

文章编号 :1671 - 6906(2005)02 - 0037 - 03

一种小功率步进电机驱动电路的设计与实现

苏义鑫,杨长圣,李 鹏

(武汉理工大学 自动化学院,湖北 武汉 430070)

摘 要: 步进电机驱动电路的核心部分是环形脉冲分配器.本文给出了一种两相永磁式步进电机驱动电路的设计方案.它包括基于 E^2 PROM 和可逆计数器构成的环形脉冲分配器以及由驱动芯片 L9110 构成的外围电路.该电路结构简单,可靠性高,可与单片机直接连接,对两相永磁式步进电机具有很好的驱动和控制能力.

关键词: 两相步进电机;驱动电路;环形脉冲分配器;可逆计数器

中图分类号: TM383.6 **文献标识码:** A

步进电机是数字控制系统中的一种重要执行元件,广泛应用于各种控制系统中.步进电机的驱动电路一般由两部分组成,一部分是数字逻辑部分,即环形脉冲分配器,它决定步进电机各项绕组的通电顺序.另一部分是功率放大部分,它提供步进电机所需要的功率^[1].步进电机的控制可以采用分立元件和专用控制器件^[2].采用分立元件控制电路复杂;利用专用控制芯片控制虽然电路简单,但仅适用于某一种相数的步进电机,而利用 E^2 PROM 实现步进电机的控制,则电路简单且适用于各种相数的步进电机,本文给出了一种基于 E^2 PROM 的小功率两相永磁式步进电机驱动电路的设计与实现方案.

1 系统组成

两相永磁式步进电机控制系统的框图如图 1 所示.

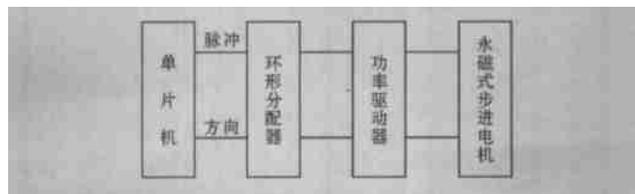


图 1 步进电机控制系统的框图

1.1 永磁式步进电机

步进电机是一种将电脉冲转化为角位移的执行机构^[3].当步进驱动器接收到一个脉冲信号,它就驱动步进电机按设定的方向转动一个固定的角度(步距角),它的旋转是以固定的角度一步一步运行的.可以通过控制脉冲个数来控制角位移量,从而达到准确定位的目的;同时可以通过控制脉冲频率来控制电机转动的速度和加速度,从而达到调速的目的.永磁式步进电机一般为两相,转矩和体积较小.本文选用 24B M24 两相永磁式步进电机,它的驱动电压为 8 V,步距角度为 $11.25/16$,减速比为 1/16.

1.2 基于 E^2 PROM 的环形脉冲分配器

步进电机和驱动电源是一个有机整体,其运行性能是两者配合的综合表象.步进电机的驱动电源受环形脉冲分配器的控制,并按通电顺序接通绕组,因此环形脉冲分配器是控制步进电机的关键部件^[4].

E^2 PROM 存储器是一种电可擦除的可编程只读存储器,这种存储器各地址的内容可以由使用者自行编程.用这种 E^2 PROM 可以搭成各种环形分配器,其基本思想是^[5]:首先结合驱动器线路按步进电机励磁状态转换表求出所需要的环形脉冲分配器输出状态表(输出状态表与状态转换表相对应),以二进制码的形式依次存入 E^2 PROM 存储器中,在线路中只要按照地址的正向或反向顺序依次取出地址的内容,则 E^2 PROM 的

收稿日期:2005 - 03 - 17

作者简介:苏义鑫(1965 -),男,湖北仙桃人,教授.

输出端即依次输出各励磁状态,用这种 E²PROM 搭成的环行分配器的原理框图如图 2 所示.

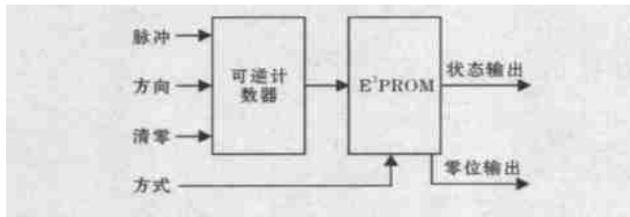


图 2 含有 E²PROM 的环形分配器

它由两部分组成,前一部分是一种可逆循环计数器,计数脉冲端即是控制电机运行的 CP 脉冲输入端,计数器的加减控制端即是作为控制电机正反转的方向控制端,如果高电平时计数器加计数,电动机正转,低电平时计数器则减计数,电动机反转.计数器的计数长度应等于电动机运行一个周期的拍数或拍数的整数倍.计数器的输出端接到 E²PROM 地址线上,并使 E²PROM 总是处于读状态,这样,对应计数器每一个输出状态,都对应计数器的一个地址,输出端数据线上就会出现该地址的内容,实际上也就是对应步进电机的一种励磁状态.我们事先按电动机励磁状态转换表的次序依次设计出驱动器各相输入端对应的输入状态,并存入存储器中.简单地说,存储器存入一个环形分配器输出状态表.计数器每输入一个脉冲,计数器计一个数,计数器输出计数值的二进制码,该数值选通存储器的一个地址,存储器输出一个数据,即是环形脉冲分配器的一个状态.如果计数器执行加法计数,则存储器按地址递增方向依次取出状态表的内容;反之,计数器执行减法计数,则存储器按地址递减的方向取出状态表的内容,从而控制步进电机的正反转.

1.3 驱动芯片

L9110 是为控制和驱动电机设计的两通道推挽式功率放大专用集成电路器件,将分离电路集成在单片 IC 中,使外围器件成本降低,整机可靠性提高.该芯片有两个 TTL/CMOS 兼容电平的输入,具有良好的抗干扰性;两个输出端直接驱动电机的正反转,它具有较大的电流驱动能力,每通道能通过 750~800 mA 的持续电流,峰值电流能力可达 1.5~2.0 A;同时它具有较低的输出饱和压降;内置的反向冲击电流,使它在驱动继电器、直流电机、步进电机和开关功率管的使用上安全可靠.

2 硬件电路

根据前面所介绍的设计思想,设计了 24BY24 的

驱动电路,原理图如图 3 所示.

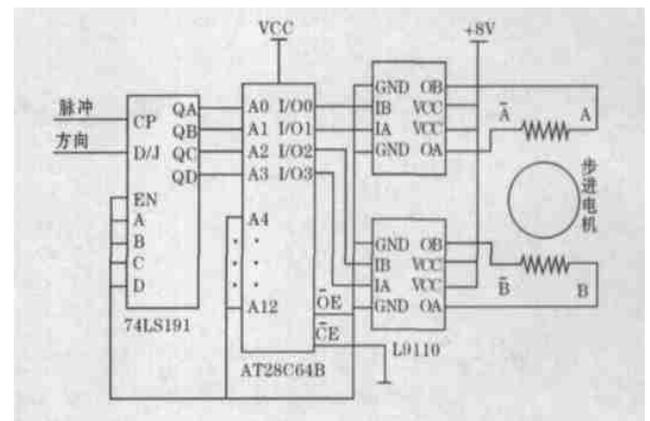


图 3 两相永磁式步进电机驱动电路图

它由可逆计数器 74LS191,电可擦除的可编程只读存储器 AT28C64B,驱动芯片 L9110 组成,脉冲和方向输入信号由单片机发出.两相永磁式步进电机的供电状态有两种,一种为两相四拍式,其通电方式为 A - B \bar{A} - B,另一种为两相八拍方式,其通电方式为 A - AB \bar{B} - B \bar{B} A - A \bar{A} B - B - BA,本文电路采用两项八拍通电方式.输入脉冲数与绕组通电的对应关系列于表 1 中,E²PROM 的地址从 0000H 开始.1 代表高电平,磁极绕组通电,0 代表低电平,磁极绕组不通电.

表 1 输入脉冲数与绕组通电对应关系表

脉冲计数	E ² PROM 地址 存储单元的数据		各相绕组通电情况: 1 - 通电,0 - 不通电 B \bar{B} A \bar{A}
	二进制 A ₃ A ₂ A ₁ A ₀	二进制 Q ₃ Q ₂ Q ₁ Q ₀	
1	0000	0001	0001
2	0001	1001	1001
3	0010	1000	1000
4	0011	1010	1010
5	0100	0010	0010
6	0101	0110	0110
7	0110	0100	0100
8	0111	0101	0101

从图 3 可知,计数器的 4 个输出端 QA, QB, QC, QD 对 E²PROM 的低四位地址线 A0, A1, A2, A3 进行选址,共有 16 个单元可以存放步进电机的 16 种励磁状态,对两相步进电机的八拍式可以存放两组励磁状态数据.当可逆计数器的 D/J 信号端输入为高电平时,可逆计数器进行加法计数,当可逆计数器的输出为 00H 时,由它选中 AT28C64B 的地址单元,输出 01H,去驱动 L9110 芯片的 H 桥,使步进电机的 A 相通电.当 CP 端的第一个脉冲到时,可逆计数器加 1 计数,选中 E²PROM 的 0001H 地址单元,输出 09H,步进电机的 A 相和 B \bar{A} 相通电.以此类推,根据表 1 依次导通步进电机

的不同相,实现步进电机的正转.同理,当D/J输入信号为低电平时,可逆计数器进行减法计数,通过连续给CP端发送脉冲可以实现步进电机的反转.同时我们还可以通过控制脉冲的发送频率来控制步进电机的转速;通过控制步进脉冲的个数,实现步进电机的定位.

3 步进电机驱动控制子程序流程图

根据图3可画出步进电机控制子程序流程图如图4所示.当D/J=0时,连续给环形脉冲分配器脉冲时可实现步进电机反转运行;当D/J=1时,连续给环形脉冲分配器时可实现步进电机的正转运行;且正反转的速度与所给脉冲的频率成正比关系.

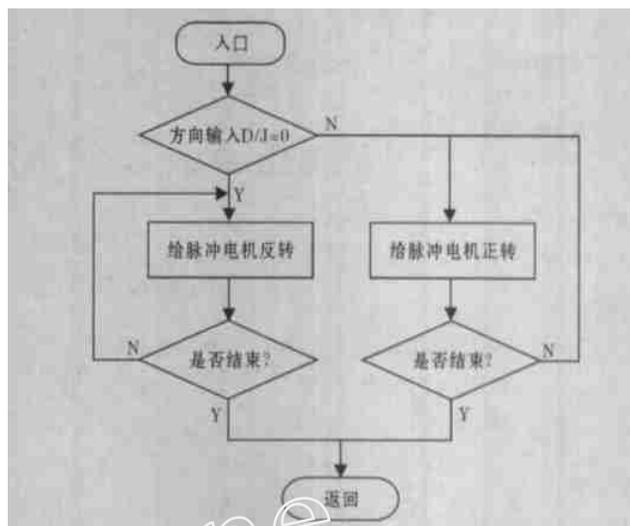


图4 步进电机控制子程序流程图

4 结 语

本文所设计的步进电机驱动电路结构简单,可以与微机直接接口,且接口简单只需要脉冲输入和方向输入两个控制信号,节省了软硬件开发时间.由于使用

了L9110驱动芯片,将四路控制信号集中在两片芯片上,减少了硬件的体积,提高了系统的可靠性.同时该系统调试方便,有利于系统运行维护,具有很好的应用前景,在数字式汽油发电机组,机器人控制等方面有较好的应用前景.

参考文献:

- [1] 李秀人,张建中.用 EPROM 设计的步进电机驱动电源的数字逻辑[J].沈阳航空工业学院学报,1995,12(4):49-52.
- [2] 王鸿钰.步进电机控制技术入门[M].上海:同济大学出版社,1990.
- [3] 张崇巍,李汉强.运动控制系统[M].武汉:武汉理工大学出版社,2002.
- [4] 高扬,徐景硕.用 EPROM 实现步进电机的控制[J].仪表技术,2001,6(3):47-48.
- [5] 刘宝延.步进电动机及其驱动控制系统[M].哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,1997.

The Design and Implement of a Low Power Stepping Motor's Driving Circuit

SU Yi-xin, YANG Chang-sheng, LI Peng

(School of Automation, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

Abstract: The kernel of a stepping motor driver circuit is the ring pulse distributor. A design scheme of two-phase step motor's driving circuit is presented in this paper. The circuit includes the ring pulse distributor based on EPROM and reversible counter and a periphery driving chip L9110. The circuit is simple and reliable, it can be directly connected with MCU and the interface with MCU is very simple, and it can drive and control the two-phase stepping motor well.

Key words: two-phase stepping motor; driving circuit; ring pulse distributor; reversible counter