

TMS320F2812 外部 USB 接口扩展与差分信号仿真*

杨宁, 江志农

(北京化工大学 诊断与自愈工程研究中心, 北京 100029)

摘要: 介绍了 USB 总线的特点和分层结构, 分析了 TMS320F2812 扩展 CY7C68013A 芯片控制 USB 接口与上位机通信的实现方法, 在此基础上利用 HyperLynx 软件对 USB 接口的差分数据信号进行了仿真。

关键词: USB; TMS320F2812; CY7C68013

中图分类号: TP334.7

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2010)20-0022-03

TMS320F2812 external USB interface expansion and differential signal simulation

YANG Ning, JIANG Zhi Nong

(Diagnosis and Self-recovery Engineering Research Center, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

Abstract: This paper firstly introduces the technical features and hierarchical structure of USB bus, then analyses the method of communication between host computer and USB controlled by CY7C68013A, which works together with TMS320F2812, and finally researches on the simulation of differential data signal of USB interface with the help of HyperLynx.

Key words: USB; TMS320F2812; CY7C68013A

本文所阐述的内容是依托于一个便携式设备巡检系统。系统的硬件是由电源管理模块、信号处理模块、数据采集模块、以 TMS320F2812 为核心的微处理器模块、液晶显示模块、接口模块构成, 软件主要是由巡检管理软件构成。便携式设备巡检系统结构图如图 1 所示。

1 USB 总线的特点及分层结构

1.1 USB 接口的特点

以前的外部设备是通过 RS232、RS485、并行接口、PCI 接口和 PS/2 接口等老式专用接口来实现与计算机的通信。与老式计算机接口相比, USB 接口具有以下优点^[1]:

(1) 接口小巧。USB 接口具有很明显的体积优势, 顺应了计算机和外部设备小型化的发展趋势。

(2) 共享式接口。USB 接口采用了“菊花链”的连接方式, 支持多个外设连接。通过 USB 集线器, 一个 USB 主控制器最多可以连接 126 个外设, 大大拓展了计算机的外部功能。

(3) 支持即插即用和热插拔。当 USB 设备连接到计算机时, 系统会自动检测这个设备, 并加载对应的驱动

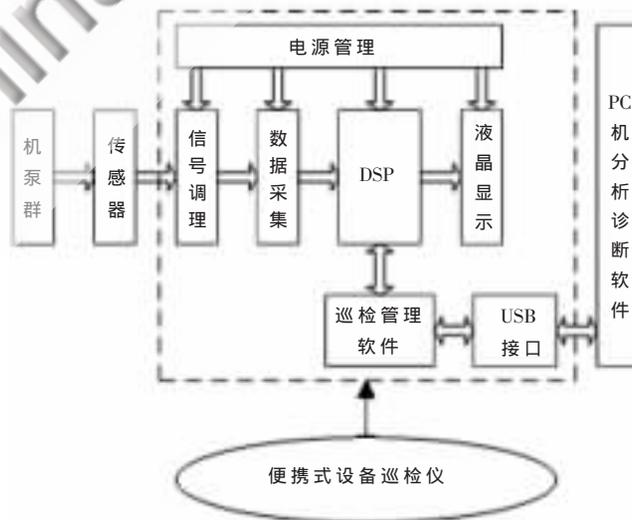


图 1 便携式设备巡检系统总体结构图

程序。这样, USB 实现了自动配置, 用户无需任何手动配置, 连接设备不需要重新启动计算机, 用户也可以随时断开 USB 设备与计算机的连接, 而不会损害计算机和外部设备。

(4) 支持多种操作。目前 USB 支持 3 种传输速率: 低速 1.5 Mb/s、全速 12 Mb/s 和高速 480 Mb/s。同时, USB

* 基金项目: 国家高技术研究发展计划(863 计划) 专题课题(2007AA04Z433); 国家自然科学基金重点资助项目(50635010)

还支持 4 种类型的传输模式:块传输、中断传输、同步传输和控制传输,可以满足不同外设的功能需要。

(5)提供电源。计算机上的 USB 接口可以向外提供一定功率的电源,其输出电流的最小值为 100 mA,最大为 500 mA,输出电压为 5 V,并且 USB 协议中规定了完备的电源管理方式,如果外部设备耗电不大,可以考虑使用 USB 接口直接供电,十分方便。

(6)良好的兼容性。USB 规范发展至今已有 USB1.0、USB1.1、USB2.0、无线 USB 和 USB OTG 等多个版本协议,这些协议都具有很好的向下兼容性。

1.2 USB 系统的分层结构

(1)功能层:主要负责数据传输操作,功能层由 USB 设备的功能单元和对应的 USB 主机程序组成。特定的 USB 主机程序段用于与特定的 USB 设备功能单元的通信。

(2)USB 设备层:主要用于管理 USB 设备、分配 USB 地址、读取设备描述符。在这一层中,可以使 USB 主机获得该 USB 设备的能力。这部分功能一方面需要 USB 主机自动完成,另一方面也需要用户编写相应的固件程序进行支持。

(3)USB 总线接口层:主要用于实现 USB 主机和 USB 设备之间的数据传输。在 USB 协议中,USB 总线接口使用 NRZI 编码(反向非归零编码)来传输数据,USB 主控制器和 USB 集线器将数据接收或发送,并自动进行解码或编码,这部分一般由 USB 系统硬件自动完成。

2 TMS320F2812 外部 USB 接口扩展

Cypress 公司的 EZ-USB FX2 系列芯片是世界上第一款继承了 USB2.0 协议的微处理器,最典型的就是 CY7C68013,其强大功能包括 USB 接口以及与 8051 兼容的指令系统,但是其功耗比较大,绝对值高达 936mW。因此,Cypress 公司随后又推出了低功耗版本 EZ-USB FX2LP 系列芯片,其中用的比较多的是 CY7C68013A 芯片,本文就选用 CY7C68013A 作为 USB 接口的控制芯片。

2.1 CY7C68013A 结构简介

CY7C68013A 芯片内部结构主要包括 USB2.0 收发器、串行引擎(SIE)、增强型 8051 内核、16 KB 的 RAM、4 KB 的 FIFO 存储器、I/O 接口、数据总线、地址总线和通用可编程接口(GPIF)^[2]。

CY7C68013A 的 CPU 采用增强型 8051 内核,指令集与标准的 8051 完全兼容。CY7C68013A 的一个指令周期包含 4 个时钟周期,而对于标准的 8051 而言,一个指令周期则需要 12 个时钟周期来完成。除了 CPU 处理速度上的差异外,还进行了如下改进:

- (1)具有第二个数据指针;
- (2)具有第二个 USART;
- (3)具有第三个 16 位定时器(T2);

- (4)具有非复用的高速 16 位外部存储器接口;
- (5)8 个额外的中断 (INT2-6、WAKEUP、T2 和 USART1);
- (6)FIFO/GPIF 数据传输模式;
- (7)具有 3 个唤醒源的休眠模式;
- (8)I²C 总线接口;
- (9)最多 5 个 8 位并行 I/O 端口。

2.2 TMS320F2812 扩展 CY7C68013A 控制 USB 接口

由于 TMS320F2812 内部没有集成 USB 控制器,所以要实现 TMS320F2812 通过 USB 接口与上位机进行通信,就需要外扩一个 USB 控制器,本文选用 CY7C68013A 作为 USB 控制器。基于 CY7C68013A 主要用于控制 USB 接口通信,并不对其他设备进行操作,设计中选用了 Cypress 公司提供的简化版本的 56 引脚 CY7C68013A,包含 PA、PB、PD 共 3 个 8 bit 并行 I/O 口。其中 PB、PD 组成 16 bit 数据总线,连接到 TMS320F2812 的 GPIO 口,负责数据传输;PA 复用为 USB 通信的地址、时序控制和状态信号^[3]。CY7C68013A 提供了两种接口模式:slave FIFO 和 GPIF。设计中选用了 slave FIFO 接口模式,以便于 TMS320F2812 可以像普通 FIFO 一样对 CY7C68013A 中的端点数据缓冲区进行读写。TMS320F2812 扩展 CY7C68013A 与 USB 接口电路原理图如图 2 所示。

3 USB 接口差分数据信号的仿真

便携式巡检系统通过 USB 接口与上位机进行通信。对于 USB 接口的数据线采用差分布线的方式,以保证信号传输的质量,抑制干扰。通常认为信号在传输时采用 3 种方式:单点对单点、差分模式和共模模式。相比于单点对单点模式,差分信号有着明显的不足,就是它需要两根走线,如果 PCB 上信号都采用差分布线的方式,可以想象电路设计者会陷入绝境。但是差分信号又有着其不可替代的优点^[3]:

(1)差分信号在低电平应用时非常有效。因为如果一个信号的电平非常低,那么这个信号就比较容易受到其他信号的干扰,而差分信号使这个信号的电平加倍。

(2)由于差分信号是电平相同而且反向的两根信号,不需要参考平面作为信号回路,这样就不需要地平面或电源平面的连续性和完整性。

(3)如果两根信号都存在噪声干扰,就可以通过相减来抵消噪声,因此差分信号对信号干扰有着天然的免疫力。

(4)相对于单点信号,差分信号的开关时序会比较精确,因为单点信号受到噪声干扰后时序或占空比通常会发生变化。

对于差分布线,如果两根信号线的长度不相等,在接收端收到信号的相位会发生变化,因此进行差分布线时,要将差分信号约束为等长布线。对于 USB 的差分信号仿真图如图 3 所示。

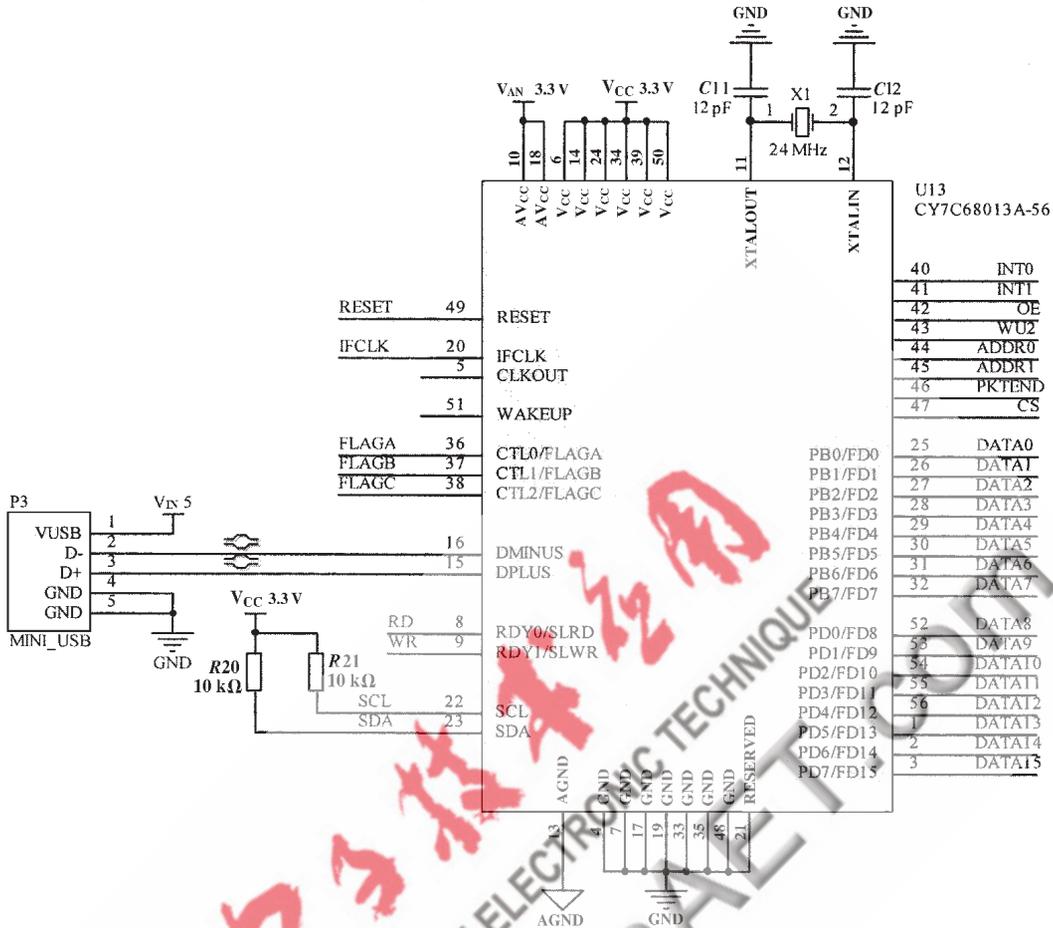


图2 TMS320F2812 扩展 CY7C68013A 与 USB 接口电路原理图

由图 3 可以观察到,没有接电阻端的差分信号存在较强的过冲和振铃现象,容易引起时钟或数据的误判。针对这种现象,通过 HyperLynx 计算出差分阻抗为 159 Ω,而实际中只能选用与 159 Ω 相近的 160 Ω 电阻代替。通过在差分信号接收端端接 160 Ω 电阻来优化差分布线,改善了差分信号存在的过冲和振铃现象,保证了设备巡检系统的稳定运行。经过优化,端接了 160 Ω 电阻

的差分信号仿真图如图 4 所示。

由图 4 可以观察到,经过端接 160 Ω 电阻优化后,差分信号线的过冲和振铃现象得到了很好的抑制。

USB 以其小巧的体积、强大的功能、高效的传输速度及兼容性强等优势迅速成为各嵌入式系统与上位机进行通信的重要方式。本文基于实际项目,分析了 USB 通信的特点与优势,进一步给出了 TMS320F2812 扩展

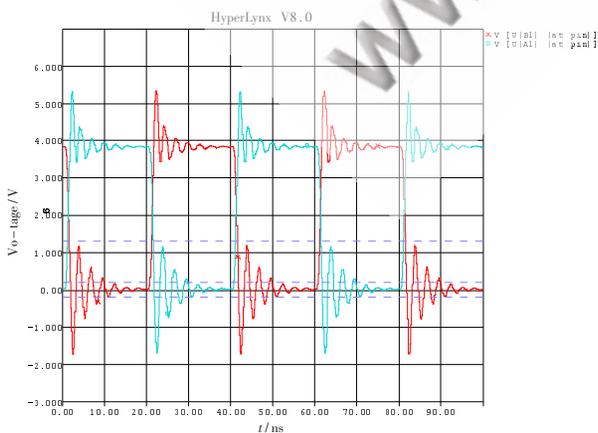


图3 没有端接电阻的差分信号仿真图

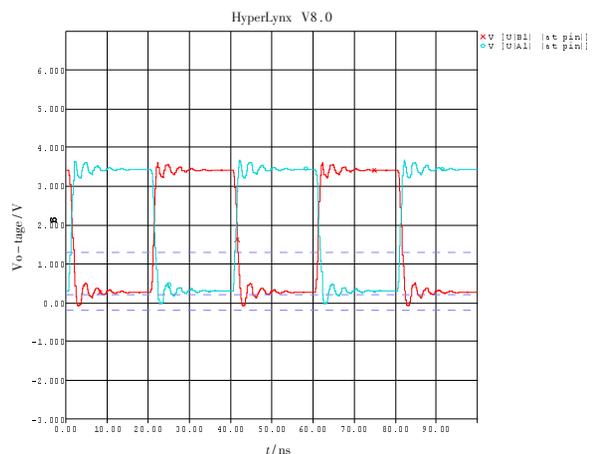


图4 端接 160 Ω 电阻的差分信号仿真图

CY7C68013A 控制 USB 接口与上位机进行通信的硬件设计。并且使用 HyperLynx 软件对 USB 的差分数据信号进行仿真,改进了硬件设计,确保便携式设备巡检系统在工业现场的可靠运行。

参考文献

- [1] 薛园园. USB 应用开发技术大全[M]. 北京:人民邮电出版社,2007.
- [2] CypressSemiconductor.CY7C68013A Data Sheet[EB/OL]. 1994. www.cypress.com.
- [3] 苏奎峰,吕强,常天庆等. TMS320X281x DSP 原理及 C 程序开发[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2008.

- [4] 张海风. HyperLynx 仿真与 PCB 设计[M]. 北京:机械工业出版社,2006.

(收稿日期:2010-06-28)

作者简介:

杨宁,男,1985 年生,在读研究生,主要研究方向:基于 DSP 的便携式设备巡检仪的研发。

江志农,男,1967 年生,教授,主要研究方向:大型机组远程实时监测、诊断系统;过程装备复杂系统故障自愈调控原理研究;智能仪器及嵌入式软、硬件系统研究。

