

某数据采集系统中数据传输模块设计

朱参世, 陈盖凯

(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

摘要: 数据采集系统正朝着高速度、高精度的方向发展, 对数据采集系统的传输速度提出了更高的要求。对于传输速度要求较高的数据采集系统, 采用传统的基于 RS-232 总线或 RS-485 标准的串口通信已很难满足要求。在设计某数据采集系统时, 采用基于 USB2.0 接口芯片 CY7C68013 的数据传输方法, 达到了数据采集系统的数据传输设计要求。

关键词: DSP; USB; CF 卡; 数据采集系统

中图分类号: TP302.1

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2010)10-0099-04

Design of data transfer model in a data sampling system

ZHU Can Shi, CHEN Gai Kai

(Engineering College of Airforce Engineering University, Xi'an 710038, China)

Abstract: Data acquisition system is moving in high-speed, high-precision direction, which the data acquisition system sets a higher transmission speed requirements. For transmission speeds require a higher data acquisition system, using the traditional bus based on RS-232 or RS-485 standard serial communication has been difficult to meet the requirements. In this paper, the design of a data acquisition system, based on USB2.0 interface chip CY7C68013 data transfer method, to a data acquisition system design requirements for data transmission.

Key words: DSP; USB; CF card; data sampling system

DSP 是美国微系统公司的 AMI 子公司在 1978 年开发设计的一种数字信号处理器, 其主要应用是实时快速地实现各种数字信号处理算法。虽然该芯片内部不具备现代 DSP 芯片的硬件结构, 但为数字信号处理的发展开拓了道路^[1]。在数据采集领域, DPS 在各种嵌入式处理器中也得到广泛应用^[2], 同时对数据采集系统的传输速度提出了更高的要求。

USB(Universal Serial Bus)通用串行总线是 1995 年 Compaq 设计公司设计的一种新型串行通信标准^[3]。USB2.0 版可将速度提高到 480 Mb/s, 而且连接简单灵活。因此, 采用 USB 和 PC 机连接来传输数据将是数据采集系统发展的另一种趋势。对于传输速度要求较高的数据采集系统, 采用传统的基于 RS-232 总线或 RS-485 标准的串口通信已很难满足要求。本文在设计某数据采集系统时, 采用基于 USB2.0 接口芯片 CY7C68013 的数据传输方法, 设计了一种基于 USB2.0 接口芯片的数据传输模块。达到了数据采集系统的数据传输设计要求。

1 数据采集系统的架构

数据采集就是将被测量对象的各种参量通过各种传感器元件做适当转换后, 再经信号调整、采样、量化、编码、传输等步骤, 最后送到控制器进行数据处理或存储的过程。根据系统设计的要求, 所设计的数据采集系统属于中速数据采集系统, 最多可同时采集 6 路模拟输入信号, 其中包括 4 路振动信号和 2 路转速信号。采集到的数据可用于振动分析, 为故障诊断提供原始数据, 并可测量采集对象的转速等信息。该数据采集系统的架构如图 1 所示。

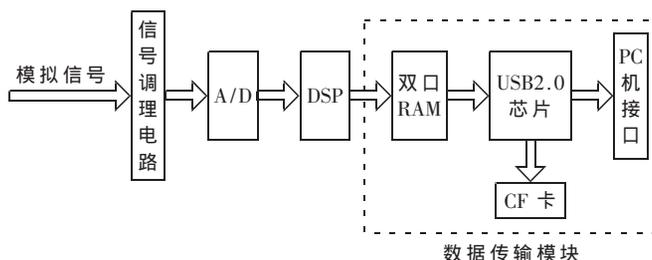


图 1 数据采集系统架构框图

应用奇葩

Example of Application

在该数据采集系统中,模拟信号经信号调整后送 A/D 进行采样和转换,之后 DSP 读入 A/D 转换后的结果,并进行相关处理后,将处理的结果暂存到双口 RAM 中,供数据传输模块读取。数据传输模块可将双口 RAM 中的数据通过 USB2.0 控制芯片写入 CF 卡暂存起来,供以后读入 PC 机进行进一步的分析,也可直接通过 PC 机的 USB 接口将数据读入 PC 机。图 1 中虚线框所示部分即为该数据采集系统的数据传输模块。

2 数据传输模块电路设计

对应两种可选择的数据传输路径,该数据传输模块的硬件由两部分组成:USB2.0 接口芯片和双口 RAM 的连接电路,USB2.0 接口芯片和 CF 卡的连接电路。下面分别介绍各部分连接电路的设计。

2.1 CY7C68013 和双口 RAM 的连接电路设计

CY7C68013(EZ-USB FX2)是 Cypress 半导体公司的新一代高速 USB 系统,可以用 USB2.0 最大数据传输率传输数据,最高传输速率可达 480 Mb/s^[4]。该芯片基于 EZ-USB FX 芯片开发,通过集成的发送器、SIE、8051 微控制器、存储器 and 可编程 I/O 接口提供 USB2.0 支持。这是一种完全集成的 USB2.0 方案,具有 USB2.0 的全带宽能力。该芯片具有如下特性^[5]:

(1)芯片内部有 480 Mb/s 的收发器(PLL 和智能 SIE),包括全部 USB2.0 物理层(PHY);

(2)2、3、4 倍增缓冲端点 FIFO,以适应 480 Mb/s 的数据传输速率;

(3)内部嵌入可运行在 48 MHz 频率的增强型 8051 内核;

(4)“软方式”处理:USB 固件程序可通过 USB 下载到芯片,不需要硬件编码存储器;

(5)4 个接口 FIFO:它们都可以由外部或内部来提供时钟,端点 FIFO 与接口 FIFO 两者相结合可实现缩短 USB 与外部逻辑电路数据传输的时间;

(6)通用可编程接口(GPIF)作为一种微编码状态设备,可实现时序管理,使得 FX2 FIFO 达到无缝连接。

通用可编程接口(GPIF)是一个对于 FX2 端点 FIFO 的内部主控制器。它代替了外部的“胶合”逻辑电路。GPIF 的核心就是一个可编程的状态机,可产生 6 个“控制”和 9 个“地址”输出信号,并且接收 6 个外部和 2 个内部“准备好”输入信号。4 个用户定义波形描述符控制状态机。

该部分的硬件连接框图如图 2 所示。

该系统中选择的双口 RAM 芯片为 CY7C136。它的容量为 2 K×8 bit^[6]。CY7C68013 的 A15、A14、和 CS# 经译码后作为双口 RAM 的片选信号,由此可知,双口 RAM 在 USB 芯片中的地址空间为:A15A14…A0 为 110…0~110001…1,即 C000H~C7FFH^[7]。由于双口 RAM 的数据总线驱动电压和 CY7C68013 的不一致,它们的数据线必

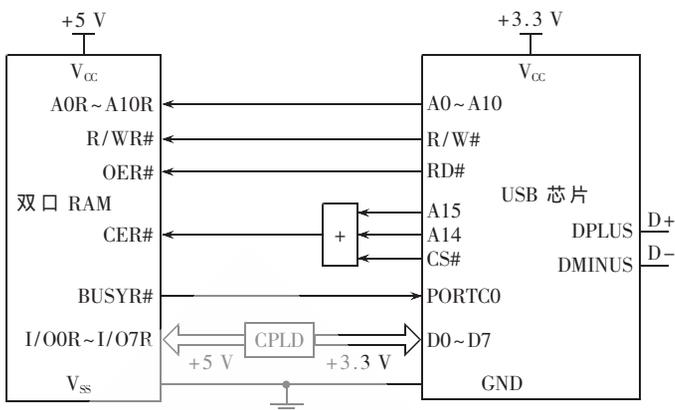


图 2 CY7C68013 和双口 RAM 的连接框图

须通过 CPLD 经电平转换后才能连接。

2.2 CY7C68013 和 CF 卡的连接电路设计

CF 卡的全称为“Compact Flash”卡,意为“标准闪存卡”,是最早由 Sandisk 公司于 1994 年推出的,Compact Flash 技术是由 Compact Flash 协会(CFA)提出的一种与 PC 机 ATA 接口标准兼容的技术,与计算机系统的连接非常方便。CF 卡具有高速度、大容量、体积小、重量轻、功耗低等优点。CF 卡内集成了控制器、Flash Memory 阵列和读写缓冲区,内置智能控制器,外围电路设计大大简化,而且完全符合 PC 机内存卡的国际联合会 PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association)和 ATA (Advanced Technology Attachment)接口规范。实际上,控制器起到了一种协议转换的作用,即对 Flash Memory 的读写转化成对控制器的访问,这样不同的 CF 卡都可以用单一的机构来读写,而不用担心兼容性问题。CF 卡的缓冲区结构,使得外部设备与 CF 卡通信的同时,CF 卡的片内控制器还可以对 Flash 进行读写。这种设计可以增加 CF 卡数据读写的可靠性,同时提高数据传输速率。

该部分的硬件连接框图如图 3 所示。

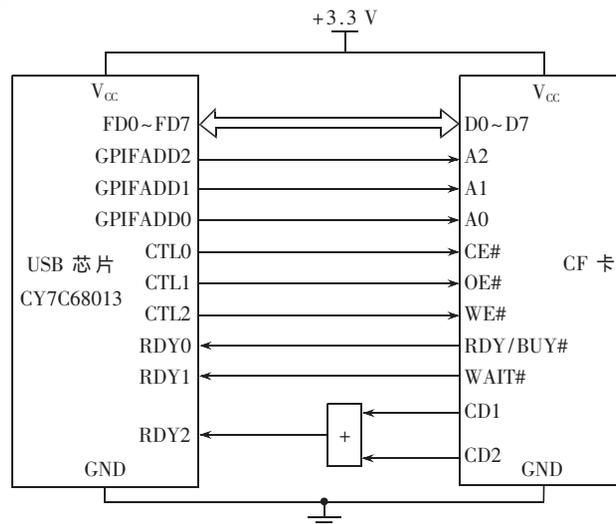


图 3 CY7C68013 和 CF 卡的连接框图

在该系统中, CF 卡在 Memory Mapped 模式。利用 CY7C68013 的可编程接口 GPIF 作为接口控制器, 控制数据在 USB 芯片和 CF 卡之间传输。由于 USB 芯片的控制器是 8 位的加强型 8051, 所以该系统中 CF 卡选择 8 位的数据宽度, 将 GPIF 数据线的低 8 位和 CF 卡数据线的低 8 位直接相连。GPIF 地址线的低 3 位直接与 CF 卡地址线的低 3 位相连, 作为 CF 卡的数据、命令或状态寄存器地址线。GPIF 的 3 根控制线 CTL0~CTL2 用来产生读写控制信号, 控制对 CF 卡的读写。GPIF 的 3 根状态线接收来自 CF 卡状态信号, 以此为依据决定对 CF 卡的各种操作。

3 数据传输模块的软件设计

该数据传输模块的软件设计包括 USB 固件程序设计、USB 驱动程序和应用程序设计、USB 芯片读写 CF 卡程序设计三部分组成。USB 驱动程序可以利用 Cypress 公司提供的 USB 通用驱动程序, 只需修改相应的 INF 文件即可。下面详细介绍 USB 固件程序和 USB 芯片读写 CF 卡程序的设计过程。

3.1 USB 固件程序设计

USB 固件程序的设计可以利用 Cypress 公司提供的固件框架。该固件框架主要包含初始化、处理标准 USB 设备请求以及 USB 挂起时的电源管理等, 提供了现成的 8051 程序代码, 只需简单地提供 USB 描述符表及编写外设功能代码即可完成固件程序的设计。

框架首先初始化内部的状态变量, 然后调用用户初始化函数 TD_Init()。接着初始化 USB 接口到未配置状态并使能中断。然后每隔 1 s 进行一次设备重枚举, 直到端口 0 接到一个 SETUP 包。一旦检测到 SETUP 包, 框架将开始交互的任务调度。固件程序流程图如图 4 所示。

3.2 USB 驱动程序设计

USB 设备驱动程序是基于 Windows 驱动程序模型结构之上的。在 USB 设备上, WDM 的分层驱动程序结构分为 USB 总线驱动程序和 USB 功能驱动程序两个层次。USB 总线驱动程序一般由 Win98 或更高的操作系统提供, 它位于 USB 功能驱动程序的下面, 负责与实际的硬件打交道, 实现烦琐的底层通信。USB 功能驱动程序由设备开发者编写, 位于 USB 总线驱动程序的上层, 不与实际的硬件打交道, 通过向 USB 总线驱动程序发送包含 URB (Request Block, USB 请求块) 的 IRP 请求包, 实现对 USB 设备信息的发送或接收, USB 总线主机通过主机控制器与 USB 设备进行交互。Windows 系统对构成一个 USB 总线主机的不同软件部分进行了明确的划分,

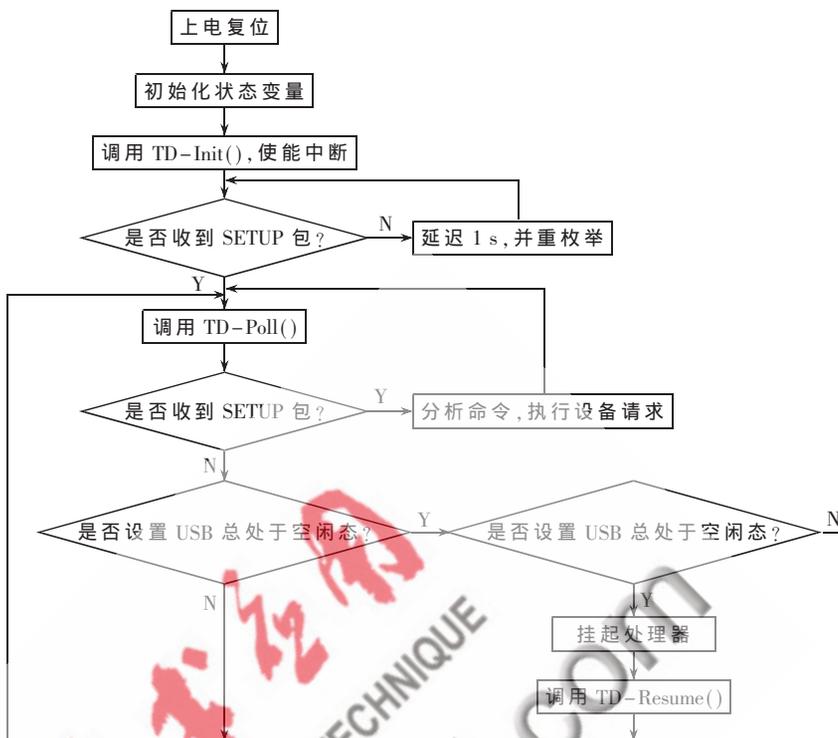


图 4 固件程序流程图

其中 USB 客户软件仅仅包含了用来控制不同的 USB 外设的设备驱动程序。USB 客户软件会通过一个 Windows 所定义的一个软件接口与根集线器驱动程序进行通信。而 USB 根集线器驱动程序则要通过 USBDI (通用串行总线驱动程序接口) 来实现与 USBDI (通用串行总线驱动程序) 的通信。然后, USBDI 会选择两种主控制器驱动程序之一与其下方的主控制器进行通信。最后, 在 USB 总线和主机控制器之间存在一个 PCI 总线枚举器, 它负责在检测到系统中存在一个通用串行总线时, 装载适当的 USB 总线系统软件, 主控制器驱动程序会通过 PCI 枚举器软件直接实现对 USB 物理层总线的访问。HCD 与 USBDI 代表了基于对不同层次的抽象的软件接口, 它们能以某种方式共同工作, 以满足 USB 系统的整体要求。

3.3 USB 芯片读写 CF 卡程序设计

CF 卡的读写是通过卡内的缓冲区进行的, 不支持直接读写存储区域。缓冲区为一个 FIFO 结构, 读写顺序进行, 不支持随机存取, 系统只能一次性地按顺序读完或写完所有一个或多个扇区。设计时使用 LBA 方式访问 CF 卡比较方便, 读写时只需要先在相应的寄存器写入 LBA 地址即可。该部分程序设计涉及到 FAT 文件系统的组织形式。下面以向 CF 卡写一个扇区数据为例, 给出图 5 所示程序流程图。

本文从工程应用的角度, 给出了基于 USB2.0 接口芯片 CY7C68013 的数据传输模块软、硬件的设计方法, 及其硬件部分的连接框图和软件部分的主要程序流程

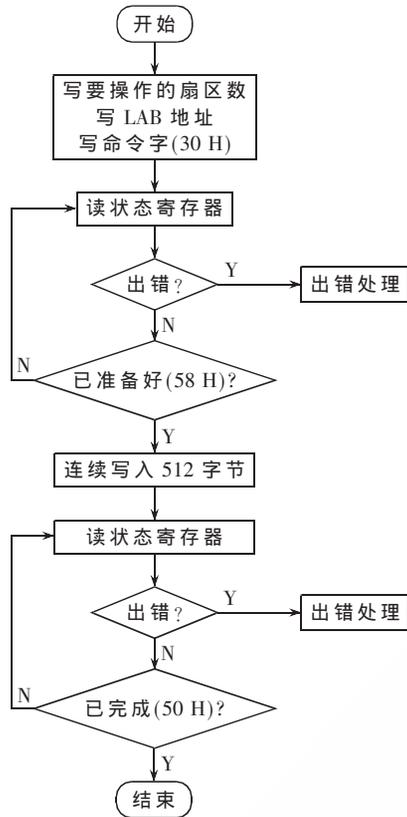


图5 写扇区流程

图。利用该方法设计的数据传输模块在某数据采集系统中运行稳定,操作简便,证实了其可行性。另外该设计方法具有一定的通用性,可应用于其他需要数据传输的嵌入式应用系统中。

参考文献

- [1] 杜普选,马庆龙.实时 DSP 技术及浮点处理器的应用[M].北京:清华大学出版社,2007.
- [2] 张雄伟.DSP 芯片的原理与开发应用(第2版)[M].北京:电子工业出版社,2003.
- [3] 王泉.基于 USB 的高速数据采集系统设计[D].西安:西安电子科技大学,2006.
- [4] CY7C68013A.pdf. Cypress Semiconductor Corporation. 2006.9.
- [5] 钱峰.EZ-USB FX2 单片机原理、编程及应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2005.
- [6] CY7C136-35JL.pdf.Cypress Semiconductor Corporation. 1997.
- [7] TMS320C3x/C4x Assembly Language Tools User's Guide. Texas Instruments.1998.

(收稿日期:2010-02-24)

作者简介:

朱参世,男,1959年生,博士,教授,主要研究方向:信息处理与决策。