

摘要：目前暖气收费方式不合理的现状，直接导致浪费能源、增加污染，与建立可持续发展的节约型社会相矛盾。为了改变这种不合理的现状，从节约能源、减少污染的角度出发，设计了一套暖气计量系统设计，以计量消费热能作为收取暖气费的基础，利用传感技术对用户所消费的暖气量进行采集并显示。这就使得用户能够主动减少热量的不必要的损耗，减少供热系统的负担，达到节能减污的目的。

关键词：传感技术；暖气计量；显示

中图分类号：T-TN

文献标识码：B

文章编号：1006-883X(2016)02-0036-04

收稿日期：2015-12-04

基于传感技术的暖气计量系统设计

赵青云¹ 张春蕊²

1. 山西师范大学现代文理学院，山西临汾 041000；2. 山西师范大学物理与信息工程学院，山西临汾 041000

一、前言

目前暖气的收费都采用以面积为基础的收费，这种收费方式存在着很多的不足。从节能和环保的角度考虑，这种收费方式不利于节能和环保。因为按照面积收费，用户没有节能的动力，许多用户的做法是家里一边开着暖气，一边开着窗户，造成热量的大量浪费。同时，正是由于不节约的现象，热力公司就需要燃烧大量的煤、气以满足这种浪费，加大了对环境的污染和能源的浪费。而我国是一个资源缺乏的国家，这种不能再生能源的大量浪费，将影响到我们国家的长远发展，也让我们的环境治理雪上加霜。所以，设计并采用可计量的暖气收费系统是非常有必要的^[1]。

二、可计量暖气收费系统的总体思路

暖气的计量主要考虑流量和热量的消耗。流量的消耗可以借助于流量传感器进行测量，具体的思路是在进水口和出水口分别安装流量传感器，流量的差值即为用户消耗的热量。热量的消耗计量方式是在进出水口安装温度差传感器，直接对热量的消耗进行采集。通过供热公司的成本计算及利润的要求对热量和流量进行换算，利用模数转换器将换算的结果转换成数字

信号进行显示。由此分析可知，利用传感技术设计暖气计量系统是可以实现的。

可计量暖气收费系统可以用图1表示，利用温度传感器测量进水管和出水管的温差，这个温差就是用户消耗的热量；利用流量传感器测量进水管与出水管的流量差，这就是用户消耗的流量，最后根据热量消费、流量消费与暖气费用的关系，计算并显示用户所要缴纳的暖气费。

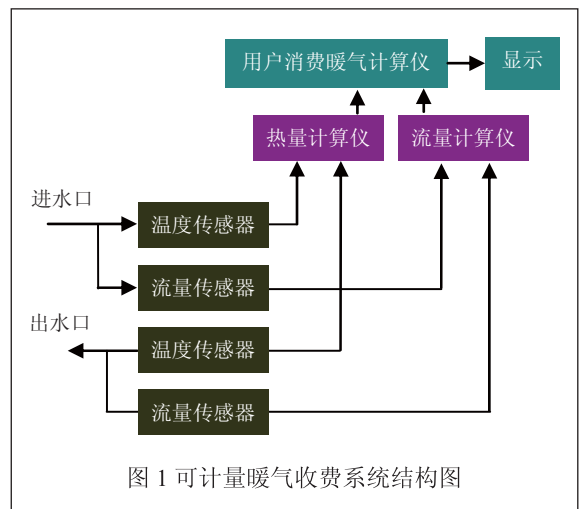


图1 可计量暖气收费系统结构图

三、用户消费的暖气量的采集

1、流量的采集

流量的采集采用超声波传输时间差法，在实际应用中，我们将超声波传感器安装在管道的外部，这样，从管道的外面透过管壁发射和接收超声波不会给管路内流动的流体带来影响，测量得到的流量是比较准确的，如图2所示。

管壁两侧的两个超声波传感器为双向传感器，两个超声波传感器都既可以发射超声波又可以接收超声波，一个装在上游管壁，一个装在下游管壁。当超声波传感器1作为发射探头，超声波传感器2为接受探头时，则顺流方向的传播时间为：

$$t_1 = \frac{D/\cos\theta}{c + v\sin\theta} \quad (1)$$

其中， D —管道之间的距离为；

c —流体静止时的超声波传输速度；

v —流体流动速度；

θ —传感器连线与垂直方向夹角。

当超声波传感器2作为发射探头，超声波传感器1作为接受探头时，则逆流传播时间为：

$$t_2 = \frac{D/\cos\theta}{c - v\sin\theta} \quad (2)$$

时差为：

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{2vD \tan\theta}{c^2} \quad (3)$$

所以，水管中的平均流速为：

$$v = \frac{c^2 \Delta t}{2D \tan\theta} \quad (4)$$

水管中的平均速度与管道面积的乘积就可以得到进水管的流量和出水管的流量，进水管流量与出水管流量之差即为用户消耗的暖气的流量^[2]。

2、热量的采集

用户消耗的热量直接反映在进水管道和出水管道的温度差上，温度差越大表明用户消耗的热量越大，进水管道和出水管道的温度差可以利用热电偶传感器进行测量。热电偶是利用两种不同的导体或半导体A和B组成一个回路，其两端相互连接时，只要两结点处的温度不同，一端温度为 T ，称为工作端或热端，

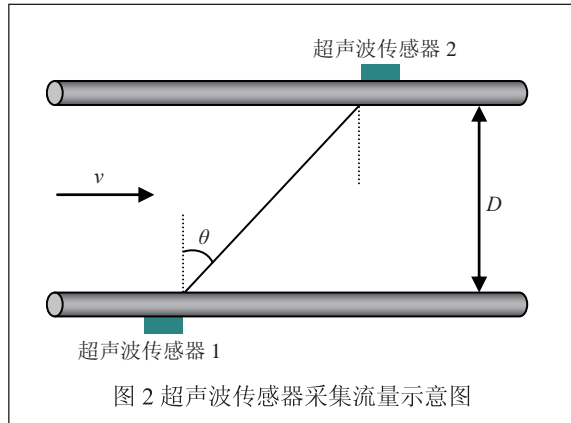


图2 超声波传感器采集流量示意图

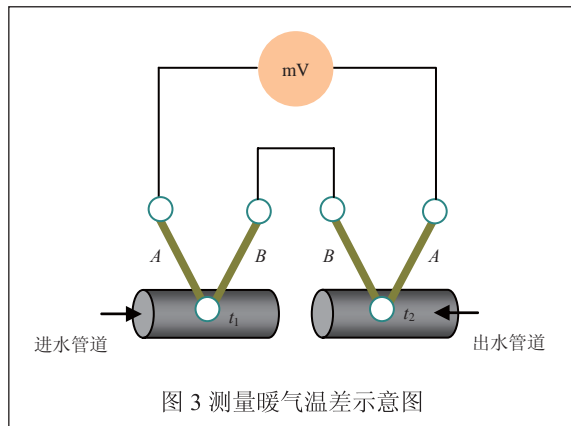


图3 测量暖气温差示意图

另一端温度为 T_0 ，称为冷端，回路中将产生一个电动势，该电动势的方向和大小与导体的材料及两接点的温度有关。它可以对点温度进行测量，如果需要两点之间的温度差，可以利用两只热电偶配合使用。

如图3所示，利用两支型号相同的热电偶并配用相同的补偿导线，工作时，将 t_1 端安装在进水管中， t_2 安装在出水管中，两支热电偶产生的热电动势方向相反，由于两只热电偶反向串联，所以输入仪表的是两只热电偶的热电动势差值，这一差值正反映了两支热电偶热端的温差，也就是进水管和出水管的温度差。为了提高测量精度并减少测量误差，在选择热电偶传感器时，必须选用热电特性一致的热电偶，同时要保证两热电偶的冷端温度相同，即可以准确测量进水管和出水管的温度差。

3、消耗暖气量的计量

用户消耗的暖气量可以利用传热学理论得到：^[3]

$$Q = q_v(C_{p1}\rho_1\theta_j - C_{p2}\rho_2\theta_i) \quad (5)$$

式中, Q —用户消耗的暖气量;

q_v —瞬时体积流量;

C_{pf} —入口定压比热容;

C_{pr} —出口定压比热容;

ρ_f —入口温度下的载热流体密度;

ρ_r —出口温度下的载热流体密度;

θ_f —入口的温度;

θ_r —出口的温度。

决定暖气用量的因素是体积流量和温度, 利用流量采集装置和温度采集装置就可以准确的得到流量和温度, 再利用查表的方法查得 4 个常数 C_{pf} 、 C_{pr} 、 ρ_f 和 ρ_r 的值, 最后利用公式 (5) 就可以得到用户消耗的暖气量。

四、显示模块

在暖气量计量中, 用户需要理解采暖过程中的许多信息, 比如当前的时间信息、进水管与出水管道的温度信息、管道中水的流速、流量、暖气费用等许多信息, 以方便用户及时了解供热系统的工作状态和变化的情况。

对供暖信息的处理和显示采用图 4 所示电路, 该控制电路中有处理器和显示器两大模块。ARM 处理器采用芯片 AM335X, 利用 AM335X 芯片, 可以实现对供暖管道中的流速、流量、暖气费用等信息进行处理。在对实际的数据处理中, AM335X 芯片的存储空间往往有限, 不能很好的对数据进行处理, 为了提高其处理数据的能力, 在数据处理模块中外设 DDR SDRAM 芯片作为随机存储器和 Nand Flash 芯片作为只读存储器, 这样就可以提高对数据的处理速度, 加大了数据存储容量。AM335X 处理器读取存储器在只读存储器和随机存储器的信息, 通过 LCD 控制器将信息送入缓存器, 经过模数转换将流速、流量、暖气费用等信息转换成数字信号, 根据用户的需要将信息进行显示。^[4]

整个系统在默认状态下为休眠状态, 只有当用户所缴费用足够时, 用户才可以开启启动按钮系统进入正常的供热状态。当用户所缴费用快接

近不足时, 系统会发出报警并提示, 同时将相关的信息进行显示, 以便用户及时了解自己的供暖情况。当用户欠费时, 系统自动停止供热, 用户不能启动供热系统, 只有当用户所缴费用满足设定的要求值时, 用户才能进行启动操作。另外, 用户还可以根据周围环境的实际情况, 选择手动关闭或开启供热系统, 达到节约能源和减少污染的目的^[5]。

五、系统性能及可行性测试情况

通过对流量和热量的采集, 利用 AM335X 作为处理芯片, 结合相应的外围电路, 构成集数据的采集、显示和报警的暖气消耗测量系统, 具有开发简单、安全性好、准确性到的特点, 在设计完成过程中, 利用仿真软件进行仿真, 达到了预期的设计目标。

六、结束语

利用基于传感技术的供热系统, 充分的考虑了节约能源和减少污染的因素, 也使得用户明明白白的消费, 消除了用户和供热公司的矛盾, 有利于建立和谐的社会。

基于传感技术的供热系统, 也可以借助于无线传感技术对数据进行采集、传输和处理, 并通过物联网技术, 将供热系统与智能家居进行有效的结合, 更能提高居民的生活质量。

参考文献

- [1] 罗雪莹, 王随林, 董福麟. 国外供热计量技术发展应用状况分析 [J]. 建筑节能, 2010,(8):78-79.
- [2] 田雨辰, 王荣光. 国外计量供热的发展及有关收费政策的规定

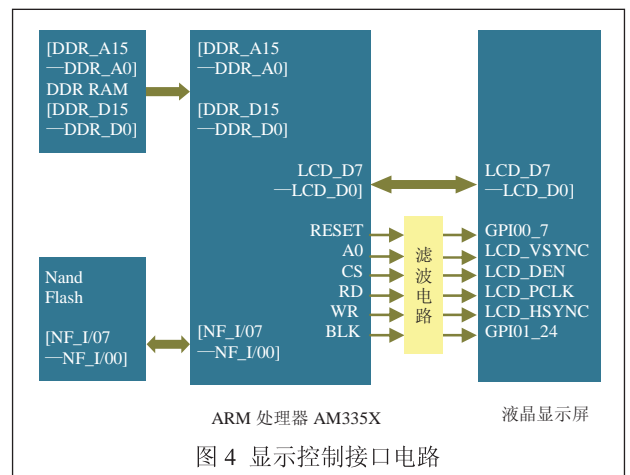


图 4 显示控制接口电路

- [J]. 中国建设信息 (供热制冷专刊), 2003,(5):22-24.
- [3] 何晶, 王永生. 暖气分户计费中温度与流量感应器设计 [J]. 电子科技, 2011,24(10):78-79
- [4] 凌秀泽, 周俊, 王俊仁. 基于 A M 3 3 5 X 的液晶显示控制系统设计 [J]. 计算机测量与控制. 2015.23(1):96-97
- [5] 李莉, 张伟等. 非接触式暖气表计费系统的开发 [J]. 磁性材料及器件, 2010,(10):41-43

Design of a central heating metering system based on sensor technology

ZHAO Qing-yun¹, ZHANG Chun-rui²

(1. *Modern Arts Sciences, Shanxi Normal University, Linfen 041000, China*; 2. *School of Physics and Information Engineering, Shanxi Normal University, Linfen 041000, China*)

Abstract: The current situation of way to charge for heating is not reasonable, which leads to waste of energy and increasing pollution directly and contradicts constructing a sustainable development resource-saving society. In order to change the unreasonable situation, from

the viewpoints of saving energy and reducing pollution, a central heating metering system is designed with thermal energy consumption measurement as the basis of heating charging. The sensing technology is used to collect data and display the heat consumption of users. This method can make users to reduce the unnecessary loss of heat on their own. Then the burden of heating system will be reduced, and the purposes of saving energy and reducing pollution are implemented.

Keywords: sensing technology; heating metering; show

作者简介

赵青云, 山西师范大学现代文理学院, 工学硕士, 讲师, 研究方向: 电气自动控制、智能控制、神经网络等
通信地址: 山西师范大学物理与信息工程学院
邮编: 041000 邮箱: lfzqy@sohu.com
张春蕊, 山西师范大学物理与信息工程学院学生, 电子信息工程专业。