



基于 MSP430 和 USB 的数据采集系统

来源: 电子产品世界/长安大学 教育部"道路施工技术与设备"重点实验室 韩晓刚 吕彭民

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和广泛的应用。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。数据采集流程功能框图如图 1 所示。



图 1 数据采集功能框图

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。

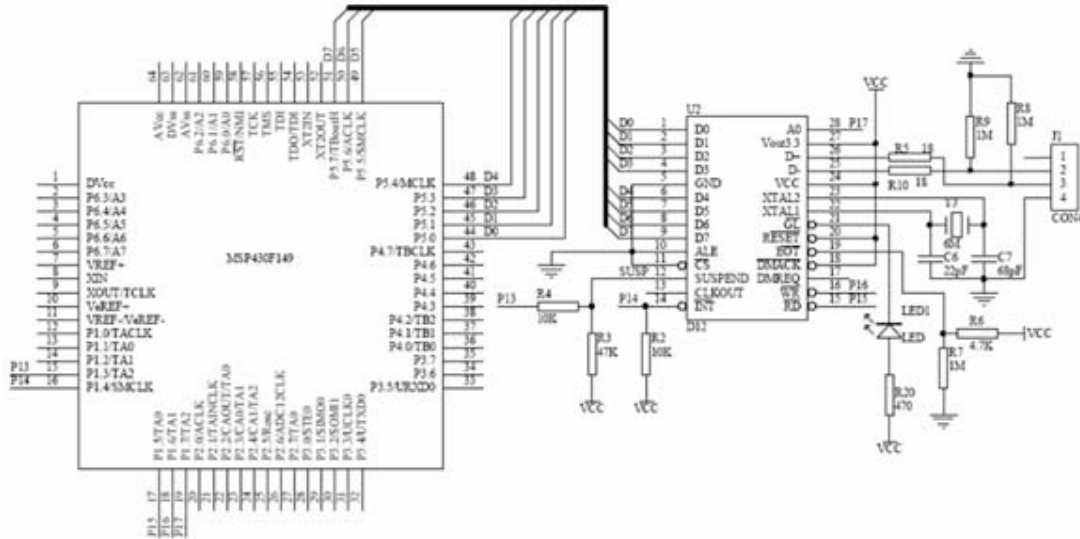


图 2 MSP430F149 与 PDIUSB12 接口电路图

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。

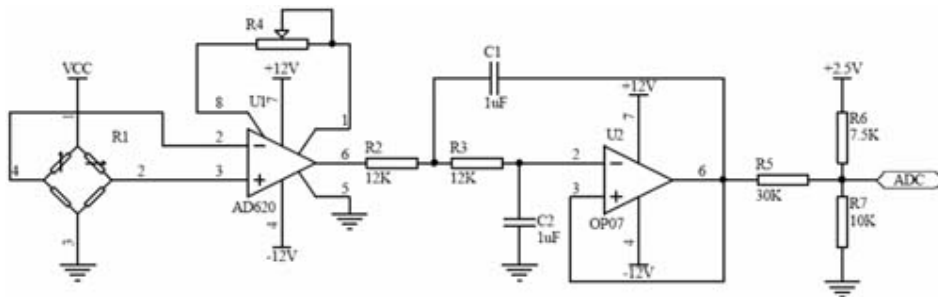


图 3 信号调理电路

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: $H(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{K}{1 + \frac{s}{\omega_c} + \frac{s^2}{\omega_c^2}}$ 。其中 ω_c 为特征角频率。





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,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。PDIUSBD12 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 PDIUSBD12 与 PC 机的应用程序进行交互。

MSP430 向 PDIUSBD12 发送数据/命令部分程序如下:

```
void outportb(unsigned char port, unsigned char val)
{
    P1OUT&=0xBF;           /使 PDIUSBD12 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 PDIUSBD12 写数据
    P1OUT|=~0xBF;          /恢复 PDIUSBD12 的 WR 引脚为高电平
}
```

MSP430 从 PDIUSBD12 读取数据的部分固件程序如下:

```
unsigned char inportb(void)
{
    unsigned char data=0x00;
    P1OUT&= 0xDF;          /使 PDIUSBD12 的 RD 引脚为低电平
    P5DIR=0x00;            / P5 口为输入模式
    data=P5IN;             /从 PDIUSBD12 读取数据
    P1OUT|=~0xDF;          /恢复 PDIUSBD12 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由 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。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。

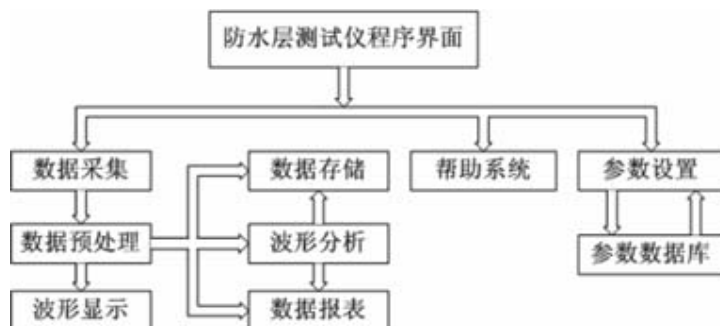


图 4 上位机程序框图





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，通过上位机软件的设置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
2. ANALOG DEVICES. AD620 data sheet. 1999

