

## 采用PDIUSB12的USB系统固件程序设计

周涛 张辉

合肥工业大学(230009)

2008-09-16

**摘要:** 在设计USB系统的过程中,固件程序的编写是非常重要的一个环节,它直接影响到开发产品的数据传输速度。以Philips公司的USB控制芯片PDIUSB12为例,介绍了在设计开发USB外设中,固件的作用以及固件程序的编写流程,并给出了相应程序。

**关键词:** USB 固件程序 PDIUSB12 端点 单片机

USB(Universal Serial Bus)即通用串行总线,是现在非常流行的一种技术。USB接口是一种快速、双向、廉价、可以进行热插拔的串行接口,在现在的每一台PC机上都可以找到一对USB接口。在遵循USB1.1规范的基础上,USB接口最高传输速率可达12Mb/s;而在最新的USB2.0规范下,更可以达到480Mb/s。同时它可以支持多个不同设备的串联连接,理论上可以连接127个USB设备,而且连接的方式也十分灵活,既可以使用串行连接,也可以使用集线器(Hub)把多个设备连接在一起,再同PC机的USB接口相连。此外,它还可以从系统中直接汲取电流,无需单独的供电系统。USB的这些特点使它获得了广泛的应用。但是使用上的方便则意味着开发上的复杂,主要是编程的复杂性大大增加了。

在设计开发一个USB外设的时候,开发者主要需要编写三部分程序:①固件程序;②USB驱动程序;③客户应用程序。本文主要阐述固件程序的编写。

### 1 固件要完成的工作

固件是FIRMWARE的对应中文词,它实际上是单片机的程序文件,其编写语言可以采用C语言或是汇编语言。它的操作方式与硬件联系紧密,包括USB设备的连接、USB协议、中断处理等,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。固件程序一般放入MCU中,当把设备连接到主机上(USB连接线插入插孔)时,上位机可以发现新设备,然后建立连接。因此,编写固件程序的一个最主要的目的就是让Windows可以检测和识别设备。

### 2 PDIUSB12芯片特点

PDIUSB12是一个性能优化的USB器件,通常用于基于微控制器的系统,并通过高速通用并行接口与微控制器进行通信,而且支持本地DMA传输。该器件采用模块化的方法实现一个USB接口,允许在众多可用的微控制器中选择最合适的作为系统微控制器,允许使用现存的体系结构使固件投资减到最小。这种灵活性减少了开发时间、风险和成本。该器件是开发成本低且高效的USB外围设备的一种有效途径。PDIUSB12完全符合USB1.1规范,也能适应大多数设备类规范的设计,如成像类、大容量存储类、通信类、打印类和人工输入设备等。因此,PDIUSB12非常适合做很多外围设备,如打印机、扫描仪、外部大容量存储器(Zip驱动器)和数码相机等。现在很多用SCSI实现的很多设备如果用USB来实现可以直接降低成本。

PDIUSB12还集成了SoftConnect、GoodLink、可编程时钟输出、低频晶振和终端电阻等特性。所有这些特性都能在系统实现时节省成本,同时在外围设备上很容易实现更高级的USB功能。

### 3 PDIUSB12固件程序的编写

USB设备启动流程如下:

- (1)USB设备接入USB口,发出连接USB命令;
- (2)主机发出读设备描述符两次;
- (3)主机根据设备描述符——厂商ID、产品ID,启动相应设备驱动程序;
- (4)设备驱动程序初始化USB设备;

- ①读设备描述符;
- ②读配置描述符;
- ③选择接口、端点(管道),确定传输方式。

图1是PDIUSB12的电路连接图。

### 热点专题

- 信心09,冬天来了,春天还会远吗?
- 低功耗技术,是鸡还是蛋?
- 华北计算机系统工程研究所(电子六所)总结表彰暨春节联欢会
- Powerwise高效能解决方案
- 2008Security China中国国际社会公共安全产品博览会
- 视频信号处理技术
- 2008嵌入式技术创新及...
- 2008飞思卡尔技术论坛
- Altera公司SOPC...
- 第十届高交会电子展
- 科技闪耀北京奥运
- ADLINK DAY—2008年量测与自动化技术国际高峰论坛
- 中国电子学会Xilinx杯开放源码硬件创新大赛
- 赛灵思公司Virtex-5系列FPGA
- 3G知识
- IPTV
- 触摸屏技术
- RoHS

### 杂志精华

- 基于CC2430的无线传感器...
- 无线传感器网络应用系统综述
- 无线传感器网络在野外测量中的...
- 基于竞争的无线传感器网络
- 用于矿井环境监测的无线传感器...
- 具有自适应通信能力的无线传感...
- 基于传感器网络技术的深孔测径...
- 基于无线传感器网络的家居安防...
- 基于ATmega128L与C...
- 无线传感器网络中移动节点设备...

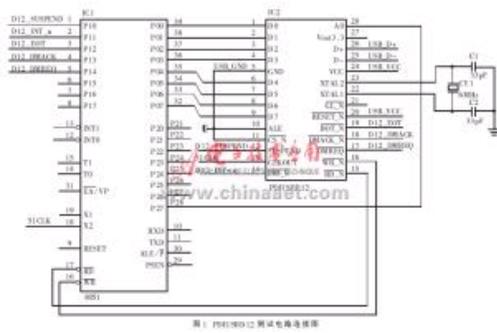


图 1 PDI USB12 测试电路板接脚

USB固件程序通常由三部分组成:①初始化单片机和所有的外围电路(包括PDIUSB12);②主循环部分,其任务是可以中断的;③中断服务程序,其任务是对时间敏感的,必须马上执行。根据USB协议,任何传输都是由主机(Host)开始的,单片机作它的前台工作,等待中断。主机首先要发令牌包给USB设备(这里是PDIUSB12),PDIUSB12接收到令牌包后就给单片机发中断。单片机进入中断服务程序,首先读PDIUSB12的中断寄存器,判断USB令牌包的类型,然后执行相应的操作。在USB单片机程序中,要完成对各种令牌包的响应,其中比较难处理的是SETUP包,主要是端口0的编程。

单片机与PDIUSB12的通信主要是靠单片机给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。单片机先给PDIUSB12的命令地址发命令,根据不同命令的要求再发送或读出不同的数据。因此,可以将每种命令做成函数,用函数实现各个命令,以后直接调用函数即可。

下面的程序是处理主机的标准控制请求的一个模板:

```

unsigned char ENDPOINT_A0_FIFO[8];
//判断输入的是SETUP请求,并将其读入缓冲区ENDPOINT_A0_FIFO
...
if((ENDPOINT_A0_FIFO[0] & 0b01100000)==0x00)      {
    {
        if (ENDPOINT_A0_FIFO[1] <= 0x0C)
            {
                (*StandardFunctionTable[ENDPOINT_A0_FIFO[1]])();
                return;
            }
    }
}
...
const void (* StandardFunctionTable[])(void)=
{
    GetStatus, ClearFeature, USB_Reserved, SetFeature,
    USB_Reserved, SetAddress, GetDescriptor, SetDescriptor,
    GetConfiguration, SetConfiguration, GetInterface,
    SetInterface, SynchFrame
};

```

USB设备在正常使用以前,必须由主机配置设备。主机一般会从USB设备获取配置信息后再确定此设备有哪些功能。作为配置操作的一部分,主机将设置设备的配置值,如果必要的话会选择合适的接口备选设置。其初始化函数为:

```

void D12_int()
{
    XmtBuff.pNum = 16;
    D12_COMMAND = 0xf4;      // 读中断寄存器
    ist = D12_DATA;
    if(ist & 0x01)          //ENDPO_OUT
    {
        XmtBuff.out = 0;
        XmtBuff.in = 1;
        D12_COMMAND = 0x40;  //读 OUT 最后状态
        ist= D12_DATA;
    }
    if (ist & 0x20)        //收到 SETUP 包
    {
        Setup_read();
        Setup_control();
    }
    else
    {
        Setup_read();
    }
}
else if(ist & 0x02)      //ENDPO_IN
{
    XmtBuff.in = 1;
    D12_COMMAND = 0x41;  //读 in 最后状态
    ist = D12_DATA;
}
USB_submi t();

```

```

}
else if(ist & 0x04) //ENDP1_OUT
{
    XmtBuff.out = 2;
    XmtBuff.in = 3;
    D12_COMMAND = 0x42; //读 out 最后状态
    ist = D12_DATA;
    read_out();
}
else if(ist & 0x08)//ENDP1_IN
{
    XmtBuff.in = 3;
    D12_COMMAND = 0x43; //读 in 最后状态
    ist = D12_DATA;
    XmtBuff.b[0] = 5;
    XmtBuff.wrLength = 1;
    XmtBuff.p = XmtBuff.b;
    USB_submit();
}
}
.....

```

在发出连接USB命令后,主机先读取设备描述符,然后发出设置USB地址SETUP包,设置USB地址后,进行主机客户驱动与设备初始化。其余端点(ENDPOINT)依此类推。

在其头文件里需定义USB规范中的各种描述符格式,包括设备描述表、配置描述表、接口描述表、端点描述表、字符串描述表以及描述表类型。这样,在发送配置[,接口(1),端点(1),接口(2),端点(2),...,类,厂商等]联合描述表时,主机USBBD可以根据描述表类型标识区分各种分描述表。

下面是固件程序的主循环部分:

```

#include
//指向外部D12访问地址
#define D12_COMMAND(*(unsigned char xdata *)0xff01)
#define D12_DATA (*(unsigned char xdata *)0x7f02)
extern void D12_int();
sbit D12_suspend=P1^0;
sbit D12_int_n=P1^1;
sbit D12_eot_n=P1^2;
sbit D12_DMAck_n=P1^3;
sbit D12_DMAreq=P1^4;
void main(void)
{
    unsigned char ist;
    P1 = 0xff;
    D12_COMMAND = 0xf3;
    D12_DATA = 0x06; //设置模式0
    D12_DATA = 0x03; //初始化频率 12MHz
    D12_COMMAND = 0xd0;
    D12_DATA = 0x80; //设置地址 0 使能
    D12_COMMAND = 0xf3; //连接主机
    D12_DATA = 0x16;
    while(1)
    {
        if(!D12_int_n)
        {
            D12_int();
        }
    }
}

```

在编写USB的固件程序时,需要注意:

①单片机的中断应设置为电平触发;中断后一定要读上次传输状态寄存器(命令40-45H),以清除中断寄存器中的中断标志。这样,PDIUSBBD12的中断输出才能变回高电平,这一点非常重要。

②在接收到Setup包后,一定要调用D8命令重新使能端口0。

③在向IN端点写完数据后,一定调用命令FAH,指明缓冲区中的数据有效,可以发送到主机。

④读完数据后,一定调用命令F2H,以保证可以接收新的包。

⑤可以通过调用命令FDH,检查PDIUSBBD12是否工作。该命令要读两个字节数据。

固件程序的编写是整个USB外设开发中非常重要的一环,它直接影响到设计开发的产品数据传输速度。例如,采用不同的传输类型、设置不同的分组大小、是否采用DMA方式、传输缓冲区的大小等都会使得传输速度发生很大的变化。还有在高速情况下的超时处理等,也包含了很多的内容。

总之,在USB技术应用越来越广泛的今天,只有掌握了固件程序的编写,才可能开发出一个好的USB产品。

#### 参考文献

- 1 张念淮, 江浩. USB总线接口开发指南. 北京: 国防工业出版社, 2001
- 2 Jan Axel son. USB大全. 北京: 中国电力出版社, 2001
- 3 Chris Cant. Windows WDM设备驱动程序开发指南. 北京: 机械工业出版社, 2000
- 4 Universal Serial Bus Specification Revision 1.1, 1998.9
- 5 PDI USB D12数据手册, 2001

#### 在线联系

[添加到收藏夹](#)

关于“[采用PDI USB D12的USB系统固件程序设计](#)”，我有如下需求或意向：

用户名:  密码:  验证码:   [欢迎注册](#)

#### 相关应用

- 单片机中最小二乘方滤波器的向量测量和功率计算
- 闪存存储器硬件接口和程序设计中的关键技术
- 低功耗MSP430单片机在3V与5V混合系统中的逻辑接口技术
- 基于单片机的FPGA并行配置方法
- SL11R单片机外部存储器扩展
- 基于DSP的USB口数据采集分析系统

[版权声明](#) | [投稿须知](#) | [《电子技术应用》投稿](#) | [网站地图](#) | [帮助中心](#) | [广告中心](#) | [关于我们](#) | [管理员信箱](#)

[回到顶端](#)

《电子技术应用》编辑部版权所有

地址: 北京海淀区清华东路25号电子六所大厦

联系电话: 82306084 / 82306085 传真: 62311179 京ICP备05053646号

推荐分辨率1024\*768 IE6.0版本

