



基于 M-BUS 的智能计量系统 MTM

华中科技大学

罗启军

代汝平

【摘要】本文论述了基于现场总线 M-BUS 的能量计量系统的研究，并选用了超低功耗微控制器 MSP430F133 和 M-BUS 总线终端收发芯片 TSS721A 作为主要硬件，研制了一种智能化的热表系统 MTM。

【关键词】热计量 热量表 集中供热 远程抄表 远程供电 M-BUS

多年来，取暖收费一直是采取传统做法，即按取暖面积大小收费，这样做既不方便用户取暖，又浪费了大量的能源。随着我国经济制度的改革，供暖收费问题成为供热企业生存和发展的一大难题。因此，对供热收费体制和采暖系统进行彻底改革，实现按表计量收费已势在必行。

我国的热计量事业虽然起步较晚，但近些年来也取得了突飞猛进的发展。但与西方发达国家的差距仍然很大，特别是在热计量自动化、智能化方面。在自动控制、计算机技术高度发达的今天，能量计量无疑也要充分利用信息技术才能使热计量事业发挥其应有的作用。

1 热量表的功能和要求

热量表是实现采暖按表计量收费的核心设备，它应至少能计算和显示以下 8 种数据：累积热量、瞬时功率、瞬时流量、累积流量、进水温度、回水温度、进回水温差、运行时间。具有的功能：定期读数和储存功能、热水计量功能、回水温度限制功

能、多种抄表方式。

2 M-BUS 总线

M-BUS 全称为 Meter-BUS，可译为仪表总线。它是一种用于远程热表读取数据的欧洲标准，也可以用作所有其他类型的耗能测量仪表，即需要提供电源的测量仪表及传感器等。作为远程热表读取而制定的接口标准，这种总线对于楼宇自动化事业及其相关应用有极大的重要性。

目前我国建设部正在推广三表合一（气表、水表、热表），在我国冷热量计量迅速发展的背景下，M-BUS 因具有远程供电及自由拓扑等独特的优点，应大力推广其应用^{[1]~[3]}。

3 智能热计量系统 MTM

3.1 工作原理

本热量表利用温度传感器对进水管道水温 T_1 和回水管道水温 T_2 进行测量，从而得到两者的温差 T ，利用流量传感器对供水管道的瞬时热水流量 Q 进行计量。经过一定时间的积累，得到用户所消耗的热量值。

热交换系统输出热量的数学表达式为：

$$E = \frac{T_0}{K} \times Q \times T \times dt \quad (1)$$

式中： E 为热交换系统输出热量； K 为热焓值修正系数； T 为进水和回水温差（℃）； Q 为瞬时热水流量（ m^3/h ）； T 为流量积累时间（ h ）。

而 K 的取值随着回水温度 T_2 的不同而不同：

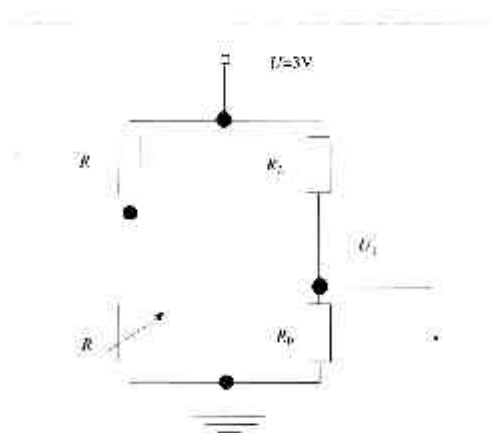


图1 测温电桥

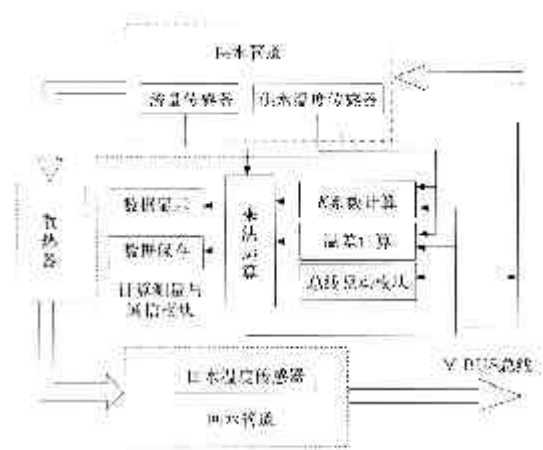


图2 热量表系统工作原理图

当 $T_2 < 50$ 时 $K=4.14617$;

当 $50 < T_2 < 60$ $K=4.12272$;

当 $T_2 > 60$ $K=4.10553$ 。

我们采用铂热电阻PT1000作为温度传感器，并用三线制接法的温度电桥进行温度测量^{[14]~[16]}。铂热电阻阻值在0~850 范围内随温度变化，可由式(2)表示：

$$R_t = R_0(1 + at + bt^2) \quad (2)$$

式中： $a=3.96847 \times 10^{-3}/$; $b=-5.847 \times 10^{-7}/$ 。

图1中引线电阻可以忽略不计 $R_1=R_2=10k$, $R_0=1k$ 。在热计量中，除了需要测量供回水温度外，还要对流量进行采样。在本系统中，流量计仍

采用能输出脉冲信号的机械式流量计，输出信号为每10L一个脉冲或每100L一个脉冲，直接输入微处理器进行累计后，就可得到流量值，见图2。

3.2 系统硬件设计

本设计中主要采用了MSP430 微控制器及M-BUS 终端收发芯片TSS721A。MSP430 系列单片机的突出优点是低电源电压、超低功耗、有多种功能。TSS721A由集中器通过M-BUS供电和传输数据。由于均为TI 公司生产，因而所设计的热量表系统具有极好的稳定性和兼容性，见图3。

TI 公司的MSP430F133型单片机是专门为低功耗系统而研制的新型16位单片机。此系统中运算放大器选用了BB 公司的INA188超低功耗的精密仪表放大器。显示模块采用LCD 的显示，功能键采用一键多义，并利用PNP三极管来当芯片选通开关。其原理图见图4^{[4] [5]}。另外，TSS721A使用M-BUS总线的具体的接线见图5^{[6] [7]}。

3.3 系统软件设计

若要使得系统达到最佳性能，除了硬件的选择与设计很重要外，软件的编制也很关键。热量表中的积算仪实际上是嵌入式系统的一种典型应用，必须“软硬兼施”。

系统软件主要由主程序、中断服务程序和一系列子程序组成。主程序主要包括单片机的初始化和等待中断（见图6）；中断服务程序是此系统软件设计的核心，为了降低功耗，主要的工作（信号采样、数据处理及保存等）全在中断服务程序中完成（如流量中断程序、按键中断程序、定时器中断程序、通信中断子程序等）。

4 结论

本文设计的家用智能能耗表，适应了目前各部门统一供给集中收费的需求，并且有体积小、结构简单可靠、操作方便、价格低廉等优点，具有低功

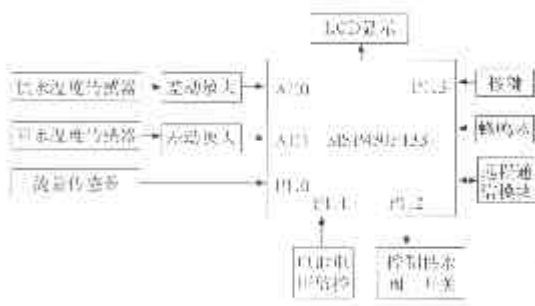


图3 计算测量模块硬件电路原理框图

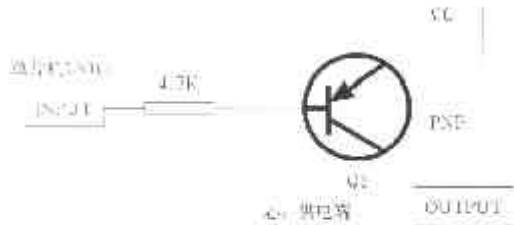


图4 芯片过温电路

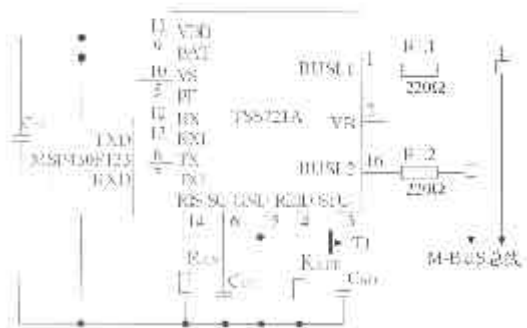


图5 TSS721A的硬件连线图

耗、低成本的特点;智能化程度高,可以利用电池供电;因功耗低,电池使用寿命也长。通过M-BUS 远程设备 还可以实现远程供电及进行远程抄表和管理 因此 特别适合于供暖计费在住宅小区的普及 ,是很有前景的智能计量仪表。

参考文献

- 1 The M-Bus: An Overview , SLAS222.PDF. <http://www.m-bus.com>

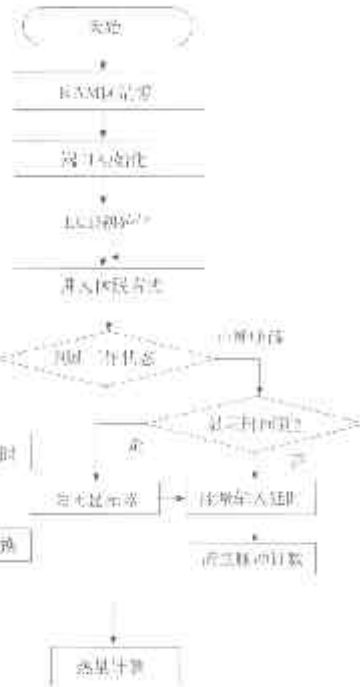


图6 主程序流程图

- 2 闫德光, 戴汝平, 谢军龙. M-BUS 总线的远程供电及拓扑构成. 计算机测量与控制, 2003.11 (2): 103 ~ 105
- 3 张剑平, 王曦. MSP430 系列单片机及其应用. 仪器仪表与分析监测, 2002 (2): 15 ~ 16
- 4 胡大可. MSP430 系列超低功耗 16 位单片机原理与应用. 北京: 北京航空航天大学出版社. 2000 (6): 151 ~ 185
- 5 常东来, 江亿. TSS721A 在自动抄表系统中的应用. 电子技术应用, 2000 (8): 59 ~ 60
- 6 陶永明, 刘立国, 陈永刚. M-BUS 终端收发芯片 TSS721 的原理及应用. 国外电子元器件, 2002 (9): 31 ~ 33
- 7 胡汉才. 单片机原理及其接口技术. 北京: 清华大学出版社. 1996
- 8 童诗白. 模拟电子技术基础. 北京: 高等教育出版社. 1988