

ADS1255 同 LPC2138 的接口设计

樊季林, 谈宏华

(武汉工程大学电气信息学院, 湖北 武汉 430074)

摘要:介绍基于 SPI 总线的 24 位 AD 器件(ADS1255)同飞利浦的 ARM7 内核的 CPU(LPC2138)的硬件和软件的接口设计. 具有高精度、高性能的 ADS1255 配合多功能的 ARM 芯片应用于高要求的工业领域具有明显的优势.

关键词:SPI 总线; ARM7; 24 位; AD

中图分类号:TP 335¹.1 **文献标识码:**A

0 引言

LPC2138 是基于一个支持实时仿真和嵌入式跟踪的 32/16 位 ARM7TDMI CPU 的微控制器, 并带 512 kB 嵌入的高速 Flash 存储器. 128 位宽度的存储器接口和独特的加速结构使 32 位代码能够在最大时钟速率下运行. 对代码规模有严格控制的应用可使用 16 位 Thumb 模式将代码规模降低超过 30%, 而性能的损失却很小. 较小的封装和极低的功耗使 LPC2138 可理想地用于小型系统中, 如访问控制和 POS 机. 宽范围的串行通信接口和片内 32kB 的 SRAM 使 LPC2138 非常适用于通信网关、协议转换器、软 modem、声音辨别和低端成像, 为它们提供巨大的缓冲区空间和强大的处理功能. 多个 32 位定时器、2 个 10 位 8 路 ADC、10 位 DAC、PWM 通道和 47 个 GPIO 以及多达 9 个边沿或电平触发的外部中断使它们特别适用于工业控制和医疗系统^[1].

ADS1255 是德州仪器(TI) Burr-Brown 产品线推出针对工业应用、具有业界最高性能的 24 位、数据输出速率最高可为 30K 采样点/秒(SPS)的模数转换器(ADC). 其由模拟多路开关(MUX)、输入缓冲器(BUF)、可编程增益放大器(PGA)、四阶 $\Delta\Sigma$ 调制器再加一个可编程数字滤波器组成, 完美组合了一流的无噪声精度、数据速率以及多种功能, 为设计人员提供了全套高精度测量解决方案, 非常适用于包括科学仪器、工艺控制、医疗设备与称重设备等要求苛刻的工业应用领域^[2].

1 LPC2138 和 ADS1255 的 SPI 接口特点

SPI(Serial Peripheral Interface 串行外设接口)总线系统是一个同步串行外设接口, 允许 CPU 与各种外围接口器件以串行方式进行通讯, 交换信息. 外围接口器件包括简单的 TTL 移位寄存器、AD、DA 转换器、实时时钟、存储器以及 LCD、LED 显示驱动器等. SPI 系统可直接与各个厂家生产的多种标准 SPI 外围器件直接接口, 它使用四条线: 串行时钟线(SCK), 主机输入从机输出数据线(MISO), 主机输出从机输入数据线(MOSI)和低电平有效的从机选择线(SS)^[3]. 由于 SPI 系统总线只需 3~4 数据和控制线即可扩展具有 SPI 各种 IO 器件, 而并行总线扩展方法需 8 根数据线、8~16 位地址线、2~3 控制线, 因而 SPI 总线的使用可以简化电路设计, 提高设计的可靠性.

LPC2138 是荷兰飞利浦开发的一款基于 ARM7 内核的嵌入式处理器, 最高时钟可以达到 60M, 它具有两个 SPI 接口: SPI0(SPI)和 SPI1(SSP).

1.1 SPI0 的特点

单个完整和独立的 SPI 控制器; 遵循串行外设接口(SPI)规范; 同步、串行、全双工通信; 组合的 SPI 主机和从机; 最大数据位速率为输入时钟速率的 1/8.

1.2 SPI1 的特点

兼容 Motorola SPI、4 线 TI SSI 和 National 半导体的 Microwire 总线; 同步、串行通信; 主机或

从机操作;8 帧收发 FIFO,每帧 1~16 位。

1.3 ADS1255 的 SPI 接口

ADS1255 采用四线制(时钟信号线 SCLK、数据输入线 DIN、数据输出线 DOUT 和片选线 CS)。ADS1255 只能工作在 SPI 通讯的从模式下,可以通过各种主控制器来控制 ADS1255 片上的寄存器,通过串口读或写这些寄存器。串口通讯时必须保持 CS 为低电平。在 SPI 传送过程中,数据被同步地发送和接收,SCLK 和 DIN、DOUT 同步移动,SCLK 信号要尽量保持干净以免发生数据丢失。DIN 结合 SCLK 用来向 ADS1255 发送数据,在 SCLK 的下降沿有效;DOUT 结合 SCLK 用来从 ADS1255 读取数据,在 SCLK 的上升沿有效。DIN 和 DOUT 也可以通过一条双向信号线与主控制器相连,但这种情况下一定不能用 RDATAC 命令来读取数据,在空闲时,DOUT 处于高阻态^[4]。

2 LPC2138 和 ADS1255 的 SPI 硬件接口设计

24 位的 AD 转换芯片 ADS1255 采集的外部多路模拟输入信号,外部环境比较复杂,输入的模拟信号如果直接接入控制单元,会对控制芯片 LPC2138 的干扰较大,所以本硬件设计采用了高性能数字隔离器件 ADUM1400,它对输入、输出电信号有良好的隔离作用,并且性能优于普通的光耦。LPC2138 通过其 SPI 得到 ADS1255 采集的 AD 数据,然后负责数据处理。基于 ADS1255 和 LPC2138 芯片的以上特点,硬件接口设计如图 1 所示。

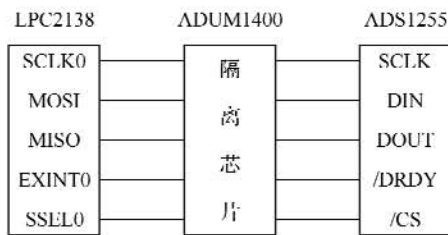


图 1 硬件接口原理图

Fig. 1 Hardware interface schematic

选择 ADS1255 同 LPC2138 的 SPI0 口连接,并将 ADS1255 的 /DRDY 脚(数据转换完成管脚),接到 LPC2138 的外部中断 0(EXINT0),因为一片 ADUM1400 只能支持 4 个 I/O,但是这里有 SCLK、MOSI、MISO、SSEL、EXINT0 五个引脚要进行隔离,所以要用两片 ADUM1400,因为 SPI 接口本身比较简单,所以上面只给出了一个简化图。

3 软件设计

LPC2138 不仅仅只负责采集 AD 数据,还要

负责处理 AD 数据,并将其送到 LCD 显示,同时还要处理用户输入指令等等其他任务。软件设计部分主要介绍 AD 数据采集程序的设计。首先对 CPU 的 SPI 和外部中断进行一个初始化,然后设置 ADS1255 和 LPC2138 数据传输的格式,并对 ADS1255 内部一些寄存器进行必要的初始化。最后开启外部中断 0,等待中断的到来,有中断就读取 AD 数据,并显示,没有就循环等待。AD 数据采集流程图如图 2 所示。

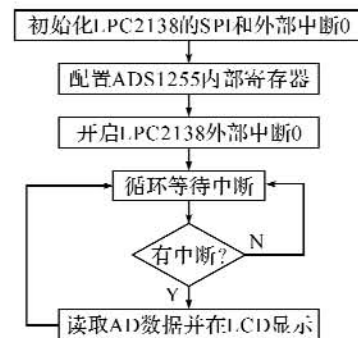


图 2 AD 数据采集流程图

Fig. 2 Flow chart of AD data acquisition

对 CPU 的初始化,主要是配置 IO 口的功能为 SPI0,设置 SPI 的时钟为 500K 或更高,设置数据传输方式(CPHA=1,CPOL=0),设置外部中断 0 的触发方式为边沿触发,极性为高电平,也就是上升沿触发,然后对 ADS1255 的内部寄存器根据需要进行配置,例如不用的 IO 设置为输出模式,以降低功耗。初始化配置完毕后,打开 CPU 总中断和外部中断 0 的开关,最后等待中断,如果在中断中读取了数据,就根据下面的表格来处理和显示数据。

24 位 AD 的输入参考电压是 2.5 V($U_{ref} = 2.5$ V),它的电压转换范围为 -5 V 到 +5 V,输入电压同输出代码的对应关系如表 1 所示。

表 1 输入电压与输出代码转换表

Table 1 Conversion form between input voltage and output code

输入的模拟电压(AINP-AINN)	完美的输出代码
$> +2V_{ref}/PGA$	0x7FFFFFFF
$+2V_{ref}/PGA(2^{23}-1)$	0x000001
0	0x000000
$-2V_{ref}/PGA(2^{23}-1)$	0xFFFFFFFF
$< -2V_{ref} * 2^{23}/PGA(2^{23}-1)$	0x800000

PGA 是 ADS1255 内部放大器的放大倍数,可以编程控制,在 SPI 初始化的时候设置,本文采用默认设置为 1,也就是不使用内部放大器,读者可以根据自己的需要设置,是否使用该内部放大器。下面给出了 LPC2138 的 SPI 接口初始化的的一段代码。该代码主要是设置 SPI 的传输速率和配置 ADS1255 内部寄存器。其中 ARMInitSPI() 函数

中的参数 SPIFreq 是用于设定 SPI 传输速率。

主要的软件代码:

```
void ARMInitSPI (SPIFreq){
    PINSEL1 &= 0xfffffc;
    IO0DIR &= 0xffffcf;
    PINSEL0 &= ~0xff0;
    PINSEL0 |= 0x1500;
    if (SPIFreq > PCLK/8) SPIFreq = PCLK/8;
    SPLSPCCR = PCLK/SPIFreq;
    SPLSPCCR &= ~0x01;
}
```

```
ADS1255Init(void)
{EnableADS1255CS();
CheckADS1255DRDY();
WRADS1255Rcg(STATUS,0x06);
WRADS1255Rcg(MUX,0x10);
WRADS1255Rcg(ADCON,0x00);
WRADS1255Rcg(DRATE,0x92);
WRADS1255Rcg(IO,0x00);
}
```

AD 数据的采集利用了外部中断 0,所以在中断服务子程序中主要完成数据的采集,每中断一次,CPU 就读取 3 个字节的数据,先读取高字节,然后依次读取中间字节和低字节。置位中断标志,然后跳出中断。回到主程序后,中断标志来判断是继续循环等待还是读取新的 AD 数据并显示。下面的给出读取 AD 数据的一段代码,ADReadData 函数中返回的是读取的 AD 数据。这个函数在中断服务子程序中被调用^[5]。

```
uint32 ADReadData (void)
{
    uint8 TmpByte;
    uint32 Data;

    SPI_SendByte(ADS1255_CMD_RDATA);
    TmpByte = SPI_SendByte(0xAA);
    Data = ((uint32) TmpByte) << 16;
    TmpByte = SPI_SendByte(0xAA);
    Data |= ((uint32) TmpByte) << 8;
    TmpByte = SPI_SendByte(0xAA);
```

```
Data |= TmpByte;
return Data & 0x00ffff;
```

4 结 语

ADS1255 是一款高精度、高性能的无噪声的 AD,所以在应用时,有许多的细节需要注意。

a. 首先对于 SPI0 时钟的设置,LPC2138 的 SPI0 的时钟,最大为 CPU 输入时钟速率的 1/8,但是笔者认为时钟不宜设置过高,否则影响 AD 数据的读取。笔者将此时钟设置为 500K,用户可以根据自己的需要更改。

b. 对 CPOL 和 CPHA 的设置很重要,DIN 结合 SCLK 向 ADS1255 发送数据,在 SCLK 的下降沿有效;DOUT 结合 SCLK 用来从 ADS1255 读取数据,在 SCLK 的上升沿有效。所以设置 CPOL=0,CPHA=1。

c. ADS1255 具有检测连接至输入端外部传感器的完整性的电路,但是 ADS1255 在正常工作时,一定要关闭传感器检测功能。

d. ADS1255 有 2 个通用数字 I/O 口 D0、D1,所有的 I/O 口都可以通过 IO 寄存器设置为输入或输出,不用的 IO 引脚可以作为输入接地,也可以设置为输出,这样有利于减小电源的消耗。

参考文献:

- [1] 周立功,张华.深入浅出 ARM7-LPC213X/214X[M].北京:航空航天大学出版社,2005:360-371.
- [2] 何建,胡焱,周超.24 位 A/D 转换器 ADS1255 及其应用[J].西南民族大学学报(自然科学版),2006,(5):1-5.
- [3] 夏守之,郭焱.应用 CCD 测量火焰温度精度问题的研究[J].武汉工程大学学报,2008,3(3):118-121.
- [4] 孙沁梅,卢益民.高精度模数转换器 ADS1256 的原理和应用[J].计算机与数字工程,2005,33:156-159.
- [5] 王为.基于 LM629 对足球机器人运动控制的设计[J].武汉工程大学学报,2008,3(1):104-107.

The interface design between 24-bit ADS1255 and LPC2138

FAN Ji-lin, TAN Hong-hua

(School of Electrical and Information, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: The hardware and software interface design between 24bit AD chip-ADS1255 is based on SPI Bus, and Philip's CPU-LPC2138, based on the kernel of ARM7. ADS1255 with high precision, high performance works with a ARM chip, which will have a obvious superiority in industrial field with high requirement.

Key words: SPI Bus; AMR 7; 24-Bit; AD

本文编辑:陈晓革