



# 基于 MSP430 和光纤通信 的热量表系统

梅丽凤<sup>1</sup>, 唐晓明<sup>2</sup>, 金辉<sup>1</sup>

(1. 辽宁工业大学 信息科学与工程学院, 辽宁 锦州 121001; 2. 北京盛迪振通科技有限公司, 北京 100085)

**摘要:** 为实现热量计量及其远程通信, 设计了一种基于 MSP430 微处理器的高精度、高性能热量表。在分析热量表计量原理的基础上, 对热量表的硬件电路进行了详细研究和设计, 采用超低耗的设计思想进行了软件设计, 采用光纤通信和 FTTH 技术实现热量表的远程通信。实验表明, 设计的热量表符合行业标准 2 级表的要求, 与其他热量表相比, 更适宜在数字化社区网络平台上应用。

**关键词:** 热量表; 超低功耗; FTTH 技术; 省电模式

**中图分类号:** TP343 **文献标识码:** B **文章编号:** 1005-1090(2008)02-0071-04

## Heat Meter System Based on MSP430 and Optical Fiber Communication

MEI Li-feng<sup>1</sup>, TANG Xiao-ming<sup>2</sup>, JIN Hui<sup>1</sup>

(1. Information Science & Engineering College, Liaoning University of Technology, Jinzhou 121001, China;

2. Beijing SENDIG Technology Co. Ltd., Beijing 100085)

**Key words:** heat meter; low consumed power; FTTH; power-saving mode

**Abstract:** The heat meter with high precision and high performance was designed based on MSP430 series single chip microcomputer controlling so as to achieve heat measure and remote communication. The hardware circuit of heat meter were researched and designed on the premise of analyzing measure principle of heat meter. The software was designed in consideration of low consumed power. The system was able to implement remote automatic metering by using optical fiber communication and FTTH. Experiment expatiated the heat meter met with trades criterion of grade-2 and suited the network in digital community as compared with the others.

近年来, 随着城镇供热体制改革的不断深入, 供热计量已成为大家关注的热点, 供热计量的关键在于研制超低功耗、高精度、适合于我国国情的通用热量表。本文设计了一种以 MSP430FW427 单片机作为控制核心的热量表, 这种热量表采用超低功耗设计, 其流量测量采用最新的无磁流量测量方法, 以提高流量测量的精度和灵敏度; 硬件电路中设计了光纤通信接口, 使其可以利用公共的光纤网

络, 在数字化社区网络平台上应用, 以实现各种数据的远传和集中管理。

### 1 热量表计量原理

热量表是指在一个热流回路中流体吸收或释放热量多少的测量仪器。

热量表的计量原理因计算方法的不同而有所不同, 计算方法分为焓差法和 K 系数法两种。焓差

收稿日期: 2007-12-29

基金项目: 辽宁省博士科研启动基金项目(20071096)

作者简介: 梅丽凤(1959-), 女, 辽宁盖县人, 副教授。



$$R_{out} = \frac{(D_{out} - D_1)(1.35K - 1K)}{D_2 - D_1} \quad (3)$$

已知铂热电阻随温度变化的公式:

$$R_t = R_0(1 + At + Bt^2) \quad (4)$$

式中:  $R_t$  是温度为  $t$  时的铂电阻值,  $\Omega$ ;  $A=3.96847 \times 10^{-3}$ ;  $B=-5.80195 \times 10^{-7}$ ;  $t$  为温度  $^{\circ}\text{C}$ ;  $R_0$  是  $0^{\circ}\text{C}$  时的铂电阻值。

按上述公式可以计算电阻值。显然, 由铂电阻的阻值很难直接求解出温度值, 使用表格法线性插值法进行温度的标度变换。把步长为  $1^{\circ}\text{C}$  的 Pt1000 所对应的电阻值表用三次插值法细化成步长为  $0.1^{\circ}\text{C}$ 。将测得的电阻值与表中电阻值进行比较, 直到  $R_n < R_t < R_n + 0.1$  时停止比较。此时,  $R_n$  所对应的温度值  $\theta_n$  为精确到小数点后 1 位的所测温度。

通过计算和查表得到温度, 算出温差。

采用图 2 的测温电路可以很好地减少由于标准电阻的漂移造成的测量误差, 因为所测的每只传感器的电阻值都是标准电阻的比值, 所以两只传感器之间的相对温漂得以抵消, 保证了测量的精度。

### 2.3 流量测量

流量计用来测量流经热交换系统的热水量。流量检测信号的采集是决定流量检测精度的重要一环, 本设计中流量信号采集采用无磁、叶轮式流量传感器<sup>[4]</sup>, 它是通过叶轮室上方设置的二个电感在叶轮旋转时产生振荡信号来实现的。其电路由阻尼振荡电路和电容组成, 电感下方为旋转的叶轮, 其上有半圆形金属膜片, 当叶轮旋转时, 电感产生有阻尼和无阻尼振荡, 将此振荡信号送入 MSP430FW427 内含的 Scan IF 模块进行计数, 即可以高精度地实现对转动流量的测量。测量电路如图 3, 设计中叶轮式流量传感器采用多流速结构, 以保证较宽的流量测量范围和较高的计量精度。

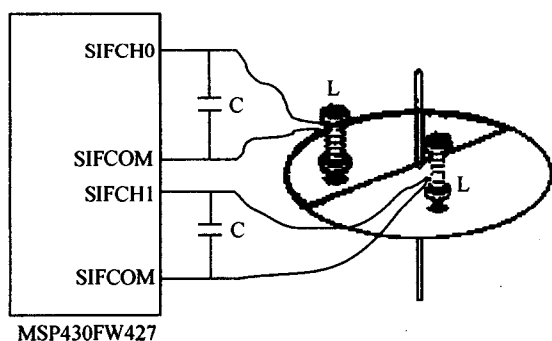


图 3 流量测量原理

该流量检测的测量原理和电路结构简单、可靠; 不需要外部流量检测 IC, 极大地简化了系统硬件设计和软件设计, 并提高了系统的稳定性; 叶轮

无磁铁, 不受介质水锈影响, 确保热量表不出现堵塞现象。

### 3 远程通信

目前国内外研制的热量表均采用仪表总线 M-BUS 实现热量表的远传功能, 这种通信方式需要在供暖区域内专门布线才能实现, 由此增加了系统的成本。

随着光纤通信技术的发展和光纤材料成本的下降, 光纤通信已成为通信的主要手段之一。FTTH 全光纤网络采用一纤三波长的特殊通道处理方式, 将一根光纤分成三个不同的波长信道, 分别传输语音、数据和有线电视信号, 做到不同的业务采用不同处理方式, 不同的业务占用不同的通道, 不同的业务享有不同的优先级, 用各业务自有的帧格式传送, 没有质量损耗, 保证了传输的质量, 全光纤网络进入社区和家庭已成为现实, 本设计利用这种公共的光纤网络, 采用 FTTH 技术实现远传, 以降低通信成本。

FTTH 接入网由多业务集中控制单元 OLT、小区光纤网络、多业务用户单元 ONU 三部分组成。由于是利用公共的光纤网络, 因此仅需设计 ONU, 本文设计的用户单元 ONU 光纤通信接口电路如图 4。

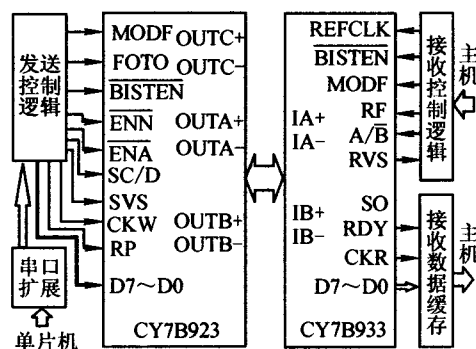


图 4 ONU 光纤通信接口电路

设计中采用 CYPRESS 公司的 CY7B923/933 为数据收发芯片, 光模块选用 sta 公司的 sta155MTX、sta155MRX。发送、接收控制逻辑用 CPLD 实现, CPLD 选用 ALTERA 公司的 EP7032。

主机发送控制命令, 通过 CPLD 控制 CY7B923/933 工作在传输模式, 其发送与接收过程如下:

在发送端, 将输入数据送入到 CPLD 中, 通过 CPLD 对其编码, 将编码后的数据送到 CY7B923, 通过 CY7B923 将电信号转换为光信号, 然后通过光模块 sta155MTX 将光信号发送出去; 在接收端,

光模块 sta155MRX 通过光缆将接收到的光信号传送给 CY7B933, CY7B933 再将光信号转换为电信号送给 CPLD, CPLD 通过对所接收到的信号解码, 还原出数据进行存储。

#### 4 系统的低功耗设计

为了降低功耗, 系统从硬件和软件两个方面进行了低功耗设计。

硬件方面采用超低耗嵌入式单片机 MSP430FW427, 并对系统进行了合理的电源设计及供电管理; 软件设计中, 则充分考虑了低功耗的设计要求, 利用 MSP430FW427 多种休眠模式, 进行模式切换, 只有在时间到或掉电时才使 CPU 处于活动状态, 其他情况 CPU 处于省电模式 3, 从而减少一些不必要的能量损耗。

热量表主程序的流程如图5所示。

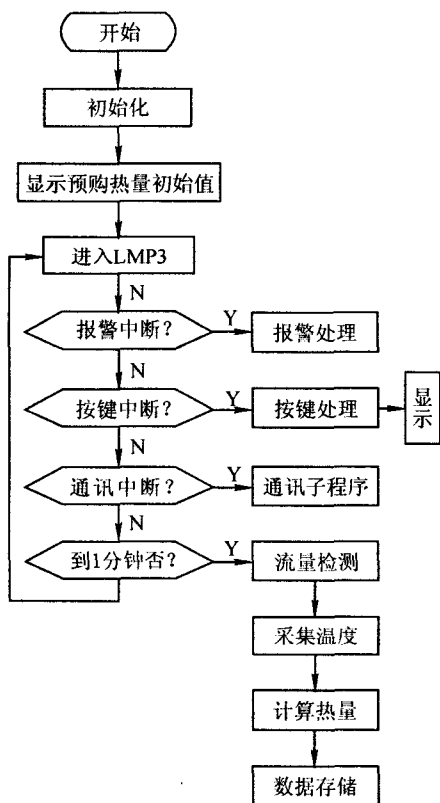


图 5 主程序的流程图

开机复位后先进行初始化, 然后进入液晶显示程序, 再进入省电模式等待, 其他要实现的处理任务如按键显示、流量计量、温度测量等均作为中断事件, 来唤醒单片机执行中断服务子程序, 执行之后又进入省电模式。

热量计算由时间控制, 每一分钟唤醒单片机一次, 执行测温、读流量、热量计算、数据存储任务。所以热量计算的软件主要包括: 调用测温子程序测温; 然后根据得到的温度值查焓值表; 读计数器得到一分钟内的流量; 按式(1)计算这一分钟消耗的热量  $Q_1$ ; 并进行耗热量的累加, 重新存储热量、温度等数据。

#### 5 结束语

本文设计的热量表采取分量检定方法进行了实验检测, 检测结果表明, 热量表的流量传感器、配对温度传感器和积算器三项分量误差均小于最大允许误差, 其总误差小于容许误差, 因此设计的热量表完全符合行业标准 CJ128—2000 热量表的 2 级表标准要求。

本设计开发的户用热量表是一种整体式热量表, 具有体积小、功耗低、高精度、高性能的特点, 特别是采用光纤通信接口实现远程通信, 使其更适宜在数字化社区网络平台上应用, 具有较高的应用价值。

#### 参考文献:

- [1] 甄兰兰, 沈显明. 热量表的热量计量原理及计算[J]. 自动化仪表, 2003(10): 41-43.
- [2] 沈建华, 杨艳琴, 翟晓曙. MSP430 系列 16 位超低功耗单片机实践与系统设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [3] 魏小龙. MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002.
- [4] 贾灵. 基于 MSP430FW427 的无磁水表的设计[J]. 单片机嵌入式系统应用, 2005(5): 84-85.

责任编辑: 孙林