

一种新型电阻焊机恒电压控制策略

徐顺刚

(重庆师范大学 物理学与信息技术学院, 重庆 400047)

摘要:针对电焊机焊接时恒压控制的工艺要求,研制了一种基于恒压控制策略的 DSP 全数字控制器,详细介绍了数字控制器的控制原理、控制器结构以及控制程序设计。该数字控制器主要基于对阻焊变压器一次电压的监控以及负载特性的变化,当电网电压在一定范围内波动时,仍能保证一次电压恒定。其控制主电路通过双向晶闸管控制其触发导通角从而改变其输出电压,数字控制器采用 TMS320F2812 实现。实验表明该方法能有效地控制焊接时输出的恒电压,达到满意的效果。

关键词:恒电压控制;双向晶闸管;电阻点焊;DSP

中图分类号: TG453+.9

文献标识码: A

文章编号: 1001-2303(2009)06-0066-04

A simple constant voltage control strategy of electric welding machine

XU Shun-gang

(College of Physics and Information Technology, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China)

Abstract: Aim at the requirement for the characteristics of the constant voltage control in electric welding machine, this paper studies on a digital controller based on the digital signal processor and the constant voltage control strategy, and introduces the control principle, structure and program design of the controller. The controller monitors the change of the original side voltage of the resistance welding transformer and load characteristics. This method can preserve the stability of the original side voltage when input voltage fluctuates. The control circuit regulates the out voltage by control the trigger angle of bidirectional SCR. Experimental results show the effectiveness of the control strategy.

Key words: constant voltage control; bidirectional SCR; resistance spot welding; DSP

0 前言

电阻焊是压力焊的一种,其原理是通过电极给焊件施加压力,利用电流通过接头的接触面及邻近区域所产生的电阻热进行焊接。根据工艺要求,现在的控制方法有恒电流、恒电压、动态电阻法、热膨胀位移法等焊接方法。其中,恒压法是通过控制主电路 SCR 的导通角,改变输出电压,使电极间电压恒定,从而达到控制电流的目的。其优点是参数取得容易,无须专门的传感器、控制方法简便,在生产实践中有较广泛的应用价值,在此阐述了一种以 DSP 为控制芯片、在电网电压波动以及焊接负载变化时仍能保证焊接变压器一次电压稳定且操作方便的点焊控制器。

DSP 通过对电网电压和负载电压取样比较,同时根据工艺要求计算出电焊机闭环控制晶闸管触发导通角,输出触发脉冲具有极高的对称性及稳定性,且不随环境温度变化,使用中不需要对脉冲对称度及限位进行调整。现场调试一般不需要示波器即可完成。它也可广泛的应用于工业各领域的电压电流调节,适用于单相电焊机控制;也可应用于以下负载:电阻性负载、电感性负载、变压器一次侧及各种整流装置等恒电压反馈,其控制电源电压波动范围为 $\pm 10\%$,负载阻抗变化 10 倍时,负荷电压保持恒定,输出电压与控制信号成线性关系。

通过负载电压反馈,使负载电压既可以随控制信号进行调节,又可以保持恒定。当电网电压发生波动或负载阻抗发生变化时,在调压器输出电压有充分余量的前提下,恒压精度优于 $\pm 1\%$;用户在使用恒电压功能时要将负载要求的最大恒定负载电

收稿日期: 2009-04-13

作者简介: 徐顺刚(1975—),男,重庆市人,在读博士,主要从事功率开关变换器、电力电子与电力传动的研究。

压与装置输出的最大电压间留有充分的余量,以防在电网电压降低过多时,不能维持恒定电压。

1 单相恒电压焊接的控制原理

在焊接时,根据焊接工件的不同对焊机输出电压或电流的要求和波形不同,将针对焊接工件衡电压的要求分析和设计。单相恒压控制电路如图 1 所示,AC 为交流输入,由于电网电压和工件阻值的变化,因此其输出到负载的电压不同,为此,通过接入双向晶闸管(Vt),通过对电网电压的取样以及对工件电压的采样,通过闭环控制去控制 Vt 的导通角,改变其输出电压,从而确保由于电网电压的波动以及工件阻值的变化而维持输出电压恒定。交流电压经过双向晶闸管后虽然其平均电压改变了,但是其一个周波中有两个斩波缺口,这将给负载在这段时间内提供零电压,造成工件不能达到良好的焊接,因此,提出了在双向晶闸管后端接入 LC 电路以矫正经过双向晶闸管后的电压残缺现象。

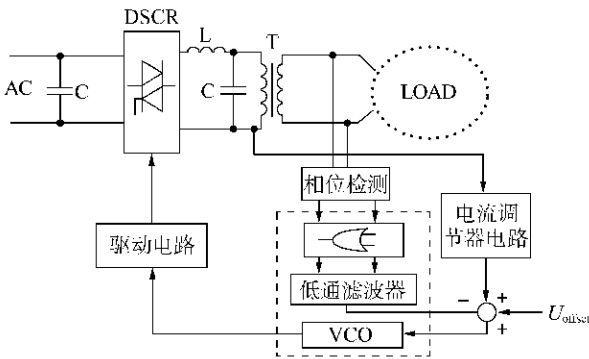


图 1 单相恒压 AC/AC 控制主电路

$$Z=A+jB=R+j(2\pi fL-\frac{1}{2\pi fC}) \quad (1)$$

因此相位差

$$\varphi = \arctg \frac{B}{A} = -\frac{R}{2\pi fL-\frac{1}{2\pi fC}} \quad (2)$$

单相双向晶闸管的装置能输出稳定的、高品质的工频正弦波交流电压,通过对电网电压及其负载电压的取样进行实时检测,从而控制双向晶闸管输出端恒电压。由于滤波电感的存在,负载的交流电压与电网电压之间一定存在相位差。由图 2 所示(见下页)的仿真波形可以看出,触发角大于 30°时,虽然存在相位差,但是输出交流波形失真;当触发角小于 30°时,输出交流电压与输入电压之间存在相位差,

触发角越小相位差越小。但是其交流电压的波形没有发生改变,这样能满足工件电压恒定的要求。

2 恒压电路设计

双向晶闸管恒压控制电路原理如图 3 所示^[1-2],用 DSP 芯片 TMS320F2812 运算和控制处理器,取电网电压和电流经过乘法运算计算出电网需要有功或者无功情况,然后与给定绝对值限幅后送入 DSP 的 AD0 端口,DSP 计算出 SCR 的导通角控制向负载输出电压。电流取样电路同时起限流的作用。系统软件流程如图 4 所示^[3]。

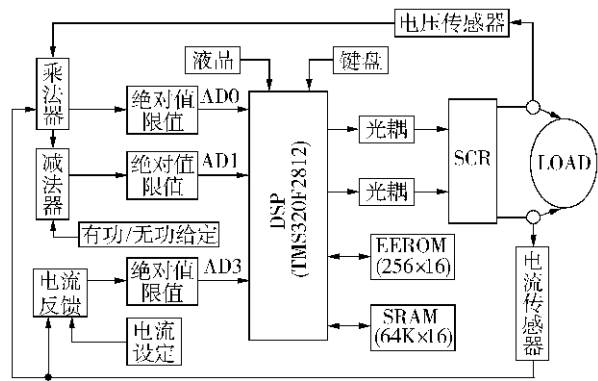


图 3 AC/AC 控制硬件原理

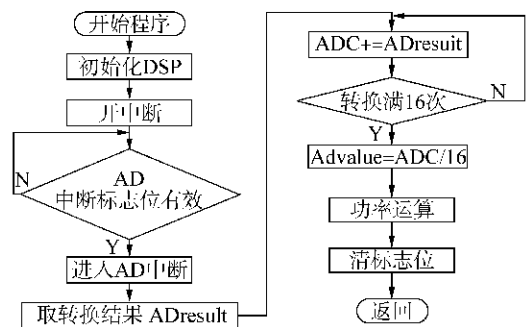


图 4 系统程序流程

3 试验波形

图 5 为双向晶闸管的测试波形,图 5a 是双向晶闸管触发后经 LCC 滤波的输出电压,其频率为 49.8 Hz 的触发导通后的电压波形,在图 5a 中的下面为在 AC/AC 送入电网的电压波形;图 5b 上面的波形为 SCR 的触发后的电压波形,下面是频率为 4.4 kHz 的触发脉冲序列,在算法实现时一定要用脉冲序列触发,以保证 SCR 可靠导通;图 5c 是输入电网的电流波形,AC/AC 与电网之间用降压隔离变压器,一是隔离谐波相互渗入干扰,二是使输入电网的电流较大,从而保证可靠的并网^[4]。

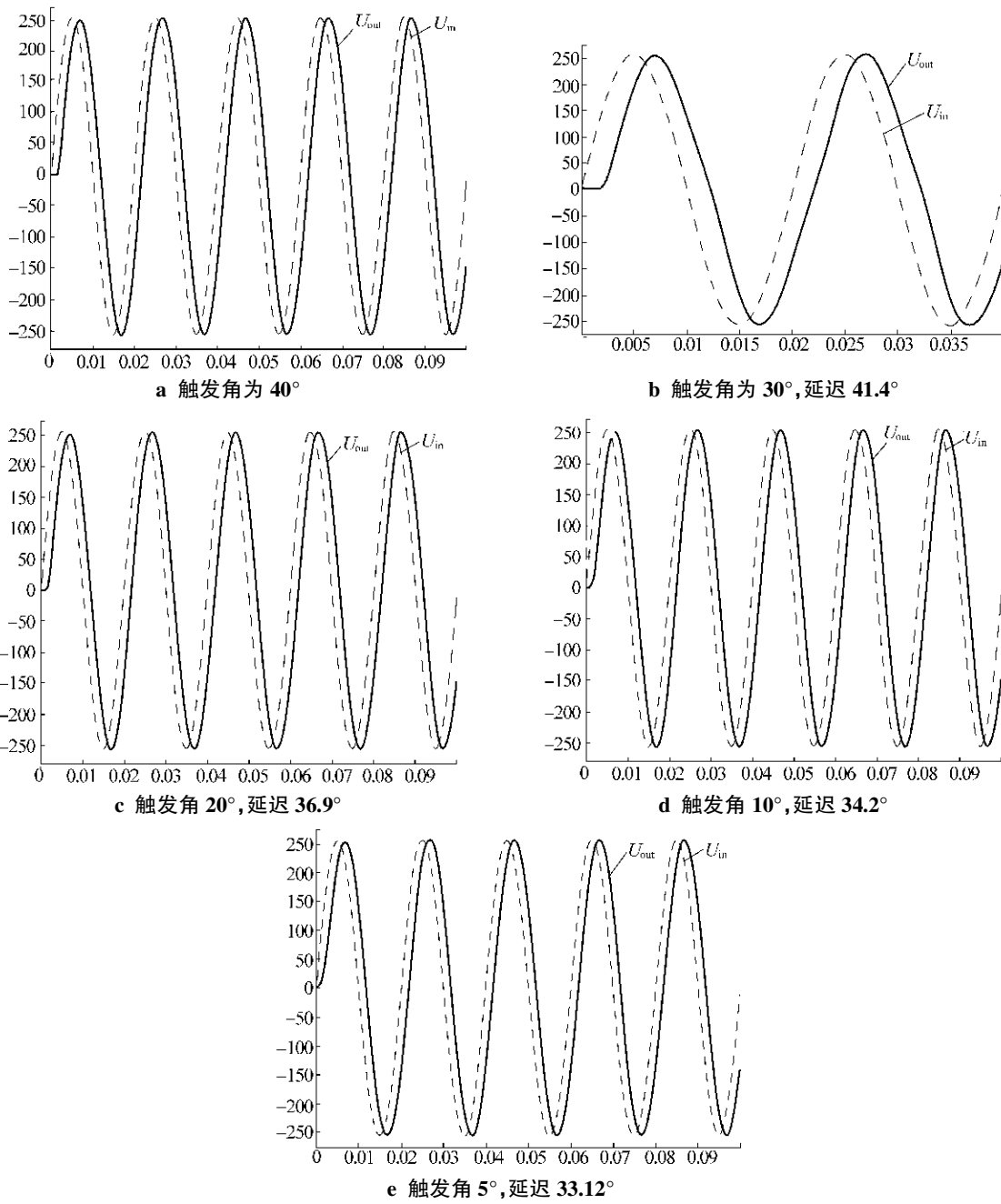


图 2 AC/AC 输入输出电压仿真波形($L=4.194\text{ mH}$, $C=381.497\ 4\ \mu\text{H}$, $R=2.42\ \Omega$)

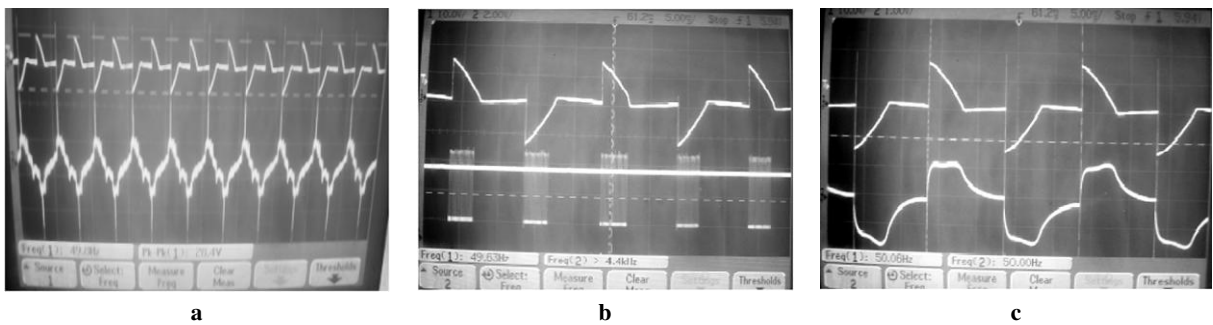


图 5 AC/AC 测试波形

4 结论

(1)该研究提出了用双向晶闸管经过 LC 滤波后向焊接工件提供恒电压的控制方法,通过仿真和试验能达到预期效果,该方法原理及控制实现简单,通过控制 SCR 的触发导通角能够实现电压恒定。

(2)在双向晶闸管控制实现过程中,成本低,能够稳定、可靠的输出恒电压。

(3)通过数字控制实现双向晶闸管的控制,并经过通过 LC 滤波后的交流电压,谐波成分很少,能为工件提供高品质的交流电压和交流电流。

参考文献:

- [1] 苏奎峰,吕强,耿庆锋,等.TMS320F2812 原理与开发[M].北京:电子工业出版社,2005.
- [2] Kyungsoo Lee, Koizumi H, Kurokawa K.Voltage Control of D-UPFC between a Clustered PV System and Distribution System[R].PESC '06, 2006: 1-5.
- [3] Hietpas S M, Nedan M. Automatic Voltage Regulator using an Ac Voltage-Voltage Converter[J]. IEEE Trans. Ind. Appl., 2000, 36(1): 33-38.
- [4] 蒋斌,颜刚峰,赵光宙.单相电路瞬时谐波及无功电流实时检测新方法[J].电力系统自动化, 2000, 24(21): 35-239.