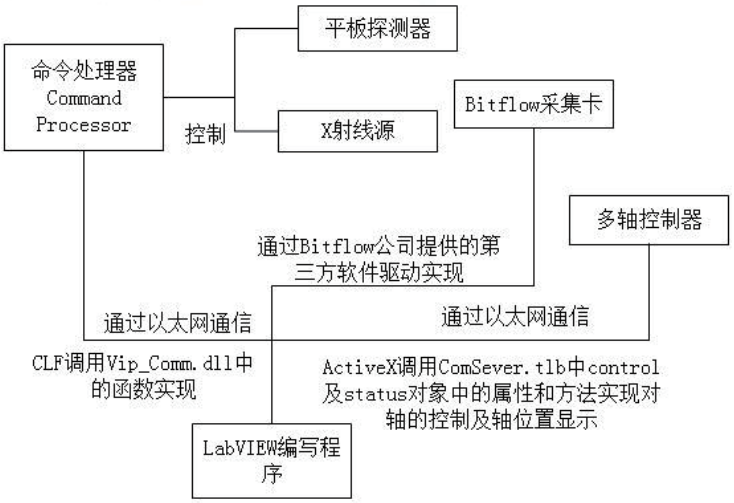


图 1 五轴锥束 CT 图像采集系统框架

控制五轴运动控制器模块：该模块能实现的功能为对轴运动的控制及轴位置显示。这里主要运用到的是 LabVIEW 中的 ActiveX 技术。通过 ActiveX 自动化，将 LabVIEW 作为自动化客户端，将 ACR9000 运动控制器提供的 tlb 库文件（ComACRSrvr.tlb）作为自动化服务器，实现 LabVIEW 对运动控制器提供的 ActiveX 对象（这里主要使用的是 Control 及 Status 对象）的调用，并访问它们的属性和方法，实现对运动控制器的控制。

实现图像采集模块：该模块实现的功能为偏置校准、图像采集及图像存储。通过 LabVIEW 中的调用库函数节点（CLFN）实现对 Vip_Comm.dll 文件中函数的调用，从而实现对命令处理器的控制，命令处理器可以控制采集模式的选择及平板探测器采集图像。在 LabVIEW 中通过 Bitflow 公司提供的第三方软件驱动实现对 Bitflow 采集卡的控制。命令处理器完成图像的采集并存储一帧的图像，Bitflow 卡完成图像传输，通过 IMAQ 中的 Image To Array 将得到的图像转化为包含图像像素点数值的二维数组，然后将之储存为二进制文件，使用 ImageJ 可以查看采集得到的图像。图 2 为控制界面，图 3 为实时显示采集图像界面。

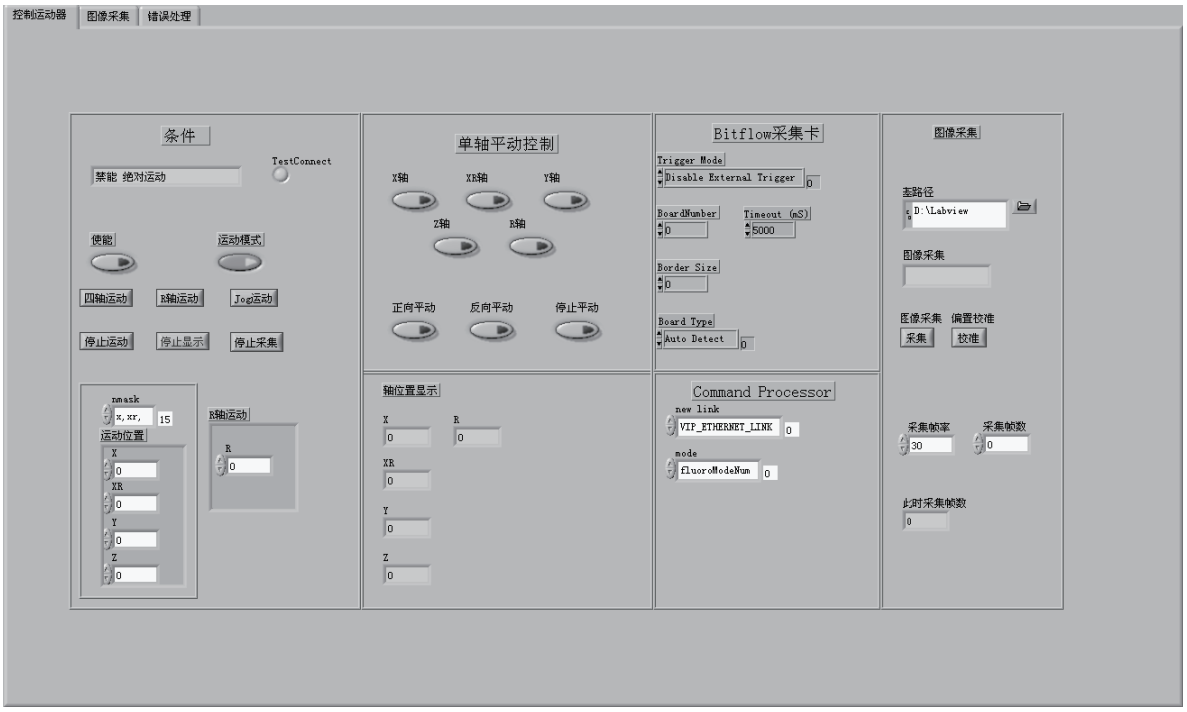


图 2 控制界面

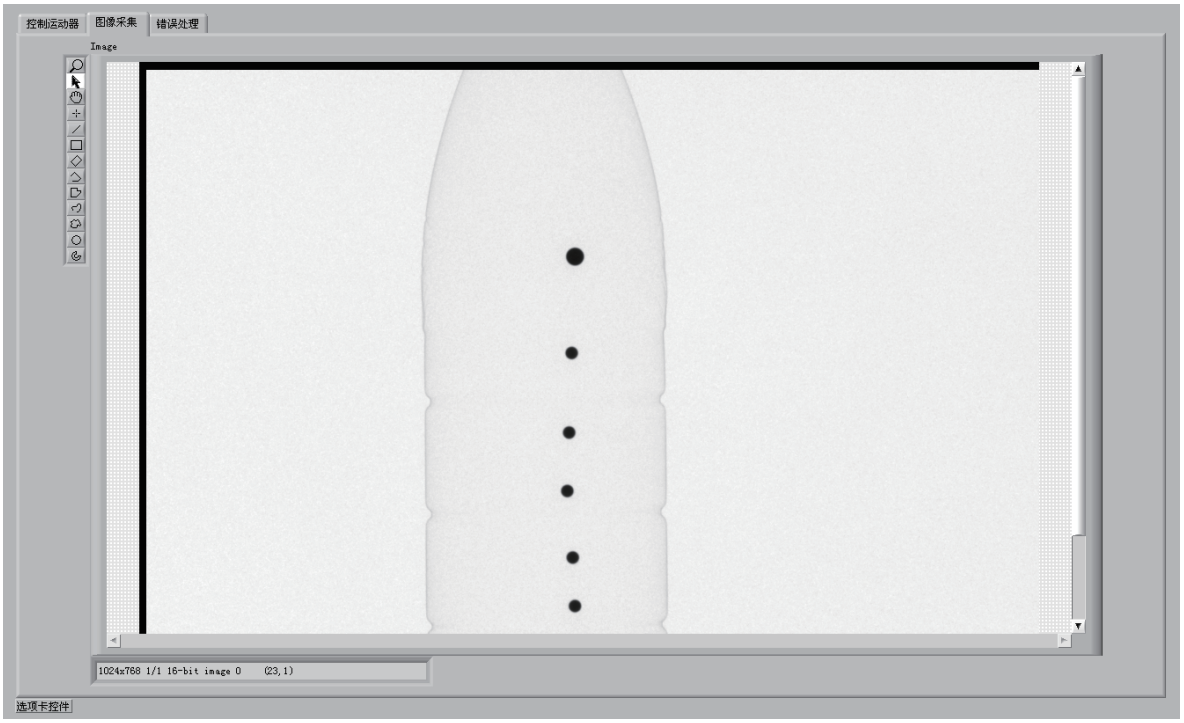


图 3 实时显示采集图像界面

总结：

本文主要介绍的是基于 LabVIEW 的五轴锥束 CT 图像采集系统的设计与实现，该系统能实现以下三个功能：

1、多轴运动控制器的运动：转台在前后（X）、左右（Y）、上下（Z）方向的运动及其在水平面上的转动（R）与平板探测器在前后方向（XR）的运动；

2、锥束 CT 图像采集系统：实现图像的采集、显示与存储；

3、整周采集：采集物体运动一周的图像。

在 LabVIEW 中具体实现上述功能：

1、多轴运动控制器：通过 ActiveX 自动化，将 LabVIEW 作为自动化客户端，调用多轴控制器提供的自动化服务器中实现控制功能与实现显示功能的 ActiveX 对象，通过访问它们的属性和方法，完成对多轴控制器系统的控制。

2、锥束 CT 图像采集系统：在 LabVIEW 中调用平板探测器提供的 dll 文件，实现图像采集，采集得到的图像通过帧采集器传输入 PC 中。

3、整周采集：在 PC 机中搭建网桥，实现 PC 机同时与命令处理器及多轴运动控制器通信，使用事件结构，实现多轴控制器控制与图像采集系统控制的相互独立。结合功能 1 与功能 2，在 R 轴运动的同时进行图像的采集，完成整周采集。

由于设计时间与作者水平的原因，该系统还存在不足：

1、多次试验发现单轴平动时坐标轴坐标未能实时显示。

2、采用标签页，使界面简洁、美观，然而若需要在采集中观察实时显示的图像，需要切换标签面，在只采集几帧时，可能无法观看实时采集的图像。

3、未能解决“四轴运动”与“R 轴运动”两个按钮在其实际为假时，在界面上依然显示为真。

4、在进行整周采集时，发现会发生丢帧现象。

基于 LabVIEW 的汽车行驶跑偏测试系统研究开发

作者：杨 灿
指导教师：何耀华
学校：武汉理工大学

介绍：

汽车行驶跑偏是指：汽车在平直路面上行驶时，驾驶员将汽车调整到直行状态后，不对方向盘施加任何力和力矩，汽车不能维持原直行状态，偏离直线行驶轨迹的异常现象。汽车行驶跑偏会加速轮胎磨损，容易使驾驶员出现驾驶疲劳，影响行车安全。通过开发汽车行驶跑偏测试系统，对出厂车辆全数进行下线检测，可以避免存在行驶跑偏的车辆流入市场。

测试系统利用 LabVIEW 机器视觉模块，控制工业 CCD 图像传感器，采集被试车辆在测试车道上的位置图像，进而对图像进行分析处理，计算出被试车辆的行驶跑偏量。并且通过 LabVIEW 的 TCP/IP 通信函数，开发生产管理系统通信对接程序，实现对跑偏测试系统与厂商的生产管理系统
无缝连接，按照生产节拍完成下线车辆跑偏测试环节。

使用的产品：

NI LabVIEW
NI Vision Acquisition Software
NI Vision Development Module

应用方案：

1、跑偏测试系统的硬件组成

跑偏测试系统的硬件主要是由图像采集系统硬件、无线通信系统硬件及土建施工三部分组成，如表 1 所示：

	硬件	功能
图像采集系统	CCD 传感器	采集测试图像
	光电开关	产生 CCD 触发信号
	环境光传感器	采集环境光强，调节曝光时间
	照明系统	提供夜间测试照明
通信系统	无线 AP	产生射频信号
	无线交换机	集中管理 AP，与 AP 共同构建无线网络，传输测试指令和测试结果
	光纤及光纤收发器	连接交换机与 AP、连接测试主机与 CCD 传感器、连接测试主机与环境光传感器
土建及施工	龙门架	安装 CCD 传感器
	光电开关支架	安装光电开关
	AP 支架	安装无线 AP

表1 跑偏测试系统硬件组成与功能

图像采集系统用以对被试车辆进行拍照，得到被试车辆在测点处（CCD 正下方）测试图像，环境光传感器用作调节 CCD 曝光时间，与照明系统一起，辅助 CCD 获得最佳的测试图像。

通信系统用以实现测试系统与测试人员的信息交互：测试前测试人员向主机发送被试车辆信息和测试指令，告知图像测试系统何时进行被试车辆的图像采集；测试完成后，主机向被试车辆及生产管理系统发送被试车辆测试结果。

2、跑偏测试系统的硬件布局

跑偏测试系统的硬件布局如图 1 所示：

跑偏测试区是路试车道的一部分，在跑偏测试车道上架立多个龙门架，用以安装工业 CCD 相机，跑偏测试区的第一 CCD 和第二个 CCD 之间用作测试准备区，确认被试车辆进入跑偏测试区之前是否对正测试车道行驶，保证测试结果的可靠。测试区安装有多个 CCD，拍摄的被试车辆图像，用作计算汽车的行驶跑偏量等行驶跑偏数据。

整个跑偏测试车道延线，安装有多个无线 AP（Access Point），保证无线网络信号完全覆盖跑偏测试区。确保测试指令能够准确快速送达。

在跑偏测试区内还安装有环境光传感器，实时采集环境光强，据此动态调整 CCD 的曝光时间，以获得亮度和对比度俱佳的测试图像。

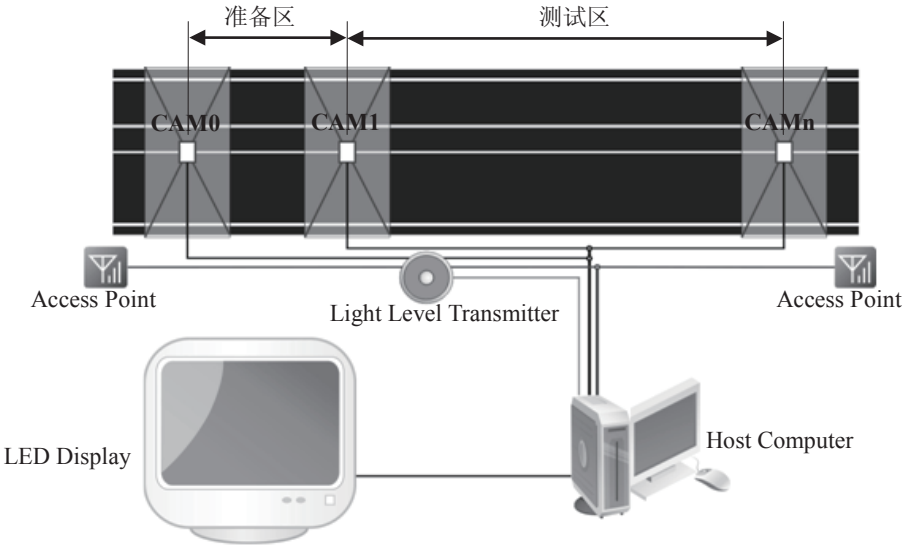


图 1 跑偏测试系统的硬件布局

3、跑偏测试系统的工作流程

1）生产管理系统向跑偏测试主机发送“待检车辆信息”（车辆识别码 Vehicle Identification Number 等），待检车辆信息将被存入本地数据库。

2）测试人员通过无线手持终端向跑偏测试主机发送“请求测试”消息，主机将检索数据库，确认该被试车辆是否为①中的进线车辆，若被试车辆为进线车辆，则转到图 2 中的步骤③；若被试车辆非进线车辆，则转到步骤④

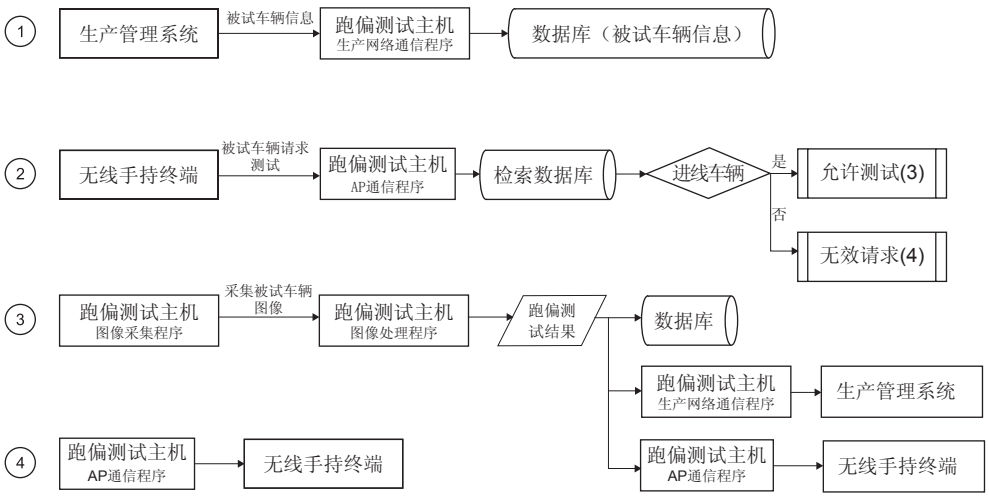


图 2 跑偏测试系统工作流程

3）图像采集程序接到“允许测试”消息后，采集被试车辆测试图像，并交由图像处理程序提取图像中光标位置，计算得到跑偏测试结果。跑偏测试结果将被写入测试系统数据库，并经通信程序发送生产管理系统和无线手持终端。

4）如无线手持终端发送的车辆请求测试信息为非进线车辆，则直接发送“请求无效”消息到手持终端，告知测试人员该测试请求无效。

4、图像采集和图像处理

跑偏测试系统利用 NI VAS 函数构建图像采集程序，被试车辆通过 CCD 图像传感器下方时，触发光电开关，CCD 图像传感器，采集被试车辆图像。利用 NI VDM 函数，构建图像处理程序，提取被试车辆在图像中的像素坐标（图 2），通过坐标转换函数，将被试车辆像素坐标转换成物理坐标，从而计算出车辆的行驶跑偏量。

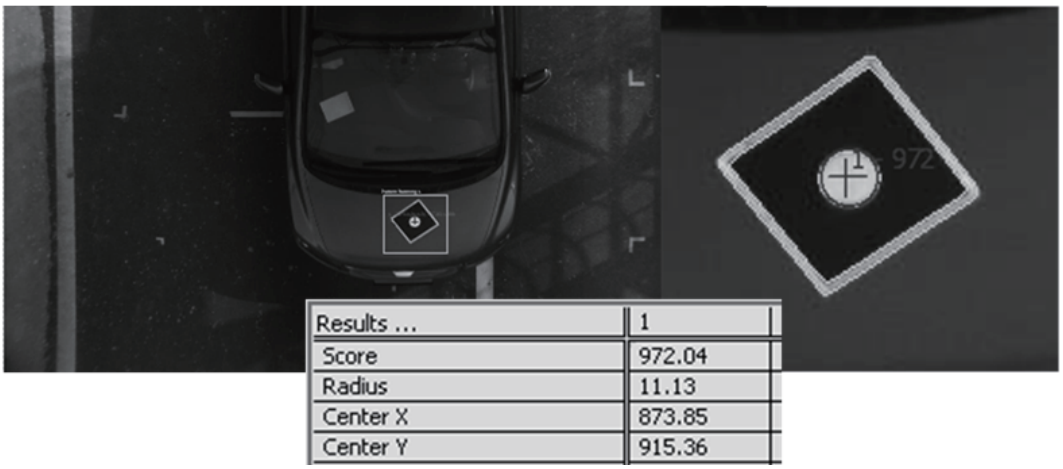


图 2 图像处理示例

总结：

跑偏测试系统利用 LabVIEW 机器视觉模块完成了跑偏测试的核心功能，实现对出厂车辆全天候的测试要求，并达到了设计目标：

1）该系统的测试所要求的测试能力为 1000 辆/日，实际测试能力大于 2000 辆/日；

2）将 LabVIEW 平台应用于汽车行驶跑偏测试系统，不仅很好地实现了汽车行驶跑偏测试系统的各项功能，而且为该测试系统的功能扩充、系统升级提供了广阔的空间。

基于 LabVIEW 的智能机电控制系统设计

作者：张海亮
指导教师：卢 佩
学校：石河子大学

介绍：

本课题主要开发了基于 LabVIEW 的直流电机速度测控系统，以经典 PID 控制算法为理论指导，采用经验法和等幅振荡法获取 PID 参数，都达到了较好的控制效果。本系统还实现了利用声、光、磁信号启停电机功能。软件方面，采用虚拟仪器开发软件 LabVIEW 作为平台；硬件方面，采用 NI ELVIS 套件和自己设计焊接的声、光、磁和速度检测电路板。本系统还添加了定时运行功能和打印输出报表功能，构成了多种模式下的直流电机转速测控系统。

使用的产品：

LabVIEW 8.5
NI ELVIS Ⅱ

应用方案：

1. 系统功能及方案

由于本系统主要完成对马达速度的闭环控制，采用典型计算机闭环控制系统结构，系统整体框图如下：

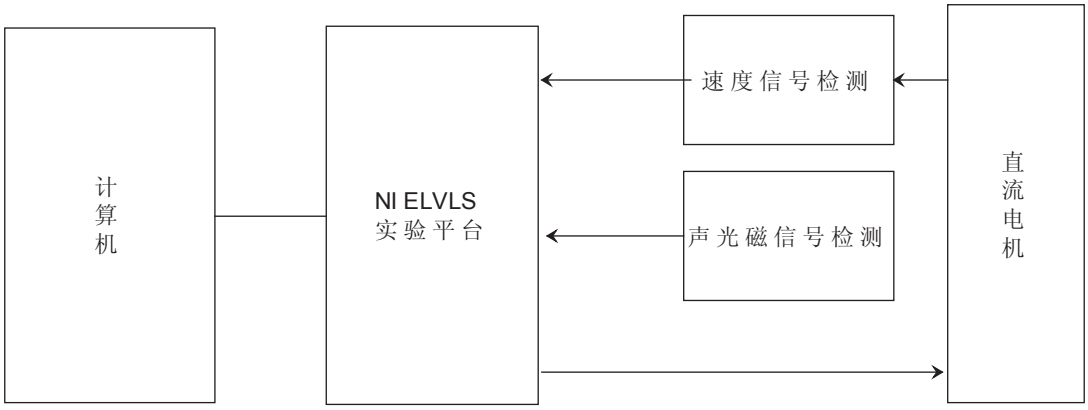


图1 系统设计原理框图

（1）马达速度的精确控制

设定好预计速度，然后测量实际的电机速度，实际转速和预计转速进行 PID 运算，得到新的电压信号，由 ELVIS 进行 D/A 转换后直接驱动电机，如此循环进行。这一系列的控制和运算都由计算机完成，由此可以看出计算机在整个系统中处于核心调度和控制地位。

所谓 PID 控制，就是对偏差信号 e(t)进行比例、积分和微分运算变换后形成的一种控制规律，即：

$$u(t) = K_p[\varepsilon(t) + \frac{1}{T_i}\int_0^t \varepsilon(\tau)d\tau + T_d\frac{d}{dt}\varepsilon(t)]$$

测量电机实际速度采用的主要器件是槽型光耦 GK122，是一对发射红外线和接受红外线的传感器。通过在电机转抽上安装一个缺口卡片，放入光耦的槽内，使得电机转动时，光耦的接受端不断处于通断两种状态，于是会产生一个脉冲信号。程序中通过测量脉冲信号的频率，即可得到电机的实际转速。原理图如图 2 所示：

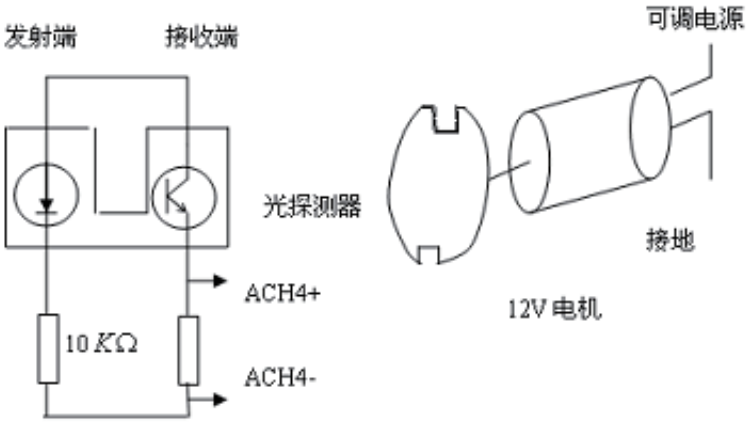


图2 速度测量电路原理图

（2）声、光、磁信号对马达启停控制

声、光、磁信号分别通过驻极体话筒、光敏电阻、干簧管等传感器采集。将采集到的信号通过 LM324 电压比较器转换成数字信号后，直接送入 ELVIS 套件的数字通道。程序中通过外界声、光、磁信号的有无，判断电机是否停转。这主要是考虑到实际紧急情况下使得电机停转，保护人员和设施安全。

2. 软硬件设计

硬件系统实现功能：通过计算机运行程序，启动数据采集卡，从 ELVIS 工作平台上采集模拟数据，然后进行采样，量化，输送到计算机程序界面上，之后程序根据实际情况与需要达到的目的进行比较，经过 PID 运算后，发出新的控制信号，传输到 ELVIS 工作平台上，从而实现了速度控制。

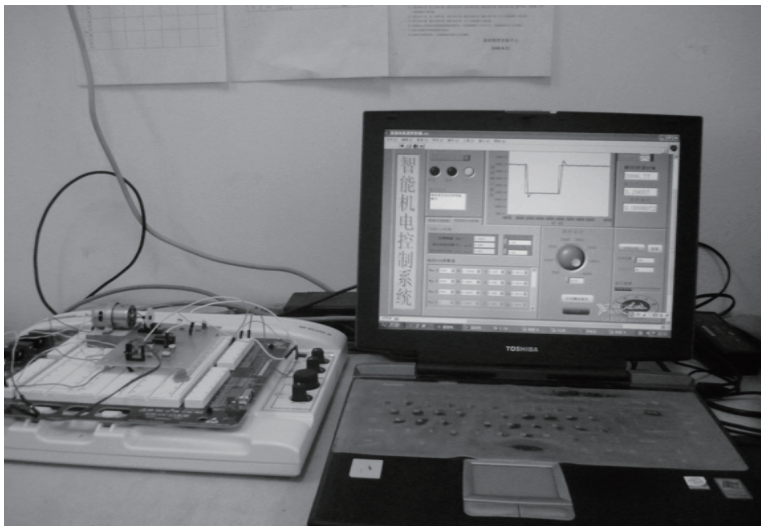


图 3 系统硬件平台

智能机电控制系统的软件设计包括 LabVIEW 的前面板设计和框图设计，前面板提供了可视化的控制界面，框图提供了详细的程序控制过程，主要包含五个模块：

（1） 控制模式选择模块
（2） PID 控制软件模块
（3） 计时运行模块
（4） 打印测试报告模块
（5） 计算机数据采集模块

下面是程序运行效果图：

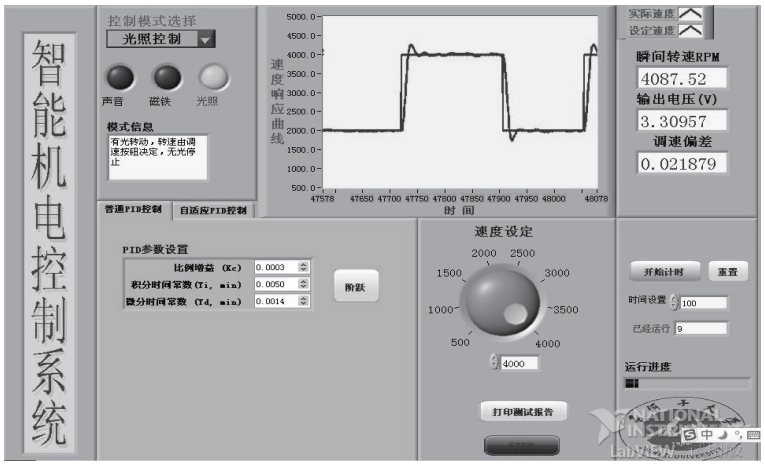


图 4 智能机电控制系统程序的运行效果

上图显示的是在光照控制模式下，定时运行 100 秒，设定速度 4000 转每分钟，PID 参数为：比例 0.0003，积分 0.005，微分 0.0014 时的电机运行测试效果。

点击前面板上的打印测试报告按钮即可打印本次测试报告。该模块独立成一个子 vi，自动生成基于 Excel 表格的测试报告。

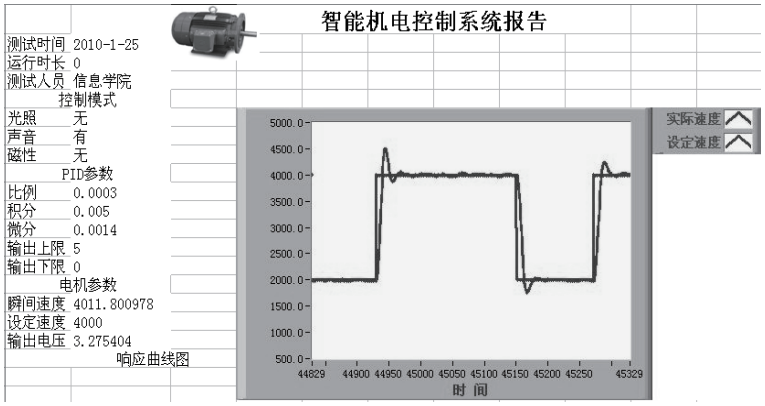


图 5 生成的简易测试报告

总结：本设计通过研究直流电机的结构，建立控制模型，然后设计出 PID 控制器，最后较好的实现了对直流电机速度的控制。本设计是在大量查阅国内外诸多资料和研究国内外直流电机速度控制现状的基础上，结合学院实际情况设计完成的。通过采用 LabVIEW 图形化编程软件和 ELVIS 套件，提高了系统设计效率，缩短了开发周期。

基于 LabVIEW 平台的电动机转子故障在线监测系统的研发

作者：张 磊
指导教师：谭兴文
学校：西南大学

介绍：

由于三相鼠笼异步电动机结构简单，工作可靠，使用方便，成为生产上应用最为广泛的一种电动机。但却因经常出现各种故障而造成重大的经济损失，甚至人员伤亡，其中转子断条故障是发生概率和危害程度都为最大的故障之一，因此对其运行状态的实时监测就显得尤为急迫。本课题，主要讨论转子故障发生的原因与危害，分析了干扰提取故障特征分量的因素，并提出相应的解决方法。同时开发出相应的硬件系统，经过实验调试，该套系统已经能够实现相当高灵敏度的转子故障实时监测，并具有一定的实用价值。

使用的产品：

LabVIEW8.2 专业开发版
声音与振动工具包
N9225 同步数据采集卡

应用方案：

1、 总体技术路线

以某三相鼠笼异步电动机为研究对象，开发三相鼠笼异步电动机转子故障在线监测系统，利用电流、电压互感器提取电机定子电流、电压信号，经 N9225 同步数据采集卡将传感器信号输送到计算机中，运用 LabVIEW 开发的虚拟仪器进行信号的后处理，判断是否有转子故障特征分量，即转子是否正常运行。

2、 硬件系统

电流互感器、电压互感器、N9225 同步数据采集卡、计算机

3、 软件系统

（1）频谱细化分析法提取转子故障特征分量

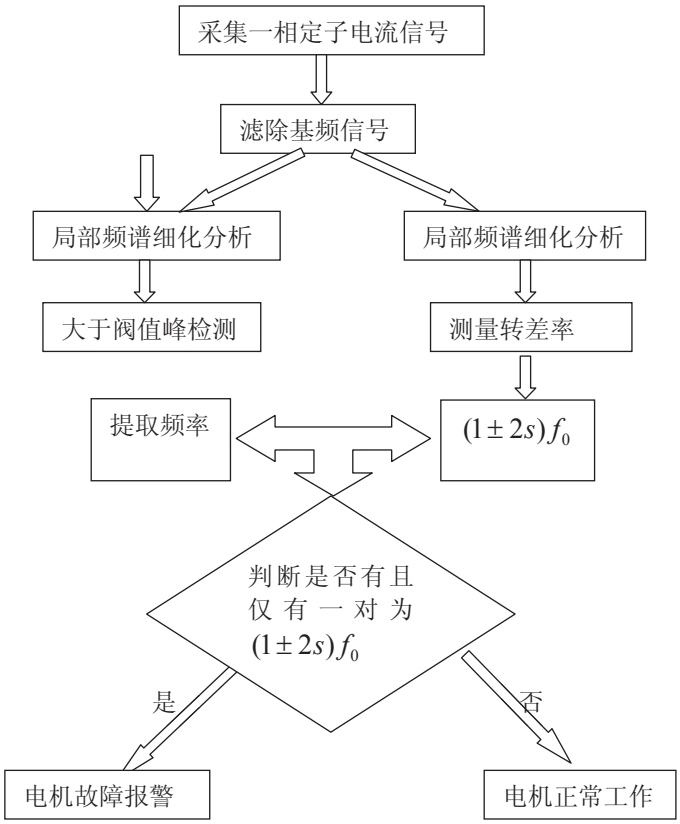


图1 软件系统结构框架图

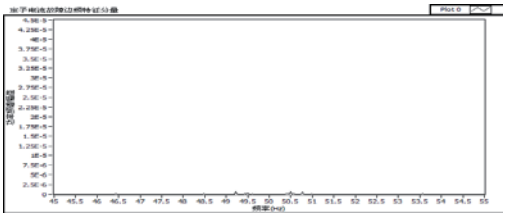
a、使用 DAQ 助手获取 N9225 数据采集卡传递信号；
b、由带阻数字滤波器器滤掉电源频率分量信号；
c、将得到的信号进行 ZOOM-FFT 频谱细化分析并得到功率谱；
d、测量出电机实时转差率并构成参考故障特征分量信号；
e、对步骤 3 得到的信号进行大于阀值的峰检测，由得到的峰与步骤 4 构成的故障参考信号进行对比判断电机转子是否故障。若故障则报警，若不故障则电机正常工作。

（2）回转半径发提取故障特征分量

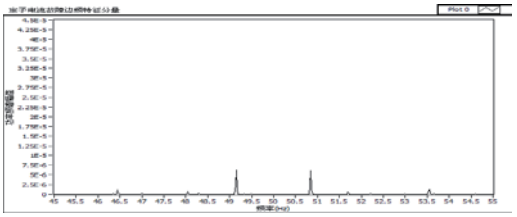
首先采集定子电流信号，并通过自适应滤波滤除定子电流基频信号。其次，通过数字滤波器滤除非故障特征分量频带的电流分量，例如电源谐波分量等噪音。再次，通过对上步所得信号进行希尔伯特变换，组成复解析信号，并显示出复解析信号的复平面图，由复平面图可以看出复平面图所覆盖圆的面积随着故障程度的加剧而增大，由此可以定义回转半径 r 这个物理量来表征复平面圆的大小，即用回转半径 r 作为故障特征分量来表征转子断条故障成程度。

4、 实验结果

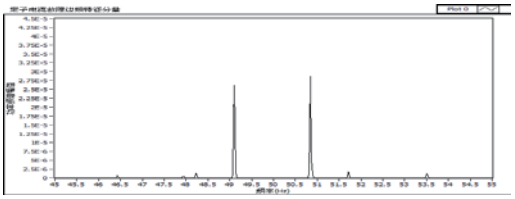
（1） 频谱细化分析法提取转子故障特征分量实验结果



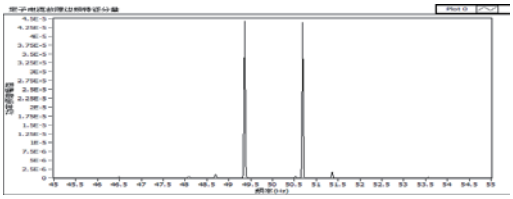
（a）正常情况下 A 相定子电流频谱图



(b)一根转子导条断条时 A 相定子电流频谱图



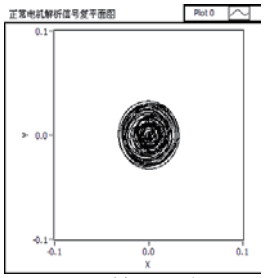
(c) 两根转子导条断条时 A 相定子电流频谱图



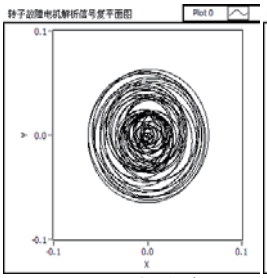
(d) 三根转子导条断条时 A 相定子电流频谱图

图 2 频谱细化分析法提取转子故障特征分量实验结果图

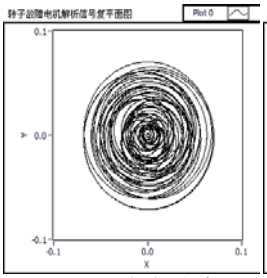
（2） 回转半径发提取故障特征分量实验结果



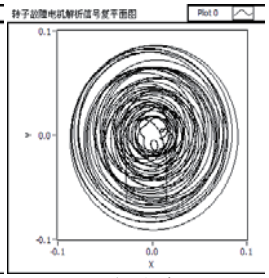
（a）转子正常



（b）一根段条



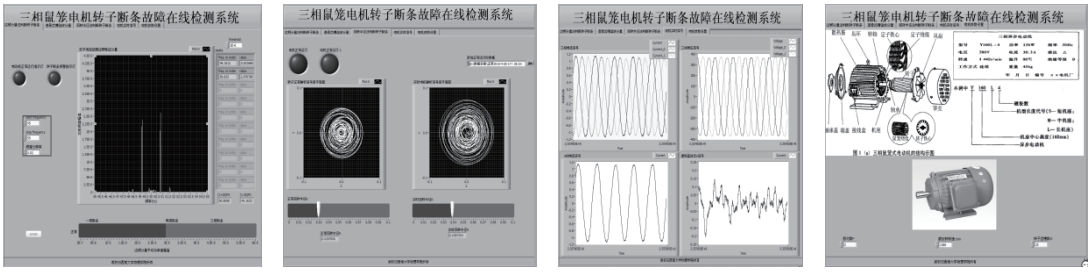
（c）两根根段条



（b）三根段条

图3 回转半径发提取故障特征分量实验结果图

5、系统工作图



（a）主界面　（b）回转半径模块　（c）实时信号显示　（d）参数设置

图4　监测系统主要更能界面图

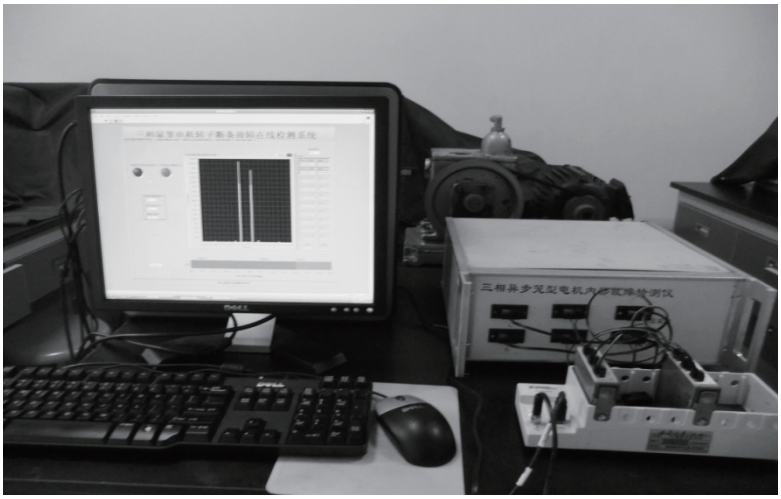


图5　工作中的系统实物图

总结：

本课题基于 LabVIEW 平台，成功开发了基于数字滤波、ZOOM-FFT、齿槽谐波分量求转差率等技术的鼠笼式异步电动机转子故障实时监测的软件系统，同时初步实现了运用回转半径判断转子的运行状态是否正常。同时在硬件系统上调试成功并得到了良好的效果。该系统与同类产品相比具有灵敏度高，稳定性好，结构简单等优点，也说明 LabVIEW 在相关产品的开发上有着不可比拟的优势。

基于 LabVIEW 的电子节气门测试系统设计

作者：张彦创
指导教师：周求湛
学校：吉林大学

介绍：

电子节气门是控制汽车发动机进气流量的重要装置，发动机 ECU 根据控制算法可随着发动机工况的变化配置出一个最佳的混合气成分，并根据驾驶员的驾驶意图以及整车行驶状况确定节气门阀片的最佳开度，从而实现节气门阀片开度的精确控制。由于节气门在汽车行驶过程中具有很重要的作用，所以节气门的质量必须有确切的保障。本文就是针对电子节气门的质量评价问题拟开发一套基于 LabVIEW 的电子节气门性能测试系统。

使用的产品：

LabVIEW2009
PCI-6251 数据采集卡

应用方案：

此系统包括下位机即控制驱动系统硬件和基于 LabVIEW 的上位机测试软件。主要完成对电子节气门的控制和性能测试，包括反应时间测试、寿命实验，实现对电子节气门任意开度的快速控制以及对测试结果的存储打印。

反应时间测试：测试节气门阀片从一个开度到另一个开度的反应时间。本测试系统需要完成四种节气门阀片开度的反应时间测试：全开到全关，全开到自由状态，全关到自由状态，全关到全开。

寿命实验：指定存储有一系列节气门阀片开度的数据文件，系统能按照给定的数据文件完成寿命实验，并记录所完成的指定开度的数据文件的次数。

下图 1 所示为系统整体设计：

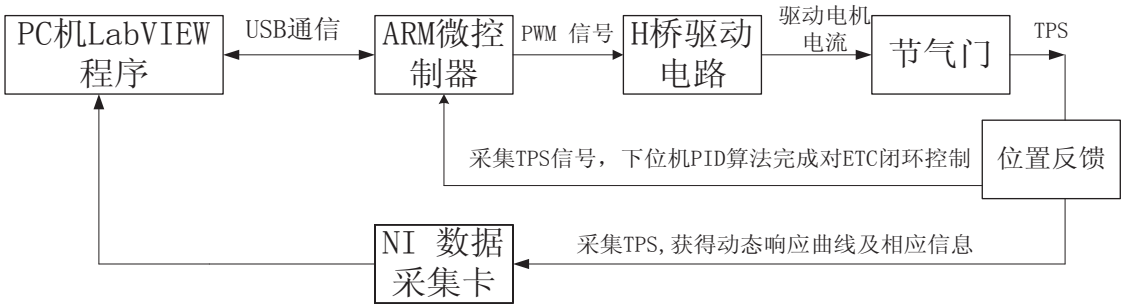


图1 系统框图

控制系统部分主要由 LPC2378 ARM 控制器完成，实现的主要功能是对 TPS 位置反馈信号进行采集，比对目标开度，通过 PID 算法进行处理，产生相应占空比的 PWM 信号送至 H 桥驱动电路，H 桥驱动电路根据输入 PWM 信号占空比的大小输出相应的电流从而驱动电子节气门的电机转动，从而驱动电子节气门工作，使节气门阀片达到相应的开度。

系统的测试部分由 PC 机完成，即利用虚拟仪器开发平台 LabVIEW 这一图形化编程语言在 PC 机中编写控制与测试程序，然后经 USB 接口建立起 PC 机与下位机 ARM 微控制器的通信连接，向下位机发送命令和数据，接收下位机的反馈数据，以实现对下位机 ARM 微控制器的控制；同时用 PCI 接口的 NI 公司的数据采集卡采集电子节气门位置信息送进 PC 进行数据处理。

下图 2 所示为测试系统主界面：

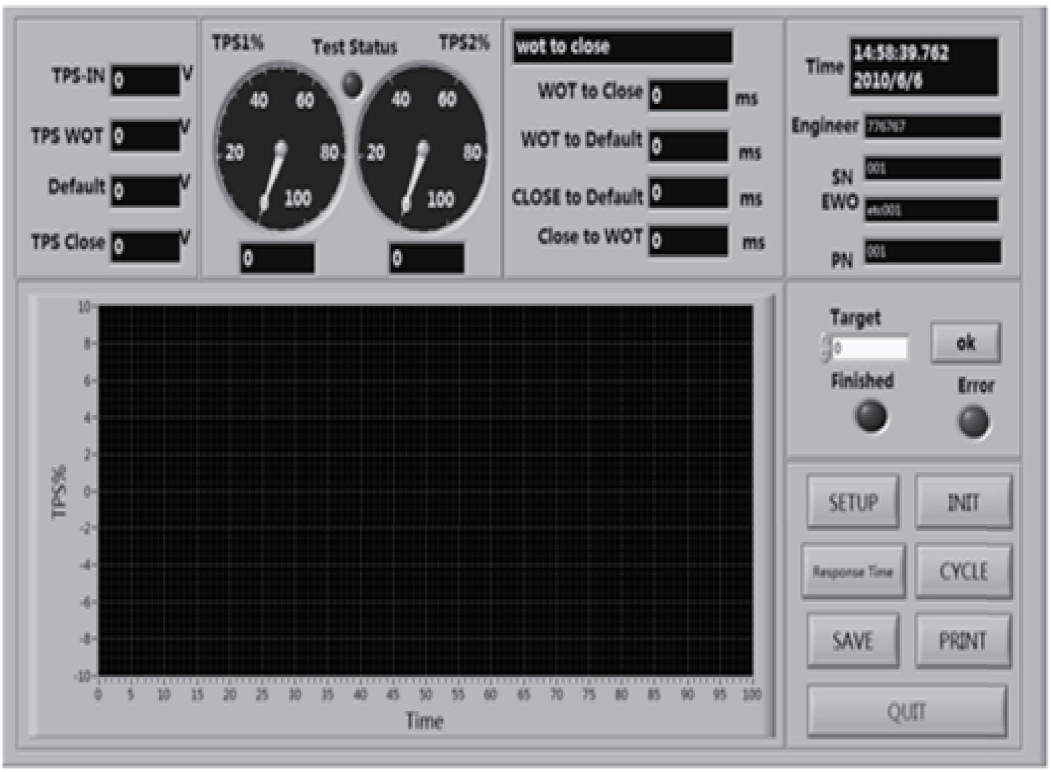


图 2　测试系统主界面

主程序通过用户界面事件模式对各种状态进行控制执行，通过主界面按键触发后面板程序框图中相应的程序执行。

总结：

随之汽车电控技术的快速发展，电子节气门的应用必将越来越广泛。针对目前对电子节气门的研究主要集中在控制方面，本文在基于 LabVIEW 的基础上，设计了一套测试电子节气门性能的测试系统。采用 LabVIEW 这一优秀的测试系统开发工具使得系统人机界面友好、操作方便、开发周期缩短、易于维护，同时提高了工作效率和性能测试的智能化程度。

经实验证明，本文所设计的测试系统能够准确的完成对电子节气门的性能测试，准确的计算出反应时间，完成对电子节气门的寿命实验，可以做出对电子节气门质量的正确评价。

基于 PXI 结构的声音信号采集系统设计

作者： 赵 兴
指导教师：李 健 曾周末
学校：天津大学

介绍：

随着时代的发展，人们对数据采集的要求不断提高，其用途也不断扩大。其中，基于麦克风阵列的数据采集技术已广泛应用于音/视频会议、语音识别及增强等领域。所以，研究数据的采集与存储，并探讨适宜的分析方法和分析软件具有重要意义。

本课题主要研究了数据的采集与存储，阐述了所设计的基于 PXI 结构的声音信号采集系统的硬件连接(麦克风阵列的搭建)、软件编程(实现数据的存储)，其中可以体现应用 LabVIEW 中的 DAQmx 模块编写的程序具有很好的可移植性。另外，补充讲述了数据采集的用途之一，就是语音定位，并编写了相关程序来实现。

使用的产品：

软件：LabVIEW 8.5
硬件：PXI 同步采集机箱

应用方案：

随着计算机技术的发展，结合高精度、高性能的数据采集仪的应用，使得多路数据采集实现了自动化，大量的数据采集和分析由计算机自动完成，提高了测量精度。这就突破了以往现场的数据都是采用人工方式进行采集所带来的局限性，能够实现对大量的实验数据的实时采集和分析。

本课题主要利用 LabVIEW 软件的 DAQmx 模块编程在 PXI 同步采集机箱上实现数据的采集，并进行了数据的存储，同时应用存储的语音信号数据进行了实现声源定位的探索。本文详细地介绍了硬件构成，解读了所编程序，并对实验结果进行了分析。

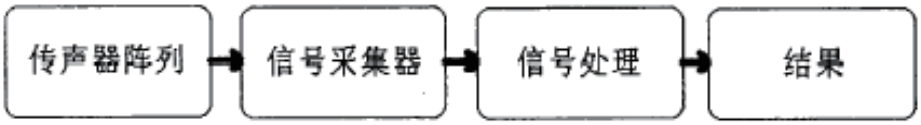


图 1 系统总体结构

作为硬件部分，基本组成部分要有传感器部分、前置放大部分以及数据采集卡部分。此部分主要是搭建麦克风阵列(由 ECM8000 麦克风构成)，通过前置放大器(MIC100)接入 PXI 信号同步采集机箱，这样就完成了外部采集语音信号电路的搭建。

数据的采集主要是利用 DAQmx 模块来实现。

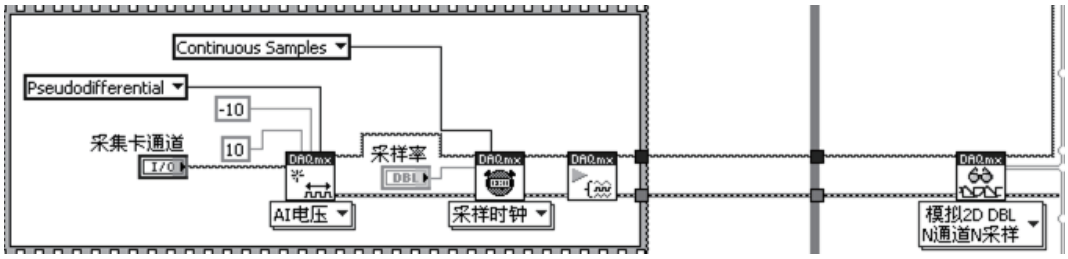


图 2 数据采集程序框图

采集到数据后，就要进行相应的存储。本文编写了两种格式.txt 和.mat 的存储。

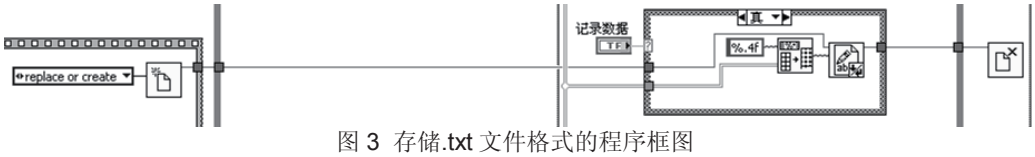


图 3 存储.txt 文件格式的程序框图

在进行.mat 文件格式的存储时，由于后续会进行语音定位的探索，故实验首先将数据进行了分离，之后写为相应的数组，存储到一个.mat 格式文件中，进而对这些数组进行处理，实现语音定位。

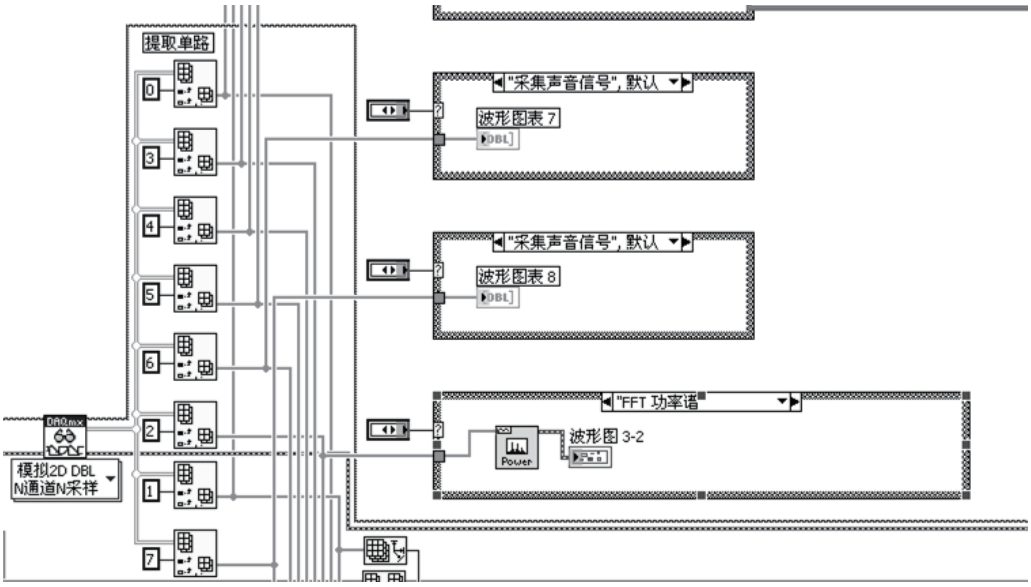


图 4 八路数据提取分离程序

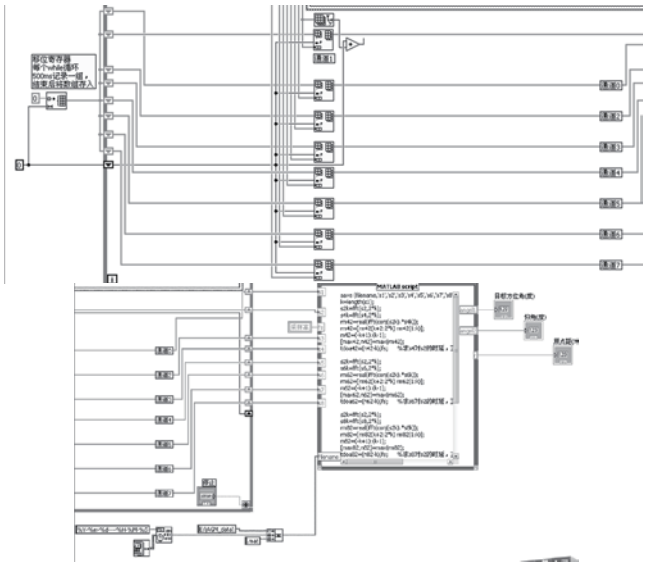


图 5 利用移位寄存器和 Matlab Script 脚本实现数据存储及语音定位

总结：

本课题主要是设计基于 PXI 的声音信号采集系统，目的是实现声音数据信号的采集和存储。

首先介绍了系统所采用的外部硬件连接框架，讲述了麦克风阵列、前置放大器和 PXI 同步采集机箱的相关内容，探讨了麦克风阵列较单麦克风所表现出的优势，对于课题所采用的麦克风和前置放大器的型号、参数、配置方法进行了说明。之后介绍了 LabVIEW 中用于数据采集的 DAQmx 模块，并对笔者所编程序进行了详细的解读，实现了声音信号数据的采集和存储，最后通过调用 Matlab Script 节点，实现对定位算法的程序编写。

基于 LabWindows/CVI 的机械设备状态监测系统研究

作者： 刘 鑫
指导教师：刘 畅
学校：昆明理工大学

介绍：

设备的状态监测与故障诊断在现代化工业生产中起着重要的作用。企业管理的现代化必然要以设备管理的现代化作为其重要组成部分。本文在 NI 公司的 LabWindows/CVI 环境下开发了机械设备状态监测系统。本系统主要实现数据的采集、监测、分析、及管理。根据机械振动信号的机理和特点，结合故障诊断技术，在信号分析模块中完成了各种常见的时域（组态图，棒图，趋势图及轴心轨迹图等）和频域（幅值谱、功率谱、倒谱及包络谱等）分析方法；在报表模板实现了实时报表的打印（EXCEL、WORD 格式）；在数据管理模块实现了数据文件的存储、回放及删除，并利用 ADO 技术连接 ACCESS 数据库加强了对数据的管理功能。最后在转子试验台上进行了实验以验证系统的功能性和实用性。

使用的产品：

软件：LabWindows/CVI 2009
硬件：NI PXI-1042Q 高性能声振测试系统
NI PXI-4472 采集卡

应用方案：

本文以 QPZZ-II 旋转机械振动及故障模拟试验平台为对象，在 LabWindows /CVI 开发环境下设计了机械设备状态监测系统。通过事先的调研确定了在线监测系统的基本功能组成（如图 1 所示）。本在线监测系统主要分为 4 个部分：

1) 系统操作包括：“系统登录”、“系统注销”和“系统退出”，主要完成系统用户的管理（见图 3）。
2) 系统功能包括：“参数设置”，进行采样参数和报警参数的输入（见图 4）；“实时监测”，实现动态棒图、实时报警列表、实时趋势图及轴心轨迹图（见图 5、6）；“实时信号分析”，对实时信号进行各种时域频域分析，以判断故障类型（见图 7）、“报表打印”，完成对每次分析结果的报表打印，（见图 8）。
3) 数据管理包括：历史数据读取、历史波形回放、历史数据删除。
4) 帮助包括：“系统说明书”、“关于本系统”和“LabWindows/CVI 的帮助”。

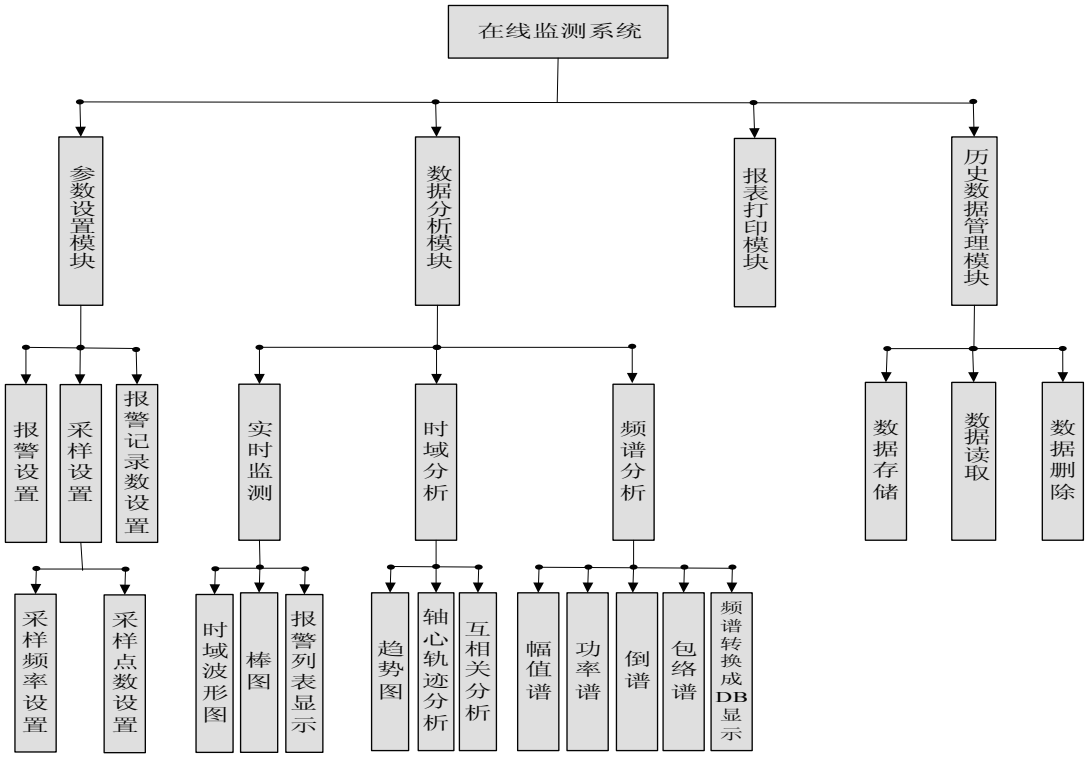


图1 在线监测系统设计框图

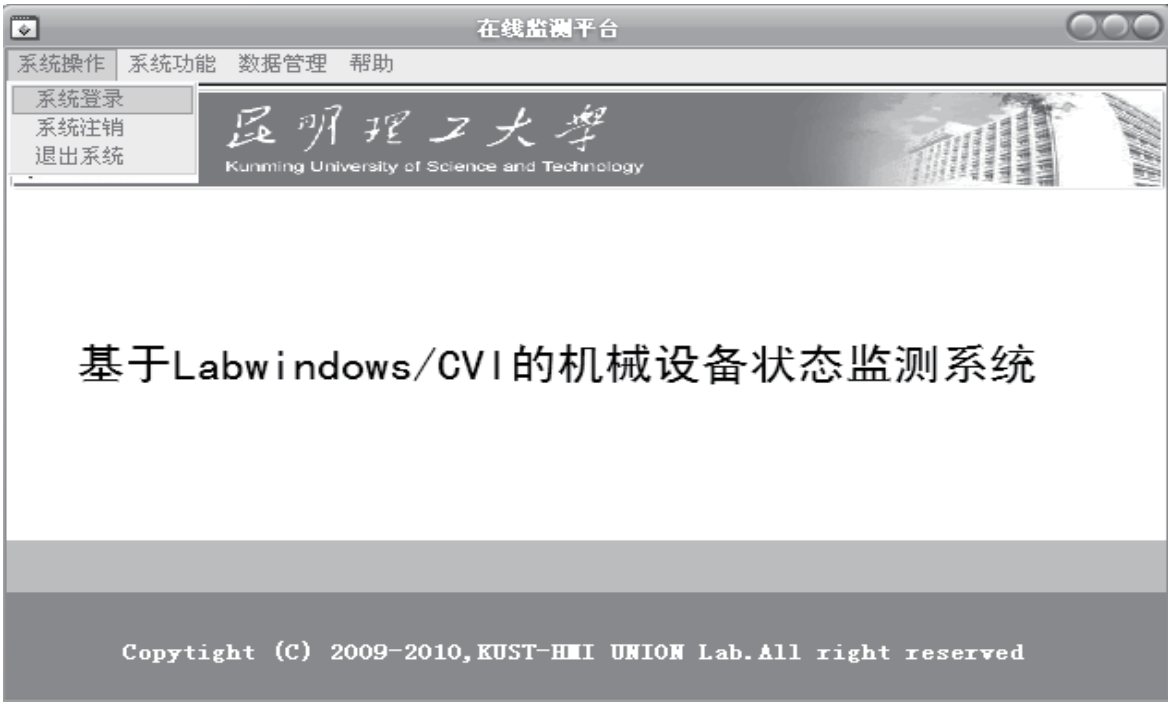


图2 机械设备状态监测系统主界面

图3 系统登录界面

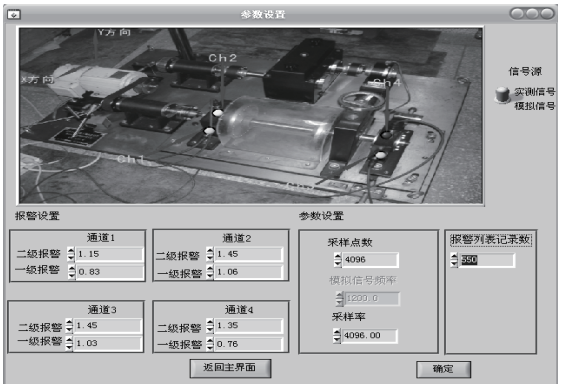


图4 参数设置界面

图5 实时监测界面（棒图、实时报警列表）

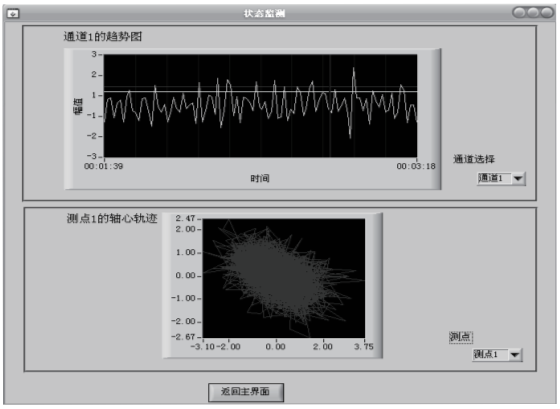


图6 实时监测界面（实时趋势、轴心轨迹）

电话：(021)5050 9800·传真：(021)6555 6244·china.info@ni.com

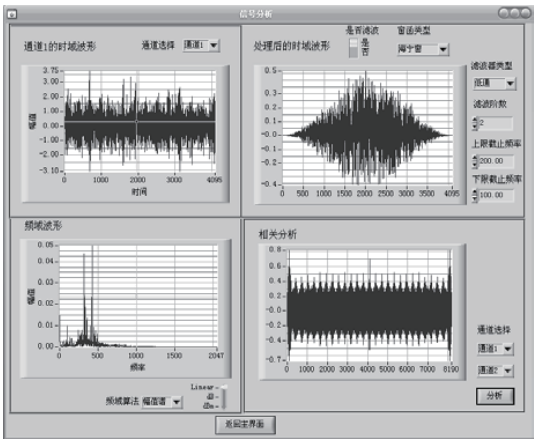


图7 实时信号分析界面

6/4/2010 昆明理工大学 11:25:20 AM

报警列表显示

	时间	通道	报警类型	报警值	设定值
1	6/4/2010 11:25:17	通道 3	一级报警	1.33	1.03
2	6/4/2010 11:25:17	通道 1	二级报警	1.47	1.15
3	6/4/2010 11:25:16	通道 1	一级报警	1.02	0.83
4	6/4/2010 11:25:15	通道 4	一级报警	1.03	0.76
5	6/4/2010 11:25:14	通道 1	一级报警	1.14	0.83
6	6/4/2010 11:25:13	通道 3	一级报警	1.07	1.03
7	6/4/2010 11:25:12	通道 1	一级报警	1.13	0.83
8	6/4/2010 11:25:11	通道 1	二级报警	1.50	1.15
9	6/4/2010 11:25:10	通道 4	一级报警	0.80	0.76
10	6/4/2010 11:25:09	通道 2	一级报警	1.23	1.06
11	6/4/2010 11:25:08	通道 1	二级报警	1.42	1.15
12	6/4/2010 11:25:05	通道 1	二级报警	1.26	1.15
13	6/4/2010 11:25:04	通道 1	二级报警	1.55	1.15
14	6/4/2010 11:25:03	通道 1	二级报警	1.63	1.15
15	6/4/2010 11:25:01	通道 2	一级报警	1.21	1.06
16	6/4/2010 11:25:00	通道 1	二级报警	1.37	1.15

List complete!

图8 实时报表打印界面（部分显示）

从用户角度考虑，本系统增加了权限设置功能（如图 3 所示）、防误操作功能和系统帮助功能（如图 1 所示），方便于用户对系统进行管理，增强了系统的可操作性。

最终在转子试验台上进行了实验，传感器安放见图 9。

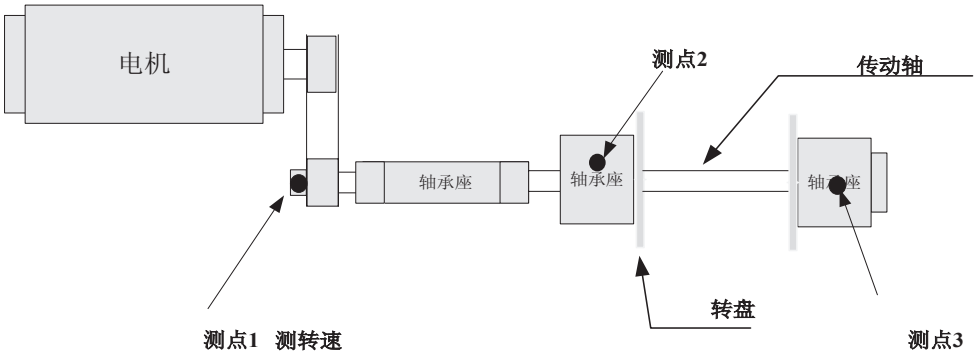


图9 试验台俯视图

总结：

近些年发展起来的虚拟仪器技术在设备管理发面发挥了巨大的作用，它不仅突破了传统仪器的无法现场准确测量的局限，而且运行速度快、效率高。同时既可以对监测对象进行实时状态监测，也可以对测量数据进行自定义存储，之后进行离线分析。基于上述原因，本文以现代工业为背景，在广泛查阅和借鉴相关文献资料的基础上，通过实际调查、研究分析、实验验证等方式，最终开发出了基于 Labwindows/CVI 的机械设备状态监测系统。本系统主要特点如下：

1) 实现了动态趋势图、动态棒图、轴心轨迹图、幅值谱、功率谱、倒谱及包络谱等常用针对转子故障诊断的信号分析方法。
2) 实现了实时报表的打印；数据文件的读写及删除；与Access数据库的交互；报警事件列表显示及报警文件的读写。
3) 实现了权限设置功能、防误操作功能和系统帮助功能（设计使用说明书和在线帮助）。
4) 在转子试验台上进行实际实验验证了系统的有效性和实用性。

基于 LabVIEW 的“信号分析虚拟实验室”

作者：石盛超　江 顺　张卫同　龙彦汕　高枫樾
指导教师：刘舒帆
学校：解放军理工大学

介绍：

本课题从信号与系统理论与实验教学出发，针对信号与系统大量运用数学公式，理论抽象难懂，许多基本原理在现有的实验中又很难用常规的手段来反映的现状，借助 LabVIEW 强大的信号分析处理能力和虚拟仪器功能，对课程中信号的时域与频域波形；信号的相乘、相加、尺度变换、卷积、微分、积分运算；吉布斯效应、采样定理、相位的影响、幅度谱、功率谱、相关性；滤波电路的设计等基本概念进行精心的规划构思。利用生动的二维、三维图形，对信号与系统中的重点、难点课题进行图解分析，剖析了信号与系统数学表达式蕴含着的深刻的物理概念。研究完成的这套信号与系统分析虚拟实验软件，既可以作为教师“信号与系统”理论与实验课程的辅助教学工具，也可以为学生提供网上学习的虚拟实验平台。

使用的产品：

LabVIEW8.2

应用方案：

“信号分析虚拟实验室”具有四大部分：1.信号的时域与频域分析；2.信号的基本运算；3.信号的处理；4.滤波电路。主要包括 17 个子项目，详见图 1。

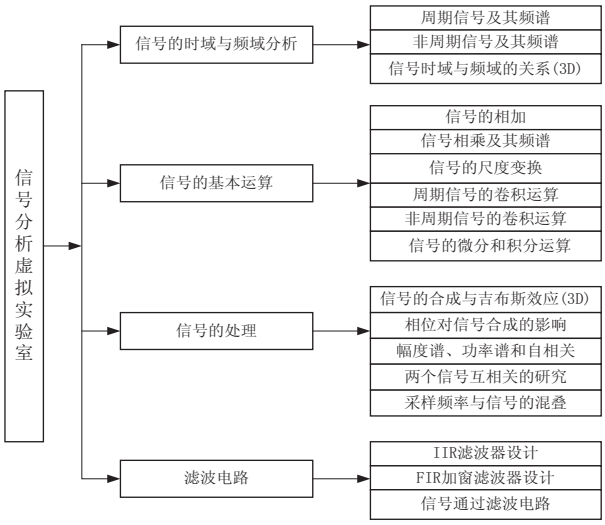


图 1 “信号分析虚拟实验室”组成框图

图 2 是“信号分析虚拟实验室”的主界面。在上端的菜单栏中选定子项目点击鼠标后，就可以进入这个子项目了。通过调节有关的控件，可以选择、调整、改变和显示各种波形，从而完成重要定理、定律的分析观察。

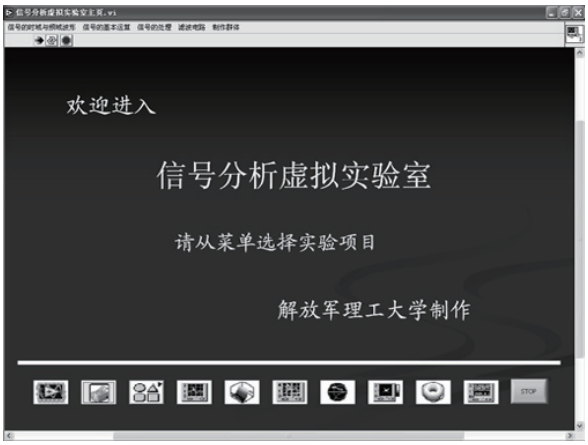


图 2 信号与系统虚拟实验室主界面

例如，在如图 3 所示“非周期信号及其频谱”子项目中，可以对冲激信号、单脉冲信号、斜坡信号、三角信号、单周期正弦信号、Sa 函数、高斯脉冲等 7 种信号进行时域波形和频域波形的观察测量和比较分析，其中使用的虚拟仪器具有信号源、示波器和频谱仪三重功能。

又如，在“信号的尺度变换”子项目中，如图 4 所示，界面左边用三台虚拟示波器分别显示 $f(at)$、$f(t)$ 和 $f(t/a)$ 的时域波形，右边用三台虚拟频谱仪分别显示它们对应的频谱。调节 $f(at)$ 对应的滑动杆改变 a，将使时域脉冲随 a 增大而变窄，对应的频谱则展宽；调节 $f(t/a)$ 对应滑动杆改变 a，将使时域脉冲随 a 增大而展宽，对应的频谱则变密。由此证明傅里叶变换中 $f(at) \leftrightarrow \frac{1}{a}F(\frac{\omega}{a})$ 的规律。

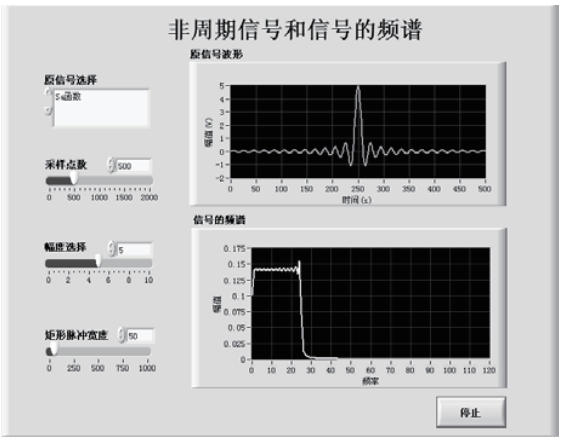


图 3 Sa函数及其频谱

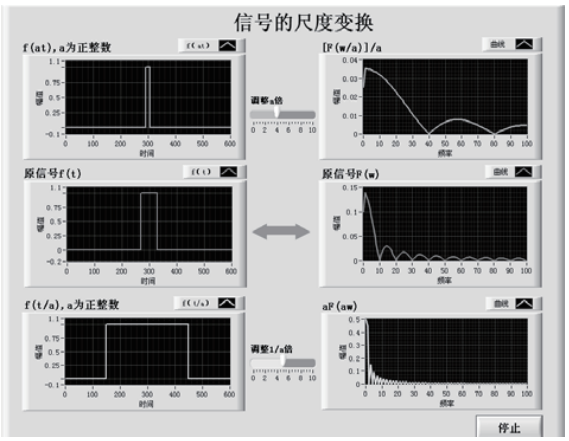


图 4 信号的尺度变换

图 5 显示了“信号时域与频域曲线的关系”子项目的前面板。其中信号可以选择正弦波、矩形波、锯齿波或三角波。在界面的两边用二维图形、三维曲面分别表示信号的时域和频域波形，同时在界面的中间位置用三维曲面图表现信号时域与频域的关系。通过调整矩形波或锯齿波信号的占空比，观察二维和三维图形的变化，动态地演示信号时域和频域特性以及之间的关系，可以拓展学生的视觉空间，增强理解并融会贯通，达到良好的教学效果。

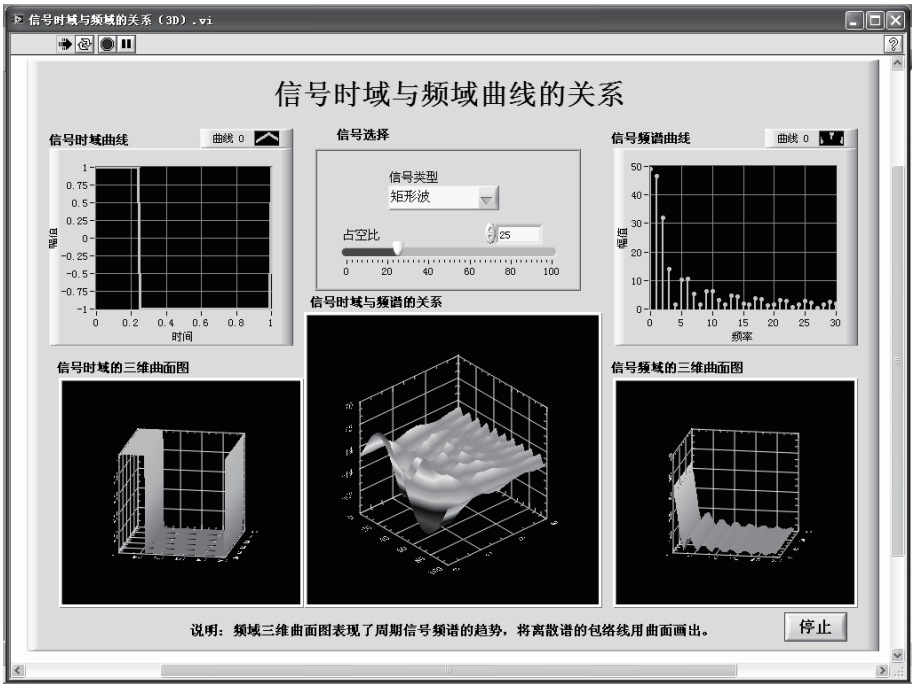


图 5 信号时域与频域曲线的关系

图 6 “信号通过滤波电路”子项目构成了一个虚拟的信号滤波系统，左面是输入信号及其频谱图，中间是滤波电路的幅频特性与相频特性曲线，右面是输出信号及其频谱图。可以进行滤波器辅助设计，分析滤波的结果。

当前图 6 中选择了输入信号为一个频率为 2Hz 的矩形脉冲。当滤波器选择为带通滤波器，低端截止频率为 5Hz，高端截止频率为 7Hz 时，原矩形脉冲频谱中仅有三次谐波分量 6Hz 通过滤波器，其它频率分量均被滤去，因此输出信号时域波形为一个正弦波。

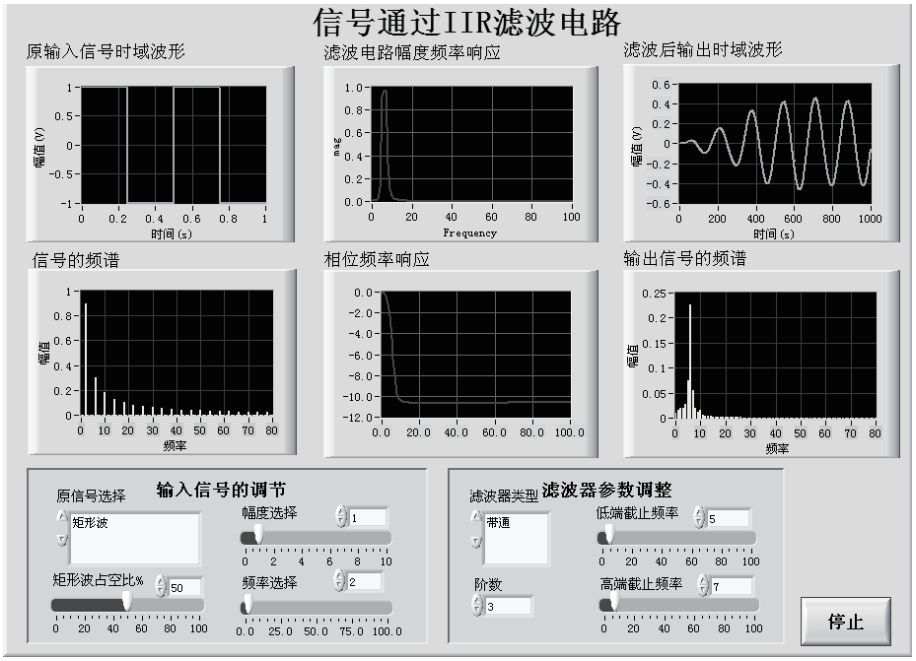


图 6 “信号通过滤波电路”的前面板图

总结：

本课题利用 LabVIEW 将信号与系统教学中抽象的概念，用生动的图像表现出来。使我们在掌握虚拟仪器开发技术的同时，加深了对信号理论的理解，培养了创新的意识，锻炼了实际动手的能力。

体会到应用 LabVIEW 设计虚拟仪器有以下优点：

1、开发周期短，程序框图形象生动，使得程序编写的难度降低，便于理解。

2、将传统测量仪器和一些价格昂贵的仪器用虚拟仪器来代替，降低实验成本，简化操作，大大增强了系统功能与灵活性。

3、便于网络使用，拓展了学生实验的时间和空间。

在以计算机网络为主的信息时代，网络化的虚拟仪器系统是测试与仪器仪表领域发展的一个新方向。对于高校的电子实验室来说，应用 LabVIEW 中制作网络虚拟实验室，供学生练习和实验，相当于为学生提供了实验教学的新课堂。因此，虚拟仪器的开发和广泛使用具有非常深远的意义。

ni.com/china · 免费咨询电话：800 820 3622 · china.info@ni.com

NI上海：
上海浦东张江集电港二期
张东路1387号45幢（201203）
电话：（021）5050 9800
传真：（021）6555 6244
E-mail：china.info@ni.com

NI香港：
香港沙田安耀街3号
滙达大厦13楼1305-10室
电话：（852）2645 3186
传真：（852）2686 8505
E-mail：general@nihk.com.hk

NI代理：
北京中科泛华测控技术有限公司
（100083）
电话：（010）8260 0055
传真：（010）6262 8056
E-mail：mail@pansino.com.cn

© 2010 National Instruments公司。版权所有。