

NATIONAL INSTRUMENTS

NI 2011年毕业设计竞赛获奖论文简介



目 录

一等奖

基于NI CompactRIO的图书馆节能监控系统设计.....	1
----------------------------------	---

二等奖

基于虚拟仪器的齿轮箱故障诊断系统开发.....	3
基于IMAQ 马铃薯自动分级系统的研究.....	8
基于NI LabVIEW 的移动机器人设计.....	12
基于光束扫描的共焦显微三维测量技术研究.....	13
海洋救助船主要动力设备监测与诊断系统的研究与设计.....	18

三等奖

发动机振动与燃烧分析虚拟仪器的设计开发与应用研究.....	23
基于LabVIEW 的ZPW-2000A 测试系统软件关键模块的研究.....	25
基于LabVIEW 的单车试验数据采集系统.....	27
基于LabVIEW的钢琴调音系统.....	32
基于NI PXI架构的惯性测量组件测试系统研制.....	36
基于虚拟仪器的旋转机械状态监测系统研究.....	40
基于虚拟仪器的液位控制系统.....	43
基于虚拟仪器的远程测控实验平台构建.....	46
基于虚拟仪器的重叠叶片LAI 检测系统.....	49
静动态平衡功能测定与训练仪.....	53
论主抽气器综合性能试验台数采系统软件开发.....	57

鼓励奖

磁传感器性能自动测试系统.....	60
多总线流量装置远程测控实验系统.....	62
工业过程多参数的虚拟仪器设计.....	68
关于四旋翼飞行器旋桨控制及相关问题的研究.....	71
基于 LabVIEW 的通信原理虚拟实验设计.....	74
基于LabVIEW 的微细电火花钻孔和三维加工系统研究.....	77
基于LabVIEW 的多通道神经信号采集及电刺激系统的搭建.....	81
基于LabVIEW 的教学型扫描隧道显微镜（E-STM）上位机设计.....	83
基于LabVIEW 的热泵干燥数据采集系统设计.....	85
基于LabVIEW 的生物流化床污水处理监控系统设计.....	88
基于LabVIEW 振动磨的控制系统研究与实验.....	93
基于NI VeriStand 的时变内模控制器快速控制原型系统设计.....	96

基于USB 和LabVIEW 的数据采集系统设计.....	100
基于ZigBee 的公交优先调度车载系统设计.....	105
基于无线传输的自航模试验波高测量.....	108
基于虚拟仪器的大工件尺寸测试系统开发.....	111
基于虚拟仪器的心血管信号采集系统.....	116
基于虚拟仪器技术的轮胎成型机监控系统研究.....	119
基于虚拟仪器技术的谱激电相关辨识系统设计与实现.....	122
基于虚拟仪器技术的自动配料控制系统.....	124
基于氧化膜状态主动控制的ELID 磨削及其应用研究.....	127
全断面隧道掘进机状态检测技术研究.....	129
虚拟仪器远程测试网络实时通信.....	130
基于LabVIEW 的膝关节屈曲运动加载系统的研制.....	132
基于功率谱分析的光盘调制编码性能评价与优化.....	134
视频监控算法研究及LabVIEW 实现.....	136
基于LabVIEW 图像采集与处理系统设计.....	138
脉冲磁场检测系统的设计与标定.....	140

基于NI CompactRIO的图书馆节能监控系统设计

作者：从飞云，周徐宁，刘韬

指导教师：陈进

学校：上海交通大学

介绍：

近年来我国建设的大型公共建筑广泛地采用了中央空调系统，此投资约占建筑总投资的 10%以上，建筑能耗是普通住宅的 5-15 倍，而中央空调系统能耗在大型公共建筑能耗中所占的比例较大。因此，作为大型公共建筑节能全社会节能的重要组成部分，空调系统能否节能成为降低建筑能耗的关键因素。

在学校图书馆中，现有的空调调控模式一般采用人工统一调控模式。根据欲设定的温度，人为将图书馆中所有的空调口温度设置成统一温度值，并且调控的时间间隔跨度大。这样不仅浪费资源，而且温度和湿度的反馈不及时，使得控制效果不理想，无法解决整个图书馆内温度场分布不均匀，舒适性差等问题。本课题组通过与美国国家仪器有限公司(NI)的合作，充分利用其图形化编程软件平台 LabVIEW 和模块化硬件，在聚星仪器的大力支持与帮助下，利用其特有的 RIO-Mesh 网络数据库，开发出了基于 Internet 的图书馆节能监控系统。本系统的开发使用了 NI 最新的 LabVIEW 2010 软件平台和 WSN 无线网络硬件技术，根据图书馆阅览室的温度模型和相关环境参数，给出合理的空调控制策略，以最小耗能实现最优环境参数控制，实现节能减排的目标。

使用的产品：

软件：LabVIEW 2010、LabVIEW Real-Time Module、LabVIEW FPGA Module、LabVIEW Internet Toolkit、LabVIEW Report Generation Toolkit for Microsoft

硬件：NI WSN-9791、NI WSN-9792、NI WSN-3202、NI WSN-3212

应用方案：

本系统通过对上海交通大学新图书馆阅览室的环境参数无线采集、Internet 网络发布、建模分析等过程，实现了图书馆阅览室的环境参数监测和空调节能调控。具体数据采集平台的架构和系统功能说明如下。

一、数据采集平台的架构

为提高系统的适应性，减小施工难度，系统采用了 NI WSN 无线网络平台实现阅览室现场环境参数的采集和传输，而所有环境参数数据可通过 WSN-9792 可编程无线网关发布到 Internet 上的 RIO-Mesh 网络数据库。用户只需接入 Internet，就可利用图书馆节能监控系统实现对环境参数的实时监控与显示。

1. 无线网络的架构

图 1 显示了无线网络的架构方案。

系统采用 WSN-3202 和 WSN-3212 无线节点实现温度、二氧化碳、湿度数据的采集传输，无线传感器网络的节点可以被设置成路由节点，从而延长无线信号的传输距离并增加网络的可靠性。WSN-9792 连带的 RT 模块将汇总数据通过接入的 Internet 网络写入 RIO-Mesh 网络数据库，最后数据库将数据发布进入 Internet，在获得相关授权后用户即可通过 Internet 获取相关数据。

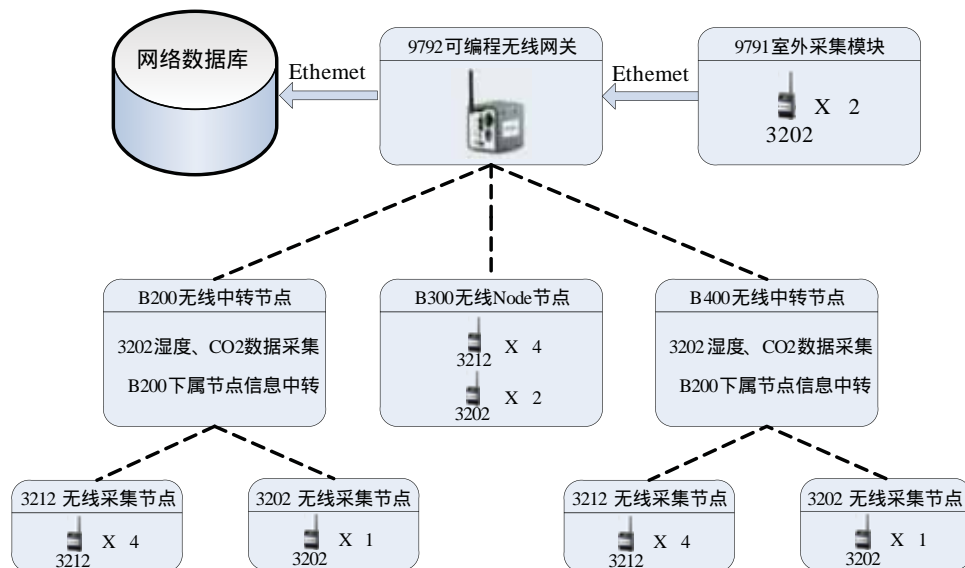


图 1 无线网络架构方案

2. NI WSN-9792 无线网关程序架构

图 2 显示了 WSN-9792 无线网关的程序架构，通过其配置的动态 I/O 将所需获取的监测数据写入监测缓冲数据队列，同时，通过其内置网卡连接数据库，若连通，则将队列的数据写入 RIO-Mesh 数据库；若无法连通数据库，则继续写队列缓冲区等待下一次检查数据库连通情况，直到连上数据库后将缓冲区的队列数据写入网络数据库。

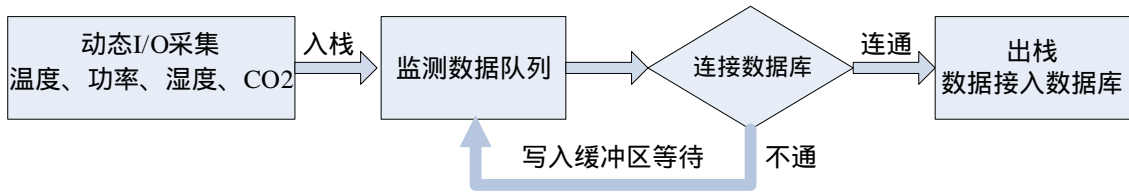


图 2 9792 无线网关程序架构

3. 基于 Internet 的网络采集架构说明

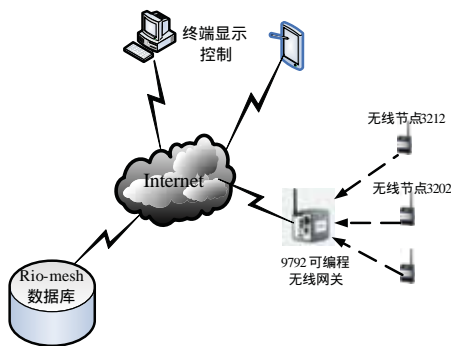


图 3 基于 Internet 网络的数据采集框架

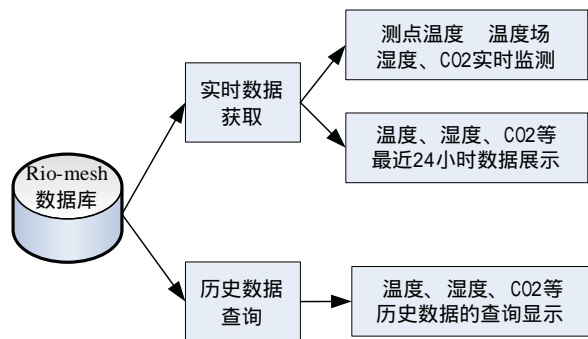


图 4 系统终端网络数据采集实现

图 3 展示了基于 Internet 的网络数据采集框架结构，现场 9792 无线网关将测点数据写入 Internet 上的 RIO-Mesh 数据库后，任何接入 Internet 网络的终端都可以通过授权获取图书馆的环境能耗数据，从而实现完全基于网络化的数据采集方案。本系统的在线网络数据采集的方案结构如图 4 所示，网络采集功能主要分为两块，一块应用于主界面的实时数据获取，另一块则是应用于历史数据查询，通过 TCP/IP 协议可获取所需要的时间段的相关数据。

总结：

本系统充分利用 NI WSN 无线网络平台，减小了办公环境内传感器安装的施工难度；RIO-Mesh 网络数据库的使用提高了系统的灵活性和适应性。此外，运用 NI CompactRIO 平台丰富的 I/O 模块进行信号的采集也充分发挥虚拟仪器的优势，缩短了项目开发周期，提高了开发效率。系统的测点动态布局功能实现了系统与现场测点动态匹配。系统经过图书馆阅览室现场实际运行，通过环境参数的监测显示和对空调的调控，验证了系统在满足舒适度的前提下，能显著降低空调能耗。

基于虚拟仪器的齿轮箱故障诊断系统开发

作者：刘锋

指导教师：马怀祥

学校：石家庄铁道大学

介绍：

文章以广泛应用于各类机械设备中的关键传动部件—齿轮箱为研究对象，分析了齿轮箱中齿轮和滚动轴承的振动机理。针对齿轮均匀磨损、齿距误差、断齿等故障及滚动轴承内圈、外圈、滚动体故障，深入地研究了齿轮箱各类故障振动信号的时域和频域特征。重点研究了适用于齿轮箱振动信号分析和处理的方法，在LabVIEW 平台上开发了齿轮箱故障诊断系统，实验室测试结果表明：该系统人机交互界面简洁，操作便利；携带方便、工作性能稳定、诊断结果正确；系统维护简单、可扩展性能良好；既可在线监测，也可做离线分析。

使用的产品：

软件：LabVIEW 8.6、LabVIEW Advanced Signal Processing Toolkit

硬件：NI cDAQ-9172、NI 9233

应用方案：

根据齿轮故障诊断的特点，从实用、便携的角度出发，设计并实现了齿轮箱故障诊断系统的硬件部分，其结构图如图 1 所示；在 LabVIEW 环境下开发了齿轮箱故障诊断系统的软件部分，主要包括参数设置和检定信息设置模块、齿轮箱典型故障信号发生器模块、故障特征频率计算模块、数据采集和存储模块、时域分析模块、频域分析模块、时频分析模块，并将这些模块在主程序中按照一定的逻辑关系组合起来，形成一个完整的测试系统，限于篇幅，这里仅给出共振解调模块和时频分析模块前面板如图 2 和图 3 所示。借助实验室的齿轮箱故障模拟实验平台，利用系统中的共振解调模块成功地诊断了轴承外圈故障，利用 EMD 分解模块和共振解调模块成功地诊断了齿轮断齿、磨损故障；利用时频分析模块成功地诊断了轴承外圈故障。

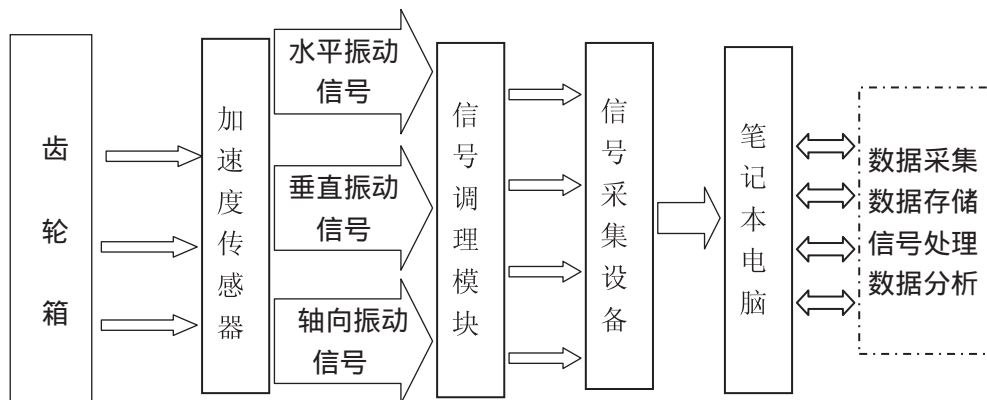


图 1 齿轮箱故障诊断系统硬件结构图

诊断案例：基于 EMD 分解和共振解调的齿轮故障诊断

为了验证本文开发的EMD系统的有效性和算法的正确性，在齿轮箱故障实验台上进行了齿轮具有磨损和断齿两种工况的实验，实验工况和齿轮参数如表 1 所示。

表 1 磨损和断齿齿轮故障诊断实验工况及齿轮参数

齿轮状态	转速/rpm	转频/Hz	主动轮齿数	模数/mm	啮合频率/Hz
磨损	710	11.83	55	2	650.83
断齿	1086	18.1	55	2	995.5

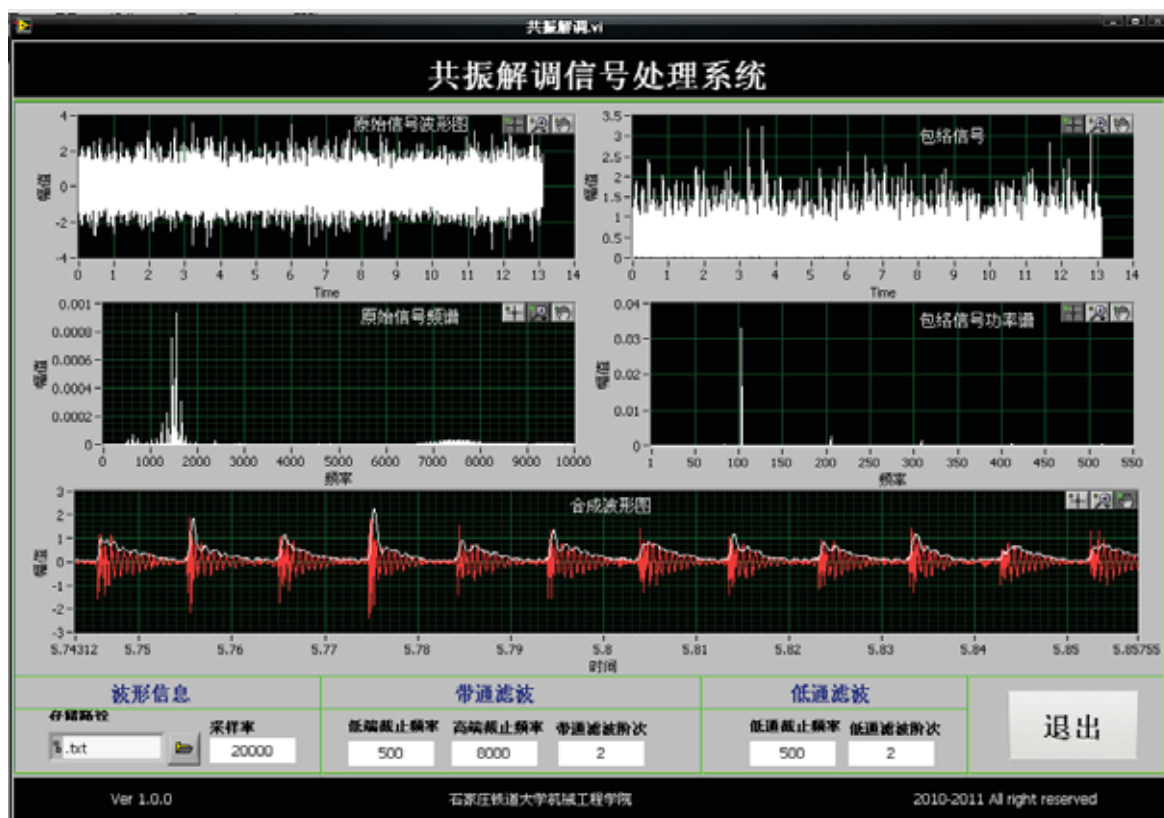


图 2 共振解调模块前面板

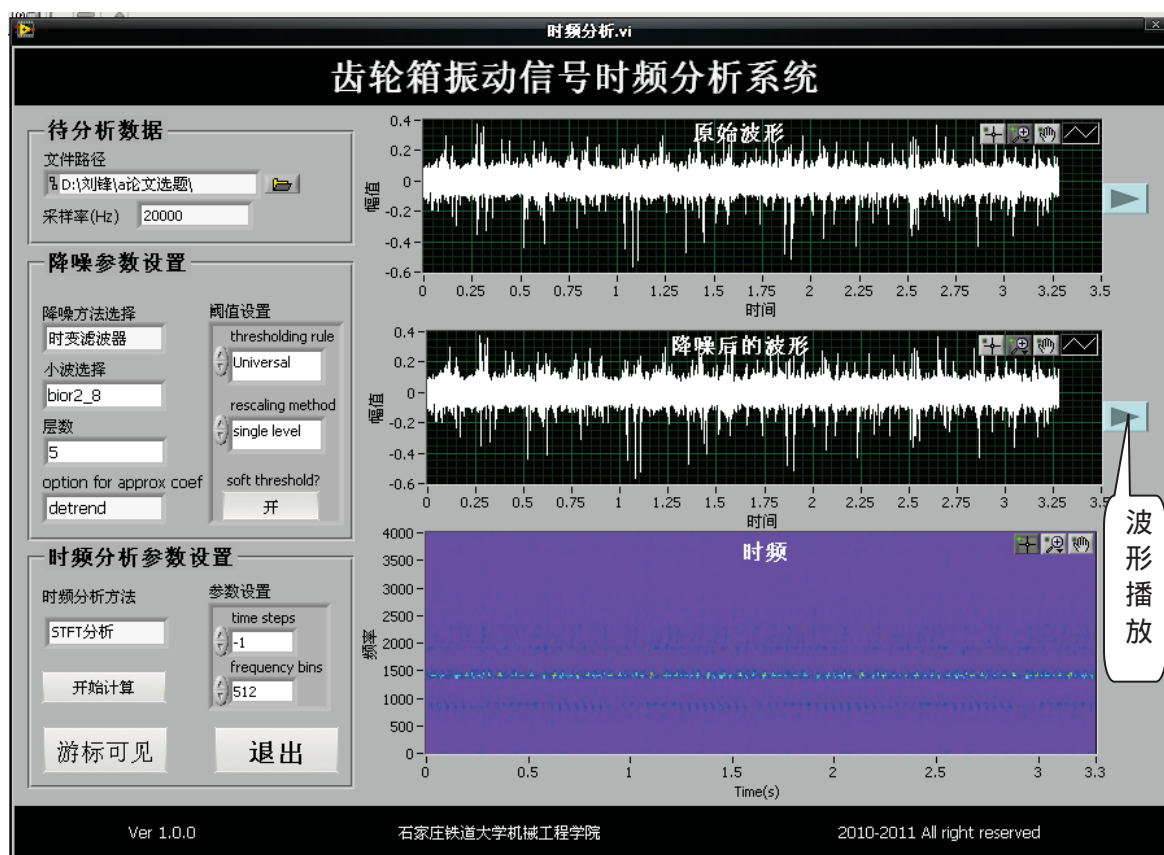


图 3 齿轮箱振动信号时频分析前面板

图 4 是测得有磨损故障的齿轮的振动加速度信号，该磨损故障由实验室人为制造，如图 8 所示，图 5 是其功率谱，从功率谱上找不到其故障特征，只能看到啮合频率及其二倍频、三倍频。采用本文开发的 EMD 模块先对该齿轮振动信号进行分解，得到的前三个 IMF 分量 c_1 、 c_2 、 c_3 分别如图 6(a)、(b)、(c)所示。从 IMF 分量 c_1 、 c_2 、 c_3 的波形中都可以看出明显的调幅特征，从三个 IMF 分量的幅值大小可以看出，信号的主要能量集中在第一个 IMF 分量 c_1 上，进一步利用本文开发的共振解调模块对 c_1 进行共振解调，得到如图 7 所示的包络谱，从图 7 中可见，在转频的 2 倍频及 3 倍频处存在明显的谱线，这说明原始振动信号中的啮合频率受转频的 2 倍频 23.8Hz 和 3 倍频 34.79Hz 的调制，因此可以判断出齿轮有局部故障，与实际故障吻合。

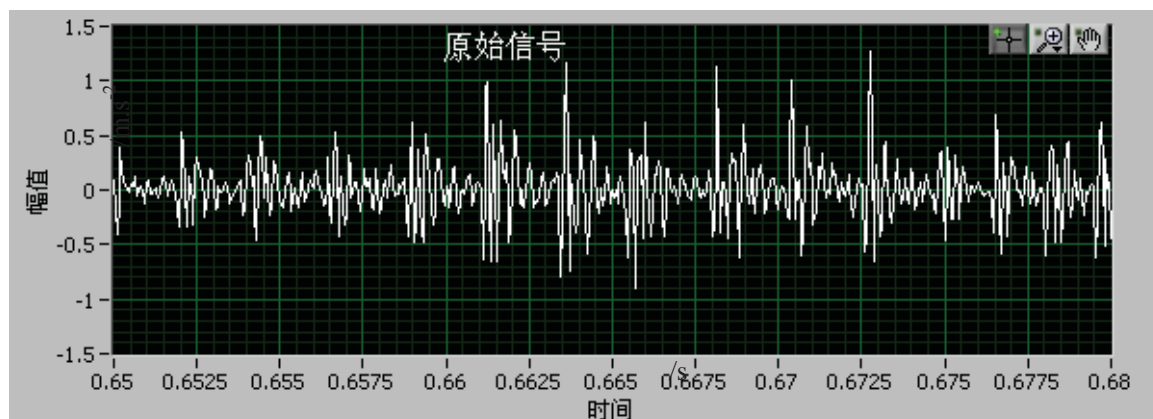


图 4 具有磨损故障的齿轮振动加速度信号局部放大图

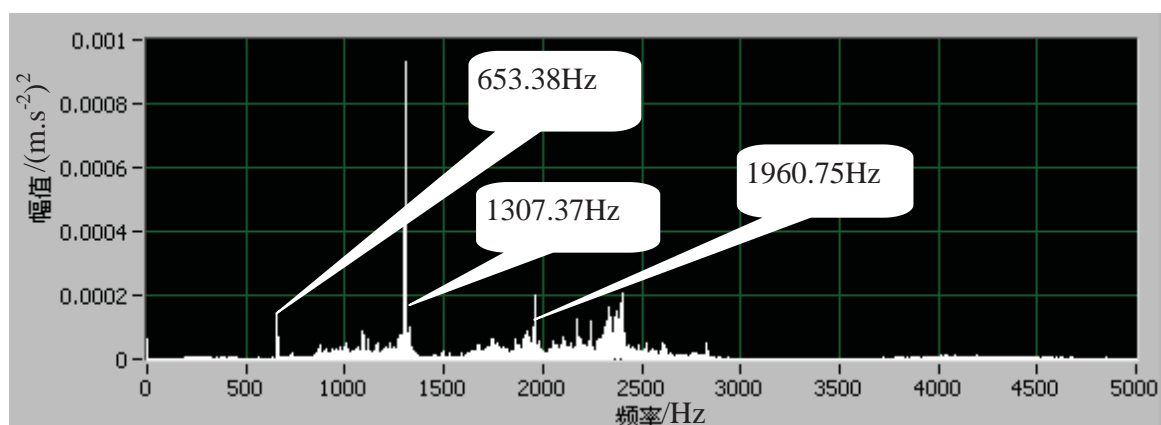
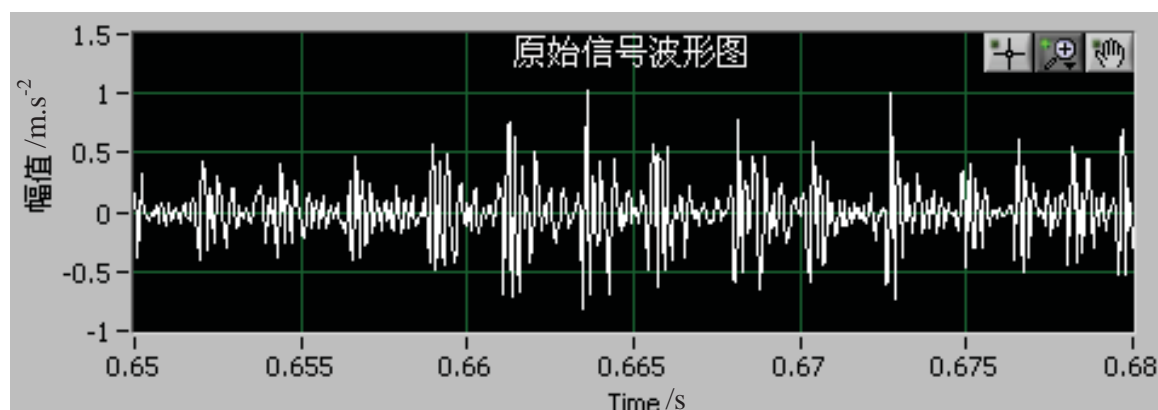
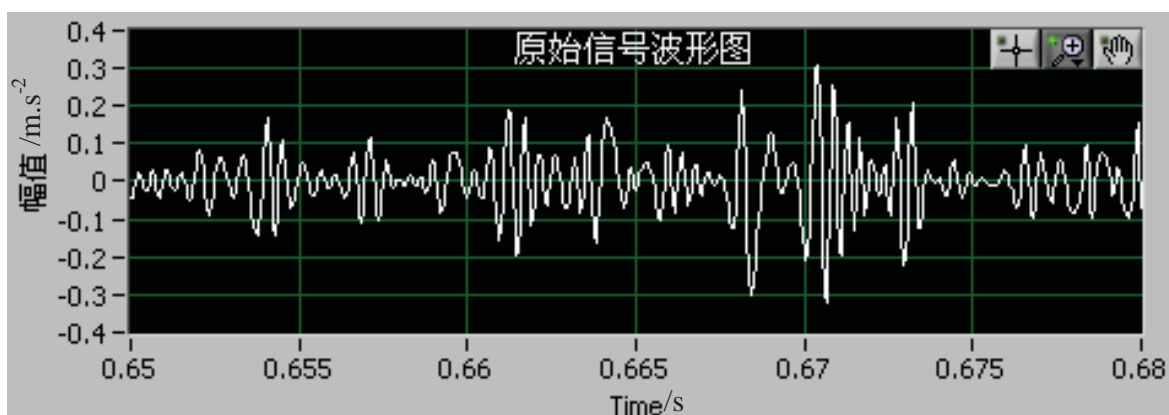


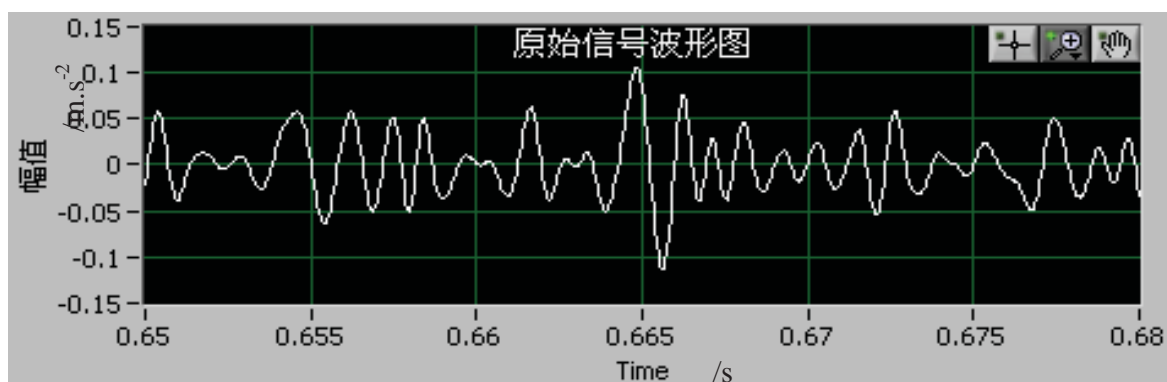
图 5 具有磨损故障的齿轮振动加速度信号功率谱



(a) c_1



(b) c2



(c) c3

图6 具有磨损故障的齿轮振动加速度信号的 IMF 分量 c1、c2、c3

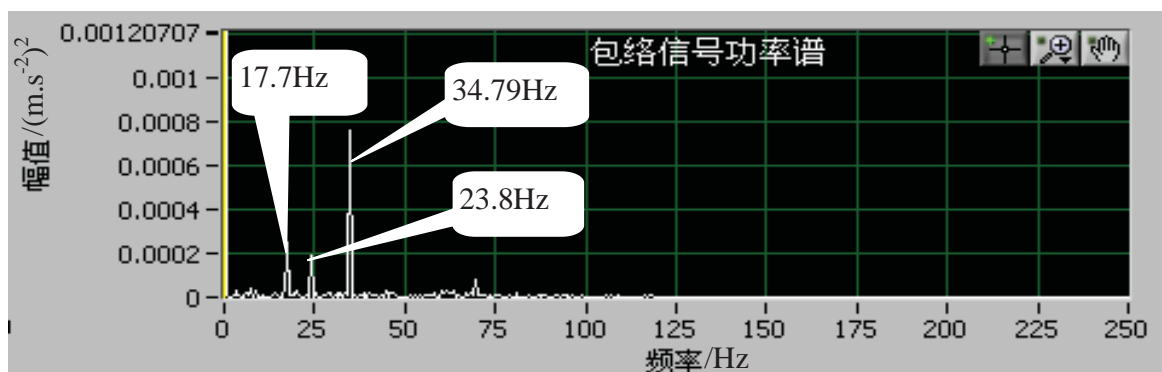


图7 具有磨损故障的齿轮振动加速度信号的 IMF 分量 c1 的包络谱



图 8 齿面磨损故障示意图

总结：

将虚拟仪器技术应用于齿轮箱故障诊断，将实测齿轮和轴承故障信号集成在齿轮箱故障诊断软件中；在 LabVIEW 中将可视化时变滤波和时频分析结合起来，并成功诊断出轴承外圈故障；在 LabVIEW 中开发了 EMD 分解模块，并使用该方法成功地诊断出齿轮磨损和断齿故障。实验室诊断结果表明：该系统诊断结果正确、人机交互界面简洁、操作便利、工作性能稳定，可以考虑在实际中应用。

基于 IMAQ 马铃薯自动分级系统的研究

作者：黄懿

指导教师：李小昱

学校：华中农业大学

介绍：

我国是马铃薯生产大国，而马铃薯检测绝大部分停留在人工感官识别阶段，这种主观评定效率低，分级差异大，因此，建立一种快速高效客观的马铃薯外部品质检测方法有着重要科学意义和价值。本文基于机器视觉技术研究了马铃薯外部品质快速检测与分级方法，结合虚拟仪器技术与 Vision IMAQ 视觉软件，构建了一套马铃薯自动分级系统，实现了马铃薯大小、形状、缺陷外部品质的在线自动检测与分级。

使用的产品：

软件：LabVIEW 8.6、NI Vision Development Module

硬件：NI PCI-6024E

应用方案：

马铃薯自动分级系统主要是实现马铃薯的大小、形状的分级及缺陷检测功能，系统的设计包括输送带传送装置、视觉采集装置、采集触发及分级结果控制装置等方面硬件设计及相应的系统软件开发。

1. 系统硬件总体结构

图 1 所示为马铃薯自动分级系统总体结构示意图，该系统由视觉检测单元、传送带传动控制单元、位置信号监测与分级结果触发单元三部分组成，系统的工作流程为：首先通过变频器启动执行电机，手动将马铃薯放到载物台上，载物台由传送带传送到采集箱内，此时安装在采集箱内的光电传感器接收到马铃薯到位的信息后，触发摄像头拍摄图像，采集的马铃薯图像经过图像采集卡传到 PC 机，通过上位机的马铃薯自动分级软件进行缺陷的检测与大小、形状分级，检测与分级结果信号通过数据采集卡 DO 通道输出，控制分级结果显示装置。

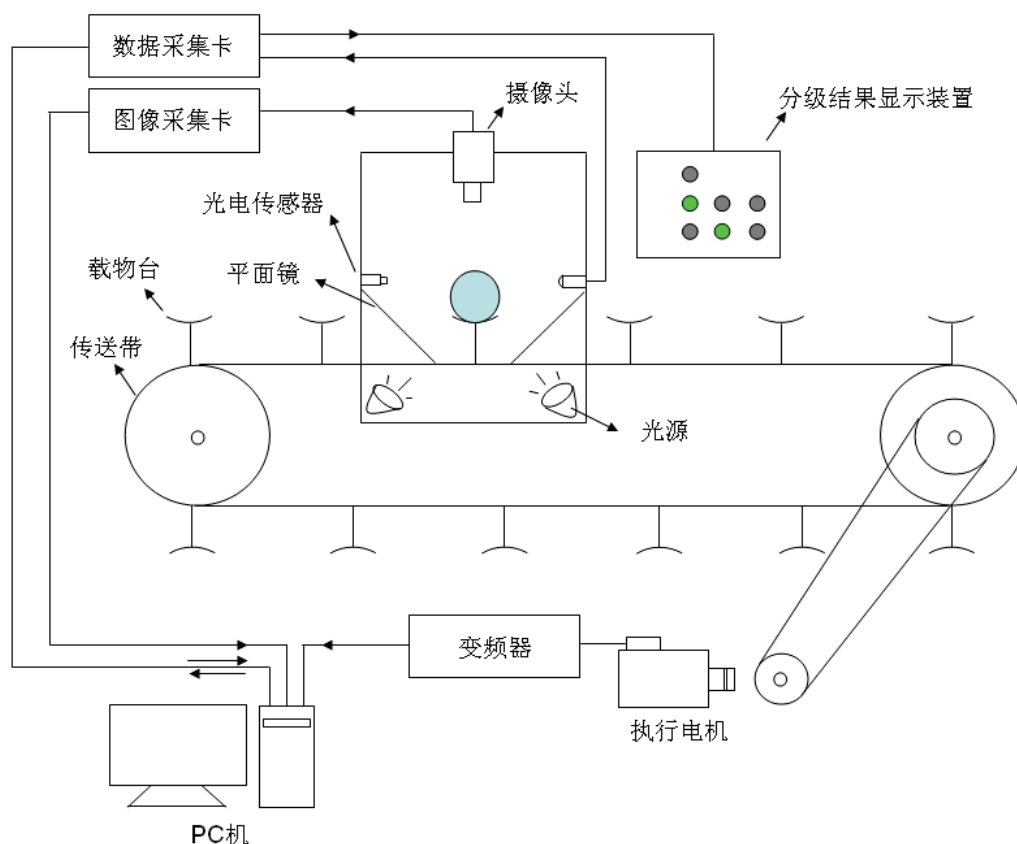


图 1 马铃薯自动分级系统硬件总体结构示意图

2.系统软件总体框图

该试验的马铃薯自动分级系统软件采用 LabVIEW8.6为编程语言，结合 IMAQ Vision 视觉工具包，在 Windows 操作系统下编制而成。

马铃薯自动分级系统软件的主要功能是基于图像处理技术实现马铃薯的大小、形状的自动分级及缺陷的自动检测。整个系统分为视觉检测与电气控制两大部分，其中视觉检测部分主要完成马铃薯的图像采集与分析识别，包括图像采集模块、马铃薯大小分级模块、马铃薯形状分级模块与马铃薯缺陷检测模块；电气控制部分主要完成传送带的控制及分级结果显示的控制，包括执行电机控制模块和采集触发及分级结果显示模块。系统的软件总体设计框架如图 2 所示。

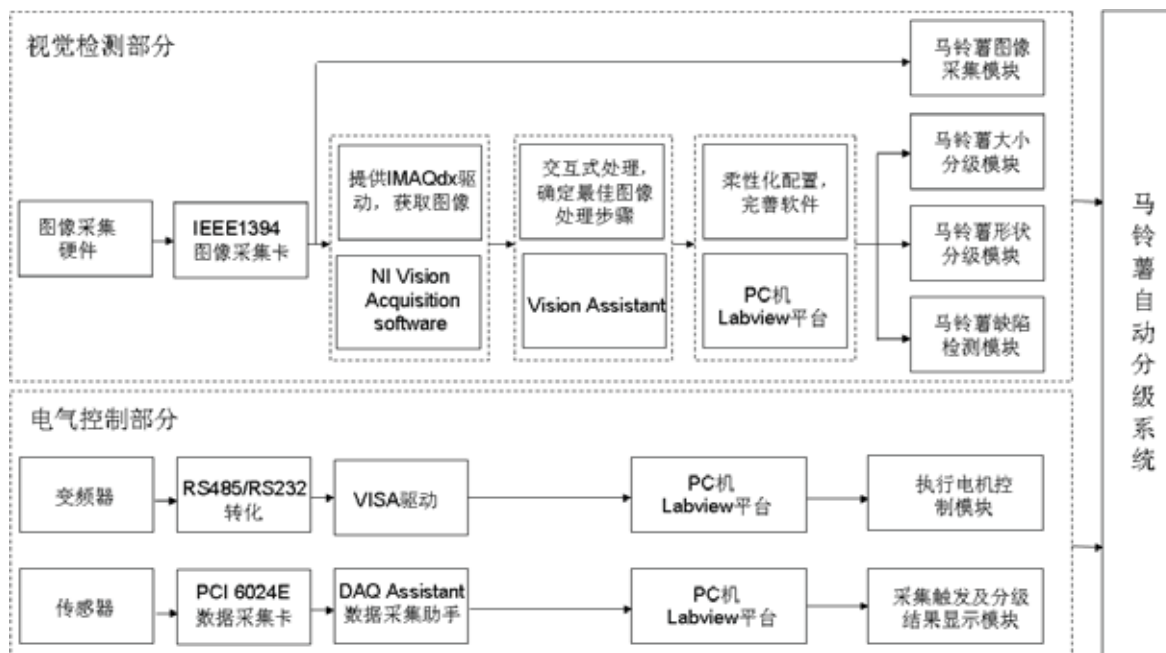


图 2 马铃薯自动分级系统软件总体框架

3. 系统分级方案及软件流程

该试验基于分工位在线检测方法，整个检测流程如图 3 所示。首先启动系统，利用上位机启动执行电机，此时判断马铃薯是否到位，如果到位，则触发摄像头采集图像，采集到的图像传到上位机，在上位机经过图像预处理后，通过图像缺陷检测模块对马铃薯进行缺陷检测，如果判断有缺陷，则直接触发分级显示装置，单次马铃薯检测与分级完成，进行下一个马铃薯的检测与分级。如果无缺陷，则通过马铃薯大小分级模块与形状分级模块对马铃薯的大小和形状进行分级，分级结束输出信号触发分级显示装置，完成马铃薯的检测与分级，进行下一次循环，停止电机，结束马铃薯的分级与检测。

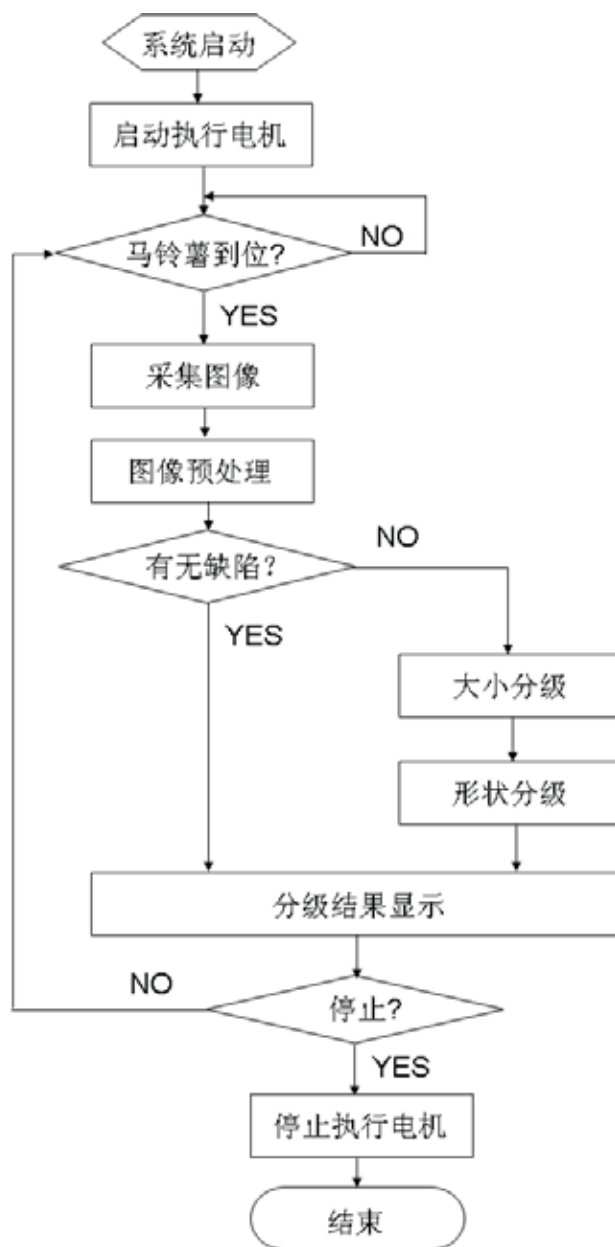


图 3 马铃薯自动分级系统软件流程图

4. 马铃薯自动分级系统主界面

马铃薯自动分级系统主界面如图 4 所示，该系统的操作包括手动与自动两种模式，通过主界面右上角的单选按钮框可进行手动与自动两种模式的切换，其中手动模式下可以通过手动方式进行图片的读取、保存、采集图像、缺陷检测、大小形状分级等操作；在自动模式下，系统按照设定好的自动分级流程对马铃薯自动进行缺陷的检测与大小和形状的分级。系统界面的右侧是参数设置及结果显示栏，包括缺陷检测、大小分级及形状分级的阈值设置；缺陷检测结果、大小分级结果及形状分级结果的显示。



图 4 马铃薯自动分级系统主界面

总结：

本文课题内容涉及到 LabVIEW 平台下机器视觉（IMAQ Vision）、运动控制（VISA 通讯）、数据采集（DAQ Assistant）等技术，建立了完善的马铃薯自动分级软硬件系统。

利用 IMAQ Vision 视觉模块，可以方便的与 1394 接口的相机通讯，进行图像采集、图像处理，利用 Vision Assistant 可以交互式进行图像处理，设计完成后可自动生成 LabVIEW 代码。NI Vision Assistant 和 IMAQ 视觉软件的紧密协同工作可以大大简化视觉软件的开发；利用 VISA 驱动，可以方便的与 GPIB、VXI、PXI、RS232 等接口的仪器进行配置与通讯；利用数据采集助手（DAQ Assistant），可以方便的进行电压、温度等模拟信号的采集以及数字信号的输出。

利用 LabVIEW 图形化编程语言，大大简化了程序的开发，同时，LabVIEW 能将硬件与软件有效的结合起来，使得系统的开发工作变得更高效，也极大的缩短了系统的开发周期。

基于NI LabVIEW的移动机器人设计

作者：张腾

指导教师：王景川

学校：上海交通大学

介绍：

随着机器人发展，机器人逐渐被运用于各个领域。本作品立意与机器人在球场上的应用，以便更好的为体育运动做服务。机器人在给定的平整场地内，完成机器人自动识别场地内出现的球和球筐，通过机器人携带的传感器可以确定他们的位置，并且迅速到达球面前，并将其有效抓起，投入球筐。该功能可以模拟在篮球、排球训练场地作为清理场地的机器人出现。

使用的产品：

硬件：NI cRIO-9074、NI cRIO-9472、NI 9472、NI 9403

应用方案：

机器人的行走机构基于二轮驱动的双层小车结构，二轮转速可分别由两组 PWM 信号控制。球与球筐的探测将使用激光测距传感器，用以采集小车周围环境信息。机器人由蓄电池供电，一个机械抓手装置负责抓球，一个弹射装置负责准确弹球。CompactRIO 控制器采集传感器数据，并控制行走机构、抓球、弹球等设备。

CompactRIO 控制器作为整个机器人的控制器，不仅要分析传感器数据，从而确定球、球筐的位置；也要规划行走路径和运动步骤，协调机器人行走、抓球、击球的相关运动；同时通过无线网络传输，机器人运行状态以及运行数据可以实时传输，供远程人员监控。控制软件由 LabVIEW 编写。包含：激光信息处理后的环境信息显示界面，任务规划现实，当前任务完成状态显示以及网络信息传输等。

将 CompactRIO 作为机器人控制器，在软件中解决了运算速度与运算精度之间的矛盾问题。机器人采用 LabVIEW 实现机器人控制、优化算法。机器人完成了多传感器、执行器、执行机构与 CompactRIO 信号采集、控制间的配合。

总结：

在现代社会中，随着科技水平的飞速发展，机器人技术在整个社会各项技术发展的基础与前提下，得到了突飞猛进的发展。这不得不提到 NI (National Instruments) 公司的虚拟仪器产品：NI LabVIEW。在之前的研究中，运用传统的编程方法和传统的实验器件，我们只能在一个效率低下，扩展性差，可靠性差的环境下进行实验和分析。作为一种图形化编程语言，NI LabVIEW 为用户提供了方便简洁，易于掌握的编程方法。配合 NI 公司相关的硬件设备，如：NI CompactRIO，为机器人技术的实现，提供了一个良好的实现平台。本设计采用 NI LabVIEW 的图形化编程语言，大大提高了编程的效率，是编程的周期大大缩短。与此同时，虚拟仪器的概念得到了很好的运用。在编程的过程中，应用了程序的特性，代替的现实中的某些实体的硬件设备。NI CompactRIO 的运用，使机器人硬件的可扩展性得到了很大的提高。八槽机箱的接口，配合网口等各类输入输出端口，使机器人的扩展性得到了提高。另外，NI CompactRIO 中的 RT 模块使整个机器人系统的实时性得到了很好的保障。

本实验设计中基于 LabVIEW 的图形化编程语言的VI，主要完成了一下功能：

完成了上位机与控制器的无线通信，利用 TCP/IP 协议，完成了上位机向下载送指令，与下位机向上传送传感器信号的过程。

为 SICK 激光测距仪做了数据的提取与数据的转化，对原先的字符串数据进行了选择性的删减和分割，并将结果转化为数组数据。

将激光测距仪的一维数据转化为二维平面数据，并对数据进行了分段。在分段的基础上分别运用了最小二乘法，进行了圆拟合与直线拟合。并在结果中找到了最佳的目标。

在准确搜寻目标的基础上，完成了机器人的自定位。机器人位置信息一方面来自激光测距仪对目标物体坐标检测后，与全局地图比较得到的自身位置信息。另一方面来自双轮差速电机自身配带的里程计。

为机器人编写了完善的任务规划程序，机器人可以在不同的状态下，根据不同的环境指令，进行不同的操作。实现了整个投篮的流程。经过一系列的实现，我们已经使机器人具有了很高的可靠性。

基于光束扫描的共焦显微三维测量技术研究

作者：唐建波

指导教师：刘俭 王宇航

学校：哈尔滨工业大学

介绍：

课题的研究目的是在设计的基于振镜横向扫描与测量物镜轴向扫描相结合的三维光束扫描系统的基础上，完成基于光束扫描的共焦显微三维测量系统的设计与实验平台的搭建，实现对典型微结构样品的共焦三维快速测量。

在本课题中，三维扫描系统的扫描控制及数据同步采集是系统实现快速准确测量的关键点。本文通过使用NI公司生产的多功能数据采集卡输出两路模拟信号控制双振镜实现横向平面扫描，与此同时，利用三路模拟采集通道同步采集振镜 X、振镜 Y 位置反馈信号和共焦探测信号，实现了利用单卡对测量系统控制和数据同步采集的目的。并且，为了实现在振镜扫描线性区采样和三维多面测量，课题采用自定义数字采样脉冲信号作为采样源以及重启动的方式实现了共焦三维快速准确测量。

使用的产品：

软件：LabVIEW 8.6、DAQmx

硬件：NI M6251

应用方案：

课题实验系统如图 1 所示：

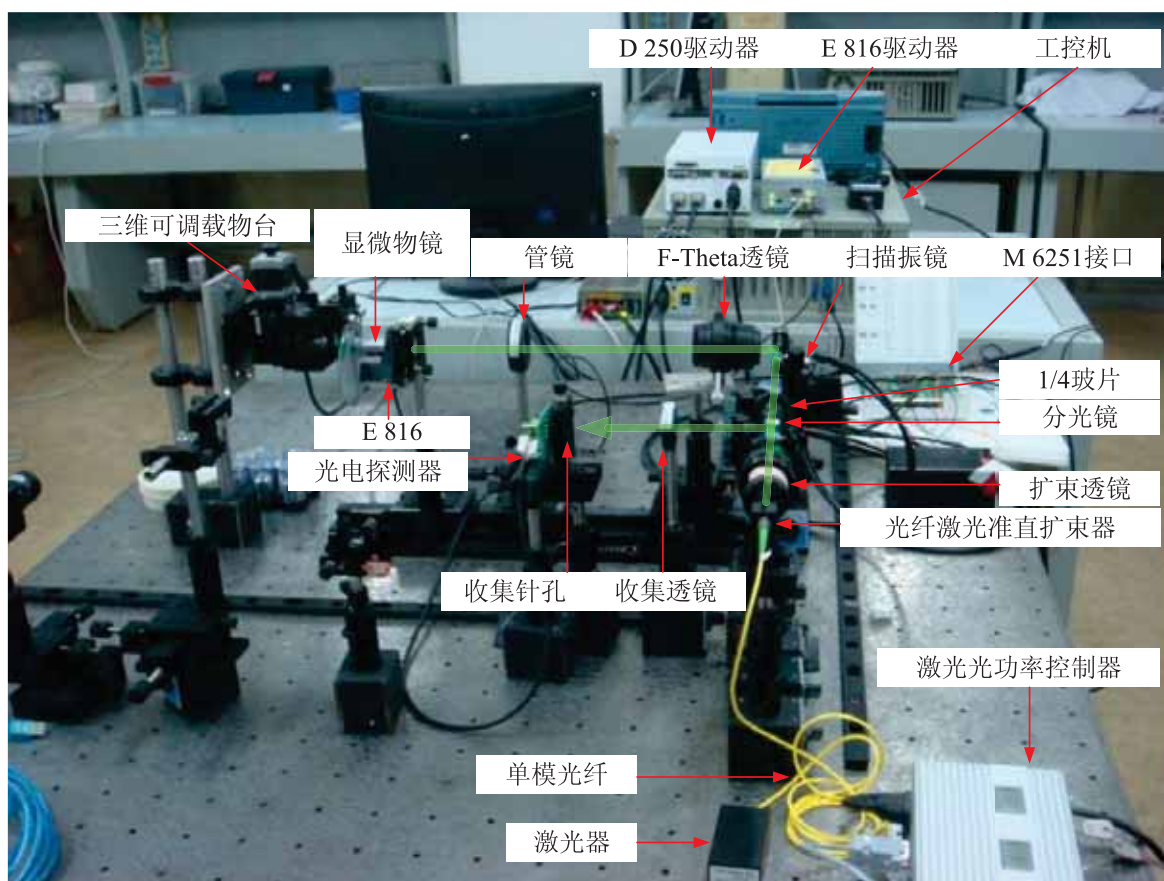


图 1 基于光束扫描的共焦显微三维测量系统实验平台

其中，三维扫描控制部分：由 M 6251 多功能数据采集卡输出两路模拟信号控制振镜 X 和振镜 Y 实现平面扫描，当完成平面扫描后系统程序控制 E 816 驱动器驱动压电陶瓷载物镜微位移台轴向步进，在一定延时后（约 100ms）控制振镜 X 和振镜 Y 进行下一面扫描，如此循环，直到完成对被测样品的三维结构测量；数据采集部分：由 M 6251 多功能数据采集卡根据上位机程序预先设定的采集区间同时对系统共焦探测信号，振镜 X、振镜 Y 位置反馈信号进行数据采集，从而最大限度的保证探测信号与扫描位置的准确对应。

根据系统设计思路，课题所设计的系统主体软件方案如图 2 所示：

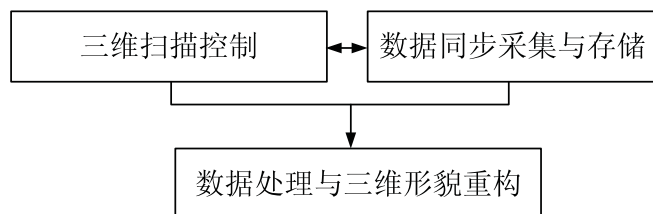


图 2 系统软件设计方案

如图 3 所示为系统三维共焦扫描模块控制软件流程图，图 4 所示为数据同步采集与实时数据存储软件模块流程图，图 5 所示为数据处理及三维图像重构程序流程图。需要说明的是，课题摒弃了最简单的通过重复调用振镜面扫描子 VI 进行三维测量的方法，因为在每一次重复调用面扫描子 VI 过程中都需要进行波形定义等初始化工作，从而大大增加了系统三维测量时间，降低了测量效率。

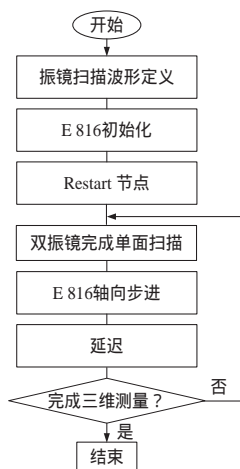


图 3 三维扫描流程图

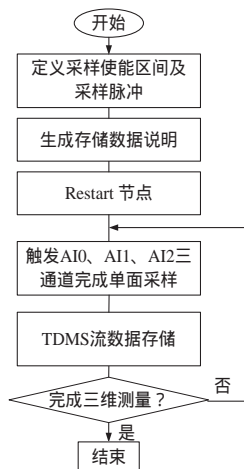


图 4 数据同步采集与实时存储流程图

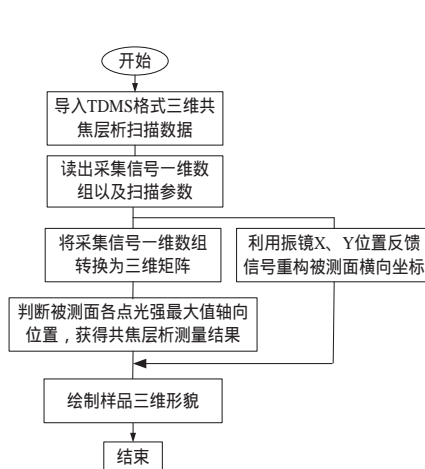


图 5 数据处理及三维形貌重构程序流程图

图 6 所示为 NI M6251 多功能数据采集卡接线端口的硬件连线示意图。NI M6251 多功能数据采集卡的两路模拟输出通道 AO0、AO1 分布输出振镜 X、振镜 Y 的扫描控制信号；使用其三路数据采集通道 AI0、AI1、AI2 分别采集共焦探测信号、振镜 X 位置反馈信号、振镜 Y 位置反馈信号；数字采样脉冲信号输出端 P0.0 与模拟采集外部时钟源输入端 PFI0/P1.0 端口相接。

图 7 所示为课题所设计的实现扫描线性区有限点采样原理示意图。通过定义输出数字信号产生采样脉冲可以实现对被测区间的有限采样，数字脉冲信号的“周期”与振镜 Y 控制信号（锯齿波）周期一样，在一定延时之后数字信号输出端开始产生脉冲信号，利用该信号触发 AI0、AI1、AI2 三个信号采集端口进行同步有限点采样，即可实现在振镜 Y 扫描线性区等间隔采样，并且由于探测光强信号与位置反馈信号采集的同步性可以最大限度的保证采样光强与采样点的一一对应关系。

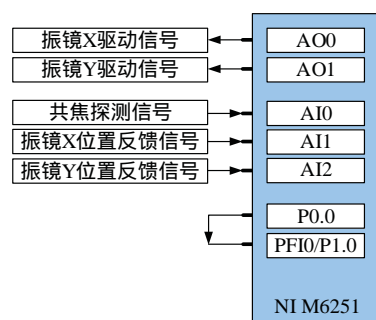


图 6 NI M6251 接线端口的硬件连线示意图

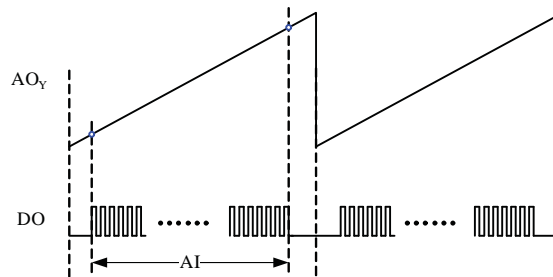


图 7 有限采样触发脉冲数字输出信号

光束扫描共焦三维测量与同步数据采集主程序实现的难点与关键点是在振镜 X、振镜 Y 协同扫描的同时驱动数据采集卡在指定的每段区域内实现同步数据采集，并且三者能够实现重触发功能。而课题所采用的 M6251 多功能数据采集卡不具有该项功能（不具备同时进行三者重触发的能力），因此课题在实现上采用了有限采样方式循环定义一个面的模拟输出、数字输出、模拟采集；然后采用重启动方式实现下一个面的扫描与数据采集，从而实现对被测样品的三维扫描测量。光束扫描共焦三维测量与同步数据采集主程序的主要功能是，实现对被测样品的三维扫描并进行同步数据采集，将采集到的数据及其说明信息存储在指定文件中，程序流程图如图 8 所示。

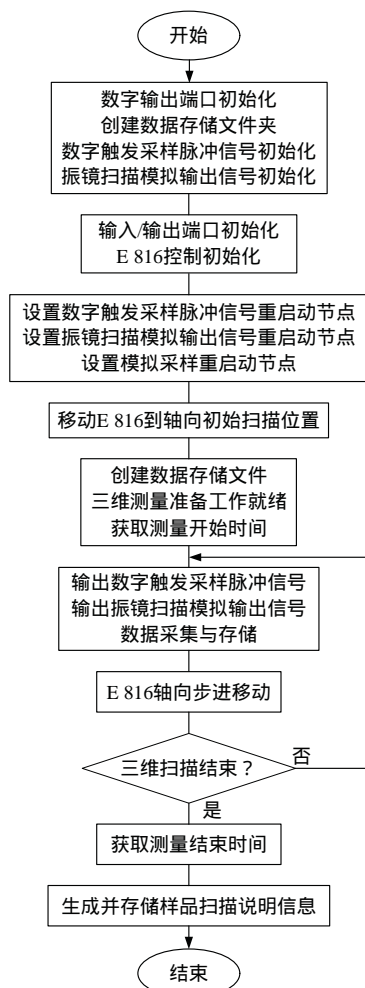


图 8 光束扫描共焦三维测量与同步数据采集主程序流程图

图 9 所示为所编写的光束扫描共焦三维测量与同步数据采集主程序前面版界面。



图 9 光束扫描共焦三维测量与同步采样主程序前面版界面

图 10 所示为基于光束扫描的共焦三维测量样品形貌重构程序的前面板界面（微加速度计样品测量结果）。

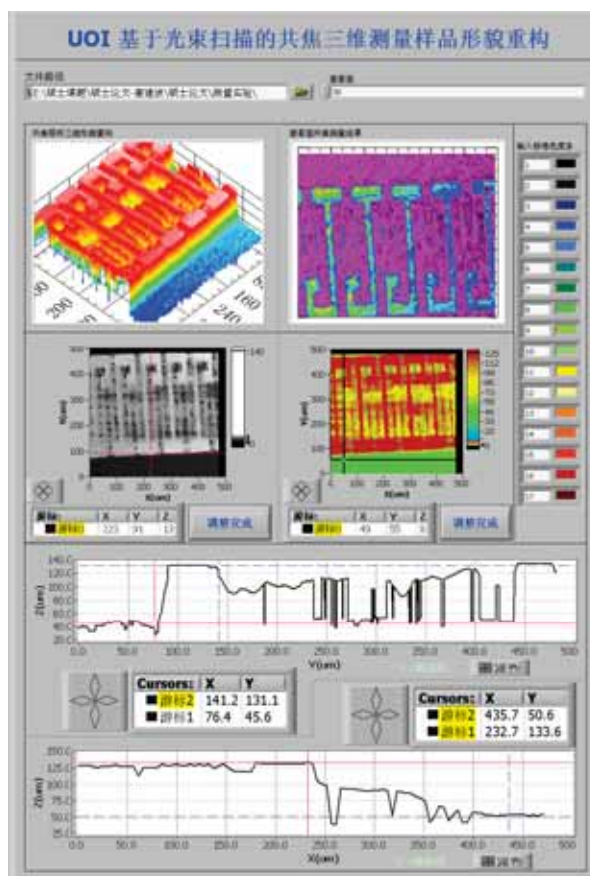


图 10 基于光束扫描的共焦三维测量样品形貌重构程序的前面板界面

其主要功能是利用获得的测量数据重构出被测样品的三维形貌、观察某一扫描面的共焦探测结果以及获取某一扫描区域的截面图。该主程序通过调用共焦三维数据处理子程序、原始采样数据共焦层析抽取子程序以及 LabVIEW 提供的三维绘图控件实现对被测数据的处理，重构出其三维形貌，获得测量结果。首先通过调用共焦三维扫描数据处理子程序获得 X 坐标、Y 坐标、层析抽取 Z 矩阵以及查看面的光强信号；利用 LabVIEW 三维绘图工具包提供的三维曲面绘制出样品三维形貌图；而后通过对话框询问操作者是否查看输入的某一面的共焦探测光强；分别采用灰度显示方式与伪彩显示方式输出被测样品形貌的俯视图；输出对话框询问操作者查看截面方式，等待操作者将光标移动到欲查看位置，结束 while 循环，并输出光标所在位置的 X-Z、Y-Z 截面图。

总结：

本文简要介绍了本课题采用 NI 公司生产的 M6251 多功能数据采集卡实现共焦三维扫描测量与数据同步采集的方法，以及采用 LabVIEW 编程语言设计的光束扫描共焦三维测量与同步采样主程序和基于光束扫描的共焦三维测量样品形貌重构主程序。利用所搭建的实验系统及设计的系统软件，课题采用三维光束扫描方式实现了对被测样品的共焦显微三位快速测量，测量 600 点×100 线×100 面的微结构样品所需时间小于 300 秒。

海洋救助船主要动力设备监测与诊断系统的研究与设计

作者：彭思思

指导教师：向阳

学校：武汉理工大学

介绍：

本文所研制的监测与诊断系统是针对 8000kW 海洋救助船机舱主要动力设备，利用虚拟仪器技术，以 LabVIEW 软件为开发平台，根据系统监测诊断需求分析和功能要求，综合运用热力参数监测法、瞬时转速监测法、振动监测法等多种方法对机舱的两台主推进柴油机和两台柴油发电机进行状态监测和故障诊断，利用数据库技术对系统的监测数据进行管理，通过 LabVIEW 软件中的“远程前面板”方式，实现了用户界面的网络共享，使得在轮机长室和驾驶台均能查看监测诊断用户界面。

使用的产品：

软件：LabVIEW 8.6、LabVIEW Sound and Vibration Toolkit、LabSQL Toolkit

硬件：NI cDAQ-9172、NI 9205、NI 9234、NI PCIe-6351 及其配件

应用方案：

1. 监测诊断系统的总体结构

根据海洋救助船机舱动力设备的监测诊断需求分析，系统需要采用不同的数据采集技术、多种监测诊断方法、数据传输技术和数据库管理技术等，实现对多台设备进行同步实时的状态监测、诊断和故障报警。监测诊断系统的总体结构如图 1 所示。

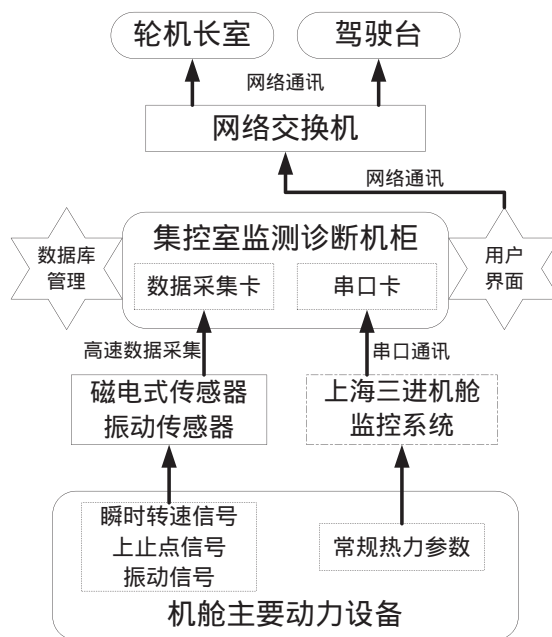


图 1 监测诊断系统的总体结构图

2.系统软件

本系统软件以 LabVIEW 平台采用模块化设计，各模块的编写相互独立，可以由多名开发人员分工同时进行，将各模块程序做成子程序，最后在主程序中调用各模块子程序进行集成，这样可以大大提高整个系统软件的开发效率。另外，也使整个程序结构层次清晰，便于查看和修改，并且提高了程序的可扩展性，为今后程序的升级带来了方便。根据监测诊断需求分析和功能要求，系统软件的总体结构如图 2 所示。

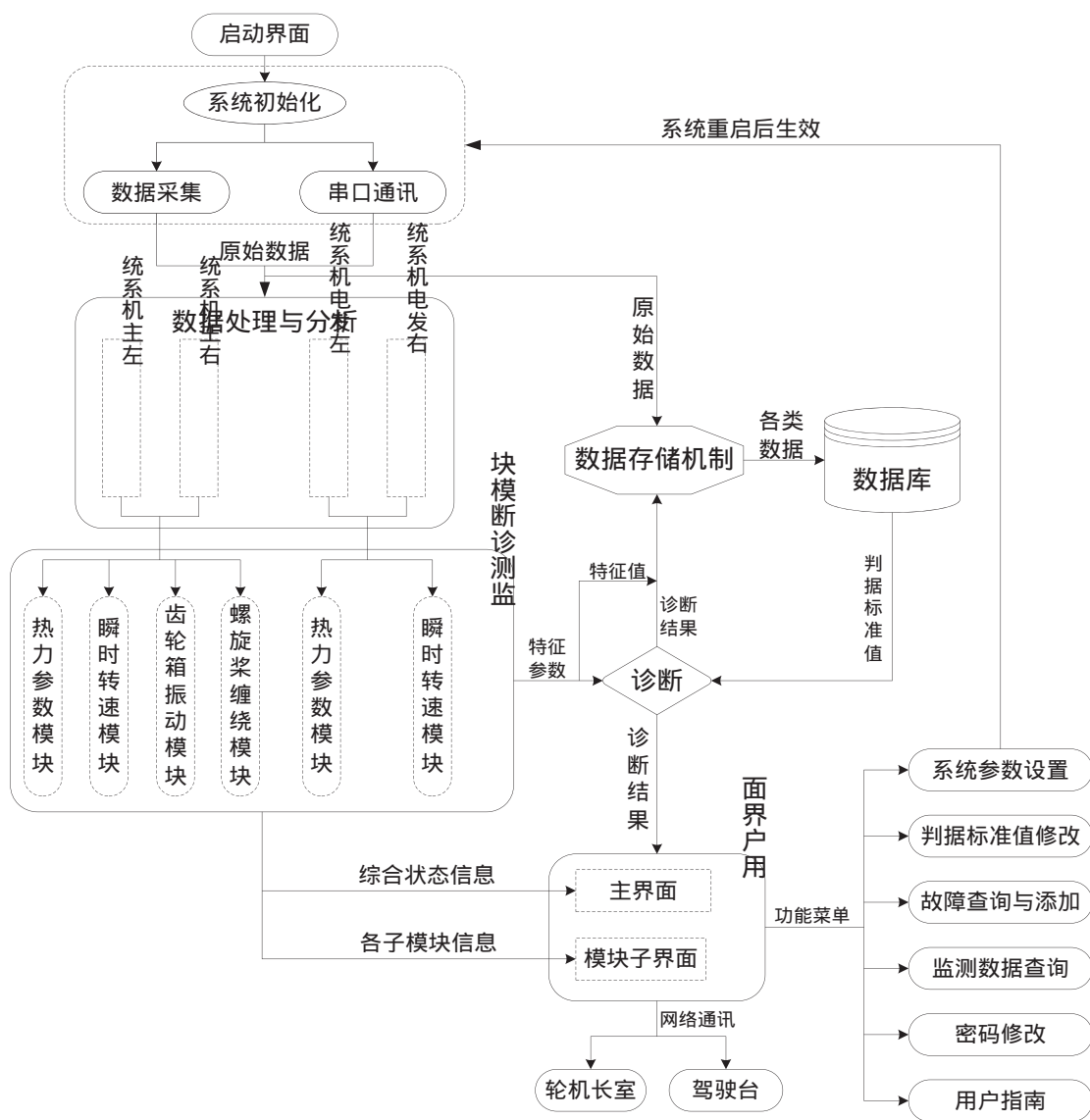


图 2 系统软件的总体结构

3.部分用户界面

(1) 启动界面



图 3 启动界面“进入系统”中

(2) 用户主界面



图 4 用户主界面整体结构

(3) 子模块界面

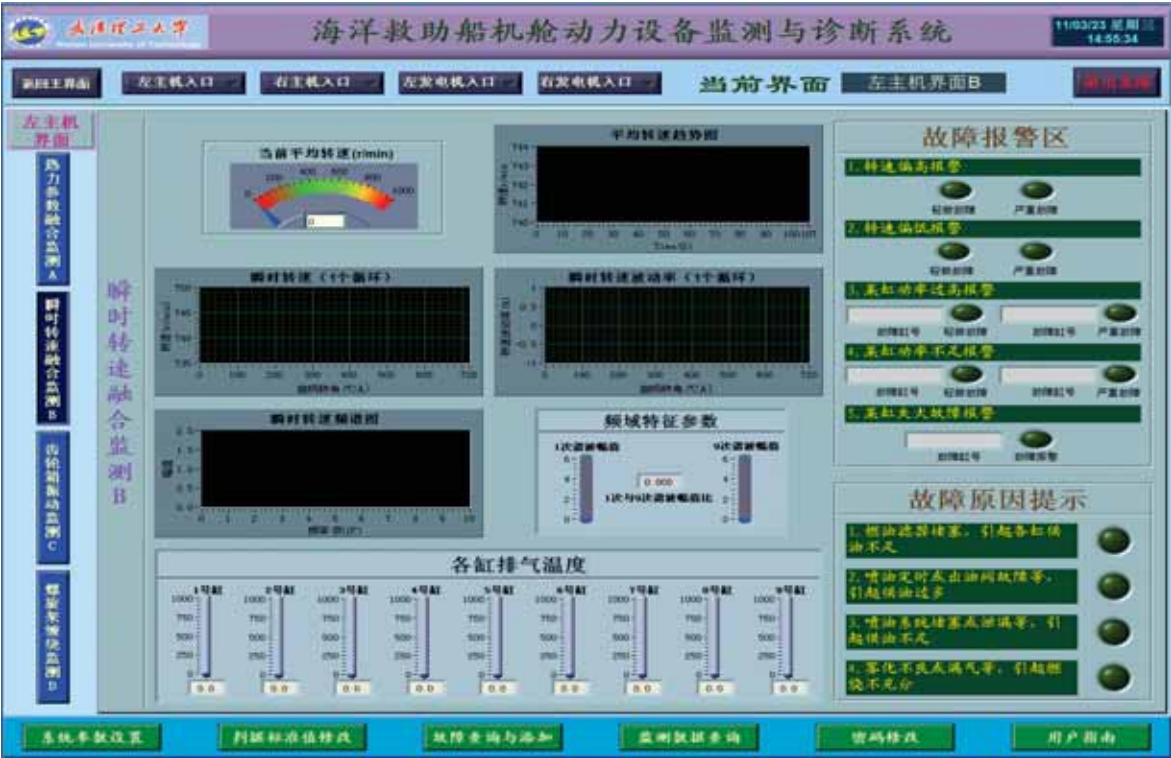


图 5 左主机瞬时转速监测诊断子模块界面

4. 系统硬件

系统要实现实时监测功能，必须具备高速的数据采集和传输等功能，这也是本系统主要的硬件要求。根据系统功能要求和现场条件，本系统硬件的总体结构如图 6 所示。

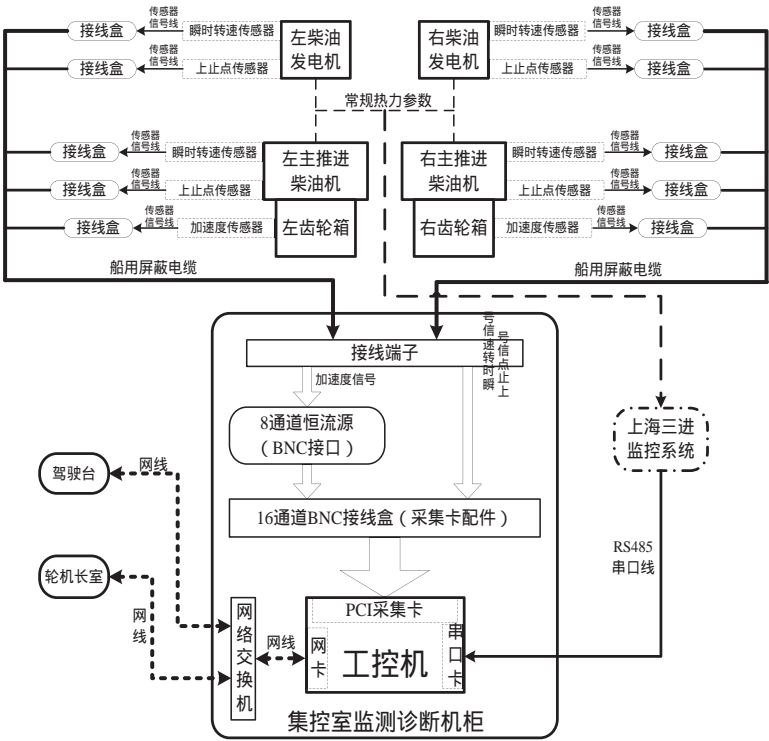


图 6 系统硬件总体结构图

总结：

本监测诊断系统采用不同的数据采集技术、多种监测诊断方法、数据传输技术和数据库管理技术等，实现对多台设备进行同步实时的状态监测、故障报警和诊断。利用虚拟仪器技术，通过 LabVIEW 软件设计平台，紧紧围绕用户的需求和功能要求，整体采用以数据流为主线和以面向对象的思想为设计理念相结合的方式进行模块化设计。用户界面根据轮机员的使用需求和操作习惯进行设计，采用符合专业规范的显示控件，界面友好，色调柔和，报警提示区醒目可见。根据系统功能要求和现场条件，按照对船用硬件设备的基本技术要求，对系统硬件进行选型和现场安装，并进行了系统软硬件集成和系统的现场调试。

发动机振动与燃烧分析虚拟仪器的设计开发与应用研究

作者：崔巍

指导教师：成晓北

学校：华中科技大学

介绍：

通过对发动机振动信号的测试与分析，可以在不破坏原有设备的前提下，快速实现故障诊断。本项目自主开发一套振动测试与分析系统，运行相应的虚拟仪器可以完成在线采集、监控、处理与分析、记录以及离线后处理等功能，整套设备具有方便、经济、实用的特点，同时在界面设计、数据采集、分析功能等方面具有自身的特色。使用上述设备对模拟内燃机的故障环境进行实际试验，对采集的振动信号进行各种时频分析（诸如FFT变换、Gabor变换以及小波变换等），通过对数据分析结果的比对和总结，获得了使用上述自制设备对某种特定发动机的故障诊断方法。

燃烧分析通过分析气缸内压力与曲轴转角曲线（P- Φ ）的变化规律，来显示发动机的运行状态，从而获得燃烧效率、动力性能等主要指标。其关键在于获得精确的角域化 P- Φ 曲线。在本燃烧分析仪开发项目中，设计了一种利用 USB-6251 的数字模块进行采集控制和初步角域化处理，再根据高速模拟信号采集获得的数据进行角域化精细处理的独创思路，实现燃烧分析仪所需要的功能，同时简化了对其他辅助硬件设备的需求，在实际使用中较目前常见的其他燃烧分析仪更有优势。

使用的产品：

软件：LabVIEW 8.6、LabVIEW Advanced Signal Processing Toolkit

硬件：NI USB-6251、NI USB-9201

应用方案：

1. 振动信号采集虚拟仪器设计原理

系统核心是使用 LabVIEW 8.6 开发的一套虚拟仪器，分为系统检测、在线连续采集、在线按点数采集并自动分析、离线分析四个子程序，每个子程序可以独立运行，并配合使用完成相应功能。以在线连续采集部分为例，该子程序具有采集控制，数字滤波，波形显示，数据记录，振动烈度监控并发出警报提示等功能，同时可以记录数据供离线分析子程序使用。此外针对发动机缸盖振动信号测试设计了专门的监控和分析模块，例如发动机振动烈度监控报警等。

2. 振动信号分析及故障诊断方法实例

获得振动信号数据后，在离线分析模块中使用时域、频域、时频联合等功能进行数据处理，并与发动机正常工作条件下的振动信号进行比对和分析，可以完成对特定机型的故障分析。图 1 显示了一台 295G 柴油机在正常工作和出现气门漏气故障条件下的时域分析和时频联合分析对比，可以清楚的看出其故障原因。

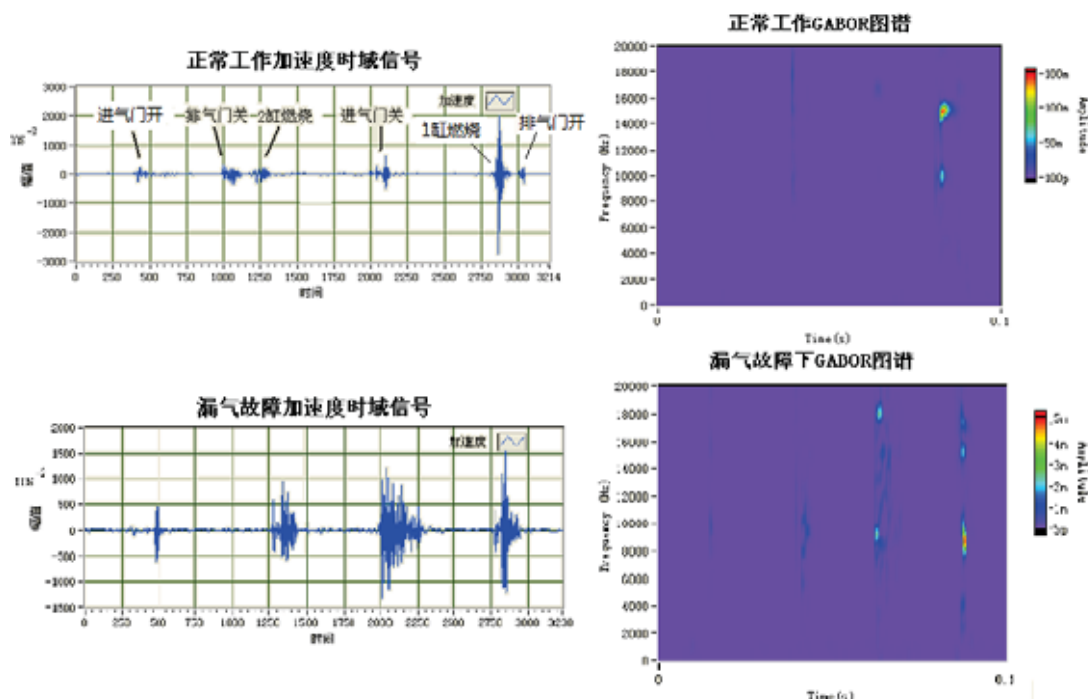


图 1 发动机正常工作和气门漏气故障情况下振动信号分析对比图

3. 燃烧压力信号采集虚拟仪器设计原理

燃烧分析中的一个关键环节是对压力信号时钟的控制和时域信号的角域化,在本设计中,采用 USB-6251 采集卡中的数字触发获得上止点信号的位置并开始采集;利用数字边沿计数器对发动机工作周期数计数,进行初步的采集终止控制;利用采集卡的高频内时钟对压力信号和 TDC 信号等模拟信号进行过采样,并在生产者-消费者结构中对模拟信号进行处理,使其在不使用角标编码器的条件下完成燃烧压力数据的在线角域化处理。

4. 燃烧分析功能实例

本系统可以完成燃烧分析所需要的示波和计算功能,如 P- Φ 图、示功图、压力瀑布图、放热率曲线及爆震警告等,如图 2 所示。

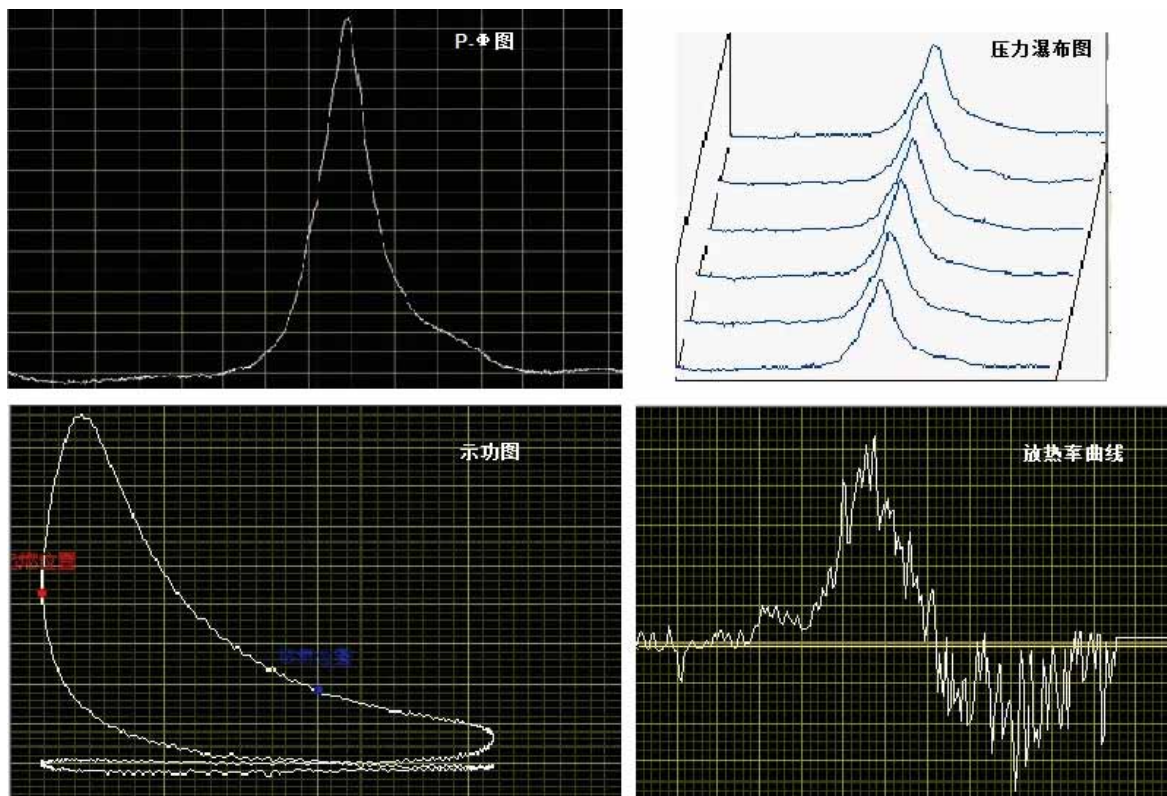


图 2 燃烧分析结果示意图

总结：

由于使用了 LabVIEW 设计振动分析软件,本系统具有易用的操作界面和良好的可视化性能,易于改进扩展以及与其它计算机程序共享数据。同时针对性的振动分析模块设计使系统具有故障诊断功能

本项目设计的燃烧分析仪具有以下较其他同类设备更优的特点：

1. 解决了发动机压力信号高速采集过程中,经常出现的转速信号缺失现象对采集数据有效性的影响。
2. 在使用高频内时钟采样的条件下,自动完成发动机压力数据的时域信号角域化和周期化,避免使用角标编码器。
3. 采样率与转速条件无关,可在低转速条件下采集高频信号,提供了爆震分析的条件。
4. 与使用发动机上个工作周期分频得到采用率不同,本设计不受转速波动的影响,因此可从运转第一循环开始获得有效数据,实现冷启动分析。
5. 小幅改进转速传感器(如使用 60-2 转速传感器),可进一步大幅提高角域化精度。

基于 LabVIEW 的 ZPW-2000A 测试系统软件关键模块的研究

作者：安志凯

指导教师：郭进

学校：西南交通大学

介绍：

随着 ZPW-2000 系列无绝缘轨道电路技术的日益成熟，该系列轨道电路已普遍应用于铁路提速线路尤其是高速铁路建设中。由于 ZPW-2000 系列无绝缘轨道电路采用了诸多新技术，具有组成设备多、技术先进的特点，这对电务检修部门提出了比以往更高的要求，传统的人工测试方法已经很难应对新设备的测试和检修工作。

论文针对以上情况，首先讨论了轨道电路测试系统的研究现状，之后根据现场的需求调查，对测试系统进行功能需求分析，并以调谐单元的测试为例，着重研究了测试流程中直接影响测试系统结果的逻辑切换模块、采集驱动模块、算法模块几个关键软件模块，并在虚拟仪器 LabVIEW 软件平台上实现了以上各模块的设计开发。

在解决关键技术基础上，论文对测试系统的人机交互模块与常测项编排模块进行了设计。主要分析了人机交互模块、常测项编排模块的设计思路和编程的实现方法，使得测试系统的使用更为方便、快捷，提高了测试系统的实用性。

使用的产品：

软件：LabVIEW 2009

硬件：NI PCI-6221

应用方案：

测试系统主要由硬件部分和软件部分组成。其中，硬件部分以 NI PCI-6221 数据采集卡为核心，辅以必要的切换电路、采集电路、电源、母板电路，实现信号的精确采集；软件部分在 LabVIEW 软件平台上实现了各软件模块的设计开发，论文主要对该部分进行了研究和讨论。

测试系统软件设计中采用了模块化设计思想，根据功能设计多个功能模块，这种设计思路便于日后程序软件的修改、升级。

根据模块化的设计思想，软件设计大体可以分为两大部分，即前台程序部分和后台程序部分。前台软件部分主要为人机交互程序，后台程序部分主要是测试程序以及数据库管理。其中，前台程序部分主要包括用户管理模块、设备信息录入模块、设备选型模块、测试界面模块、常测项设置模块等，用于用户登录、测试设备的选择、测试项目的选择、测试数据显示以及相应设备常测项目的设定等功能；在测试程序部分的设计中，根据不同的功能设计了相应的功能模块，主要包括：逻辑指令切换模块、算法处理模块、采集驱动模块、数据判断模块等，主要用于完成对硬件设备的寻址、为测试台继电器切换阵列提供运行指令、对采集到的数据或信号信息进行处理等功能；数据库管理模块主要是 SQL 数据存储子系统，用于完成存储用户人员信息、被测设备信息、测试数据结果、《铁路信号维护规则技术标准 I》指标数据、常测项标号等。测试系统主界面如图 1 所示。



图 1 测试系统主界面

在测试系统主要测试功能实现之后，搭建了检测平台对系统的性能进行检测，并分析了检测结果，验证了基于虚拟仪器的测试系统在信号采集方面具有的精度高、编程快捷的优点。

总结：

在 LabVIEW 软件平台下，通过编写逻辑切换、采集驱动、算法等模块，实现了系统的自动化、人性化、精确化的测试，现将论文的主要工作总结如下：

- 1) 通过现场调查和研发论证，论文首先对 ZPW-2000A 测试系统进行了需求分析，根据虚拟仪器的特点和优势，规划了硬件系统组成和软件系统的结构组成。着重在软件设计中，分析了软件的模块化设计思路以及 LabVIEW 软件平台在软件开发过程中的几种优势。
- 2) 根据测试流程，重点分析了直接影响测试结果的几个软件关键模块的设计思路与实现方法，包括逻辑切换控制模块的设计思路 and 实现方法，采集驱动模块中采集方式的选择、参数的设定、编程的具体实现，算法模块中算法的选取、分析、软件实现等。通过着重分析几个影响测试结果的关键软件模块来展现 LabVIEW 软件开发平台在测试领域的独特优势。
- 3) 在测试系统主体功能实现后，根据现场用户的需求调查进行了进一步的人性化设计，完善了人机交互、用户常测项设置模块，使得测试系统的使用更为方便、快捷，提高了测试系统的实用性。
- 4) 通过系统测试和测试结果分析，验证了基于虚拟仪器的测试系统在信号采集方面具有的精度高、编程快捷的优点，验证了系统在直流电流、直流电压、相位差测量等方面的精确性和准确性，从而验证了测试系统的实用性。

基于 LabVIEW 的单车试验数据采集系统

作者：罗建

指导教师：雷勇

学校：四川大学

介绍：

单车试验是铁路车辆检修的一项重要内容，其主要目的是检查车辆的制动作用性能等指标。针对列车单车制动试验的数据采集，本文设计了一种基于虚拟仪器技术的压力试验数据采集系统。系统采用了 LabVIEW 2009 作为系统的软件开发平台，这使得系统能快速、在线、方便地检测到试验的压力数据，实现了“软件即仪器”。系统通过压力传感器将 0~800KPa 的压力信号转换为 4~20mA 的电流信号。然后通过 NI 公司提供的数据采集卡对电流信号进行采集和 A/D 转换后送入计算机，并在软件系统中实现对压力数据的实时显示和保存。数据分析功能包括数字滤波、曲线平移和曲线对比等。另外，系统还设计了报表生成和数据打印等功能，可以通过打印机将检测结果打印。此外，本文并没有采用传统的硬件滤波器，而是利用软件设计的滤波器实现了对数据的滤波处理，而通过软件实现并优化硬件功能正是未来仪器系统的发展方向。

使用的产品：

软件：LabVIEW 2009

硬件：NI 9203、NI cDAQ-9178、NI PCI-6518

应用方案：

一、系统设计方案的确定

本系统使用一台功放机作为操作平台，利用 LabVIEW 2009 软件开发平台编写压力试验数据采集系统。整个检测系统的硬件部分由压力传感器、NI 数据采集卡和功放机几个部分组成，首先由压力传感器将压力信号转化为电流信号，然后通过数据采集卡进行数据采集，最后由计算机进行信号的处理、分析、显示、存储、打印和报告生成等操作。整个系统结构原理框图如下：

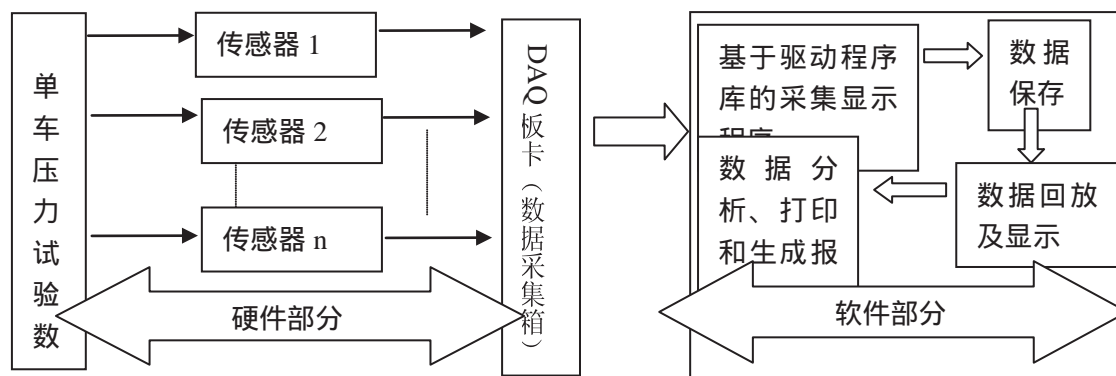


图 1 单车压力试验数据采集系统原理框图

二、系统软件的实现

应用软件的设计主要包括信号的实时采集存储及显示和信号的回放等部分。每部分都包括用户界面和程序功能的设计。由于系统需要实现的功能较多，而功能又相互独立，为了方便程序设计，本文采用了模块化的编程思想。软件系统工作流程如下图所示：

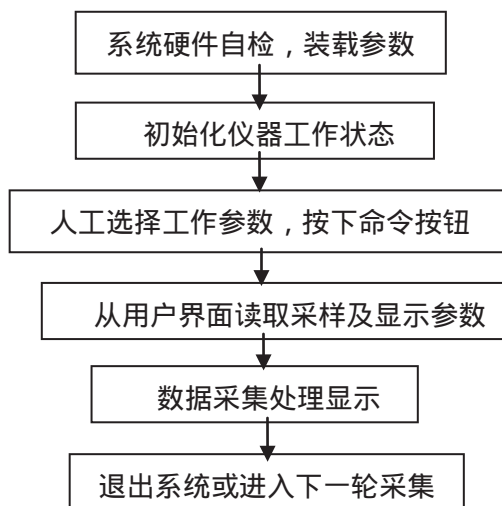


图2 系统软件工作流程

1. 信号采集模块

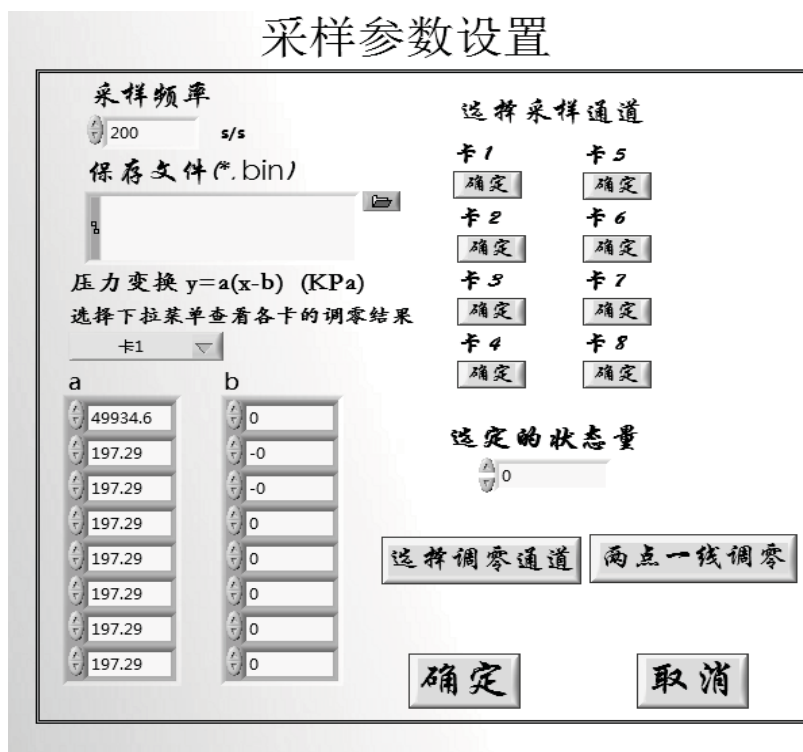


图3 参数设置前面板

在对数据进行采集之前必须对采样参数进行设置，在参数设置对话框中可以设置数据采集实验中的各项属性。在参数设置中包括修改采样频率，文件保存位置，选择采样通道，对通道进行调零和两点一线调零等功能。在参数设置完成过后进入到数据采集实时显示界面：

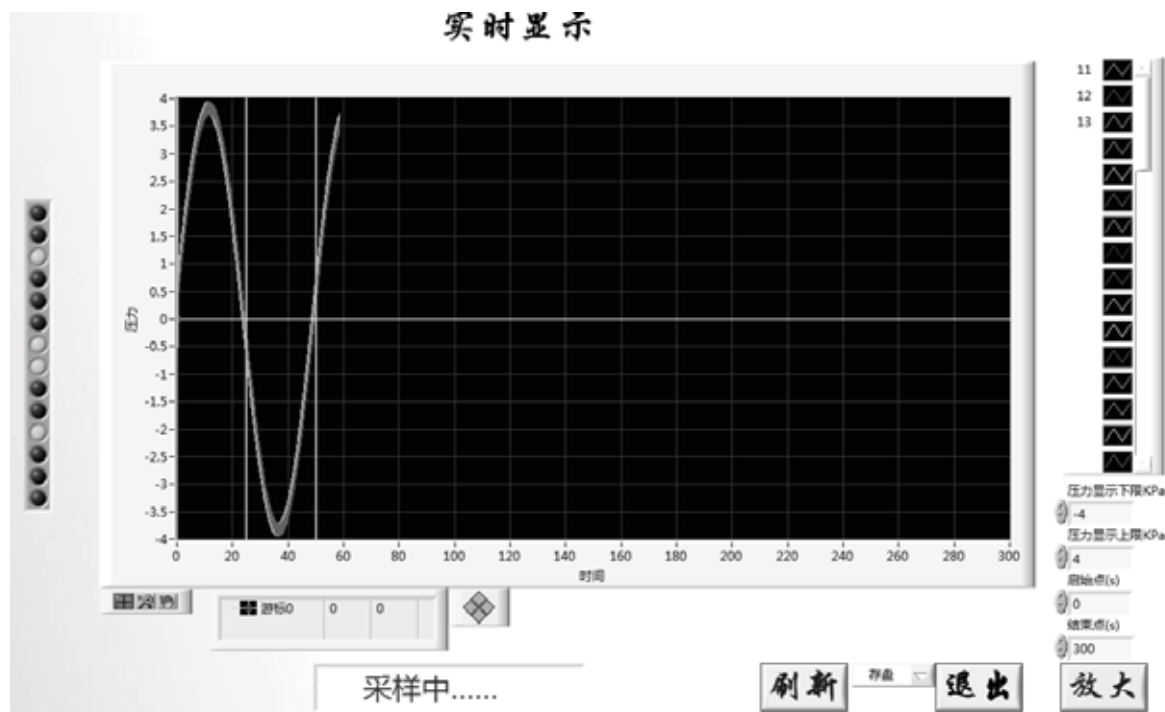


图 4 实时显示界面

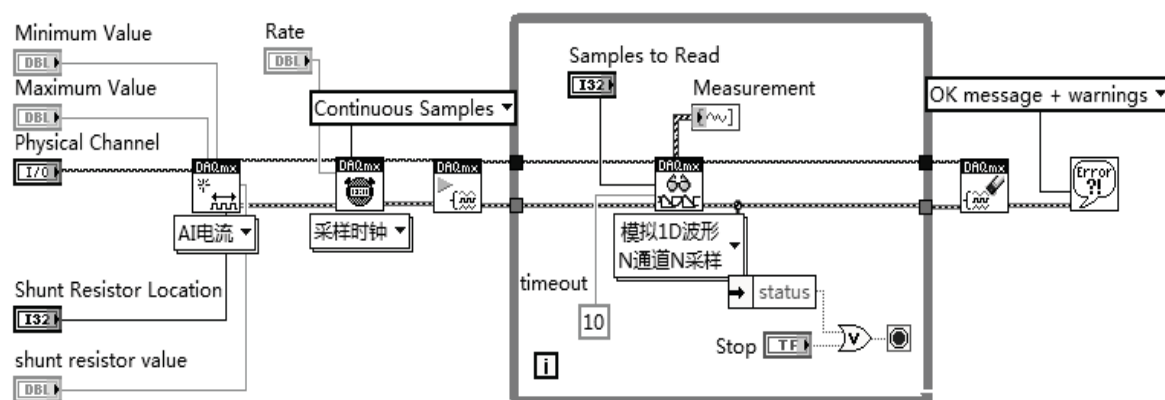


图 5 连续电流采集源程序

在实时显示界面上具有记录开关量卡动作、保存数据、修改压力上下限、起始点和结束采样等功能，只有对采样的数据进行保存过后才能进行后面的数据回放分析等操作。

2. 数据回放与分析

在对保存的文件进行加载和通道选择完成以后,进入到任意通道显示界面,此模块具有对曲线添加注释、读取曲线两点之间的差值、查找最大值最小值和极值点、对曲线进行平移、截取某一段时间内的数据、数字滤波、打印和报表生成等功能,可以说是本系统功能最重要的部分。

而对于数字滤波,本文在分析了巴特沃什滤波器和 Savitzky-Golay 滤波器的滤波效果后,决定采用 Savitzky-Golay 滤波器对数据进行平滑且具有良好的数据平滑效果。

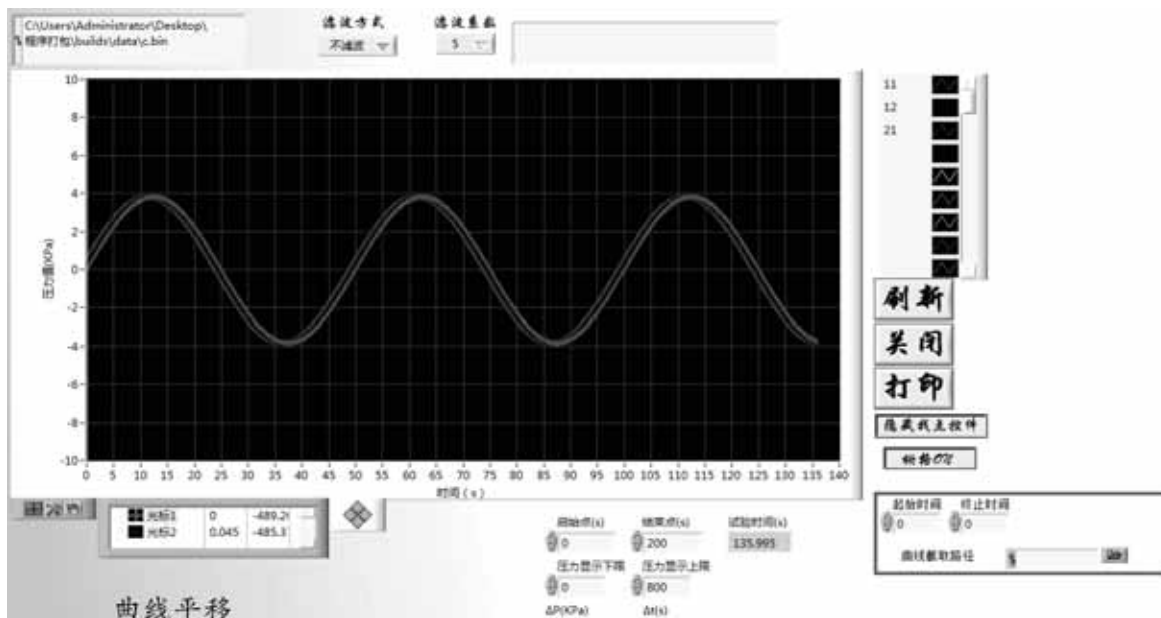


图6 任意通道显示界面

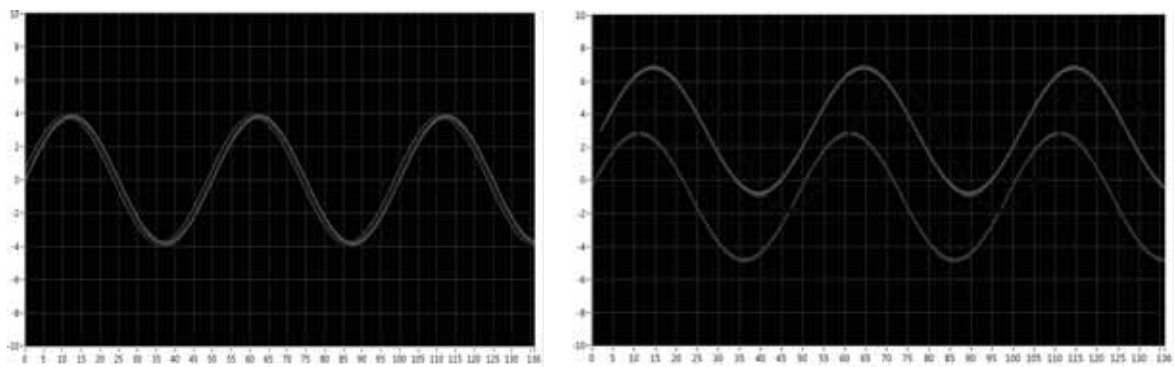


图7 曲线平移前后对比图

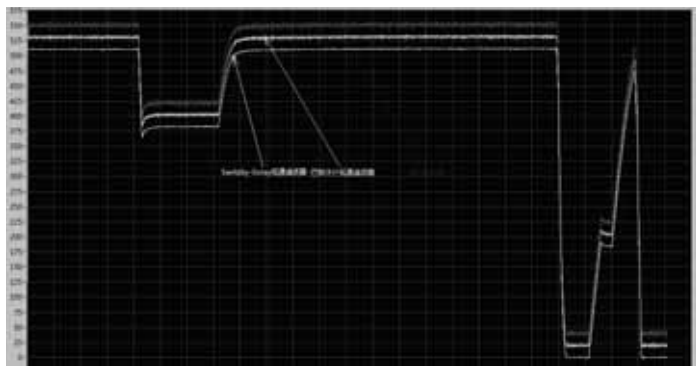


图8 Savitzky-Golay 滤波器和巴特沃什低通滤波器对比图

此外，系统还设计了曲线比较功能，通过加载两组不同的文件就能够对不同时间内采集到的数据进行分析比较。在曲线比较显示中同样能够实现数据的滤波、平移（包括整体平移和单曲线平移两种）和两点之间的数据比较等功能。曲线比较前面板如下图：

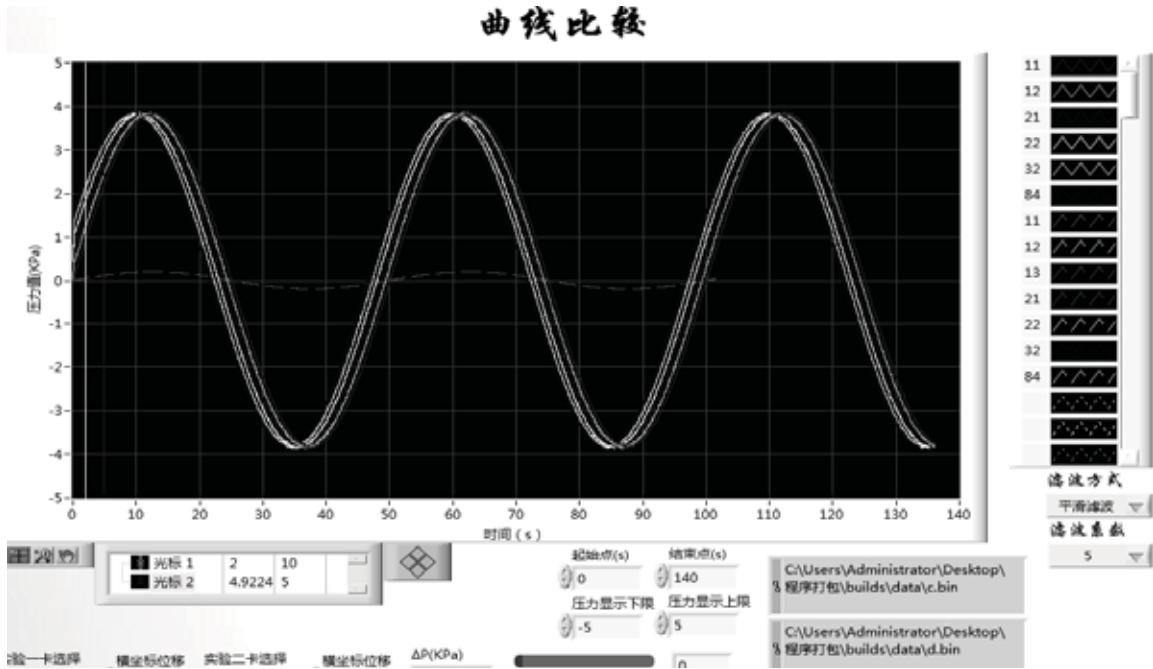


图 9 曲线比较前面板

3. 退出和帮助信息

系统设计了退出菜单来帮助用户方便地退出系统。另外，系统还有“帮助”菜单，它主要是用于为程序操作提供帮助文件，在帮助下拉菜单中选择需要提供帮助操作的名称，将会弹出相应的帮助窗口提示用户相应的操作信息。

总结

本文利用虚拟仪器技术与信息处理技术，能够较小的空间内实现对单车压力试验数据的采集，最多能够同时对 64 个通道的数据进行采集。由于系统开发软件——LabVIEW 具有强大的数学分析功能，因此利用 LabVIEW 强大的数学分析功能就能设计出较为理想的数字滤波器，它能够最大幅度的削减系统的硬件成本，而同时又不影响数据的滤波效果和分析。另外系统中还加入了曲线平移和曲线截取等功能，这对用户更好的分析观察数据是十分有利的，系统的报表导出功能可以说是系统的另一大亮点，它为用户节约了实验报告的撰写时间，体现出系统人性化的一点。同时本系统体现了现代仪器智能化、虚拟化发展方向,充分体现了“软件就是仪器”这一虚拟仪器概念。

除此之外，系统还具有好的嵌套性和可修改性，而系统的这种框图结构程序对于系统的故障调试和软件的升级是十分方便的。

基于LabVIEW的钢琴调音系统

作者： 姚远

指导教师：王霞 副教授

学校：西安交通大学

介绍：

传统的钢琴调音都是由专业的调音师来完成的，以经验来判断钢琴是否音准，存在主观性与精确性差的问题。本发明通过数据采集卡基于 LabVIEW 进行键音的采集、处理、分析与显示，定性计算钢琴音频的偏差，给出音质的客观评价，不失为调音师的一大得力助手。另外，市面上鲜有钢琴调音助手，专业调音人员的设备通常比较复杂。而我们调音系统的设计具有方便易用、精巧便携、外观简洁等优点，普适用于专业和非专业人士。更使专业化的调音走向寻常百姓的生活，并通过一些辅助性的功能，增添使用价值及趣味性。

本软件实现了信号的实时采集与显示，并通过信号处理技术完成了噪声抑制，信号分帧等预处理，有用声音信号检测提取，频谱成分的基频、泛音精确检测与分析，检测音与标准音间的误差分析以及基于小波变换的多音检测与识别等功能等。

使用的产品：

软件：LabVIEW 2010

硬件：NI myDAQ

应用方案：

基于 LabVIEW 的钢琴调音系统主要包括这样几个部分：信号采集与波形实时显示、信号去噪与端点检测、乐音信号基音检测与处理、乐谱多音识别功能等。

1. 整体方案设计

基于 LabVIEW 的钢琴调音系统界面包括：波形采集控制部分、采集乐音波形显示部分、钢琴模拟键盘、测量结果及显示，以及多音节的识别等。

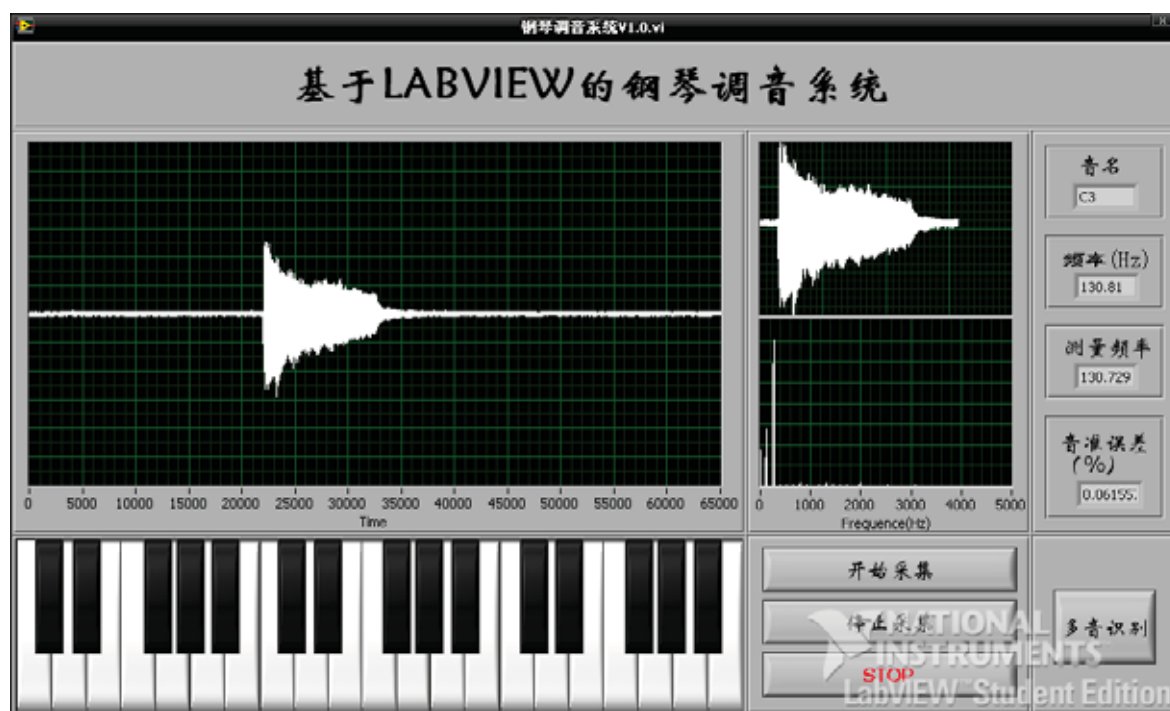


图 1 基于 LabVIEW 的钢琴调音系统显示图例

- 1> 波形采集控制部分
包括采集按钮、停止采集按钮，用来控制波形的实时采集。
- 2> 采集乐音波形显示部分
本部分包括采集信号的实时显示、音节信号部分的截取放大显示以及频谱显示。
- 3> 钢琴模拟键盘
模拟了钢琴键盘的 C3—B3、C4—B4、C5—B5 包括半音键共计 36 个键，涵盖了钢琴的主要音频域。
- 4> 测量结果显示
显示测量音的键名、频率、测量频率以及误差。
- 5> 多音识别
能够对连续多个音节进行显示和识别。点击“多音识别”按钮，出现如下图示：

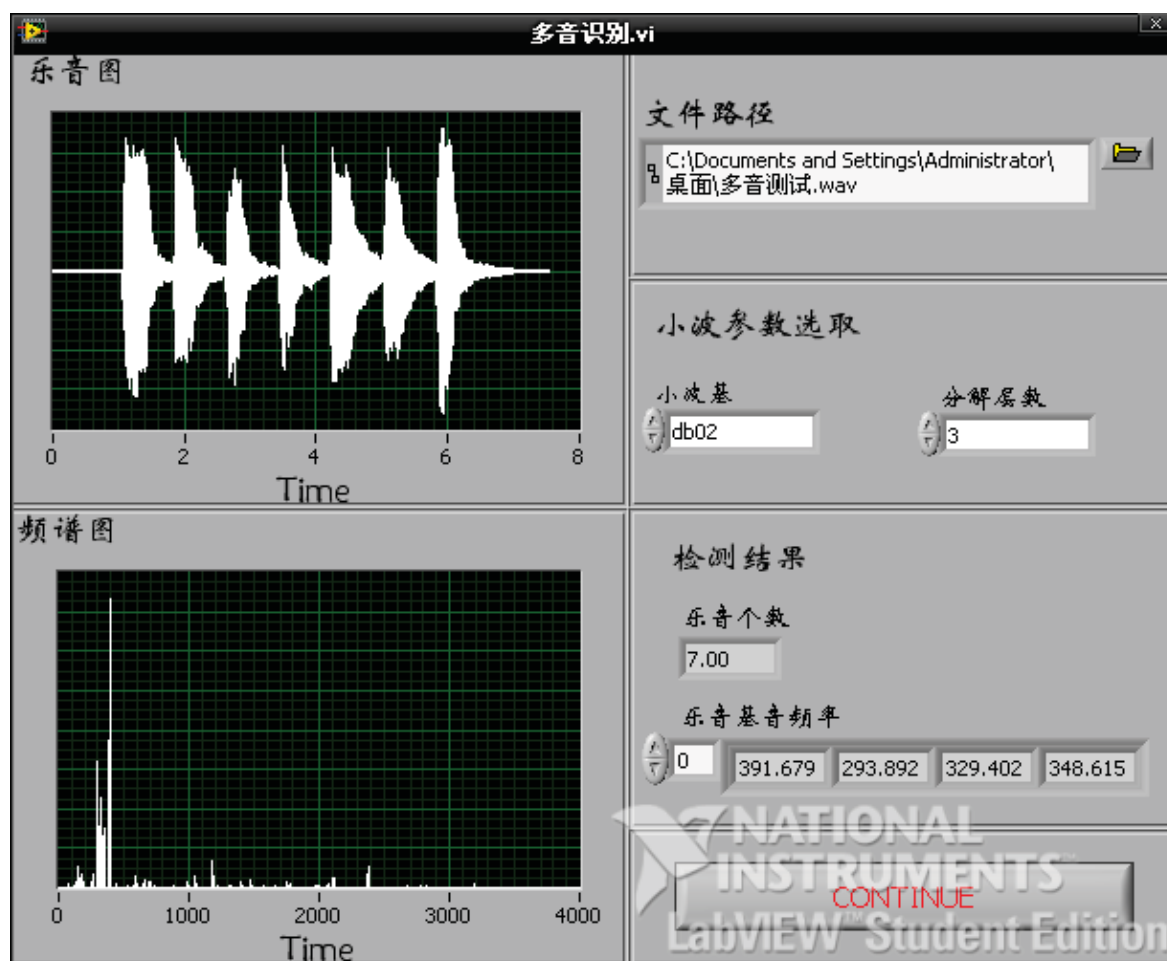


图 2 基于 LabVIEW 的钢琴调音系统多音识别子窗口图例

多音识别部分包括音频信号的显示、频谱显示、小波参数选取以及乐音个数的检测和每个乐音的基音频率检测。

2. 信号采集与波形实时显示

从按下钢琴键到结束，一个单音持续的过程非常短，通常不会超过 1 秒钟，我们所关注的有效波形会很快从显示窗口消失，这样就达不到观测的目的；而如果先将其保存再显示，又会失去其实时显示的实效性。

在信号采集过程中预制一个寄存器，将采集信号以 500 个点（500 点为例，可以设置）为一组按组显示，取代采集一个点显示一个点的传统方式，这样在不影响视觉停顿性的前提下放缓波形显示的速度，以便实时采集、实时观测。

3. 信号去噪与端点检测

从采集程序运行到真正采集到乐音信号之间存在很长一段时间无用噪声信号，其中可能包含影响音频检测的有害频谱。并且一些基音的谐波分量也是不希望得到的干扰成分。

在采集信号的时域部分，通过分帧处理将非平稳的采集信号划分为一帧一帧的平稳信号，并计算信号短时能量与短时过零率，进行信号端点检测将有用乐音信号提取出来，抑制非信号段的噪声干扰。

小波变换是时间频率的局部化分析，可以将信号的基音与谐波在不同频段区分开来，可以用来抑制不必要的高频谐波成分和多个音符的检测。

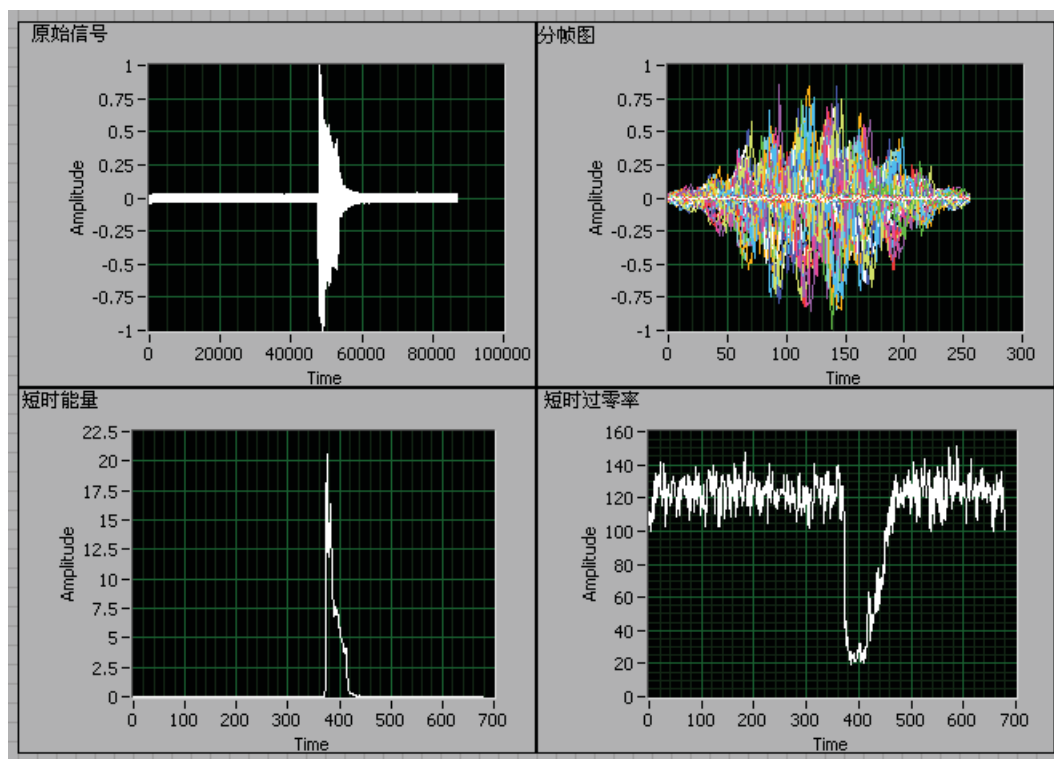


图3 用于端点检测的短时能量、短时过零率图例

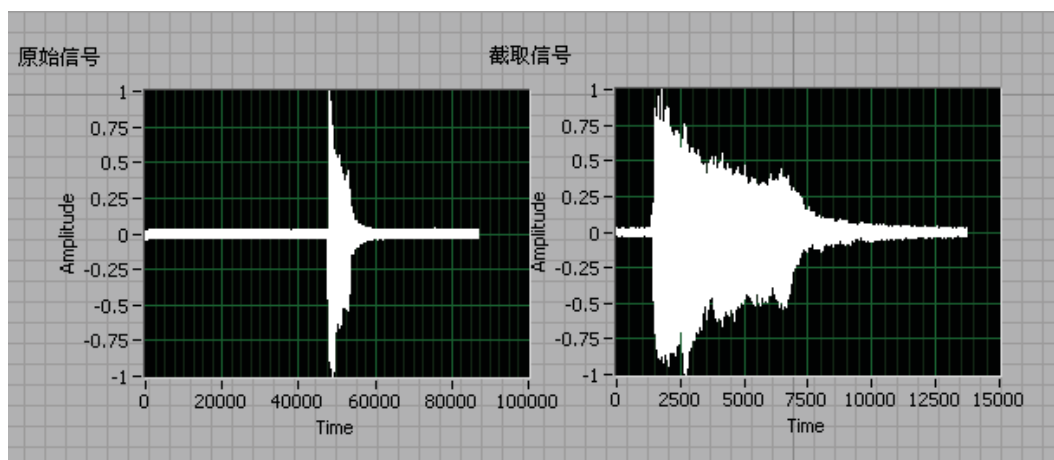


图4 用于端点检测效果图例

4. 乐音信号基音检测与处理

钢琴的音域较其他乐器都更加广，27.5Hz—4186.0Hz 间按规律分布。频率越高，相应的成分越小，越容易与低频信号的高频谐波分量混淆，影响测量的准确性。

通过预加重数字滤波器提高高频信号频谱成分。如果要恢复原始信号，待处理完后再进行去加重处理。

5. 乐谱多音识别功能

有时候我们听一首曲子或者采集了好几个音的信号，希望能够准确识别出来曲子的谱子。类似于生活中的语音识别问题。

此处采用小波变换技术。经过分析，钢琴音的频率分布规律符合小波尺度分解。所以可以通过小波分解将不同乐音成分分解到不同的频带区域，从而同时识别出多个乐音。

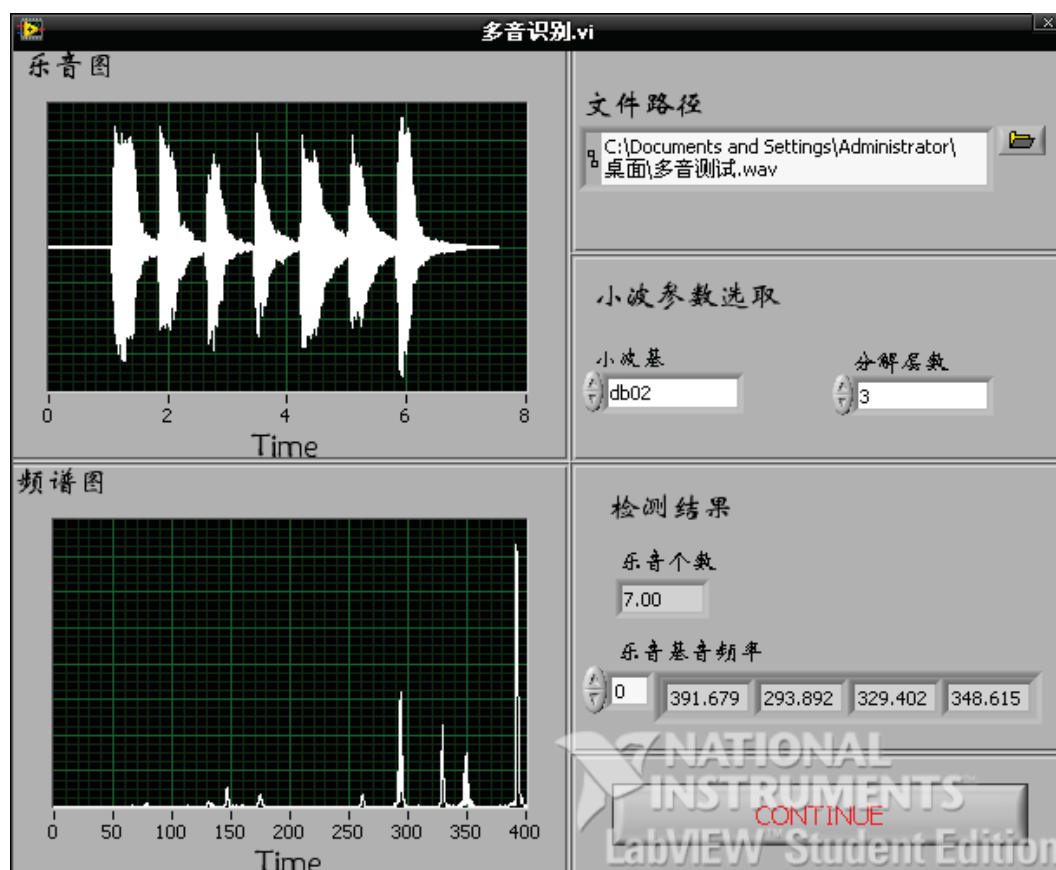


图5 多音识别效果图例

总结：

基于LabVIEW的钢琴调音系统实现了信号的实时采集与显示，并通过信号处理技术完成了噪声抑制，信号分帧等预处理，有用声音信号检测提取，频谱成分的基频、泛音精确检测与分析，检测音与标准音间的误差分析以及基于小波变换的多音检测与识别等功能。经过实际测试，测量误差在0.05%左右。并且系统运行稳定，响应迅速，没有错误跳变等。

本软件有效的简化了钢琴调音的专业话程度，能够帮助非专业人士快速准确的实现钢琴调音。大大地简化了调音的复杂性，并且具有非常好的准确性。

基于NI PXI架构的惯性测量组件测试系统研制

作者：孙晶

指导教师：夏伟杰 副教授

学校：南京航空航天大学

介绍：

近年来，捷联式惯性导航以其独特的优点成为惯性导航技术发展的最新趋势，广泛地应用于导弹制导系统。惯性测量组件作为惯性导航系统的核心装置，其功能的正确与否，是导弹精确制导的重要前提。本文的研究目的就是为某型具有捷联惯性导航能力的导弹上的惯性测量组件研制一套高性能的实时测试系统。

首先，依据技术指标和性能要求，提出了测试系统的总体设计方案：采用 NI 公司高性能的 PXI 总线工控机（PXI 1062Q）及其 PXI 8106 控制器作为硬件平台，并自主研制基于 PXI 总线和 FPGA 的惯测测量板卡，实现对惯性测量组件的性能测试，同时，为了满足实时性要求将实时扩展模块 RTX 引入 Windows 作为系统软件平台。其次，重点阐述了惯测测量板卡的硬件实现。然后，详细探讨了测试系统的软件设计。主要包括惯测测量板卡在 RTX 环境下的实时驱动开发、Windows 进程和 RTX 进程间的通信机制研究、测试系统应用程序设计。最后，对某型导弹上的惯性测量组件进行了测试，数据结果表明，系统很好地满足了各项技术指标。

研制的测试系统不仅实时性强（1.25ms）精度高，而且使用维护方便、结构紧凑、功能易扩展。

使用的产品：

硬件：NI PXI-1042Q、NI PXI-8106

应用方案：

1. 总体设计为满足技术指标和性能要求，本文采用 PXI 总线控制计算机结合自制惯测测量板卡的方案完成对惯性测量组件的性能测试。其中，控制计算机运行 Windows 操作系统，并添加 RTX 实时扩展模块，惯测测量板卡是按照测试要求自主研制的 PXI 总线接口板卡，工作在 RTX 实时环境下。

惯性测量组件测试系统的总体设计框图如图 2.1 所示。

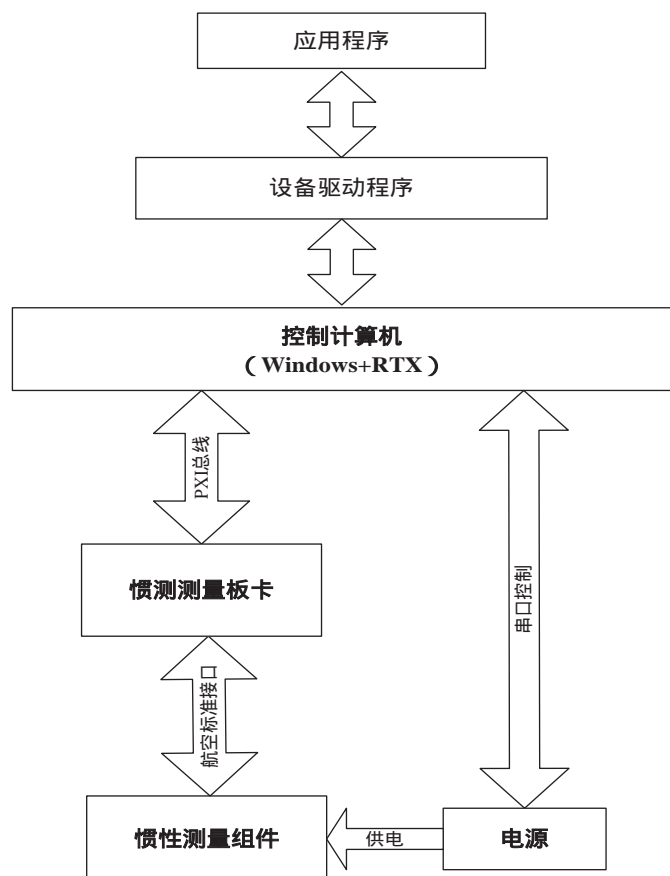


图 2.1 惯性测量组件测试系统总体设计框图

2. 惯测测量板卡硬件设计

惯测测量板卡的硬件电路系统可分为多个模块，如 PXI 端总线接口电路、Local 端总线接口、输入输出接口电路、整形电路、数据缓冲电路等，另外，还有分频电路、信号检测模块、脉冲计数模块、修正常数读取模块等电路都集成在 FPGA 芯片内部。

惯测测量板卡的硬件电路系统如图 4.1 所示。

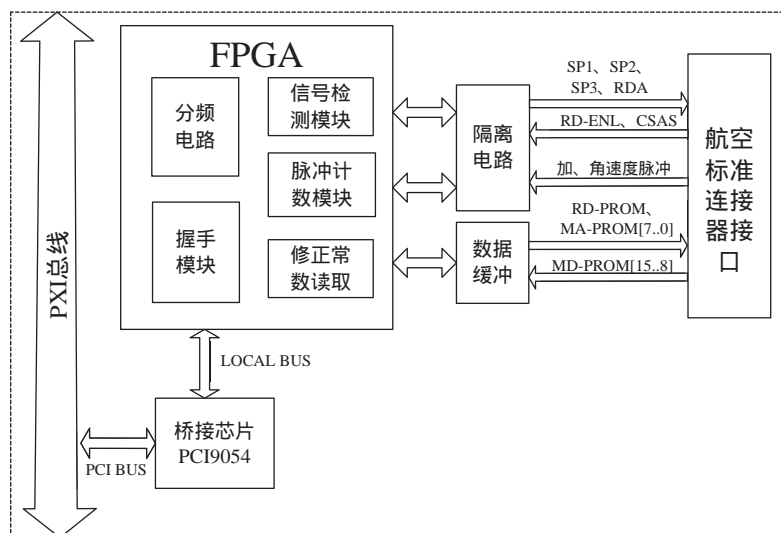


图 4.1 惯测测量板卡硬件电路系统

图 A 所示是自制的惯测测量板卡硬件系统实物图。



图 A 惯测测量板卡实物图

图 4.3 所示是 NI 公司的 PXI 1042Q 机箱及 PXI 8106 控制器。

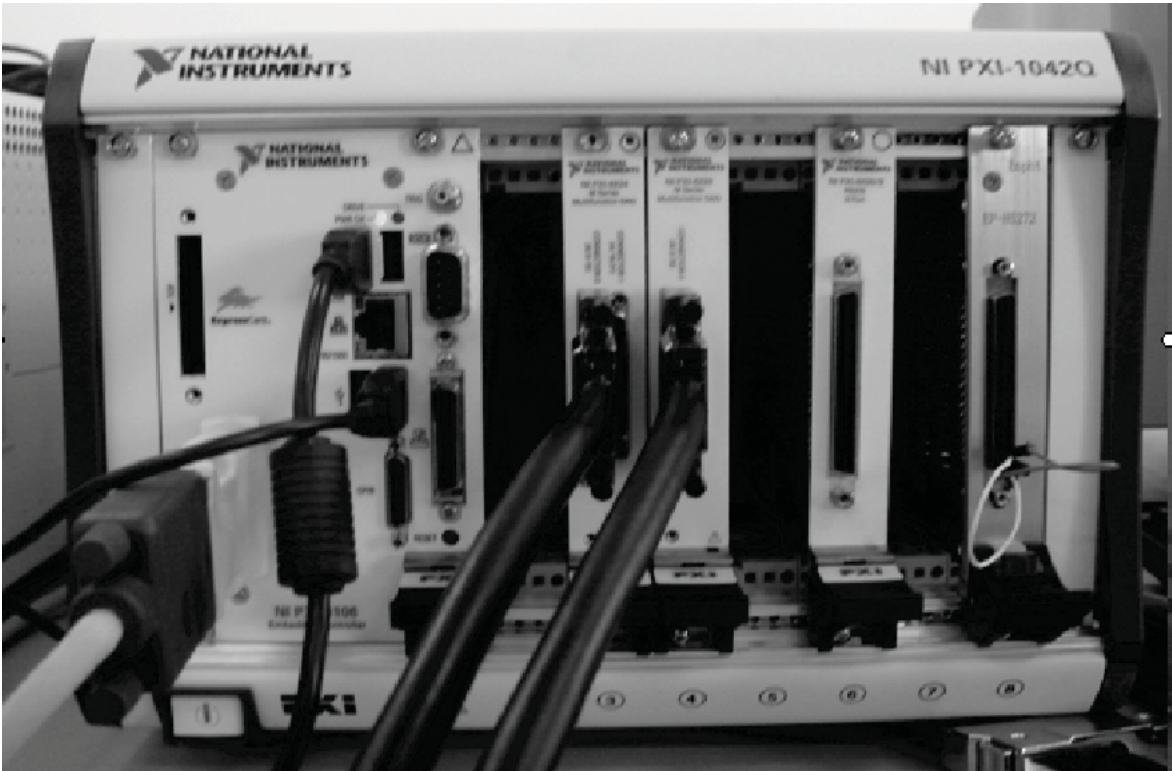


图 4.3 PXI 机箱

3. 软件设计

如图 5.5 所示，是测试系统应用程序框图。按照测试系统的功能要求，本文设计的应用程序主要包括以下几个模块：设备初始化模块、电源控制模块、惯测信号检测模块、加角速度脉冲计数模块和温度修正常数读取模块。

本文的应用程序设计包括了 RTX 进程和 Windows 进程两部分。

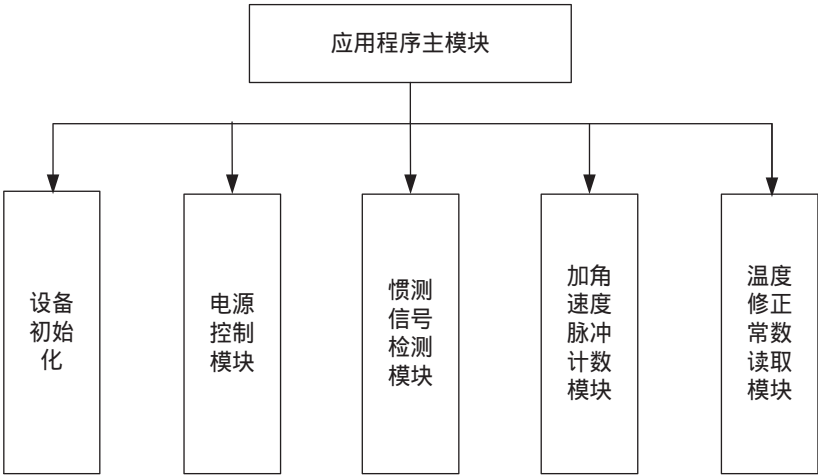


图 5.5 测试系统应用程序组成框图

4. 系统测试结果

经过对系统软、硬件的全面调试和验证后，本文研制的惯性测量组件测试系统已正式投入使用。本章主要围绕测试系统的三个功能模块，通过对某型号导弹上惯性测量组件的实际测试，分析了测试系统的性能。具体的测试内容包括：惯测信号检测模块、加角速度脉冲计数模块、温度修正常数读取模块。这里限于篇幅，只列出惯测信号检测模块部分测试结果。

(1) SP1 信号

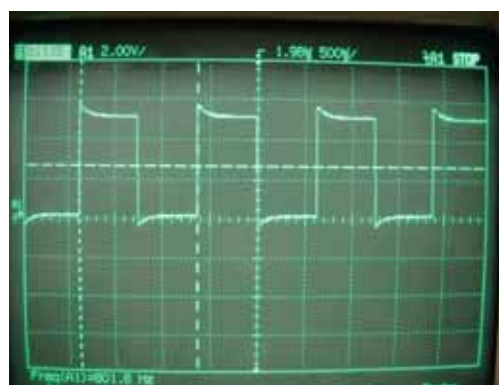
实际输出结果：方波信号，幅度在 5V 左右，频率为 507.6KHz。



图 6.1 输出信号 SP1 波形

(2) SP2 信号

实际输出结果：(a) 方波信号，幅度为 5V 左右，频率为 801.6Hz；(b) 方波信号，幅度为 5V 左右，频率为 250Hz。



(a) 周期 1.25ms



(b) 周期 4ms

图 6.2 输出信号 SP2 波形

总结：

本文针对惯测组件测试系统的要求，基于 NI 公司 PXI 1042Q 机箱及其控制器，配以自主研制的具备特定功能的惯测测量板卡作为硬件平台；同时，为了满足实时性需求，本文将 RTX 实时扩展模块添加到 Windows 系统作为测试系统的软件开发平台。完成了惯测组件测试系统的研制。

本文涉及的知识范围很广，不仅包括系统方案设计、硬件实现，还包括驱动程序和应用程序的开发，中间还包括对 Protel、Visual Studio 等开发工具的熟练使用，具有很大的挑战性。虽然在开发的过程中走了不少的弯路，但通过课题的研究，不仅扩展了知识面，提高了动手能力，更增加了在工作中勇于探索、不断创新的精神和信心。

基于虚拟仪器的旋转机械状态监测系统研究

作者：范亚军

指导教师：郭瑜

学校：昆明理工大学

介绍：

旋转机械是机械设备中传递动力最常用的设备，而齿轮、轴承和转子是旋转机械中最常用的三个部件，因此齿轮、轴承和转子必然成为了目前机械设备状态监测与故障诊断中的关键对象。本设计是将机械测试技术、虚拟仪器等专业知识与旋转机械状态监测方法相结合，以 LabVIEW 为开发平台，根据具体被监测对象功能需求分析，构建能满足被监测对象需要，并支持功能扩充的开放式低成本微型旋转机械状态监测系统。

该系统有成本低、扩展性强、应用性高并改变了目前系统所过分强调的全面性、通用性、复杂性的优点，能够较好的满足广泛的普通旋转机械设备的状态监测、故障分析与设备维护的需要，并有着巨大的潜在工程应用发展前景。

使用的产品：

软件：LabVIEW8.5、Sound and Vibration Measurement Suite 5.0、LabVIEW Advanced Signal Processing Toolkit、Order Analysis Toolset

硬件：NI USB-9215

应用方案：

1. 旋转机械振动状态监测系统的基本框架

设计的旋转机械状态监测系统主要由五大模块组成，分别为：

- (1) 旋转机械振动监测通用模块；
- (2) 旋转机械滚动轴承监测专用模块；
- (3) 旋转机械齿轮监测专用模块；
- (4) 旋转机械转轴监测专用模块；
- (5) 旋转机械振动监测标准模块。

旋转机械振动监测通用模块主要是用来进行传感器配置管理、信号采集及数据文件管理、数据显示、时域分析、频域分析等，这个模块属于通用模块，是整个系统以及各个子系统模块中都需要的部分；旋转机械振动监测标准模块主要是依据 GB/T 6075(ISO 10816) 和 GB/T 11348(ISO 7919)标准研究基于数据库的振动监测报警阈值智能管理，这个模块是一个国标标准模块，其功能就是用来判断信号是否有故障。

2. 旋转机械振动状态监测系统设计的基本功能

- (1) 能够实时的监测运行设备的转速、频率、温度等各项指标，并显示振动趋势图、时域波形、轴心轨迹、频谱、极坐标图等；
- (2) 根据实时采集的信号，实时在线或离线进行趋势分析，如振动趋势、特征参数（如峰度、偏度等）故障预报；
- (3) 建立数据库，对用户系统进行管理，并对实时监测数据进行存储与管理，方便后续分析，并能够生成详细相应的报表；
- (4) 建立报警机制，只要有超限监测点即进行光声报警，提醒工作人员进行设备维修，并且报警分为轻微、中度、高危三种等级。

3. 旋转机械振动状态监测系统的工作流程

该系统的工作流程图如图 1 所示：

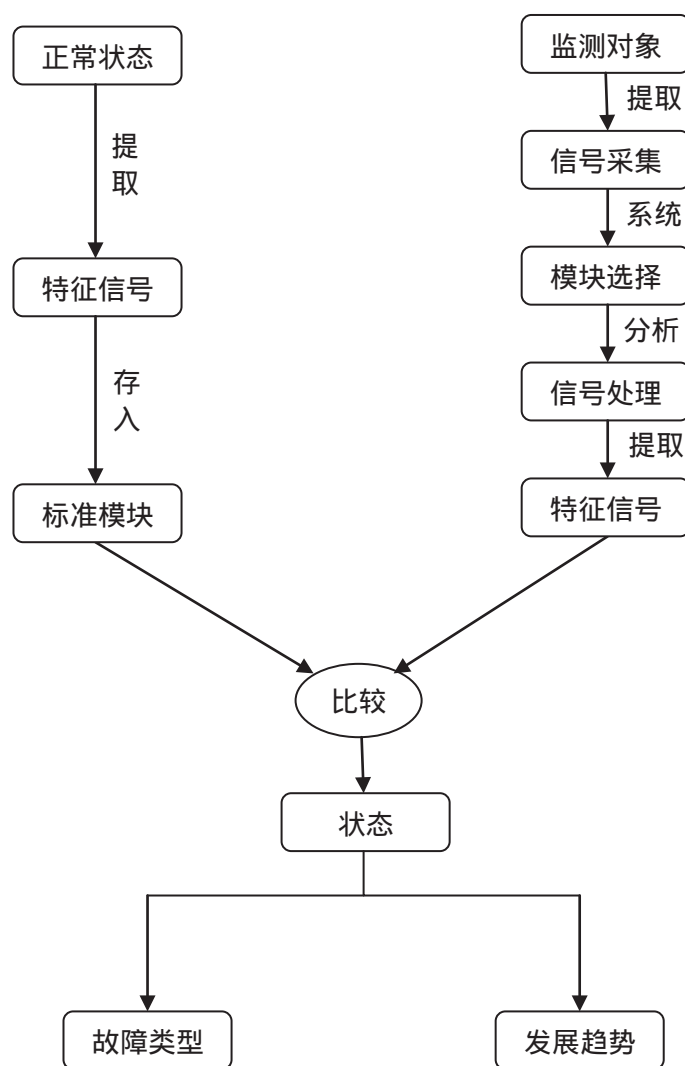


图 1 系统工作流程

4. 旋转机械振动状态监测系统的运行

系统运行后需在登录界面初始界面处输入用户名与密码，当输入用户名与密码正确无误时方可进入系统，管理员可以在该界面选择进入帐号管理模块对用户信息进行查看与修改，如图 2 所示。

在进入系统后，要根据不同的监测对象需要选择不同的监测模块，选择界面如图 3 所示。当选择合适的监测模块后，点击进入系统，即可进入到不同的监测模块（以转子监测为例），如图 4 所示。

在转子监测系统界面根据监测需求选择在线监测或离线分析进入不同的分析向导（以离线分析为例），如图 5 所示。在离线分析向导界面需对信号进行通道选择、信号截取、分析方法选择（以极坐标分析为例）等等。点击开始监测即能显示出分析的结果，如图 6 所示。



图 3 身份验证界面



图 4 模块选择界面



图 4 转子监测子系统界面

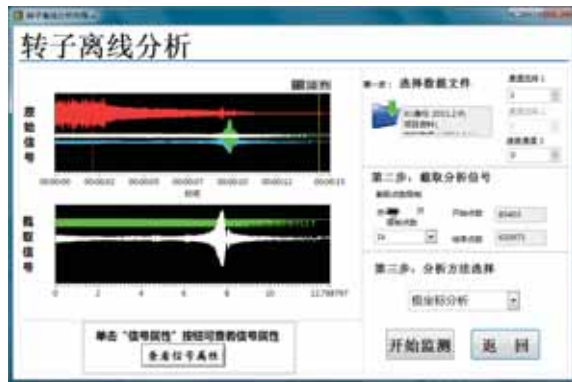


图 5 转子离线分析向导

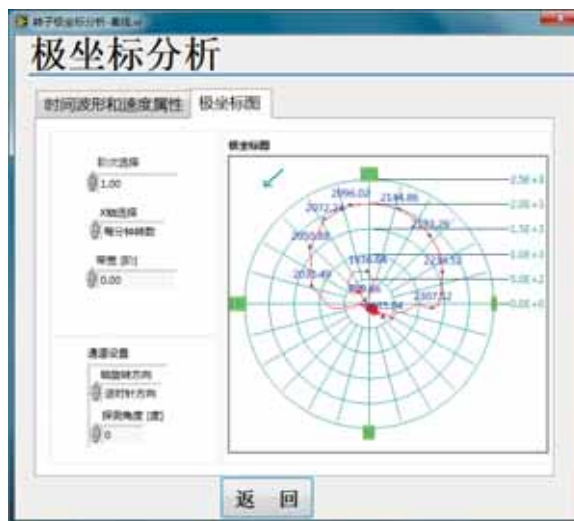


图 6 极坐标分析结果显示

总结：

本课题提出并设计了基于 LabVIEW 的迷你型低成本旋转机械状态监测系统, 凭借成本低、扩展性强、应用性高等优点, 能够较好的满足国内外中小型企业对普通旋转设备的监测与维护的需要, 并有着巨大的市场与发展前景。

最后,感谢在课题研究过程中给予帮助的老师、NI 工程师和师兄们,同时感谢国家大学生创新性实验计划项目(项目编号 091067410)对本课题的资助!

基于虚拟仪器的液位控制系统

作者：刘顺然

指导教师：唐赣

学校：华东交通大学

介绍：

人们生活以及工业生产中经常涉及到液位和流量的控制问题，化工生产等多种行业的生产加工过程，通常要使用蓄液池。而在不同条件下，蓄液池中的液位需要按不同要求增加或减少，以维持工作正常进行。

本论文提出了一种实时、自动的液位控制系统，并开发出基于虚拟仪器的系统原型，使所设计的监控系统结构清晰、概念简单明了。系统的软、硬件具有开放性、兼容性。此液位实时控制系统设置有水槽以及相应的检测和执行部件，可以测量与计算多种实时数据，并可以在液位低于预计液位时及时补充。本系统利用超声波测量液位，并通过温度补偿校正了声速误差。系统的软件程序使用 LabVIEW 设计。

使用的产品：

软件：LabVIEW 8.6

硬件：NI ELVIS II

应用方案：

1. 硬件设计

测量液位所使用的方法是超声波测量，故设置超声波计时模块与温度补偿模块。测距计时模块测量声波发射和接收的时间差。温度补偿模块测量超声波工作环境温度，用以校正声速误差。测量得到的数据由数据采集卡采集，之后 LabVIEW 程序再将其进行相应的处理，完成系统功能。

图 1 所示为系统实验装置。系统实验装置由两个水槽、一个电磁阀组成。如图所示，水槽 C1 储存电磁阀 R 开启时注入水槽 C2 的水，而水槽 C2 为系统实时水位的测量对象。将超声波探头固定在 C2 顶端，并保持传感器正面朝向水槽 C2 底面。由于超声波模块电路感应范围有限，传感器距水槽底部距离需限制在 150cm 以内，实物装置的实际距离为 26cm。

2. 软件设计

系统软件使用 LabVIEW 8.6 编程完成。

软件流程如图 2 所示。系统软件由时间数据采集 VI、温度数据采集 VI、计算与控制 VI 这三个 VI 组成。时间数据采集 VI 和温度数据采集 VI 完成相应数据的采集与换算。计算与控制 VI 的功能包括数据的计算与实时显示、依照水位情况自动控制阀门开合、手动保存水位记录等。其中，数据的计算需利用系统面板中事先输入的参数方可完成。

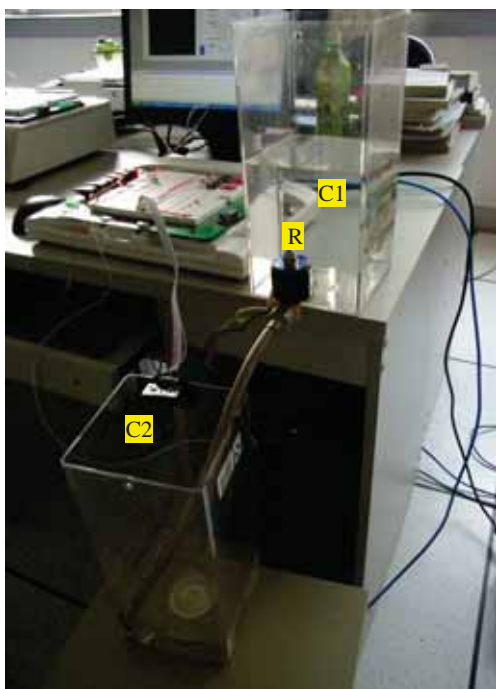


图 1 系统实验装置

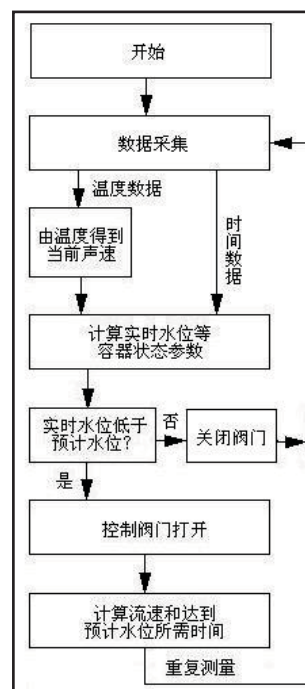


图 2 LabVIEW 程序流程

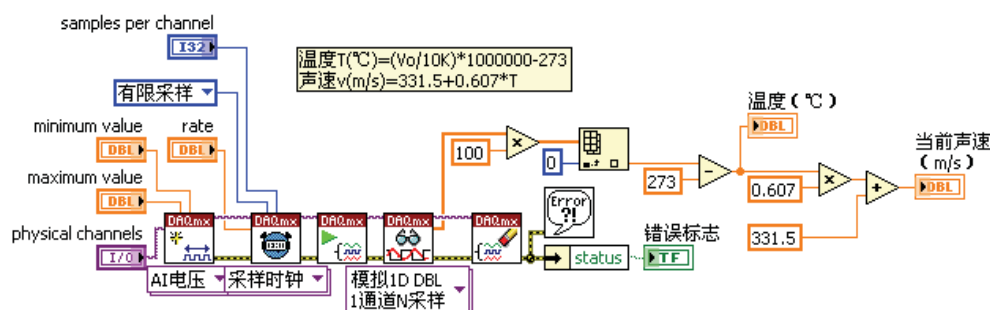


图3 温度数据采集VI程序框图

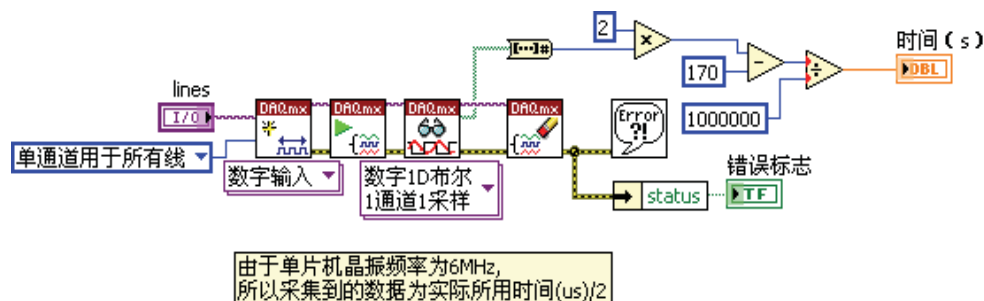


图4 时间数据采集VI程序框图

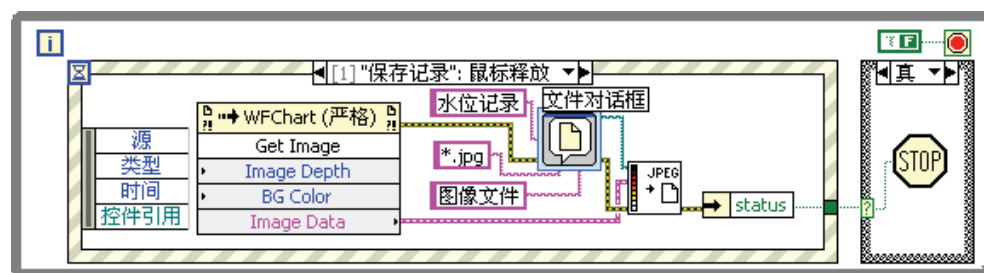


图5 计算与控制VI 水位记录保存部分程序框图

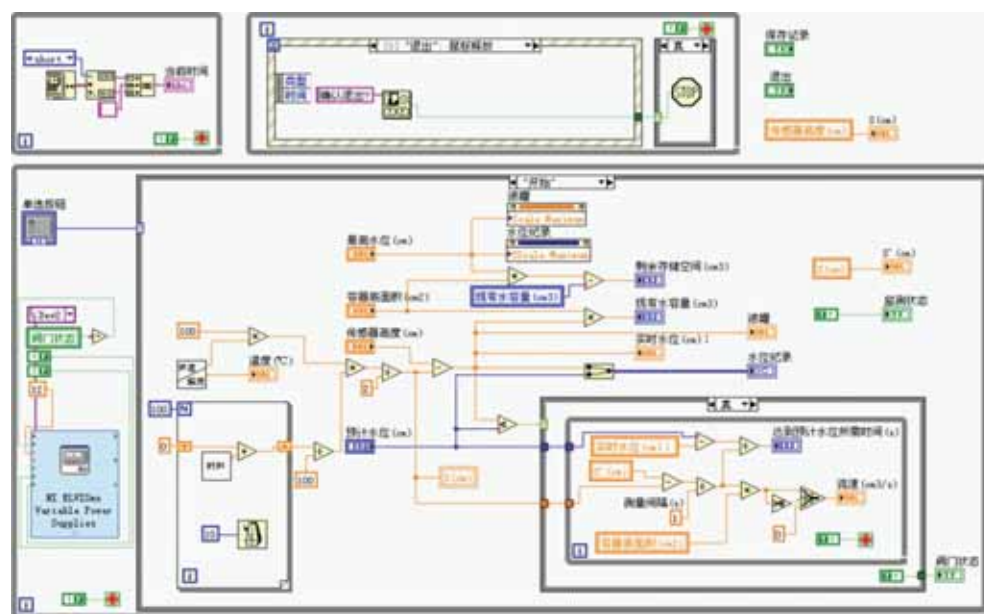


图6 计算与控制VI 程序框图

3. 运行结果

图 7 为测试系统工作情况时，系统监测结束后的界面显示。由图中可以看出水位在输入预计水位后渐渐上升，到达预计水位后阀门指示灯熄灭，水位停止上升。之后的实时水位曲线与预计水位曲线几乎重合，误差在 1~2mm。而水槽中的实际水位也与显示的实时水位相差无几。

因此，所设计的系统运行效果良好。

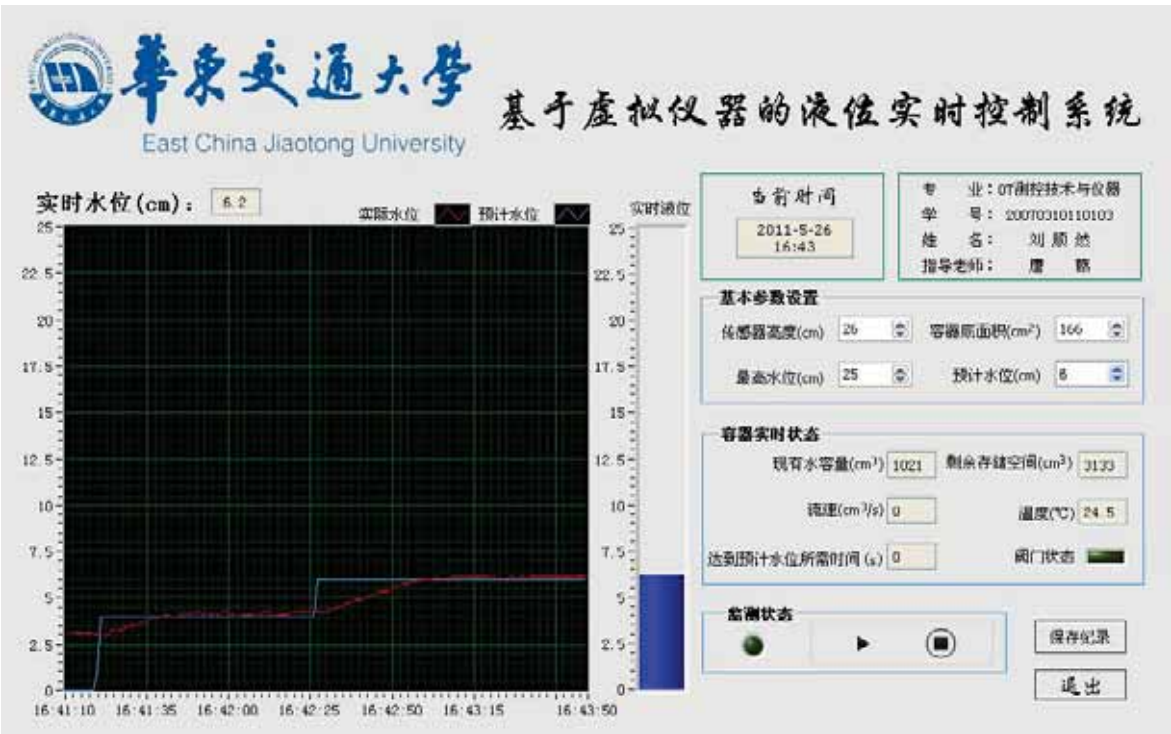


图 7 系统测试运行界面

总结：

本课题中的液位实时控制系统其设计软件平台为 LabVIEW，再结合硬件电路完成了实时水位以及其他参数的测量、计算与显示。

所设计的系统设置水槽以及相应的检测和执行部件。在系统用户界面中，能够实时显示水位、现有水容量、剩余存储空间、流速、达到预计水位所需时间等多种实时数据。并且，系统在实时水位低于输入的预计水位时会打开进水阀，当达到预计水位后关闭进水阀，以达到控制水位的目的。另外，系统还拥有保存水位记录的功能。

基于虚拟仪器的远程测控实验平台构建

作者： 吴杰

指导教师：陈琳

学校：常州信息职业技术学院

介绍：

本课题详细介绍了远程测控实验平台的设计与实现过程。首先通过对现有网络架构方式的比较，选用了三层 B/S 组网模式作为本远程实验平台的网络架构；然后利用测控实验室现有软硬件资源，紧密结合实际应用，以 NI ELVIS (Laboratory Virtual Instrumentation Suite) 作为测控实验平台的教学原型开发环境，应用 PCI 6251 数据采集卡进行测试数据的实时采集与分析，设计开发了自动称重测试系统仿真实验、RC 电路充放电仿真实验、温度测控实验和交通信号灯控制实验，从而实现了本地测控实验平台的构建。

使用的产品：

软件：LabVIEW 8.6

硬件：NI PCI-6251

应用方案：

在 LabVIEW 的 DataSocket 技术和 Web 发布技术的强大支持下，本课题基于虚拟仪器的远程实验平台采用 B/S 三层网络架构模式，如图 1 所示。

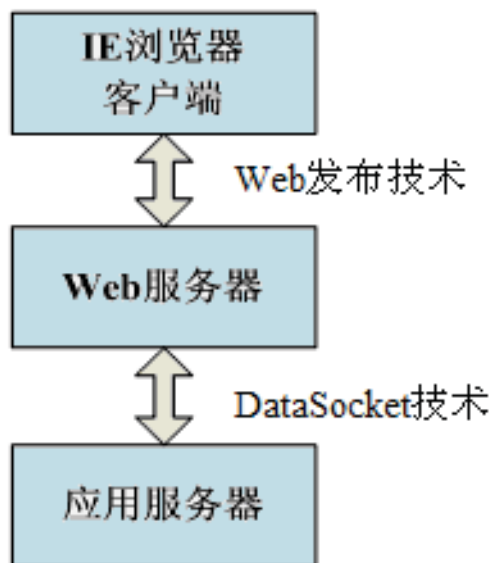


图 1 三层 B/S 网络架构模式

三层网络架构的设计将远程实验平台的工作主要分为两部分：应用服务器端的开发和 Web 服务器端的开发。

应用服务器作为测控发布节点，主要任务是与仪器设备进行交互，运行 LabVIEW 开发的虚拟仪器应用程序，完成实验数据的采集控制、数据发布等功能。

Web 服务器作为应用服务器端和用户端的纽带，主要任务是负责与多个客户端进行软件的共享和数据的传输，提供 Web 接入服务、开放式交互环境及动态网页的生成。Web 服务器接受浏览器传来的用户信息后，根据用户请求产生相应的动态页面，并返回到客户端浏览器以供浏览。

应用服务器与 Web 服务器之间的通信采用 DataSocket 动态数据交换技术，应用服务器借助 DataSocket 技术将数据发布到 Web 服务器中，同时读取 Web 服务器中接收到客户端的命令，根据命令进行应用程序的执行。

借助于 LabVIEW 的 Web 发布技术，可把虚拟仪器应用程序的前面板发布到 Web 页面上，用户端只需配备一个浏览器就可对实验项目进行远程访问，对服务器端的远程面板进行监控。

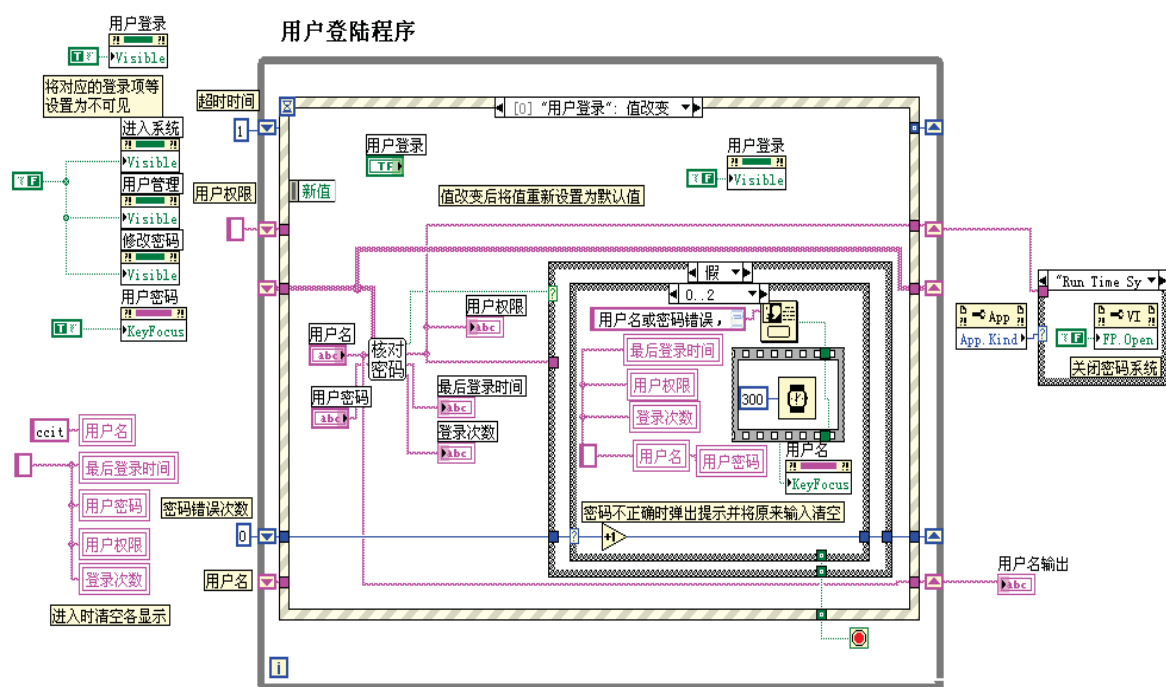


图 2 用户登录程序框图



图 3 用户登录界面

总结：

该远程测控实验平台已开发完成，并可在局域网内运行。本系统提供了一个比较完善的实验平台，实验者可以进入系统进行各种系统中的实验；系统具有较强的开放性和灵活性，可以根据今后需要不断增加新的功能，以满足实际需要。

本文主要研究基于虚拟仪器技术的远程测控。设计开发了远程测控实验平台；研究了组网模式的运用，选用三层 B/S 组网模式构建网络架构；采用 DataSocket 动态数据交换技术作为两个子服务器之间的数据通信方式，实现了动态测试数据的实时传输。

设计了自动称重测试实验、RC 电路充放电测试仿真实验、温度测控实验、交通信号灯控制实验。采用 LabVIEW 的 Web 发布技术，将本测控实验系统的相关程序嵌入 HTML 网页中进行网络发布，最后实现了基于虚拟仪器技术的远程测控实验平台。

本文的研究涉及了测控、通信、计算机等多项技术领域，由于客观条件及研究时间的限制，系统还存在很多有待改进之处：可以更好地完善用户管理功能，使系统能在广域网内运行；可以加强系统的可协作性，使异地学者彼此合作共同完成实验项目；可以扩展平台应用范围与内容，覆盖更多其他专业领域。

基于虚拟仪器的重叠叶片 LAI 检测系统

作者：李东东

指导教师：吴伟斌、洪添胜

学校：华南农业大学

介绍：

本课题主要研究是对叶片重叠状态下叶面积指数准确检测的初步探讨。在可见光部分光透射的阴影分布基础上，通过近红外光部分光透射能量测试，探究透射能量随叶子重叠数目增加而衰减的规律。在室内直射光源照射下，基于光辐射原理和重叠叶片多光谱透射实验结果，采用自主设计的近红外光电传感器，并结合虚拟仪器技术，开发一个重叠叶片 LAI 检测系统，结合单片机系统为核心的扫描控制系统，可以对间隙率、叶子重叠层数、叶子投影面积以及果树 LAI 进行实时快速自动检测，主要的内容包括：1、根据透射辐射在果树冠层传输与果树 LAI 的关系，探究基于辐射量的检测机理；2、检测光源的选择；3、光源、传感器、采集机构、虚拟仪器数据采集与处理软件等构建的重叠叶片 LAI 检测系统；4、实时数据采集试验及分析。

使用的产品：

软件：LabVIEW 2010

硬件：NI DAQ-6024E

应用方案：

1. 基于虚拟仪器的重叠叶片 LAI 检测系统的原理框图如下：

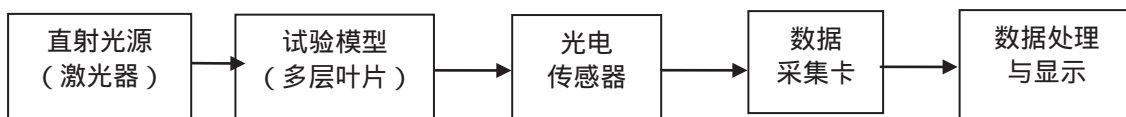


图 1 检测系统原理框图

2. 软件设计

本系统开发基于 LabVIEW2010 平台结合多功能数据采集卡 NI DAQCard-6024E，主要完成对传感器电压信号采集、处理、分析和数据保存及显示等工作系统的软件框图如图 2 所示。

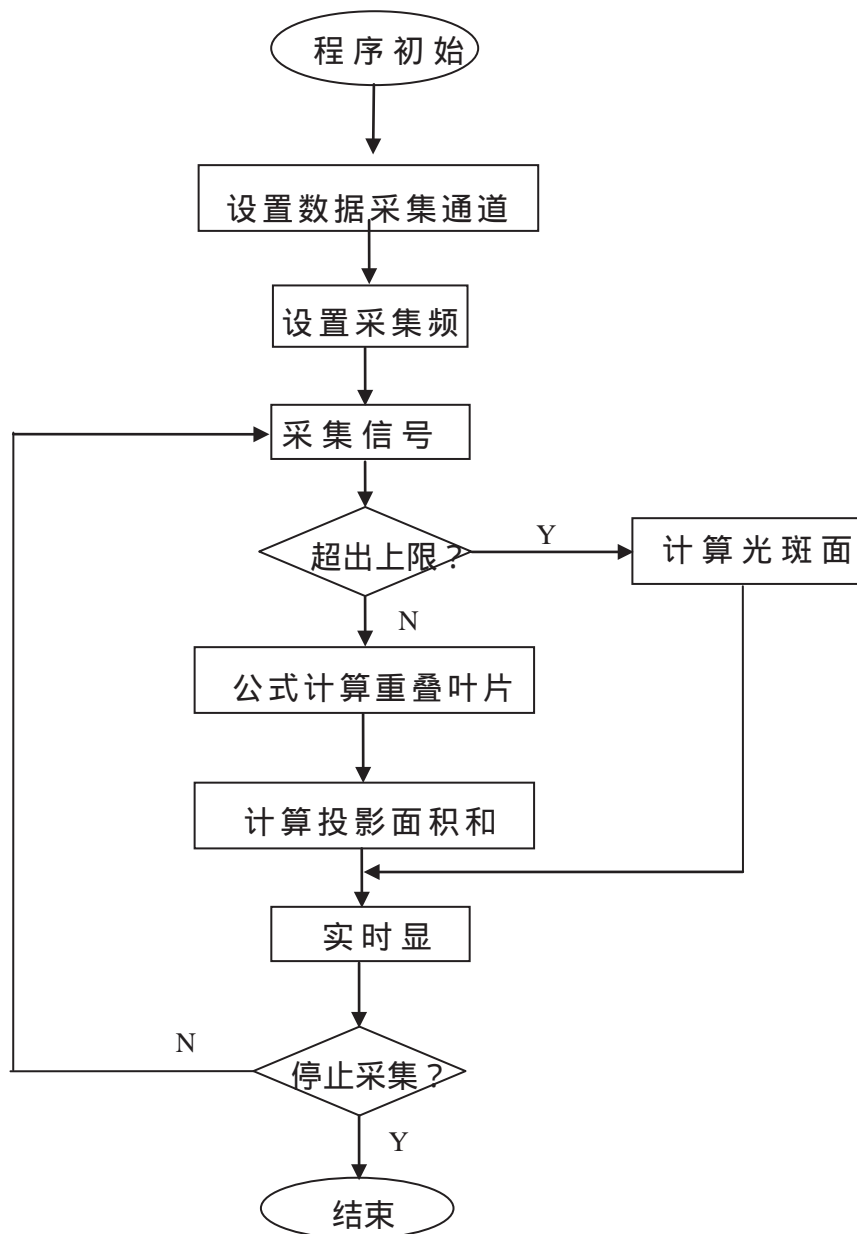


图 2 LabVIEW 程序流程图

3. 实验设备如图 3

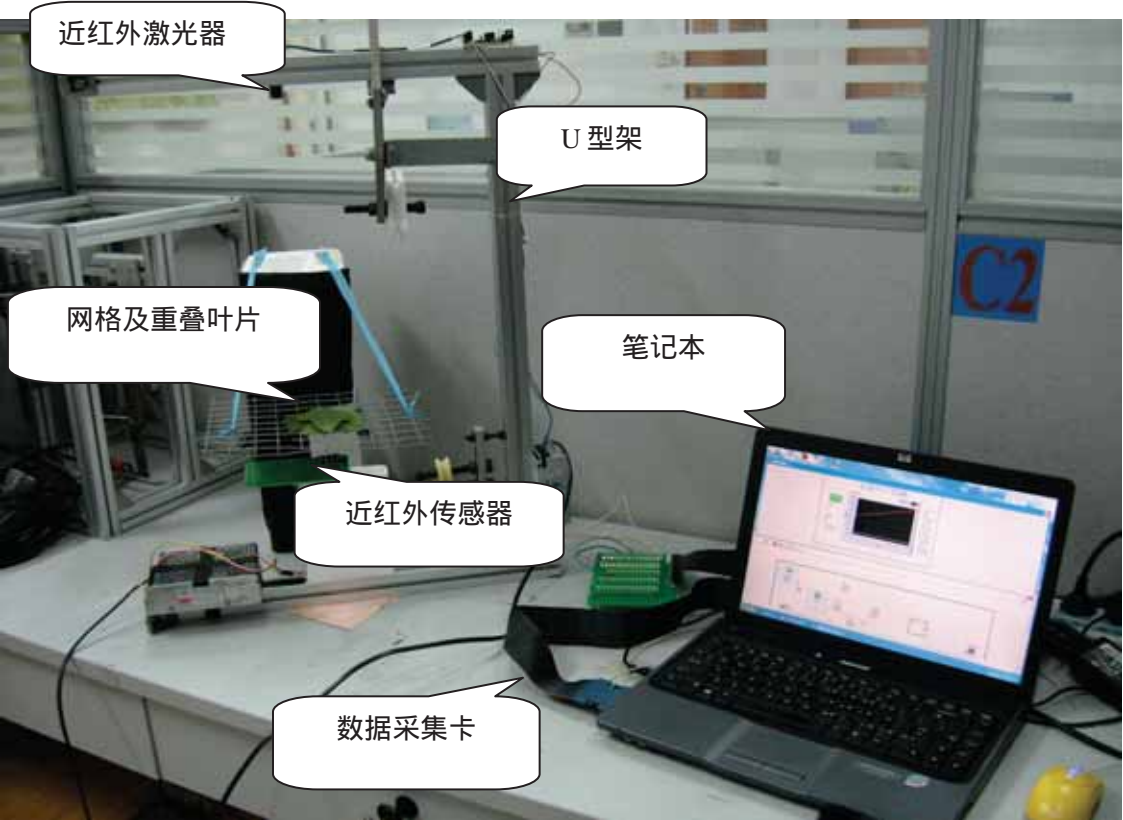


图 3 实验设备

4、软件界面介绍

图 4 为本系统软件前面板。此前面板分三部分，左边为参数设定部分，中间为实时数据显示，右边为实时波形图显示。当设定电压上限值为 7V 时，如采集的电压信号大于 7V 则系统判断为“没有叶片遮挡光线”，此时统计光斑面积；如采集的电压信号小于 7V，则系统判断为“有一片以上叶子遮挡光线”，根据公式计算重叠叶片数、叶片面积和总叶片面积。传感器的接收面积也可以在左边部分设定。系统的程序框图如图 5 所示。

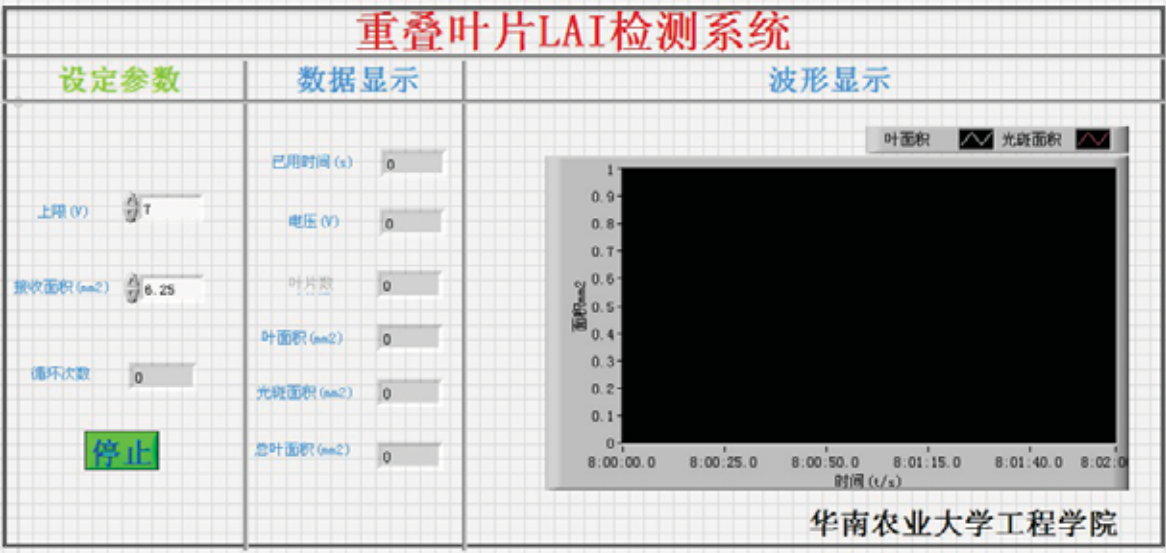


图 4 系统前面板

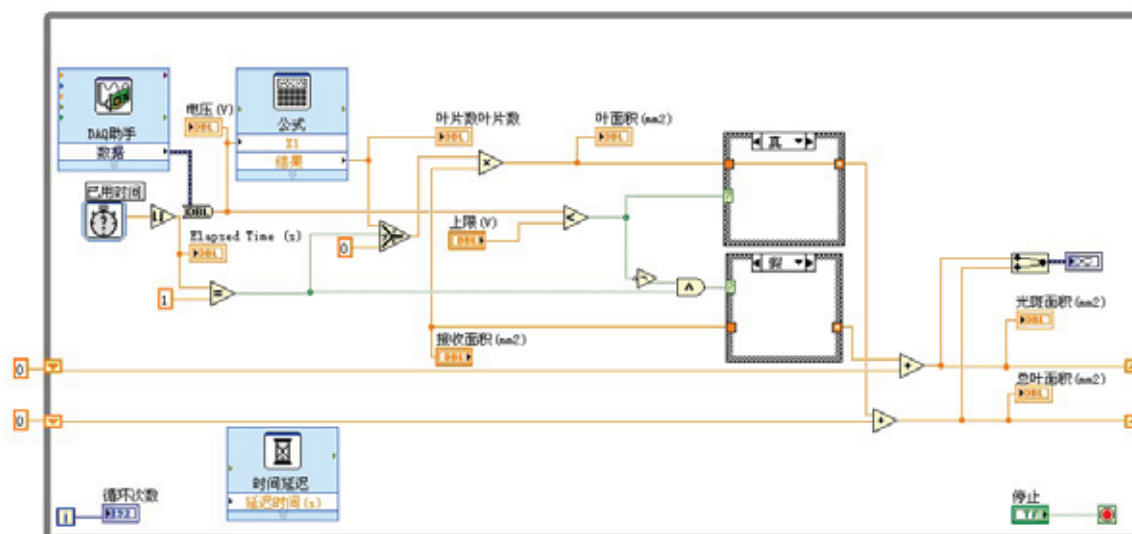


图 5 系统程序框图

总结：

本论文所研究的内容基本已经实现：

(1) 在研究基于辐射的冠层 LAI 检测方法的基础上，选择了短波近红外作为透射辐射检测光，验证了短波近红外直射光随着叶片重叠层数增加而指数衰减的规律。

(2) 自行设计制作的近红外光电传感器能够满足测量要求，测量电压值与光照强度成线性关系。其短路电流 I 与前置放大输出电压 U_1 、主放大输出电压 U_2 均有良好的线性关系，回归方程分别为 $U_1=6803.333I-0.733$ 和 $U_2=101.842I+0.085$ 。

(3) 利用近红外激光器作为光源，近红外光电传感器测量，对重叠叶片透射辐射进行了测定，在特定条件下获得拟合公式 $Y=7.354e^{-0.91X}$ ，相关系数 R 为 0.998，决定系数 R^2 为 0.996， R 的显著性水平 $\text{sig}<0.05$ ，在后续系统中应用效果较好。

(4) 利用虚拟仪器 LabVIEW 平台和数据采集卡实现重叠叶片 LAI 检测系统的构建，数据采集实验结果表明，在手动进行扫描、定位采集的方式下，系统计算结果误差为 10.6%。

(5) 本论文可作为构建用于精确喷雾的果树冠层叶密度模型的一些前期准备工作，结果进一步表明，基于辐射的方法在 LAI 检测及冠层叶密度检测中具有良好的前景。

静动态平衡功能测定与训练仪

作者：朱澄澄

指导教师：宋爱国

学校：东南大学

介绍：

人体平衡是多种感觉、运动及生物力学等成分相互作用的一种运动控制的过程。平衡功能的准确评定在医学领域、体育运动领域以及航天航空领域具有重要意义。本作品主要针对平衡功能障碍患者，研发一种多功能的静、动态平衡功能测定与训练仪。静、动态平衡功能测定与训练仪作为一种客观评定方法，可以客观的、定量的评估患者的平衡功能损害程度及类型，对于指导拟定康复计划和治疗措施，评价康复和治疗效果具有重要作用。康复训练医生则可以根据这些测得的数据制订最适合患者个体的训练计划，旨在帮助他们尽快尽可能恢复到正常人的行走能力。

使用的产品：

软件：NI Measurement Studio

应用方案：

人体的平衡主要分为静态平衡与动态平衡，针对二者的不同，我们分别进行了设计：

（1）静态平衡测定是在患者静态站立时，利用四个轮辐式力传感器测定载人踏板的压力，通过患者重力分布的情况来鉴定其平衡能力的受损程度。外观如图 1 所示。



图 1 静态平衡测定仪

（2）动态平衡测定主要面向老年人等行走功能减退以及偏瘫、脑瘫等引起的行走能力有障碍的人群，利用无线步态测量技术检测患者行走时足底压力的分布情况，为康复训练医生提供定量的步态检测数据。外观如图 2 所示。



图 2 动态平衡测定仪外观

(3) 康复治疗采用的是虚拟现实游戏。进行重心控制能力的训练，帮助治疗。游戏界面如图 3 所示。



图 3 游戏界面（可以由其它游戏替换）

本系统的软件界面采用 Measurement Studio 在 MFC 框架下开发相应的虚拟仪器应用软件实现。

具体分为如下 4 个部分：

1) 患者信息的管理如图 4 所示：用来存储、管理患者信息，包括个人自然情况，病例等，并可以生成患者的平衡功能评定报表。



图 4 患者信息管理界面

2) 重心轨迹显示：利用处理过的数据分别画出睁眼状态和闭眼状态时的重心轨迹。如图 5 所示。对重心轨迹图进行统计分析就可以得到患者最后的评估结果。

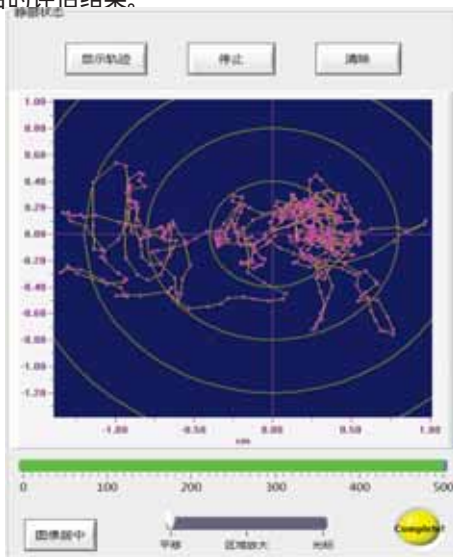


图 5 静态平衡测定的重心轨迹图

3) 结果可视化模块/雷达图显示：将计算出的评定参数同时以数字和图形的方式显示出来，医生可以根据轨迹图形进行症状分析与比较。如图6所示。显示的信息有包络面积ENVA、矩形面积RA、平均重心坐标AG、最大动摇横径DX和最大动摇纵径DY。

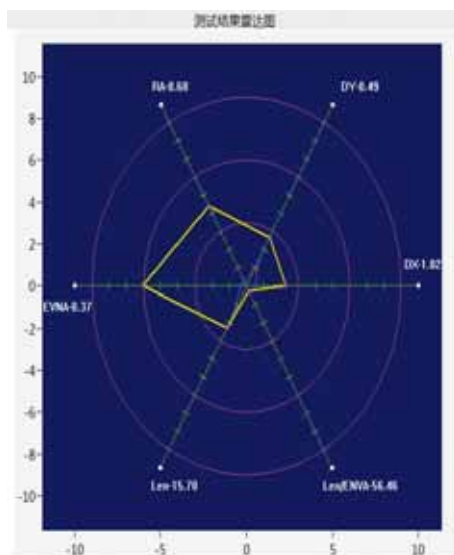


图6 雷达图

4) 足底压力 3D 显示：将患者足底各点的压力通过三维山峰图的形式直观显示。如图7所示。图中左侧的上下两张图表分别显示对应左右足底各十路压力传感器的压力曲线。图中右侧鞋垫上方的山峰图对应该部位测得的足底压力。压力越大，山峰越陡峭。

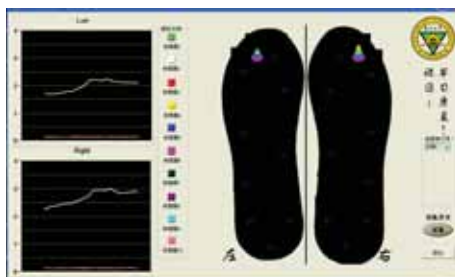


图7 无线步态测量的足底压力显示

整体的动态和静态平衡仪的框图如图8，图9所示：

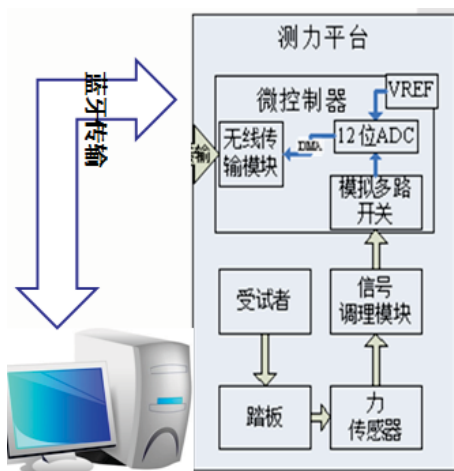


图8 静态平衡仪系统框图

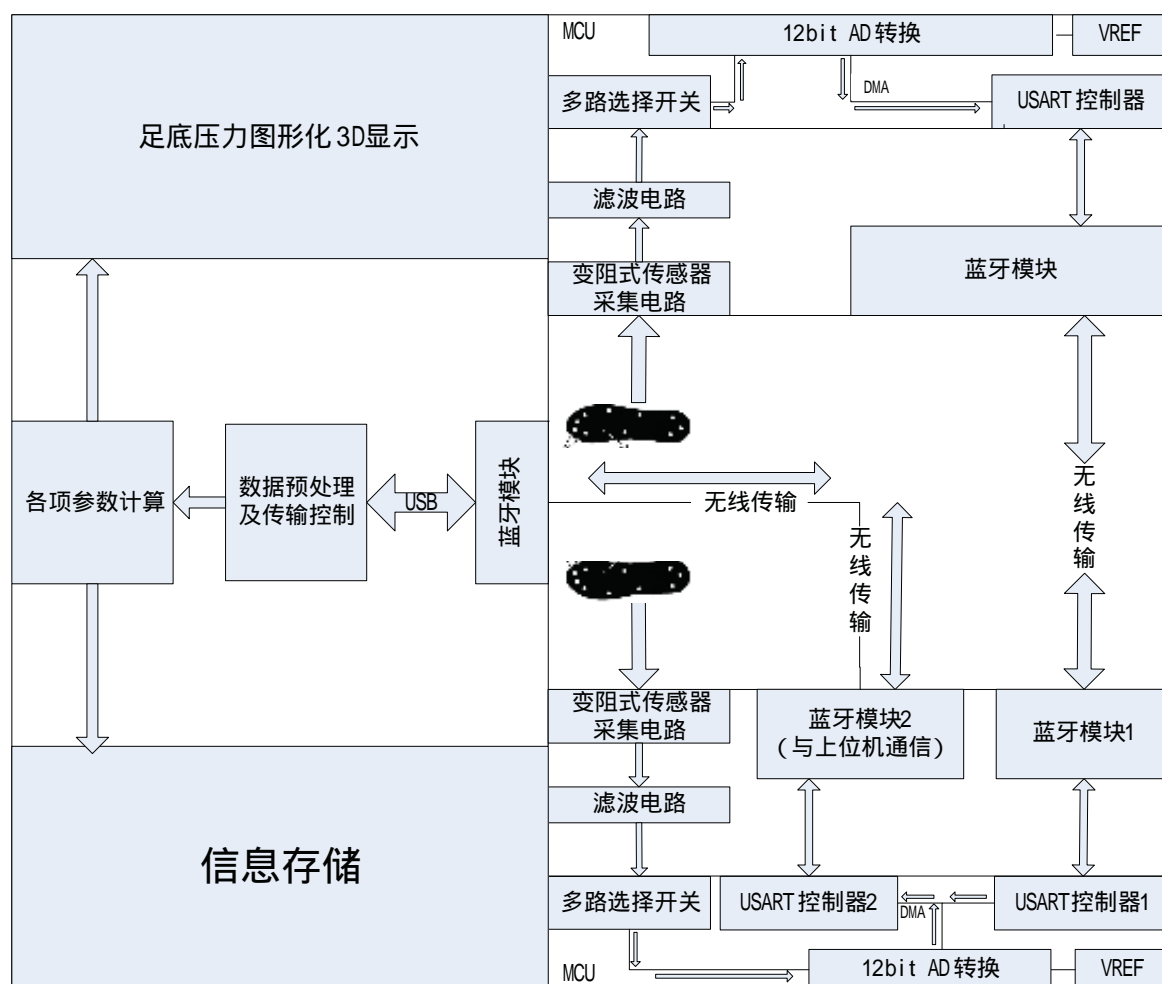


图 9 动态平衡仪系统框图

创新点：

- 1、平衡检测方面采用了较为友好直观的软件界面，这样便于医生的实时观察。
- 2、在动态平衡测定方面，将柔性薄膜传感器放入鞋垫中，通过鞋垫底层的柔软凸点与鞋垫顶层纤维连接，增强了测量效果。同时上位机采用三维立体与压力波形方式同时显示足底压力情况。
- 3、系统采用了无线传输的方式将患者的数据发送到上位机，使患者不受物理电缆干扰，所测量数据更为真实。
- 4、系统在康复治疗方面设有游戏，使患者在康复训练的过程中更有乐趣，更积极配合治疗。

总结：

我国已步入老龄化社会，跌倒导致老年人的各种损伤的发生率增加，对于老年人，平衡机能比其他生理机能下降更为明显，增加了跌倒的几率，迫切需要平衡的评定与训练。偏瘫、脑瘫患者出现不同程度的平衡功能障碍，对其定量的评定与分析方法匮乏。同时随着人们对生活水平提高的迫切需求，其他各类行走功能障碍的人群迫切想恢复正常人的行走能力，对康复训练医生的需求量急剧增加，因此静、动态平衡功能测定与训练仪在平衡功能训练中也有重要的作用。平衡功能训练部分采用康复小游戏的方式，康复游戏具有简单、直观和易被患者接受的特点。多款康复训练趣味游戏提高患者对康复训练的积极性和主动性，在游戏中患者通过重心移动来完成任务，系统给出相应得分，对应患者的平衡能力状况。康复训练游戏一方面改善了患者的平衡能力，另一方面减轻了康复医师的工作量，同时协助康复训练医生及时调整康复训练计划，制定更准确的针对患者个体的康复训练方案。

论主抽气器综合性能试验台数采系统软件开发

作者：王 储

指导教师：刘兆庆

学校：哈尔滨工业大学

介绍：

本文是为中船重工某研究所开发基于 PXI 总线的自动测试设备。在查阅相关文献的基础上，从任务书具体需求出发，介绍了数据采集系统的硬件结构，叙述了所使用传感器的原理和选用原则，介绍了 NI 公司的 PXI/SCXI 混合系统，以及选用的 PXI 和 SCXI 板卡。本文利用 LabVIEW 完成了数据采集软件的设计，首先提出了设计原则，介绍了数采软件设计方案，实现对试验装置的综合参数进行测量、处理、分析、存储，获取试验装置的全方位信息，实现了测试数据的高效存储、显示、回放和报表生成等功能，同时通过以太网将测试数据发布给数据中心显示终端，从而完成了数采软件的开发。

使用的产品：

软件：LabVIEW 2010、DAQmx

硬件：NI PXI-1052、PXI-8108、PXI-6251、SCXI-1102、SCXI-1503、SCXI-1306、SCXI-1308 等

应用方案：

一. 硬件平台

系统硬件，主要包括传感器、SCXI 模块、数据采集模块、PXI/SCXI 机箱和嵌入式控制器。其中传感器将待测非电量信号转换为可以被采集的电信号。SCXI 信号调理模块将标准的电阻和电流信号转换为易于测量的电压信号。数据采集模块完成对电压信号的采样，将模拟信号转换成易于处理和存储的数字信号。由于单通道的采样率较低，且通道数较多，在综合考虑成本和系统稳定性的后，采用多路信号共用一个 A/D、采样时 A/D 分时复用的设计。嵌入式控制器通过 PXI 总线控制数据采集模块和 SCXI 模块。PXI 机箱为数据采集模块和 SCXI 模块提供电源、风扇等，为各模块间提供模拟和数字通信接口，同时提供了一系列外部接口，图 1 是系统硬件的连接图。

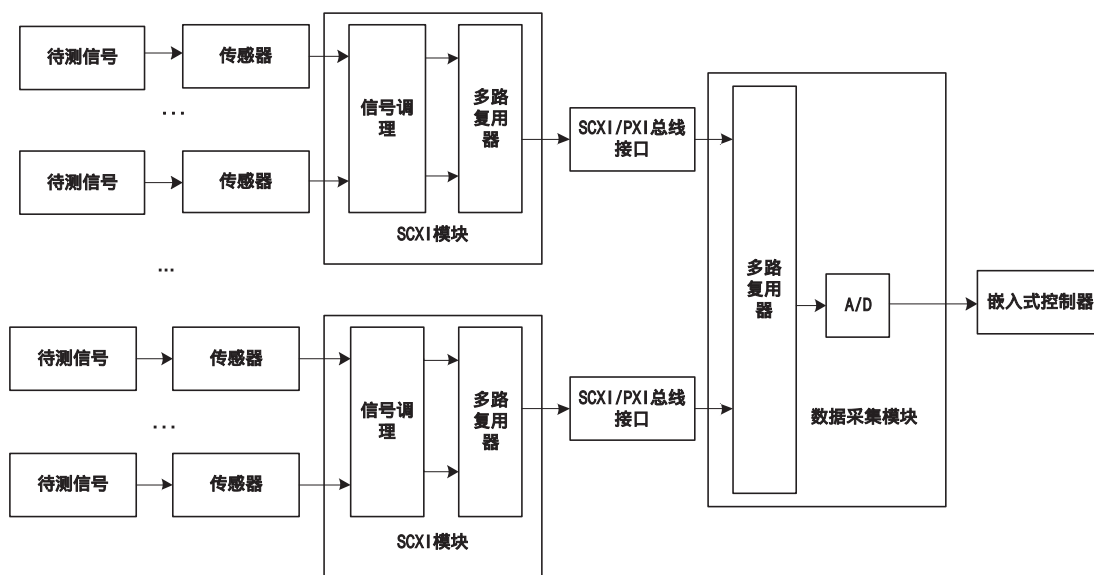


图 1 系统硬件连接图

二. 软件设计

试验台数据采集系统软件采用模块化、层次化的设计思想，主要分为登录程序、主程序、测量程序、设备管理程序、用户管理程序、数据管理程序、网络管理程序几部分。图 2 是程序的流程图，进入程序后，按照测试流程，根据需要选择对应的模块实现用户的需求。

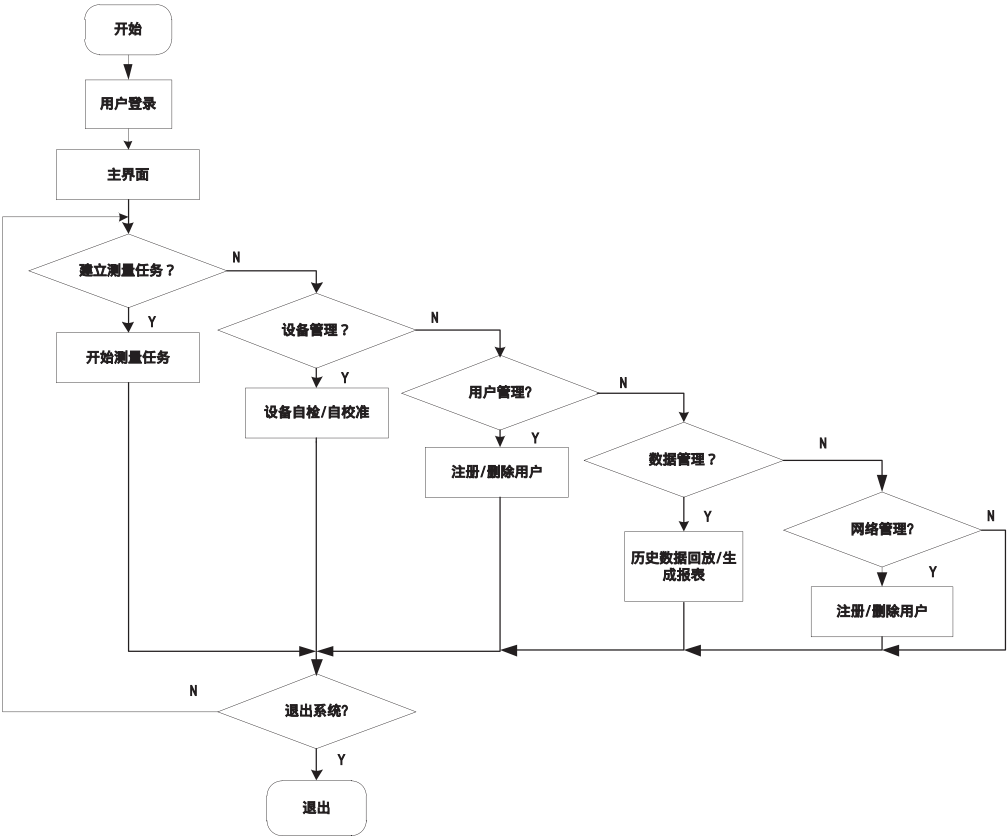


图 2 数采软件流程图

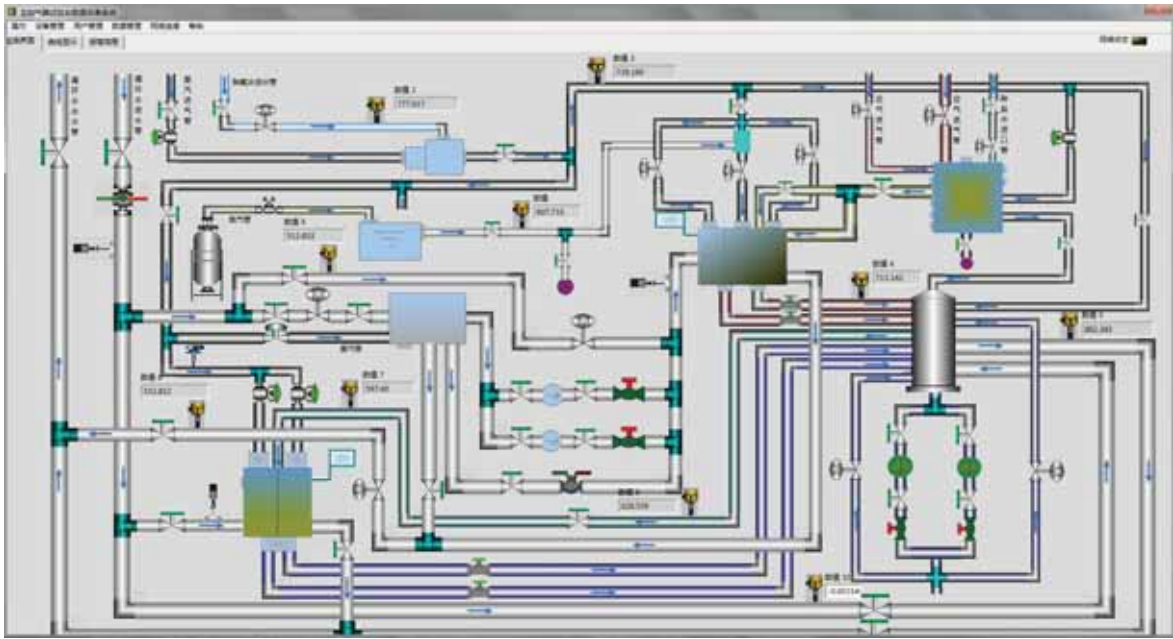


图 3 数采软件流程图

主程序主要完成对各子程序和各功能模块的管理，实现程序的有机组合；登陆程序利用 SQL 工具包实现 LabVIEW 与数据库的互连，完成用户登录用户登陆和修改密码两项功能；设备管理利用 DAQmx 驱动函数完成硬件设备进行自校准、自检的功能。用户管理主要利用 SQL 工具包完成用户的信息的修改、删除和保存；数据管理主要完成对历史数据的管理，完成历史数据查询和报表生成；网络管理主要利用 TCP/IP 协议包实现对网络参数的设定；测量程序主要利用 DAQmx 驱动函数完成与测试任务相关的一些功能，完成任务管理、数据处理、存储、显示、测量数据实时上传的功能，是数据采集系统中的核心；数据存储是实现数据的实时保存；数据显示主要完成数据的实时显示，数据显示采用监测界面和图表显示两种方式，监测界面是根据试验台原理图绘制被测试验台的工艺图，将对应的被测量量值显示在图中，方便用户了解当前试验台工作状态；数据实时上传主要实现测量数据实时上传给数据中心。图 3 是实时监测界面的前面板。

总结：

本文利用 NI 公司的硬件设备和 LabVIEW 图形化的编程环境，开发了可用性强、通用性好、稳定性高的基于 PXI 总线的自动测试系统。纵观全文，本文的主要完成了以下工作：

(1) 完成了 PXI 数据采集系统的硬件集成。数据采集系统选择了 PXI&SCXI 混合测试系统，包括 PXI 数据采集模块、PXI&SCXI 信号调理机箱、SCXI 信号调理模块以及与其配套的前端接线端子。

(2) 上位机软件采用图形化的编程语言 LabVIEW 设计，完成了具有良好通用性的数据采集软件，为开发其他试验台数据采集软件提供了可靠条件和有力保障。本文利用 DAQmx 驱动函数、SQL 工具、TDMS 文件格式、借助 TCP/IP 工具包、I/O 工具包完成了数据采集系统的软件设计。

(3) 经过现场调试和运行，数据采集系统能够稳定的运行。操作简便，并具有较好的测试精度和抗干扰能力，能够很好的完成数据采集任务，为试验台的试验提供了可靠、稳定的保障。

磁传感器性能自动测试系统

作者：亓亮

指导教师：李斌

学校：西北工业大学

介绍：

磁传感器是一种将探测到的磁场信号转换为可测量的电信号的器件，其性能测试在工程实际中具有重要的意义。本系统基于 LabVIEW 集成程序开发环境对三轴磁通门传感器的线性度、灵敏度、频率响应以及噪声等性能指标实现自动测量。

使用的产品：

软件：LabVIEW 8.5

硬件：NI 9239、NI 9263

应用方案：

基于虚拟仪器设计了磁传感器性能自动测试系统，实现了对三轴磁通门传感器的线性度、灵敏度、频率响应以及噪声等性能指标的自动测试。测试系统框图如图 1 所示，包括主控计算机、DA、功放、亥姆霍兹环、磁传感器及 AD 几个部分。在该系统中，计算机担负着信号产生和数据处理及存储的重要任务。主控计算机产生符合要求的信号，经 D/A 转换到 V—I 转换型功放，驱动磁场模拟器的磁环，在磁场模拟空间中产生需要的磁场变化。另一方面，计算机控制 A/D 采集标准探头的磁场输出或驱动电流，调节控制磁场的大小以保证测试空间的磁场符合要求。

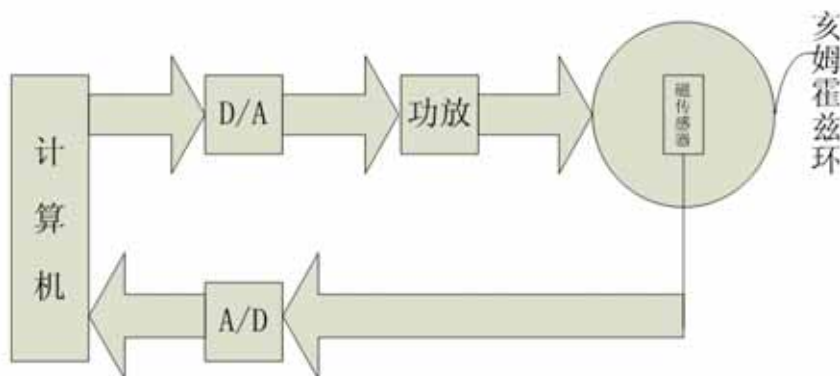


图 1 磁传感器性能自动测试系统结构框图

为减小编程难度，采用了模块化的编程方式，每一模块实现响应的功能，调用子模块实现相关性能的分析处理，图 2 为系统软件的部分框图。

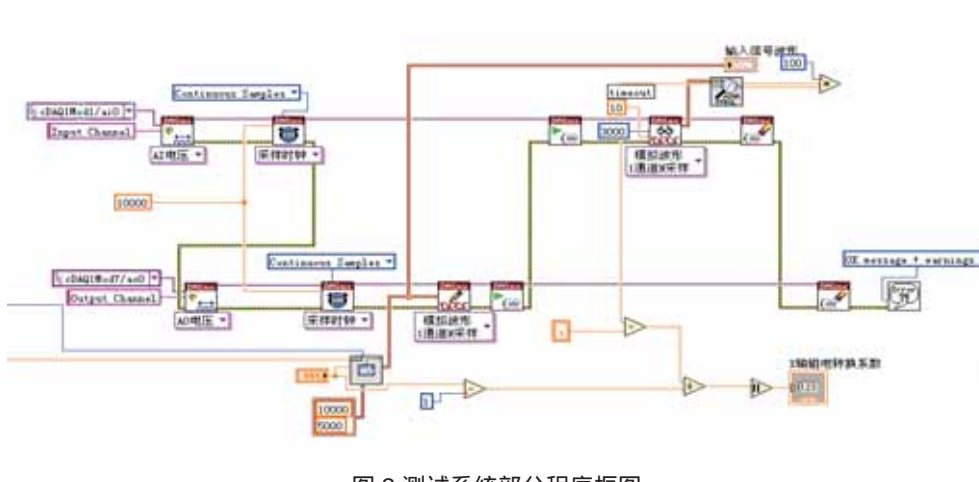


图 2 测试系统部分程序框图

为使系统适应不同条件下的测试要求，系统具有参数设置的功能。如图 3 所示，测试交流线性度时，可以实现信号变化步长、信号类型及信号频率的选择，这样可以不通过硬件的改变而实现不同条件下的测试。

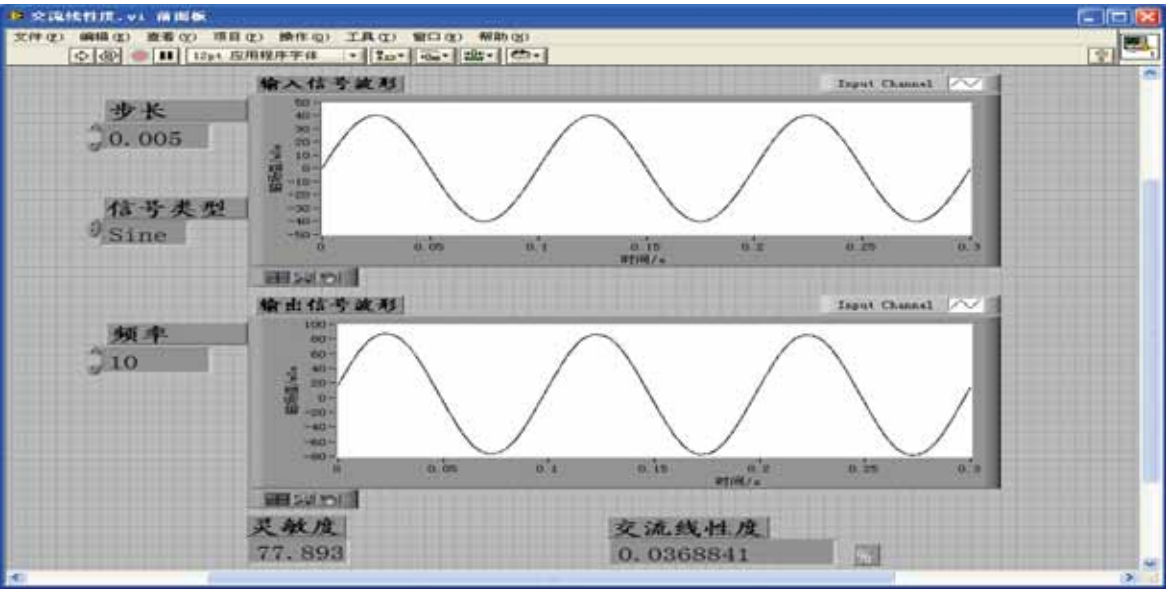


图 3 交流线性度测试界面

总结：

本系统实现了对磁传感器的线性度、灵敏度、频率响应以及噪声等性能指标的自动测试，利用该系统测得的磁传感器的直流线性度为 0.046%，交流线性度为 0.043%，符合测试要求；并得到了磁传感器的灵敏度为 70.678mOe/V；还绘出了该磁传感器的频响曲线，得到其 3dB 带宽为 2850Hz；最后对磁传感器的噪声性能进行了分析，其直流噪声在 1Hz 处为-117dB，合磁场值 11.3pT，交流噪声在 1Hz 处为-101dB，合磁场值 8.9pT。结果表明：利用该系统测得线性度、灵敏度、频率响应及噪声等性能参数在误差允许的范围内完全符合其性能指标要求，该测试系统测试准确，软件界面简单，便于操作，较好地完成了指定的任务，到达了预期的目标，具有很高的实用价值。

多总线流量装置远程测控实验系统

作者：林维威

指导老师：孙斌

学校：中国计量学院（杭州）

介绍：

现场总线作为一种数字式通信网络从控制室一直延伸到生产现场，具有全数字化、精度高、抗干扰能力强、综合成本低、完全开放性等特点，必将给测控领域带来新的革命性变革。由于现场总线技术处于高速发展时期，具有多种现场总线标准及其仪表。如何实现多总线仪表共存、如何充分发挥现场总线技术的优势是测控领域要面对的一个基本问题。针对现场总线仪表发展现状，设计了一套基于 LabVIEW 的多总线流量装置，通过该装置深入研究现场总线仪表测控系统的组态技术、高级控制算法实现技术、现场总线仪表自动校准技术、仪表的故障诊断技术等。

使用产品：

软件：LabVIEW 8.6、LabVIEW Database Connectivity Toolkit、LabVIEW PID Control Toolkit、LabVIEW Report Generation Toolkit for Microsoft Office、LabVIEW Simulation Interface Toolkit

应用方案：

一、系统的硬件构架

本文所述的多总线结构包括基金会现场总线 H1 网段，PROFIBUS-DP 及 PROFIBUS-PA 网段，HART 网段，4-20mA 电流信号网段。系统的网络结构总图如图 1 所示。

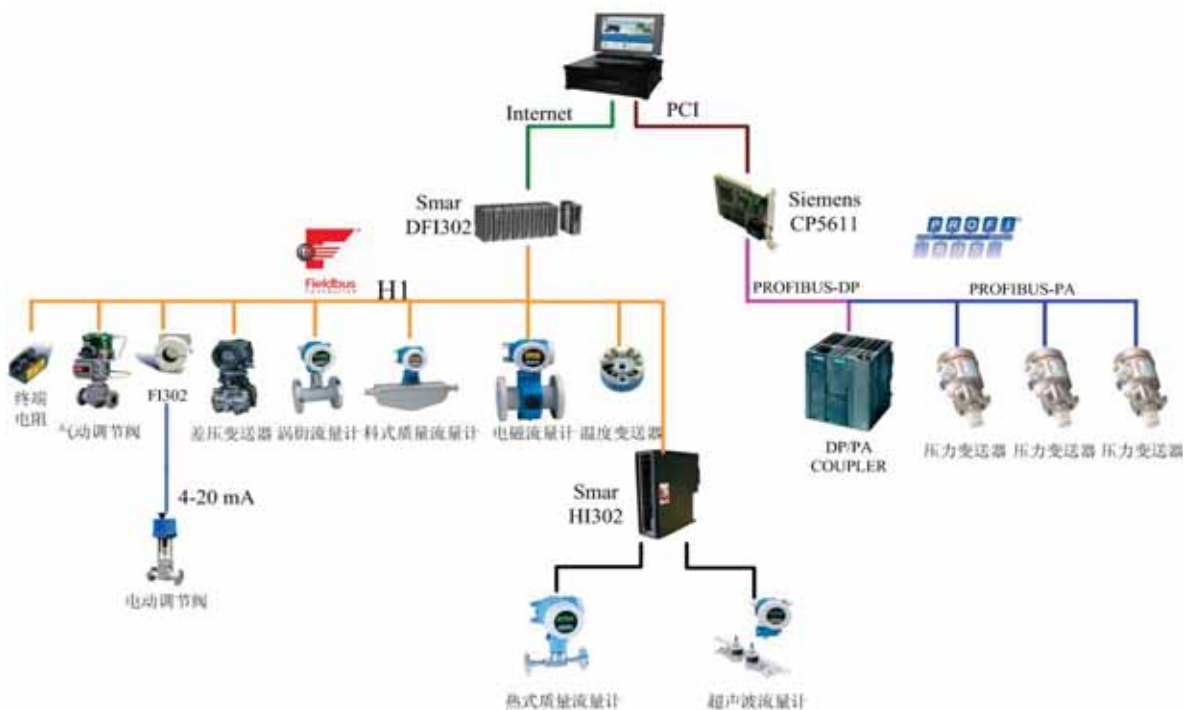


图1 多总线流量装置远程测控系统总线网络结构图

二、系统的软件构架

本系统中主要运用了 System302 , Step 7 , Matlab 和 LabVIEW 这四种软件来组态所有设备并实现多总线流量装置的多种功能。系统的软件结构总图如图 2 所示。

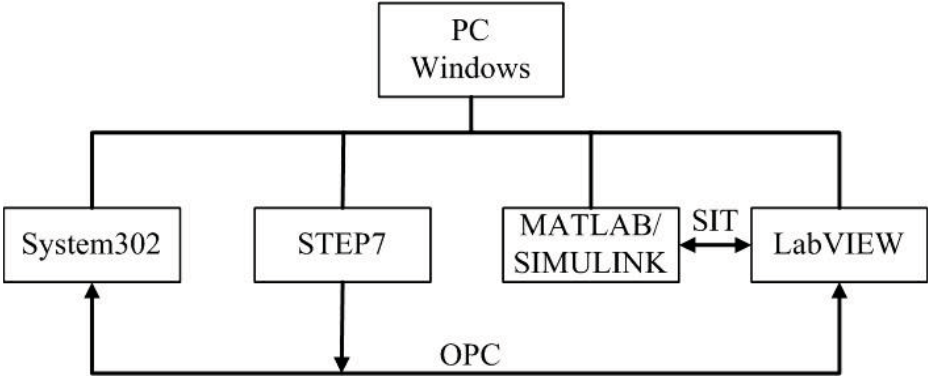


图2 系统软件结构图

三、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，过程控制，故障诊断系统，仪表检定，人机监控界面在内的数个模块。具体结构见图 3 上位机系统软件结构图。

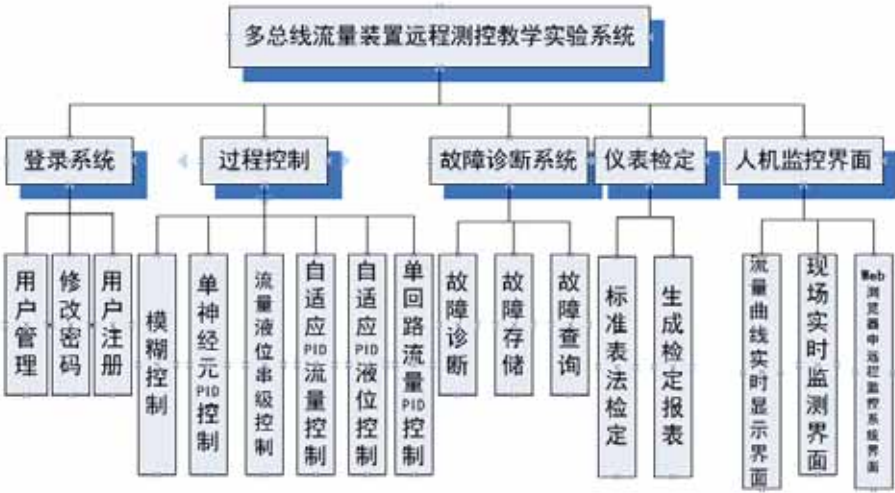


图3 上位机系统软件结构图

四、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，其中的功能有用户管理，用户注册，密码修改，系统权限分为管理员权限和普通用户权限。如图 4 自定义菜单。

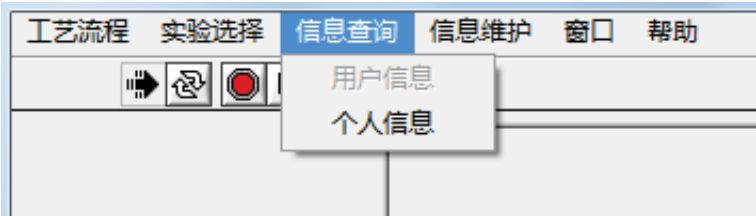


图 4 自定义菜单

2. 人机主界面
该人机界面灵活运用采用了模块化设计方法、采用生产者/消费者设计模式和菜单设计等来编程实现的。见图 5 上位机人机主界面。



图5 LabVIEW主程序人机界面

3. 实验系统
将过程控制，故障诊断，仪表检定每个 VI 做成实验模式，即进行工业现场的控制应用又可用于学生实验和教学。点击人机主界面菜单栏的实验选择下的子菜单可进入各实验界面。
1) 实验一单回路流量 PID 控制
点击子菜单过程控制下的流量 PID 控制直接进入实验。如图 6 可以看到本实验有三部分组成：实验介绍、开始实验、报告生成。

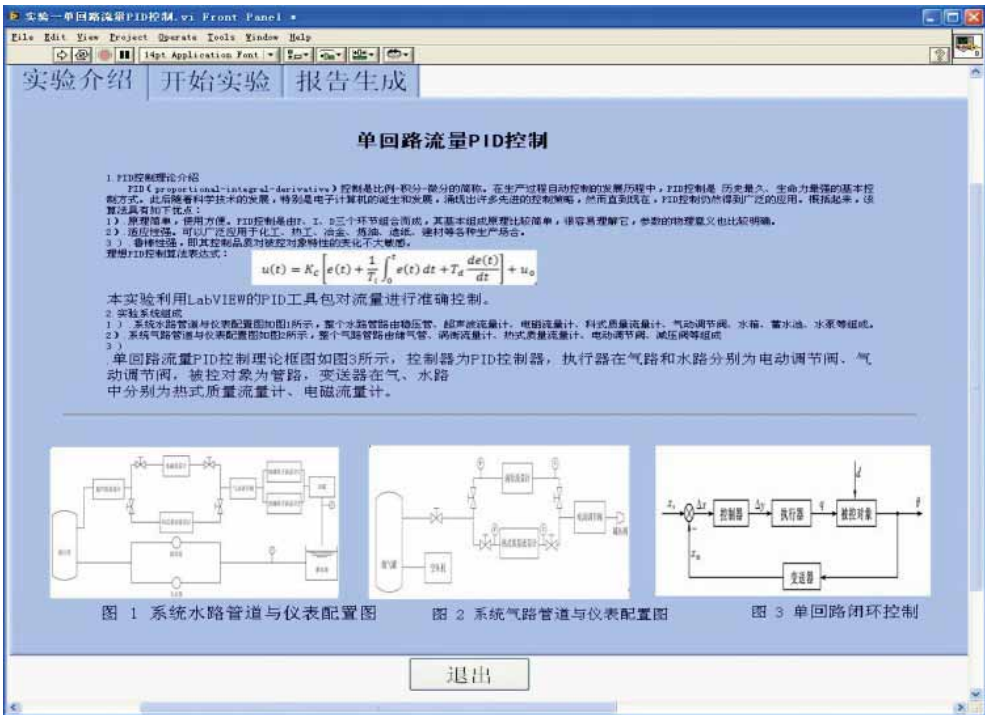


图 6 单回路流量 PID 控制

2) 智能控制

为了在基金会现场总线过程控制系统中采用复杂智能控制算法,提出了一种利用 LabVIEW 结合 MATLAB 的实时智能控制系统设计方法。模糊控制的实验界面如图 7 所示。

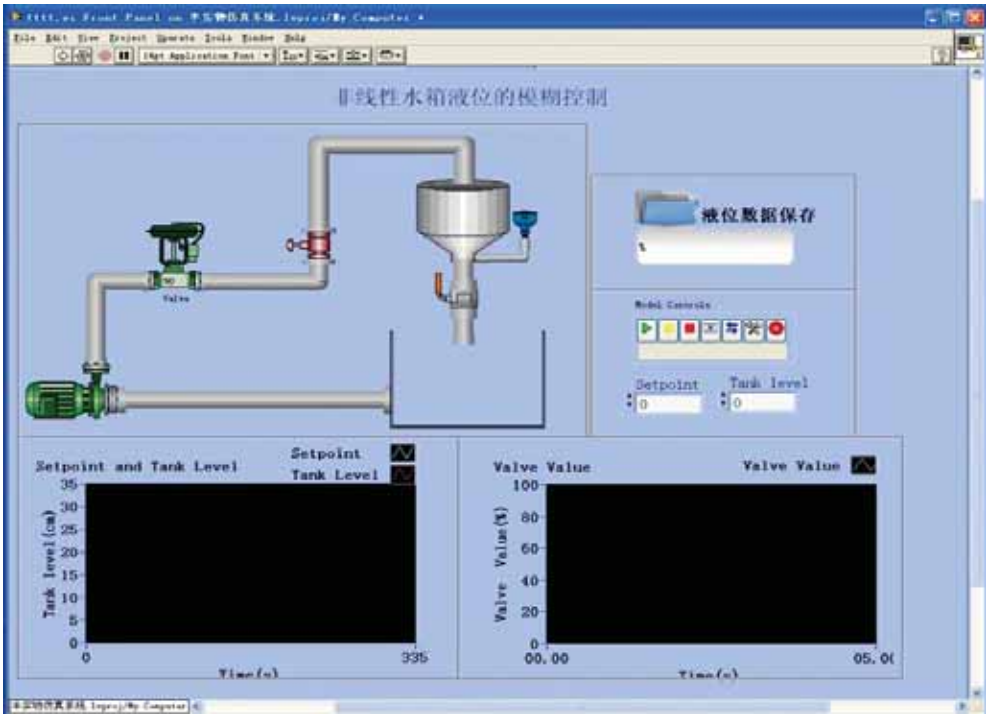


图 7 非线性水箱液位模糊控制实验界面

3) 故障诊断与管理

图 8 为现场总线流量测控系统故障诊断主界面。在此界面中,灵活运用了 LabVIEW 的自定义控件功能。这样,整个系统的网络架构就清晰地表现出来。单击每一个设备都会弹出一个子 VI,显示该设备的故障诊断参数实时状态。



图 8 现场总线流量测控系统故障诊断主界面

在具备实时查看设备故障状态的同时，此管理系统还可以将故障信息记录到数据库中，并可即时查询。在 LabVIEW 环境下编写了故障诊断信息管理程序，如图 9 所示。

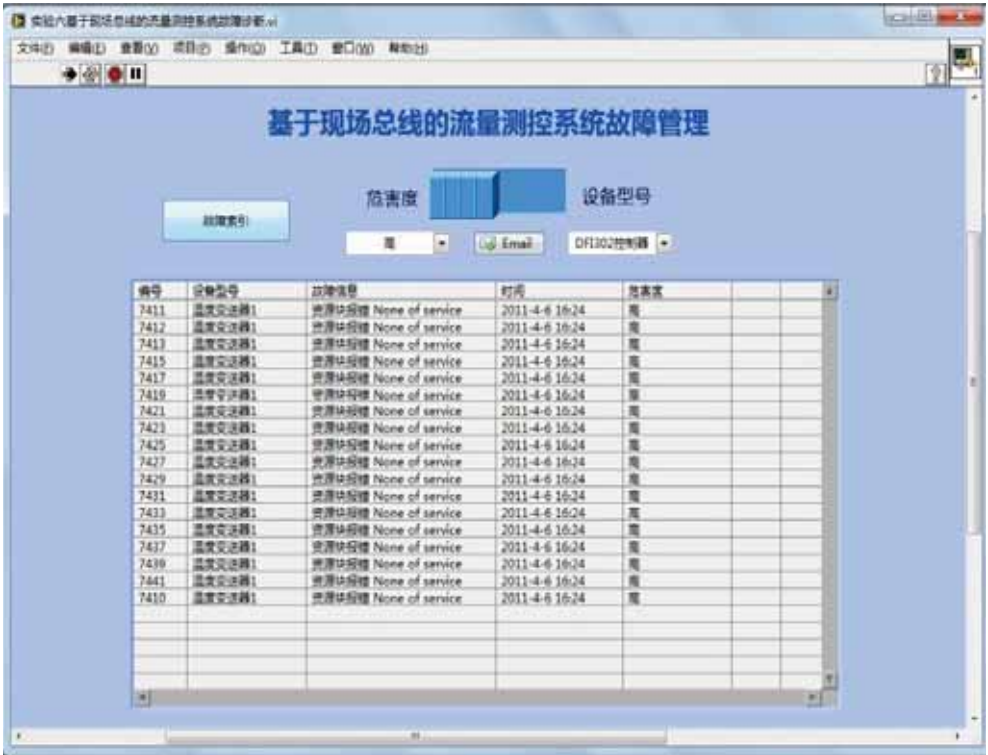


图9 故障查询

4. 现场实时监测DSC界面
单击主菜单工艺流程下的子菜单现场实时监测进入现场实时监测 DSC 界面。图 10 为远程发布的现场总线实时监测 DSC 界面。

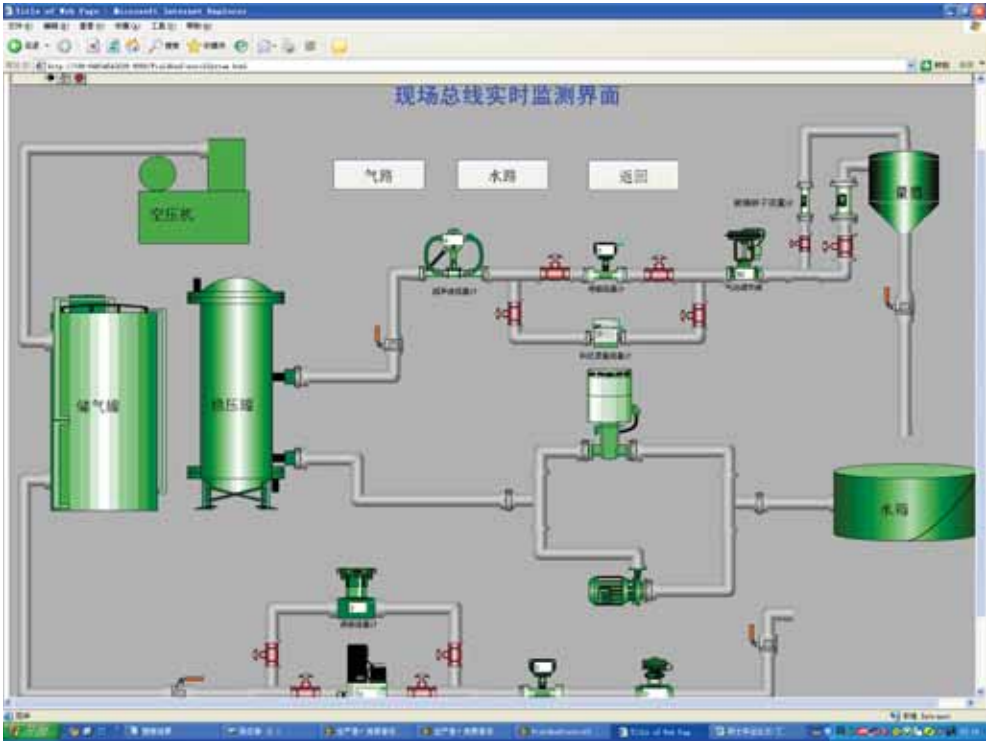


图10 远程发布现场总线实时监测DSC界面

在此界面中描述了水路和气路两个管道的仪表配置情况。在此主界面中可以显示各个仪表的实时测量值，并且鼠标移至仪表上方会有流量趋势图自动显示，鼠标移开流量趋势图自动消失。

总结：

本文研究了多总线流量装置测控实验系统，实现了现场仪表检测，智能控制，仪表检定，系统故障信息管理等多种功能。本系统在所有子功能均能流畅运作的基础上，着眼于系统的远程测控，将人机界面在 Web 中发布，使得其他客户机能够监控整个系统。

工业过程多参数的虚拟仪器设计

作者：秦云强

指导教师：彭宇宁

学校：广西大学行健文理学院

介绍：

课题应用 NI 公司的 LabVIEW 软件对 A3000 过程控制实验系统的液位、流量、压力和温度进行实时监测。针对工业现场需要同时采集多种工艺参数的实际需求，利用虚拟仪器开发工具 LabVIEW 并结合不同类型的传感器、信号调理设备、数据采集卡等硬件，设计一种能对多种物理参数进行多通道实时测量与分析的虚拟仪器系统。实现对采集参数进行波形显示、数字显示、数据存储与读取等功能，而且该系统还具有易扩展、易升级的特点。

使用的产品：

软件：LabVIEW 2010

硬件：NI PCI-6221

应用方案：

利用 LabVIEW 编写一个程序，程序通过 PCI-6221 数据采集卡 AI(模拟输入)，采集温度变送器、压力变送器、液位变送器和流量变送器两端的电流信号^[7]。因为采集卡只能接收-10V 到+10V 的电压信号，所以我们还要把变送器两端采集来的电流信号转换为电压信号，以供采集卡采集数据。系统结构如图 1 所示：

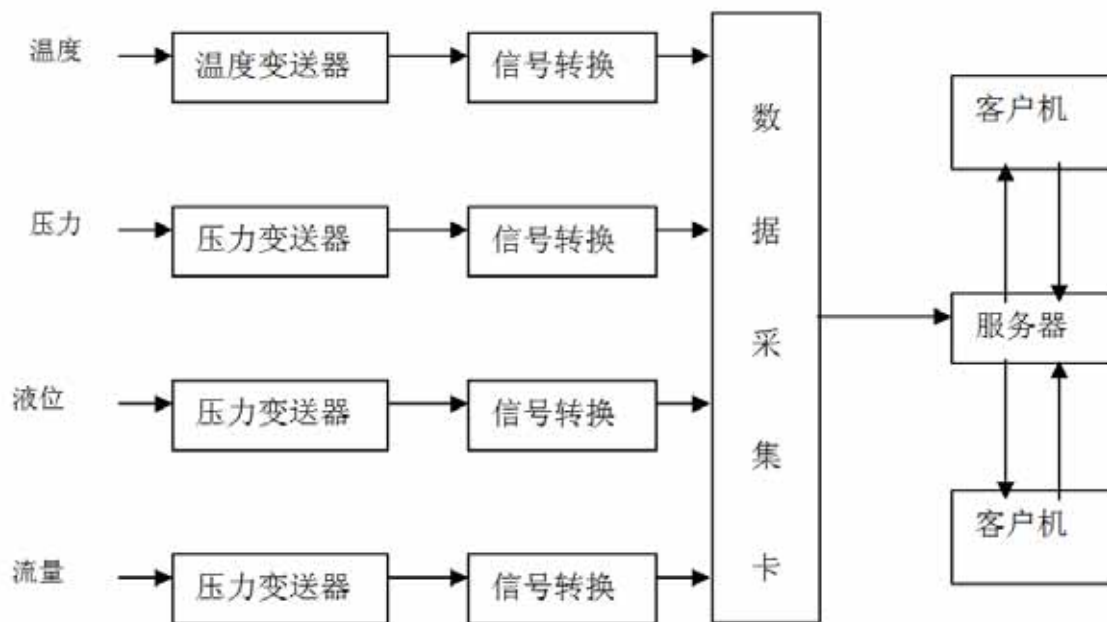


图 1 系统结构简图

PCI-6221 卡件是 NI 公司推出的一款数据采集卡 PCI-6221 数据采集卡有 100G 的输入阻抗，保证干扰电流不会影响流入的信号，从而大大提高数据精确度。这一高输入阻抗性能还简化了许多问题，而这些是在设计外部电路时普遍存在的典型问题。PCI-6221 采集卡能探测到模拟输入信号 $4\mu\text{V}$ 范围内的变化，从而为用户提供高质量的测量精确度。为了更大程度减少数字化误差，而且设备加入了许多技术，如防止温度漂移电路，以减少元器件升温而引起的误差。PCI-6221 卡具有数字触发、2 路 24 位 20MHz 定时/计数器及 8 条数字 I/O 线，该 I/O 线既能与 5V TTL 也能与 CMOS 兼容。PCI-6221 具有两路 16 位模拟输出，配有 16 位 A/D 转换模拟输入，2 通道 16 位 D/A 转换模拟输出（10kHz），最高采样率为 200kS/s，8 路数字 I/O，2 个 16 位计数器。

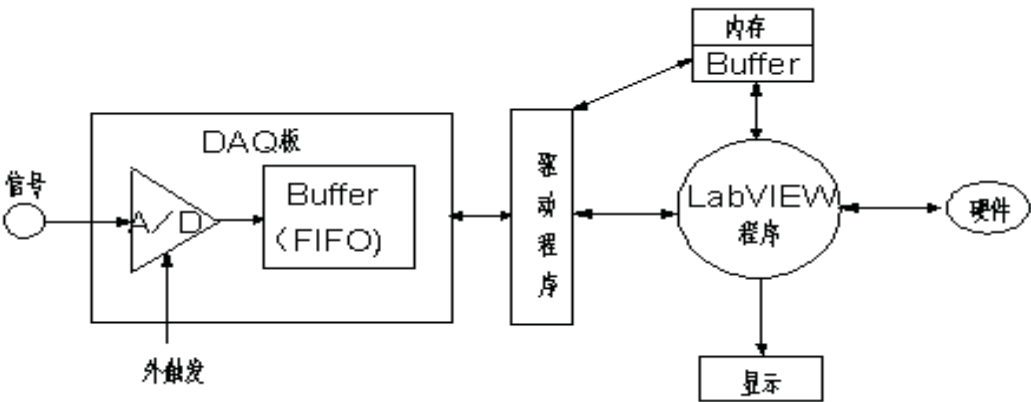


图 2 数据采集系统结构

A3000系统的温度传感器采用的是铂热电阻，分度号为 Pt100。铂电阻的特点是精度高、稳定性好、性能可靠。在 0 到 630.74 范围内，铂的电阻值与温度的关系可用下式表示：

$$R_t = R_0(1 + At + Bt^2) \tag{3-1}$$

式中， R_t ——温度为 t 时的电阻值；

R_0 ——温度为 0 时的电阻值；

A ——常数， $A = 3.96847 \times 10^{-3} (1/^\circ\text{C})$ ；

B ——常数， $B = -5.847 \times 10^{-7} (1/^\circ\text{C}^2)$ 。

从这个公式，我们可以看出温度和阻值并不是成一定的线性关系，这种非线性我们可以通过求它的增益来看出，只要公式两边对时间 t 求导，就可以算出增益，结果如下式：

$$\frac{dR}{dt} = R_0(A + 2Bt) \tag{3-2}$$

从上式，我们可以看出这个增益并不是一个常数，因为它含有一个参数 t 。所以温度与阻值的关系具有一定的非线性。那么，我们就应该在测试系统中对这个非线性进行校正。

通过实验，我们构建出了这样一个思路：设一个系数 k_1 ，让它等于上式中的非线性增益，那么我们在测试系统中再构建一个系数 k_2 ，使得它和 k_1 的乘积为 1，这样就可以把非线性作用给抵消掉了， k_1 、 k_2 关系如下式：

$$k_2 = \frac{1}{k_1}, k_2 = \frac{1}{R_0(A + 2Bt)} \tag{3-3}$$

对于这里的参数 t ，因为是未知量，我们只能从实际测量中得出，所以我们可以构建一个理想的温度曲线，从曲线上来取得 t 的值。然后再送入我们的校正环节。结合 A3000 系统的百特表，我们通过实测得出两组参数：百特表温度显示范围为 36 到 70 度，相应的测量电压为 4.17 到 6.51 伏特。从这两组参数，我们就可以计算出一个线性理想温度曲线。

设计好的温度校正环节如图 3 所示：

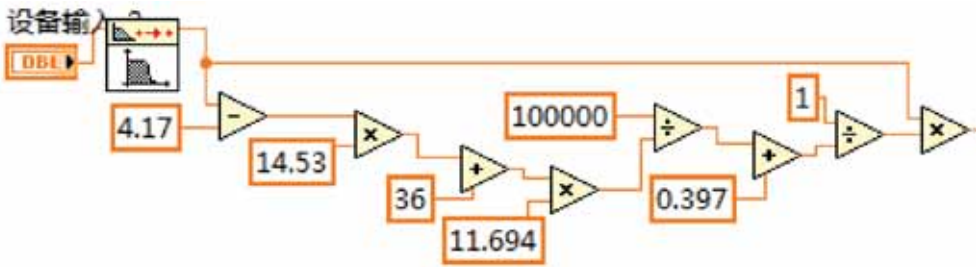


图 3 温度校正环节后面板程序

经过校正环节的输出还是一个电压值，所以仍然要进行刻度转换工作，不过，这一步骤就和前面几个参数的处理类似了。经过测量，我们得出温度在 32.7—70 间变化，电压示数在 9.90—15.78V 这个范围。温度值的计算公式为：

温度显示值= (测量值 - 9.90) × (70 - 32.7) ÷ (15.78 - 9.9) +32.7 。

它的后面板程序如图 4 所示。

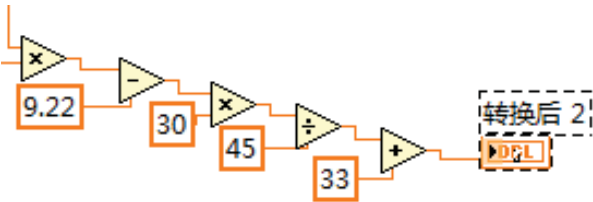


图 4 温度刻度转换的后面板



图 5 现场液位监测图

总结：

首先本课题是对 A3000 过程控制系统的液位、流量、压力和温度等量的测量，所以了解 A3000 过程控制系统所使用的传感器的特性是非常必要的，其次对于本系统所用的 NI 公司的数据采集卡 PCI-6221 也要有一定的了解，因为数据采集正是关系到整个系统的关键，它为整个系统的运行提供了良好的数据采集条件，测量信号转换成电压信号就可以直接采入计算机中，运用起来很方便。

对于本课题所采用的软件 LabVIEW2010 也是 NI 公司开发推出的一个基于 G 语言的图形化编程软件，使用这种语言编程时，基本上不需要编写程序代码，而是“绘制”程序流程图。本人在使用 LabVIEW 软件编程时，也体会到了图形化编程的直观性和灵活性。

关于四旋翼飞行器旋桨控制及相关问题的研究

作者：苏峰

指导教师：常晓明

学校：太原理工大学

介绍：

本设计旨在实现一个双旋翼实验平台的平衡控制系统。双旋翼实验平台的平衡控制系统由二轴平衡架、双旋翼（四旋翼飞行器的一部分）、PWM 信号发生模块、旋桨转速检测模块、倾角检测模块（加速度传感器或陀螺仪）、振动台以及基于 LabVIEW 的 PC 端软件测控平台等组成。实现双旋翼实现双旋翼平衡台的平衡控制系统可以为将来四旋翼飞行器设计制作及飞行控制奠定基础。

本课题主要内容包括：首先，搭建软、硬件平台，从系统结构分解出相关的基础实验；进行基础实验，包括设计基于 LabVIEW 的软件测控平台；设计制作振动台并提取加速度传感器倾角信号；设计基于 LabVIEW 的工控机 PWM 信号；进行旋桨性能测试实验；探讨建立双旋翼平衡台的数学模型的方法并确定其平衡控制方案；探究 PID 参数的确定方法等。最后，对四旋翼系统进行综合评估。

使用的产品：

软件：LabVIEW 8.5

硬件：NI USB-6259

应用方案：

1. 搭建的硬件平台

双旋翼平衡台测控系统硬件部分主要由工控机开发平台、双旋翼平衡台两部分组成。使用工控机直接对双旋翼平衡台进行控制。

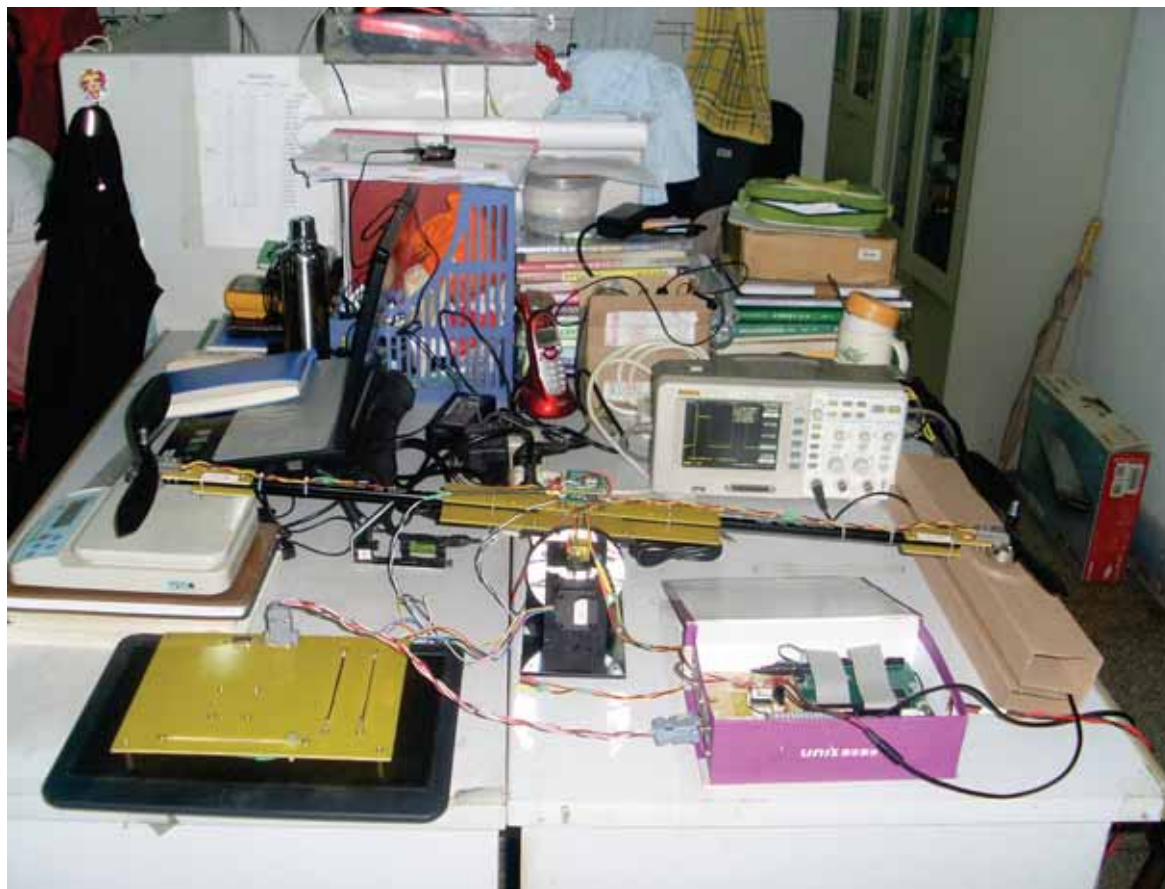


图 1 试验中的双旋翼平衡台

1.1 工控机开发环境的建立

因双旋翼平衡台的控制需要较高的实时性，固选定应用工控机作为系统的测控核心。设计中工控机由工控机主板、ADT650、移动硬盘、电源、显示器组成。经过简单的组装，搭建好工控机开发平台。

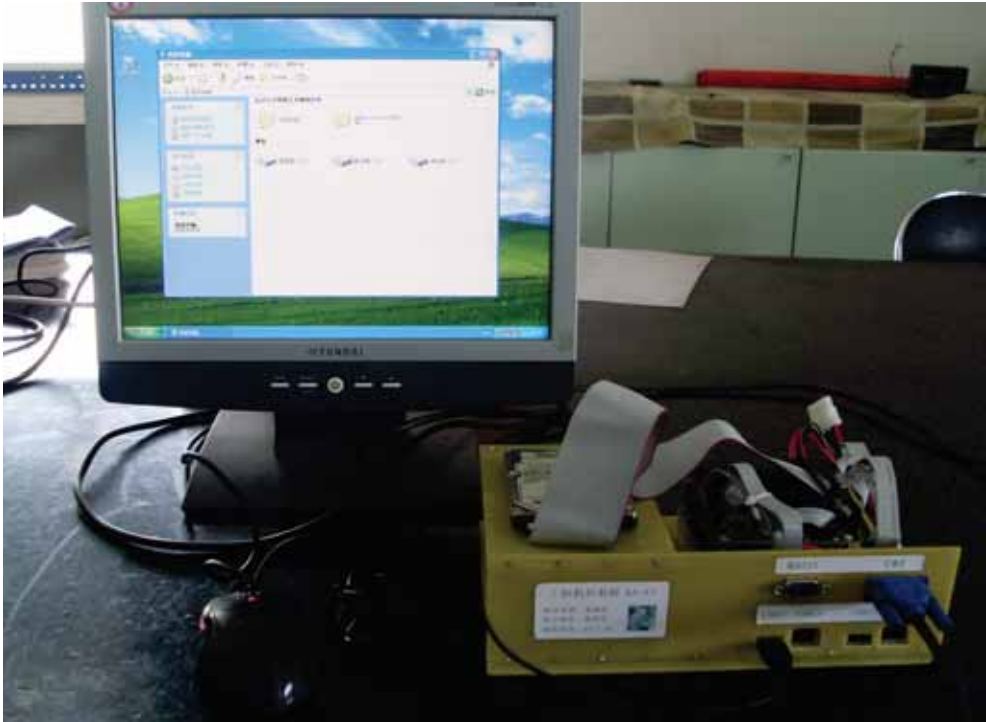


图 2 工控机平台的搭建

1.2 双旋翼平衡台

在四旋翼飞行控制系统中，双旋翼的姿态控制是最关键的部分。为能比较准确地检测出双旋翼的旋转角度，所以需要有一个平台来测量其旋转角度。同时也考虑能用一个平台使双旋翼旋转固定角度，验证双旋翼系统中加速度传感器的准确性。基于上述的设计思路，制作的平衡台实物图如图 3 所示。平衡台由步进电机、编码器和平衡架组成，平衡台的旋转动力来自于步进电机；平衡台已转过的角度可有旋转编码器测得，也可由 PC 端件软编程控制；平衡架用来承载所测物体（本设计中即为双旋翼）。

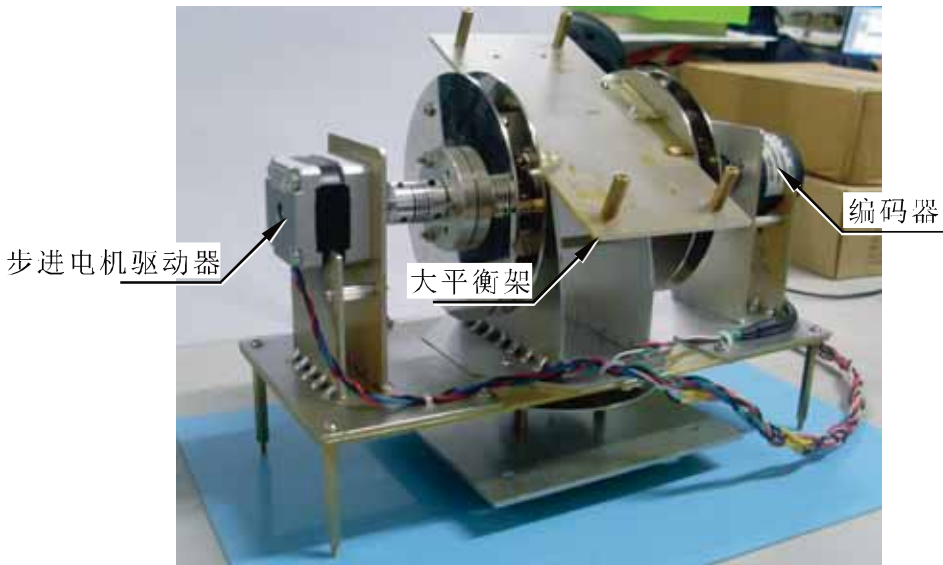


图 3 平衡台实物图

2. 基于 LabVIEW 的软件测控平台

为构成闭环控制系统，就必须构建系统的测量反馈环节，即基于 LabVIEW 的加速度传感器信号采集系统。双旋翼平衡台直接接收 PWM 调制信号，因此还需要设计基于 LabVIEW 的工控机的 PWM 脉冲产生系统。将两个程序做成子 VI 后，加入 PID 工具包提供的子 VI，形成闭环控制系统。

2.1 基于 LabVIEW 的加速度传感器信号采集系统

在工控机平台未搭建完成之前，使用普通 PC 作为系统的测控核心，利用 USB-6259 数据采集卡完成 PC 与外部设备通讯的任务。图 4 和图 5 分别为设计完成的 LabVIEW 程序框图与前面板。

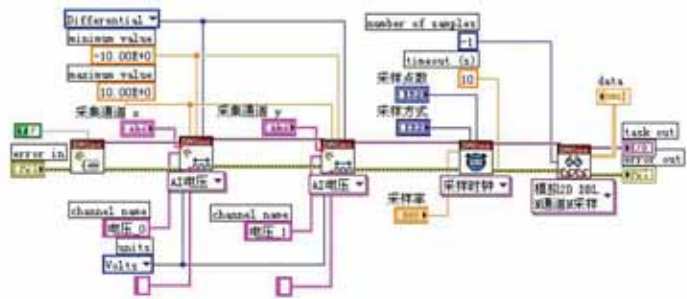


图 4 模拟采集模块程序框图

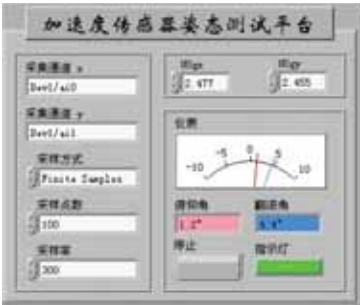


图 5 前面板

2.2 基于 LabVIEW 的工控机 PWM 信号发生器

若要产生本实验所需要的 PWM 脉冲，需要满足以下两个条件：一是占空比可调；二是可以产生连续的 PWM 脉冲。基于这样的需求，分析 82C54 的 6 种工作方式可知，方式 0 可以满足要求。在方式 0 中，每写入一个计数值，就可以获得一个负脉冲，而负脉冲的宽度为 $N+1$ 个时钟周期，PWM 脉冲的周期可以在 LabVIEW 中使用定时器来实现。图 6 和图 7 分别为设计完成的 LabVIEW 程序框图与前面板。

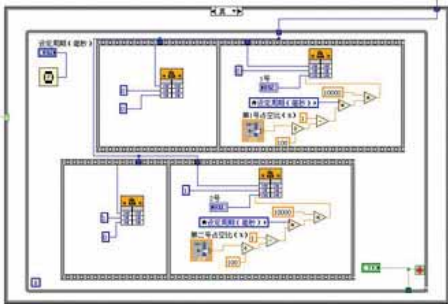


图 6 程序框图

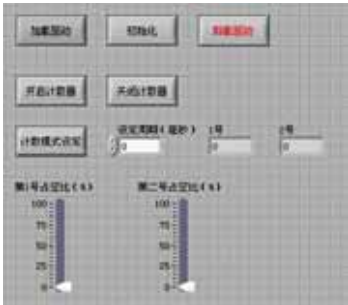


图 7 前面板

总结：

本课题主要完成了以下设计及实验：

- 1) 建立开发环境，包括工控机开发环境和 LabVIEW 软件平台；
- 2) 建立加速度传感器振动测试平台；
- 3) 构建了双旋翼平衡台，设计并制作了平衡台控制器；
- 4) 建立了提升力测试平台，进行了转子系统升力与 PWM 关系的测试，得到了它们之间的线性关系；
- 5) 探索出在工控机中使用 LabVIEW 嵌入 C++ 接口函数的方法；
- 6) 基于工控机能够产生一定占空比的 PWM 脉冲；
- 7) 基于工控机的双轴加速度传感器的数据采集；
- 8) 整合双旋翼飞行平台进行整体测试。

限于时间及本人水平限制，双旋翼平衡台的平衡控制系统并不是十分完善，还需要进一步研究及改造。在对双旋翼平衡台实验探究的过程中，我们了解其多个特性，这对四旋翼飞行器的开发起到了一定的帮助。

基于 LabVIEW 的通信原理虚拟实验设计

作者：顾萱

指导教师：刘奕彤

学校：北京邮电大学

介绍：

本论文以 LabVIEW 为软件平台，以虚拟仪器为内容开发出的通信原理虚拟实验系统为主线，列举了有代表性的实例，说明了虚拟仪器的特点。功能完善，内容丰富，形式新颖。主要包括模拟通信系统、数字信号的基带传输、数字信号的频带传输及信道编码四大部分。模块化设计符合通信系统的方框图特点，将通信原理理论知识如动画般地展示，使通信系统的设计像搭积木一样有趣，让枯燥难懂的通信理论变得形象生动。

使用的产品：

软件：LabVIEW 2010

应用方案：

介绍了模拟通信系统。在模拟幅度调制系统中编程设计 DSB-SC AM、AM、SSB AM 调制解调模块化程序和 DSB-SC AM、AM、SSB AM 调制解调系统。在模拟角度调制系统中编程设计 FM、PM 调制解调模块化程序和 FM、PM 调制解调系统。

介绍了数字信号的基带传输。主要介绍了基带码变换器，包括 AMI 码、HDB₃ 码、CMI 码、数字双相码，并且给出了上述码型的模块化子程序。

介绍了数字信号的频带传输。给出各种数字调制方式的模块化程序，包括 2ASK、2FSK、2PSK、4ASK 等调制模块化程序和解调模块化程序，对各种调制方式进行调制解调系统综合设计与分析。

信道编码器中设计了线性分组码、汉明码、循环码。针对每一种码，给出编码、信道、译码的模块化子程序，并综合设计编译码系统。最后进行信息码分组、编码、信道、译码、合组等过程的模块化编译码系统的综合设计。

举例演示 DSB-SC AM 调制的前面板和后面板，如图 1 和图 2 所示。

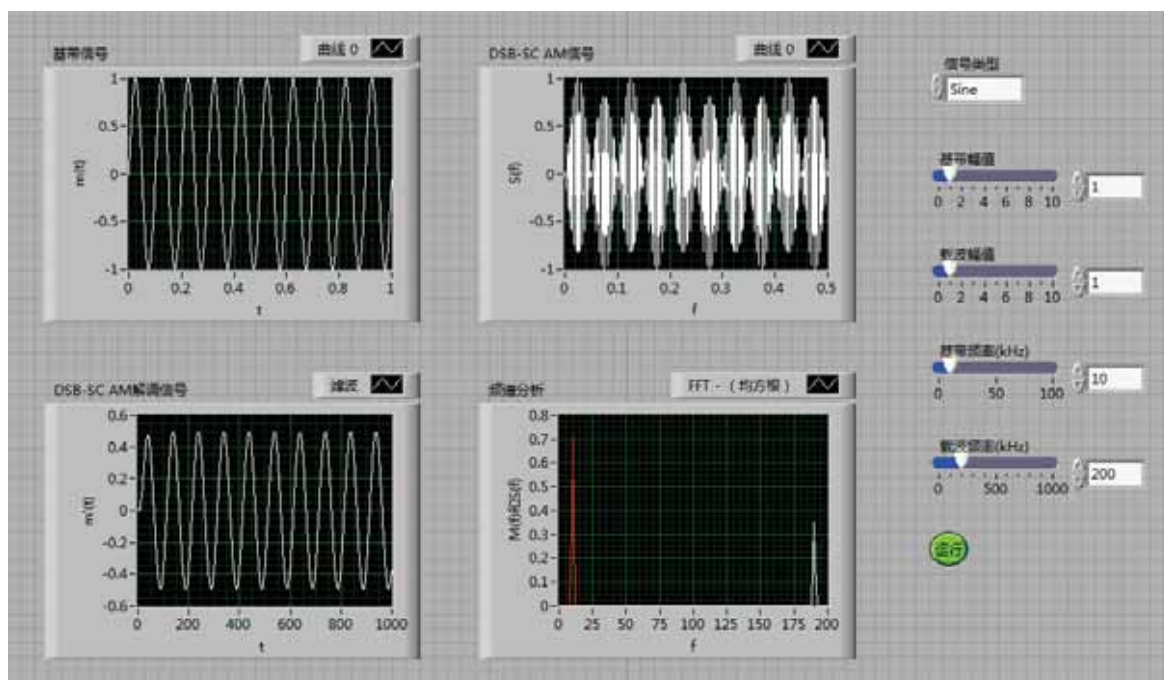


图 1 DSB-SC AM 系统的前面板

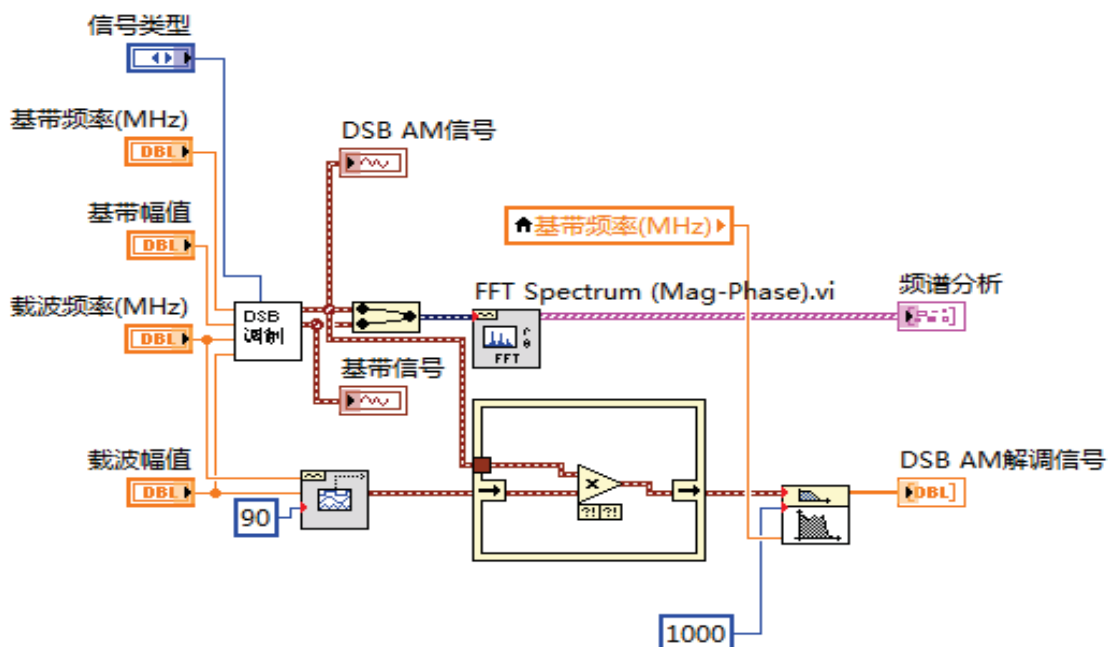


图 2 DSB-SC AM 系统的前面板

所用子程序如图 3 所示。

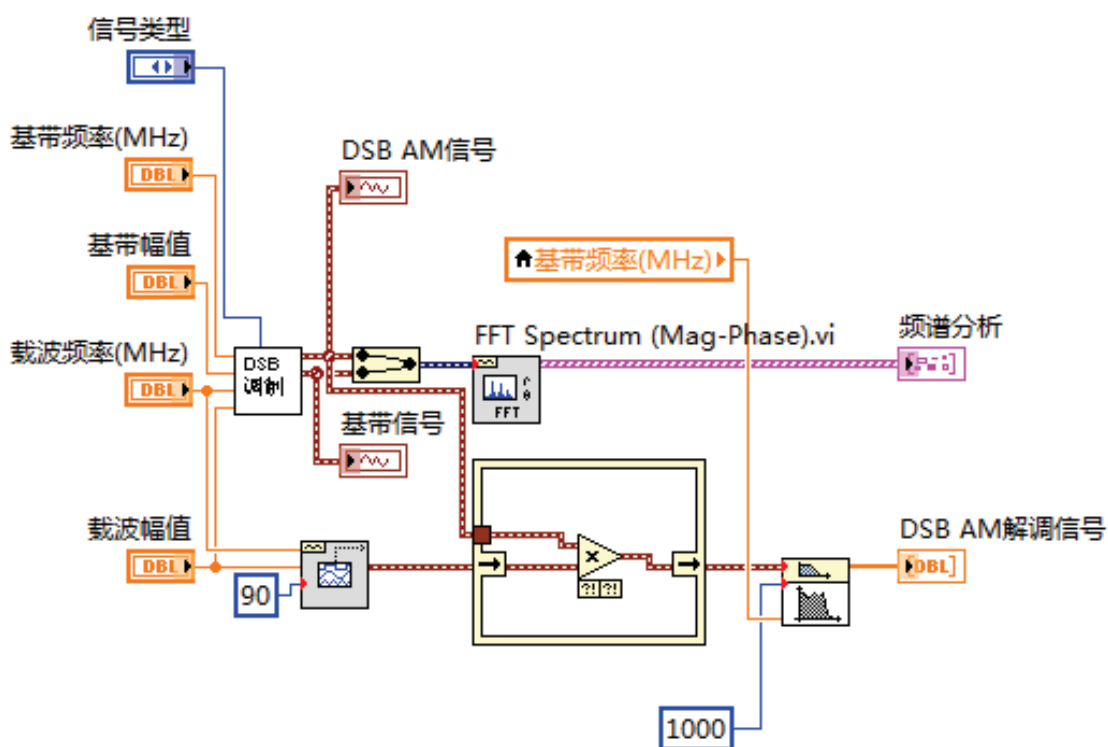


图 3 DSB-SC AM 调制模块

DSB-SC AM 系统的前面板和后面板分别如图 1 和图 2 所示。在前面板中输入“信号类型”、“基带频率”、“基带幅值”、“载波频率”、“载波幅值”等初值，运行程序，然后单击运行按钮，可得到所需频率和幅值的基带信号和 DSB-SC AM 信号。在“基带信号”、“DSB-SC AM 信号”、“DSB-SC AM 解调信号”中显示原始信号、调制后信号

和解调后信号的波形。在“频谱分析中”显示基带信号和已调信号频谱。若单击“停止”按钮，则本 DSB-SC AM 系统停止运行。

从图 2 所示“DSB-SC AM 信号”可见，DSB-SC AM 信号的包络不再与基带信号相同，其频谱是基带信号频谱的搬移，带宽为基带信号带宽的 2 倍。

图 3 中，首先用正弦波发生器产生一个基带信号，然后和一个余弦载波相乘，便可以得到 DSB-SC AM 调制信号。

DSB-SC AM 解调：采用相干解调。将接收到的信号与载波相乘，然后通过一个低通滤波器，便得到了 DSB-AM 解调信号。将输出的信号采用 FFT 变换，便可以得到相应信号的频谱。

总结：

通信原理和虚拟仪器技术的发展是本文理论知识的基础，而虚拟仪器的基本思想和 LabVIEW 开发平台则是程序开发设计过程中有力的工具。通过基础性的理论知识，从而很好地运用开发工具，并解决了在开发过程中所遇到的问题，开发出具有实用价值的虚拟仪器综合实验：通过功能强大的开发平台，将理论知识转化为有效的、实用的教学工具。

基于 LabVIEW 的微细电火花钻孔和三维加工系统研究

作者：肖鹿 郭美刚

指导教师：余祖元

学校：大连理工大学

介绍：

微细电火花加工（Micro Electrical Discharge Machining, Micro EDM）作为微细加工技术的一种，可以在任何导电材料上加工高精度、大深宽比微细三维型腔和微细孔，以满足日益增长的产品微小型化需求。本文基于 NI LabVIEW 软件，针对一台三轴联动精密微细电火花机床开发了一套具有在线制备微细刀具、钻孔、三维加工、探测、主轴控制、手动控制、电压采集以及坐标显示功能的微细电火花加工系统，并且通过实际的加工实验验证了软件的正确性和可靠性。

使用的产品：

软件：LabVIEW

硬件：NI PCI-8360V

应用方案：

一、整体设计方案确定

由于本次设计的是一个综合的控制软件，其具备钻孔、探测、三维加工等多种功能，因此采用模块化的编程思想。具体将整个软件分为七个模块，分别为：主轴控制模块、电压采集模块、手动模块、探测模块、三维加工模块、刀具制备和钻孔模块、坐标显示模块。图 1.1 为软件的整体模块图，其中列出了一些模块具备的基本功能。

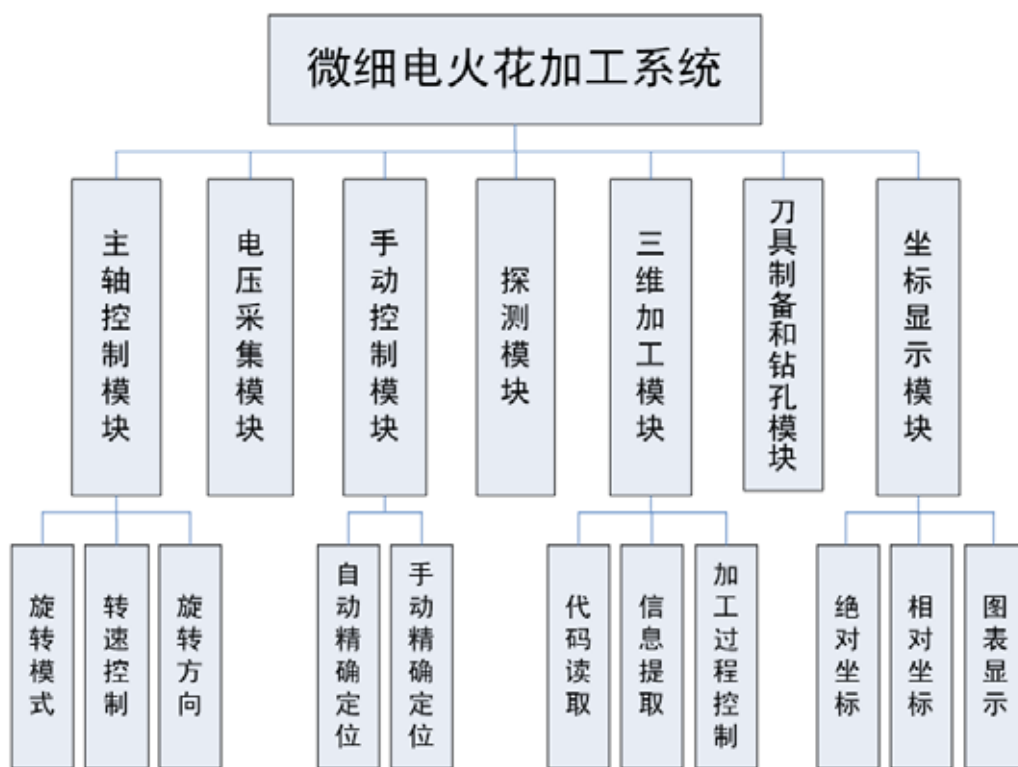


图 1.1 软件整体模块图

软件的总体控制界面如图 1.2 所示，由于加工中往往会同时用到多个模块，故将各个模块操作面板和显示界面都集中在屏幕上，易于用户快速操作。而编程时各个模块是相对独立的，在对模块功能进行添加和修改时，只需要对相关的模块进行操作即可，而不必对系统的各个部分都做修改，这样的模块程序设计方法思路清晰、逻辑性强、柔性大。

以下是各个模块的基本功能简介：

（1）主轴控制模块。包括 C 轴的旋转模式、旋转速度和旋转方向的设定，用户可以根据需要设定主轴的转速，驱动主轴按照指定的方向连续旋转或者旋转特定的角度；

（2）电压采集模块。通过数据采集卡对电极和工件之间的开路电压进行实时的采集，并以曲线形式显示在前面板的图表中；

（3）手动模块。该模块主要实现手动控制机床的运动，如单步移动，快速定位，前、后、左、右、上、下个方位的运动，用户可以通过点击按钮或者设定的快捷键主要完成操作；

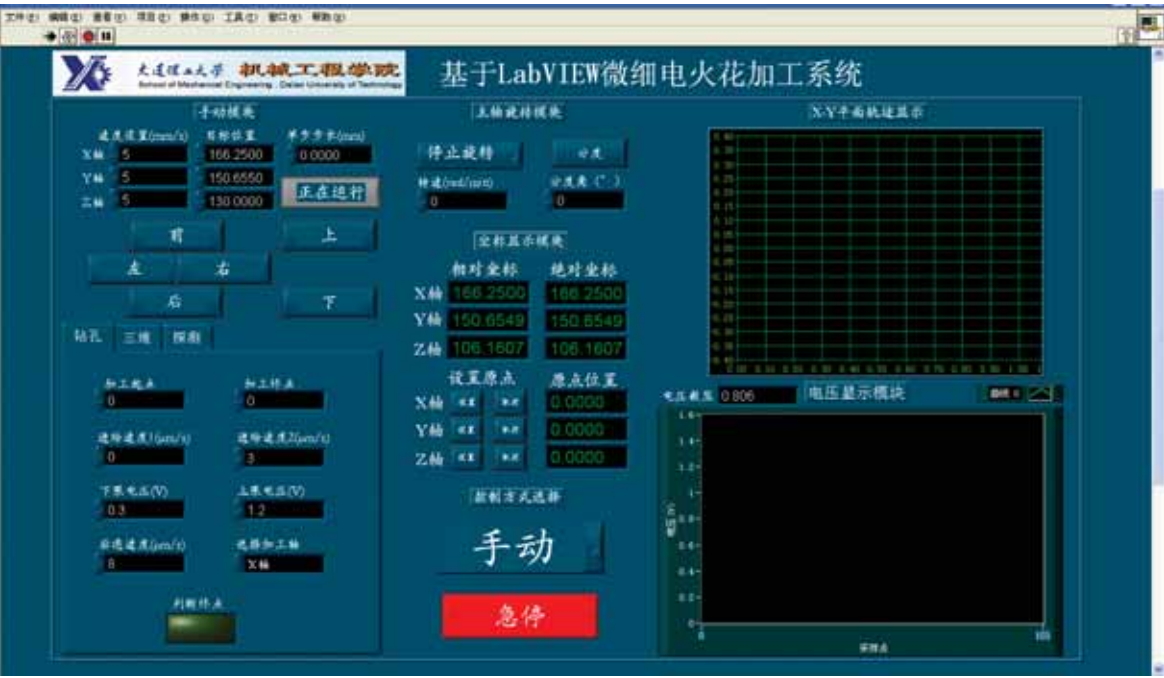


图 1.2 软件控制界面图

（4）探测模块。该模块利用电接触的方法，进行电极的定位，电极损耗计算，加工前的工件坐标系的设定等；

（5）三维加工模块。用户可以使用商业化的 CAD/CAM 软件（如 Pro/E,UG 等）建立三维实体模型并生成相应的数控代码文件，通过 PC 机向程序导入特定格式的数控代码，之后程序会根据代码文件加工出预先设计的三维实体。具体包括代码的预处理、信息提取、信息处理、驱动机床进行伺服数控加工等功能；

（6）刀具制备和钻孔模块。包括微细电极的在线制备和微细孔的加工；

（7）坐标显示模块。实时显示机床的绝对坐标、相对坐标、原点坐标，包括数字显示形式和图形显示形式。

二、关键模块的实现

在微细电火花加工中最常进行的加工就是电极加工、钻孔及三维加工，由于电极加工和钻孔伺服控制策略是一样的，因此将其作为一个模块进行编程，三维模块用到代码编译及代码实现等功能，故单独进行编程。

1. 刀具制备及钻孔模块

在钻孔过程中，可以将放电状态分为三种状态：接触短路状态、开路状态以及正常放电加工状态。钻孔模块中需要设置两个电压限值，分别为正常放电加工时的电压上限和电压下限。当实时电压大于电压上限时，可以认为此时为接触短路状态，机床要以后退速度 v 快速后退；当实时电压小于电压下限时，机床处于开路状态，加工轴以进给速度 v_1 快速进给；当实时电压在电压上限和电压下限之间时，加工状态为正常放电，机床以进给速度 v_2 缓慢前进。速度 v 、 v_1 、 v_2 的值是根据加工经验进行设定的。设定原则是：如果是短路状态，则认

为电极和工件已接触，此时需要快速后退，因此速度值 v 应该相对大一点（后退速度 v 一定大于进给速度 v_1 、 v_2 以提高后退效率，避免电极或工件因短路放电而烧伤）；开路状态下，认为电极和工件之间没有放电，此时需快速向前进给，进给速度 v_1 需大于进给速度 v_2 ；正常放电状态时，根据经验适当设定进给速度 v_2 ，正常放电期间主要是进行材料去除，因此 v_2 偏小为宜，如果 v_2 太大则可能加工区域材料还未去除电极已经走到该位置，造成频繁的短路现象。图 2.1 为该模块的控制策略图。

用简单形状的微细电极进行微三维结构的加工已经成为当前微细电火花加工的主流技术之一。因为复杂形状的微小成形电极本身难以制作甚至无法制作，而且由于在加工过程中严重电极损耗现象，将成为成形电极形状很快改变无法进行高精度的微细三维曲面加工。因此，微细电极的精密、高效制作在微细电火花加工中占有极为重要的位置。电极的离线制作，然后二次装夹到主轴上的方法，很难以保证回转精度而且存在与工作台面的垂直度误差。微细电极的在线制作一度成为微细电火花加工技术发展的瓶颈。线电极放电磨削发（Wire Electrical Discharge Grinding, 简称 WEDG）技术的出现奠定了微细电火花铣削加工实用化的基础，使得制作多种形状的微细电极成为可能，成为微细电火花加工中的一个革命性突破。本文对所使用的电极制作方法结尾线电极放电磨削技术。在加工过程中，线电极随导向轮缓慢匀速移动，由于线电极在不断地移动，可以忽略线电极的损耗问题，有利于电极尺寸的控制。同时点接触的放电方式使电极的加工形状仅与成形运动轨迹有关，而且极易实现微能放电，但是加工效率较低。通过控制电极的旋转与分度及导向器的位置，可以加工出不同形状的电极来。加工电极的伺服控制策略和钻孔相同，可以认为这时是以电极作为被加工工件进行加工。

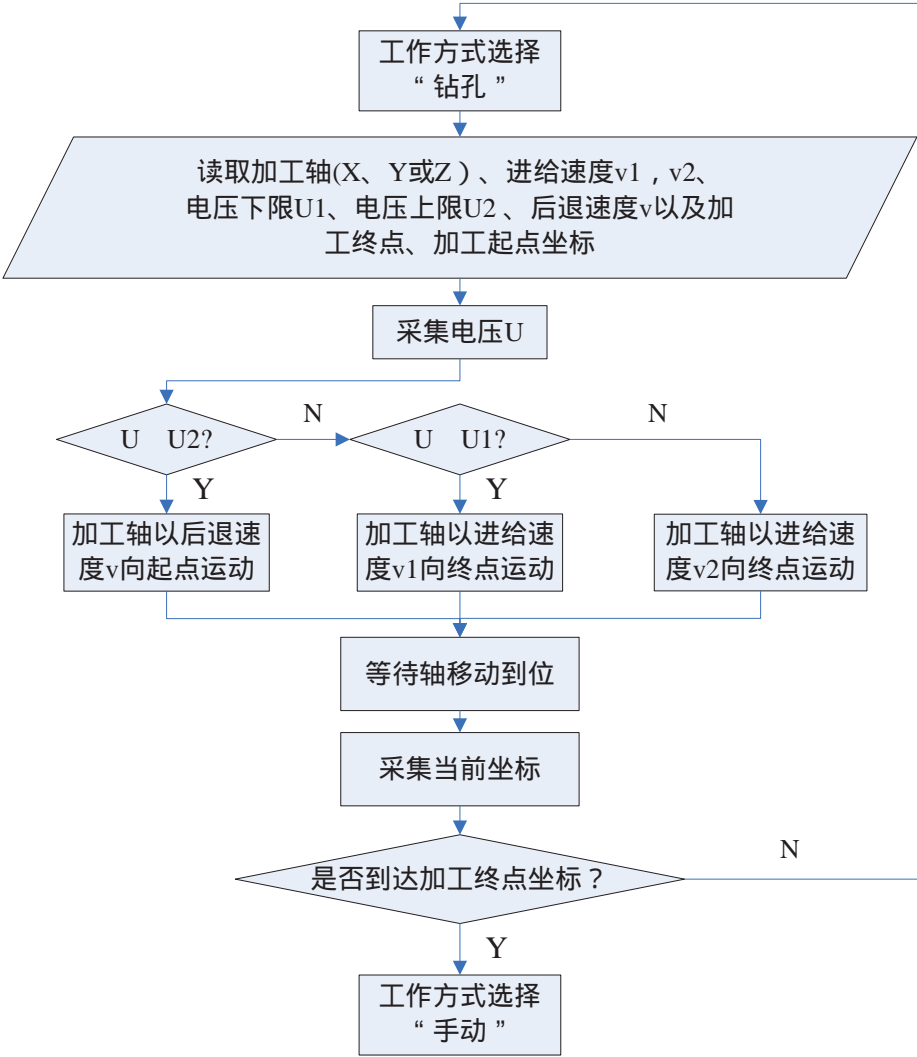


图 2.1 电极制备及钻孔模块控制策略图

2. 三维加工模块

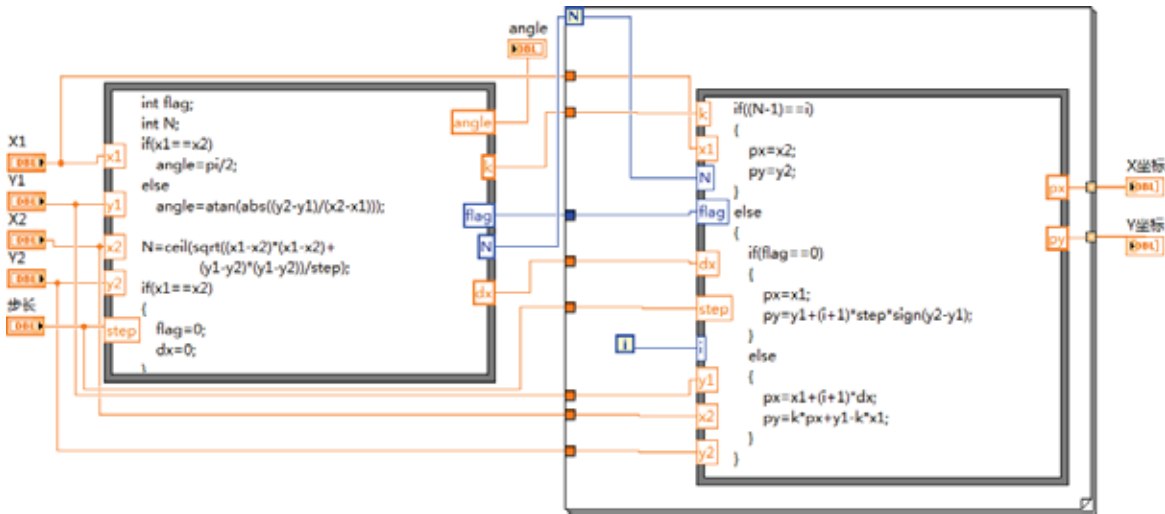


图 2.2 直线插补程序图

要想实现任意三维形状的微细电火花铣削加工，需要利用 CAD 软件对三维特征进行建模，然后由 CAM 软件进行数控加工并自动生成 NC 代码，用户只需将代码导入加工系统的上位机（如 PC）即可加工出设计的三维形状来。本文三维加工使用的是 G 代码，插补方式为数据采样插补，插补方法是通过公式节点进行数学编程实现，如图 2.2 为本程序中用到的直线插补的程序框图。

总结：

本文利用 LabVIEW 软件开发了微细电火花机床的加工控制系统，主要实现了以下功能：在几十至几百微米范围内的微细孔和三维型腔加工；机床的 XYZ 轴手动和自动精确定位，主轴连续旋转、分度旋转；机床的绝对、相对坐标和原点实时显示，任意时刻对机床零点的设置和取消；电极与工件之间放电电压的实时采集与显示；三维加工时代码执行进度显示，X-Y 平面内刀具轨迹的实时显示；工件上任意点的接触探测，精确返回接触点坐标值；实现了多种截面形状的电极在线加工，以及异性孔的钻削。

基于 LabVIEW 的多通道神经信号采集及电刺激系统的搭建

作者：陈凌峰

指导教师：蓝宁

学校：上海交通大学

介绍：

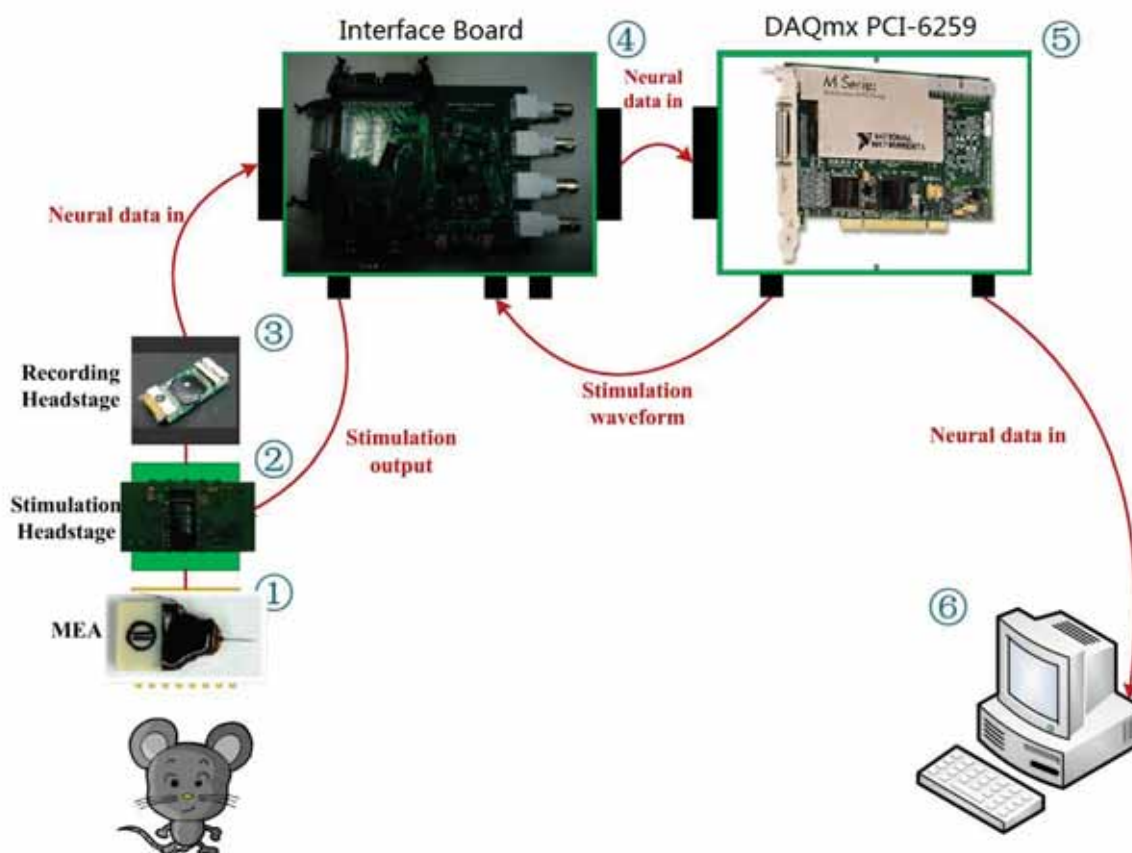
多电极阵列已经成为大脑神经网络群体性活动研究中最广泛应用的方法，这项技术已经在最近几年里得到了显著的发展，Rolston 提出了一种易用的，模块化的，可同时进行记录 and 电刺激的高性价比多通道神经数据采集系统。系统由信号采集电路、滤波电路、刺激电路、电源模块、数据采集卡、主控计算机、控制软件等组成。本文基于 Rolston 的设计，实现了多通道神经信号采集及电刺激系统的搭建。Rolston 系统的软件是用 C# 语言编写的，本文将使用另一种编程语言——LabVIEW (Laboratory Virtual Instruments Engineering Workbench)，LabVIEW 是当前最为通用的可视化编程语言，功能强大、灵活方便，它与 C，Pascal，Basic 等传统编程语言有着许多相似之处，LabVIEW 使用图形语言方式编程，它可以直接使用 NI 公司的数据采集卡驱动程序动态链接库 dll (dynamic link library)。文中将介绍基于 LabView 的多通道神经信号采集及电刺激系统，其中控制软件主要包括：(1)16 通道波形数据的采集，(2)波形数据的显示，(3)原始信号的低通、高通滤波处理，(4)处理结果信号显示，(5)文件的储存，(6)历史文件的读取、格式转换，(7)刺激信号的模拟信号、数字信号输出等系统功能。系统的各软件模块运行流畅，可以在单核计算机中完成 16 通道、25k 采样率的神经信号采集、处理和存储等功能，系统界面功能明晰，能满足基本系统控制要求。

使用的产品：

软件：LabVIEW

硬件：NI PCI-6259

应用方案：



在如图所示的系统框图中，第 6 部分是 LabVIEW 设计控制部分，它主要对所使用的 NI PCI-6259 数据采集卡进行控制与数据处理，是系统的软件部分。前面的几个部分是系统的硬件设计部分，包括刺激前端，连接电极，用于刺激的发出与信号的采集；采集接口，用于采集信号的放大滤波；刺激接口，用于刺激信号的分类处理；电源。整个硬件系统的工作和软件部分相配合，由数据采集卡发出刺激信号，经刺激接口对信号的分类（电压刺激或电流刺激）和刺激前端对刺激通道的选择，刺激得以最终发出；由电极采集到的多路神经信号经过采集接口的放大滤波，传递到数据采集卡进行模数转换，进而进行后续数字处理。软件部分还为软硬件的结合提供了便利。如根据采集到信号的特点决定是否发出刺激与发出怎样的刺激。

总结：

本设计主要包括四个方面的内容：一是对 LabVIEW 的一些实用的函数和编程设计思想进行的学习；二是本次课题所设计的一个事实数据采集软件系统；三是介绍了生物动作电位的检测方法及其检测过程中所遇到的问题与解决方法；最后本文还对此设计完成的软件系统进行了调试和性能分析。

随着时代的变化，计算机资源由之前的 CPU 运行频率提升转变到了多核处理器上，要充分地计算机的运算性能就得设计新型的支持多线程的软件。传统语言用于进行多线程的编程需要消耗大量的精力，而 LabVIEW 编程语言内部集成了自动控制多线程任务的功能，用它来编写多线程软件可以将大量的精力从软件设计上转移到其它更重要的研究内容上。

基于 LabVIEW 的教学型扫描隧道显微镜 (E-STM) 上位机设计

作者：李化松

指导教师：章亚明

学校：山东大学

介绍：

扫描隧道显微镜是一种具有极高分辨率的显微镜，它的问世，是人们探寻原子世界的梦想变成了现实。在实验教学中，为了让学生能通过对 STM 的实际操作，真正深入的原子世界，探索其奥秘，激发学生的兴趣，将所学的科学知识应用到实际中，提高学生理论联系实际的能力，我们设计了教学型扫描隧道显微镜，为学生提供一个可供学习的平台。

本课题用单片机来采集数据，以 LabVIEW 作为开发平台，利用二者的完美契合，实现数据通讯。可以将单片机采集到的数据传输到 LabVIEW 中进行显示和分析，同时可以通过 LabVIEW 向单片机发出指令，实现对下位机的操作控制。不仅有利于对单片机知识更加深入的学习，而且也有助于我们进一步加深对虚拟仪器的掌握。

使用的产品：

软件：LabVIEW 2010、LabVIEW Touch Panel Module

应用方案：

1. 系统的总体设计

利用单片机采集数据，LabVIEW 作为开发平台，二者之间实现数据通讯的数据采集系统。利用单片机采集到的数据可以传输到 LabVIEW 中进行显示和分析，同时可以通过 LabVIEW 向单片机发出指令，实现对下位机的操作控制。

2. 串口初始化设置

完成了下位机的设计后，上位机从串口读取数据，需要先对串口进行初始化设置。

3. 串口数据的读取

串口数据的读取操作采用了循环结构，从而保证了数据的实时读取，同时设置了每次读取的字节数为 2 个字节，保证每次读取的数据是完整的，准确的。

4. 串口数据的处理

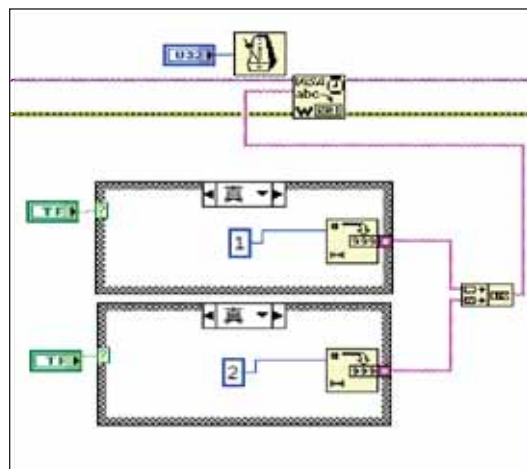
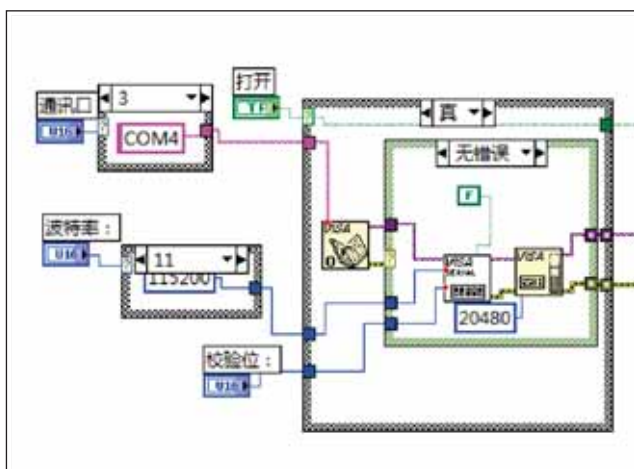
从串口获取的数据是 16 位的字符串，需要对字符串进行连接，然后转换为一维数组，再转换为二维数组，从而在图表及强度图中进行显示。

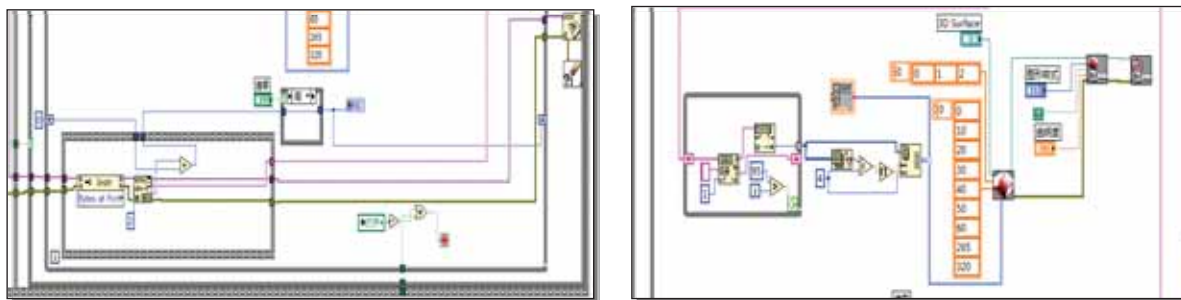
5. 串口数据的显示

从下位机获取的数据，经过数据处理模块的处理后，以二维数组的形式呈现，在这里，数据的显示有两种方式，一种是表格形式，一种是图表形式，前者更为精确，后者更为形象和直观。

6. 数据的发送模块

上位机通过向下位机发送指令，来控制下位机的工作状态。这里我设置了两个指令，一个是开始收集数据，一个是进入下一个数据模块。





总结：

它结合了单片机实时数据采集和计算机对图形处理、显示的优点，同时 windows 环境下对数据的管理更加便利，技术支持更完善，在因特网飞速发展的今天，单片机与 pc 机的结合，使得单片机的应用不仅仅局限于传统意义上的自动检测、控制，而形成了以计算机为核心的分布式多点系统发展的趋势。

同时，我们还将上位机程序移植到了 wince 系统下。这样大大提高了系统的可移植性，降低了成本。

在许多工业生产中，用上位机实现对生产过程实时监控，对下位单片机采集来的数据进行实时数据处理，以及控制信号的产生与传输等功能。本文提到的基于 LabVIEW 和单片机的数据采集系统可以完美实现数据的采集处理，以及上位机对下位机的控制功能，具有相当广阔的应用前景。

基于 LabVIEW 的热泵干燥数据采集系统设计

作者：王施平

指导老师：张绪坤

单位：南昌航空大学航空制造工程学院

介绍：

采用美国国家仪器公司 CompactDAQ 9174 平台，监测热泵干燥装置运行时主要运行参数：干燥室进出口空气温度和相对湿度。笔记本电脑为上位机，实时图形和数字显示监测数据并进行数据存储；cDAQ 9174 平台为下位机，NI 9205 模块将温湿度变送器的电压输出信号进行 A/D 转换，经 USB2.0 总线传至上位机进行相关数据处理与存储。通过试验结果表明：基于 LabVIEW 的数据采集系统在热泵干燥领域具有实际的应用价值，为实时监控物料干燥过程及干燥设备的自动控制提供了有效的途径。

使用的产品：

软件：LabVIEW 2009、Measurement & Automation、NI TDM Excel Add-In for Microsoft Excel

硬件：NI cDAQ-9174、NI 9205

应用方案：

一、监测系统组成

本系统将采用基于笔记本电脑的便携式虚拟仪器数据采集系统。依据虚拟仪器系统的组建原则，采集系统组成框图如图 1 所示：

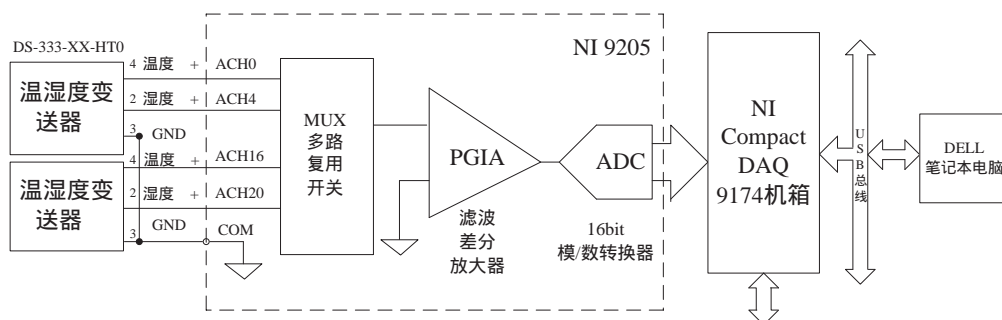


图 1 数据采集系统框图

图 2 为热泵-太阳能联合干燥装置在线测试系统主试验台。图中，黑虚线框里的实心正方形代表湿度传感部分，实心黑圈代表温度传感部分。

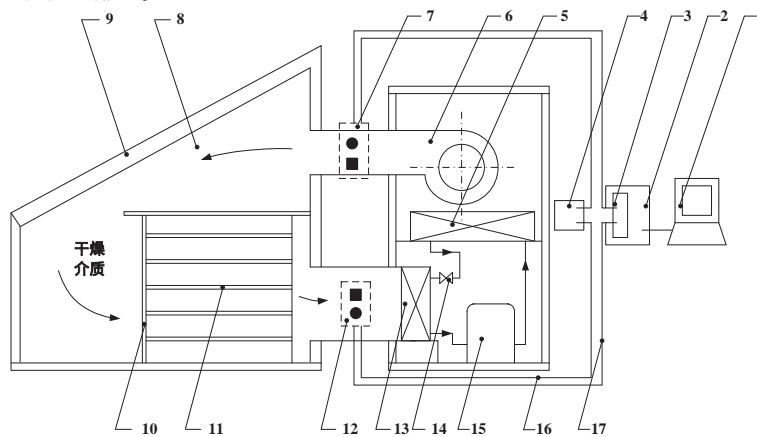


图 2 热泵干燥数据采集试验装置总图

1、笔记本电脑 2、cDAQ 机箱 3、模拟输入模块 4、开关电源 5、冷凝器 6、风机 7、温湿度变送器 8、干燥室 9、双层玻璃盖板 10、料盘架 11、料盘 12、温湿度变送器 13、蒸发器 14、热力膨胀阀 15、压缩机 16、电源线 17、屏蔽信号线缆

二、前面板设计

前面板（也称软面板）主要用于用户与测试系统的交互，模拟真实仪器的操作显示面板，是虚拟仪器的一个“虚拟”之处。本采集系统的人机界面分为：主要功能控制区、参数数值显示区、波形图表显示区、信息指示区及主要参数设置区。界面如图 3 所示：



图 3 数据采集前面板

前面板主要分为：通道设置区，定时设置区，数据、图形、控件显示区等。

三、框图程序

本程序可分为以下几个部分：控件参数等初始化、建立以系统当前时间为文件名的数据保存文件、读取输入模块的电压数据、数据标度变换、数据实时传递（数据入队列及数据出队列）、TDMS 保存数据、采集程序中控制、间隔采集、简易错误处理等几个具体功能。

数据读取核心程序：

程序中用到了 DAQmx Create Virtual channel.vi (创建虚拟通道 vi)、DAQmx Timing.vi (定时 vi)、DAQmx read.vi (读取 vi)、DAQmx Start task.vi (启动任务 vi)、DAQmx Clear task.vi (清除任务 vi) 及一些数组操作函数等。核心数据读取与显示程序部分截图如图 4 所示：

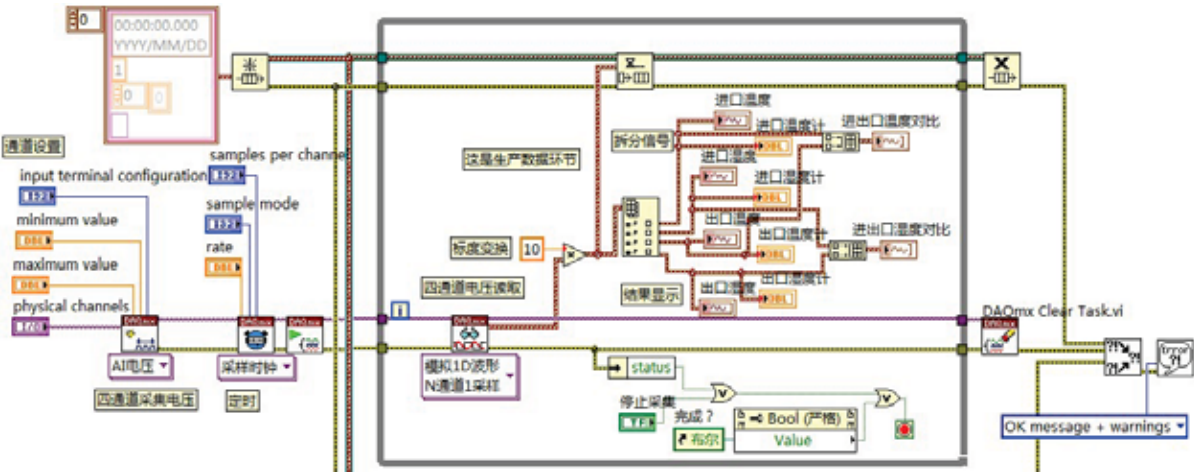


图 4 数据读取核心程序图

其他子程序还有数据保存核心程序、数据保存文件建立、数据传递、程序控制逻辑、简单错误处理、标度变换及数据格式转换等。

TDMS 文件可以实现快速、便捷的数据保存，再结合 TDM Excel Add-In for Microsoft Excel 工具包，可以快捷的将 TDMS 文件格式转化为通用办公软件 Excel，更加方便使用。数据采集转换到 Excel 如图 5 所示：

进口温度	进口湿度	出口温度	出口湿度
15.24	86.61	14.89	75.87
15.24	86.62	14.89	75.90
15.24	86.61	14.89	75.92
15.25	86.60	14.89	75.95
15.24	86.58	14.89	75.99
15.24	86.56	14.89	76.02
15.25	86.54	14.90	76.05
15.24	86.51	14.89	76.08
15.25	86.48	14.89	76.09
15.25	86.43	14.89	76.10
15.24	86.37	14.90	76.12
15.25	86.31	14.90	76.14
15.24	86.25	14.90	76.17
15.24	86.20	14.90	76.19
15.25	86.13	14.90	76.23
15.24	86.07	14.90	76.27
15.25	86.01	14.90	76.30
15.25	85.95	14.90	76.33

► 10-03-27 (root) \ 进出口温度 /

图 5 TDMS 数据在 Excel 中显示

总结：

本设计是在对热泵干燥理论研究的基础上，为更好的了解和控制热泵干燥过程，确定干燥物料的合理加工工艺，对热泵干燥过程进行全程监控，以获得较好的干燥物料品质。通过采用基于 LabVIEW 的在线数据采集监测系统，对整个热泵干燥试验进行了跟踪监测，记录了干燥室进出口空气的温度和相对湿度在固定时刻的值，以便于绘制干燥特性曲线，掌控某种物料的干燥特性。

试验结果表明：该基于 cDAQ 9174 和 NI 9205 的数据采集系统具有实际的应用价值，系统稳定性好，采集精度达到要求，在热泵干燥系统的监控中将发挥无可比拟的作用。

基于 LabVIEW 的生物流化床污水处理监控系统设计

作者： 马为

指导教师：张慧妍

学校：北京工商大学

介绍：

近年来，随着对环境和能源问题可持续发展的关注，促使众多国家对污水处理自动化水平的要求日益提高。在污水处理过程中，为了节能减排，降低操作人员劳动强度，提高处理后污水的稳定达标程度，这些需求都促使了污水控制及监测系统的研究势在必行。

本设计针对生物流化床污水技术的应用特点，利用 LabVIEW 构建了相应的污水处理监控系统。其中污水的进、出水水质在线监测部分主要包括流量、液位、PH 值、COD（化学耗氧量）、TOC（总有机碳）、BOD（生物耗氧量）、氨氮浓度等。控制部分主要是通过调节鼓风机频率，改变生物流化床反应容器中的曝气量，进而改变污水处理中菌种的污水处理效率；其次，通过改变进水调节阀的开度，改变单位时间内污水的流量。这些控制措施皆有利于提高污水处理的能效。需要指出，本课题中数据采集、存储部分的设计不仅可为控制器提供反馈信息，还可通过对存储数据的统计分析为探索生物流化床复杂的生化反应规律提供实验数据支撑。

使用的产品：

软件：LabVIEW 8.6

硬件：NI PCI-6251

应用方案：

一、系统的整体方案

本设计采用了模块化编程思想，通过对生物流化床污水处理系统运行参数与监测需求的分析，确定该系统主要包括欢迎界面、用户登录、数据采集、数据滤波、控制算法、实时数据显示、实时数据保存、报警记录、存入数据库、历史数据查询等功能。具体的功能模块图详见图 1.1。

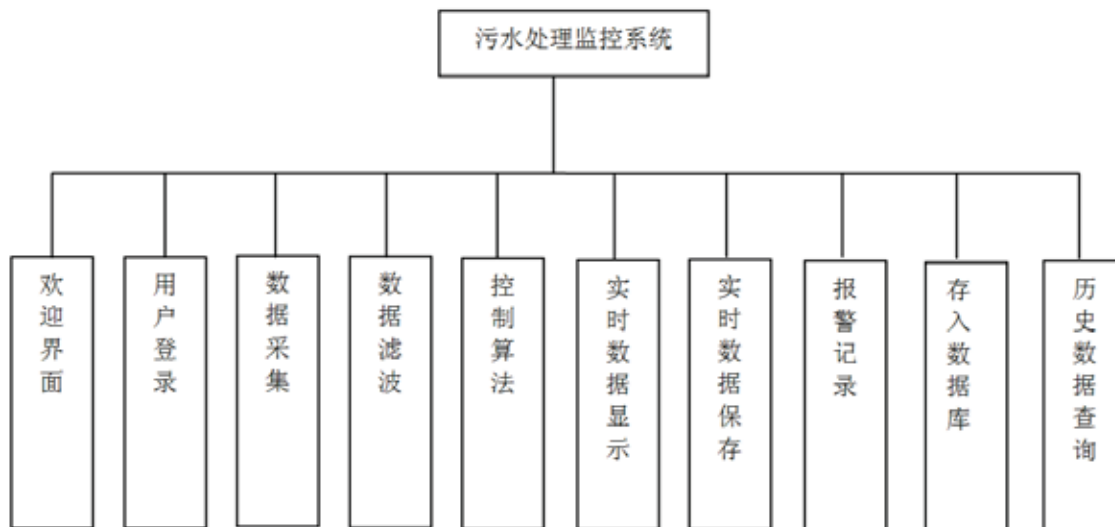


图 1.1 系统的功能模块图

二、系统软件的具体实现

1. 启动界面与用户管理

基于美观、清晰考虑，本课题设计的前面板将先以全透明打开，然后每隔 5ms 透明度减少一次，直到全部透明后，显示“欢迎进入污水处理监控系统”字样。随后进入选择界面，如图 2.1（a）所示，可选择进入或退出。基于安全考虑，本课题设计了用户名和密码，以防止非工作人员进入，保护系统的安全性，登陆用户管理界面如图 2.1（b）所示。

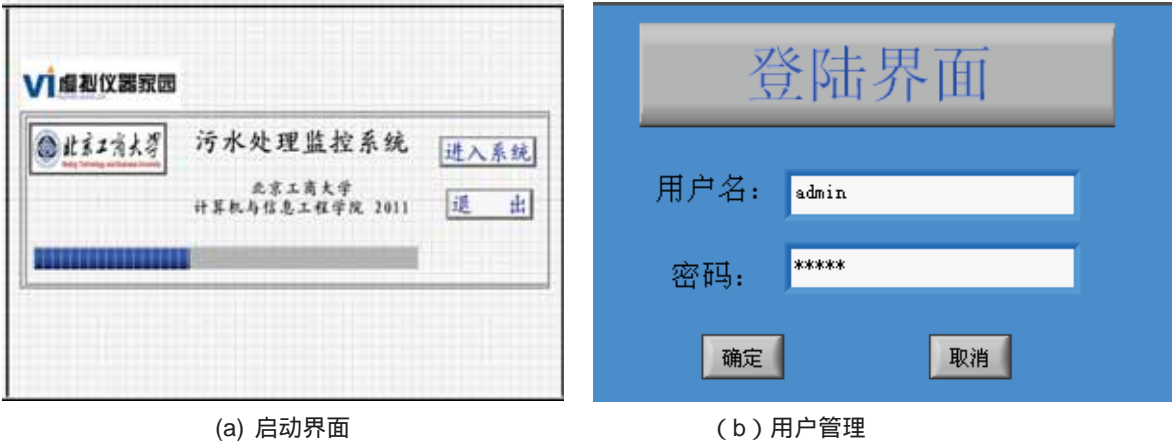


图 2.1 启动界面与用户管理

2. 数据采集

将传感器给出的电信号经调理，通过 PCI-6251 采集卡传输到计算机内，并传递给数据处理模块进行分析，用户可以进行参数设置，如设定有效通道、采样率、采样数、采样时间以及报警上限值。合理选择采样频率和采样点数有利于信号的进一步处理。数据采集界面如图 2.2 所示。



图 2.2 数据采集界面

3. 数据处理

由于在污水处理现场采集的信号不可避免地混有环境噪声和污水杂质气泡成分噪声，为了降低噪声对有用信号的干扰，要进行信号处理及滤波。本设计经过各种滤波器的比较之后，决定采用巴特沃斯滤波器，如图2.3所示。

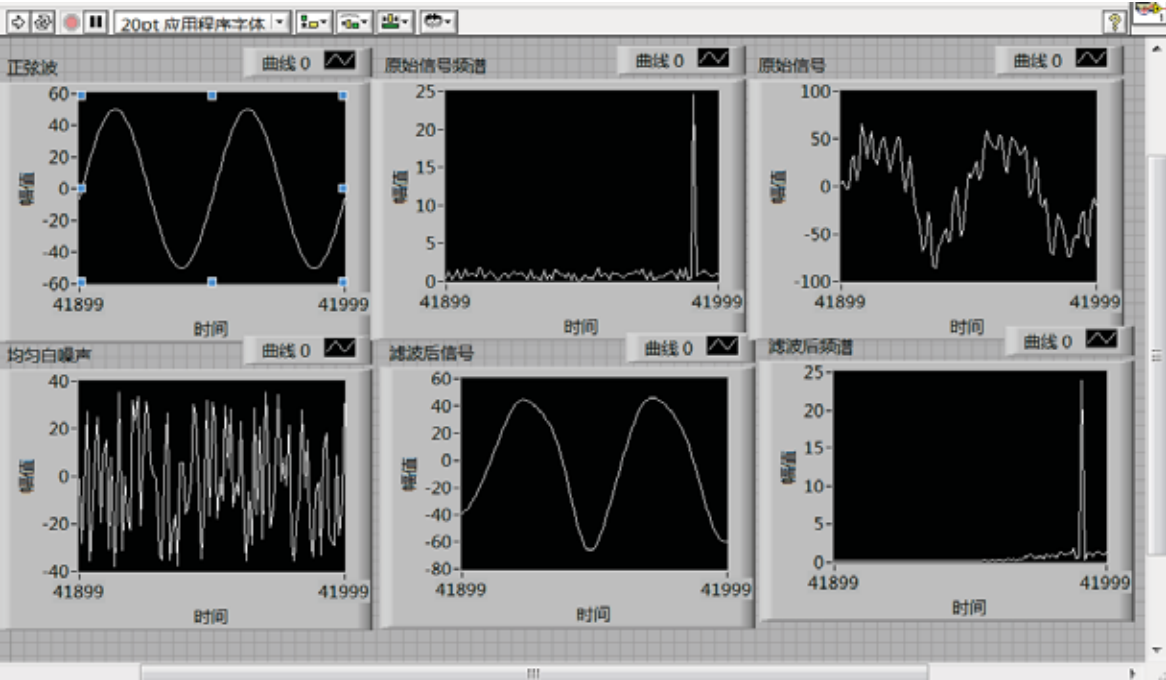


图 2.3 巴特沃斯滤波器

4. 反馈控制

本系统采用生物流化床进行污水处理，检测部分的信号通过滤波后与系统设定值比较，形成偏差，采用简单 PID 算法或模糊控制算法，依据偏差信号控制曝气量及进入流化床的污水流速。在污水组分变动较小，即系统运行工作点较稳定时，选择 PID 控制；在在污水组分变动较大时，则采用抗扰动和不确定性能力较强的模糊控制算法。两种算法的切换设计有人工切换及依据阈值的自动切换。

5. 数据显示

数据显示模块可以显示实时数据和历史数据。数据可以通过刻度计等仪表直观监测，也可通过实时数据表格和曲线进行监测，如图2.4所示。

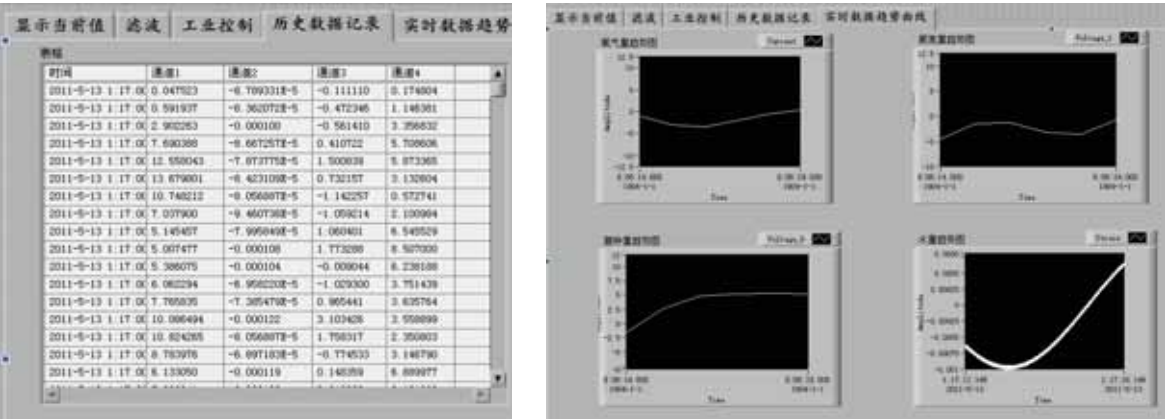


图2.4 实时数据的图表显示

6. 报警显示

报警显示通过报警灯是否变红来判断当前测量值是否超出监测变量设定的正常范围，以便出现异常值及时提醒工作人员并采取相应的措施。如图2.5所示。



图2.5 报警记录

7. 数据存储及管理

此系统数据的保存记录方式主要有两种，一种是打印保存为纸介质记录形式的文本，另一种是保存为磁盘文件。同时，还可以选择保存为HTML格式的网页文件，在网络上发布，使网络内的用户可以使用标准的网络浏览器对该测量点进行监视，实现一点测量，多点监视的功能。

此外，本课题还设计了利用 LabSQL 访问 MySQL 数据库对数据进行管理的功能。用户在执行操作阶段输入不同的 SQL(Structured Query Language) 命令，可实现不同的数据库操作，包括删除记录、修改记录和添加记录等，如图 2.6 所示。

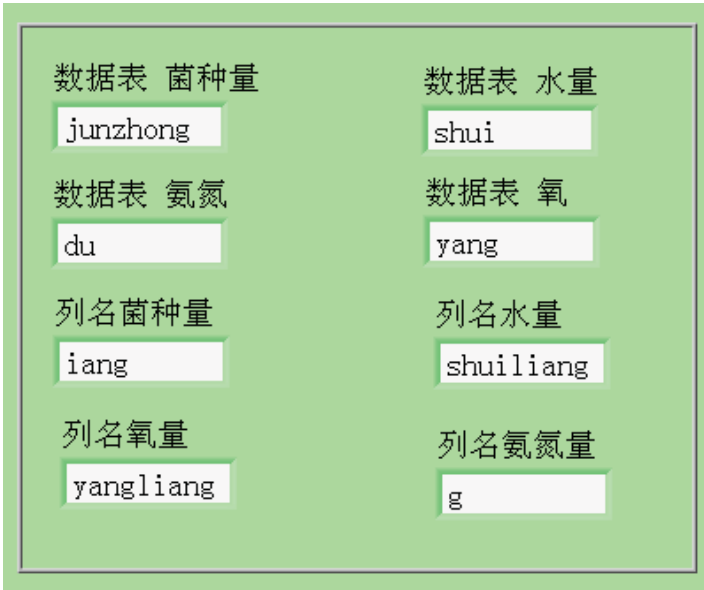


图 2.6 数据存入数据库

8. 历史数据查询

数据保存到数据库后，可以对它进行查询。依据要查询的时间段及参数类型，点击“开始检索”，即可在表格中显示要查询的历史数据及对历史数据进行的简单统计分析，如图 2.7 所示。

菌种量数据查询成功，如表：共97条记录！

采样时间	值
2011-5-26 21:59:	-.053
2011-5-26 21:59:	.042
2011-5-26 21:59:	.066
2011-5-26 22:00:	.16
2011-5-26 22:00:	-.184
2011-5-26 22:00:	-.134
2011-5-26 22:00:	-.18
2011-5-26 22:00:	-.027
2011-5-26 22:00:	.003
2011-5-26 22:00:	-.098
2011-5-26 22:00:	-.131
2011-5-26 22:00:	-.071
2011-5-26 22:00:	-.138
2011-5-26 22:00:	-.096
2011-5-26 22:01:	-.101
2011-5-26 22:01:	-.167
2011-5-26 22:01:	.062
2011-5-26 22:01:	.131

年 月 日 小时 分钟
 2011 5 26 21 55
 年 月 日 小时 分钟
 2011 5 26 22 20
 选择查询参数 开始检索 停止检索
 菌种
 最大值 最大值索引 平均值 标准差
 0.324 87 0.0491 0.1379
 最小值 最小值索引 均方根 方差
 -0.18 18 0.1457 0.019

图 2.7 历史数据查询

总结：

本设计是以生物流化床污水处理系统的需求为基础，设计了基于 NI LabVIEW 虚拟仪器的测控实验平台，实现了对复杂污水处理过程的多输入、输出参数的及时、准确测量与闭环控制。系统采用图形化语言，具有开发调试方便，运行稳定，操作简单，功能模块易于扩展的特点。本系统设计不仅为污水测控系统的实现提供了新的参考选择，也为虚拟仪器的发展提出了应用领域需求。

基于 LabVIEW 振动磨的控制系统研究与实验

作者：宋 坤

指导教师：赵 茜

学校：南京工程学院

介绍：

本设计以控制振动磨安全工作并且提高研磨效果为目标。设计根据监测振动磨运行状态，分析其运行规律及可能导致振动磨运行不安全的因素，进而提出可能的控制方案。设计过程中通过对这些方案进行反复论证找到可能的方案并通过实际试验来验证方案的实际效果。对实际运行试验过程中遇到的问题和现象来修改完善控制方案。最终达到理想的控制效果。经过完善后的控制系统具有稳定的控制效果，能有效的进行生产控制，能应用于实际的生产过程，并且具有简单友好的人际交互界面。

使用产品：

软件：LabVIEW 8.2

硬件：NI PCI-6024E

应用方案：

根据课题分析可知，振动磨的总体结构框图如下：系统总共由如图的四大部分共同组成振动磨的安全控制系统如图 1。

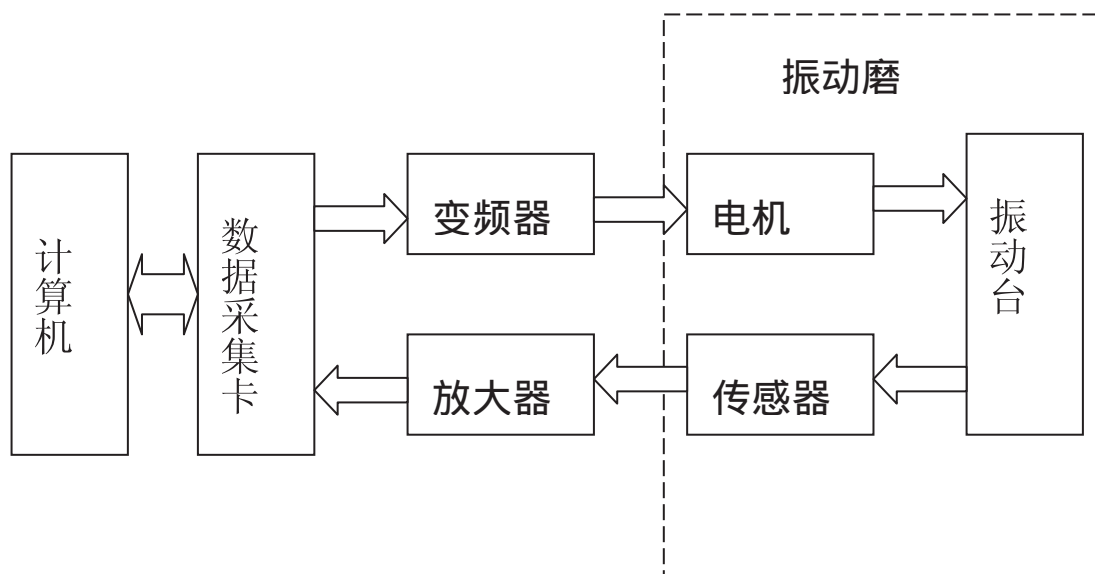


图 1 系统结构框图

一、 控制方案：

把可能情况分为两部分，一部分是需要调整的情况，另一部分是无需调整的情况。

需要调整的情况是：

实际振强过低。此时振强远低于对应的理论振强，振动磨处于低效率工作状态，不符合实际的生产需要。

振强过大。实际振强已经高于设定的上限。为避免振动磨因高振强而损坏，应该及时的进行调整。

无需调整的情况是：实际振强高于理论值但并不超过规定的上限值。

振强过大判别：控制信号采取模拟正弦信号来进行控制的，因此在每发出一个控制点时即同时对此点能达到的理论振强进行计算。采集到的当前实际振强通过与此理论值比较计算出下一控制点的调整量，对下一点修正，而后才予以输出。如果判别实际振强超出允许的偏差则立即对变频器复位。防止振强过强产生破坏。振幅的判别：LabVIEW 通过对振机的信号采集，取出信号的最大振幅，与允许的通过开机振动，并对振动磨不做调整的实验。

从采集到的信号可以看到振动磨的振动整体趋势是符合理论推导的趋势的。从采集到的数据还可以看到振动磨在频率最高点处振强总体较强，并且存在突变的大振强，而在一个小循环中频率由高到低变化中振强是存在跃变的。即振强的变化并不是连续的下降，而是由高振强直接变到较低振强。并且低振强与高振强之间，振动磨的振强变化很大。对其中一个小循环信号放大观察如图 2。

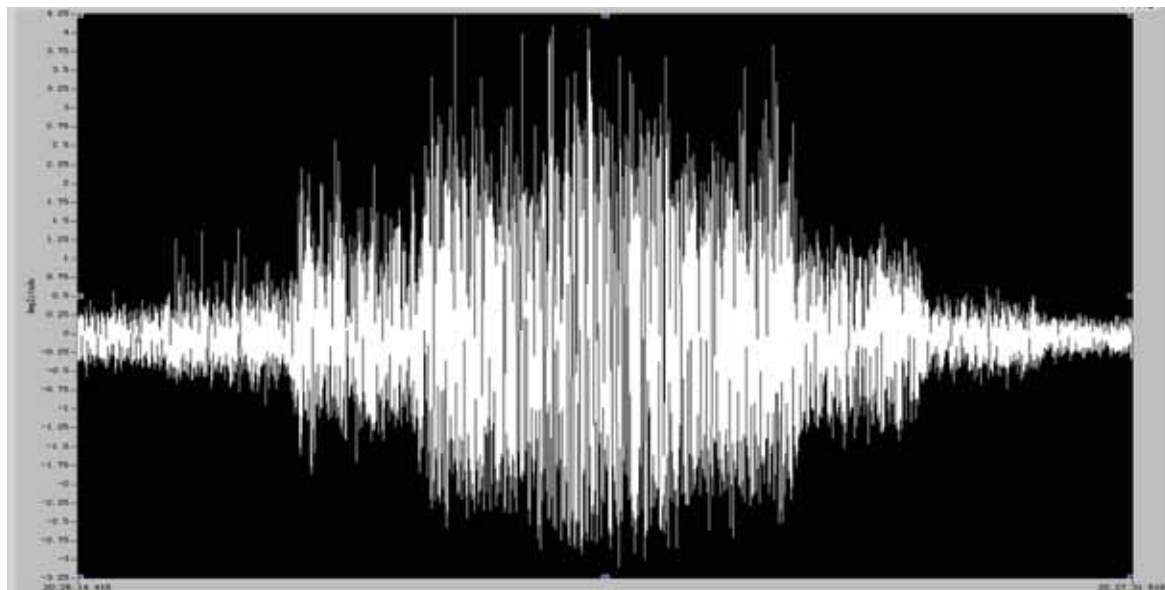
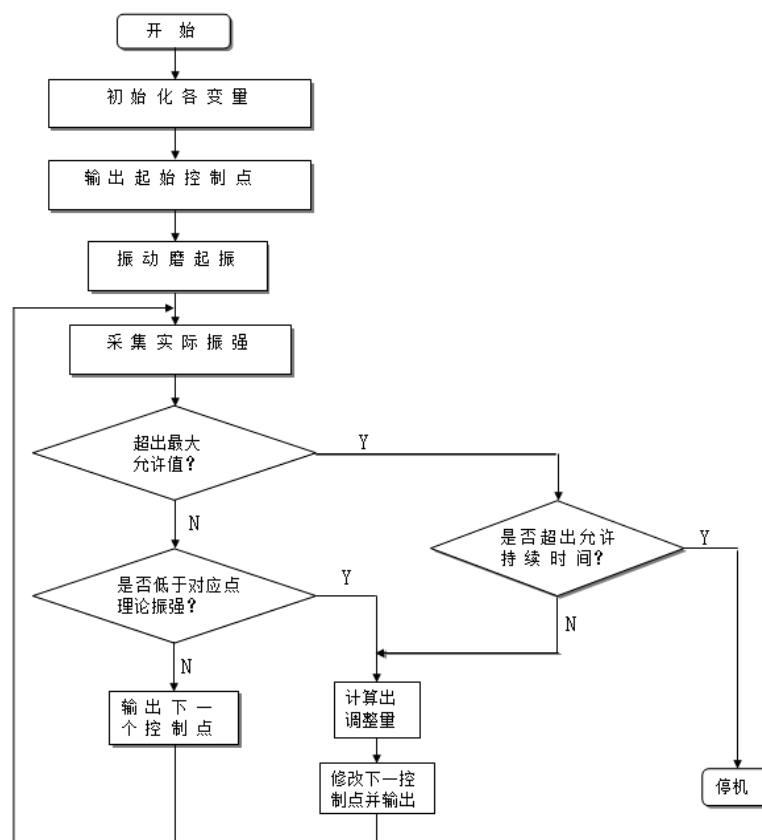


图 2 采集信号放大图

由放大图像可以清楚的看到在振强在由低到高变化过程中有很多突变，其变化量远高于理论振强值。并且，从图中还可以看到，最大频率点处得振强出现高振强的频次有限。

二、系统流程图设计



试验结果分析：

这个方案可以把控制信号由连续的变为间断的，这样就避免了因变频器输出频率一直变化带来的对振机的损伤。而且在对控制点的输出持续时间上也变得灵活。

采用上述方案对这 8 个曲线分别取 8 个点。这样可以对每个点进行调整，对电机采取多点控制，把每个正弦信号产生的微小偏差分布在每个控制点，避免统一控制使偏差积累，使风险变大。实验中本程序还对实际振强的最大值进行限制。如果通过程序对下一点的实际振强预算值超过了最大允许振强则程序会加大调整量防止出现超限。此外如果实际采集算得的振强超过了最大允许振强，程序不会立即急停，程序会首先尝试紧急调整，即当采集到超标点时程序会延时 3ms 再重新取点，如果重新取得的点还超标，程序才会急停。因为涉及要求是允许超标点存在一定时间的，这样就避免了一监测到超标点就急停的麻烦和不必要性。

总结

振动磨的控制拥有许多种方法，采用虚拟仪器控制把振动磨与计算机相连是一种很好的尝试。本文基于 LabVIEW 的控制系统编写主要主旨是给振动磨的振动控制提供一个好的分析方法，对各种控制信号对振动磨的控制效果进行分析比较。

基于 NI VeriStand 的时变内模控制器快速控制原型系统设计

作者：王彦哲

指导教师：张震

学校：清华大学

介绍：

本项目依托于高校博士点基金项目（时变重复控制器设计）。项目中提出一种时变内模控制设计方法，用来解决具有转角周期性的信号跟踪问题。本文主要采用 NI VeriStand™ 的测试平台搭建实现时变跟踪控制器快速控制原型（Rapid Control Prototyping，以下简称 RCP）系统的平台，用于测试这种设计方法在实时控制系统上的可行性。

使用的产品：

软件：LabVIEW 2010、LabVIEW Real-Time 2010、VeriStand 2010、DAQmx 9.2.3

硬件：NI PXIe-8130、NI PXIe-1062Q、NI PCI-6024E

应用方案：

RCP 主要用于快速建立控制器和被控对象模型，使用集成了良好易用的建模、设计、离线仿真、实时开发及测试的工具的 RCP 技术，对模型进行反复的试验、修改，就可以将错误及不当之处消除于设计初期，使设计修改费用减至最小，缩短产品的研发周期。在制定本项目的 RCP 系统方案中，我们选择了 NI 的相关产品，主要是基于以下几点考虑：

首先，由于作者所在单位已经购入 LabVIEW 和 LabVIEW Realtime 等 NI 软件的部门许可（Department License），故只需购买控制器、机箱、数据采集卡（这些为 NI 的优势产品）等相关硬件以构建 RCP 实时控制平台，相比其它业内主流产品如 dSPACE 的 RCP 方案（相关软件不提供 Department License）等，我们所选用产品在性价比方面具有较大优势。

更重要的一点在于，NI VeriStand 的仿真和测试平台具有较好的开放性，特别是它可以调用 Matlab/Simulink™ 的模型文件（.mdl），这一点大大方便了使用 Matlab/Simulink 进行动态系统建模与仿真的广大用户。

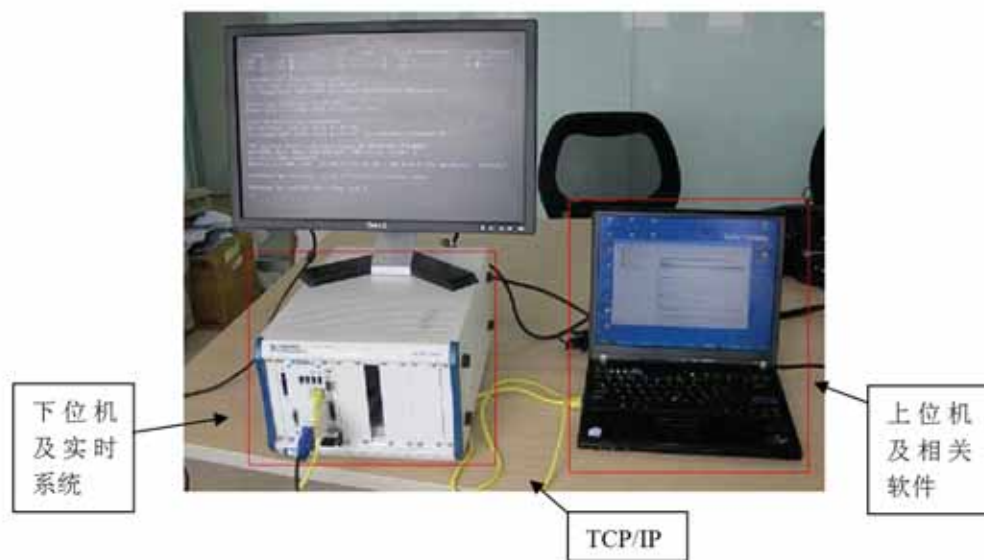


图 1 基于 NI/VeriStand 的 RCP 测试平台

使用 NI 公司的 PXIe 的硬件平台结合 NI 的图形化编程软件 LabVIEW 和实时控制软件 VeriStand 成功搭建了快速控制原型 (RCP) 平台。其中使用 PXIe 硬件的下位机在实时系统 (LabVIEW Real-Time) 下运行整个控制系统 (包括控制算法的实时反馈), 上位机 (PC) 通过 VeriStand 提供的网络共享技术进行实时监测。

在基于 PC 的 RCP 系统中, 由 1 台上位机, 1 台下位机组成, 我们可以从上位机向下位机发出指令, 下位机运行实时系统, 在实时系统上运行动态模型和控制算法。

1) 原理图

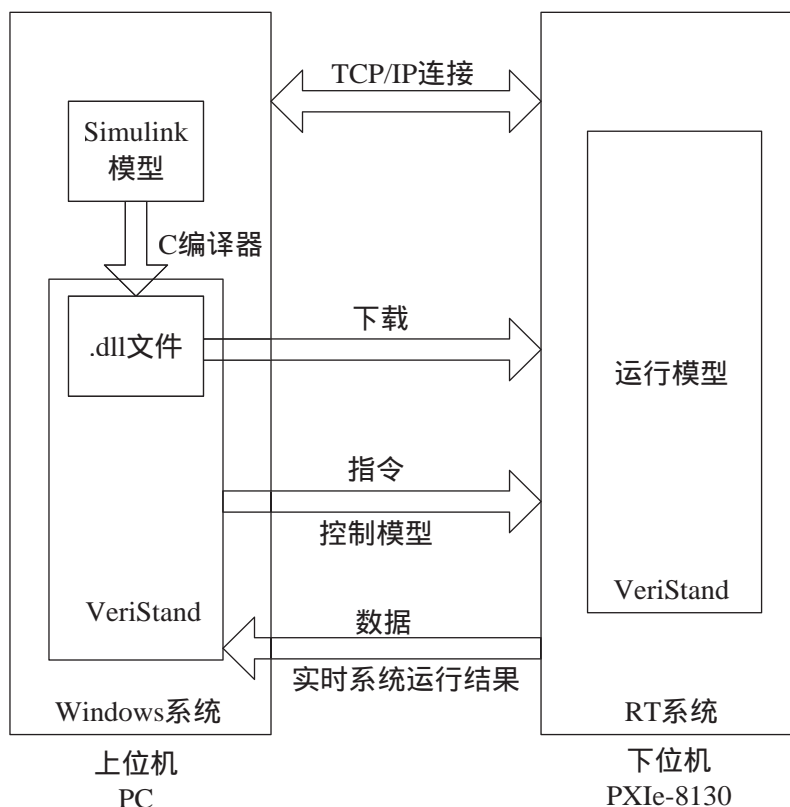


图 2 基于 NI/Veristand 的 RCP 测试平台原理图

2) 软硬件环境

硬件环境：

上位机：采用 PC，CPU Intel Pentium Dual T3200 2.00GHz，内存 2G

下位机：采用嵌入式控制器 PXIe-8130，其 CPU 双核 AMD Turion 64 X2 处理器 2.3GHz，内存 1G；机箱 PXIe-1062Q

上位机下位机之间采用 TCP/IP 进行连接

软件环境：

上位机：安装 LabVIEW2010，DAQmx9.2.3（硬件驱动），VeriStand(实时测试和仿真软件)

下位机：安装 LabVIEW2010，RT(Real-Time)系统，DAQmx9.2.3

3) 试验过程

- 上位机运行 Windows XP 系统，下位机运行 NI 提供的 RT 系统，二者通过 TCP/IP 连接；
- 在上位机，将 Matlab/Simulink 模型通过 VeriStand 提供的 C 语言编译器编译成动态链接文件 (.dll)；
- 将编译的动态链接文件载入 VeriStand，VeriStand 通过载入动态链接文件将模型载入；
- 配置 VeriStand 的项目管理(project)，包括设置下位机（包括 IP、运行频率设置等）、数据观测和记录等；
- 上位机通过 VeriStand 将控制模型下载到下位机；
- 上位机通过 VeriStand 发出指令，下位机运行模型，并观测、记录运行结果。

下图是我们配置的测试界面：



图 3 VeriStand 测试界面

4) 试验结果

试验使用的是 4 阶参考信号模型。

以下是试验结果：

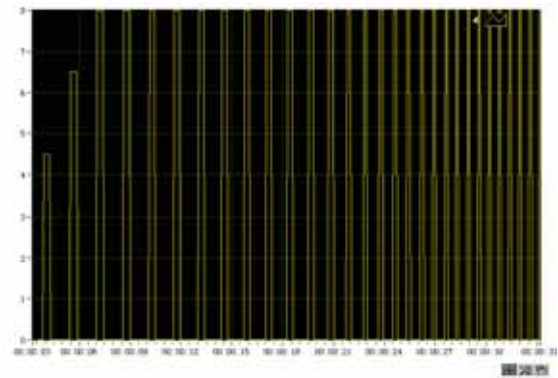


图 4 NI 平台下的参考信号

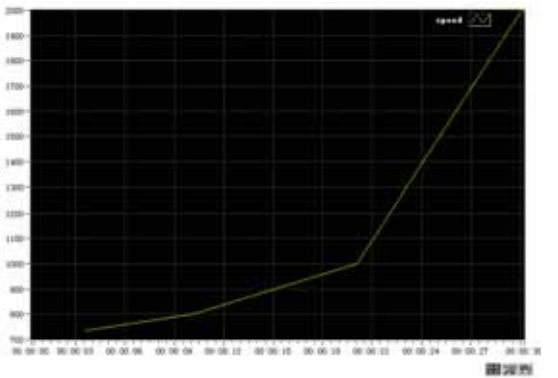


图 5 NI 平台下的转速



图 6 NI 平台下的跟踪误差

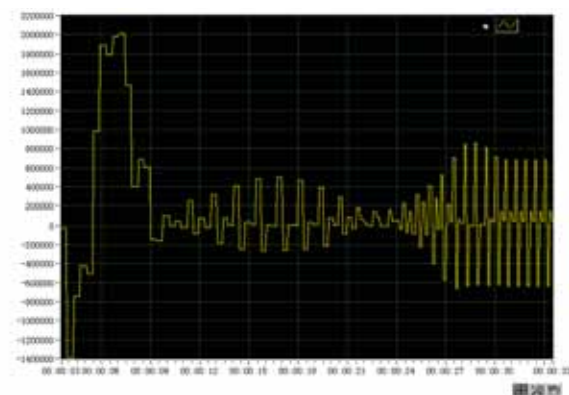


图 7 NI 平台下的控制输入

以上结果与 Matlab/Simulink 下的离线仿真结果十分吻合；误差趋于零，证明了算法的有效性。

总结：

在本设计中，我们通过使用 NI VeriStand 实时控制软件，实现了 RCP 系统测试平台的设计。避免的手工编程，降低了编程和调试的难度，大大缩短了实时控制系统的开发时间。

基于 USB 和 LabVIEW 的数据采集系统设计

作者：张毕健

指导教师：严东松

学校：暨南大学

介绍：

基于虚拟仪器技术，在研究目前数据采集产品软、硬件架构的基础之上，结合 MPS-010601 USB 多功能数据采集卡搭建一种基于 USB 和 LabVIEW 的面向实际信号的“室内温度采集监测系统”，实现了温度信号的采集、滤波、统计分析、显示、存储、读取、超限报警等功能，可以对两路温度信号进行严格的同步采集，并能对两路温度信号进行统计分析。经测试，系统具有良好的性能，而且凭借 MPS-010601 多功能数据采集卡发送数据的功能，可以对系统的软硬件进行扩展，实现控制功能，组建具有更加灵活功能的测试仪器平台，应用于多种信号的监测与控制，满足实际应用的需求。

使用的产品：

软件：LabVIEW 2010

应用方案：

1. 系统软件设计方案：LabVIEW 应用程序设计：LabVIEW 应用程序设计用 LabVIEW 自带的子 VI 与北京启创莫非电子科技有限公司 MPS-010601 USB 多功能数据采集卡中提供的四个驱动子 VI 和两个功能子 VI，通过 CLF 方式(调用动态链接库方式)实现数据的发生、采集、滤波、分析、显示、存储、读取以及上下限报警等基本功能，还可以实现两路信号的同时采集，并能对两路信号进行统计分析。在温度采集监视系统中完成硬件和软件的设计调试，构建一个面向实际信号的基于虚拟仪器的数据采集和信号处理的开放性平台。最终系统功能机构框图如图 1 系统功能结构框图所示。

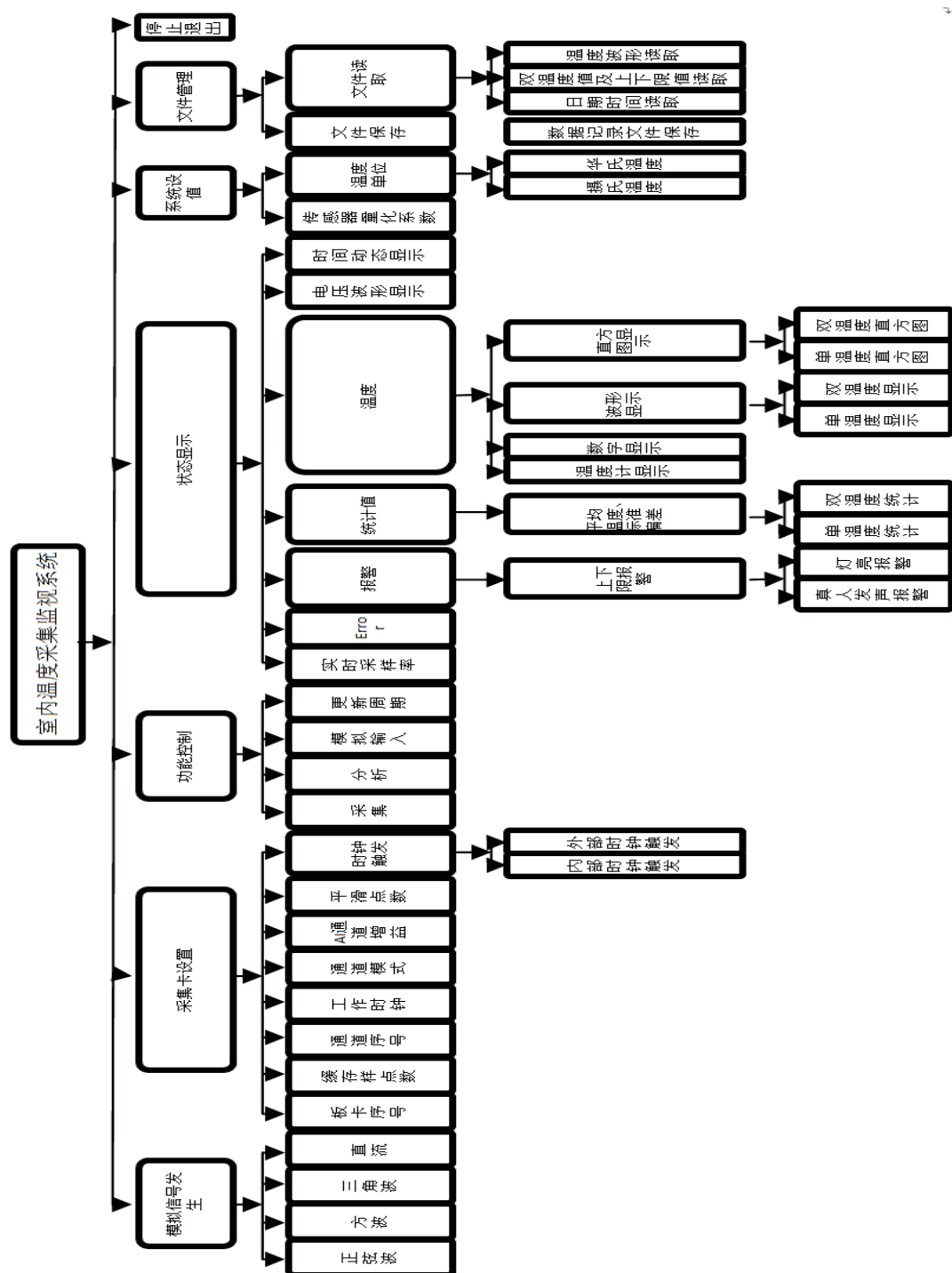


图1 系统功能结构框图

虚拟仪器前面板设计：利用 LabVIEW 软件内置的各类子模板图标创建用户界面。

2.系统应用程序设计方案：“室内温度采集监视系统”的 LabVIEW 应用程序以模块化的思想来设计的，主要包括设置结构模块、模拟输出结构模块、发送数据结构模块、系统常量及初始值设置模块、主循环运行速率控制模块、采集电压结构模块、分析结构模块、采集报警模块、数据记录文件存储与读取模块、摄氏温标转化模块、时间显示模块、通道模式及平滑滤波显示模块、出错结构模块以及退出结构模块等几个主要的功能模块。系统程序功能模块结构框图如图 2 系统程序功能模块结构框图所示。LabVIEW 程序设计的特点就是数据流驱动，从程序图就是程序运行流程框图，借助于 LabVIEW 的高亮执行可以动态的显示程序运行流程。

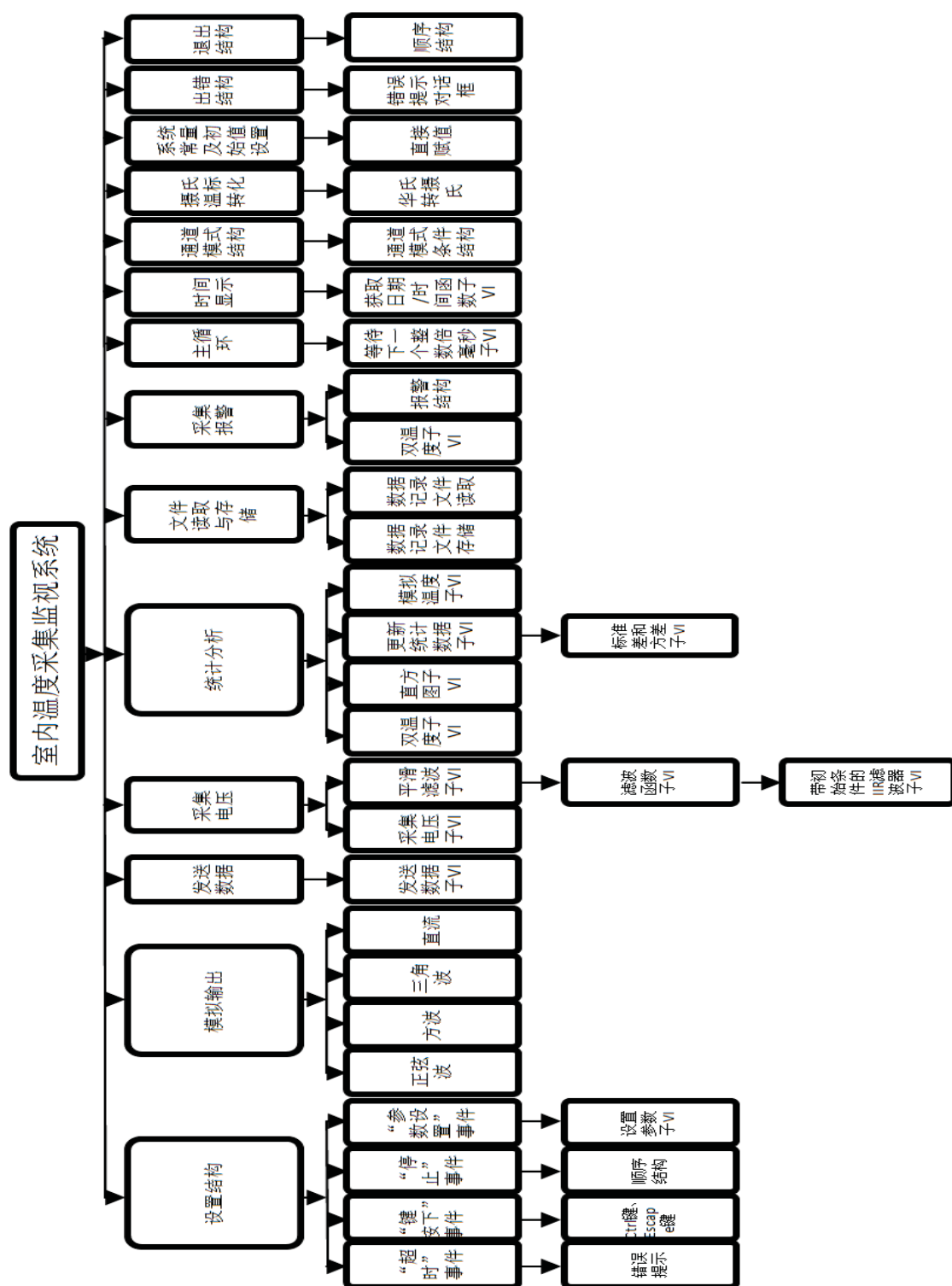


图 2 系统程序功能模块结构框图

3. 系统运行界面设计方案：LabVIEW 实验界面，即仪器前面板，是面对用户的界面设计，通过界面可以对系统进行操作，要求实验界面友好而且便于操作。LabVIEW 含有丰富的控件，主要包括输入和输出两类控件。其中输入控件有数值、旋钮、文本等输入控件，输出控件要有数值、文本、图形输出控件。系统功能在程序框图中实现，仪器前面板中的相关控件也随之产生了，调整这些控件外观和摆放位置实现对仪器前面板的设计，可以用 LabVIEW 中的修饰控件对仪器界面进行修饰。在“室内温度采集监视系统”中仪器前面板中主要分为三大版块，从左到右各依次实现系统设置、状态控制以及状态显示的功能，“室内温度采集监视系统”界面如

图3系统界面图所示。

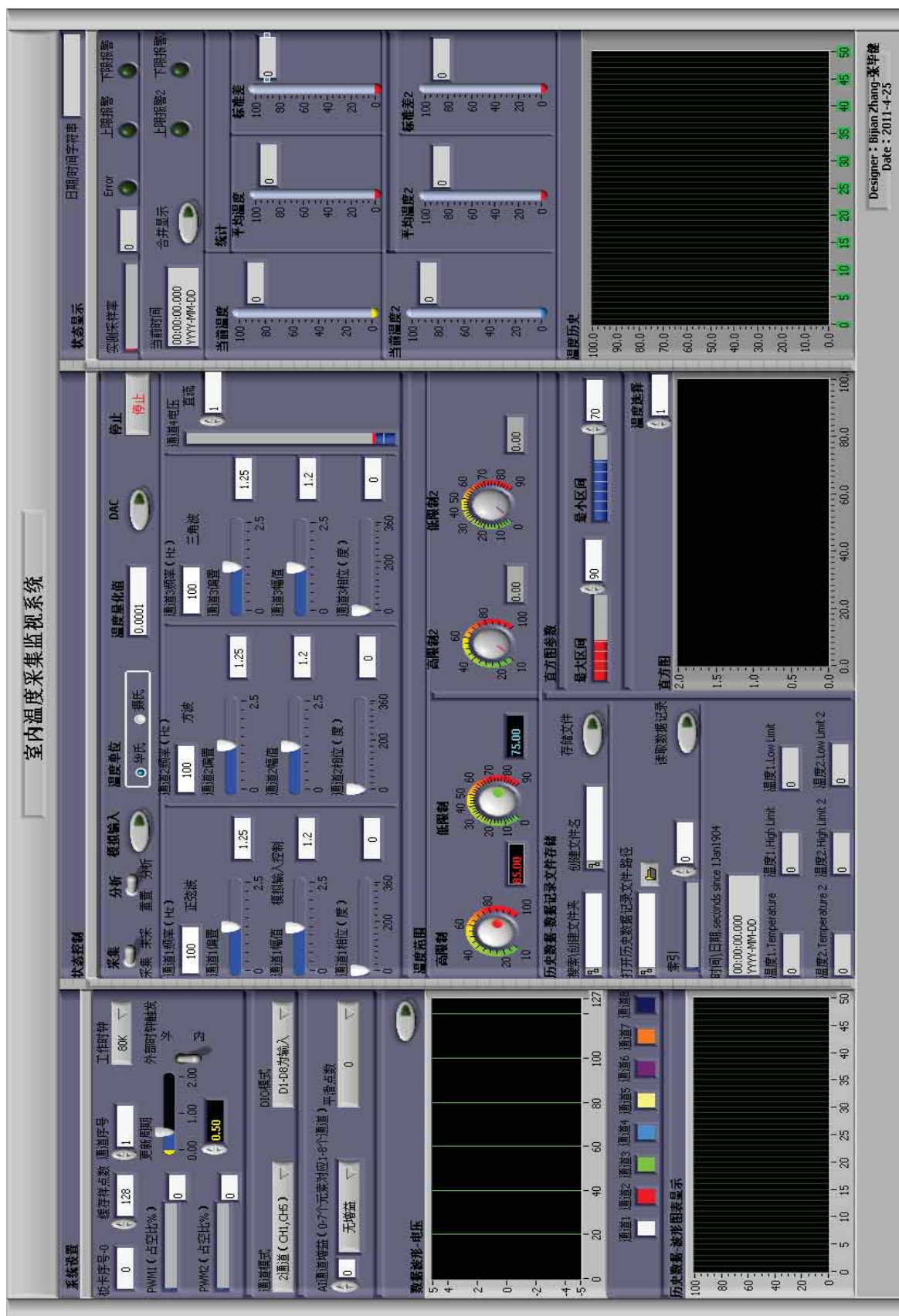


图 3 系统界面图

总结：

本数据采集系统是基于虚拟仪器的“室内温度采集监视系统”，MPS-010601USB 多功能数据采集卡将模拟温度传感器 LM35 采集到的电压信号通过 USB 接口将数据实时的传输至 PC 机，借助 LabVIEW 测控平台内置的强大功能模块以及 MPS-010601 多功能数据采集卡提供的驱动子 VI 和功能子 VI 实现了对温度信号的发生、采集、滤波、统计分析、显示、存储、读取、上下限超限的多种报警方式等功能，还可以对两路温度信号进行严格的同步采集，并能对两路温度信号进行统计分析。

系统具有： 硬件结构简单：只需将传感器与采集卡连接，再把采集卡上的 USB 接口连接到一台通用的 PC 机就可以进行数据采集； 输入精度高：两路 12 位高性能 ADC，在双通道模式下，可以实现严格的同步采集； 支持即插即用：采用 USB 接口与上位机通信； 基于虚拟仪器的数据采集系统用 LabVIEW 软件进行软件编写：简化了软件编程的繁杂度，良好的人机交互界面使操作简单，显示方便，且有利于系统功能的升级和维护。 支持“数据记录文件”的读取和存储。经测试，系统具有良好的性能表现。

在实际应用中除了对被测信号进行监视报警之外，还希望能够对信号进行控制实现生产过程的自动化，本数据采集系统目前只能实现对被测信号的监视、统计分析及上下限报警的功能，不能对被测信号进行控制，但是凭借 MPS-010601 多功能数据采集卡发送数据的功能，完全可以对系统的软硬件进行扩展，实现控制功能，组建具有更加灵活功能的测试仪器平台，用于多种信号的监测与控制，满足实际应用的需求。

由于受到时间和本人学识水平的限制，本系统的设计存在一些缺陷，在论文中难免存在一些不妥之处，望各位专家批评指正。

基于 ZigBee 的公交优先调度车载系统设计

作者：徐建成

指导教室：蔡长青

学校：长春工程学院

介绍：

在城市交通日益紧张的今天,智能交通系统是目前解决城市交通的理想方案。基于 ZigBee 技术的公交优先目的就是利用先进的技术,采用无线通信的方式,在车载终端与站牌及监控中心之间通过无线通信实现准确无误的信息交互,用 LabVIEW 做调度系统,为公交优先调度提供有效技术支持。此方法用于公交优先调度可减少城市道路空间的占用,以更小的道路占用运送了更多的客流,有利于提高公交调度效率,提升公交服务质量。

使用的产品：

软件：LabVIEW 2010

应用方案：

在本系统设计中,主要以功能模块化的结构形式来实现系统总体功能。模块化每个模块完成一个特定的子功能,所有的模块按某种方法组装起来,成为一个整体,完成整个系统所要求的功能。根据不同的功能,系统主要划分为 3 大功能模块:终端模块、路由模块、协调器模块,其中终端模块包括:客流采集模块、键盘模块、显示模块、语音模块、测速模块、测温模块(片内)、独立烟雾传感器模块、收发模块;路由模块包括收发模块和显示模块。在公交车上为了采集各种信息,包括车速、温度、载客量等信息所以车内安装了对应类型传感器,这些数据信息将统一交给车载终端进行处理,通过公交车终端与站台路由点、站台路由点与站台路由点、站台路由点和最后信息汇总协调器组成网络,双向信息无线传送。车载终端采集到的信息通过路边路由上传到调度中心协调器,协调器通过串口将数据发送给上位机,上位机用 LabVIEW 的 VISA 串口采集串口数据,结合车载终端发送的数据帧定义将接收数据通过字符串截取分段截取,然后转转化为十六进制得到各个参数,然后对参数进行处理显示或者直接显示。车载终端通过连接多个外接设备,连接 LED 显示、键盘、客流量监测、自动语音报站、霍尔测速等使之协调统一完成系统要求的功能,路边站台路由点还安装有 LED 显示。下图图 1 是中系统框图。

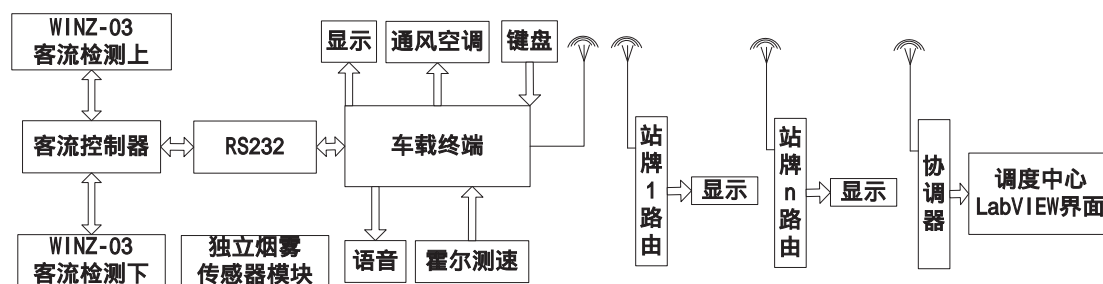


图 1 总系统框图

下图图 2 是上位机 LabVIEW 程序框图，主要分为串口数据传输、数据截取、处理显示三部分。



图 2 程序框图

下图图 3 是上位机调度中心画面，分为车辆位置在地图中显示，车辆行驶中公交路数、车辆编号、车上人数、上次总人数、车内温度、速度等信息。

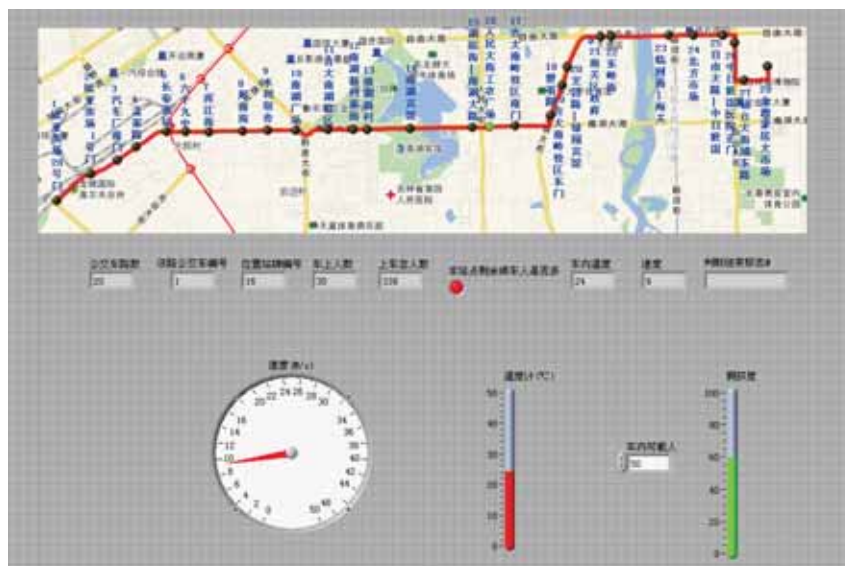


图 3 调度中心画面



图 4 调试画面

总结：

本设计车载终端完成了公交车大部分状态参数的采集，通过车载终端、路边路由和调度协调器完成信息的传输，在上位机用 LabVIEW 做数据采集界面，可实时观测到公交车的位置、速度、人数等信息，为公交优先调度提供有效技术支持。加入网页发布功能可实现在随时随地手机或电脑查询公交车信息，掐好时间出门，让乘客在家里就能体会到智能公交的便利，真正感受到“我的公交，我‘坐’主”。

基于无线传输的自航模试验波高测量

作者：刘仲先

指导教师：邓德衡

学校：上海交通大学

介绍：

自航模试验是研究船舶水动力性能的重要方法，上海交通大学为此开发了一套基于 cRIO 的自航模试验系统（FRT 系统）。该系统能够自动、有效控制船模的航行，并借助无线通讯技术采集、处理船模的测量数据。本课程采用 NI 公司的无线外盒(WLS-9163)等，构造一个通用测量平台，使之能与 FRT 系统同步，满足试验扩展测量任务的需要。该平台引入了无线分布系统，辅之频谱优化技巧，极大地提高了系统的工作范围、设备利用率和设备可容纳数。

使用的产品：

软件：LabVIEW 8.5、LabVIEW FPGA Module、PID Control Toolkit

硬件：NI WLS-9163、NI cRIO-9073、NI 9401、NI 9263、NI 9237、NI 9219、NI 9870

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，近期经过升级改造，实现了双轴的同时监测控制。整个自航模试验（FRT）系统结构如图 1 所示。

图 1 所示。

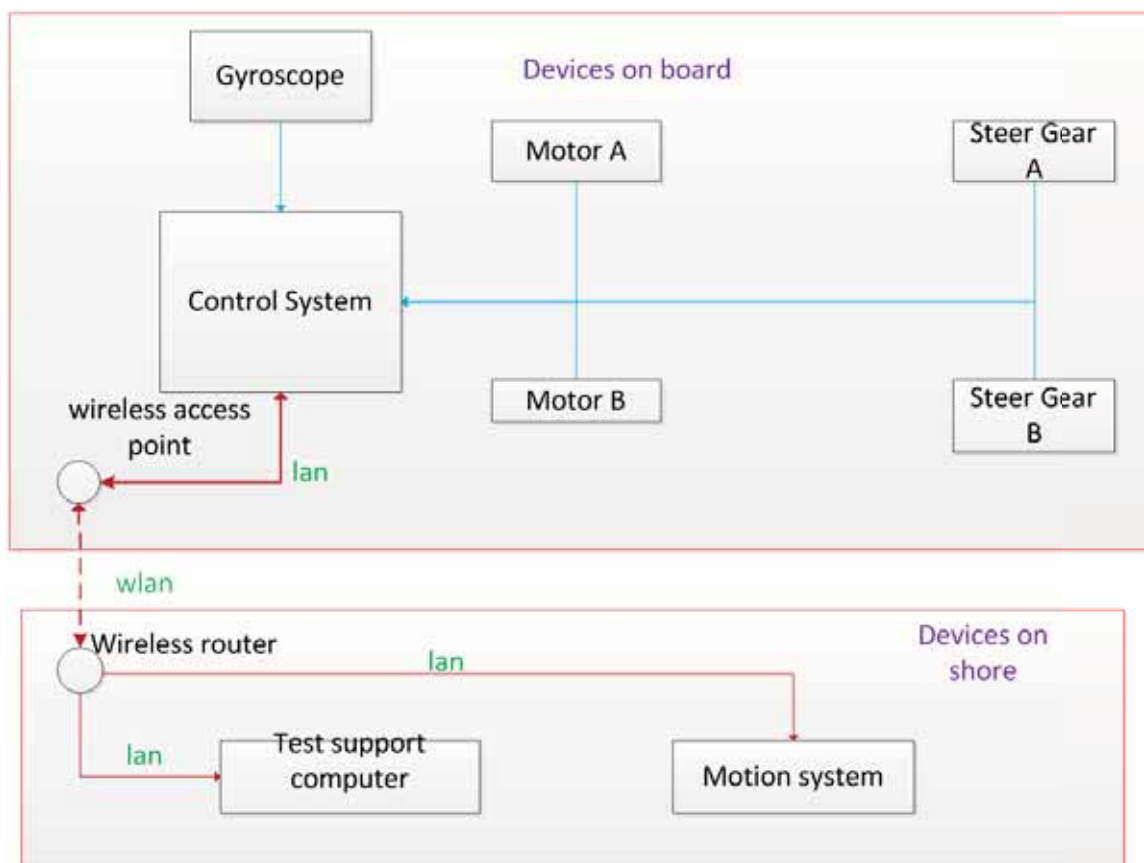


图 1 FRT 系统硬件结构

为了波高测量，增添硬件之后的系统结构如图 1 所示：

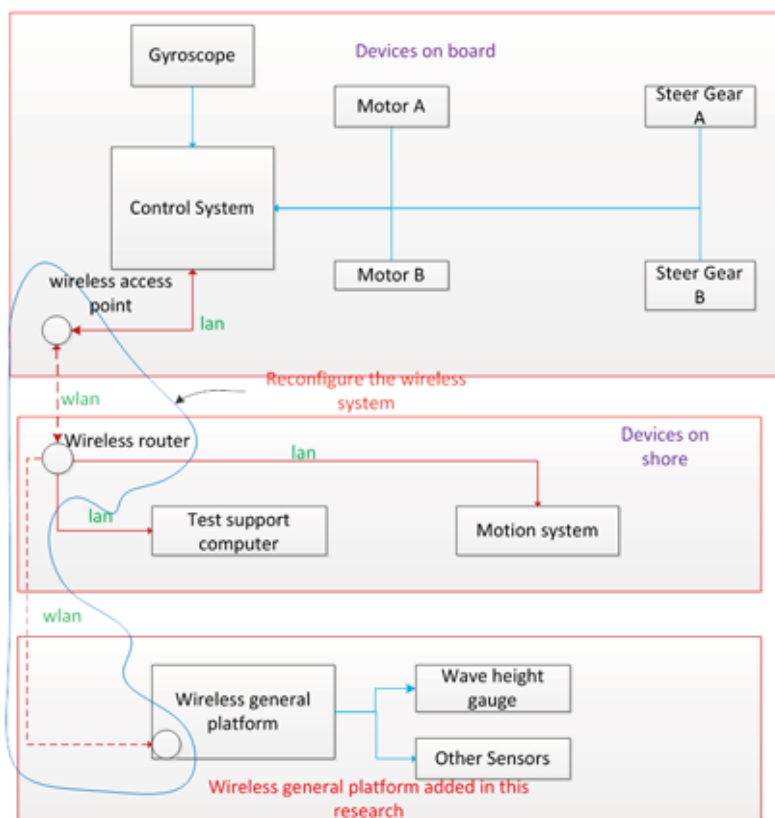


图 2 增添硬件后系统结构图

同时针对图 2 增添的硬件，基于 DAQ 技术，将 NI 9219 采集的数据通过 WLS-9163 无线外盒，传输至原有的岸上数据处理系统，实现与原有实验数据的同步采集、处理。

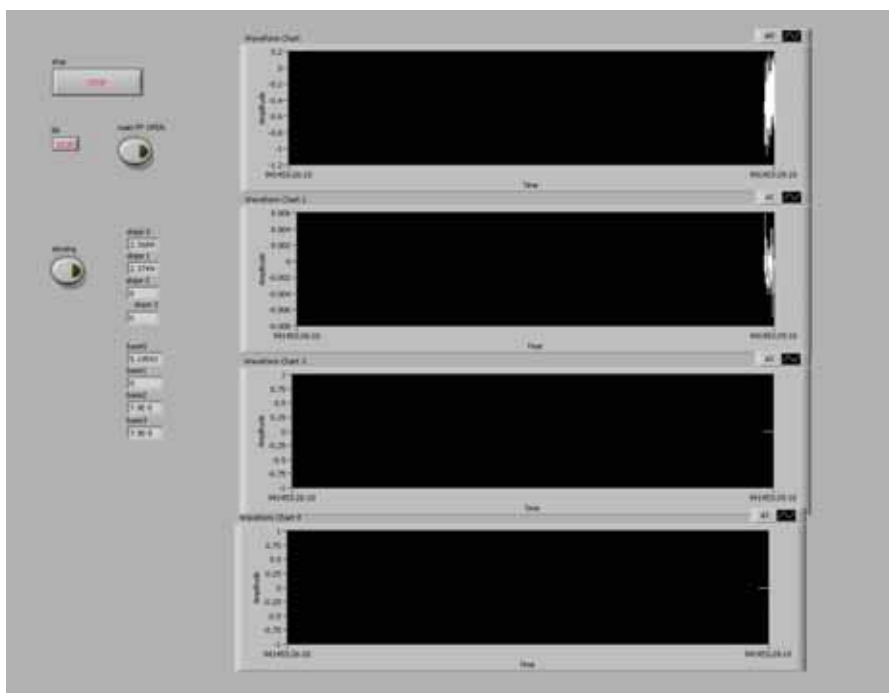


图 3 浪高测量平台的前面板

图 3 是为新编写的支持程序的前面板。它可以同步监测 NI 9219 采集的 4 通道数据，而且可以根据需要，随时单独启动或停止浪高的测量，并且提供了快速切换到 FRT 系统测量主界面的途径。

实际运行时，新增添的硬件及新编写的程序匹配，且与 FRT 系统同步兼容。图 4 为新增添硬件在船模上的布置情况。图 5 为实际运用时程序的实时截图。图 6 为理论与实际数值的对比，显示了高度的同步性。



图 4 船模运行图

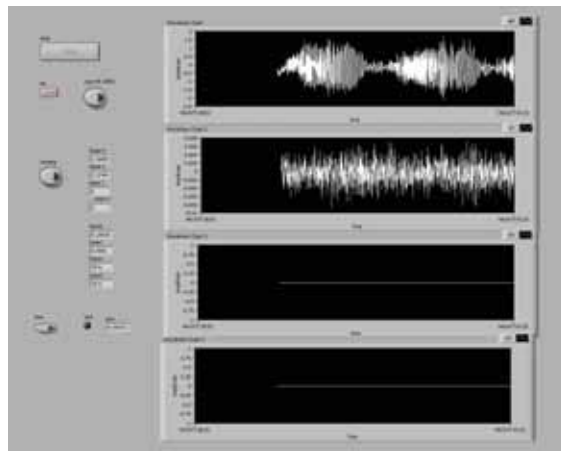


图 5 验证试验时的程序运行图

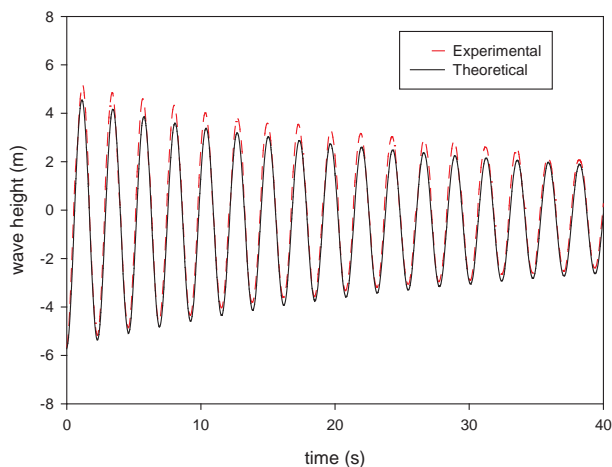


图 6 试验数据处理结果

总结：

本文的工作是基于上海交通大学船舶数字化研究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。

硬件方面引进了 NI 9219 和 WLS-9163 的组合，使得试验数据能够独立地，不依赖于原有 FRT 系统，传输至岸上的支持电脑。另外针对原系统中的无线网络的运行情况，更替了部分网络硬件，使得数据传输在将来一段时间内不会成为系统的瓶颈，为系统的进一步性能提升留下空间。

软件方面则编写出一个通用测量平台程序，除了可以实现浪高的同步测量以外，可以配合其它传感器，方便快捷地达成任意物理量的测量及传输任务。

基于虚拟仪器的大工件尺寸测试系统开发

作者：朱靳

指导教师：孙冬梅

学校：南京工业大学

介绍：

本设计基于视觉测量的自动测试系统，采用虚拟仪器开发主控模块，辅以遥控测量模块和支撑摄像机的视觉采集模块，构成高精度的大工件尺寸测试系统。系统采用 NI6341 数据采集卡及电子尺、编码器构成数据采集硬件，以提高被测物体精度为目的，通过设计完善的测量软件，实现对物体尺寸的高精度测量，并对测量数据作出分析处理。

使用的产品：

软件：LabVIEW 2010

硬件：NI 6341

应用方案：

大工件由于其形状的特殊，导致尺寸测量精度和准确度很难满足要求。本系统硬件由传感器、数采卡、PC 机三大部分组成。具体元器件选择方案如下：

a. 电子尺选型

为了测量出被测物体前头伸缩量的变化大小，我们选用 KTR-B 自恢复（尖头回弹）式位移传感器。此传感器大小适中，便于携带，而被测物体是一个前头可以伸缩的轻巧物体，此种传感器容易和被测物体之间进行安装。同时，此种传感器的输出电信号是 0-100% 给定输入工作电压（随位移变化而变化），例如输入电压是 5 伏，长度变化的输出模拟电压变化范围是 0—5V，因此使用起来比较方便。具体特性如下：有效行程为 100mm；独立线性精度为 0.1%；最大容许电压 DC36V；解析度：无限分辨；最大工作速度 5m/s；使用温度范围：-40 ~ 125C°；

b. 编码器

被测物体在空间中旋转，旋转角度的测量采用旋转编码器。旋转编码器选用欧姆龙编码器 E6B2—C，此编码器具备使 Z 相对简单化的原点位置显示功能，附有逆接、负荷短路保护回路，改善了可靠性。

c. 数据采集卡

选用 NI PCIe6341 数据采集卡，对数据进行采集，把模拟信号转换成数字信号，再对数据进行相应分析，最后传输到 PC 机中。

NI PCIe6341 的特性如下：

- a. 16 路模拟输入, 500 kS/s, 16 位分辨率, $\pm 10\text{ V}$
- b. 2 路模拟输出, 900 kS/s, 16 位分辨率, $\pm 10\text{ V}$
- c. 24 条数字 I/O 线 (其中 8 条为 1 MHz 硬件定时线)
- d. 4 路 32 位计数器/定时器, 针对 PWM、编码器、频率、事件计数.....
- e. 高级定时和触发, 配有 NI-STC3 定时和同步技术
- f. 支持 Windows 7/Vista/XP/2000 操作系统
- d. 无线传输

设计中会做一个无线传输模块，通过串口和上位机通信，采用按键接收或者取消外部进入的信号。硬件组成如图 1 所示。

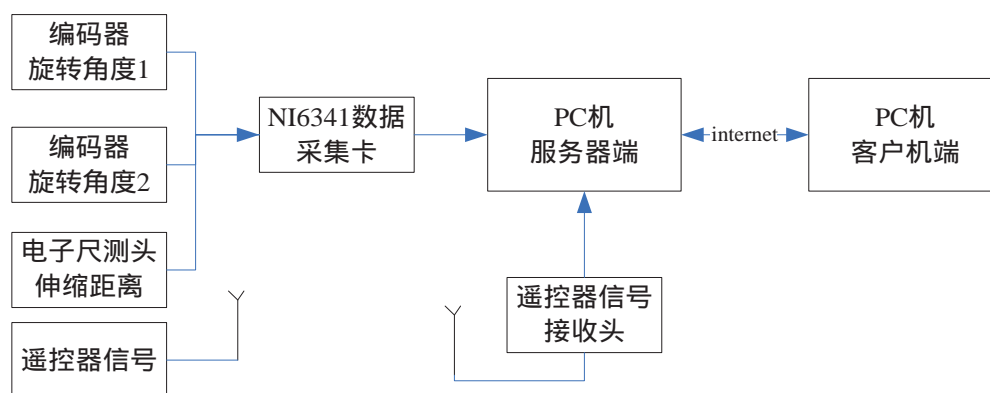


图 1 系统硬件结构示意图

电子尺安装在能够水平和垂直方向转动的支架上，电子尺转动的角度信号由两只高精度旋转编码器输出，电子尺测头的伸缩长度信号可由电子尺电缆输出。若以电子尺的旋转支点为坐标基准点 $(0, 0, 0)$ ，则测头在任意位置的三维坐标点可由角度 1、角度 2 和测头伸缩距离换算得到，如图 2 所示。

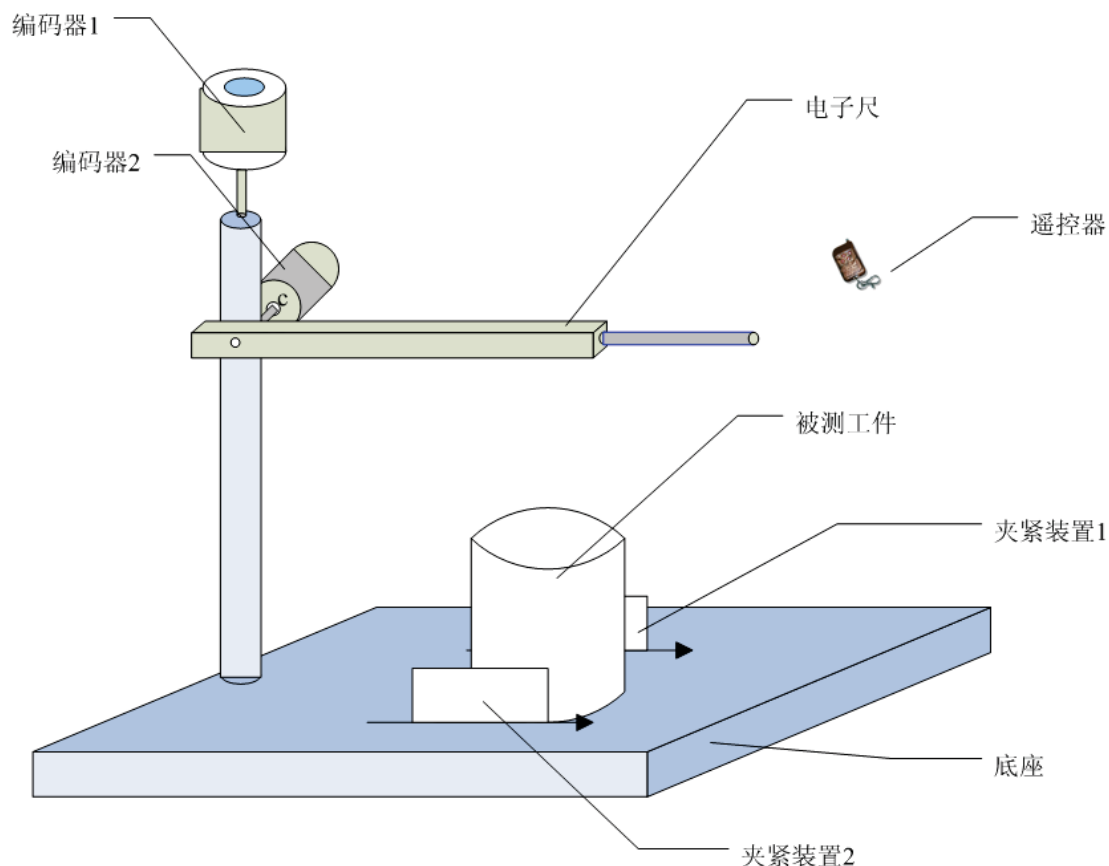


图 2 传感器安装示意图

系统的工作是通过遥控器发出控制号由单片机实现的接受装置将接收到的信号传到 PC 机服务器端，服务器根据控制信号从数据库中获得数据进行处理，将结果通过网络传送到客户端实现监控。无线接收硬件结构如图 3

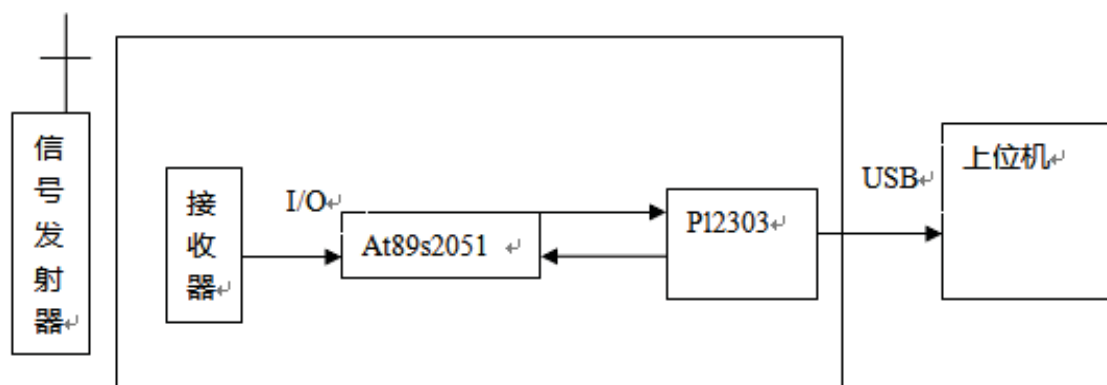


图 3 无线接收硬件结构图

系统软件组成：

软件结构如图 4 所示

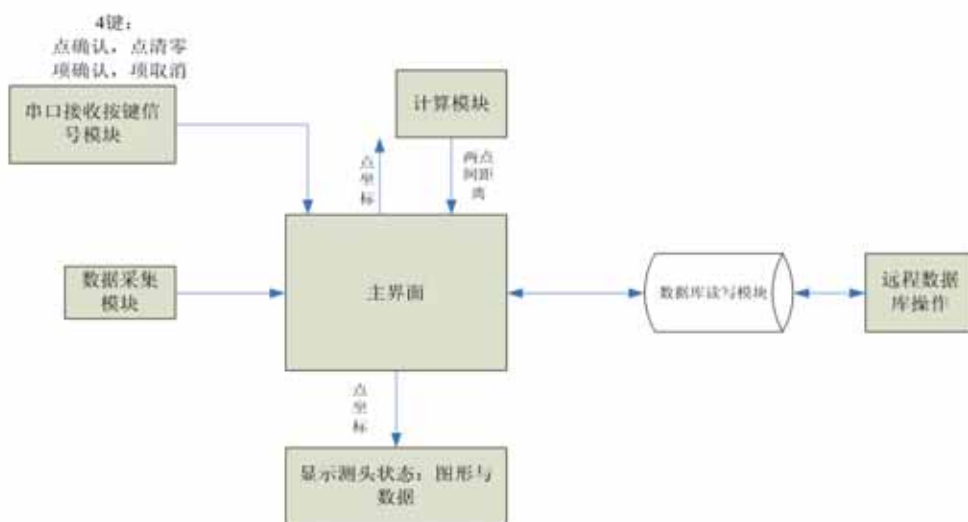


图 4 软件结构示意图

系统要实现的功能如下：

a. 系统分为用户登陆和管理者登陆，对于用户，只能操作，不能更改；对于管理者，可以对操作系统进行设置，包括对测试项目的编辑、新建，测试，以及查询管理原始数据等。

b. 串口接收按键信号

设计中会用四个按键来进行相应操作，对信号进行确认清零取消等操作。

c. 计算模块和显示测头状态

设计中，会在 Labview 中制作一个图形界面。通过被测物体 2 个点坐标可以得出两点间距离。同时根据点坐标，（2 个角度和 1 个长度）作出一个三维立体图象，用于演示实际被测物体的运动状态。

d. 数据库的远程管理

把被测物体运动状态的位置信息在数据库中反应出来，并对数据进行分析处理，生成相应测试报告，根据每次的测试报告得出一定结论。



图 5 系统登录前面板

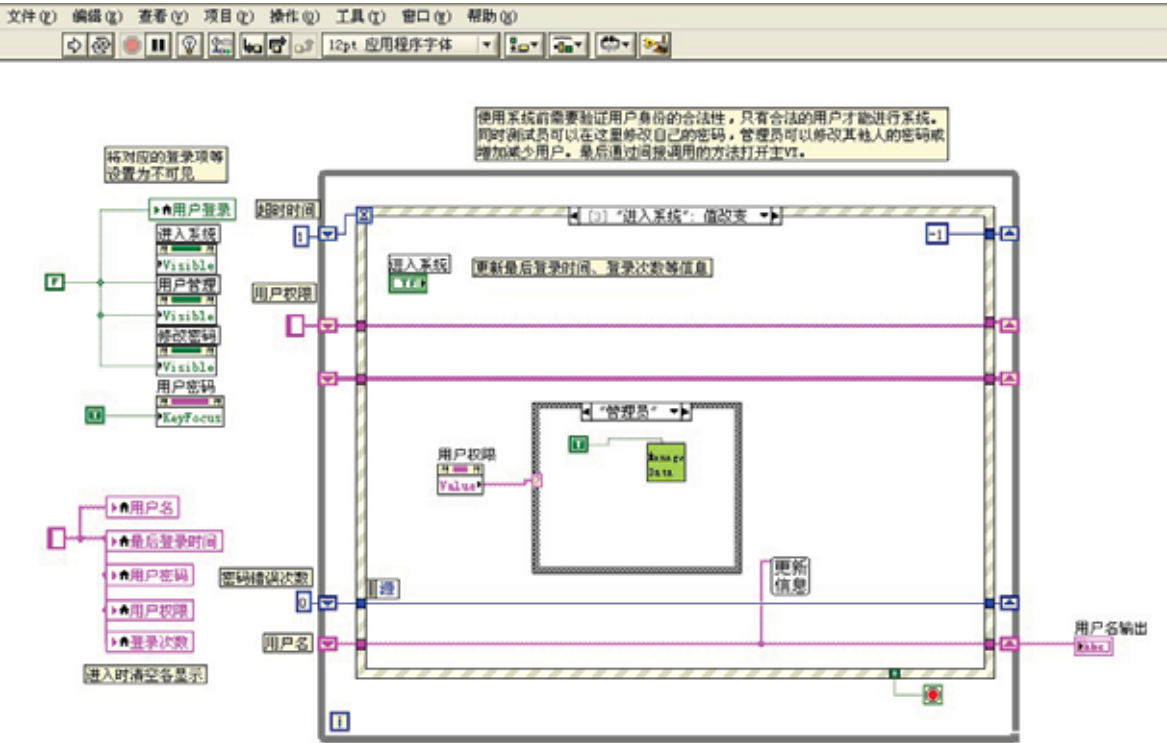


图 6 系统登录框图



图 7 测试系统前面板

关键技术

1. 专用标定系统
 2. 测量灵活，根据要求定制测量方案
 3. 可根据测量要求更换硬件，从而相应改变测量范围和精度
- 下图为设计方案的结构图：

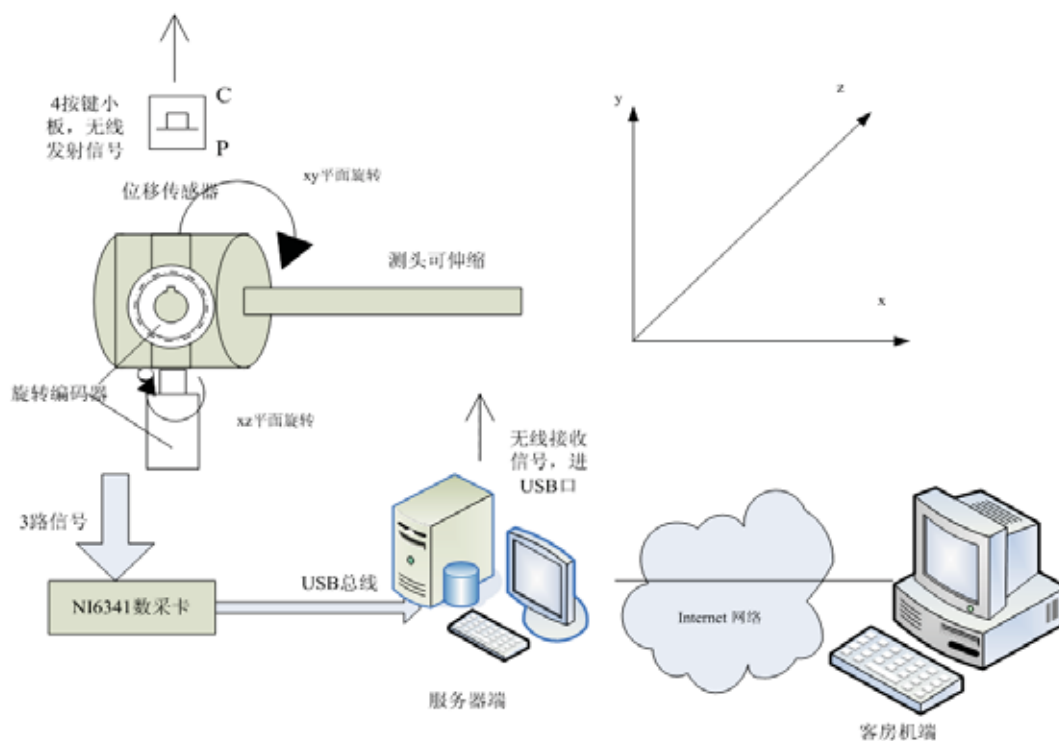


图8 设计方案结构图

总结

整套系统具有以下优点：

1. 测量范围大
2. 测量精度高
3. 测量自动化程度高
4. 系统柔性设计，可重构，快速适应性好。
5. 即可进行批量产品，也可进行单件产品测量，现场制定方案简单易行。
6. 经济性好，在一定测量范围内，可替代三坐标测量机，进行便携

基于虚拟仪器的心血管信号采集系统

作者：罗堪

指导教师：周奇

学校：重庆理工大学

介绍：

心血管疾病已经成为人类“第一大杀手”。心血管系统中的三个重要生理信号——心电、心音、脉搏之间有着紧密的联系，同时信号中也蕴含着大量生理和病理信息。如何准确的同时采集到这三个相关的信号并对采集到的数据进行高效的管理是本设计的挑战。我们采用了 NI 的 USB-6009 数据采集卡结合 LabVIEW 以其数据库连接工具包设计了心血管生理信息采集系统，最终系统实现了设计目标。基于虚拟仪器开发新型医疗设备简单高效。

使用的产品：

软件：LabVIEW 2010、LabVIEW Database Connectivity toolkit

硬件：NI USB-6009

应用方案：

为了能够同时准确的采集到 ECG、PCG、PW 信号，本论文设计了心血管生理参数采集系统，结构框图如图 1。

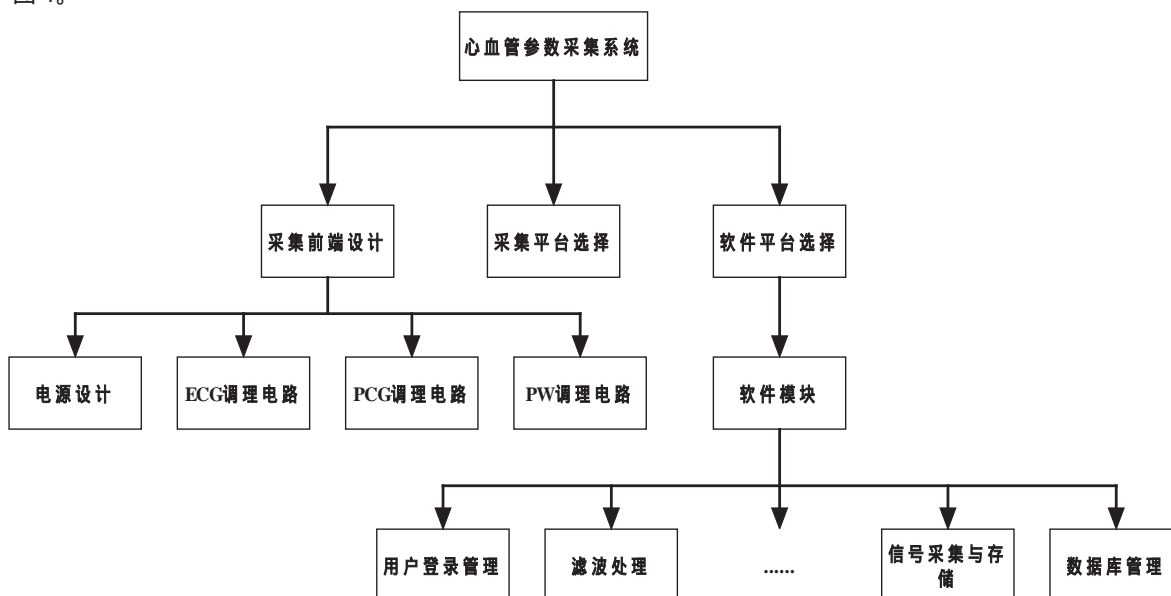


图 1 心血管生理参数采集系统结构框图

整个心血管参数采集系统由三部分构成：

第一部分为采集前端设计。主要解决信号采样前调理工作，包括了电源设计、ECG 调理电路设计、PCG 调理电路设计以及 PW 调理电路设计；

第二部分为采集平台选择。既要考虑前端调理后信号特点，又必须能够方便的开发出相应的上位机信号采集和管理软件，最终论文选择采用美国国家仪器公司的 USB-6009 采集卡和 LabVIEW 搭建采集平台；

第三部分为软件平台设计。软件包含的功能模块有用户登录管理模块、信号的实时滤波处理模块、信号采集与存储模块，最后是数据库管理模块。

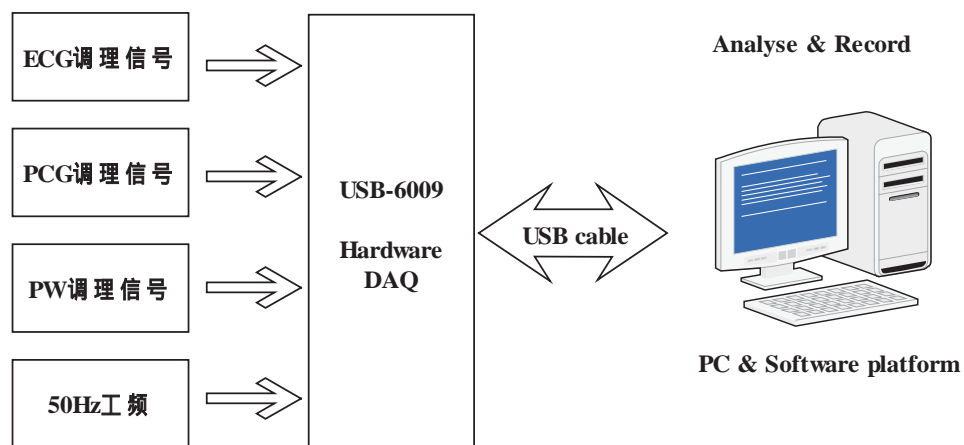


图 2 硬件采集平台结构

整个硬件平台结构如图 2 所示，USB-6009 选择差分工作模式，前端调理的 3 路心血管生理信号以及 50Hz 的工频信号分别接入 USB-6009 的 0~3 模拟通道。采样率设置为 5KHz/ch，采集卡通过 USB2.0 电缆连接 PC。

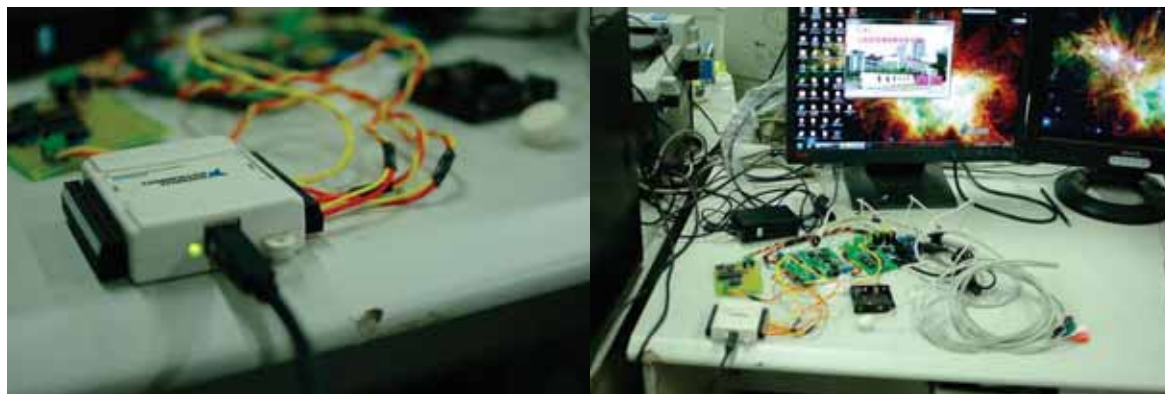


图 3 硬件采集平台实物



图 4 用户登录界面



图 5 数据库管理界面



图 6 心血管生理信号回放

设计完成的心血管参数采集系统主要包含了以下几个模块：(1) 利用 DAQ 助手配置 USB-6009：分别对电压输入范围、采样率、缓冲区待读取采样长度等参数进行设置；(2) 用户登录管理；(3) 建立 Access 数据库：LabVIEW 只能操作而不能创建数据库，所以必须借助第三方数据库管理系统，使用 Microsoft 公司 office 办公软件中的 Access 2010 建立 mdb 数据库，通过 Active 数据对象 ADO (ActiveX Data Objects) 使用通用数据连接 UDL (Universal Data Link) 提供的 API 来获得数据库信息以实现数据库连接；(4) 数据库查询与管理：LabVIEW 数据库链接工具包 (Database Connectivity toolkit) 提供了在应用层面上数据库操作 VI，工具包提供的操作 VI 完全遵循 SQL 语法，能够实现数据的保存、修改、删除和查询等功能；(5) 测试对象信息采集：包括了采集受测对象性别、年龄、身高、体重、胸宽、臂长、血压等信息；(6) 心血管生理信号滤波处理和信号采集；(7) 心血管生理信号回放与分析。

存储于数据库中的数据可通过标准的数据库操作 API 进行读取，极大的方便开展后续的信号处理算法，信号特征提取以及进行心血管状态识别等方面的研究。

总结：

采用 NI 公司的 USB-6009 数据采集卡结合 LabVIEW 构建虚拟仪器进行医学信号采集是可行、便捷、高效的。利用虚拟仪器开发新型医疗设备将会成为今后一种趋势。

基于虚拟仪器技术的轮胎成型机监控系统研究

作者：赵晶

指导教师：杨世凤

学校：天津科技大学

介绍：

轮胎是在复杂条件作用下产生的构件，它是构成各种机动车辆的重要部件之一，而轮胎成型是轮胎制造工艺中的重要步骤，是关系轮胎质量好坏的关键环节，所以轮胎成型机是轮胎生产系统中的重要设备。面对轮胎市场日益激烈的竞争，大力提高轮胎成型机的生产效率、自动化程度对于轮胎生产企业来说至关重要。因此，开发科学高效的轮胎成型机远程监控系统，将有效保证生产，促进企业经济发展，提高行业技术水平。

本文在计算机网络的基础上针对传统监控技术的不足，基于 LabVIEW 开发平台在通信，数据处理以及通用性上的优势，构建了成型机的在线监控系统，将具有网络化功能的 DataSocket 技术与 OPC 技术相结合实现了成型机的远程状态监控和数据分析处理的功能，增强了监控系统的通用性，降低了生产的成本，是对监控技术的一次新尝试。

使用的产品：

软件：LabVIEW 2009、KepServerEx5、GX-Developer

应用方案：

本监控系统由成型机，PLC，工控机三大部分组成，其中上位计算机控制是系统的核心部分，它担负着工艺参数下载、工况显示、用户管理等任务。另外，它还要有在线修改工艺参数和诊断机械故障的功能。

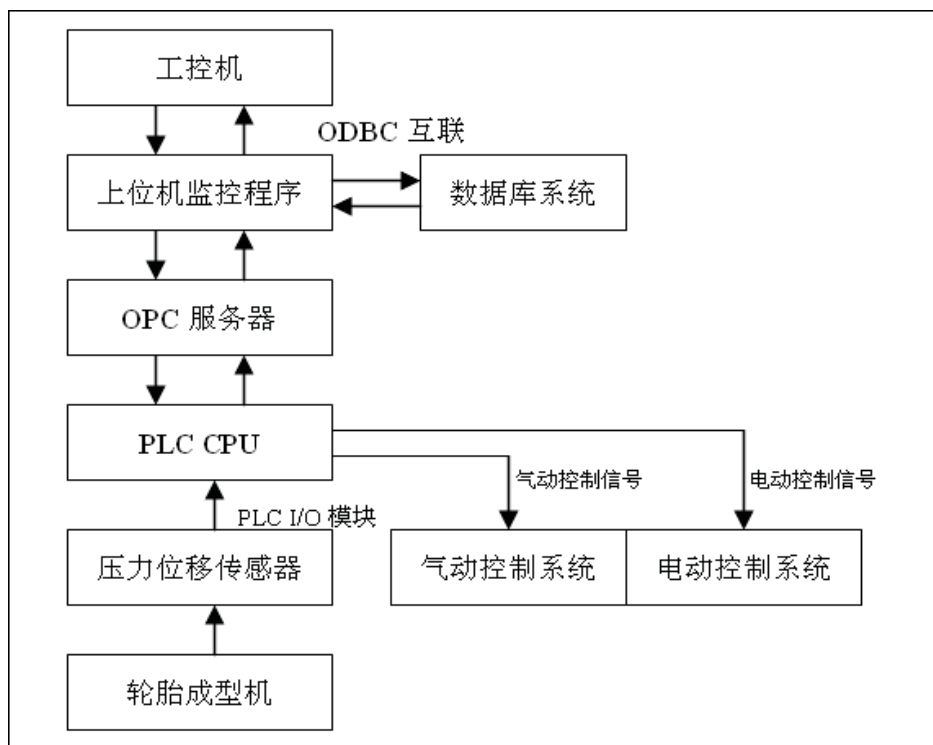


图 1 系统结构图

(1) 硬件设计

硬件系统以 PLC 为控制核心，通过伺服系统、电机、气动元件等执行机构及各种现场开关等信号反馈元件相互配合来完成相应的功能控制。PLC 控制系统采用 Mitsubishi 公司的 Q02HCPU 和 Q172HCPU，通过 CC-LINK 总线实现外部扩展模块与 CPU 之间的通信。Q02HCPU 对逻辑运算进行处理，Q172HCPU 对机械运动进行控制，这种双 CPU 的设计可以有效地减少各个控制单元之间的干扰，提高系统运行的效率，保证设备运转的精度，满足现场实时控制和数据处理的要求。

(2) 软件设计

上位机采用 NI 公司的 LabVIEW 作为开发软件。LabVIEW 系统面向应用，可和网络、外设方便连接，开放性、灵活性强，有利于数据的处理、共享且可重用，减少开发费用及时间，降低了整个监控系统的成本。

在本监控系统中，上位机软件设计是关键环节，主要负责接受 PLC 发送来的数据，通过编程进行数据处理，对整个成型机生产过程进行显示和存储操作以及相关的数据分析。

本设计采用一种基于 LabVIEW 的 PC 与 PLC 实时通讯的思路，在客户端处理服务器传入的数据，利用 DataSocket 函数库提供的 API 函数模块，通过编程成功地实现了控制系统的实时通讯。

DataSocket 函数库包含 Open、Close、Read、Write 和 Select 等功能模块。DataSocket Read 和 DataSocket Write 函数读写数据之前，必须用 DataSocket Open 函数打开 URL 指定的与 OPC 服务器中的项相对应的连接，其中 URL 的格式 `opc://localhost/servername/itemID`，其中 `opc` 指 DataSocket 传输协议，中间两段分别指宿主主机 IP 地址或标识和服务器的名字，最后一段是数据项，这一项名要与 OPC 服务器中对应项标签名一致。

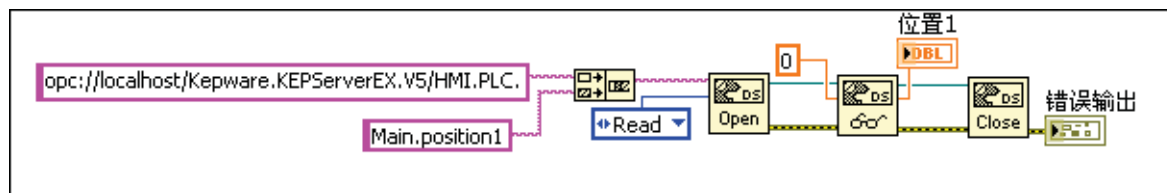


图 2 数据通信程序图

本系统利用 OPC 开放性的优势，通过 DataSocket 技术实现画面前面板控件与 OPC 标签的绑定。采用这种方法的优势在于：数据传输速率快、准确而且连接到 PLC 上的监控程序不会因为 PLC 的型号或者品牌的更换而要重新编写通讯程序，当 PLC 设备更换时只需要对 OPC 服务器进行简单的设置就可以重新连接，从而克服了传统监控技术在通用性上的不足，突出了基于 LabVIEW 的监控系统在开放性、可扩展性上的一大优势，可以有效地降低系统开发成本。

(3) 设计实现

LabVIEW 的主要特点是引入了数据流的概念，程序执行过程中数据的流向、程序执行的顺序和方向都是可以预见的，且 LabVIEW 的多线程技术能充分利用处理器的处理能力，为提高程序性能带来了巨大的优势，而且使用起来方便简单，摒弃了文本语言为多线程带来的琐碎而繁重的工作。

本程序设计中采用具有极大灵活性和可扩展性的基于事件结构触发的状态机编程思想，将程序看作是有许多种状态单元组成，这些状态相互连接，状态之间的转换是通过某些事件发生或状态结束来触发的。在状态机中，每一个状态都可能导致一个或多个状态的发生，其下一状态是由用户的输入信息和当前状态所决定的。按照这种设计思想将系统的功能划分为一系列的状态，各状态间彼此独立，减少了系统之间的依赖性，提高了程序的可靠性和灵活性。

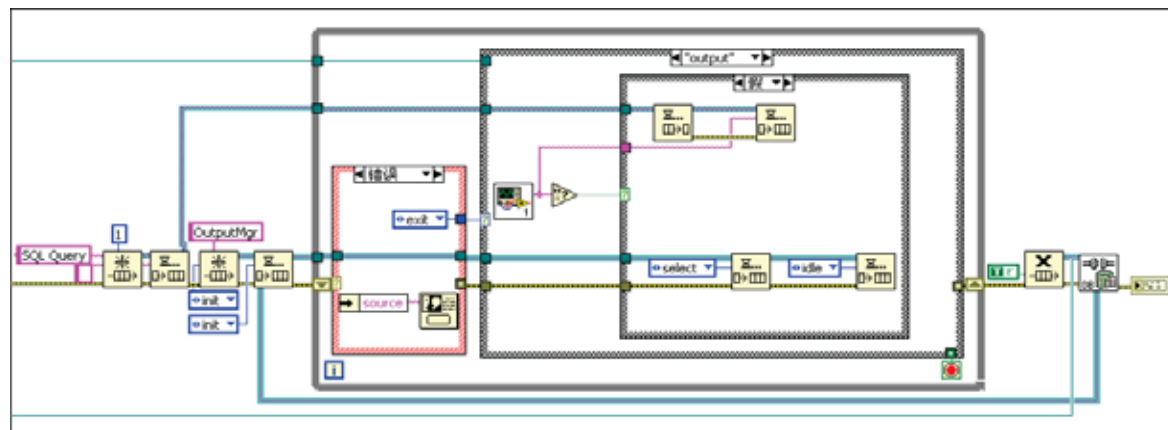


图 3 状态机设计程序图



图 4 成型机工作现场图

总结：

本设计在常规监控系统的基础上，面向不断发展的工程实际需要推陈出新，提出了基于 LabVIEW 开发平台通过采用 DataSocket 技术读取 OPC 服务器的设计新思想，增强了系统的可扩展性和通用性，使得一套监控系统可以适用于不同厂家的设备，为生产厂商降低了经济成本，提高了企业的生产效率。另一方面，基于虚拟仪器的设计思想也是对大型设备监控系统研究的一次革新，对发展机械设备监控技术具有重要的意义。

基于虚拟仪器技术的谱激电相关辨识系统设计与实现

作者：邢玉川

指导教师：李梅

学校：中国地质大学（北京）

介绍：

激电法是电法勘探的一个重要分支，是寻找金属矿床的最常用的物探方法。在矿山，噪声问题一直是严重困扰电法勘探的问题。谱激电法（复电阻率法）由于能有效地解决电磁耦合的问题，并得到多个地电参数，本来是一种很有前途的方法，但是由于工效低，所以一直没能得到足够的推广和应用。基于伪随机序列的相关辨识法由于具有很强的抗随机噪声的能力，所以在很多领域得到了广泛的应用。

把相关辨识法应用于电法勘探，采用常规的谱激电法的装置，将伪随机序列作为信号源，对接收的时间序列用输入信号进行相关处理，一次测量就可以得到一条复电阻率谱线，然后反演得到相关的地电参数。该方法不仅可以有效解决噪声问题，而且成本低、效率高，是一种新的时间域谱激电法。

本课题研究的主要内容是使用虚拟仪器技术，在 NI Single Board RIO 9631 嵌入式平台上完成了电法发送机信号产生模块与接收机模块的设计与实现。在此基础上嵌入了相关辨识模块，构建了新型时间域谱激电相关辨识实物系统，并进行了 RC 电路的复阻抗实验，完成了对该相关辨识系统性能的验证。

使用的产品：

软件：LabVIEW 8.6、LabVIEW Real-Time Module、LabVIEW FPGA Module

硬件：NI sbrio-9631

应用方案：

基于相关辨识技术的谱激电法勘探，既具有时间域激电法的高效率和低成本，同时又具有谱激电信息丰富的特点，而且操作简单、反演方法简便，同时相关辨识技术带来的最大优势是可以压制随机噪声的影响，解决长期困扰电法勘探中的噪声问题。

基于相关辨识的谱激电法是一种主动源电法勘探。首先发送机部分需要增加能发送 m 序列的发送模块，接收机部分则需要增加相关处理模块，如图 1 所示，构成一个观测系统，对地下介质进行相关辨识。

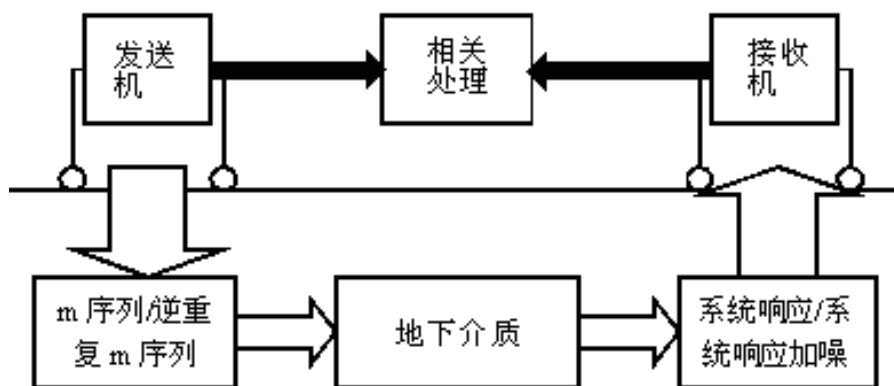


图 1 观察系统

从图 1 中我们可以看出整个观测系统主要由三部分组成：发送机、接收机、相关处理。系统工作流程大致为：发送机发送 m 序列或者逆重复 m 序列，将信号通过电极输入地下介质，接收可以采用多极距测量，以偶极距为点距，沿测线作剖面观测，观测径向电场，得到多条复电阻率曲线。

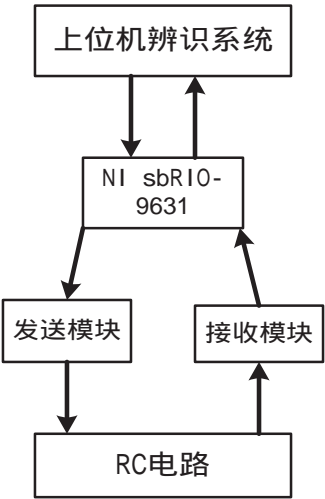


图 2 相关辨识系统

图 2 所示为本设计的系统架构。发送机模块可以产生方波、双极性波、伪随机多频与 m 序列，接收机可以接受相应的波形信号。本设计主要应用其中的 m 序列的发送与接收，上位机使用 LabVIEW 完成了谱激电法的相关辨识模块，使用本系统完成了 RC 电路的复电阻率相关辨识验证。

经过一系列的软件仿真后，完成了 RC 实际电路上的实验。图 3 为本相关辨识系统的前面板，该系统前面板可以进行 m 序列种类、m 序列幅值、时域采样间隔、时域采样点数、噪声类型等参数的设定，可以进行时间域相关辨识与频率域的双边幅度谱分析和双边相位谱分析。图 4 为对 RC 电路进行相关辨识得到的双边相位谱辨识结果。

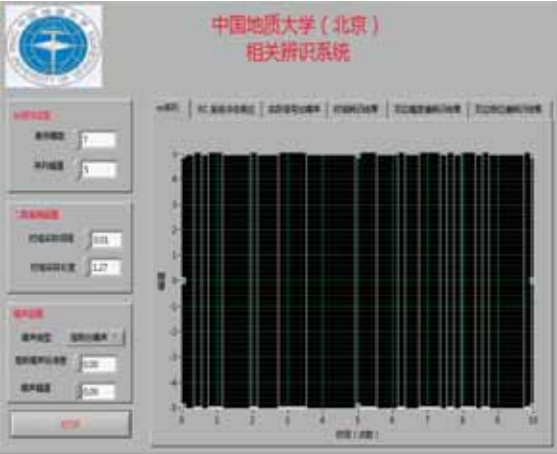


图 3 相关辨识系统前面板

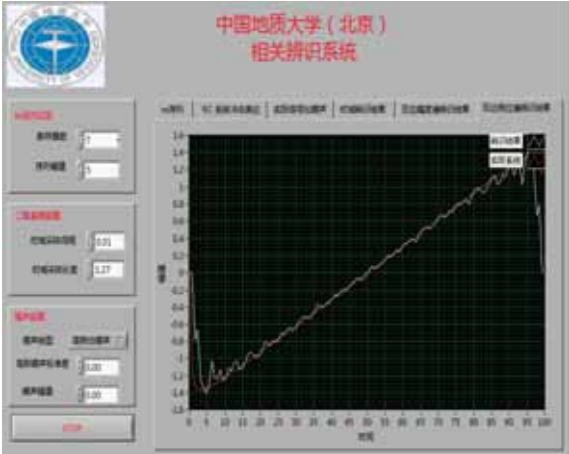


图 4 RC 电路辨识结果

总结：

本设计通过使用 NI 公司提供的 LabVIEW 虚拟仪器软件和 NI Single Board RIO 嵌入式开发平台，实现了电法收发机模块的设计，并嵌入谱激电相关辨识模块，构建了基于虚拟仪器技术的相关辨识系统，进行了 RC 电路复阻抗实验测试，完成了对该相关辨识系统的验证。

基于虚拟仪器技术的自动配料控制系统

作者：李宏

指导教师：陈琦

学校：天津商业大学

介绍：

自动配料系统是一个将各种不同类型的物料（比如固体或液体）按照一定比例混合在一起，进行输送、配比、加热、混合以及成品包装等全生产过程的自动化生产线，是精细化工厂生产工艺过程中一道非常重要的工序，广泛应用于冶金、化工、塑料、建材、食品、饲料等各个行业。随着自动控制技术和信息技术的不断发展，新一代的自动配料控制系统也必将朝着信息化和智能化的方向发展。

论文主要研究了一种基于虚拟仪器技术（LabVIEW）的自动配料控制系统。使用 LabVIEW 研发的自动配料系统，具有人机界面友好、通用性强、自动化程度高、工作可靠性高等特点。系统实现的功能：能实时动态显示工作状况和各种物料参数；具有配比预存，可随时进行输入、修改或删除某种配比；具备粗称和精称功能；具有操作员权限管理功能。

使用的产品：

软件：LabVIEW 8.6

硬件：NI USB-6008

应用方案：

论文所研究的配料过程，是对八种不同物料按照相应的比例，分时依次进行配料。系统运行时，首先由操作人员从 PC 机中打开配料开关，LabVIEW 根据配方和总重计算出每一种配料应配质量。称重秤实时测量配料重量，并将称重数据通过 RS232 串口发送给 PC 机上的 LabVIEW 程序。LabVIEW 程序根据称重秤的测量结果，计算出相应时刻的阀门开度，并将其通过数据采集卡将数据发送给执行机构，控制相应阀门的开度，自动配料控制系统如图 1。

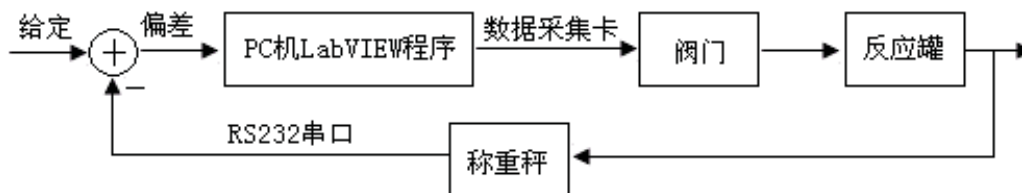


图 1 自动配料控制系统

本系统软件设计主要有三个界面组成：登录界面（如图 2）、配方输入界面和自动配料界面（如图 3）组成。

运行软件时，首先进行登录界面，用户进行登录操作，以对操作员进行辨识。用户名与密码匹配之后，弹出配方输入界面，用来输入配料的配方。正确输入配方之后，进入自动配料界面系统。其中，登录界面和自动配料界面的切换是通过程序控制选项卡控件切换实现，而配方输入界面是用弹出窗口的形式实现。选项卡控件的选项设置为不可见，用户不可手动设置，由软件赋值，控制界面切换。

系统程序框图最外层是一个层叠式顺序结构，共有两帧。第 0 帧用来初始化，将选项卡控件设为“选项卡 1”，即运行登录界面。第 1 帧用来运行程序，所以此帧内是一个 while 循环。while 循环内部是一个分支结构，通过选项卡控件的值来控制所执行的分支。由于第 0 帧中将选项卡控件设为“选项卡 1”，所以会先运行“选项卡 1”分支内的程序。“选项卡 1”分支内是 while 循环，不断查询登录按钮是否按下。while 循环内部是一个顺序结构，先运行登录画面的程序。登录画面运行结束后，运行配方输入子 VI，即弹出配方输入窗口，以输入配方。这部分程序结束后，将配方值传递给后面程序，并对自动配料界面初始化。然后内部 while 循环终止并将选项卡控件设为“选项卡 2”，即自动配料界面，程序结构图如图 4。

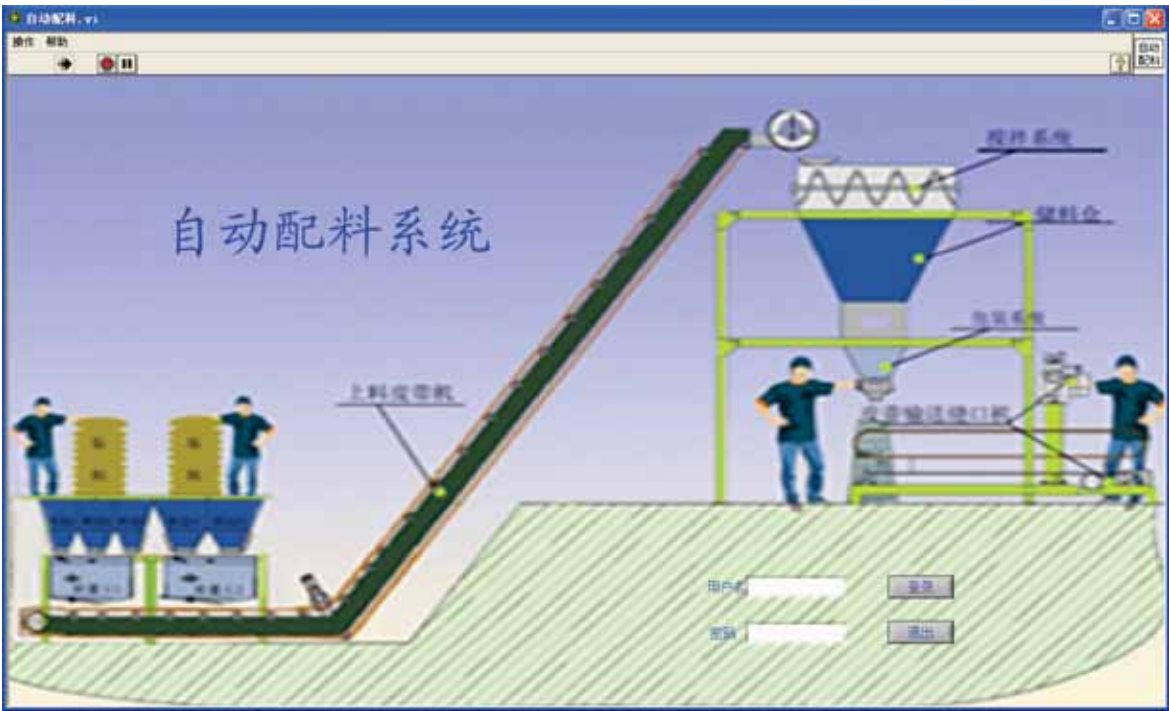


图 2 登录界面

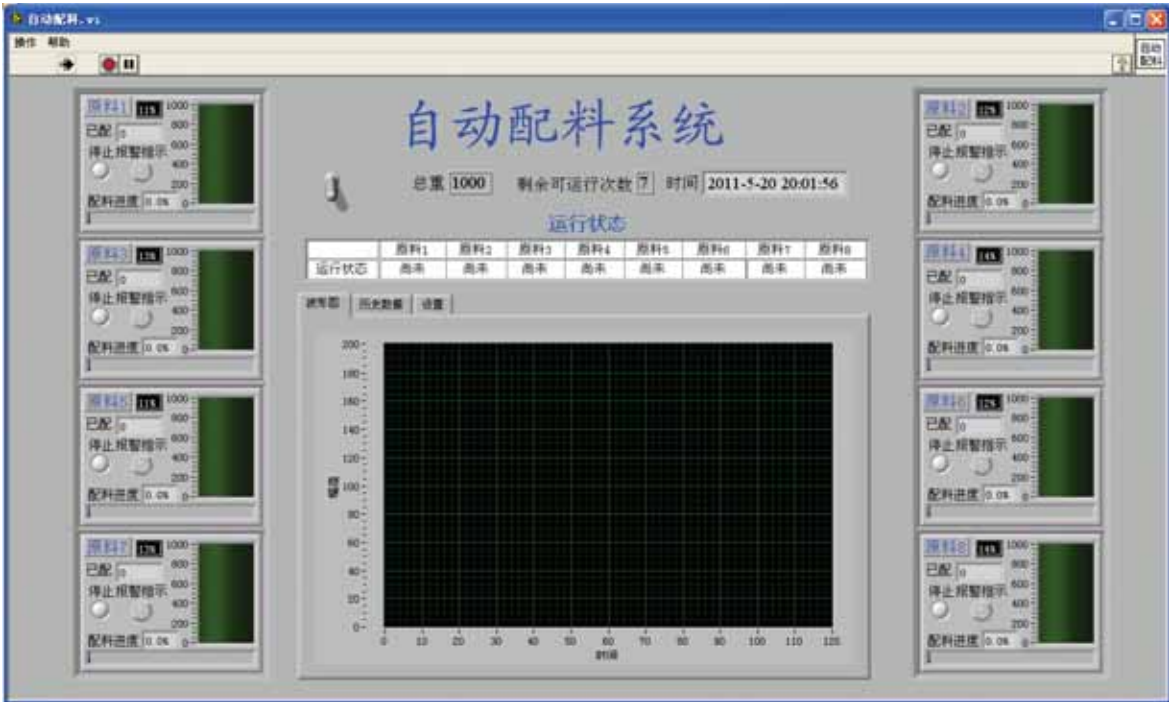


图 3 自动配料界面

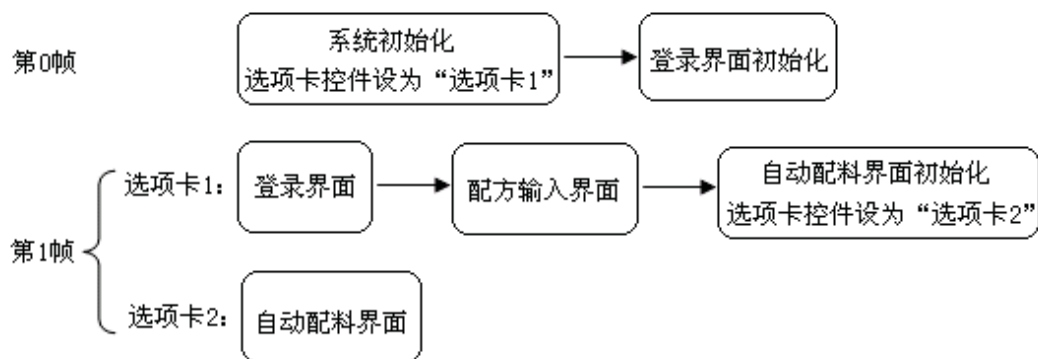


图 4 程序结构图

总结：

虚拟仪器是对传统仪器的重大突破，是计算机技术与仪器技术相结合的产物。它利用计算机系统的强大功能，结合相应的硬件，大大突破传统一起在数据处理、显示、传送和存储以及在系统维护和扩展等方面的限制。借助 LabVIEW 的强大功能，构建了一种人机界面友好、通用性强、自动化程度高的自动配料控制系统，实现了如下功能：

- (1) 能实时动态显示工作状况和各种物料参数。
- (2) 具有配比预存，可随时进行输入、修改或删除某种配比。
- (3) 具备粗称和精称功能。
- (4) 具有操作员权限管理功能。

基于氧化膜状态主动控制的 ELID 磨削及其应用研究

作者：杨黎健

指导教师：任成祖

学校：天津大学

介绍：

本文首先利用 DAQ2010 数据采集卡、AC6651 脉冲发生卡及各种传感器，基于 LabVIEW 建立 ELID (Electrolytic In-process Dressing) 磨削过程中电解电流的采集系统和脉冲电源控制系统，通过模糊控制程序实现了 ELID 磨削过程中对氧化膜状态的主动控制。然后对 3MZ1410 轴承外圈沟磨床进行数字化改造，用伺服电机和滚珠丝杠代替液压油缸，用工控机加运动控制卡作为机床的数控系统，对原有机床的电气部分进行改造，并用 LabVIEW 编制相应的运动控制程序，实现了 ELID 磨削技术在内圆磨削上的应用。

使用的产品：

软件：LabVIEW 8.5

硬件：NI PCI-7344

应用方案：

论文研究内容主要包括两部分。第一部分是建立 ELID 磨削过程中氧化膜状态的表征和监测系统，利用 DAQ2010 数据采集卡对电解电流信号进行采集和分析，通过模糊控制程序得出脉冲电源的脉冲控制参数并发送给 AC6651 脉冲发生卡，以此来调节电解强度，从而控制氧化膜的状态，维持稳定的 ELID 磨削过程。控制程序界面如图 1 所示。

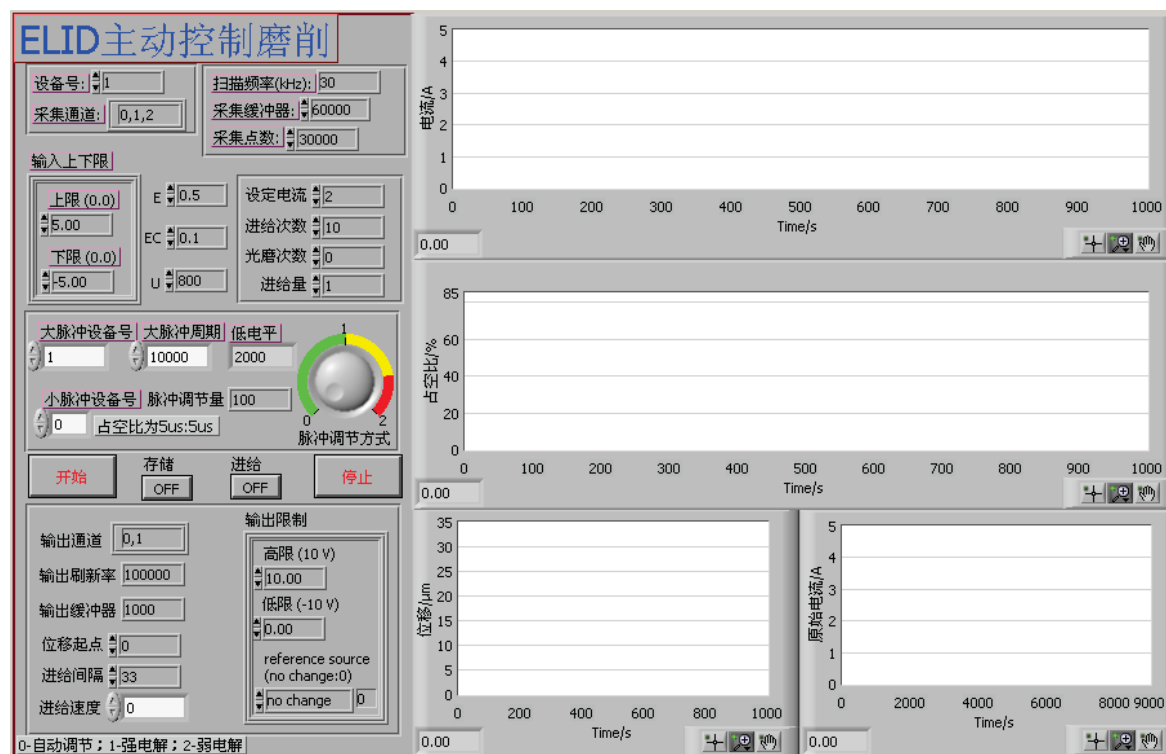


图 1 ELID 磨削主动控制系统前面板

第二部分是 3MZ1410 自动轴承外圈沟磨床进行数字化改造，用伺服电机和滚珠丝杠代替液压油缸，用工控机和 PCI7344 运动控制卡作为机床的数控系统，并设定好编码器和 PID 控制参数，通过 LabVIEW 编程实现机床精确的运动，完成机床的回零、微调、位置监测、内圆磨削等功能。控制程序界面如图 2 所示。图 3 为改造后的数控磨床

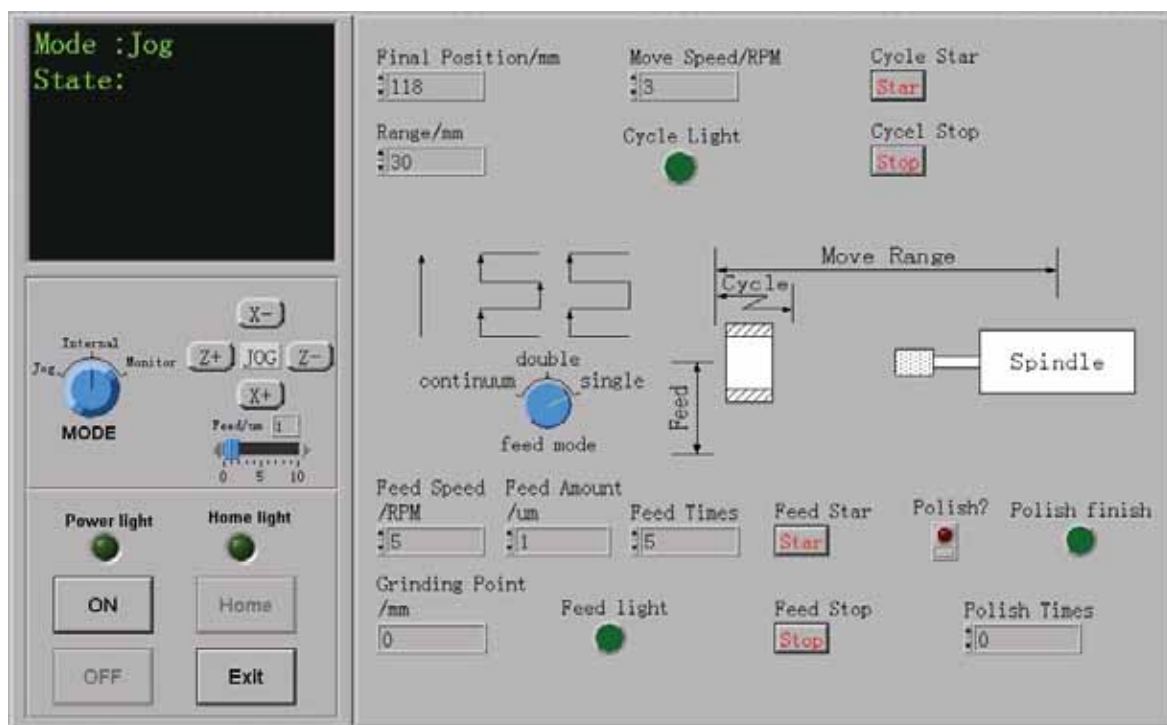


图 2 控制程序前面板



图 3 改造后的数控磨床

总结：

1. 在提出氧化膜状态控制方法的基础上，利用计算机编制比例因子自适应模糊控制程序实现了 ELID 磨削过程中电解电流的监测和控制。试验结果表明，这个系统可以根据磨削需求将氧化膜状态控制在目标值附近，维持稳定的 ELID 磨削过程。

2. 本章在原有南方磨床厂 3MZ1410 自动轴承外圈沟磨床基础上，通过对其机械传动和控制系统的改造，即两轴换装滚珠丝杠、伺服电机，用工控机加运动控制卡控制机床两个轴的进给运动。并利用 LabVIEW 编制其运动控制程序，实现了机床的手动调节和内圆磨削等功能。最后通过对控制系统编码器参数和 PID 控制参数的整定，使机床各轴的运动状态达到设计的要求，可以用于后续的试验加工。

全断面隧道掘进机状态检测技术研究

作者：杜明阳

指导教师：马怀祥

学校：石家庄铁道大学

介绍：

TBM 是集机械、液压、电气、激光导向于一体的大型设备。TBM 施工过程犹如一个先进的自动化工厂进行流水线作业。TBM 施工工序环环相接，任何一个环节出现问题，都可能造成整台设备停机，严重时甚至瘫痪致使整个工程停工，造成的损失不可估量。因此有必要对 TBM 进行状态检测与故障诊断研究，保证 TBM 顺利有效地工作。状态检测与故障诊断系统以 LabVIEW 为开发平台，集成硬件设备和软件系统，同时配合油液分析诊断技术对设备进行诊断服务。

使用的产品：

软件：LabVIEW 8.6、LabVIEW Sound and Vibration Toolkit

硬件：NI 9233、NI 9205、NI 9237、NI 9217

应用方案：

结合锦屏二级水电站的 TBM 工程，对 TBM 进行检测方案的研究，针对不同的部件采取不同检测方案，包括振动检测、应变检测、油液检测、温度检测等。确定主驱动电机、轴承、液压系统、喷锚设备、皮带系统、主梁设备等为检测对象。系统硬件的选择，包括传感器、数据采集和调理设备的选择，电脑的配置。软件系统的功能，包括数据采集、信号分析处理、数据存储等功能的实现。利用 LabVIEW 本身的一些特性，进行远程测试程序的开发，利用网络技术在操作现场以外的地方可以进行操作，可以增加操作工人在危险情况下的生存几率。对油液分析方案进行了研究，针对润滑油进行理化指标和铁谱测试。同时对声发射技术进行了理论研究，结合实际情况构造声发射检测系统，利用声发射技术在主轴承状态检测方面进行探索。



图 1 软件系统



图 2 硬件系统

总结：

该系统组建之后，在四川锦屏二级水电站 MB401-319 进行现场检测，确定主驱动电机、液压系统设备、主梁设备等研究对象，制定了现场检测方案，并且在 TBM 隧道施工掘进过程中进行数据采集、存储和分析处理。由于岩爆等一些因素的影响，确定了部分断面掘进方案。在不同的工况下研究不同断面施工对机器设备状态的影响；本论文主要研究半断面和全断面的状态检测。TBM 半断面施工在国内尚属首例，很多方面都是尝试，所以在施工中对 TBM 进行状态检测，选择主驱动电机、主轴承进行振动和油样检测，对主梁进行了振动和应变检测；并对数据进行存储和分析，对半断面和全断面掘进的参数比较，进行半断面掘进的可行性论证，为施工人员的决策起到积极作用。

虚拟仪器远程测试网络实时通信

作者：程传迪

指导教师：徐 勇

学校：解放军理工大学理学院

介绍：

对于虚拟仪器远程测试系统，把数据采集端采集到的数据实现网络实时共享是非常必要的。本文将着重阐述基于 DataSocket 技术在测试系统中的应用与实现。主要介绍了在局域网内把采集到的数据实现实时传输，使局域网内的 PC 机共享采集到的数据。并且可以实现反向控制，Web 程序行使服务器程序权限并间接地控制数据采集设备。使局域网内的 PC 机共享一套数据采集设备。

使用的产品：

软件：LabVIEW 2009

应用方案：

考虑了测试系统的地域和空间局限性，结合 C/S 模式和 B/S 模式的优缺点，我们决定采用混合模式的网络结构如图 1。

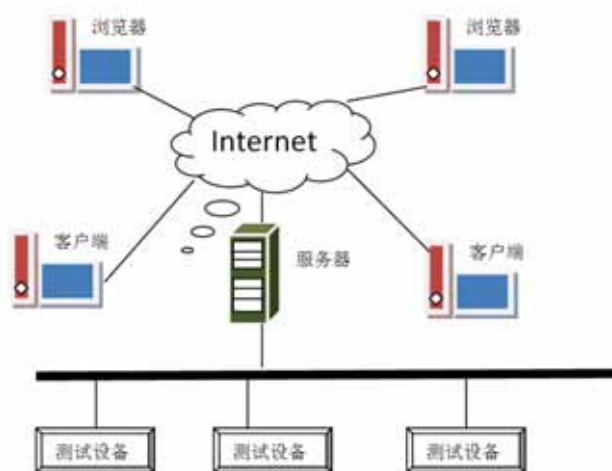


图 1

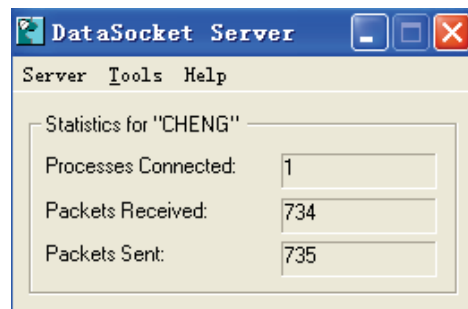


图 2

本课题设计共有三大模块组成：

- (1) 服务器程序模块，
- (2) 客户程序端模块，
- (3) Web 程序模块。

实现模块与模块之间的数据通信中我们采用的是 DataSocket 技术，在服务器模块接收了由采集设备采集到的数据后，通过捆绑把数据写入 Socket 中，客户端程序模块通过读取 Socket，把数据解捆绑，分解出类型数据供程序使用。Web 程序是通过 LabVIEW 的网页生成工具自动生成的，它把服务器程序的前面板通过 html 格式发布，在没有安装 LabVIEW 平台的系统上可以通过浏览器访问服务器，通过 DataSocket Server Manager 对访问服务器的 PC 机进行权限设置。程序中的数据写入与读取是使用的 DataSocket API，因此需要 DataSocket Server Manager 和 DataSocket Server 的支持，模块通信时 DataSocket Server 要在应用程序运行前开始运行如图 2。

通过浏览器对服务器的访问如图 3，在浏览器访问的页面中服务器若通过了权限的转换，则可以像操作服务器程序一样使用采集设备采集数据，并且能与客户端程序进行实时通信。

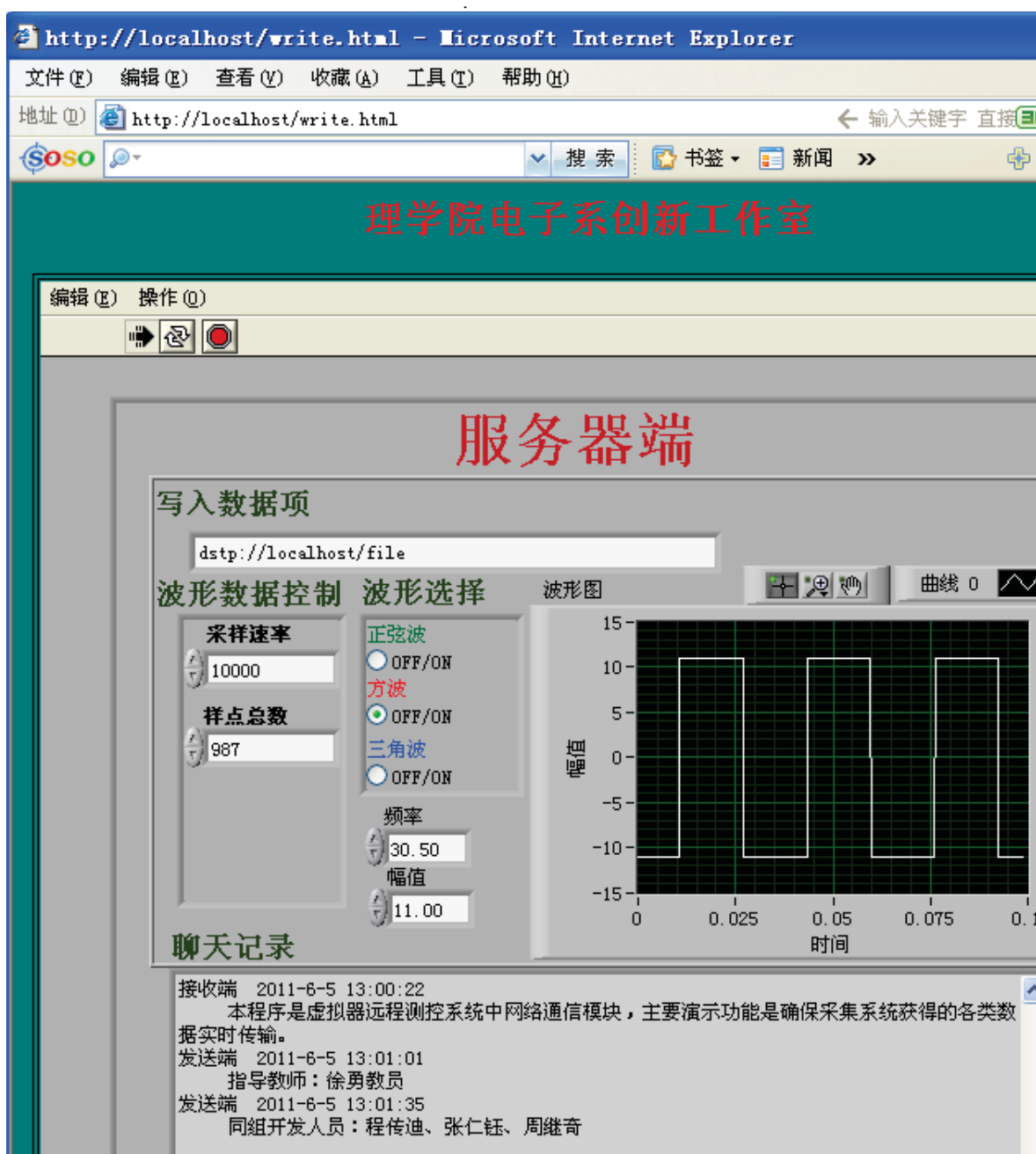


图 3

总结：

本文通过对虚拟仪器系统及网络测试模型的分析，在 LabVIEW 软件环境下对虚拟仪器系统、虚拟仪器的发布、测试数据远程传输、数据存储等单元进行了设计，实现了用户通过浏览器进行远程测试的目标。我们采用了 DataSocket 技术，DataSocket 技术简化了 Win Socket 设计的复杂性，较难维护的特点，DataSocket 技术提高了系统的稳定性和数据传输的实时性，缩短了开发周期。

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

系统主要是上位机（PC端）通过串口232向单片机发送指令，控制步进电机转动，进而控制推动膝关节运动的机械臂，实现较精确的推动膝关节屈膝运动；图像系统则是通过摄像头实时获取、记录运动中膝关节的相关视频信息，并通过图像处理技术快速的判定膝关节屈曲角度，实现非接触式屈曲角度测量以及驱动系统执行效果的反馈。

屈曲加载系统涉及到了上位机和下位机两个智能系统，为了进行有效控制，首先在两者间建立控制通信协议，即建立指令集。上位机端，如图 1 所示，在 LabVIEW 开发环境中采用“生产-消费者”循环进行控制程序与人机界面的设计，线程 1 负责人界面操作的响应，线程 2 负责命令的下发，两线程通过命令队列进行信息交互，从而实现膝关节屈曲运动中加载速度、幅度可调的单向运动加载，速度、幅度和周期数可调的循环运动加载等。

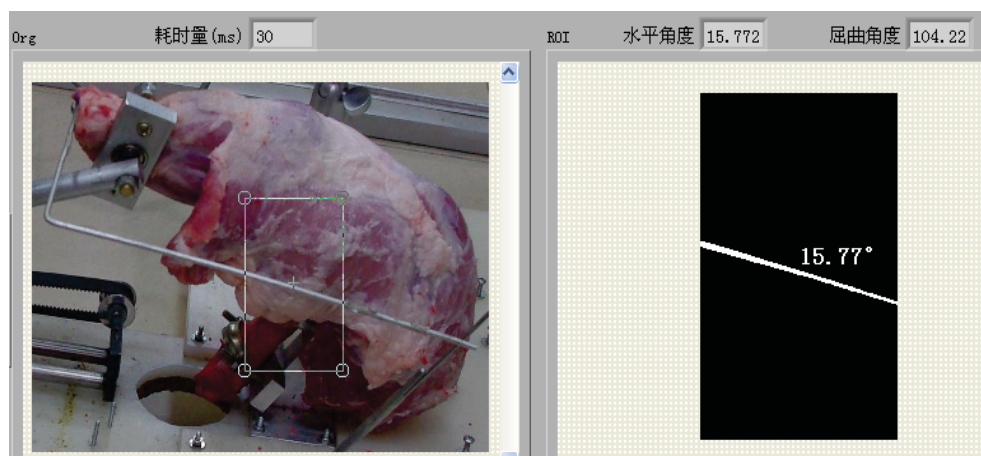


图 2 图像系统显示界面
Fig 2 Front interface of the image system

屈曲度测量系统，采用图像处理技术通过视频信息快速判断膝关节运动的屈曲角度，从而精确的控制膝关节运动的屈曲角度范围。系统中采用可调焦的摄像头进行视频信息的采集，为了快速判定屈曲角度，沿膝关节两端长骨走向方向分别固定了一根指针，该指针随着长骨运动而运动，如图 2 所示，通过对指针指向方向（指针与所在图片中横坐标方向的夹角）来判定当前膝关节的屈曲角度。图片中的目标区域需要在开始加载阶段进行手工调整（如图 2 的左侧），图像的处理过程主要经过目标区域选定、图像数据的抽取、空域低通、二值化、开闭运算等，从而得到只有指针轮廓的图片（如图 2 的右侧）。

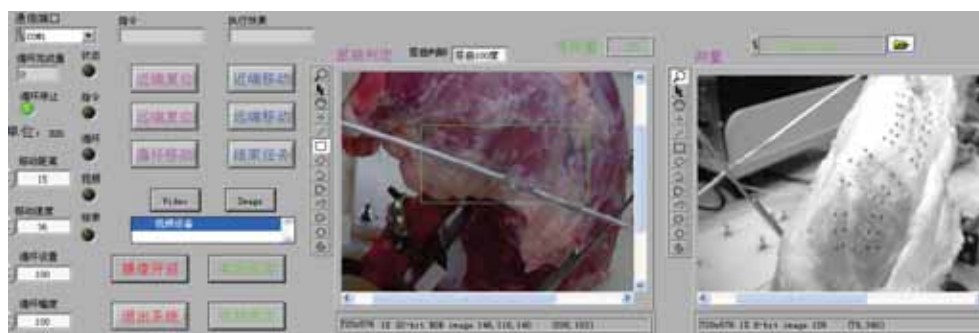


图 3 膝关节屈曲加载与测量系统人机界面
Fig3 Human interface for the system of measurement and driver for knee flexion

总结：

该系统采用由单片机和计算机构成上下位机的控制机制，下位机根据上位机下达的指令精确控制推动膝关节屈膝运动的步进电机和机械传动装置等。上位机采用 LabVIEW 仪器控制模块以及多任务多线程的模式等，提供友好的人机交互界面。同时，系统通过分析视频图像信息快速判断屈曲加载角度并通过上下位机的控制机制对加载的速度、强度、时间长度等进行精确控制。该加载运动系统具有可靠性高、操作性强的特点，能够精确的控制膝关节进行屈曲运动，为膝关节生物力学特性的基础研究提供了有效的途径，为膝关节的临床与康复提供了有力的技术支持。

基于功率谱分析的光盘调制编码性能评价与优化

作者：陈国强

指导教师：李博

学校：河南大学

介绍：

信道的编码的性能对光盘性能的影响很大，而游程长度受限码是一种在光盘中广泛应用的信道调制编码。功率谱就是评价这一调制编码的重要指标之一。本文在介绍游程长度受限编码的基本理论前提下，对比了三种不同的游程长度受限序列功率谱，提出采用基于一状态转移矩阵的功率谱估计方法对实用型游程长度受限码的功率谱进行计算，并实现了基于一状态转移矩阵的功率谱估计方法，应用于红光高清多功能光盘上取得了期望的效果。

使用的产品：

硬件：NI PXI-8187



应用方案：

测试功率谱的平台主要包括：数据采集的计算机、NI PXI 8187 控制器机箱、红光光盘系统开发板等。测控开发板是整个测试系统的硬件平台,按照模块化、通用化和标准化的设计要求,考虑到光盘的输出设备串口需求分析及测试系统的可扩展性,选定 NI 高性能的 PXI 总线模块化方案。

测试系统硬件结构如图 1 所示,其配置如下:

- (1)嵌入式计算机模块 PXI-8187;
- (2)串行模块: PXI-8420, 8 路 RS232 串口,波特率上限 115×2 kbits/s; PXI-8421, 8 路 RS485 串口,波特率上限 460×8 kbits/s;
- (3)接口适配箱:用于连接无人机机载设备与测试系统,考虑了接口转换和防插错等设计,保证了测试系统与被测部件的正确安全连接;
- (4)电源组件;
- (5)显示器、键盘、鼠标和打印机等外围设备。

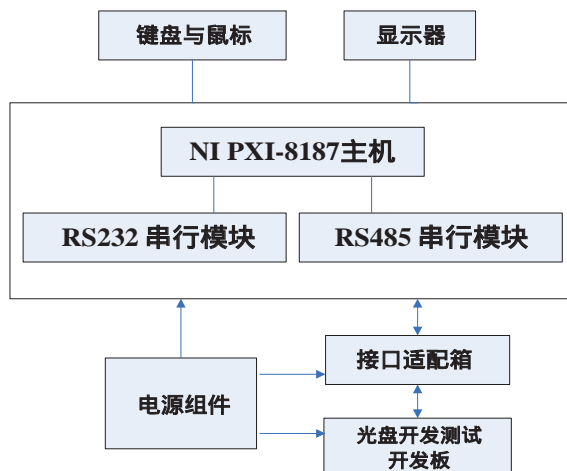


图 1 测试系统硬件结构图

在此测试环境中，3PM 码功率谱的测试结果如图 2:

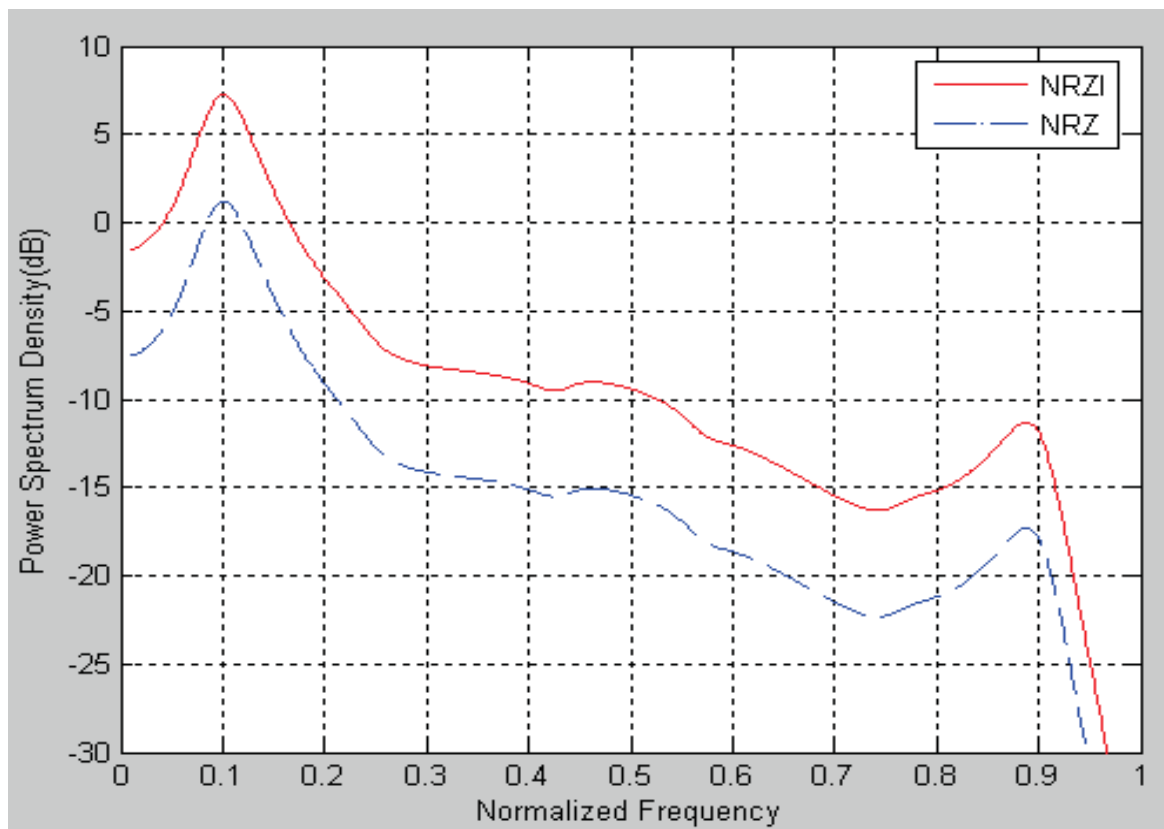


图 2 3PM 码功率谱

总结：

本文对光盘用游程长度受限码的功率谱估计方法进行了研究，针对 NVD 光盘用的两种调制编码，实现了具体的功率谱计算方法，从功率谱的角度评价了两种编码的频谱性能，并提出了优化方法。

现将完成的主要工作总结如下：

(1) 介绍了游程长度受限码的基本理论以及在光盘记录信道中的应用方法。研究了游程长度受限码的性能评价标准。

(2) 深入研究各种 RLL 序列的功率谱计算方法。提出了采用基于一状态转移矩阵的功率谱估计方法对实用型游程长度受限码的功率谱进行计算。

(3) 针对两种实用的 RLL 编码，3PM 码和 EFM+ 码，验证了采用基于一状态转移矩阵的功率谱估计方法的正确性和有效性。

(4) 对 NVD 光盘用的 RLL (2,12;8,15) 码和 RLL (1,10;4,6) 码，采用该方法实现了其功率谱的计算，详细描述了各自功率谱估计的具体实现步骤。

(5) 重点从低频分量的抑制能力和各频段信息传输的效率两方面对编码的频谱性能进行了分析，提出了改进方案；并对改进后的编码重新进行了功率谱计算和频谱性能分析，证明改进后编码频谱性能确实比原来有所提高。

视频监控算法研究及 LabVIEW 实现

作者：王瑾

指导教师：张立成

学校：华中师范大学

介绍：

本文对视频监控系统算法进行了深入研究，提出了有效的运动目标检测和跟踪算法，并利用 LabVIEW 实现了视频监控系统实验平台。首先在运动目标检测算法研究方面，对静止背景下的运动目标检测技术作了较为系统的总结，其次对帧间差分法和背景差分法做了深入研究。着重讨论了背景差分算法中的两种自适应高斯背景模型估计方法，建立了背景模型，并给出背景估计和运动区域检测算法的实验结果及性能评价。基于对称差分和多高斯背景差分，实现混合检测算法。为了更好地实现后续的跟踪，加入了阴影抑制算法，采用 HSV 颜色模型，结合数学形态学处理，实现了对目标更加精确的提取。

在运动目标跟踪算法研究方面，讨论了目前常用的运动目标跟踪算法，分析了目标跟踪中比较重要的特征选取问题，重点研究了互相关匹配和 Meanshift 这两种跟踪算法，详细解析了其跟踪的方式和流程。提出融合多种技术的跟踪算法，经过实验验证了方法的可行性和实用性。

最后利用 LABVIEW 软件开发了视频监控系统实验平台。根据系统需求，完成了系统的整体结构设计，详细阐述了系统中各主要模块的功能、软件设计思路 and 具体实现方案。在检测和跟踪模块中，实现了所研究的各种检测算法和跟踪算法，完成了视频监控系统算法解决方案，给出了分析结果。

使用的产品：

软件：LabVIEW 8.6

应用方案：

视频监控系统的硬件配置根据实际需求的不同配置也多种多样：按模拟采集还是数字采集可以分为有/无图像采集卡，按摄像头的接口不同又可分为 USB、1394、以太网和 Cameralink 等。本系统考虑到节省硬件成本，仅仅选用了普通的数字 USB 摄像头配置。但考虑到软件对硬件的兼容性及通用性，并基于 NI 强大的驱动函数，本采集模块可以实现驱动控制多种硬件配置的功能。视频图像采集模块处理流程如图 1 所示。

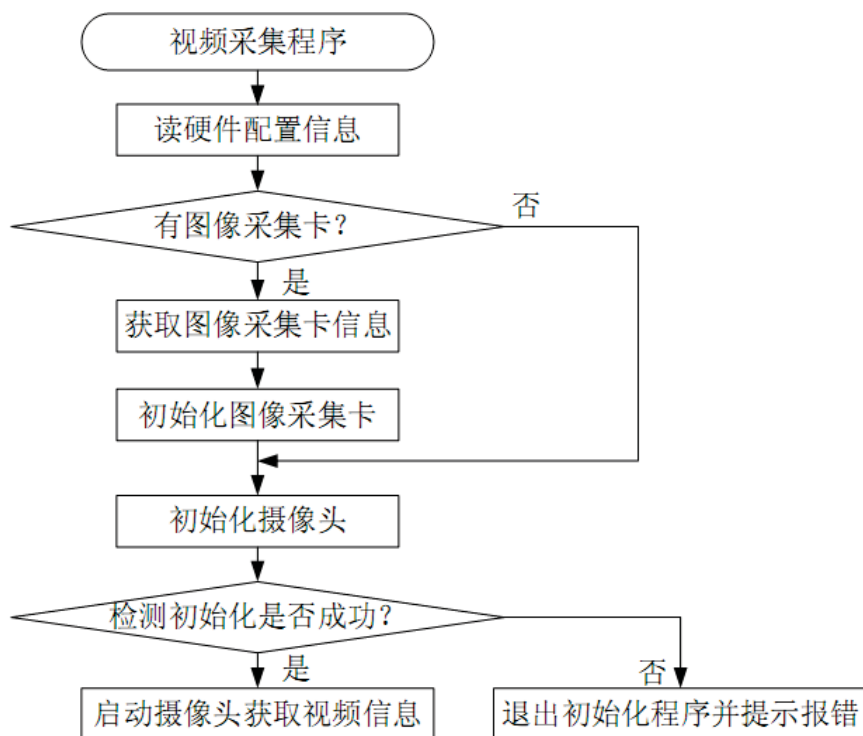


图 1 视频采集流程图

基于 LabVIEW 的视频采集模块程序如图 2 所示，具体实现步骤如下：

- 创建一个指向 USB 摄像头的句柄；
- 获得这个 USB 摄像头的硬件参数；
- 配置摄像头的拍摄参数并开始循环拍摄；
- 为帧图像创建一个暂存；
- 在拍摄期间将图像转为帧格式，并实时显示，直到用户点击“停止”按钮；
- 停止摄像头拍摄；
- 删除创建的指向摄像头的句柄，视频采集过程结束。

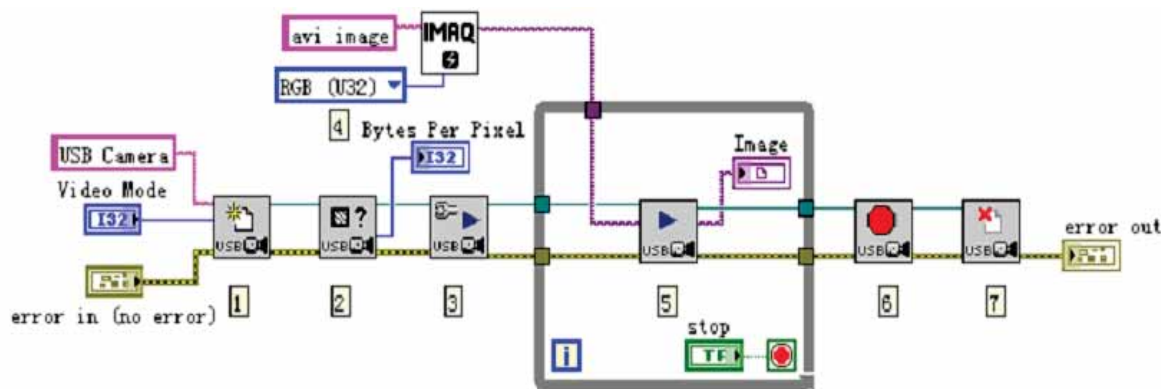


图 2 基于 LabVIEW 的视频采集程序

总结：

本文围绕视频监控算法中关键技术—目标检测算法和目标跟踪算法两方面展开研究，主要工作及研究成果概述如下：

1. 研究了目前常用的运动目标检测算法：帧间差分法—相邻帧间差分法和对称帧间差分法，背景差分法—单高斯背景模型和多高斯背景模型。详细分析了每个算法的原理，给出算法验证并成功将算法运用到视频监控实验平台中。
2. 实现一种有效的运动目标混合检测算法。该方法充分利用帧差分法和背景差分法的优点，巧妙地把这两种方法结合起来。通过监控场景的实际情况选择合适的背景模型进行背景差分法运算，得到基本准确的运动区域，再结合对称差分法，将运动目标精准地检测出来，经验证算法适用于实际监控系统。
3. 成功实现 HSV 空间阴影检测算法。本文通过对运动阴影在 HSV 颜色空间区别于一般目标的颜色特性的讨论，分析了 HSV 颜色空间消除阴影方法的原理，并成功应用到检测后处理中，实验结果表明基于 HSV 空间的阴影消除算法有效地提高了目标检测的精度。
4. 提出融合多种技术的互相关匹配跟踪算法。分析了互相关匹配跟踪算法并进行改进，加入边缘信息提取、非均匀采样及模板特征提取技术，提取图像中需要进行跟踪的信息(颜色、形状特征等)，制作成学习模板，将此模板与后续的图像序列进行模型匹配搜索，实验证实改进算法提高了跟踪的准确性。
5. 研究了 Meanshift 跟踪算法。解释其概念和原理，并详细解析了其跟踪的方式和流程，经过理论和实验验证了方法的可行性和实用性。
6. 开发了视频监控系统实验平台。根据系统要求，完成系统的整体结构设计，详细阐述了系统中各主要模块的功能、软件部分设计思路 and 具体实现方案。基于 LabVIEW 的软件平台出色地实现了所研究的各种算法并完成算法分析，实现交互性的系统界面。(5) 重点从低频分量的抑制能力和各频段信息传输的效率两方面对编码的频谱性能进行了分析，提出了改进方案；并对改进后的编码重新进行了功率谱计算和频谱性能分析，证明改进后编码频谱性能确实比原来有所提高。

基于 LabVIEW 图像采集与处理系统设计

作者：张坤

指导教师：程玉柱

学校：南京林业大学

介绍：

数字图像处理技术的应用越来越广泛，在国防建设、工农业生产、人们的日常生活中，都用到了数字图像处理技术。图像识别是数字图像处理技术的一个组成部分，在卫星遥感、航拍等领域的应用也比较广泛。本设计基于 LabVIEW 平台设计程序完成水果识别工作。

本设计基于 LabVIEW 平台设计图像处理程序，实现了“识别苹果和香蕉”以及“香蕉的等级鉴别”两个功能。程序首先将彩色图像转换为灰度图像，再将灰度图像转换为二值图像，再对二值图像进行形态学处理，最后提取二值图像的几何特征，完成种类识别和等级鉴定工作。

“香蕉的等级鉴定”在经过图像预处理后提取出几何特征中的有效面积并作除法，通过把商和预设值进行比较，最终确定香蕉的等级。

使用的产品：

软件：LabVIEW 2009、Vision Assistant

应用方案：

“识别苹果与香蕉”vi 的输入图像为 32 位 RGB 彩色图像，在图像输入之后，首先通过灰度图像转换，把彩色图像转换为灰度图，之后对灰度图进行二值化处理，经过二值化处理的图像有比较多的噪点和空洞，所以再对二值图像进行腐蚀和膨胀，完成形态学处理之后，苹果和香蕉二值图像的几何特性就比较明显了，可以通过特征提取，把核心的几何特征提取出来，进行分析和比较就可以完成水果的识别了。程序流程图如下图所示，程序见附件 1。

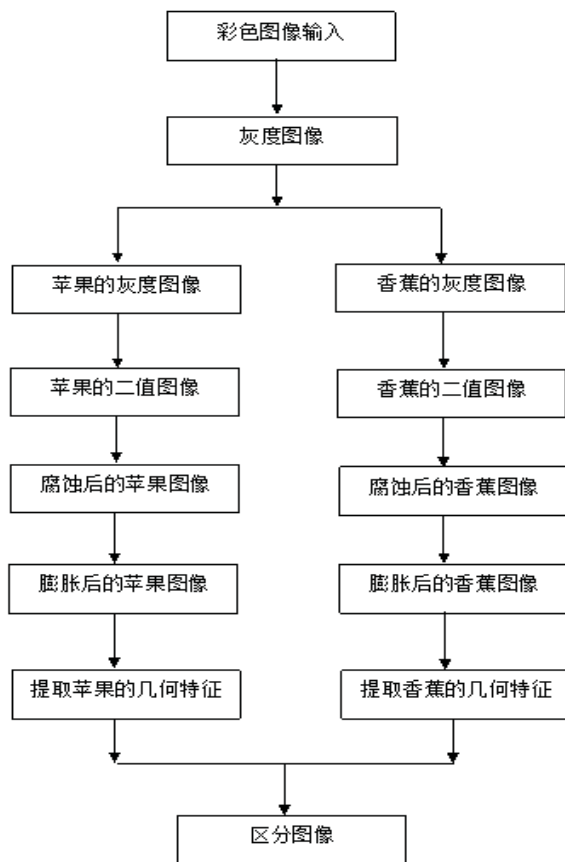


图 1 “识别苹果与香蕉” vi 程序流程图

“香蕉等级鉴别” v_i 的程序设计思路是先将香蕉进行灰度变换，灰度变换在 HSL 域内进行，之后对香蕉的灰度图像进行二值化和腐蚀操作，经过腐蚀操作之后去除图像内的噪点，留下相对单一的二值图像，这时统计只经过腐蚀操作处理的香蕉的有效面积 x 。统计之后对图像进行备份，是另外一幅图像进行膨胀操作，膨胀之后再统计膨胀后的香蕉的有效面积 y ，取值 $m=x/y$ ，再设定一些参考值，根据 m 值和参考值的关系鉴定香蕉的等级，程序流程图见下图，程序见附件 2：

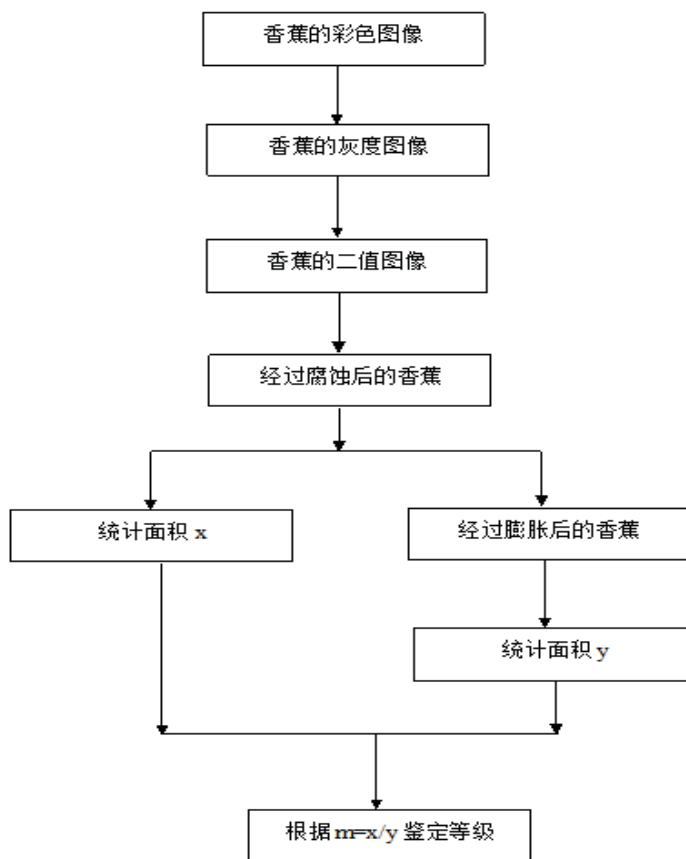


图 2 “香蕉的等级鉴别”程序流程图

总结：

本设计主要实现了了对水果中的苹果和香蕉进行识别，以及对香蕉等级进行了鉴别的功能。

对于“识别苹果与香蕉”子 v_i ，通过对采集到得苹果和香蕉的图像进行了 RGB 域内的灰度图像变换，之后再对灰度图像进行了二值化，二值化后的图像因为噪点和缺损比较多，无法完成对有效面积的统计以及对长宽比和圆率等几何特性的统计，所以又对二值化后的图像进行了腐蚀处理和膨胀处理，经过了腐蚀和膨胀后，图像轮廓清晰、形状饱满，而且背景很单一，有利于对图像的几何特性进行统计，在统计完数据之后就可以完成相应的数据比较以及后续的模式识别了。

对于“香蕉的等级鉴别”子 v_i ，图像的处理过程跟“识别苹果与香蕉”是类似的，主要的思路是分别提取出只进行过腐蚀处理和进行了腐蚀处理又进行过膨胀处理香蕉的二值图像的有效面积 x 和 y ，然后取 m 值使得 $m=x/y$ ，对 m 值进行比较，因为只进行过腐蚀处理的二值图像的有效面积要小一些，所以 m 值的取值范围在 $(0,1)$ ，根据不同的 m 值，就可以对香蕉进行等级鉴别了。

论文还有很多有待改善的地方，比如给定相对合理的香蕉等级鉴别标准、在复杂的背景下完成图像的识别工作等等，诸多方面，有待完善。

脉冲磁场检测系统的设计与标定

作者：朱冠汶

指导教师：赵志龙

学校：西北工业大学

介绍：

随着计算机技术、电子技术的深入发展，个人计算机（PC）应用越来越广泛，测试技术与计算机技术、电子技术的深层次结合产生了虚拟仪器技术。本文所做的工作就是把磁场测量技术与虚拟仪器技术相结合，从软、硬件两个方面，深入探讨了以计算机、数据采集卡（PC-DAQ）为体系结构的基于虚拟仪器的脉冲磁场测量装置的设计与实现，

使用的产品：

软件：LabVIEW 2009

应用方案：

1. 总体电路设计

本虚拟仪器测量系统的硬件平台包括探测线圈、信号调理电路、数据采集电路和计算机系统资源(处理器、存储器、显示器等)，它与用于数据分析、过程通信及图形用户界面的软件有效结合起来形成完整的虚拟仪器测量设备（如图 1）。

工作时，先把由传感器变换来的电信号，输入到信号调理电路，采集到的数据由软件进行分析和处理。

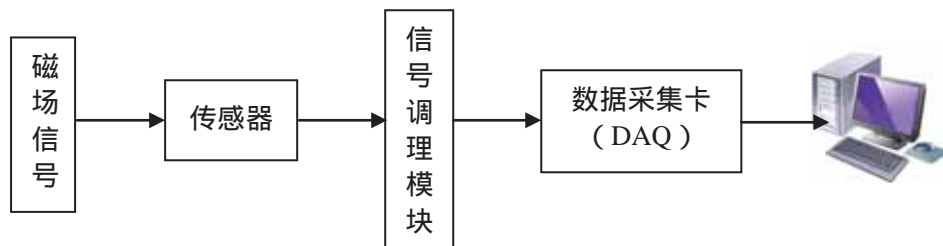


图 1 磁场检测的总体结构

本文采用的信号调理器的输入信号为 $\pm 300\text{mV}$ ，输出信号为 $\pm 10\text{V}$ ；数据采集卡采用的是阿尔泰公司生产的 PCI8622H。

2. 系统的软件架构

在硬件设计的基础上，系统的软件是基于 NI 公司的 LabVIEW，包括数据采集、数据显示、数字滤波器、数据处理、文件管理和用户操作模块等。同时系统软件还提供错误处理、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。系统的整体软件设计主要由以下几部分构成，如图 2 所示。

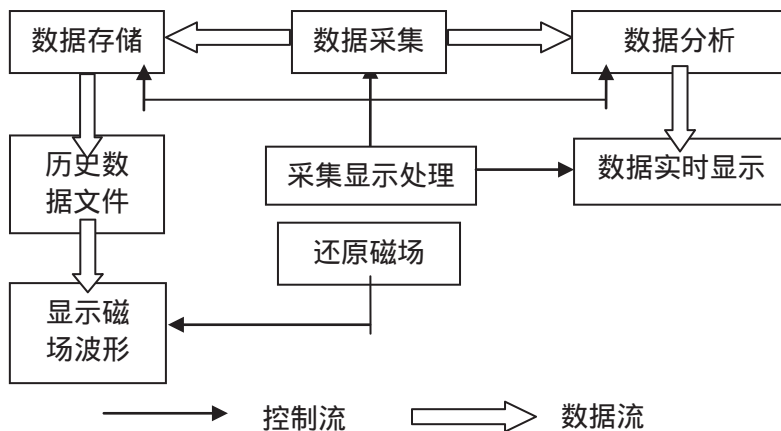
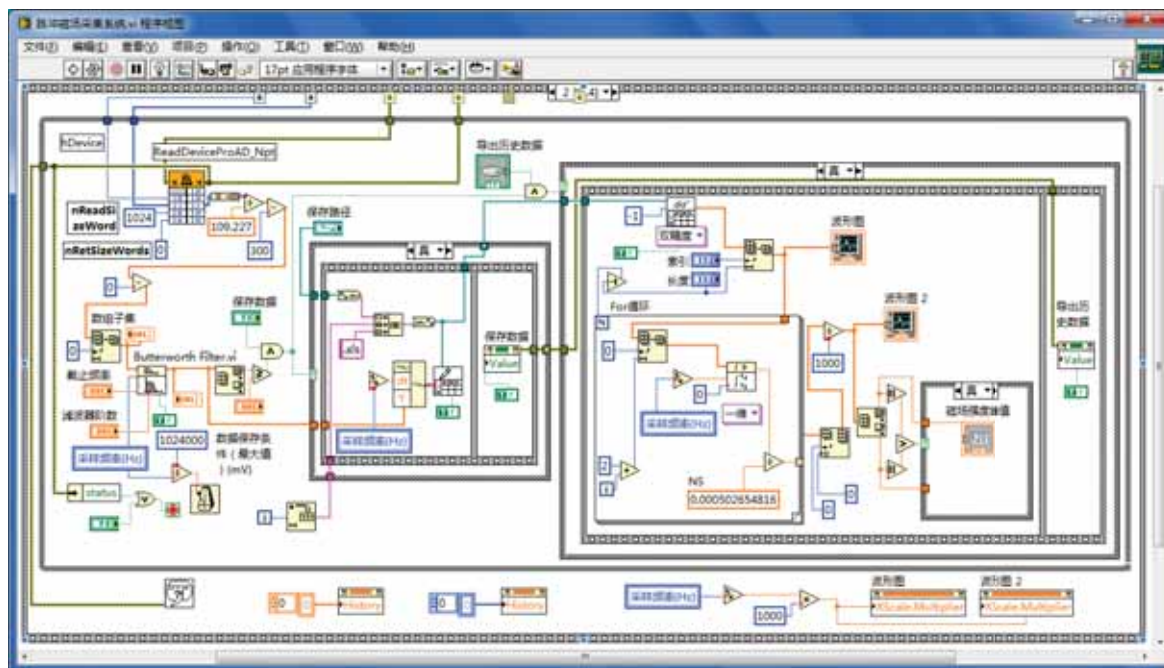
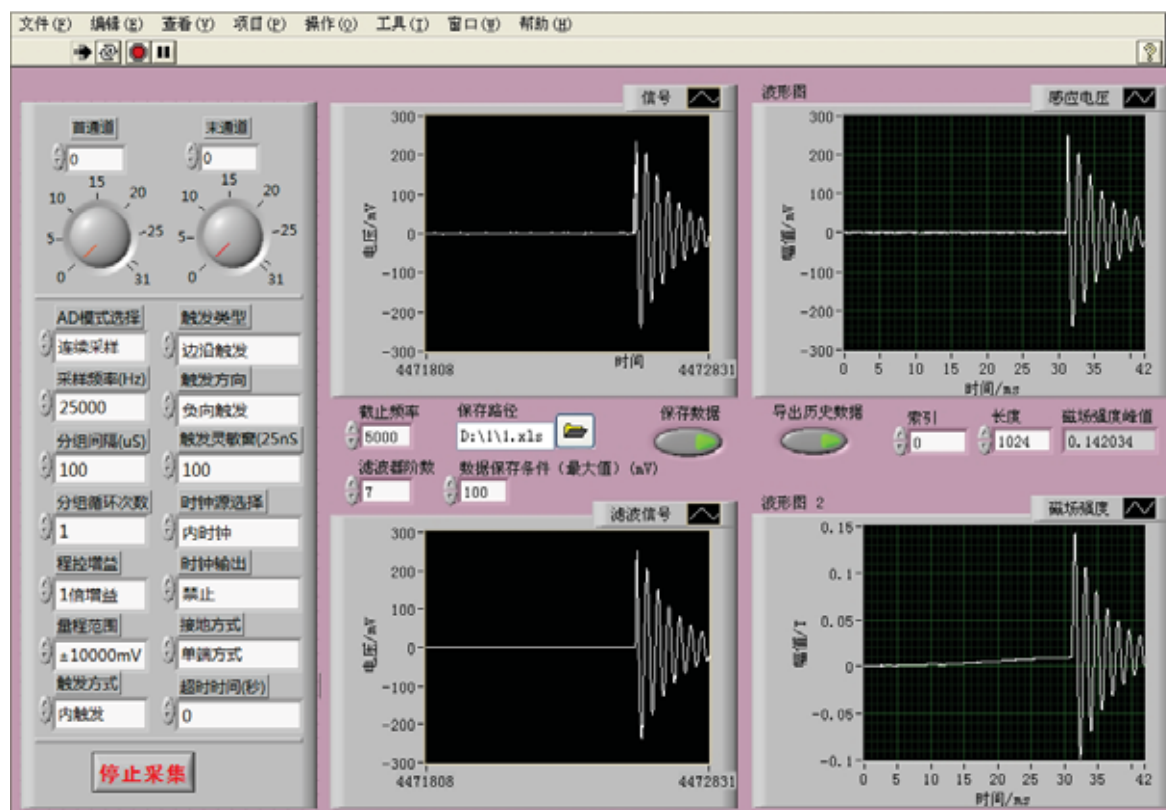


图 2 系统软件总体框图

主程序框图如下：



软件界面如下：



总结：

本文主要内容是脉冲磁场测量系统的设计与实现，通过设计软件系统把计算机强大的计算处理能力和系统硬件的测量能力结合在一起，实现了对数据的显示、存储以及分析处理。

通过该系统的设计过程和最终的实践应用，可以得到下述结论：

(1) 采用了先进的仪器设计工具——LabVIEW 软件开发平台，结合数据采集卡，使用最新的仪器结构——虚拟仪器结构，设计实现了脉冲磁场测量系统；

(2) 本系统能够实现对频率在 $5 \times 10^4 \text{ Hz}$ 以下、感应电压信号处在 $\pm 300 \text{ mV}$ 的脉冲磁场进行测量；

(3) 对脉冲磁体线圈轴线上的磁场进行多点位数据的实时采集、分析、处理，进而完成磁场的测量，然后对系统误差进行了初步修正，经最后系统性能检验，该方法切实可行；

(4) 充分利用 LabVIEW 软件平台的图形化用户界面开发功能和灵活的函数机制，设计出外表美观、使用灵活的虚拟测量系统；

(5) 利用硬盘作为数据的存储介质，能够保存长时间、大容量的测量数据。

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

