

基于 MSP430 单片机及 USB 总线的便携式血压计的设计

申波

(太原理工大学信息工程学院,山西太原,030024)

摘要:针对传统水银血压计使用不太方便的问题,提出一种电子血压计的设计方案,即使用低功耗 MSP430 单片机对人体血压信号进行采集,通过 USB 控制芯片 CH375 将这些数据存储在 U 盘中,并可通过 PC 机的软件分析血压的变化。其使用方便且成本较低。

关键词:电子血压计;USB;CH375;MSP430

中图分类号:TH766 **文献标识码:**A

目前,市场上的血压计大部分仍是水银血压计,电子血压计在国外已经大量普及,而我国才开始应用。水银血压计每次测量必须由医生戴上听诊器进行测量,测量过程复杂,而且不同的医生,测量结果可能不同。而电子血压计弥补了水银血压计的不足。本文使用低功耗 MSP430 单片机对人体血压信号进行采集,通过 USB 控制芯片 CH375 将这些数据存储在 U 盘中,可以通过 PC 机的软件分析一天中血压的变化。

1 硬件设计

1.1 芯片介绍

MSP430 是近几年流行的 16 位单片机,由于它具有超低功耗(在 5 V 电压下运行于 12 MHz 的 80C51 工作电流达到十几 mA;而 MSP430 在 3 V 时的工作电流为 340 μ A,在 2.2 V 的工作电流为 220 μ A)、众多的片内外设、强大的数据处理能力、系统工作稳定、方便高效的开发环境等特点,被广泛应用在各种工业仪表中。加之笔者对 430 单片机比较了解,在本设计中选用了一种 MSP430F149,由于该设计中对外设模块只要求有 A/D 转换模块,所以可以选用 MSP430 中较便宜的系列。

CH375 是南京沁恒有限公司生产的 USB 总线的通用接口芯片,支持 USB-HOST 主机方式和 USB-DEVICE/SLAVE 设备方式。CH375 具有 8 位数据总线和读、写、片选控制线以及中断输出,可以方便地挂接到单片机/DSP/MCU/MPU 等控制器的系统总线上。在 USB 主机方式下,CH375 还提供了串行通讯方式,通过 3 根线,即串行输入、串行输出和中断输出与单片机/DSP/MCU/MPU 等相连接。本文用的是从南京沁恒有限公司申请的样片。LCM 用的是 16 \times 2 的 HS162-4。自建了自定义字符,实现了简单显示“血压是:XXX.X”。本文中使用的 HS162-4 为的是试验方便,若是用到实际产品中,可以换用其他种类。

选择 Motorola 公司压力传感器 MPX5050GP,其内部含有信号运算和信号调节功能,可以直接将动脉血液对血管壁的压力转换为 0 V~4.7 V 的电信号,其对应的血压值为 0 kPa~49.875 kPa(0 mmHg~375 mmHg)。传感器采集到的信号送入单片机的 AD12 模块前要标度变换,即电平平移。

1.2 工作原理

血压传感器将用户的血压转换成电压信号,经过滤波器送到 149 单片机的 AD12 模块中,再经过单片机处理后在 LCM 上显示,随时可以看到血压值。并且这些数据可以通过 CH375 储存在 U 盘中,在方便时将 U 盘插到 PC 机上,可以通过上位机软件进行观察,这样医生可以从整体上了解患者的血压变化情况,从而做出正确的诊疗结果。

1.3 系统框图

MSP430 单片机使用串口方式同 CH375 相连,将数据写入 U 盘。图 1 为其原理框图。

1.4 硬件设计中遇到的问题

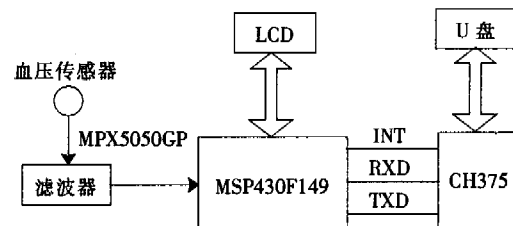


图1 系统框图

在混合电压系统中,不同电源电压的逻辑器件相互接口时会存在以下 3 个主要问题:一是加到输入和输出引脚上允许的最大电压限制问题;二是两个电源间电流的互串问题;三是必须满足的输入转换门限电平问题。

器件对加到输入和输出脚的电压通常是有限制的。这些引脚有二极管或分离元件流向电源。例如 3 V 器件的输入端接上 5 V 信号,则 5 V 电源将会向 3 V 电源充电,持续的电流会损坏二极管和电路元件。

在等待或掉电方式时,3 V 电源降落到 0 V,大电流将流到地,这使总线上的高电压被下拉到地,这些情况将引起数据丢失和元件损坏。必须注意的是:不管是在 3 V 工作状态或是 0 V 的等待状态都不允许电流流向 V_{cc}。

所谓输入转换门限电平问题,即噪声容限问题。连接在一起的两个逻辑器件要想正常工作,必须满足高、低噪声容限都为正值。本文中 CH375 采用 5 V 电源供电,MSP430F149 采用 3.3 V 供电。

CH375 和 MSP430F149 的噪声容限值见表 1。

表1 CH375 和 MSP430F149 的噪声容限值

器件	供电电压/V	V _{ih}	V _{il}	V _{oh}	V _{ol}
MSP430F149	3.3	1.9	0.9	2.75	0.25
CH375	5.0	2.0	0.7	4.5	0.5

MSP430F149 驱动 CH375 时,高噪声容限=2.75 V-2 V=0.75 V;低噪声容限=0.7 V-0.25 V=0.45 V。

CH375 驱动 MSP430F149 时,高噪声容限=4.5 V-1.9 V=2.7 V;低噪声容限=0.9 V-0.5 V=0.4 V。

由于噪声容限都为正值,所以 MSP430F149 和 CH375 可以直接相连正常工作。

2 软件设计

2.1 串行数据格式问题

由于采用串行接口,串行数据格式必须一致。CH375 的串行数据格式为:1 个起始位、9 个数据位、1 个停止位,其中前 8 个数据位是一个字节数据,最后 1 个数据位是命令标志位。第 9 位为 0 时,前 8 位的数据被

写入 CH375 芯片中,第 9 位为 1 时,前 8 位被作为命令码写入 CH375 芯片中。CH375 的串行通讯波特率默认是 9 600 b/s,单片机可以随时通过 SET_BAUDRATE 命令选择合适的通讯波特率。

MSP430 的通用串行通信模块分异步模式和同步模式。

异步通信的帧格式:1 位起始位、7 位或 8 位数据位、校验位(可奇/可偶/可无)、1 位地址位(地址模式时)和 1 位或 2 位停止位。异步模式又分空闲多机模式和地址位多机模式。同步模式下,允许 7 位或 8 位数据流移入或移出 MSP430 单片机。

对照 375 的串行数据格式,笔者选用异步模式中的地址位多机模式。这种模式下,字符包含一个附加的位作为地址标志。数据块的第一个字符带有一个置位的地址位,表明该字符是一个地址。结合 375 的串行数据格式,把 430 的地址位看作第 9 位,可以模拟 375 的串行数据格式。

如果选用没有串行通信模块的 430 单片机,也可以选用串行方式,解决方法是用普通的 10 口模拟串行通信的时序,当然要用到定时器 Timer。可以用两个函数实现写命令和写数据的功能,程序中要用到位处理指令 &, <<, >> 等。现给出部分代码程序:

```
void SendCmd(unsigned char cmd) /* 发送命令 */
{
    uart_flag|=TRAN_B; /* 置发送标志位 */
    TXData=cmd; /* 将命令传到发送 TXData */
    TXData|=0x300; /* 置第 9 位为 1,加停止位,发送命令 */
    TXData=TXData<<1; /* 添加起始位 */
    Delay(100); /* 延时 */
}

void SendData(unsigned char data) /* 发送数据 */
{
    uart_flag|=TRAN_B; /* 置发送标志位 */
    TXData=data; /* 将数据传到发送 TXData */
    TXData|=0x200; /* 置第 9 位为 0,加停止位,发送数据 */
    TXData=TXData<<1; /* 添加起始位 */
    Delay(100); /* 延时 */
}

用定时器实现数据的发送程序:
#pragma vector=TIMERAO_VECTOR
__interrupt void timer0(void)
{
    if (uart_flag&TRAN_B) /* 要发送? */
    {
        CCRO+=Bitime;
        if (bit_count==0) /* 位计数到了? */
        {
            uart_flag&=~TRAN_B; /* 清除发送标志位 */
            bit_count=11; /* 1 位起始位,8 位数据位,1 位标志位,1 位停止位 */
        }
        else
        {
            if (TXData&0x01)
```

```
TXD_OUT|=TXD; /* 输出 1 */
}
else
{
    TXD_OUT&=~TXD; /* 输出 0 */
}
TXData=TXData>>1; /* 移位 */
bit_count--; /* 位计数减 1 */
P2OUT^=BIT0; /* p2.0 闪烁表示传送中 */
}
}
}
```

2.2 软件滤波程序问题

虽然硬件用了滤波器,在软件中也要编写滤波程序,常用的软件滤波方法有 11 种,如限幅滤波法、中位值滤波法、算术平均滤波法、递推平均滤波法等。文中采用中位值平均滤波法,即相当于“中位值滤波法”+“算术平均滤波法”,连续采样 N 个数据,去掉一个最大值和一个最小值,然后计算 $N-2$ 个数据的算术平均值。 N 值的选取:3~14。其优点是融合了两种滤波法的优点,可消除由于脉冲干扰所引起的采样值偏差;其缺点是测量速度较慢,和算术平均滤波法一样,比较浪费 RAM。由于血压计对测量速度要求不高,而且 149 的 RAM 有 2 kb,所以选用该滤波方法。

2.3 U 盘读写文件格式问题

对 U 盘的读写分为两类:把 U 盘当作存储器,按照文件格式读写 U 盘。前者读写速度快,操作简单,但计算机不能直接读取写入的数据;后者由于按照文件格式,计算机可以直接看到相应的数据。公司子程序库提供 U 盘文件操作的 API,对于普通用户可以直接调用这些 API 读写 U 盘,且可以与计算机无缝连接,但要求有 600 kb 的 RAM,若用 51 单片机则需要外扩 RAM。由于笔者熟悉 430 单片机且 149 有 2 kb 的 RAM,满足要求,这也正是选用 430 单片机的一个原因。

3 结语

试验证明,该装置可以将采集到的数据成功地放到 U 盘中,因此可以应用到实践中去。

参考文献

- [1] 魏小龙.MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例[M].北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [2] 胡大可.MSP430 系列单片机 C 语言程序设计与开发[M].北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [3] 胡大可.MSP430 系列 FLASH 型超低功耗 16 位单片机[M].北京:北京航空航天大学出版社,2001.
- [4] 夏路易,石宗义.电路原理图与电路板设计教程 Protel 99SE[M].北京:北京希望电子出版社,2002. (责任编辑:邱娅男)

第一作者简介:申波,男,1981 年 2 月生,现为太原理工大学控制理论与控制工程专业在读硕士研究生,山西省太原市太原理工大学迎西校区 3276*,030024.

The Design of Portable Manometer Based on MSP430 and USB

SHEN Bo

ABSTRACT: In the light of the problem that the use of the traditional mercurial hemodynamometer is not convenient, this paper puts forward a design scheme of the electronic hemodynamometer with easier operation and lower cost, that is to collect human body's blood pressure signals by using MSP430 manometer, store these data into U-disk through USB-controlled CH375, and analyzes the variation of the blood pressure through the software of CP computer.

KEY WORDS: electronic hemodynamometer; USB; CH375; MSP430