

# 焊接新技术新工艺 实用指导手册

技术资料·方法设备·材料·结构·计算·  
检验与质量管理

主 编：王文其

HANJIE XINJISHU XINGONGYI SHIYONG ZHIDAO SHOUCHE

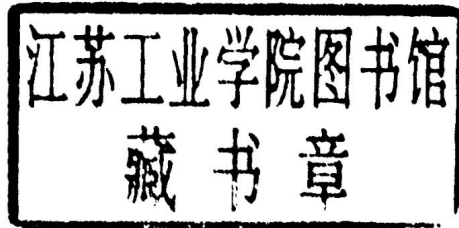
黑龙江文化电子音像出版社

# 焊接新技术新工艺实用 指导手册

——技术资料·方法设备·材料·结构·计算·  
检验与质量管理

主编 王文其

✻ 二卷 ✻



黑龙江文化电子音像出版社



# 目 录



## 第 二 卷

### 第三篇 电弧焊方法及设备

第四章 钨极氩弧焊 .....	(449)
第一节 概述 .....	(449)
第二节 TIG 焊的极性、阴极清洗作用和直流分量 .....	(453)
第三节 钨极氩弧(TIG)焊机 .....	(455)
第四节 焊接材料 .....	(468)
第五节 焊接工艺与技术 .....	(472)
第六节 特殊 TIG 焊接技术 .....	(487)
第七节 典型应用 .....	(493)
第八节 工艺缺陷、产生原因及防止措施 .....	(497)
第九节 安全技术 .....	(499)
第五章 熔化极气体保护焊 .....	(500)
第一节 概述 .....	(500)
第二节 保护气体 .....	(503)
第三节 焊丝 .....	(506)
第四节 焊丝的熔滴过渡 .....	(507)
第五节 熔化极气体保护电弧焊设备 .....	(510)
第六节 MIG 焊接工艺 .....	(521)
第六节 MAG 焊接工艺 .....	(534)
第八节 CO <sub>2</sub> 气体保护焊 .....	(537)
第九节 药芯焊丝气体保护电弧焊 .....	(556)
第十节 熔化极脉冲气体保护电弧焊 .....	(563)





第十一节 窄间隙熔化极气体保护电弧焊 .....	(568)
第十二节 CO <sub>2</sub> 电弧点焊 .....	(573)
第十三节 立焊 .....	(575)
<b>第六章 等离子弧焊 .....</b>	<b>(582)</b>
第一节 概述 .....	(582)
第二节 等离子弧焊的工艺特点与适用范围 .....	(585)
第三节 等离子弧焊的分类 .....	(587)
第四节 等离子弧焊设备 .....	(588)
第五节 等离子弧焊接的双弧问题 .....	(597)
第六节 等离子弧焊工艺 .....	(598)
第七节 等离子弧焊常见缺陷及其产生原因 .....	(608)
<b>第七章 螺柱焊 .....</b>	<b>(610)</b>
第一节 概述 .....	(610)
第二节 电弧螺柱焊 .....	(610)
第三节 电容放电螺柱焊 .....	(617)
第四节 螺柱焊方法的选择与应用 .....	(623)

## 第四篇 电阻焊方法及设备

<b>第一章 电阻焊基础 .....</b>	<b>(629)</b>
第一节 电阻焊概述 .....	(629)
第二节 焊接的热量及其影响因素 .....	(632)
第三节 热平衡及温度分布 .....	(637)
第四节 焊接循环 .....	(639)
第五节 金属材料电阻焊的焊接性及其影响因素 .....	(641)
<b>第二章 电阻焊设备 .....</b>	<b>(644)</b>
第一节 电阻焊概述 .....	(644)
第二节 各类电阻焊电源的电气性能 .....	(652)
第三节 点焊机 .....	(662)
第四节 凸焊机 .....	(675)
第五节 缝焊机 .....	(676)
第六节 对焊机 .....	(679)
第七节 电阻焊机的控制器 .....	(690)



第三章 点焊工艺 .....	(699)
第一节 焊点的形成及其质量的一般要求 .....	(699)
第二节 点焊方法的种类 .....	(701)
第三节 点焊接头的设计 .....	(703)
第四节 点焊电极及电极握杆 .....	(705)
第五节 点焊工艺 .....	(715)
第四章 凸焊工艺 .....	(738)
第一节 凸焊概述 .....	(738)
第二节 凸焊工艺 .....	(741)
第三节 常用金属的凸焊要点 .....	(745)
第五章 缝焊工艺 .....	(749)
第一节 缝焊概述 .....	(749)
第二节 缝焊用的电极 .....	(754)
第三节 缝焊的工艺参数及其对焊接质量的影响 .....	(757)
第四节 缝焊的接头设计 .....	(759)
第五节 常用金属材料缝焊工艺要点 .....	(760)
第六章 对焊工艺 .....	(767)
第一节 电阻对焊工艺 .....	(767)
第二节 闪光对焊工艺 .....	(772)
第三节 典型零件的对焊 .....	(791)

## 第五篇 高能束焊方法及设备

第一章 电子束焊 .....	(801)
第一节 电子束焊概述 .....	(801)
第二节 焊接设备与装置 .....	(806)
第三节 焊接工艺 .....	(810)
第四节 常用金属材料的焊接要点 .....	(816)
第五节 焊接缺陷 .....	(819)
第六节 安全技术 .....	(820)
第二章 激光焊与切割 .....	(822)
第一节 激光产生的基本原理 .....	(823)
第二节 激光焊接设备 .....	(827)



第三节	激光焊接原理及分类 .....	(834)
第四节	激光深熔焊接 .....	(838)
第五节	激光热传导焊接 .....	(850)
第六节	激光焊接应用实例 .....	(858)
第七节	激光切割 .....	(860)
第八节	激光焊接与切割的安全防护 .....	(871)

## 第六篇 钎焊方法及设备

第一章	钎焊方法与工艺 .....	(877)
第一节	钎焊原理 .....	(877)
第二节	钎焊方法 .....	(883)
第三节	钎焊生产工艺 .....	(896)
第四节	钎焊接头设计 .....	(902)
第五节	钎焊接头的缺陷 .....	(908)
第六节	实验方法 .....	(910)
第二章	钎焊材料 .....	(915)
第一节	概述 .....	(915)
第二节	软钎料 .....	(920)
第三节	硬钎料 .....	(932)
第四节	钎剂 .....	(946)
第三章	各种材料的钎焊 .....	(955)
第一节	材料的钎焊性 .....	(955)
第二节	碳钢和低合金钢的钎焊 .....	(955)
第三节	工具钢和硬质合金的钎焊 .....	(957)
第四节	铸铁的钎焊 .....	(960)
第五节	不锈钢的钎焊 .....	(961)
第六节	铝及铝合金的钎焊 .....	(965)
第七节	铜及铜合金的钎焊 .....	(969)
第八节	活性金属的钎焊 .....	(972)
第九节	难熔金属的钎焊 .....	(974)
第十节	陶瓷和金属的钎焊 .....	(977)
第十一节	其他材料的钎焊 .....	(981)



## 第四章 钨极氩弧焊

### 第一节 概 述

#### 一、原理

在惰性气体的保护下,利用钨电极与工件之间产生的电弧热熔化母材和填充焊丝的焊接方法称钨极惰性气体保护焊,英文简称 TIG(Tungsten Inert Gas Welding)。

图 4-1 是 TIG 焊的原理示意图。焊接时,惰性气体 1 从焊枪的喷嘴 2 中连续喷出,在电弧 4 周围形成气体保护层隔绝空气,以防止对钨极 3、熔池 5 及邻近热影响区的有害影响,从而获得优质焊缝 6。薄板焊接一般不需填充金属。需填充金属时,把焊丝 8 从旁边不断送入焊接区,靠电弧热熔入熔池而成为焊缝金属的组成部分。

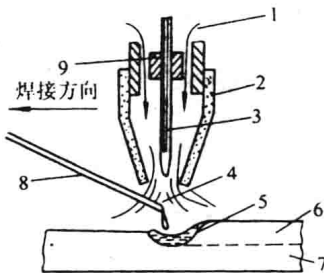


图 3-4-1 TIG 焊原理示意图

1—惰性气体 2—喷嘴 3—钨电极

4—电弧 5—熔池 6—焊缝金属

7—母材 8—焊丝(填充金属) 9—导电嘴

使用的惰性气体是氩(Ar)气、氦(He)气或氩、氦混合气体,在某些场合下可加入少量氢。用氩气保护的称钨极氩弧焊,用氦气的称钨极氦弧焊,两者的保护作用相同,但在电弧特性方面有区别,因氦价格比氩气贵很多,故在工业上主要用氩弧焊。

TIG 焊有手工焊、半自动焊和自动焊三种操作方式。手工焊时,焊枪的运动和焊丝的



送进均由焊工左右手同时操作;半自动焊时,焊枪由手工操作,焊丝由专门的送丝机构等速地自动输送;自动焊时,分别有行走机构、送丝机构,完成此两个动作。

## 二、TIG 焊的工艺特点

TIG 焊具有如下工艺特点:

1) 焊接时使用不熔化的钨电极,不存在电极熔化对弧长的影响问题,故电弧长度易于控制。需要填充金属时,可从侧面向电弧送进焊丝,焊接电流不受影响。

2) 焊接时,保护焊接区的是惰性气体,不需加入任何焊剂即可获得纯净的焊缝金属。因此,几乎可以焊接所有的金属。

3) 为了保证获得高质量的焊缝金属,须使用焊枪(或焊头),它须具有如下功能:

- ①具有良好的导电、绝缘和隔热性能;
- ②能喷出惰性气体,对焊接区进行良好的保护;
- ③通过控制系统能在焊前提前送气,焊后滞后断气;
- ④大容量的焊枪(或焊头)能通水冷却。

4) 为了避免钨极被损坏和不致引起焊缝金属被钨污染,一般不用接触(短路)式引弧,而采用非接触式引弧。为此,需配备一个引弧装置;对于普通交流 TIG 焊,还需配备稳弧装置,以使焊接过程电弧稳定。

5) 无论使用直流电源还是使用交流电源,都要求具有陡降或垂直下降(即恒流)的外特性,以减小或排除因弧长变化引起焊接电流的波动。

6) 使用不同类型的电流进行 TIG 焊时,在工艺上还表现出表 3-4-1 中所列的特点。

表 3-4-1 各种电流 TIG 焊的工艺特点

电流种类	直 流		交流对称波形
	正 接	反 接	
示意图			
两极热量的近似比例	焊件 70%, 钨极 30%	焊件 30%, 钨极 70%	焊件 50%, 钨极 50%
焊缝形状特征	深,窄	浅,宽	中等
钨极许用电流	最大( $\phi 3.2\text{mm}$ , 400A)	小(如 $\phi 6.4\text{mm}$ , 120A)	较大(如 $\phi 3.2\text{mm}$ , 225A)
稳弧措施	不需要	不需要	需要 <sup>①</sup>





电流种类	直 流		交流对称波形
	正 接	反 接	
阴极清洗 (破碎)作用	无	有	有(当焊件为负半周时)
消除直流 分量装置	不需要	不需要	需要 <sup>①</sup>
适用材料	氩弧焊: 除铝、镁及其合金、铝青铜外的其余金属。氦弧焊: 几乎所有金属	般不采用	铝、镁及其合金, 铝青铜等

①若使用方波电源, 则不需要。

从表中看出, 使用直流电源焊接时, 对于绝大多数金属应采取正接法。但是, 正接法没有阴极清洗作用, 无法焊接那些容易被氧化的铝、镁、及其合金。虽然直流反接法具有阴极清洗作用, 能够焊接铝、镁及其合金, 但是直流反接的焊缝熔深浅、缝宽大, 若增加焊接电流又受到钨极易烧损的限制, 故这类金属多采用交流 TIG 焊。利用交流 TIG 焊焊接铝、镁等轻金属, 主要是因它具有阴极清洗作用, 但是在焊接电路中又出现直流分量问题和电弧不稳定问题, 前者削弱了阴极清洗作用和恶化焊接变压器的工作条件, 因此, 需要有消除直流分量的装置。后者需使用当电流过零时, 能使电弧再引燃的稳弧装置。

### 三、TIG 焊的优缺点

#### 1. 优点

1) 在惰性气体保护下焊接, 不需使用焊剂就可以焊接几乎所有的金属; 特别适于焊接化学活性强和形成高熔点氧化物的铝、镁及其合金。

2) 焊接工艺性能好。明弧, 能观察电弧及熔池; 电弧燃烧稳定, 无飞溅, 焊后不须去渣, 焊缝成形美观; 能进行全位置焊接。是实现单面焊背面成形的理想焊接方法。

3) 能进行脉冲焊接, 减少焊接热输入, 很适于薄板或对热敏感材料的焊接。

#### 2. 缺点

1) 熔深浅, 熔敷速度小, 焊接生产率较低;

2) 钨极载流能力有限, 过大焊接电流会引起钨极熔化和蒸发, 其微粒可能进入熔池, 造成对焊缝金属的污染;

3) 焊接时, 需采取防风措施;

4) 惰性气体较贵, 生产成本较高。



### 四、适于范围

#### 1. 适焊的材料

钨极氩弧焊几乎可焊接所有的金属和合金,但因其成本较高,生产中主要用于焊接铝、镁、钛、铜等有色金属及其合金,不锈钢和耐热钢。对于低熔点的易蒸发的金属如铅、锡、锌等因焊接操作困难,一般不用 TIG 焊。对已镀有锡、锌、铝等低熔点金属层的碳钢,焊前须去掉镀层,否则熔入焊缝金属中生成中间合金会降低接头性能。

#### 2. 适焊的焊接接头和位置

常规的对接、搭接、T 形接和角接等接头处在任何位置(即全位置)只要结构上具有可达性均能焊接,薄板( $\leq 2\text{mm}$ )的卷边接头,搭接的点焊(又叫电铆焊)接头均可以焊接,而且无需填充金属。

#### 3. 适焊的板厚与产品结构

表 3-4-2 给出了 TIG 焊适用的焊件厚度一般范围,若从生产率考虑以 3mm 以下的薄板焊接最适宜。

表 3-4-2 TIG 焊焊件厚度的适用范围

厚度/mm	①	0.13	0.4	1.6	3.2	4.8	6.4	10	12.7	19	25	51	102
不开坡口单道焊	②	←————→											
开坡口单道焊	③			←————→									
开坡口多层焊	④				←————→								

薄壁产品如箱盒、箱格、隔膜、壳体、蒙皮、喷气发动机叶片、散热片、鳍片、管接头、电子器件的封装等均可采用 TIG 焊生产。

重要厚壁构件如压力容器、管道、汽轮机转子等对接焊缝的根部熔透焊道或其他结构窄间隙焊缝的打底焊道,为了保证焊接质量,有时采用 TIG 焊。

手工 TIG 焊宜用于结构形状较复杂的焊件和难以接近的部位或间断的短焊缝的焊接;自动 TIG 焊适于焊接长焊缝,包括纵缝、环缝和曲线焊缝。



## 第二节 TIG 焊的极性、阴极清洗作用和直流分量

### 一、电弧的静特性

TIG 焊电弧的静特性与所用的惰性气体有关,图 3-4-2 表示分别用氩气和氦气作保护气体时的两组静特性曲线。从图中看出,在任何给定的电流和电弧长度下,氩弧电压较氦弧低。这和氩气的电离电压(15.7V)低于氦气(24.5V)有关,说明了氩弧比氦弧容易引燃而稳定。这两种电弧的电压也都随电弧长度的增加而提高,见图 3-4-3。氩气保护具有较低电弧电压的特性,有利于薄板手工焊,可减少烧穿倾向,也有利于立焊和仰焊。

### 二、阴极清洗作用

TIG 焊接过程中,当母材为阴极时,电弧中质量较大的正离子高速向母材表面撞击,就象喷砂的作用一样,把母材表面的氧化膜打碎并清除掉,这种现象称阴极清洗作用,又称阴极破碎作用。图 3-4-4 是铝的 TIG 焊焊缝外观的示意图。焊缝周围的白边,就是因清洗作用把母材表面氧化膜被去除的痕迹。发生阴极清洗作用的基本条件是母材必须是负极,正极不能发生。因此,只有直流反接和交流负半周期内才能有这种作用。此外,发生的范围是在惰性气体充分包围的地方,混入空气就不发生这种作用。惰性气体流量不足,其作用范围就会减少。

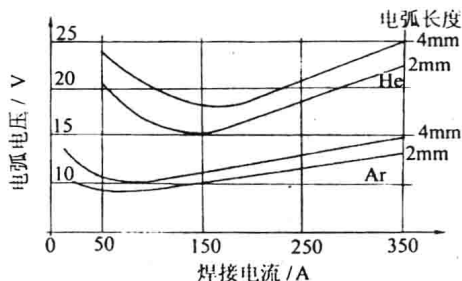


图 3-4-2 TIG 焊电弧的静特性

阴极清洗作用对于焊接极易氧化的轻金属很有意义,因为这些金属表面生成的氧化膜熔点远高于母材,不消除是无法进行焊接的。TIG 焊之所以能成功地焊接铝、镁及其合金,就是充分利用了阴极清洗的作用。焊接时不需外加焊剂就自动地把氧化膜清除掉,从而获得纯净的焊缝金属。

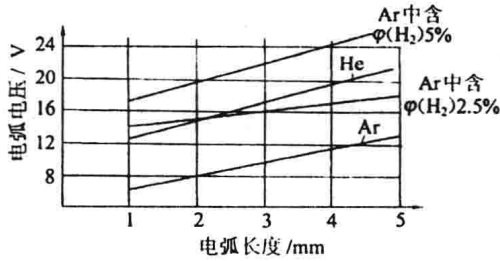


图 3-4-3 电弧电压与电弧长度关系

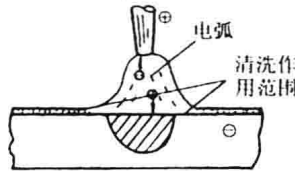
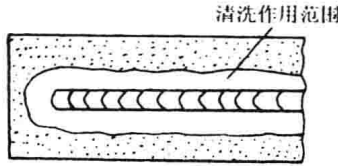


图 3-4-4 铝的 TIG 焊焊缝外观示意图

交流 TIG 焊的阴极清洗作用不如直流反接的显著,但交流的综合效果(如熔深,钨极寿命,生产率等)好而广为应用于焊接铝、镁等轻合金。

### 三、交流 TIG 焊的直流分量

在交流 TIG 焊接过程中,当电流波形不对称时,在焊接电路上将出现直流分量现象,又称整流现象。凡是电极和母材的电、热物理性能以及几何尺寸等方面存在差异,都有这种现象,这是由于交流电弧两端的电压在正、负半周期中对电流流动的阻力不相等而引起的。在焊接铝、镁及其合金情况下,当正半波时(见图 3-4-5),钨极为阴极,电子热发射强,引弧电压低,引燃容易,电流大,导电时间长;负半波时则相反,焊件为阴极,散热快,其电子热发射弱,引弧困难,需高的电压,电流小而导电时间短。于是在交流电路中就出现了直流分量。焊件的热导率愈高,这种现象愈严重。焊接回路上因负半波(焊件为阴极时)电流小,导电时间短而产生的直流分量。其结果,就削弱了阴极清洗作用,而且这种波形不对称,也使弧焊变压器的工作条件变坏,电弧燃烧不稳定。故用交流电焊接象铝、镁等热导率高的金属时,须设法消除直流分量的不利影响。

表 3-4-3 给出了三种以消除或减小直流分量的方法。

完全消除直流分量后,焊接电流波形变成对称,阴极清洗作用得到加强。但同时两极发热量随之变化,焊件发热量减小,钨极发热量增大,同样大小直径的钨极的载流能力

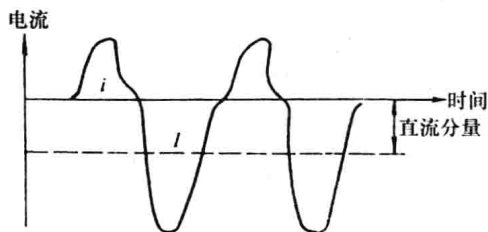


图 3-4-5 TIG 焊交流的直流分量

将降低。

表 3-4-3 消除直流分量的方法

方 法	串接蓄电池	串接整流器和电阻	串接电容器
示意图			
参 数	蓄电池 $E$ 电压 6V, 容量 300 ~ 600A · h	电阻 $R$ 约为 0.02Ω	电容器 $C$ 容量为每安培焊电流 300 ~ 400μF
工作原理	使 $E$ 产生的电流 $I_0$ 与直流分量 $I_{DC}$ 方向相反, 而将后者减小或抵消	使焊接电流正半波通过 $R$ , 负半波通过整流器, 从而减弱或消除原来存在的电流的不对称性	电容器 $C$ 起隔离直流分量的作用
特 点	蓄电池笨重, 体积大, 维护麻烦	装置简单, 体积小, 但电阻消耗电能	可完全消除直流分量, 使用方便, 维护简单, 应用最广

### 第三节 钨极氩弧 (TIG) 焊机

#### 一、TIG 焊接过程的一般程序

为了获得优质焊缝, 无论是手工 TIG 焊还是自动 TIG 焊, 必须有序地进行。通常要求:



1) 起弧前必须用焊枪向始焊点提前 1.5 ~ 4s 送气,以驱赶管内和焊接区的空气。灭弧后应滞后一定时间(约 5 ~ 15s)停气,以保护尚未冷却的钨极与熔池。焊枪须待停气后才离开终焊处,从而保证焊缝始末端的质量。

2) 在接通焊接电源的同时,即启动引弧装置。电弧引燃后即进入焊接,焊枪的移动和焊丝的送进也同时协调地进行。

3) 焊接即将结束时,焊接电流应能自动地衰减,直至电弧熄灭,以消除和防止弧坑裂纹。

4) 用水冷式焊枪时,送水与送气应同步进行。

图 3-4-6a、b 分别表示手工和自动 TIG 焊接的一般控制程序,焊接时由工人和焊机的控制系统配合完成。

## 二、TIG 焊机的组成

典型的手工 TIG 焊机是由焊接电源及控制系统、焊枪、供气系统和供冷却水系统等部分组成,见图 3-4-7。

交流 TIG 焊机所需的引弧和稳弧装置,以及隔直装置等(图中没示出)经常和控制系统设置在一个控制箱内,现在专用 TIG 焊机为了使设备紧凑已趋于和电源组合成一体。

自动 TIG 焊机比手工 TIG 焊机多了一个焊枪移动装置,和一个送丝机构,通常两者结合在一台可行走的焊接机头(小车)上。图 3-4-8 为焊枪与导丝嘴在焊接小车上相互的位置。

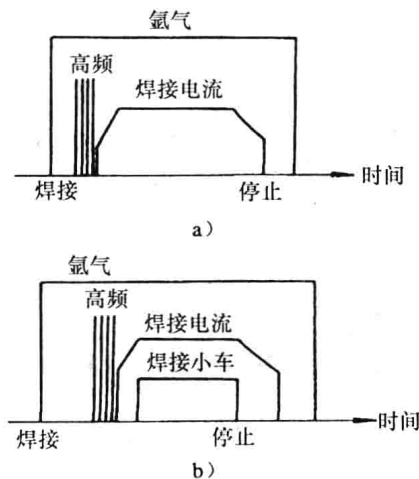


图 3-4-6 TIG 焊的一般控制程序

a) 手工 TIG 焊 b) 自动 TIG 焊

专用自动 TIG 焊机机头是根据用途和产品结构而设计,如管子-管板孔口环缝自动 TIG 焊机,管子对接内环缝或外环缝自动 TIG 焊机等。

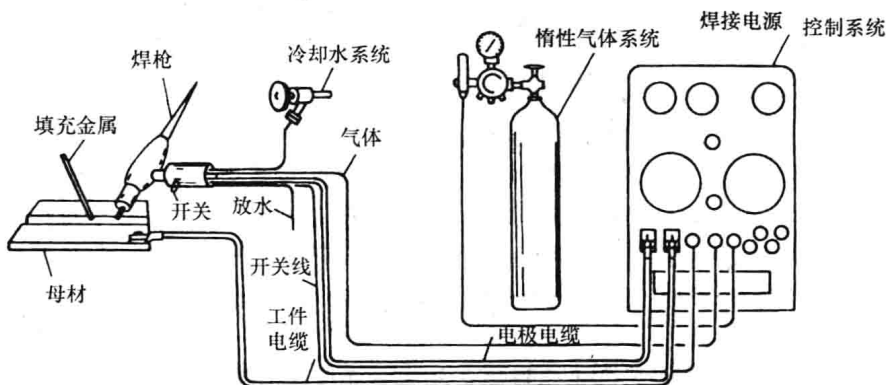


图 3-4-7 手工钨极气体保护电焊设备

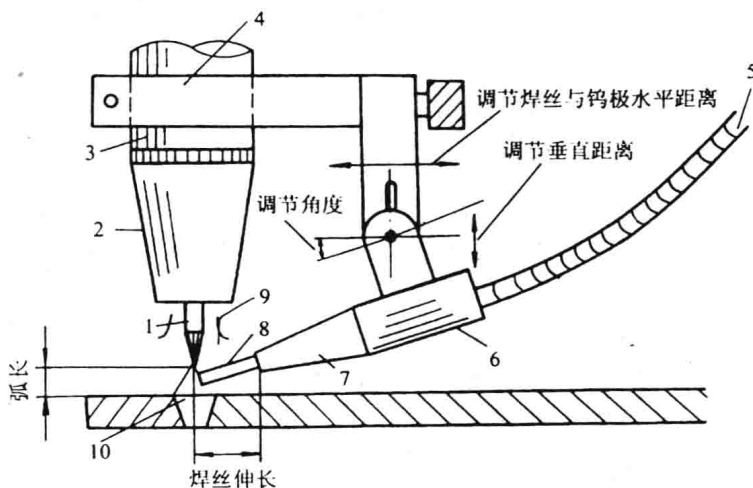


图 3-4-8 自动 TIG 焊焊枪与导丝嘴的调节

- 1—钨极 2—喷嘴 3—焊枪体 4—焊枪夹 5—焊丝导管  
6—导丝装置 7—导丝嘴 8—焊丝 9—保护气流 10—熔池

### 三、焊接电源

无论直流或交流 TIG 焊, 都要求选用具有陡降(恒流)外特性的弧焊电源。

#### 1. 直流电源

凡焊条电弧焊用的直流电源, 如磁放大器式弧焊整流器可用作 TIG 焊接的电源。近年发展很快的电子开关式弧焊电源, 如晶闸管式整流弧焊电源、晶体管弧焊电源和逆变式弧焊整流器等因其性能好、节电, 已在 TIG 焊中得到大量应用。这些电源都可给出恒流的外特性, 并能自动补偿电网电压的波动和宽广的电流调节范围。

表 3-4-4 为可供直流 TIG 焊接用的部分弧焊电源。



表 3-4-4 可供直流 TIG 焊接用的部分弧焊电源

系列	磁放大器式	晶闸管式	逆变式
型号	ZX—160	ZX5—160	ZX7—100
	ZX—250	ZX5—250	ZX7—160
	ZX—400	ZX5—400	ZX7—200
		ZX5—630	ZX7—315

#### 2. 交流电源

凡是具有下降(或恒流)外特性的弧焊变压器都可以作普通 TIG 焊用的交流电源。国产的钨极交流氩弧焊机中主要采用具有较高空载电压的动圈式弧焊变压器作电源,如 WSJ—400、WSJ—400—1 和 WSJ—500 型交流 TIG 焊机中分别配用的是 BX3—400—1, BX3—400—3 和 BX3—500—2 型弧焊变压器。

必须指出,由于交流电弧不如直流电弧稳定,故实际应用的交流 TIG 焊机除以弧焊变压器作电源外,还另需配备引弧和稳弧装置(后面将详述)。又因交流 TIG 焊机主要用于焊接铝、镁及其合金,如前面所述,焊接时在焊接回路上出现比较严重的直流分量,对清洗作用和弧焊变压器工作不利,故还需有消除直流分量装置配套使用。

#### 3. 方波交流电源

普通交流 TIG 焊的波形为正弦波,其电弧稳定性差,为了提高交流 TIG 焊电弧稳定性,同时也为了保证既有满意的清洗作用又可获得较为合理的两极热量分配而发展了一种方波交流弧焊电源。

方波电源焊接电流的波形如图 3-4-9 所示,设  $K_R$  表示负半波通电时间的比例,则

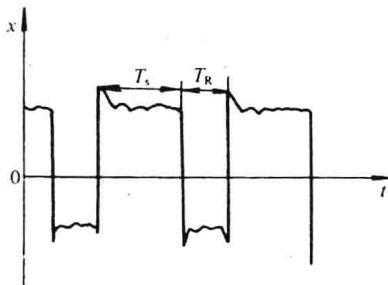


图 3-4-9 方波电源焊接电源波形图

$$K_R = \frac{T_R}{T_R + T_S} \times 100\%$$

式中  $K_R$ ——交流方波正负半波宽度可调值;

$T_R$ ——一周期中负半波时间;

$T_S$ ——一周期中正半波时间。

一般  $K_R$  可在 10% ~ 50% 范围内调节。当  $K_R$  增大时,阴极清洗作用加强,但母材热量减少,熔深变得较浅,熔宽加大,钨极烧损加快;反之, $K_R$  减小时,对两极热量分配有利,





而阴极清洗作用减弱。通常是选择最小而必要的反极性时间以去除氧化膜,余下的正极性时间可以加速母材的熔化,便于进行深熔透的高速焊。

与普通正弦波交流电源相比,方波电源的优点是:

1)方波电流过零后增长快,再引燃容易,大大提高了稳弧性能,如空载电压在 70V 以上,不需再外加稳弧装置,可使电流 10A 以上的电弧稳定燃烧。

2)可以根据焊接条件选择最小而必要的  $K_R$ ,使其既能满足清除氧化膜的需要,又能获得可能的最大熔深和最小的钨极损耗。

3)由于采用电子电路控制,焊接铝、镁及其合金时,无需另加消除直流分量装置。

有关方波电源的工作原理,详见弧焊电源一章。国产方波 TIG 焊的焊机多做成交、直两用的手工 TIG 焊机,它可以进行交流方波的 TIG 和焊条弧焊,也可进行直流的 TIG 焊和焊条弧焊。表 3-4-5 为这类焊机的几种规格的技术数据:

表 3-4-5 国产 WSE5 系列交流方波/直流钨极氩弧焊机技术数据

型 号	WSE5—100	WSE5—315	WSE5—500
输入电压/频率	单相,380V/50Hz		
额定输入功率/kVA	12.8	25	40
额定焊接电流/A	160	315	500
空载电压/V	80	80	80
电流调节范围/A	16~160	30~315	50~500
额定负载持续率(%)	60	35	60
$K_R$ 调节范围(%)	30~70	30~70	
电流上升时间/s	固定 1~20		
电流衰减时间/s	可调 0.5~8		
重量/kg	140	210	27

#### 4. 其他电源

在设备安装、工程建设和维修等部门常常要求使用多用途或多功能的电焊机,因此,近年国内发展了交、直两用的 TIG 焊机、焊条电弧/TIG 两用焊机和交(直)流脉冲 TIG 焊机等。

交、直两用 TIG 焊机既可作交流 TIG 焊又可作直流 TIG 焊,这种焊机既可焊铝、镁及其合金,又可以焊接不锈钢、铜、碳钢和合金钢,使可焊材料的范围扩大。焊条电弧/TIG 两用焊机既可作焊条电弧焊又可作 TIG 焊,很适于现场管道安装焊接使用。因为管道安装常使用单面焊背面成形焊接工艺,要求第一道成形焊缝或最初几道焊缝采用 TIG 焊,以后的焊道用焊条电弧焊。这样的工艺在一工位上只需使用一台焊条电弧/TIG 焊机即可。对于须全位置焊接的薄壁构件,或对焊接热敏感材料的焊接,则需使用 TIG 脉冲焊机。关于脉冲 TIG 焊接技术将在后面特殊 TIG 焊接技术中介绍。