

# 数字式三相智能电能表的研制\*

陈娇英<sup>1</sup>, 梁志达<sup>2</sup>, 李啸骢<sup>2</sup>

(1. 广西工业职业技术学院 电子与电气工程系, 广西 南宁 530001;

2. 广西大学 电气工程学院, 广西 南宁 530004)

**摘要:** 介绍了一款基于单片机 Atmega128 的三相数字式智能电能表的研制, 从电路硬件选型、电路设计及制作进行论述。所设计的智能电能表与同类产品相比具有集成度高、功能强、成本更低廉、抗干扰能力强、功耗低等优点。随着未来电能智能化管理及电能表集抄需求, 该款表具有很大的应用前景。

**关键词:** 智能电能表; 硬件选型; 电路制作

中图分类号: TP311

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)22-0067-03

## Development of digital three phase intelligent electric energy meter

Chen Jiaoying<sup>1</sup>, Liang Zhida<sup>2</sup>, Li Xiaocong<sup>2</sup>

(1. Department of Electronic and Electrical Engineering, Guangxi Vocational and Technical Institute of Industry, Nanning 530001, China;

2. College of Electrical Engineering, Guangxi University, Nanning 530004, China)

**Abstract:** This paper introduces a digital three phase electric energy meter development based on Atmega128 singlechip, dealing with hardware lectotype and circuit design and fabrication. In comparison with similar products, the design intelligent electric energy meter has the good features of high integrated, high reliability, powerful function, high measuring accuracy, low cost and low power dissipation. With larger demands of electric energy Intelligent management and Electric energy meter mete reading in the future, it has a good application prospect.

**Key words:** intelligent electric energy meter; hardware lectotype; circuit fabrication

随着电能管理的现代化, 需要访问电能表信息很多, 同时决策还要与电能表进行双向通信, 由于数字式智能型电能表是以微处理器为核心, 所以其功能容易扩展, 易和配电自动化系统集成。目前智能型电能表在我国得到了较快的推广应用, 并且有很大的市场前景。本文采用 Atmega128 单片机为核心, 使用 ATT7022 为计量芯片, 研制了一款带 IC 卡预付费的数字式智能三相电能表, 可以实现计费到收费的全过程科学化管理; 使用电者有计划、有选择地合理安排用电时间; 并具有功率双向计量功能, 满足未来家用太阳能发电系统的电能计量要求。

### 1 三相数字式电能表设计思路

#### 1.1 适用对象

本电量表设计为三相, 针对的用户群为小型生产企

业、商业铺面、农用加工场等使用三相电源、用电负荷较小的场合。

#### 1.2 具备的功能

电量表各功能关系示意图如图 1 所示。

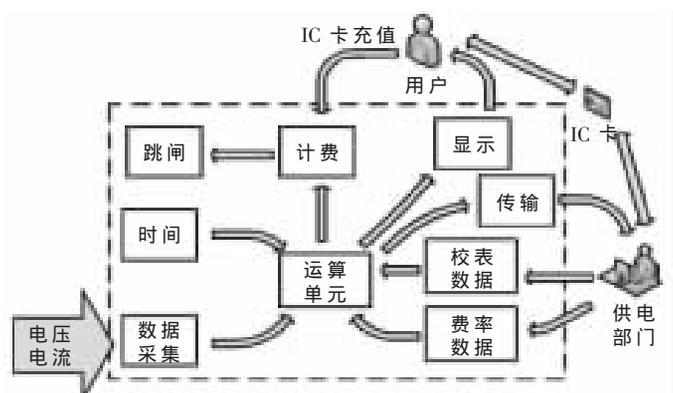


图 1 功能关系示意图

\* 基金项目: 广西教育厅科研项目 (201106LX769)

## 技术与方法 Technique and Method

### 1.3 参数选择

本文所设计电量表能达到的设计参数如表 1 所示。

表 1 电量表设计参数

参数项	参数
规格	三相四线
等级	0.5 级
工作电压/V	220/380
工作频率/Hz	50
工作电流/A	5~30
最大电流/A	60
适应范围	工业、商业、农业

### 2 硬件选型

电量表的硬件电路设计首先是硬件选型,本设计的硬件选型如下。

#### 2.1 计量芯片

本文选用专门为三相电能计量设计的专用芯片 ATT7022。该芯片内部集成了 6 路二阶  $\Sigma-\Delta$  ADC、参考电压电路以及测量功率、能量、有效值、功率因素、频率等电参数需要的数字信号处理电路,能同时测量各相电参数,然后再计算合相电参数,可满足三相复费率多功能电表的需求。ATT7022 支持全数字域的增益、相位校正(即纯软件校表)。用户在校正过程中,只需向 ATT7022 的相关寄存器写入校正数据,而无需硬件方面的改动。这种纯软件校正方式比以往使用可调电阻的方式要准确、方便。校正后,ATT7022 有功测量满足 0.2S、0.5S,支持 IEC62053-22,GB/T 17883-1998,无功测量满足 2 级、3 级,支持 IEC62053-23,GB/T 17883-1998<sup>[1-2]</sup>,完全满足本文上述定位的设计标准。

#### 2.2 处理芯片

计量芯片 ATT7022 提供的是计量解决方案,只是单纯的参数计算,但整个系统的电源管理、输出显示、按钮输入、时间计算等一系列处理还需要有核心微处理器。本文选用 AVR 系列的 Atmega128 作为微处理器。这款基于 AVR RISC 结构的 8 位低功耗 CMOS 微处理器,使用精简指令和哈佛结构,大部分指令都可以单周期执行,本设计使用 16 MHz 晶振,其内部运算性能高达 16 MIPS<sup>[3]</sup>。

#### 2.3 液晶显示

本文所设计的电量表由于参数较多,因此考虑使用液晶作为主要显示单元。液晶模块在市面上较多的是 1602 和 12864,本文选用 ST7920 作为主控芯片的 12864 液晶模块,其内置汉字字库,型号为 FYD12864-0402B,可提供 8 192 个 16×16 点的汉字,显示分辨率 128×64 点。该模块的功能特点有:模块带有 LED 方式的侧部背光,低功耗,方便用户在夜间使用读取数据;内置 DC-DC 变换电路,使用 5 V 电源即可变换出驱动液晶所需要的±15 V 电压;可串行通信,节省数据线,有利于简化系统布线;技术较为成熟,价格相对也较为便宜<sup>[4]</sup>。

#### 2.4 时间管理

本设计从使用环境出发,选用的时间芯片为 DS12CR887,该芯片内部有集成晶振和可充电电池,使系统结构简化,同时也解决了外接电池容易漏液影响系统安全的问题。它内部有涓流充电功能,当芯片工作在系统电源供电方式下时,使用系统电源为芯片后备电池充电,如果检测到系统电源故障,则自动切换到后备电源供电方式。DS12CR887 使用 5 V 或 3.3 V 工作电源,它与单片机的通信可选 Intel 或 Motorola 总线时序,内部自动计算年份、月份、日期、星期、时、分、秒等,能自动识别大小月份及闰年,有 3 个可单独屏蔽中断标志位的中断输出,用于定时闹钟功能。DS12CR887 的器件寿命为 30 年,内部时间在出厂时经过校准,25℃环境下运行每月误差为±1 min,能满足电量表在寿命、精度方面的要求。

#### 2.5 电源部分

电量表的供电电源必须可靠。作为电量表,表内已有三相 380 V 电通过,还从外部取电显然不实际,只能考虑从 380 V 电路中经过变压取电。三相四线供电中,每一相与中性线间都有 220 V 的相电压,板上电源可以从 A、B、C 三相中任一相取电然后转换成需要的直流。但是考虑在突然缺相的情况下,板上还要可靠供电,因此本文从三相都取电,即设计了 3 套同样的开关电源,用于给板上供电。这 3 个开关电源并联运行,为板上供电提供可靠保障。3 个开关电源并联运行,由于各开关电源参数不一定完全相同,存在环流或功率分配不平衡的问题。本文解决方案是,在开关电源的出口串联一个二极管,并且开关电源的功率设计足够大,留有足够裕量,如每个开关电源 2 W 的输出功率,能满足继电器及单片机等其他部件同时供电的要求。

本文设计的板上电源有 3 种电压等级,分别是给单片机供电的 5 V、给 IC 卡读卡芯片供电的 3.3 V 和给继电器供电的 9 V。

#### 2.6 掉电保护

本文采用的方案是利用 Atmega128 芯片里的 EEPROM。但是 EEPROM 的读写速度相对 RAM 较慢,而且寿命有限,如 Atmega128 里的 EEPROM 只有 100 000 次读写寿命。因此 EEPROM 不能当实时内存使用,也就是说对于实时的运算结果不能直接存入 EEPROM 中,只能在系统检测到掉电时及时将重要数据写入,供上电开机时读取。这就要求单片机能及时发现掉电,具有识别掉电的能力。本文采用掉电保护芯片 IMP809,可以使单片机及时发现掉电。当 IMP809 检测到电路电压低于 4.63 V 时,向单片机发出中断信号,通知单片机及时将重要数据存入 EEPROM。

#### 2.7 信号采集

信号采集主要是针对电压、电流信号的采集。要实现 0.5 级的计量精度,就要选择好的信号采集器件,在

## 技术与方法 Technique and Method

精度及线性度方面都要有所考虑。本设计电量表使用三相四线制,为了提高计量精度,使用三表法分别在三相取电压、电流信号。电压采集选用微型精密电压互感器,规格为 400 V/0.5 V,分别采集 A、B、C 相电压信号。电流采集选用微型精密电流互感器,作为实验用,规格暂选 5 A/50 mA,二次侧接一个 20  $\Omega$  的采样电阻,得额定输出采样电压 1 V。采集的三相电压、三相电流信号分别送入 ATT7022 的内部 A/D 转换器。

### 2.8 开关部分

本系统内置计费系统,在费用用完的情况下要进行分闸操作,停止向用户供电,因此,必须选用一种开关机构用于分合闸。对于大功率用户,首先会考虑使用断路器或接触器,但本文设计的是小功率的用户,考虑选用磁保持继电器。这样可以集成到外壳里,减小体积增加可靠性。磁保持继电器可以保持两种状态,开断或闭合,在保持开断与闭合的时候线圈是不通电的,要切换开关状态,只需在控制端向其输入脉冲信号。这种继电器将有利于减小电量表内部损耗和延长电量表的使用寿命。

## 3 硬件电路设计及制作

### 3.1 硬件电路设计

在进行硬件电路设计时,依据厂家提供的数据手册并考虑整体效果<sup>[5]</sup>,把各子模块整合成一个大模块。系统硬件的电路构成如图 2 所示。

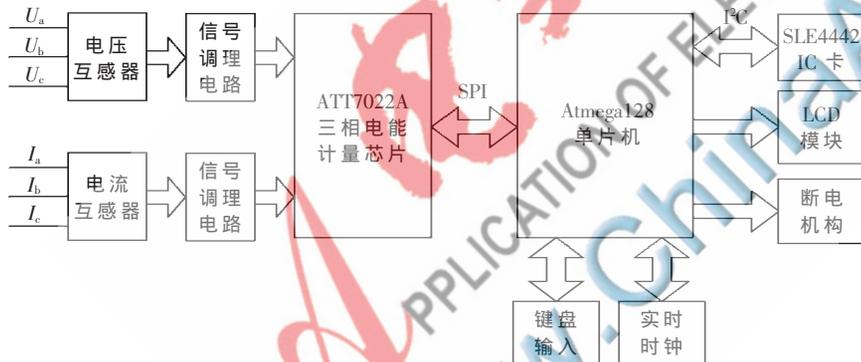
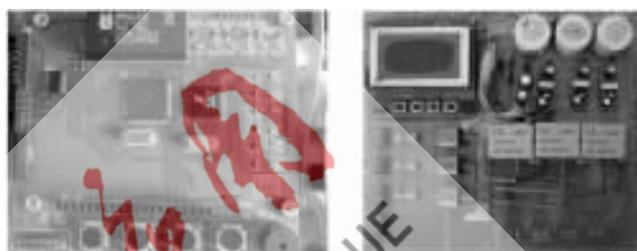


图 2 数字式三相智能电能表电路构成图

### 3.2 电路制作

为了增强系统的条理性并减小干扰,设计成两块电路板,一块是主电路的强电部分,另一块是控制电路的弱电部分。强电部分包括接线端子、保险管、电流互感器、电压互感器、继电器及开关电源。弱电部分电路板的设计主要是 Atmega128 单片机和 ATT7022 计量芯片的外围

电路。设计时,模拟电路和数字电路分区布置,在适当的地方铺地屏蔽,减小干扰。硬件电路设计完成后,送专门厂家制作成 PCB 板,进行元件焊接、调试,确保电路无误,然后编写单片机用的软件程序及各模块的驱动程序,主要结合厂家的数据手册上给出的时序图及控制逻辑来进行程序编写,在适当的地方加上延迟,以使速度协调。最后调试并根据偏差计算校表量,向 ATT7022 写入校表程序。所制作的数字式三相智能电能表如图 3 所示。



(a) 弱电部分 (b) 强电部分  
图 3 制成的数字式三相智能电能表实物图

本文所研制的数字式三相智能电能表集电量参数计量、监控和显示于一体,整体电路设计遵循强、弱电分离的原则,从布局、电源、布线方面考虑其工作的可靠性,具有集成度高、功能强、成本低、抗干扰能力强、功耗低等优点,有利于实现电能智能化管理及未来家用太阳能发电系统的电能计量的要求,具有很好的应用前景。

### 参考文献

- [1] 朱琳. AZT70228 在电力参数测量中的应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2005.
- [2] 陈四根, 陈涛. 基于 ATT7022A 电能计量芯片电力监控终端设计[J]. 东北电力技术, 2007, 28(6): 44-47, 54.
- [3] 珠海炬力集成电路设计有限公司. ATT-7022 manual[S]. 2003.
- [4] 余华芳, 刘健. 单片机与液晶显示模块的软硬件接口技术[J]. 液晶与显示, 2003, 18(2): 125-128.
- [5] 邬宽明. 单片机外围器件实用手册数据传接口器件分册[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 1999.

(收稿日期: 2012-06-26)

### 作者简介:

陈娇英, 女, 1966 年生, 进修工程硕士生, 副教授, 主要研究方向: 电力系统控制与动态仿真, 电力电子技术及其应用。