

制罐机用大功率晶体管(GTR) 电阻焊的逆变电源

朱正行 周富麟 严向明*

(上海交通大学)

摘 要 本文介绍了一种以 TP801A 微机为控制核心的大功率晶体管 (GTR) 逆变式电阻焊电源, 主电路采用 GTR 桥式逆变电路, 在焊机次级回路中, 获得频率为 120~260Hz 的焊接电流, 以适应罐头高速缝焊的需要。

关键词 GTR 逆变电源; 电阻焊; 制罐机

0 序 言

在国内, 弧焊逆变电源日益成熟并投入批量生产。电阻焊逆变电源, 尚处于研制完善阶段。而制罐机用的逆变电源的研制, 尚未见报道。制罐机中的缝焊机, 要求更高的焊接速度, 必须超越每秒 100 点的工频缝焊的速度极限, 其中以 120~260Hz 的中频电流的应用最为普遍。与通常的逆变电源不同, 此种逆变电源中并无次级整流电路, 因而焊接变压器的等效感抗极大。如处理不当, 将引起焊机功率因数的显著下降, 并易致 GTR 的二次击穿而损坏。焊接至罐头的始端和终端位置时, 希望焊接电流减小, 以减小飞溅和过烧, 以利于罐体的翻边工序, 故必须设置焊接电流的 UP SLOP 和 DOWN、SLOP 阶段, 使电流波形的控制更为复杂。本电源还设有恒流功能, 以补偿网压波动对焊接电流的影响。值得指出的是, 制罐缝焊机中的恒流效果特佳, 这是由于采用辅助铜丝 (置于焊轮与镀层板之间) 后使焊接电阻波动极小。为了保证逆变电源的可靠工作, 尤其是为了 GTR 模块的安全, 本机设置了过压、过流、直通、缺相、串联谐振等故障的保护环节。

1 电源系统的主要构成

电源系统由主电路、控制电路和保护电路等三部分组成。

* 参加本项工作的还有倪纯珍、黄旭东、刘毅萍。

1.1 主电路

主电路简图见图 1。三相工频交流电经整流后得到脉动较小的直流,再经电容器 C_d 滤波后得到平滑的直流电,送至 GTR 构成的桥式逆变电路。通过控制二组 GTR(TA1、TB2 为一组,TA2、TB1 为另一组)的基极电平信号,就是用调节基极电平的交替频率来调节输出频率,调节基极电平的脉宽即 PWM 方式来调节输出电压。逆变器输出,经串联补偿电容 C_h 后,向焊接变压器 B_x 馈电。针对高电压、大电流、中低频的特点,逆变元件选用了日本产的大功率高耐压的 GTR 组合模块 MJ100BK120。每个模块包括了二个串联的大功率 GTR(例如 TA1 和 TA2)和二一个快速二极管 D。模块安装在铝制的冷却翼板上,后者受到强烈风冷。

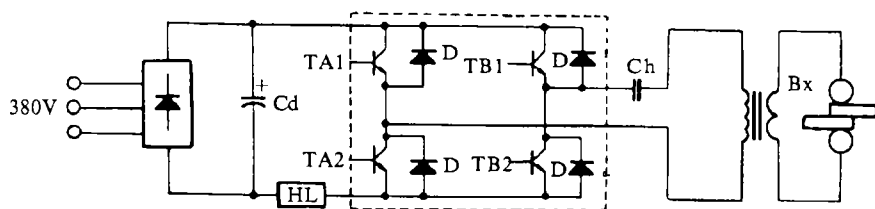


图 1 主电路简图
Fig.1 Main circuit

与一般的桥式逆变电源相比,本系统的主要特点是不采用次级整流,因而焊接电流是中频交流,焊机功率因数低。在电路中串有中频电容器 C_h ,可提高功率因数,并防止焊接变压器产生直流磁化。然而,也必须防止 C_h 引起的串联谐振问题,其办法是设置 C_h 端的过电压保护。

1.2 电子控制电路

TP801A 单板机是本电源的控制核心,其功能之一是驱动模块,恒流控制和实行各种保护功能。

1.2.1 模块的驱动

由于选用微机控制,利用 TP801A 的现有功能,由 CPU、CTC 及 PIO 协调,给出所需频率和占空比的驱动控制信号同时驱动晶体管 TA1 和 TB2,或 TB1 和 TA2(图 1)。采用 CTC 定时,通过 PIO-B 口输出控制信号,即可精确控制驱动信号的频率和占空比。为了防止“简单直通”^[3],必须限制 GTR 基极驱动脉冲太宽,即须 $T_{on} < T_{on\max}$ 。本系统采用了具有防止 GTR 过饱和功能的自保护驱动器(图 2)^[4]。

1.2.2 恒流控制

恒流的基本思想还是对逆变器输出电流进行反馈控制^[1,2]。由于采取有效值的复杂性,本系统采用峰值采样法。图 3 为恒流控制示意图。设原有的电流波形如曲线 1 所示,由于网压的升高,电流波形如曲线 2 所示,显然电流要增大。

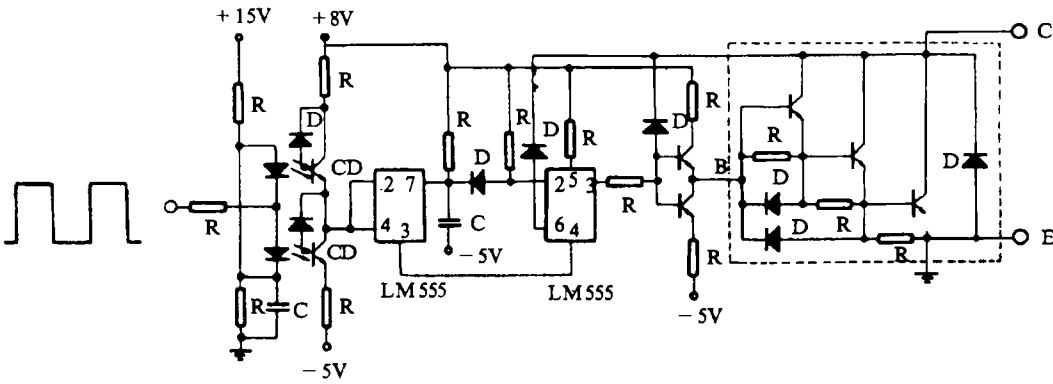


图 2 自保护驱动器

Fig.2 Self-protection driver

如果在获取此变化后,改变逆变器的占空比,将 t_1 改为 t_1' ($t_1' < t_1$), 则可得到另一下降曲线 3。如保证它所围的面积与网压正常时相等,则保证了电流值几乎相等。这样,恒流控制即可实现。为了加快响应速度,此控制环节用查表的方法来表现。

1.2.3 Up-slop 和 down-slop 波形的控制

用制罐机主机检测到的工作始端信号,来控制 up-slop 的开始,而用工件末端信号,来控制 down-slop 的开始。其典型波形如图 4 所示。

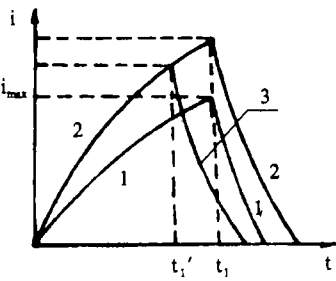


图 3 恒流控制示意图

Fig.3 Diagram of constant current control

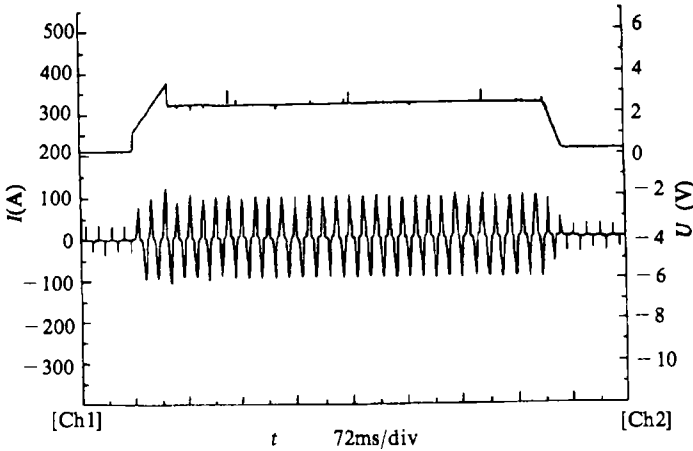


图 4 逆变式 CAN 焊机中初级电流波形

Fig.4 Primary current wave of CAN welder
Ch1 - Primavy current; Ch2 - Driving signal

1.3 保护环节

为了保障逆变电源的可靠安全地运行,本电源系统设置了一整套保护环节。今择其

最重要的保护环节(过压保护,过流和直通保护)简述如下。

1.3.1 过压保护

虽然,集成在 GTR 模块中快速二极管的续流作用,降低了由于感性负载产生的高的过电压,然而过电压还会存在,因而对 GTR 进行过压保护是必需的。本系统采用了一系列过压保护措施。除了采用阻容吸收电路之外,还采用压敏电阻作为保护元件。

1.3.2 过流和“直通”保护

一般在控制电路中设置保护电路,主要就是防止 GTR 过流。这个方案的缺点:(1)保护速度慢;(2)鉴别不正确。GTR 过流损坏的原因主要是 GTR 退出了保护区,功耗剧增发生击穿。而检测 GTR 导通时的 U_{ce} 是监测 GTR 是否退出保护区的最直接办法^[4]。图 2 所示的自保护驱动器设置了贝克钳位电路,以防止过饱和,又通过 D2 对 U_{ce} 取样。当 U_{ce} 超值时即关断 GTR,直到下一个开通脉冲来到时才开通。该电路有 $3\mu s$ 保护死区,因而在控制电路中进行过流截止保护。

R-C-D 辅助电路组成的吸收网络可明显降低 du_{ce}/dt 值,可在根本上防止误触发生直通。

2 试验结果及分析

经联机模拟试验,本机达到了预定的技术指标,即输入:三相交流,50Hz, $380\pm 10\%V$, 逆变频率 $f_{\text{主}}$:120 ~ 260Hz,逆变器输出容量 15 kVA,负载持续率 100%,电流控制精度 $\pm 3\%$ 。在电流波形上,尚配置于 UP-SLOP 和 DOWN-SLOP 功能。

表 1 列举了逆变电源各部分(参图 1)电气参数。

表 1 逆变电源各部分的参数 ($f = 120\text{Hz}$)
Table 1 Voltage and current in different parts of inverter power

Pulse-time ratio(%)	Output of rectifier		Output voltage of inverter bridge(V)	Input of welding transformer	
	Voltage(V)	Current(A)		Voltage(V)	Current(A)
18	484	1.8	295	300	5.0
31	484	4.0	335	340	13.0
40	484	7.5	353	361	22.5
47	484	12.5	390	394	30.0
53	484	18.5	418	420	37.5

值得注意的是,焊接变压器的输入电流远比三相桥式整流桥的输出电流为大(通常在一倍以上),这说明了滤波电容 Cd 在提高整机功率因数的作用。在 GTR 导通时,电容器向焊接变压器馈电;而在 GTR 关闭瞬间,变压器内储存的能量通过快速二极管把电能还给电容器 Cd ,这说明了变压器和 Cd 之间有相当大的能量交换,而这部分电流的反复并不反映到整个电源的网路电流中。这是逆变电源具有较高功率因数的关键原因之一。

3 结 论

(1)用 TP801 为核心组成的制罐机逆变电源,控制方便、灵活。易于实现逆变电源的各种控制和保护。

(2)自适应驱动器的采用,有效地保护了 GTR 模块,使逆变器可靠地工作。

(3)恒流控制技术的应用,保证了网压在 $\pm 10\%$ 内波动时焊接电流的稳定性。

(4)在逆变器输出电路中串联电容器,可有效地防止偏磁,并有一定的功率因数补偿作用。

(5)焊接变压器与滤波电容之间的能量交换,是逆变电源具有较高功率因数的一个关键原因。

(1993 年 10 月 5 日收到修改稿)

参 考 文 献

- 1 朱正行等.微机控制大容量晶体管逆变式电阻焊电源,焊接学报,1991.12(3):168 ~ 174
- 2 罗伟.逆变电阻焊机,电焊机,1990, 5:13 ~ 16
- 3 申哲,张人豪.变频式直流点焊机逆变主电路“直通”故障的防护,电焊机,1990,3:9 ~ 16
- 4 员新斌.功率晶体管的驱动与保护,电力电子技术,1991,1:7 ~ 10

Giant transistor (GTR)—inverter resistance welding power source for CAN

Zhu Zhengxing, Zhou Fulin and Yan Xiangming

(Shanghai Jiaotong University)

Abstract A giant transistor—inverter power source controlled by a micro—computer TP801A, which can be used as the power source for resistance seam welding of CAN, is described in this paper. A bridge type inverter circuit has been applied as the main circuit of the power source. The welding current of medium frequency (120 ~ 260Hz) is output from the secondary circuits of the power source to offer the high speed seam welding of CAN.

Key words Giant transistor (GTR) inverter, resistance welding; CAN body maker