

破片参数测量系统的 USB 接口设计*

沈满德^{1,2}, 张 敏¹, 张法全^{1,2}, 陈良益¹, 闵玉瑾³

(1 中国科学院西安光学精密机械研究所, 西安 710119;

2 中国科学院研究生院, 北京 100039; 3 河南四建股份有限公司, 河南开封 475002)

摘 要:为了实现破片参数测量系统中上、下位机之间的 USB 接口通信, 文中提出了一种基于 PDIUSBD12 芯片的 USB 接口开发方法。该方法利用 KEIL C 进行固件程序开发、利用 WinDriver 进行驱动程序开发、利用 C++ Builder 进行应用程序开发。实践证明这种开发方法大大降低了开发难度, 缩短了开发周期。该方法对于其他 USB 接口的开发具有较高的参考价值。

关键词:破片参数; 测量系统; USB 接口; PDIUSBD12; 固件

中图分类号: TP334.7 **文献标志码:** A

Design of USB Interface in Fragment's Parameter Measure System

SHEN Mande^{1,2}, ZHANG Min¹, ZHANG Faquan^{1,2}, CHEN Liangyi¹, MIN Yujin³

(1 Xi'an Institute of Optics and Precision Mechanics of Chinese Academy of Sciences, Xi'an 710119, China

2 Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China;

3 Henan Fourth Construction Engineering Co. Ltd, Henan Kaifeng 475002, China)

Abstract: To realize the communication between upper machine and lower machine in fragment's parameter measure system, a method of development is introduced base on PDIUSBD12 USB interface. In this method, firmware is developed using KEIL C, driver is developed using WinDriver and application program is developed using C++ Builder. In practice, these method help to simplify the development and shorten the period of development. This method can be referenced by other USB interface development.

Keywords: fragment parameter; measure system; USB interface; PDIUSBD12; firmware

0 引言

USB(universal serial bus)接口是一种快速、双向、同步传输、廉价并可以热拔插的串行总线接口。在 USB1.1 标准下,全速 USB 接口的最高传输速率可达 12M/s,比串口快了整整 100 倍;而在 USB2.0 标准下,高速 USB 接口速率更是达到了 480M/s。USB 接口使用方便,可以同时连接多个不同的设备,而过去的串、并口都只能接一个设备。USB 接口的连接方式也十分灵活,既可以使用串行连接,也可以使用集线器(HUB)连接多个设备后,再同 PC 机连接。使用串口或并口的设备都需要单独的供电系统,而

USB 设备不需要。正是由于这些优点,USB 接口得到了广泛的应用^[1]。另外,现在许多仪器设备均采用笔记本作为上位机,而新款的笔记本通常不提供串口,此时上位机与下位机之间只能采用 USB 接口。各种仪器设备采用 USB 接口与计算机(上位机)相连已成为大势所趋^[2-4]。

1 破片参数测量系统简介

破片质量和迎风面积(飞行方向上的投影面积)是破片飞行速度和距离的决定性因素,也是影响破片杀伤力的关键因素。破片质量和迎风面积的测量对推算破片的初速、速度变化以及飞行轨迹具有十分重要的作用。为了提高弹丸的

* 收稿日期:2008-01-02

基金项目:国家自然科学基金(60337030)资助

作者简介:沈满德(1973-),男,湖南永州人,博士研究生,研究方向:计算机视觉检测。

爆炸威力,需要对破片的参数进行测量与研究,本系统的研制正是基于此测量目的。系统的原理框图如图 1 所示。

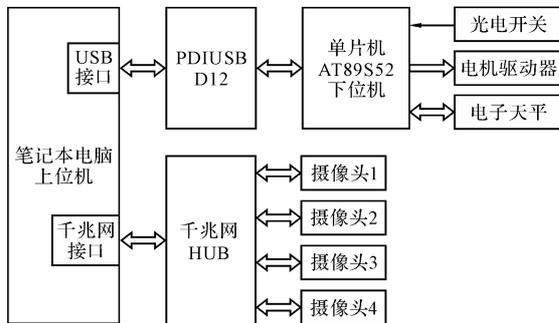


图 1 破片参数测量系统原理框图

本系统中以笔记本电脑为上位机,单片机 AT89S52 为下位机。AT89S52 只有一个串口,用来与电子天平进行通信,另外笔记本电脑没有提供串口,因此上位机与下位机之间只能采用 USB 接口连接。

本测量系统 USB 接口的工作流程:1)上位机以数据包的形式向 PDIUSB D12 发送数据;2) PDIUSB D12 接收数据并存入寄存器,同时产生中断(PDIUSB D12 的中断引脚与 AT89S52 的 INT0 引脚相连);3)产生 AT89S52 的 INT0 中断;4)AT89S52 读取 PDIUSB D12 的寄存器;5) AT89S52 根据所读取的内容实现各种功能。例如上位机通过 USB 接口控制步进电机运转的过程如下:上位机给 PDIUSB D12 发步进电机运转指令;PDIUSB D12 接收并存储该指令,同时产生 PDIUSB D12 和 AT89S52 中断;AT89S52 读取 PDIUSB D12 寄存器中所存储的指令;对指令进行判别,若为步时电机运转指令则通过 I/O 口向驱动器发送数字脉冲,驱动电机运转;AT89S52

发完预定脉冲数后,对 PDIUSB D12 的寄存器进行置位;上位机通过轮询 PDIUSB D12 的寄存器来获知步进电机是否走完预定脉冲数。

2 USB 接口的硬件系统

在 USB 接口中,控制芯片是上位机与下位机进行通信的桥梁。本系统中,控制芯片选用 PDIUSB D12,下位机选用 AT89S52。控制芯片 PDIUSB D12 与上位机之间采用标准的 USB 四线接口相连,与下位机之间采用并口相连。PDIUSB D12 是一款性价比很高的控制芯片,符合 USB1.1 版的规范,最高传输速度达 12M/s。PDIUSB D12 适用于许多外设,例如打印机、扫描仪、外部的存储设备和数码相机等。PDIUSB D12 的工作原理框图如图 2 所示。

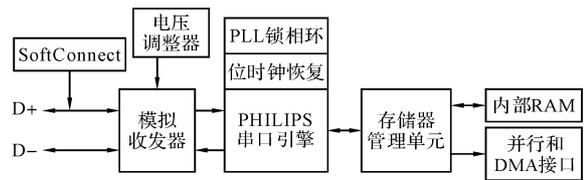


图 2 PDIUSB D12 工作原理图

USB 接口的硬件设计主要以 PDIUSB D12 为中心,设计它与上位机、下位机之间的连接,接口电路如图 3 所示。本系统中,AT89S52 的 P0 口与 PDIUSB D12 的 8 根数据线相连,AT89S52 的 INT0 与 PDIUSB D12 中断引脚相连,其余引脚连接如图 3 所示。PDIUSB D12 的 A0 脚接高电平,AT89S52 与 PDIUSB D12 通信的数据口和命令口分别为偶地址和奇地址。本系统中的 USB 接口中采用总线供电方式,并设计成全速通信模式。

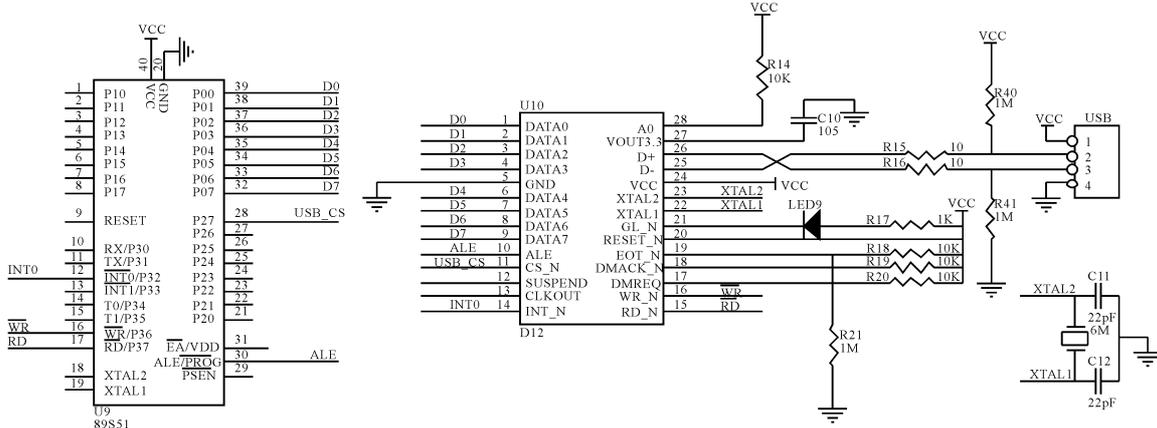


图 3 USB 接口电路

3 USB 接口的软件系统

USB 接口的软件系统是 USB 接口开发的核心所在,直接影响着接口的通信速率,也是接口开发的难点所在^[5-6]。USB 接口的软件系统主要包括三部分:固件程序、驱动程序和应用程序。

3.1 固件程序设计

固件程序即下位机程序,负责实现 USB 传输协议、中断处理等功能,可采用 C 语言或汇编语言编写。固件程序的运行与硬件密切相关,它不是单纯的软件,而是软件和硬件的结合,开发者需要对端口、中断和硬件结构非常熟悉。固件程序通常由三部分组成:1)初始化下位机各存储单元和所有的外围电路(包括 PDIUSB12);2)主循环函数,其任务是可以中断的;3)中断服务函数,其任务是对时间敏感的,必须马上执行。

根据 USB 协议,任何传输都是由上位机开始的;下位机作它的前台工作,等待中断。上位机首先要发令牌包给 PDIUSB12,PDIUSB12 接收到令牌包后就产生下位机中断;下位机进入中断服务程序,首先读 PDIUSB12 的中断寄存器,判断令牌包的类型,然后执行相应的操作,因此在固件程序中,要实现对各种令牌包的中断响应。下位机与 PDIUSB12 的通信主要是靠下位机给 PDIUSB12 发命令和数据来实现的。PDIUSB12 的命令字分为三种:初始化命令字、数据流命令字和通用命令字。PDIUSB12 数据手册给出了各种命令的代码和地址。下位机先给 PDIUSB12 的命令地址发命令,根据不同命令再发送或读出不同的数据。破片参数测量系统中固件程序的流程图如图 4 所示。

中断处理函数是固件程序的重点,负责响应的主机请求,实现用户特定功能。本系统固件程序的中断处理函数如下:

```
void fn_usb_isr()
{
    EA = 0 //关全局中断
    unsigned int i_st;
    i_st = D12_ReadInterruptRegister(); //
    读取中断寄存器
```

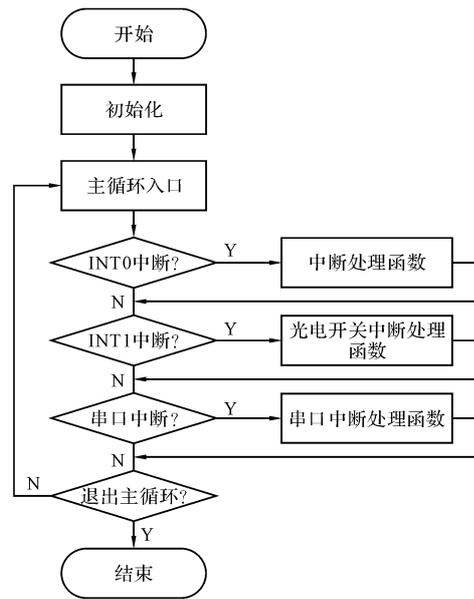


图 4 固件程序流程图

```

if(i_st & 0x0100) dma_eot(); //DMA 传
传输结束
if(i_st & 0x02) ep0_txdone(); //端点 0IN
中断
if(i_st & 0x01) ep0_rxdone(); //端点
0OUT 中断
if(i_st & 0x08) ep1_txdone(); //端点 1IN
中断
if(i_st & 0x04) ep1_rxdone(); //端点
1OUT 中断
if(i_st & 0x20) main_txdone(); //端点
2IN 中断
if(i_st & 0x10) main_rxdone(); //端点
2OUT 中断
EA = 1 //开全局中断
}

```

3.2 驱动程序设计

设备驱动程序是指一系列访问硬件设备的函数,是应用程序访问外部设备的软件接口。以往设备驱动开发通常利用 DDK(driver develop kit),开发人员需要具备较多的硬件与操作系统方面的知识,因此设备驱动开发是一件非常困难的事情。WinDriver 是一个用于驱动开发的工具包,它完全摒除旧有的驱动开发方法,不使用 DDK,而是用纯软件的方法来开发驱动程序,开发者可不必理会硬件与操作系统的原理,它把所

有繁杂的底层操作都封装在一个内核模块中,提供给用户标准的 API 函数来实现硬件的访问。WinDriver 软件本身的使用也非常容易。WinDriver 的易用性是通过一个非常强大的组合向导来实现的,这个向导利用一个非常强健的 API 来分析硬件,自动产生驱动程序代码。这个 API 包括一个功能强大的硬件探测器和调试器,通过一个图形界面,硬件调试器能够对硬件进行全面的测试,在驱动程序生成之前,可以校验硬件是否能按照预期的那样工作。WinDriver 能自动生成访问设备的 API 函数,供用户程序调用。WinDriver 针对不同的操作系统有不同的版本,只要在不同操作系统下重新编译,就能轻易跨越各操作系统平台,开发出适用于不同操作系统的驱动程序。WinDriver 所支持的设备接口包括 PCI、USB、ISA、ISA PnP、EISA 等等。WinDriver

大大降低了驱动开发的难度,缩短了开发周期。本系统中利用 WinDriver 开发 USB 接口驱动的过程如下:1)将固件程序写入 AT89S52,并将下位机连接到上位机的 USB 接口。2)运行 WinDriver 的 driver wizard,配置设备资源,并完成设备测试。3)选择驱动开发环境,利用 driver wizard 产生应用程序样本。4)在相应的开发环境中,移植应用程序样本,添加具体的用户功能代码。

3.3 应用程序设计

本系统主控制程序采用 C++ Builder 进行开发。利用 WinDriver 进行驱动程序开发时会生成一个 USB 接口的应用程序样本,样本程序通过调用 WinDriver 驱动程序提供的 API 函数实现对 USB 接口的读写。该样本程序包括以下主要内容(基于 C++ Builder,工程文件名为 PPCL):1)各种工程文件 PPCL.bpr,PPCL.cpp 等;2)访问 USB 接口的 API 函数 diag_lib.c 和 usb_diag_lib.c;3)调用 API 函数访问 USB 接口的应用程序 PPCL_diag.c。

WinDriver 生成的样本程序是控制台程序,而本破片参数测量系统的主控制程序是图形界面程序,因此需要将样本工程中的相关代码移植到主控制程序中。实际上需要移植的只有 diag_lib.c 和 usb_diag_lib.c 两个文件,这两文件中包

含了用户访问 USB 接口的标准 API 函数。通过 API 函数的移植,进行用户应用程序设计的过程如下:1)在 C++ Builder 6.0 中新建一个工程,将头文件 PPCL_lib.h 包含进源代码中;2)根据实际需要,选择 diag_lib.c 和 usb_diag_lib.c 中的访问 USB 接口的 API 函数,将它们拷贝到新建工程的函数定义部分;3)将拷贝的 API 函数需要做适当的修改,即将其中用于控制台程序的标准输出函数用 C++ Builder 6.0 中的相应输出函数代替;4)在工程中加入具体任务的功能代码,在代码中调用已拷贝过来的 API 函数实现对 USB 接口的访问,完成主控制程序的设计。

4 结论

文中以破片参数测量系统的 USB 接口为例,详细阐述了 USB 接口开发的全过程。该接口以 PDIUSB12 为控制芯片,以 AT89S52 为微控制器,这种组合的 USB 接口具有代表性,因此该接口的开发方法更具参考价值。文中提出了一种 USB 接口快速开发的方法,该方法中用 Keil C 开发固件程序、用 WinDriver 开发驱动程序、用 C++ Builder 开发用户应用程序,实践证明采用这些开发工具进行 USB 接口开发可大大降低 USB 接口的开发难度,大大提高开发速度,节约开发成本。

参考文献:

- [1] 马春雷,申宇皓,刘于端. 基于 PDIUSB12 芯片的 USB 接口的研究与开发[J]. 微计算机信息,2005,21(8):140-142.
- [2] 鲍黎波,艾勇,左韬,等. 无线激光通信系统 USB 接口的设计与调试[J]. 红外与激光工程,2004,33(5):473-476.
- [3] 王志冰,李汉强. 基于 USB 总线的数据采集系统的设计与实现[J]. 武汉理工大学学报,2005,29(5):758-601.
- [4] 郝新轶,余青松,杨智君,等. 数据采集系统的 USB 接口设计[J]. 吉林大学学报,2004,22(5):472-475.
- [5] 刘少峰,韦克平. USB 软件系统的开发[J]. 计算机应用研究,2002,(3):102-104.
- [6] 程澜,杨子杰. 基于 PDIUSB12 的 USB 设备固件程序开发[J]. 计算机应用,2004,24(7):150-153.