

基于单片机 MSP430 的智能监控终端的研究

Research on Intelligent Monitor Terminal Based on MSP430 Chip Microcomputer

国防科技大学电子科学与工程学院 (长沙 410073) 刘平 王伟 陈曾平

【摘要】 介绍了基于单片机 MSP430 的一种智能化、低功耗、小型化智能监控终端,着重阐述了应用单片机 Slope AD 模块完成模拟量数据采集的关键技术,该终端在交换机房监控系统中得到成功应用。

关键词: 单片机, 智能监控, Slope AD

【Abstract】 The paper introduces a kind of low power consumption and small size intelligent monitor terminal. It explains how to use Slope AD module to complete analog data acquisition in detail. This kind of terminal has been successfully applied in the exchanger monitor system.

Keywords: chip microcomputer, intelligent monitoring, Slope AD

1 引言

远程智能监控终端是智能监控系统的关键部件,它的指标参数直接决定了整个监控系统的性能,现代化的智能监控系统要求监控终端更加智能化、小型化、低功耗化,并且要求监控参数的精度更高、对监控数据的处理速度更快,原有的大多采用 INTEL51 系列单片机的智能监控终端往往不能够满足系统的需求,因此,高速、低功耗、高精度的智能监控终端的研究具有重要的意义。

多种各具特色的新型单片机的不断涌现为高度智能化、低功耗、小型化的智能监控终端的研究提供了可能,本文讨论了一种基于美国 TI(德州仪器)公司的 MSP430 系列单片机 F1121 的监控终端,该监控终端可以对不同工作方式的传感单元(如环境温度、湿度、设备电压、设备电流、火警、积水、门窗开闭等)的信息进行数据采集、分析、规整,对属于紧急告警性质的故障,立即启动报警器,数据采集单元还响应监测中心通过通信网传输的查询命令,送出相应的已采集到的监控参数。其原理框图如图 1 所示。

2 MSP430 单片机简介

MSP430 单片机是美国 TI 公司推出的 16 位高性能系列单片机,其高效 16 位精简指令结构可以确保任

务的快速执行,大多数指令可以在一个时钟周期里完成,且具有高级语言编程的能力,配套友好方便的集成开发环境足可加速软件的开发。

MSP430 单片机可以在 1.8V~3.6V 低电源电压情况下工作,具有 CPUOFF(CPU 停止工作)和 OSCOFF(晶振停止工作)等 5 种超低功耗工作模式,数字控制的振荡器使从所有低功耗模式快速苏醒到活动模式的时间少于 6 μ s,从而延长了待机时间并使启动更加迅速,降低了电池的功耗。片上集成了 A/D 转换器(12 位或 Slope)、串行通信接口、看门狗、定时器等丰富资源,特别适合应用于智能仪表、防盗监控系统、智能化家电、电池供电的便携式设备中。

本系统设计中采用的是 MSP430F1121,它的特点是体积小(20 管脚贴片,尺寸 17mm×16mm),功耗低(采用 flash 存储技术可以将功耗降低 5 倍),且具有混合信号处理能力,能利用片上集成的比较器和计时器实现 Slope A/D 转换,大大简化了外围电路设计,因此,非常适合于开发高度智能化、低功耗、小型化的智能监控终端设备。

3 监控终端各部分设计

监控终端以 MSP430 单片机为核心,由四部分组成:模拟量采集电路、开关量告警信号采集电路、通信电路、控制输出电路。下面介绍这四部分及系统软件的

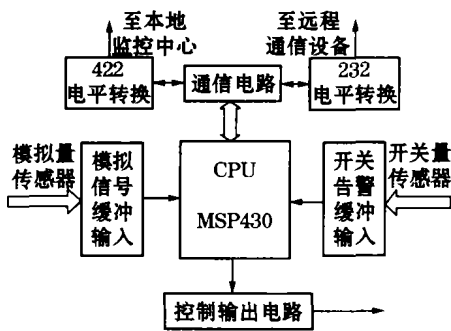


图1 监控终端原理框图

设计要点。

3.1 模拟量采集电路设计

由于MSP430F1121单片机具有Slope A/D功能,所以,只需要简单的外围电路就可以直接对模拟输入信号进行采集处理,这不仅减小了电路面积,更能有效降低系统功耗、增强系统可靠性。

3.1.1 Slope A/D的原理与应用

MSP430系列单片机的Slope A/D转换是通过计算外接RC电路的充电或放电时间来实现的。MSP430F1121片上集成了定时器和比较器资源,定时器和比较器由相应的定时器控制寄存器TACTL和比较器控制寄存器CACTL1、CACTL2来控制,TACTL为16位的定时器控制寄存器,主要对单片机内部的定时器的模式和工作模式进行设置,CATL1和CATL2为两个8位的比较器控制寄存器,设置比较器的输入电压、边沿触发方式等。另外,在A/D转换过程中,还需要用到一个16位捕获寄存器CCTL,它主要用来设定比较捕获的工作模式。图2是MSP430F1121进行斜率A/D转换的原理图。被测电压 V_{in0} 由CA0端输入,电阻 R_{ref} 和电容 C_m 构成充放电电路。斜率A/D转换的过程分为两大步骤(四个阶段):第一个步骤取 $0.25V_{cc}$ 为参考电压,将P1.3口置位, C_m 充电至 V_{cc} 后,将P1.3复位,通过电阻 R_{ref} 放电至 $0.25V_{cc}$,放电时间 T_{vcc} 用定时器Timer_A测量;第二个步骤,开关PCA0被置位,内部基准电压用CAREF1关断,将重新充电至 V_{cc} 的 C_m 重新放电,放电至被测电压时,放电时间 T_m 也用定时器Timer_A测量。充放电时,电容 C_m 上的电压变化曲线见图3。由基本充放电公式推导可得,被测电压 V_{in0} 可以由下面的公式计算:

$$V_{IN0} = V_{cc} \times \frac{R1 + R2}{R2} \times e^{\frac{t_m}{T_{vcc}} \times \ln \frac{V_{caref}}{V_{cc}}}$$

在电路设计中,要注意基准电压、充放电的电容和

时钟频率的选择。因为基准电压是影响A/D转换精度的关键参数,它可以由芯片内部或外部提供,如果对精度要求比较高,可以外接一个精密的基准电压源,内部基准电压受很多因素的影响,不适于要求高的场合;而电容的大小影响到A/D转换的分辨率,如果选择的电容值太大(大于100nF),则要影响A/D转换的精度,如果太小(小于30nF),则要影响输入模拟信号的动态测量范围;时钟频率的大小也直接影响到A/D转换的精度和分辨率,时钟频率增加一倍,A/D转换的精度和分辨率几乎提高一位,但是,如果时钟频率选得过高,则对系统的其它外设的要求也提高,达不到提高性价比的要求。在电源为3.3V、外部晶振32kHz、电容为66nF、电阻为10K的情况下,运用一定的算法处理,得到MSP430F1121的A/D转换的精度为9位,这对于一般应用中所需要的转换来说已经足够了。

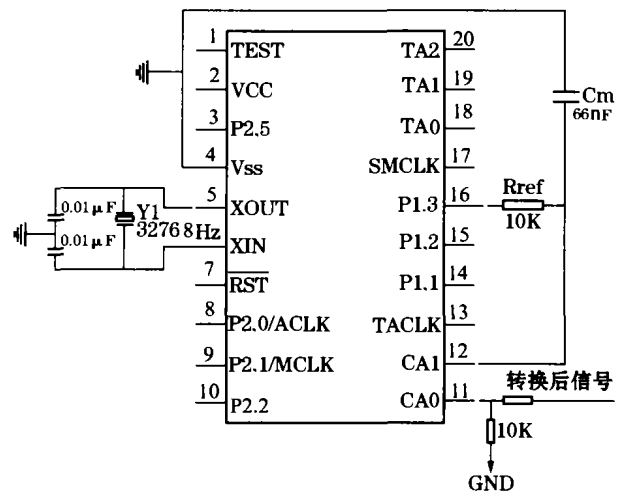


图2 Slope A/D实现原理图

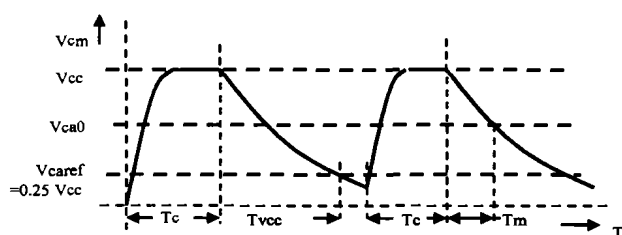


图3 电压变化曲线图

在IAR Embedded System开发环境中用C语言实现如下:

```

P1OUT |= BIT3;           // charge (step1,
                        // phase1)
delay(1000);           // wait for stability
CACTL1 = CAREF _ 1
+CAON;
CACTL2=P2CA1;
    
```

```

TACTL = TASSEL __2 // AMCLK, clear TAR
+TACLK;
CCTL1 = CCIE+CM __ //define capture mode,
1+CCIS __1+CAP // enable interrupt
__EINT(); // Enable global
//discharge (step1,phase
interrupts
2)
PIOUT ^ =BIT3; // Start Timer __ A in
//continuous mode
TACTL |= MC1; //wait for interrupt
delay(2000); (handle recordin
g time)
PIOUT |=BIT3; //charge again (step2,
//phase 3)
delay(1000);
CACTL1 = CAREF __ 0
+CAON;
CACTL2 = P2CA1 + //attention: selection for
P2CA0; voltage input
TACTL = TASSEL __2 // AMCLK, clear TAR
+TACLK;
CCTL1 = CM __ 1 + //define capture mode
CCIS __1+CAP; //discharge ( step 2,
PIOUT ^ =BIT3; phase4)
TACTL |= MC1; // Start Timer __ A in
//continuous mode
delay(3000);
time __m=CCR1; //record time __m
TACTL|=MC0;
CACTL1 ^ =CAON;
volt __test=exp( time __ //SCALE = ln ( Vceref/
m * SCALE /time __ Vcc)=ln0. 25
vcc) * Vcc;
    
```

3.1.2 监控模拟量范围

当外部分压电阻取 $R1=R2=10k\Omega$, 单片机工作电压为 3.3V 时, Slope A/D 要求的输入电压范围是 0.5V~6.5V, 各种传感器信号通过模拟信号调理电路, 转换为适合的电压输入。在交换机房监控中各种监控量的监控范围和精度列举如下:

- 温度: 30~60 摄氏度, 精度为 0.5 度, 0.2V/度;
- 湿度: 10%~100%, 精度为 2%, 0.07V/百分点
- 电流: 1A~100A, 精度为 1A, 0.06V/A
- 电压: 40V~60V, 精度为 0.5V, 0.3V/V

系统实现的 Slope A/D 可达到 9 位以上精度, 可以满足大多数监控场合的应用要求。此外, 系统中各模拟量的告警门限可由中心控制端通过网络发送命令进行远程设定。

3.2 开关量采集电路

可采集的开关量是电气特性适合传感器的任何外界状态量, 如火警烟雾、玻璃破碎、门窗开闭、地面积水等传感信号, 诸多告警信号通过缓冲输入进入单片机, 由单片机通过软件编程实现对传感器数据的采集、分析和报警判断。

3.3 通信电路

监控终端具有多种通信接口电路, 它可以通过 RS422 接口, 采用屏蔽双绞线与本地监控中心在 1200m 范围内通信, 同时可以通过 RS232 接口与远端通信单元如 DDN 终端、MODEM 等互连, 从而通过 DDN 专线或电话网络来获取控制信息以及回传告警信息。

3.4 控制输出电路

以单片机为控制核心, 接收、管理和监测计算机的指令以控制多组开关, 如空调、电磁锁、警铃、警灯等的开关。

3.5 监控系统软件设计

模拟量和开关量的采集可以通过定时服务子程序以固定的时间间隔查询采样标志来进行, 这个程序的流程图如图 4 所示。

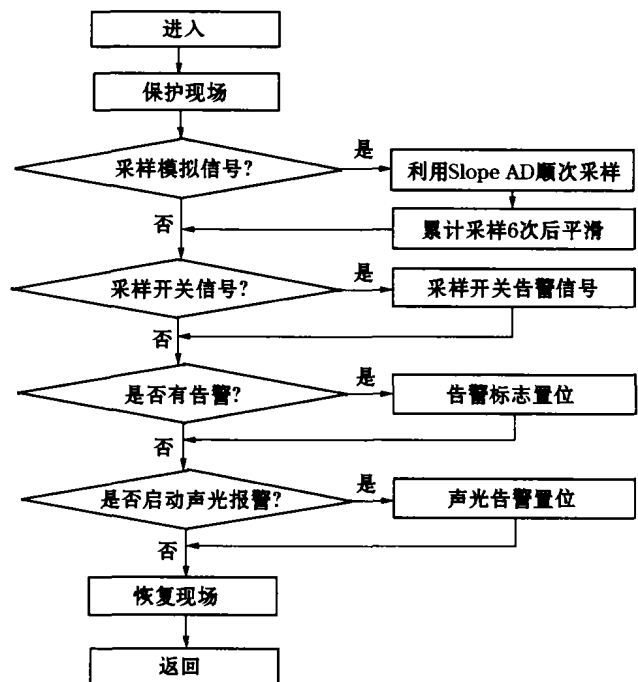


图 4 软件流程图

4 结束语

未来的监控系统发展方向必然是更加智能化、小型化, 因此, 本文所讨论的智能终端很有价值, 并具有极大的应用前景。

参 考 文 献

- 1 陈曾平, 王伟. 电信交换机房环境自动监视监控系统. 电子技术应用, 1998.2
- 2 刘波, 韩先生. MT8880 在机房监控系统中的应用. 河北省科学院学报, 1999.4

(下转第 47 页)

STM_SPCR10__SUBADDR, SPSA0; 写入 SPCR10 的偏移子地址到子块地址寄存器

STM #0000H, SPSD0; 将控制信息写入 SPCR10, 此处的作用是复位接收寄存器并禁止接收功能

STM_SPCR20__SUBADDR, SPSA0; 写入 SPCR20 的偏移子地址到子块地址寄存器

STM #0000H, SPSD0; 将控制信息 #00H 写入 SPCR20, 禁止发射并复位发射寄存器

从上面程序中我们可以看到, 在对 McBSP 内部的寄存器进行访问的时候要分两步: 先把该寄存器的偏移地址写入 SPSA, 再将控制信息写入 SPSD 中。这样就可以对该寄存器进行配置了。

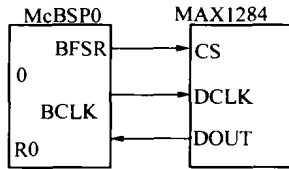


图 4

4 ADC 接口设计

在这个应用中, 我们采用串行 ADC 器件 (MAX1284), 这样能方便地与 McBSP 直接相联, 不需要占用并行数据总线, 避免了可能的总线冲突, 使得硬件电路的设计更加简化。图 4 给出了 MAX1284 与 McBSP 的硬件连接关系。

本系统要求 ADC 的采样率为 100kHz, 即一次完整的采样周期为 10 μ s, 参见 MAX1284 时序图 5, 可知完成一次采样至少需要 16 个 DCLK 周期。因此, 要满足采样率 100kHz 的要求, 我们可以得到:

$$f_{BCLKR0} = f_{DCLK} = 16 \times 100\text{kHz} = 1.6\text{MHz}$$

式中: f_{BCLKR0} 为串口 0 的接收时钟频率, 单位 Hz; f_{DCLK} 为 MAX1284 的数据移位时钟频率, 单位 Hz。

由此, 我们可以确定各个串口控制寄存器的配置值。

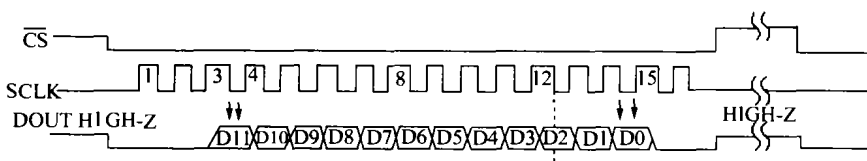


图 5

一旦软件设置好 McBSP0 之后, 它就严格按图 5 的时序图连续工作。当 McBSP0 接收到一个字 (16 位) 并复制到 DRR0 中之后, 它向 CPU 产生接收中断, CPU 从 DRR0 中将这个字读出以作进一步的处理, 进而完成数据采集的全过程。

为了提高数据传输速率, 可以通过 DMA 方式来实现。它在内部存储器中开设自动缓冲区 (ABU), 数据传输在后台进行, 不需要 CPU 干预, 通过设定数据满或空的中断条件来触发 DMA 中断, 通知 CPU 对缓存区进行批量数据的读写。在 DMA 方式中, 自动缓存的长度最大可达 65535。

最后, 给出软件设置 McBSP 的步骤:

(1) XRST=RRST=0, 复位发送、接收寄存器。

(2) 根据以上叙述设置 McBSP 寄存器。

(3) GRST=1, 使得时钟和帧信号按照软件设置的方式产生。

(4) 等待两个 CLKSRG 时钟周期。

(5) 以下两步分别对应于 CPU 或 DMA 控制器服务于 McBSP:

- CPU 服务于 McBSP。XRST=RRST=1。

- DMA 控制器服务于 McBSP。首先, 设置 DMA 控制器并使能相应的通道。然后设 XRST=RRST=1。

(6) 等待两个 CLKSRG 时钟周期。

5 结束语

本文介绍了 VC5402 的 McBSP 的原理、配置及相关应用。所介绍的数据采集方法能极大地简化硬件电路, 并能通过对 McBSP 内部寄存器的软件设置, 灵活地改变采样率, 从而能适应多种情况下的数据采集。此方案经验证, 的确能适应不同采样率要求下的数据采集。

参考文献

- 1 张雄伟. DSP 芯片的原理与开发应用. 北京: 电子工业出版社, 1997

(上接第 41 页)

- 3 陈劲松, 程心明. DTMF 信号接收/发送芯片 MT8880 在通信中的应用. 空军雷达学院学报, 1999, 4
- 4 安静. 动力设备及环境集中监控系统的关键设备及典型产品. 电信科学, 1998, 2
- 5 杨凯军, 秦石乔. MT8880 在智能通讯系统中的应用. 微处理机, 1999, 3

- 6 焦腾, 姜卫东. 一种远程多点监测系统的通信组网方案. 电子工程师, 2001(4)
- 7 张建斌. 单片机控制的 DTMF 编解码器及应用. 陕西工学院学报, 1999, 3
- 8 余水宝, 毛小青. 单片机应用系统中的远距离 DTMF 通信. 浙江师大学报, 1998, 1