



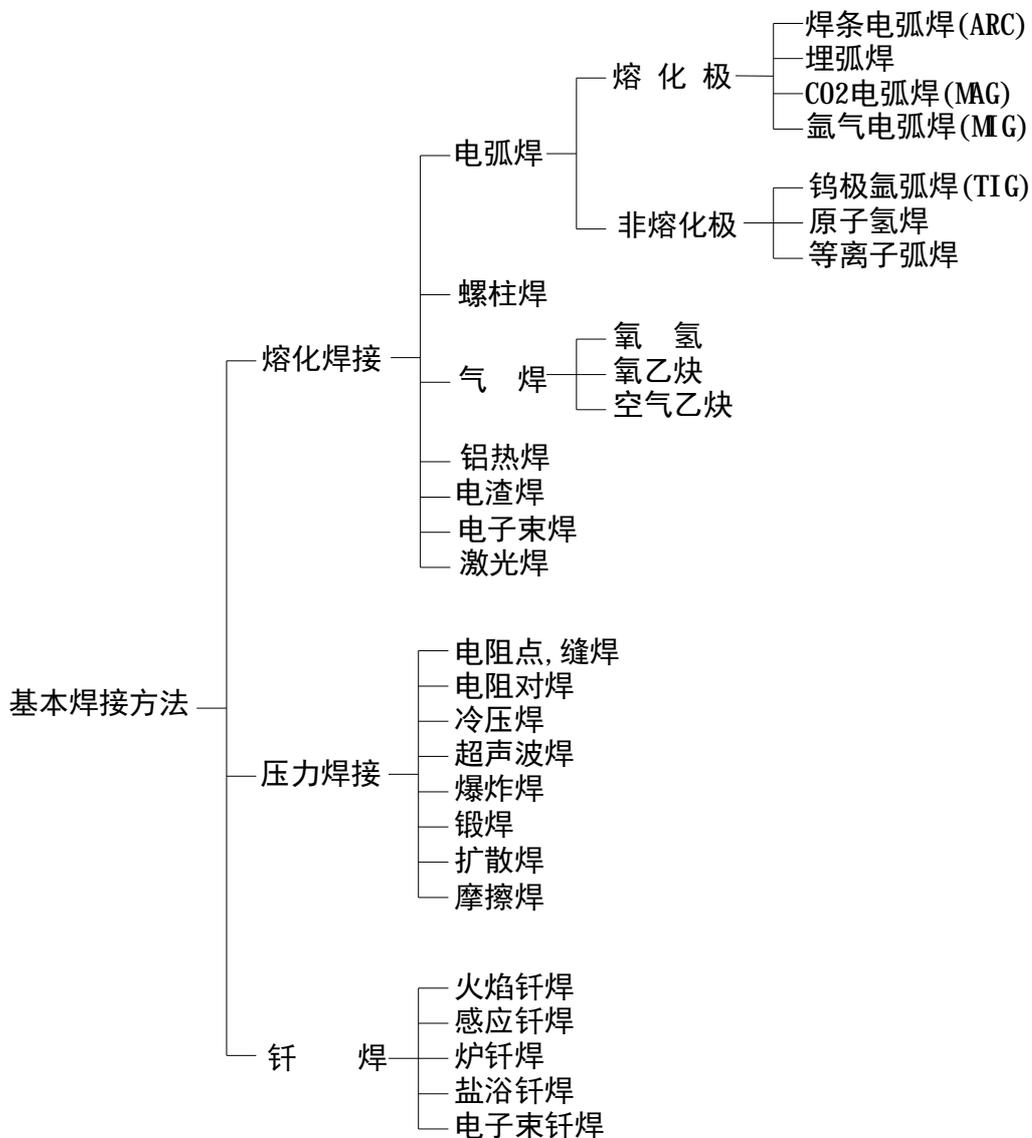
第一章 焊接概述

焊接是一种不可拆卸的连接方法,是金属热加工方法之一.焊接与铸造,锻压,热处理,金属切削等加工方法一样,是机器制造,石油化工,矿山,冶金,航空,航天,造船,电子,核能等工业部门中的一种基本生产手段.没有现代焊接技术的发展,就没有现代的工业和科学技术发展.

第一节 焊接的种类

焊接:是指通过适当的物理化学过程(加热或加压),使两个工件产生原子(或分子)之间结合力而连成一体加工方法.

一,焊接方法的分类



第二节 手工电弧焊

一、概述

手工电弧焊,简称手弧焊.它利用焊条与工件之间建立起来的稳定燃烧的电弧,使焊条和工件熔化,从而获得牢固的焊接接头.

在焊接过程中,药皮不断地分解,熔化而生成气体及熔渣,保护焊条端部,电弧溶池以及其附近区域,以防止熔化金属氧化,焊条芯棒也在电弧作用下不断熔化,进入溶池,构成焊缝填充金属.也有焊条药皮掺合金粉末,提高焊缝的机械性能.

二、ZX7 系列焊机的一次电线截面计算

1.一次接线盒及空气开关的容量大小(根据额定容量测算).一次线截面计算:

220V 级:

$$\frac{\text{额定输入容量}}{220\sqrt{2}} \div 5 = \text{导线截面}$$

380V 级:

$$\frac{\text{额定输入容量}}{380\sqrt{3}} = \text{空气开关容量} \div 5 = \text{导线截面}$$

2.焊接电缆选择以 10 米为例:

$$\frac{\text{焊接电流}}{10} = \text{导线面积}$$

电缆加长到 30 米时:

$$\frac{\text{焊接电流}}{5-7} = \text{导线面积}$$

3.在野外作业时,经需要配置发电机,其容量计算:

发电机容量=单台焊机输入容量×N 台

如:ARC315 焊机,配入容量为 13KVA,应选 15KVA 发电机.

三、焊机面板上旋钮的调节方法和作用 (详见说明书)

四、手工电弧焊电流选择

- 1.根据焊接金属材质,焊条类型,焊接结构来选择.
- 2.根据焊接结构所用的材料,板结构形式等因素确定所需电流的大小.
- 3.影响电流选择的其他因素(效率,电网容量,场地设施,噪音,维修,重量)用电量等因素.

五、电焊条的分类

一般按药皮成份分类为 10 种类型,现列三种常用焊条举例说明如下:

J422 型

该焊条引弧容易电弧稳定飞溅小,熔深较浅,熔渣复盖性好,脱渣容易,焊缝波纹特别美观,适用于全位置和薄板焊接,但塑性和裂性较差,能适用于一般低碳钢和同等强度的低合金钢焊接.氧化钛钙型药皮,交直流两用.焊缝金属抗热强度不低于 420Mpa(42Kg/mm²).结构钢焊条(表示用途类型).

J507 型(拉力焊条)

该焊条熔渣流动性,其工艺性较好,能全位置焊,焊缝金属抗裂性能和机械性能较好,适用于焊接重要结构件,受压容量 16MnR 及中碳钢及低合金钢重要构件.低氢钠型药皮,直流焊缝金属抗拉强度不低于 500Mpa.结构钢焊条

A117 型

该焊条为低氢型不锈钢焊条,适用于铬 18 镍 9 不锈钢结构.低氢型药皮---直流.同一等级焊缝化学成份中的不同牌号.焊缝金属主要化学成分类型 Cr18%Ni8%.奥氏体不锈钢焊条.

六,电弧焊工艺

1.焊条片号及直径.主要取决于材料性质,焊件的厚度,接头形式焊缝位置,焊缝参数等因数.焊条直径与板厚关系如下表:

焊件厚度(mm)	<4	4~8	>8~12	>12
焊条直径(Φmm)	≤3.2	Φ3.2~4	Φ4.0~5.0	Φ5~6

2.焊接电流:焊接电流的大小,主要根据焊条类型,焊条直径,焊件厚度以及接头型式焊缝层次等因素,结构钢焊条平焊位置时,焊接电流呆根据下列经验公式来初选.

$$I=Kd$$

I-----焊接电流 K-----经验系数 d-----焊条直径

焊接电流经验系数和焊条直径关系:

焊件直径(Φmm)	1.6	2~2.5	3.3	4~6
经验系数(A/mm)	20~25	25~30	30~40	40~50

立焊,横焊,仰焊时焊接电流应比平焊电流小 10~20%,角焊时应比平焊位置时大 10~20%.合金钢焊条,不锈钢焊条,由于电阻大热膨胀系数高,若电流大则焊接过程中焊条容易发红造成药皮脱落,影响焊接质量,因此电流要适当减小.

3.焊接输出的连接方法

碱性焊条纤维素焊条施焊时应采用直流反接法.

酸性焊条施焊时应采用直流正接法.

七,手工电弧操作过程:

1.引弧

将焊条与工件短路然后向上拉起焊条以引燃电弧称为点拉式引弧.将焊条端部在金属表面轻轻划擦后提起焊条以引燃电弧叫擦引弧.

2.焊接过程

电弧引燃后,一方面要仔细观察熔池状态,始终保持熔池大小不变,不断调整焊条角度控制弧长保持熔池金属不致外溢,另一方面要保持电弧沿焊接方向作匀速直线移动只有保持熔池大小和焊接电弧移动速度始终不变,才能获得均匀一致的焊缝.

3.收弧

焊接结束时如果直接拉断电弧则会形成弧坑,弧坑会产生气孔裂缝降低焊缝接头的强度,为此要采取下列措施.

- (1) 当电弧移至焊缝终端时,稍稍停留或者回焊一小段拉断电弧,此法适用于碱性焊条.
- (2) 当电弧移至焊缝终端时,采用反复熄弧,引弧法,填满弧坑.
- (3) 重要结构焊缝采用收弧板,使电弧在收弧板上运行一般后再拉断电弧.

在焊接过程中要获得高质量的焊缝,必须要有三个共同的要求:

- A.合适的工艺规范
- B.正确的焊条角度
- C.适当的运条方法

第三节 钨极氩弧焊

一、概述:

1.钨极氩弧焊就是以氩气作为保护气体,钨极作为不熔化极,借助钨电极与焊件之间产生的电弧,加热熔化母材(同时添加焊丝也被熔化)实现焊接的方法.氩气用于保护焊缝金属和钨电极熔池,在电弧加热区域不被空气氧化.

2.一般氩弧焊的优点:

- (1) 能焊接除熔点非常低的铝锡外的绝大多数的金属和合金.
- (2) 交流氩弧焊能焊接化学性质比较活泼和易形成氧化膜的铝及铝镁合金.
- (3) 焊接时无焊渣,无飞溅.
- (4) 能进行全方位焊接,用脉冲氩弧焊可减小热输入,适宜焊 0.1mm 不锈钢.
- (5) 电弧温度高,热输入小,速度快,热影响面小,焊接变形小.
- (6) 填充金属和添加量不受焊接电流的影响.

3.氩弧焊适用焊接范围

适用于碳钢,合金钢,不锈钢,难熔金属铝及铝镁合金,铜及铜合金,钛及钛合金,以及超薄板 0.1mm,同时能进行全方位焊接,特别对复杂焊件难以接近部位等等.

二.钨极氩弧焊焊机的组成

1.本公司氩弧焊机的型号(见图表),编制方法,文字说明.

2.焊机的部件(焊机,焊枪,气,水,电),地线及地线钳,钨极.

3.焊机的连接方法(以 WSM)系列为例)

(1)焊机的一次进线,根据焊机的额定输入容量配制配电箱,空气开关的大小,一次线的截面.

(2)焊机的输出电压计算方法: $U=10+0.04I$

(3)焊机极性,一般接法:工件接正为正极性接法;工件接负为负极性接法.钨极氩弧焊一定要直流正极性接法:焊枪接负,工件接正.

(4)水源接法,氩气接法

三.焊枪的组成(水冷式,气冷式):

手把,连接件,电极夹头,喷嘴,气管,水管,电缆线,导线.

四.氩气的作用,流量大小与焊接关系,调节关系.

1.氩气属于惰性气体,不易和其它金属材料,气体发生反应.而且由于气流有冷却作用,焊缝热影响区小,焊件变形小,是钨极氩弧焊最理想的保护气体.

2.氩气主要是对熔池进行有效的保护,在焊接过程中防止空气对熔池侵蚀而引起氧化,同时对焊缝区域进行有效隔离空气,使焊缝区域得到保护,提高焊接性能.

3.调节方法是根据被焊金属材料及电流大小,焊接方法来决定的:电流越大,保护气越大,活泼元素材料,保护气要加强加大流量.具体见下表:

板厚(mm)	电流大小(A)	气体流量			
		不锈钢	铝	铜	钛
0.3~0.5	10~40	4	6	6	6
0.5~1.0	20~40	4	6	6	6
1.0~2.0	40~70	4~6	8~10	8~10	6~8
2.0~3.0	80~130	8~10	10~12	10~12	8~10
3.0~4.0	120~170	10~12	10~15	10~15	10~12
>4.0	160~200	10~14	12~18	12~18	12~14
					14~18

氩气太小,保护效果差,被焊金属有严重氧化现象.氩气太大,由于气流量大而生产紊流,使空气被紊流气卷入溶池,产生溶池保护效果差,焊缝金属被氧化现象.所以流量一定要根据板量,电流大小,焊缝位置,接头型式来定.具体以焊缝保护效果来决定,以被焊多属不出现氧化为标准.

五,钨极

1.钨极是高熔点材料,熔点为 3400℃,在高温时有强烈的电子发射能力,并且钨极有很大的电流载流能力.钨极载流能力见下表:

电极	直流正接法时
Φ1.0	20~80A
Φ1.6	50~160a
Φ2.0	100~200A
Φ3.0	200~300A
Φ4.0	300~400A
Φ5.0	420~520A
Φ6.0	450~550A

2.钨极表面要光滑,端部要有一定磨尖,同心度要好,这样焊接时高频引弧好,电弧稳定性好,溶深深,溶池能保持一定,焊缝成形好,焊接质量好.

3.如果钨极表面烧坏或表面有污染物,裂纹,缩孔等缺陷时,这样焊接时高频引弧困难,电弧不稳定,电弧有漂移现象,熔池分散,表面扩大,熔深浅,焊缝成形差,焊接质量差.

4.钨极直径大小是根据材料厚度,材料性质,电流大小,接头形式来决定,见下表:

板厚(mm)	钨极直径(mm)	焊接电流(A)
0.5	Φ1.0	35~40
0.8	Φ1.0	35~50
1.0	Φ1.6	40~70
1.5	Φ1.6	50~85
2.0	Φ2.0~3.5	50~130
3.0	Φ2.5~3.0	120~150

六,焊丝

焊丝选择要根据被焊材料来决定,一般以母材的成分性质相同为准.焊接重要结构时,由于高温要烧损合金元素,所以选择焊丝一定要高于母材料,把焊丝熔入熔池来补充合金元素烧损.

钨极氩弧焊,一种方法可以不添丝自熔,熔化被焊母材;另一种要添加焊丝,电极熔化金属,同时焊丝熔入熔池,冷却后形成焊缝.

不锈钢焊接时,焊丝与板厚和电流大小关系见下表:

板厚(mm)	电流(A)	焊丝直径(Φ mm)
0.5	30~50	1.0
0.8	30~50	1.0
1.0	35~60	1.6
1.5	45~80	1.6
2.0	75~120	2.0
3.0	110~140	2.0

随着板厚增加,电流增大,焊丝直径增粗

铝及铝合金焊接时,焊丝与板厚,电流大小关系见下表:

板厚(mm)	电流(A)	钨极直径 (Φ mm)	焊丝直径 (Φ mm)	气流量
1	60~90/110~140	1.0~1.6		4~6 6~8
1.5	70~100/130~160	2.0		
2	90~120/150~180	2.0~3.0	2.0	6~8 8~10
3	120~180/170~220	3.0~4.0		8~12
4	140~200/190~260	3.0~4.0	2.5	8~12 10~14
6	160~220/200~300	4.0~5.0	3.0	10~18 12~20

七,WSM(WSE)系列焊机面板上的各种旋钮和调节方法,见说明书.

八.直流氩弧焊与脉冲氩弧焊的区别:

1.直流氩弧焊,即在直流正极性接法下以氩气为保护气,借助电及与焊件之间的电弧在一定的要求下(焊接电流),加热熔化母材,添加焊丝时焊丝也一同熔入熔池,冷却形成的焊缝.

2.脉冲氩弧焊,除直流钨极氩弧焊的规范外,还可独立地调节峰值电流,基值电流,脉冲宽度,脉冲周期或频率等规范参数,它与直流氩弧焊相比优点如下:

(1)增大焊缝的深宽比,在不锈钢焊接时可将熔深宽增大到 2:1

(2)防止烧穿,在薄板焊接或厚板打底焊时,借助峰值电流通过时间,将焊件焊透,在熔池明显下陷下之前即转到基值电流,使金属凝固.而且有小电流维持电弧直至下一次峰值电流循环.

(3)减小热影响区,焊接热敏感材料时,减小生活上脉冲电流通过时间和基值电流值,能把热影响区范围降低到最小值,这样焊接变形小.

(4) 增加熔池的搅拌作用,在相同的平均电流值时,脉冲电流的峰流值比恒定电流大,因此电弧力大,搅拌作用强烈,这样有助于减少接头底部可能产生气孔和不熔合现象.在小电流焊接时,较大的脉冲电流峰值电流增强了电弧挺度,消除了电弧漂移现象.

九.焊前准备和焊前清洗:

1.检查焊机的接是否符合要求.

2.水,电,气是否接通,并按要求全部连接好,不能松动.

3.对母材进行焊前检查并清洗表面.

4.用工具清洗,即用刷子或砂纸彻底清除母材表面水,油,氧化物等.

5.重要结构用化学清洗法,清洗表面的水,油,高熔点氧化膜,氧化物污染.简单用丙酮清洗,或用烧碱硫酸等方法清洗.

6.工作场所的清理,不能有易燃,易爆物,采取避风措施等.

十,焊接规范参数

钨极氩弧焊参数主要是电流,氩气流量,钨极直径,板的厚度,接头型式等

不锈钢氩弧规范列如下:

板材厚度	钨极直径	焊丝直径	接头型式	焊接电流	气体流量
0.5	1.0	1.0	平对接	35-40A	4-6
0.8	1.0	1.0	添加丝	35-45A	4-6
1.0	1.6	1.6		40-70A	5-8
1.5	1.6	1.6		50-85A	6-8
2.0	2-2.5	2.0		80-130A	8-10
3.0	2.5-3	2.25		120-150A	10-12

交流铝合金规范参数如下:

板材厚度	钨极直径	焊丝直径	接头型式	焊接电流	气体流量
<1.0	1.0-1.5	1.0-2.0	平对接	60-90A	4-6
1.5	2.0-2.5	2.0	添加丝	70-100A	6-8
2.0	2.0-3.0	2.0-2.5		90-120A	8-10
3.0	3.0-4.0	2.5-3.0		120-180A	10-12
4.0	3.0-4.0	2.5-3.0		140-200A	12-14
6.0	4.0-5.0	3.0-4.0		160-220A	14-16

十一、焊接操作

1. 焊前

检查设备,水,气,电路是否正常,焊件和焊枪接法是否符合要求,规范参数是否调试妥当,全部正常后,接通电源,水源,气源.

2. 焊接

把焊枪的钨极端部对准焊接缝起焊点,钨极与工件之间距离为 1-3mm 按下焊开关,拉前送气,高频放电引弧,焊枪保持 70° -80° 倾角,审干丝倾角为 11° -20° 焊枪作直线匀速移动,并在移动过程中观察熔池,焊丝的送进速度与焊接速度要匹配,焊丝不能与钨极接触,以免烧坏钨极,焊枪. 同时根据焊缝金属颜色,来判定氩气保护效果的好坏.

3. 收弧的方法:

(1)焊接结束时,焊缝终端要多添加些焊丝金属来填满弧坑. 熄灭电弧后,在熄弧处多停留一段时间,使焊缝终端得到充分氩气保护,防止氧化.

(2)利用焊机的电流衰减装置,在焊缝终端结束前关闭控制按钮,此时电弧继续燃烧,焊接继续,直至电弧熄灭,保证了焊缝端部不至于烧穿,保证了焊缝质量.

(3)重要结构的焊接件,焊缝的两端要加装引弧板和熄弧板. 焊接引弧在引弧板上进行,熄弧在熄弧板上进行,保证了焊缝前点和终端的质量.

第四节 CO₂ 气体保护焊

一、CO₂ 电弧焊的特点和应用

CO₂ 电弧焊是一种高效率的焊接方法,以 CO₂ 气体作保护气体,依靠焊丝与焊件之间的电弧来熔化金属的气体保护焊的方法称 CO₂ 焊. 这咱焊接法都采用焊丝自动送线,敷化金属量大,生产效率高,质量稳定. 因此,在国内外获得广泛应用,与其它电弧焊相比有以下特点:

1. 生产效率高 CO₂ 电弧焊穿透力强,熔深大,而且焊丝熔化率高,所以熔敷速度快,生产效率可比手工电弧焊高 3 倍.

2. 焊接成本低 CO₂ 焊的成本只有埋弧焊与手工电弧成本的 40%-5%.

3. 消耗能量低 CO₂ 电弧焊和药皮焊条相比 3mm 厚钢板对接焊缝,每米焊缝的用电降低 30%, 25mm 钢板对接焊缝时用电降低 60%.

4. 适用范围宽 不论何种位置都可以进行焊接,薄板可焊到 1mm,最厚几乎不受限制(采用多层焊). 而且焊接速度快,变形小.

5. 抗锈能力强 焊缝含氢量低抗裂性能强.

6. 焊后不需清渣,引弧操作便于监视和控制,有利于实现焊接过程机械化和自动化.

我国在 CO₂ 焊接设备,焊接材料,焊接工艺方面已取得了很大的成就. CO₂ 电弧焊接在我国的造船,机车,汽车制造,石油化工,工程机械,农业机械中获得了广泛应用.

二、焊机的型号和连接方法

1. 我公司 CO₂ 焊机型号(见文字说明表)

2. 面板上的旋钮作用与调节方法(见说明书)

-
3. 连接方法 水, 电, 气, 焊枪(见说明书)
 4. 焊枪的构造及软管, 导电嘴, 喷嘴.
 5. 焊机可能发生的故障及排除方法(见说明书)

三, 焊接材料

1. CO₂ 保护气体

CO₂ 有固态, 液态, 气态三种状态. 瓶装液态 CO₂ 是 CO₂ 焊接的主要保护气源, 液态 CO₂ 是无色液体. 其密度随温度变化而变化. 当温度低于 -11℃ 时密度比水大, 当温度高于 -11℃ 时则密度比水小. 在常温下能自己气化. CO₂ 气瓶漆成黑色标有 "CO₂" 黄色字样.

2. 焊丝

- (1) 焊丝必须含有足够数量的脱氧元素以减少焊缝金属中的含氧量和防止产生气体.
- (2) 焊丝的含碳量要低, 通常要求 < 0. 11%, 这样可减少气孔和飞溅.
- (3) 保证焊缝金属具有满意的机械性能和抗裂性能.

目前生产中应用最广的焊丝为 H08Mn2Si A 焊丝, 该焊丝有较好的工艺性能, 机械性能及抗热裂纹能力, 适用于焊接低碳钢, 屈服极限 < 500M 的低合金钢和经焊后热处理抗拉强度 < 1200Mpa 的低合金高强度钢.

焊丝表面的清洁程度影响到焊缝金属中含氢量. 焊接重要结构应采用机械, 化学或加热办法清除焊丝表面的水分和污染物.

随焊丝直径增大电弧电压降低. CO₂ 细颗粒过渡和在氩弧焊中的喷射过渡有着实质性差别. 氩弧焊中的喷射过渡是轴向的, 而 CO₂ 中的细颗粒过渡是非轴向的, 仍有一定金属飞溅. 另外氩弧焊中的喷射过渡界电流有明显较变特征. (尤其是焊接不锈钢及黑色金属) 而细颗粒过渡则没有.

3. 减少金属飞溅措施:

- (1) 正确选择工艺参数, 焊接电弧电压: 在电弧中对于每种直径焊丝其飞溅率和焊接电流之间都存在着一定规律在小电流区, 短路过渡飞溅较小, 进入大电流区(细颗粒过渡区) 飞溅率也较小.
- (2) 焊枪角度: 焊枪垂直时飞溅量最少, 倾向角度越大飞溅越大. 焊枪前倾或后倾最好不超过 20 度.
- (3) 焊丝伸出长度: 焊丝伸出长对飞溅影响也很大, 焊丝伸出长度从 20 增至 30mm, 飞溅量增加约 5%, 因而伸出长度应尽可能缩短.

4. 保护气体种类不同, 其焊接方法有区别.

(1) 利用 CO₂ 气体为保护气的焊接方法为 CO₂ 电弧焊. 在供气中要加装预热器, 因为液态 CO₂ 在不断气化时吸收大量热能, 经减压器减压后气体体积膨胀也会使气体温度下降, 为了防止 CO₂ 气体中水分在钢瓶出口及减压阀中结冰而堵塞气路, 所以在钢瓶出口及减压之间将 CO₂ 气体经预热器进行加热.

(2) CO₂+Ar 气作为保护气的焊接方法 MAG 焊接法, 称为物性气体保护, 此种焊接方法适用于不锈钢焊接.

(3) Ar 作为气体保护焊的 MIG 焊接方法, 此种焊接方法适用于铝及铝合金焊接.

五, 基本操作技术

1. 注意事项

(1) 电源, 气瓶, 送丝机, 焊枪等连接方式参阅说明书.

(2) 选择正确的持枪姿势:

A. 身体与焊枪处于自然状态, 手腕能灵活带动焊枪平移或转动.

B. 焊接过程中软管电缆最小曲率半径应大于 300m/m 焊接时可任意拖动焊枪.

- C. 焊接过程中能维持焊枪倾角不变还能清楚方便观察熔池。
 D. 保持焊枪匀速向前移动, 可根据电流大小, 熔池的形状, 工件熔和情况调整焊枪前移速度, 力争匀速前进。

2. 基本操作

- (1) 检查全部连接是否正确, 水, 电, 气连接完毕合上电源, 调整焊接规范参数。
 (2) 引弧: CO₂ 气体保护焊采用碰撞引弧, 引弧时不必抬起焊枪, 只人保证焊枪与工作距离。
 A. 引弧前先按遥控盒上的点动开关呀焊枪上的控制开关将焊丝送出枪嘴, 保持伸出长度 10~15mm。
 B. 将焊枪按要求放在引弧处, 此时焊丝端部与工件未接触, 枪嘴高度由焊接电流决定。
 C. 按下焊枪上控制开关, 焊机自动提前送气, 延时接通电源, 保持高电压, 慢送丝, 当焊丝碰撞工件短路后自然引燃电弧。短路时, 焊枪有自动顶起的倾向, 故引弧时要稍用力下压焊枪, 防止因焊枪抬起太高, 电弧太长而熄灭。

3. 药芯焊丝

- (1) 由于药芯成分改变了纯 CO₂ 电弧的物理化学性质, 因而飞溅小且飞溅颗粒清除, 又因熔池表面盖有熔渣, 焊缝成形类似手工弧焊。焊缝较实芯焊丝电弧焊美观。
 (2) 与手工焊相比由于 CO₂ 电弧耐热效率高加上电流密度比手工弧焊大, 生产效率可为手工弧焊的 3-5 倍。
 (3) 调整药芯成分就可焊不同的钢种, 而不象冶炼实芯丝那样复杂。
 (4) 由于熔池受到 CO₂ 气体和熔渣二方面的保护, 所以抗气孔能力比实芯焊丝能力强。

四. 焊接规范选择

1. 短路过渡焊接

CO₂ 电弧焊中短路过渡应用最广泛, 主要用于薄板及全位置焊接, 规范参数为电弧电压, 焊接电流, 焊接速度, 焊接回路电硬度, 气体流量及焊丝伸出长度等。

- (1) 电弧电压和焊接电流, 对于一定的焊丝直径及焊接电流(即送丝速度), 必须匹配合适的电弧电压, 才能获得稳定的短路过渡过程, 此时的飞溅最少。

不同直径焊丝的短路过渡时参数如表:

焊丝直径(mm)	0.8	1.2	1.6
电弧电压(V)	18	19	20
焊接电流(A)	100-110	120-135	140-180

- (2) 焊接回路电感, 电感主要作用:

- A. 调节短路电流增长速度 di/dt , di/dt 过小发生大颗粒飞溅至焊丝大段爆断而使电弧熄灭, di/dt 过大则产生大量小颗粒金属飞溅。
 B. 调节电弧燃烧时间控制母材熔深。
 C. 焊接速度. 焊接速度过快会引起焊缝两侧吹边, 焊接速度过慢容易发生烧穿和焊缝组织粗大等缺陷。
 D. 气体流量大小取决于接头型式板厚, 焊接规范及作业条件等因素. 通常细丝焊接时气流量为 5-15L/min, 粗丝焊接时为 20-25L/min。
 E. 焊丝伸长度. 合适的焊丝伸出长度应为焊丝直径的 10-20 倍, 焊接过程中, 尽量保持在 10-20mm 范围内, 伸出长度越大的焊丝这种影响越明显。
 F. 电源极性. CO₂ 电弧焊一行贿受贿采用直流反极性时飞溅小, 电弧稳定母材熔深大, 成型好, 而且焊缝金属含氢量低。

2. 细颗粒过渡.

- (1) 在 CO₂ 气体中, 对于一定的直径焊丝, 当电流增大到一定数值后同时配以较高的电弧压,

焊丝的熔化金属即以小颗粒自由飞落进入熔池,这种过渡形式为细颗粒过渡.细颗粒过渡时电弧穿透力强母材熔深大,适用于中厚板焊接结构.细颗粒过渡焊接时也采用直流反接法.

(2)达到细颗粒过渡的电流和电压范围:

焊丝直径(mm)	电流下限值(A)	电弧电压(V)
1.2	300	34-35
1.6	400	
2.0	500	

随着电流增大电弧电压必须提高,否则电弧对熔池金属有冲刷作用,焊缝成型恶化,适当提高电弧电压能避免这种现象.然而电弧电压太高飞溅会显著增大,在同样电流下

不锈钢空气等离子切割规范				
6	Φ1	30	8	0, 2.5
10	Φ1.2	40	70	0, 2.5
20	Φ2.5	100	70	0, 2.0
30	Φ3	125	70	0, 2.0

铝及铝合金空气等离子切割规范				
6	Φ1.2	40	10	0, 30
10	Φ1.5	100	70	0, 30
20	Φ2.5	125	70	0, 25
30	Φ3.5	125	70	0, 25

五.使用过程中焊机发生的故障及排除方法(详见说明书).

3. 焊接

引燃电弧后,通常采用左焊法,焊接过程中要保持焊枪适当的倾斜和枪嘴高度,使焊接尽可能地匀速移动.当坡口较宽时为保证二侧熔合好,焊枪作横向摆动,焊接时,必须根据焊接实际效果判断焊接工艺参数是否合适.看清熔池情况,是弧稳定性,飞溅大小及焊缝成型的好坏来修正焊接工艺参数,直至满意为止.

4. 收弧

焊接结束前必须收弧.若收弧不当容易产生弧坑并出现裂纹,气孔等缺陷.焊接结束前必须采取措施.

(1)焊机有收弧坑控制电路.焊枪在收弧处停止前进,同时接通此电路,焊接电流电弧电压自动减小,待熔池填满.

(2)若焊机没有弧坑控制电流或因电流小没有使用弧坑控制电路.在收弧处焊枪停止前进,并在熔池未凝固时反复断弧,引弧几次,直至填满弧坑为止.操作要快,若熔池已凝固才引弧,则可能产生未熔合和气孔等缺陷.

第五节 等离子切割机

一. 等离子弧切割方法:

利用等离子弧高速高温和高能的等离子气流加热并熔化金属,再借助某种气体介质排队熔化了的金属而形成割口.由于等离子弧能量集中,所以割件的热影响区小,热变形小,切割速度随割件厚度增加而减慢.等离子弧可切割所有金属材料,特别适用于火焰切割无法切割

的高合金钢和有色金属.

二. 割枪的组成:

等离子发生器, 导电咀, 导电极, 气体分配器, 陶瓷, 喷咀.

三. 本公司切割机型号, 连接方法, 面板调节旋钮的作用和调节方法(详见说明书)

四. 切割工艺

1. 切割气体 空气等离子弧切割采用压缩空气作为切割气体.

2. 切割规范 包括切割电流, 切割速度, 气体流量及参数.

(1)切割电流 电流大小与割件材质和厚度有关, 切割电流随割件厚度增加而增大电流.

(2)切割速度 切割速度取决于割件材质厚度, 切割电流. 切割速度快慢严重影响切口质量速度过快, 等离子弧来不及熔化金属.

(3)喷咀高度 喷咀离割件的的高度与割炬结构有关, 一般金属表面 2-4mm.

(4)气体流量 影响着电弧压缩程度和吹除熔化金属的效果, 流量过大, 电弧趋于不稳定, 气流过小无法吹除熔化金属, 甚至烧坏导电咀.

低碳钢空气等离子切割规范				
板材厚度(mm)	导电咀孔径 (Φ mm)	切割电流(A)	气体流量 (L/min)	切割速度 (m/min)
6	1	30	8	0.24
10	12	40	70	0.30
20	2	100	70	0.35
30	2.5	125	70	0.30

第二章 弧焊电源

第一节 弧焊电源的种类

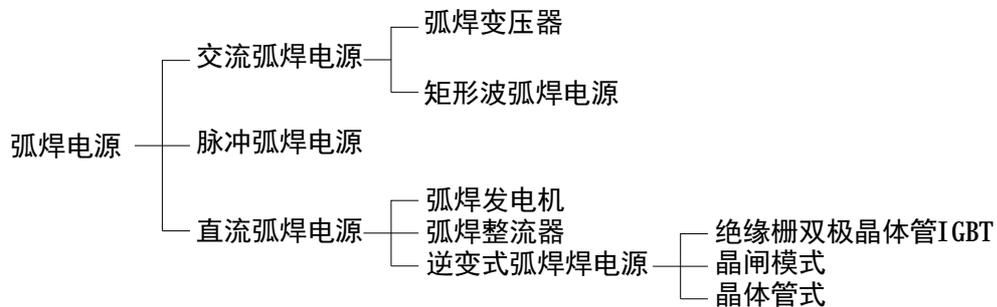
弧焊电源在电弧焊中的作用

不同材料,不同结构的工件,需要采用不同的电弧焊工艺方法,而不同的电弧焊工艺方法则需用不同的电弧焊机.例如:操作方便,应用最为广泛的焊条电弧焊,需要由对电弧供电的电源装置,和焊钳组成的手弧焊机;锅炉,化工,造船等工业广为使用的埋弧焊,需要由电源装置和,控制箱和焊车等组成的埋弧焊机;适用于焊接化学性活泼金属的气体保护电弧焊,需要由电源装置,控制箱,焊车(自动焊)或送丝机构(半自动焊),焊枪,气路和水路系统等组成的气体保护电弧焊;适用于焊接高熔点金属的等离子弧焊,则需要由电源装置,控制系统,焊枪或焊车(自动焊),气路和水路系统等组成的等离子弧焊机.

由上述可知,各种电弧焊方法所需的供电装置即弧焊电源是电弧焊机的重要组成部分,是对焊接电弧供给电能的装置,它应满足电弧焊所需要的电气特性,这正是本课程将要系统讲述的内容,与弧焊电源配套的其它装置和设备部分,将在<焊接方法和设备>课程中讲述.

显然,弧焊电源电气性能的优劣,在很大程度上决定了电弧焊机焊接过程的稳定性.没有先进的弧焊电源,要实现先进的焊接工艺和焊接过程自动化也是难以办到的.因此,应该对弧焊电源的基本理论,结构特点和电气性能进行深入的研究,真正了解和正确使用弧焊电源,进而研制出新型的弧焊电源,使焊接质量和生产效率得到进一步提高.

二,弧焊电源的种类弧焊电源种类很多,其分类方法也不尽相同.本书按弧焊电源输出的焊接电流波形的形状将弧焊电源分为交流弧焊电源,直流弧焊电源和脉冲弧焊电源三种类型.每种类型的弧焊电源根据其结构特点不同又可分为多种形式.如图所示.



三.常见弧焊电源的特点和用途

1.交流弧焊电源

交流弧焊电源包括工频交流弧焊电源(弧焊变压器),矩形波交流弧焊电源.下面分述其特点及用途.

(1)工频交流弧焊电源

即是弧焊变压器,它把电网的交流电变成适合于电弧焊的低电压交流电,它由变压器,电抗器等组成.弧焊变压器具有结构简单,易造易修,成本低,磁偏吹小,空载损耗小,噪声小等优点.但其输出电流波形为正弦波,因此,电弧稳定性较差,功率因数低,一般用于焊条电弧焊,埋弧焊和钨极惰性气体保护电弧焊等方法.

(2)矩形波交流弧焊电源

它是利用半导体控制技术来获得矩形交流电流的.由于输出电流过零点时间短,电弧稳定性好,正负半波通电时间和电流比值可以自由调节,此特点适合于铝及铝合金钨极氩弧焊.

2.直流弧焊电源

(1)直流弧焊发电机

一般由特种直流发电机,调节装置和指示装置等组成.按驱动动力的不同,直流弧焊发电机可分为两种:以电动机驱动的并与发电机组成一体的称为直流弧焊电动机;以柴(汽)油驱动并与发电机组成一体的,称为直流弧焊柴(汽)油发电机.它与弧焊整流器相比,制造复杂,噪声及空载损耗大,效率低,价格高;但其抗过载能力强,输出脉动小,受电网电压波动的影响小,一般用于碱性焊条电弧焊.

(2)弧焊整流器

是由变压器,整流器及为获得所需外特性的调节装置,指示装置等组成.它把电网交流电经降压整流后获得直流电.与直流弧焊发电机相比,它具有制造方便,价格低,空载损小,噪声小等优点.而且大多数弧焊整流器可以远距离调节焊接工艺参数,能自动补偿电网电压波动对输出电压和电流的影响.它可作为各种弧焊方法的电源.

(3)逆变式弧焊电源

它把单相(或三相)交流电经整流后,由逆变器转变为几百至几万赫兹的中频交流电,降压后输出交流或直流电.整个过程由电子电路控制,使电源获得符合要求的外特性和动特性.它具有高效节能,重量轻,体积小,功率因数高等优点.可应用于各种弧焊方法,是一种很有前途的普及型弧焊电源.

4.脉冲弧焊电源

焊接电源以低频调制脉冲方式馈送,一般由普通的弧焊电源与脉冲发生电路组成.它具有效率高,输入线能量较小,线能量调节范围宽等特点.它主要用于气体保护电源焊和等离子弧焊.

四.弧焊电源的现状与发展方向

焊接技术的发展是与近代工业和科学技术的发展紧密相联的.弧焊电源又是弧焊技术发展水平的主要标志.它的发展与弧焊技术的发展也是互相促进,密切相关的.

1.早期的弧焊电源

1802 年俄国学者发现了电弧放电现象.并指出利用电弧热熔化金属的可能性.但是电弧真正应用于工业生产,则是在 1892 年出现了金属极电弧焊接方法以后,当时电力工业发展较快,弧焊电源本身也有了很大的改进.到 20 世纪 20 年代除直流弧焊发电机外,已开始应用结构简单,成本低廉的弧焊变压器.

2.焊接方法的发展

随着工业生产的进一步发展.不但需要焊接的产品数量增加了,而且许多产品对焊接质量要求也提高了.加之焊接冶金科学的发展,20 世纪 30 年代在薄药皮焊条的基础上研制成功了制造工业及电力拖动,自动控制等新科学技术的发展,也为实现焊接过程机械化,自动化提供了物质条件和技术条件,于是在 30 年代后期,研制成功了自动埋弧焊.20 世纪 40 年代初,由于航空,核能等技术的发展,迫切需要轻金属或合金,如铝,镁,钛,锆及其合金等.这些材料的化学性能活泼,产品对焊接质量的要求又很高,氩弧焊就是为了满足上述要求而发展起来的新的焊接方法.50 年代又相继出现了 CO₂ 焊等各种气体保护电弧焊,以及随后出现的焊接高熔点金属材料的等离子弧焊.

3.弧焊电源的发展

各种焊接方法的问世,促进了弧焊电源的飞速发展,20 世纪 40 年代开始出现了用硒片制成的弧焊整流器.到了 60 年代由于大容量的硅整流器件,晶闸管的问世,为发展新的弧焊整流器开辟了道路.70 年代以来又相继成功研制了脉冲弧焊电源,逆变式弧焊电源,矩形波交流弧焊电源.

4.弧焊电源的发展方向

弧焊电源的飞速发展,不仅表现在弧焊电源种类的大量增加,还表现在广泛应用电子技术,控

制技术,电子计算机技术等方面的理论知识和最新成就,来不断提高弧焊电源的质量,改善其电气性能.例如,采用单旋钮调节,即用一个旋钮就可以对电弧电压,焊接电流和短路电流上升速度等同时进行调节并获得最佳配合,通过电子控制电路获得多种形状的外特性,以适应各种弧焊工艺的需要,提供多种电压,电流波形,以满足某些弧焊工艺的特殊需要,采用电压和温度检测控制,设置电流递增和电流衰减环节,以防止引弧冲击和提高填满弧坑的质量,采用计算机控制,具有记忆,预置焊接参数和在焊接过程中自动变换焊接参数等功能,使弧焊电源智能化.

第二节 逆变弧焊电源

一.什么是逆变

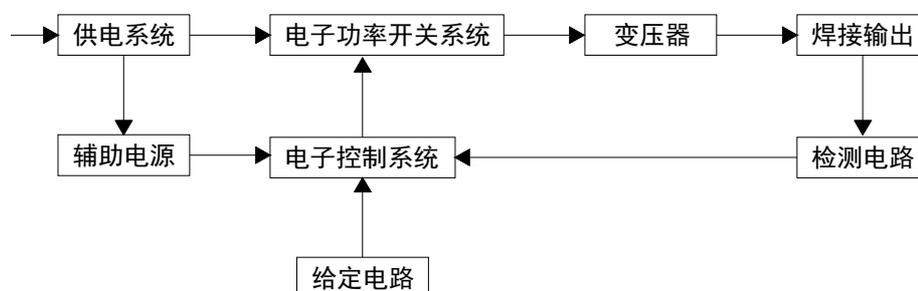
在生产实践中,需要利用电子电路把直流电变成交流电,这种对应于整流的逆向过程就定义为逆变.

自 70 年代以来,随着电子技术和大功率快速开关器件的不断发展,逆变技术除了应用在电工,电热,电化学等方面之外,已逐步引进焊接领域.逆变式弧焊电源(或称为弧焊逆变器)于 1981 年首次出现在国际焊接与切割博览会上.由于逆变式弧焊电源具有节省材料和电能等突出优点,现在各种类型的弧焊逆变器已相继研制成功,并逐步应用于各种弧焊方法,因此弧焊逆变器是一种很有发展前途的新型弧焊电源.

1.弧焊逆变器的组成及其作用

弧焊逆变器是电子控制的弧焊电源中的一种新类型.因此它的组成,基本原理与通常的电子控制弧焊电源相比在本质上是基本相同的,一般都采用闭环反馈系统控制它的电气性能,即控制它的外特性和动特性.

弧焊逆变器的基本组成框图如图所示.它的主要组成及其作用如下:



弧焊逆变器的基本组成框图

(1)主电路:由供电系统,电子功率系统和焊接电弧等组成.

A.供电系统

把工频交流电经整流器变换为直流电供给电子功率开系统(逆变器).此外还通过变压,整流,滤波及稳压系统对电子控制系统提供所需的各种直流电压.

B.电子开系统

是弧焊逆变大路的逆变器主电路,起着变换电参数(电压,电流及波形)的作用,并以低电压大电流向焊接电弧提供所需的电气性能和工艺参数.这里必须指出,一个电功率系统,其本身并不能焊接,必须与电子控制系统结合起来才能焊接.也就是说,只有两者的结合才能对焊接电弧提供所需要的电气性能和焊接参数.

(3)电子控制系统

对电子功率开系统提供足够大的,按电弧所需变化规律的开关脉冲信号驱动逆变主电路的

工作,确切地说,它用于产生焊接电弧所需的静(外)特性和动特性.其主要组成是静态单元和动态单元.电子控制系统往往包括驱动电路.

(4)反馈给定系统

由检测电路,给定电路,比较放大电路等组成.检测电路主要作用是提取电弧电压和电流的反馈信号;给定电路用于提供给定信号,决定对电弧提供焊接工艺参数的电流大小;与电子控制系统一起,实现对弧焊逆变器的闭环控制,并使它获得所需外特性和动特性.

2.弧焊逆变器的基本工作原理

在供电系统中,单相或三相交流电网电压,经输入整流器整流和滤波器滤波后获得逆变器所需的平滑的直流电压.该直流电压在电子功率开关系统中经逆变器的大功率开关器件(晶闸管,晶体管,场效应管或IGBT)组成的交替开关作用,变成几千至几万赫的中高频电流,再经过中高频变压器降至适合于焊接的几十伏低电压,并借助于电子控制系统的控制电路和给定反馈电路及焊接回路的阻抗,获得焊接工艺所需的外特性和动特性.如果需要采用直流电进行焊接,还需经输出整流器整流和滤波,把中高频交流电变成直流输出.

弧焊逆变器主电路和基本工作原理可以归纳为:

工频交流-----直流-----逆变为中高频交流-----降压-----二次整流-----直流输出

二,逆变的目的

弧焊逆变器与弧焊变压器,直流弧焊发电机,弧焊整流器等传统弧焊电源的各项技术指标比较可归纳出如下优点:

(1)高效节能

弧焊逆变器由于体积小,铜耗和铁耗随耗用材料减少而大为降低无功功率损耗减少.因此,这种弧焊电源的效率高,可以达到 80%-90%,功率因数可达 0.99;空载损耗极小,比传统弧焊电源节电 1/3 以上.

(2)体积小,重量轻

中频变压器的重量仅为传统弧焊电源降压变压器的几分之一;整机重量仅为传统弧焊电源的 1/5-1/10;整机体积也只有传统弧焊电源的 1/3 左右.

(3)具有良好的动特性和弧焊工艺性能

它采用电子控制电路,可以根据不同的焊接工艺要求设计出合适的外特性,并保证具有良好的动特性,从而可进行各种位置的焊接,获得良好的焊接工艺性能.

(4)可用微机或单旋钮控制调节焊接工艺参数.

A.根据材料性质决定焊机的型号.

B.根据材料厚度决定焊机的功率大小.

C.依据焊接要求,工艺特点,焊缝的位置,长短决定焊机型号及功率大小.

(5)设备费用较低,但对制造技术要求较高.

第三节 弧焊电源的一般技术要求

一,焊接对电弧的要求

1.方便起弧

起弧是弧焊的先决条件.焊机的起弧难易度是焊机性能的主要参数之一,能否方便起弧决定了焊机性能的优劣;起弧的难易也直接影响焊接的效果.

2.电弧放电稳定

稳定燃烧的电弧是良好焊接的保障.电弧是一种气体放电形式,良好的气体氛围和稳定的输出电流是保持电弧稳定的重要条件.一般而言,手弧焊机焊接所需气体氛围由焊条上药皮授热产生,埋弧焊机则由颗粒状焊剂层受热产生;而氩弧焊,CO₂ 气体保护焊则由随机的的气体瓶提供.

3.弧长可在一定范围变化

由于焊接是一个动态过程,由于人手的抖动,焊条的燃烧,焊条与工件间的距离不可避免地要发生改变,要持续焊接,达到良好的焊接效果,就不能让电弧熄灭,即要求电弧的长度在一定的距离范围内改变时电弧不熄灭,正常焊接要求电弧长度为:

$H=(0.5\sim 1)\Phi$ (Φ 为焊条直径) 拉弧时, H 可达 $(2\sim 3)\Phi$

4. 电弧大小可选择

所需电弧的大小则根据工件的厚度及工艺要求等因素决定的,为了适应不同工件及不同工艺的焊接需求,要求电弧的大小可以调节.

二, 弧焊电源的一般要求

弧焊电源的负载是电弧,要形成符合焊接要求的电弧,弧焊电源要满足以下要求:

1. 较大的短路电流和较高的空载电压:

起弧是电流越大,空载电压越高,越容易起弧.

2. 输出电流稳定:

以保持电弧的稳定燃烧达到良好的焊接效果.

3. 具有较宽的电压跟随能力:

以保证电弧长度改变时,电弧不熄灭.

4. 输出电流可调节:

以满足不同要求下的焊接要求.

5. 具备完善的自我保护系统:

焊机的工作环境恶劣,完善的自我保护系统是保证焊机安全,人身安全的重要保障.

三. 国家标准对弧焊电源的要求

1. 国标规定的常用焊机额定电流分档如下(A)

125 160 250 315 400 500 630

2. 额定工作电压规定:

手弧焊机 $V=20+0.04I$

氩弧焊机 $V=10+0.04I$

CO₂ 气体保护焊机 $V=14+0.05I$

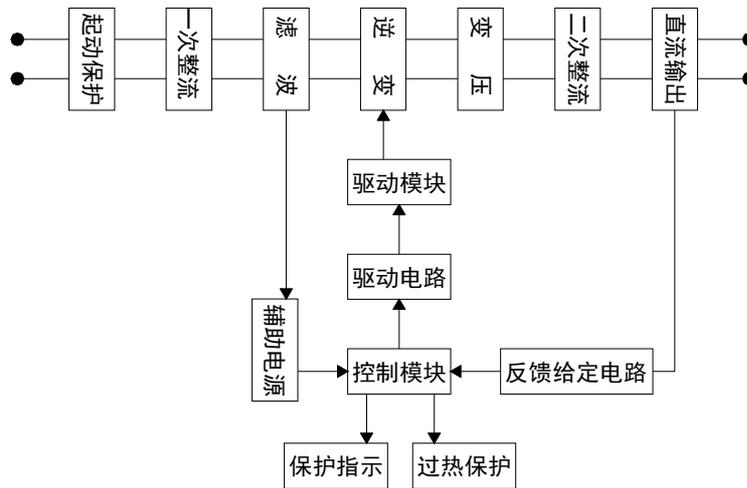
例如: ARC160 机型的最大输出额定电压 $V=20+0.04I * 160=26.4V$

3. 安全要求

任何弧焊电源应符合国家标准 GB15579-1995 之规定.

第三章 逆变弧焊电源整机方框图

一. 焊王逆变焊机整机方框图



二. 各部分电路的主要功能与技术要求

1. 起动与过压保护电路: 避免因开机给滤波电容充电产生的浪涌电流而损坏电源开关及电路, 整流桥避免因误接 380V 及电网波动带来的高压损坏机器, 要求能安全起动, 在输入电压过高时起动保护, 不损坏工作电路.
2. 一次整流, 滤波电路: 把输入的 50HZ 工频交流电转换成直流电.
3. 过流保护电路: 时刻对主回路中的电流进行采样, 一旦电流超过允许值, 便通过控制模块停止逆变电路工作.
4. 逆变电路: 完成直流的逆变并输出稳定的高频电流.
5. 变压电路: 进行电压电流变换.
6. 二次整流: 把高频交流转换成直流输出.
7. 控制模块: 控制电路的开通与断开, 并提供驱动电路, 驱动模块电流. 要求输出稳定, 控制灵敏.
8. 驱动模块: 提供逆变所需的开关信号.
9. 辅助电源: 给控制电路, 驱动电路提供稳定的低压直流电源.
10. 电流给定, 反馈电路: 对输出电流进行采样, 给控制模块提供反馈信号, 以保证整机稳定输出.

第四章 主回路工作原理

一. 什么叫主回路

主回路指焊机中提供功率电源的电路部分.

三. 组成器件说明

1. K-电源开关

用以接通(或切断)与市电(220V, 50HZ)的联系.

2. RT-启动电阻

因焊机启动时要给后面的滤波电解电容充电. 为避免过大的开机浪涌电流损坏开关及触发空开跳闸, 在开机时接入启动电阻, 用以限制浪涌电流. 正常工作后, 启动电阻被继电器短路. 实际电路中, 为避免因开机浪涌电流冲击肇成启动电阻损坏, 启动电阻采用了热敏电阻(PTC 和 NTC), 它们具有良好的耐冲击性.

3. J1-继电器

开关接通之后, 电流通过启动电阻给滤波电解电容充电, 当电容电压达到一定值时, 辅助电源开始工作提供 24V 电, 使继电器吸合, 将启动电阻短路.

4. DB-硅桥

此硅桥用于一次整流, 将市电 220V, 50HZ 交流电整流后输出 308V 的直流电.

5. C1-电解滤波电容

整流后输出的 308V 的直脉动直流, 此电容起滤波作用.

6. R-放电电阻

在关机以后, 滤波电容中存有很高电压, 为了安全, 用此电阻将存电放掉.

7. D2-高频滤波电容

在高频逆变中, 需要给开关管提供高频电流, 而电解滤波电容因本身电感及引线电感的原因, 不能提供高频电流, 因此需要高频电容提供.

8. Q-开关管

开关管 Q1, Q2, Q3, Q4 组成全桥逆变器, 在驱动信号作用下, 将 308V 直流转变成 100KHZ(100 万赫兹)交流电的.

9. C3-隔直电容

为避免直流电流流过变压器肇成变压器饱和而接入此电容.

10. T1-主变压器

变压器的作用是将 308V 的高压变换成适合电弧焊接所需要的几十伏的低压.

11. D-快速恢复二极管

D5, D6 的作用是二次整流, 即将 100KHZ 的高频交流电流再次转变成直流电流.

12. L1-电抗器

电抗器具有平波滤波作用, 可使输出电流变得连续稳定, 保证焊接质量.

13. RF-分流器

分流器是用锰铜制成的大功率小阻值的电阻, 用于检测输出电流的大小, 提供反馈信号.

四. 全桥逆变器工作原理

1. 全桥逆变器的电路图

2. 全桥逆变器工作原理

全桥逆变器工作周期分四个时候, 分别为 t1, t2, t3, t4, 其工作原理如下:

t1 时段 K1, K4 导通 K2, K3 关断

电流方向: 正极—K1—T—C1—K4—地

t2 时段 K1, K4, K2, K3 关断

无电流

t3 时段 K1, K4 关断 K2, K3 导通

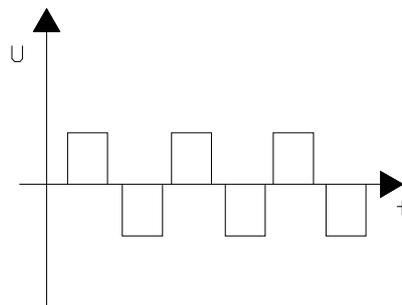
电流方向: 正极—K2—C1—T—K3—地

t4 时段 K1, K4, K2, K3 关断

无电流

从上述分析看, 在 t1 与 t3 时段里, 流过变压器 T 的电流方向正好相反, 也就是将直流电变成了交流电.

五. 主回路中点波形图



第五章 辅助电源工作原理

第一节 小机型辅助电源

一. 辅助电源的作用

辅助电源的作用是给控制电路, 驱动电路提供稳定的低压电源. 保证控制电路, 驱动电路稳定可靠的工作. 要求能够输出 24V, 12V, 5V 的稳压直流电.

二. 单端反激式开关电源工作原理

1. 起始时开关 K 合上, 电源给变压器供能, 并以磁能的形式储存于变压器中. N1 的极性为上正下负, N2 的为上负下正, 二极管截止, 次边无电流.
2. 然后开关 K 断开, 由于次边无电流输出, 在 N1 自感作用下, 下端电压电压超出电源, 电感内储蓄了较高的磁能, 此时 N1 极性变为下正上负, 由于互感的作用 N2 的极性变为上正下负, 二极管导通, 变压器的磁能由 N2 线圈释放出来, N1 线圈的下端电压开始回落.
3. 当磁能放出到一定程度, 线圈 N1 下端电压于电源, 电源再给变压器供能, 此时 N1 极性变回为上正下负, 开关 K 又被合上, 进入下一个周期.
4. 电路电流电压周期性的变化(初级)使次级负载得到稳定的供电.

三. 小机型辅助电源的工作原理

小机型的辅助电源采用单端反激式开关电源的形式, 其原理电路如图:

工作原理:

1. 启动:

电源通过 N1, D1, R9, R16 给开关管 Q5 的栅极供电, 达到 8. 2V 时被稳压管 D9 钳位(保护开关管). 此时, 开关管导通, 同时, 因 N3 与 N1 同位, N3 感生电流通过 D3, R12 给开关管供电, 加速开关管的导通.

2. 储能:

开关导通后, 电源给变压器 T 供能, 并把能量以磁能的形式储存于变压器中.

N1 的极性为上正下负, N2 极性为下正上负, 二极管 D13 反向, N2 无电流通过.

3. 关断:

开关管导通后, 电流经开关管 Q5, R10 到地, 由于 N1 电感的作用, 电流是由小到大上升的, 则电阻 R10 上的电压同样是上小到大上升的, 当电压值上升到一定程度时(约 0. 7V), 三级管 Q6 导通, 将开关管 Q5 的栅极电位迅速被拉低. 此时开关管截止.

4. 放能:

开关管关断后, 由于电感线圈 N1 的储能续流作用. N1 下端电压会上升超出电源电压, 极性变为下正上负, 此时 N2 的感生电动势极性变为上正下负, 二极管 D13 导通给负载供电, 同时给 C26 充电, 变压器的磁能由次极 N2 释放.

5. 再次开通:

当变压器的能量放到一定程度时, N1 下端电压回落到电源电压, 由于电感的续流作用, N1 下端电压会低于电源电压, 即 Cds(开关管漏-源电容)的端电压低于电源电压, 致使电源再次通

过给线圈 N1 给 Cds 充电, 产生向下的电流. 同时, 由于互感作用, N3 开始给 Q5 栅极供电, Q5 再次导电, 电源又给变压器充能, 此时由 C26 放电供给负载能量. 如此反复不断形成震荡, 在开关管漏极形成了如图的电压波形.

6. 稳压:

当输出电压超过 24V 时, 电流通过 D14, R20 使得光电耦合器中的 UA1 发光, UB2 导通, 三极管 Q6 导通, 将开关管 Q5 的栅极电位迅速被拉低, 开关管提前截止, 使得输出保持在 24V, 达到稳压的目的.

第六章 控制电路工作原理

一、控制模块功能作用

1. 给逆变器的电子开关提供控制信号
2. 给电流反馈信号进行放大处理, 并根据反馈, 给定信号调节电子开关控制信号的脉宽.
3. 对保护信号作出反应, 关闭控制信号.

第一节 集成脉宽调制器

一. 脉宽调节器的基本工作原理

脉宽调节器的基本工作原理是一个电压比较器, 在正输入端输入一个三角波, 在负输入端输入一直流电平, 比较后输出一方波信号, 改变负输入端直流电平的大小, 即可改变方波信号的脉宽(如图)

二. SG3525 集成脉宽调制器的工作原理

1. CW3525 集成脉宽调节器的外部引脚配置

2. CW3525 集成脉宽调节器的内部结构框图

3. 各引脚功能:

1. 2 脚: 为误差放大器正反向输入端, 因 3525 内部误差放大器性能不好, 所以在控制模块中没有使用.
- 3 脚: 为同步时钟控制输入端.
- 4 脚: 为振荡输出端
- 5, 6 脚: 为振荡器 C_t , R_t 接入端, $f=1/C_t(0.7R_t+3R_d)$
- 7 脚: 为 C_t 放电端, 改变 R_d 可改变死区时间
- 8 脚: 慢起动, 当 8 脚电压从 0V-5V 时, 脉宽从零到最大.
- 9 脚: 补偿(反馈输入)端, 9 脚的电压决定了输出脉宽大小.
- 10 脚: 关闭端, 当 10 脚电平超过 1V, 脉宽关闭.
- 11, 14 脚: 脉冲输出端, 输出相位相反的两路脉冲.
- 12, 15 脚: 为芯片接地和供电端
- 13 脚: 输出信事情供电端.
- 16 脚: 输出+5V 基准电压

第二节 慢起动与保护控制电路

慢起动与保护控制电路的作用:

1. 慢起动:

如开机瞬间, SG3525 输出的是满宽波形, 则会使变压器饱和产生过流, 为避免变压器饱和, 要

求开机时, SG3525 输出的波形要慢慢展宽, 称为慢起动.

2. 保护控制:

当焊接电源内部出现辅助电源 24V 欠压, 过热, 过压, 过流或器件损坏时, 要及时关闭控制脉冲, 保护焊接电源.

第七章 保护电路的工作原理

一. 保护电路的作用与技术

由于焊机, 切割机的工作环境十分恶劣, 环境对机器安全, 人身安全存在着种种隐患. 为了保证机器, 人身安全便 需要各种保护电路. 并要求保护电路的控制灵敏, 及时, 安全, 可靠.

二. 保护电路工作原理

1. 过压保护: 过压保护是为了避免因人为误接高电压电源等原因造成的电压过高而损坏机器而设置的, 它和预防开机浪涌电流电路结合在一起, 其原理路如图 8. 1

当因误接高压(把 220VAC 输入接到 380VAC 电源)或因其他原因高压加入时, 高压电流顿时把压敏电阻 RT4 击穿(压敏电阻耐压值是根据电路耐压要求而设定的), 形成回路. 高压电流在 RT1 和 RT4 间流过, 较大的电流急剧地把消磁电阻(温敏器件)的温度抬高, 而使消磁电阻的阻值随之迅速上升(其阻温特性见图), 相当于把电路断开, 阻值无穷大. 而且当电压达到一定值(设定值)时, D1, R1, U1A, D4 和 RT2 形成回路, 高压把压敏电阻 RT2 和 D4 击穿形成电流, 电流使 UA 发光, 使得 UB 受光动作, 把场管 Q4 的栅极电位拉低, Q4 截止, 这样, J1B 就不能吸合, 高压电流就只能通过耐高压的 RT1, RT4 回路及 D1, R1, U1A, D4 和 RT2 组成的回路, 而不会损坏后面的电路, 从而保护了电路. 而引保护是可恢复的, 降低了成本, 等电压正常后消磁电阻温度降下, 便又可正常工作. 避免了因过压而损坏的维修, 提高了工作效率.

如果输入了电压正常, 电压经 RT1, RT3, 整流滤波, 输入辅助电源, 使辅助电源工作, 输出 24V 稳压直流电, 24V 直流电使场管 Q4 导通, 从而使 J1A 运作, J1B 吸合, 短路 RT1, RT3, 电源电压直接输入整流桥, 电路正常工作.

2. 过流保护: 过流保护是为了避免因元件损坏, 干扰, 异常等原因引起电流过大对逆变器造成损坏而设置的.

它通过电流互感器时对主回路中的电流进行采样, 一旦电流超过允许值, 控制电路中保护电路动作, 停止主回路的工作, 其原理如图:

电路采用 1: 300 的电流互感器对主回路进行采样(电流互感器是一种电流采样器件, 相当于变压器), 由 $I_1/I_2=n_2/n_1$ 可知, 当主回路中流过 300A 的电流时, 保护电路能采样到 1A 的电流信号, 该信号对控制电路中的电容充电, 并形成压降, 一旦这压降大于保护控制电路中给定的基准电压, 便使保护控制电路动作, 进行封波, 使整个电路停止工作(保护控制详见第六章第三节).

3. 过热保护: 过热保护电路的作用是避免机器因散热不良, 环境温度过高或元器件工作异常而损坏电路.

通常, 把热敏器件(热敏开关)置于主变压器或散热装置上, 一旦主变压器或散热装置温度过高, 热敏器件便动作闭合, 从而使保护控制电路动作, 进行电路保护, 其原理见图:

4. 24V 欠保护: 欠压保护是对辅助电源输出异常而设置的保护, 它对辅助电源的输出值进行检查, 如发现辅助电源输出偏低, 便使电路停止工作.

第八章 氩弧焊机工作原理

一,什么是氩弧焊

氩弧焊即钨极惰性气体保护弧焊,指用工业钨或活性钨作不熔化电极,惰性气体(氩气)作保护的焊接方法,简称 TIG.

二,氩弧焊的起弧方式

氩弧焊的起弧采用高压击穿的起弧方式,先在电极针(钨针)与工件间加以高频高压,击穿氩气,使之导电,然后供给持续的电流,保证电弧稳定.

三,氩弧焊的一般要求

(1)对气体的控制要求:要求气体先来后走,氩气是较易被击穿的惰性气体,先在工件与电极针间充满氩气,有利于起弧;焊接完成后,保持送气,有助于防止工件迅速冷却防止氧化,保证了良好的焊接效果.

(2)电流的手开关控制要求:要求按下手开关时,电流较气延迟,手开关断开(焊接结束后),根据要求延时供气电流先断.

(3)高压的产生与控制要求:氩弧焊机采用高压起弧的方式,则要求起弧时有高压,起弧后高压消失.

(4)干扰的防护要求:氩弧焊的起弧高压中伴有高频,其对整机电路产生严重的干扰,要求电路有很好的干扰能力.

四,氩弧焊机与手弧焊机的工作电路的差别

氩弧焊机与手弧焊机在主回路,辅助电源,驱动电路,保护电路等方面都是相似的.但它在后者的基础上增加了几项控制:1.手开关控制.2.高频高压控制.3.增压起弧控制.另外在输出回路上,氩弧焊机采用负极输出方式,输出负极接电极针,而正极接工件.

五,氩弧焊机的工作原理

氩弧焊机在主回路,辅助电源,驱动电路,保护电路等方面的工作原理是与手工弧焊机是相同的,在柴油再多叙述,而着重介绍氩弧焊机所特有的控制功能及起弧电路功能.

(1)手开关控制

氩弧焊机要求氩气先来后走,而电流则后来先走(相对气而言),这些都是通过手开关控制实现的.

由图知:当焊机主开关合上后,辅助电源工作,给控制电路提供了 24V 直流电,手开关未合上时,24V 直流电通过电阻 R2 使 Q2 导通,CW3525 芯片的 8 脚经过 T 形滤波器(L5, C5 组成,抗干扰用)对地短路,此时,CW3525 处于封波状态,电路无输出;手开关合上时,24V 直流电通过电阻 R4, R8 使 Q1 导通. Q2 基极被拉低而关断,24V 直流电通过电阻 R6, R7 使 Q3 导通继电器 J3A 吸合,使控制气体供给的电磁阀工作,给焊接供气.而 8 脚电位由于缓起启动电阻,电容的作用缓慢增长,经过一定时间,CW3525 开始工作,电路开始输出功率.这样,电流就较气延时供给时间由缓起启动电阻,容值决定.

电磁阀为气体供给控制器件,当断电器 J3A 合上,电磁阀中的电感线圈获得电流,产生磁能,把铁块吸离气管管口,气体通过电磁阀供经焊接.

手开关控制电路中,电感线圈 L1-L4 及 C1, C2 起到防止干扰而使手开关误导通的作用.

1.手开关合上时,由于 Q3 导通继电器 J3A 吸合,电磁阀打开供气.辅助电源向电容 C17 充电.

而由于热敏电阻 RT4, RT5 的限流, 使得手开关不至于因电流过大而损坏.

2. 焊接结束, 手开关断开后, Q2 导通, CW3525 的 8 脚电位被拉低, 电路停止输出, 而 C17 上仍充有电能, 它通过 R6, R7 放电供给 Q3 导通, 保持电磁阀导通延时供气, 实现了焊接对电流, 气体的控制要求.

(2) 高频, 高压电流的产生与控制

A. 产生: 氩弧焊机的起弧需要高压, 为了能在手弧焊机的基础上产生高压并送到输出回路, 采用了如图的电路.

B. 工作原理:

1) 升压变压器, 图中变压器为 24: 70, 将 307 电压升高约 3 倍.

2) 采用 4 位压整流电路, 如图(C11-C14, D11-D14)来产生高压

①当升压变压器 T1 初级流过一个正脉冲电流时(电压值为 U), N2 产生一上正下负(正向)的感应电动势, 并给电容 C14 充电, 使电容 C4 的端电压也为 U 且由于线圈续流和 D14 的作用, 在主变中无电流流过时, C14 也不能放电; ②升压变压器流过一个等值的负脉冲电流时, 在 N2 产生一上负下正的感应电动势(值为 U), 给 C11 充电, 使得 C11 上的压降 $VC11=VC14+U$ 感应=2V. ③升压变压器 T1 再流过一个正脉冲电流时, N2 上又产生上正下负的感应电动势, 这时, 电容 C13 充电, 端电压 $VC13=VC11+U$ 感应- $VC14=2V$; ④升压变压器的电流方向再次改变, 使得 N2 上的感应电动势方向为上负下正, 这时, 电容 C12 得到电能, 且 $VC12=VC13+VC14-VC11=2V$, 这样, 在 A, B 间便形成了 4U 的压降.

C. 高频振荡发生器(由 L3, C5, 放电嘴组成)

①A, B 两点的压降达到 4V(V 为逆变器输出电压, 约 1KV), 给电容 C15 充电.

②放电嘴因高压击穿放电, 此时, 相当于短路 L3, C15.

③L3, C15 产生高频振荡, $f=L/2\pi\sqrt{LC}$

④由于输出能量的不断补充, 使得每隔一定时间, L3, C15 便产生高频振荡电流, 并通过 T4 次级输出到输出. 由于 T4 上要通过高频高压的电流, 其技术参数要求严格, 它的质量是起弧难易, 焊接效果的决定性因素.

(3) 控制

输出回中各有高频高压电流后, 保证了起弧, 可如果防护不当, 高频高压电流便会反向击穿二次整流中的整流管, 甚至损坏主变 T1 初级线圈联接的电路, 而且, 高频高压只是在起弧时使用, 起弧后, 便不再需要, 所能源工业, 需适时断开高频高压发生器, 其控制电路如图:

①防干扰控制: 在输出端的正负极间接有压敏电阻与电容, 其对于高频高压电流来说明相当于短路同时, 正负端都接有抗高频的电感线圈, 这样, 就控制了高频高压电流反窜到二次整流的电路中, 只在输出端形成回路. 同时, 接在正极与机壳间的电阻(压敏)和电容也能有效地防止高频电流及其它干扰.

②高频高压电流的产生与关断控制: 高频高压电流的产生与关断都由继电器 J 控制, 手开关全上时, 把 S2 合上, 这时, 电路工作, 输出约 56V 的直流电压, 它使继电器引起, 输出回路便出现大电流, 流经电抗器(电感线圈); 由于电感的续流作用, 能使电抗器正端电压降到很低的电位(甚至为负值), 这时, 继电器被可靠地断开, 高频高压发生器停止工作, 完成了对高频高压电流的控制.

(4)增压起弧控制

为了保护轻易起弧, 提供焊接质量, 氩弧焊机还在输出端增设了一个增压起弧的装置, 其利用高频高压发生器的变压器的另一组次边作为增压变压器, 使得高频高压发生器工作时, 也同时抬高了输出端的电压, 保证起弧, 起弧后, 增压装置也随着高频高压电流发生器一起被断开.

第九章 空气等离子切割机

第一节 空气等离子切割机工作原理

一、等离子弧的产生与特点

通常把电弧密度为自然条件下的电弧密度(未经压缩)的电弧称为自由弧;自由弧的导电气体没有完全电离,电弧的温度在 6000℃-8000℃之间.而在气压,电压和磁场的作用下,柱状的自由弧(柱截面积正比于功率)可以压缩成等离子弧,等离子弧的导电截面小能量集中.弧柱中气体几乎可全部达到离子状态.电弧温度可高达 15000℃-30000℃.能使金属等物体迅速熔化.

二、等离子切割的原理与应用

切割,一般指的是金属的切割,等离子弧切割是利用极细而高温的等离子弧,使局部金属迅速熔化,再用气流把熔化的金属吹走的切割方法.等离子弧切割由于切割效率高,损耗低,适用范围广等优点已广泛应用于各类工程建设,制造等行业.

三、等离子弧切割电源与氩弧焊电源技术参数比较

四、等离子切割机工作技术参数

五、等离子切割与气体切割比较

第二节 等离子切割的起弧方式

一、接触起弧与转移起弧

等离子弧切割一般有两种起弧方式:

1. 接触式:即把与极针绝缘的喷嘴贴在工件(联接切割电源正端)上,然后把高频高压电流加到联接电源负端的电极针(钨针),使极针喷出电弧,电弧在电压,气压,磁场作用下形成等离子弧,通过大电流维持等离子弧稳定燃烧.然后稍抬高喷嘴(避免炽热的工件损坏喷嘴),开始切割.其过程简图如下:

这种切割方式多适用于小电流(小功率的切割机)

2. 转移弧式(维弧式):即把电源正端通过一定的电阻和继电器顺路开关连接到喷嘴上,使得极针与喷嘴间形成电弧(由于有电阻限流,电弧较小),然后把喷嘴靠近直接联接电源正端的工件上,极针与工件间便形成能量更大的电弧,电弧被压缩后形成等离子弧,而喷嘴与电源正端的联接被断开,开始切割.

转移弧式切割方式可以避免电弧在气压的作用下偏离喷嘴中心而损坏喷嘴.此种方式适用于大功率切割机.

二. 转移起弧控制电路原理

转移弧式切割方式要求先在极针上喷嘴间产生小电弧,然后靠近工件产生等离子弧,通以大电流维持电弧稳定后断开用于起的高频高压电流以及小电弧,其控制电路原理如图:

工作原理:

维弧电路的控制继电器(J2A)与高频高压电流产生控制继电器(J1A)并联,这样,手开关合上时(S1 合上),由于输出电压的作用使得 J1, J2 同时动作, J1A, J2A 吸合,高频高压电流产生器工作,把高频高压电流加到了电极针上,而 J2A 吸合使得喷嘴经过电阻 PTC, R3, R4 联接到了电源输出正端,于是,钨针与喷嘴间形成电弧,由于 PTC, R4, R5 的限流,此电弧较小,温度低,且由于有 C2 对高频短路,电抗器及主变压器交级的高频阻碍,用于起弧的高频高压电流不能反窜到二次整流(D1, D2)电路.

钨针与喷嘴起弧后,电流很小,不能使继电器两端的压降降低到使继电器断开,于是,小弧一直都维持着.

切割时,把喷嘴(极针)靠近直接联接到电源输出正端的工件上,由于高压及小弧的作用,使得极针(钨针)与工件间形成大电弧(能量大),使得输出电流变大,电流变大后维持电弧(大弧)的稳定燃烧,由于电感(电抗器)的续流作用,使继电器 J1, J2 都断开(具体控制过程参看第八章 高频高压电流控制),此时,高频高压电流断开.钨针与喷嘴间的小电弧也消失.

切割机使用的是等离子弧,等离子弧的产生是电压,气压,磁场的共同作用,所以,切割机的输出要求要有较高的电压(一般为 100-180V)而电流较小(一般为 30A-160A).

这样,相对于焊机,切割机的技术参数有所改变:

- a) 主变压器匝数比变小,轻得到较高的输出电压.
- b) 慢(缓)起动时间长变长,以保证气体的供给与气压;
- c) 反馈增益变小,反馈运放增益由开环增益变为闭环增益;
- d) 占空比较大(90%以上),以得到较高的输出电压.
- e) 电抗器阻抗变大,以防高频干扰并保证控制继电器可靠的关断.

第三节 CT 三用机系列

一, 原理模型

1. 手弧焊, 氩弧焊、切割三用一体机的设计与实现:

为了适应大工程建设,特殊环境(窄或交通不便等)的需求,公司首创把手弧焊、氩弧焊、切割三种用途的焊接(切割)电源合为一体,组装成三用一体机.

由能上能下的介绍知道,氩弧焊和手弧焊的区别除了焊枪及气瓶的有无之外,内部电路中,前者多了高频高压电流的产生、控制电路、增压起弧电路、高频防护等,而这些,都在手开关的控制之下,于是,在手弧焊机的基础上很容易实现氩弧焊,只需改变主变压器初次级匝数比,添加手开关及各种电路并把控制电路置于手开关的控制之下即可.使用时更换焊枪,添加气瓶便行.

而切割机与氩弧焊机的主要区别在于输出电压、输出电流的变化,切割机输出电压高、输出电流低,但如果同时使用两个或两个以上的焊接电源,通过并联和串联的转换,便可方便地实现输出电压、电流的变换.原理如图:

二、转换电路

由图中可知, 只要对几组电源的联接关系进行适当的调整, 即可改变输出电压、电流的值, 从而适应不同的需要. 氩弧焊机与切割机的转换也是基于这样的原理, 当电源并联时, 输出电压低、电流大, 此时, 作为氩弧焊机的状态; 串联时, 电压高, 电流小, 为切割状态。通常, 在实际电路中, 电源输出电压、电流的变换是通过改变主变压器几组次边的联接关系而实现的。

第十章 二氧化碳气体保护焊机工作原理

第一节 二氧化碳气体保护焊机的特点与一般要求

一、二氧化碳气体保护焊机的一般结构图

二氧化碳气体保护焊即熔化极惰性气体保护焊,指用金属熔化极作电极,惰性气体 CO₂ 作焊接方法,简称 MIG。

相对于其它弧焊机, MIG 焊机添加了送丝结构及相应的送丝控制电路,在焊接过程中实现了半自动化,不但提高了效率,也减少了损耗。焊接过程中使用廉价的 CO₂ 气体作保护,便得起弧容易,焊接成本低而效果好。而且,送丝速度,输出电压可调节,可使两者达到良好匹配,提高了焊接质量,适用于各类焊接。

MIG 的送丝方式一般有三种:推丝式,拉丝式,推拉结合式,不同的送丝方式对送丝的软管要求各不相同。对于推丝式送丝软管一般在 2.5 米左右,而推拉结合式的送丝软管可达 15 米,为了保证送丝稳定,相应的送丝电机和送丝控制电路都要求严格。

二、MIG 焊的特点

1. 工作效率高: CO₂ 的电弧穿透力强,熔深池大,焊丝熔化效率高,熔敷速度快,工作效率比手工弧焊高 1-3 倍。
2. 焊接成本低: CO₂ 气体是工厂的副产品,来源广、价格低。其成本只有埋弧焊和手工焊的 40%-50%左右。
3. 能耗低: 相同条件下, MIG 焊与手工弧焊相比,前者消耗的电能约为后者的 40%-70%。
4. 适用范围广: MIG 焊能焊接任何位置,薄板可焊致电 1mm,最厚几乎不受限制。而且焊接薄板时,较氩气焊速度快,变形小。
5. 抗锈能力强: 焊缝含氧量低,抗裂性好。
6. 焊后无需清查,因是阴弧,便于监视和控制,便于实现自动化。

三、MIG 焊机的一般要求

1、MIG 焊机的焊接过程

- ①起始时,焊丝由送丝机送出,接触工件;
- ②焊丝与工件短路,产生大电流,使得焊丝顶端熔化;
- ③焊丝与工件间形成电弧;
- ④焊丝送出,电弧变短;
- ⑤焊丝再次接触工件。如此周而复始。

2、MIG 焊机的一般要求

在焊接过程中,电弧不断地燃弧,短路,重新引弧,燃弧如此周而复始,从而使得弧焊电源经常在负载短路,空载三态间转换,因此,要获得良好的引弧,燃弧和熔滴过渡状态,必须对电源的动特性提出如下要求:

- ①焊接电压可调,以适应不同焊接需求;
- ②最大电流限制,即有截流功能,避免因短路,干扰而引起的大电流损坏机器,而电流正常后,又能正常工作;
- ③适合的电流上升、下降速度,以保证电源负载状态变化,而不影响电源稳定和焊接质量;
- ④满足送丝电机的供电需求;
- ⑤平衡可调的送丝速度,以满足不同焊接需求,保证焊接质量;
- ⑥满足其它焊接要求,如手工开关控制,焊接电流、电压显示,2T/4T 功能,反烧时间调节,焊丝选择,完善的指示与保护系统等等。

3、MIG 焊电源的外特性曲线

由于 MIG 焊接电源的负载状态不断地在负载、短路、空载三态间转换(其输出电压, 电流特性曲线如图), 为了得到适宜的输出和良好的焊接效果, 采用了具有下图的外特性的焊接电源.

采用恒速送丝配合如图的平台型外特性电源的控制系统, 有以下优点:

- ①弧长变化时引起较大的电流变化, 因而电弧自调节作用强, 而且短路电流大, 引弧容易;
- ②可对焊接电压和焊接电流单独加以调节. 通过改变占空比调节电压, 改变送丝速度来调节电流, 两者间相互影响小;
- ③焊接电压基本不受焊丝伸出长度变化的影响;
- ④有利于防止焊丝回烧和粘丝。因为电弧回烧时, 随着电弧拉长, 电弧电流很快减小, 使得电弧在来回烧到导电嘴前已熄灭, 焊丝粘丝时, 平台型电源足够大的短路电流使粘拉处爆开, 从而可避免粘丝.

第二节 MIG 焊机控制板电路工作原理

一、他激式辅助电源工作原理

1、3843 集成脉宽调制器工作原理:

通常采用脉宽调制器调节脉宽, 以达到调节输出电压的目的; 反之, 通过反馈的方式, 可以把对输出电压的采样信号反馈到脉宽, 调制器中, 利用脉宽调制器的特性控制开关电源的开关, 从而达到稳定输出的脉宽. 3843 集成脉宽调制器是一种单端输出电路控制型电路, 其内部结构框图如图:

工作原理:

①供电: 电源由 7 脚输入, 在施密特触发器的控制下, 电源电压大于 16V 时, 芯片工作时振荡, 低于 10V 时关闭. 6V 的启动, 关闭的差值电压可有效防止电路在阈值电压附近工作时振荡. 输入端设置了一个 34V 的齐纳稳压管, 保证其内部电路绝对在 34V 以下工作, 防止高压损坏. 通常, 从高压输入端用电阻分压后供给 7 脚.

②振荡信号的产生: 其振荡器的工作频率由 4 脚外接的电阻、电容值决定, 由 8 脚供给振荡的电源. 通常, 在 4 脚与地间接电容, 4 脚与 8 脚间接电阻, 其振荡频率 $f = 1/T = 1/(tc + td)$ (tc 、 td 分别为电容充放电时间)

③输出控制: 输出信号的控制由误差放大器, 电流比较器, 锁存器完成. 分述如下:

误差放大器: 其同相输入端接内部 +2.5V 基准电压, 反相输入端接受外控制信号. 输出端通常接补偿 R、C 回路, R、C 回路接到反相输入端, 以控制放大器闭环增益, 并起到稳定的作用.

电流比较器: 用于电流感应和限制, 防止过大电流损坏外部电路, 通常, 在 3 脚处接一采样信号(可通过电阻接地把外部电路电流转为电压信号), 其与误差放大器的输出电压经两个二极管降压后所得的电压进行比较.

锁存器: 加入锁存器可以保证输出端在每一振荡周期内仅出现一个单控制脉冲, 防止了哭声干扰和开关管的超功耗.

由图可知, 当电流比较器输出高电平时, 锁存器复位, 关闭输出(与非门输出低电平、三极管截止), 至下一个时钟脉冲中又将锁存器位置, 输出开启(高电平).

④脉宽调制: 3843 脉宽调制器的 6 脚外接开关器件, 当开关器件流过的电流改变(因负载变化)

时, 3 脚所采样到的电压信号也随之改变, 通过电流比较器, 就能改变输出脉冲宽度, 从而调节开关管导通时间, 即占空比.

2、他激式开关电源工作原理:

下图为他激式开关电源原理图:

工作原理:

(1)充能: 主电源开关闭合后, 电源经变压器 T 的初级线圈 N1 供电给功率开关管 Q1 的漏极, 同时, UC3843 集成 PWM 的 7 脚也获得电源电压经分压后(R1, R2, R3 分压), 大于 16V 的电压, 芯片工作, 6 脚输出幅值为 12V 的脉冲, 使得开关管 Q1 导通. 此时, 电源给 N1 充电, 电能转化为磁能储存于变压器中.

(2)开关管断开: 3843 的 6 脚输出脉冲的频率由内部电路的振荡频率(由 C6 和 R8 决定), 经一定时间, 第一个高电平结束, 转为输出低电平, 使开关管截止.

(3)放能: 开关管 Q1 截止, 由于电压(线圈 N1)的续流作用, N1 继续给电容 C8 和 Q1 的漏电容 c_{ds} 充电. 此时, 在 N1 上的电压方向为上负下正, 而 N2 上的感应电动势方向为上正下负, 二极管 D4 导通, 给负载供电并向 C10 充电. 由于稳压管 D5 的稳压钳住作用, 使得 N1、N2 上的电压不会太高, 而 N1 上的电压也不会因电感特性(续流)而产生尖峰而损坏电路.

(4)振荡: 变压器初有线圈在向负载供电的同时也给电容 C8, c_{ds} 充电. 当电容两端的电压大于 N1 上的电压时, 电容反向向电感供电, 能量由电容向电感和电源转移, 等到两者的端电压的大小再发生变化时, 电感向电容如此反复, 形成正弦振荡(阻尼振荡). 而且, 每当电容向电感充电时, N1 线圈都通过 N2 向负载从并各电容 C10 充电.

(5)稳压输出: 在 N1 向 N2 供能时, 负载从变压器中得到能量, 当 N2 上的感应电动势反向(上负下正)进, 电容 C10 向负载供电, 从而, 在负载上得到稳定的电压供给.

(6)开关管导通, 再次充能: 在 3843 的脉冲控制下, 开关管 Q1 再次导通, 恢复到初始状态. 如此周而复始, 负载得到持续的稳定的能量供给.

(7)稳压: 当负载变化时, 辅助电源(他激式开关电源)的输出电压、电流都将发生变化. 此时, 3843 芯片 2 脚采样到的电压信号(通过 N1 和 N3 采样)以及 3 脚的电平值(输出电流反映到 N1 上的电流在 R12 而形成的压降)也随之改变, 从而, 3843 内部的电流比较器输出值也发生改变, 由此而改变了 6 脚的输出脉宽. 例如: 当负载变大时, 电流变小, 使得 3843 内部的电流比较器输出低电平, 使锁存器锁存, 降低占空比, 开关关断时间长, 使得振荡次数加大, 负载获得的能量变大, 保证了负载的需求.

(8)过压、过流保护: 如果输入电压过高, 在开磁导通时, 在 N2 上感应到的感应电动势过高, 使得 D6(27V)稳压管被击穿, 光耦 U2 动作, 触发可控硅 VS, 可控硅阴阳两极导能, 拉低 3843 的 7 脚电位, 芯片停止工作. 如果因漏感作用干扰或不正常输入使得开关管漏源电流过大, 此时, 在 R12 上形成的压降也变大, 3843 内部的电流比较器的同相输入端(3 脚)电位变高, 当大于 1V 时, 电流比较器输出翻转, 变为高电平, 使得锁存器锁住, 芯片输出低电平, 关闭开关管, 从而保护了功率开关管.

(9)辅助电路: 线圈 N3 及 D2, D2, R5 组成一个滤波电路, 吸收因电感作用而产生的电流尖峰(当

N1 电流方向改变时,由于电感续流和漏感的作用,会产生尖峰)避免开关管造成误动作,D1,C1 及 R4 组成的电路也具有同样的功效.

线圈 N4,D7,D8,R15,R16 组成的电路具有电网补偿的作用.接上一定的控制电路,可以控制因电网波动而引起辅助电源的输出值.其输出与整机电路的给定值叠加,通过反馈的形式,可以控制输出值,从而避免因输入波动而改变电流的输出值.

在输出端接有 7812 集成稳压器件,可以轻易得到 Q2 的直流稳压电,以满足不同负载的需求.

(10)特征波形:当负载变化时,3843 的输出脉冲的脉宽,电流比较器的同相输入信号,开关管漏极波形都随着改变,反应了电路对输出变化的应变能力和调整能力.

当负载变化大时,脉冲变窄,开关管的导通时间变短,则线圈 N1 与电容 C8,cds 间的振荡次数变多,这样,负载获得能量补充的次数也变多,一周期内获得能量变大.当负载变大时,脉冲变宽,开关管导通野变长,线圈 N1 所获得的能量虽然加大,但其供给负载的变小.这样,在负载的输入端,就能得到稳定的电压供给.而且,开关管的控制脉冲的脉宽与输出的波动有良好的线性关系,所以,电路对负载的反应灵敏,线性调整好.

此种辅助电源因输出电流较大,功率大,适用于大功率的机器.

第三节 送丝机构

一、送丝控制功能的一般要求

MIG 焊机采用自动送丝的焊接方式,其要求:

- 1、焊丝的送出速度可调,以满足不同的环境、人为要求.
- 2、送丝速度平稳,以达到良好的焊接效果.
- 3、尽可能短的送丝停止时间,即急刹车功能

另外,送丝控制与开关控制是同步的,为了方便控制,在送丝板电路中,包含了手开关控制电路,MIG 焊机要求手开关具有:

- ①灵敏的送丝起动、刹车控制;
- ②适宜的输出电流延时、封波控制;
- ③灵敏、可靠、适宜的通断气体控制.

二、送丝机构的控制电路工作原理

1、TL494 脉宽调制器(PWM)工作原理

与其它控制电路相似,为了满足良好焊接对送丝的要求,送丝机构控制电路也采用了调节脉宽输出(送丝速度)并输出反馈而稳定输出的方式.MIG 焊机的送丝控制电路采用 TL494PWM 作为主控制器件,其内部结构框如图:

工作原理:

- ①振荡信号产生:TL494 中有一振荡器,其振荡信号由电容器件产生,其振荡频率由外接的电容的充放电决定, $f=1/(t_c+t_d)$ (t_c 、 t_d 分别为电容充放电时间)。
- ②脉宽控制:与 CW3525 类似,通过改变基准电压的方式改变运放输出脉宽.即把振荡信号(锯齿波)由反相输入端送入 PWM 比较器(运放),可调(控制)的基准电压由 PWM 比较器的同相输入端输入.只需改变上电路的给定值,即可调节基准电压,从而调节脉宽.
- ③死区时间控制:TL494 较 CW3525 更优秀的一点在于增添了一个死区比较器,它可以控制两路输出脉冲之间的死区时间,以满足不同开关的需求.它与 PWM 比较器的输出(都为脉冲信号)作为数字与门的两个输入信号,只要有一比较器输出低电平,即中锁住锁存器输出,而死区时

间比较器与 PWM 比较器的输出状态都受到振荡信号和基准电压和控制, 这样, 改变死区比较器某一输入端的值, 即可改变其与另一输入端的输入值之间的关系(大于、等于或小于), 从而改变死区时间比较器的输出状态。通常, 在死区时间比较器的同相输入端(TL494 的 4 脚)外接电阻, 以外电路电流在该电阻上形成的压降作为比较器的同相输入, 即以之控制死区时间, 这样, 改变外接电阻的值即可改变死区时间。另外, 它还可以设计成电源软起动控制及不死保护控制电路等。

④输出稳定控制: 调节输出脉宽可通过改变 PWM 比较器的同相输入端(3 脚)的值来实现, 但由于电网波动, 负载变化等因素, 会导致输出电压, 电流变化。于是为稳定输出, TL494 通过运放对输出回路进行采样, 采样的值与设定的稳定的一个基准电压比较(运放映机的输出), 比较后的值叠回在给定值上, 从而控制输出脉宽, 由于这样的采样控制是一个负反馈过程, 能适当改变脉宽, 使得输出稳定。另外, 双运放比较输出形成还能完成过电流保护等功能。

⑤输出方式控制: 输出方式由 13 脚的电平值决定。当该端为高电平时, 两路输出分别由触发器的 Q 和 G 端控制, 形成双端输出方式, 当 13 脚为低电平时, 触发器失去作用, 两路输出同时同 PWM 比较器后的或门输出控制, 同步地工作, 两路并联输出, 两路并联输出时, 输出驱动电流较大。

2. 手开关控制电路工作原理

下图是 MIG 焊机手开关控制原理图, 它完成手开关通断控制, 2T、4T 转换, 电磁阀的通断控制等功能。

①手开关的开通与关断状态

当手开关合上时, UB 的反相输入端电位变低($V=12/51+5.1+1+1*(5.1+1+1)\approx 1.45V$)低于 4V 时, UB 输出高电平(12V), 使电压跟随器 UA 也输出高电平。

当手开关打开时, 12V 直流电直接加到 UB 的反相输入端, 使 UB 的输出变为低电平, 同时, UB 也输出低电平(零电位)。

另外, 在手开关处对电源接有两个二极管(D1、D2), 是为了防止手开关抖动而产生误导而设置的。由于焊接工人或其它原因, 手开关产生抖动时, 接触触点后又马上断开, 这时, 触点上便产生很大的电压, 使得二极管导通, 而不致于使 UB 因高电压损坏或因手开关抖动而改变输出状态。

②2T、4T 转换控制

由图中可看出, 当 2T/4T 开关打到 2T 时, 12V 电源加到 D 触发器的复位端(R), 使得 D 触发器复位, 不工作, 输出零电平。同时, 使电压跟随器 UD 输出零电平。即手开关合上时, 电磁阀控制电路(Q1、R13、C2、Q2 等组成)有输入信号, 而手开关打开时, 无输入信号, 即 2T 功能。

第三节 送丝机构

一、送丝控制功能的一般要求

MIG 焊机采用自动送丝的焊接方式, 其要求:

1. 焊丝的送出速度可调, 以满足不同的环境, 人为要求;
2. 送丝速度平稳, 以达到良好的焊接效果;
3. 尽可有短的送丝停止时间, 即急刹车功能。

另外, 送丝控制与开关控制是同步的, 为了方便控制, 在送丝板电路中, 包含了手开关控制电路, MIG 焊机要求手开关具有:

①灵敏的送丝起动, 刹车控制

②适宜的输出电流延时,封波控制

③灵敏,可靠,适宜的通断气体控制.

二,送丝机构控制电路工作原理

1. TL494 脉宽调制器(PWM)工作原理

与其它控制电路相似,为了满足良好焊接对送丝的要求,送丝机构控制电路也采用了调节脉宽输出(送丝速度)并输出反馈而稳定输出的方式. MIG 焊机的送丝控制电路采用 TL494PWM 作为主控制器件,其内部结构框图如下图:

工作原理:

①振荡信号产生: TL494 中有一振荡器,其振荡信号由电容产生,其振荡频率由外接的电容的充放电决定, $f=1/(t_c+t_d)$ (t_c 、 t_d 分别为电容充放电时间).

②脉宽控制: 与 CW3525 类似,通过改变基准电压的方式改变运放输出脉宽. 即把振荡信号(锯齿波)由反相输入端送入 PWM 比较器(运放),可调(控制)的基准电压由 PWM 比较器的同相输入端输入. 只需改变外电路的给定值,即可调节基准电压,从而调节脉宽.

③死区时间控制: TL494 较 CW3525 更优秀的一点在于增添了一个死区比较器,它可以控制两路输出脉冲之间的死区时间,以满足不同开关的需求. 它与 PWM 比较器的输出(都为脉冲信号)作为数字与门的两个输入信号,只要有一比较器输出低电平,即中锁住锁存器输出,而死区时间比较器与 PWM 比较器的输出状态都受到振荡信号和基准电压的控制,这样,改变死区比较器某一输入端的值,即可改变其与另一输入端的输入值之间的关系(大于,等于或小于),从而改变死区时间比较器的输出状态. 通常,在死区时间比较的同相输入端(TL494 的 4 脚)外接电阻,以外电路电流在该电阻上形成的压降作为比较器的同相输入,即以之控制死区时间,这样,改变外接电.

当 2T/4T 开关打到 4T 时,触发器正常作. 手开关合上时, UB 输出状态由低电平转为高电平,使得 D 触发器触发,输出高电平,手开关打开, UB 的输出状态由高电平(1)墨迹为低电平(0),但 D 触发器是在脉冲的上升沿触发点,此时 D 触发器输出状态保护高电平. 而 Q 为低电平, D 为高电平. 当手开关再次按下时,时钟脉冲由低(0),变高(1), D 触发器触发,而 D 输入端为高电平,由 $Q_{n+1}=D_n$ 可知,输出仍为高电平.

③电磁阀的开关控制:

电磁阀的开关控制电路由 Q1, R13, C2, Q2 组成,当手开关控制电路输出高电平信号时,使得 Q1 导通,给电容 C2 充电,使开关管 Q2 的栅极电位升高而导通, 24V 直流电压使得电磁阀动作,让气体通过.

当手开关打开后,手开关控制电路无输出(输出低电平),使得 Q1 截止,但于电容 C2 的储能作用, Q2 仍然导通,电容 C2 通过 R13 缓慢放电,当电容 C2 的端电压降到一定程度时,电磁阀关闭,停止供气,实现气体的延时,保证焊接质量,其延时时间取决于电容 C2 与电阻 R13 的值的大小.

④反烧时间控制电路:

其作用是使焊机有一个适当的通电延时,使焊机在手开关断开后,仍保持供电,避免焊丝在送丝机的惯性作用下送出而扎到熔池里或在焊丝端头结成金属球,影响下次焊接.

其原理是调节使电流延时适当的时间,使得在送丝机惯性作用下送出的焊丝完好地熔化

到焊缝里。

因为反烧是在手开关的控制之下。当手开关关断时, Q1 截止, 而 Q2 导通, 电容 C2 放电, 使得 RW1 的非可变端(稳压管的负端)电位上升, 当上升到超过 5.1V 时, Q3 导通, 从而使得 Q3 集电极位变低, 通过控制电路, 使得控制芯片 3525 8 脚的电位被拉低, 停止输出(封波)。由于电容 C2 和 RW1 的关系电位器非可变端的电位缓慢上升, 使得手开关关断时, 使得芯片 3525 并非马上封波而停止主电路输出, 而是经过一定的时间, 该时间由 C2 及 RW 的值决定, 这样, 调节 RW 的值即可调节电流延时时间, 即反烧时间。

第十一章 IGBT 系列焊机工作原理

一、功率开关管的比较

常用的功率开关有晶闸管, IGBT, 场效应管等. 其中, 晶闸管(可控硅)的开关频率最低约 1000 次/秒左右, 一般不适用于高频工作的开关电路.

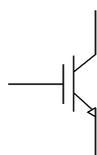
1. 效应管的特点:

场效应管的突出优点在于其极高的开关频率, 其每秒钟可开关 50 万次以上, 耐压一般在 500V 以上, 耐温 150°C(管芯), 而且导通电阻, 管子损耗低, 是理想的开关器件, 尤其适合在高频电路中作开关器件使用.

但是场效应管的工作电流较小, 高的约 20A 低的一般在 9A 左右, 限制了电路中的最大电流, 而且由于场效应管的封装形式, 使得其引脚的爬电距离(导体到另一导体间的表面距离)较小, 在环境高压下容易被击穿, 使得引脚间导电而损坏机器或危害人身安全.

2. IGBT 的特点

IGBT 即双极型绝缘效应管, 符号及等效电路图如下, 其开关频率在 20KHZ-30KHZ 之间. 但它可以通过大电流(100A 以上), 而且由于外封装引脚间距大, 爬电距离大, 能抵御环境高压的影响, 安全可靠.



二、场效应管逆变焊机的特点

由于场效应管的突出优点, 用场效应管作逆变器的开关器件时, 可以把开关频率设计得很高, 以提高转换效率和节省成本, 使用高频率变压器以减小焊机的体积, 使焊机向小型化, 微型化方便使用. 高频变压器与低频变压器的比较见第三章<逆变弧焊电源整机方框图>.

但无论弧焊机还是切割机, 它们的工作电流都很大. 使用一个场效应管满足不了焊机对电流的需求, 一般采用多只并联的形式来提高焊机电源的输出电流. 这样既增加了成本, 又降低了电路的稳定性和可靠性.

三、IGBT 焊机的特点

IGBT 焊机指的是使用 IGBT 为逆变器开关器件的弧焊机. 由于 IGBT 物开关频率较低, 电流大, 焊机使用的主变压器, 滤波, 储能电容, 电抗器等电子器件都较场效应管焊机有很大不同, 不但体积增大, 各类技术参数也改变了.

四、IGBT 焊机工作原理

1. 半桥逆变电路工作原理如下图

工作原理:

- ①t1 时间: 开关 K1 导通, K2 截止, 电流方向如图中①, 电源给主变 T 供电, 并给电容 C2 充电.
- ②t2 时间: 开关 K1, K2 都截止, 负载无电流通过(死区).
- ③t3 时间: 开关 K1 截止, K2 导通, 电容 C2 向负载放电.
- ④t4 时间: 开关 K1, K2 均截止, 又形成死区. 如此反复在负载上就得到了如图的电流, 实现了逆变的目的.

2. IGBT 焊机的工作原理

①电源供给

和场效应管作逆变开关的焊机一样, 焊机电源由市电供给, 经整流, 滤波后从给逆变器.

②逆变

由于 IGBT 的工作电流大, 可采用半桥逆变式的形式, 以 IGBT 作为开关, 其开通与关闭由驱动信号控制.

③驱动信号的产生

驱动信号仍然采用处理脉宽调制器输出信号的形式. 使得两路驱动信号的相位错开(有死区), 以防止两个开关管同时导通而产生过大电流损坏开关管. 驱动信号的中点同样下沉一定幅度, 以防干扰使开关管误导通.

④保护电路

IGBT 焊机也设置了过流, 过压, 过热保护等, 有些机型也有截流, 以保证焊机及人身安全, 其工作原理与场效应管焊机相似.

