

基于MSP430单片机的集中式智能控电系统设计

姚朝霞,化明松,楼勇

(台州职业技术学院电气系,浙江台州 318000)

【摘要】 本文介绍了一种基于MSP430单片机的多功能单相电能表与计算机通过通信接口构成的集中式智能控电系统,给出了其系统硬件原理图,同时对系统的软件设计思想也作了介绍。本系统可以有效地解决集中供电场所用电管理难和安全隐患等急需解决的问题。

【关键词】 用电安全;智能控电;MSP430单片机

【中图分类号】 TP274.2 **【文献标识码】** B

【文章编号】 1003-2673(2006)06-0069-03

目前集中供电场所如高校发展十分迅速,用户对管理质量要求越来越高,然而用电安全管理和智能化管理依旧是管理单位的薄弱环节。集中供电管理方式总体上经过了以下三个阶段,第一阶段是老式刀闸和断路开关阶段;第二阶段是老式电度表和IC卡电表阶段;第三阶段是配电柜和智能控电系统,智能控电系统是采用成熟的单片机作为控电系统终端和上位管理系统通过网络构成的智能型电能联网管理系统,实现科学地计量、计费和控制、管理,是目前集中供电管理发展的新趋势。这里给出了基于超低功耗MSP430FE425单片机的集中式供电智能控电系统的硬件实现方案和软件设计思想。

1 硬件电路设计

1.1 控电系统总体方案

每个用电单元由一个控电系统终端完成用电计量计费和管理,上位计算机将相关用电控制参数传送到控电系统终端,终端系统则根据管理中心人员设定的参数对用电情况进行实时监控,完成例如恶性负载判别和断电、恢复供电等多功能管理,并将数据通过串行总线传送到管理中心计算机。管理中心计算机完成各终端电量统计、报表生成和打印,还可以通过读卡器完成预交费等功能,从而构成整个供电场所柔性智能管理系统。智能控电系统总体方案如图1所示。

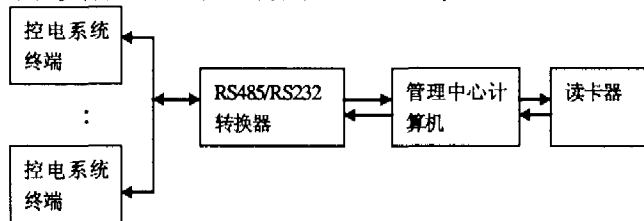


图1 智能控电系统总体方案

1.2 控电系统终端总体结构

由于终端系统功能较多,系统较复杂,本方案中采用TI公司高性能的MSP430FE425单片机作为控电系统终端主芯片有利于减少系统复杂度,提高可靠性。该单片机是MSP430系列的一新的品种,有如下特点:

(1) MSP430单片机采用16位RISC结构体系,125ns指

令周期,处理速度快;

(2) 超低功耗,在1MHz时钟和3V的条件下,其工作电流根据工作模式不同在0.1~400 μ A之间,其工作电压范围2.7V~3.6V。

(3) 它具有16KFlash和512RAM大容量存储器,16个寄存器和常数发生器程序编制高效;

(4) 片上外围模块丰富,具有FLL+时钟系统,有128段LCD驱动器,串行通信接口(USART),带3个捕获/比较寄存器的16位定时器,实时时钟,通用端口P1和P2具有中断功能。

(5) 芯片最主要的特点是将电能计量模块ESP430-处理器直接嵌入到MSP430单片机内部,且提供内部模块的通信机制。

由于该芯片的丰富资源,使得该系统无需电量计量专用芯片等外部芯片,电表硬件部分大为简化,而且很方便实现计量和智能控制。控电系统终端总体结构如图2所示。

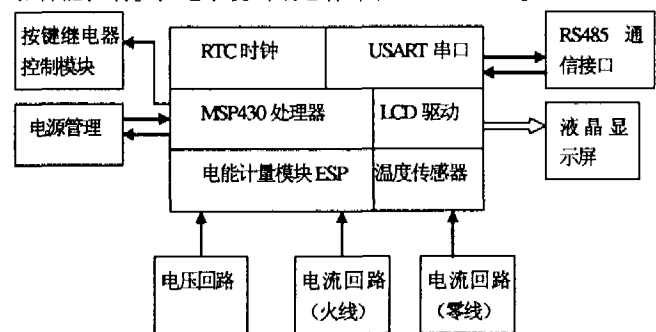


图2 控电系统终端总体结构

本硬件电路包括按键接口电路,用于校表和一些参数设定;继电器控制模块实现对用户断电和供电;液晶显示屏模块用来显示各种用电信息和日期,可根据情况控制显示的内容;RS485通信接口用来与上位计算机进行通信,传送控电参数和用电参数等;电流电压采样电路实现电信号的等效变换,供单片机检测;电源模块主要是用于正常供电和备用电池之间的切换。

1.3 电能计量模块ESP及计量原理

【作者简介】 姚朝霞,男,28岁,湖南人,助教,杭州电子科技大学在职研究生,研究方向:嵌入式系统设计;化明松,男,30岁,江苏人,助教,杭州电子科技大学在职研究生,研究方向:现代传感器设计及应用;楼勇,男,26岁,实验师,杭州电子科技大学在职研究生,主要研究方向:嵌入式控制系统设计。

ESP430—处理器为一个独立的具有 MCU 特征的模块,具体硬件包括前置增益放大、16 位 AD 转换器、内部参考发生器、寄存器和数字信号处理器 DSP 等,用于采样和电量计量,且可实现防窃电功能。该模块与 MSP403CPU 的数据交换是通过一个邮箱中断机制相互通信来完成的,ESP430 将计量结果存入结果返回寄存器 RET_x,MSP430CPU 则从 RET_x 中获取数据进行相应的处理。

ESP 模块硬件结构及测量原理图如图 3 所示。

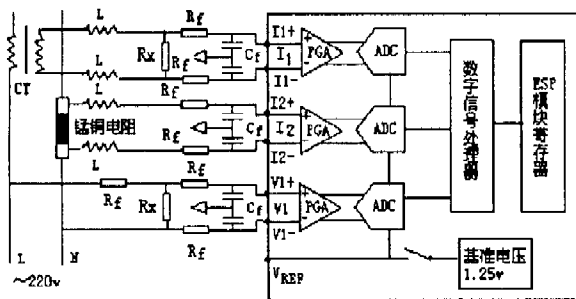


图 3 ESP 模块硬件结构及其测量原理图

电阻 R_f 后就可接入 I1 正负引脚,用作测量有功功率等参数,电流通道 I2 的设计可与电流通道 I1 电路相同,与通道 I1 配合用作窃电检测,电压通道 V1 采用多个电阻分压得到后可接入 V1 正负引脚。这三个通道电路形式决定了电路常数,分别为 KI1、KI2 和 KV1,这三个常数是电表参数的修正系数,这里不做具体计算,在电表校准中可比较精确确定。测量时,先进行 ESP 模块初始化,然后启动测量进入测量状态,当一次测量完成后,ESP 把各个测量的结果存入结果返回寄存器组,并通过邮箱向 MSP430MCU 发送消息,通知 MCU 读取这些数据。ESP 模块可以测量的各电表参数包括有功电能、无功电能、电流、电压、频率和功率因子等,例如实际有功功率 P 和电量 W 的计算如公式(1)、(2),计量原理流程图见图 6。

$$P=KI1 * KV1 * \sum_{i=1}^N \text{repower}_i \quad (1)$$

$$W=Pt = \sum_{j=1}^N P_j \quad (2)$$

repower—MCU 从 ESP 结果返回寄存器中读出的有功功率数字;

KI1 —— 电流修正系数;

KV1 —— 电压修正系数;

N —— 单位时间(秒)内测量次数,一般为 1~2;

M —— 电能积分时间

1.4 通信接口设计

数据通信方式主要有并行数据通信与串行数据通信两种。考虑到串行数据通信只需要一对数据传送线进行信息的传送,所需传输线条数极少,传送成本较低,特别适用于分级、分层和分布式控制系统以及远距离通信之中,故本设计选择串行数据通信。RS-232C 接口电路是最常用的接口之一,缺点是只能用于短距离的数据通信。RS-485 接口在总线上允许连接多达 128 个收发器,具有良好的抗干扰性、长距离传输和多站能力等优点,在此我们选用 RS-485 接口作为控电终端的通信接口。由于普通个人计算机一般配的是 RS232 接口,因此需要通

过 RS485/RS232 转换器来实现串行数据变换,所选转换器内部使用的 RS485 接口芯片是 MAX3491,为了完全配套,在本系统中亦采用 MAX3491 芯片作为通信收发器。单片机可以通过 RS485 总线方式与主控计算机相连,主控计算机可以向智能电表发出遥控指令,采集到当前的电量数据和历史数据,构成了主从式的 RS485 通信应用系统。MAX3491 主要指标为+3V 至+3.6V,电源工作工作电流 1mA,驱动 60Ω 负载时,值峰值电流可达 I₃=3V/60=50mA。

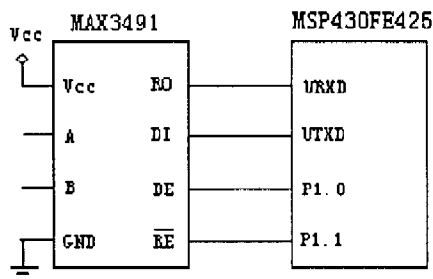


图 4 MAX3491 与 MSP430FE425 接口电路

MAX3491 与 MSP430FE425 接口电路如图 4 所示。图中 DE 为发送器使能端,DE 为 1 时发送器可以工作。DI 为输入端,A、B 为输出端。当 DE 为 0 时,发送器停止工作,且输出端为高阻。 \overline{RE} 为输入使能端,为 0 时允许接收器工作,A、B 为输入端,RO 为输出端; \overline{RE} 为 1 时接收器被禁止,RO 为高阻状态。MSP430 通过 P1.0 和 P1.1 来控制收发器的工作状态,从而达到与主机通信的目的。

2 软件程序设计

2.1 软件设计思想

控电终端的软件主要是实现电量数据采集和处理,并通过 RS485 接口实现与宿舍管理中心系统软件的数据交换,MSP430 系列是一种具有集成度高、功能丰富、功耗低等技术特点的 16 位单片机,它可用 C 语言来完成程序设计,大大提高了开发调试的工作效率;同时用 C 语言所产生的文档资料也容易理解,便于移植;适用于 MSP430 系列的 C 语言,与标准 C 语言兼容程度高,本例中采用 AQ430 软件开发。在系统的软件设计中,采用模块化设计方法,使得程序结构清晰,便于今后进一步扩展系统的功能。宿舍中心计算机的软件由开发工具 Visual Basic 语言和 Access 数据库开发,基本功能有设置电量、查询、统计、打印、电表参数设置和报警等,如配置读卡器,则可增加预缴费和余量退费功能。

2.2 控电终端系统设计

控电终端主程序框图如图 5 所示,其中主要模块功能说明如下。

通信模块的功能是按照通讯规约实现与宿舍管理中心计算机可靠通信,由中心计算机系统读取用户电量数据和设置时段、费率、恶性负载和限电等电表参数。

显示模块的功能是显示用户的峰、平、谷、总电量及时间、上月电量等信息。

恶性负载识别、限电程序的功能是对用户用电状况分时、限量进行监控,当发现电流激增或总电流超过设定参数的时

候,进行短时断电处理,然后送电,如果连续N次(N为设定参数)还没有撤销恶性负载则报告宿舍中心计算机并停电;另外根据时段特别供电,比如夏天晚上供电只能达到电风扇用电的电量,时段根据作息时间表来划分,每个时段都可以设定不同的用电参数。

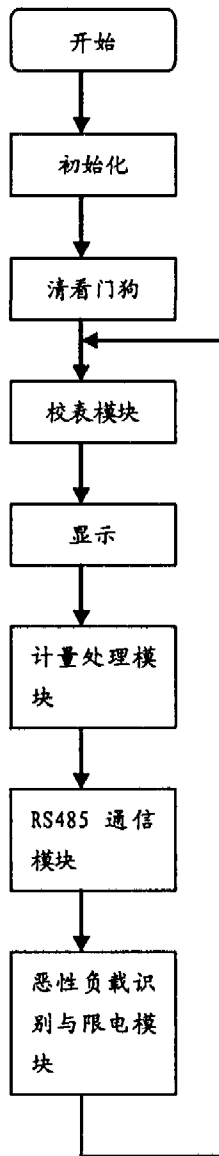


图5 控电终端主程序框图

电量处理程序的功能是初始化并启动 ESP 进行测量,由当 ESP 模块产生中断时,MCU 转入到此电量中断处理程序,读出 ESP 状态寄存器和各电表参数,然后利用电路常数对相应的电表参数进行修正,得到真实的测量值,结合当前时段和费率,累计用户峰、平、谷各时段的实际用电量,电量可直接存入 Flash 存储器,也可以存入计算机中心。ESP 测量流程如下图 6 所示。

3 结束语

智能控电系统作为一个智能型用电管理系统,十分适用于高校宿舍的集中式管理,配合适当的通讯协议,可以方便

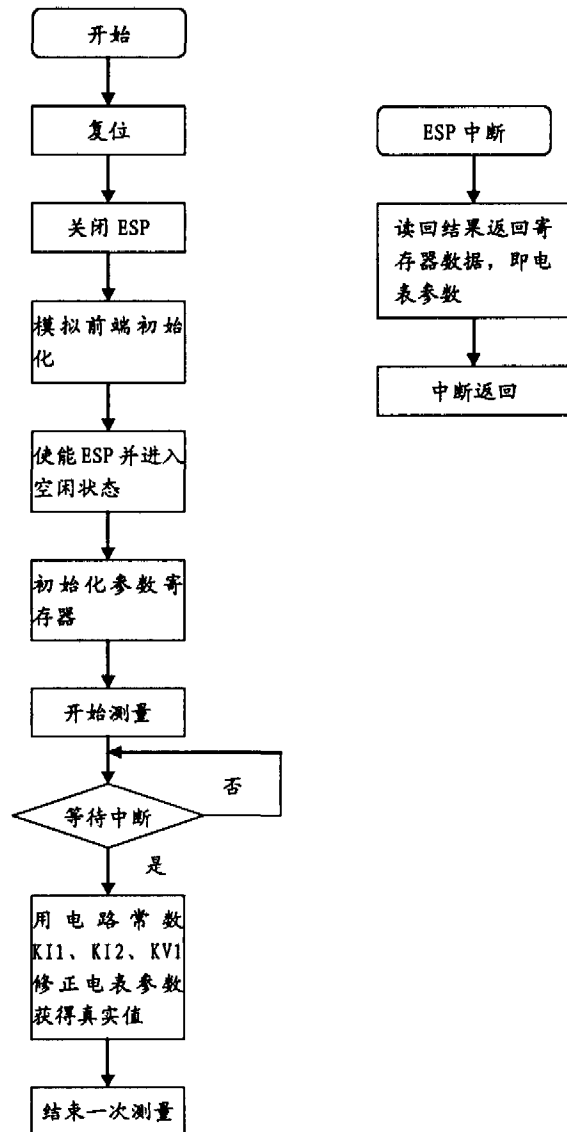


图6 ESP 一次测量流程

的与管理中心计算机接口构成监控管理网络。本设计方案采用低功耗器件,成本较低,便于集成,可靠性高。经过试验,本文所设计的电能表的各项技术指标均达到国家电能表的技术标准,具有一定的推广价值和较好的市场前景。

参考文献

- [1] 崔光照等.基于 MSP430 单片机的智能型复费率单相电能表设计[J]. 微机信息,2006:(2).
- [2] 吴业兰等.MSP430 单片机在智能卡水表中的应用[J].北京工商大学学报,2005,4.
- [3] 秦龙.MSP430 单片机应用系统开发典型实例[M].北京:中国电力出版社,2005.
- [4] 杭州利尔达单片机技术有限公司资料.MSP430FE42X 单相多功能防窃电电表方案.
- [5] 德州仪器公司.RS-485 在电表中的应用[J].电子产品世界,2002,6.