

逆变式电阻点焊机 8098 单片机控制系统^{*}

曹 彪 伍月华 徐辅萍
(广州 华南理工大学)

摘要 介绍一种应用于逆变式电阻点焊机的 8098 微机控制系统。文中介绍了系统的硬件、软件和系统的功能。该系统通过软件编程产生两组相差 180° 的 PWM 控制信号, 用以控制焊接电流, 同时实现了逆变点焊焊接电流递增控制。系统充分发挥了微机控制的灵活性, 扩大了点焊机的应用范围。

关键词: 点焊 逆变 微机控制 8098 单片机

0 序 言

逆变点焊机具有高效节能、小型轻量及工艺性好的优点, 近年来发展迅速, 国外已应用于汽车焊装线、电子工业的精密焊接等^[1], 同时逆变点焊电源的研制开发工作已受到广泛重视。国内的研究主要是用集成电路控制逆变输出及焊接过程^[2,3], 也有用微机显示焊接电流的^[4], 但 PWM 调制仍采用集成芯片 TL494, 电流控制的灵活性受限。国内逆变点焊方面基本上都处于研究探索阶段。

微机在交流点焊控制方面已表现出较强的灵活性及优点, 在逆变点焊控制方面却很少尝试, 因此我们研制了逆变点焊的 8098 微机控制系统。该系统的焊接过程和主电路逆变过程都采用微机控制, 获得了多种焊接波形且易于扩展, 表明系统有较强的灵活性。

1 控制系统介绍

1.1 系统硬件组成

逆变点焊 8098 微机控制系统的硬件框图如图 1 所示。

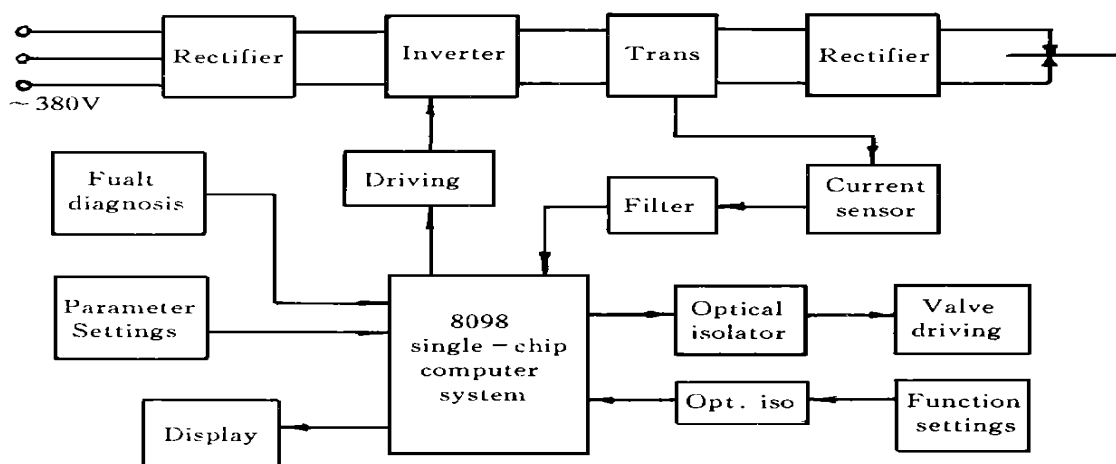


图 1 微机控制系统硬件结构框图

Fig. 1 Block diagram of microcomputer control system for resistance spot welding inverter

^{*} 广东省自然科学基金资助(940020)。

逆变桥为两组 2M BI100L—120 IGBT 模块组成的全桥逆变电路,采用四片 TF1205 独立驱动;两路相差 180° 的 PWM 信号由微机高速输出口 HSO 输出,经过保护电路后控制 TF1205。

8098 微机系统中包括 4k RAM、4k ROM、复位电路及用 8255 芯片扩展的 I/O 口,系统晶振频率为 12MHz。8098 单片机为准 16 位单片机,具有高效的指令系统,带 4 路 10 位 A/D 转换器(12MHz 晶振时转换时间 $22\mu\text{s}$),具有可编程高速输入/输出端口 HSI/HSO,有两个 16 位定时器,总线灵活,这些优越性简化了硬件软件的设计,增强了系统的功能。

本系统包括了对焊接电流的检测,传感器采用 LT100—P 霍耳电流传感器,在变压器初级侧检测,信号经滤波、采样保持后直接送到 8098 的 A/D 端口,由计算机定时采样。该信号经过微机处理后目前用于电流显示,进一步的工作是用作反馈控制。

系统的故障诊断包括对过热、断水以及电流失常等状态的检测。当这些现象发生时向微机发出中断,微机检测后控制中止焊接并显示和报警。

该系统设计为三脉冲加热的点焊过程控制,八个时间参数用拔码盘设定,三个电流参数由电位器给定(经 A/D 转换后存入)。工作方式包括单点/连续、试压/焊接、通电/不通电、不监控/恒流和电流递增功能选择。

硬件设计中从印制板设计、布件、走线、隔离、屏蔽和接地等角度均采取了必要的抗干扰措施,以提高系统的稳定性。

1.2 系统软件

系统过程控制的软件流程如图 2 所示。该过程同一般交流点焊过程基本一致,其中焊接子程序为三脉冲加热,根据需要可另设计为其它加热形式。为提高系统的稳定性,软件设计中采取了必要的抗干扰措施。

软件设计中最关键的是处理好两路 PWM 信号输出。全桥逆变需要四组门极驱动信号,其中每两组同时作用,因此微机需要发出图 3 所示的两组相差 180° 的 PWM 脉冲,两组脉冲之间的死区设定为 10%,脉冲个数由焊接通电时间决定。PWM 脉冲产生程序的流程图如图 4 所示。

控制系统的逆变频率设计为 1kHz,即图 3 中脉冲周期为 1ms。本系统中 HSO 的基准时钟周期为 $2\mu\text{s}$,因此各时刻 HSO 的控制字和时间参数数字如表 1 所示,表中 N 代表焊接电流所决定的脉宽参数。根据频率和死区时间的要求,最大脉宽为 0.4ms,脉宽调节的分辨率为 0.5%。

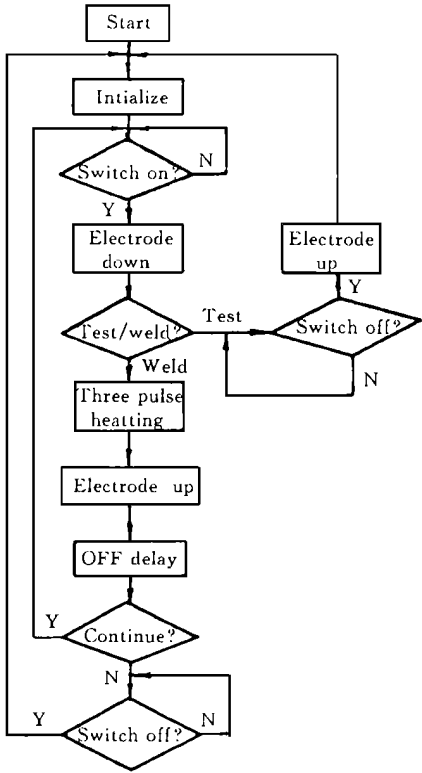


图 2 控制系统软件流程图

Fig. 2 Software flow chart of controller

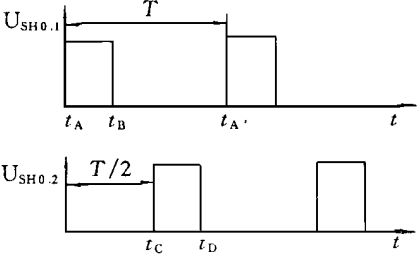


图 3 微机产生的两组 PWM 信号

Fig. 3 Two PWM signals from microcomputer

图 4 的软件设计中需要注意的问题包括 HSOT 写入需要稳定时间、严格注意脉宽的对称性(通过指令和时间参数加以调整)和通电结束时 HSO.1 应清零等。

1.3 控制系统的功能

控制系统的功能如下：

- (1)控制 25kVA 的全桥逆变式点焊机，逆变频率 1kHz。
- (2)八段时间给定，三脉冲焊接循环时序控制。每段时间 0~1.98s 可调。三次加热的电流分别由电位器给定，脉宽调节分辨率 0.5%。
- (3)具有电流递增控制功能。
- (4)对过热、断水、电流失常故障自诊断，故障发生时自动停机并显示和报警。
- (5)进行电流检测与显示等。

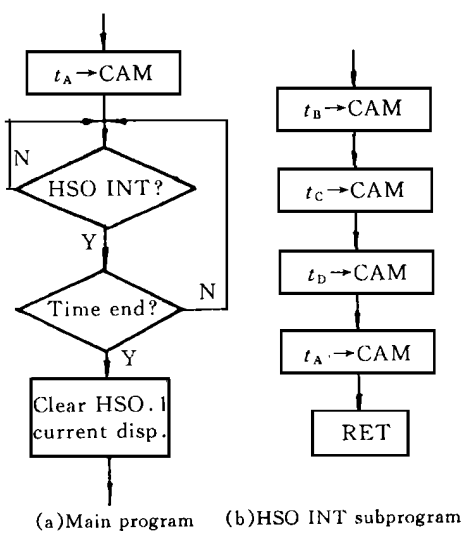


图 4 产生 PWM 信号的软件框图
Fig. 4 Software chart of PWM signal generation

表 1 PWM 信号控制字及时间参数
Table1 Parameters for PWM signal generation

	t _A	t _B	t _C	t _D	t _{A'}
HSOC	31H	01H	20H	02H	31H
HSOT	05H	N+05H	OFFH	N+OFFH	1F9H

2 试验结果

系统制作完成后，对系统的时序控制功能、电流递增控制功能、不同脉宽条件下的初级电流及次级电压波形等进行了试验测试，也进行了相应的焊接试验。

图 5 为电流递增条件下一路驱动电路的控制信号 u_{k1} (与计算机发出的信号反向)与焊接变压器初级电流 i_1 的波形，图中可以看出 u_{k1} 低电平脉宽是逐渐增加的，电流值也相应增大。每次电流递增幅度与最大脉宽和递增时间有关。这一功能对凸焊及工件表面状态不良等情况下改善工艺性、防止焊接初期飞溅很有效。

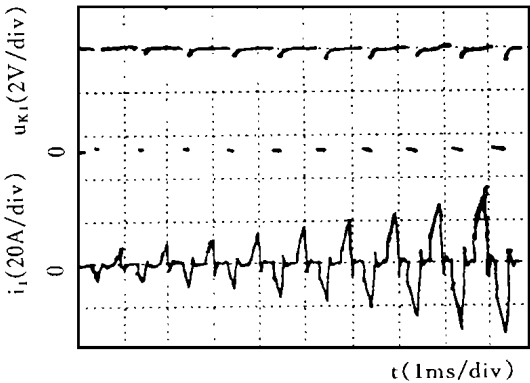


图 5 焊接电流递增波形
Fig. 5 Current step up

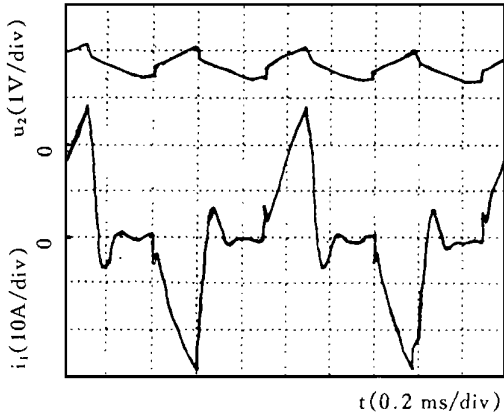


图 6 电极间电压与焊接电流波形
Fig. 6 Voltage between electrodes and primary current of welding transformmer

图 6 为脉宽 $200\mu\text{s}$ 时的初级电流 i_1 与次级焊接电压 u_2 的波形。次级焊接电压由于续流作用而缓降, 电流在脉宽期间增加主要与回路电感有关。试验表明, 脉宽由小到大增大时, 焊接电压由较大脉动逐渐变得较为连续, 电流逐渐增大。实际设计中, 考虑到电流过小没有意义, 最小脉宽限定为 $40\mu\text{s}$ 。

用记忆示波器观察脉冲的对称性, 经软件调整后脉冲对称性良好, 完全满足需要。试验也证明了三脉冲加热的调节性。采用微机控制使得系统的功能较为丰富且易于扩展。进一步的工作是利用这一系统研究逆变点焊机的恒流控制以及不同的脉冲调制控制。

3 结 论

(1) 用 8098 单片机成功实现了逆变式点焊机控制, 脉宽控制分辨率达 0.5% , 脉冲信号对称性好, 能够满足逆变点焊控制的需要。

(2) 控制系统实现了逆变点焊过程三脉冲加热控制和电流递增控制功能。8098 单片机的采用简化了系统硬件, 增强了系统的灵活性。

(1996—09—10 收到初稿, 1997—03—15 收到修改稿)

参 考 文 献

- (1) 谢坚, 聂淦生. 电阻点焊研究进展. 点焊机, 1994(2): 23 ~ 30
- (2) 伍月华, 黄石生, 王志强. 逆变式电阻焊机的新发展—IGBT 逆变式点焊机. 机械工程学报, 1994, 30(4): 97 ~ 101
- (3) 朱正行等. 制罐机用大功率 GTR 电阻焊逆变器电源. 焊接学报, 1994, 15(1): 36 ~ 40
- (4) 张义, 贾贵忱, 白志范等. 逆变点焊电源及其控制系统的输入—显示方法. 焊接学报, 1995, 16(2): 88 ~ 93

8098 Single—chip Computer Controller for Resistance Spot Welding Inverter

Cao Biao, Wu Yuehua, Xu Fuping
(South China University of Technology)

Abstract A system controlled by 8098 single—chip computer for resistance spot welding inverter is introduced. The hardware, software and function of the system are provided. Two PWM signals with 180° phase difference, which are used to control current of the inverter, are output by the computer. Current step—up control of the inverter is also obtained by the system. The control flexibility of the system is evident, which enlarges the utilization of the resistance spot welding inverter.

Key words resistance spot welding, inverter, micro—computer control, 8098 single—chip computer