



单片机控制多功能逆变焊机研究(一)

——控制系统硬件设计

李鹤岐¹, 李芳¹, 田坤¹, 尤志春², 徐德进²

(1.兰州理工大学材料科学与工程学院,甘肃兰州730050; 2.上海威特力焊接设备制造有限公司,上海200082)

摘要:介绍的多功能逆变焊机控制系统是以80C196KC为控制系统核心,组成了最小单片机控制系统。研究中讨论了脉宽调制电路、驱动电路、恒值采样反馈电路、保护电路、参数预置与显示电路的组成及工作原理。

关键词:单片机;脉宽调制;M57959L;霍尔传感器;MAX7219

中图分类号:TP273;TG434.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-2303(2003)09-0018-03

Study on microprocessor controlled multi-function inverter power source ——hardware design of control system(1)

LI He-qi¹, LI Fang¹, TIAN Kun¹, YOU Zhi-chun², XU De-jin²

(1.Lanzhou University of Science&Technology Lanzhou 730050, China; 2.Shanghai WTL Welding Equipment Manufacture Co., Ltd. Shanghai 200082, China)

Abstract: The design of a digital control system based on 80C196KC MCU for multi-function welder is introduced in the paper. The pulse width modulate circuit, drive circuit, sample circuit, protecting circuit and parameters preset and display circuit are respectively analyzed.

Key words: MCU; PWM; M57959L; Hall sensor; MAX7219

在弧焊逆变电源控制系统中,通常是将控制电路设计成具有电流反馈和电压反馈的简单闭环系统,再进行模拟控制方式的近似计算。这种控制方式存在几个问题:a.闭环系统中没有设置理想的调节器,系统会产生较大的稳态误差;b.采用近似算法,焊机输出控制准确性较差;c.模拟控制系统难以实现多输出控制。采用模拟控制,其电路复杂、抗干扰能力差,也为整个电源的调试和进一步开发带来困难。为此,该研究采用美国INTEL公司生产的MCS96系列16位单片机中的80C196KC作为控制系统的核心,构成单片机控制系统,实现逆变焊机多特性输出和实时控制焊接过程。该系统主要实现

的功能有:输出特性的切换、连续长焊缝和断续短焊缝的转换、引弧和收弧控制、焊接检测功能、焊接电流和电弧电压的预设与显示、故障诊断与处理等。

1 单片机控制系统原理

本研究所设计的单片机控制系统利用了电流负反馈和电压负反馈,采用脉宽调制方式(PWM)调节弧焊电源的输出。当弧焊逆变器结构形式和变压器变比确定后,弧焊电源的输出则由控制脉冲的占空比决定,改变占空比就可以调节弧焊电源的输出。

根据设定的脉冲电流参数,通过焊接电流负反馈,采用PI控制算法,实时控制PWM的脉宽,通过切换脉冲基值和脉冲峰值就可以获得脉冲电流输出。恒压/恒流输出特性的控制和脉冲电流的获得基本相同,其不同点是被控量和反馈量是系统的输出电压/输出电流。

单片机控制逆变焊机闭环控制系统如图1所示。

收稿日期:2003-06-16

基金项目:甘肃省攻关项目(GS992-A52-039)

作者简介:李鹤岐(1940—),男,辽宁沈阳人,教授,博士生导师,主要从事焊接工程自动化及焊接质量控制研究工作,发表论文80余篇。

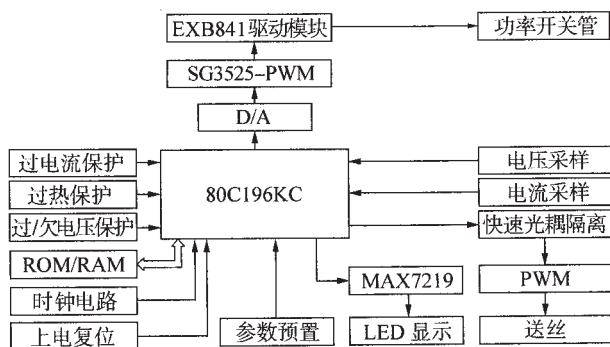


图1 单片机闭环控制示意图

2 控制硬件系统设计

2.1 单片机最小系统设计

单片机最小系统由80C196KC,复位电路,时钟电路,外部程序存储器28C64,数据存储器6264等组成。

80C196KC采用CHMOS工艺制造,具有运算速度快,处理能力强,接口丰富的特点。与80C196KB相比,80C196KC不仅内部存储器的容量扩大了1倍,扩展了输入输出(如增加了2个PWM口),还新增了1个外设事务服务器PTS(Peripheral Transaction Server),大大降低了中断服务的开销。另外,它可以采用16MHz的晶振,运行速度比12MHz的80C196KB快33%^[1]。

复位电路采用MAX705电源监控芯片,它可以输出宽度高达200ms的低电平复位脉冲,足以保证80C196KC的可靠复位。另外,它还有电压监测以及看门狗的功能。

时钟电路采用外接晶体和内部电路构成的晶体振荡器产生,其频率在6MHz与16MHz之间。在此选用12MHz晶振,系统指令的状态周期为1.33μs。

80C196KC内部虽然具有16K字节的EPROM/ROM,可以存放应用程序,但是由于80C196KC采用68脚PLCC和80脚QFP封装形式,写入程序需要专用编程器,价格较高。为此,在外部扩展了1片电可擦除程序存储器28C64,用来存放程序。系统还外扩了一片RAM(6264),作为数据存储器,存放焊接过程中采集的数据。

2.2 脉宽调制电路

该系统采用SG3525集成脉宽调制芯片构成的脉宽调制电路,输入SG3525的误差信号经过误差放大器放大后,与其内部振荡器产生的锯齿波进行比较,比较器输出的脉宽信号再经分相器分成2路互不重叠的A、B两相,由具有图腾柱结构的输出端11和14脚输出。

设计表明单片机送给SG3525的控制电压信号应在0.9~3.3V之间变化,如果控制信号小于0.9V,则控

制效果和0.9V相同,同样的,如果控制信号大于3.3V,则和3.3V的控制效果相同。控制信号越大,则输出的脉宽越宽,脉宽调制电路原理图如图2所示。

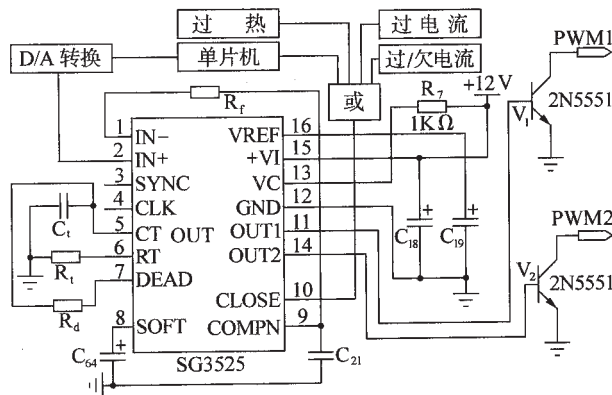


图2 由SG3525构成的PWM电路

由于驱动模块M57959L需要的是低电平输入信号,SG3525输出2路PWM信号经过工作在饱和状态的三极管2N5551,输出反相后加到M57959L的13脚,经2N5551反相后的PWM波形如图3所示。

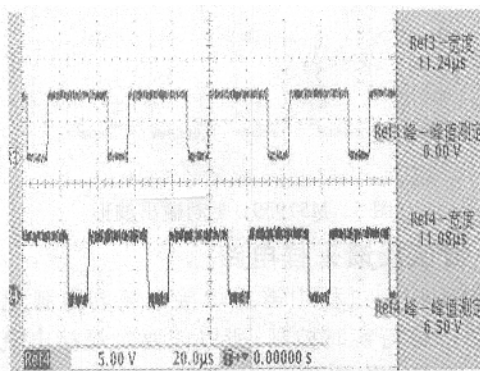


图3 经过三极管反相后的PWM波形

2.3 驱动电路

驱动电路的作用是将SG3525输出的2路PWM脉冲进行功率放大,以驱动IGBT。研究表明:为保证IGBT的可靠工作,驱动电路起着至关重要的作用,对IGBT驱动电路的基本要求如下^[2]:

- 提供适当的正向和反向输出电压,使IGBT可靠开通和关断。
- 提供足够大的瞬态功率或瞬时电流,使IGBT能迅速建立栅控电场而导通。
- 尽可能小输入,少的输出延迟时间,以提高工作效率。
- 足够高的输入输出电气隔离性能,使信号电路与栅极驱动电路绝缘。
- 具有灵敏的过电流保护能力。

M57959L是日本三菱公司为驱动IGBT而设

计的厚膜集成电路,具有封闭性短路保护功能,其实是 1 个隔离型放大器,采用光耦合方法实现输入与输出的电气隔离,隔离电压高达 2 500 V;并配置了短路/过载保护电路。M57959L 驱动电路如图 4 所示,驱动电路输出波形如图 5 所示。

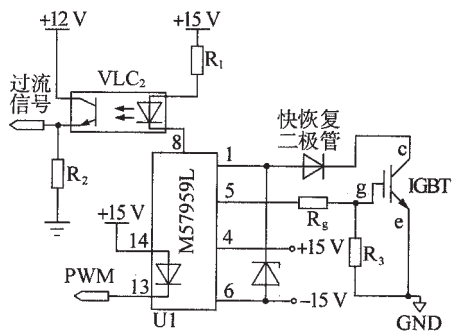


图 4 M57959L 模块构成的驱动电路

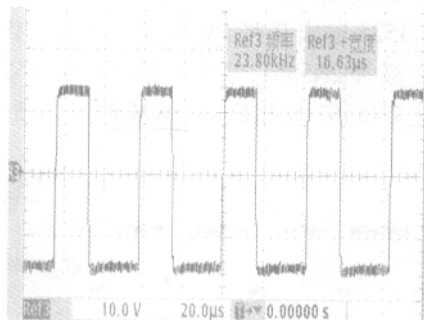


图 5 M57959L 驱动输出波形

2.4 恒值反馈采样电路

由于控制过程中需要焊接电流和电弧电压的瞬时值以进行实时控制,所以对焊接电流和电弧电压进行实时采集,要求必须设计好精度高、采样速度快的恒值反馈采样电路。线性霍尔传感器体积小、外围电路简单、频带宽、动态特性好、寿命长,并具有电磁隔离的功能。因此本系统选用闭环霍尔电流传感器和霍尔电压传感器。

恒值反馈采样电路是单片机系统的前向通道,也是干扰可能的输入通道,必须采取有效的抗干扰措施,除 RC 阻容电路降低噪声影响外,还必须采用屏蔽线传输信号,在 PCB 布局上把模拟地和数字地分开等措施。

2.5 保护电路

保护电路主要完成故障信号的检测、输出保护信号以及 LED 故障显示等功能。该系统设计了过热、过电流、过/欠电压 3 种综合保护措施,并采取封闭式保护。当有以上 4 种故障之一发生时,单片机首先判断是否真的出现了故障,以排除误报警,如果真的

有以上 4 种故障之一发生,就彻底封闭 IGBT 的输出,停止焊接过程,经手工复位后,才能再次起动。

2.6 参数预置与显示电路

选择不同的功能,预置的参数也不尽相同。因此在焊机的面板上设置外特性切换键,单片机根据该键值来确定参数预置时需要采集的通道。为了简化显示接口,使用了 LED 专用显示驱动器 MAX7219,它采用 3 线串行接口传送数据,可以直接驱动 1~8 个共阴极 LED 显示器,并可方便地调节显示器的亮度,具有接口电路简单、使用方便等特点^[3]。参数给定与显示电路如图 6 所示。

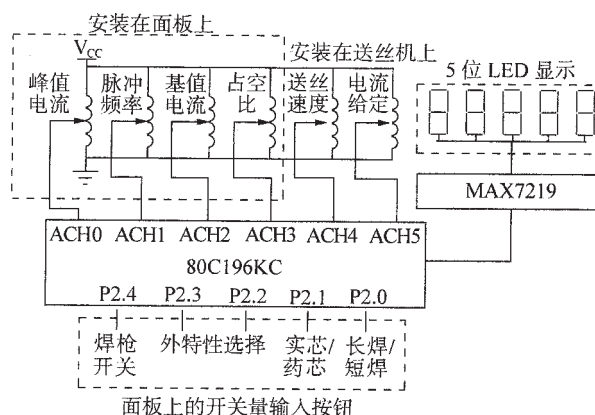


图 6 参数给定及显示电路图

3 结论

a. 该系统采用脉宽调制型调节方式,利用 PWM 专用集成芯片 SG3525 可完成控制焊机的输出功率及焊机的输出外特性;

b. 根据焊机对控制电路的要求,设计并制造了以 80C196KC 为核心的最小单片机控制系统,并针对焊接过程中可能出现的过电流、过热、过/欠电压等故障设计了相应的保护电路;

c. 设计了电流、电压反馈电路,确定了对电流、电压等参数进行采集的霍尔传感器类型,并设计了相应的检测方法;

d. 通过友好的人机对话界面,焊接参数的设置与调节方便,利用设计的单片机控制系统实现了焊机输出特性和焊接参数的灵活控制。

参考文献:

- [1] 孙涵芳. Intel 16 位单片机[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1995.
- [2] 康劲松, 郎玉峰, 陶生桂. IGBT 集成驱动模块的应用研究[J]. 电工技术杂志, 2000, 179(5): 36-38.
- [3] 公茂法, 马宝甫, 孙晨, 等. 单片机人机接口实例集[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1998.