

# 非接触式暖气表计费系统的开发

李莉<sup>1</sup>, 张伟<sup>2</sup>, 邵锋<sup>2</sup>, 赵明富<sup>2</sup>

(1. 河南科技学院 信息工程学院, 河南新乡 453003;

2. 河南科技学院 机电学院, 河南新乡 453003)

**摘要:** 针对当前城镇集中供暖计费中存在的问题, 提出了一种基于 AT89C52 的低功耗、高可靠性供暖计费系统, 该系统精确的计量和智能的付费控制, 充分实现了供暖系统中“计量”和“收费”的结合, 从根本上解决供暖收费问题, 大大简化了供暖公司的劳动强度。

**关键词:** 供暖; 预付费; 计量

中图分类号: TP212

文献标识码: B

文章编号: 1001-3830(2010)05-0041-03

## Developing of Non-contact Billing System of Heating Meter

LI Li<sup>1</sup>, ZHANG Wei<sup>2</sup>, SHAO Feng<sup>2</sup>, ZHAO Ming-fu<sup>2</sup>

1. School of Information Engineering, Henan Institute of Science & Technology, Xinxiang 453003, China;

2. School of Machinery and Electronics, Henan Institute of Science & Technology, Xinxiang 453003, China

**Abstract:** In order to settle the charging shortcoming in central heating, this article proposes a billing system based on AT89C52, featuring low power consumption, high dependability. Its accuracy in measuring and intellectualization in paying can realize the combination of “metering” and “charging” in the heating system so as to settle the difficulty in charging, and weaken the work intensity of heating companies.

**Key words:** heating; prepayment; metering

### 1 引言

在过去相当长的一段时期内, 城镇的集中供热一直遵循着计划经济的理念, 实行的是大锅饭式的供暖计费制。这种情形导致的直接后果是, 无论政府、供热企业, 还是用户, 都有不同程度的不满。用户抱怨的是供热服务的质量和费用支付的公平性, 供热企业对目前收费难的问题深感头痛, 而政府对能源浪费和环境污染问题大感担忧<sup>[1]</sup>。人们对这个问题的解决已经形成共识: 必须采用热量计量收费制, 供暖按热量计量收费不但可以大量节约能源, 极大促进环境保护还可以推动供热行业整体水平的提高。国内供热计量收费改革的试点纷纷出现, 而在这些试点中所用的热量表大部分都是国外

产品。热量表在国外有近 30 年的历史, 而国内起步较晚, 现有的一些热量表企业也是刚刚起步。成熟的产品还较少, 而能大批量生产热量表的厂家就更少。国外热量表的昂贵价格是其在中国推广应用的巨大阻力。实现热量表的国产化, 是实现热量计量收费的关键。

### 2 热能分析与系统结构

暖气表系统主要由中央处理系统、流量计和温度检测三部分组成。流量计用于计量流过采暖设备的热水的体积。两只温度传感器分别用于测量进水和回水温度。中央处理系统是热能表的核心, 它能够根据流量计提供的热水体积流量和进水、回水温度差等数据计算出消耗的热能<sup>[2]</sup>, 即

$$Q = \int_{\tau_0}^{\tau_1} q_m \Delta h d\tau = \int_{\tau_0}^{\tau_1} \rho q_v \Delta h d\tau \quad (1)$$

式中:  $Q$  为释放或吸收的热量(J 或 Wh);  $q_m$  为流经

收稿日期: 2010-03-16 修回日期: 2010-05-27

基金项目: 河南省教育厅科技攻关资助项目(2007480001)

作者通信: E-mail: lilinhist1999@163.com

热量表的水的质量流量(kg/h);  $q_v$  为流经热量表的水的体积流量( $m^3/h$ );  $\rho$  为流经热量表的水的密度( $kg/m^3$ );  $\Delta h$  为在热交换系统的入口和出口温度下水的焓值差(J/kg);  $\tau$  为时间(h)。

经过对普通暖气表的研究,在该系统中设计了一种功能更加完善、技术更加先进的双通道暖气表,结构如图 1 所示。其特点是:温度传感器安装方式合理,不需要安装特定的管接头;两个温度传感器在暖气表的体内,保密性和安全性较高,暖气表不容易被恶意改装;中央处理器的内置使得系统的干扰和信号衰减相对较小。同时双通道的检测,实现了回水(暖气)流量的检测,防止了用户恶意盗用热水行为。

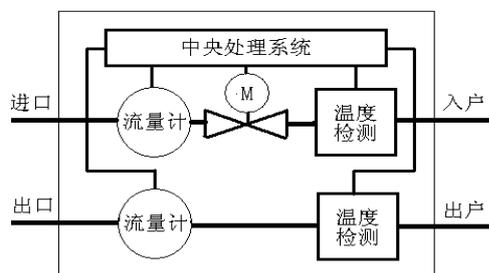


图 1 双通道暖气表原理图

### 3 中央处理系统

为实现系统在设计中不断完善功能,系统设计为模块化结构,主要由流量采集系统、温度检测系统、掉电存储电路、时钟电路、IC 卡读写模块、显示模块、阀门驱动电路和声光报警电路等部分组成<sup>[3]</sup>。系统中各个模块独立设计,功能尽量单一。系统结构框图如图 2 所示。

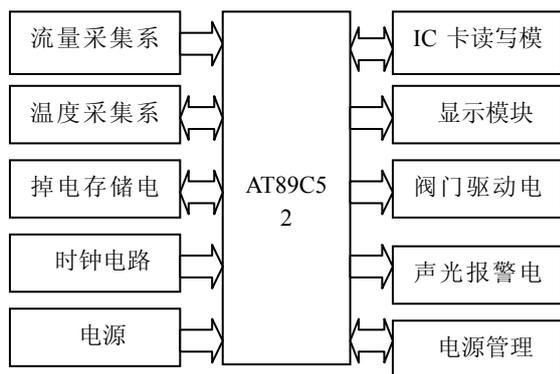


图 2 系统结构框图

#### 3.1 IC 卡读写模块

IC 卡读写模块是 IC 卡和单片机数据交换的中介,负责从 IC 卡采集用户信息,并可靠传输到单片机,同时正确无误地执行单片机发出的指令系统。选用 Philips 公司的 Mifare 1 无接触式 IC 卡,

并选用 Mifare 1 s50 系列读写模块组成 IC 卡系统,利用 MAX232 芯片配合简单外围元件进行 RS232 标准和 TTL 标准电平的转换;需要注意的是当刷卡失败后暖气表不应该读取数据,也不能清空卡片的数据区。在程序的设计上,我们采用了多重验证,只要有一种错误,就不再进行后续的操作,并保证卡片和暖气表的当前数据不变化。

#### 3.2 温度及流量采集系统

温度传感器连接在进、出管道上,负责采集进、出暖气的温度,以数字形式返回到单片机,以便对温差进行处理。在本系统中,选用 DALLAS 最新单线数字温度系统 DS18B20 作为温度传感元件,DS18B20 是新的“一线器件”,其体积更小、适用电压更宽、更经济。其测量温度范围为  $-55\sim+125^{\circ}\text{C}$ ,在  $-10\sim+85^{\circ}\text{C}$  范围内,可以程序设定 9~12 位的分辨率精度为  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。现场温度直接以“一线总线”的数字方式传输,大大提高了系统的抗干扰能力,适合于恶劣环境的温度测量。

流量传感系统将代表流量的脉宽信号送入单片机,由单片机进行计算处理。考虑到管道内是水和气的混合物,因此,在系统设计时将在基表的腔体内装有一个六扇页拨轮转盘组合,通过磁耦合方式将腔内的流量信号传送到腔外,在腔外安装有减速装置。在减速装置末端装有指针,指针上装有磁块。将 MLX90248 安装在指针附近,应用霍尔开关 IC MLX90248 检测磁块的转动速度,来计算通道中物质的流量,并发送到单片机用于计算。系统采用双通道结构,需要对进出口流量的同时检测,为此需要两套相同的流量检测模块。通过测量磁块在传感器中感应的脉冲数来间接测量流量的方法简单易行,避免了直接测量中传感器承受高压和液体腐蚀的问题,且拆装方便,易于维护。

#### 3.3 显示和报警模块

显示模块用来向用户反馈信息,让用户了解当前暖气表的运行状态和变化的用户信息。我们对显示模块的要求是:低功耗,高性价比。

LCM103 为 10 位多功能通用型 8 段式液晶显示模块,内含看门狗(WDT)/时钟发生器,内置显示 RAM,可显示任意字段笔画,3—4 线串行通信接口,可与任何单片机接口。LCM103 模块为 10 位显示单元,从左起为第 10 位,右止为第 1 位。通过对显示数据分析后我们决定显示内容按暖气表当前状态变化,可显示的内容有当前用户所剩余

额、进出口温度、热能单价以及用户新加入的金额。显示内容根据暖气表当前状态变化，及时反映有用信息给用户<sup>[4]</sup>。

在设计射频卡读卡模块时，我们采用的是 Mifare 1 s50 系列读写模块，在这个模块中内嵌有蜂鸣器和发光器件，只要用相关的指令去驱动就可以了，所以不需要在电路中另外再加入声光报警电路，这样也节约了成本。另外利用读卡模块高可靠性的特点也使报警非常准确。

### 3.4 掉电存储

掉电存储中，选用 AT24C02 作为掉电存储芯片，在系统出现意外事故时保存有用数据，可以使暖气表重新启动后正确运行。AT24C02 内含 256×8 位存储空间，具有工作电压宽（2.5~5.5V）、擦写次数多（大于 10000 次）、写入速度快（小于 10ms）等特点。在软件设计中，考虑到 AT24C02 具有擦写寿命的因素，所以采用循环存储方法，使每次保存的地址都按规则自动变换，这样可以保证个别存储区提前报废，使 AT24C02 内每一个存储区都有相同的擦写次数。可以物尽所用，显著延长芯片整体寿命。

### 3.5 电源模块

在本系统中采用了电池供电方式，所以就必须设计电源管理电路，在电池电压衰降到一定程度时系统能作出及时反映，比如：保存数据，切断 CPU 电源等操作。我们采用了 MAX706 芯片作为电源管理的主控单元，它是低功耗 CMOS 芯片，工作电流只有 100μA，内含一个看门狗电路。用 MAX706 配合简单外围电路可实现电源的开关和看门狗功能。当电源电压低于 4.4V 或用户按下停机按钮时，会在 /RESET 端输出低有效电平送至 p3.3 脚作为停机信号，单片机在检测到该信号时，开始保存数据，关闭阀门，并通过 p3.6 输出关闭电源的有效信号至 MAX706 的 PF1 端，用来关闭电子开关，切断系统电源。另外在 p3.7 端定时（小于 1.6s）输出“喂狗”信号，如果程序跑飞时，由/WDI 端输出复位信号使单片机复位，从而保证系统可靠稳定运行。

## 4 软件系统

本系统为热能计量仪表，故此热量的计算方法直接影响到仪表的精度指标。因为管道中流动的介质为水和水蒸气的混合物，为计算准确，我们对水

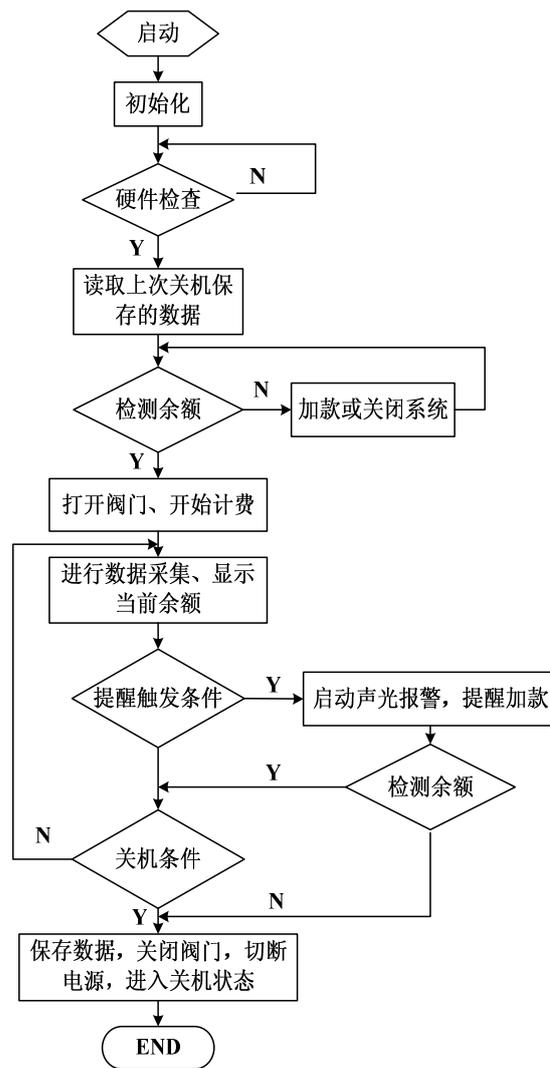


图 3 系统主程序流程图

和水蒸气的比热容取均值，并分为多个温度段，根据当前所处温度段，由中央处理系统选择最接近当前介质状态的比热容值，主程序流程如图 3 所示。

系统在默认状态下处于节电模式，当用户安装妥善后，按下启动按钮，系统会先检查用户余额，当余额充足时才开启阀门，在液晶显示屏上显示进出口温度和用户余额，系统进入工作状态，按照公式计算用户消耗热量并扣除相应金额。当用户余额不充足时系统会启动报警，提醒用户加入金额，如果余额继续减少到低于预留值时，系统会自动关闭阀门，进入节电模式，并等待用户加入金额。在系统正常工作中，用户可以根据自己需要随时按下停止按钮停止取暖。当室温高于或等于暖气系统进口温度时，系统不扣除用户金额。

## 5 结束语

在本系统设计中采用了美国 ATMEL 公司的单  
(下转 47 页)

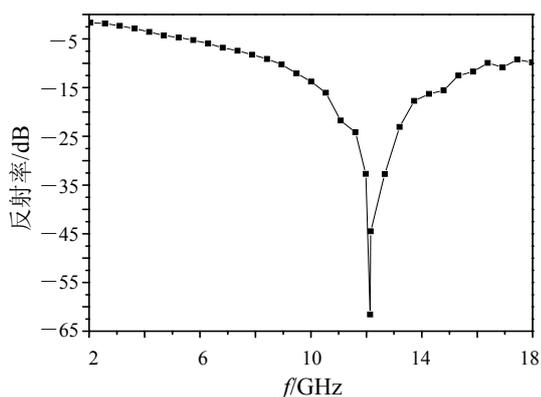


图4 双层吸波材料反射率曲线

材料,需通过软件进行更全面的优化设计,考虑设计三层乃至更多层的吸波材料。

#### 4 结论

(1) 在 2~18GHz 范围内,随着频率的增高,不锈钢 409L 合金吸波材料的介电常数实部 ( $\epsilon'$ ) 基本保持不变,介电常数虚部 ( $\epsilon''$ ) 不断增加,而磁导率的实部 ( $\mu'$ ) 和虚部 ( $\mu''$ ) 不断减小。随着 409L 合金吸收剂体积分数的增大,介电常数实部 ( $\epsilon'$ )、介电常数虚部 ( $\epsilon''$ ) 和磁导率虚部 ( $\mu''$ ) 不断增大,而磁导率实部 ( $\mu'$ ) 则先增大,在 20% 时随着吸收剂体积分数的增大,吸波材料 3mm 厚、吸收剂体积分数为 20% 时,最小反射率为 -17.8dB,其对应的峰值频率为 9.4GHz,有效带宽 ( $\leq -8\text{dB}$ ) 达到 5.27GHz (7.03~12.3GHz); 体积含量为 30% 时,最小反射率为 -24.1dB,其对应的峰值频率为 6.2GHz,有效带宽 ( $\leq -8\text{dB}$ ) 达到 4.5GHz (4.2~8.7GHz),在 X 和 C 波段具有较好的吸波性能。而且通过对材料进行多层设计,能

够有效地进行宽频吸收,具有一定的应用前景。

#### 参考文献:

- [1] 管登高,黄婉霞,肖素芬,等. 新型防护电磁波信息泄漏材料的研究进展[J]. 材料导报, 2004,18(2):1-4.
- [2] Lakshmi K, John H, Mathew K T, et al. Microwave absorption reflection and EMI shielding of PU-PANI composite [J]. Acta Materialia, 2009,57(2):371-375.
- [3] Roh J S, Chi Y S, et al. Electromagnetic shielding effectiveness of multifunctional metal composite fabrics [J]. Textile Research Journal, 2008, 78(9): 825-835.
- [4] 刘帅,焦清介,臧充光,等. 金属填充 LDPE 薄膜电磁屏蔽性能研究[J]. 北京理工大学学报, 2007, 27(5): 465-470.
- [5] James F, Comstant P. Stainless steel-filled thermoplastic for use in electromagnetic shields [J]. Auto Technology, 2007, 7(2): 40-43.
- [6] Su C L, Chern J T. Effect of stainless steel-containing fabrics on electromagnetic shielding effectiveness [J]. Textile Research Journal, 2004,74(1):51-54.
- [7] 杨廷安,张文彦,白文峰. 不锈钢纤维吸波性能研究[J]. 稀有金属快报, 2006, 8(25): 33~37.
- [8] Lu B, Dong X L, Huang H, et al. Microwave absorption properties of the core/shell-type iron and nickel nanoparticle [J]. J Magn Magn Mater, 2008, 320: 1106-1111.
- [9] Lin H Y, Zhu H, Gao H F, et al. Investigation of the microwave-absorbing properties of Fe-filled carbon nanotubes [J]. Materials Letters, 2007, 61: 3547-3550.
- [10] 童国秀,官建国,张五一,等. 纳米碳纤维与羰基铁共混制备轻质宽带吸波涂层材料[J]. 金属学报, 2008, 44(8): 1001-1005.
- [11] Oikonomou A, Giannakopoulou T, Litsardakis G. Design, fabrication and characterization of hexagonal ferrite multi-layer microwave absorber [J]. J Magn Magn Mater, 2007, 316(2): 827-830.

作者简介: 黄东 (1984 -), 硕士, 主要从事微波吸收材料的研究。

(上接 43 页)

片机芯片 AT89C52 作为主控逻辑处理器件, 选用 DHIIPS 公司稳定可靠的 Mifare 卡作为信息传输的载体, 另外设计有掉电存储、显示、报警等模块可以保证系统安全可靠运行。采用浮点运算使计算精度大幅度提高, 在软件的整体设计上尽量符合用户操作习惯。系统首次采用双通道结构, 可以实现进出口流量的双路检测, 有效防止用户盗水, 保障了供暖公司的利益。该暖气表可以实现“预付费”功能与热量的精确计量和计算, 在此基础上尽量满足用户的正常需求, 突出易操作和安全性。系统还需要在实际运行中不断地完善和更新, 希望本文能为暖气表的双通道结构发展提供一种思路。

#### 参考文献:

- [1] 段新峰. 浅谈热量表在中国的应用[J]. 机械设计与制造, 2004, (04): 112-113.
- [2] 濮红梅. 热量及冷量表的热量(焓值)计量原理及计算[J]. 应用能源技术, 2005, 01: 32-35.
- [3] 李向明, 井俊凯, 孙军, 等. 基于 MSP430F413 的 IC 卡式智能水表的研制[J]. 微计算机信息, 2007, 23(6): 87-88.
- [4] 王洪涛. 非接触式 Mifare1 卡预付费智能水表设计[J]. 单片机与嵌入式系统, 2009, (1): 63-65.

作者简介: 李莉 (1976 -), 女, 河南科技学院信息工程学院教研室主任, 主要从事微计算机控制方向与软件应用方向的研究。