

基于埋弧焊机的直流电机数字调速系统研究

朱建渠¹ 张雪原² 曹太强³

(1.重庆科技学院,重庆 401331 2.成都信息工程学院,四川 成都 610225 3.西川玻璃股份有限公司,四川 自贡 643200)

摘要 充分利用 DSP(TMS320F2812)芯片的高速运算功能来完成直流电机 PWM 调速的数字控制替代传统的模拟控制。介绍了控制器的硬件电路设计和软件算法编程设计。实验结果表明,该控制系统在行走直流电机低调速时具有良好的控制性能,并能达到相当高的焊接控制精度。

关键词 DSP;直流调速;PWM;IGBT;行走直流电机

中图分类号 TM45 **文献标识码** A **文章编号** 1001-2303(2010)04-0082-03

Study on digital speed control system of DC motor in submerged arc welding machine

ZHU Jian-qu¹ ZHANG Xue-yuan² CAO Tai-qiang³

(1.Chongqing University of Science Technology,Chongqing 401331,China;2.Chengdu University of Information Technology,Chengdu 610225,China;3.Sichuan Glass Co.,Ltd.,Zigong 643200,China)

Abstract: This paper realizes the digital speed control of DC Motor by making a full use of the high calculation ability of DSP(TMS320F2812), then the hardware constitution and software design of the controller are discussed in detail in this paper. Test result shows that this speed control system has terrific control capability and high control precision in welding control system.

Key words: DSP;DC driving;PWM;IGBT;traveling DC motor

0 前言

直流电动机是最早出现的电动机,也是最早能实现调速的电动机。无刷直流电机起动转矩大、调速性能好、效率高、能量密度大、过载能力强、性能稳定、安全可靠。无刷直流电机的产业化生产,对提高电动汽车性能、促进电动汽车行业发展、使我国电动汽车行业赶超世界先进水平具有积极的促进作用。它具有良好的起、制动性能,能大范围内平滑调速。在埋弧焊机控制系统中,焊接小车的行走电机通常采用 110 V 直流电机,焊接前应根据焊接工件确定其行走速度并设定速度。本研究提出一种基于 DSP 的数字埋弧焊接控制系统,完成直流电机 PWM 调速的数字控制,替代传统的模拟控制,从而提高焊接系统中直流调速的控制精度^[1-2]。

收稿日期:2009-12-07;修回日期:2010-03-16

作者简介:朱建渠(1973—)男,重庆人,讲师,硕士,主要从事电机控制、神经网络、模糊系统、模糊控制方面的研究。

1 理论分析

埋弧焊机控制系统中的焊接小车要前进和后退,因此,控制直流电机运行时不仅要控制其速度还要控制电机正反转。直流电动机的转速正比于电枢端电压 U ,所以控制电机的电枢电压 U 就可以控制转速。利用开关管对直流电动机进行 PWM 调速,在一个周期中,若开关管触发为高电平为导通,直流电动机电枢绕组两端有电压 U_s ,经 t_1 后,触发电压变为低电平时,开关管截止,电动机电枢两端电压为零。电机的电枢绕组两端的电压平均值 U_0 为^[2]

$$U_0 = U_s \cdot (t_1/T) = U_s \cdot \alpha \quad (1)$$

式中 $\alpha = t_1/T$ 为占空比,且 $0 \leq \alpha \leq 1$ 。由式(1)可知,改变 α 即可达到调速的目的。本设计使用直流电机 H 型双极性可逆 PWM 驱动系统, PWM 由 DSP 控制^[3],如图 1 所示。

在一个 PWM 周期里,两组开关管交替导通,电动机电枢电压呈正负交替变化。当 IGBT₁、IGBT₄

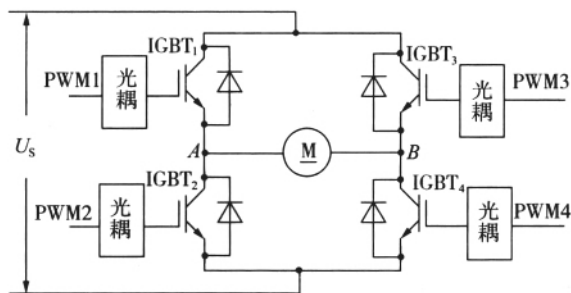


图1 H型双极可逆PWM驱动系统

导通时,IGBT₂、IGBT₃截止,电枢绕组承受从A到B的正向电压;反之电枢绕组承受从B到A的反向电压。在一个PWM周期电机所承受的电枢电压平均值 U_0 为

$$U_0 = \left(\frac{t_1}{T} - \frac{T-t_1}{T} \right) \cdot U_s = \left(\frac{2t_1}{T} - 1 \right) \cdot U_s = (2\alpha - 1) \cdot U_s \quad (2)$$

由式(2)可知,双极性驱动时,通过调节占空比 α 即可实现PWM调速。当 $\alpha = 0$ 时, $U_0 = -U_s$,电机反转且转速最大;当 $\alpha = 1$ 时, $U_0 = U_s$,电机正转且转速最大;当 $\alpha = 1/2$ 时, $U_0 = 0$,电机不转,但电枢绕组中仍然有电流流动,使电机产生高频振荡,这种振荡有利于克服电动机负载的静摩擦,提高动态性能^[1-2,4]。

2 控制系统硬件设计

系统主芯片选用TI公司专为控制应用设计的芯片DSP(TMS320F2812)^[3,5],具有最大150MHz(1.9V内核电压)的时钟频率,在一个周期内可以对任何内存地址完成读取、修改、写入操作,使得效率和程序代码达到最佳。系统硬件设计框图如图2所示。

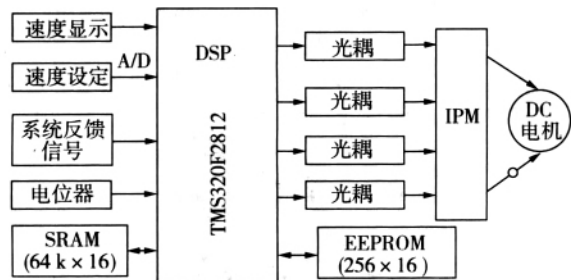


图2 埋弧行走电机的PWM系统硬件框图

设计电路包括:TMS320F2812 DSP,设定值绝对值、SRAM电路,EEPROM电路,键盘电路,LCD显示电路,光耦合电路。系统工作时,控制系统通过电位器给定的电压信号(-10V~+10V)先经过比较电路判断正负,电压信号为正时电机正转,负时反转,电压值与电机转速成线性关系。电机低速运行时,电位器的速度给定电压值与电机的速度反馈通过减法

器相减,判断正负后取绝对值,通过DSP的A/D采样得到二者的“模拟差”,电机高速运行时,电位器的速度给定值和电机速度反馈值分别判断其正值或负值进行A/D采样,再相减计算出“数字差”。当电机在低速情况下,外部速度给定和反馈都很小(达到ms级),如果再相减,则最大量化误差会增加一倍,所以在低速时选择使用“模拟差”。当外部给定速度突变时,如果实际给定速度能够按设定的斜率线性上升,就可以防止电机冲击。采取“模拟差”无法实现这一点,所以在非低速的时候就需要使用“数字差”。用户给定速度和转动方向后,DSP计算出PWM占空比,输出PWM信号经光耦合驱动IGBT桥,电机将按照用户要求的速度和方向转动^[2-5]。

软件设计时设定函数表,由设定值对应函数表中的PWM占空比,也就是通常所说的查表法,从而使开关管导通控制行走电机的转速^[6-8]。系统程序流程如图3所示。

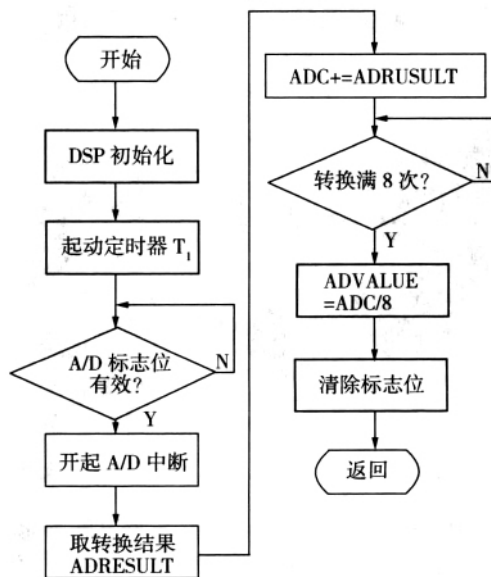
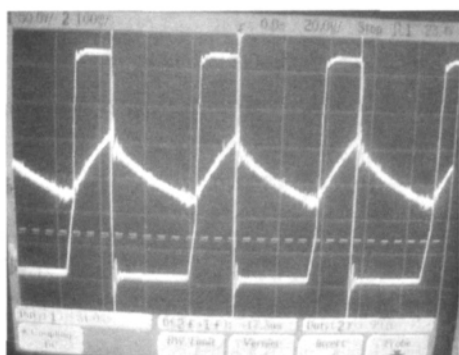


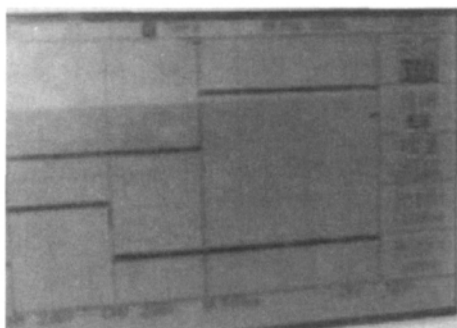
图3 系统程序流程

3 系统调试结果

选用的直流电动机额定功率150W,额定电压110V。PWM测试波形如图4所示,占空比0~100%。图4a为PWM波形和直流电机的端电压,由图可知,改变PWM占空比即可改变直流电机的端电压,从而改变直流电机的速度。图4b是开关管的测试波形,可以明显看出两路波形实际上有死区存在,可以避免两路IGBT同时导通发生短路故障。测出死区时间12μs,与预计相符。实验直流电机如图5所示。



a 电压



b 死区

图 4 测试波形

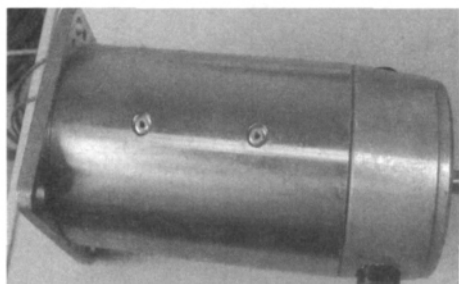


图 5 测试的 110 V 直流电机

4 结论

在埋弧焊接控制系统中,采用 DSP 控制芯片控

制行走电机 PWM 占空比,从而精确控制电机速度。基于 TMS320F2812 的电机控制系统,由于该芯片内部集成了诸多功能,加上强大的运算能力,因而系统结构简单,外围所需器件少,关键算法由软件实现,可编程性好,可以在不同的应用场合使用不同的控制算法,而无需重新设计外围电路,因而具有灵活性良好,易于控制系统升级和满足一些特殊场合。同时,由于该芯片的外围接口很多,其余接口能够实现埋弧焊机的其他功能和性能,从而降低成本。试验结果表明,系统结构简单,控制可靠,能够保持快速响应、无静差和较小超调等优良性能,尤其是低速条件下调速性能良好。

参考文献:

- [1] 何立.焊接与切割设备的使用和维修(五十九)——埋弧焊机的安装、使用与维修[J].电焊机, 2006, 36(1): 69-72.
- [2] 曹太强,许建平,吴昊.基于 DSP 数字调速直流电机系统设计[J].电力电子技术, 2008, 2(24): 73-77.
- [3] 李宏,徐德民,焦振宏.基于 DSP 的大功率永磁直流电机调速系统设计[J].电力电子技术, 2006, 40(5): 29-31.
- [4] Feng Guang, Huang Lipai, Zhu Dongqi. High performance control of induction motor based on auto-disturbance rejection controller[J]. Proceedings of the CSEE, 2001, 21(10): 55-58.
- [5] Xia Changliang, Yangxiaojun, Li Zhengjun et al. Control system of brushless DC MOTOR based on active-disturbance rejection controller[J]. Proceedings of the SEE, 2005, 25(2): 82-86.
- [6] 苏奎峰,吕强,耿庆峰. TMS320F2812 原理与开发[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.
- [7] 曾敏,杨九铭,张泉宏等.基于 DSP 的直流变频控制系统研究[J].电力电子技术, 2005, 39(6): 112-113.
- [8] 潘贵喜,李怀洲,陈治川.基于 LF2407ADSP 芯片的直流电机控制系统[J].电力电子技术, 2005, 39(1): 89-91.

电流档次相同的切割机,切割厚度都一样吗?

不一定相同。切割厚度不仅与电流有关,而且与切割时电压有关。切割电压主要由割枪和切割气流量决定。现在生产切割机的厂家较多,生产相同电流档次的切割机时,不同厂家可能选用不同的割枪和气路,造成切割电压有所差异。电流相同时,切割电压越大,切割厚度也越大,但出厂说明一般只标注空载电压,不标称切割电压,一般 30~100 A 空气等离子弧切割机的切割电压为 110~150 V。