

基于 MSP430 和 USB 的数据采集系统

Data Acquisition System Based on MSP430 and USB

摘要: 本文以 MSP430 单片机和 USB 为基础,给出了一种高速实时的数据采集方案,给出其硬件电路和相应的软件设计方法。

关键词: MSP430; USB; 数据采集

引言

MSP430 系列单片机是由美国 TI 公司生产的新一代 16 位单片机,它具有处理能力强、运行速度快、资源丰富、开发方便等优点,具有很高的性价比,最近几年在国内得到了很广泛的应用。通用串行总线(USB)是现代数据传输的发展趋势,它具有高速、可热插拔、易扩展、接口通用、无需外接电源等优点在数据传输方面得到广泛的应用。数据采集在工业测试系统中是一个很重要的环节,其精确性和可靠性是至关重要的,MSP430 和 USB 为此提供了理想的解决方案。本文以沥青桥面防水层检测仪为背景,阐述了基于 MSP430 和 USB 的数据采集系统。

系统硬件设计

本系统采用 TI 公司的 MSP430F149 和 PHILIPS 公司的 USB 接口芯片 PDIUSB12。PDIUSB12 符合通用串行总线 USB1.1 规范,是一款高性能的 USB 接口器件,它集成了 SIE、FIFO 存储器、收发器和电压变换器。SIE 完成 USB 协议层,并完成高速硬件连接,无需软件干预。此模块功能包括:同步模式识别、并串转换、位填充、解填充、CRC 校验/产生、地址识别和握手相应/产生等。MSP430F149 芯片片内包括一个 12 位的 A/D 转换器 ADC12、采样保持器和模拟多路器,ADC12 与一般的 ADC 相比较,具有高速、通用的特点,适合于精密的数据采集和转换,能够对 8 个外部模拟通

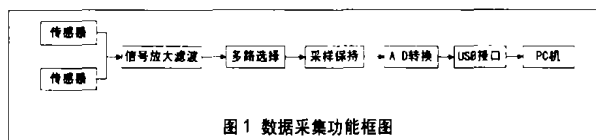


图 1 数据采集功能框图

道和 4 个内部电压通道(包括内部温度传感器反馈的电压信号通道)进行 A/D 转换。ADC12 还提供了高性能的采样/保持电路,为用户提供了更多的采样触发方式和转换时钟周期的选择。ADC12 提供了 4 种转换模式:单通道单次转换,系列通道单次转换,单通道多次转换,多通道多次转换。数据采集功能框图如图 1 所示。

本系统中 MSP430F149 和 PDIUSB12 的硬件接口电路图如图 2 所示。PDIUSB12 的 8 位并行数据接入 MSP430 的 P5 口,传输数据或者命令。MSP430 的 P17 引脚接 PDIUSB12 的 A0,作为 PDIUSB12 的命令或数据选择线。当 A0=0, MSP430 向 PDIUSB12 发送数据,当 A0=1 时,向 PDIUSB12 发送命令。它们之间的数据交换采取中断查询方式,通过查询 P14(P14 接 PDIUSB12 的 INT_N 引脚)是否为低电平来确定是否接受到上位机的数据或命令,再结合 D12_WR 和 D12_RD 引脚实现 MSP430 与 PDIUSB12 的数据交换。PDIUSB12 的 GL_N 接 LED 来对其进行监控,当 USB 设备接入 PC 机时,LED 亮,当在进行数据传输时,LED 将不断闪烁。

MSP430 的 P6 口为其 ADC12 模块 8 个外部通道的输入端,由于传感器输出的信号比较微弱,同时在沥青桥面测试现场存在着很多车辆噪声和工频信号的干扰,传感器采集到的数据需要经过一定的放大和低通

2005 年 7 月 5 日收到修改稿。

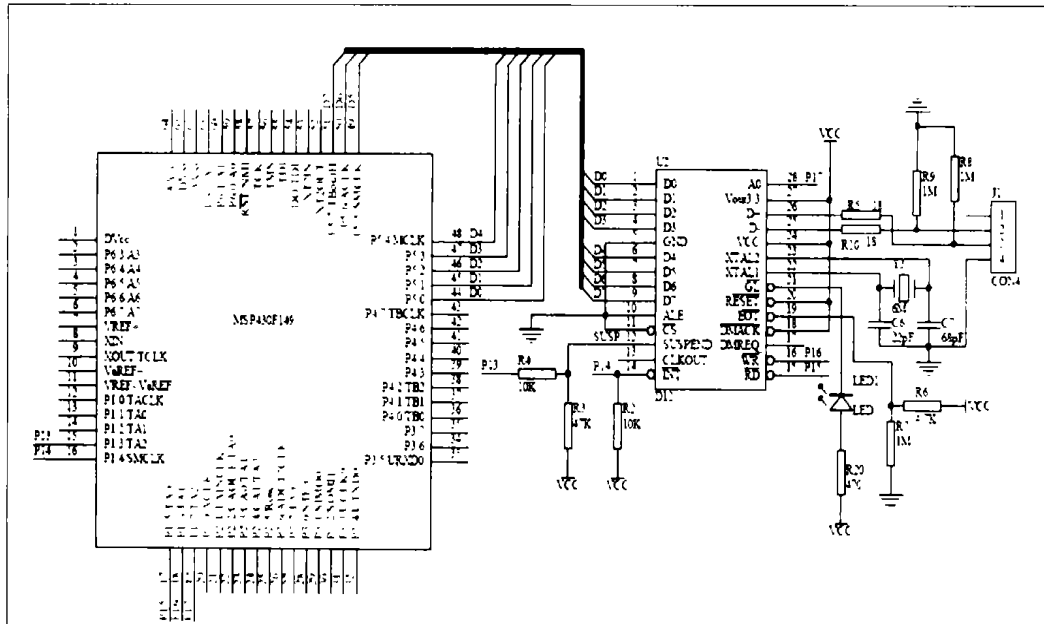


图2 MSP430F149与PDIUSB12接口电路图

必须将它转换为单极性信号，即对信号进行直流偏置，在此采用简单的电阻分压方式，如图3所示。所需要的+2.5V电压基准可以由MSP430F149提供。

软件设计

本系统的软件设计主要包括单片机程序、USB驱动程序、PC机应用程序。单片机部分的程序也称为固件，它包括USB设备的连接、USB协议和中断处理等。

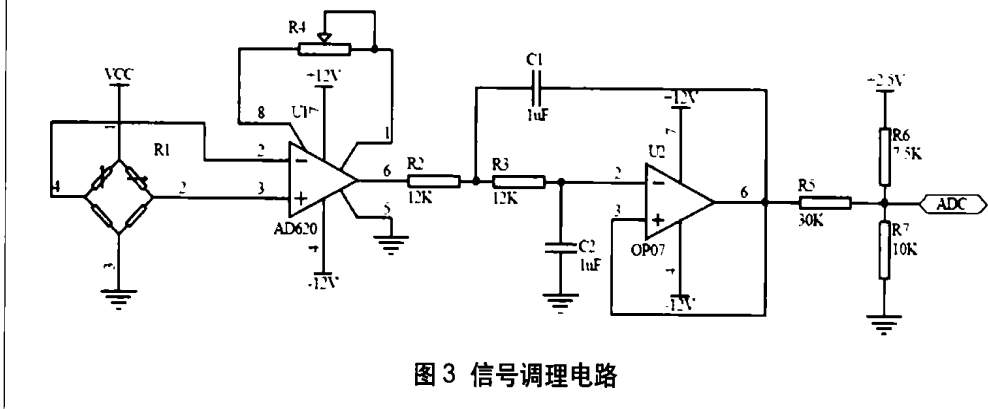


图3 信号调理电路

滤波，才能被送到MSP430的ADC12模块进行采集和转换，信号调理电路如图3所示。

主放大器我们选用美国ADI公司的精密仪表放大器AD620。

图3中运放U2部分组成了一个二阶压控低通有源滤波器。传感器信号通过调节放大之后被送到滤波器的输入端，通过滤波后将干扰部分消除。

其传递函数为：

$$A(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + \frac{\omega_n}{Q}s + \omega_n^2} \text{。其中 } \omega_n = \frac{1}{RC} \text{ 为特征角频率。}$$

率。

由于传感器测量的是拉、压力信号，即放大滤波后输出的电压信号为双极性信号，范围约为-10V~+10V，

PDIUSB12可以按照USB1.1协议对数据进行封装，然后与PC机进行数据交换。MSP430根据接受到的命令通过PDIUSB12与PC机的应用程序进行交互。

MSP430向PDIUSB12发送数据/命令部分程序如下：

```
void outportb(unsigned char port, unsigned char val)
{
    P1OUT&=0xBF; //使PDIUSB12的WR引脚为低电平
    P5DIR=0xFF; //P5口为输出模式
    if(port)
        P1OUT|=A0; //A0为高电平，传输命令
    else
        P1OUT&=~A0; //A0为低电平，传输数据
```

```

P5OUT=val;          // 向 PDIUSB12 写数据
P1OUTl=~0xBF;      // 恢复 PDIUSB12 的 WR
                    // 引脚为高电平
}

```

MSP430从PDIUSB12读取数据的部分固件程序如下:

```

unsigned char inportb(void)
{
    unsigned char data=0x00;
    P1OUT&= 0xDF;    // 使 PDIUSB12 的 RD
                    // 引脚为低电平
    P5DIR=0x00;     // P5 口为输入模式
    data=P5IN;      // 从 PDIUSB12 读取数据
    P1OUTl=~0xDF;  // 恢复 PDIUSB12 的 RD
                    // 引脚为高电平
    return i;
}

```

MSP430中ADC12模块提供了4种转换模式,在此采取序列通道单次转换模式,以方便上位机实时控制。四个通道A/D转换只须启动一次,最后一个通道转换完成后设置中断标志位。对转换模式、转换采样时序以及转换通道的设置如下:

```

ADC12CTL0=ADC12ON+SHT0_2+MSC;
// 打开 ADC12 并设置采样时间
ADC12CTL1=SHP+CONSEQ_1;
// 序列通道单次转换模式
ADC12MCTL0=INCH_0;
// 选择通道 0
ADC12MCTL1=INCH_1;
// 选择通道 1
ADC12MCTL2= INCH_2;
// 选择通道 2
ADC12MCTL3= INCH_3+EOS;
// 选择通道 3 和序列结束标志
ADC12CTL0|=ENC;
// 启动 AD 转换

```

整个数据采集的过程都是以PC机为中心,PC机通过向MSP430发送命令来控制A/D转换的开始和结束。

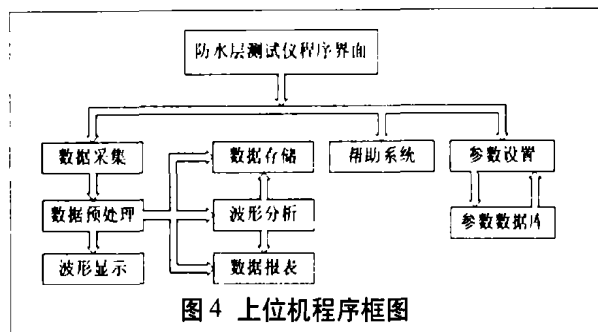


图4 上位机程序框图

对于MSP430收到的控制数据(命令),我们在此规定:
字节1: 0xFF---- 启动A/D转换, 0xFE---- 停止A/D转换

如果MSP430收到的数据第一个字节是0xFF,先设置标志adflag=1,然后启动A/D转换并设置相应其他的参数,当四个通道的数据采集和转换均完成,最后通过USB接口向PC发送采集到的数据。当MSP430收到的数据的第一个字节是0xFE,则设置adflag=0,不启动A/D转换。

PC机端的应用程序是VB.NET环境下开发,它主要完成对采集到的数据进行解封装、显示,控制整个数据采集系统的进行、停止、并设置相应的一些参数,以及最后的数据分析处理工作。上位机程序框图如图4所示。

结语

桥面防水层测试仪对桥面沥青和水泥之间的防水层的测试包括拉拔、撕裂、剪切等试验,本系统将三种试验的电气硬件部分通用化,通过上位机软件的对不同试验的数据进行相应的解封装、显示和处理分析。在沥青桥面测试现场中,由于天气、温度、湿度等一些不确定的因素,对测试结果造成了一定的影响,这就要求测试周期应尽量短,试验点应尽量多,高速、实时、便携式、多通道测试仪的优点在此得到了充分的体现。试验表明,该系统应用到拉拔仪、剪切仪试验中,用户界面友好,操作简便,测试的精度、速度以及系统的可靠性完全满足要求。

参考文献:

1. TEXAS INSTRUMENTS. MSP430x14x MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER. 2001