

基于双压驱动的恒流斩波系统的设计

周韵玲

(深圳职业技术学院机电系, 广东 深圳 518000)

摘要: 恒流斩波电路中, 步进电机的驱动电压高, 绕组回路阻抗低, 电流上升较快。单一的恒流驱动电路在低频时绕组电流上升过快, 容易导致低频过冲振荡现象。为避免振荡, 本文采用双压驱动与恒流斩波驱动相结合: 低速运行时采用低电压供电, 低频过冲振荡小, 转动平稳; 高速运行时采用高电压供电, 高频输出扭矩大, 不易堵转。

关键词: 步进电机; 恒流斩波驱动; 双压驱动

中图分类号: TM3

文献标识码: A

文章编号: 1672-545X(2007)02

步进电机的驱动电源与步进电机是一个整体, 其性能好坏直接影响到整个步进电机控制系统性能的优劣, 因此国内外专家围绕步进电机驱动电路做了大量的研究开发工作。推出了一系列实用且性能优异的驱动电路, 如二十世纪六十年代末提出的高低压驱动电路, 但该电路在高低压转换时其电流波形在连接处存在一定的凹形缺陷。为改善高低压驱动电路的性能, 以提高输出转矩。七十年代中期又提出了斩波电路, 在恒流斩波电路中, 绕组电流在给定值上下成锯齿形波动, 有效电流相应增加, 电机输出转矩增大, 且绕组电流基本恒定, 电源效率较高, 因而获得了广泛地应用。但恒流斩波电路的驱动电压一般较高, 低频运行时有较为明显地振荡现象。因此本文采用高低压驱动与恒流斩波驱动相结合的方式: 低速运行时采用低电压供电, 低频振荡小; 高速运行时采用高电压供电, 高频扭矩大。在运行过程中高、低供电电压能够自动切换, 驱动电路效率很高, 实现了对步进电机输出位移和速度的高精度控制。另外在驱动级采用浮置驱动器件 IR2110 芯片来驱动 MOS 管, 因而可以省掉驱动电路中的浮置电路部分, 整个驱动电路大大简化。

1 恒流斩波驱动控制技术的原理

虽然各种驱动电路的解决方法各不相同, 但其目的大多只有一个: 不论电机工作在何种状态下, 都希望导通相的电流值能快速上升并保持在额定值, 而恒流斩波电路就可以很好地解决这个问题。该电路采用斩波技术, 把取样电阻上的电压检测值与给定的电压额定值都送入比较器进行比较, 其结果由比较器送出以控制桥臂上功率晶体管的开关: 当电压检测值高于给定值时, 比较器输出低电平信号, 门电路 IC1 输出低电平, 功率晶体管 T1 截止, 绕组电流通过续流二极管流动迅速衰减; 这样通过取样电阻上的电流也逐渐减小, 电压检测值也随着减小, 当电压检测值低于给定值时, 比较器输出高电平信号, 门电路 IC2 输出高电平, 功率晶体管 T1 导通, 绕组电流又开始迅速回升。上述过程不断重复, 使电机绕组中的电流在额定值上下成锯齿波形波动, 绕组电流基本恒定。该电路的优点是: 高频运行性能好、系统动态响应快、效率高、电机带载能力强; 缺点是低频振荡明显。其工作原理图如图 1:

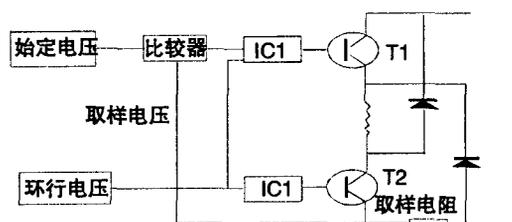


图1 驱动控制电路的工作原理

2 恒流斩波控制系统的设计

2.1 环行分配器电路

步进电机驱动电路的环行分配器设计一般有两种方法: 硬件法与软件法。在微型计算机出现以前, 步进电机的控制完全由硬件实现。其中环行分配器的设计就是由多个标准数字集成电路按照逻辑真值表组合而成的。在这种设计模式下, 不同类型的步进电机或不同的工作方式就需要配置不同的环行分配器。如果更换了电机类型或是改变了工作模式, 那么整个硬件电路就需要重新设计。现在随着单片机的迅速普及, 基于软件为核心的通用环行分配器获得了广泛的应用。此类环行分配器仅需更换不同的程序即可适应各种步进电机的脉冲分配需求, 无需大范围更改硬件电路, 因而具有极大的灵活性。环分电路如图 2。

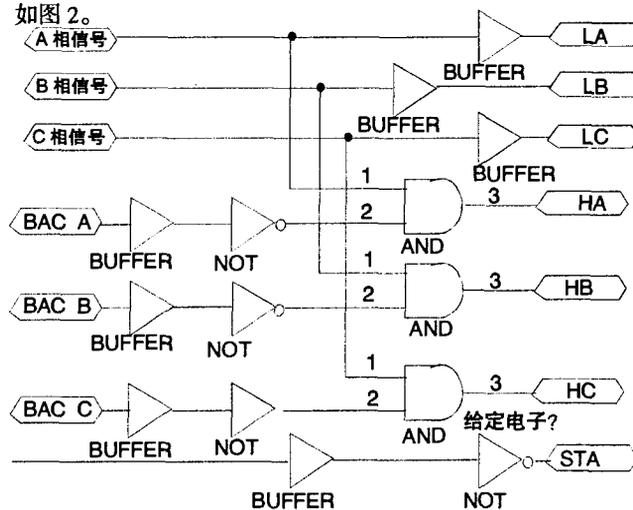


图2 环分电路

收稿日期: 2007-01-08

作者简介: 周韵玲(1975-)女, 安徽人, 深圳职业技术学院机电系讲师, 硕士, 主要从事工业自动化和智能建筑的教学以及研究与设计工作。

LA、LB、LC 连接于 IR2110 芯片的 LI 引脚,用于控制绕组低相的 MOS 管;HA、HB、HC 连接于 IR2110 芯片的 HI 引脚,用于控制绕组高相的 MOS 管;BAC_A、BAC_B、BAC_C 为比较器的反馈输出信号,经反相器后与各相绕组信号一起控制 HA、HB、HC 的通断。

2.2 高低压转换电路的设计

由于恒流斩波电路的驱动电压普遍较高,电机回路基本没有电阻,所以绕组电流上升很快。这样的电路有很大的优点:在高速运行时绕组电流上升很快,电机响应速度良好,电机的输出功率也比较大。但缺点也很明显:电机在低速运行时绕组电流上升过快,电流前沿过陡,容易造成转子在到达新平衡位置时产生过冲,低频振荡明显,严重时甚至会发生丢步现象。为了减小低频振荡,应使低速时绕组电流的上升前沿较为平缓,从而使转子在到达新平衡位置时不产生过冲现象,降低低频振荡;而在高速时应使电流有较陡的上升前沿以产生足够的绕组电流,以提高转子的输出功率。这就要求驱动器对绕组提供的电压应与电动机的运行频率直接相关:低频时采用低电压供电,高频时采用高电压供电。

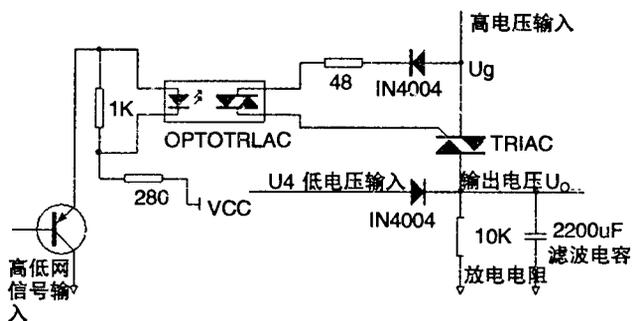


图3 高低压自动转换电路

图3所示为高低压自动转换电路:低速运行时,三极管的输入为高电平,晶体管截止,光耦不动作,可控硅的控制极为低电平输入,可控硅截止,从而高电压输入被阻止,最后输出为低电压;高速运行时,三极管的输入为低电平,晶体管导通,光耦动作,可控硅 TRIAC 的控制极输入为高电平,可控硅导通,从而高电压输出通道畅通,低电压输出被抑制,最后输出为高电压。

2.3 恒流斩波驱动电路的设计

VMOS 管的专用驱动芯片很多,其驱动性能良好,且具有电气隔离与保护等功能。美国国际整流公司(IR)生产的 IR2110 集成芯片采用门锁抗干扰 CMOS 工艺制作,具有独立的高端和低端通道,两路输出均具有滞后欠压锁定,其逻辑输入与标准 CMOS 兼容,浮置电源采用自举电路,电机供电电压可达 500V,输出电流可达 2A。芯片 IR2110 众多的优点给驱动电路的设计带来了极大的方便,尤其是其中的自举浮置驱动电源,极大地简化了驱动电路的设计。

为使步进电机在工作时其导通相电流在高、低频及锁定状态下都能维持在额定值,驱动电路的设计采用了恒流斩波电路。其 A 相绕组的驱动电路如图 4 所示,电路中大功率绝缘栅型 VMOS 管 T1、T2 和电机的 A 相绕组串联,T2 管源极与电压反馈取样电阻串联,并与地相连。当输入 STA 信号有效时,主控制器输出方波信号 HA、LA (图 2 中) 并送至图 4 中 HA、LA 输入脚。该信号经芯片 IR2110 放大并驱动 VMOS 管 T1、T2,从而 A 相绕组导通,其绕组电流迅速上升。当绕组电流升至额定

值时,反馈电压取样电阻上取得的电压值高于比较器的阈值,比较器输出高电平信号 BAC_A 反馈回图 2 电路中,通过反相器变为低电平,使输入 IR2110 (第 10 脚 HA) 的高端信号被关断,T1 管截止,即切断了输入电压。此时 A 相绕组产生的反向电动势通过续流二极管维持 T2 管导通,随着负载电流下降到额定值以下,反馈电压取样电阻上取得的电压值低于比较器的阈值电压,比较器 LM339 输出低电平通过反相器变为高电平,T1 管又导通,输入电压又加到电机绕组上,绕组电流又迅速上升。上述过程不断重复,绕组中电流成锯齿波波形在额定值上下微幅波动。

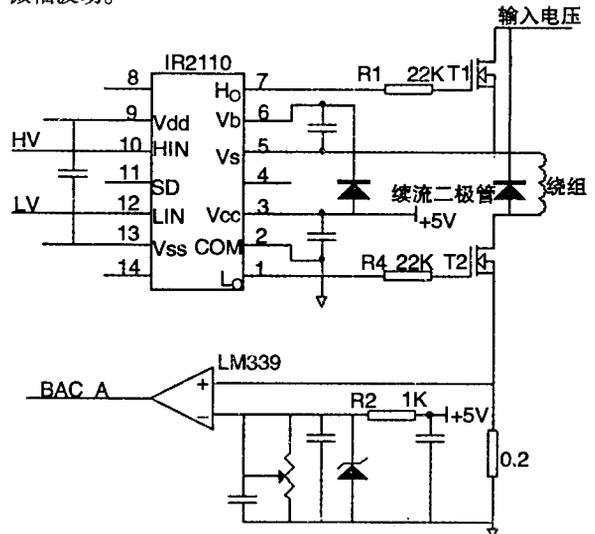


图4 A相绕组的驱动电路

在恒流斩波电路中,电机的绕组电流就可以恒定在额定值,不随电机的转速变化,从而可以保证在较宽的频率范围内,电机均可输出恒定转矩。电机另外二相的功率驱动电路全部接于图 2 的 HB、LB、BAC_B 和 HC、LC、BAC_C 上,组成了三相步进电机的控制器。如果负载为大功率步进电机,则电路中的比较器可改用斯密特迟滞比较器,并在比较器的输入端接上光耦,可实现功率电路与控制电路间的电气隔离,实现对主控制器电路的保护。

3 结束语

基于高低压供电方式的斩波电路既保留了斩波驱动电路的优点,又把步进电机的运行频率与供电电压直接联系起来,高频时使用高压供电,低频时使用低压供电,很好地消除了单一斩波电路低频振荡明显的缺点。利用集成芯片 IR2110 设计的驱动电路不仅电路简单可靠,而且工作稳定,其高端供电电压可达 500V,能驱动较大功率的步进电机。使用该电源驱动的步进电机,低速运行时振动小,转动平稳;高速运行时输出扭矩大,不易堵转。利用该电路建立起来的步进电机驱动控制系统高频响应好,电源效率高、输出转矩大、电机带载能力强,低频振荡基本消除。该设计较好地解决了单一恒流斩波电路低频振荡明显、高频输出力矩不足的问题,在实际应用中具有一定的参考价值。

参考文献:

- [1] 刘宝廷. 步进电动机及其驱动控制系统[M]. 黑龙江: 哈尔滨工业大学出版社, 1997.

(下转第 52 页)

水平,改善压力机的工作特性,是新一代成形设备的发展方向。国外发达国家已投入研制使用阶段,而目前国内这一技术尚比较落后。研制大容量、大扭矩、低转速交流伺服电机,改善大变负荷下交流伺服驱动系统的效率,开发新的传动机构以满足伺服控制和承载能力的需要是现阶段此项技术发展的关键所在。当前,交流伺服驱动压力机虽然能实现普通机械压力机所不能达到的许多压力成形工艺,但由于其没有能与机械压力机中的飞轮或液压机中的蓄势器相媲美的储能设备,尚不能用于大吨位的压力机中。

参考文献:

[1]

孙友松,张宏超.金属板材加工设备发展新动向[J].锻压技术,2004,

[2] (4):1-4.

- W. Voelkner. Present and future developments of metal forming: selected example. [J]. Journal of Material Processing Technology, 2000, (106): 236-242.
- [3] 赵升吨.机械压力机交流伺服电动机直接驱动方式合理性探讨[C].
- [4] 首届锻压装备与制造技术论坛会议论文集,2004.115-119.
- Fung R F et al. Fuzzy sliding mode controlled slider-crank mechanism using a PM synchronous servo motor drive [J]. International Journal of Mechanical Science, 1999, 40-41.
- [5] Ю.А.Бочаров.螺旋压力机[M].北京:机械工业出版社,1985.
- 夏思澍.电动螺旋压力机电机转子发热问题探讨 [J]. 锻压技术, 2003,(4):45-47.

Development of AC Servomotor Driving Mechanical Press

ZHANG Li-zhong, LIN Hong-qi

(Nanyang Institute of Technology, Nanyang Henan 473004, China)

Abstract: This paper analyzed the background of AC servo driving mechanical press. The characteristics and state-of-the-art of AC servo driving press are also summarized in the context. Large capacity, high torque and low RPM AC servo motor, high efficiency of AC servo driving system in severe variable load condition and new driving mechanisms expected to meet the requirements of servo driving and bearing capacity are the keys of this technology.

Key words: AC Servo Driving; Forming; Mechanical Press; Flexibility

(上接第 34 页)

[2] 徐德鸿,马皓.电力电子技术[M].北京:科学出版社,2006.

[3] 张军. AVR 单片机应用系统开发典型实例[M].北京:中国电力出版社,2005.

[4] IR 公司.HIGH AND LOW SIDE DRIVER[Z]. International Rectifier, 2000.

[5] IR 公司.电力半导体器件应用指南[Z].西安:西安电力电子研究所, 1999.

[6] 周明安,朱光忠,宋晓华,肖俊建.步进电机驱动技术发展及现状[J].机电工程技术,2005,3(5):50-53.

Design of Constant Current Cut Wave System Based on Double Power Driving

ZHOU Yun-ling

(Shenzhen Polytechnic, Shenzhen Guangdong 518000, China)

Abstract: In the driving circuit of permanent flow and cut waves technology, the current raise very quick for the impedance is low in the loop, which lead to obvious rush and shock on the rotor. A new driving technology is introduced in this paper to avoid the rush and shock, which combine double power driving and constant current cut wave driving. Low voltage is supplied in the low frequency, with a weak rush and smooth rotation; high voltage is supplied in the high frequency, with a high output torsion and a free rotation.

Key words: Stepping motor; Double power driving; Constant current cut wave