

反应式步进电机单电压驱动方式的改进设计

张敏 辛鹏
(中国空空导弹研究院 河南洛阳 471009)

摘要:传统的反应式步进电机单电压驱动方式电源效率低、运转噪音大,仅适用于小功率步进电机。针对单电压驱动存在的问题,从分析反应式步进电动机绕组中的电流入手,提出了基于单电压驱动方式的改进方案。该方案通过改变单电压驱动的通电方式,有效提高电源的使用效率,降低电机运转噪音。实际使用效果表明,此方法切实有效。

关键词:步进电动机 单电压驱动 反应式

中图分类号:F416.42

文献标识码:A

文章编号:1674-098X(2008)12(b)-0063-01

1 引言

步进电机因具有转子惯量低、定位精度高、无累积误差等特点,在现代工业中得到广泛的应用。单电压驱动是一种最简单的步进电机驱动方式,线路简单,可靠性高。但传统的反应式单电压驱动方式常常需要在绕组回路中串入功率电阻,这样大大降低了电源的使用效率,同时低速运行时伴随很大的噪音,这样就限制了单电压驱动的使用。本文从分析三相反应式步进电机的绕组电流入手,去掉了单电压驱动中绕组回路中串入的电阻,采用PWM形式对绕组供电,使单电压驱动具有与高低压驱动及斩波恒流驱动类似的特性,有效提高电源的效率,同时在降低电机的运转噪音方面也取得了较好的效果。

2 步进电机的各种驱动方式

步进电机驱动按供电方式分有单电压驱动、高低压驱动、斩波恒流驱动等。其中以单电压驱动硬件电路最简单。

2.1 单电压驱动方式

单电压驱动方式是指步进电机绕组上加上恒定的电压,这种驱动方式的电路相当简单,流经绕组中的电流以时间常数为指数规律上升,直到达到额定电流。当电机高速运行时,流经绕组的电流还未上升到额定电流就被关断,相应的平均电流减少而导致输出转矩下降。为改善高速运行的电机转矩特性,通常在连接电机绕组的线路中串联一个无感电阻来减少电气时间常数,同时成比例的增加电源电压以保持额定电流不变。单电压驱动电路的优点是电路结构简单、元件少、成本低、可靠性高。缺点是串入电阻将加大功耗,降低功放电路的功率,必须具备相应的散热条件才能保证电路稳定可靠的工作。所以这种电路一般仅适合于驱动小功率步进电机或

对步进电机运行性能要求不高的情况。

2.2 步进电机的其他驱动方式

高低压驱动是针对单电压驱动电源效率低而提出的一种驱动方式。有高低两种电压供电,绕组上电时先提供高电压,使绕组中的电流迅速建立,再改为低电压维持绕组中的电流,如图1.b所示。这样实现了步进电机驱动低频低功耗,避免了常用驱动电路低频损耗散大的缺点。

斩波恒流驱动通过对绕组中的电流进行检测,由电流的大小控制MOSFET管的开通与关断,达到稳定绕组中的电流的目的,维持转矩所需要的电流。与单电压驱动相比,力矩平衡,电机运转噪音较小。如图1.c所示。

3 各种驱动方式的探讨

电机运转所需要的转矩都是由电机绕组中的电流产生的,步进电机的控制归结到底都是控制电机绕组中的电流。电机绕组中的电流不仅要满足负载转矩的要求,而且换相时电流泄放速度要快,电流维持期要平稳。步进电机的各种驱动方法各有各的特点,最大的不同就是绕组中的电流。

3.1 各种驱动方式绕组中的电流比较

因为电机绕组是感性负载,通电后绕组中的电流不能立即上升。根据不同的供电方式可画出不同供电方式绕组中的电流,如图1所示。由图可见,各种驱动方式所不同的就是电机绕组中的电流,单电压及高低压驱动由于绕组中的电流变化较大,力矩不稳,造成电机的振动和运转噪音较大。而斩波恒流驱动是一种较理想的驱动方式,绕组中的电流较平稳,所以电机运转也较平稳,振动和噪音都较小。

3.2 改进型单电压驱动

传统的单电压驱动就是给三相绕组轮流通电。我们改进单电压驱动的思路就是使绕组中的电流能与斩波恒流驱动相似,这

是不容易做到完全一样的,但是却可以模仿它的通电方式。可以估算出负载转矩所需的电流,然后根据电机绕组的时间常数计算建立电流所需的时间。使一个周期内的通电时间大于建立电流所需的时间,建立电流后,绕组就改用PWM供电,维持绕组中的电流,这样可以减小发热,也可以使绕组中的电流稳定,减小反应式步进电机的运转噪音。

4 改进型单电压驱动软硬件设计

4.1 硬件设计

某系统控制需要同时控制两台是三相反应式步进电机36BF003。为了满足系统要求,选用Cygnal公司的MCU控制芯片C8051F020搭建了电机控制系统平台,图2为其中一个电机与单片机的接口电路。

单片机接受上位机的指令后,产生PWM信号经光耦隔离后,送入功率放大电路直接驱动步进电机。功率放大电路为最简单的单电压驱动,采用IFR840做场效应管。IFR840驱动功率小,工作剪度高、开关时间短,抗干扰能力强,其最大工作电流可达8A。

4.2 软件设计

软件设计主要思路是接受上位机指令,按照指令执行相应的电机动作,也就是按照一定的组合对相应的I/O口循环赋值,产生一定时序的PWM波控制电机运转,动作执行完成后,向上位机反馈运动部件的当前状态。

软件设计的关键运动部件的执行程序,就是确定PWM波的载波频率及控制时序。控制时序根据不同的运动组合来确定。而载波频率可根据负载状况及电机参数来估算,首先可根据负载转矩估算维持电机运转所需要的绕组电流,然后用电机绕组的电感和电阻计算出电机绕组的时间常数,从而估算绕组需要的通电时间。

结论

通过对步进电机单电压驱动方式的改进设计,使单电压驱动具有与高低压驱动和斩波恒流类似的特点,硬件简单,电路可靠。该方法的缺点是PWM波的载波频率不容易确定,可多试几次。该方法成功用于某成像装置中,带动旋转光楔运转,运转噪音与振动较原单电压驱动明显减弱,光楔运转平稳。

参考文献

[1] 哈尔滨工业大学,成都电机厂.步进电动机[M].科学出版社,1979.7
[2] 史敬灼.步进电动机伺服控制技术[M].科学出版社,2006.7
[3] 毕绍新.步进电机驱动控制的应用研究[D].天津大学硕士毕业论文,2003.10
[4] 王玉琳.一种实用型三相反应式步进电动机驱动器[J].微特电机.2007.3

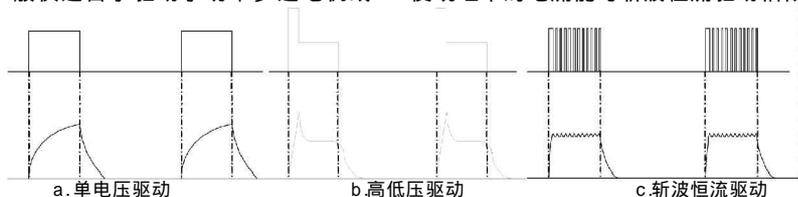


图1 绕组通电时电流波形

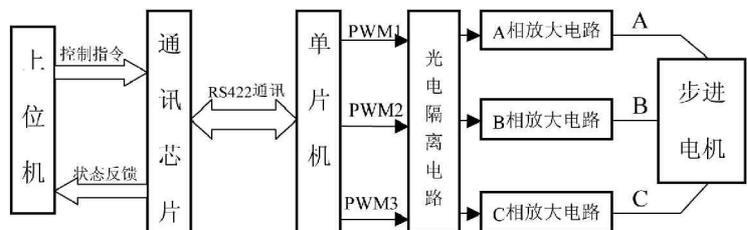


图2 驱动电路组成框图