

# 基于 ADE7757 的公寓电能计量管理系统设计

马彪

(辽宁信息职业技术学院, 辽阳 111000)

**摘要:** 介绍了基于 ADE7757 芯片的学生公寓电能计量管理系统的设计方法, 分析了系统的硬件构成和软件设计及利用软件方式实现用电负荷的检测与控制。简化了调试方法, 保证了测试精度, 降低了系统成本, 该系统运行正常, 各项指标均达到设计要求。

**关键词:** 电能计量; 负荷控制; 串行显示; ADE7757

## Design of Electricity Power Measurement and Management System for Student Apartment Based on ADE7755

MA Biao

(Liaoning Information Vocational & Technical College, Liaoyang 111000)

**【Abstract】** This article introduces a design and application of electricity power measure and management system based on ADE7757, the hardware and software design of the system are introduced in detail, the electric loads detecting and control is realized by making use of the software method.

**【Key words】** Electric power measurement; Load control; Serial display; AD7755

随着高校后勤社会化改革的不断深入, 学生公寓用电正由免费使用向有偿使用转变, 急需一种集计量、控制、管理于一体的电能计量管理系统。结合我国高校公寓用电管理具体需求, 我们研制了“学生公寓电能计量管理系统”。该系统在设计中充分考虑到生产过程中及实际应用中可能出现的问题, 本着安全、可靠、计量准确、使用寿命长、管理科学、使用方便的原则, 力求使产品设计科学、合理。

### 1 系统主要功能与性能指标

(1) 准确计量功能。校验时计量误差范围要求控制在 0.4% 左右, 高于标称的 2% 要求。

(2) 负荷检测控制功能。本系统采用软件控制方式, 实现对大功率电器的检测与控制。

(3) 定时开关控制功能。可根据使用单位的作息时间实现对各房间定时送电、停电。

(4) 数据库管理功能。管理员可实时查阅各房间的用电情况, 并进行用电统计与打印报表等。

### 2 系统组成与单元电路设计

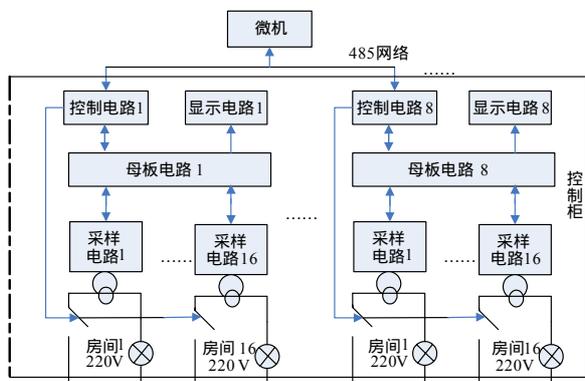


图 1 系统构成

本系统组成见图 1 所示, 图示为一个控制柜内部结构。

本设计中一个控制柜内含有 8 个单片机子系统, 各子系统与微机间采用 485 网络连接。各子系统采用母板结构, 分别由母板电路、单片机控制电路、显示电路及 16 个电量采样电路组成。其中电量采样电路用于采集某一房间的用电量并将其转换成标准脉冲信号; 显示电路用于巡回显示 16 个房间的用电信息; 各种信号与数据均通过母板进行传输。下面详细介绍各主要硬件电路的设计方法。

### 2.1 电量采样电路设计

电量采样电路为电能计量的关键电路。该电路以电能计量转换芯片 ADE7757 为核心实现对公寓各房间用电的计量, 并将电能信号转换成标准脉冲信号送到单片机控制电路。图 2 为电能采样电路。

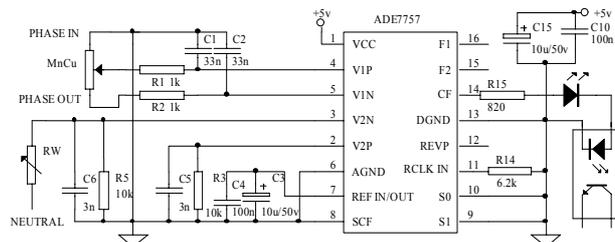


图 2 采样板电路

电能采样电路通过采样电阻(锰铜合金制成)获取的电流采样信号由芯片 4、5 脚输入, 经过可变电阻网络 RW 衰减后的电压采样信号由芯片 2、3 脚输入, 两路信号在芯片内部实现电能计量累加运算, 并在内部实现 A/D 转换, 由 14 脚输出经光耦隔离后经母板插座通过选通的三态门输入到单片机的 P3.4 脚进行数据采集与处理。本系统工作参数设定在 1600imp/kWh。

**作者简介:** 马彪(1964-), 男, 副教授、硕士, 主研方向: 计算机通信与控制

**收稿日期:** 2006-01-25 **E-mail:** lymabiao@163.com

以 BH3023 为控制芯片的开关控制电路实现对各房间的自动开关控制,其核心器件是磁保持继电器及其驱动电路芯片 BH3023。磁保持继电器区别于普通继电器的特点在于继电器一经触发即可保持开启与关断状态,触发信号撤消后继电器状态不变,因而无需保持触发信号。采用驱动芯片 BH3023 较采用分立晶体管驱动电路具有线路简洁、可靠的优点。

### 2.2 单片机控制设计

该电路主要完成系统的各种控制功能及对电能信号进行计量,主要由 89S52 单片机、485 通信接口及存储电路 3 部分组成。

AT89S52 是一款低功耗、高性能的 CMOS 8 位微处理器,内置 8KB 的系统可编程 Flash 存储器,且与 80C52 指令系统与外部引脚完全兼容,内置看门狗电路。单片机控制电路采用卡式结构插在母板上,巡回采集处理 16 个采样电路(对应 16 个房间)的用电量数据,并可实现对各房间电源的通断控制,利用 P1 口进行显示、数据存储、采样板地址译码与继电器驱动等。为保证掉电后数据不丢失,存储器采用 I<sup>2</sup>C 总线接口 E<sup>2</sup>PROM 芯片 24LC16B 实现电量等数据保存,可节省单片机口线,简化电路结构。

本系统单片机端采用 75LBC184 芯片实现 485 通信接口,该芯片具有防止强电磁(雷电)冲击能力,其连接网络节点数标称最大值为 64 点。上位机采用有源 RS-232、RS-485 转换器实现两种串行通信方式的接口转换。利用 P0 口进行地址编码,以便通信时识别。

### 2.3 显示电路设计

图 3 为显示板电路原理简图。本系统采用 12 位 LED 显示器(房间号 3 位、剩余电量 3 位、用电量 6 位),通过联线安置于控制柜面板上。若采用普通的 LED 并行显示方式需扩展单片机接口,电路复杂、成本高。本系统利用 3 片 74HC595A 芯片实现 12 位串行 LED 显示,该芯片可实现串行输入,并行输出。使用时,在串行时钟的控制下,可将显示器位控码与段控码逐位串行输入至 3 个芯片中,然后利用锁存信号实现并行输出,完成 12 位数码显示更新。利用此显示方式仅占用单片机三根口线,极大节约单片机口线资源,实际使用时显示效果稳定、可靠。

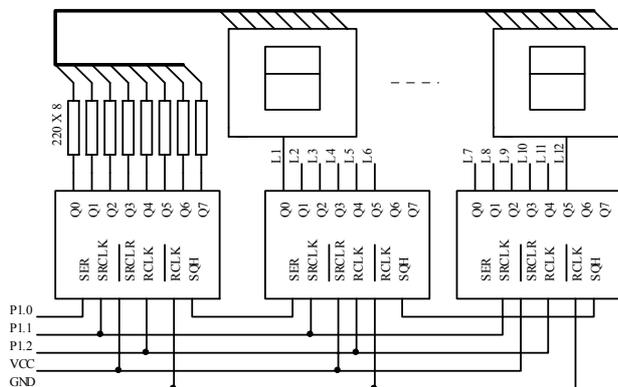


图 3 显示板电路图

### 2.4 母板电路设计

为方便调试与维护及增加系统的可靠性,本设计采用板卡式结构。每个母板上插有一块单片机控制电路板及 16 块电能采样电路板(对应 16 个房间用电采样计量),并通过母板输出显示数据到控制柜上的显示板,用于巡回显示该母板对应

的 16 个房间的相关显示信息。来自单片机 89S52 的地址选通信号 P2.4、P2.5、P2.6、P2.7 通过译码器 74LS154 巡回选通由 425 芯片构成的三态输出电路,实现对 16 个采样板电路的巡检。某房间的电能采样信号通过被选通的三态门由数据总线输入到单片机 89S52 的 P3.4 引脚。来自 89S52 的房间开关通、断选择信号 P2.0、P2.1、P2.2、P2.3 同时送至母板上两模拟开关芯片 CD4067 的地址输入端实现对 16 个房间中的某一房间选择,来自单片机 P1.6、P1.7(对应房间的开、关为一对高低电平互补信号)的开关控制信号送至 CD4067 的信号输入端,并依地址选通信号送至相应的电能采样板实现对某一房间开关的自动控制。

## 3 系统软件设计

本系统软件由上位机软件与下位机软件两部分组成:上位机软件用 VB 编制,下位机软件用汇编语言编制。在此仅对主程序各主要功能模块作以简要说明,并介绍负荷检测与控制的工作原理。

### 3.1 主程序模块

图 4 为主程序模块工作流程。

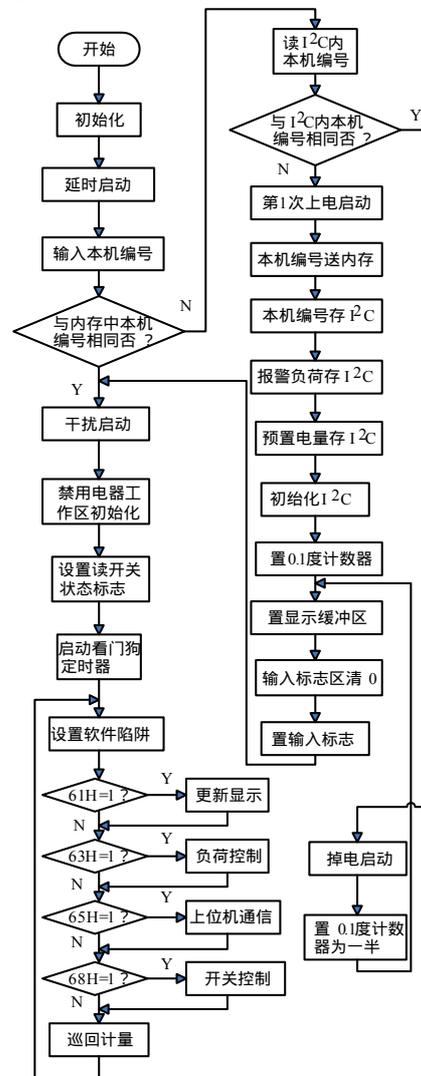


图 4 软件流程

主要执行以下功能:

- (1)初始化。
- (2)系统分 3 种方式启动:  
上电启动:系统第 1 次启动;

掉电启动：系统停电或重新上电后启动；

干扰启动：系统由于受到干扰等，由看门狗电路复位后启动。

(3)定时显示中断工作。程序启动后，定时显示中断开始工作。中断定时时间为 1.67ms。系统每响应一次中断，显示器显示一位数字。同时启动 3s 定时器与 30s 定时器。若 3s 定时时间到，则置更新显示缓冲区标志 61H；若 30s 定时时间到，则置用电负荷检查标志。

(4)通信中断工作。程序启动后，串行通信中断开启。若判断上位机呼叫本机，则在中断处理程序中置位通信数据处理标志 65H，否则该标志清零。

(5)显示更新。主程序依据 61H 标志(3s 定时到否)决定是否更新显示缓冲区数据。每个房间显示信息保持 3s 时间。

(6)负荷控制。依据 63H 标志(30s 检测周期到否)决定是否检查用电负荷，根据负荷状态决定对用电房间进行警告判断或惩罚性关断。

(7)与上位机通信。依据 65H 标志(是否呼叫本机)决定是否与上位机继续通信。

(8)开关控制。依据 68H 标志(房间开关状态)调用读开关状态标志到工作区，并打开、关断相应房间。

(9)巡回计量。主程序依据各房间入住状态(开关状态)进行巡回用电检测计量，16 个房间巡检完毕返回主循环重置软件陷阱继续运行。

### 3.2 负荷检测与控制

该程序可实现用电负荷的自动检测与开关控制，限制功率依用户要求可由电脑设定，具有成本低、使用灵活方便的优点。

本系统采用软件控制方式，实现对用电负荷功率识别与控制。对于使用超功率电器，系统检测后，自动关断该房间电源开关 30s，给以第 1 次警告，并由系统自动记录，30s 后系统恢复供电；若该房间停止使用禁用电器，则系统取消内部警告标志，正常供电；若该房间继续使用禁用电器，则系统查询前面的警告记录，若无警告标志记录，则说明该房间是第 1 次使用禁用电器，给以警告性关断电源，若该房间已有警告记录，则系统再次停电并不再恢复，需管理员处理后视情节决定是否送电。此功能不但消除了消防隐患，而且极大减轻了公寓管理员的负担。系统每 30s 对用电房间进行检测，读取当前表指针，计算瞬时流量，判断是否超负荷。

#### (1)定义瞬时流量

瞬时流量为前次表指针与本次表指针的差。设前次表指针为  $E1$ ，本次表指针为  $E2$ ，瞬时流量为  $L$ ，则  $L = E1 - E2$ 。

$L < 0$ ：计量不正常。

$L = 0$ ：说明此检测期间没有使用用电器。

$L > 0$ ：说明该房间使用用电器。

#### (2)计算瞬时流量差

设前次瞬时流量为  $L1$ ，本次瞬时流量为  $L2$ ，本次瞬时流量与前次瞬时流量差为  $C$ ，则  $C = L2 - L1$ 。

$C < 0$ ：用电负荷已减少。

$C = 0$ ：用电负荷保持不变。

$C > 0$ ：用电负荷增加，此时应检测所增加负荷是否大于限制值 6(即用电器功率是否超过 400W)，并根据上次检测处理结果作进一步处理(警告性断电或永久断电)。

#### (3)计算负荷报警值

本系统规定超过 400W 的用电器为禁用电器，禁止使用。

电能采集板的转换脉冲设计为 1 度电产生 1 600 个脉冲，即 1 600imp/kWh，可表示为

$$1\ 000W \times 3\ 600s \rightarrow 1\ 600$$

本系统负荷限制为 400W，检测时间设定为 30s，则可求得其瞬时流量对应的脉冲数  $\lambda$ 。

$$\frac{1\ 000 \times 3\ 600}{400 \times 30} = \frac{1\ 600}{\lambda}$$

$$\lambda \approx 6$$

## 4 结束语

本系统在电能采样电路设计中采用电位器进行精度调节的方式即简化了调试方法，又保证了测试精度；利用软件方式实现了负荷功率控制，降低了系统成本，减少了火灾隐患。该系统现已正常运行，各项指标均达到设计要求，并已获得市级科技进步三等奖。

### 参考文献

- 1 高 工. 用 AD7755 设计的低成本电能表[J]. 电子技术应用, 2002, (8): 69-72.
- 2 彭卫东, 胡敬全. 单相电子式电能表的窃电分析及防窃电措施[J]. 电测与仪表, 2004, (2): 30-31.
- 3 刘 军, 高 亮, 蔡振江. 单相全电子式防窃电电能表的研制[J]. 河北农业大学学报, 2003, 26(2): 93-96.

(上接第 204 页)

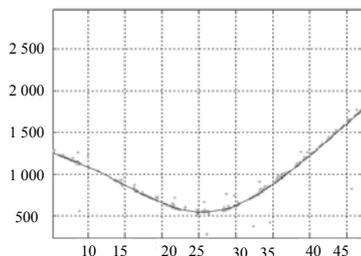


图 4 通过滑动容错及差分技术获得数据的估计

## 5 结束语

本文介绍的数据处理方法对于航迹数据粗差的识别与修

复提供了行之有效的技术手段。实例应用表明此方法对于处理含有斑点型异值的动态飞行数据有很好的效果，具有良好的工程使用价值。

### 参考文献

- 1 何照才, 胡保安. 光电测量[M]. 北京: 国防工业出版社, 2002.
- 2 何红丽, 任朴舟, 左益宏. 动态数据异值检测与修复[C]. 中国航空学会测试专业委员会学术年会, 2004.
- 3 胡 峰, 孙国基. 过程监控技术及其应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2001.
- 4 范金城, 胡 峰. 动态测量数据的抗扰性分析研究[J]. 数理统计与应用概率, 1996, 11(3): 244-248.