

基于 FPGA 的可调信号源设计

杨新春,任璐娟,黄洋文,刘毅

(中北大学 电子测试技术国家重点实验室,山西 太原 030051)

摘要:针对航天检测设备中信号源单一、不可调等缺点,提出并实现了一种以 FPGA、高速 D/A、继电器 AQY210 为核心,结构简单,控制灵活,信号质量高的多功能信号源生成系统。该系统可提供各种频率、幅值、偏置等参数可调的模拟信号,成功应用于工业控制开关量输出性能检测。同时,上位机与硬件通信的接口使用了 USB-单片机(CY7C68013)和 USB-FIFO(FT245)两种方案,并进行实际对比,提出其适用条件和范围。

关键词:FPGA; 高速 D/A; AQY210; 信号源; USB

中图分类号:TN914.1

文献标识码:A

Design of adjustable signal source based on FPGA

YANG Xin Chun, REN Lu Juan, HUANG Yang Wen, LIU Yi

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

Abstract: In order to solve the shortcomings of the single and unadjustable signal sources in aviation testing equipments, the multi-purpose signal source generation and high-quality signals is proposed here, with FPGA, high-speed D/A, and relay AQ210 as its core. This signal source generation system has achieved the following functions. Firstly, analog signals which could be adjustable by the parameters, such as a variety of frequencies, amplitude and bias, etc. could be applied in industrial control switch output performance testing. At the same time, the interface between host computer and communication hardware uses two programs of CY7C68013 and FT245, which can be actually compared for finding out their applicable conditions and extent.

Key words: FPGA; high-speed D/A; AQY210; signal source; USB

传统产品级信号源往往只能产生单一信号,满足不了科研和实际检测的需要。尤其在复杂的航天环境实验中,需要信号源能产生不同种类和参数可调的信号,作为系统自检时的信号输入,以此检测目标设备的工作状态和各项性能指标,为目标设备正常工作提供依据。

现场可编程逻辑阵列器件(FPGA)具有编程方便、高集成度、高可靠性等优点。为了满足科研和实际测试要求,本文设计了一种以 FPGA、高速 D/A 为核心,能产生多路频率可调信号的信号源系统。该系统中波形数据、控制命令字由上位机发出,通过 FPGA 控制在数据存储器中存储波形数据,并将波形数据读出送入 DAC 进行数模转换后得到相应的模拟信号波形及开关量的控制。利用上述方法设计的信号源,信号产生灵活、功能扩展方便、信号参数可调,实现了硬件电路的软件化设计,具有特殊的现实意义和广泛的应用前景^[1]。

1 系统设计

本信号源系统主要由数据输出(上位机软件)、USB 数据传输接口、数据缓冲与存储(FIFO 和 SRAM)、控制部分(FPGA)、数据的转换及调理(DAC、跟随器)及开关量的输出等 6 个模块组成。

系统总体设计框图如图 1 所示,其具体工作流程为:PC 机发送数据至 USB 单片机端点 FIFO,当数据大小达到 512 B 时,数据自动打包后送入外部缓冲 FIFO。FIFO 是一种先进先出的数据缓存器,它与普通存储器的区别在于没有外部读写地址线,靠空/满标志的产生来控制数据的写入与读出。在 FPGA 控制模块中,当 FPGA 接收到 FIFO 半满信号后,由 FPGA 控制将波形数据存于 SRAM 中。然后 FPGA 控制波形数据从 SRAM 中取出后送 D/A 进行转换,经数模转换和调理电路后即得所需波形,或直接由 FPGA 将数据发送到继电器来控制外部供电系统的开断。

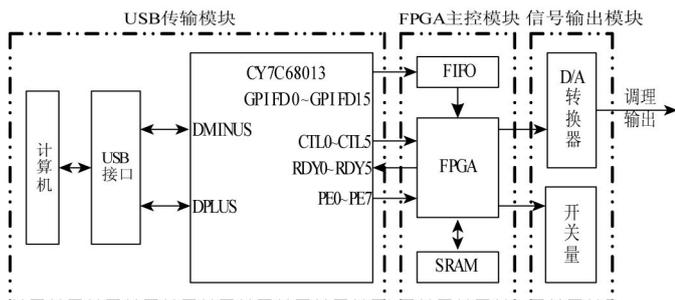


图1 系统总体设计框图

2 模块设计

2.1 USB 传输部分

USB接口即“通用串行总线接口”，是应用于计算机领域的新型接口之一，它使得外围设备与计算机的连接更加高效、便利。USB接口不仅具有传输速率快、即插即用、支持热插拔等特点，而且易于扩展，可以有效地解决计算机外围接口不足的问题。随着在工程实际中对数据传输的速率要求越来越高，传统的串口、并口传输已经不能满足数据传输速率的要求，而USB2.0接口最高可达480 Mb/s的高速传输速率，使得计算机和外围设备之间的高速数据传输成为可能。同时，USB接口设备的普及也促使其成为数据高速传输中设备连接的首选接口。

本设计考虑了两种USB2.0通信接口设计模式：(1)基于USB单片机的接口设计。例如以Cypress公司开发的CY7C68013单片机为控制核心而设计的USB通讯接口；(2)基于协议转换芯片的接口设计，例如以FTDI公司推出的FT245BM协议接口芯片为控制核心的USB通讯接口。

(1)USB-单片机

CY7C68013单片机^[2]的GPIF接口有16位数据线、6个RDY信号和6个CTL信号。RDY信号用于对输入的信号进行判断，CTL用于输出对外部器件的控制命令，16位数据线用于单片机与外部器件进行数据交换和传输。该芯片集成了51单片机内核、USB2.0收发器、串行接口引擎(SIE)、4KB FIFO存储器以及通用可编程接口等模块，这些模块保证了CY7C68013与DSP、ATA等外围器件实现无缝、高速的数据传输。

(2)USB-FIFO

FT245BM是由FTDI公司推出的USB协议芯片。FT245BM内含2个FIFO数据缓冲区。一个是128B的接收缓冲区，另一个是384B的发送缓冲区。它们用作USB数据与并行I/O口数据的交换缓冲区。FIFO是实现与外界(微控制器、FPGA或其他器件)数据互换的接口，它主要通过8根数据线DO~D7、读写控制线RD和WR以及FIFO发送缓冲区空标志TXE和FIFO接收缓冲区非空标志RXF来完成数据的交互。FT245BM与FPGA之间的逻辑连接图如图2所示。

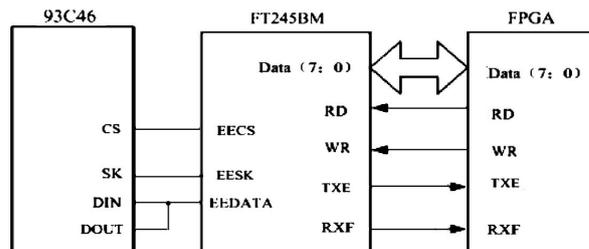


图2 FT245BM与FPGA之间的逻辑连接

通过USB-单片机和USB-FIFO两种传输方式的对比来看，FT245BM USB接口协议芯片具有设计简单、使用简便的特点。但是，由于受其芯片内部FIFO空间所限，导致传输速率有限，最高只能达到1 MB/s左右；同时由于波形数据和控制命令字都是通过DATA(7:0)8个端口进行输入或输出，所以在传输时是分时分复用的，不仅在上位机和底层硬件通信时带来很大的不便，而且降低了信号源的频率，远远小于1 MB/s^[3]。

CY7C68013单片机具有传输速率快、程序设计灵活性强、传输速率高等特点。它支持12 Mb/s的全速速率和480 Mb/s高速传输速率，并且用户可以根据实际情况来编写和修改数据传输的程序模块，但是其程序的设计相对FT245BM来说比较复杂，需要用户根据实际需求来开发相关的动态链接库和应用程序，以完成对数据传输的控制。

两种基于USB的设计方法各有优缺点，根据实际实验设计的需要，在传输速率不高、接口设计比较简单的情况下，可以考虑使用FT245BM USB接口协议芯片。而对于传输速率要求较高、接口设计比较复杂，同时要求根据实际需求来设计数据传输模块的场合，可以考虑使用CY7C68013 USB单片机。本设计在前期试验中采用FT245BM，但由于传输速度的限制以及控制的实时性，最终采用了CY7C68013 USB单片机设计模式。

2.2 FPGA 控制部分

FPGA程序控制流程图如图3所示。

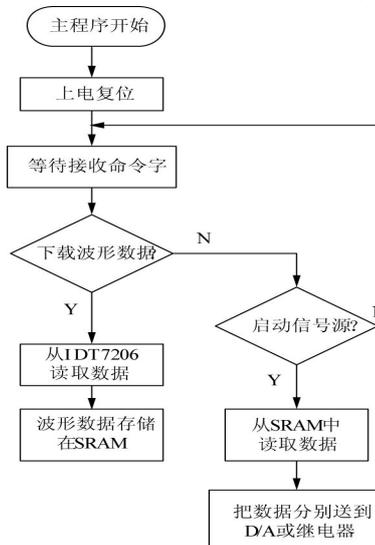


图3 程序流程图

硬件纵横

Hardware Technique

FPGA 有两种工作模式:第一种是数据存储模式,即控制读取 FIFO 中的波形数据并存储到 SRAM 中。进入这种工作模式后, FPGA 判断 FIFO 的空信号是否有效;如果 FIFO 的空信号无效,则 FPGA 控制 FIFO 的读信号有效,从 FIFO 中读取波形数据并存储到 SRAM 中。SRAM 的存储方式采用分块存取的方式,在数据读取时可通过分块扫描的方式均匀读出各种波形数据,并且通过简单的修改扫描频率即可控制波形频率。第二种是数据转换模式,即控制读取 SRAM 中的波形数据传送给 D/A 转换器,并控制 D/A 转换器完成转换和对继电器开断。

2.3 D/A 转化部分和开关电路^[4-5]

DAC715 是美国 TI 公司生产的 16 位高精度数模转换器,该芯片具有 16 位数据总线,可在工作电压为 ± 12 V 或 ± 15 V 时,实现 0 V~10 V 的模拟电压输出。FPGA 主要通过 DAC715 的输入工作选通信号 WR、寄存器控制信号 A0 和 D/A 锁存控制信号 A1 来控制 DAC715 完成数模转换。DAC715 输入数据与输出电压的对应关系如表 1 所示。

表 1 DAC715 输入数据(十六进制)与输出电压(V)的对应关系

输入数据	7FFFH	...	4000H	...	0000H	FFFFH	...	C000H	...	8000H
输出电压	9.999	...	7.500	...	5.000	4.999	...	2.500	...	0.000

本设计的开关量采用继电器 AQY210,该继电器是电流驱动,电路连接图如图 4 所示。

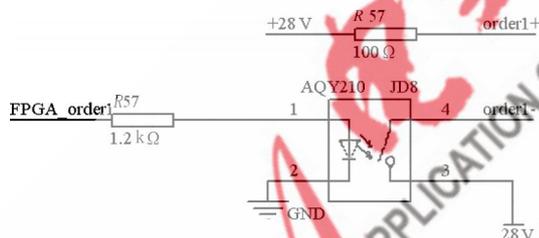


图 4 FPGA 与继电器 AQY210 电路连接图

本文所设计的信号源利用 USB 接口技术,实现了计算机命令字和波形数据的实时下载,使得产生的信号频率、幅值和偏置灵活可调,可满足不同的实验要求,同时对外部供电系统可以灵活控制。事实上,这种控制的灵活性也使其在航天测试上得到了广泛运用。

参考文献

- [1] 陈亮,张炜.基于 FPGA 的多功能信号源生成系统设计与实现[J].现代电子技术,2009,32(6):34-37.
- [2] 林刚勇,马善农,许邦莲.CY7C68013 在数据传输中的应用[J].微计算机信息,2007(29):76-78.
- [3] 周功业,陈玉刚.基于 USB 和 GPIF 的大规模数据采集系统[J].微型机与应用,2003,22(11):16-18.
- [4] 雷霆,李航,曲永志.基于 FPGA 的可调信号源检测装置的设计[J].自动化信息,2008(12):41-43.
- [5] 王春玲,王杰.可变标准信号源的 VHDL 设计[J].泰山学报,2009(11):79-82.

(收稿日期:2009-10-28)

作者简介

杨新春,男,1984 年生,硕士研究生,主要研究方向:传感器设计;

任璐娟,女,1984 年生,硕士研究生,主要研究方向:信号与信息处理;

黄洋文,男,1984 年生,硕士研究生,主要研究方向:图形图像处理。

Spansion 公司连续通过严格的 ISO / TS 16949 汽车质量管理体系认证

尽管公司处于重组阶段,审计人员对公司良好的运营情况印象深刻

2010 年 2 月 1 日,中国上海——Spansion 公司今天宣布全球领先的管理体系认证机构 UL DQS 公司,按照全球 ISO / TS 16949 汽车质量管理体系的严格要求重新认证了 Spansion 公司的闪存设计、研发状况和全球的生产设备。Spansion 公司在全球 9 家分支机构的数百名员工为此次重新认证做出了努力,使得公司能够达到严格的认证标准来参与闪存市场的高端竞争。

UL DQS 公司的审计员 Ed Lavender 表示,“Spansion 公司以迄今最优异的表现通过了严格的 ISO / TS 16949 审计认证。通常正在经历重组和进入破产程序的公司,内部程序支离破碎,通过验证不太实际。但 Spansion 公司并非如此,公司全球的分支机构规划整齐,关键系统运行良好。”

通过 ISO / TS 16949 管理体系的重新认证意味着 Spansion 公司继续保持符合全球质量管理体系中最具挑战性部分的规范标准。ISO / TS 16949 管理体系包括 ISO 9001 标准,另外额外附加了适用于汽车供应链中供应商的汽车行业要求。该体系是由国际汽车工作组(IATF)和日本汽车制造商协会(JAMA)准备的,并获得了 ISO/TC 176 质量管理和质量保证的支持。

此次重新认证涵盖了整个 Spansion 公司分布在全球的组织,包括公司所有的闪存晶圆制造厂,设计中心和后端封装测试厂。Spansion 公司自 2003 年的初创开始,持续达到了 ISO / TS 16949 质量管理认证体系的验证要求。(Spansion 公司供稿)