

应用小教授单板机进行交-交变频的速度控制系统

蔡 新 康

(精密机械工程系)

摘 要

本文叙述了移相变频的原理,以控制异步电动机的速度。小教授单板机是利用软件设备来完成逻辑控制的功能。在工业过程控制中,有时需要在广泛的范围内来调整电动机的速度。为此目的,本文提供了一台具有±75赫芝的交-交变频器,并详细地阐明了可控硅整流器的关断线路。

一、前 言

在现代化的工业中,交流变频装置是目前值得探讨与推广的一项新技术,它能改善系统性能,提高效率,扩大调速范围,减少工厂与设备的基建投资及维修费用。在高温、多尘及有腐蚀性气体的环境中,如轧机及其他生产机械的调速传动,原子反应堆铀棒的升降传动,人造卫星大天线的驱动中都有应用。交-交变频装置是将固定频率的交流电源直接变换成频率可调的交流输出电压。我国目前已在成都无缝钢管厂试制成50kw, 1/3工频的交-交变频装置,但其调频范围窄,且是硬件控制线路。本文所研究的是以三相电源为基础,以新的“移相变频”为原理,应用微机尽量用软件程序来代替硬件线路,完成逻辑无环流的控制,使输出频率超过电源频率达±75HZ,以便实现交流异步机的快速可逆,同时对关断线路作了较为详细的分析。现正在我校改装的数控车床的主轴传动中进行调试。

二、采用移相变频的理论分析

三相异步机中由定子电流所产生的旋转磁场速度 n_0 为:

$$n_0 = \frac{f_0}{p} \text{ 转/秒}$$

式中: p 为极对数,

f_0 为电源工频,

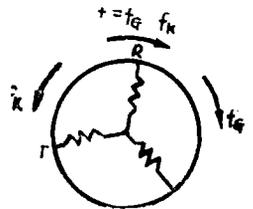


图 1

本文1985年9月18日收到。

电机每对极的旋转磁场速度 n'_0 为:

$$n'_0 = f_0$$

如果电机的定子绕组以等速度反旋转磁场方向旋转, 其每对极每秒的旋转速度为 f_k , 因此合成的相对空间的旋转磁场速度 f 为:

$$f = f_0 - f_k$$

同理如果电机顺旋转磁场方向旋转, 其合成的旋转磁场速度 f 为:

$$f = f_0 + f_k$$

利用空间旋转磁场速度的变化, 来实现异步机转子的调速。

当然实际上并不是使定子绕组作机械旋转, 而是通过图 2 所示的交-交变频主回路,

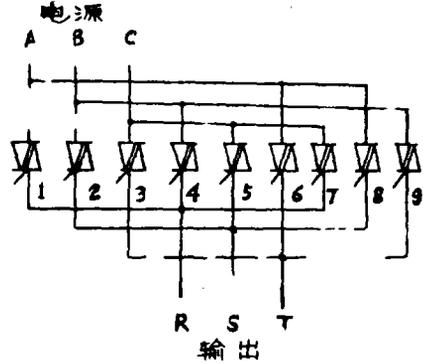


图 2

时 刻	导 通 的 双向可控硅	电源端与定子绕组端间的联接	附 注
t_0	1 2 3	A→R B→S C→T	
t_1	4 5 6	A→T B→R C→S	反旋转磁场转过120°电角度
t_2	7 8 9	A→S B→T C→R	又反转 120°电角度

使固定在电机槽内的三相绕组, 按 A B C 相序作等速移相, 从而实现电机定子绕组以等速度反旋转磁场方向旋转的目的, 这就是移相变频的基本原理。

必须指出, 当电机在同步转速以上运转时, 由于可控硅必须在电流小于维持电流的瞬间方能关断, 为此采用关断线路, 通过逻辑无环流的控制方式, 以强制换流来达到移相控制的目的。

f_k 来自环形计数器, 而推动环形计数器的振荡器频率 f_c 为:

$$f_c = m f_k$$

当变频器为半波输出时, $m = 3$; 当采用全波输出时, $m = 6$, 我们选用 $m = 3$ 。

与控制频率 f_k 相对应的环形计数器输出方波的宽度 W_k 为:

$$W_k = \frac{f_0}{f_k} \frac{2\pi}{m}$$

当变频器向交流异步机供电时, 其定子绕组每相的基波电势 E_1 为:

$$E_1 = 4.44 f W k_{0.01} \phi_1$$

式中: W 是每相绕组的匝数,

$k_{0.01}$ 是基波的绕组系数,

ϕ_1 是每极的基波磁通。

当每相绕组的电阻与漏抗为很小时,

$$U_1 \cong E_1$$

$$\frac{U_1}{f} = 4.44 W k_{0.01} \phi_1 \propto \phi_1 \quad (\text{即 } \frac{U_1}{f} \text{ 正比于 } \phi_1)$$

故在调频的同时需同时调整输出电压 U_1 , 以保持 ϕ_1 为恒值, 免得造成磁路过于饱和, 而形

成电机的过热。调整 U_1 的方法是改变移相器的移相脉冲角 α ，其中 α 与 U_1 的关系可通过试验列表存至内存中，然后用软件查表法来实现调速控制。

考虑到环形计数器的输出方波与移相器的输出方波间的配合，以确保无环流的逻辑控制，环形计数器输出方波的前沿最好有 30° 左右的延时。

三、连续移相交-交变频系统的方框图

给定的一路去决定 f_c 频率，由单板机中 CTC0 通道给定的时间常数来决定振荡器的振荡脉冲间隔，第一个脉冲来后，作为 CTC1 通道的起动脉冲，通过设定的时间常数，来决定延时的长短（约 30° 左右），同时产生环形计数器方波的上开沿，振荡器的第二个脉冲来时，一方面决定环 I 方波的下降沿（意即决定了环 I 方波的宽度），另一方面通过 CTC1 通道决定环 II 方波上开沿的延时，等振荡器的第三个脉冲来时，一方面决定环 II 方波的面降沿，另一方面通过 CTC1 通道决定环 III 方波上升沿的延时，等振荡器的第四个脉冲来时，即可决定环 III 方波的下降沿，如此周而复始，即可连续不断地产生环 I、环 II、环 III 的方波。环 I、环 II、环 III 三个方波是由 P10A 口的第 2 位、第 1 位及第 0 位输出。

图 5 是三相电流自然点之六脉冲发生器（其中包括同步锁定电路），在一个周期内连续产生六个脉冲，由第一个脉冲来起动 CTC2 通道工作，并由给定通过

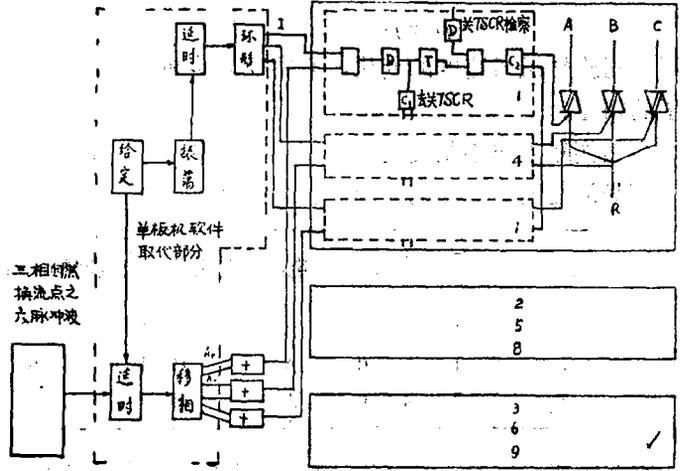


图 3

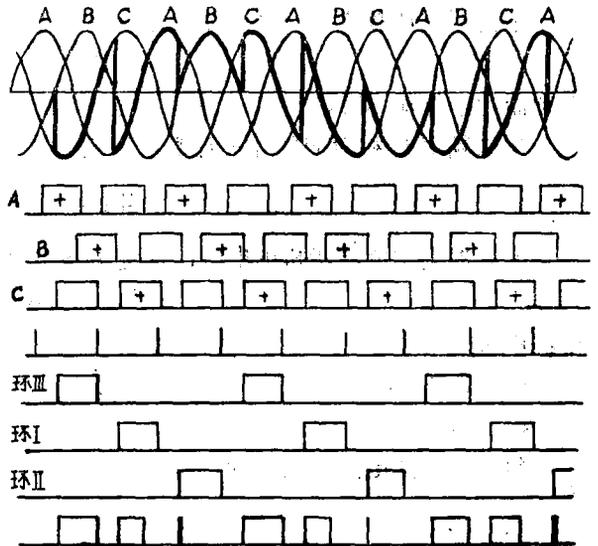


图 4

软件查表法来设定 CTC2 通道的时间常数,以此来解决移相脉冲角 α 所需的延时, CTC2 定时到,一方面产生移相器方波 A_+ 的上升沿,同时起动作 CTC3 工作,按 $150^\circ - \alpha$ 来设定 CTC3 的时间常数,以决定 A_+ 方波的宽度,同理由第二个脉冲产生 B_+ 的方波,第三个脉冲产生 c_+ 的方波,第四个脉冲产生 A_- 的方波,第五个脉冲产生 B_- 的方波,第六个脉冲产生 C_- 的方波,以此重复循环.此六个方波需通过 p10B 口的第 5 位,第 4 位,第 3 位,第 2 位,第 1 位及第 0 位输出.

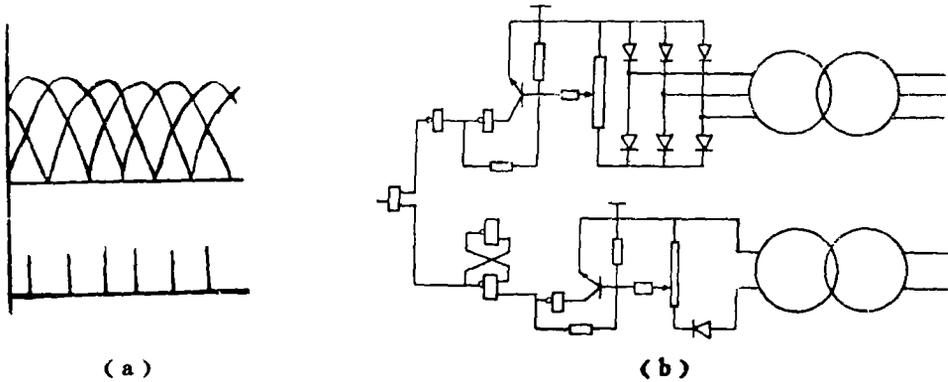


图 5

CTC 的四个通道在工作时,都会发出中断请求信号,如中断请求发生重叠时,按 0→3 的优先链排队进行工作.现按最严重的情况来考虑等待时间.

(1) 其中断子程序最长的为 10 条指令,每条指令按 10 个状态平均计算,需 100 个状态,总共约为 $56 \mu s$.

$$(2) \text{ 当 } f = -75\text{HZ 时, } f_k = f_0 - f = 125\text{HZ}$$

$$f_z = mf_k = 375\text{HZ}$$

振荡脉冲间隔:
$$t = \frac{10^8}{375} = 2666 \mu s$$

故 $56 \mu s$ 占 $2666 \mu s$ 中的 2.1%,可见这种等待只会对输出电压值略有影响,而对整个系统的工作不会有太大影响.

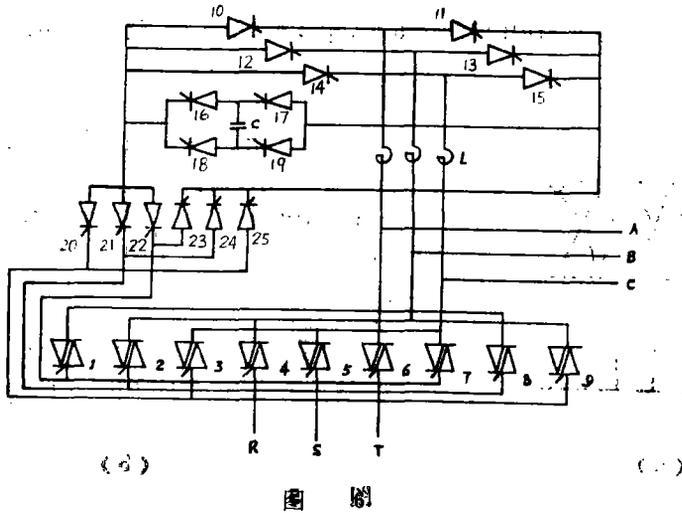
A_+ 、 A_- 通过或门得 A_z , 其和环 I 的方波相与,再通过微分电路 D 变成脉冲,此脉冲通过触发电路 C_1 使关断线路工作,强行关断主电路的双向可控硅,再经单稳 T 延时,同时检测到主电路的双向可控硅确已关断后的脉冲,二个信号通过与门,使另一套触发电路 C_2 去打开另一组的双向可控硅 (B_+ 与 C_1 的工作同上).从而来达到移相变频的目的.

四、采用关断线路来实现强行换流

关断线路的原理图见图六,其由

- 6 个可控硅 (10~15号) 组成辅助桥路;
- 4 个可控硅 (16~19号) 组成电容 C 的充放电回路;
- 6 个可控硅 (20~25号) 组成电流的配电回路;

如开始时因 17、18 号 SCR 导通而使电容 C 充电，极性为上+下-，充满电后，17、18 号 SCR 即自行关断，此时假定主回路是处于 A、B、C- 而双向 SCR 处于第一组工作（即 1、2、3 号双向 SCR 导通），此时触发器 C₁ 应产生脉冲：



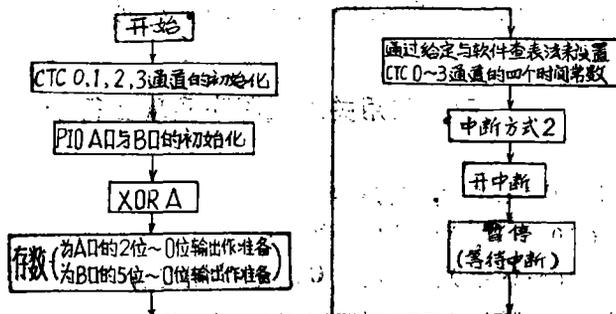
使 16、22、11、19 号 SCR 导通去关断 1 号双向可控硅，
 使 16、21、13、19 号 SCR 导通去关断 2 号双向可控硅，
 使 16、14、25、19 号 SCR 导通去关断 3 号双向可控硅。
 此时电源 A B C 间有短路，需依靠电抗器 L 来限流。

当 1、2、号双向 SCR 关断后，21、22 与 25 号 SCR 需等电容 C 放电至另左右即自行关断，而电容 C 仍会进行反向充电，其极性为上-下+，待电容充满电后，16、19、11、13 与 14 号 SCR 即自行关断，为下次工作做好准备。然后由触发器 C₂ 产生脉冲去打开第二组 4、5 及 6 号双向 SCR，以此类推即可达移相变频的目的。

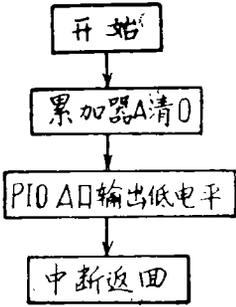
五、实现逻辑控制所采用的软件

采用小教授单板机的软件来取代图 3 中硬件线路的功能。

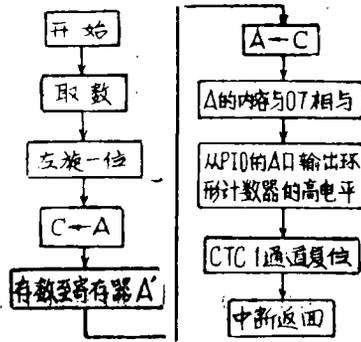
(一) 主程序



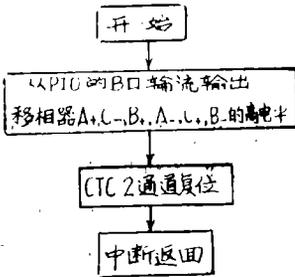
(二) CTC0 通道的中断子程序
(即振荡器部份)



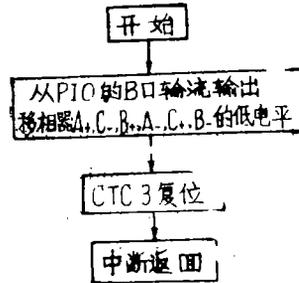
(三) CTC1 通道的中断子程序
(即延时部份)



(四) CTC2 通道的中断子程序
(即 α 角的延时)



(五) CTC3 通道的中断子程序
(即 $150-\alpha$ 的波宽)



六、小 结

采用新的“移相变频”原理所构成的宽变频范围的交-交变频系统在国内都处于试验室摸索的阶段，主要是关断问题不好解决，我们在前一阶段已使用小教授单板机来取代部份的逻辑控制单元，通过编程在 p10 的 A 口与 B 口上已能获得预期的环形计数器与移相器的波形。现正与主电路及关断线路配合起来，以控制数控机床的主轴无级调速。

参 考 文 献

- (1) 可控硅变频调速(专辑, 辑录), 科学技术文献出版社重庆分社, (1979),
(2) 可控硅相控变流器及变频器, 冶金工业出版社, (1982).
(3) 周明德编著, 微型计算机硬件、软件及其应用, 清华大学出版社, (1982).

The Speed Control System for Ac-Ac Variable Frequency Using Micro Professor Single Board Microcomputer

Cai Xinkang

Abstract

This paper describes the principle of changing frequency shifting phase for the control speed of an induction motor. The Micro professor single board Micro-computer implements performance of logic control using software structure. In industrial process control, it is at times necessary to adjust a motor's speed over a wide range. For this object, the paper presents a AC-AC frequency converter with $\pm 75\text{HZ}$ and in detail explains off circuit of silicon controlled rectifier.