

基于 MSP430 的低功耗温度采集报警系统的实现

沈晓昱, 王晓娜, 李文军

(中国计量学院 热工自动检测与控制研究所, 杭州 310018)

摘要:设计了一种基于 MSP430 单片机的低功耗温度采集报警系统,该系统具有电路简单、功耗低、精度高、数据传输可靠性高、功能易扩展等特点,充分满足在恶劣条件下离线式低功耗高精度温度采集报警的要求。文中介绍了 MSP430 芯片的特点,并详细地分析了系统的各功能模块。在低功耗设计上,除了在硬件上选用低功耗的芯片外,还利用软件设计进一步降低了功耗。

关键词:低功耗;MSP430 单片机;温度采集;

中图分类号:TP368.1 **文献标志码:**B **文章编号:**1000-0682(2009)03-0031-03

Design of low - power consumption temperature collecting alarm system based on MSP430

SHEN Xiaoyu, WANG Xiaona, LI Wenjun

(Institute of Pyrology Automatic Detection and Control ,China Jiliang University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: A low - power consumption temperature collecting alarm system based on MSP430 micro-processor is designed. This system has the merits such as simple hardware, much lower power, higher precision, higher data transfer reliability and easier extended function and so on. The design of the temperature collecting alarm system is achieved to meet the requirement of scientific research in foul surrounding. In the article, the characteristics of the MSP430 are introduced, and also the design of the main function module of the hardware and software. At last some optimal and anti - jamming. In order to reduce power consumption, some low - power techniques are adopted in both design of hardware and software.

Key words: low - power consumption; MSP430 microprocessor; temperature collecting; alarm system

0 引言

现代化生产对温度采集的精度、实时性和采集效率等都有很高的要求,而且有许多测温现场环境恶劣,对操作人员现场采集十分不利,这就需要使用一种能够自动采集、处理和传送数据的测温仪器。同时,为了方便安装和维护,这类仪器需要具备长期自动稳定工作的能力。因此,开发低功耗的温度采集系统,对这些应用领域的温度数据进行测量是非常必要的。

1 总体设计

温度采集报警系统由温度采集模块、电源及复位模块、键盘输入模块、显示模块、报警模块和串口

通信模块 6 部分组成,总体设计方案如图 1 所示。系统工作时,首先由传感器完成对温度数据的采集任务,然后单片机通过模拟口得到温度参数,最后系统将得到的温度参数进行分析和处理。系统通过显示模块显示得到的温度数据,当温度超过上限或下限的时候,则进行报警,报警是通过驱动一个蜂鸣器来实现的。报警温度的上下限,通过键盘输入模块进行预先设置。

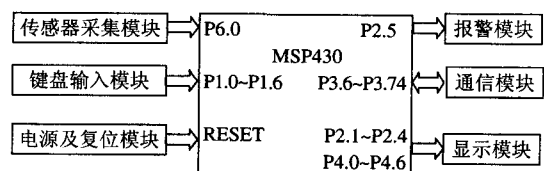


图 1 系统的总体方案图

2 硬件电路设计

系统的硬件电路主要由以下 7 部分构成:温度

收稿日期:2008-06-02

作者简介:沈晓昱(1984),女,硕士研究生,研究方向为无线传感器网络。

采集电路、电源电路、复位电路、键盘输入电路、显示电路、报警电路和串口通信电路。以下详细介绍了硬件电路中的低功耗设计,并给出温度采集电路的具体设计思路。

2.1 硬件电路中的低功耗设计

系统的功耗问题是设计的关键,在硬件设计上使用了以下方案:

(1)选择低功耗的微处理器。在一个系统中处理器是整个系统的核心控制部分,其能耗也是整个系统中最大的。系统选用了 MSP430F149 型 16 位单片机。MSP430 系列单片机是德州仪器公司设计的一款在低功耗方面具有鲜明特色的单片机,它的突出特点就是低电源电压和灵活的时钟源,可以使器件达到极低的功率消耗,非常适合应用于各种电池供电,并且要求有很长使用时间的系统。

MSP430F149 单片机采用两个时钟输入,其中 32.768 kHz 晶振用来提供稳定的系统时钟基准;另一个为 8 MHz 晶振,它产生高频率的时钟信号以支持系统的其它工作。当系统处于采集或通信状态时采用高频时钟来获得较高的处理速度;当系统处于等待状态时,则采用低频时钟来降低系统的功耗。这样就较好的解决了电池供电的小电流应用系统中工作频率和功耗之间的矛盾。

(2)选择低的供电电压。在单片机系统中,系统的功耗往往和电源电压的大小成正比关系,因此在保证功能的前提下,要尽量选择低的电源电压。系统中选用了 3 节碱性干电池 4.5 V 供电。

(3)选择低功耗器件。在满足整个系统指标的基础上,尽量选用低功耗的外围器件,使整个系统运行的功耗最小。

2.2 温度采集电路

根据传感器的大小、功耗等指标,在系统中选用了 MAX6613 型集成温度传感器。MAX6613 是一款低功耗模拟温度传感器,特别适合应用于低功耗的便携式产品。它的主要参数是:电源供电电压范围为 1.8 ~ 5.5 V;测量范围为 -55 ~ 130 ℃;非线性误差 1.3 ℃。它的输出电压与温度的关系是线性的。

计算中,采用式(1)完成转换运算。

$$V_{out} = -0.01123T + 1.8455V \quad (1)$$

式中 V 是通过参考电压得到的传感器的测得电压, T 为检测到的温度。单片机通过模拟口采集得到传感器输出电压,利用设置的参考电压就可以得到传感器的输入电压,再通过式(1)计算就能获得温度参数。

MAX6613 型温度采集传感器输出的是一个模拟电压,而 MSP430F149 型单片机内部集成了一个 12 位的高速 A/D 转换器 ADC12,所以只需直接将传感器的输出电压接到单片机 P6.1 口即可。

3 软件设计

软件的设计以测量的精确性和低功耗为主要目标。它主要由主处理模块、采集模块、输入模块、显示模块和报警模块组成。

3.1 主处理模块

(1)主处理模块的低功耗设计

MSP430F149 单片机是一种超低功耗的微处理器,它有 1 种活动模式和 5 种低功耗模式,MSP430 在低功耗模式运作时耗电很小,比其它单片机低了一个数量级。系统工作时,CPU 平时处于低功耗模式,当有中断发生时,CPU 被唤醒来进行中断处理,处理完成后又进入低功耗模式。MSP430 各模式之间转换快速,它可以在 6 μs 内从低功耗模式转换到活动模式。

系统设计中,MSP430F149 单片机通常运行在 LPM3 模式下,该模式又被称为休眠模式,它是在保持实时时钟活动情况下功耗最低的一种工作模式。

(2)主处理模块的总体设计

主处理模块的功能主要是将各个模块进行协调处理,并实现数据交互。主处理模块的流程图如图 2 所示。从图中可以看出,主处理模块首先完成程序的初始化工作,包括 ADC12、定时器 A、P1、P2、P4 和 P6 口的初始化,然后通过键盘输入模块设置上下限数据,最后启动定时器来得到采集模块的数据,并将数据进行相应的处理。

3.2 采集模块

(1)采集模块的低功耗设计

采集模块中数据采集的时间间隔通过定时器 A 来完成,就是每次定时器 A 中断到来时采集数据。这主要体现了用“中断”代替“查询”的思想,使用中断方式,CPU 可以什么都不做,甚至可以进入休眠模式或停止模式;而在查询方式下,CPU 必须不停地访问 I/O 寄存器,这会带来很多额外功耗。

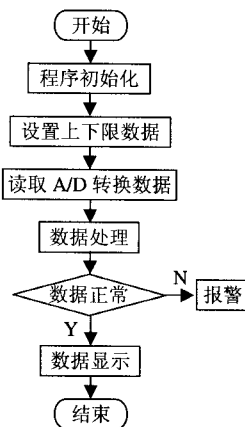


图 2 主处理模块流程图

(2) 采集模块的总体设计

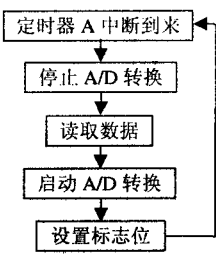


图 3 采集模块程序流程图

采集模块的功能主要是获得 MAX6613 温度传感器采集到的数据,它通过 MSP430F149 片内的 A/D 转换来完成数据的采集任务。数据采集的时间间隔 1 s 通过定时器 A 来完成,就是每次定时器 A 中断到来时读

取 A/D 转换采集的数据,在读数据前先停止 A/D 转换,在读取数据完毕后再重新启动 A/D 转换,如果得到数据,则设置一个标志位 adc_flag 通知主程序。图 3 为采集模块的程序流程图。

3.3 输入模块

系统的输入部分为矩阵扫描键盘,该部分主要完成数据的输入任务。硬件连接简图如图 4 所示。

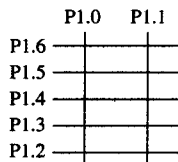


图 4 硬件连接简图

表 1 为各按键功能表,全局变量 PORT_INPUT 的值代表哪一行有键按下,从而实现中断程序与主程序之间的数据交互。

表 1 各按键功能表

按键序号	各端口电平情况	PORT_INPUT 的值	实现的功能
			功能 1: 开机
S1	P1.6 为低电平, P1.0 为低电平	9	功能 2: 上限确定
S2	P1.6 为低电平, P1.1 为低电平	10	功能 3: 下限确定
S3	P1.5 为低电平, P1.1 为低电平	7	开始采集温度
S4	P1.5 为低电平, P1.0 为低电平	8	小数位加 1
S5	P1.4 为低电平, P1.1 为低电平	5	小数位减 1
S6	P1.4 为低电平, P1.0 为低电平	6	个位加 1
S7	P1.3 为低电平, P1.1 为低电平	3	个位减 1
S8	P1.3 为低电平, P1.0 为低电平	4	十位加 1
S9	P1.2 为低电平, P1.1 为低电平	1	十位减 1
S10	P1.2 为低电平, P1.0 为低电平	2	留做系统功能扩展
			留做系统功能扩展

图 5 为输入模块流程图。设置一个标志位 FLAG_PORT 来判断是否有键按下,当有键按下时,该标志位置 1。

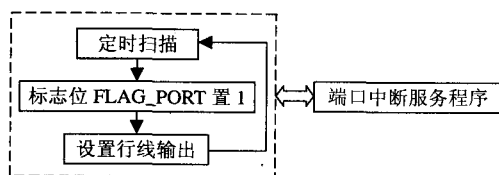


图 5 输入模块流程图

4 结语

该文针对在恶劣条件下对温度采集报警设备的特殊要求,设计开发了一套基于低功耗、高精度和高稳定性为特点的温度采集报警系统。通过软件和硬件测试,证明系统能够安全可靠地运行。系统选用超低功耗的 MSP430 单片机作为控制芯片,并在硬件与软件设计中充分采用了节能方式,使得整个系统在工作中的功耗很小,可完全满足在电池供电的前提下,长期自动稳定工作的系统。系统有较好的扩展性,可以根据不同的使用环境、测量精度等要求,扩展为不同的应用系统。如,改装后可以应用到实验室温度监控系统 and 仓储温湿度监控系统等方面。

参考文献:

- [1] 秦 龙. MSP430 单片机应用系统开发典型实例[M]. 北京:中国电力出版社,2005.
- [2] 郭振华,陈 星,刘锦淮. 基于 MSP430 的 CO 报警器的设计[J]. 工业仪表与自动化装置,2006,(6):71-73.
- [3] 沈建华,杨艳琴. MSP430 系列 16 位超低功耗单片机原理与应用[M]. 北京:清华大学出版社,2004.
- [4] 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.
- [5] 王 巍,蒋大明. 基于 MSP430F449 单片机的超温报警系统[J]. 中国科技信息,2006,(3):10-12.
- [6] 张 伟,梁华为,杨新钢,等. 基于 MSP430 单片机的便携式数字倾角仪的研制[J]. 工业仪表与自动化装置,2006,(2):70-73.
- [7] 沙占友. 智能温度传感器的发展趋势[J]. 电子技术应用,2005(5):6-7.
- [8] 张 焱,王德银,张 晨. MSP430 系列单片机实用 C 语言程序设计[M]. 北京:人民邮电出版社,2005.
- [9] 李 昕,曲梦可,荣誉. 基于 MSP430 单片机的模糊温湿度控制器的设计[J]. 传感技术学报,2007,(4):805-808.