

等离子弧焊过程控制系统的 电磁兼容性研究

宋聚海,陈克选,肖笑,陈响

(兰州理工大学 有色金属合金省部共建教育部重点实验室,甘肃 兰州 730050)

摘要:通过分析基于 MCS196KC 单片机控制的等离子弧焊过程控制系统的工作原理和电磁兼容性能,结合等离子弧焊过程对控制系统产生的影响,从过程通道、空间干扰和电源稳定性三个方面分析了等离子弧焊过程控制系统的电磁兼容性问题,并提出了解决办法,提高了系统过程控制的稳定性。

关键词:等离子弧焊;过程控制;单片机;电磁兼容

中图分类号:TG456.2, TN03

文献标识码:A

文章编号:1001-2303(2009)12-0051-03

Research on electromagnetic compatibility of plasma arc welding process control system

SONG Ju-hai, CHEN Ke-xuan, XIAO Xiao, CHEN Xiang

(Key Laboratory of Non-ferrous Metal Alloys, The Ministry of Education, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China)

Abstract: This paper analyzed the principle and electromagnetic compatibility of the process control system of the PAW. Combined with the impact of the control system in the welding process. Resolved the electromagnetic compatibility problems of the control system from the process of channel, Space interference and stability of the power. Improved the stability of Process control system.

Key words: PAW; process control; MCU; electromagnetic compatibility

0 前言

相对于 PLC 控制的传统等离子弧焊过程控制系统,基于单片机控制的等离子弧焊过程控制系统具有数字化程度高、时序控制精确、生产成本低、易操作、易改装等优点。另一方面,随着工业电源数字化程度日益增高,采用单片机控制已经成为工业电源的主要发展趋势。在此针对单片机控制的等离子弧焊过程控制系统的电磁兼容性进行分析和研究。由于实际的等离子弧焊控制过程是一个多种因素交互作用的复杂过程,弧焊控制过程与很多因素有关,既有动态的过程耦合,又有静态过程的重叠^[1]。这些因素的综合作用,给整个过程控制系统带来很大的电磁兼容性问题。这使得基于单片机控制的等离子弧焊过程控制系统在实际应用上受到较大限制。因此,研究和解决单片机控制的等离子弧焊过程控制系统的电磁兼容性问题,已成为单片机过程控

制系统能否在等离子弧焊中广泛应用的关键。

在此对过程通道影响、空间干扰和电源稳定性三个方面进行实验和调试,总结出能有效解决系统电磁兼容性的方法。实验证明,该方法切实可行、效果良好。

1 等离子弧焊系统组成及原理

本研究的等离子弧焊焊接电源系统采用两个独立的电源:一个用于高频引弧,一个作为主弧工作电源(见图 1)。高频引弧电源依靠瞬间的高频高压引起小弧。小弧稳定燃烧一段时间后,再将主弧引燃。待主弧稳定后,便可以进行等离子弧焊操作。通过调节和控制主弧电源参数,如主弧工作电流等,可以得到理想的焊接主弧特性。

2 等离子弧焊控制系统组成及过程时序控制

等离子弧焊控制系统是等离子弧焊接系统的核心。控制系统的稳定性及控制精度直接关系到整个焊接系统的稳定性和焊接成形质量。控制系统的

收稿日期:2009-11-06

作者简介:宋聚海(1984—),男,山东菏泽人,硕士,主要从事焊接工程自动化及焊接质量控制的研究工作。



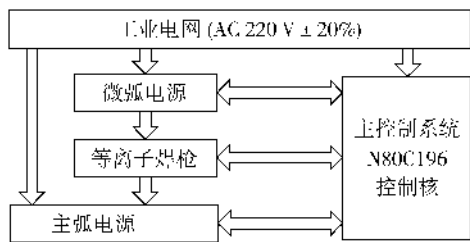


图 1 等离子弧焊焊接电源硬件系统

主控元件采用 16 位单片机 80C196KC。控制系统的硬件电路主要由时钟电路、复位电路、参数预置、显示电路、同步触发电路及电机调速电路等部分组成。其中,电机调速电路又包括同步电路、触发电路和电机电枢电压反馈电路。设计的控制系统如图 2 所示。

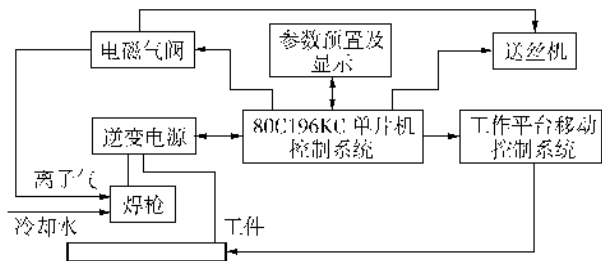


图 2 等离子弧焊时序控制系统硬件框图

等离子弧焊过程控制系统主要是完成弧焊系统的稳定引弧过程,并保证弧焊过程的稳定性。精确的时序控制是实现全自动等离子弧焊的基础。等离子弧焊接系统的控制时序如图 3 所示。

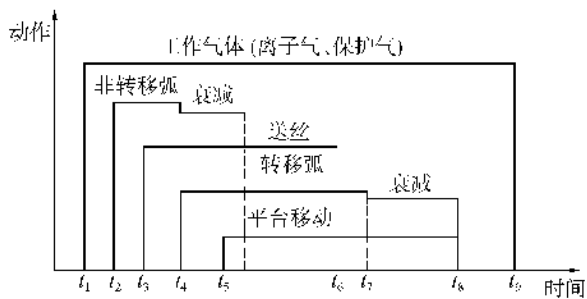


图 3 等离子弧焊控制系统时序

3 电磁兼容问题的分析及解决方案

等离子弧焊系统是一个混合高频和低频、高压和低压、大电感负载的起停以及各点接地电位不同等的复杂过程,会影响整个等离子弧焊系统的电磁兼容性。系统电磁兼容较差时会引起系统控制时序的紊乱、单片机烧毁、不能正常引弧等问题。

3.1 等离子弧焊过程控制系统的电磁兼容性分析

等离子弧焊时序控制系统中的干扰主要通过

导线和空间两种方式传播。

(1)导线传播。即通过设备的信号线、控制线、电源线等直接传导到主控制板,这种方式即为传导干扰。

(2)空间传播。干扰源周围空间存在着电场、磁场和电磁场,会对其附近电子线路产生干扰,即场干扰。

电磁干扰模型包括三个要素^[2]:必须有能量源;必须有接收器。并且当电磁干扰强度超过允许的界限时,这个能量源会使该接收器发生紊乱;在接收器和能量源之间必须有供多余能量传输的耦合路径。

只有三个要素都存在时,干扰才会存在。根据这个原理,只需要破坏其中一个条件,就可以解决干扰问题,从而提高系统的电磁兼容性。

提高系统电磁兼容性,防止电磁干扰,首要问题是要抑制电磁干扰源。在设计和安装时序控制电路时,要严格抑制电磁干扰源,同时采用屏蔽、滤波和接地等措施,将电磁干扰控制在最低水平。

3.2 过程通道影响及解决方案

(1)主电路过程通道影响及解决方案。

针对系统主电路中存在的过程通道干扰,设计方案如下:在主开关控制线上采用磁抑制的方式,将高频信号射频能量抑制在最低范围内,其原理如图 4 所示。

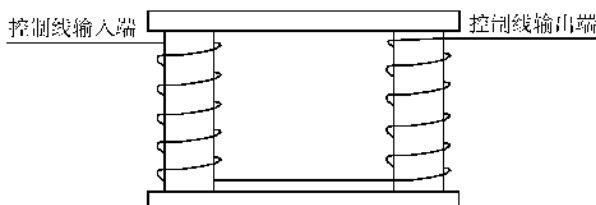


图 4 采用磁移抑制法抑制高频干扰信号

根据电磁理论原理,干扰信号是由导线纵向分布参数(阻抗或电阻)决定的,不是一个集中的点信号源,因为干扰信号是串联在信号传输回路中的,负载在取得信号的同时,也必然取得干扰信号,属于加性干扰,无论有没有信号,都存在干扰。当干扰信号的能量小到可以忽略时,就可以认为没有干扰。

在高频电源输出开关控制线上加绕一个磁环,相当于加上一个稳定的恒磁场,当有高频电流流过时,所产生的自激励磁场将被抑制,使得电压和电流信号能量在短时间内不能有较大的突变和波动,这样,在源处就将干扰信号的能量限制在最低,其能量与供电信号相比可以忽略。

(2)控制电路过程通道影响及解决方案。

在单片机的控制系统电路中,当电路从一种状态转换成另一种状态时,就会在电源线上产生一个

很大的尖峰电流,它的存在会给控制系统带来不良的影响,它将在电源内阻和公共传输线阻抗上产生一个较高的瞬间压降,使供电电压跳动,形成严重干扰。由于单片机三总线上的信号变化几乎在同一时刻发生,所产生的尖峰电流对系统的影响不容忽视。

去耦电容可以缩短开关电流的流通途径,降低电阻压降^[2]。为了降低尖峰电流的影响,在控制系统的主控板电路设计时,对于精密的集成电路(IC)电源,均采用接地进行高频去耦的方法,防止电源抑制(PSR)在直流条件下随电源脉动频率的增加而变坏。使用的去耦电容一般具有低自感,且其引线应该尽可能短(一般选用 10~100 nF 表面安装陶瓷电容芯片,其引脚长度小于 2 mm 最为有效,如图 5 所示)。在单片机主控板每个 IC 电路的电源线和地线端接去耦电容,其典型值可做如下估算:取尖峰电流为 40~50 mA。尖峰电流的变化为 $\Delta i=50 \text{ mA}$,持续时间 $\Delta t=20 \text{ ns}$,要求电源端的电压跳动 $\Delta e_c \leq 0.1 \text{ V}$,则

$$C \geq \frac{\Delta i}{\frac{\Delta e_c}{\Delta t}} = \frac{50 \times 10^{-3} \text{ A} \times 20 \times 10^{-9} \text{ s}}{0.1 \text{ V}} = 0.01 \mu \text{ F} \quad (1)$$

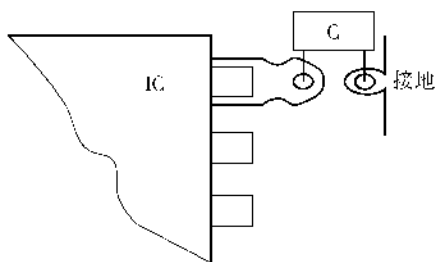


图 5 去耦电容的接入示意

去耦电容一方面提供和吸收该集成电路开关瞬间的充放电能量,另一方面旁路掉该器件的一些高频噪声。去耦电容型号的选择并不十分严格,本系统中选用的是 $0.01 \mu \text{ F}$ 的独石电容器,去耦电容在 PCB 板上的位置应尽可能的靠近 IC 集成芯片。总之,主控板上理想的高频去耦需要做到:选用低电感电容器(单片陶瓷电容器);靠紧集成电路安装;电容器接入引脚要尽可能短;导电带要做到短而宽。

3.3 空间干扰

空间干扰的实质是干扰能量以场的形式向四周传播。对于距离较远的系统间的电磁兼容问题,一般属于辐射场。同一设备内部,属于近场耦合^[3]。

当供电电源环路中有高频电流流过时,电源环路就是一个很强的辐射源,这种情况下,一般在高频噪声源处加去耦电容,给噪声一条高频旁路,以

免流入电源环路,从而产生辐射。

另外,闭合环路周围空间的干扰电场和磁场都会在环路中产生感应电压,从而对环路产生干扰。闭合环路产生的感应电压与环路面积成正比,环路面积越大感应电压越大。因此,在设计和安装时序控制电路时,要尽量减小环路面积^[4]。

针对主控板各部分电路之间的相互干扰,主要采取屏蔽的方法来减小耦合程度。

3.4 电源稳定性

控制系统的供电方式一般有两种:一种是集中供电方式即电源都引自一处;另一种是分布式供电,主控板在安装位置就近取电。从提高电磁兼容性的角度讲,集中供电方式更好一些,基本可以消除各处参考电位不等的情况。在此采用集中供电方式。

4 系统调试结果分析

最后对等离子弧焊焊接过程控制系统进行了脱机和联机调试。脱机调试检测了时序动作的合理性和时间上的精确控制,联机实验检测了控制系统可以可靠、稳定的工作。实验表明:所设计的等离子弧焊焊接过程控制系统能够严格按照设计的时序先后进行各个控制动作,各接触器可以有效的吸合和断开。联机实验验证了所设计的等离子弧焊焊接系统能够稳定的引弧和正常工作。进行试样焊接时,焊接过程稳定,无断弧现象,焊缝成形稳定。

5 结论

(1)所设计的等离子弧焊过程控制系统采用高性能的 80C196KC 单片机为控制核心,控制精度高,灵活性好,操作方便,工作稳定可靠。(2)试验表明,所设计的控制系统电路结构合理,参数与性能稳定,能够有效地提高等离子弧焊过程控制系统的电磁兼容性。(3)所设计的等离子弧焊焊接过程控制系统从硬/软件两个方面采取了多种措施,在脱机调试和联机调试过程中,取得了较为满意的效果。

参考文献:

- [1] 李国勇.智能控制及 MATLAB 实现[M].北京:电子工业出版社,2005.
- [2] 蒙切斯.电磁兼容和印刷电路板[M].刘元安 译,北京:人民邮电出版社,2002.
- [3] 王庆斌.电磁干扰与电磁兼容技术[M].北京:机械工业出版社,1999.
- [4] 蔡仁钢.电磁兼容原理、设计和预测技术[M].北京:北京航空航天大学出版社,1997.