

第五章 电 焊 机

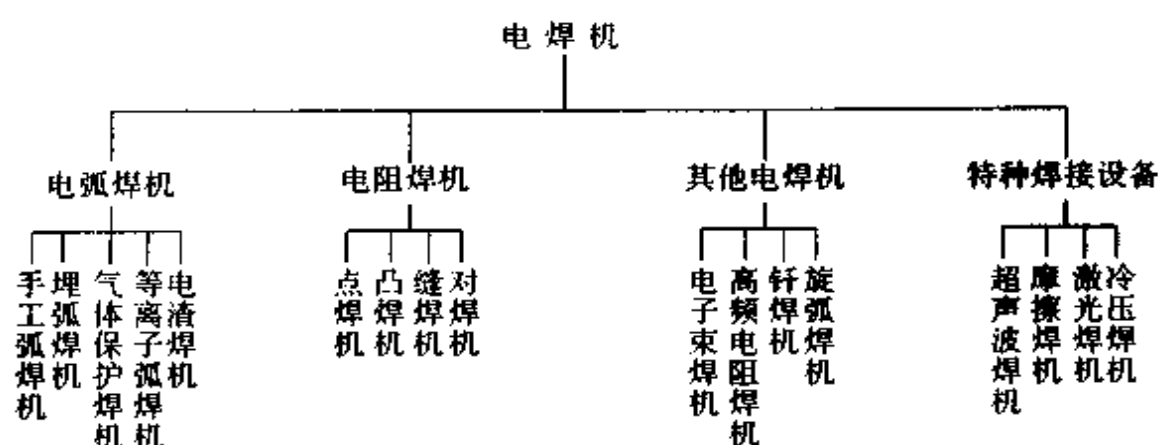
1 常用电焊机的分类及名词术语

1.1 电焊机的分类和用途

目前,世界上先进工业国家焊接设备的品种、规格已多达 500 余种。电焊机按焊接热源和原理分,有电弧焊机和电阻焊机两种基本类型。前者通过电弧产生的热量熔化工件结合处而实现焊接;后者通过大电流使工件结合处产生电阻热达到塑熔并加压而实现焊接。随着生产和科学技术的发展,采用其他新能源或新焊接原理的焊接设备也在不断增加。

电焊机主要类别见表 5.5.1。

表 5.5.1 电焊机主要类别



各类电焊机的特点及用途见表 5.5.2。

表 5.5.2 电焊机的特点及用途

类 别	种 类	特 点	主 要 用 途
电弧焊机	手工电弧焊机	<p>系指药皮焊条电弧焊的焊机,通常由弧焊变压器、直流弧焊发电机或弧焊整流器三种弧焊电源配以焊钳组成。</p> <p>手工弧焊变压器是一种具有高漏抗电磁结构的下降外特性变压器。</p> <p>手工直流弧焊发电机,是一种具有去磁或分磁作用励磁系统的下降外特性直流发电机,通常以电动机或内燃机驱动。</p> <p>手工弧焊整流器,是一种具有下降外特性的变压器或与磁放大器的组合体,利用半导体整流元件将交流电转变为直流电或利用晶闸管、大功率晶体管作为可控整流元件获得下降外特性</p>	用于手工交流电弧焊焊接碳钢或手工直流电弧焊焊接碳钢、合金钢、不锈钢、耐热钢等材料
	埋弧焊机	电弧在焊剂层下燃烧,利用颗粒状焊剂作为金属熔池的覆盖层。焊剂靠近熔池处熔融并形成气包将空气隔绝,使空气不侵入熔池,这类焊机常制成自动焊车式	用于中厚度钢板直缝和环缝拼接
	惰性气体保护焊机	利用惰性气体作为金属熔池的保护层,将空气隔绝,不使熔池受空气的侵入。常用惰性气体的种类是氩气	用于轻金属及不锈钢、耐热钢等材料焊接
	二氧化碳弧焊机	利用廉价的二氧化碳气体作为金属熔池的保护层,焊丝的熔化速度较高,如使用管状焊丝还可在焊缝中渗入合金元素	用于普通碳素钢及低合金钢材料的焊接
	等离子弧焊机	利用惰性气体,如氩、氮作保护,并压缩电弧产生高温等离子弧作为熔化金属的热源进行焊接。这种焊机的特点是电弧能量集中、温度高、穿透能力强	用于铜、铝及其合金、不锈钢及其他难熔金属的焊接
电阻焊机	点焊机	利用强大的电流流过被焊金属,将接合点加热至塑熔状态,并施加压力形成焊点	主要用于金属薄板点焊
	凸焊机	焊接原理、焊机结构型式与点焊机相同。但电极是平面板状。被焊金属的焊接处预先冲成凸出点,在压紧通电状态下一次可以形成几个焊点	用于薄板不等厚度焊件或有电镀层的金属板焊接
	缝焊机	焊机结构型式类似点焊机。电极是一对滚轮,被焊金属经过滚轮电极的通电与挤压,即形成一连串焊点	用于薄板缝焊
	对焊机	利用强大的电流流过两根被焊工件的接触点,将金属接触端面加热成塑性状态并施加顶锻压力,即形成焊接接头	用于棒料、钢管、线材、板材等对接焊

续表

类 别	种 类	特 点	主 要 用 途
其 他 电焊机	电子束焊机	利用高速运动的电子轰击被焊金属时产生的热量将金属加热熔化达到焊接目的。其特点是焊缝深宽比大,热影响区小,焊后不需再加工,焊缝不受空气侵入,焊接质量高	用于难熔及活性金属如钨、钼、钽、钼、铌等材料的焊接
	高 频 电阻焊机	利用高频电流将金属加热焊接,其特点是能量集中,焊接速度高	适用于钢管纵缝对接焊
	电渣焊机	利用电流通过液态焊剂(渣池)产生电阻热使金属熔化焊接。焊接时将填充金属(焊丝或板极)连续不断地送入渣池,使其熔化为液态金属,填补焊缝间隙而形成焊缝	适用于重型机械制造大厚度钢材的拼接
	钎焊机	利用电阻或高频感应加热,将两被焊工件间的低熔点合金熔化而达到焊接	适用于刀具或其他难以用电弧及电阻焊实现焊接的零件焊接
特种焊接 设 备	超声波焊机	利用超声波机械振动的能量,在压力状态下使被焊金属结合而焊接	适用于金属薄膜、细丝及工件等导电性能差的材料焊接,或要求焊缝热影响区小的工件焊接
	摩擦焊机	利用被焊工件高速旋转摩擦产生的热量将金属加热,待达到适宜于焊接的温度时,立即快速制动停止旋转,并施加顶锻压力,即完成焊接过程。这类焊机的结构型式与对焊机类似。被焊工件的旋转动力,一般以电动机驱动	适用于钢棒、钢管对接焊和异种金属的对接焊
	激光焊机	利用激光光源,经聚焦系统聚焦后,所得高能量的光束将金属熔化而焊接	适用于金属与非金属材料焊接,如集成电路金属封装与陶瓷底座焊接
	冷压焊接	利用挤压机构产生的压力,将两被焊工件挤压达到分子与分子相互结合而焊接	适用于铝—铝、铜—铜、铝—铜对接焊

1.2 电焊机专用名词术语

1.2.1 一般术语

(1)电焊机:将电能转换为焊接能量的整套装置设备,包括焊接电源、辅助设备
及焊接附件。

(2)(电)弧焊机:用电弧供给焊接能量的焊机。

(3)半自动弧焊机:由手工操作焊枪或焊炬沿焊缝移动,由机械方式输送焊丝
或填充焊丝的(电)弧焊机。

(4)自动弧焊机:用机械方式完成电弧相对于工件的移动及输送焊丝或填充焊
丝,并可自动地进行电弧调节的(电)弧焊机。

(5)埋弧焊机:在颗粒状焊剂层下,利用焊丝与母材或焊丝间电弧的热量,进行
焊接的焊机。

(6)气体保护弧焊机:为避免大气对电弧及熔融金属的影响而利用气体(如惰
性气体、 CO_2 气体或混合气体)作保护进行焊接的弧焊机。

(7)二氧化碳弧焊机:采用熔化极、以 CO_2 作为主要保护气体的弧焊机。

(8)钨极惰性气体保护弧焊机:用工业纯钨或活性钨作不熔化电极、惰性气体
作保护的弧焊机,可简称 TIG 焊机。

(9)熔化极惰性气体保护弧焊机:用金属熔化极作电极、惰性气体作保护的弧
焊机,可简称 MIG 焊机。

(10)等离子弧焊机:用电极与工件间产生压缩的转移电弧或电极与压缩喷嘴
间产生的非转移电弧来熔化金属进行焊接的焊机。由喷嘴孔喷出的炽热而电离的
气体,对熔融金属作保护,保护气体可由附加的气源供给,焊时可加或不加填充金
属。

(11)微束等离子弧焊机:焊接电源通常小于 25A 的等离子弧焊机。

(12)带极堆焊机:用带状熔化电极,以埋弧或气体保护作自动堆焊的焊机。

(13)电渣焊机:利用电流通过熔化极和导电熔化渣池的电阻热效应,使电极经
渣池,溶入熔池,由逐渐上升的冷却滑块保持接缝间的金属熔池和熔化渣池,使焊
接过程向上进行焊接的焊机。

(14)电子束焊机:供给和控制电子束焊接能量,以进行电子束焊接的整套装
置,必要时带有操纵系统。根据工件在焊接时所处环境的真空度,一般可分为:高
真空电子束焊机、低真空电子束焊机、非真空电子束焊机。

(15)(电)阻焊机:利用电流通过工件及焊接接触面间的电阻产生热量,同时对
焊接处加压进行焊接的焊机。

(16)点焊机:在电极间的工件上产生点状焊接的电阻焊机。焊点的面积近似
等于电极端头的面积,在整个焊接过程中,通常压力是通过电极连续地加到焊点上

的。

(17)凸焊机:利用结合面已形成的一个或几个凸出部位,焊接时焊接电流和压力局限于通过这些凸出部位,并将其压溃成焊点或焊道的电阻焊机。

(18)缝焊机:工件置于滚轮电极间或滚轮电极与条状电极之间,连续地滚压和间歇或连续地施加电流,形成线状焊缝的电阻焊机。

(19)电阻对焊机:两工件对接,通过夹头传递电流和压力,在连续加压下通电达到顶锻温度,完成焊接的电阻焊机。

(20)闪光对焊机:通过夹头传递电流和压力于工件,使接合面间轻微接触,在接触点熔化时产生电弧,工件被加热熔化,产生金属蒸气压,使液态金属喷射闪光,这一过程反复进行,电弧反复熄灭和产生,直至快速施以顶锻压力完成焊接的焊机。闪光之前工件可由另外的电源预热,或者由重复的脉冲电流预热。

(21)电容储能点焊机:在工件加压的瞬间将贮存在电容器内的电能通过变压器释放到焊点上,以此能量来作点焊的电阻焊机。

(22)高频电阻焊机:通过(电极)接触,向工件导入频率为 10kHz 或以上的交流电,使焊接相邻部位表面局部产生热量,随之施加挤压力而进行焊接的电阻焊机。

(23)螺栓焊机:把金属螺栓或类似零件的整个端面焊于工件上的焊机。有电弧、电阻、摩擦或其他合适加热方式,焊接时要加压,可加或不加保护气体。

1.2.2 结构组成的一般术语

(1)焊接电源:为焊接提供电流、电压并具有适合该焊接方法所要求的输出特性的设备。①焊接变压器:在(交流)主电网与焊接回路之间加以隔离的变压器电源。②焊接整流器:由整流器组件、变压器和主开关(或其他)装置等组成的焊接电源,用以把交流转换成直流。

(2)电极:焊接回路的组成部分,用以传输电能至金属表面,以形成焊接。①弧焊(切割)电极:弧焊(切割)用的棒、丝或管状电极。②(电)阻焊电极:用以向焊件传送焊接电流的电极,焊接所需压力加于这样的两个电极之间。

(3)(单相)弧焊变压器:供给焊接电弧能量的单相焊接变压器,通常具有下降电压特性。

(4)单(多)相弧焊整流器:由单(多)相弧焊变压器及整流器组件构成的焊接电源,用以提供直流输出。

(5)直流弧焊发电机:由原动机驱动,从换向器输出直流的旋转焊机,其电压特性符合焊接过程的要求。

1.2.3 技术性能和参数的一般术语

(1)负载持续率(电焊机):负载工作的持续时间与全周期时间的比值介于0~1之间,可用百分数表示。

(2)负载电压(弧焊电源):当一规定的电流通过实际上无感电阻负载时,在焊接电源输出端子间(即连接电极端子和返回导线的端子间)的电压。

(3)额定焊接电流:在约定焊接工作制,约定负载电压下,约定焊接电流的最大值。

(4)额定最大(小)电流:在最大(小)挡(位置)约定负载电压下,对电源可能供给的最大(小)电流值,对附件是指定的最大(小)电流值。

(5)额定短路电流:当外电路的总电阻介于0.008至0.01 Ω 时,具有下降特性的电源处于最大调节位置时所能供给的电流。

(6)空载电压(弧焊电源):外电路开路时,焊接电源输出端之间的电压,应不包括任何高频稳弧电压。

(7)电弧电压:两电极间或电极与工件间,尽量靠近电弧处测得的电压。

(8)外特性(弧焊电源):不同负载时,稳态负载电流与端电压之间的关系。

(9)下降特性(弧焊电源):在正常焊接范围内,电流增加时电压降落大于7V/100A的外特性。

(10)平特性(弧焊电源):在正常焊接范围内,电流增加时,电压降落小于7V/100A或上升小于10V/100A的外特性。

1.2.4 电阻焊机的技术性能和参数

(1)标称焊接周期:时间为60s,负载持续率为50%的焊接周期。

(2)最大短路电流:焊机置于最大调节挡位置施加额定电源电压,电极按标准试验方法规定短路,依以下次序测得的均方根值电流:最小阻抗(最小电极臂伸出长度和间距);最大阻抗(最大电极臂伸出长度和间距)。

(3)最大短路功率:指焊机输入端的最大视在功率。即在最大调节挡位置,电极按标准试验方法规定短路,焊机调到适合这一情况的最小次级阻抗作短路试验测得的视在功率。

(4)最大焊接功率:规定为最大短路功率的80%。

(5)负载持续率为50%的标称功率:在整个标称焊接周期内工作而不过载的最大输入视在功率。

(6)连续功率:在100%负载持续率下工作而不过载的最大输入视在功率与负载持续率为50%的标称功率的关系如下式: $S_p = \frac{S_n}{\sqrt{2}}$,式中 S_p 为连续功率(W); S_n 为标称功率(W)。

(7)负载持续率为50%标称电流:在标称焊接周期内焊机按实际或假设的工

作运行而不过载时,从变压器的各个不同调节挡上所取得的最高电流。

(8)连续电流:供焊机连续工作的电流,其值如下式: $I_{2p} = \frac{I_{2n}}{\sqrt{2}}$,式中 I_{2p} 为连续电流(A); I_{2n} 为标称电流(A)。

(9)电极臂间距:①对于凸焊机,指两个电极台板之间的有效距离。②对于对焊机,指一对夹紧钳口之间可接近而不碰到的距离。

(10)电极臂伸出长度:①对于点焊、凸焊和缝焊机,指电极间的轴线、电极台板间的中心线或焊轮间的接触中心线与焊机机身的最近构件间的有效距离。②对于对焊机,指垂直于顶锻方向,焊机机身壁与钳口夹紧面,最远处之间的距离。

(11)电极行程:①当电极或夹紧钳与驱动缸直接相连,电极的最大行程等于驱动缸的总行程。②当动电极与杠杆摇臂相连,电极的最大行程等于动电极轴线上的一点在全行程中所走的弧线的弦长。即这一点位于动电极轴线上与固定电极头接触面的相交处,电极间所形成的最大行程。

(12)点焊、凸焊和缝焊的最大(小)电极力(电阻焊):焊接时,施加给工件的最大(小)作用力。

(13)对焊机的最大(小)顶锻力:焊接时,施加给工件的最大(小)挤压力。

(14)对焊机最大夹紧力:通过夹紧钳口作用于工件的夹紧部分的最大夹紧力。当在最大顶锻力作用时,能防止工件在钳口内打滑,并保持与电极有良好的接触。

(15)预压时间:电阻焊时,从电极开始加压至开始通电的一段时间。

(16)加热时间:在脉动焊和缝焊时,相继焊接电流的持续时间。

(17)冷却时间:在脉动焊和缝焊中,在同一焊接周期内两个前后相继的加热时间之间的一段时间。

(18)焊接(通电)时间:电阻焊时的每个焊接循环中,自焊接电流接通到焊接电流停止的持续时间。

(19)维持时间:在焊接期间,电流终止到电极压力去除之间的一段时间。

(20)休止时间:在点、凸、缝焊中,在两个相继的焊接循环之间,工件上不加电极压力的一段时间。

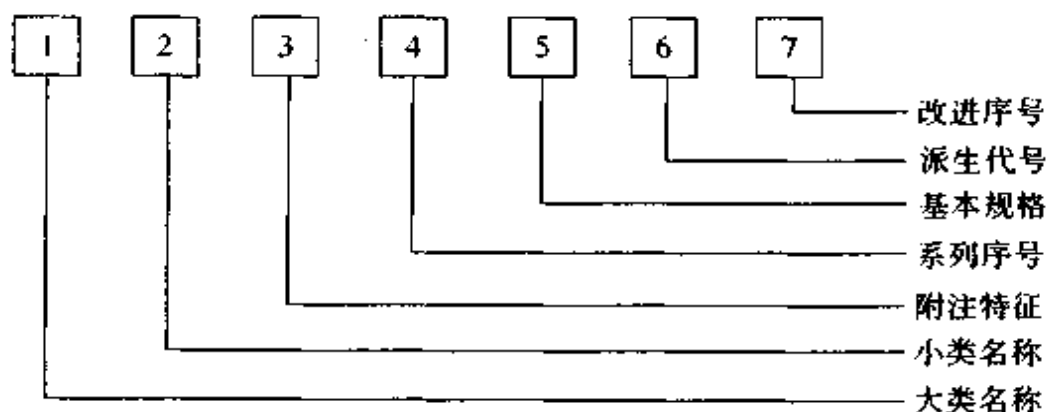
(21)(非)同步(引燃)起动(电阻焊):在电阻焊中,阻焊变压器的初级电流可在电压波任一相位下导通或关断,称非同步(引燃)起动;在点、凸、缝焊中,能控制阻焊变压器的初级电流各半周波在指定相位导通和关断,使其各半周波的电流具有同样波形,称同步(引燃)起动。

2 常用电焊机的型号编制方法

2.1 产品型号的组成

采用汉语拼音字母及阿拉伯数字。

2.2 产品型号的编排次序



(1) 型号中 **1** **2** **3** **6** 各项用汉语拼音字母表示。

(2) 型号中 **4** **5** **7** 各项用阿拉伯数字表示。

(3) 型号中 **2** **3** **4** **6** **7** 项如不用时, 其他各项排紧。

(4) 附注特征和系列序号用于区别同一小类的各系列和品种, 包括通用和专用产品。

(5) 派生代号以汉语拼音字母的顺序编排。

(6) 改进序号, 按生产改进次数连续编号。

(7) 特殊环境用的产品在型号末尾加注代表字母, 见表 5.5.3。

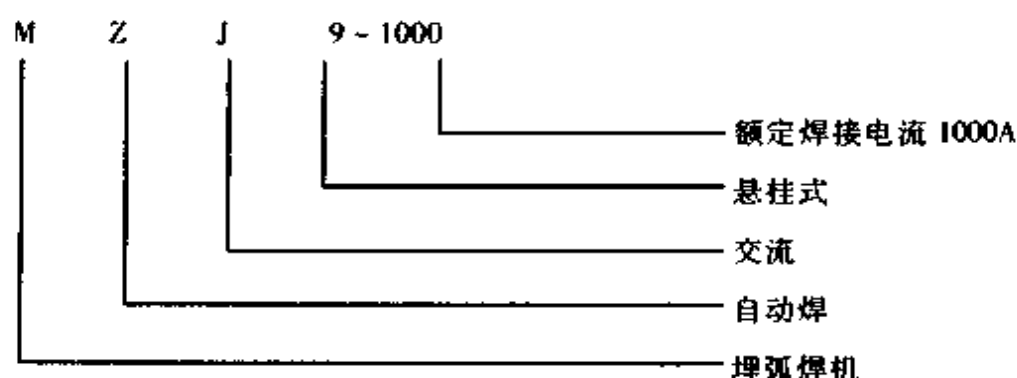
表 5.5.3 特殊环境用产品的代表字母

特殊环境	代表字母
热带	T
湿热带	TH
干热带	TA
高原	G

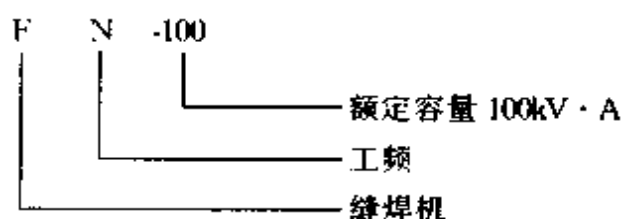
(8) 可同时兼作两大类焊机使用时, 其大类名称的代表字母按主要用途选取。

(9) 编制型号举例:

① 悬挂式自动交流埋弧焊机, 额定焊接电流 1000A。



②通用工频缝焊机,电极垂直运动式,额定容量 $100\text{kV}\cdot\text{A}$ 。



3 电弧焊机

电弧焊机按其运行方式可分为三大类:

(1)手工电弧焊机:焊接电弧的移动由人工操作,一般以手工焊钳或手工焊炬与相应的弧焊电源和控制系统组成,如药皮焊条手工弧焊机,钨极手工氩弧焊机等。

(2)半自动弧焊机:焊丝由机械送给机构连续送入焊接电弧区,焊接电弧移动靠人工操作。焊机由焊枪、送丝机和相应的弧焊电源及控制系统组成。

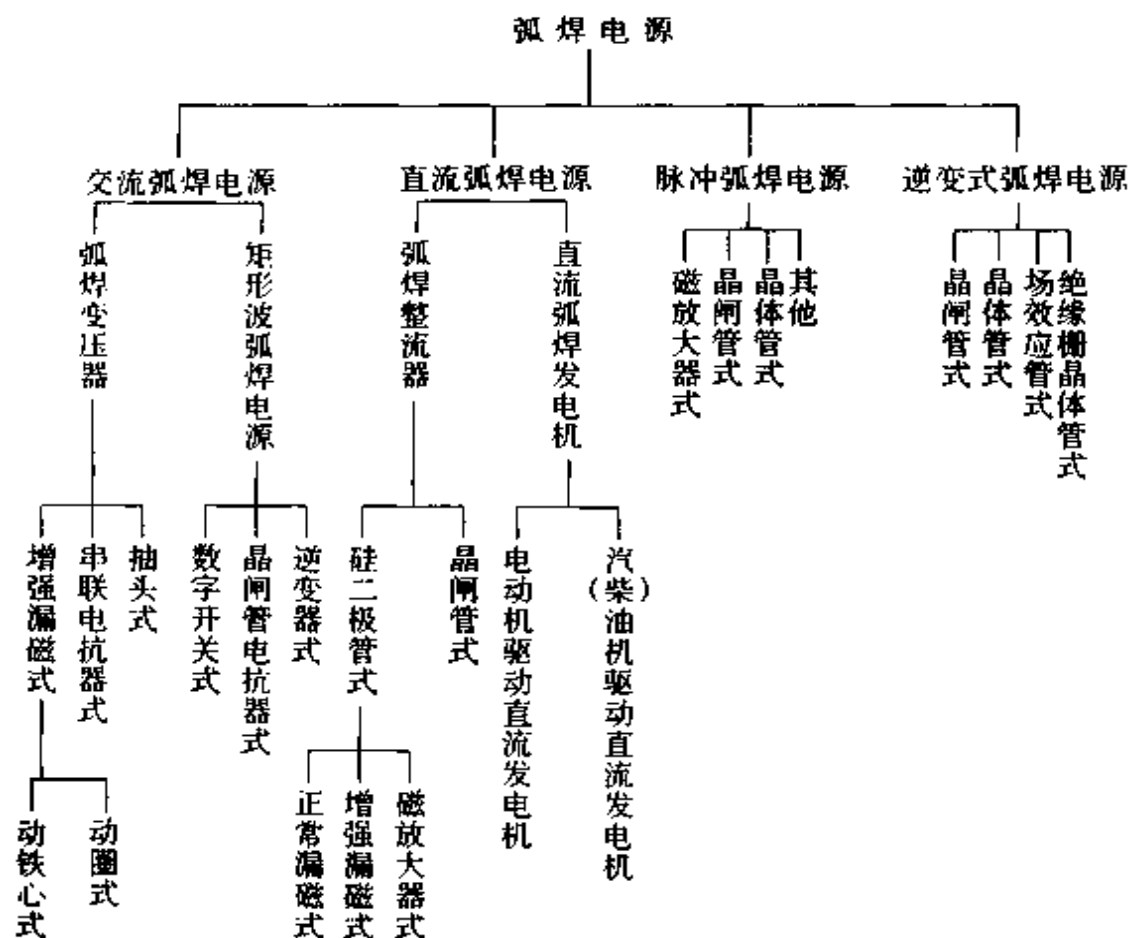
(3)自动弧焊机:焊丝输送及电弧移动由机械装置自动完成。焊机由焊接小车、送丝机、焊炬和相应的弧焊电源及控制系统等组成。

3.1 弧焊电源

3.1.1 弧焊电源分类

弧焊电源是电弧焊机中的主要部分,是对焊接电弧提供电能的一种装置。它必须具备电弧焊接所必需的主要电气特性,保证焊接过程中电弧的稳定燃烧和焊接过程的顺利进行,并得到良好的焊接接头。弧焊电源可分为四大类型:交流弧焊电源、直流弧焊电源、脉冲弧焊电源和逆变式弧焊电源。每一类型弧焊电源根据其结构特点不同,还可细分为多种型式,见表 5.5.4。

表 5.5.4 弧焊电源分类



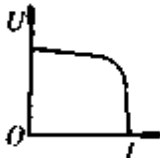
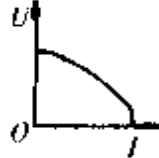
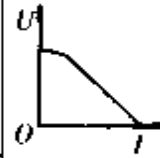
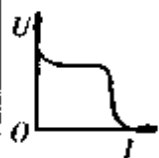
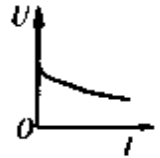
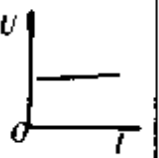
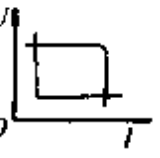
注:上述弧焊电源中磁放大器式弧焊整流器、电动机驱动直流弧焊发电机属高耗能、耗材的淘汰产品,不应选用。

3.1.2 对弧焊电源的基本要求

弧焊电源要求结构简单、轻巧,制造容易,消耗材料少,节省电能,使用安全可靠、性能良好和容易维修。并应满足弧焊工艺对电源性能的特殊要求:保证引弧容易,电弧稳定燃烧,焊接规范调节范围宽和参数稳定。为了满足上述工艺要求,弧焊电源的电气性能应考虑以下三个方面。

3.1.2.1 对弧焊电源静态外特性的要求 各种不同的焊接方法,为了获得稳定的燃烧电弧,要求电源具有不同的静态外特性,见表 5.5.5。

表 5.5.5 弧焊电源外特性形状的分类及其适用范围

外特性	下降特性				平特性		双阶梯形特性
图形							
特征	在运行范围内 $I_t = \text{常数}$, 又称垂直下降特性或恒流特性	$U = f(I)$ 图形接近 1/4 椭圆, 又称缓降特性, 其焊接电流变化较恒流特性大	在运行范围内 $U = f(I)$ 图形接近一斜线, 又称缓降特性	在运行范围内恒流带外拖, 外拖的斜率和拐点可调节	在运行范围内 $U = \text{常数}$, 又称恒压特性, 有时电压稍有下降	在运行范围内, 随电流增加电压稍有增高, 有时称上升特性	由 L 型和 T 型外特性切换而成双阶梯外特性
一般适用范围	钨极氩弧焊、非熔化极等离子弧焊	一般焊条手工弧焊, 变速送丝埋弧焊	一般焊条手工弧焊, 特别适合立焊、仰焊。粗丝 CO_2 焊、埋弧焊	一般焊条手工弧焊	等速送丝的粗、细丝气体保护焊和细丝 (直径 $< 3\text{mm}$) 埋弧焊	等速送丝的细丝气体保护焊 (包括水下焊)	熔化极脉冲弧焊, 微机控制的脉冲自动弧焊

注: 各种电弧焊接时的规定负载特性如下:

$U_2 = 20 + 0.04I_2$ ——药皮焊条手工电弧焊电源 (当电流超过 600A 时, 电压为 44V 不变);

$U_2 = 10 + 0.04I_2$ ——TIG 焊电源 (当电流超过 600A 时, 电压保持 34V 不变);

$U_2 = 14 + 0.05I_2$ ——MIG/MAG 焊电源 (当电流超过 600A 时, 电压保持 44V 不变)。

3.1.2.2 对弧焊电源调节性能的要求 为了获得一定范围所需的焊接电流和电压, 弧焊电源的外特性必须可以均匀调节。下降特性的弧焊电源, 其电流调节范围要求 (参见图 5.5.1) 为:

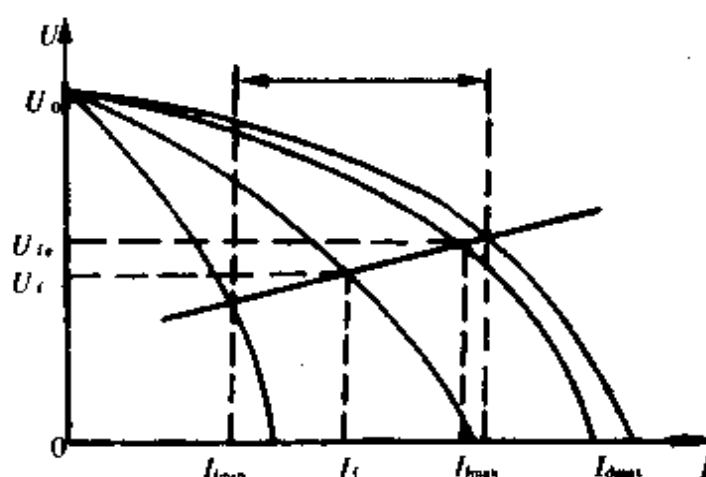


图 5.5.1 下降外特性电源的可调参数

U_0 —空载电压 I_{\min} —最小短路电流

I_{\max} —最大短路电流 其余符号见说明

$$I_{\max}/I_e \geq 1.0;$$

$$I_{\min}/I_e \leq 0.20 (\text{TIG 焊要求 } I_{\min}/I_e \leq 0.10)$$

式中 I_e ——额定焊接电流(A);

I_{\max} ——最大焊接电流(A);

I_{\min} ——最小焊接电流(A)。

平特性弧焊电源,其电压调节范围为最大工作电压 U_{\max} 与最小工作电压 U_{\min} 之间调节,要求弧焊电源在规定的负载条件下,经调节而获得稳定的工作电压(见图 5.5.2)。

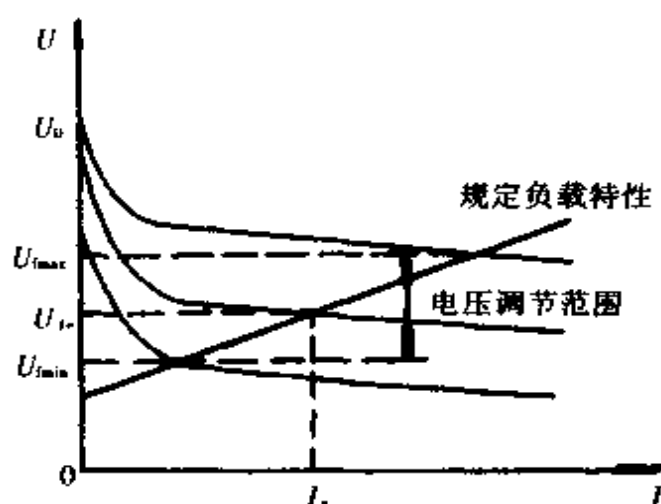


图 5.5.2 平特性电源可调参数

U_0 —空载电压 U_{\max} —最大工作电压 U_{\min} —最小工作电压

U_e —额定工作电压 I_e —额定工作电流

3.1.2.3 对弧焊电源动特性的要求 在手工弧焊采用短路引弧及熔化极气体保护焊采用短路过渡等情况下,其电弧长度、电弧电压和电流都将产生瞬间的变化,这就需要对弧焊电源动特性提出相应的要求。

弧焊电源瞬态工作状态有:空载至短路;负载至短路;短路至空载。例如:整流弧焊机当初级电压为额定值时,在规定电流调节范围的动特性指标见表 5.5.6 所示(JB1372-80)。

表 5.5.6 规定电流调节范围内的动特性指标

序号	项目		整定值		指标
			电流(A)	电压(V)	
1	空载至短路	$\frac{I_{sd}}{I_e}$	额定值	$U = 20 + 0.04I$	≤ 3
			20%额定值		≤ 5.5
2	负载至短路	$\frac{I_{sd}}{I_e}$	额定值		≤ 2.5
			20%额定值		≤ 3

注: I_{sd} ——空载至短路时的瞬态短路电流峰值(A);

I_{cd} ——焊接至短路时的瞬态短路电流峰值(A);

I_e ——焊接电流(A)。

3.1.2.4 弧焊电源静态外特性测定方法

(1)按图 5.5.3 接线示意图接线。

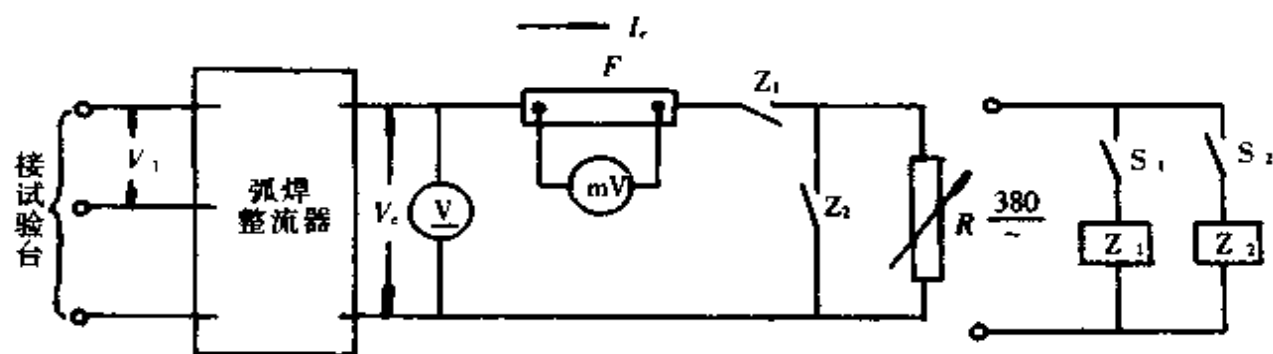


图 5.5.3 弧焊电源静态外特性测定接线示意图

V_1 —输入电压 V_2 —输出电压 I_e —负载电流

R —可调电阻 Z_1, Z_2 —交流接触器 S_1, S_2 —拨动开关

(2)静态外特性的测定,应在弧焊电源电流调节旋钮(或手轮)的三个位置即:额定焊接电流、最大焊接电流(或 120% 额定值)与最小焊接电流(25% 额定值)上进行。

(3)测定时应保持输入电压、频率为额定值。

(4)改变负载电阻数值,使其输出端自空载至短路,其中读数应不少于 8 点,记录每一位置时的输出电流值,并绘制外特性曲线(至少三条曲线)。

3.1.3 交流弧焊电源

弧焊变压器系一交流弧焊电源。它由初、次级相隔离的主变压器及调节和指示装置等组成,配以焊钳即为能进行手工电弧焊的交流弧焊机。常用的弧焊变压器有串联电抗器式和增强漏磁式。由于后者的体积小、材料省、效率高,故一般 400A 以下手工焊都采用抽头式、动铁心式和动圈式的增强漏磁式弧焊变压器。

增强漏磁式弧焊变压器电流调节范围涉及高漏抗计算。其最大焊接电流 I_{\max} 和最小焊接电流 I_{\min} 为:

$$I_{\max} = \sqrt{U_0^2 - 1.17U_2^2} / X_{\min} \text{ (A)}$$

$$I_{\min} = \sqrt{U_0^2 - 1.17U_2^2} / X_{\max} \text{ (A)}$$

式中 U_0 ——空载电压(V);

U_2 ——工作电压(V);

X_{\min} ——最小漏抗(Ω);

X_{\max} ——最大漏抗(Ω)。

由此可见,增强漏磁式弧焊变压器利用调节变压器初、次级线圈之间的漏抗大小来调节输出电流的大小。

常用弧焊变压器主要技术数据见表 5.5.7。

表 5.5.7 常用弧焊变压器主要技术数据

结构特性 及型号	增 强 漏 磁 式						
	抽头式	动 铁 式			动 圈 式		
	BX ₀ -120-1	BX ₁ -135	BX ₁ -300	BX ₁ -500	BX ₃ -120	BX ₃ -300	BX ₃ -500
I_0 (A)	120	135	300	500	120	300	500
$I_{\min} \sim I_{\max}$ (A)	45 ~ 160	25 ~ 150	75 ~ 360	115 ~ 680	20 ~ 160	40 ~ 400	60 ~ 670
U_0 (V)	50	60 ~ 75	75	60	70 ~ 75	60 ~ 75	60 ~ 70
U_{fe} (V)	24.8	30	32	40	25	30	30
U_1 (V)	380	380	380	380	380	380	380
I_k (A)	15.8	23	64	82.5	23.5	54	87.4
F_{sc} (%)	20	65	60	60	60	60	60
S_e (kV·A)	6	8.7	24.3	31	9	20.5	33.2
η %	70	78		81.5	81	83	87
$\cos\varphi$	0.6	0.48		0.61	0.45	0.53	0.52
G (kg)	25	110		200	100	190	275
外形尺寸 (mm)	c	400	780	580	880	485	520
	b	252	475	420	518	480	525
	h	193	628	665	751	630	800

3.1.4 直流弧焊电源

直流弧焊电源分成两类:直流弧焊发电机和弧焊整流器。

已经生产的用电动机驱动的直流弧焊发电机是高耗能、耗材的淘汰产品,此处不再赘述。但在野外无电源的施工场合,仍采用汽油机(或柴油机)驱动的直流弧焊发电机。

3.1.4.1 AXQ₁、AXC₁ 系列汽油、柴油机驱动中频直流弧焊机 为适应油田、管道施工、桥梁、建筑等野外无电源场所焊接施工,推荐采用 AXQ₁、AXC₁ 系列弧焊机。该系列焊机由汽油或柴油机驱动 800Hz 中频交流发电机,经整流滤波输出直流供焊接使用,具有电弧挺度好、弹性强、易于引弧,整机重量轻、体积小等显著特点。其主要技术参数见表 5.5.8。

发电机的工作原理:永磁极转子(共 12 极),在高速运转中定子电枢绕组输出中频 800Hz 交流电,经整流后输出直流电供焊接使用,焊接电流的调节是调节电枢绕组中的励磁线圈的励磁电流,以获得下降的外特性。

表 5.5.8 AXQ₁、AXC₁ 系列弧焊机主要技术参数

项 目	单 位	参 数			
规格		135	175	200	350
空载电压	(V)	50~65	50~75	50~75	50~75
额定焊接电流	(A)	135	175	200	350
额定工作电压	(V)	25.4	27	28	32
额定负载持续率	(%)	60			
额定转速	(r/min)	8500			
电流调节范围	(A)	30~135	60~175	60~200	80~350
焊机质量	(kg)	20	30	30	38
辅助电源电压	(V)	DC220			
辅助电源功率	(W)	1000	1500	2000	3000
发动机型号	柴油	F190	CC195-2	CC195-2	
	汽油	178F	190F	190F	
发动机质量	柴油	(kg)	165	165	
	汽油	(kg)	48	48	

3.1.4.2 弧焊整流器 弧焊整流器系一直流弧焊电源,一般由初、次级线圈相互隔离的主变压器、半导体整流元件组及为获得所需外特性的调节装置、指示装置等组成,配以焊钳即能作手工弧焊用。

目前常用的弧焊整流器,按其调节装置的作用原理分成三类:动铁式、动圈式、磁放大器式和晶闸管式。

动铁式或动圈式弧焊整流器调节电流原理与动铁式或动圈式弧焊变压器相似,只不过将变压器输出电压由硅二极管整流成直流,再经输出电抗器滤波,从而获得直流输出。动圈式弧焊整流器往往组成三相桥式整流装置。

磁放大器式弧焊整流器有三种形式,即内反馈式、无反馈式及外反馈式,用以调节电流获得所需的输出外特性。但由于磁放大器是高耗能、耗材的产品,制造麻烦,随着电子工业的发展,已经淘汰。

晶闸管弧焊整流器,具有良好的可控性能。对外特性形状的控制,焊接规范的调节,可通过改变晶闸管的导通角来实现。

晶闸管弧焊整流器的组成:整流器的电路原理框图,见图 5.5.4。其主电路由主变压器 B、晶闸管整流器组 SCR 和输出电抗器 DK 组成。晶闸管的触发由触发电路 C 和同步电路 T 组成。当要求得到下降外特性时,触发脉冲的相位由给定电压 U_g 和电流反馈信号 U_i 确定;当要求得到平外特性时,触发脉冲相位由给定电压 U_g 和电压反馈信号 U_u 确定。

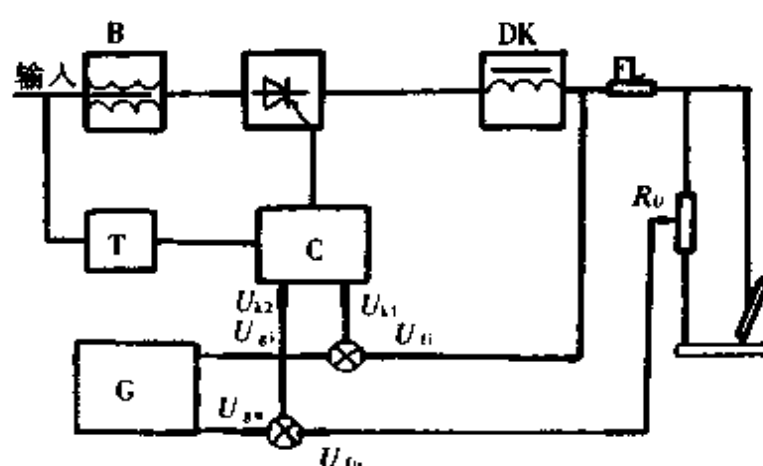


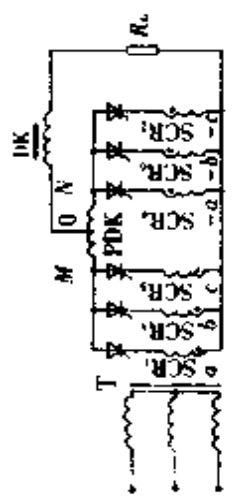
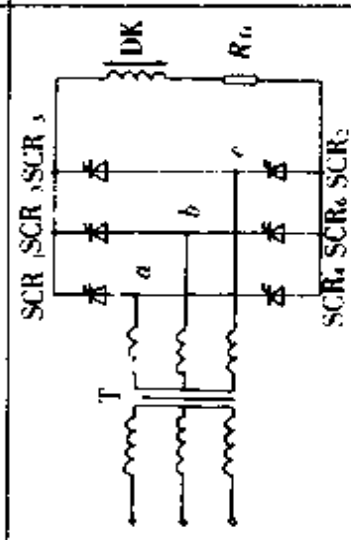
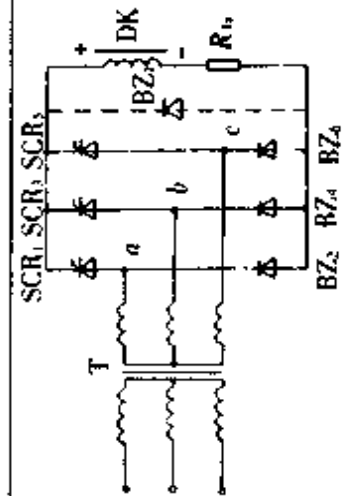
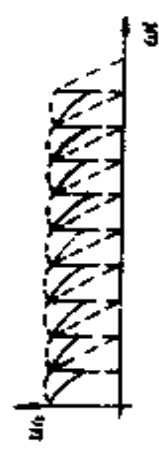
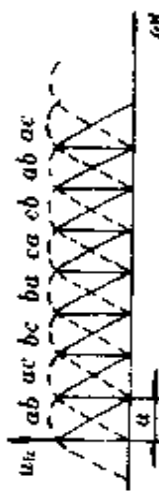
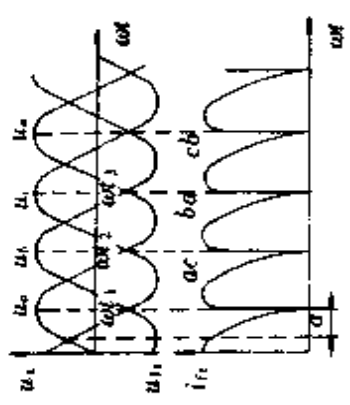
图 5.5.4 晶闸管弧焊整流器的电路原理框图

几种典型的晶闸管弧焊整流器的主要技术数据,主回路电路原理和用途见表 5.5.9。

表 5.5.9 几种典型的晶闸管弧焊整流器的主要技术数据、主回路电路原理和用途

主要技术参数	ZX5 系列			ZDK-500	ZP5-500
	ZX5-250	ZX5-400	ZX5-630		
电源电压(V)	380	380	380	380	380
电网频率(Hz)	50	50	50	50	50
相数	3	3	3	3	3
额定输入容量 (kV·A)	14	24	46	36.4	27
额定输入电流(A)	21	37	71	—	41
空载电压(V)	60	60	71	—	—
额定焊接电流(A)	250	400	630	500	500
额定焊接电压(V)	30	36	44	40(陡降)	39
额定负载持续率(%)	60	60	60	60	60
电流调节范围(A)	50~250	80~400	130~630	50~600(陡降)	50~500
电压调节范围(V)	—	—	—	15~50(平)	16.5~39
电网电压波动补偿度 (电网±10%)	±4%	±4%	±4%	—	±2%
效率	0.70	0.74	0.78	—	0.76
功率因数	0.70	0.74	0.78	—	0.88
外形尺寸(mm) 长×宽×高	562×487 ×898	562×487 ×960	885×620 ×760	940×540 ×1000	—
质量(kg)	160	220	290	350	—

续表

主要技术参数	ZX5 系列			ZDK-500	ZP5-500
	ZX5-250	ZX5-400	ZX5-630		
主回路原理	带平衡场器的双反星形整流电路			三相桥式全桥整流电路	三相半桥式整流电路
					
用途	属下降特性弧焊电源,适用于各种牌号焊条的直流手工电弧焊及碳弧气刨,特别适用于碱性低氢型焊条电弧焊,接重要的结构钢件			平、陡两用的外特性电源,可用于手工电弧焊、埋弧焊和熔化极气体保护焊	要特性电源、电流、电压稳定度较高,用于熔化极气体保护焊
波形参考图					
	$\alpha = 0^\circ \sim 90^\circ$ 移相角			$\alpha = 0^\circ \sim 180^\circ$ 移相角(电阻性负载); $\alpha = 0^\circ \sim 90^\circ$ 移相角(电感性负载)	$\alpha = 0^\circ \sim 60^\circ$ 移相角

晶闸管弧焊整流器常见故障和排除方法见表 5.5.10。

表 5.5.10 晶闸管弧焊整流器常见故障和排除方法

序号	故障现象	原 因	检查排除故障
1	指示灯不亮, 风扇不转动	(1) 输入电源有断相 (2) 输入线路接触不良	(1) 检查保险丝是否熔断 (2) 检查网路、电器接点是否松脱
2	输入电流很大, 主电源熔断器损坏	(1) 焊机输入电源开关短路 (2) 焊机主电源变压器及线圈短路 (3) 主晶闸管 SCR1 ~ 6 损坏	(1) 检查晶闸管。将晶闸管与主变压器断开, 再合上电源, 若正常则晶闸管损坏 (2) 断开后, 故障仍存在, 则主变压器和电源开关损坏, 更换
3	空载电压比额定值相差甚远	(1) 有一组或多组晶闸管不导通 (2) 晶闸管的导通控制角后移	(1) 用示波器检查输出波形是否有缺相 (2) 用示波器检查触发电路波形是否正常
4	焊机无输出电压	(1) 稳压电路故障, 无稳压电压输出 (2) 移相电路故障	(1) 检查稳压电路是否损坏 (2) 检查控制回路运算放大器是否损坏, 正常时输出 0.3~5.5V
5	空载电压正常, 但负载后, 电流突然增大, 电流表达满刻度	(1) 分流器的电流反馈线脱离, 无电流反馈 (2) 调节或整定电流的电位器失灵 (3) 稳压电路故障, 无 $\pm 15V$ 输出 (4) 控制回路运算放大器或三极管损坏	(1) 检查电流反馈线路 (2) 检查电位器及其连线 (3) 同序 3 项检查触发电路
6	电流无法调至最大值	(1) 晶闸管一路无触发、无整流 (2) 触发信号不同步	(1) 检查触发回路触发极是否断线 (2) 用示波器检查各控制回路的信号是否正常
7	焊接电流可以调大, 但不能调小, 焊接时, 振荡并发出噪声	(1) 晶闸管中有一只未导通 (2) 电源缺相运行 (3) 运行在整机共振点触发 (4) 触发回路失控, 造成触发信号混乱 (5) 平衡电抗器引起	(1) 用示波器测输出电压波形, 若缺一波头即检晶闸管及控制回路, 更换晶闸管 (2) 停机检查 (3) 调整电流, 避开共振点 (4) 检查触发回路 (5) 检查线匝是否短路
8	输出电流失控, 焊接电流不稳定	(1) 同步线路有故障, 晶闸管触发紊乱, 空载电压 50V (2) 电路中电位器工作点移动 (3) 元器件、零件接线断线造成控制电压失控	(1) 检查控制线路各部位连接情况 (2) 检查控制线路是否正常 (3) 检查电位器 (4) 检查同步电路波形

3.1.5 脉冲弧焊电源

熔化极气体保护焊采用脉冲电流进行焊接,可以用低于喷射过渡临界电流的平均电流来达到喷射过渡,因此可以缩小熔池体积,易于实现全位置焊接,缩小热影响区。常用的脉冲电源有晶闸管式和晶体管式。其基本原理框图和电流波形见表 5.5.11。

表 5.5.11 脉冲弧焊电源的电路形式、原理框图和电流波形

序号	电路形式	原理框图、典型电流波形
1	晶闸管直流断续器	
2	晶体管脉冲弧焊电源	
3	并联单相脉冲电源	

3.1.6 逆变式弧焊电源

逆变式弧焊电源是新一代弧焊电源,其原理框图见图 5.5.5。

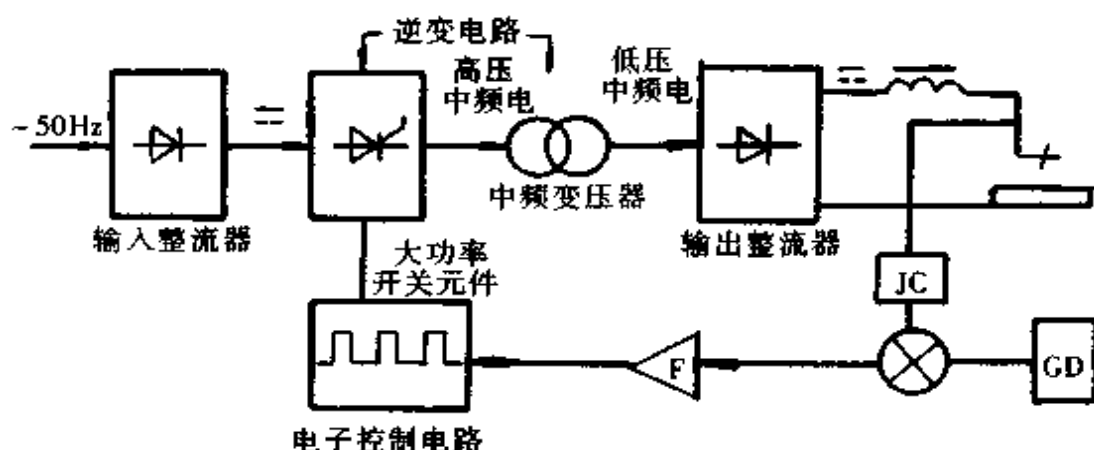


图 5.5.5 逆变式弧焊电源原理框图

逆变弧焊电流的交流顺序为：工频交流→直流→中频交流→直流。即所谓 AC→DC→AC→DC。

常用逆变式弧焊电源其大功率开关元件可用晶闸管(SCR 管)、场效应管(MOS 管)、大功率晶体管(GTR 管)和绝缘栅大功率晶体管(IGBT 管)等。

晶闸管逆变电源采用调频率的方式，来调节规范和控制外特性。

场效应逆变电源采用电压控制，控制功率小、工作频率高(20kHz 以上)，须多管并联，工作容易。

大功率晶体管采用电流脉宽控制，管子容量大，工作频率较高(15kHz)、过载能力差。

绝缘栅大功率晶体管采用电压控制，管子容量大、工作频率高(20kHz)、价格较贵。

3.2 CO₂/MAG 气体保护焊机

此类电弧焊机均采用金属熔化极作电极，CO₂ 气体作为保护气体，只不过焊接工艺中熔滴过渡形式有所不同，而焊机结构形式基本相同，此类焊机分半自动和自动两大类型。

配用晶闸管弧焊整流器的 CO₂/MAG 焊机，其电路由主回路、移相与触发电路及同步电路、送丝电机和控制电路、程序控制电路等组成。

3.2.1 半自动 CO₂ 气体保护焊机

半自动气体保护焊机适用于细焊丝($\varnothing \leq 1.6\text{mm}$)。焊机由弧焊电源、控制系统、送丝机构和焊枪、气路、水路系统等组成。如图 5.5.6 所示。

3.2.1.1 弧焊(整流)电源 细丝半自动气体保护焊机配合等速送丝，一般均采用平特性弧焊电源。细丝 CO₂ 弧焊，一般采用短路过渡规范。要求电源从短路到空载时，有足够大的空载电压恢复速度，在短路过渡时短路电流具有合适的上升速度，因此要求电源具有良好的动特性。采用直流输出可调电感或电子电抗器的

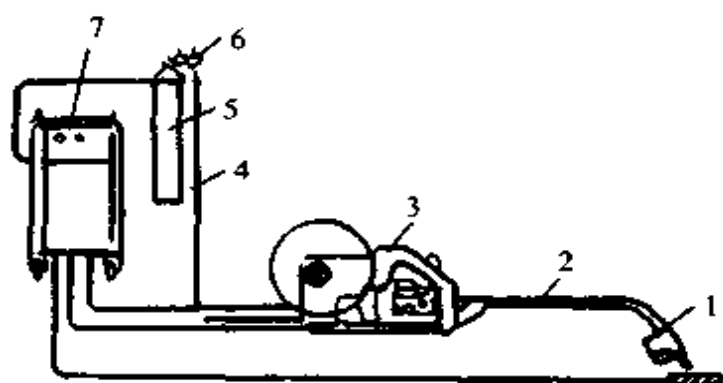


图 5.5.6 半自动气体保护焊机组成

- 1—焊枪 2—软管、气管及焊接电缆 3—送丝机构 4—气管
5—气瓶 6—减压阀及流量计 7—弧焊整流电源

方法获得各种焊接工艺所需的动态性能,保证电弧燃烧稳定。

常用气体保护焊机弧焊电源的型式、主回路及特点,见表 5.5.12。

3.2.1.2 焊枪及其喷嘴 焊枪主要用以向焊接电弧区及熔池输送保护性气流,送进焊丝,传输焊接电流并加以导向。有些焊枪还设有水、气冷却系统。要求焊枪坚固牢靠并尽量减轻重量,要能耐受强烈弧光,高温辐射与熔化金属飞溅的影响。通过焊枪喷嘴的保护气体,能在熔池周围形成良好的保护区。焊枪的结构设计应便于焊工的操作,能清楚地观察熔池。因此,可靠、适用的焊枪,将直接提高焊缝质量和生产效率。

半自动鹅颈式焊枪其结构示意图,见图 5.5.7。

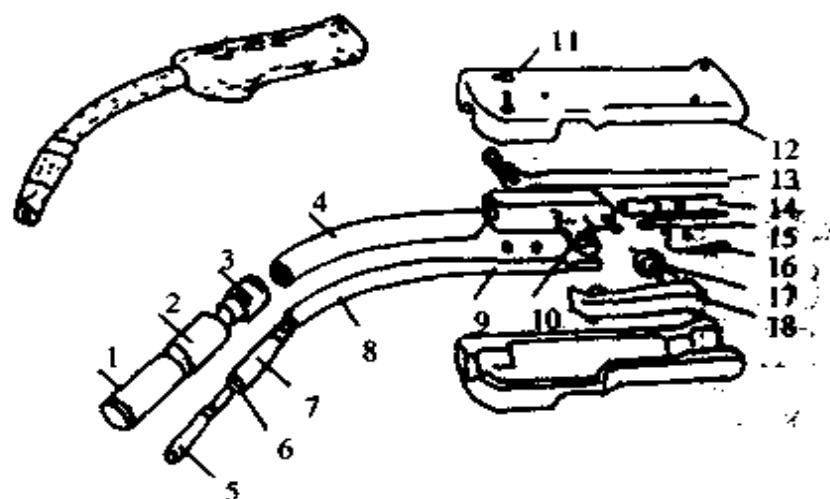
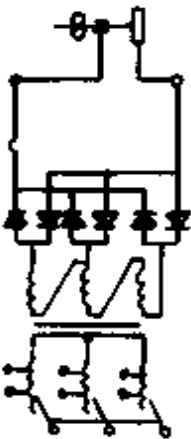

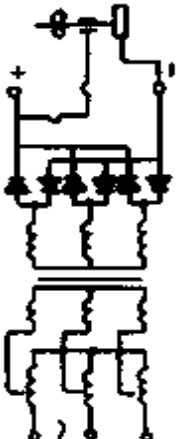
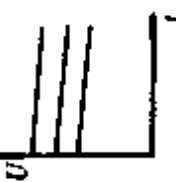
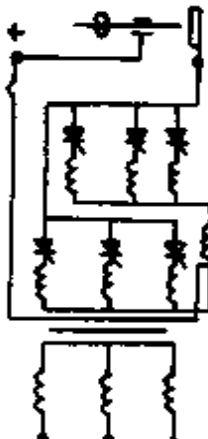

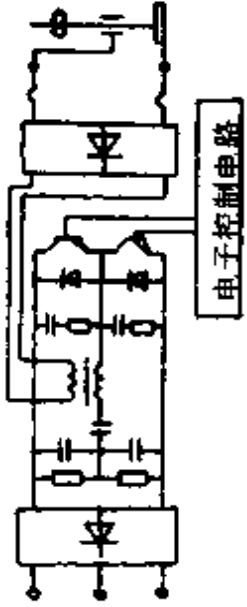



图 5.5.7 鹅颈式半自动焊枪

- 1—喷嘴 2—喷嘴夹圈 3—绝缘接头 4—硅橡胶管 5—导电嘴 6—导丝管
7—通气孔 8—导电管 9—O形密封圈 10—接头 11—螺钉 12—枪柄
13—扳机 14—导丝软管 15—气管 16—控制电缆 17—接触件及弹簧 18—扳机

表 5.5.12 常用气体保护焊机电源的类型、主回路及特点

电源型式	主回路示意图	外 特 性	特 点
抽头式			结构简单、制造方便、使用可靠、输出电流波形畸变小。调节不连续,不能遥控和实现自动控制
滑动调压式			结构简单、调节范围广、能连续调节、输出电流畸变小,实现自动控制较困难
晶闸管式			重量轻、效率高、控制功率小、调节范围广,具有良好的动特性和可调节特性,易实现自动化。电子元件维护要求高
逆变式			重量最轻、效率高、功率因数高、调节灵敏度、起弧容易、自动控制方便。电子元件要求高

喷嘴的材料可用镀铬的紫铜,壁厚为2~3mm,其主要目的是可以降低飞溅在喷口处的粘结。大电流焊接的焊枪中的喷嘴,还加水冷却。为了提高气体保护效果,可采用加丝网或多孔板作气筛,以保证喷嘴内的气体形成层流,并使流速降低和均匀。表5.5.13给出喷嘴孔径、焊接电流与气体流量的参考值。

表5.5.13 喷嘴孔径、焊接电流与气体流量的参考值

喷嘴孔径(mm)	焊接电流(A)	气体流量(L/min)
11~12	160	4.2~6.7
13~15	250	7.5~10.0
16~20	400	11.7~20.0

注:当焊接电流达1000A时,喷嘴孔径约为28mm(自动焊用)。

3.2.1.3 半自动气体保护焊机的控制系统 程序控制电路:焊机控制系统用以完成焊机的工作程序,其控制系统应具有如下功能:

- (1) 保证焊接开始时保护气体预导通和焊接结束时延时断气。
- (2) 引弧时采用慢送丝速度,高电压引弧。
- (3) 焊接电流(即送丝速度)和电弧电压一元化调节或优化参数一元化调节。
- (4) 收弧时送丝的速度、电弧电压衰减(可调),缩小焊丝端部“小球”直径,以提高再次引弧成功率。
- (5) 收弧时具有填弧坑的功能。
- (6) 送丝伺服电机的控制,采用测速或电压反馈,保证送丝稳定性。

送丝驱动电路:在一元化调节的焊机中,焊接电流靠改变送丝速度来调节。送丝速度的控制信号取自焊接电流给定,随给定电流的增加而增加,电路原理如图5.5.8。给定的送丝速度信号与送丝电机电枢电压反馈信号相比较,差值经放大后触发晶闸管,调节送丝速度。由于加了电枢电压负反馈(或测速反馈),在一定的送丝速度(平均电流)给定下,送丝系统保持恒速送丝。

气路、水路系统:半自动气体保护焊机的气路系统中包括高压气瓶、截止阀、加热器(CO_2 焊接用)、高压表、减压阀、低压表、流量调整阀、流量计、电磁气阀等装置。气路系统示意图,见图5.5.9所示。

由于 CO_2 气体中含有水分,气路系统中需要设置加热器,并将灌气后的气瓶倒置1~2h,放出气中自由状态之水分,在使用前再放气2~3min。

大电流气体保护焊机需采用水冷却系统,必须采用水流开关,以免水管阻塞或流量不足而烧坏元件。半自动气体保护焊机应尽量避免采用水冷结构的焊枪。

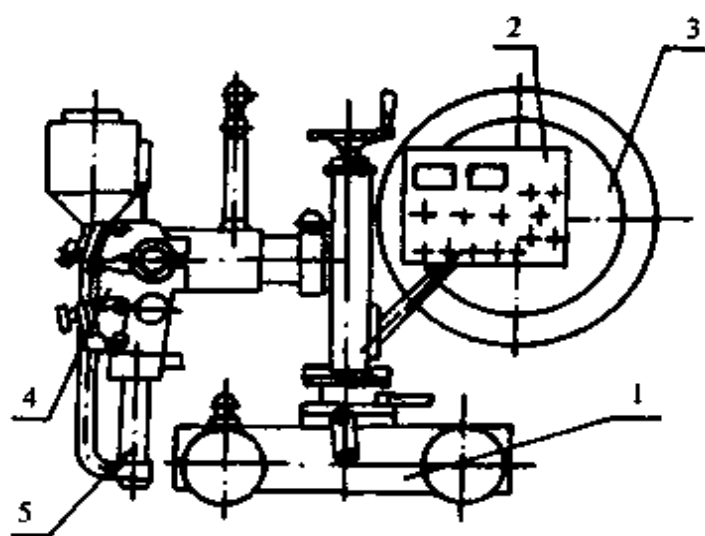


图 5.5.10 自动焊接小车结构图

1—自动小车 2—操作盒 3—焊丝盘 4—送丝机 5—焊炬

3.2.3 惰性气体保护焊机

惰性气体保护焊是一种以惰性气体(如 Ar、He)作为电弧和金属熔池区域保护介质的焊接方法。

惰性气体保护弧焊机按运行的方式可分为手工、半自动、自动三大类。它使用的电极有不熔化极(钨极)及熔化极(金属焊丝)两种。熔化极惰性气体保护焊机已在 MIG 焊气体保护焊中叙述,不再赘述。不熔化电极(钨极)氩弧焊又称 TIG 焊,按焊接对象的不同可以选用交流、直流或脉冲电源。一般情况下,对于较精密的小型零件、薄板结构,可用直流或脉冲钨极氩弧焊。铝、镁及其合金宜用交流钨极氩弧焊。

钨极氩弧焊机(TIG 焊机)通常由弧焊电源、焊炬、供气系统、引弧、稳弧(交流 TIG 焊用)及必要的程序控制装置组成。自动钨极氩弧焊机由配有焊炬及送丝机构(输送填充焊丝)的焊车代替手工焊炬。

3.2.3.1 钨极直流氩弧焊机 钨极直流氩弧焊机种类繁多,但常用的以手工氩弧焊为主,它由钨极氩弧手工焊炬、控制设备及弧焊电源组成。

焊接电源一般选用垂直下降外特性的弧焊电源,空载电压 70~100V,亦可采用高空载电压、小电流的引弧电源与低空空载电压、大电流的主电源并联。电源应设有电网电压波动的补偿和起弧时电流递增及焊缝收尾时电流衰减装置。

焊机的工作电压推荐按下式计算,但最低不小于 16V。

$$U_w = 14 + 0.02 I_w \text{ (V)}$$

式中 I_w ——焊接电流(A)。

焊机的控制系统用于完成焊机的工作程序。手工钨极氩弧焊机工作程序见图 5.5.11。

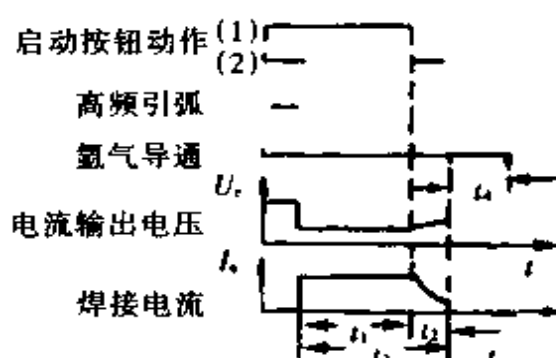


图 5.5.11 手工钨极氩弧焊机工作程序

t_1 —焊接时间 t_2 —焊接电流衰减 t_3 —燃弧时间 t_4 —滞后通气

控制系统保证焊接过程中高频引弧成功,焊接电流在起弧时缓升和停弧前缓降,以及保护气体提前送气和滞后停气等工作程序的可靠进行。

在手工钨极氩弧焊时,一般可用三种引弧方法。

接触引弧:在焊接时,可将钨极接触工件产生的火花引燃电弧。引燃时可用高电压、小电流的辅助电源,当电弧引燃后自动转入大电流焊接。这种方法简单,不需很复杂的控制装置,但可能会污染工件、影响焊接质量。

高频引弧:它利用火花式高频振荡器产生一个频率约 1MHz、2500~3000V 的小功率高频电压,以击穿钨极与工件间的间隙(3mm 左右)而引弧。其高频振荡器的电气原理见图 5.5.12。交流电源经变压器 T_1 升压,并对电容器 C 充电,此时火花放电器 FD 端电压渐增,直至被击穿,短接 T_1 的次级回路中止了对电容的充电,已充电的电容器 C 与振荡电感 L_1 和 FD 组成振荡回路,经高频变压器 T_2 将高频电压输入焊接回路。高频振荡器与焊接回路联接的方式,有并联及串联两种(见图 5.5.12)。一种新型的高频引弧器见图 5.5.13。线路由两部分组成,由 C_2 、 L_1 、SCR 等元件组成的中频脉冲发生器,其主要功能是将工频正弦电压变换成中频脉冲电压。整流桥 D_1 输出的直流电压通过电阻 R_1 对电容 C_2 充电,当充电电压达到稳压管 DZ 的击穿电压时,晶闸管 SCR 迅速导通,于是 C_2 将与中频升压变压器 T_1 的原边电感 L_1 发生电磁振荡,形成一个完整的中频脉冲电压。经 T_1 升压后再通过高频耦合变压器 T_2 的原边电感 L_2 对电容 C_4 快速充电,使火花放电器 FD 放电,形成高频的电磁振荡,此高频高压施加于钨极和工件间引燃电弧。这种新型高频引弧器采用了中频升压变压器代替工频升压变压器,从而使引弧器具有体积小、重量轻和引弧更可靠的优点。

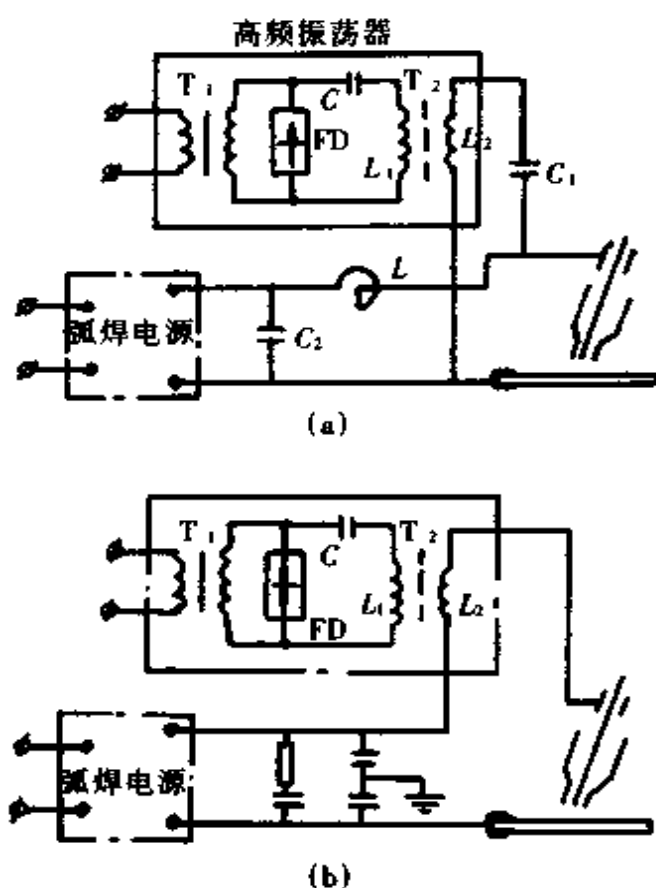


图 5.5.12 高频引弧电路

(a)并联式 (b)串联式

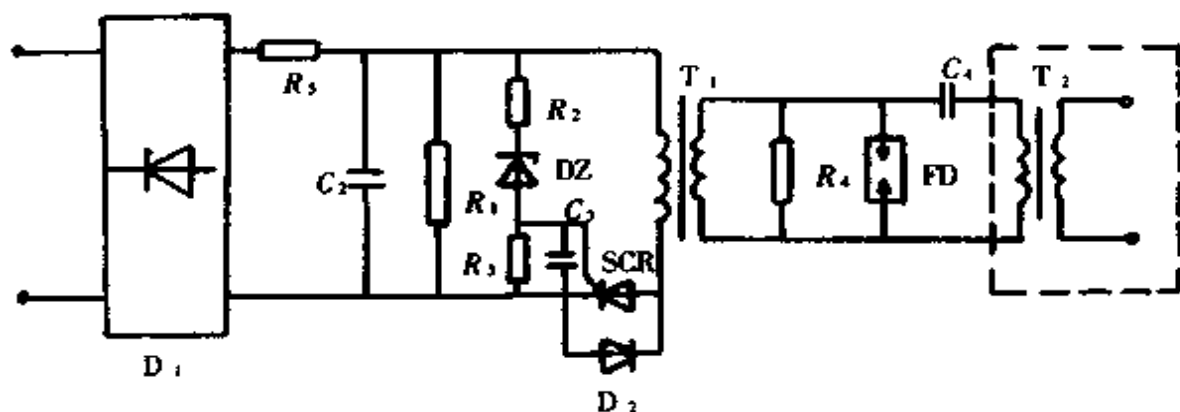


图 5.5.13 新型高频引弧器

脉冲引弧: 高压脉冲引弧, 可避免高频对工业无线电的干扰及对人体的有害影响, 是一种较好的手工脉冲氩弧焊机的引弧方式。见图 5.5.14, 它利用变压器 T_1 的次级在正半周时经 $VD_1 \sim VD_3$ 向电容器 C_1 充电作为高压脉冲能源; 在负半周时, T_1 次级 36V 端经 R_4 、 VD_3 触发晶闸管 SCR, 它的导通使 C_1 向 T_2 的初级放电, 由此感应一高压脉冲电流引燃电弧。该高压脉冲的频率为 50Hz、峰值约 4000V。

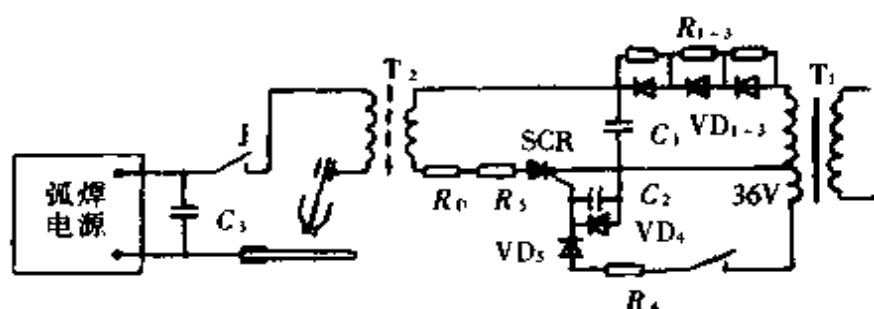


图 5.5.14 脉冲引弧电路

3.2.3.2 钨极交流氩弧焊机 钨极交流氩弧焊机适用于铝及铝合金焊接,其组成除采用弧焊变压器或晶闸管方波电源外,其他部分与直流氩弧焊机甚相似。为保证钨极交流氩弧焊在铝合金焊接时,钨极有较大的电流容量,又要使铝板受到阴极清理作用,因此必须采用交流电弧焊,但交流电流过零造成电弧不稳,故其控制系统主要解决交流电弧的稳定(即加速电流过零时的速度),以及消除或减小直流分量等问题。

(1) 直流分量的消除:钨极交流氩弧焊中,当钨极为负时,热电子发射容易,所以电弧电压低,电弧燃烧稳定,焊接电流大;当钨极为正时,工件为负极,此时阳极热电子发射条件差,所以电弧电压较高,焊接电流小。由于正、负两个半波电弧电参数的不对称,在焊接回路中存在一个由工件流向电极的直流分量,即所谓“二次整流作用”。这将减弱阴极雾化清洗作用,给焊接造成困难,同时将导致变压器铁心单向磁化,造成电流波形畸变,影响电弧的稳定性,其电参数波形如图 5.5.15。

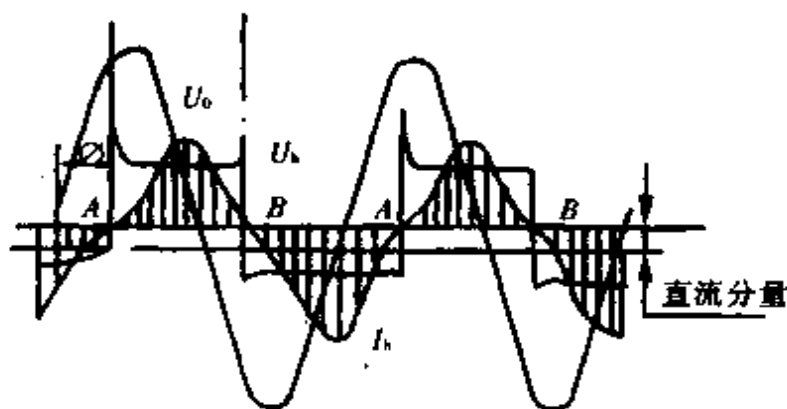


图 5.5.15 钨极交流氩弧焊时电流电压波形

U_0 —电源电压 U_a —电弧电压 I_b —焊接电流

消除直流分量的方法是,在焊接回路中串接大容量的电容器。其电容量可按下式计算:

$$C = (300 \sim 400) I_b \quad (\mu F)$$

式中 I_b ——焊接电流(A)。

(2) 引弧和稳弧: 钨极交流氩弧焊时, 每当工件处于交流正弦波负半周时, 由于电子发射困难, 当焊接电流过零点时, 必须施加稳弧脉冲, 以确保电弧不致熄灭。一般采用脉冲稳弧与高频稳弧两种方法, 引弧器应能保证电极处于正半周电压接近幅值时引燃电弧, 并确保每当钨极处于正半周的零值起始(图 5.5.15 中, A 点)施加正向、高压脉冲电流, 达到稳弧目的。

3.2.3.3 交流矩形波钨极氩弧焊机 通常采用工频正弦波交流电源对铝及其合金进行钨极氩弧焊时, 电弧稳定性较差, 正、负半波通电时间比不可调, 还需增设消除直流分量的装置。应用电子控制电路的矩形波交流电源, 其正、负半波通电时间比和电流比值均可以调节, 而且电流过零点时上升与下降率高, 因而它具有电弧稳定, 电流过零点时重新引弧容易, 不必加稳弧器; 通过调节正、负半波通电时间比, 在保证阴极雾化作用的条件下增大正极性电流, 从而可获得最佳的熔深, 提高生产率和延长钨极寿命, 可以不必采用消除直流分量的装置等优点。

矩形波交流电流的原理: 电源的主电路原理见图 5.5.16, 其电流、电压波形见图 5.5.17。

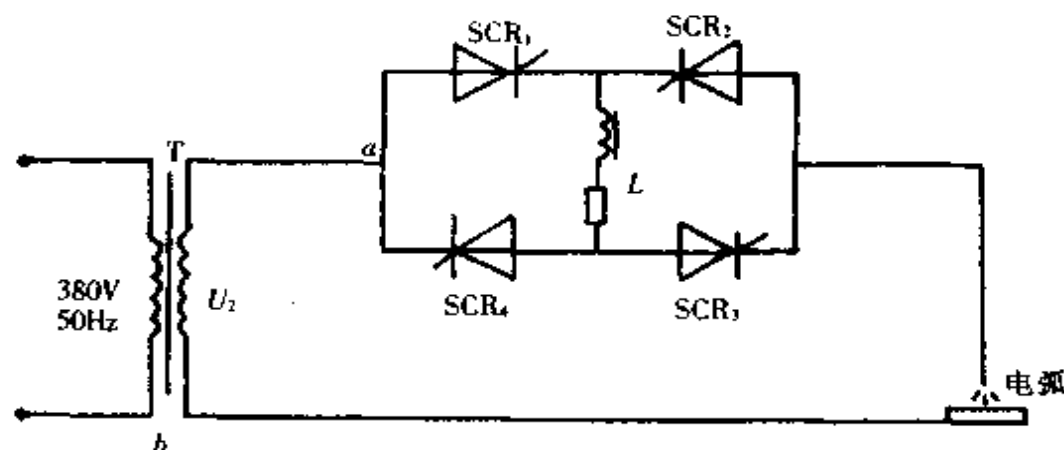


图 5.5.16 晶闸管矩形波交流电源主电路原理图

当在正半波 t_1 时触发晶闸管 SCR_1 和 SCR_3 , 则电流 i_l 的通路为: $a \rightarrow SCR_1 \rightarrow L \rightarrow SCR_3 \rightarrow \text{电弧} \rightarrow b$ 。电流的大小由下列电压平衡方程式决定。

$$U_2 = L \frac{di_l}{dt} + U_l \quad (\text{V})$$

在 $t_1 \sim t_2$ 期间, 因 $U_2 > U_l$, 故 $L \frac{di_l}{dt} > 0$, 即电流 i_l 增大, L 的电感量很大, 限制电流的上升速度, 使电流从 p 点缓升到 q 点, 此时 L 处在储能过程中。

在 t_2 时刻, $U_2 = U_l$, 故 $L \frac{di_l}{dt} = 0$, 电流 i_l 达到了 q 点对应的最大值。

在 $t_2 \sim t_3$ 期间, $U_2 < U_l$, 故 $L \frac{di_l}{dt} < 0$, 因此 i_l 减小。此时, L 向电弧释放能

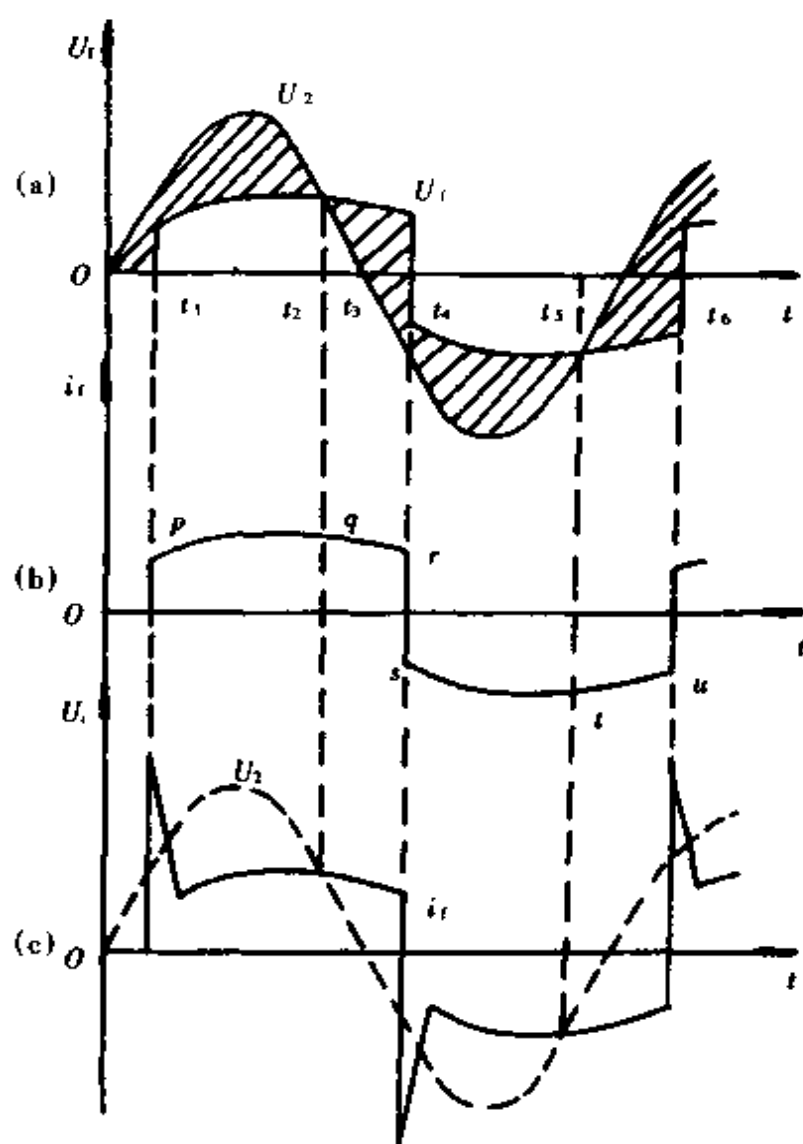


图 5.5.17 矩形波电流、电压波形

(a) U_1 电压波形 (b) i_f 电流波形 (c) 实际 i_f 电流波形

量,维持 SCR_1 和 SCR_3 的继续导通。电流 i_f 由 q 点开始缓慢下降直至 t_4 时刻的 r 点。此时触发脉冲使 SCR_2 、 SCR_4 导通,而 SCR_1 、 SCR_3 因承受反向电压而关断, i_f 立即改变方向为负值,开始进入负半波。负半波电流通路为: $b \rightarrow \text{电弧} \rightarrow \text{SCR}_2 \rightarrow L \rightarrow \text{SCR}_4 \rightarrow a$ 。

在 $t_4 \sim t_6$ 期间,重复上述过程形成负半波电流。

由此可见,在 L 上的电流方向不变,在此回路中的电流为平稳直流,即电源可做成交直流两用的原理。实际电流波形在每个半波前沿均出现了幅值较大的尖峰电流,这是主电路中电感感应电动势所引起的,这对交流焊时稳弧是有利的。

3.2.3.4 钨极脉冲焊机 钨极脉冲焊机的供电形式有双电源供电和单电源

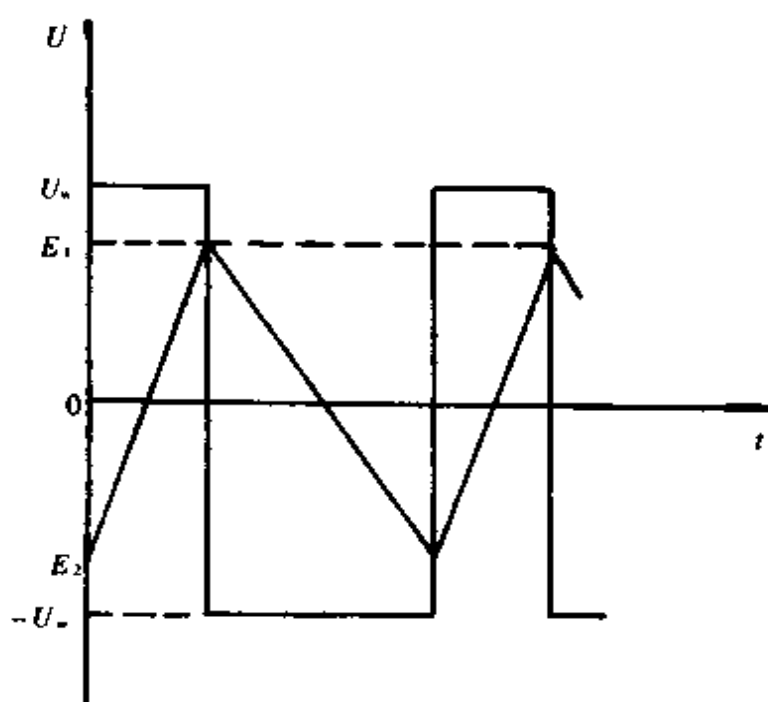


图 5.5.19 脉冲输出波形示意图

弧的热量,进行焊接的焊机。

埋弧焊机的种类很多,可分为单丝、双丝、多丝和带极四种。其焊接电源可以是直流、交流或交直流并用。目前最常用的是单丝焊车式等速送丝和变速送丝两用的自动埋弧焊机。最近发展的一种新型埋弧焊机,即窄间隙自动埋弧焊机,用来焊接大厚度钢板的纵缝和环缝。交直流两用的矩形波弧焊电源,也开始在自动埋弧焊中获得应用。

3.3.1 埋弧焊机的组成和结构原理

焊机的外形如图 5.5.20,它主要由焊接小车及装在小车上的焊接机头、焊剂漏斗、电气控制箱(兼操作盘)和其配套的弧焊电源等组成。焊接机头在小车上可以水平和上下移动,还可沿垂直和水平轴转动,操作盘也可以旋转角度。焊接小车设有四个车轮,其中两个是主动轮,它们靠一台直流伺服电机经一级齿轮和两级蜗轮蜗杆减速驱动,实现小车自动行走。小车减速系统的输出端与主动轮的轴间装有一个离合器,通过手柄操作,可快速调整在轨道上行走。

焊接机头包括焊丝送给和导电系统两部分。焊丝送给系统由送丝电机、减速箱、送丝滚轮、压紧滚轮及校直滚轮等组成。压紧轮装在压轮臂上,可以通过手柄来调节对焊丝的夹紧力,并与送丝滚轮、校直滚轮配合,起校直焊丝的作用。导电嘴可以采用整体圆筒式或夹持式。

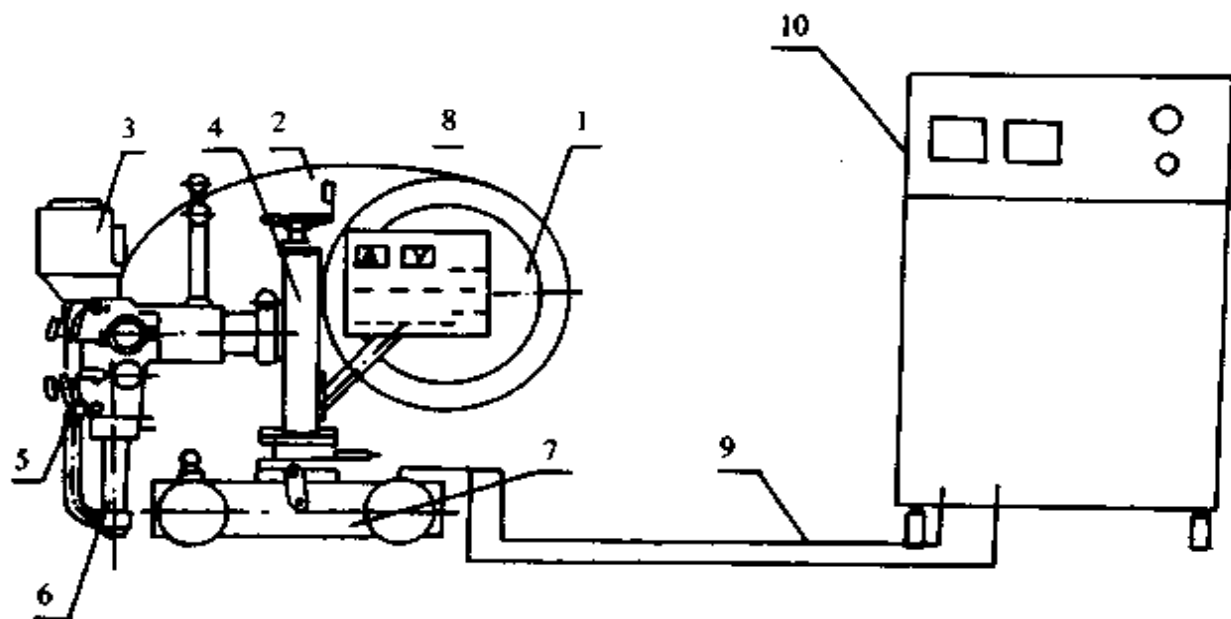


图 5.5.20 埋弧焊机结构示意图

1—焊丝盘 2—焊丝 3—熔剂漏斗 4—机头调整机构 5—送丝、校直机构
6—焊炬、导电嘴 7—车身 8—控制箱 9—联接电缆 10—弧焊电源

3.3.2 埋弧焊机控制系统

控制系统应能实现下列动作：

- (1)在焊接开始前,能控制焊丝向上或向下,以调整焊丝端部与焊件接触。
- (2)焊接开始时,能远距离接通弧焊电源及引弧。
- (3)在焊接过程中,能自动以预定速度等速或变速输送焊丝及焊车沿焊缝移动。
- (4)在焊接结束时,能先停止焊丝输送,再切断弧焊电源,完成焊缝收尾。

在等速送丝的埋弧焊中,当使用的焊丝直径大于 3mm 时,则弧焊电源的外特性应以缓降为宜。使用细焊丝高电流密度时,可用缓降或平特性电源。

变速送丝的埋弧焊,焊丝的输送速度,按电弧电压的高、低可以自动调整,其弧焊电源的外特性以陡降或缓降为宜。图 5.5.21 为配用交流电源自动焊机变速送丝电气原理图。

送丝电动机 M 的电枢采用由单结晶体管触发的晶闸管 SCR 回路供电,接入电枢电压反馈,并通过 R_1 引入电弧电压反馈,使送丝速度随电弧电压的变化而变化,调节电位器 R_2 可以改变电弧电压反馈量的大小。

自动埋弧焊机引弧方式为:

- (1)定点接触、回抽引弧;
- (2)慢送丝划擦引弧。

以上两种方式,可根据工艺要求予以配置。

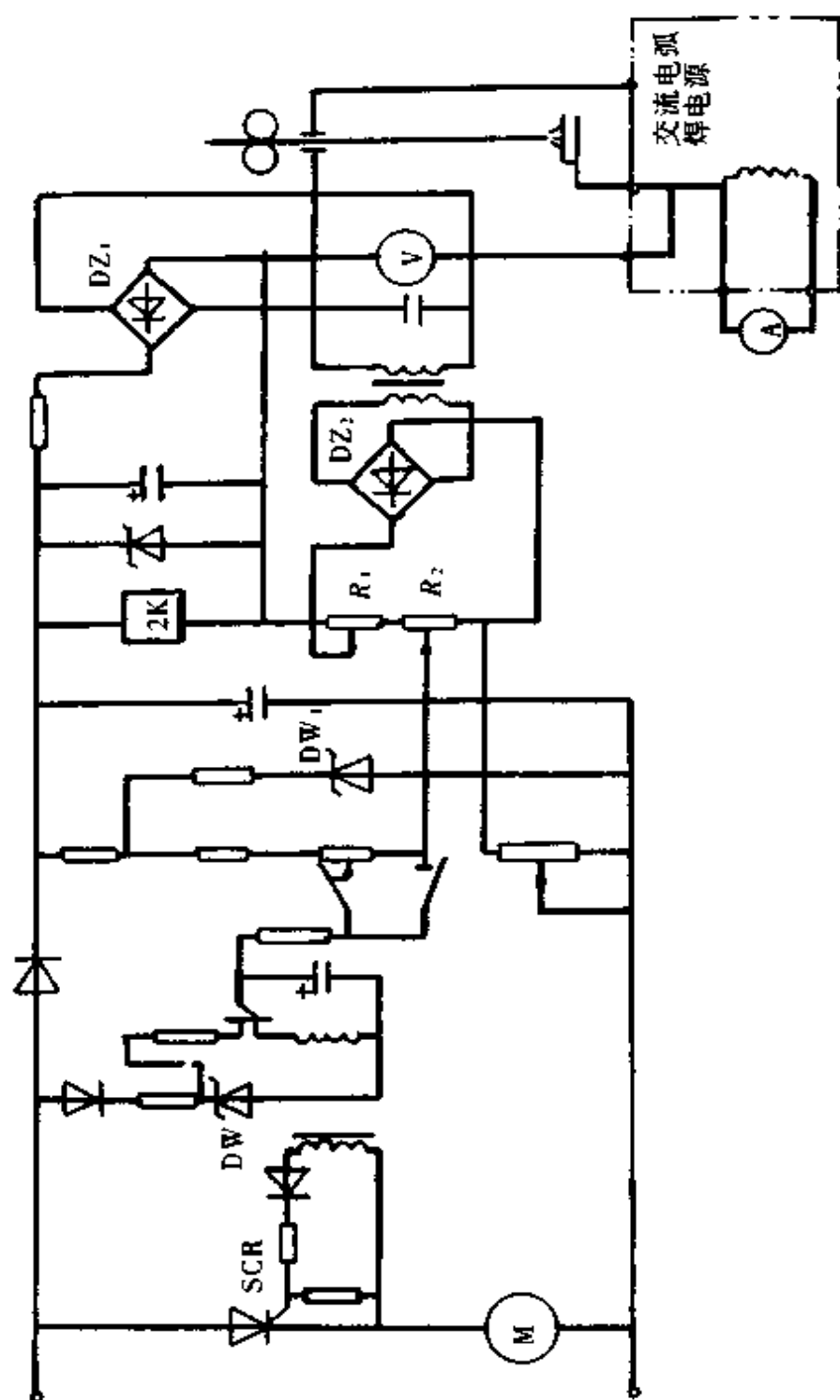


图 5.5.21 自动埋弧焊机变速送丝系统电气原理图

3.3.3 MZ-1250-2 自动埋弧焊机

主要电气技术参数如表 5.5.14 所示。

表 5.5.14 MZ-1250-2 自动埋弧焊机主要电气技术参数

名 称	适 应 范 围
额定供电电压(V)	380
焊丝直径(mm)	3;4;5;6
送丝速度(mm/min)	400~2000;1000~5000
焊丝输送方法	等速送丝、变速送丝
引弧方式	定点引弧、缓送引弧
焊接速度(mm/min)	250~1170
额定焊接电流(A)	1250
焊接电流调节范围(A)	250~1250
配套电源	ZD5-1250 晶闸管弧焊整流器

常见故障及排除方法见表 5.5.15

表 5.5.15 MZ-1250-2 自动埋弧焊机常见故障及排除方法

故障现象	原 因	排 除 方 法
焊机不能启动	(1)保险丝断 (2)引弧方式有误 (3)控制板故障	(1)更换保险丝 (2)正确选择引弧方式 (3)检修或更换控制板
焊车不行走	(1)继电器不动作 (2)控制板故障	(1)更换继电器 (2)检修或更换控制板
送丝不稳	(1)送丝滚轮型号不对或磨损严重 (2)控制板故障	(1)更换送丝轮 (2)检修或更换控制板

3.4 等离子弧焊机

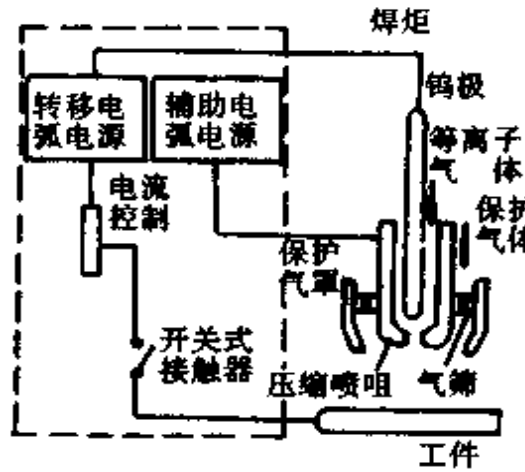
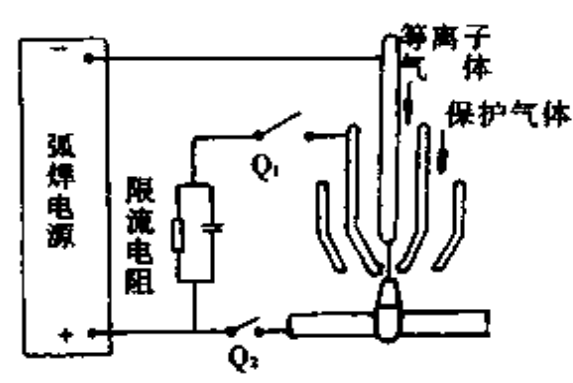
等离子电弧系一种压缩电弧,它是借助水冷喷嘴的外部约束条件使弧柱横截面受到限制,可使电弧的温度、能量密度、等离子流速都显著增大。它是一种高温(1600~33000K)、高度电离并包含着几乎相等的正、负粒子浓度的气体焰流。

等离子弧按电源连接方式分为转移型、非转移型与混合型三种。转移型等离子弧,电极接负极,工件接正极,等离子弧产生于电极与工件之间,常用于强电流等离子弧焊接 3mm 以上厚工件。非转移型等离子弧,电极接负极,喷嘴接正极,等离子弧产生于电极和喷嘴内壁表面之间,可用于非导电材料的焊接。混合型为转移型与非转移型的混合,常用于微束等离子弧焊接 3mm 以下的薄工件,特别适用于金属细丝、薄板的焊接。常用的型式为转移型与混合型两种。

等离子弧焊机分为手工焊和自动焊两种。用于手工焊等离子弧焊机一般制成

焊炬式。用于 30A 以下的小电流焊接, 俗称微束等离子弧焊机。自动等离子弧焊机常制成焊车式。它是靠焊车机械移动进行焊接, 一般用于 400A 以下的大电流焊接, 俗称强流等离子弧焊机。这两种等离子弧焊机除有不同型式的焊接操作机构外, 还需配以相应的电源、控制系统与气路系统, 并选用不同结构形式的焊炬, 其焊接电路原理见表 5.5.16。

表 5.5.16 两种常用等离子弧焊机的主要特征与适用范围

焊机名称	微束等离子弧焊机	强流等离子弧焊机
电流范围	0.1 ~ 30A	30 ~ 400A
焊接方式	熔入法: 焊接方式与钨极氩弧焊相同, 以较小喷射速度的等离子弧焰流熔化被焊金属母材和填充焊丝, 达到焊接目的	穿孔法: 采用较大喷射速度的等离子弧焰流, 穿透被焊金属的熔池, 在焊件背面形成穿孔, 当焊炬沿焊接方向前进移动时, 由于熔化金属的表面张力, 使熔化金属自持, 并逐渐收口凝固而获得单程双面成形全焊透的焊缝
电弧数量	主电弧(转移电弧) + 辅助电弧(稳定主电弧用)	一个转移电弧
引弧方法	先以接触法或高频振荡器在钨极和喷嘴间引弧, 再接通工件建立转移电弧	先用高频振荡器在钨极与喷嘴间引弧, 再转移至钨极与工件间。并由开关 Q_1 切断通过喷嘴的电流
操作方式	手工	自动(不能采用手工)
焊接厚度	3mm 以下	3mm 以上
焊接电路原理图		

随着等离子弧焊接技术的发展和适用范围的扩大,已出现了一些新的等离子弧焊接方式。其类型为熔化极等离子弧焊、弱等离子弧焊、聚焦等离子弧焊、脉冲等离子弧焊、复合等离子弧焊、水下等离子弧焊等。

等离子弧焊机的电源应具有下降或垂直陡降的外特性,通常可以使用钨极氩弧焊所用的直流弧焊电源。用纯氩作为离子气时,电源的空载电压在 65~80V 即可使用。用 $\text{Ar} + \text{H}_2$ 混合气体作离子气时,空载电压需在 110~120V 的专用直流电源;若无合适的专用电源,也可用两台普通的直流弧焊电源串联使用,但此时必须采用防止触电的措施,在不进行焊接时,自动切断电源,以策安全。当以“小孔效应”焊接时,弧焊电源应附加电流递升与衰减装置。

大电流等离子弧焊都采用转移型弧,用高频振荡器引弧。引弧后切断非转移弧,因此转移弧合用一个电源,用串联电阻法获得非转移弧所需的较低电流。为减小体积,这个电阻常采用水冷结构。

在小电流(30A 以下)时,常用高频或接触短路回抽引弧;当使用 $\text{Ar} + \text{H}_2$ 混合气体的等离子弧焊时,常采用先在纯氩中引弧,然后再快速转入 $\text{Ar} + \text{H}_2$ 混合气流,这样可采用较低空载电压的弧焊电源。

在微束等离子弧焊时,需有两组陡降特性的直流弧焊电源,因为在焊接的同时存在转移电弧(主弧)与非转移电弧(维弧)。为了在较小的电流情况下保证电弧稳定,非转移电弧电源的电流不大于 5A,空载电压以 70~140V 为宜,工作电压为 18~25V;转移电弧电源的空载电压为 70~140V,工作电压为 20~40V,焊接电流为 0.5~30A。

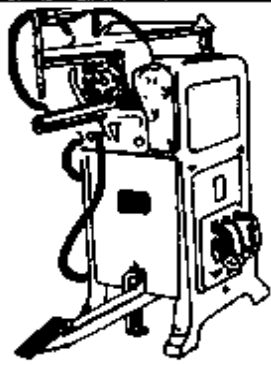
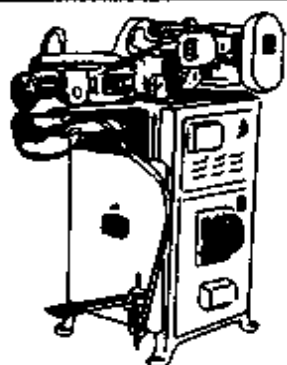
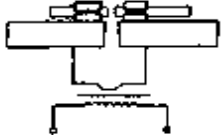
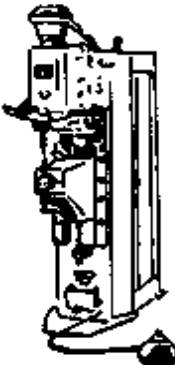
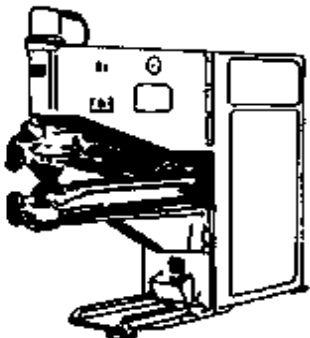
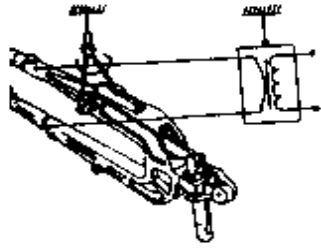
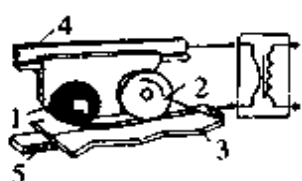
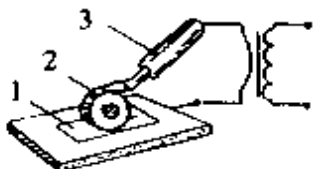
空气等离子切割机:空气等离子切割机的结构与基本工作原理,均与一般等离子切割机相似,它只是采用压缩空气为气源,主要区别在于割炬的结构。

4 电阻焊机

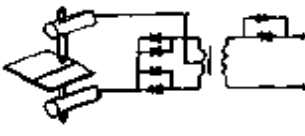
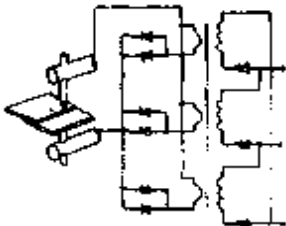

4.1 电阻焊机的分类、用途和组成

根据焊接接头型式不同,电阻焊机一般有点焊机、凸焊机、缝焊机和对接机等几种类型。电阻焊机的电源有工频、低频、直流冲击波、次级整流和逆变次级整流、电容储能等。根据焊接材料性能与焊接工艺要求选用,其中应用最普遍的是工频。电阻焊机的分类和用途见表 5.5.17。

表 5.5.17 常用电阻焊机的分类及主要用途

型式	点、凸焊机	缝焊机	对焊机	电容储能焊机
	脚踏杠杆传动式点焊机	电动凸轮式缝焊机	电阻对焊机	电容储能点焊机
外形结构				
	气压传动式点、凸焊机	气压传动式缝焊机	闪光对焊机	电容储能缝焊机
				
	悬挂式点焊机	特种缝焊机(垫缝焊)		电容储能螺栓焊机
				
		单面单缝焊机		
				

续表

型式	点、凸焊机	缝焊机	对焊机	电容储能焊机
采用电源和用途	直流冲击波点焊机			
	工频交流:黑色金属 次级整流:铝合金、镀锌件 直流冲击波:大厚度铝及其合金	工频交流:黑色金属 次级整流:铝合金及多层板	工频交流:黑色金属 有电顶锻:中厚板焊接 无电顶锻:管子对接	电容储能:适用不等厚度或不等截面的异种金属硬规范的焊接 螺栓焊
注:电原理图	单相次级整流	三相次级整流		
				

4.2 电阻焊变压器

电阻焊变压器是一个输出低电压(几伏至几十伏)、大电流(几千安至几十万安),低漏抗的特殊变压器。在工频电阻焊中,变压器为单相。在次级整流或逆变电阻焊中,变压器为带中心抽头式单相和三相变压器两种。电阻焊变压器主要由铁心、初级线圈、次级线圈、绝缘体及夹紧件等组成。铁心一般为壳式和卷铁心两种,线圈有筒式(小型)和盘式两种。初、次级线圈间采用紧耦合,以减少漏磁。由于焊接变压器是按断续周期运行的,当次级线圈采用强迫水冷结构时,为避免外壁有水滴凝聚影响电器绝缘性能,可用环氧树脂浇注。

各类电阻焊变压器结构特点见表 5.5.18。

表 5.5.18 常用不同功率电阻焊变压器的结构特点

项 目	小功率	中等功率	大功率
功率范围(kV·A)	<25	25~160	160~400
次级电流(A)	<8000	8000~20000	20000~40000
调节方式	初级线圈分级		
调节级数	8		16
铁心型式	铁壳式或C形铁心		
初级线圈	筒式		盘式
次级线圈	筒式、薄铜皮叠成		盘式、水冷铜板

典型的中、小功率电阻焊变压器初级线圈接线图见图 5.5.22。闸刀位置及相应参数见表 5.5.19。

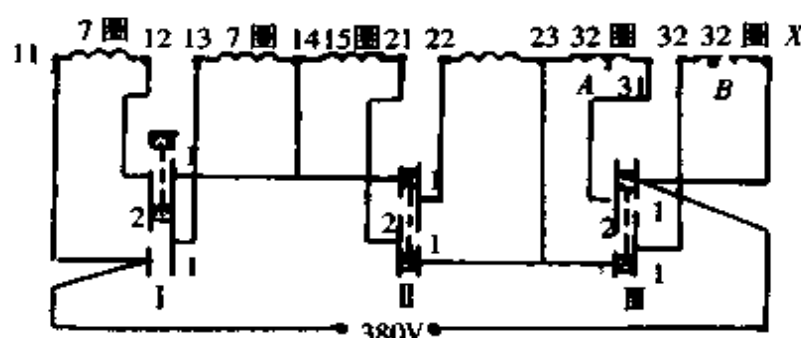


图 5.5.22 典型的中、小功率电阻焊变压器初级线圈接线图

表 5.5.19 闸刀位置及相应参数

闸刀位置	I	2	1	2	1	2	1	2	1
II		2		1		2		1	
III			2		1		2		1
级数	1	2	3	4	5	6	7	8	
初级匝数	108	101	93	86	76	69	61	54	
次级电压(V)	3.52	3.76	4.09	4.42	5.0	5.5	6.23	7.04	

注：闸刀位置 2.1.1 是额定级。

4.2.1 电阻焊变压器设计程序及参数确定

电阻焊变压器的设计程序如下：

(1) 首先根据所设计焊机的额定工作能力(可焊工件的厚度或截面)和焊接工艺要求,确定所需的额定焊接电流 I_e 。

(2) 由所焊工件大小、焊机结构(即电极臂伸长度,电极开口距离),按图 5.5.23 曲线求得焊接回路的感抗,再加阻焊变压器的漏抗,得短路总感抗 X_{hd} 。

(3) X_{hd} 求得后,加上焊接回路总电阻(短路电阻 + 工件电阻)计算额定级(指次级最大空载电压的前一级)次级电压:

$$E_{2e} = I_e \sqrt{X_{hd}^2 + (R_{hd} + r_g)^2}$$

式中 E_{2e} ——额定级次级电压(V);

I_e ——额定焊接电流(A);

X_{hd} ——短路总感抗(Ω);

R_{hd} ——短路电阻(Ω);

r_g ——工件电阻(Ω)。

(4) 额定初级容量 P_{Σ} 。

$$P_{\Sigma} = (1.02 \sim 1.05) I_e E_{2e} (\text{V} \cdot \text{A})$$

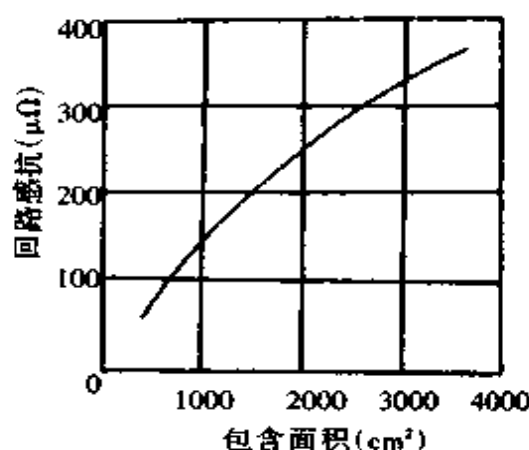


图 5.5.23 回路感抗和包含面积的关系

(5) 从焊机的生产率, 焊接通电时间, 确定变压器的额定负载持续率 F_{sc} 。

$$F_{sc} = \frac{t_1}{t_1 + t_2}$$

式中 F_{sc} ——额定负载持续率(%);

t_1 ——通电时间(s);

t_2 ——休止时间(s)。

初级连续电流 I_{ex}

$$I_{ex} = \frac{P_{sc}}{U - U_g} \sqrt{F_{sc}/100} (\text{A})$$

式中 U ——电网电压(V);

U_g ——初级回路中引燃管或晶闸管压降(V)。

(6) 确定次级圈数。因为它是大电流、低电压, 为了制造方便, 一般选用一圈, 但在悬挂式焊机中, 次级电压可高达 20V 左右。5kV·A 以下小型变压器及其他特殊焊机的变压器, 为了缩小铁心尺寸常超过一圈。

(7) 确定铁心面积 A_z 。

$$A_z = (E_{2e}/4.44 f B_m N_2) 10^{10} (\text{mm}^2)$$

式中 N_2 ——次级匝数;

f ——电源频率(Hz);

B_m ——磁通密度(T)。

(8) 确定初级圈数 N_1 。

$$N_1 = \frac{U_1}{U_2} \cdot N_2$$

式中 U_1 ——初级电压(V);

U_2 ——次级电压(V);

N_2 ——次级匝数。

(9)从额定功率及各级次级电压,按选用的电流密度确定初、次级铜线截面。

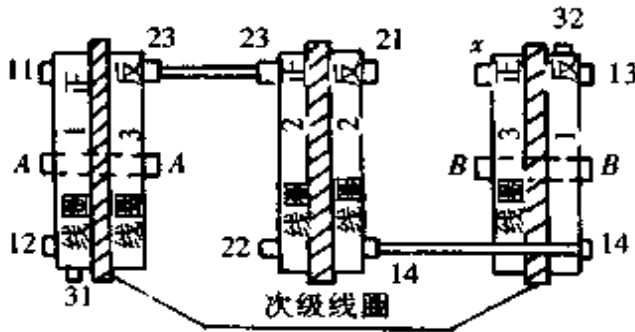
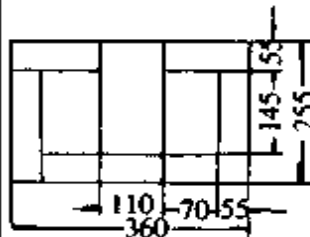
(10)上述各项参数求得后,即可按一般变压器的设计方法从焊接变压器的工作电压、绝缘等级、冷却方式、结构型式、线圈调节方式,对线圈及铁心窗口进行安排。

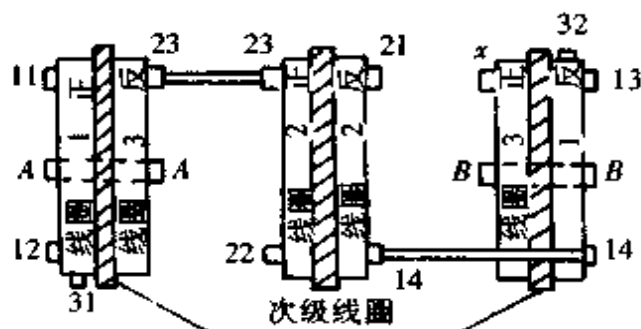
(11)最后校核励磁电流、初级电阻、次级电阻、重量及温升是否符合原设计要求。

4.2.2 典型电阻焊变压器的主要制造数据举例

DN1-75 型点焊机使用的电阻焊变压器的主要数据见表 5.5.20。

表 5.5.20 DN1-75 型电阻焊变压器主要设计数据

项 目	额定容量(kV·A)		75	额定负载持续率(%)		20
	冷却方式		次级水冷	冷却水流量(L/h)		200
	初 级	额定电压(V)	380	次 级	额定级电压(V)	6.23
		额定电流(A)	197		额定电流(A)	12000
		调节级数	8		电压调节范围(V)	3.52~7.04
线圈编号		初 级				次级
		1	2	3		
线圈型号		盘 式				
线圈数		2	2	2	1	
线规		SBECB				紫铜板
		3.88×6.93	2.03×9.57	2.98×9.63	2.03×9.57	7×48
并联线数		1	1	1	1	1
导线截面(mm ²)		32.3	15.4	24	15.4	1000
电流密度(A/mm ²)		2.73	2.88	2.86	2.88	5.35
线圈匝数		7	9	15	23	1
线圈抽头		0~7	0~9	0~15	0~23	无
接线原理见图 5.5.22					铁心	
接线安装图 					硅钢片规格	D21-0.5mm
					铁心型式	壳式
					铁心厚 198mm	截面积 110×198mm ²
					磁通密度(T)	14000
尺寸 						



4.2.3 逆变次级整流电阻焊机

将三相交流电经整流后变为直流,通过逆变器将此直流换成高频交流,提供给焊机或电阻焊机变压器的初级,其变压器的次级输出低电压、大电流的高频交流,再将其整流成直流以供焊接用。即所谓 $AC \rightarrow DC \rightarrow AC \rightarrow DC$ 逆变式。电气原理见图 5.5.24。

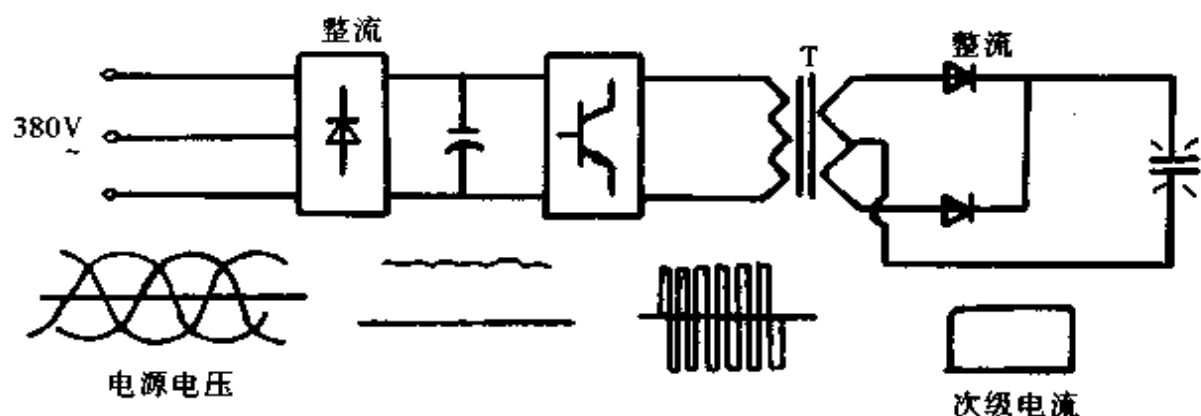


图 5.5.24 逆变式电阻焊机电气原理图

逆变次级整流焊机中的逆变器,由 GTR 大功率晶体管、IGBT 绝缘栅大功率晶体管等器件组成双端或三端串联逆变器,见图 5.5.25。逆变频率达 $600 \sim 1000\text{Hz}$ 。

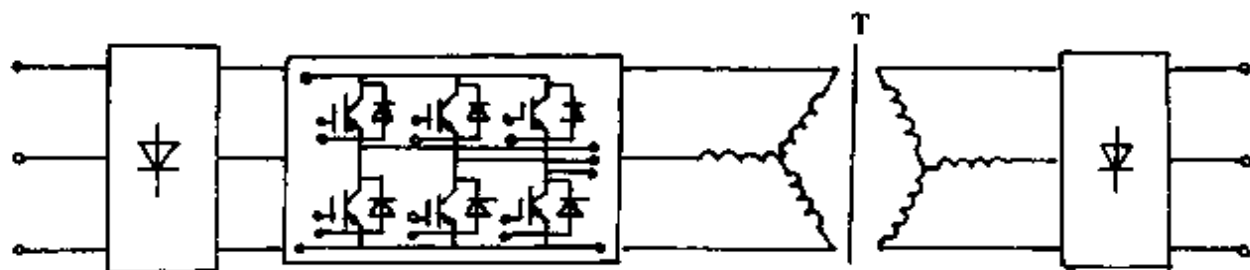


图 5.5.25 双端或三端串联逆变器

逆变电阻焊机的主要特点:

- (1)大幅度降低电阻焊变压器重量;
- (2)高速的动态响应速度和精确控制的电流稳定性,可达 $\pm 1\%$ 范围内;
- (3)输入电网平衡、功率因数高、效率高;
- (4)可实现直流焊接,具有良好的工艺性。

4.2.4 电阻焊控制器

(1)电阻焊控制器的主要功能有:

- a. 焊接电流的控制;
- b. 电极电力的控制;
- c. 焊接的程序控制;

- d. 各程序的时间控制;
e. 焊接规范存储和自适应功能等。

(2) 控制器的类型有:

- a. 电子管、引燃管式;
b. 半导体逻辑电路、晶闸管式;
c. 单片微处理器、晶闸管式;
d. 大功率晶体管逆变式。

目前电子管式已逐渐淘汰, 逆变式控制器尚未成熟, 因此大量采用的是半导体逻辑电路和单片微机的晶闸管式控制器。电阻焊常用控制方式见表 5.5.21。

表 5.5.21 电阻焊机的常用控制方式

焊机类别	主要控制参数	控制方式	过程说明	应用范围与示例
点焊机	电极压力 P_1 , 焊接电流幅值 I_h , 各工艺阶段的时间: t_1 (加压), t_2 (焊接), t_3 (维持), t_4 (休止)	不变压力一次通电式	在过程中采用单一的的压力和电流值, 电流仅接通一次, 是最简单的点焊循环	适用于一般焊机, 焊接各种低碳钢, 如 DN ₂ 系列等工频气动式通用点焊机
		不变压力多次通电式	一般在过程中采用单一的的压力和电流值, 但对电流采取多次通断方式, 有时为进行预热和焊后热处理, 也可使各次电流有增减	等脉冲多用于焊接厚度 3mm 以上的工件, 热处理用于焊接有特殊要求的黑色金属。如 TN1-200 型工频气动式凸焊机
		不变压力调幅控制式	在过程中采用单一的的压力但对电流进行调制使它开始时逐渐上升, 终了时逐渐下降, 以便进行预热和焊后处理。有时为满足特殊需要, 也可在多次通断的脉动焊接电流上再附加调幅控制	上升控制多用于有镀层的或表面不够清洁的焊件, 也用于大电流焊接。衰减控制用于焊后需要热处理的工件
		马鞍形压力, 一次通电式	过程中各阶段的压力不同, 使用较高的预压力和锻压力, 电流一般接通一次。特殊要求时亦可对电流进行各种调变	适用于焊接有色金属及其合金, 如 DJ 系列直流冲击波焊机
缝焊机	电极压力 P , 焊接电流幅值 I_h , 焊接电流通断时间: t_1 (焊接), t_2 (休止), 电极滚轮转速 n	连续通电式	两焊件先压紧, 然后焊轮连续转动, 使焊件连续移动, 但电流也一直接通。控制最简单, 焊接质量较差	适用于焊接低碳钢薄板或不重要的焊缝, 一般用于小功率焊机中, 如 FN-25 型脚踏杠杆式缝焊机
		断续通电式	两焊件先压紧, 然后焊轮连续转动, 使焊件连续移动, 电流断续接通, 焊接质量较好	适用于一般黑色金属材料焊接。如 FN1 系列等工频气动式通用缝焊机
		步进式	两焊件先压紧, 焊轮断续转动, 使焊件断续移动, 电流在焊件静止时接通	适用于铝合金焊接。如 FJ-400 型直流冲击波缝焊机

续表

焊机类别	主要控制参数	控制方式	过程说明	应用范围与示例
对焊机	顶锻力 P , 焊接电流幅值 I_h , 动夹具位移 S	电阻式	两焊件先压紧再通电, 加热到塑性状态时, 利用弹簧压力进行顶锻完成焊接。设备最简单, 但接头质量较难保证。有些高要求的对焊机也有采用顶锻增压	常用于小型焊机, 如焊接小直径棒料和管子的焊机, 如 UN 系列等工频手工电阻对焊机
		连续闪光式	先接通电源, 再使两焊件逐渐接近形成闪光。当加热足够时立即进行顶锻而完成焊接。接头质量较高, 焊机有一定的送料顶锻机构	可制成各种不同的型式以焊接棒料、管子、板材、型材或钢筋, 如 UN5 系列闪光对焊机
		预热闪光式	先用电阻法或闪光法进行预热, 再按连续闪光对焊方式焊接	适用于大截面焊件对接焊, 如 UN15-75、UN17-150 型对焊机

4.2.4.1 KD6 点焊控制器 KD6 点焊控制器是半导体式无触点控制器, 有加压、焊接、维持、休止四个可以独立调节的程序。每一程序时间的调节范围为 1~100 周, 采用减法线路的十进计数器, 焊接热量可以周期移相调节, 并采用积分控制线路来补偿电网电压变化的影响。各部分的控制线路尽可能简化, 并制成插入式的印刷电路板。

程序转换电路的作用是:

- (1) 在每一程序开始之前, 输出一个正的置码脉冲对计数器置码。
- (2) 当计数器结束一个程序之计数而将其输出信号送入到程序转换电路来时, 程序转换电路即依次转换一个程序。
- (3) 输出控制电磁阀的信号, 使焊机电极在加压、焊接、维持三个程序时均是压紧的, 而仅在休止程序放开。
- (4) 输出控制焊接电流的信号, 使在焊接程序时有焊接电流。

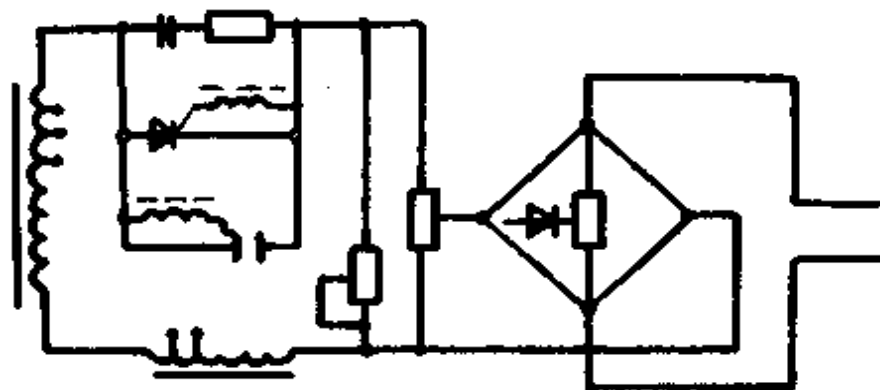


图 5.5.26 模拟焊机

模拟焊机见图 5.5.26 所示, 用电感 L 和电阻 R_{402} 来模拟焊机, 两只小电流

的晶闸管 SCR401 和 SCR402 用来模拟主回路,调节 R402 使模拟焊机的功率因数等于实际焊机的功率因数,那么从电阻 R403 两端输出再加以整流后就是模拟焊接电流的信号。当电网电压波动时,模拟焊接电流信号也跟着变动,差值积分器就会将两者差值的积分输出到焊接电流调节器,焊接电流调节器的输出同时控制模拟焊机 and 实际焊机,直到模拟焊接电流信号恢复到和主令焊接电流信号相等时为止。所以模拟焊接电流信号最终将不受电网电压波动的影响而仅取决于主令焊接电流信号。因为实际焊机受到与模拟焊机同样的调节,所以实际焊接电流也将取决于主令焊接电流信号而不受电网电压波动的影响,稳定电路方框图见图 5.5.27。

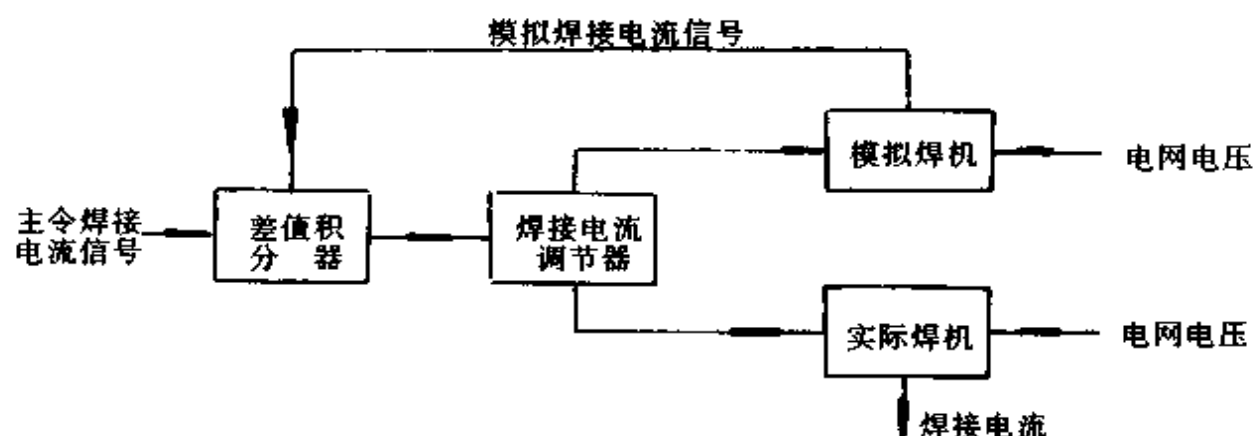


图 5.5.27 稳定电路方框图

4.2.4.2 KD2-200 集成电路电阻点焊控制器 KD2-200 控制器是 KD6 控制器经改进后,把计数器和程序转换电路改成用 CMOS 门电路和双稳态等电路组成。焊接变压器初级采用反并联晶闸管控制来调节其焊接热量。

4.2.4.3 KD3-200 单片微处理器电阻焊控制器 KD3-200 控制器是 70 年代末发展起来的多功能、高精度、智能化控制器。其硬件电路工作原理见图 5.5.28。

由 MCS-48 系列的单片机(8035)、片外程序存储器 EPROM(2716)、地址锁存器(74LS373)、地址译码器(74LS138)、I/O 扩展器(8243)、总线缓冲门(74LS244)、A/D 转换器(ADC0804)、六反向驱动器(74LS06)等组成单片机系统。控制器的软件存放在 EPROM(2716)中,依据其指令,单片机(8035)由总线(BUS)从 74LS244 读入操作者输入的参数(各段程序的定时周数和热量值)、从 ADC0804 读入电网电压值、从 $PI_0 \sim PI_7$ 口读入操作者设定的工作状态。上述信息经单片机的 CPU 处理后,从 $PI_0 \sim PI_7$ 口经 74LS06 输出信号电压,分别用于触发控制焊机电磁气阀和焊接变压器(T)的晶闸管(V_1 、 V_2 、 V_3);从 $PZ_0 \sim PZ_3$ 口经 I/O 扩展器(8243)的 P_4 、 P_5 口以 BCD 数形式输出焊接参数。单片机还从 T_1 口输入电网电压过零信号——同步脉冲(每半周一个脉冲),作为各段程序计时(以整周数计)的时钟脉冲及主回路晶闸管移相触发的时标;从中断口(INT)输入主回路晶闸管

(V_2 、 V_3)发生故障(不导通或误导通)的信号。

参数预置电路由按键 $AN_{1\sim 7}$ 、电阻 $R_{1\sim 7}$ 组成的网络与 5V 电源及 74LS244 输入口相连。 $AN_{1\sim 4}$ 分别对应预压、焊接、维持、休止各程序段, AN_5 对应“热量”值(实际为晶闸管 V_2 、 V_3 的触发相位角), $AN_{6\sim 7}$ 则分别用于调整各程序段时间和热量值的增大或减小。当 PL_4 口为高电平时, 单片机执行参数预置与显示程序, 当 $AN_{1\sim 4}$ 中某一按键闭合时, 74LS244 对应输入口为“0”电平, 其余为“1”电平。单片机读入 74LS244 输入口的信息并逐位判别“0”、“1”状态, 即可将要预置的参数存放到数据寄存器(RAM)的指定单片中。当判断出 74LS244 的 $2A_2$ 口对应的数位为“0”(即 AN_6 闭合)时, 则对前述 RAM 单元中的存数据调增(逐次加 1); 当 $2A_3$ 为“0”电平(AN_7 闭合)则调减。

参数显示电路由七段锁存—译码—驱动电路(CD4511)、两块 LED 数码显示器及相关元件组成。两片 CD4511 分别对 8243 的 P_4 、 P_5 口输出 BCD 数译码, 使 LED 显示出以十进制表示的焊接参数。

由选择开关 $SA_{1\sim 3}$ 、脚踏开关 SA_4 及相关元件组成的功能选择电路各开关处在代表不同功能的两个位置之一时, 使 $PL_{1\sim 7}$ 口或置“0”或置“1”。单片机读入 $PL_{1\sim 7}$ 口的信息并逐位判别, 即可按规定的功能执行相应的程序。

由光电耦合器 $V_4 \sim V_6$ 、晶体管 $V_7 \sim V_9$ 及相关元件组成隔离驱动电路。 $V_4 \sim V_6$ 即可传输单片机 $PL_{0\sim 2}$ 口经 74LS06 输出的控制信号, 又可将电磁气阀和焊接变压器电源的高电压与单片机系统从电气上隔离。 $V_7 \sim V_9$ 则将上述控制信号放大, 提供可驱动晶闸管 $V_1 \sim V_3$ 的控制极电流。

电网电压采样电路的结构为一峰值检波器, 其输入为与电网电压成比例的全波整流信号, 其输出经 ADC0804 作 A/D 转换后供单片机读入。单片机每个半周读入一次电网电压值, 将其与额定电网电压值比较后, 按二者差值调整预置的“热量”值所对应的晶闸管 V_2 、 V_3 触发相位角并按时从 PL_1 、 PL_2 口发生触发信号。

同步脉冲发生电路, 其电路结构为一过零信号发生器, 每当电网电压过零时输出一宽度小于 1ms 的脉冲送到单片机的 T_1 口。

由整流桥 V_1 、光电耦合器 V_6 及相关元件构成晶闸管状态检测电路。当主回路晶闸管 V_2 、 V_3 导通时 V_6 输出高电平, 截止时则输出低电平。该信号送到单片机的中断口(INT)用以判断晶闸管的工作状态。当晶闸管出现异常状态(如得到触发信号但不导通或未加触发信号而误导通)时, 单片机即执行故障处理程序并通过报警电路(图中省略)给出故障报警信号。

控制器的主程序流程见图 5.5.29 所示。起动后, 控制器即按预先写入单片机程序存储器中的程序开始运行。它对一个焊接循环中各程序段的定时控制、程序

转换、热量控制及电网电压补偿都是在电路硬件的基础上,由软件处理来实现的。

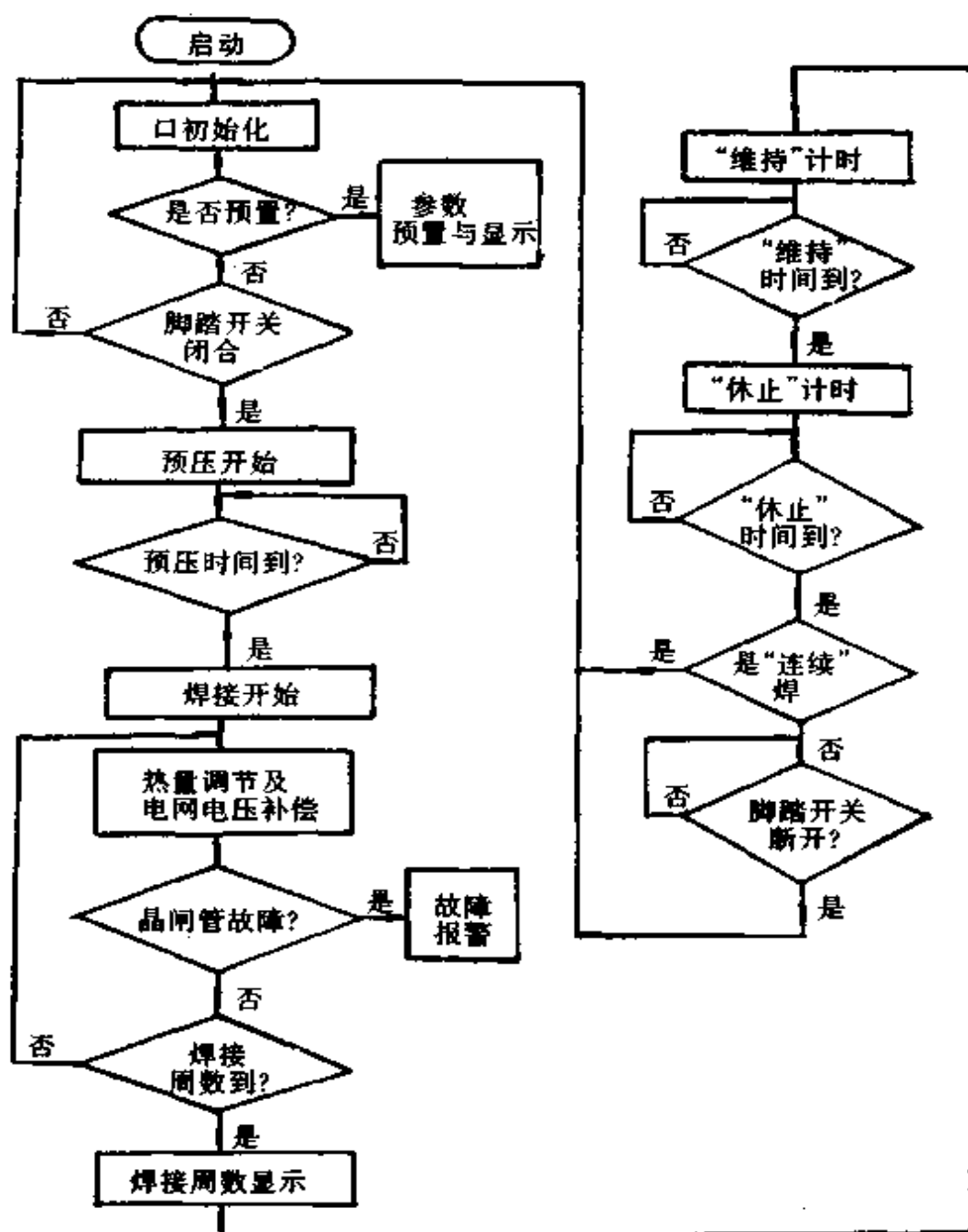


图 5.5.29 控制器主程序流程

当单片机判别到经 PL_7 口输入的脚踏开关 (SA_4) 状态信号为“1”电平后,先是从 PL_6 口输出“0”电平信号使晶闸管 V_1 导通(于是焊机汽缸开始对电极加压),然后将存放在数据寄存器中的预压周数(以补码的形式表示)传送到计数器中,随即执行 $STRT\ CNT$ 指令起动计数器,计数器开始对 T_1 引脚输入的电网电压同步脉冲进行加法计数,一旦计满预压周数,计数器便溢出(标 $T_F \approx 1$),程序转换到下一

个程序段(即焊接程序)的起始地址。其余各程序段的计数定时及程序转换与此类同,直到完成一个焊接循环。

焊接参数中的“热量”值实际上是用电网电压有效值的百分数(经过变换处理)作地址,以主回路晶闸管的触发相位角(变换成以电网过零为起点的延时时间)为内容,用数表的形式存入 EPROM 中。当流程进入焊接程序时,单片机即按预置的“热量”值查表求得延时时间值,再通过软件延时后按指令以 PI_1 或 PI_2 口输出“0”电平使主回路晶闸管 V_2 或 V_3 导通。当电网偏离额定电压时,可通过软件对上述延时时间值进行修正,从而实现了“热量”调节和网压补偿。

单片机的性能参数见表 5.5.22,常用扩展器件及接口电路见表 5.5.23。

表 5.5.22 单片机的性能参数

型号	片内存贮器(字节)			晶振 (MHz)	指令周数 (μs)	I/O 接口线	外部 中断	定时/ 计数口	寻址范围	
	EPROM	ROM	RAM						EPROM	RAM
8748H	1K		64	6	2.5	27	1个	1×8位	4K	256
8749	2K		64	6	2.5	27	1个	1×8位	4K	256
8031			128	12	1	16	2个	2×16位	64K	64K
8035			64	6	2.5	27	1个	1×8位	4K	256
8051		4K	128	12	1	32	2个	2×16位	64K	64K

表 5.5.23 常用扩展器件及接口电路

器件种类	型号	功能说明	备 注
标准 EPROM	2716	2K×8, 350ns	用户可编程,可擦除改写,通过外接锁存器和单片机相连
	2732	4K×8, 450ns 光可控	
标准 RAM	2114A	1K×4	通过锁存器与单片机相连
	8111A	256×4	
I/O 扩展	8243	16线,可将单片机的4条 I/O 线扩展为4个4位静态口	单片机,驱动能力强
标准外围芯片及接口电路	74LS244	总线缓冲门,8位输入口	用总线扩展的输入口 用总线扩展输出口 传送地址的低8位
	74LS377	锁存总线上输出的数据地址	
	74LS373	锁存器,用以传送单片机发出的地址与指令	
	74LS138 CD4511	三一八/译码器 BCD/七段锁存、译码、LED 驱动电路	
模/数 数/模转 换电路	AD7524	8位并行, D/A 转换器,非线性度 $\pm 0.05\%$	输出端带锁存器,可直接与单片机 BUS 连接
	AD7250	10位并行, D/A 转换器	输出端不带锁存器,可直接或通过接口电路与单片机 P_1 、 P_2 口相连
	ADC0801 ~0804	8位 A/D 转换器,转换时间 100 μs	可与单片机 BUS 直接相连

5 特种焊机

5.1 电子束焊机

电子束焊接是利用电子枪的阴极发射出来的大量电子,经高压电场加速到极高的速度,并通过静电场与磁场聚焦成细束,用这种高能电子流轰击工件,使电子流巨大的动能转变成热能将金属熔化并焊接。电子束焊接一般在真空室中进行(真空度约 0.13Pa)。电子束焊机主要由电子枪、高压电源系统、焊接工作室及工作台、真空系统、光学对中装置以及控制系统等组成。通用电子束焊机的组成见图5.5.30。

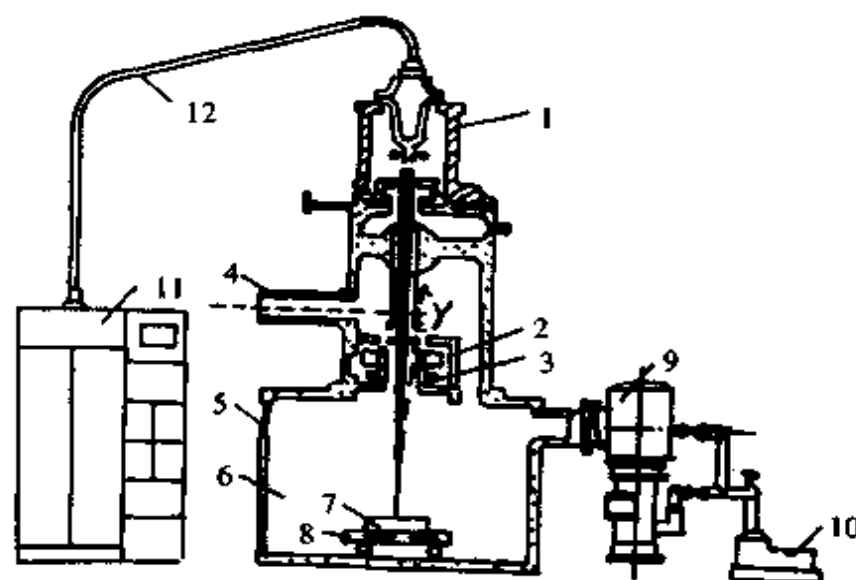


图 5.5.30 通用型电子束焊机组成示意图

1—电子枪 2—聚焦线圈 3—偏转线圈 4—观察系统 5—观察窗 6—工作室
7—工件 8—工件移动装置 9—扩散泵 10—机械泵 11—高压电源 12—高压电缆

5.1.1 电子枪

电子枪通常由阴极、聚束极(或栅极)、阳极、聚焦线圈及附加线圈等组成,它是在高真空下发射电子并使之聚焦、偏转的组合装置。阴极通过直接或间接加热而发射电子。聚束极在阳极周围,将电子聚合成束。阳极亦称加速极,其中间开有小孔,相对阴极有很高的直流电位。电子在阳极与阴极间的强电场作用下,被加速并射出阳极孔,经过聚焦线圈(电磁透镜)后进一步聚成细束。偏转线圈可使电子束根据需要按一定方向偏转或摆动。电子枪有二极式或三极式两种,前者由发射电子的阴极、聚束极和阳极组成,聚束极和阳极处于同电位。后者则将聚束极以控

制栅代替,栅极与阴极间加一负偏压,可改变这个负偏压来调节电流。三极枪结构示意图 5.5.31。电子枪阴极材料要求有较低的电子逸出功,应有较高的发射电流密度,加工成形方便,高温时有足够的机械强度和足够长的寿命,化学性能稳定。一般采用难熔金属及其化合物,如钨、钽、六硼化钨等。

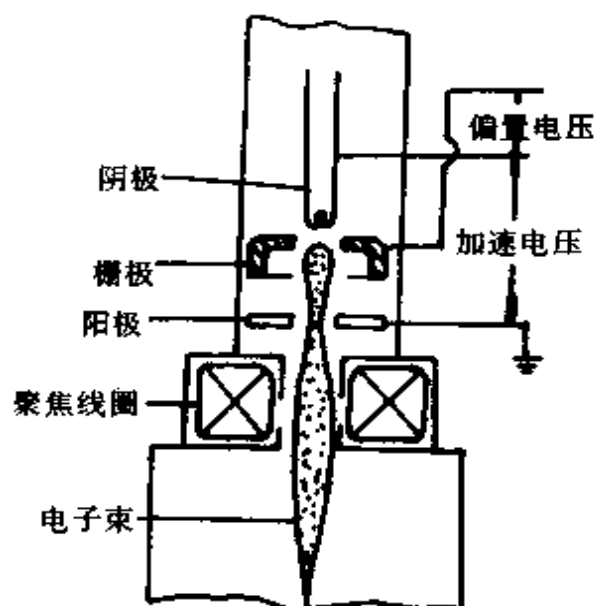


图 5.5.31 三极枪结构示意图

5.1.2 高压电源

电子枪所需的直流高压(达 150kV),一般由三相高压变压器、三相桥式整流装置和电容滤波器组成。在高压变压器的原边接入晶闸管作为高压调整环节。例如:当直流高压为 100~150kV,电子束电流为最大值时,该电源保证输出电压的纹波 $<1\%$,稳定度为 $\pm 0.5\%$ 。其绝缘结构大多采用油浸式结构。

5.1.3 控制系统

除了电子束焊机各种电气操作,真空系统的转动控制和测量装置外,控制系统还具有电子扫描对中控制、焊缝自动跟踪和焦距控制、功率控制等功能。其中磁透镜聚焦电流的高稳定控制是电子束焊接的关键。图 5.5.32 所示电路是一种高稳定度电子束焊机的磁透镜电源。聚焦线圈的励磁电流应与加速电压的二次方根成比例,这种控制使电子束焦点直径保持不变,亦可用于闭合焊缝接头的功率衰减收尾。

电子束焊机在使用和维修时必须注意安全操作,因电子束焊处于高压工作状态。检修前必须将高压对地放电,并严格遵照说明书中的安全操作要求正常检查设备接地是否可靠。

5.2 激光焊机

激光焊接是利用激光束作为焊接能源的一种熔焊过程。激光器有固体激光

器和气体激光器两类,其特点见表 5.5.24。

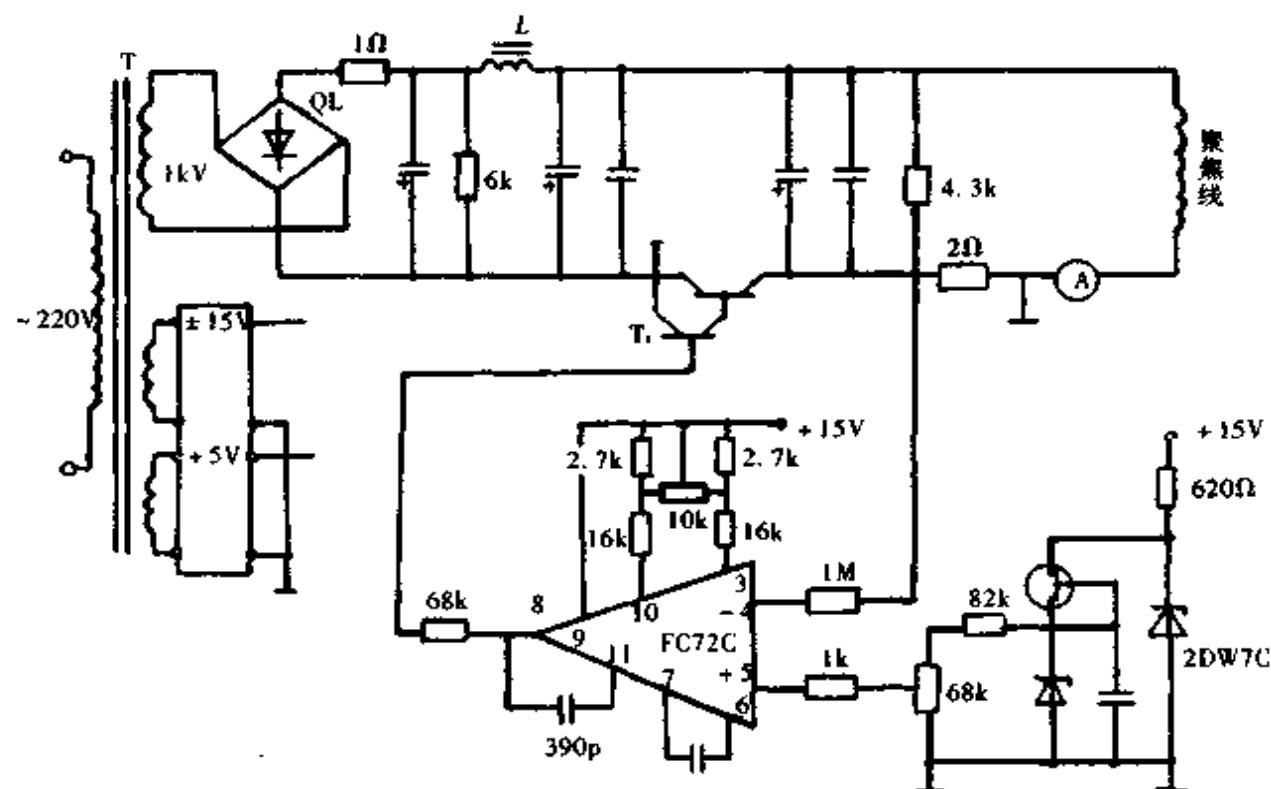
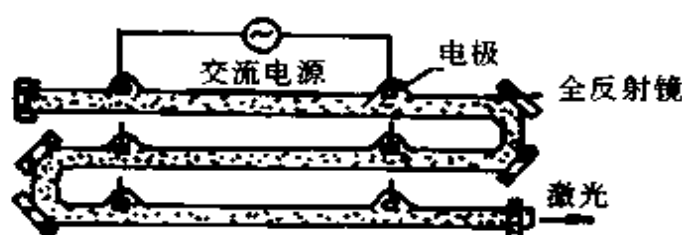


图 5.5.32 一种高稳定度的电子束焊机磁透镜电源电路原理图

多节折叠管式 CO_2 激光焊机结构示意图 5.5.33。大功率 CO_2 激光器常采用折叠式结构,放电管可用石英玻璃制成。全反射球面镜与输出窗口构成 $10.6\mu\text{m}$ 波长的共振腔,其安装要保证全反射镜球面顶点和球心的连线与放电管中心轴线相重合,并垂直通过输出窗口的中心。

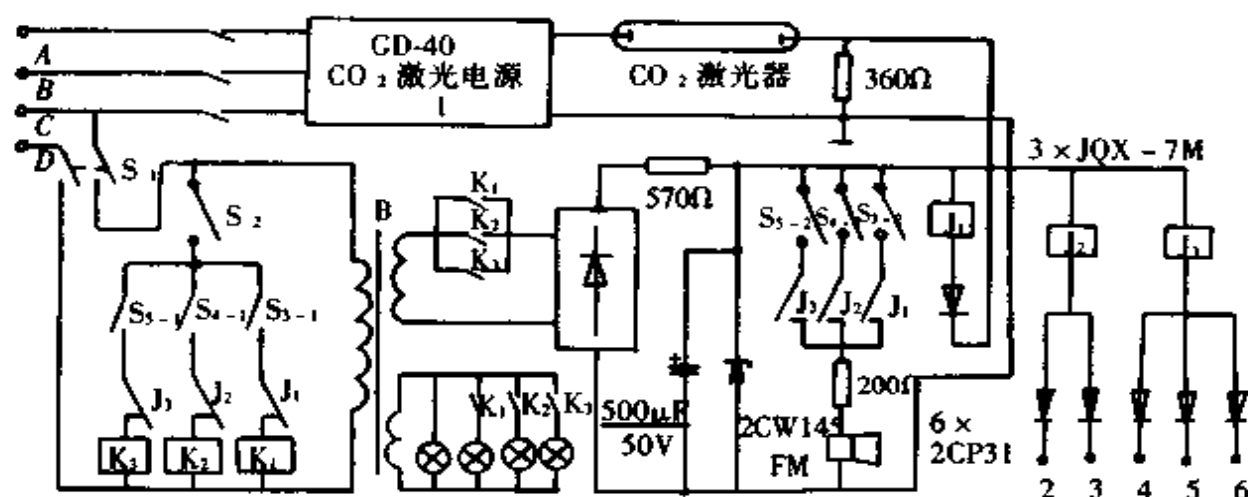
表 5.5.24 焊机中常用激光器的特性

激光器类别	工作物质	波长 (μm)	一般输出功率或能量	指向性 (rad)	效率 (%)
固体激光器	红宝石 ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Cr}^{3+}$)	0.6943	脉冲 < 1J	$10^{-2} \sim 10^{-3}$	≈ 1
	钕玻璃	1.06	脉冲 < 1J	$10^{-2} \sim 10^{-3}$	≈ 4
	钕铝石榴石 (YAG: Nd) ($\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12} \cdot \text{Nd}^{3+}$)	1.06	连续 > 200W	$10^{-2} \sim 10^{-3}$	≈ 3
气体激光器	二氧化碳中加入少量氮及氦 ($\text{CO}_2, \text{N}_2, \text{He}$)	10.6	连续 > 1kW	$10^{-2} \sim 10^{-3}$	≈ 10

图 5.5.33 多折叠管式 CO_2 激光焊机结构示意图

全反射镜通常由玻璃透镜镀金而成，聚焦透镜必须由对波长 $10.6\mu\text{m}$ 振波透过率大的材料（如锗等）制成，其外层应有防护玻璃，以免金属飞溅损伤透镜。

CO_2 激光焊机的高压电源采用陡降的外特性，其电路原理见图 5.5.34。高压变压器初级电压等于电网电压与电抗器上的电压降之间的矢量差。当电源刚接通的瞬间，激光器尚未起辉，相当负载开路，通过电抗器的电流很小，此时电网电压几

图 5.5.34 GQ-0.5 CO_2 激光焊机电路原理

乎全部加到高压变压器的初级线圈，因而输出的直流高压使 CO_2 激光器起辉，然后随电流的增加电抗器压降增加，加在高压变压器上的初级电压就越低，通过这样来调节电源的输出得到下降特性。利用接触器 K 变换电抗器的线圈匝数来调节放电电流，以改变 CO_2 激光器的输出功率。高压变压器采用 H 级绝缘环氧树脂浇注工艺，防止高压击穿放电。为保证激光焊机使用的安全，焊机设有放电回路监视装置，并设有高压电源的泄漏电阻，并将焊机采用双接地的方案，即电源箱和工作台分别接地，在工作时任一接地点脱落都将发出声响报警，从而保证人身、设备的安全。

6 焊接成套设备

6.1 焊接成套设备的分类

焊接成套设备为汽车、发电设备、化工、冶金、工程机械、日用机械、家电等工业部门的大型工程项目提供所需的焊接设备及焊装生产线。已能成套供应的专用焊接设备和生产线有如下几大类:

(1)汽车焊装专用设备及生产线。包括汽车转动轴焊装生产线;汽车后桥扭矩管、轴管法兰自动气体保护焊机、汽车制动蹄点、凸焊、滚焊生产线及各种汽车专用多点焊机。

(2)电站锅炉、化工容器专用成套焊接设备。包括窄间隙自动埋弧焊成套设备;直管热丝 TIG 成套焊接设备;轻型容器成套自动埋弧焊设备。

(3)输变电、电机行业专用焊接设备。包括大型变压器散热片自动焊接生产线;电机定子液压氩弧焊设备;冶金起重交流电机转子引出线焊接成套设备。

(4)石油、冶金、工程机械专用焊接设备。包括液化石油气钢瓶专用埋弧焊机,输油、气螺旋管自动埋弧焊成套设备;热轧不锈钢带退火、酸洗生产线专用多点焊机,贴角双丝自动埋弧焊成套设备;汽车起重机吊臂自动 MIG 焊接机组,重型汽车刹车蹄自动焊机成套设备。

(5)航空、航天工业用焊接设备。包括次级整流式点、凸、缝焊机组,真空电子束成套焊接设备。

(6)日用机械、家用电器工业用成套焊接设备。包括摩托车钢圈焊装生产线,摩托车油箱专用缝焊机;全自动洗衣机壳体专用焊接生产线;显像管玻壳研磨具专用点焊机等。

成套焊接设备的特点:

将其专用焊接设备与被焊工件的组装、传输、焊接胎具、夹具以及各工位的自动传递组合成生产线,实现焊接机械化、自动化的工艺过程。因而自动控制将成为成套焊接设备的关键技术。

6.2 PC 机在焊接成套设备中的应用

可编程序控制器(简称 PC 机),是以微型计算机技术为基础的工业自动化控制器。它与继电器控制系统相比,具有控制能力强、功能灵活、编程方便、可靠性高、抗干扰能力强、调试维修方便等一系列优点。因此 PC 机在焊接生产线,尤其是周期性程序处理的场合应用十分广泛。

6.2.1 PC 控制系统功能

PC 控制系统功能如下:

(1) 生产线的工作节拍和程序,可以在一定范围内调整,以满足生产线工艺流程需要。

(2) 具有手动和自动工作两种操作方式。

(3) 各工位可各自单独调整。

(4) 具有精确定位传输控制功能(采用脉冲记数前进传输)。

(5) 具有焊接速度显示及焊缝(环缝)搭接量调整等功能,满足焊接工艺要求。

6.2.2 PC 机在汽车传动轴双头 CO_2 焊接生产线中的应用

PC 机控制系统中心单元采用 $F_1-60\text{MR}$ 可编程序控制器及 $F_1-40\text{ER}$ 扩展器,配有 $F_2-20\text{P-E}$ 编程器。该系统共有 60 点输入、40 点继电器方式输出,整个 PC 机电源,输入、输出都具有过载保护功能,其工作原理框图见图 5.5.35。PC 机程序原理采用梯形图编程方式,程序原理流程框图见图 5.5.36。按钮或接近开关检测输入计数脉冲,通过 PC 机高速计数,比较判断达到高精度控制焊接转胎的转动位置,满足环缝焊接的搭接量要求。PC 机输出 $\text{DC}24\text{V}$ 驱动电磁气阀和液压阀,完成气压、液压传动程序。同时 PC 机输出控制焊接电源,送丝机及传动电机正、反转信号,完成焊接生产线的生产流程全过程。

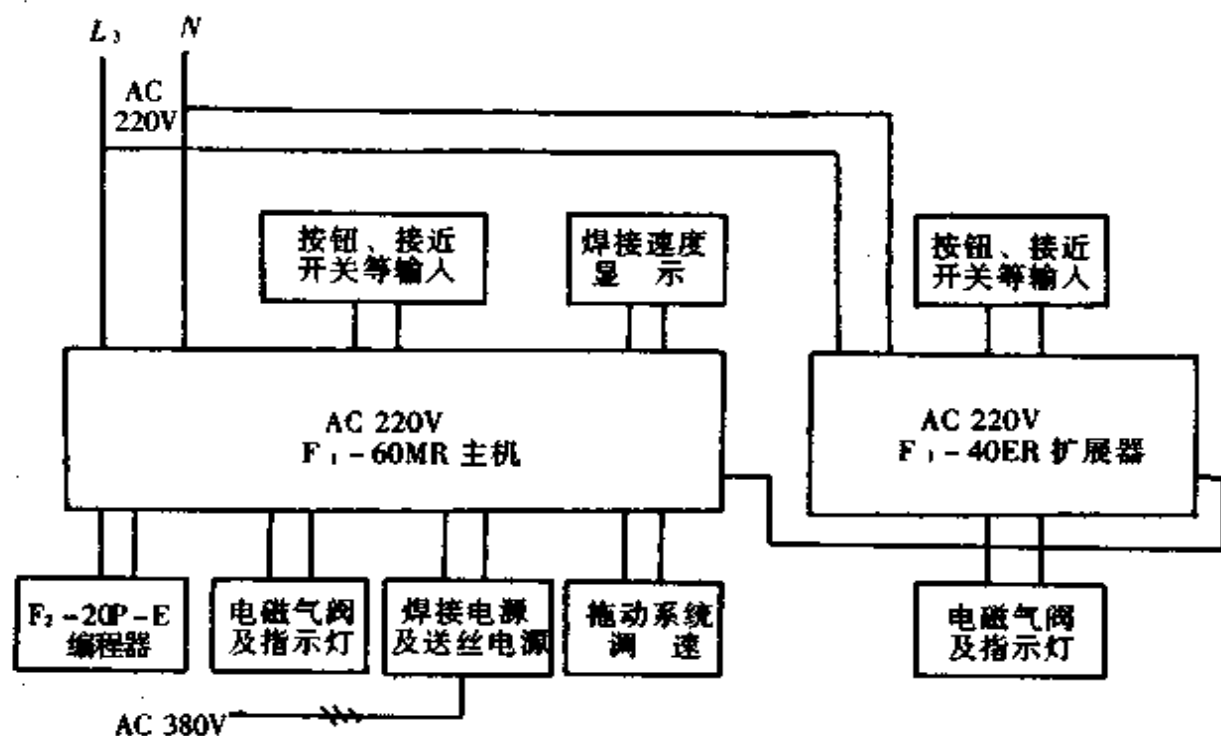


图 5.5.35 PC 机控制系统工作原理框图

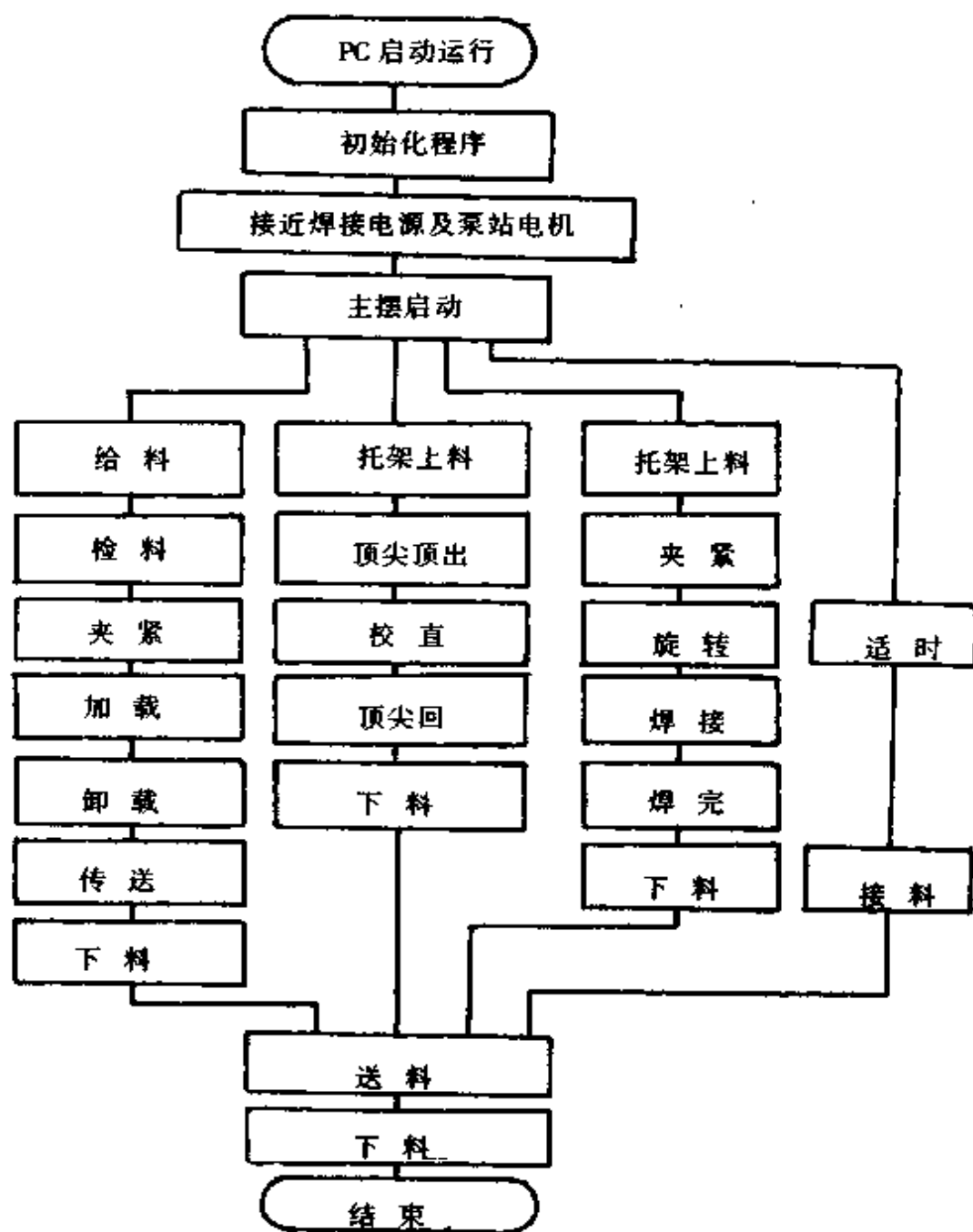


图 5.5.36 PC 机控制系统程序原理流程图

7 焊接机器人

电弧焊机器人是用机器人配有各种焊接装置来实现 CO_2 、MIG、MAG、TIG 等离子弧焊等焊接方法,以及与之配套的夹具、工作台、移动道轨、焊炬清理装置等组成的机器人工作站,见图 5.5.37。

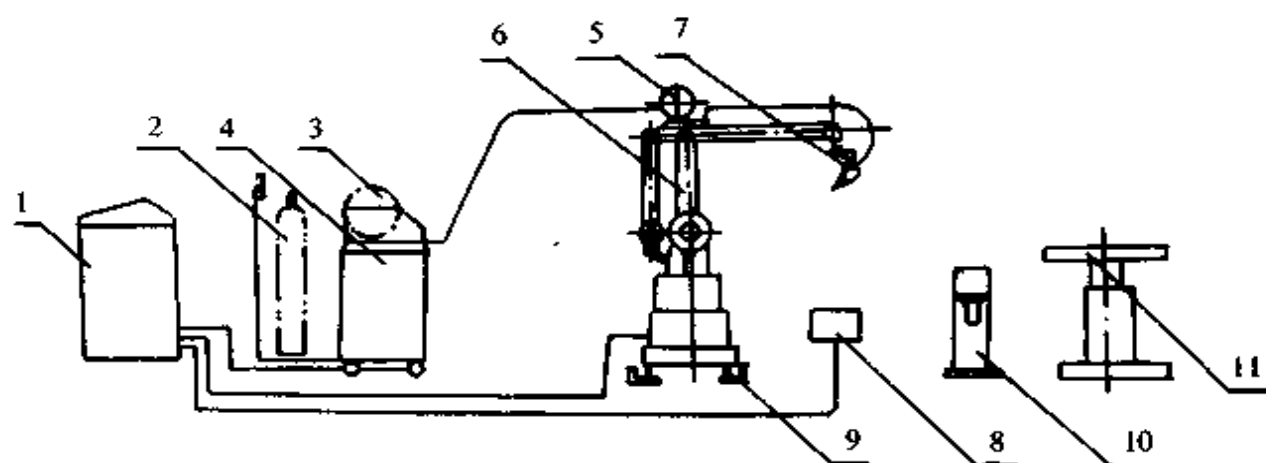


图 5.5.37 弧焊机器人工作站

- 1—计算机控制装置 2—气瓶 3—送丝机(推式) 4—弧焊电源
 5—送丝机(拉式) 6—机器人本体 7—焊炬 8—示教盒
 9—移动道轨 10—焊炬清理装置 11—工作台

7.1 示教再现式弧焊机器人

示教再现弧焊机器人的功能是模拟一些焊缝轨迹的运动,以及个别焊接参数的控制。它由机器人本体、控制装置、示教盒、外围焊接装置(包括焊接电源、送丝装置、夹具)等组成。机器人本体一般有5个或6个自由度(机器人的回转运动,臂的伸缩运动,臂的上下运动,腕倾斜、腕回转、手抓的旋转运动)。通过示教编程的方法,得到连续轨迹控制(即轮廓控制)。工作机构(焊炬)应精确定位,并不断地给定速度和方向跟踪焊缝,满足连续复杂的焊缝实现自动焊。

弧焊机器人应具有如下主要功能:

- (1)具有精确再现焊缝轨迹的能力,重复定位精度高达 $\pm 0.1\text{mm}$ 。
- (2)具有非常精细地选择焊接规范的能力。
- (3)具有高度分解焊接速度,并精确再现和高速运动的能力。
- (4)具有防止焊丝粘接工件、焊丝停止输送、保护气体停止送气,焊炬与工件相碰等故障的判别能力。
- (5)具有使焊丝按所规定的不同曲线摆动的功能。

弧焊机器人的主要技术规格见表 5.5.25。

表 5.5.25 弧焊机器人技术规格

项 目		规 格
负荷能力(kg)		10
自由度		5个
各轴动作范围及 速度(同时控制)	回转	240° 90°/s
	下腕倾动	前 40° 后 40° 0.8m/s
	上腕倾动	上 20° 下 40° 1.2m/s
	手扭转	360° 150°/s
	手摆动	180° 100°/s
重复定位精度(mm)		±0.3
机器人本体重量(kg)		400
位置控制方式		积分式数字位置控制
位置记忆方式		磁线存储器
记忆位置数		标准 250 步(最大 600 步)
外部同步信号		输入 15 个接点、输出 15 个接点
异常停止输入		1 点
程序分组数		4 组

示教式弧焊机器人在焊接应用中,主要是要保证工件加工的精度,以及焊接夹具的设计和制造,使其在焊接过程中不因工件的变形而使焊缝偏离焊接区。目前正在研究有智能的机器人和有焊缝自动寻迹跟踪功能的机器人。

7.2 弧焊机器人配套的焊接设备

弧焊机器人所用的焊接设备与通用弧焊机基本一致。在熔化极气体保护焊中,采用推、拉式二级送丝机构,并要求起弧成功率高,电源动特性好的电弧焊机。目前已采用逆变弧焊电源,以满足焊接性能的要求。为了长期连续使用机器人,克服气体保护焊时飞溅和烟尘堵塞焊炬喷嘴,机器人配有自动清理焊炬的装置,它是一个气动旋转的工具,焊炬喷嘴插入,即可自动清理飞溅,并喷涂硅油。

在钨极氩弧焊中,为了避免高频干扰机器人的微机控制装置,应采用软起动接触引弧的方法为宜。

8 电焊机的使用安全

8.1 电焊机的主要安全条款

根据电焊机安全要求的规定,电焊机的使用应符合下列的主要安全条款。

8.1.1 绝缘电阻

绝缘电阻不得低于下列数值:

输入回路与焊接回路之间:5MΩ;

输入回路与机架和控制回路之间:2.5M Ω ;

焊接回路与机架和控制回路之间:2.5M Ω 。

8.1.2 介电强度

产品应能承受按表 5.5.26 中规定的试验电压而无击穿或闪络现象发生。

表 5.5.26 介电强度试验电压

额定工作电压 (有效值)(V)	交流介电试验电压 (有效值)(V)	
控制回路和焊接回路	控制回路和焊接回路对机架	控制回路对焊接回路
0~50	800	1000
51~130	1000	
输入回路	输入回路对控制回路和机架	输入回路对焊接回路
51~130	1000	2000
131~250	2000	3000
251~415	2500	4000
416~575	3250	4500
576~690	3500	5500
691~1000	4250	6500

8.1.3 电焊机的温升限值

(1) 绕阻的温升限值不得超过表 5.5.27 规定。

表 5.5.27 电焊机绕阻温升限值

绝缘等级	温度极限(℃)	热点差(℃)	温升限值(K)	
			温度计法	电阻法
A	105	5	55	60
E	120	5	70	75
B	130	10	75	80
F	155	10	95	105
H	180	15	115	125

(2) 产品外表面(外壳)温升限值见表 5.5.28。

表 5.5.28 产品外表面温升限值

部 位	温 升 限 值(K)
金属外壳	30
非金属外壳	40
金属手把	15
非金属手把	25

8.1.4 电焊机使用时必须良好接地

根据电焊机额定电流,推荐的接地螺钉最小直径见表 5.5.29。

表 5.5.29 接地螺钉推荐最小直径

电焊机额定电流 (A)	接地螺钉最小直径 (mm)
≤ 20	4
20 ~ 200	6
200 ~ 630	8
630 ~ 1000	10
1000	12

8.1.5 电焊机输入导线的截面

导线截面应根据最大输入连续电流来选用,可参见表 5.5.30 的推荐范围。

表 5.5.30 电焊机输入导线截面推荐范围

电焊机最大输入连续电流 (A)	输入导线截面推荐 (mm ²)
10	1.5 ~ 2.5
16	1.5 ~ 4
25	2.5 ~ 6
35	4 ~ 10
50	6 ~ 16
63	10 ~ 25
80	16 ~ 35
100	25 ~ 35
125	35 ~ 70
160	50 ~ 95
250	95 ~ 150
315	120 ~ 240
400	150 ~ 300

8.1.6 电焊机输出

电焊机输出回路在不同环境使用的额定空载电压限值应符合表 5.5.31 规定。

表 5.5.31 不同环境额定空载电压限值

环境条件	额定空载电压(V)
触电危险性较大的环境	DC 113(峰值) AC 68(峰值)或 48(有效值)
触电危险性不大的环境	DC 113(峰值) AC 113(峰值)或 80(有效值)
对操作人员加强保护的机械夹持焊炬	DC 141(峰值) AC 141(峰值)或 100(有效值)
特殊环境	DC 710(峰值) AC 710(峰值)或 500(有效值)

8.1.7 焊接电缆截面与焊机额定焊接电流的关系

焊接电缆截面与焊机额定焊接电流的关系推荐见表 5.5.32。

表 5.5.32 额定电流与电缆截面的关系

额定电流(A)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
截面积(mm ²)	16	16	25	35	50	70	95	120	150

8.1.8 防触电装置

空载电压超过表 5.5.31 规定的产品,应配备防触电装置。该装置应能可靠地减小由于空载电压超过允许的额定空载电压限值而引起的触电危险。其型式有电压降低装置和交流电流转换成直流电流装置两种。

8.2 预防触电的安全措施

(1)所有焊接设备的外壳必须接地,然后才能使用。正确的接地和次级配线方法见图 5.5.38 所示,注意切勿将焊机的接地与焊接电缆(地线)联接。

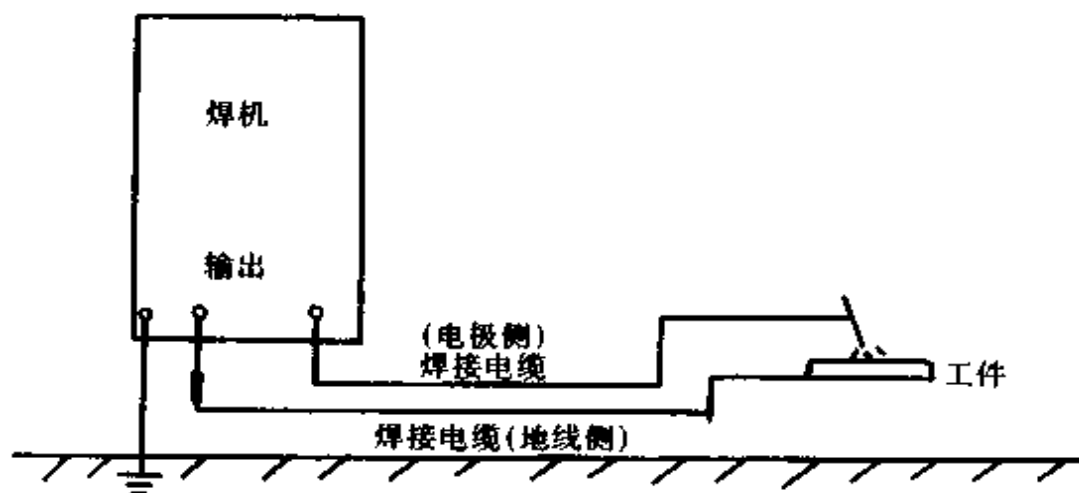


图 5.5.38 接地和次级配线方法

(2)焊机故障时,必须先拉断电源闸刀,然后通知电工检修。

(3)电焊钳的绝缘必须可靠,禁止采用无外壳的电焊钳,以免发生意外。

(4)在更换焊条时不能脱去手套,特别在出汗、衣衫潮湿后切勿靠在钢板上,避免触电。

(5)触电时流过人体电流的大小,决定于人承受的电压和人体电阻。当流过人体的电流超过 0.05A 时,生命就有危险。正常的人体电阻是 50k Ω 左右,如果由于某种原因,如潮湿的有汗污的衣服、鞋和工作场地等,使人身电阻降到 800 Ω 后,即使碰到 40V 电压都会引起 0.05A 的致命电流。因而此时焊工或检修电工都应穿戴劳保用品,以免发生意外。

8.3 焊机的正常使用、维护和保养

(1)新电焊机或长期停用的电焊机,在使用前应仔细观察电焊机有无损坏,电焊机内、外灰尘要吹净。检查电焊机是否受潮,电焊机初、次级对地绝缘电阻应分别大于 $0.5\text{M}\Omega$ 和 $0.2\text{M}\Omega$ 。如低于上述值,应进行烘干绝缘处理。

(2)电焊机使用前应检查供电回路、焊接回路的电缆截面是否符合要求,绝缘是否可靠,接头是否拧紧,电焊机的活动调节部分、电流指示器是否清洁、灵活。

(3)电焊机应防潮,在室外露天工作时,必须盖好,防止雨雪飘淋;在室内工作时,亦应放在比较干燥的地方。

(4)电焊机内外要保持清洁,应定期用压缩空气吹净灰尘,机壳上不应堆放金属或其他物品,以防短路和损坏外壳。

(5)工作完毕、临时离开工作场地或电焊机发生故障时,应及时切断电源。在电源未切断前,切勿触及电焊机的带电部分。

(6)有冷却风扇的电焊机应注意风扇旋转方向是否正确。风扇停转时,电焊机应停止使用(除有温度热保护装置焊机之外)。

(7)对直流弧焊发电机应特别注意整流器、电刷和轴承的维护。整流器要保证光滑,整流器中的云母片应保证稍低于整流器表面;电刷表面磨损和破坏以后要及时修整或更换新电刷;轴承则应经常保持清洁与润滑,定期检查,必要时要更换新的。

(8)要注意电焊机的容量,不要在超过额定电流和额定负载持续率的条件下使用,以防电焊机发热过甚,绝缘老化甚至烧毁电焊机。