

# 基于 LabVIEW 与 USB2.0 的 DSP 数据采集与处理系统

王彬<sup>1</sup>, 王灵莉<sup>2</sup>, 王旭柱<sup>1</sup>

(1. 中国海洋大学 信息科学与工程学院, 山东 青岛 266100;

2. 濮阳职业技术学院 数学与信息工程系, 河南 濮阳 457000)

**摘要:** 介绍了一种基于 LabVIEW 和 USB2.0 的 DSP 双通道数据采集处理系统。该系统采用 TMS320C6713B 作为核心处理芯片, CY7C68013A 作为 USB 接口芯片, 并在 LabVIEW 平台上开发上位机数据采集软件, 实现系统复位、DSP 程序 HPI 引导以及数据处理结果的显示、存储和处理。

**关键词:** 数据采集与处理; LabVIEW; USB2.0; DSP

中图分类号: TP311.56; TP334.7; TN911.72 文献标识码: A 文章编号: 1674-7720(2013)06-0032-03

## DSP data acquisition and processing system based on LabVIEW and USB2.0

Wang Bin<sup>1</sup>, Wang Lingli<sup>2</sup>, Wang Xuzhu<sup>1</sup>

(1. College of Information Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266100, China;

2. College of Mathematics and Information Engineering, Puyang Polytechnic, Puyang 457000, China)

**Abstract:** This paper introduces a dual-channel data acquisition and processing system based on DSP and USB2.0 in the platform of LabVIEW. This system uses the TMS320C6713B chip as the core processing chip and CY7C68013A as the USB interface chip. The data acquisition and processing software based on LabVIEW is designed to implement system reset, HPI boot of DSP program and visualization of data processing results.

**Key words:** data acquisition and processing; LabVIEW; USB2.0; DSP

数据采集卡在数据采集和测量过程中得到了广泛的应用<sup>[1]</sup>。目前大多数数据采集卡主要采用 RS232、ISA 接口和 PCI 接口, 但这些接口体积庞大, 不支持热拔插, 而 USB 接口小巧, 支持即插即用和热拔插, 弥补了其他接口的不足, 同时极大地方便了现场实时数据的采集与分析<sup>[2]</sup>。LabVIEW 是美国国家仪器有限公司(NI)开发的一种图形化编程语言, 相对于 Visual Basic、Visual C++ 等传统的文本编程语言, 它在测试测量领域具有很强的优势, 能够实现应用软件的快速开发, 大幅缩短开发时间<sup>[3]</sup>。本文介绍了一种基于 LabVIEW 与 USB 接口的 DSP 数据采集与处理系统。

### 1 数据采集系统的硬件组成

数据采集系统的总体框图如图 1 所示。系统主要包括信号调理电路模块、DSP 数据处理模块、CPLD 逻辑时序控制模块、USB 接口通信模块和 LabVIEW 上位机模块, 其中信号调理模块包括运算放大电路和模/数转换电路。

信号调理电路将模拟信号运算放大、滤波, 再经模/数转换电路将模拟信号转换为数字信号; DSP 数据处理

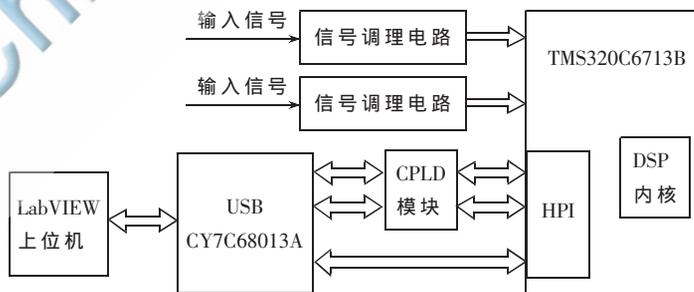


图 1 系统总体框图

模块将输入的数字信号进行运算处理, 并将处理后的数据经 DSP 的 HPI 送入 USB 接口, 然后经 USB 送入 PC 机; CPLD 模块主要用于 DSP 的 HPI 主机接口与 USB CY7C68013A 的逻辑电路设计、实现上位机对数据采集与处理系统的软件复位和 DSP 对双通道中两片 ADC 的切换控制; LabVIEW 上位机模块主要完成 DSP 复位、DSP 程序 HPI 引导及数据显示、存储和处理。

#### 1.1 USB 接口电路设计

本系统采用 USB 主机模式即通过 LabVIEW 上位机经 USB 接口实现系统的复位和数据传输控制, 使得 DSP

## 硬件纵横

Hardware Technique

相当于 USB 控制的外围芯片。在该方案中 USB 采用 Cypress 公司的 EZ-USB 系列芯片 CY7C68013A, DSP 采用 TI 公司的 TMS320C6713B, 上述两种芯片能很好地完成系统所需要的性能。

DSP 的 HPI 主机接口是 16 bit 数据地址复用的并行端口, 在主从式系统中通过该接口可以实现主机与从机通信及 DSP 程序的 HPI 引导, 主机享有对该接口的控制权<sup>[4]</sup>。

本设计中, USB 芯片 CY7C68013A 主要采用 GPIF 模式, 用于数据采集和批量传输。GPIF 模式是一种主机控制模式, 其通过 USB2.0 的通用可编程接口(GPIF)作为特定的应用接口编程, 可使用多种协议完成与外围器件的无缝连接, 特别适用于高速数据传输的场合<sup>[5]</sup>。本系统就是采用 USB 的 GPIF 模式实现与 DSP 的 HPI 口的数据通信, USB 接口与 DSP 的 HPI 接口需要 CPLD 进行逻辑转换。USB 与 TI 6713 HPI 接口框图如图 2 所示。

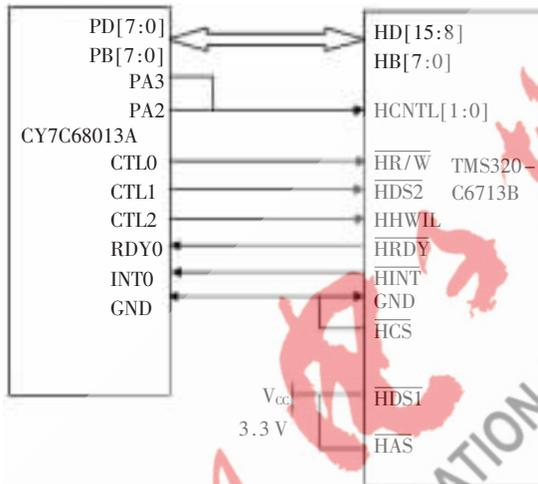


图 2 USB 与 TI 6713 HPI 接口框图

PB[7:0]和 PD[7:0]作为 16 bit 数据总线连接 HPI 的 HD [15:0]; PA2、PA3 作为地址线用来选择 HPI 中的 HPIC、HPIA 和 HPID 寄存器。CTL0 连接 HR/W 用来控制读取或写入数据。CTL2 连接 HHWIL 用来表示第一字节或第二字节。CTL1 连接 HDS2, HDS1、HAS 固定接高电平, HCS 接地, 这样可在 HPI 模块中共同产生 HSTROBE 信号来锁存控制信号, 进行数据传输。RDY0 连接 HRDY, 用来向主机插入等待状态。INT0 连接 HINT, DSP 可以通过该引脚中断主机。

## 1.2 CPLD 逻辑时序控制模块

本系统中的逻辑时序控制主要通过 CPLD 完成。CPLD 的最大优势在于其具有很大的灵活性, 所以设计中可以将不是很肯定的逻辑设计端口都输入到 CPLD 中。

本系统可以通过 LabVIEW 上位机复位 DSP, 并能够实现 DSP 程序的 HPI 引导。其中通过主机复位 DSP 的设计部分尤为重要。下面为通过 CPLD 实现系统软件复位的部分 VHDL 程序。

```
CODE<='0' when address (1)='1' and address (0)='1'
else '1';
```

```
DSPRESET<=CODE or CTL0;
```

在 LabVIEW 上位机中调用 VISA 控制输入命令设置 USB 的地址总线 GPIFADR[8:0]低两位, 在 CPLD 中进行或运算使 DSPRESET 为低电平, 从而完成 DSP 复位。然后主机向 HPIC 中 DSPINT 位写 1, 将 DSP 从复位状态唤醒, DSP 开始执行程序。

## 2 数据采集系统的软件设计

## 2.1 USB 固件程序设计

在本文中, USB 芯片 CY7C68013A 采用 GPIF 模式进行数据传输, 该模式使用 4 个用户定义的波形描述符来控制状态机, 实现 FIFO 读写及单字节的数据读写操作<sup>[6]</sup>。采用 Cypress 提供的 GPIF Designer 软件进行波形图设计, 设计时, 首先设计 GPIF 与外部器件的接口, 然后再设计单字节写、FIFO 读写波形。其引脚配置如图 3 所示。

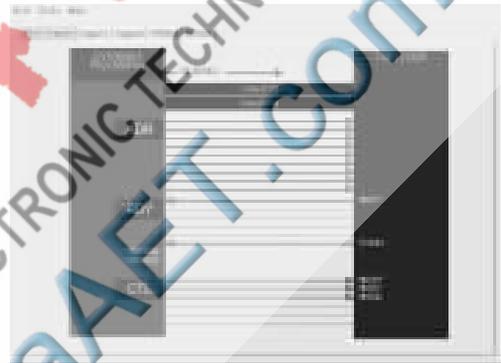


图 3 GPIF 模式的引脚配置

GPIF 单字节写通过通道 0 向 DSP 中写入 32 bit 控制数据, 本设计中 GPIF 单字节写分为 Sngwr1 和 Sngwr2, 其中 Sngwr1 的数据波形图如图 4 所示。在 SngWr1 中 HR/W 在 S0~S2 状态保持 0 以描述该操作为向 HPI 写数据, HHWIL 在 S0~S2 状态保持为 0 表示传输的数据为第一半字。在 SngWr2 中数据波形图与 SngWr1 中基本一致, 只是 HHWIL 在 S0~S2 状态保持为 1 表示传输的数据为第二半字。

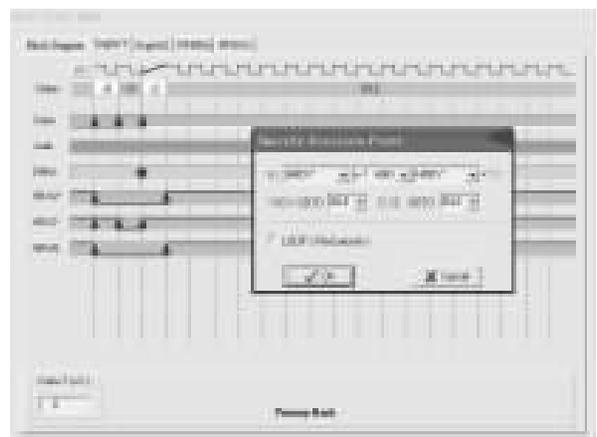


图 4 单字节写第一半字波形图

## 硬件纵横

Hardware Technique

GPIF FIFO 写操作通过通道 2 向 HPI RAM 中写入数据,通过该操作可向 DSP 中写入 DSP 程序;GPIF FIFO 读操作通过通道 6 读取 HPI RAM 中数据,然后在 LabVIEW 上位机显示、存储。当波形图设计完成后,生成相应的波形描述文件 gpif.c,加入到 Keil 工程中。在 Keil 工程中同时加入 Cypress 提供的基本固件框架结构,其中主函数文件主要执行 USB 设备的各种初始化及其他自定义操作,功能实现文件进行 USB 上电初始化和 GPIF 数据传输。然后将 Keil 的  $\mu$ Vision 编译环境下生成的 hex 文件转换为 USB 上电自动加载的程序文件,这样当 USB 设备连接到主机后,将自动从主机下载固件程序。

## 2.2 USB 驱动程序设计

为了能够在 LabVIEW 中识别该 USB 设备,本系统使用 NI-VISA 创建 USB 设备驱动程序。虚拟仪器软件架构 VISA (Virtual Instrument Software Architecture) 是一种编程接口 (API),基于它可以实现与各种仪器总线进行通信。针对 USB 通信,VISA 有两种类函数,可以分别控制 USB INSTR 和 USB RAW 设备。符合 USB 测试与测量类 (US-BTMC) 协议的 USB 设备可以通过使用 USB INSTR 类函数来控制,USB RAW 则是除 USB INSTR 之外的所有 USB 设备。在该设计中,采用的 USB 是一种 USB RAW 设备。

利用 Driver Wizard 工具创建 USB 设备的驱动程序,需要注意安装顺序。首先修改 Cyload.inf 文件,将 VID 和 PID 改为所用 USB 设备的 VID 和 PID;待下载完固件程序后,系统会提示安装驱动程序,此时采用 NI-VISA 来创建驱动程序;完成 USB 驱动程序安装后,便可以在计算机的设备管理器中查看到安装后的 USB 设备,如图 5 所示。

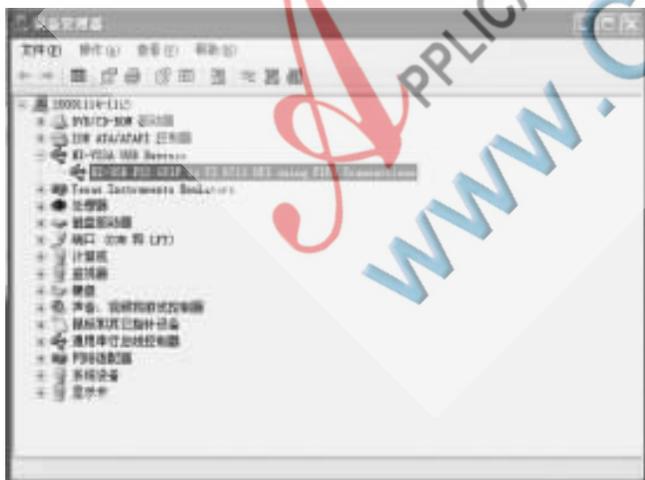


图 5 安装后的 USB 设备

至此,该 USB 设备驱动程序的安装完成,在 LabVIEW 下便可以对 USB 设备进行自由读写和数据传输了。

## 2.3 LabVIEW 上位机程序设计

上位机程序界面如图 6 所示。连接设备后,通过向

通道 0 发送控制命令,通过通道 2 加载 DSP 程序,通过通道 6 将采集处理过的数据在 LabVIEW 上位机数据采集系统中显示和保存。采用泰克公司的任意波形发生器产生模拟的荧光信号和多普勒信号,在上位机中的数据波形显示如图 6 所示。

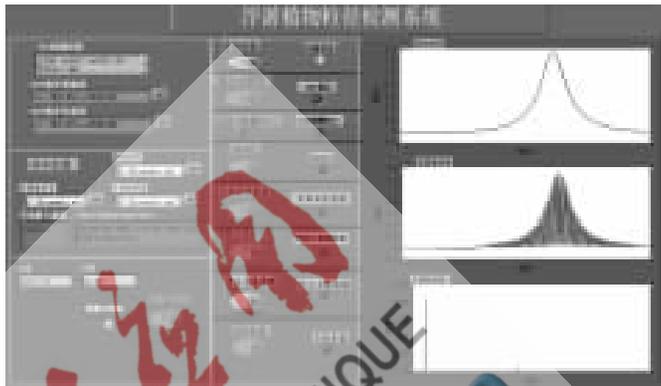


图 6 LabVIEW 上位机界面显示

本文主要介绍了基于 LabVIEW 和 USB2.0 的 DSP 数据采集与处理系统,通过 LabVIEW 上位机可以实现 DSP 复位、DSP 程序 HPI 引导及数据的显示、存储和处理;同时采用 USB 接口设计,使得该系统简单方便,能更好地适应野外数据采集环境。该系统性能稳定可靠,实用方便,操作简单,可以很好地完成数据处理任务。

## 参考文献

- [1] 沈兰荪.数据采集技术[M].合肥:中国科学技术大学出版社,1990.
- [2] 薛园园.USB 应用开发技术大全[M].北京:人民邮电出版社,2006.
- [3] 陈树学,刘萱.LabVIEW 宝典[M].北京:电子工业出版社,2011.
- [4] Texas Instruments Incorporated.TMS320C6713B data book[R]. Revised June 2006.
- [5] Cypress Semiconductor Corporation. CY7C68013 EZ-USB FX2 USB microcontroller data sheet rev[R]. 21 June 2002.
- [6] 薛园园,赵建领.USB 应用开发宝典[M].北京:人民邮电出版社,2011.

(收稿日期:2013-01-30)

## 作者简介:

王彬,男,1987 年生,硕士研究生,主要研究方向:智能测控技术。

王灵莉,女,1972 年生,讲师,主要研究方向:计算机网络、计算机应用。

王旭柱,男,1967 年生,副教授,博士,硕士生导师,主要研究方向:信号处理与水下探测系统。