

文章编号: 1003-7837(2005)04-0055-04

逆变式弧焊电源的研究与开发

李天喆

(广州有色金属研究院电器中心, 广东 广州 510651)

摘要:所研发的逆变式弧焊电源采用由 IGBT 构成的半桥式逆变主电路, 以实现逆变降压和输出电压调整。控制电路以脉宽调制电路为核心, 通过电压给定信号和反馈信号的比较, 获得宽度可调的脉冲信号, 调节焊接电源的输出, 并实现对弧焊逆变器的闭环控制。

关键词:弧焊逆变器; 中频交流电; 脉宽调制

中图分类号: TG434 **文献标识码:** A

随着新材料的不断涌现, 先进制造术的蓬勃发展, 对焊接技术的要求也越来越高。逆变技术在焊接领域的应用, 使焊接技术能适应新的要求^[1]。逆变式弧焊电源又称弧焊逆变器, 它是通过逆变器将工频交流电转化为焊接电弧所需的电能, 并且具有弧焊工艺所要求的电气性能。弧焊逆变器能把工频提高到几千至十多万赫进行电能的传递和变换, 并采用快速开关功率电子器件和电子控制回路, 使弧焊电源的动特性和工艺性能良好, 实现焊接过程的少飞溅甚至无飞溅, 适用于各种不同的弧焊方法作各种位置的焊接, 获得成形好的焊接效果。

1 逆变式弧焊电源的研发

1.1 逆变式弧焊电源的组成及原理框图

逆变式弧焊电源主要由主电路和控制电路两大部分组成, 其基本原理框图如图 1 所示。

主电路是从电网将电能传递给负载的电路, 其主要作用是进行交流—直流—交流—直流变换, 旨在减小变压器体积和改善电源的动态品质。控制电路则主要为逆变主电路提供开关脉冲信号, 驱动逆变主电路正常工作, 并借助反馈/给定系统实现对弧焊逆变器的闭环控制。

1.2 逆变主电路

逆变主电路包括输入整流滤波器、逆变器和输出整流滤波器三个主要部分, 其中逆变器是主电路的核心部分。逆变器由大功率开关器件和中频变压器组成, 功能是将直流电转换成中频交流电, 其设计依据是焊接方法、输出容量、直流输入电压和工作频率等参数。

1.2.1 逆变器

目前, 逆变器采用的逆变电路一般有四种形式: 单端式逆变电路、推挽式逆变电路、半桥式逆变电路和全桥式逆变电路。由于半桥式逆变电路适用于中等容量输出, 且具有抗不平衡能力强的优点, 因而是首选电路形式。在半桥式逆变电路中, 采用 IGBT 作为其中的大功率开关器件。IGBT 是 20 世纪 80 年代发展起来的一种大功率开关管, 它具有工作速度快、输入阻抗高、驱动电路简单、阻断电压高及电流容量大等特性。由这种 IGBT 管构成的逆变器的电路原理图如图 2 所示。

经桥式整流器和滤波电容 C1 整流滤波后的平滑直流电压 U 加在由电容 C2 和 C3 和 IGBT 管 VT1, VT2 组成的逆变桥上。当 VT1, VT2 都截止时, 由于 C2 和 C3 的电容量相等, 而且电路对称, 所

收稿日期: 2003-11-17

作者简介: 李天喆(1969-), 女, 江苏无锡人, 工程师, 学士。

以 C2 和 C3 的中点电位为 $U/2$, $UV1 = UV2 = U/2$. 此时, 中频变压器 TD 的一次线圈 n1 两端的电压 $U1 = 0$. 当 VT1 导通, VT2 截止时, 由于 $UV1 = 0$, $UV2 = U$, C2 两端的电压通过 VT1 向 n1 放电, 同时, 输入电压 U 也通过 VT1 向 n1 放电并对 C3 充电, 流经 n1 的电流方向由上至下, n1 上的电压与 C2 上的电压相等, 其方向与一次电流相同. 当 VT1 截止, VT2 导通时, $UV1 = U$, $UV2 = 0$, C3 两端的电压

通过 VT2 向 n1 放电, 同时, 输入电压 U 也通过 VT2 向 n1 放电并对 C2 充电, 变压器一次电流的方向为由下至上, 此时 n1 上的电压与 C3 上的电压相等, 方向与初级电流相同. 由此可见, 通过 VT1 和 VT2 的交替导通和截止, TD 的二次侧即可得到矩形波交流输出, 实现了直流变交流. VT1 和 VT2 的导通和截止受控于电子控制电路, 逆变器的工作频率取决于 VT1 和 VT2 的通断频率.

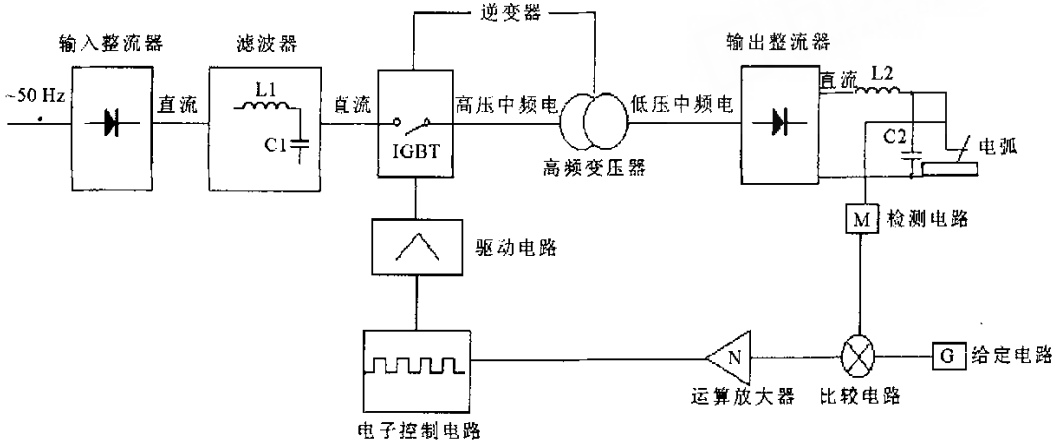


图 1 逆变式弧焊电源的原理框图

Fig. 1 Functional-block diagram of inversion arc-welding source

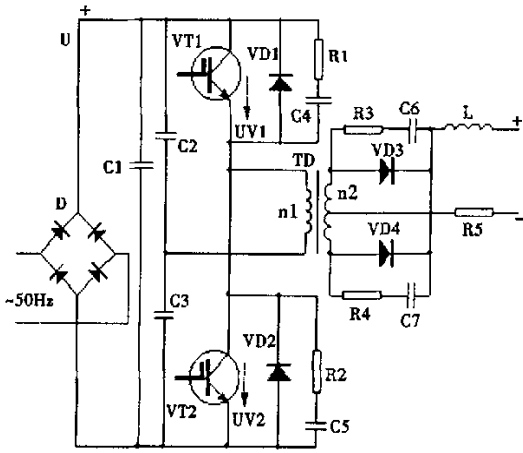


图 2 逆变器电路原理图

Fig. 2 Schematic circuit diagram of inverter

1.2.2 中频变压器

中频变压器的主要作用是电压变换和功率传递, 实现输入输出之间的隔离. 随着频率的增高, 变压器铁芯的铁损将成倍增加, 为了减小其铁损选用铁氧体作磁芯. 铁氧体磁芯的尺寸可根据设计需要从专用表

格中选取, 一旦选定, 磁心截面积 S 也就确定了. 由式 (1) 可计算出中频变压器绕组的匝数.

$$n = U \times 10^8 / 4fBS \tag{1}$$

式中: n —变压器绕组匝数; U —变压器绕组电压; f —工作频率; B —磁通密度.

1.3 控制电路

控制电路主要由电子控制电路和驱动电路构成. 电子控制电路又包括时序控制电路和脉宽调制电路, 其中脉宽调制电路是整个弧焊电源控制系统的核心, 它与控制系统中的其它电路都有直接联系, 其主要作用是将电压给定信号和电压反馈信号进行比较放大, 根据给定与反馈的差值, 输出相应宽度的脉冲信号, 以调整电源输出电压. 通常采用定频率调脉宽的脉宽调制 (PWM) 方式来达到对弧焊工艺所需的外特性、调节特性、动特性和电压、电流波形的控制. 脉宽调制电路还接受欠压、过压、过流等保护信号, 在发生异常情况时封锁输出脉冲, 使焊机停止工作. 另外, 脉宽调制电路还具有软启动、死区设定等功能.

1.3.1 脉宽调制电路

采用 SG3526 作为焊机的 PWM 芯片, 该芯片使用简单, 只需要外接少量电阻电容, 即可构成所需的脉宽调制电路. 其原理如图 3 所示, 芯片内部主要由误差放大器 N1、振荡器 N2、比较器 N3、分相器 N4 和触发器 N5 五部分组成.

给定电压 U_g 和反馈电压 U_f 分别接至误差放大器 N1 的同相输入端和反相输入端. N1 的输出电压为

$$U_{N1} = U_g(R18 + R19) / R18 - R19U_f / R18,$$

振荡器 N2 与外接电阻 R20 和外接电容 C12, 产生振荡周期为

$$T = R20 \times C12$$

的三角波信号 U_{N2} . U_{N1} 和 U_{N2} 分别接至比较器 N3

的同相输入端和反相输入端, 在 U_{N1} 和 U_{N2} 的作用下, N3 输出一个脉冲信号, 此信号的占空比随 U_g 的变化而变. U_g 越高, U_{N1} 越大, N3 输出脉冲的占空比也就越大, 这就实现了脉宽调制. 该脉冲信号经过分相器 N4 二分频后得到了两个相位相差 180° 的脉冲信号, 并经图腾柱输出结构放大, 得到所需的两路脉冲信号 U_a 和 U_b . 开关频率由 R20 和 C12 决定, 防止桥臂直通, 设有死区时间, 可调节 R21 和 C12 设定, 一般设为 $2 \mu s$.

1.3.2 驱动电路

驱动电路的作用是把脉宽调制器输出的两路脉冲信号进行功率放大, 分别驱动 VT1 和 VT2, 并且实现主电路和控制电路的隔离. 驱动电路图如图 4 所示.

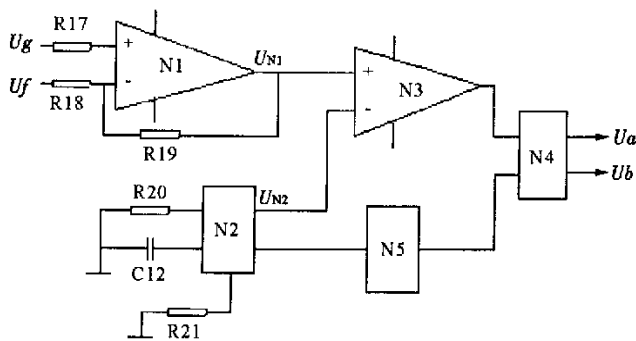


图 3 脉冲宽度调制电路图

Fig.3 Modulation circuit of pulse width

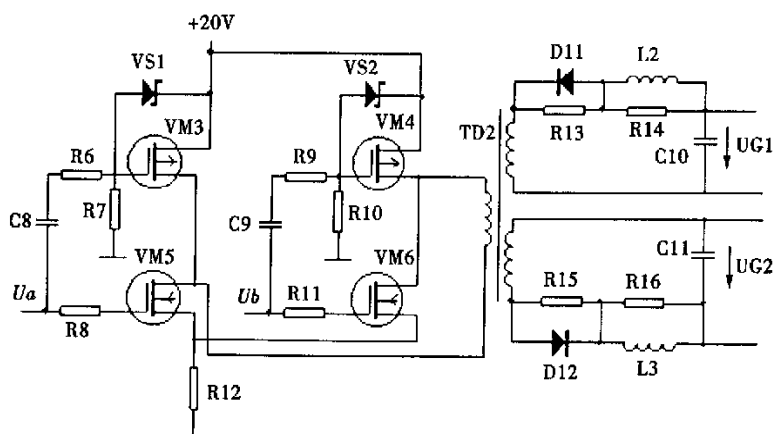


图 4 驱动电路图

Fig.4 Drive circuit diagram

由脉宽调制电路输出的两路脉冲信号 U_a 和 U_b , 经过由四个 MOS 管 VM3~VM6 组成的桥式电路进行功率放大. 当 $U_a=0, U_b=0$ 时, VM3 和 VM4 处于导通状态, VM5 和 VM6 处于截止状态. 当 $U_a=1$ 时, VM3 截止, VM5 导通, +20V 电源电流通过 VM4, TD2, VM5 和 R12 到地, TD2 原边电压上正下负; 同理, 当 $U_b=1$ 时, VM4 截止, VM6 导通, +20V 电源电流通过 VM3, TD2, VM6 和 R12 到地, TD2 原边电压下正上负. 脉冲变压器一次电压经二次耦合输出, 驱动脉冲信号分两路, 分别经门极电阻后直接驱动 IGBT 管.

2 结 论

逆变技术的使用, 使新型的弧焊电源具有高效、轻巧及性能优良的特点; 其动态响应速度的提高, 使得它对焊接电弧动态过程的细微控制成为可能.

参考文献:

- [1] 陈祝年. 焊接工程师手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [2] 黄石生. 电子控制的弧焊电源 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1998.

Research and development of inversion type welding power source

LI Tian-zhe

(Center for Electric Apparatus, Guangzhou Research Institute of Non-ferrous Metals, Guangzhou 510651, China)

Abstract: The researched and developed inversion type arc-welding power source adopt the half bridge-type inversion main circuit that is formed by IGBT, in order to realize inversion step-down and output voltage adjustment. Control circuit is taking pulse wide modulation circuit as core. By comparison of given signal and feedback signal of overvoltage, get the width-adjustable pulse signal for regulating output of welding power source so as to realize the closed-loop control to arc-welding inverter.

Key word: arc weld inverter; the alternating current of intermediate frequency; pulse width modulation