

文章编号:1007-2853(2010)01-0054-04

一种单相异步电动机转速控制方法的研究与实现

翟玉文, 刘 刚

(吉林化工学院 信息与控制工程学院, 吉林 吉林 132022)

摘要: 针对单相电容启动式异步电动机调速中变频调速法不适用, 而调压法不适于大范围调速的情况, 提出了通过减少交流电源周期波以控制单相电容启动式异步电动机转速的方法. 给出了单相异步电动机转速控制主电路及控制电路系统框图, 介绍了以 MSP430F413 单片机系统为核心的转速控制系统硬件设计及程序设计实现方法.

关键词: 单相异步电动机; 转速控制; 减波算法; MSP430 单片机

中图分类号: TP 343.1

文献标识码: A

异步电动机是由流经定子线圈的交流电流产生旋转磁场驱动转子转动的, 其调速方法主要有变频调速和定子调压调速^[1-3]. 变频调速是通过改变定子线圈所加交流电频率从而改变旋转磁场转速实现调速的; 定子调压调速是通过降低定子线圈所加电压以减小电流、减弱磁感应强度, 增大转差率实现调速的. 单相电容启动式异步电动机的旋转磁场由定子中主线圈和串有电容的启动线圈产生. 由于改变定子所加交流电频率将改变启动电容的容抗, 因此变频调速法不适用于单相电容启动式异步电动机调速; 而定子调压调速法在增大转差率的同时也将增大转子电流, 不适合大范围调速. 本文提出了离散减波法单相异步电机调速的原理和实现方法, 具有电路简单、成本低、调速范围宽等优点.

1 系统总体设计方案

单相异步电动机转速控制主回路及控制电路系统框图如图1所示. MSP430 单片机是核心控制

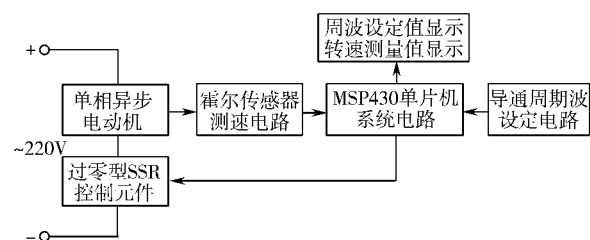


图1 单相异步电动机转速控制系统框图

器件; 由拨码盘输入导通周期波设定值, 单片机发出周期波通、断控制信号; 由过零型 SSR 控制元件控制电机供电主回路的通、断周期波数; 由霍尔传感器采样电机转速信号, 单片机测速并显示电机转速.

过零型 SSR 控制元件内部结构图如图2所示. 当输入端加有效控制信号时, 过零型 SSR 要等到交流电压过零时才开启导通. 当输入信号撤消时, 可控硅在小于维持电流时关断, 其对主回路交流电压的控制波形图如图3所示.

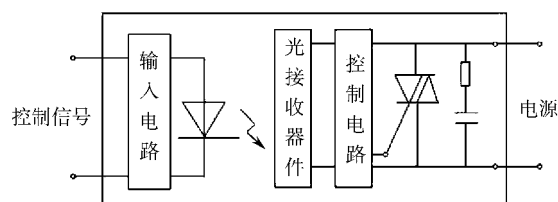


图2 过零型 SSR 控制元件内部结构图

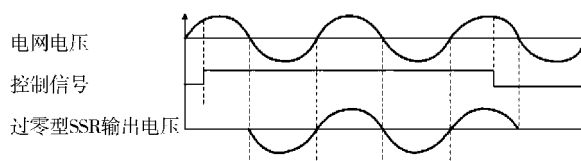


图3 过零型 SSR 控制的交流电压波形图

2 单相异步电动机转速控制系统硬件设计

单相异步电动机转速控制系统电路如图4所示

收稿日期: 2009-10-20

作者简介: 翟玉文(1965-), 男, 吉林省吉林市人, 吉林化工学院教授, 硕士, 主要从事检测技术与自动化装置方面的研究.

示.以 MSP430F413 单片机作为系统控制单元,外配 32 768 Hz 晶振、复位电路、LCD 显示屏构成单片机小系统^[4],完成离散分布关断周期波控制信号的产生、电动机转速的测量及显示.单片机 P6 端口和 P1 端口高 4 位接拨码盘,由拨码盘输入导通周期波数的设定值.采用霍尔传感器测量电动

机转速,由单片机 P2.4 端口输入霍尔传感器的输出脉冲信号.单片机 P1.2 端口输出高或低电平,控制过零型 SSR 控制元件的通、断,以控制加到电动机上的交流电压周期波数,实现电动机转速的控制.

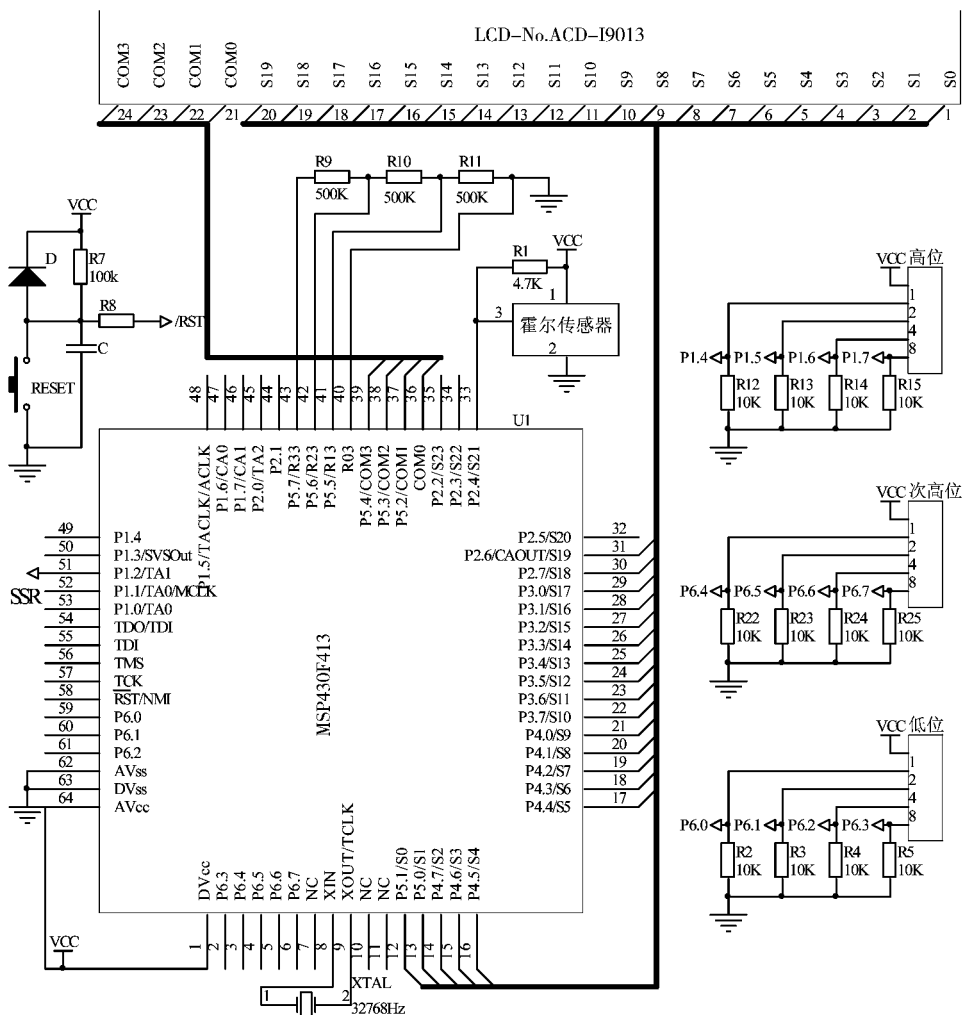


图4 单相异步电动机转速控制系统电路图

3 转速控制算法及程序实现

3.1 转速控制算法

单相电容启动式异步电动机旋转磁场由工频交流电产生,转速是常数值 3 000 r/min.利用电子开关将特定时段内的某些工频交流电周期波关断,在不影响交流电幅值和波形前提下,减少周波数降低旋转磁场转速,达到降低单相异步电动机转速的目的.为了消除连续关断周期波引起的电动机抖动,在特定时段内将关断的周期波离散分

布,利用电机转动惯性消除抖动.

转速控制算法:按设定调整周期总波数值的位数分段控制过零型 SSR 控制元件的通、断.具体如下:

1) 工频交流电周期为 20 ms,控制周期波数分辨率为 1/1 000,一个调整周期的总波数值为 1 000,设定的调整周期为 $1\,000 \times 20\text{ ms} = 20\text{ s}$.导通周期波数值范围是 100 ~ 1 000 个周期波.

2) 将 1 000 个周期波的调整周期时段分为 100 个分时段,即每个分时段含十个周期.其中 90 段按百位数调整,9 段按十位数调整,1 段按个位

调整. 设百位周期波设定值为 n_2 、十位设定值为 n_1 、个位设定值为 n_0 , 导通周期波数为 $m = (n_2 + 1) \times 90 + (n_1 + 1) \times 9 + (n_0 + 1)$, 导通周期波数最小值为 100, 最大值为 1 000. 例如拨码盘输入数值为 723, 则 $m = 8 \times 90 + 3 \times 9 + 4 = 751$.

此种分段方法存在两个缺点: 其一, 拨码盘输入数值不是实际导通的周期波数; 其二, 存在数据重叠点. 如输入数值为 99 时导通的周期波数为 199; 而输入数值为 100 时导通的周期波数仍为 199. 虽然分段控制算法存在上述缺点, 但不影响其单调性, 同时极大简化了程序设计. 因此, 在程序设计时被采用.

3) 将个位数调整段、十位数调整段和百位数调整段离散穿插分布, 以便离散分布关断周期.

3.2 转速控制算法的 C 程序设计

按分时段离散穿插分布编程思路如下:

1) 单片机 20 ms 定时中断, 设中断计数变量 cont 每次加 1, 加至 1 000 回 0;

2) (cont) 十位和百位 = 0, 按输入个位数调整关断周期;

3) (cont) 十位和百位 = 10、20、30、40、50、60、70、80、90, 按输入十位数调整关断周期;

4) (cont) 十位和百位 < 100 的其余数, 按输入百位数调整关断周期;

5) 端口 P1.2 为过零型 SSR 控制元件的控制信号线, 输出“1”导通, 输出“0”关断. 单片机每次中断设置一次.

按分时段离散穿插分布后, 经实验验证若关断周期数多时仍然存在抖动现象. 因此, 将各分时段内部的关断周期再次离散化, 消除了抖动.

个位分时段内关断周期离散化 C 语言程序设计如下 (十位、百位分时段内离散方法与之相同)^[5-7]:

```
if(cont < 10) //十位和百位 = 0
```

```
{
    n_0 = j % 10; //
    j 拨码盘输入值, 取个位关断周期波数
    n_5 ++; //
```

```
n_5 记录十个 20 毫秒中断 控制段内十个周期的通、断
```

```
if(n_5 == 10)
```

```
{
    n_5 = 0;
}
```

```
switch(n_0)
```

```
{
```

```
case 0: if(n_5 == 5) {P1OUT |= BIT2;} //
```

```
第 6 周期一个高电平
```

```
else {P1OUT = 0x00;}
```

```
break;
```

```
case 1: if((n_5 % 5) == 0) {P1OUT |=
BIT2;} //第 0、5 周期两个高电平
```

```
else {P1OUT = 0x00;}
```

```
break;
```

```
case 2: if((n_5 % 4) == 0) {P1OUT |=
BIT2;} //第 0、4、8 周期三个高电平
```

```
else {P1OUT = 0x00;}
```

```
break;
```

```
case 3: if((n_5 % 2) == 0) {P1OUT =
0x00;} //第 1、3、7、9 周期四个高电平
```

```
else {if(n_5 == 5) {P1OUT = 0x00;}
```

```
else {P1OUT |= BIT2;}}
```

```
break;
```

```
case 4: if((n_5 % 2) == 0) {P1OUT =
0x00;} //第 1、3、5、7、9 周期五个高电平
```

```
else {P1OUT |= BIT2;}
```

```
break;
```

```
case 5: if((n_5 % 3) == 0) {P1OUT =
0x00;} //第 1、2、4、5、7、8 周期六个高电平
```

```
else {P1OUT |= BIT2;}
```

```
break;
```

```
case 6: if((n_5 % 4) == 0) {P1OUT =
0x00;} //除第 0、4、8 周期外七个高电平
```

```
else P1OUT |= BIT2;}}
```

```
break;
```

```
case 7: if((n_5 % 5) == 0) {P1OUT =
0x00;} //除第 0、5 周期外八个高电平
```

```
else {P1OUT |= BIT2;}}
```

```
break;
```

```
case 8: if(n_5 == 5) {P1OUT = 0x00;}
//除第 5 周期外九个高电平
```

```
else {P1OUT |= BIT2;}
```

```
break;
```

```
case 9: P1OUT |= BIT2; //十个高电平
```

```
break;
```

```
}
```

```
}
```

4 结 论

经单相电容启动式异步风扇电动机的实验验证,在 300 ~ 2 700 r/min 范围进行转速调整,风扇电机转速平稳,经长期连续运行过零型 SSR 控制元件无发热现象,实现了单相异步电动机的转速控制。此单相异步电动机转速控制系统电路设计简单、减速控制范围宽,可实际应用到单相电容启动式异步电动机调速系统中。

参考文献:

- [1] 陈伯时,陈敏逊. 交流调速系统[M]. 北京:机械工业出版社,1997.
- [2] 许振. 交流电动机变频调速技术的发展[J]. 微特电机, 2005(4):39-43.
- [3] 孙逊. 单相异步电动机常用调速方式浅析[J]. 微特电机, 2005(1):38-40.
- [4] 魏小龙. MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [5] 王德银,张晨. MSP430 系列单片机实用 C 语言程序设计[M]. 北京:人民邮电出版社,2005.
- [6] 刘玉宏. MSP430 单片机 C 语言和汇编语言混合编程[J]. 微计算机信息, 2003,19(10):56-57.
- [7] 胡大可. MSP430 系列单片机 C 语言程序设计与开发[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2003:25-36.
- [1] 陈伯时,陈敏逊. 交流调速系统[M]. 北京:机械工

Research and implementation of the new method of the rotation speed control for the single-phase asynchronous motor

ZHAI Yu-wen ,LIU Gang

(College of Information & Control Engineering ,Jilin Institute of Chemical Technology ,Jilin City 132022 ,China)

Abstract: Aiming at the situations in which both the variable-frequency speed regulation and the voltage regulation are not suitable for wide scope rotation speed control for the capacitor single-phase asynchronous motor ,this paper proposes the method which controls the rotation speed through reducing the cycle waveform of AC power supply. The block diagrams of the main circuit and control circuit of the method are given. Based on the single chip computer MSP430F413 ,the hardware and the method of software program design are introduced.

Key words: single-phase asynchronous motor;rotation speed control;down-waveform algorithm;MSP430