

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.01.023

# 基于虚拟仪器的某型设备信号检测系统

廖剑, 史贤俊, 张戎

(海军航空工程学院 控制工程系, 山东 烟台 264001)

**摘要:** 针对某型设备检测的不足, 基于虚拟仪器的设计思想及功能模块化的设计方法构建了一个信号检测系统, 并采用以Labwindows/CVI开发平台建立良好的人机界面。介绍了该系统的软、硬件设计方法及ARINC 429总线通信协议。测试结果表明, 该系统能缩短检测周期, 提高设备的自动化测试程度。

**关键词:** 虚拟仪器; Labwindows/CVI; ARINC 429 总线

**中图分类号:** TP206+.1 **文献标识码:** A

## Signal Detection System Based on Virtual Instrument

LIAO Jian, SHI Xian-jun, ZHANG Rong

(Dept. of Control Engineering, Naval Aeronautical & Astronautical University, Yantai 264001, China)

**Abstract:** Aiming at the disadvantages of certain type equipment detection, establish a signal detection system based on virtual instrument design concept and design method of function module. It adopts the Labwindows/CVI development platform to establish the man-machine interface. Introduce the software and hardware design of system and the ARINC 429 bus communication protocol. The testing result shows that the system can the test time is shortened and the degree of automatic test is enhanced.

**Keywords:** Virtual instrument; Labwindows/CVI; ARINC 429 bus

### 0 引言

某型设备测试系统采用传统的测试设备, 其测量精度和可靠性均比较低且其测试步骤繁琐、周期长, 无法满足部队提出的增强可靠性、缩短检测维修时间、提高机动性及降低研发成本, 以适应现代战争的需求<sup>[1]</sup>。鉴于虚拟仪器技术在信号采集测控等方面的重要作用, 故介绍一种基于虚拟仪器技术的便携式信号检测系统的开发流程, 并详细介绍了其系统硬、软件平台的设计。

### 1 检测系统总体介绍

目前, 尽可能选用通用的硬件资源已成为数据采集系统和自动检测设备资源选型的一个共识<sup>[2-3]</sup>。故在系统硬件资源选型时选择了成熟的货架产品CTOS。同时, 考虑到该系统的实用性、稳定性和便携性, 采用便携式计算机, 结合 USB 接口的 NI USB-6259 数据采集卡和 PCMCIA 接口的 ARINC-429 通讯模块, 对来自设备经过处理的模拟电压信号、数字 I/O 信号和 429 总线信号等参数, 进行实时数据采集、数据处理、数据存储、数据显示、图像显示、图像保存和超限报警等操作。该系统框图如图 1, 主要包括: 1) 便携式计算机; 2) 模拟电压量检测通道, 为 12 路, 大小为 0~33 V 不等;

3) 数字 I/O 量检测通道, 为 16 路, 大小为 0 V 或 27 V; 4) 429 总线通信信号, 为 2 路, 均为接收信号。5) 接口板, 用于对检测信号进行预处理; 6) NI USB-6259 多功能数据采集卡, 具有 32 路采集范围为-10~10 V 的模拟输入通道, 32 个通道同时工作时采样率可达 1 Mb/s, 经前期论证符合信号采集要求和 32 路自有时钟和相互关联的数字 I/O 通道, 另外, 还有其他输入输出通道; 7) 豪恩公司生产的 PCMCIA ARINC-429 板卡, 具有 2 路接收通道和 1 路发送通道, 可设定其波特率为 100 kbps、48 kbps 或 12.5 kbps; 8) 打印机 (可选), 可用于打印测试报表及波形图; 9) 电源模块, 用于数据采集卡和接口板上芯片的供电。

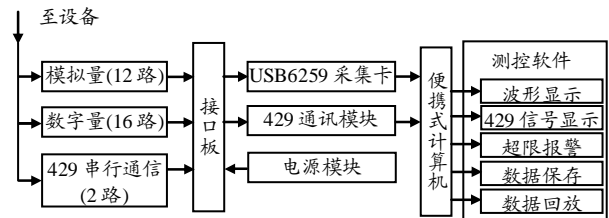


图 1 信号检测系统框图

### 2 接口板的设计

接口板的主要作用有: 1) 进行信号的隔离—使得信号检测系统能够在接入设备之间进行检测时,

收稿日期: 2009-08-02; 修回日期: 2009-09-07

作者简介: 廖剑 (1985-), 男, 江西人, 海军航空工程学院硕士研究生, 从事智能检测与故障诊断研究。

不对原来的设备内部的信号造成影响; 2) 进行信号的调理—对检测到的信号进行隔离、降压, 使其电压范围符合采集卡的输入电压要求; 3) 信号重组—使设备和该检测系统的交互信号按自定义接口的信号类别进行分类并分别引入相应的端口。接口板的原理框图如图 2。

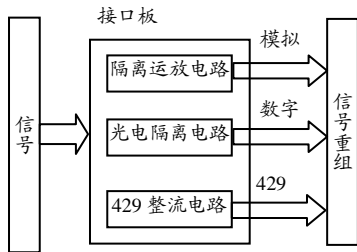


图 2 接口板原理框图

接口板的工作原理为: 检测时, 将来自设备的信号通过接插件引入, 然后按照信号的类别分别引入相应的电路进行处理。模拟电压信号引入隔离运放电路进行隔离、降压, 以达到数据采集卡的电压输入要求 (-10 V~10 V), 隔离运放电路采用的是 T62 系列的隔离运放模块; 数字信号引入光电耦合电路进行隔离, 经过统一处理后高电平时为 5 V 输出, 低电平时为 0 V 输出, 满足了采集卡对数字 I/O 信号的高低电平要求, 光电耦合电路采用 TLP521-4 型光电耦合器; ARINC-429 信号则引入整流电路进行整流后输出, 整流电路采用的是二极管。而供电模块采用 SCW05 型 DC/DC 模块, 可轻松实现隔离运放、光电耦合器和数据采集卡的供电。最终, 经过处理的信号通过接插件按照信号类别分别接入相应的采集卡。

### 3 检测系统软件设计

Labwindows/CVI 是美国国家仪器公司开发的面向测控领域的测控软件开发平台, 以 ANSIC 为核心, 功能强大, 具有分析、显示和交互式用户接口、仪器驱动程序代码生成能力<sup>[7]</sup>。它内置的测量库支持多种形式的 I/O。同时 Labwindows/CVI 还提供了 2 种设计辅助线程的机制, 分别为线程池和异步定时器<sup>[4]</sup>, 可方便地用于多线程程序的开发。故采用 Labwindows/CVI 编写系统软件。

采用层次化和模块化的思想进行软件开发。层次化的结果是把系统软件与测试软件相分离, 以开发软件平台为主, 在平台上实现多种功能, 这样可以增强软件的可移植性, 还便于软件的升级。具体结构如图 3。

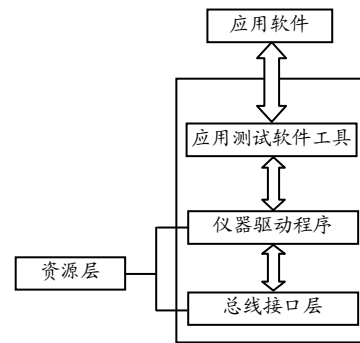


图 3 软件层次结构图

将软件平台设计为 4 层, 下两层为仪器资源层, 主要定义仪器的硬件接口和实现与仪器的底层交互通信; 中间层为应用测试软件工具, 将计算机的数据分析和显示能力与仪器驱动层融合在一起; 最上层为用户定义层, 主要实现仪器的管理和用户自定义功能。各层之间使用通用接口函数连接。在应用程序层将整个系统功能模块化, 使整个系统分成模拟信号采集模块、数字信号采集模块、429 通信模块、数据回放模块等模块, 软件结构如图 4。通过各个模块的组合, 实现对设备的信号检测与分析。

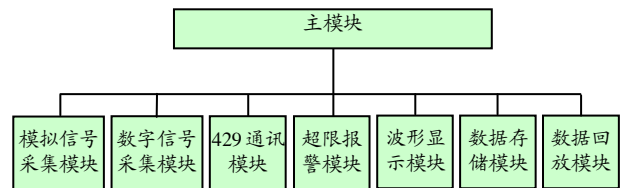


图 4 软件功能结构

数据采集功能部分完成模拟信号、数字信号和 429 通信信号的同步采集和数据的保存, 同时, 结合设备测试逻辑和设备指标对各个信号进行监控, 实现超限报警功能。数据回放功能部分完成采集后的数据分析, 可用于对设备性能的动态评估。

#### 3.1 数据采集模块的设计

系统的数据采集可分为模拟、数字、429 信号的采集。当设备开始工作时, 需要同时实现 3 种信号的同步采集并完成数据的保存。注意到 USB-6259 多功能数据采集卡和 PCMCIA ARINC-429 通信板卡作为 USB 总线和 PCMCIA 总线产品都没有同步触发线, 实现 2 种仪器之间的同步采集就存在困难。但考虑到系统对时间的要求精度可以是毫秒级, 可以采用软件同步的方法, 创建多线程程序, 一个线程用于 USB-6259 采集卡的数据读取, 另一个线程用于 ARINC-429 通信板卡的数据读取。而 USB-6259 采集卡内模拟信号和数字

信号的同步采集则可以通过把数字 I/O 通道的触发源，通过函数 DAQmxCfgAnlgEdgeStartTrig() 设置为模拟通道的上升沿，触发电平设为 0 即可达到板卡内数据采集的同步。另外，USB-6259 数据的读取可以通过采样率记录数据读取的时间，而 ARINC-429 通信板卡数据的读取则通过添加时间标签来记录数据读取的时间，其程序流程图如图 5。

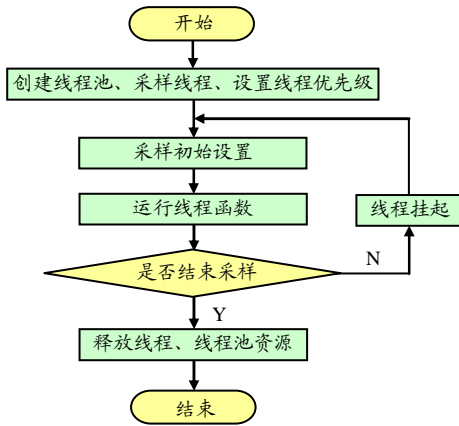


图 5 数据采集模块流程图

### 3.2 数据回放模块的设计

数据回放模块需要实现对已保存的模拟、数字、429 通信 3 种数据信号的再现，以对设备工作状态进行更仔细的分析。通过波形图控件，可以做到模拟和数字信号的逼真再现，可通过选择感兴趣的信号，实现对某一路或几路信号的同时回放和比较。而 429 通信信号的回放则比较麻烦，需要根据对 ARINC 429 通信协议的 32 位数据位进行分析才能得出最终的数据结果。

ARINC 429 总线是美国航空无线电公司 (ARINC) 指定的航空数字总线传输标准，定义了航空电子设备和系统之间通信的一种规范<sup>[5]</sup>。按照协议规定，ARINC 429 字的 32 个数据位分为 5 个基本区域，分别为 Parity、SSM、DATA、SDI、LABEL，1~8 位是标号位 (LABEL)，标记出传送字的信息类型；9~10 位是源终端识别位 (SDI)，指示信息的来源或信息的终端，在系统中，由于只有一个设备，此信息无用；11~28 或 29 位是数据位 (DATA)，是所确定的用于传输的信息。29 到 30 或 31 位为符号状态矩阵位 (SSM)，表示数据的特征或字类型；32 位为奇偶校验位 (P)<sup>[6]</sup>。

根据标号位 (LABEL) 的不同，429 信号数据位码 (DATA) 的填充方式有 BCD 码和 BNR 码 2 种，因此，编写软件时需首先判断标号位 (采用八进制表示) 类型，确定数据的填充方式，然后将接

收到的 32 位数据码按照 429 数据信号格式拆分为 SSM、DATA、SDI、LABEL 四部分。通过建立一个标号查询数据库来实现，数据库有 Label、DataFormat、ParaName、Units、Res 等字段，其中将 Label 列用作其主键，在回放读取数据时，先拆分出数据的标号位，再通过查询数据库获取某一标号数据的填充方式，然后按照相应格式组合数据，得到最终的结果 (数据库的连接要用到 NI SQL Toolkit 工具包)。程序运行的 429 数据 (通道 1) 回放部分界面如图 6。

429 信号数据 (通道 1)					
	时间 (ms)	数据	标号	状态矩阵位	单位
1	19	47.00	010	0	度/分
2	35	3.50	102	0	A
3	63	0.50	102	0	A
4	97	270.00	014	0	度
5	154	2.70	102	0	A
6	156	1.20	102	0	A

图 6 429 数据信号回放界面

### 4 结论

该系统采用虚拟仪器技术，实现了对某型设备的信号检测过程，能实现数据回放等后期处理功能，具有便携性好、界面友善、检测结果显示直观等特点，便于实现对设备状态的动态分析。实际使用结果表明，该系统工作可靠、性能良好，达到了预期的目标。

### 参考文献:

- [1] 叶海明, 周绍磊. 基于 VXI/GPIB 混合总线的航空仪电自动测试系统设计[J]. 国外电子测量技术, 2008, 20(11): 43-45.
- [2] 柳爱利, 吴华丽. 自动测试系统的软件平台设计[J]. 仪器仪表学报(增刊), 2008(8): 450-453.
- [3] 李世文. 数字式能源自动检测系统[J]. 兵工自动化, 2009, 28(1): 67-69.
- [4] 成凤敏, 苏小光. 多线程技术在虚拟仪器软件开发中的应用[J]. 中国测试技术, 2008, 23(2): 48-50.
- [5] 唐亮, 于海勋, 等. 基于虚拟仪器的 ARINC429 总线信号仿真和测试方案[J]. 测试测量, 2008, 20(5): 132-134.
- [6] 唐亮, 于海勋, 等. ARINC429 信号收发软件的设计与验证[J]. 电子测量技术, 2008, 8(3): 27-31.
- [7] 王建新, 杨世凤, 等. LabWindows/CVI 测试技术及工程应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [8] 王瑞臣, 龚红良. 炮弹倾斜侵彻平板数值模拟[J]. 四川兵工学报, 2008(5): 15-17.