

空调智能节电器设计开发

刘墩东, 吴昌才, 韩 尧

LIU Tun-dong, WU Chang-cai, HAN Yao

厦门大学 自动化系, 福建 厦门 361005

"211" Fieldbus Control System Laboratory, Automation Dept., Xiamen University, Xiamen, Fujian 361005, China

E-mail: ltd@xmu.edu.cn

LIU Tun-dong, WU Chang-cai, HAN Yao. Design of air-condition intelligence electric-economized device. Computer Engineering and Applications, 2007, 43(18): 111-114.

Abstract: The air-condition intelligence electric-economized device is a new type of energy saving product which is developed for high-energy consumed refrigeration equipments, such as air-conditioner device and icebox, in household. This device saves the energy through optimizing the compressor's operating curve. Its hardware is made up of 89S52 processor, SC2272-M4 telecontrol decoding chip, switching power and so on, while the software is made up of initialization module, key code collection, key-press processing, parameters preservation, display module, and compressor control module. This device can be set the electricity-economized rate remotely. It can extend the life span of the air-condition by reducing the start-stop times of the compressors, and can effectively reduce the energy consuming of itself by using small and low-energy consumed switching power. Tested by the national household appliances' quality supervision and inspection center, this device's electricity-economized rate is 15%-45%, so it has a bright future of market application.

Key words: air-condition intelligence electric-economized device; MCU; decoding chip

摘要: 空调智能节电器是针对空调、冰柜等家用高能耗制冷设备而开发的新型节电器产品。它通过优化压缩机运行曲线,实现对空调、冰柜的节电控制。设计的空调智能节电器硬件由 89S52 处理器、瞬态型 SC2272-M4 遥控解码芯片、开关电源等部分组成;软件由初始化模块、键码采集、按键处理、参数保存、显示模块、压缩机控制模块等部分构成。该节电器可遥控设定节电率;并通过减少空调压缩机的启停次数,延长空调机的使用寿命;同时,采用小体积、低功耗的开关电源有效降低节电器自身耗电。该节电器经国家家用电器质量监督检验中心测试,节电率可达到 15%-45%,市场应用前景广阔。

关键词: 空调智能节电器;单片机;解码芯片

文章编号: 1002-8331(2007)18-0111-04 文献标识码: A 中图分类号: TP20

1 引言

随着能源价格的不断上涨,国家对节能的高度重视,人们的节能意识也在不断地提高,为节能产品带来了巨大的市场需求。空调用电占我国用电总量的 10%,如果能节约 20%的空调用电量,那么整个国家的能源消耗将减少 2%,在此形势下,市场上出现了多种类型的空调节电器。多数空调节电器舍弃原空调控制系统的控制保护作用,安全性差、故障率高。本文研制的空调智能节电器,通过优化空调压缩机运行曲线,充分利用空调节电器的剩余冷(热)量来提高制冷(热)效率,在提供舒适室温的同时实现节电效果,节电率可达到 15%-45%;同时,根据昼夜室外温差的不同,可通过按键或遥控器自行设定节电率,方便用户使用;另外,由于节电器降低了空调压缩机的启停次数,从而有效地延长空调设备的使用寿命。

2 空调节电器基本原理

2.1 空调压缩机制冷与运行机理

空调压缩机通常采用蒸汽压缩式制冷,属于相变制冷(汽

化)方法。其制冷系统主要由 4 大部件所组成(蒸发器、压缩机、冷凝器、节流机构),通过管路把这 4 个部件连结在一起。制冷剂在蒸发器—压缩机—冷凝器—节流机构—蒸发器中周而复始地循环,经历着汽化—压缩—凝结—节流—汽化的状态循环变化,从而把热量由低温的被冷却介质(如水或空气)转移到高温的冷却剂(冷却介质)中去。实现这种由低温到高温的热量传递的代价是在压缩机中消耗了功^[1]。

对于同一台压缩机,采用同一种制冷剂,其制冷量、轴功率、单位轴功率制冷量都是随着工况的改变而改变。

2.2 空调节电器节电原理

空调节电器是通过优化空调压缩机运行曲线,充分利用空调节电器的剩余冷(热)量来提高制冷(热)效率,具体体现在以下几个方面:

(1) 有效控制下限温度的电能消耗

压缩机运行在接近下限温度值时,空调整机温度升高,电流增大,消耗的电量增加,而此时制冷的温度下降很少或不再下降^[2],这时节电器自动发出控制信号以控制压缩机使其停止

运转,从而节约这一时段的电能消耗,并使压缩机系统得到有效的冷却。

(2) 充分利用余冷(热)

压缩机停止运行的这一时段内,空调系统内尚保存了部分剩余冷(热)气,室内的风扇并未停止工作,所以吹出来的还是冷(热)气,当系统内的剩余冷(热)气即将用完时,节电器自动发出控制信号,对压缩机进行有效的启动,如此循环,达到节电目的。

(3) 有效避免压缩机的频繁启动

压缩机是依据温度传感器进行工作的,当室内温度达到设定温度时,压缩机停止工作,当室内温度高于设定温度时,压缩机将始终运行,这样频繁启动,既浪费电能,又不能使压缩机得到有效冷却,影响了压缩机使用寿命。

3 空调节电器硬件设计

节电器硬件分为7个模块:MCU 模块、状态显示模块、参数设置模块、参数存储模块、电源模块、遥控模块、空调压缩机控制模块。系统框图如图1所示。

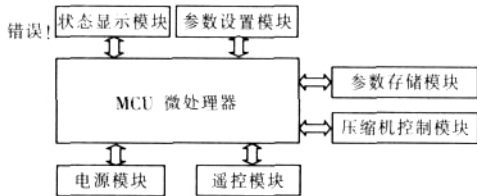


图1 系统硬件框图

3.1 MCU 模块

采用89S52单片机,此单片机与89C52完全兼容,并且性能上较之有所提升。89S52支持0 MHz~32 MHz的晶振,内部有8 KB的程序存储器,256 bit x8 bit 内部RAM,32个可编程I/O口,3个16 bit的定时计数器,8个中断源,内置看门狗电路,完全能满足功能要求。

3.2 状态显示及参数设置模块

节电器在运行时需要设置2个参数值:节电模式和节电率,控制模块将根据这两个参数对空调的压缩机进行控制,从而达到节电的目的。

在电路中设置了4个按键,按键A、B用于参数的设置,按键C控制节电器的起停,按键D控制空调压缩机的快速启动。电路中的两个数码管用来显示节电器的2个参数,4个发光二极管用来指示节电器及空调的工作状态(见图2)。

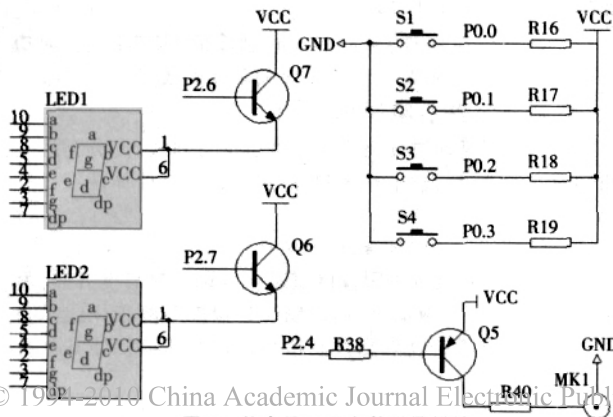


图2 状态显示及参数设置模块

3.3 参数存储模块(E²ROM)

Cat1161是集E²ROM存储器、精确复位控制器和看门狗定时器于一体的芯片。节电器的运行参数保存于Cat1161的E²ROM中,在节电器下次启动的时候将依据E²ROM中的参数工作。同时看门狗定时器将保证系统故障、程序跑飞或者电源出现问题的时候给CPU一个复位信号。Cat1161的一些相关技术参数:兼容400 kHz的I²C总线、操作电压范围为2.6V~7.0V、16 Byte的页写缓冲区、提供高低电平的复位信号RST与/RST、1 000 000次的编程/擦除周期。

3.4 电源模块

考虑到节电器的空间问题,不能采用通常的电源转换模块,为了获得5V和12V的工作电压同时为了节省制版的空间,本文采用了开关电源的设计。开关电源不仅体积较普通的电源模块小,而且损耗功率也较之普通电源少,开关电源的效率可以达到80%以上。开关电源的设计较为复杂,其中关键的技术为高频变压器的设计。根据空调节电器自身的功率消耗,本文设计的开关电源输出功率3W。

3.5 遥控模块(可选)

遥控器上有4个按键,功能与节电器上的4个按键相对应。节电器内部的解码芯片是SC2272-M4,属于固定编码遥控方式。SC2272是与SC2262配对使用的一块遥控解码专用集成电路,采用CMOS工艺制造,它最大拥有12位的三态地址管脚,可支持多达531 441个地址的编码。因此极大地减少了码的冲突和非法对编码进行扫描以使之匹配的可能。

SC2272的数据输出类型可分为锁存型和瞬态型。锁存型的SC2272-LX在接收到有效编码后将数据输出,并将数据一直保存到下一次接收到有效编码。而瞬态型的SC2272-MX在接收到有效编码后,只是将数据瞬间输出,接收结束后,并不保留。结合节电器上按键的特点,选择瞬态型的SC2272遥控解码芯片(见图3)。

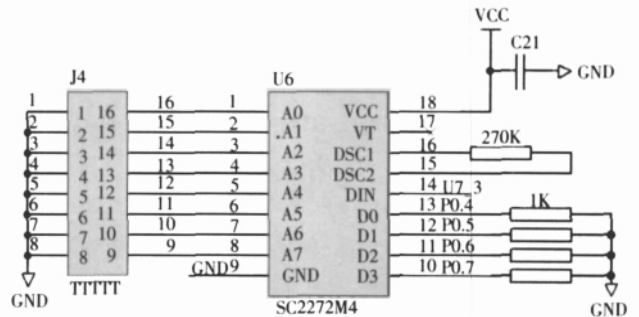


图3 遥控模块

3.6 空调压缩机动作控制模块

根据空调的运行特性及人体对温度的感适能力,通过一个继电器控制空调内压缩机的运行状态,从而调整了空调压缩机的运行曲线,达到调控温度及节省耗电的功能。此外,继电器只控制压缩机的运行状态,并不控制空调室外机的启停;所以,当空调压缩机停止时,空调的室外风机仍将工作,这样就能充分利用空调中的余冷(热),从而达到更好的节电效果(见图4)。

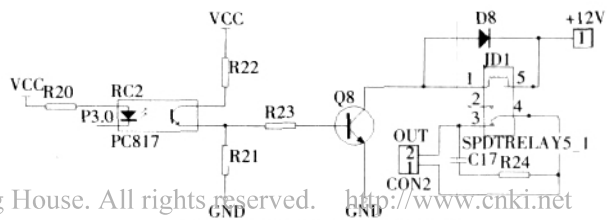


图4 空调压缩机动作控制模块

4 空调节电器软件设计

空调节电器对实时性要求不高,对程序运行时间的精确度也没有很严格的要求,因此本文采用 C 语言编程。程序用 C 语言编写可读性增强,同时维护较为方便。程序流程图如图 5。

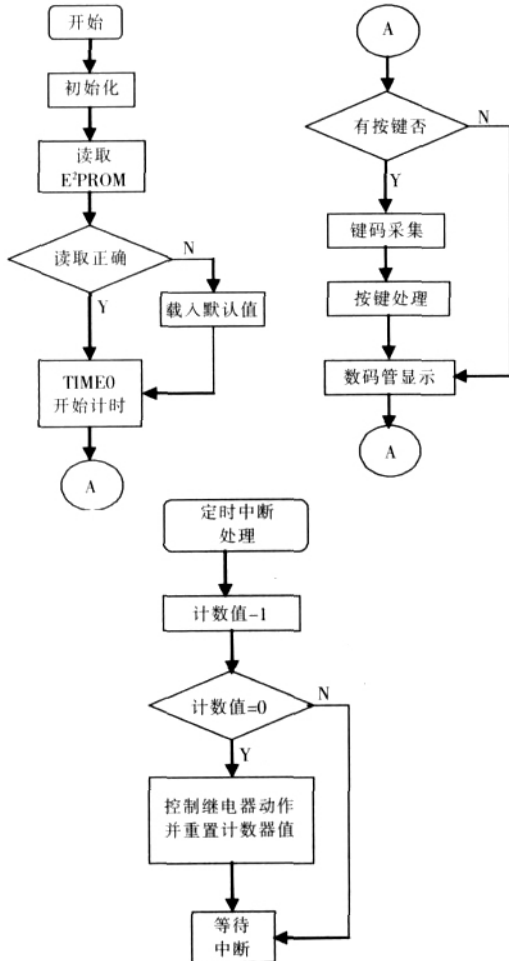


图 5 程序流程图

程序根据功能可分为 6 个模块: 初始化模块、键码采集、按键处理、参数保存、显示模块、压缩机控制模块。

4.1 初始化模块

上电复位后,系统立即执行初始化程序,其中包括对定时器 TIME0 的初始设置及读取 E²PROM 中的节电参数,并把节电参数赋给计数器变量,同时初始化显示数据,设定系统中断允许,启动 TIME0。

程序部分代码:

```
void initial()
{
    ...
    buzzer=0; //关蜂鸣器
    relay=1;
    TMOD=0x11; //初始化定时器 0
    TH0=0x4C;
    TL0=0x10;
    EA=1;
    ET0=1; //开定时器 0 中断
    ...
}
```

4.2 键码采集模块

电路中 4 个功能键(遥控器上的 4 个按键与其对应),程

序中采用循环查询的方式获取键码。键码采集的大致流程如下: 首先读进键值并判断是否为有效按键,然后延迟 10 ms,同时蜂鸣器响,再次读进键值,如果第二次读进的键值与第一次读进的一致则保存键值,转而去处理相应按键的功能操作。在键码采集子程序中,同时包含按键及遥控的采集程序。

程序部分代码:

```
void keycatch(void)
{
    ...
    P0=255;
    key1=P0;
    key2=key1;
    key1=key1;
    key1=key1&0x0f; //按键
    key2=key2&0x0f; //遥控
    switch(key2)
    {
        case 0x80: key2=0x0e; //按键 A
            break;
        case 0x40: key2=0x0d; //按键 B
            break;
        case 0x20: key2=0x0b; //按键 C
            break;
        case 0x10: key2=0x07; //按键 D
            break;
        case 0xc0: key2=0x0c; //复合键 A+B
            break;
        default: break;
    }
    ...
}
```

4.3 按键处理模块

4 个功能键(A、B、C、D)的定义如下: 长按 A 键 2 s, 进入节电率设置状态, 设置完成后, 再按住 A 键 2 s, 退出节电率设置状态; 同时按下 A、B 两键, 进入节电模式设置状态, 设置完成后, 再同时按下 A、B 两键, 退出节电模式设置状态; 按下 C 键, 将快速启动空调; 按下 D 键, 在节电与非节电方式间切换。

程序部分代码:

```
void keysolve(void)
{
    ...
    if(NewKey==1)
    {
        NewKey=0;
        buzzer=0;
        switch(KeyData)
        {
            case 0x0e: //按键 A 处理程序
                break;
            case 0x0d: //按键 B 处理程序
                break;
            case 0x0b: //按键 C 处理程序
                break;
            case 0x07: //按键 D 处理程序
                break;
            case 0xc0: //复合键 A+B 处理程序
                break;
        }
    }
}
```

4.4 参数保存模块

当用户改变参数设置的时候,新的参数值将同时存入 E²PROM 中。电路中采用的 E²PROM 芯片是 Cat1161,在对 Cat1161 进行读写操作时最重要的是对读写时序的控制。

程序部分代码:

```
uchar rdcat1161(uchar addr)//RAM 数据读取子程序
{
    uchar temp;
    startx();
    wrbyte(0xa0);
    wrbyte(addr); //虚写
    startx();
    wrbyte(0xa1);
    temp=rdbyte();
    exitx();
    return temp; //返回读取值
}
```

4.5 显示模块

节电器上的 4 个 LED 指示灯、2 个数码管,根据节电器的节电率、工作状态动态显示相关信息,其中数码管采用动态扫描的方式显示。

程序部分代码:

```
void display(void)
{
    P1=DisplayData[0]; //输出低位数码管显示数据
    Hc574CLK=0;
    Hc574CLK=1;
    Digtron1Select=1;
    delay10 ms(); //延迟 10 ms
    P1=DisplayData[1]; //输出高位数码管显示数据
    Digtron1Select=0;
    Hc574CLK=0;
    Hc574CLK=1;
    Digtron2Select=1;
    ...
}
```

4.6 空调压缩机控制模块

空调压缩机控制集成在 TIME0 中断处理中,当 TIME0 的计数值为 0 的时候,CPU 将对继电器发出相应的指令,从而控制空调压缩机的启动。

程序部分代码:

```
void timedelay0(void) interrupt 1
{
    if(time1==0)
    {
        relay=0; //断开继电器
        WorkState=2;
        time1=WorkTime[1];
        led1=1; //置 LED 指示灯状态
        led2=0;
        led3=0;
        led4=1;
    }
    ...
}
```

5 检测实验

本节电器经国家家用电器质量监督检验中心检测,报告编号:WLz-05-085。

令节电率为 η ,节电表读数为 P_1 ,非节电表读数为 P_2 ,则节电率计算公式为:

$$\eta = \frac{(P_2 - P_1)}{P_2} \times 100\% \quad (1)$$

5.1 制热状态节电检测

选用海信 KFP-33G 型空调,房间面积 20 m²。节电器节电率设置为 25%,空调设定温度为 21。室内初始温度 16,室外温度 10,检测结果见表 1。

表 1 制热节电率检测结果

测试状态	测试结果		
	检测时段总耗电量/kWh	检测时段平均每小时耗电量/kWh	检测时间
节电状态	1.83	0.48	8:20~12:07
非节电状态	3.01	0.79	8:20~12:10

由表 1 可知,在节电运行状态下,空调机约 4h 耗电 1.83kWh。在非节电运行状态下,空调机约 4h 耗电 3.01kWh。

由公式(1)可知,制热节电率= $(3.01-1.83)/3.01 \times 100\%=39\%$ 。

5.2 制冷状态节电检测

选用奥克斯 KFR-32GW 型空调,房间面积 10 m²。节电器节电率设置为 20%,空调设定温度为 23,室内初始温度 28,室外温度 31,检测结果见表 2。

表 2 制冷节电率检测结果

测试状态	测试结果		
	检测时段总耗电量/kWh	检测时段平均每小时耗电量/kWh	检测时间
节电状态	3.30	0.825	9:30~13:30
非节电状态	4.32	1.080	9:48~13:48

由表 2 可知,在节电运行状态下,空调机 4 小时耗电约 3.3kWh,在非节电运行状态下,空调机 4 小时耗电约 4.32 kWh。

由公式(1)可知,制冷节电率= $(4.32-3.3)/4.32 \times 100\%=23.6\%$ 。

检验结论:通过对比测试,该空调智能节电器节电率可达到 15%~45%。

6 结束语

本文设计的分体式智能空调节电器,通过优化空调压缩机运行曲线,可实现空调、冰柜的节电功能。同时,可遥控调节空调设备的节电率;并通过减少空调压缩机的启停次数,以延长空调的使用寿命。该节电器可靠性高,节电效果显著,有良好的市场应用前景。(收稿日期:2006 年 8 月)

参考文献:

- [1] 陈在康.空调过程设计与建筑节能[M].北京:中国电力出版社,2004.
- [2] 李金川.空调制冷自控系统运行与管理[M].北京:中国建材工业出版社,2002.
- [3] 刘泽华.空调冷热源工程[M].北京:机械工业出版社,2005.