

# 步进电机的单片机控制方法

宋 锦

(南京信息职业技术学院 江苏南京:210046)

**摘 要** 以四相步进电机为例,介绍了由 MC1413 驱动的电原理图,给出了四相步进电机的正转反转的程序设计流程图和程序清单。

**关键词** 单片机 步进电机 控制

**中图分类号**: TM301.2 **文献标识码**: A **文章编号**: 1671-3524(2006)03-0059-05

步进电机是机电控制系统中主要控制元件之一。具有快速启停、精确步进以及能直接接收数字量的特点,广泛用于自动控制系统、印字位置的控制及 XY 记录仪的无关控制等各个领域。步进电机实际上是一个数字/角度转换器,也是一个串行的数/模转换器,最适宜于用微处理器来控制,此法应用于

实验教学、科研中效果良好。

## 1 步进电机的工作原理

以四相步进电机为例。图 1 是一种四相可变磁阻型的步进电机结构示意图。这种电机定子上有八

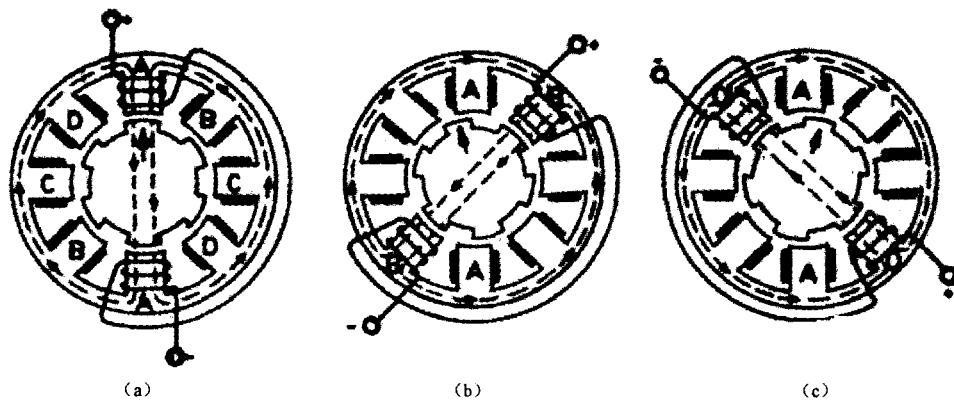


图 1 四相可变磁阻型的步进电机结构示意图

个凸齿,每一个齿上有一个线圈。线圈绕组的连接方式,是对称齿上的两个线圈进行反相连接,如图中所示。八个齿构成四对,所以称为四相步进电机。

当有一相绕组被激励时,磁通从正相齿,经过软铁芯的转子,并以最短的路径流向负相齿,而其他六个凸齿并无磁通。为使磁通路径最短,在磁场力的作用下,转子被强迫移动,使最近的一对齿与被激励的一相对准。在图 1(a)中 A 相是被激励,转子上大箭头所指向的那个齿,与正向的 A 齿对准。从这个位置再对 B 相进行激励,如图 1 中的(b),转子向反时针转过  $15^\circ$ 。若是 D 相被激励,如图 1 中的(c),

则转子为顺时针转过  $15^\circ$ 。下一步是 C 相被激励。因为 C 相有两种可能性: A-B-C-D 或 A-D-C-B。一种为反时针转动;另一种为顺时针转动。但每步都使转子转动  $15^\circ$ 。电机步长(步距角)是步进电机的主要性能指标之一,不同的应用场合,对步长大小的要求不同。改变控制绕组数(相数)或极数(转子齿数),可以改变步长的大小。它们之间的相互关系,可由下式计算:

$$L\theta = 360 P \times N$$

式中:  $L\theta$  为步长;  $P$  为相数;  $N$  为转子齿数。在图 1 中,步长为  $15^\circ$ ,表示电机转一圈需要 24 步。

收稿日期: 2006-06-26

作者简介: 宋 锦,女(1969~),南京信息职业技术学院计算机科学与技术系,讲师,工程师,研究方向:计算机控制。

## 2 步进电机的单片机控制原理

步进电机是数字控制电机,它将脉冲信号转变成角位移,即给一个脉冲信号,步进电机就转动一个

角度,因此非常适合于单片机控制。步进电机最大特点是,它是通过输入脉冲信号来进行控制的,即电机的总转动角度由输入脉冲数决定,而电机的转速由脉冲信号频率决定。步进电动机控制系统组成如图 2 所示。

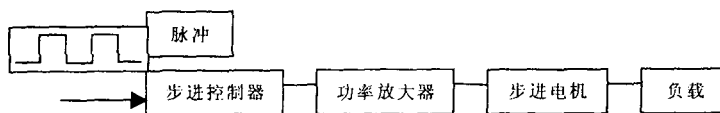


图 2 步进电机控制系统的组成

步进控制器的作用是把输入的脉冲转换成环型脉冲,以便控制步进电机,并能进行正反向控制。功率放大器的作用就是把控制器输出的环型脉冲加以放大,用来驱动步进电机转动。在这种控制方式中,

由于步进控制器线路复杂,成本高,因而限制了它的应用。若我们采用单片机代替步进控制器,问题将被简化,不仅降低了成本,而且提高了可靠性。单片机控制步进电机的原理图如图 3 所示。

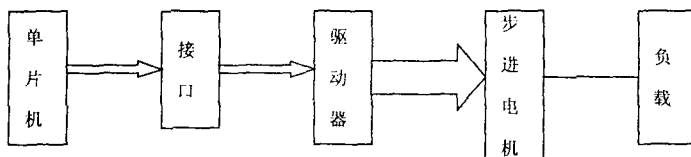


图 3 步进电机的单片机控制原理图

单片机的主要作用就是把并行二进制码转换成串行脉冲序列,并实现方向控制。步进电机的驱动电路根据控制信号工作,控制信号由单片机产生。

通电换相这一过程称为脉冲分配。例如:四相步进电机的八拍工作方式,其各相通电顺序为 A-AB-B-BC-C-CD-D-DA-A,通电控制脉冲必须严格按照这一顺序分别控制 A,B,C,D 相的通断。

### 2.1 脉冲序列的生成

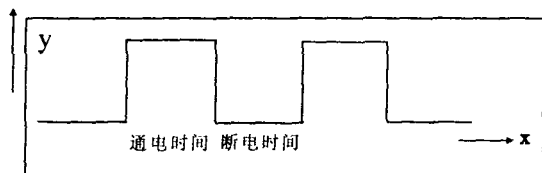


图 4 脉冲序列

在常见的接口电路中,多为 0~5V,接通和断电的时间可用延时的方法来控制。延时时间的长短由步进电机的工作频率决定,如图 4 所示。

### 2.3 控制步进电机的转向

如果给定工作方式正序换相通电,步进电机正转,如果按反序通电换相,则电机就反转。若各相通电顺序为 A-AB-B-BC-C-CD-D-DA-A 时正转,则各相通电顺序为 A-DA-D-CD-C-BC-B-AB-A 时反转。用单片机输出接口的每一位控制一相绕组,在图 5 中用 P1.0、P1.1、P1.2、P1.3 分别接至步进电机的 A、B、C、D 四相绕组。可以写出相应控制方式的数学模型,见表 1。

### 2.2 控制换相顺序

表 1 四相步进电机控制的数学模型

步序	控制位									工作状态	控制模型
	P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3D	P1.2C	P1.1B	P1.0A			
1	0	0	0	0	0	0	0	1	A	01H	
2	0	0	0	0	0	0	1	1	AB	03H	
3	0	0	0	0	0	0	1	0	B	02H	
4	0	0	0	0	0	1	1	0	BC	06H	
	0	0	0	0	0	1	0	0	C	04H	
	0	0	0	0	1	1	0	0	CD	0CH	
	0	0	0	0	1	0	0	0	D	08H	
	0	0	0	0	1	0	0	1	DA	09H	

### 2.4 控制步进电机的速度

如果给步进电机发一个控制脉冲，它就转一步，再发一个脉冲，它会再转一步。两个脉冲的间隔越短，步进电机就转得越快。调整单片机发出的脉冲频率，就可以对步进电机进行调速。

## 3 步进电机与单片机接口及程序设计

### 3.1 步进电机与单片机的接口电路

由于步进电机的驱动电流比较大，所以单片机与步进电机的连接都需要专门的接口电路及驱动电

路。接口电路是单片机内部的 I/O 接口或是可编程接口芯片 8155、8255 等。驱动电路可用大功率复合管或专门的驱动器 MC1413 等。为了抗干扰或为了避免一旦驱动电路发生故障，造成功率放大器中的高电平信号进入单片机烧毁器件，在驱动器与单片机之间可以加一级电隔离器。

### 3.2 步进电机程序设计

首先进行旋转方向的判断，然后按顺序传送控制脉冲即输出相应的控制模型和延时程序，再判断所要求的控制步数是否传送完毕。其程序设计见图 6 及表 2。

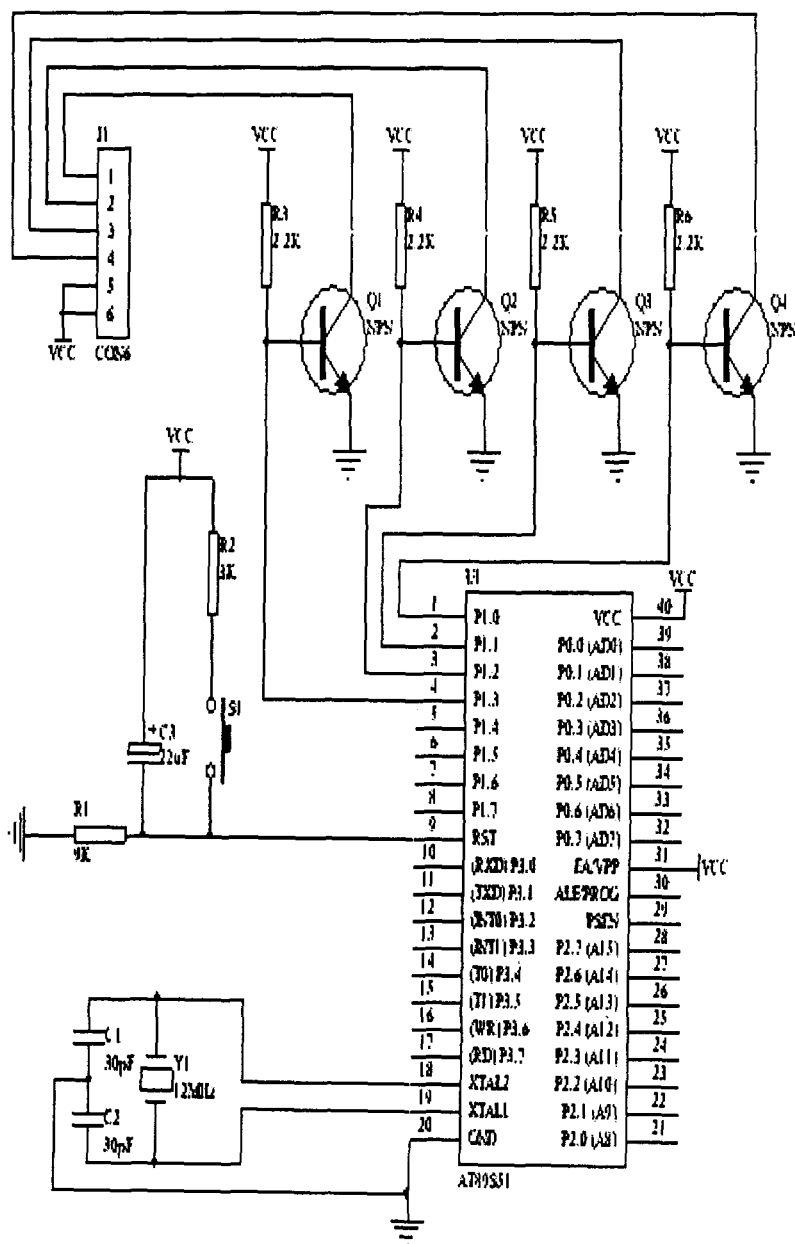


图 5 步进电机与单片机的接口电路流程图

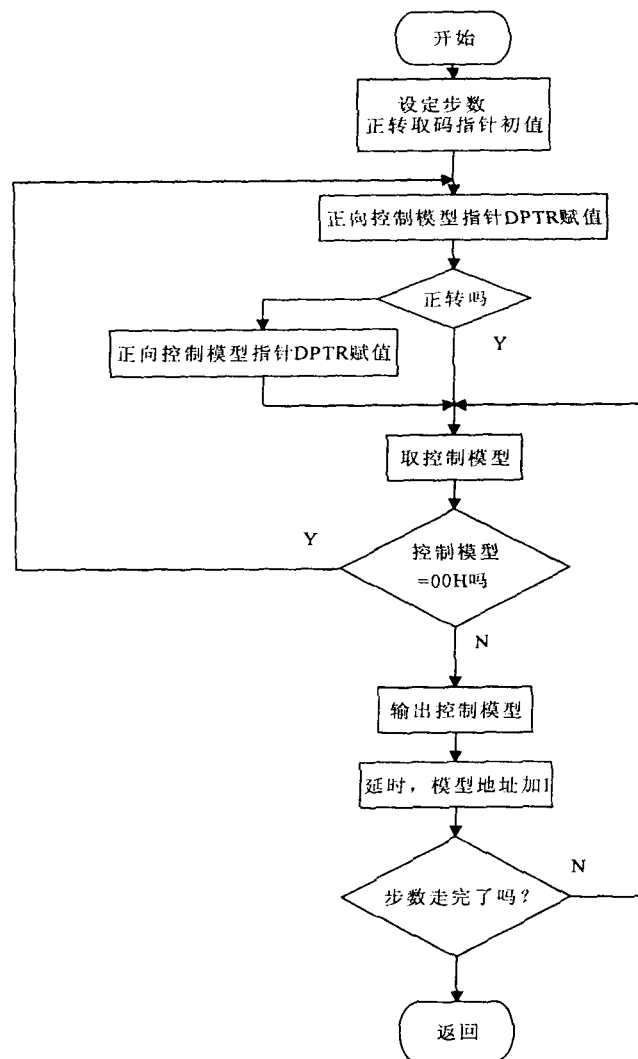


图 6 程序框图

表 2 程序清单

COUNT	EQU 200	;步数
	ORG 0000H	
MAIN:	MOV R0,COUNT	;步数送 R0
LOOP1:	MOV R1,#00H	
	MOV DPTR,#TAB	
	JNB 00H,LOOP3	
LOOP2:	MOV A,R1	;取控制模型
	MOVC A,@A+DPTR	
	JZ LOOP1	
	MOV P1,A	
	LCALL DELAY	
	INC R1	
	DJNZ R0,LOOP	
	RET	
LOOP3:	MOV A,R1	;反向控制模型
	ADD A,#09H	偏移量
	MOV R1,A	
	LJMP LOOP2	
TAB:	DB 01H,03H,02H,06H,04H,0CH,08H,09H,00H	;正向控制模型
DELAY:	DB 01H,09H,08H,0CH,04H,06H,02H,03H,00H(略)	;反向控制模型

总之,用单片机来控制步进电机可以解决传统步进控制器线路复杂,成本高的问题,既简化了线路,降低了成本,又大大提高了可靠性。使用起来极为方便。

#### 参考文献

[1] 余询,王建,张涛. 机电控制技术[C]. 中专机电技术应用学会,

1995.

[2] 赵松年. 机电一体化机械系统设计[M]. 上海:同济大学出版社,1990.

[3] 陈汝全. 实用微机与单片机控制技术[M]. 电子科技大学出版社,1993.

[4] 李秉操. 单片机接口技术及工业控制中的应用[M]. 陕西电子编辑部,1991. [5] 李广弟. 单片机基础[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2001.

## Discussion on Control of the Step-by-Step Motor through Single Chip Computer

Song Jin

**Abstract:** Taking a four-phase step-by-step motor as example, this article introduces the electrical circuit schematic diagram driven by MC 1413. It also presents the motor's clockwise and counter-clockwise programming flow chart and detailed list.

**Key words:** single chip computer; step-by-step electrical motor; control

(责任编辑:栗 晓)