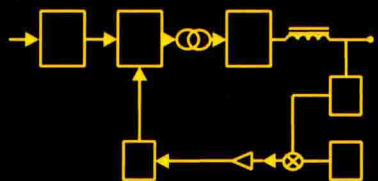


电力电子系列图书

企业的焊机使用者和有关工程技术人员

逆变焊机技术与工程应用



>>>>> NIBIANHANJIEJISHUYUGONGCEHNGYINGYONG

杨占龙 著

西北工业大学出版社

NIBIAN HANJI JISHU YU GONGCHENG YINGYONG
逆变焊机技术与工程应用

杨占龙 著

西北工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

逆变焊机技术与工程应用 / 杨占龙著. -- 西安: 西北工业大学出版社, 2017.4

ISBN 978-7-5612-5326-7

I. ①逆… II. ①杨… III. ①焊机—研究 IV. ①TG431

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 084458 号

策划编辑: 李 杰

责任编辑: 李 杰

出版发行: 西北工业大学出版社

通信地址: 西安市友谊西路 127 号 邮编: 710072

电 话: (029) 88493844 88491757

网 址: www.nwpup.com

印 刷 者: 虎彩印艺股份有限公司

开 本: 710 mm × 1 000 mm 1/16

印 张: 9

字 数: 128 千字

版 次: 2017 年 4 月第 1 版 2017 年 4 月第 1 次印刷

定 价: 30.00 元

前言



数十年来,以电子控制的弧焊逆变电源发展迅速,各种教科书和科技参考资料相继出版发行。但是,这些书籍和科技资料大都以大学本科生和研究生为主要读者对象,书中涉及的数学公式复杂繁多,且分析波形也很多,这些对广大企业和现场焊机维修人员以及一些技术人员则深不可及。因此,迫切需要内容浅显易懂的科技读本。

本书编写的目的就是为了弥补这一方面的空缺,它的主要服务对象就是工矿企业的焊机使用者和有关工程技术人员。本书没有过多、过深的数学公式,也没有复杂的波形分析,而是从浅显的理论讲起,用简单易懂的物理概念进行阐述。全书的编写理论联系实际,以实际为侧重。全书共分四章,第一章和第二章讲述逆变焊机的元器件和有关的线路;第三章和第四章主要是实际线路的调试以及维修中遇到的各种故障和排除方法。

在编写过程中,得到陕西阿房电焊机有限责任公司吕军庆总经理的大力支持,并得到欧阳群军高级工程师的悉心指点,陈雄同志在插图的绘制方面也给予部分协助,在此一并表示衷心的感谢。

由于水平有限,书中不妥之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

杨占龙

2017年3月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 逆变的概念	1
第二节 场效应管逆变弧焊电源	10
第二章 ZX7-250MOSFET 逆变电路	32
第一节 整机概况	32
第二节 主电路	33
第三节 控制电路	66
第三章 检测与调试	95
第一节 检测	96
第二节 调试	104
第四章 制造、使用与故障排除	109
第一节 如何保证质量	109
第二节 故障与排除	120
第三节 维修实例	126
参考文献	138

第一章 绪 论

第一节 逆变的概念

一般供电电源多为交流电,交流电有很多优点。可是在控制线路或需要用直流供电的场合则要求供给直流电。在一些地方可以使用直流发电机、蓄电池等来供给直流电,人们经常把电网的交流电经过一种装置变换成直流电。

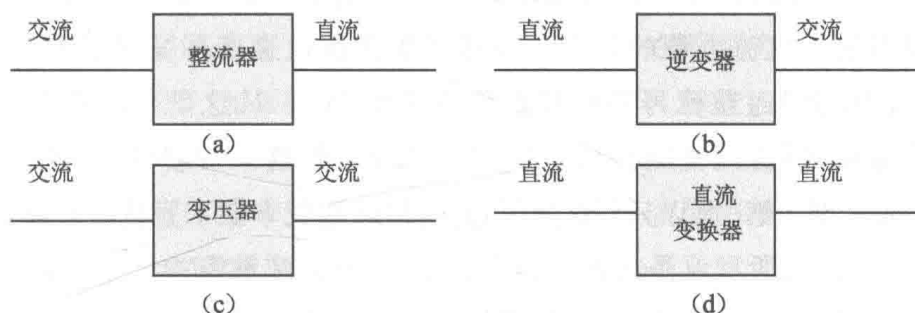


图 1-1 电源变换形式

人们平常把交流电改变成直流电的过程叫整流,实现电流整流的装置称之为整流器。可见,它是一种电源变换设备。然而,在现代科技的一些设备中或者能量传输过程中往往需要各种不同频率、不同电压的交流电源。这些交流电源可以利用设备内部原有的直流电源通过一些电子元件加以改变而得到,我们把这种直流电源变交流电源改变叫逆变。这样的办法不但简单易行,而且效果很好。所谓逆变就是描述对直流电的逆向改变,其含义就是把直流电改变成交流电,实现电流逆变的装置叫逆变器。可见,它也是一种电源变换设备,只不过是另一类设备而已。它应用了电力电子技术中的逆变技术,是一种得到广泛应用的新型能量传输装置,包括电子控制型焊接电源。当然,还有其他类型的电源变换形式,如普通变压器及直流变换器等。图 1-1 所示为电源变换的几种形式。

逆变焊机技术与工程应用

显而易见,图1-1中(a)与(b)的组合,就是AC→DC→AC的模式,(a)与(b)与(a)的组合,便是AC→DC→AC→DC的模式。我们所要讲的就是AC→DC→AC→DC的模式,也就是交流→直流→交流→直流的模式。逆变焊机多用此模式。这就是一般逆变式弧焊电源工作的基本原理,也就是逆变式弧焊电源的能量传递过程。这一过程是先把单相或三相50Hz的工频交流电经整流器整流及相关的滤波元件滤波后变为很稳定的直流电,再经由电子功率开关构成的逆变电路变换成数十千赫甚至更高的中频交流电,然后经中频变压器(即主变压器)降压变为低压中频交流电,最后经输出整流和滤波后变换成焊接所需要的直流电。

在图1-1(d)中,输入的是直流,输出的还是直流,这就是所说的直流变换器。它实际上就是直流电源的升压或降压的问题。但是直流电源的升压或降压是很复杂的,它不像交流电源的升压或降压那样可以利用变压器很容易得到解决。直流电源的升压与降压必须先通过逆变器变成具有预定频率的交流,然后经过整流再变成所需要的直流电源。从这里可以看出,直流变换器的构成就是图1-1所示的(b)+(a)模式,即DC→AC→DC模式。整流的概念我们都了解,所以只要掌握了逆变技术,也就掌握了直流变换器的技术。

图1-1(c)所示就是最常见的变压器,它是用来改变电压或作隔离用的。它无处不用,像发电厂的升压变压器、变电站的降压变压器等,工农业领域到处都有它的身影。

一、逆变的理论基础

上述AC→DC→AC→DC变换的目的,不单是一个简单的变换,而是为了改变频率的需要。发电厂发出来的交流电频率为50Hz,在经过AC→DC→AC变换过程之后,就不再是50Hz的频率了,而是变换成我们需要的频率了。以ZX7型焊机为例,它的工作频率已达数十千赫。一般为20kHz的中频交流电或更高频率的交流电。

那人们进行AC→DC→AC→DC(对逆变弧焊电源而言)这样一种变换,其意义何在呢?计算变压器的公式为

$$U=4.44fNS \quad B_m \quad (1-1)$$

式中 U ——工作电压(V);
 f ——工作频率(Hz);
 N ——绕组匝数(匝);
 S ——铁芯截面积(cm^2);
 B_m ——铁芯磁感应强度最大值。

由式(1-1)可知,工作电压 U 与频率 f 、绕组匝数 N 、铁芯截面积 S 以及磁感应强度 B_m 成正比关系。对工频而言,频率 f 是一个定值,即50Hz。在铁芯材料确定以后,磁感应强度 B_m 也就是一个定值了。而留给变压器设计人员的思路也只能是确定绕组匝数 N 和计算需要的铁芯截面积 S 。从式(1-1)中更可以看出: f 与 N 及 S 是一个相互依存、相互制约的关系。在变压器中,绕组匝数 N 与铁芯截面积 S 是两个实实在在的几何形体,因而它占有一定的几何空间,同时就有它的质量大小。但频率这个概念就不同了,它只是一个物理量,谈不上几何形体,也不占有几何空间,当然也就不存在质量大小的问题。从式(1-1)里不难看出,如果在保持等式不变的情况下,等式右边一个参数的改变必然要引起其他一个参数甚至几个参数的同时改变。由于等式右侧全部为乘积的关系,所以当参数扩大几倍时,就必须使另外一个参数缩小几分之一,或者两个参数及两个以上的参数的乘积缩小几分之一。比如频率 f 从原来的50Hz提高到20kHz,即为20 000Hz,也就是为原来频率的400倍(20 000/50)。在不改变需要的工作电压 U 的情况下,必然要把匝数 N 减小到原来的1/400,或者把铁芯截面积 S 减小到原来的1/400,或者把 N 与 S 的乘积减小到原来的1/400。这是由上述公式来确定的。不难理解,变压器质(重)量与 NS 的乘积有关,变压器的体积与 NS 的乘积有关。普通焊机的体积和质量主要集中在主变压器和输出电抗器上,据有关资料介绍,二者质量所占比例可达整台焊机重量的80%,体积约占整机的45%。同时从上述数字中看出,在频率大幅度提高时, NS 就会大幅下降,相应的变压器体积和质量也就大幅度减小了。由于逆变式弧焊电源中的逆变频率比起普通焊机来说是远远高于工频的,因此,其变压器的体积和质量就大为减小。同时,也由于频率大幅度提高,输出电抗器的体积和质量也会大幅度减小。可以说, NS 的乘积就代表了设计这台变压器的全部内容。当然,大型变压器另当别论,因为它还有一个冷却系统的

问题。

需要指出一点,式(1-1)是对交流正弦波而言的,因为普通变压器的计算方法是以正弦波为依据的,也就是说,普通变压器所施加的电压为正弦波。但逆变焊机就不同了,逆变焊机的中频变压器上施加的电压是矩形波,是由于功率开关管的“开”与“关”所形成的突升突降的矩形波。所以逆变焊机中的中频变压器按普通变压器的计算公式(1-1)来计算是不合适的,因而在对逆变焊机的中频变压器计算时应给以修正。

一台主变压器在弧焊电源中所占质量通常为这台弧焊电源重量的 $1/2 \sim 2/3$ 。而在逆变焊机中,主变压器的质量不足整机质量的 10%。以陕西阿房电焊机有限责任公司生产的 ZX7-250 机为例,其总质量为 16kg,主变压器的质量只有

$$177.5\text{g} \times 4 = 710\text{g} = 0.71\text{kg} \quad (\text{四只主变压器之和}) \quad (1-2)$$

可见,主变压器的质(重)量仅为整机质(重)量的 4.4%(0.71/16)。由于质量大为减轻,铜铁用量大为减少,铜损和铁损也就必然大为减小,人们就可以选用已经成型的铁淦氧磁芯,使体积、质(重)量和损耗进一步降低。这样逆变焊机已经不再是过去那种粗、大、笨、重的老面孔,而是一台小巧玲珑的“电子仪器”了。

二、逆变式弧焊电源的特点

逆变式弧焊电源又称弧焊逆变器,是一种新型的焊接电源。与普通弧焊电源相比,逆变式弧焊电源的工作流程大不相同,因而它具有普通弧焊电源不可比拟的特点。

1. 高效节能

效率可达 80%~90%,功率因数可达 0.99。空载损耗小,像 ZX7-250 焊机,空载时一次侧电流 150mA,可以算出它的空载损耗只有数十瓦。而一台 BX6-200 型交流焊机,输入 380V 电压时,它的空载电流也在 4A 左右,也可算出它的空载损耗在 1.5kW。可见,逆变式弧焊电源的节能效果非常显著。如果各行各业,在需要使用电焊机的场合,都能采用这种逆变式弧焊电源的话,那节省下来的能源将是一个巨大的数字。

2. 质量小

整机质量仅为传统弧焊电源的 $1/5 \sim 1/10$ 。传统的 BX6-250 焊机其质(重)量约为 50kg, 而 ZX7-250 逆变式焊机其质(重)量却只有 16kg; 传统的 ZX5-400 晶闸管式直流焊机, 其质量约为 220kg, 而 ZX7-400 逆变式焊机的质量却不到 30kg。由于体积小、质量小, 所以逆变式焊机节省了大量的硅钢片和铜材。由于频率高, 因而铁损和铜损大大降低。输出电流规格越大, 则两者的质量比越明显。由于体积小、质量小, 因而逆变式焊机移动携带方便。

3. 无级调节

由于用电位器来设定, 可以做到无级调节, 而且是采用电子控制电路, 因而易于控制焊接工艺参数。像 ZX7 型逆变式焊机, 它就是用电位器调节给定信号的, 要比换挡方便安全。

4. 性能优越

与传统式焊机相比较, 逆变式焊机的电气性能和弧焊工艺性能都比较好。

5. 结构复杂, 电子元件多, 技术要求高

对企业来说, 要有高素质的生产工人和相应数量的工程技术人员, 还要有相应的检验设备和仪器。对用户来说, 检查和维修都较困难。逆变式弧焊电源既有用于传递能量的主电路, 也有控制主电路的控制电路。因此, 逆变式弧焊电源是集电力电子一体化的直流焊机, 电路较为复杂。同时逆变式弧焊电源由于工作频率比较高, 内部电流换向快, 变化剧烈, 元件排列密集, 体积较小, 发热元件较多, 而且由于其用途的特殊性, 因而工作条件是很严酷的。逆变器的电子功率开关(如 K2611)等元件被击穿、烧毁的可能性大大增加。同时为了保证逆变焊机的可靠性和稳定性, 除选择高质量、高性能的元件外, 还要设计及应用许多保护电路, 如温度保护、过压保护以及过载保护等。因此, 其控制电路较为复杂, 这些也正是逆变式弧焊电源故障较多的原因。因此, 对生产企业就要要求有一些高素质的售后服务人员。

6. 工作干扰强

逆变式焊机是一种开关电源, 工作在开关状态。因此, 它是一个电磁干扰源。由于焊机容量较大, 因而工作时干扰就很强, 这就要求在线路上采取措施, 如采用专用滤波器或在电源输入侧加压敏电阻等, 以抑制尖峰电压。

逆变式焊机出现在 20 世纪中叶, 其优良的性能和诸多优点被人们所接

受。可以说它是焊机的一次飞跃式发展，甚至被人们称之为焊机的一次“革命”。这里要特别提到的是逆变式弧焊电源与普通整流弧焊电源相比，其结构发生了根本性的变化。普通直流弧焊电源的工作模式如图 1-2 所示。

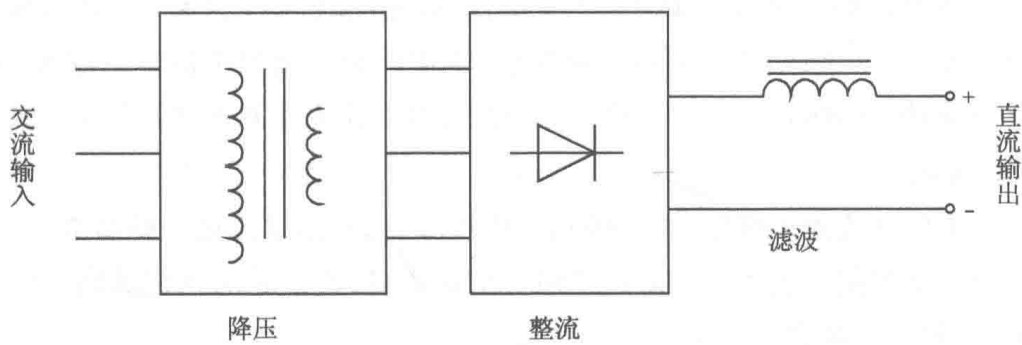


图 1-2 普通弧焊电源工作模式

逆变式焊机是先用主变压器把输入交流电源降压后，再进行整流，通过输出电抗器滤波后输出。可以看出，除去控制电路而其普通直流焊机的主电路工作程序是相当简单的，就只有降压、整流和输出滤波三个环节。而逆变弧焊电源的工作模式则不相同，如图 1-3 所示，是先把输入的交流电源进行整流，把交流变成直流（整流且滤波后接近输入电压的峰值），然后通过功率开关元件将高压直流电变为高压中频交流电，最后经主变压器降压以及整流回路整流并滤波后，作为焊机的输出电源。可见它与普通直流焊机的工作模式完全不同，而且逆变焊机主电路的工作程序比普通焊机复杂得多。

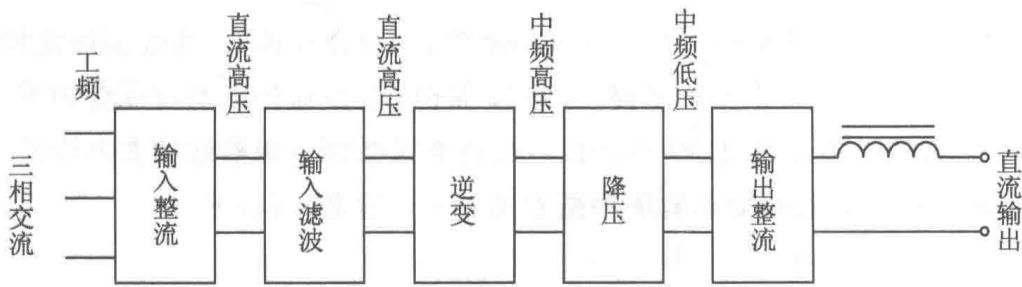


图 1-3 逆变式焊机工作模式

综上所述，逆变式焊机已经被人们所认识和认可，它是今后一段时间焊接电源发展的主流，它将取代其他类型的焊机。现在强调机制的转变，我们

更有理由把逆变式焊机推向更高的水平,把那些损耗高、效率低和噪声大的老机型淘汰掉,让逆变器在各型焊机中都有它的身影。

三、常用电子开关器件及分类

逆变式弧焊电源通常是按主电路所采用的电子开关器件类别来划分的。在主电路中有晶闸管的,有用晶体管的,有用场效应管的,有用绝缘栅门极晶体管的。因此,就有晶闸管式弧焊逆变器、晶体管弧焊逆变器、场效应管弧焊逆变器和绝缘栅门极晶体管弧焊逆变器等四种类型。但由于晶体管式逆变器,实际使用效果不佳,发展没有多长时间就被场效应管取而代之,因而逆变式弧焊电源实际只分为三类,即晶闸管式弧焊逆变电源、场效应管式弧焊逆变电源和绝缘栅门极晶体管式(IGBT)弧焊逆变电源。

晶闸管式弧焊逆变电源是第一代弧焊逆变电源。它的单管容量大,不必解决多管并联的复杂问题,且成本较低,控制电路简单。

场效应管式弧焊逆变电源属第二代弧焊逆变电源,它所需要的控制功率小,工作性能更为优越。它的开关速度快,工作频率高,有利于提高效率,减小电源的体积和质量。开关管的容量小,需多管并联,因而成本较高。

绝缘栅门极晶体管式(IGBT)弧焊逆变电源,其性能优于场效应管,单管容量大,可不必并联。但工作频率稍低于场效应管式弧焊逆变电源。现在对三种逆变式电源各自所采用的主开关器件作一简单介绍。

1. 晶闸管

晶闸管即我们平常所说的可控硅,最早用于逆变弧焊电源的功率开关器件。较大规格的晶闸管看起来和整流二极管极为相似,只不过它有三个电极,在负极侧(即阴极侧)有一控制极。而小型的晶闸管和一般晶体三极管也很相似,所以在使用时要特别注意。晶闸管的导通与否,就看在其控制极上是否有触发信号,当有触发信号时,从晶闸管的阳极A到阴极K就有电流导通。导通电流的大小取决于加在控制极G上的触发信号的大小,触发信号大,导通电流就大。这就像管路上的闸阀一样,闸阀开得大一些,管路中的介质流量就大,闸阀关得小一点,管路中的介质流量就小。这里指的是快速晶闸管,它的外形、图形符号、基本结构及伏安特性与普通晶闸管相同。其图形符号如图1-4所示。

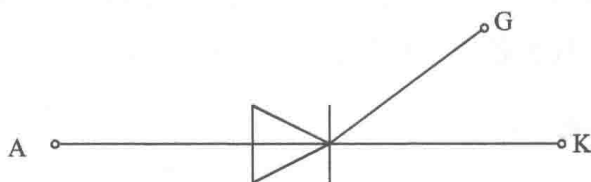


图 1-4 晶闸管

从图中可以看出,晶闸管就是一个可以控制的二极管。由于晶闸管的开关速度慢,因而用它做成的逆变器的逆变工作频率就很低,一般只能达到 5kHz,而且工作起来噪声也比较大。因而用晶闸管制成逆变焊机,从节能和效率上、从节约原材料和体积上都不理想。但因为其过载能力强,故障率低,寿命长,导通电流大(从几安培到几百安培),管子容量大,价格低廉,所以目前仍有少数企业在使用。另外利用晶闸管做成的逆变式弧焊电源,其技术成熟,也是在目前能跻身于市场上的原因。

由于晶闸管是一个可以控制的二极管,而不是三极管,所以它不能做成放大器和振荡器,而只能做成整流器和逆变器。

2. 功率场效应管(MOSFET)

功率场效应管是一个单极性电压控制器件,有驱动功率小,开关速度高,安全工作区宽等特点。它的最大优点是工作频率可达 100kHz 以上,因而它的动态响应快,可以灵活选用先进技术,用在弧焊逆变电源上,使焊接质量大幅提高。场效应管分为 N 型沟道和 P 型沟道两种, N 沟道场效应管的导通电流是从漏极 D 流向源极 S, 而 P 沟道场效应管的导通电流是从源极 S 流向漏极 D。现在大多数场效应管内部都有一个快恢复二极管,这个二极管与管芯反向并联,以增强管子的续流能力,减小恢复损耗。当然这个二极管的加入,给检测场效应管带来极大的方便。它们的图形符号如图 1-5 所示。

从场效应管的图形符号上看,它与一般晶体三极管的画法截然不同,但也有三个电极。它就是一个特殊的三极管,所以它的工作过程和一般晶体三极管相似。但其工作原理和一般晶体三极管是完全不同的。漏极 D、源极 S 和栅极 G 就对应于三极管中的集电极 c、发射极 e 和基极 b,因而场效应管漏极 D 和源极 S 就必然是与电源和负载连接,这就是它的主电路。场效应管的

源极 S 和栅极 G 与驱动电路连接,这就是它的控制电路。但场效应管在运输、包装、使用上都要求较严,操作不慎,就容易造成损坏。

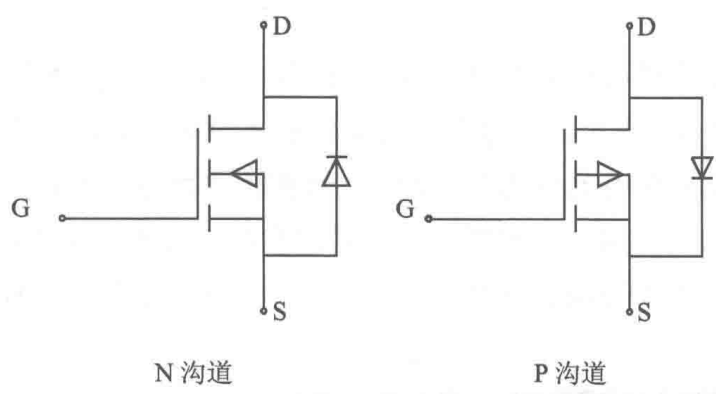


图 1-5 场效应管

3.绝缘栅门极晶体管(IGBT)

绝缘栅门极晶体管是一个把场效应管和功率晶体管结合在一起的复合器件,它集中了这两种管子的优点,具有工作速度快、工作频率较高、驱动电路简单、电流容量大等特点。它的图形符号和等效电路如图 1-6 所示。

从等效电路中可以看出,左侧就是一个场效应管,右半部分就是一个晶体管,所以,称为绝缘栅门极晶体管是恰如其分的。采用这种开关器件的逆变器是今后发展的方向,特别是大功率的逆变弧焊电源,最适合采用IGBT管。

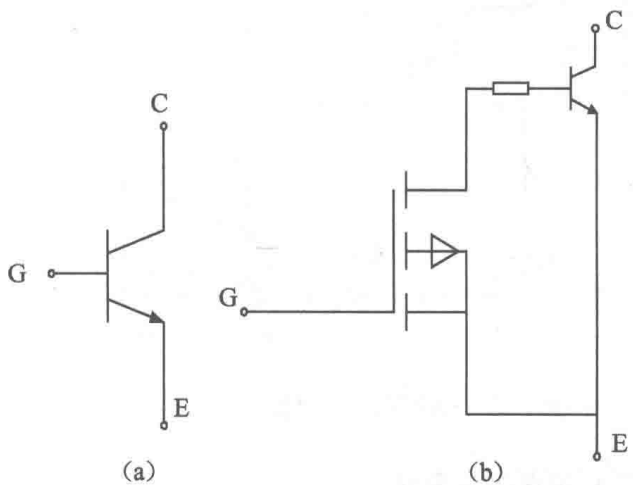


图 1-6 绝缘栅门极晶体管

(a)图形符号 (b)等效电路

第二节 场效应管逆变弧焊电源

逆变器是逆变式弧焊电源的核心部分,是由功率电子开关器件和中频变压器组成的逆变电路,其功能是将直流电源转换成中频交流电。

逆变式弧焊电源的分类有多种方法,有按照输出电流种类区分的,也有按照应用对象分类的。而一般都是按照所采用的电子开关功率元件来分类,最常用的为晶闸管式逆变弧焊电源、场效应管式逆变弧焊电源和 IGBT 管逆变弧焊电源。

可见,由于采用的电子开关器件不同,因此各种逆变电路和工作原理也有差异。但场效应管式逆变电路和绝缘栅门极晶体管式逆变电路其基本结构相同,工作原理也相似。只不过场效应管价格便宜,中小型逆变弧焊电源大部分都采用场效应管式逆变器。就目前而言,晶闸管逆变弧焊电源,由于其工作频率低,体积和质量仍比较大,应该说它不是今后发展的方向,而绝缘栅门极晶体管(IGBT)其价格较高,电路相对较复杂,所以场效应管逆变器就成了当前发展的主流。陕西阿房电焊机有限责任公司生产的 ZX7-250 焊机就采用了场效应管逆变弧焊电源。

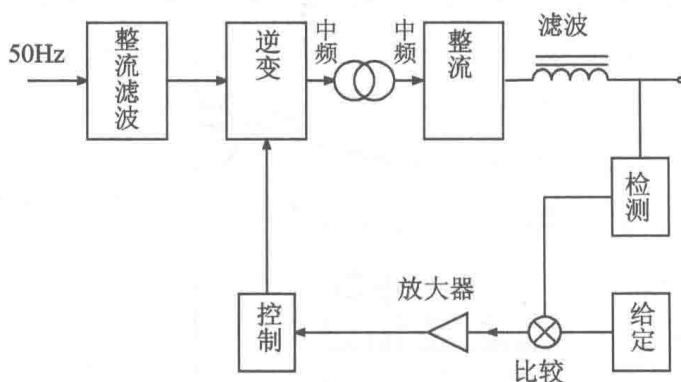


图 1-7 ZX7 逆变焊机框图

一、场效应管式逆变弧焊电源的主要元器件

前面已提到,逆变焊机可以看成是一台功率型的电子仪器,那就必然由

功率传输的主电路和控制电路来组成。主电路包括三相整流模块、滤波电路、逆变开关器件和中频变压器以及输出整流滤波电路。而控制电路包括辅助电源、脉宽调制器、给定电路、比较电路以及放大电路等。其方框图如图 1-7 所示。

1. 主电路的主要元器件

所有直流弧焊电源其主电路的功能是将输入的交流电转换成直流电能,以满足焊接工艺的需要,所以对焊接电源输出的直流电的要求是低电压、大电流,而且电流波形要连续,脉动要小,同时要有较宽的调节范围。对逆变弧焊电源来说,其主电路(参看图 1-7)有输入整流器(包括输入滤波部分)、功率开关逆变器、用来降低电压的主变压器(中频变压器)以及输出整流(包括输出滤波用的输出电抗器)等。

(1) 三相整流模块:输入整流有单相全波整流、单相桥式整流以及三相桥式整流。这一部分内容在后面还要提到。单相全波和单相桥式其电路结构简单,但输出电压脉动较大,因而它只适用于较小功率的直流焊机。现在逆变式弧焊电源以三相桥式全波整流应用最为广泛。目前,大功率型的整流器件,已很少采用分立元件来组装,而是应用整流模块,其型号为 MDS。

现在市场上专业生产厂家很多,然而它的内部结构和外形却都一样。ZX7-250 焊机所采用的三相整流模块如图 1-8 所示。

对于整流模块的选择是要根据焊机的输入功率来确定的。而输入功率则是由输出功率折算而得到的。输出功率依据焊机的空载电压和所设计的最大输出电流来决定。如 ZX7-250 焊机,其最大输出电流为 250A,一般对此范围的输出空载电压,设计为 DC65V。我们就根据这两个参数来确定输出功率。以此为例:

$$P_{\text{出}} = 65\text{V} \times 250\text{A} = 16.25\text{kW}$$

$$(1-3)$$

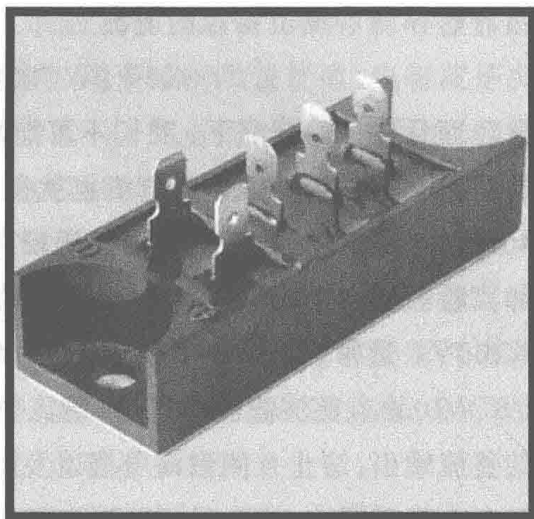


图 1-8 三相整流模块外形

逆变焊机技术与工程应用

由于负载持续率为 60%，因而折算到负载持续率为 100% 时的实际功率为

$$P_{\text{实}} = P \times \sqrt{60\%} = 12.5 \text{ kW} \quad (1-4)$$

则电源输入侧输入功率为

$$P_{\text{入}} = P_{\text{实}} \times 1.05 = 13.1 \text{ kW} \quad (1-5)$$

式中, 1.05 为直流换算成交流的换算系数。

这样, 我们就能根据输入电压来计算出输入侧的电流值, 其值应为 20A。这是因为输入为三相 380V 的电压, 其功率为 13.1kW, 那么就可算出每相的功率为

$$13.1 \text{ kW} / 3 = 4.37 \text{ kW} \quad (1-6)$$

这样就可算出每相的电流为

$$I = 4.37 \text{ kW} / 220 = 20 \text{ A} \quad (1-7)$$

而且在一般情况下, 我们不可能满负荷使用, 即不可能长期工作在 250A 的状态下, 所以, 输入侧的电流也就在 20A 以下。为此, 对 250A 的焊机应选择 40A 的整流模块, 由于输入电压比较高, 整流模块应具有较高的耐压值。理论和实验证明, 在交流 380V 输入电压的整流电路中, 整流模块的耐压值至少在 1 200V。通常, 都选择 40A 耐压在 1 600V 的整流模块。

(2) 输入整流滤波电容器: 输入整流滤波电路中的滤波电容, 是获得平稳的直流输出, 防止合闸浪涌电流以及防止网络与电源间相互干扰的主要元件。在工频整流器中, 通常采用普通电解电容器作为滤波元件。因为频率低, 为了获得较小的脉动系数, 必须采用大容量的电解电容器进行滤波。这是因为逆变电路对输入电路提供的直流电压要求其纹波要尽量小。此时对电解电容器的电容量的要求就成了评价电容器质量的一个重要指标。但是滤波电容量不能太大, 因为电容量过大就会造成流过整流二极管的电流也相当大, 特别是第一次的充电电流就更大, 这对整流二极管的安全极为不利, 甚至会造成损坏。为此, 在选择时就应注意以下几点。

1) 耐压足够高。一般采用两只电容器相串联的方法, 以提高电容器的耐压。相串时每只电容的耐压至少要在 DC350V 以上。也就是说, 它的耐压必须超过其上脉动电压的峰值。我们知道, 经三相整流模块整流之后已是 DC540V 的高压了, 就是用耐压为 DC450V 的电容器也是不行的。所以只有用两只电