

# 单片机在直流电机调速控制系统的应用研究

黄茂源

西北工业大学 陕西 西安 710000

**摘要:** 直流电机调速设计的主要目的,在于直流电驱动系统具备了优异的起动、制动特性,尤其适合于大范围的平稳调速,在很多需要调速的快速正反向的电气驱动行业中,也是获得了普遍的使用本文以AT89C51单片机控制器为核心,利用单片机,通过C语言编程实现了对直流电机的平滑调速。由于微机科学技术的进步,使多种控制系统特性和方法能够通过软件技术的实现,给直流电动机的控制系统带来了更多的弹性,从而使控制系统能够获得较好的稳定性。从而使控制系统能够获得更高的性能。通过单片机构成管理系统,能够节省人力和减少系统成本,进而有效的提升效率。

**关键词:** 直流电机; 单片机; 调速系统

## 引言

在我国直流电机已成为了现代企业的自动化体系、现代科学技术,以及现代军事装备中所不能缺少的关键元素,对直流电机的控制系统需求也愈来愈大,而过去的依靠由晶闸管控制整流器供电的调速系统,已经适应不了现代发展的需要了。今天,由于电气科学技术高速发展,直流电机的管理越来越多从模拟化向数字化,尤其是微机科学技术进展的日新月异,导致很多管理能力和方法能够通过软件来完成。

## 1 单片机的特性

目前,市场上最主要的单片机包括计数器、中央处理器、只读存储器、串行端口等,都可以对数据进行储存和管理等操作。单片机的系统设计并不复杂,所以在操作上也相对简单,而且在进行模块化管理上有明显成效。在应用中,单片机系统因为只有一个芯片,而且工作程序也不重复,所以在时钟上可以连续用到106-107而没有发生故障。由于它较为简单,所以在对信息的处理方面速度较快,处理信息的能力强大,可以很快满足操作条件。单片机尺寸较小,适合便携式电子产品的使用,加之它工作时所需要的电流较小,所以耗电量就会相对小。

## 2 直流调速系统的工作原理

单片机直流调压控制系统,针对直流电动机的平滑调压可以起到良好的作用。PWM系统是指利用控制恒定电流的直流电源开关频率,从而变化负载二端的电流,从而满足控制系统所需要的一个电流调节方式。在PWM驱动控制系统的电流调节系统中,按一个相对稳定的动作时间来接通和断开电源,或根据需要改变在每一个稳定动作时间中"接通"和"断开"时间的长度。利用改变直流电机

与电枢间电压的“占空比”来变化平均电流的多少,进而调节电机的速度。因此,PWM又被称为“开关驱动装置”<sup>[1]</sup>。直流电机调速控制器,主要是由硬件和软件二个部分所组成。硬件部分的设计前提是整个控制器工作的基础,它也是主要为软件提供程序运行的平台。

## 3 基于单片机的直流电机调速器控制电路设计概述

### 3.1 直流电机的电源

供电设计常为三相四线工频运行输入外,另配置双电源输出。二个输出中,其中的一个输出电路将作为可控整流,或作为直流电动机的电枢稳压输入。输出电流可记做:VOUT1,而额定功率记做:Pe,目前已知VOUT1的调值范围为[0, 250],单位取伏特(V);额定容量Pe的功率为4400w,即为额定电压220V和额定电流20A之积。直流电机的主要控制电路,常用元器件是三相全波整流带平波电抗器、续流二极管电路。引进了单片机主控单元之后,整个电动机信息采集流程、移相触发的电路控制、稳定电流以及控制整流等内容,全部都由单片机芯片作为中心的主控单位设计控制。若对输出电源电压的采样工作存在着途径差异,则由此使得调速设备的调节模式中有了恒压和恒流控制之分而双电源式输出系统的另一个输入输出回路将直接连接直流电机的励磁部分,并作为电磁传感器中的信号源。此电源电压的快速变化区间保持[0, 200]V,输出电流的峰值也达到2A以上。励磁电压的数值稳定性可以通过自耦变压器来进行调压,或者通过硅二极管桥式整流器整流获得。由上面的基本结构可以得知,在直流电机调速系统中的集成电路可以从以下三个方面的工作区间:三阶段式全波控制整流集成电路、单片微式计算机控制集成电路。

### 3.2 电机的转速和转向的控制

我们是通过一套光电系统来实现电机速度的测定的,利用在单位时间内的光脉冲个数,来完成对电动机速度的测量。电击两端所加电源的正负极性可以直接调节流过电机的电流,并以此改变电动机的运行方向<sup>[2]</sup>。基于这一控制原理,人们建立了由光电隔离器件构成的小功率直流电机转向的控制电路装置,将光电隔离开关分成A和B两个组,当高电压在低电压有效下将A组截断后,B组导通,流过直流电机的电流方向变化,电机反转,至此完成了电机反转方向的单片机微型算法控制系统。

### 3.3 晶闸管触发脉冲的产生及修正问题

直流电机的调速实际上就是调节电机两端电压横幅的平均值,该电压是由24V的交流电压经过晶闸管全波整流得到的,晶闸管全波整流装置触发电路的基本作用是,当向晶闸管控制极提供电流的时间确定的时候,把这个确定的时刻假定为 $\xi$ ,它是由多个因素决定的,与此同时,交流信号必须要与晶闸管触发脉冲同步,不然就会导致在确定的时刻向晶闸管失去控制。对提高晶闸管的触发电路的准确性和可靠性都有很大益处的是微机控制技术,它使得晶闸管触发电路具备智能自动识别的功能。值得一提的是可编程计数/定时器8253芯片的引用,它使晶闸管的触发电路控制更加灵活、准确,也更加可靠、简化、采样电路。

## 4 单片机系统调速器控制的三电路

### 4.1 三相同步取样电路

电路即使在模拟控制电路的过程进行时并没有改变取样方法,而仍然是采用维持对变压器采样的方式电网中同时出现了三种变压器,如果这三个变压器的系统硬件性能参数都不一样,将会导致对整个三相的零采样延时缺乏一致性,将在无形中增加了对电压证实有效性的难度从而导致信号图的显示上出现问题。在现阶段,工程设计中也应利用光耦技术来实现三相同步数据的取样功能,在集成电路的设计方案中,还必须明确集成电路的各部分结构,如光耦和RS触发器等,而三相同步采样电路中存在着相对稳定的结构可将六个光耦二十二成对后,用星形拓扑接法对接三相高电压信号端。当采样相电压接近零点,RS触发器就会及时发送数字信号至单片机微型机,这些频率点依次相对于三个相电中的各月亮度相变化,从而保证了高频和干涉之间的统一<sup>[3]</sup>。上述回路的设置时,都必须找好限流电阻,并定期地进行电流检测以找到正确择优的电流类型,这样就可以使采样回路中所获得的各种数据信号,所产生的相位延迟都近乎于无穷小。当然,通过采用光耦隔离和变压器隔离形式的采样电路设计,电路也增强了抗干扰能力,稳定性和可

靠性提高。

### 4.2 直流电机的单片机系统

直流电机的主单片机硬件构成一般都是由二块机芯,因此也可称作是主控与触发单片机,前者是主单片机功能的硬件主控,而后者则是触发功能的主单片机。本文中的新设计拟建单片机系统都将采用PIC系列,具有如下明显的功能优势和结构特征:哈佛总线结构、13个程序存储器、单周期、单字段的输入指令、防扰功能突出、内部集成了多路数模转换电路,因此能够比较精确的满足本文的设计单片机所需要在硬件选材中,以PIC系列中的PIC16C74为主控,以PIC16C71为触发,共同合作实现了设计单片机硬件核心。主控与触发单之间采用了三个数据线相连。当主控机接收到第三阶段的同步信号并反馈给输出电压信号以后,可通过比例积分和调节算法来设定触发移相角。对可选用的六触发点定时器来说,将触发单片机的命令输出经过三个数据连接线激四块触发单片机后执行触发命令,当触发机输出脉冲信号后可使用六片可控硅执行触发命令。

首先,单片机需要控制内部系统工作,从而可以利用对直流电的控制来完成电路控制。上述控制方式都要远远高于分离器件的控制方式,在转速控制中,也是对电动机控制的重点部分,当单片机上的驱动器接受了主MCU的程序指令以后,将检查接受到的加速或者减速数据,是否满足了电动机当前的工作条件,确定能否完成加速或者减速运算<sup>[4]</sup>。而加速控制则是根据对频率的控制而进行的,当单片机接受了加速指令后,就会控制频率的增加,当接受减慢指令时控制频率降倍。这样,可以通过电流频率的调整来控制发电机速度,也可以完成对发电机转速的控制。

### 4.3 可控硅触发电路

采用双脉冲触发信息,作为可控硅触发系统中的关键输入信息,可以在单击触发动作之后同时接触不同的二个可控硅,这样就提高了可控硅触发系统启动的可靠性程度。在可控硅触发集成电路中,其最主要的技术参数有:触发脉冲束频率为100kHz、在单脉冲周期中的占空比系数为50%、脉冲束长度为2ms。PIC单片机上插的针众多头,可发出脉冲信号后再进行功率放大,然后通过交流变压器进行隔离传输,最后传至可控硅门极上。要注意的:触发回路电源二端外电流均超过12V,而交流变压器副边的外电流均超过5V,总电流都处于0.1以上。

### 4.4 对软件部分的设计概述

按键扫描子程序、数字显示子程序和PWM数据生成子程序,是系统软件的三项主要组件。在电子产品设计

中,因为数字显示管通常是选用的双位管,所以子程序的表示方式为动态显示。在单片机的4个I/O接口上,我们使用了四个按键来分别检查它们的位置,因此如果要判断按键是否按下,只需确定I/O接口的输入输出电平多少,就行了。每一个按下加速键或是减速按钮时,所占用的真空比都会相应的减少或是提高一,取值范围设置在0--99之间,最初始的设定是五十。为减少电源烧断在进行正反转换,即改变转向的同时,也可将单片机对I/O的 $t_o$ 统一设定为零甚至是一,这样就要求发电机的电势差为零,程序运行一段时间之后就在完成了相应的正切换。

我们可以利用单片机中的定时器的中断技术来输出PWM信息,当在装置上设定了中断时间之后,每个中断就会将信号的值提高了几个单位,最大的信号位会设定为99,当信号单位的值大于给定的占空比值的时候,最大电平就会设定为零否则就是1。应用程序的设计主要是一种循环的软件,大致的设计思想就是先选择一个计算公式,把初始值与从测速系统送来的数据,加以对比来得出一个误差值,而后再利用PID算法的控制系数,来给PWM发生电路调整波形的占空比,以调节发电机的工作速度<sup>[1]</sup>。由于控制系统中使用的是PI调节器,也就是比例积分调节器,所以整个系统可以在扰动的影响下使电动机的运转效率达到没有动静的差别。在无静差调整情况下的控制系统中,比例积分调节器的比例部分的动态反馈是不会停顿的,而且反馈速度特别快,这就使比例积分部分系统的静差调整可以得到消除。INT0服务子程序主要是用来判断T0是否已经进入定时的状态。

#### 4.5 系统调试

本设计采用了Proteus软件模拟,来检测设计方案的可行性。在Proteus中绘制出的系统电路图,当程序在Keil C51中调试通过后,得到以hex为扩展名的文档,这便是使系统可以在Proteus中顺利地实现仿真的重要文件。所有键的按住无效,只有按下和放松后方可进行一次相应

的操作。当按下"开"键和放松后,系统开始运行。当按下"开"键并松开时,电机开始工作。若需要加快电机的转速,则按下"加速"键或放松,并反复动作直至电动机速度合适;反之,当需降低电动机的工作速度时,则按下"减速"键。当然,在某些特定的环境下,还需改变电机的转向,此时,可以按一下"正反"键,以达到改变电机转向的目的。当不需要电机工作时,则按下"关"键。利用Proteus上的阴极射线示波器测量直流电机在不同速度运行中,PWM信号的频率以及驱动器的矩形信号的频率。直流电机转速值越高,PWM信号的占空比系数越高,则电机输出矩形波的频率也就越高。即电机转速值和PWM信号的占空比系数都与发电机输出矩形波的频率成正比。

#### 结论

文中提到的直流电机调制技术是以单片机AT89C51为基础,其中利用单片微型机来进行单片机调制的许多方法,通过PWM的方法所完成的调制系统有着更高的弹性和更低廉的成本它能够充分发挥单片机的效能。在硬件上采用H型桥式驱动电路,解决了电机驱动的效率问题<sup>[2]</sup>。整个设计通过了Keil C51软件调试和Proteus仿真,大大简化了系统设计,缩短了开发周期。但该设计也有不足之处,主要是在关于速度的反馈控制上,缺少有效的PID控制算法,以至于转速还不是非常稳定。由于速度计算公式的精确度问题,使得测定的速度值与直流电机实际速度值也有一定的误差。

#### 参考文献:

- [1]王秀和.永磁电机[M].北京:中国电力出版社,2007.
- [2]李凤.异步电动机直接转矩控制[M].北京:机械工业出版社,1998.
- [3]王鸿钰.步进电机控制入门[M].上海:同济大学出版社,1990.
- [4]房玉明.杭柏林.基于单片机的步进电机开环控制系统[J].电机与控制应用,2006,33(4):64-64.