基于 DSP 控制的弧焊电源的设计

王国宾¹ 王亚琴²

1 甘肃有色冶金职业技术学院 2 金昌市第一中学

DOI:10.32629/er.v3i8.3027

[摘要] 在弧焊电源控制系统中,为实现电源控制的数字化和智能化,DSP控制技术作为核心技术,对其进行设计是非常必要的。基于此,本文提出了基于DSP芯片TMS320F2812控制的数字化弧焊电源系统,并从系统的总体架构、硬件设计和软件设计方面,对其进行了介绍。同时,还对该系统进行试验,表明该系统的主控制电路其可以稳定整个弧焊电源。

[关键词] DSP控制; 弧焊电源; 硬件设计; 软件设计

中图分类号: TL503.5 **文献标识码:** A

伴随数字化技术和计算机技术的快速发展,其在一定程度上推动了弧焊电源系统向数字化和智能化方向的大力发展,并且逐渐成为弧焊电源系统当下乃至未来开发设计的重要方向。数字化弧焊电源系统中,其实现了从模拟控制技术向数字化控制技术的转变。也就是说,在对弧焊电源进行控制的过程中,主要是采用电压和电流数字信号对弧焊电源进行控制的。而代替模拟电路控制的则是数字电路和软件程序。数字化控制系统是数字化弧焊电源的核心,目前数字信号处理器(Digital Signal Processor,DSP)控制技术是新型的信号处理器,其在数据处理方面具有较强的处理能力。与此同时,DSP控制技术在实际应用的过程中,其还可以满足快速且大量运算的需求。因此,本文基于数字化弧焊电源这一操作平台,基于DSP控制技术,对弧焊电源系统进行了设计。

1 DSP控制下弧焊电源系统的总体架构

在DSP控制技术下,设计的弧焊电源系统,其组成分布主要包括三个,即主电路、保护电路以及控制电路(见图1)。其中,整流滤波电路、IGBT功率桥逆变电路、二次整流滤波电流及高频变压电路共同构成了主电路。控制电路的核心采用的是DSP芯片,其型号为TMS320F2812。由芯片产生PWM脉冲,

以对IGBT功率桥中的三极管导通时间弧焊电源的开关展开设计。而驱动信号的产生则是由IGBT功率桥驱动电路实现的。驱动电路对DSP产生的PWM脉冲进行隔离放大,以对IGBT功率桥产生驱动作用。保护电路的作用是保护系统。当主电路输出时产生过压或过流的情况下,保护电路通过对PWM脉冲输出进行封锁,进而起到保护系统的作用,从而促使系统能够正常且稳定运行。而检测电路则是对主电路输出后加载至负载上的电压和电流进行取样检测,然后送至DSP控制单元展开有效的控制。

2 弧焊电源系统的硬件设计

2.1 主电路拓扑结构设计

对于电源主电路而言,其拓扑结构采用的是“AC-DC-AC-DC”,(见图2)。在获取焊接电流所需要的直流电压时,其原理是交流电(220V)经整流滤波以获得直流电压,然后经IGBT全桥逆变、高压变频以获得高频交流信号,最终经一次高频整流滤波而获得的。在图2中,IGBT1至4分别代表的是主电路拓扑结构中4个功率开关的三极管,而D1至4则分别表示三极管内部的寄生二极管。其中,三极管的作用是对开关进行保护,

图1 系统硬件结构示意图

图2 系统主电路拓扑结构示意图

而寄生二极管的作用则是对三极管进行保护。全波整流用D5和D6表示。当导通IGBT1和4,并截止IGBT12和3时,正感应电流是感应线圈产生的上端,另一侧则是负感应电流,此时导通的是D5,而截止的则是D6。在这一过程中,电流经过负载R线圈形成回路。而截止5D并导通D6后,鉴于电感L,电流经过负载R时,并不会产生跳变。同时,鉴于C3存在,也会促使负载R两端的电压不会发生跳变。

2.2 IGBT全桥电路设计

在本系统设计中,其包括IGBT1全桥逆变和驱动电路设计两个方面。其中,前者的电路示意图,见图3。而后者的电路示意图则见图4。通过图3可知,逆变电路作为系统的核心部位,在每个三极管两端和漏级都有电容220K1和水泥电阻200Ω/20W各1个,其起到的作用是吸收由于IGBT功率管对高频开关的干扰,并起到保护功率管的作用。与此同时,在每个三极管处还设有稳压管,其作用主要在于稳定电压,以对功率管进行进一步的保护。当瞬间导通功率管时,会产生较大的方向电动势,以将D1至3导通,而C2至4的作用则是吸收产生的反电动势,以对元器件起到保护作用。IGBT功率管内部此时的寄生二极管会被导通,从而也起到保护功率管的作用。当导通功率管后,C3和C4中存储的电动势,其会被释放,释放路径是通过R1和R2,其作用在于确保功率管能够正常运行。

驱动电路主要作用是实现焊接参数控制,其实现的原理则是通过隔离并放大由DSP输出的PWM脉冲信号,将逆变电路中的元件,并导通IGBT功率管而实现的。在本系统设计的过程中,采用的驱动芯片是日本三菱公司生产的,型号为M57962L芯片,其优势在于芯片内部设有保护电路,同时无论是在输入还是在输出都是较好的元器件隔离。另外,在输入端的入口还采用了TTL电平,这对于DSP进行驱动控制是比较容易的。驱动芯片、DSP控制单元输出电压分别为+5V、+3.3V。因此,选择74HC245芯片作为DSP到驱动芯片之间的电平转换与隔离保护芯片。

图3 全桥逆变电路示意图

图4 全桥驱动电路示意图

图5 信号采集电路示意图

图6 PID控制系统的原理框图

2.3 系统采集电路设计

弧焊电源控制芯片TMS320F2812在对系统进行控制的过程中,其主要是通过A/D转换模块实现的。从输出电压的角度来说,其采样电路主要是由四部分组成,即电压跟随器、电平抬升电路、进行跟随以及保护部分。其中,电压跟随器是由LF353

构成的,C109和R131的作用是对干扰进行抑制。保护部分是在A/D进入前,以作用在于预防由于信号异常而对DSP芯片产生损坏。系统采集电路不仅可以对输出的电压和电流进行采集,而且可以实现对弧焊电源期望电流展开实时控制。见图5。PID控制器的原理是在对DSP控制芯片输出

的脉冲信号占空比进行修改时,以对功率导管的导通时间进行改变,从而对输出的电压进行控制。

3 弧焊电源系统的软件设计

3.1 PID控制算法

PID控制器具有结构简单,强鲁棒性及易于实现等优势,因而获得了较为广泛的应用。PID控制器作为一种线性控制器,其组成部分包括积分、微分及比例单元,原理见图6。

在连续的时间内,控制算法,如公式(1)所示。在公式(1)中 k_p 、 T_d 、 T_i ,分别表示的是比例系数、微分和积分时间常数。

公式(1):

$$u(t) = k_p \left[e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{d(t)}{dt} \right]$$

在本系统设计中,采用的是数字PID控制器,其仅能够以采样时刻的偏差作为依据展开控制量的计算。也就是说,需要对公式(1)中的微分与积分展开离散化处理。离散表达式,如公式(2)所示。

在公式(2)中, $k_i = \frac{k_p}{T_i}$, $k_d = k_p T_d$ 。

公式(2):

$$u(k) = k_p e(k) + k_i \sum_{j=0}^k e(j)T + k_d \frac{e(k) - e(k-1)}{T}$$

基于公式(2)获得第(K-1次)PID控制算法表达式,如公式(3)所示。

公式(3):

$$u(k-1) = k_p e(k-1) + k_i \sum_{j=0}^{k-1} e(j-1)T + k_d \frac{e(k-1) - e(k-2)}{T}$$

基于公式(2)、(3)获得增量式PID控制算法,即前者减去后者,获得的表达式,如公式(4)所示。通过公式(4)可知,通常控制单元采样恒定的周期是T,在确定后 k_p 、 k_d 、 k_i ,即可获得控制增量。

公式(4):

$$\Delta u(k) = k_p [e(k) - e(k-1)] + k_i e(k) + k_d [e(k) - 2e(k-1) + e(k-2)]$$

$$= (k_p + k_i + k_d)e(k) - (k_p + 2k_d)e(k-1) + k_d e(k-2)$$

3.2 软件的实现

本系统的软件,其主要包括主程序、PID控制程序以及中断程序等,见图7至10。

图7 控制流程示意图

图8 主程序流程示意图

图9 定时器流程示意图

图10 A/D中断程序流程示意图

4 DSP控制下弧焊电源系统的应用效果

通过试验显示,在键盘对电路系统每次给定一个期望电流时,系统的输出电流都可以稳定且自动跟随,可以很好地完成系统电流恒定控制问题。由此,显示本系统设计的硬件电路与驱动程序是合理且正确的。

5 结语

基于DSP控制技术对弧焊电源系统的设计,其主要是通过改变软件程序的方式,以实现不同的控制,从而适应不同的焊接情况,并满足焊接需求,以及保证焊接质量。DSP控制技术的应用,其采用的控制算法也是通过软件程序完成的。这不仅可以避免系统中电子元器件参数的漂移和偏差,而且在控制精度和控制稳定性等方面也有较好的价值。除此之外,DSP控制技术在应用的过程中,其还具有较好的接口兼容性以及较强的通用性。然而,基于DSP控制技术的弧焊电源系统开发,本研究仅采用的PID控制算法,对于其他的智能控制算法并未应用,如粒子群神经网络PID算法等。因此,还有待进一步深入研究。

[参考文献]

- [1]姚秋凤,杨捷.基于DSP控制的吊环双面焊接电源的设计[J].焊接技术,2016,45(3):66-68.
- [2]张一帆.基于DSP的直流伺服电机控制系统的仿真[J].数字化用户,2018,24(35):34-35.
- [3]刘少军,张思雨.基于DSP控制的永磁同步电机变频调速系统的设计[J].国外电子测量技术,2016,35(1):84-88.
- [4]李曼,金雁,崔丽.基于DSP的半导体激光器电源控制系统设计[J].计算机与网络,2018,44(7):73-76.