

基于 ATT7022A 的三相多功能电表设计

王显静,张天开,魏 凯,孙奕霖

(青岛理工大学 自动化工程学院, 山东 青岛 266033)

摘要: 采用凌阳 SPCE061A 板控制器, 以高精度的三相电能专用测量芯片 ATT7022A 为核心, 实现对三相工频交流电三相电压、三相电流、三相有功功率、三相无功功率、总有功功率、总无功功率、功率因数、电网频率、有功电能和无功电能的测量与显示。电表测量精度高, 且具有电压和电流相序检测、掉电存储、密码保护等功能。通过 RS-485 通信实现远程测量, 通过红外通信向掌上 PDA 手抄表传送信息, 并通过按键菜单和 LCD 显示提供人机交互界面。

关键词: ATT7022A; SPCE061A; RS-485 通信; 红外通信

中图分类号: TH86

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)04-0094-03

Three-phase multi-function meter based on ATT7022A

Wang Xianjing, Zhang Tiankai, Wei Kai, Sun Yilin

(Automation Institute, Qingdao Technological University, Qingdao 266033, China)

Abstract: This meter adopts SUNPLUS SPCE061A board as the controller, high precision measurement chips ATT7022A for three-phase power as the core measure chip, to realize the measurement and display of AC three-phase frequency voltage, current, power phase three, three-phase reactive power, total power, total reactive power and power factor, the grid frequency, and reactive power meritorious electric. The meter has high accuracy, and has the voltage and current detection, and power in sequence, storage, password protection, etc. This design is realized by RS-485 communication, remote measurement to handheld PDA infrared communication of information organizing form, and through the key menu and LCD display provides the man-machine interface.

Key words: ATT7022A; SPCE061A; RS-485 communication; infrared communication

电能表是我国电工仪表行业中产量最大的产品。近几年, 国家连续出台多项与电能表相关的政策, 加上中国的社会用电量迅速增长、全国联网、特高压电网建设、智能家居进程、计量新技术应用等要素, 不断推进电表应用的扩展。

随着高新技术尤其是电子信息技术的快速发展, 电子式、多功能、高精度、多费率、自动抄表等产品成为电能表发展的主流。本文设计的电表主要有以下优点:

(1) 系统采用互感器对电压电流进行采样。传统的电表大多采用电阻分压对电压和电流进行采样。这种方法简单易行, 电路结构简单。但是电阻分压提取电压值, 对电阻的精度要求高, 且浪费在分压电阻上的能量太多, 不符合节能环保的要求; 同时对电流的采样也会改变原有电路的参数^[1]。

(2) 串行通信采用 RS-485, 通过平衡发送和差分接收方式实现通信。由于传输线通常使用双绞线, 采用差分传输, 所以有极强的抗共模干扰能力; 总线收发器的

灵敏度很高, 可以检测到低至 200 mV 的电压, 其传输信号在千米以上可以恢复; 传输距离远, 传播速度快。

(3) 传统抄表系统的电能计量模块采用傅里叶算法计算, 算法过于复杂, 对处理器的要求较高, 由于大量的采样和数据运算给单片机带来很大的负担, 严重影响了单片机处理其他问题的速度; 并且大大增加了成本。本系统采用的 ATT7022 是一款国产的电能计量专用芯片, 电路价格低廉。除了 A/D 转换部分, 在芯片内还集成了数据运算电路, 可以大大节省测量系统主控 MCU 的工作负荷。为了保证测量精度它的采样频率为 3.2 kHz。此芯片的接口简单, 使用方便。

此外, 系统还设置了密码保护功能、掉电存储功能、过载保护功能等。

1 系统整体结构设计

1.1 系统的总体基本结构

本设计主要由主控部分、液晶显示模块、电压电流

应用奇葩

Example of Application

采样模块、参数测量模块、电源模块、通信模块参数测量部分构成。系统以 16 位凌阳单片机 SPCE061A 为控制核心^[2],配合高精度芯片 ATT7022A 完成电量参数的测量。系统总体基本结构如图 1 所示。

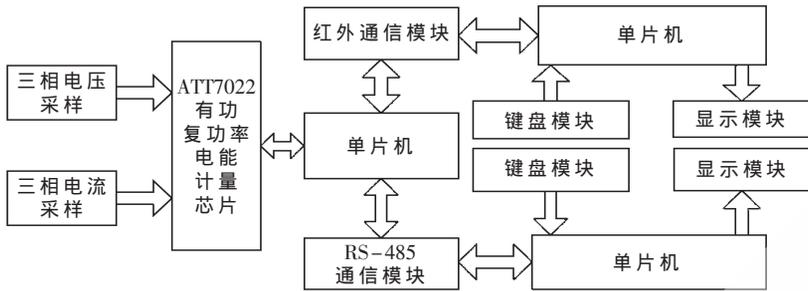


图 1 系统基本结构图

系统通过 ATT7022 三相有功复功率电能专用计量芯片对采样调理后的三相交流电信号进行处理,得到每相交流电电压、电流、有功功率、无功功率、频率和功率因数等参数,并将各参数数据送入 SPCE061A 进行数据远程测量及红外通信。在任意时刻,都可通过按键输入信号验证密码后对当前时刻三相电的所有测量数据进行观测并进行密码修改^[3]。

1.2 ATT7022 简介

本系统采用高精度的三相电能专用测量芯片 ATT7022A 作为主控芯片,其有功测量满足 0.5S/0.2S。ATT7022 三相电能专用计量精度非常高,适用于三相三线和三相四线。ATT7022 能够测量各相以及合相的有功功率、无功功率、视在功率、有功能量以及无功能量,还能测量各相电流、电压有效值、功率因数、相角、频率等参数,充分满足三相复费率多功能电能表的需求。

2 系统硬件设计

本系统采用凌阳系列单片机 SPCE061A 为主控芯片,采用电流型电压互感器 HKPT31C 及立式穿芯微型精密交流电流互感器 HKCT21A-02 对三相电压、电流进行采样。

2.1 采样模块设计

因为本系统需要测量电流电压参量,而现有测量芯片无法直接对大电流和高电压进行测量,故需要对这两个信号进行采样。本系统中电压信号采集使用 HKPT31C 电流型电压互感器,它具有体积小、精度高、印刷线路板直接焊接安装、使用方便、机械和耐环境性能好、电压隔离能力强、安全可靠等优点。电流采集器件使用 HKCT21A-02-15A 交流电流互感器,它同样具有直接焊接安装、精度高、全封闭、抗干扰性好、电压隔离能力强、安全可靠的优点。

2.2 ATT7022 模块部分设计

电压、电流测量采用互感器输入方式,这时各通道不可避免地存在增益、相位方面的误差,在高精度测量时这些误差不容忽视,针对互感器比差的非线性,ATT7022 可以提供校正,可对比差进行分段补偿,对相

位加以分段修正,并对电压、电流有效值进行修正。通过 SPI 接口将校正的数据写入 ATT7022 中实现。

2.3 RS-485 模块部分设计

RS-485 与 MAX485 联合使用,通过 RS-485 协议实现串口长距离通信,用 MAX485 完成将 TTL 电平与 RS-485 电平之间的转化。本系统还采用光隔电路,在无信号传输时将 MAX485 和单片机进行隔离,减小了各器件间可能存在的干扰。图 2 是系统 RS-485 串口通信电路,整个系统中有两处这种电路,分别位于两块单片机上,实现双向通信^[4-5]。

3 系统软件设计

3.1 主程序流程图

主程序流程图如图 3 所示。首先进行系统初始化,通过 ATT7022 判断电流电压是否过载。若过载,报警并采用相应的保护措施;若正常,继续进行数据采集处理,将处理后的数据通过红外或 RS-485 方式传送到另一块单片机,通过 LCD 显示。在另一块单片机上按键,运行键盘扫描程序,选择相应功能,通过 LCD 显示观察测量结果。

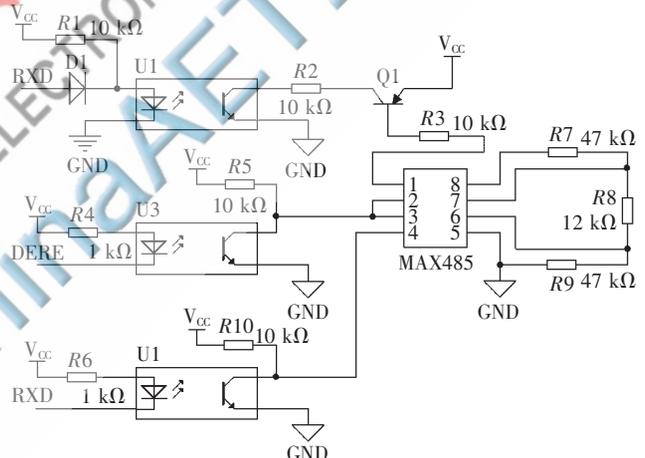


图 2 RS-485 通信模块电路

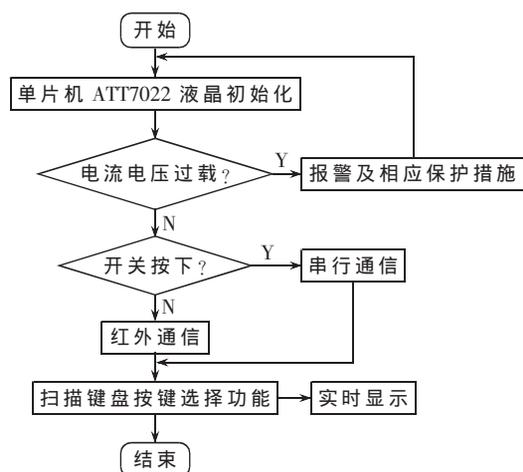


图 3 主程序流程图

应用奇葩

Example of Application

软件的设计主要包括数据采集、LCD 显示程序、断电保护程序、键盘程序、RS-485 通信和红外通信等部分。

3.2 密码保护功能

密码保护功能的实现依靠 32 KB 闪存 Flash。密码保护模块流程图如图 4 所示。密码存入一个特定的闪存地址,每次密码验证时,从闪存中读出原设密码,将从键盘中输入的数字与原设密码进行比较,正确就可以进入下一步,对各参量观察,错误则提示密码输入错误重新输入密码。修改密码时从键盘获取修改的密码值写入指定闪存地址,覆盖原来的密码值。

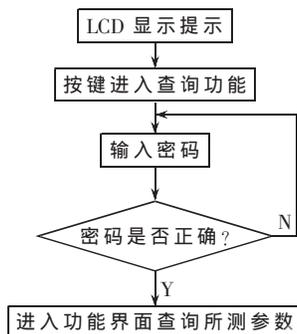


图 4 密码保护模块流程图

3.3 红外通信

红外发射电路串行码主要由 TimerA 定时器发送, IOB8 编程为第二功能,由 TimerA 控制输出占空比可调的脉宽调制信号 PWM0,产生 38 kHz 的载波信号。串行数据由单片机的串行输出端 TXD 送出并驱动三极管,利用两个红外发射管将 38 kHz 的载波信号以光脉冲的形式向外发送。串行码为 1 时,打开输出,为 0 时,关闭 PWM0 输出(输出低电平)。用 TimerB 控制脉冲宽度。

红外接收电路利用 TSOP1738 红外光敏元件将接收到的载波频率为 38 kHz 的脉冲调制红外光信号转化为电信号,再由前置放大器和自动增益控制电路进行放大处理。然后通过带通滤波器进行滤波,滤波后的信号由解调电路解调。最后由输出级电路进行反向放大输出。

3.4 RS-485 数据通信

RS-485 接口采用差分方式传输信号,并不需要相对于某个参照点来检测信号,系统只需检测两线之间的电位差。

4 测试结果与分析

4.1 三相有功功率测量及总有功功率

测得的三相有功功率与总有功功率如表 1 所示。

4.2 功率因数

4 次测量的功率因数理论值与测量值如表 2 所示。

4.3 测试分析与结论

根据上述测试数据,经分析可以得出以下结论:

(1)本系统能对三相工频交流电(频率波动范围为

表 1 三相有功功率和总有功功率的理论值与测量值对比

		1	2	3	4
A 相	理论值/W	66	119	152	212
	测量值/W	66.4	119.8	152.6	211
	误差/%	0.6	0.67	0.40	0.47
B 相	理论值/W	65	121	155	209
	测量值/W	65.3	121.5	155.7	207.8
	误差/%	0.46	0.41	0.45	0.57
C 相	理论值/W	62	122	157	206
	测量值/W	62.4	122.8	156.0	204.5
	误差/%	0.65	0.66	0.64	0.73
总有功功率	理论值/W	183	344	439	650
	测量值/W	182.1	342.1	436.8	646.5
	误差/%	0.49	0.55	0.50	0.54

表 2 功率因数

测量次数	理论值	实测值	误差/%
1	0.72	0.721	0.139
2	0.74	0.739	0.135
3	0.75	0.751	0.133
4	0.78	0.779	0.128

45 Hz~65 Hz)的三相电压、三相电流、三相有功功率、三相无功功率、总有功功率、总无功功率、功率因数、电网频率、有功电能和无功电能误差允许范围内进行测量。

(2)实现电压和电流相序检测功能,有掉电存储功能。

(3)通过密码保护、标准 RS-485 通信实现远程测量、红外通信等,保证了数据传输的准确性。

参考文献

- [1] 康华光,陈大钦.电子技术基础(第4版)[M].北京:高等教育出版社,2004:118-121.
- [2] 李晓白,秦红磊,朱俊杰,等.凌阳16位单片机C语言开发[M].北京:北京航空航天大学出版社,2006:44-98.
- [3] 珠海炬力集成电路设计有限公司.ATT7022 manual[A].2003.
- [4] 王成华,王友仁,胡志忠.电子线路基础教程[M].北京:科学出版社,2004:21-156.
- [5] 童诗白,华成英.模拟电子技术基础[M].北京:高等教育出版社,2010:59-231.

(收稿日期:2012-10-21)

作者简介:

王显静,男,1988年生,硕士研究生,主要研究方向:控制理论与控制工程。

张天开,男,1955年生,教授,主要研究方向:计算机控制系统。