

基于 MSP430 的平衡式温度计的研制

Design of Balance Thermoscope Based on MSP430

姜 婷 周汉义 (合肥工业大学材料科学与工程学院,安徽 合肥 230009)

摘 要

针对飞机发动机专用测试仪器的缺点,设计出了基于单片机 MSP430F133 的平衡式温度计,详细介绍了它的温度测量原理及软、硬件设计。该温度计采用单片机内部集成的 ADC12 进行 A/D 转换,并利用数字温度传感器 DS18B20 对热电偶冷端进行温度补偿,将部分硬件功能软件化,简化了电路,减小了仪器调试的难度,保证了仪器的精度。

关键词: 单片机,温度测量,温度补偿

Abstract

This paper refers the principle of the balance thermoscope based on MSP430F133 and also introduces its hardware and software designs. The thermoscope uses ADC12 which is inside MSP430F133 to complete A/D conversion. The digital temperature transducer DS18B20 also has been applied to compensate the thermocouple. The circuits of the balance thermoscope are simplified greatly and this makes the instrument's debugging more convenient.

Keywords: single chip microcontroller, temperature measurement, temperature compensate

飞机发动机的温度测试是飞机性能检测的重要部分,其专用测试仪器 UT1210 精度高,稳定性好,但仪器中应用了大量的复杂电路,硬件开销大,仪器调试比较困难,需要加以改进。现采用美国 TI 公司的超低功耗 16 位微控制器——MSP430F133 作为系统芯片,利用软件拟合温度与 AD 值的关系实现温度测量,降低了硬件调试的难度。由于 UT121 是国外引进技术,有标准的操作规程,因此电路仍按原有的平衡式原理设计,不改变操作规范。

1 温度计的工作原理

平衡式温度计中有两路模拟量,一路为热电偶采集到的电信号,另一路为调节电位器得到的模拟量。原仪器用电桥对热电偶进行冷端补偿,将两路模拟量经多级处理后分别接入检流计的两端,并将电位器与度盘联动,根据检流计指针的偏转调节电位器,度盘随之转动。当检流计指零,度盘的读数就是温度值,其电路示意图如图 1。

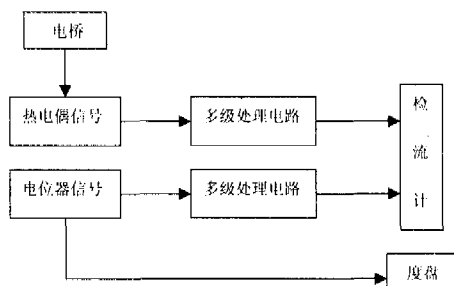


图 1 原平衡式温度计电路示意图

为了保证好的稳定性,原仪表使用了大量的复杂电路对信号进行放大、滤波,硬件开销大,利用电桥对热电偶温度补偿又增加了电路的复杂性,从度盘读取温度值人为误差也比较大,需要对原来的仪表加以改进。

随着功能强大的高速微处理器的出现,数字化仪表可将部分的硬件功能转移到软件上来实现,降低硬件设计的难度。硬件功能软件化的优势在于使得元器件减少,而且部分参数可调,增强了系统的灵活性。改进后的平衡式温度计将两路模拟量进行 A/D 转换并利用软件进行比较,将比较所得的差值再经 D/A 转换器

转换成电压值送到检流计上,同时用软件将电位器调节出的电信号转换成的 A/D 值拟合成温度值并用数码管显示。调节电位器,当检流计指零,即两路模拟量平衡时,此时显示的温度值就是热电偶测量到的温度值。测量温度的直读方式避免了人为误差。另外,电路中利用数字温度传感器 DS18B20 实时测量环境温度,从软件上对热电偶进行冷端补偿,大大地简化了电路。

2 硬件电路主要组成及实现原理

温度计主要由 MSP430F133 单片机、热电偶信号放大电路、电位器调节电路、温度补偿器件、16 位 D/A 数模转换器、五位数码管显示组成,如图 2 所示。

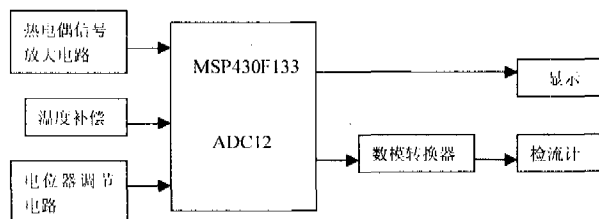


图 2 平衡式温度计硬件组成

2.1 系统芯片 MSP430F133

MSP430F133 是 TI 公司生产的具有超低功耗特性的功能强大的单片机,运行在 1MHz 时钟条件下时,工作电流视工作模式不同为 0.1~400 μ A,工作电压为 1.8~3.6V,从而有效降低了系统功耗。它具有丰富的寻址方式,但只需简洁的 27 条指令,片内寄存器数量多,存储器可实现多种运算,有高效的查表处理方法,这些特点保证了可以编制出高效的程序。MSP430F133 片内资源丰富:带有 8KB 的 FLASH ROM、256B 的信息 FLASH RAM 和 256B 的 RAM;6 个输入输出带有施密特触发器的 I/O 口,共 48 根 I/O 口线,I/O 端口功能强大且十分灵活,所有的 I/O 位均可单独配置,每一根口线分别对应输入、输出、方向和功能选择等多个寄存器里的一位;具有看门狗定时器 WDT,防止程序跑飞;两个 16 位定时器;12 位高精度的 A/D 转换模块 ADC12;精密模拟比较器等等。

平衡式温度计工作时两路模拟信号需进行 A/D 转换,正是利用了单片机内部集成的 ADC12 模块,ADC12 主要完成将

模拟信号转换成12位数据并存入转换寄存器中。一般的A/D操作通常用中断请求来通知A/D转换结束,并需要在下一次A/D执行前将转换结果转存到另一位置。但是ADC12有16个转换寄存器,使得A/D可以进行多次转换而不需要软件干预。与一般的ADC比较,它具有高速通用的特点,特别适合精密的数据采集和转换。ADC12有8个外部模拟信号采样通道和4个内部通道,各个通道的参考电平可以由用户根据需要编程选择。本温度计根据实际需要使用了2个外部信号采样通道并选用内部参考电平2.5V。

MSP430F133具有FLASH存储器,这一特点使得它的开发工具相当简便。利用单片机本身带有的JTAG接口,可以在一台PC机及一个结构小巧的JTAG控制器的帮助下实现程序的下载,完成程序调试,方便了软件设计。

2.2 数字温度传感器 DS18B20

平衡式温度计是利用热电偶将温度转换为电势作为信号输入的。只有当热电偶冷端温度保持不变时,热电势才是被测温度的单值函数。在应用时,由于热电偶工作端与冷端距离很近,冷端又暴露于空间,容易受到周围环境温度波动的影响,因而冷端温度难以保持恒定,为此需对热电偶冷端进行补偿。传统做法一般是用电桥补偿,改进前的温度计正是完全靠硬件对热电偶进行温度补偿,使得电路非常复杂,调试困难。现在采用特殊的温度补偿方式,利用数字温度传感器DS18B20进行实时的环境温度测量,在软件上补偿热电偶冷端受到的环境温度的影响,大大简化了电路,改善了非线性问题。

DS18B20是DALLAS公司生产的单线智能温度传感器,属于新一代适配微处理器的数字传感器,具有小体积封装形式,全部传感元件及转换电路集成在形如一只三极管的集成电路内;支持3~5.5V的电压范围,使系统设计更加灵活、方便;温度测量范围为-55~125℃,平衡式温度计使用时的环境温度完全在其测量范围内;可编程为9~12位A/D转换精度,测温分辨率可达0.0625℃,符合平衡式温度计精度要求;独特的单线接口方式,在与单片机连接时仅需要一条口线即可实现单片机与DS18B20的双向通讯;被测温度用符号扩展的16位数字量串行输出送入单片机内。

2.3 16位数模转换器

本温度计选用AD公司的16位数模转换器AD420将比较

后的数字量转换成电压送到检流计上。AD420分辨率高,性能稳定可靠,外接运算放大器后可输出-5~+5V电压,从而实现了表盘指针的双向偏转。

3 软件设计要点

3.1 访问 DS18B20

由于DS18B20采用的是单线总线协议方式,即在2数据线上实现数据的双向传输,而单片机硬件上不支持单总线协议,因此必须采用软件方法来模拟单总线的协议是序来完成对DS18B20芯片的访问。由于DS18B20是在一根I/O线上读写数据,因此对读写的各位数据位有严格的时序要求,它有严格的通信协议来保证各位数据传输的正确性和完整性。该协议定义了四种信号的时序:初始化时序、读时序、写时序。所有时序都是将单片机作为主设备,DS18B20作为从设备,而每一次命令和数据传输都是从主机主动启动写时序开始,如果要求DS18B20回送数据,在进行写命令后,主机需启动读时序完成数据接收。

3.2 软件实现温度补偿

DS18B20将测得的环境温度以16位数字量串行送入单片机,通过软件计算出其对应的温度值,查表找出这个温度值对应的热电偶电势,用最小二乘法拟合合成热电偶信号所应转换成的AD值,从而达到对热电偶温度补偿的目的。

3.3 软件实现温度测量

相较于改进前温度计完全用硬件实现测量功能,本温度计利用软件拟合温度与AD值的关系要简单得多。用最小二乘法拟合出由热电偶电信号转换成的AD值与温度的多项式即可。

4 结束语

本文介绍的平衡式温度计以MSP430F133为核心,以DS18B20作热电偶温度补偿,用很少的外部元件实现温度测量,简化了硬件电路,减少了故障发生率;数字化冷端补偿,降低了仪器调试难度;保证了仪器要求的精度;符合原测试规程。

参考文献

- [1]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
- [2]王化祥,张淑英.传感器原理及应用[M].天津:天津大学出版社,2004
- [3]沙占有.智能化集成温度传感器原理与应用[M].北京:机械工业出版社,2002

[收稿日期:2006.7.9]

(上接第40页)

```
uglCursorMove(devId,(x+1),(y-textHeight+5));/*移动光标*/
.....
return(nBytes);
}
```

textEcho(ch)函数为编程者自己定义,主要负责将普通字符显示出来,其中用到的specialKey(char key)函数,该函数用于识别特殊字符和普通字符。

同样,也是在bootconfig.c中完成对显示器所需输入输出缓冲区大小的设定,通过STATUS pcConDevCreate(char *name, FAST int channel,int rdBufSize,int wrtBufSize)函数,该函数通过调用tyDevInit(&pPcCoDv->tyDev,rdBufSize,wrtBufSize,vgaWriteString)完成对TY_DEV结构的初始化,并调用iosDevAdd(DEV_HDR* pDevHdr,char *name,int drvNum)将输入输出设备添加系统当中。

4 结束语

本文已经实现了s1d13506驱动的配置,并且建立了人机

交互界面,运行正常。WindML为所有用户提供了一个简单便捷的开发图形应用及显卡驱动的环境,通过该软件包中提供的通用驱动框架,可以使用户快捷的开发特定环境下的芯片驱动。并且使用WindML提供的API函数,也可以非常方便的开发相应的应用程序。但用户除了要编写相应的应用程序外,还需要编写与操作系统接口的文件,在本例中是sysWindML.c。用户还需要对相应的内存区进行设置。在所有用到的文件编写完成后,要使用WindML配置工具生成配置模块,在编译镜像的时候将该模块添加进来,实现用户需要的显示功能。

参考文献

- [1]WIND MEDIA LIBRARY Programmer'sGuide-DDK[Z].USA:WindRiverSystem,Inc,2003
 - [2]WIND MEDIA LIBRARY Programmer'sGuide-SDK[Z].USA:WindRiverSystem,Inc,2003
 - [3]Wind River Platforms Getting Started[Z].USA:WindRiverSystem,Inc,2004
- [收稿日期:2006.6.15]