

数字化 CO₂ 焊逆变焊机送丝及接口电路设计研究*

石红信,朱仁萍,宋纪霞,赵建涛,路凯通

(河南科技大学 材料科学与工程学院,河南 洛阳 471003)

摘要:在数字化 CO₂ 焊机研究中,需要解决送丝接口电路的设计问题。基于一元化控制的要求,完成了一种以脉冲调制芯片 TL494 为控制核心的斩波送丝电路,并为其设计了与数字化 CO₂ 弧焊逆变主控电路的接口电路。该送丝电路符合模块化的电路设计思想,能够较好的与数字化主控电路实现同步。

关键词:弧焊逆变器;送丝机;模块化接口;数字控制

中图分类号:TG 434.5 **文献标志码:**A

CO₂ 焊是一种应用非常广泛的焊接工艺,通常采用平特性电源匹配等速送丝电机。在数字化 CO₂ 焊机系统设计中,要采用高性能的送丝电路,并且基于一元化控制的要求,需要解决送丝电路与数字化主控电路及显示电路的接口设计问题。作者设计了脉宽调制的斩波送丝电路,并完成了接口电路设计。

1 斩波送丝电路

斩波送丝电路如图 1 所示。整个电路分为主电路和控制电路,主电路工作如下:通过二极管 D1~D4 整流,电容 C1 滤波,将交流 U_i 转变为相对稳定的直流电压。S1 为斩波开关器件,选用 N 沟道增强型 MOSFET 管,通过控制开关器件 S1 的输入脉冲宽度(恒定频率),可获得连续可调直流输出电压 U_o ,幅值为 $(0 \sim \sqrt{2}U_i)$ 。S1 关闭时,送丝电机通过

够迅速将热源的热量扩散并传递给散热器冷却,但技术尚不成熟,目前仍处于研究开发阶段。

2 结语

综上所述,电力电子设备集成度的提高依赖于散热装置冷却能力的提高,随着集成技术的发展,冷却方式也将不断推陈出新。除了以上介绍的几种常用的冷却方式外,空调制冷、埋入式制冷等新的冷却方式也正在被研究应用。但是每种冷却方式都有各自的优缺点和使用范围,在及时了解各种冷却方式的特点及研究进展的基础上,结合电子设备的具体结构和特点,为电子设备选择可靠性高、成本低廉、外形小巧美观的冷却装置是电子设备热设计工作人员的重要工作。

[参考文献]

[1] Davis S. 冷却趋势:电力电子系统将依赖于散热技术[J],变流技术与电力牵引,2000,6:17-19.

二极管 D5、D6 续流。送丝机工作时 S2 断开;停止工作时 S2 闭合,C2 通过 R2、S2 迅速放电,使送丝电机快速止动。

R13、VR1 组成送丝速度给定电路,送丝电压给定 U_g 取自可调电阻 VR1。电阻 R4~R9、PNP 型三极管 T1、电容 C3 一起组成送丝电机电压采样电路,C3 为滤波电容,滤除尖峰电压干扰,在系统稳态工作分析中可以认为其为断路。R4 上的压降 U_{R4} 约等于 R6 上的电压 U_{R6} ($U_{R4} = U_{R6} + 0.7V$), U_{R4} 正比于 U_o ,故 U_{R6} 、 $I_{R6}(i_c)$ 正比于 U_o 。将 $R7 // (R8 + R9)$ 看作整体 R,其上电流 $I_R(i_c)$ 约等于 $I_{R6}(i_c)$, U_R 正比于 U_o , U_{R9} 即 U_f 正比于 U_R ,所以采样电压 U_f 正比于 U_o 。控制核心采用 TL494,作为 PWM 发生器。 $U_f < U_g$ 时,TL494 的 E2 脚输出的 PWM 脉冲宽度将逐渐增大, $U_f > U_g$ 时则反之,直到 $U_f =$

[2] 陈治明. 电力电子器件基础[M]. 北京:机械工业出版社,1992.

[3] 杨世铭,陶文铨. 传热学(第三版)[M]. 北京:高等教育出版社,1999.

[4] Peng, X. F., Wang, B. X. Forced convection and flow boiling heat transfer for liquid flowing through micro-channels [J]. Int. J. HeatMassTransfer, 1993, 36: 3421-3427.

[5] Tuckerman, D. B. Heat transfer microstructure for integrated circuits[D]. Lawrence Livermore National Laboratory, UCRL-53515, 1984.

[6] 庄骏,张红. 热管技术及其工程应用[M]. 北京:化学工业出版社,2000.

[7] 周恩民. 电力电子集成模块及径向平板热管的传热性能研究[D]. 西安:西安交通大学,2006.

作者简介:张小京(1981-),女,四川绵阳,硕士,助教,研究方向为电力电子集成模块的传热研究。

收稿日期:2007年8月5日

责任编辑 吕德龙

U_g 。所以送丝电压由给定电压决定,且正比于给定电压,最终得到的系统是等速送丝系统。R10、R11、C4 构成斩波送丝电路 PI 调节器。S2 断开和闭合通过控制电路中的 T4 实现:同步信号到来即 S3 闭合时,T3 导通,从而 T4 截止,S2 截止;结束送丝时 S3 断开,T3 截止,从而 T4 导通,S2 导通。

脉冲,其脉宽对应为 98%~0(TL494 工作于单端模式)。

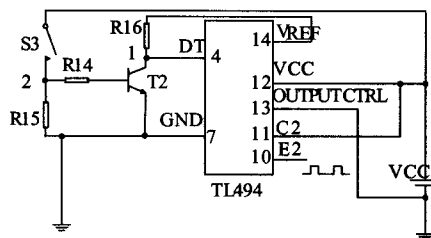


图 3 同步接口电路

CO₂ 焊机主电源处于空闲状态时,S3 断开,T2 截止,TL494 的死区控制引脚 DT 通过 R16 与 TL494 的 +5 V 参考电位 14 脚连接,死区控制 4 脚电平为 +5 V,TL494 没有输出。图 3 中测试点 1、2 的电位和 E2 脚的输出波形如图 4a 所示。当焊机启动时,S3 闭合,从而导致 T2 导通,将 4 脚电平拉到将近 0 V,TL494 正常输出,送丝机开始送丝。图 3 中测试点 1、2 的电位和 E2 脚稳态输出波形如图 4b 所示。开始焊接瞬时,动态捕捉的送丝机同步波形如图 4c 所示;焊机停止焊接瞬时,同步波形如图 4d 所示。

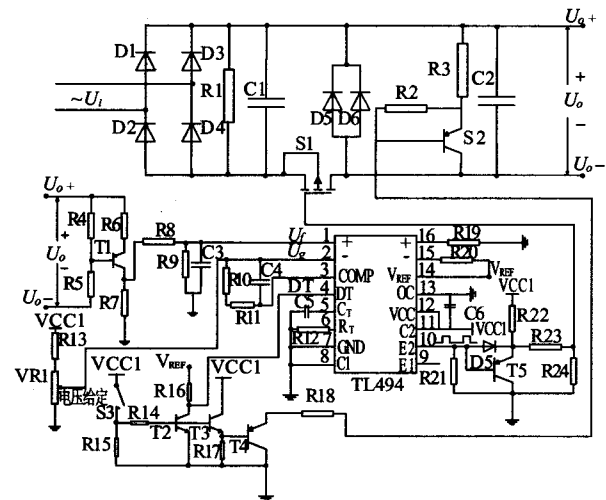


图 1 斩波送丝电路

2 送丝接口电路

2.1 送丝电路与主控电路的同步接口电路

CO₂ 焊机开始焊接时要提前通气,焊接结束时要滞后断气,并控制电源输出和送丝机工作,即程序控制。遵循的基本时序和工作过程如图 2a、图 2b 所示。

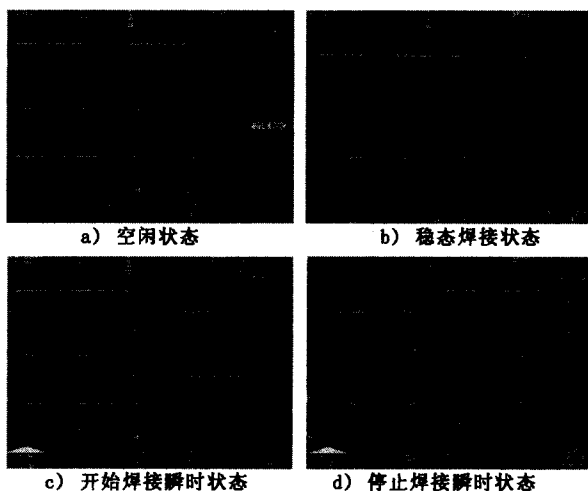
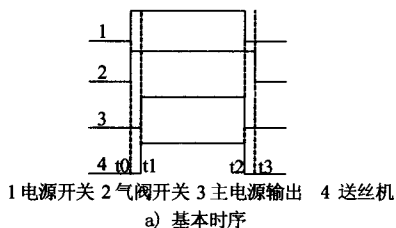
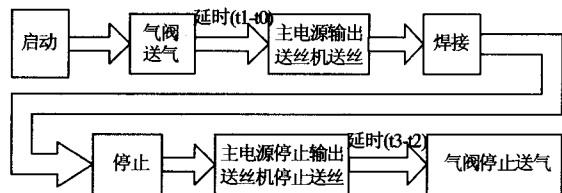


图 4 送丝机工作波形



1 电源开关 2 气阀开关 3 主电源输出 4 送丝机

a) 基本时序



b) 工作过程

图 2 CO₂ 弧焊逆变焊机同步控制关系

送丝电路与数字化主控电路应保持一定的同步关系,其同步接口如图 3 示,原理为:S3 为数字化弧焊主控电路控制的继电器的常开开关(主控电路与送丝电路通过继电器隔离)。将 +7~40 V 的电源提供给 TL494 时,可在 TL494 的 14 脚输出稳定的 +5 V 参考电位。4 脚为死区时间控制引脚,将 0~+3 V 的电源与 4 脚短接时,E2 脚上输出矩形波

2.2 送丝速度给定在送丝电路与主控电路间的转送接口

与手工电弧焊机相比,CO₂ 弧焊逆变焊机系统复杂,需要较好地调节和匹配焊接电流(送丝速度)和焊接电压。如果能实现一元化调节,将大大简化操作难度。在数字化主控电路设计中,一般以送丝速度作为基准。这就涉及送丝速度给定电压在送丝电路与弧焊主控电路间的传送。

在本设计中,数字化弧焊主控电路通过采集送丝电压给定值后,控制弧焊电源主电路的输出电压并使之与送丝电压匹配,完成一元化调节,其接口电路如图 5 所示。

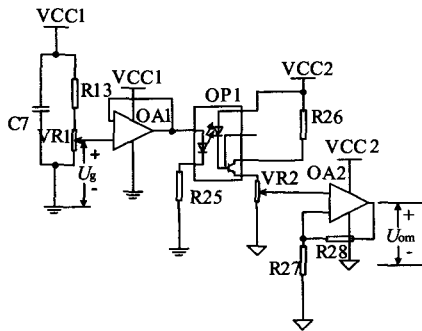


图5 送丝给定电压与主控电路的接口

U_g 表示送丝速度给定电压, U_{om} 表示待数字化主控电路微处理器采集的与 U_g 成正比的电压。为了减少数字化弧焊主控电路与送丝电路间的相互干扰和增加电路设计的模块化。送丝电路与数字化弧焊主控电路应相互隔离,其联系通过线性光耦 OP1 进行。 U_g 值控制送丝电压(送丝速度),有固定的范围,这里不能以调节 VR1,取得合适的光耦输入电流。运算放大器 OA1 提取送丝给定电压,但不影响其值(模块化的电路设计)。选取合适的 R25、VR2 的阻值,并调节 VR2 使 OP1 的输入输出处于合适的范围内,适当配比 R27、R28 值,使 U_{om} 处于合适微处理器采集的电平范围内,便于数字化主控电路采集。与 OA1 比,OA2 除了起提取光耦输出电压(不影响光耦输出电压)外,还起电平转换作用。将光耦输出电压转换到适合于数字化弧焊主控微处理器采集的电压范围内。

2.3 送丝速度给定在送丝电路与显示面板间的转送接口

CO_2 弧焊逆变焊机面板显示参数包括焊接电压和焊接电流。通过选择开关可以在焊前方便的显示预置的焊接电流,再次切换选择开关可以在焊接时显示实际焊接电流(或在数字化弧焊主控板上通过电路实现:在空闲时电流表显示预置的参数,在开始焊接时,电流表显示自动切换到实测焊接电流)。稳定焊接中,送丝速度等于熔化速度,熔化速度取决于焊接电流,这样送丝速度代表了(平均)焊接电流,预置送丝速度相当于预置焊接电流。

实测的焊接电流通过在数字化弧焊主控电路中采样实现,预置焊接电流则要通过在送丝电路中采样实现,其显示共用 1 块电流表(或 7 段数码管)。为避免送丝电路与数字化弧焊主控电路在电流表(或 7 段数码管)处连在一起,互相干扰,设计送丝电路与显示电路的接口电路如图 6 示。图中 U_g 表示预置的送丝速度, U_{od} 表示经隔离后待送电流表显示的焊接电流(或送丝速度)。图 5 与图 6 相比,输出电压范围不同,其中图 5 输出电压为适合数字化弧

焊主控电路微控制器采集的电压范围,而图 6 输出的电压为适合数码表(或模数转换)的电压范围;输入 U_g 为同一电压,光耦 OP2 和 R29 之右的电路与图 6 共用。其余原理相似,不再赘述。

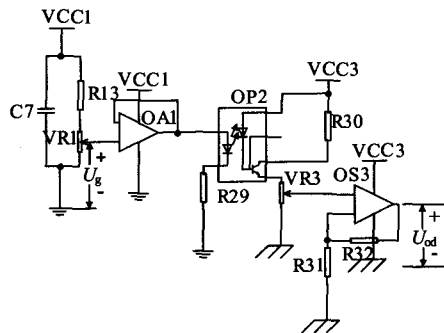


图6 送丝电路与显示电路的接口

3 结语

1) 本文提出了数字化控制 CO_2 焊机中脉宽调制斩波送丝电路的方案,设计了送丝电路与主控电路的接口电路;该电路可与 CO_2 弧焊逆变电源的数字化主控电路较好的实现同步,送丝速度调节范围较宽,可适用于大功率 CO_2 弧焊电源。

2) 由于采用了隔离措施,该电路具有符合模块化的电路设计特征,可与大多数的 CO_2 弧焊主控电路配合使用。

【参考文献】

- [1] 田松亚,顾公兵,龙火军.基于 TL494 的 PWM 等速送丝电路设计[J].河海大学学报(自然科学版),2004,33(3):324-327.
- [2] 骆德阳,宋彬,方培泉.开关型送丝电源的研究[J].电焊机,1997,27(2):9-11.
- [3] 黄钧,王国荣,钟继光,等.气体保护焊中几种新型送丝方法[J].机电工程技术,2005,34(1):11-13.
- [4] 叶振忠,王芸,杨显,等.一种实用新型 CO_2 弧焊 PWM 送丝调速系统[J].焊接学报,2003,24(3):79-81.
- [5] 尹懿,洪波,屈岳波,等.一种新型 CO_2 弧焊送丝调速系统[J].电焊机,2004,34(3):20-22.

* 河南科技大学青年科学研究基金(2006QN069)
河南科技大学大学生研究训练计划项目

作者简介:石红信(1973-),男,河南偃师人,硕士,主要从事焊接材料及设备的研究工作。

收稿日期:2007年8月5日

责任编辑 吕德龙