

# 基于 MSP430 的热量表的温度测量

## The Temperature Measurement for Heat Meters Base on MSP430

罗 琴 李 鸣 徐爱华

(南昌大学,江西 南昌 330031)

**摘 要:**本文介绍了一种基于 MSP430 的热量表的温度测量方法,它是基于 MSP430FW427 单片机中的比较器与集成的外围电路,具有测量精度高、稳定性好、低功耗、低成本等特点。

**关键词:**温度测量;MSP430 单片机;热量表;温度传感器

### 1 引言

热量表是供热体系中按热量计量收费的一个关键仪表和重要依据,其测量精度、工作稳定性等技术指标是非常重要的。以热(冷)水为媒介的集中供热(供冷)系统中用户所消耗的热(冷)量,与热(冷)水流量和供、回水焓值有关。热能值的物理学含意是热功率与时间的乘积,按照热力学定义可表达为热能载体的质量与进回水温度的热焓的差值的乘积,热能值无法直接测量,只能通过其他的物理学参数确定。通过热能表可以测定体积用以替代质量,然后通过查水的焓值和密度表来计算热能值,或测定温度用以替代热焓差。因此在实践中可表达如下:

$$A = V * \Delta T * K \quad (1)$$

式中: $V$ —指定热能载体的体积; $\Delta T$ —进回水温差; $K$ —热能系数;取决于载体密度随温度的变化和对应于流量计所测温度的热焓值。

由此可知,对系统中进、回水温度的测量是热量表设计中不可缺少的部分。所以设计出测量精度高并且稳定性好的测量方法、选择合适的温度传感器对整体热量表的研制、生产具有重要意义。

### 2 温度测量方法

以往在测量温度时,大部分使用常规的测量方法测量。当测量精度要求较高时,必须使用复杂的调理电路、高位数的 A/D 转换器,使系统的成本高居不下,难以普及使用。随着电子技术的发展,出现了很多功能完备、低功耗、低电压大规模集成电路,为设计长时间电池供电的高精度测温系统提供了硬件基础。基于 MSP430 系列单片机的热量表的系统选择 MSP430FW427 微处理器,他是 TI 公司研制出来专门用于水表、气表、热表等的开发设计,但 MSP430FW427 本身并没有 16 位 AD,不过它在片内集成了一个精密型比较器,利用这个比较器,再加上一些必要的电路则可以实现性价比极高的 A/D 转换:sigma-delta AD。

#### 2.1 温度传感器 PT<sub>1000</sub>

对于温度的精密测量而言,温度测量部分是整个系统设计的第一步。温度传感器的选择是这块电路的关键,它是直接影响整个系统的性能与效果的关键因素之一。热电阻是基于电阻的热效应进行温度测量的,即电阻体的阻值随温度的变化而变化。只要测量出感温热电阻的阻值变化,就可以测量出温度,目前主要有金属热电阻和半导体热敏电阻两类。金属热电阻的电阻值和温度一般可以用以下的近似关系式表示,即

$$R_t = R_{t0} * [1 + \alpha(t - t_0)]$$

式中: $R_t$ —为温度  $t$  时的阻值; $R_{t0}$ —为温度  $t_0$  (通常  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ ) 时对应电阻值; $\alpha$ —为温度系数。

相比较而言,热敏电阻的温度系数更大,常温下的电阻值更高(通常在数千欧以上),但互换性较差,非线性严重,测温范围只有  $(-50 \sim 300)^\circ\text{C}$  左右,大量用于家电和汽车温度检测和控制。金属热电阻适用于  $(-200 \sim 500)^\circ\text{C}$  范围内的温度测量,其特点是测量准确、稳定性好、性能可靠,很适合在本系统的测量方法中应用。所以这里采用的是精密级铂电阻温度传感器 PT<sub>1000</sub>,他的金属铂含量达 99.9999%,线性好,温度系数分散性小,性能稳定,广泛用于精密温度测量合标定。

#### 2.2 温度测量原理

sigma-delta AD 测量电原理图如图 1 所示,在图中,P1.6 和 P1.7 分别是比较器的两个输入端, $V_{in}$  是待测电压,这里 AD 的概念就是用已知的一个电压  $V_{out}$  去匹配待测电压  $V_{in}$ ,其中,P2.4 口用于产生 1 位 DAC。该 DAC 在一个固定次数的循环  $N$  内输出一定数量的短脉冲,经过低通滤波在电容上产生  $V_{out}$ ,使得  $V_{out} = V_{in}$ 。通过比较器来决定 DAC 输出是高还是低,当比较器 CAOUT 为高时,DAC 输出为低,当 CAOUT 为低时,DAC 输出为高,计算出 DAC 为高的次数  $m$ ,即为所要的 AD 值。一般情况下,AD 值与 MSP430 的 VCC 成比例关系。

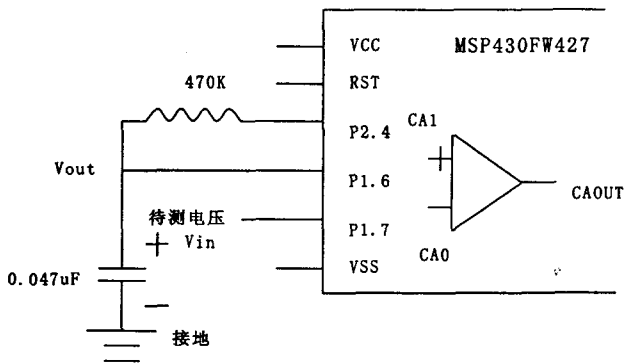


图1 AD测量电原理图

### 2.3 温度测量电路

利用配对温度传感器 PT\_1000 将进回水温度信号引入芯片,用标准电阻对其引入值进行比较,经 MSP430 芯片进行计算处理可得到进回水温度值及进回水温差、积分温度差,具体电路图如图 2 所示。由 TLV431、以及精密电阻 R20(2.5K),产生一恒流源,通过单片机控制 74HC4052 分别选择进水回路、回水回路、以及 1K、1.35K 精密电阻的参考回路。这样在进水传感器、回水传感器、1K 参考电阻、1.35K 参考电阻的一端分别有不同的电压,此电压通过 74HC4052 直接反应到比较器的一个端口 P1.7,然后通过端口 P2.1、以及 R21,对 C21 充放电,在相等的时间内,不同的电压对应的充电次数也不同。由 1K 电阻对应的充电次数,1.35K 电阻对应的充电次数,进水温度传感器的充电次数,回水温度传感器的充电次数,可以求出相应测温电阻的阻值。

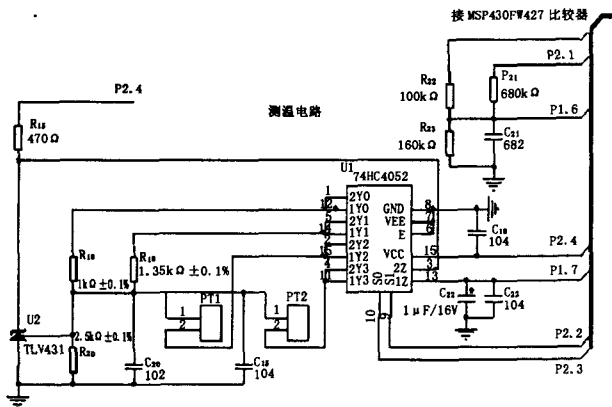


图2 温度测量电路

### 3 温度的计算与程序设计

根据阻值计算温度有两种方法。其一,根据铂电阻 PT\_1000 与温度的近似关系式进行计算,求解出温度值;其二,利用查表和线性插值法进行温度标度变换,得到温度值,计算简单,但是需要占用大量存储空间。两种方法在实际应用中都是可行的,都能满足温度测量的精度要求,可根据实际情况在速度和存储容量之间取舍。

基于 MSP430 的热表的温度测量的程序设计如图 3 所示,程序工作过程是:程序开始运行之后进行系统的初始化,包括看门狗的关闭、时钟的开启、基本定时器以及端口的设置(在 LCD 上显示出来便于记录测量);接下来是对端口还有比较器的设置,通过对端口设置的改变可以测量不同回路上的电阻,包括进水回路、回水回路、以及 1K、1.35K 精密电阻的参考回路,同时完成比较器的开启与设置;在给 P2.4 端口置高电位之前必须延时一段时间以便清空电容电荷;置 P2.4 高电位后要预充电,当充电达到待测电压后,测量过程开始,在 N 个相等时间间隔内,根据比较器两输入端电压比较结果控制电容的充放电(当电容电压高时放电,低时充电)。这样测量出了不同回路上的测量值 P 也就是充电次数之后,便可以求出相应测温电阻的阻值。

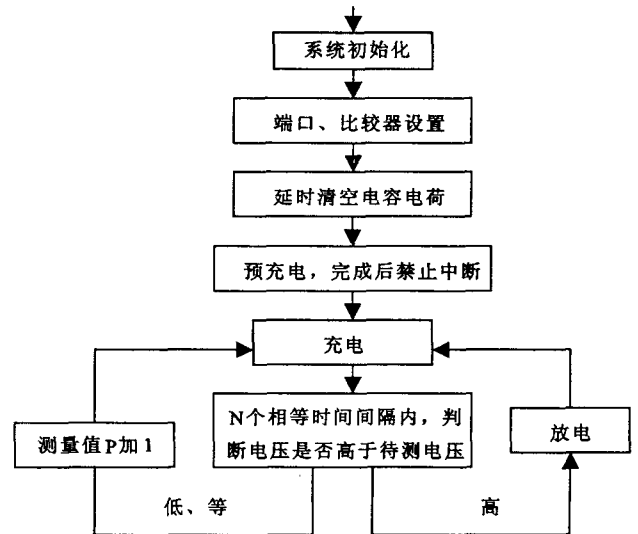


图3 温度测量程序框图

### 4 总结

热量计算有焓差法和 K 系数法,都离不开温度测量,基于 MSP430 单片机的热量表中温度测量精度越高,计算得到的焓值、密度或 K 系数值越准确,热量计量的精度也越高。本文介绍的 sigma - delta AD 测量方法测量温度是一种高精度、低功耗、低成本的温度测量方法,这对于热量表的研制与生产有重大意义。

#### 参考文献

- [1] 包胜华. 热量表中的温度传感器[J]. 仪表技术与传感器, 2003(3).
- [2] 吕崇德,姜学智等. 热工参数测量与处理[M]. 清华大学出版社,1990.
- [3] 温度测量实验. 利而达技术部,2004.
- [4] 胡斌. 高精度温度控制系统的研究. 湖北民族学院学报(自然科学版),2006(3).
- [5] 黎洪,陈贤军. 减少水电厂测温电阻回路中限阻的主要措施新西部,2007(10).
- [6] 王雪文,张志勇. 传感器原理及应用[M].

# 出租车打印机的使用及出现故障时的维修

## The Applcance of Taxi Printers and Maintainance in Breakdowns

牛树锋

(哈尔滨市计量检定测试所,黑龙江 哈尔滨 150036)

**摘要:**本文通过对出租车打印机维修中出现的具体问题进行分析,从中找出问题的所在。

**关键词:**出租车打印机;故障;维修

随着出租车行业的日益发展,出租车打印机已经成为出租车消费者和出租车经营者之间进行公平结算的一种显示工具,也是消费者唯一的报销凭证和发生纠纷时的法律仲裁依据。那么如何确保出租车打印机能正常使用及使用中出现故障怎样排除,本文将试做以下分析:

### 1 正确使用

出租车在行驶前应先检查打印机里是否有打印纸,装入打印纸后将打印机放在平稳安全的位置,以免因其行驶产生震动时,发生碰撞破损。出租车打印机在正常行驶中出租车打印机显示灯有规律闪烁,表示打印机里的光敏三级管位置正常(以下简称光检管)完好无损。出租车计价器通过打印连接线把正确数据及价格输入到出租车打印机系统当中,在车辆到达目的地后,空车灯回归空车状态,出租车打印机将打出客车乘车时的具体时间、出租车所在公司代码、出租车车号、里程单价、总价的正确票据。

### 2 故障及修理

(1)在计价器显示屏上突然出现 no - p 符号时,原因可能有两种:①打印线有折断,使打印机接收不到信息,这时就要对打印线进行修理及更换。②打印机在无打印纸的情况下,也可能出现 no - p 符号,它在

提醒司机师傅放入打印机专用纸。

(2)打印机内打印纸出现走纸不停现象时,原因可能有四点:①光检管被灰尘覆盖,检测不到纸标,需及时清洗光检管。在清洗时切勿使水进入机器内,以免造成短路,②由于出租车在行驶中发生颠簸,致使光检管位置发生变化,应及时调整位置。③光检管损坏,更换光检管。④尽量避免把打印机放在烈日阳光下曝晒,以延长打印机的寿命。

(3)打印机机头无任何反应通常可能有三种情况:①机头内排齿破损。②打印数据的零件损坏,使机头不能正常运转,没有任何反映。③走纸功能失灵,互相不咬合。不能打出乘车时的正确票据,出现乱打现象,在以上三种情况下要排除所发生故障,只有及时更换零部件,才能使打印机正常行驶。

出租车由于长期运行,打印机部分零件均有不同程度的磨损变形,出现上述故障在所难免。只要及时维修及定期保养就能使打印机正常运转。

**作者简介:**牛树锋,女,助理工程师。工作单位:哈尔滨市计量检定测试所。通讯地址:150036 黑龙江省哈尔滨市香坊区珠江路5号。

**收稿时间:**2007-11-07

(上接第44页)

#### 参考文献

[1] 蒋天永. 基于1553B总线的航电软件仿真验证环境研究. 测控技术. 2004. 3.

[2] 马捷中. 1553B总线控制器和远程终端软件设计. 测控技术. 2003. 2.

[3] 宋丽娜. 1553B总线控制器异步通讯仿真软件设计. 通讯与电视. 2002. 7.

[4] 罗晨. 虚拟仪器在1553B总线通信系统中的应用. 航空测控技术. 2002. 1.

**作者简介:**丁明亮,男,助理工程师。工作单位:中国空空导弹研究院。通讯地址:471009 洛阳市030信箱24分箱。

魏志刚,中国空空导弹研究院(洛阳471009)。

**收稿时间:**2007-10-08

北京航空航天大学出版社,2004.

[7] 胡大可. MSP430系列单片机C语言程序设计与开发. 北京航空航天大学出版社,2003.

[8] 杨瑞峰,崔志琴. 热量表温度测量方法研究. 弹箭与制导学报,2005(4).

**作者简介:**罗琴,女,在读研究生。工作单位:南昌大学研究生院。通讯地址:330031 江西省南昌市洪谷滩新区学府大道999号。

李鸣,南昌大学(南昌330031)。

徐爱华,深圳职业技术学院(深圳518055)。

**收稿时间:**2007-07-26