(6)
21—25

IGBT 逆变式手弧、TIG 两用焊机的设计

Design of IGBT Inverter Hand Arc and TIG Welders

湘潭大学 吴宪平 洪 波 (湘潭 411105)
广州电焊机厂 胡亚军 (广州 510000)

TG434.4

摘要:介绍了 250A IGPT 逆变式手弧、TIG 两用焊机主电路的工作原理及对 IGBT 工作状态的改善。文中还介绍了高频脉冲引弧电路的工作原理和 TIG 焊时该机的控制过程。

Abstract: The paper introduces the operation principle and the improvement of IGBT working state of 250A IGBT hand arc and TIG inverter welder. The principle of high frequency pulsed arc striking circuit and the control program of the inverter TIG welder are also introduced.

叙词:电弧焊机,逆变/绝缘栅双极晶体管,手弧焊,钨极氩弧焊,设计
Keywords: arc welder; inversion/IGBT; hand arc welding; TIG welding

序 言

焊接新工艺的出现对电焊机提出了更新、更高的要求,电子器件的大功率化使得高性能电焊机的推广应用成为现实。70 年代末开发出的逆变式弧焊机以其体积小、重量轻、性能好、高效、节能而受到世界各国的瞩目[1]。

IGBT 逆变式弧焊机是继晶闸管式、晶体管式及场效应管式逆变弧焊机后于 90 年代开发出来的一种新型逆变焊机。由于 IGBT 式逆变弧焊机逆变频率较高、驱动功率小、有一定的过载能力且输出功率较大,因此一出现就得到了迅速的发展。本文介绍所研制的 IGBT 逆变焊机,它采用了一种新的主电路、高频引弧器及程序控制电路。下面对此焊机作一介绍。

1 组成及特点

图 1 为该焊机的原理框图,该机采用全桥式电路及 PWM 控制方式,逆变频率为 20kHz。它具有下述性能和特点:

① 可用于手工电弧焊和钨极氩弧焊(简称 TIG 焊);

② 空载电压 65V;

③ 焊接电流范围为 5～250A,可输出直流和矩形脉冲电流。脉冲电流频率为 0.5～200Hz;

④ 具有垂直陡降的外特性;

⑤ TIG 焊时采用高频振荡引弧,提前送气、滞后断气。焊接开始时电流缓升,结束后电流自动衰减;

参 考 文 献

1 Hua G C, Lee F C. Novel Zero-voltage-transition PWM Converters. VPEC'92 Seminar Proceedings, 1992, 1992: 33～39

2 Hua G C, Lee F C. Novel Class Zero-voltage-transition Topologies. VPEC'91 Seminar Proceedings, 1991, 1991: 82～88

3 Rico M, Uceda J etc. Static and Dynamic Modeling of Central Tapped Inductor Converters. PESC'87 Proceedings, 1987, 1987: 281～287

4 朱 彦. 一种新颖的零电压转换 PWM 变换器的设计[硕士论文]. 南京航空航天大学, 1994

收稿日期:1995.06.19
收修改稿日期:1995.08.25

作者简介

朱 彦:男,1967 年 7 月生,讲师,硕士学位。专业为功率电子学,研究方向为功率变换器及软开关技术、开关电源建模、功率因数校正及电力调节。

丁道宏:男,1931 年生,教授。专业及研究方向为航空电源、软开关技术等。

Î¬ÆÖ×ÊÑ¶ http://www.cqvip.com

⑥ 外形尺寸为 220×300×420mm³；

⑦ 重量 23 kg。

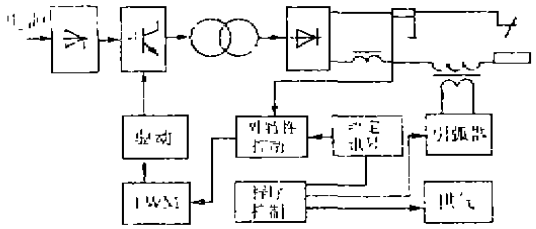

图 1 焊机原理框图

2 焊机主回路

该机可用于手工电弧焊和 TIG 焊，焊接电流调节范围为 5～250A。当小电流 TIG 焊时电弧电压约十几伏，而大电流手工焊时电弧电压可达 30 多伏。为了同时满足这两种焊接的需要，要求有较高的空载电压。过小的空载电压对手工电弧焊的引弧和稳定燃烧不利，过高的空载电压则会增加能量损耗，降低效率[1]。若该机满足了手工电弧焊对空载电压的要求，但在 TIG 焊时则空载电压显得过高。该机采用 PWM 控制方式，若忽略电源内阻压降，则控制脉冲宽度正比于输出电压与空载电压之比即 U_{out}/U_0。空载时 $U_{out}=U_0$，脉宽最大，负载时电弧电压 $U_f<U_0$，脉宽较小，输出端短路时脉宽最小。由于电弧电压不随 U_f 的增加而增加，空载电压 U_0 越高电弧负载时控制脉宽就越窄，尤其是 TIG 焊时脉宽更窄，因此对 IGBT 的工作是不利的。这将使 IGBT 的开通和关断时间与饱和导通时间之比增高，增加了开关损耗，且脉宽太窄也不利于逆变焊机的稳定工作。为了解决上述问题，可将 T 次级接成图 2 所示形式。

该电路的工作原理与晶闸管式弧焊整流器的并联高压引弧电源[2]相似，但要增设一个高压引弧电源。该方案只需在变压器次级绕组 N_2 外再增设附加绕组 N_f，这样在输出同样空载电压情况下，N_2 的匝数就较少。N_2 在焊接时提供电弧功率，空载电压低而电流大，N_f 提供点弧所需能量，空载电压高而电流小有利于引弧，且电路中串入电阻 R_1 和 R_2，以获得下降的外特性。该机的外特性曲线示意图如图 3 所示。虚线表示由 N_2 提供的空载电压，实线为 N_f 和 N_2 共同提供的空载电压。

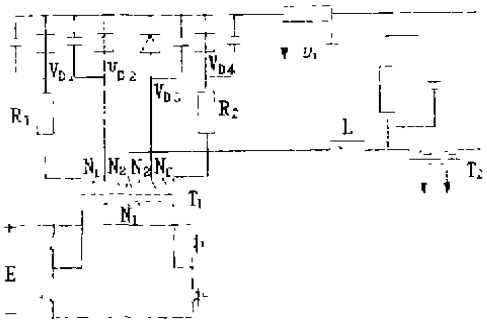

图 2 焊机主电路

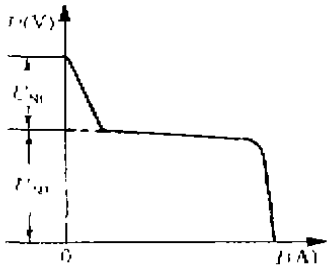

图 3 外特性曲线示意图

在电弧负载下焊接电流由 N_2 和 N_f 共同承担，由于 N_f 串联有电阻 R_1 和 R_2，因此所能提供的焊接电流很小，焊接电流主要由 N_2 提供。因电弧电压低于 N_2 所提供的空载电压，所以负载工作于外特性曲线的下降段，电弧电压完全由 N_2 提供。这是因为 N_f 的输出电压完全降落在 R_1 和 R_2 上，其压降 U_R 是 N_f 与 N_2 提供的电压之差。在相同空载电压下，该电路与现有逆变焊机相比增设了附加绕组 N_f 与 R_1、R_2，变压器次级的输出电压为 U_R+U_f，因此 $U_{out}/U_0=(U_R+U_f)/U_0$，该值$>U_f/U_0$，即在电弧负载下的控制脉冲宽度增加了，同理外电路短路引弧和熔滴短路过渡时的控制脉冲宽度也增加了，因此改善了 IGBT 的工作状态。这些措施较好地解决了既有较高的空载电压以同时满足 TIG 焊和手弧焊的引弧需要，又避免了电弧负载时控制脉宽过窄的缺点。当然，在 R_1 和 R_2 上会有一定的功率损耗，但 N_f 提供的电流很小，相对于大功率焊机来说其功耗不太大。

Î¬ÆÖ×ÊÑ¶ http://www.cqvip.com

3 高频脉冲引弧器

因 IGBT 式逆变弧焊机响应速度快、动态特性好，因此研制了一个体积小、输出功率低的高频脉冲引弧器。它既有利于引弧且减少了高频电对电路的干扰，经实用证明引弧效果很好。

图 4 为高频脉冲引弧器电原理图。T_1 为自耦变压器，当 K_1 闭合后 T_1 的输出电压升至 700V。正半波时 T_1 的输出上正下负，C_1 通过 V_{D1} 充电，充电电压为左正右负。负半波时，T_1 的输出电压与 C_1 的放电电压叠加后通过 T_2、C_2、V_{D2} 给 C_2 充电。当 C_2 端电压升至火花放电器 P 的击穿电压时，P 被击穿并产生火花放电。P 一旦被击穿，C_2 与 T_2 的初级通过 P 构成振荡电路，该回路产生的高频高压通过 T_2 耦合，送到工件与钨极之间引燃电弧。一般的高频脉冲引弧器当 P 被击穿后，会造成 T_1 的次级回路短路，T_1 要采用高漏抗变压器以限制短路电流[2]。然而，该引弧器却不存在这个问题，而且只有当负半波时火花隙 P 放电，且输出功率不大，因而减小了引弧器的体积。

该高频脉冲引弧器振荡频率及脉冲幅值不高，但对逆变焊机的干扰不可忽视。因此控制电路应采取屏蔽措施，防止高频电串入主回路。

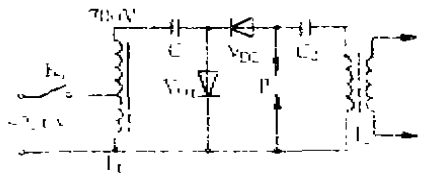

图 4 高频脉冲引弧器电原理图

4 程序控制电路

该电路是为 TIG 焊而设置的，它控制供气电路、引弧电路及给定讯号电路。程序控制如图 5 所示。当按下氩弧焊枪手柄上的按键后，供气电路立刻动作并提前供气。在 t_1 结束时引弧器的电源接通，产生高频脉冲引燃电弧；同时给定讯号电路将输出电流设定在一个较小的数值上，延时 t_2 后再缓慢上升，上升时间为 t_3。达到焊接电流后设定讯号不再增长，外特性控制电路通过电流负反馈使输出电流稳定下来。焊接结束后松开手柄上的按键，给定讯号电路的给定值逐渐下降，使输出电流衰减，衰减时间为 t_5。当达到一较小值后电流不再衰减，延时 t_6 后电弧熄灭。保护气体延时 t_7 后自动断气。t_4 为焊接时间，t_1、t_3、t_5、t_7 均可按焊接工艺要求调节，以获得满意的焊接结弓。焊接电流大小和波形由给定讯号电路设定，图 5 所示是输出脉冲焊接电流，但也可输出直流焊接电流。

图 5 TIG 焊程序控制示意图

5 结 论

① 主变压器次级接上附加绕组 N_f 及电阻后，改善了 IGBT 的工作条件；

② 所研制的高频脉冲引弧器具有体积小、实用的特点；

③ 实现了提前送气、滞后断气，焊接开始时输出电流缓升至焊接电流，焊接结束时电流自动衰减，有利于 TIG 焊工艺。

参 考 文 献

1 吴宪平. 逆变技术在焊接中的应用——弧焊逆变器的发展. 电力电子技术，1989(1)：61～63

2 郑宜庭，黄石生. 弧焊电源. 北京：机械工业出版社，1988.

3 姜焕中. 焊接方法及设备. 北京：机械工业出版社，1981.

收稿日期：1995.06.15

作者简介

吴宪平：男，1957年生，副教授，硕士学位。专业及研究方向为焊接、焊接方法及设备。

[illegible]：男，1963年6月生，讲师，硕士学位。专业及研究方向为焊接、焊接方法及设备。

胡亚军：男，1967年生，工程师，学士学位。专业及研究方向为焊接及焊接设备。