

基于 SOC 技术的单相导轨式电表设计与应用

陈建锋¹ 孙春光² , 姜龙¹

(1. 上海安科瑞电气有限公司, 上海 201801; 2. 铁法煤业集团勘测设计有限责任公司, 辽宁 调兵山 112700)

摘要 : 介绍一种基于 SOC 芯片技术的单相导轨式电表的设计方法与应用方案。该电能表具有微型化的体积、模块化的结构、直接接入或经电流互感器接入可选的灵活的接线方式, 为低压配电终端电能计量提供了有效的解决方案。

关键词 : SOC 技术; 电能计量; 单相导轨式电表; ADL100 型

中图分类号 : TM933

文献标识码 : B

文章编号 : 1001-1390(2009)06-0068-04

The Design and Application of DIN-rail Mounted Single Phase kWh Meter Based on SOC Technology

CHEN Jian-feng¹, SUN Chun-guang², JIANG Long¹

(1. Shanghai Acrel Co., Ltd, Shanghai 201801, China. 2. Tiefert Coal Industry Group Investigation & Research Co., Ltd, Diaobingshan 112700, Liaoning, China)

Abstract : This paper introduces the design and application of a DIN-rail mounted single phase kWh meter based on SOC technology. The energy meter has miniaturized size, module structure, selectable flexible wiring means from direct connect to connect via CT. It provides a effective solution for energy measure at low voltage distribution.

Key words SOC technology, energy measuring, DIN-rail mounted single phase kWh meter, ADL100

0 引言

为实现节能, 电力主管部门提出了峰谷分时用电的政策, 引导用户安全、经济、合理用电。这一政策的出台使得分时复费率电表的需求日趋加大。但是目前多数的单相电表为壁挂式, 存在体积大、安装改造不方便的缺点。并且大部分的电子式电能表采用多芯片的方案, 硬件复杂, 故障率普遍较高。



图 1 单相导轨式电表外观图

Fig.1 DIN-rail mounted single phase meter Appearance

针对传统 DDSF 系列壁挂式安装电表在现场使用安装的不便而设计一种微型化单相导轨式安装电表(见图 1), 具有测量精度高, 过载能力强, 性能稳定可靠, 自身功耗低等优点。并且其体积小, 外型美观, 结构模块化, 可与微型断路器配合使用安装于配电箱内, 易于实现终端配电电能计量^[1]。

该电表采用 SOC 技术设计而成。在简化外围设计的同时, 保证具有比较好的横向拓宽和纵向延展性, 易于实现功能扩展和一表多用。

1 硬件设计

ADL100 单相导轨式电表采用 ADI 公司最新推出的单芯片电能计量集成电路 ADE7169F16 设计完成。电表硬件系统架构围绕 SOC 芯片而展开。包括电源, 计量电路前端处理, 通讯电路, MCU 及其它相关电路等部分组成。其系统框图如图 2 所示。

1.1 电源电路部分

电源设计采用线性电源, 包含两部分: MCU 及其

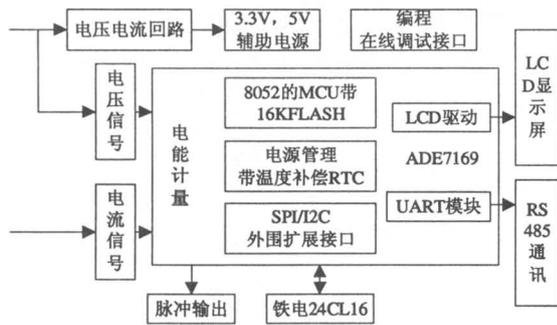


图 2 系统框图

Fig.2 System structure diagram

相关部分电源电路和 RS485 通讯电源电路, 原理见图 3。此电源电路是一种标准设计的电源电路, 包含降压、整流、稳压、滤波四个环节。设计中考虑过压、过流保护以使电源模块具有较好的稳定性、可靠性。

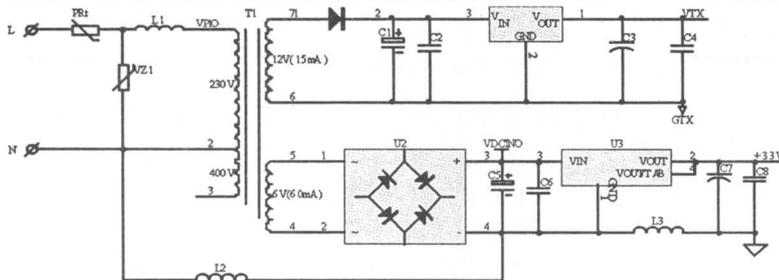


图 3 电源电路

Fig.3 Power circuit

1.2 计量电路前端处理部分

本计量电路前端处理部分主要包括电压通道设计和电流通道设计。

电压通道电路实际上是一个分压电路。通过一个简单的电阻分压取样网络把输入电表的电压信号衰减至合适的范围, 经过抗混叠滤波后, 再接入 SOC 芯片的电压通道。如图 4 所示, VP 允许的最大输入电压对地应该不超过 $\pm 0.5V$ [2]。

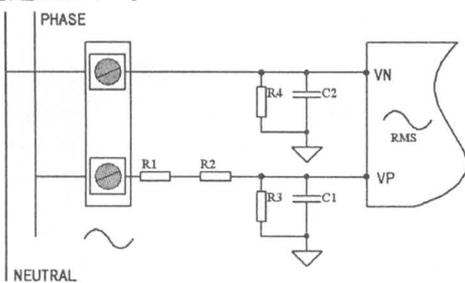


图 4 电压通道原理图

Fig.4 Fundamental diagram of voltage channel

电流信号采样借由电流互感器实现。线路电流经高精度电流互感器耦合, 取样电阻取样后, 变为一个合适量程的小信号。经抗混叠滤波, 再接入 SOC 芯片的电流通道, 如图 5 所示。绝大多数电流互感器在

50Hz/60Hz 存在 $0.1^\circ \sim 1^\circ$ 相位漂移, 导致电量测量误差, 尤其是在低功率因数时, 这种相位漂移或相位误差可以通过相位调整寄存器来纠正。

1.3 通讯电路部分

电表采用标准的 RS485 通讯信道, 通讯协议为 MODBUS 和 DL/T645 规约可选。其原理图如图 6 所示。

1.4 MCU 及其它相关电路部分

由于 ADE7169 片内集成了电能计量模块、8052 核 MCU、电源管理模块、带温度补偿 RTC 模块等, 因此可以省却常规设计中的很多辅助芯片, 大大简化外围设计。

芯片本身带有的 27×4 段 5V LCD 驱动器可用以直接驱动段式液晶, 提供丰富的人机界面信息。

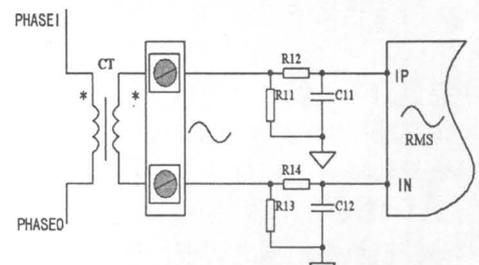


图 5 电流通道原理图

Fig.5 Fundamental diagram of current channel

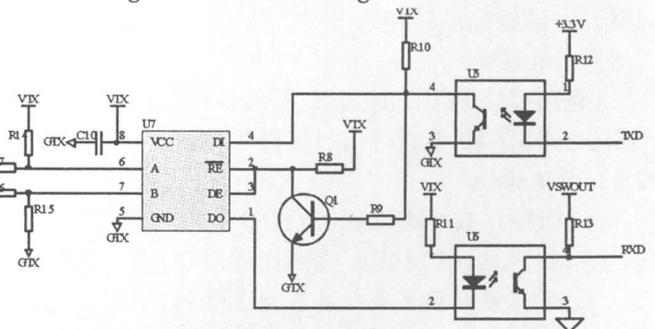


图 6 通讯电路原理图

Fig.6 Fundamental diagram of communication

灵活的 SPI/IIC 复用功能接口可用于外部存储扩展, 以存储电能、系统参数、校准参数等重要数据。

2 软件设计

系统软件设计围绕所需完成的功能分五大模块。

2.1 主程序模块

主程序模块作为整个软件的统筹部分, 根据电源管理来完成不同模式下的任务调度(初始化和任务执行), 软件流程如图 7 所示。

2.2 电量处理模块

电量处理模块是电表软件的核心部分, 其关系到电能计量的准确性和电量数据的可靠性。此模块在中

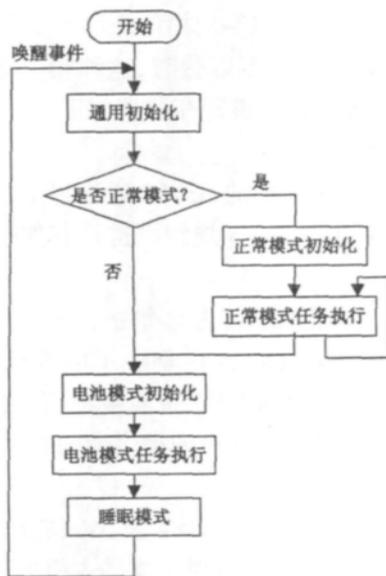


图 7 软件流程图
Fig.7 Software flow

断中完成对于电能脉冲的累加。当对应类型(总峰平谷反)电量脉冲累计至 0.01kWh 时,电量小数加 1 并保存电量数据至 FRAM 中。

2.3 时钟模块

时钟模块是根据时间进行程序处理的。它包含秒事件、分钟事件、日事件和月事件,根据不同的时间片执行不同的任务:如时段费率检测、显示刷新、电量存储检测、数据冻结转存等。

2.4 显示模块

显示模块采用定时、分页刷新显示信息的方法来实现时间、日期、电量等信息的循环显示。

2.5 通讯模块

通讯程序按照 MODBUS-RTU 的规约编写。启动后从站仪表为接收状态,采用中断方式进行数据接收。当接收数据满足条件并校验正确后,采用中断方式进行数据回送。通讯操作包含读取数据、写入数据和校准数据三种^[3]。

3 产品结构

ADL100 单相导轨式电表采用类似断路器的外型结构,其外形尺寸(长×宽×高)为 76mm×89mm×74mm(见图 8)^[3]。

模数化的结构,35mm 标准导轨安装方式(见图 9),隧道式接线端子使得电表的现场安装使用方便简单,一目了然。

电表采用 LCD 循环显示时间、日期、电能、电压、电流等信息,并结合 LED 实现电能脉冲及其当前费率段指示。

4 技术指标

基于 SOC 技术的单相导轨式电表除了具备电能

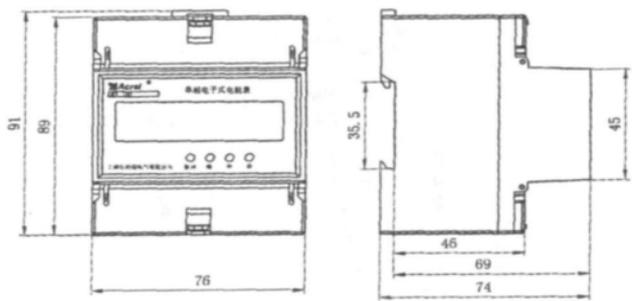


图 8 产品外形尺寸
Fig.8 Product dimensions

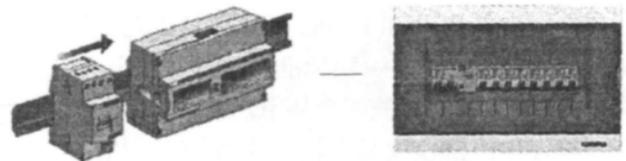


图 9 35mm 标准导轨式安装示意图
Fig.9 35mm DIN-rail mounted diagram

计量功能(完成正反向有功电能计量、功率方向自动识别和指示),还带有分时复费率功能(时段可设 3 费率、8 时段,时段区间内的最小时间单位为 1 分钟)、按月冻结转存功能(可统计上上月、上月及本月的用电量和分时电量,用于月用电费的结算及监测用电情况)和实时监测功能(可提供电压、电流测量,并可参与显示或借用通讯协议读出)。其丰富的功能利于用户对用电情况实施监测,引导用户合理有效用电。并且为用电管理自动化提供了便捷。主要技术参数如表 1 所示^[4]。

表 1 技术参数

Tab.1 Technical data

项目	指标
额定电压 U_n	AC220V
电流规格	1.5(6)A 5(20)A 10(40)A 20(80)A
额定频率	50Hz 或 60Hz
电压测量范围	70%~130% U_n , 1.9% U_n 下仪表不损坏
电流测量范围	5% I_n ~ I_{max}
功耗	1 级,符合《GB/T17215-2002》
脉冲输出参数	电压线路<5VA, 电流线路<4VA
时钟参数	脉冲宽度: 80ms±20ms, 光耦隔离集电极开路输出
工作温度	0.5 w/d (参比温度 23℃)
电能计量	正常工作范围-10℃~45℃
	极限工作范围-20℃~60℃

5 应用方案

传统的低压配电终端电能计量采用专设电表箱(计量电表+保护开关+配出线)的方式。如果采用导轨式电表,可以省去电表箱,将电表直接安装于目前广泛应用的终端配电箱内,这样可以减少工程量,节约造价,并且美化布局。

无论是企事业单位的内部考核还是终端用户的

计量收费,ADL 系列导轨式电表都可以完成对电能消耗的准确统计和对用电情况的实时监测,可以有效地帮助用户实现节能降耗。

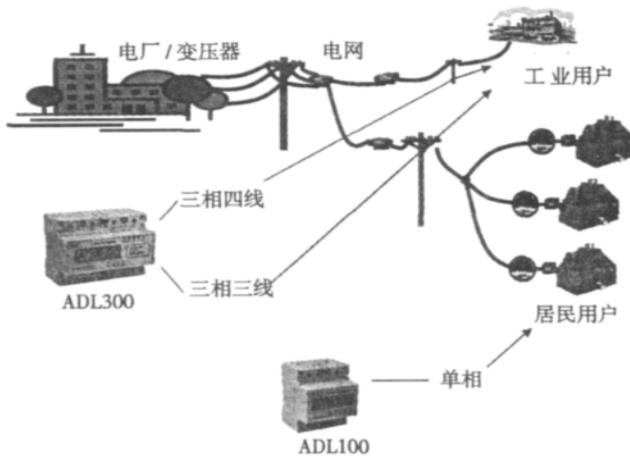


图 10 应用示意图

Fig.10 Application diagram

6 结论

基于 SOC 技术的单相导轨式电表硬件设计简洁、故障率低, SOC 芯片内部集成的丰富的功能模块易于实现产品拓宽和升级。对比传统的壁挂式电度表,其体积小、外型美观、接线方式灵活,35mm 标准导轨式安装方便,为低压配电终端电能计量(尤其是在终端配

电箱内实现电表安装)提供了有效的解决方案。

参考文献

- [1] 任致程,周中. 电力电测数字仪表原理与应用指南[M]. 北京:中国电力出版社,2007.
- [2] DDSF 系列电能表的设计方案 [EB/OL]. 广州周立功单片机发展有限公司,2006.
- [3] 刘洪利. 智能型复费率数字电能表的设计 [J]. 上海电力学院学报,2005,21(3).
LIU Hong-li. The design on the intelligent & multi-rate watt-hour meter. [J]. Journal of Shanghai University of Electricity Power, 2005, 21(3).
- [4] ADL 系列导轨式安装电能表安装使用说明书 [Z]. 上海安科瑞电气有限公司,2008.
- [5] 姜龙,张力,陈建锋. 微型导轨式安装电能表在终端配电计量中的应用[J]. 低压电器,2008,16(3).
JIANG Long, ZHANG Li, CHEN Jian-feng. Electricity mounted meter on miniature DIN rail and its application[J]. Low voltage apparatus, 2008, 16(3).

作者简介:

陈建锋(1983-)男,助理工程师,工学学士。从事电能计量仪表开发。
Email justcjf@126.com

孙春光(1958-)男,高级电气工程师。研究领域为工业电气自动化设计。

姜龙(1976-)男,工程师,工程硕士。研究领域为智能网络电力仪表及配电自动化系统。

收稿日期 2008-09-28

(田春雨 编发)

(上接第 42 页)

- [5] T. K. Abdel Galil, E. F. El-Saadany, M. M. A. Salama. Online Tracking of Voltage Flicker Utilizing Energy Operator and Hilbert Transform [J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 2004, 19(2):861-867.
- [6] 郭晓丽,陈劲操,堵俊,等. 基于混合编程技术开发的电压闪变检测系统[J]. 电力系统保护与控制,2004,32(23):40-43.
GUO Xiao-li, CHEN Jing-cai, DU Jun, WU Xiao. Combining VB with Matlab Programming Technology to Develop Flicker Measurement System[J]. Power System Protect and Control, 2004, 32(23): 40-43.
- [7] M Sakulin, Emission von Spannungsschwankungen bzw. Flicker Direkte Messung mit Hilfe der Differenzmethode [C]// 4 International Workshop Oberschwingungen and Flicker, Graz, Austria: 1995.
- [8] 堵俊,郭晓丽,张新松. 多支路负荷闪变源识别研究[J]. 电力系统保护与控制,2008,36(24):58-61.

DU Jun, GUO Xiao-li, ZHANG Xin-song. Research on Identification of Flicker Source in Power System with Several Loads[J]. Power System Protect and Control, 2008, 36(24): 58-61.

[9] 程浩忠,艾芊,张志刚,等. 电能质量 [M]. 北京:清华大学出版社,2006. 251-288.

作者简介:

堵俊(1958-)男,副教授,主要从事电力系统方面的教学与科研工作。
Email nantongdujun@163.com

郭晓丽(1971-)女,硕士,副教授,从事电力系统方面的研究和教学。
张新松(1980-)男,硕士,讲师,从事电力系统方面的研究和教学。

收稿日期 2008-10-22

(杨长江 编发)