

多普勒信号模拟器测控平台设计

杨艺东 姚金杰 苏新彦

(中北大学信息探测与处理技术重点实验室 太原 030051)

摘要 在外场试验条件下对弹丸速度进行测量,不仅测量成本高、周期长,而且在测试条件不完善的情况下,无法完成对测试系统的验证。针对这些问题,设计了基于智能平板的多普勒信号模拟器。在介绍硬件工作原理的基础上,详细描述了基于PXI6711板卡生成多普勒信号和基于PXI5122板卡高速数据采集的过程及实现。测试结果表明,设计的多普勒信号模拟器测控平台结构简单、用户操作性强,且容易升级,可广泛应用于测速雷达及其相关测试平台的检测。

关键词 多普勒信号模拟,高速,雷达系统测试,PXI

中图分类号 TP311.1 文献标识码 A

Design Doppler Signal Emulator Test Software Platform

YANG Yi-dong YAO Jin-jie SU Xin-yan

(National Key Laboratory of Electronic Testing Technology, North University of China, Taiyuan 030051, China)

Abstract Under the field trial condition, the traditional projectile speed test has high cost and long test cycle, at the same time, the measurement system can't be confirmed in the situation of trial condition. In allusion to these problems, The Doppler signal simulator based on intelligent tablet was designed. On the basis of the introduced working principle of the hardware, this article described the process of and implementation of generating Doppler signal based on PXI6711 board and high-speed data acquisition based on PXI5122 board in detail. Test results show that Doppler signal emulator test software platform has many advantages such as the simple construction, operating and upgrading easily, and can be widely applied to the measurement of the velocity radar and the correlation test platform.

Keywords Doppler signal simulation, High velocity, Radar measurement system, PXI

1 引言

弹丸速度是衡量枪炮威力性能的重要指标,也是枪炮设计的重要参数,所以在内外弹道弹丸各项参数的测试中,弹丸速度测量成为一项重要的研究内容^[3]。

在对弹丸的速度测量时一般采用外场实验的方法,该方法不但成本很高、技术难度大、耗时长、动用人力物力较多,而且调试效果未必理想。针对这些问题,本文设计了基于AMC58234智能平板的多普勒模拟器测控软件平台,该平台通过调用PXI6711板卡的驱动程序使其I/O口输出所需的多普勒信号,以此来模拟弹丸在雷达发射的电磁场中飞行时产生的多普勒回波信号,并通过调用PXI5122板卡的驱动程序编写数据采集软件采集该回波信号。该软件平台设计对于高速弹丸模拟、毫米波系统测试都具有十分重要的研究意义和工程应用价值。

2 系统工作原理

多普勒模拟器测控平台主要分为多普勒信号模拟和数据采集两个模块。系统组成框图如图1所示,其中PXI-6711板卡和PXI-5122板卡均通过PXI总线插入AMC58234智能平

板。PXI-6711板卡通过算法产生连续的单频或者变频多普勒信号,通过SCB-68A接线盒直接输入到PXI-5122板卡的两个通道;PXI-5122板卡通过A/D转换器进行采集数据存储;采集到的数据存放在AMC58234智能平板的硬盘中,可通过Matlab对采集数据进行数据处理和分析。

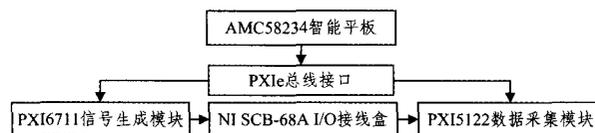


图1 多普勒模拟器测控平台系统组成框图

多普勒信号生成模块主要利用PXI6711板卡16位高速多通道模拟输出端口和SCB-68A接线盒屏蔽式I/O坚固低噪的输出特性,通过编写软件驱动程序输出连续的单频或者变频多普勒信号。

数据采集模块主要利用PXI5122板卡并行高速、分辨率高及存储容量大等特性,通过配置硬件参数实现双通道同步数据采集。本文配置为立即触发和边缘触发两种模式,立即触发可用于信号的实时连续采样,边缘触发可用于连接外部触发采集时间段信号。根据采样定理,设置的最小采样率至少是被采样信号频率的两倍^[4],而在实际测试时采样率一般

杨艺东(1990—),男,硕士生,主要研究领域为信号与信息处理;姚金杰(1982—),男,副教授,硕士生导师,主要研究领域为信号与信息处理, E-mail: m916568265@163.com.

为信号频率的 5~10 倍。数据采集系统如图 2 所示。

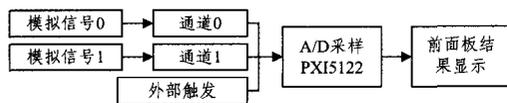


图 2 数据采集系统

PXI-5122 板卡和 PXI-6711 板卡是系统平台硬件部分的核心,两种板卡均可直接插入 AMC58234 智能平板的 PXI 插槽中,航天测控公司的 AMC58234 智能平板的紧凑化架构设计,高计算性能以及 4 个 PXI/PXIe 接口插槽,使其可同步使用 4 块 PXI-5122 板卡实现 8 通道的高速数据采集,也可同步使用 4 块 PXI-6711 板卡实现 8 通道的模拟信号输出,因此该系统对于组建大型测试系统具有十分重要的应用价值。

3 软件设计及实现

在多普勒信号模拟器测控软件平台的设计中,主要包括多普勒信号模拟软件单元设计和多普勒信号高速采集单元的设计。

软件平台是基于 NI 公司的 LabWindows/CVI 开发的, LabWindows/CVI 是美国 NI 公司针对数据处理、测试仪器设计的一个软件平台。LabWindows/CVI 提供丰富的库文件,能满足大部分工业测控系统的要求。利用 LabWindows/CVI 软件,用户就能利用简化了的数据采集和仪器控制方式开发程序,而且这些应用程序可以在不同的平台上移植。

3.1 多普勒信号模拟器软件单元设计

3.1.1 驱动单元

DAQmx 数据采集驱动软件是 NI 公司提供的数据采集卡的 I/O 驱动软件,该软件提供了虚拟仪器软件设计环境,保证了软件和硬件之间的连通性,被广泛地应用于工程的测量和控制中。DAQ 函数库无法随 LabWindows/CVI 仪器直接安装在计算机上,而是通过安装 NI-DAQ 软件包安装的^[5]。为使 PXI6711 板卡输出平台所需的波形,需使用 DAQ 函数库中初始化函数库、模拟输出函数库、计数器函数库 3 个子类中的函数。

3.1.2 应用程序单元设计

应用程序的工作流程如图 3 所示。

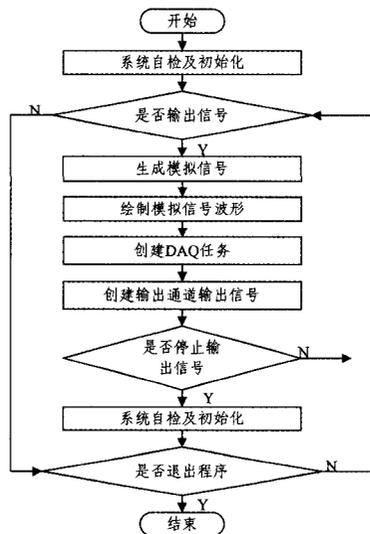


图 3 多普勒信号模拟器工作流程

程序运行后先自动查找 PC 系统中与 PXI6711 板卡模块

驱动程序相匹配的硬件模块,如果没有找到匹配型号的模块,弹出对话框通知用户未找到硬件设备并退出程序。如果找到,进行系统自检并对硬件设备初始化,进而建立与该模块的通话句柄后打开软件主界面;然后判断用户是否需要生成并输出多普勒信号,如果用户选择生成模拟信号,则通过函数调用生成线性调频信号、单频信号或者对数调频信号,然后创建 DAQ 任务,初始化物理通道将信号通过 NI SCB-68A 接线盒输出。

3.2 多普勒信号高速采集单元的设计

3.2.1 驱动单元

NI Scope 示波器驱动是 NI 公司提供的 8 类可互换的虚拟仪器 IVI 规范驱动之一,其提供了规范和标准 API 函数库,它将仪器的功能完整封装,让用户更快更容易地开发系统。在成功安装 NI SCOPE 示波器驱动后,用户可根据 PXI5122 使用说明书通过加载 NI SCOPE 库文件调用功能函数实现应用程序的开发,进而实现对硬件的控制。

整个软件系统采用模块化自底向上的设计方法设计,设计框图如图 4 所示。仪器驱动器是提供给用户使用的交互式接口,是用户应用程序和底层硬件驱动之间的通信桥梁。软面板是提供给用户的演示的本模块功能的应用程序,该程序使用 LabWindows/CVI 环境开发。软面板包括数据采集、人机交互等模块,人机交互主要实现参数的设置及波形显示等,数据采集控制完成控制参数的设置,信号数据的采集、存储与传输等。

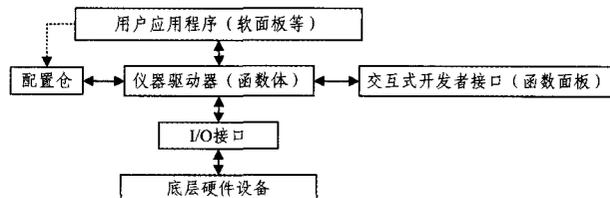


图 4 驱动单元框图

3.2.2 软面板单元设计

应用程序的工作流程如图 5 所示。

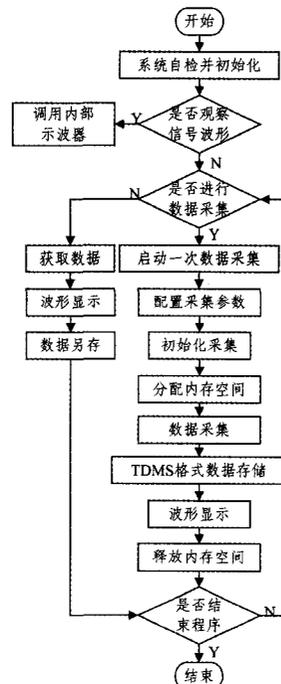


图 5 数据采集模块流程

程序运行后,先进行系统自检并对硬件设备进行初始化。然后判断是否进行数据采集,如果进行数据采集,启动一次数据采集对采集保证数据的大量存储,之后把采集到的数据显示在绘图框内。如果不进行数据采集,判断参数进行配置,进而初始化数据采集进行数据采集工作,然后判断是否对之前采集到的数据进行数据回放,如果选择数据回放则对数据进行回放示波,并且可以选择数据是否另存为 TXT 文件格式方便以后的数据处理。

4 性能分析

4.1 多普勒信号模拟器性能分析

多普勒信号模拟器模块可实现 3 种多普勒信号的模拟,分别是单频多普勒信号、线性调频多普勒信号和对数调频多普勒信号。该模块模拟生成的线性调频信号如图 6 所示,信号幅值设置为 3V,起始频率 1KHz,终止频率 2MHz,信号周期 4ms,波形数据长度 1000。

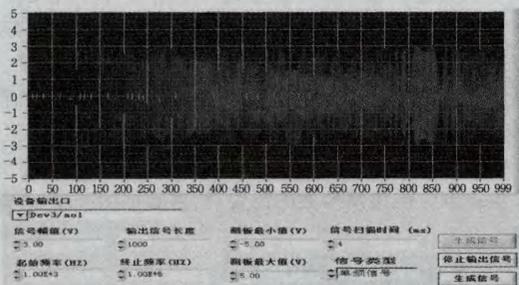


图 6 多普勒信号模拟器操作界面

将 PXI6711 板卡生成的信号通过 SCB-68A 接入 EDS 112CV 示波器中,采集到的数据通过极值法处理后得到的时频图如图 7 所示,由于极值法处理信号时计算出的频率会上下波动,故波形不是严格的对数变化曲线。由图可知信号的频率随时间的变化范围为 0.8139~1.9981MHz,对数调频信号周期为 4ms,与模拟器生成信号参数基本一致,因此该模块可用于多普勒信号模拟测控软件平台信号的产生。

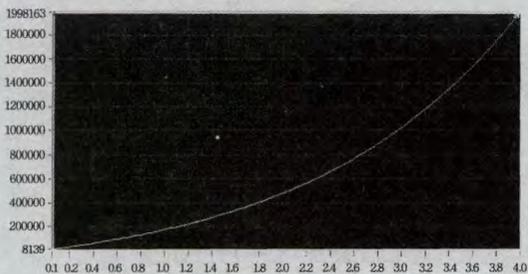


图 7 多普勒信号时频图

4.2 多普勒信号数据采集模块性能分析

该模块可实现双通道同步采样,100MSa/s 最大实时采样。信号的测量参数需要在实际采集之前设置,用户可根据实际需要点击控制界面上的各参数按钮进行配置。为了测量该模块的实际性能,通过 AG1022 信号发生器向该模块输入两路正弦信号。信号的幅度/频率设置为:2Vpp/2M 和

1Vpp/2M,分别接入数据采集卡的通道 0 和通道 1。启动应用程序进行数据采集,得到的波形如图 8 所示。采集参数设置为:采样率 20MHz,采样长度 1M,信号 VPP4.00V。图中采集到的波形为信号放大后的波形。信号经过极值法逐点判断后得到的时频图如图 9 所示,由图可知信号的频率为 2MHz。故可用于实际波形的数据采集。

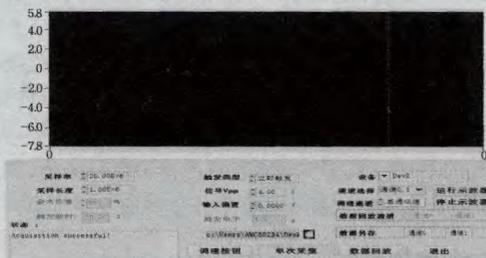


图 8 数据采集模块操作界面

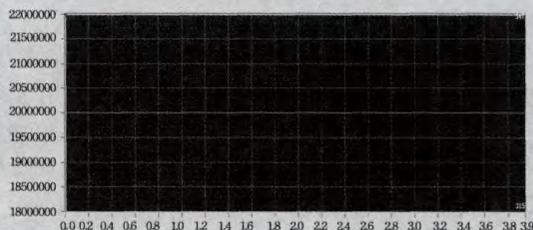


图 9 单频信号时频图

结束语 本文将 PXI 板卡与智能平板结合,在 LabWindows/CVI 环境下通过软件控制 PXI6711 板卡生成多普勒信号,以及通过配置 PXI5122 板卡完成信号的采集及波形显示等功能,解决了外场实验周期长、成本高的问题。之后只需要根据实际功能要求,修改应用程序即可进行系统的拓展。整个多普勒模拟测控软件平台在实际应用中方便灵活,不受具体线路的限制,故可广泛应用多普勒测速的过程模拟和实际实验的检测。

参考文献

- [1] 周杏鹏. 现代检测技术[M]. 北京:高等教育出版社,2004:200-384
- [2] 王建新,杨世凤,隋美丽. LabWindows/CVI 测试技术及工程应用[M]. 北京:化学工业出版社,2006
- [3] 刘淇芳,姚金杰. 基于 DDS 技术的多普勒信号模拟器设计[J]. 计算机与测量控制,2010,18(1):144-146
- [4] 廖晶,周卫星,廖欢. 基于 NI Scope 实时数据采集系统设计[J]. 现代电子技术,2009(20):176-178
- [5] 李毓辉,郭群山,郑强. 利用 NI-DAQ 使 PXI6713 实现正弦波和方波的输出[J]. 仪表技术,2004(5):17-19
- [6] Luchetta A, Manduchi G, Arbalace A, et al. EPICS-MDSplus integration in the ITER neutral beam test facility[J]. Fus. Eng. Des, 2011, 86(6-8):1252-1255
- [7] Soppelsa A, Luchetta A, Manduchi G. Assessment of precise time protocol in a prototype system for the ITER neutral beam test facility[J]. IEEE Trans. Nucl. Sci., 2010, 57(2):503-509