

## 手工钨极氩弧焊知识讲座

### 一、手工钨极氩弧焊工艺

#### 1. 手工钨极氩弧焊工艺特点

##### (1) 工作原理

钨极氩弧焊是采用钨棒作为电极，利用氩气作为保护气体进行焊接的一种气体保护焊方法，如下图所示。通过钨极与工件之间产生电弧，利用从焊枪喷嘴中喷出的氩气流在电弧区形成严密封闭的气层，使电极和金属熔池与空气隔离，以防止空气的侵入。同时利用电弧热来熔化基本金属和填充焊丝形成熔池。液态金属熔池凝固后形成焊缝。

由于氩气是一种惰性气体，不与金属起化学反应，所以能充分保护金属熔池不被氧化。同时氩气在高温时不溶于液态金属中，所以焊缝不易生成气孔。因此，氩气的保护作用是有有效和可靠的，可以获得较高质量的焊缝。

焊接时钨极不熔化，所以钨极氩弧焊又称为非熔化极氩弧焊。根据所采用的电源种类，钨极氩弧焊又分为直流、交流和脉冲三种。

##### (2) 工艺特点

##### 1) 氩弧焊与其他电弧焊相比具有的优点

- a 保护效果好，焊缝质量高 氩气不与金属发生反应，也不溶于金属，焊接过程基本上是金属熔化与结晶的简单过程，因此能获得较为纯净及质量高的焊缝。
- b 焊接变形和应力小 由弧受氩气流的压缩和冷却作用，电弧热量集中，热影响区很窄，焊接变形与应力均小，尤其适于薄板焊接。
- c 易观察、易操作 由于是明弧焊，所以观察方便，操作容易，尤其适用于全位置焊接。
- d 稳定 电弧稳定，飞溅少，焊后不用清渣。
- e 易控制熔池尺寸 由于焊丝和电极是分开的，焊工能够很好的控制熔池尺寸和大小。
- f 可焊的材料范围广 几乎所有的金属材料都可以进行氩弧焊。特别适宜焊接化学性能活泼的金属和合金，如铝、镁、钛等。

##### 2) 缺点

- a 设备成本较高。
- b 氩气电离势高，引弧困难，需要采用高频引弧及稳弧装置。
- c 氩弧焊产生的紫外线是手弧焊的 5—30 倍，生成的臭氧对焊工有危害，所以要加强防护。
- d 焊接时需有防风措施。

##### 3) 应用范围

钨极氩弧焊是一种高质量的焊接方法，因此在工业行业中均广泛的被采用。特别是一些化学性能活泼的金属，用其他电弧焊焊接非常困难，而用氩弧焊则可容易地得到高质量的焊缝。另外，在碳钢和低合金钢的压力管道焊接中，现在也越来越多地采用氩弧焊打底，以提高焊接接头的质量。

#### 2. 手工钨极氩弧焊工艺参数

手工钨极氩弧焊的工艺参数有：焊接电源种类和极性、钨极直径、焊接电流、电弧电压、氩气流量、焊接速度、喷嘴直径及喷嘴至焊件的距离和钨极伸出长度等。必须正确的选择并合理的配合，才能得到满意的焊接质量。

1) 接头及坡口形式 钨极氩弧焊多用于厚度 5mm 以下的薄板焊接，接头形式有对接、搭接、角接和 T 形接。对于 1mm 以下的薄板，亦可采用卷边接头。当板厚大于 4mm 时，应开 V 形坡口（管子对接 2—3mm 就需开 V 形坡口）。厚壁管的对接接头亦可开 U 形坡口。

2) 焊前清理 钨极氩弧焊时，焊前清理对于保证接头的质量具有十分重要的意义。因为在惰性气体的保护下，熔化金属基本上不发生冶金反应，不能通过脱氧的方法清除氧化物和污染。因此，焊件坡口表面、接头两侧以及填充焊丝表面应在焊前采用有机溶剂（汽油、丙酮、三氯乙烯、四氯化碳等）擦洗，去除油污、水分、灰尘及氧化膜等。

对于表面氧化膜与基层结合力较强的材料，如不锈钢和铝合金应采用机械方法清除氧化膜。通常采用不锈钢丝刷

或铜丝刷、细砂轮或砂带打磨。

### 3) 焊接电源种类和极性

电源种类和极性可根据焊件材质进行选择，见下表。

#### 电源种类和极性的选择

电源种类和极性	被焊金属材料
直流正接	低碳钢、低合金钢、不锈钢、铜、钛及其合金
直流反接	适用于各种金属的熔化极氩弧焊，钨极氩弧焊很少采用
交流	铝、镁及其合金

采用直流正接时，工件接正极，温度较高，适于焊厚件及散热快的金属，钨棒接负极，温度低，可提高许用电流，同时钨极烧损小。

直流反接时，钨极接正极烧损大，所以很少采用。

采用交流钨极氩弧焊时，在焊件为负，钨极为正极性的半波里，阴极有去除氧化膜的作用，即“阴极破碎”作用。在焊接铝、镁及其合金时，其表面有一层致密的高熔点氧化膜，若不能除去，将会造成未熔合、夹渣焊缝表面形成皱皮及内部气孔等缺陷。而利用反极性的半波里正离子向熔池表面高速运动，可将金属表面氧化膜撞碎，在正极性的半波里，钨极可以得到冷却，以减少钨极的烧损。所以，通常用交流钨极氩弧焊来焊接氧化性强的铝、镁及其合金。

### 4) 钨极直径

钨极直径主要按焊件厚度、焊接电流的大小和电源极性来选择。如果钨极直径选择不当，将造成电弧不稳，钨棒烧损严重和焊缝夹钨等现象。

(钨极成分：钨极作为一个电极，它要负担传导电流，引燃电弧和维持电弧的作用。钨是难熔（熔点  $3410\pm 10^{\circ}\text{C}$ ）、耐高温（沸点  $5900^{\circ}\text{C}$ ），导电性能好，允许通过较大电流和具有强的发射电子能力的金属，所以，钨棒适于做电极。为了在较低空载电压下引弧和减少大电流时钨极烧损量，在实际生产中使用的钨极是加入 1%—2% 的氧化钍 ( $\text{ThO}_2$ ) 的钍钨棒，或加入 2% 氧化铈 ( $\text{CeO}$ ) 的铈钨棒。一般我们应尽量选用铈钨，因为其放射性更小。)

### 5) 焊接电流

焊接电流主要根据工件的厚度和空间位置来选择，过大或过小的焊接电流都会使焊缝成型不良或产生焊接缺陷。所以，必须在不同钨极直径允许的焊接电流范围内，正确地选择焊接电流，见下表。

#### 不同直径钨极(加氧化物)的许用电流范围

钨极直径 (mm)	直流正接 (A)	直流反接 (A)	交流 (A)
0.5	2—20	—	2—15
1.0	10—75	—	15—70
1.6	60—150	10—20	60—125
2.0	100—200	15—25	85—160
2.5	170—250	17—30	120—210
3.2	225—330	20—35	150—250
4.0	350—480	35—50	240—350
5.0	500—675	50—70	330—460

#### 钨极尖端形状和电流范围

钨极直径

/mm	尖端直径			
/mm	尖端角度			
/ (°)	直流正接			
		恒定直流/A	脉冲电流/A	
1.0	0.125	12	2—15	2—25
1.0	0.25	20	5—30	5—60
1.6	0.5	25	8—50	8—100
1.6	0.8	30	10—70	10—140
2.4	0.8	35	12—90	12—180
2.4	1.1	45	15—150	15—250
3.2	1.1	60	20—200	20—300
3.2	1.5	60	25—250	25—350

#### 6) 电弧电压

电弧电压由弧长决定，电压增大时，熔宽稍增大，熔深减小。通过焊接电流和电弧电压的配合，可以控制焊缝形状。当电弧电压过高时，易产生未焊透并使氩气保护效果变差。因此，应在电弧不短路的情况下，尽量减小电弧长度。钨极氩弧焊的电弧电压选用范围一般是 10—24 伏。

#### 7) 氩气流量

为了可靠地保护焊接区不受空气的污染。必须有足够流量的保护气体。氩气流量越大，保护层抵抗流动空气影响的能力越强。但流量过大时，不仅浪费氩气，还可能使保护气流形成紊流，将空气卷入保护区，反而降低保护效果。所以氩气流量要选择恰当，一般气体流量可按下列经验公式确定：

$$Q = (0.8 - 1.2) D$$

式中： Q——氩气流量，L/m m

D——喷嘴直径，m m。

(氩气纯度 焊接不同的金属，对氩气的纯度要求不同。例如焊接耐热钢、不锈钢、铜及铜合金，氩气纯度应大于 99.70%；焊接铝、镁及其合金，要求氩气纯度大于 99.90%；焊接钛及其合金，要求氩气纯度大于 99.98%。国产工业用氩气的纯度可 99.99%，故实际生产中一般不必考虑提纯。)

#### 8) 焊接速度

焊接速度加快时，氩气流量要相应加大。焊接速度过快，由于空气阻力对保护气流的影响，会使保护层可能偏离钨极和熔池，从而使保护效果变差。同时，焊接速度还显著地影响焊缝成型。因此，应选择合适的焊接速度。和焊条电弧焊一样，焊接速度不是手工钨极氩弧焊的主要工艺参数，在有些工艺条件中也不列出，因为在一般情况下不会影响气体保护效果。但在自动钨极氩弧焊或熔化极氩弧焊时，焊接速度过大，会影响气体保护效果。

#### 9) 喷嘴直径

增大喷嘴直径的同时，应增大气体流量，此时保护区大，保护效果好。但喷嘴过大时，不仅使氩气的消耗量增加，而且可能使焊炬伸不进去，或妨碍焊工视线，不便于观察操作。故一般钨极氩弧焊喷嘴以 5—14m m 为佳。

另外，喷嘴直径也可按经验公式选择：

$$D = (2.5 - 3.5) d$$

式中： D——喷嘴直径（一般指内径），m m；

d ——钨极直径，m m。

#### 10) 喷嘴至焊件的距离

这里指的是喷嘴端面和焊件间的距离，这个距离越小，保护效果越好。所以，喷嘴距焊件间的距离应尽量小些，但过小使操作、观察不便。因此，通常取喷嘴至焊件间的距离为 5—15m m。

#### 11) 钨极伸出长度

为了防止电弧热烧坏喷嘴，钨极端部突出喷嘴之外。而钨极端头至喷嘴面的距离叫钨极伸出长度。钨极伸出长度

越小，喷嘴与焊件之间距离越近，保护效果就好，但过近会妨碍观察熔池。

通常焊接对接焊缝时，钨极伸出长度为 3—6mm 较好，焊角焊缝时，钨极伸出长度为 7—8mm 较好。碳钢、不锈钢的手工钨极氩弧焊焊接工艺参数的选择见下表。

推荐的碳钢焊接工艺参数

材料厚度	mm	1.5—3.0	>3.0—6.0	>6.0—12
接头设计	直边对接	V 形坡口	X 形坡口	
电流	A	50—100	70—120	90—150
极性	直流正接			
电弧电压	V	12		
电极种类	钨（钍）钨极			
电极尺寸	mm	2.4	3.2	
填充金属种类	按技术要求			
填充金属尺寸	mm	1.6—2.5	2.5—3.2	
保护气体	氩			
气体流量	d m <sup>3</sup> /m i n	8—12	10—14	
背面气体流量	d m <sup>3</sup> /m i n	2—4		
喷嘴尺寸	mm	8—10	10—12	
喷嘴至工件距离	mm	<12		
预热温度（最低）	℃	15		
层间温度	℃	250		

推荐的不锈钢焊接工艺参数

材料厚度	mm	1.6—3.0	>3.0—6.0	>6.0—12
接头设计	直边对接	V 形坡口	X 形坡口	
电流	A	50—90	70—120	100—150
极性	直流正接			
电弧电压	V	12		
电极种类	钨（钍）钨极			
电极尺寸	mm	2.5		
填充金属种类	按技术要求			
填充金属尺寸	mm	1.6—2.5	2.5—3.2	
保护气体	氩			
气体流量	d m <sup>3</sup> /m i n	8—12	10—14	
背面气体流量	d m <sup>3</sup> /m i n	2—4		
喷嘴尺寸	mm	8—10	10—12	
喷嘴至工件距离	mm	<12		
预热温度（最低）	℃	15		
层间温度	℃	250		

### 不锈钢（平对接焊）手工直流（正接）氩弧焊规范

接头形式 (mm)	工件厚度 (mm)	钨极直径 (mm)	焊接电流 (mm)	焊丝直径 (mm)	钨极伸出长度 (mm)	氩气流量 (L/min)		
不开坡口	0.8	1	18-20	1.2	5-8	6		
1	2	20-25	1.6	5-8	6			
1.5	2	25-30	1.6	5-8	7			
2	3	35-45	1.6-2	5-8	7-8			
V型坡口	2.5	3	60-80	1.6-2	5-8	8-9		
3	3	75-85	1.6-2	5-8	8-9			
4	3	75-90	2	5-8	9-10			

### 薄板 V 形坡口平焊位置手工钨极氩弧焊工艺参数

焊接层次 (V)	焊接电流 (A)	电弧电压 (升/分)	氩气流量 (mm)	钨极直径 (mm)	焊丝直径 (mm)	钨极伸出长度 (mm)	喷嘴直径 (mm)	喷嘴至工件距离 (mm)
打底焊	80-100	10-14	8-10	2.5	2.5	4-6	8-10	≤12
填充焊	90-100							
盖面焊	100-110							

### 小径管垂直固定对接焊焊接工艺参数

焊接层次 (V)	焊接电流 (A)	电弧电压 (升/分)	氩气流量 (mm)	钨极直径 (mm)	焊丝直径 (mm)	钨极伸出长度 (mm)	喷嘴直径 (mm)	喷嘴至工件距离 (mm)
氩弧焊打底	80-100	10-14	8-10	2.5	2.5	4-6	8-10	≤12
填充焊	90-100							
盖面焊	100-110							

### 常用钢号焊接材料选用

钢号	氩弧焊丝牌号
20、20g、Q235-B	TG50、TG50R e
16MnR	TG50、TG50R e
12CrMo	H08CrMoA
15CrMo	H13CrMoA、TGR55CM、TGR55CML

0Cr18Ni9      H0Cr21Ni10  
0Cr18Ni10Ti      H0Cr21Ni10Ti  
00Cr19Ni10      H00Cr21Ni10  
00Cr17Ni12Mo2      H00Cr19Ni12Mo2

### 3. 钨极氩弧焊安全规程

- 1) 焊接工作场地必须备有防火设备，如砂箱、灭火器、消防栓、水桶等。易燃物品距离焊接场所不得小于 5m。若无法满足规定距离时，可用石棉板、石棉布等妥善覆盖，防止火星落入易燃物品。易爆物品距离焊接所不得小于 10m。氩弧焊工作场地要有良好的自然通风和固定的机械通风装置，减少氩弧焊有害气体和金属粉尘的危害。
- 2) 手工钨极氩弧焊机应放置在干燥通风处，严格按照使用说明书操作。使用前应对焊机进行全面检查。确定没有隐患，再接通电源。空载运行正常后方可施焊。保证焊机接线正确，必须良好、牢固接地以保障安全。焊机电源的通、断由电源板上的开关控制，严禁负载扳动开关，以免形状触头烧损。
- 3) 应经常检查氩弧焊枪冷却水系统的工作情况，发现堵塞或泄漏时应即刻解决，防止烧坏焊枪和影响焊接质量。
- 4) 焊人员离开工作场所或焊机不使用时，必须切断电源。若焊机发生故障，应由专业人员进行维修，检修时应作好防电击等安全措施。焊机应至少每年除尘清洁一次。
- 5) 钨极氩弧焊机高频振荡器产生的高频电磁场会使人产生一定的头晕、疲乏。因此焊接时应尽量减少高频电磁场作用的时间，引燃电弧后立即切断高频电源。焊枪和焊接电缆外应用软金属编织线屏蔽（软管一端接在焊枪上，另一端接地，外面不包绝缘）。如有条件，应尽量采用晶体脉冲引弧取代高频引弧。
- 6) 氩弧焊时，紫外线强度很大，易引起电光性眼炎、电弧灼伤，同时产生臭氧和氮氧化物刺激呼吸道。因此，焊工操作时应穿白帆布工作服，戴好口罩、面罩及防护手套、脚盖等。为了防止触电，应在工作台附近地面覆盖绝缘橡皮，工作人员应穿绝缘胶鞋。

## 钛及钛合金钨极氩弧焊简介

### 1. 焊接特点

工业上用于焊接的钛及钛合金多为 $\alpha$ 型和 $\alpha+\beta$ 型，其焊接特点为：

(1) 化学活性强，焊接过程中不仅易引发气孔、裂纹等缺陷，而且易形成脆化。钛及其合金在常温下能与氧形成致密的氧化膜，焊接高温下极易被空气、水份、油脂等污染。钛在 300℃以上吸氢、600℃以上快速吸氧、700℃以上快速吸氮，不仅降低焊接接头的力学性能，而且易引发气孔、裂纹等缺陷。

- 1) 焊接接头容易氧化。工件加热到 400℃以上，钛就吸氧，500℃以上钛在空气中氧化加剧，并随着焊接接头中氧含量的增加，材料的强度、硬度提高，而塑性、韧性降低。焊接过程中防止氧化要贯穿始终。
- 2) 焊接接头容易氮化。钛与氮的亲合力很大，工件达 700℃左右，氮与钛就会形成硬脆的 TiN，剧烈地降低塑性、韧性。因此，焊接全过程要严防焊缝吸氮。
- 3) 焊接接头易出现氢脆。氢在钛中的溶解度随温度的升温而增加，随温度的降低而减少，降温过程中氢的溶解度随温度的降低而降低，并以化合物的形式析出，这种化合物呈脆性，不仅使材料的冲击韧性下降，而且易产生微裂纹。因此，焊接过程应严防焊缝吸氢。
- 4) 碳的影响。碳在钛合金中属杂质，它的影响虽然小于氧、氮，但焊缝中的碳超过它在 $\alpha$ 钛中的溶解度（0.13%）时，会生成硬而脆、呈网状分布的 TiC，易引发裂纹。因此，有关标准限定钛材中的 C≤0.10%。

(2) 对气孔敏感      这类合金主要的焊接缺陷是气孔，有时很难避免。形成气孔的因素很多（例如，氧与碳生

成 CO 气孔), 但主要由氢引起。若焊件清理不善、氩气中含杂质及水分或焊枪及管线系统有水分、油脂等均会成为氢的来源。

这类合金的气孔往往分布在焊缝熔合线附近, 人们常用氢在液态金属中的溶解度曲线来解释。氢在液态钛中的溶解度随温度的降低而降低, 在凝固过程中有跳跃式的突降。高温熔池中氢向低温边缘扩散, 聚集于熔合线附近的氢容易过饱和, 为形成气孔提供条件。

(3) 易出现冷裂纹 这类合金中的 C、S 含量低杂质少, 焊缝结晶时的低熔点共晶少, 合金凝固时的收缩量小, 一般不会出现热裂纹。而焊缝冷却过程中, 由于氢溶解度的急剧变化, 在熔合线附近高度集中的氢可能析出脆性相 (TiH<sub>2</sub>)。较多脆性相的存在, 且在 TiH<sub>2</sub> 析出过程中伴随着体积膨胀所产生的组织应力, 加上焊接应力的作用易形成冷裂纹。

(4) 焊接接头的晶粒长大倾向严重 钛的熔点高 (1668℃)、热容量大、导热性差、电阻率大。焊接时熔池的温度高、尺寸大; 热传导差致使熔池高温停留时间长, 造成焊接接头晶粒长大, 脆性增加。因此, 焊接宜采用较小的电流和较快的焊接速度。

(5) 焊接时易变形, 且难校正 钛的纵向弹性模量为钢的 50%, 在同样焊接应力作用下, 其变形量比钢大一倍, 且变形后难以校正。

2. 预防焊接缺陷, 获得优质焊接接头的措施

1) 加强焊前对工件及焊材的清理 (特别是对接头坡口端面处的表面), 减少氧、氮氢的来源。

2) 采用高纯度保护氩气 (Ar ≥ 99.99%)。

3) 焊接时焊枪要带拖罩, 且对温度超过 400℃ 区域的焊道正、背都要严加保护, 防止氧、氮、氢的侵入

4) 选择适当的焊接线能量, 既要防止线能量大造成接头过热, 也要避免热输入过小, 相变时产生较多的脆性相, 还要使熔池保护足够的时间, 有利于氢气的逸出。

5) 采用适当的夹具、压板, 同时选择合理的焊接顺序, 以防止和减少变形。

6) 加工过程应注意防止铁离子污染, 避免与铁离子接触。

## 钨极氩弧焊

钨极氩弧焊时常被称为 TIG 焊, 是一种在非消耗性电极和工作物之间产生热量的电弧焊接方式; 电极棒、熔池、电弧和工作物临近受热区域都是由气体状态的保护隔绝大气混入, 此保护是由气体或混合气体流供应, 通常是惰性气体, 必须是能提供全保护, 因为甚至很微量的空气混入也会污染焊道。

### 一 适用性

钨极氩弧焊, 以人工或自动操作都适宜, 且能用于持续焊接、间断焊接 (有时称为‘跳焊’) 和点焊, 因为其电极棒是非消耗性的, 故可不需加入熔填金属而仅熔合母材金属做焊接, 然而对于个别的接头, 依其需要也许需使用熔填金属。

钨极氩弧焊是一种全姿势位置焊接方式, 且特别适于薄板的焊接—经常可薄至 0.005 英寸。

### (一) 焊接的金属

钨极氩弧焊的特性使其能使用于大多数的金属和合金的焊接, 可用钨极氩弧焊焊接的金属包括碳钢、合金钢、不锈钢、耐热合金、难熔金属、铝合金、镁合金、铍合金、铜合金、镍合金、钛合金和锆合金等等。

铅和锌很难用钨极氩弧焊方式焊接，这些金属的低熔点使焊接控制极端的困难，锌在 1663F 汽化，而此温度仍比电弧温度低很多，且由于锌的挥发而使焊道不良，表面镀铅、锡、锌、镉或铝的钢和其它在较高温度熔化的金属，可用电弧焊接，但需特殊的程序。

在镀层的金属中的焊道由于“交互合金”的结果。很可能具有低的机械性质为防止在镀层的金属焊接中产生交互合金作用，必须将要焊接的区域的表面镀层移除，焊接后在修补。

#### （一）母材金属厚度

钨极氩弧焊能应用于广泛厚度范围的金属焊接，此方式非常适合于焊接 3mm 厚以下物件，因为其电弧产生强烈的、集中热量，而产生高焊接速度，使用熔填金属能做多道焊接。

虽然 6.25mm 以上的厚度的母材金属，通常使用其他焊接方式。但是，需高品质的厚焊件有使用钨极氩弧焊做多层焊接。例如在 8m 直径的火箭发动机，15mm 厚的外壳制造中，以钨极氩弧焊使用填充金属做纵向和圆周多道焊接，虽然对此厚的金属而言，此焊接方式较慢，但因为焊道的高品质要求，故而使用 TIG 焊接。

钨极氩弧焊可成功的焊接多种“箔厚度”的合金，薄板焊接需要精密的装置固定，对于箔厚度的金属。需使用机械或自动焊接，“高温等离子电弧焊接”经常被记为是钨极氩弧焊的一种变化，对于焊接薄板具有更多的优点。

#### （二）工作物形状

防止使用自动方法的复杂形状处需使用手操作焊接。手操作是用于需要短的焊道的不规则的形状物件上焊接，或需要在难以达到的（不易接近的）区域的焊接，手操作也适合全姿势焊接。

自动设备能使用曲线的和直线的表面焊接。例如波状钛极两端对组成件的特殊正弦波焊接，对于此正弦波式的焊接，设计一机械式的导向单元跟随金属模板以引导焊枪。例如此焊接的人工操作，其控制极端的困难。

### 二 TIG 的基础

因为在钨极氩弧焊中，其热量是在极棒和工作物之间产生，而将工作物边缘熔化且当焊道熔池凝固时必须清洁，接合在一起。

为了能以钨极氩弧焊得到良好的品质的焊道，基本上必须将要焊接的所有表面和临近的区域清洁干净，如果使用熔填金属也必须清洁。

另一基本要求是要焊接的组成件的组合，必须牢固的保持在正确的相关的位置上，当组合方式是高要求，且工作物薄，形状复杂。不使用熔填金属焊接或使用自动焊接时，需使用的装置具。

#### （一）起弧

通常使用“起弧”的方法是引起电子发射和气体离子化开始的方式；可经由能化的电极棒接触工作物且快速抽回到其所需的电弧长度，或使用导弧，或使用在电极棒和工作物之间产生高频火花的辅助装置引弧，而得到此放射和离子的能量；电极棒从工作物上做机械式的抽回方式只能用于直流电焊机的机械化的焊接，然而，导弧起动方式，可用于手操作和机械化焊接，但是也只限于直流电焊机，高频火花起弧方式可应用于交流或直流电焊机的手操作焊接，许多电焊机都有产生高频火花的装置作起弧和稳定电弧。

#### （二）电极棒和熔填金属位置

在手操作钨极氩弧焊中的电极棒和熔填金属位置表示于图 1 中，一旦引弧既保持焊枪使电极棒位于离工作物表面约 75° 角度处，且指向焊接的方向，开始焊接时，电弧通常以打圆圈的方式移动直到足够的母材金属熔化以生产适宜大小的熔池（见图 1a）。当达到适当的熔合时，将焊枪沿着焊接物接头

的相邻边缘逐渐的移动。如此渐渐的熔接工作物，当熔填金属是以手操作添加时经常是保持在距工作物表面约  $15^\circ$  的角度，且缓慢的进入熔池中（见图 1c），必须小心的送入熔填金属以避免扰乱气体保护或接触电极棒，且因熔填条端部氧化或电极棒的污染。熔填金属条可持续的加入或反复的“侵入”与“抽出”。

熔填金属能以保持熔填条与焊道成线状排列的方式持续加入（时常使用以 V 形接头的多焊道接中）或者以熔填条和焊枪左右摆动的方式将熔填条送入熔池（时常使用以表面加层的一种方式）。

停止焊接时，将熔填金属从熔池中抽回，但暂时的保持在气体保护下。以防止熔填金属氧化，然后在熄弧之前移动焊枪至熔池的前方边缘，将焊枪提升到刚好足以熄弧但又不足以引起熔坑和电极棒污染的高度而断弧，最佳的操作是以脚踏控制方式逐渐的减少电流而不需提升焊枪。

### （三） 电弧长度

在许多的全自动钨极氩弧焊接应用中,使用的电弧长度约等于  $3/2$  倍的电极棒直径,但可依特定的应用而变化，也可依焊工所喜用的选择而定，然而，电弧长度越长，扩散到周围大气中的热量越高，而且，长的电弧通常会妨碍（至某一程度）焊接的稳定进行，有一例外是在管路中之“插承接头”，以官轴在垂直位置的焊接中，长的电弧可比短的电弧产生较平滑外形的填角焊接。

### （四） 手工和自动的操作

在手工的和全自动的钨极氩弧焊之间有一个区别，即是：手工焊接是以“焊工”做之，全自动焊接是以“操作者”做之；例如脚踏控制焊接电流和转换开关的手工焊接的改良方式都是趋向自动焊接的初步发展；使用持握和带动焊枪以定速或按照计划的速度移动，且能自动调整电弧电压（电弧长度），自动开关和停止之设备，既构成全自动焊接。

### （五） 焊工技术

操作人员的选择和训练主要是取决于使用的设备之“自动程度”，因为钨极氩弧焊是最经常使用于接合金属片的配件，且因为在其应用中，焊工能很容易的处理相当轻小的组成件，故而焊工经常需花费其部分的时间作清洁，组合装置固定和虚焊等操作处理，而且除了需要高度的手工技巧，耐心的训练以得到良好品质的焊道以外，有时焊工具有机械的技术，将要焊的组合件作适当的组合和装置固定。

特定焊接技术的需要会随着由一种焊接方式改为另一种焊接方式而变化，例如一位精以手工操作气保焊接的焊工，需外加训练才能有资格做钨极氩弧焊，另外，在某些应用中需特别的技术，例如消耗性背垫环的安置和焊接和修补焊接等。

### （六） 检验

钨极氩弧焊的检验包括所有的非破坏性方式，从金属片形焊物的表面检验至较厚焊接物的放射线(X光)和超声波方式检验,以检查表面以下（内部）较可能发生的缺陷。

## 三 焊接电流

在任何焊接操作的控制中“电流”是最重要的操作条件，因为其与渗透的深度，焊接速度，焊着速度和焊道的品质皆有关；基本上，有三种焊接电流可供选择：（a）直流正极性，（b）直流反极性（c）交流（d）。在此三种电流上附加高频电流，可得到某些所需的效应表 1 中列出各种不同的金属焊接的电流型试选择说明。

### （一） 直流正极性

为钨极氩弧焊使用最广泛的电流型式，几乎所有的一般可焊接之金属和合金中都能产生良好的焊道；在以 dcsp（直流正极性）的焊接中，电极棒是负极，工作物金属是正极，因此电子流是由电极棒流向工

作物金属。因为在所有直流电弧中 70%的热量是在电弧的正极或阳极端部产生，对于给予尺寸的 电极棒，可承受正极性电流较多，而可承受的反极性电流较少，相同的，如果对于特定尺寸的电极棒，需要有最热的电弧时，**dcsp** 是必须使用的电流型式。

正极性直流电流可产生深的窄的焊道，且“渗透”优于其他两种电流所提供的，然而窄的焊道和较深的渗透使在此 **dcsp** 焊接薄金属物时引起困难；与 **dcrp** 或 **ac** 不同的是：**dcsp** 不能除移铝、镁或铍铜上的表面氧化物，但是铝若以 **dcsp** 焊接，需使用特殊化的焊接方式加上焊接前之机械的或化学的清洁

使用 **dcsp** 焊接比高频稳定化交流电弧焊接时需要教多的技术，主要是因为 **dcsp** 在引弧时没有高频导引放电，因此可在标准的机器上加上特别的装置而将高频电流附加于 **dcsp** 上。

## （二） 直流反极性

在于 **dcrp**（直流反极性）的焊接中，电极棒是连接电焊机正极端，且工作物金属接负极端。因此电子流从工作物流向电极棒；而在电极棒中产生热量，在工作物中产生低热量；在相同的安培和电弧长度下，**dcrp** 电弧的电压稍高 **dcsp** 电弧，因此 **dcrp** 电弧具有较多的总能量。

反极性直流电是三种电流型式中最少使用的，因为其产生平坦的，宽的且渗透浅的焊道，以 **dcrp** 焊接，需要高的技术，因为以相同低的焊接电流值需使用大尺寸的电极棒。故而通常不使用，反极性直流电流具有“最冷的”有效电弧，但是能提供从工作物表面移氧化物之优越特性。

以 **dcrp** 焊接铝是特别的困难，因为熔池很容易被吸引至电极棒的尖端，而电极棒与铝接触时受污染变体，然而 **dcrp** 可有效的使用于接合薄的铝片（0.6mm），另一方面镁受到 **dcrp** 固有的电弧作用所排斥且因而没有污染问题，**dcrp** 可使用于焊接厚至 3mm 的镁金属。

## （三）以 **dcrp** 移除氧化物

有数种理论解释为何反极性直流电流能从某些母材金属表面移除氧化物的清洁作用但是，一般被接受的解释如下：

当电极性为正极时，氩气或氦气的离子是向母材金属表面进行，在环绕惰性气体雾圈上，带电的气体阳离子产生通过电弧的作用，气体离子具有相当的质量，且因而在向金属表急行的同时，获得大量的动能，当这些离子与金属表面碰撞时，如有喷纱的方式，撕掉氧化物的粒子而清洁之，此粒子在金属母材上产生热量比在电弧阳极端产生的热量较少，结果渗透的量较轻微，如果电极棒为负极且工作物为正极，则离子向电极棒行进而在工作物金属上无清洁作用且电子“轰炸”欲焊接金属，因此使工作物金属产生相当的热量和渗透。

例如不锈钢，碳钢和铜的金属，不会形成对钨极氩弧焊明显影响氧化层，

## （四）焊接机的极性判断

在自动钨极氩弧焊中，会有以错误极性开始焊接操作的危险，这些因为重复操作使然，但是在手操作焊接中，只会偶然的被改变焊接机端头的连接而颠倒极性，最好在开始焊接之前，先试验极性，可避免电极性可能损坏（如果的反极性电流施加在小的电极棒上时，会发生损坏）。

使用手工焊条电弧焊接的手把线接于线路上，试验极性，以反极性，全位置手工焊条电弧焊焊条起弧（E6010 级），如果极性是正确的、则电弧具强烈且有力的嘶嘶声；真正反极性 E6010 的电弧不会具有力的劈啪声。

## （五）交流电流

可说为一系列的 **dcsp** 和 **dcrp** 之交互脉动，且每秒钟转换电流方向 120 次，交流电中，每一周期之间，电压由最大的正值变化至最大的负值，且每发生一次变化，电弧即熄减一次；在惰性 中焊接时，传

统的电弧焊接变压器无法产生高至足以在电弧熄灭后确实的建立电弧的电压，相同的，除非使用具有足够的固有电压之变压器，否则必须附加高频电流于电弧上，以便在每半周期上能再建立焊接电弧。

交流电能提供良好的渗透，且使表面氧化物减少（或还原）；**ac** 的钨极氩弧焊产生的焊道比 **dcsp** 焊道较宽且较浅，但是比 **dcrp** 焊道较窄且较深，且其焊道加强部比 **dcsp** 或 **dcrp** 的焊道加强部较大，因此交流电较适合铝，镁和铍铜焊接。

#### （六）交流电中整流作用的预防

由于电压的正和负半周期跨过交流电弧期间产生不等的电流阻力，而引起不平衡的电流正弦波，产生整流作用上升现象，因其在 **ac** 弧中会产生直流电压部分，高至足以引起电弧飘动和不稳定。钨极氩弧焊使用较老式的变压器，较可能发生整流作用，因为没有新式的平衡波形组件。

因为电极棒和焊接金属放射不等量的电子而发生整流作用。其受到电极棒端和工作物端电弧的电流密度的影响（电流密度控制两者的温度），也受到电弧长度和使用的保护气体至某一程度的影响，整流作用会产生高至 **12V** 的直流电压部分在铝的焊接中，当直流部分高时，熔融铝的光亮熔池会变暗且产生氧化膜，其程度与直流部分之大小成正比。

可使用平衡波形变压器消除整流作用和其有害的效应，此组件加入一电容器串联于焊接电路中此电容器的电容量容许交流的焊接电流有效的流过，但阻止部分流通，这些组件通常被设计为具有 **100-150** 伏特范围的开路电压，需高频电流起弧，且很广泛的被使用于焊接铝合金和镁合金。

#### （七）脉动电流焊接

脉动电流的钨极氩弧焊，是以高的电流上升与衰退速率和高的重复脉动速率操作，很广泛的使用精密配件的接合，具较缓慢的电流脉动速率之脉动电流是用于机械化的管件焊接和其他的机械化焊接应用。

目前以发展出能容许自动精确控制脉动 **TIG** 的弧电压的电路，这些电路使用的弧电压是由高的脉动电流和在周期的残部期间锁住控制而产生，在修改形的脉动电流电焊机中，下列的函数也许是个别独立开始部分

脉动电流的钨极氩弧焊的优点如下：

1 焊道的“深度对宽度”之比例增加：使用短持续时间的高电流焊接脉和小的、纯的钍钨电极棒，在不锈钢焊接中，发生的电弧力会产生 **2: 1** 的深度对宽度比例之焊道。

2 消除“坠陷”高电流，短持续时间脉即可“熔透”根部焊道或薄的工作物金属且熔池变大至足以下坠之前凝固。

3 热影响区减至最小：经由高脉的高度和持续时间，与低脉的高度和持续时间的适当比例，可将热影响区减至最小，有时设定低脉高度为零，同时保持高电流脉之间有限制的间隔。

4 在熔池中搅拌：电流的高脉产生的电弧和电磁力比定电流焊接产生的大很多，这些高的力量产生熔池的搅动而减少，接头底部可能发生 的针孔和不完全熔合，脉动在使用于低电流焊接时产生坚实僵硬电弧，消除低电流的定电流电弧会发生的电弧散漫不稳定现象。

#### 四 电焊机

钨极氩弧焊的电焊机有：（a）变压器---整流器式，直流输出。（b）变压器式，交流输出（c）动力驱动发电机----电力马达驱动。（只供 **ac** 输出），或引擎驱动（可供 **ac** 或 **dc** 输出）。

变压器和整流器式电焊机具有数个优于动力驱动发电机式的优点：低的最初成本，暖机期间没有电流降，操作安静，保养和操作成本低，没有转动部分，停顿时功率输入低，引擎驱动发电机的优点是可使用于电力供应的区域。

#### （一） 高频稳定

将大花间隙式或管式震荡器接于焊接变压器线路中，做起弧用，且在某些例子中，也可持续的使用，在大多数早期以高频稳定的交流电做 TIG 焊接中，发生的“无线干扰”产生相当多的麻烦，然而，现今，震动式电驿，“电子管”制动电器和独特相位的高频变压器供给火花供应较弱的放电，使“无线干扰”现象减少。

为改装一些较老式的变压器，装设 HF 稳定的电路，作接触起弧，也许会加入一磁动接触器于交流电焊机中，以脚踏开关作动；使用此种装设。焊工能将电极棒依靠工作物指向需要开始的位置下面罩，然后，接下脚踏开关，当电极棒由工作物上提升时即起弧，此程序较简单，且当焊工欲停止焊接电流时，仅需释放脚踏开关即可。

HF 诱导放电需要的强度取决于接头设计，电极棒伸出长度和焊工能以最小的 HF 诱导电流起弧之能力，如果在深的构槽接头中作焊接，则 HF 电流强度必须较低，否则电弧会桥接构槽的宽度而不会进入接头的根部。

过度的高频稳定会有下列的不良效应：

1. 操作人员受电震的可能性较大。
2. 焊接电弧不稳定。
3. 如果使用金属喷嘴，会“遇电”至喷嘴。
4. 降低焊接缆线的寿命，因为高频会渗透绝缘。
5. 增加无线接收干扰。

如果在焊接电流上附加高频电路时，最重要的是在要装入或调整电极棒之前，或是在将手放在或接近焊接头的金属部分之前，必须将电源关掉，否则会发生猛烈的电震，特别是在操作者接触到近于工作物的温气时。

在以高频稳定交流电焊接时，熄弧后电极棒仍然热时，其尖端显现紫色的晕，当电极棒冷却时，紫色晕剧烈褪色，且当电极棒达到某一温度时，既突然的消失，在紫晕乃可见时，电极棒接近工作物仍有相当大的距离即会引发电弧，故必须特别的小心，以避免不想要的位置突然的引发电弧和弧燃。

#### （二）“热起动”装置

对于某些焊接，需提供布设聚增的电流（高于正常电流很多），以便能在最短的时间延迟下，开始焊接（起弧）此在自动或半自动焊接中特别的有帮助，在电路中连接热起动装置，提供开端（起弧）的聚增电流，通常此装置能预先调整以供所需的外加电流大小和所需的时间幅度。

#### （三） 缓和电力的聚增

在以短持续时间的高电流值和经常起动的焊接时，可使用感应马达横跨（并联）于连接焊接机的端子缓和线路上电力的聚增量，此马达不具外部负荷，马达的额定马力必须超过电焊机的 KVA 额定，如此当因为在起弧中的短路使电流聚增而线电压降时，在转动电枢中会有足够的动能转换成大量的电力输入线路中，在线电压中的尖锐陡降会引起马达转慢，且在马达中的转动能量被转换成电能，帮助保持线电压上升，除非是用在起弧时，紧急的减缓线电压降。否则在做此类装设之前必须小心的作成本分析。

#### （四）减少电流做熔坑填充

在某些应用中，焊道终端需做均称的收尾，且避免在焊道熔坑中的熄弧点上突然的凹陷，在铝合金和镁合金的焊接中，在正好收尾之前需开始减少焊接电流，然而，类如镍基和钴基合金对“鼓震”很敏感的金属，除非以逐渐的减少电流的方式熄弧，并且助于熔填金属的温度焊着（此也可从熔池消减数量）否则必然会发生熔坑龟裂，为避免熄弧后在熔坑中产生“渴”或凹陷，焊道必须持续越过焊道终端，且必须逐渐减少电流至金属不在熔化的电流值，否则当电弧停止作动时，在工作物中会形成凹处或弧形疤痕，此类疤痕和也许存在的显微的龟裂会增加腐蚀的感受性。

有数种方法可使各种电焊机逐渐减少电流：（a）在马达发电机上用控制法；（b）（c）在整流器上用可变电抗器控制法；（d）在控制变压器的可动线圈和可饱和的电抗器上使用马达或空气驱动的圆筒隔离一次和二次线圈。

### 五 焊枪

手操作钨极氩弧焊的焊枪必须坚实重量轻且完全绝缘，必须有手把供持压且供输送保护气体至电弧区，且具有筒夹，夹头或其他方式能稳固的压紧钨电极棒且导引焊接电流至电极棒上，焊枪组合一般包括各种不同的缆线，软管和连接焊枪至电源，气体和水的配合件，图 3 表示典型的水冷式手操作焊枪保护气体通过的整个系统必须气密，软管中式接头处漏泄会使保护气体大量损失，且熔池无法得到充分的保护，空气吸入气体系统中时常是主要的问题，需小心的维护以确保气密的气体系统。

钨极氩弧焊的焊枪有不同的尺寸和种类，重量由轻到三英两到几乎一磅重，焊枪尺寸不同是依能使用的最大焊接电流而定，而且可配用不同尺寸的电极棒和不同种类和尺寸的喷嘴，电极棒与手把的角度也随着不同的焊枪而变化，最普通的角度是约 120°，但也是使用 90°的头角度焊枪直线焊枪，甚至可调整角度的焊枪，有些焊枪在其手把中装置辅助开关和气体阀。

钨极氩弧焊的焊枪其主要的区分为气冷式和水冷式。因为气冷式大多数的冷却是由气保焊提供。故较正确的说法应为 GAS—COOLED 真正空气冷却仅是辐射散热至周围的空气中，另一方面水冷式焊枪有些冷却是由保护气体提供，但是，其他则由循环透过焊枪的水补充冷却（见图 3a）

气冷式焊枪通常是重量轻的，体积小且坚实，且比水冷式焊枪较便宜，但是，一般受限使用于约 125 安培以下的焊接电流，正常情况下是使用于焊接薄板且使用率低之处，钨电极棒的操作温度比在水冷式焊枪中操作的较高，且因为如此，在使用纯钨电极棒时或在接近额定电流容量下焊接时，会引起钨粒子脱落掉入熔池中。

水冷式焊枪是被设计用于持续的高电流焊接，能以高至 200 安培的焊接电流做持续的操作有些被设计可用于 500 安培的最大焊接电流，比气冷式焊枪较重且较贵。

焊枪连接水管和有关的接头，通常，由电焊机携带电流至电极棒的电缆线是包在水冷却水的出口管路内（见图 3），此可提供缆线的冷却，且容许使用小直径，重量轻可绕的导线，有时也包括配合件和流动开关和熔丝，焊枪中漏水或气体系统含有湿气，会污染焊道且会促使操作不顺

### 手工钨极氩弧焊工艺参数

表 7.3.11-1

厚度 (mm)	焊接层数	焊丝直径 (nxn)	钨极直径 (oKn)	喷嘴直径 (A)	焊接电流 (L / min)	氩气流量
1~3	1	1.6~3.0	1.6~3.2 8~12	40~140	8~12	

4~8	2~3	3.0~5.0	2.4~5.0	10~14	140~320	10~16
8~12	3~4	4.0~6.0	4.0~6.4	12~16	240~360	14~20

<http://www.hebweld.com/cpsm/wsm-160.htm>

用氩弧焊是可以做到不变形的，首先，焊接时将电流调整到 45A，每隔 1.5CM 点焊，焊点要小，然后施焊，焊接时采用分段退焊，每段焊缝不超过 2cm，并让自然冷却，不可强制降温，否则会引起剧烈变形和裂纹。我用此方法焊接过 0.83mm 的 201 不锈钢板，没有明显变形

### 钨极氩弧焊

钨极氩弧焊的工艺参数主要有焊接电流种类及极性、焊接电流、钨极直径及端部形状、保护气体流量等，对于自动钨极氩弧焊还包括焊接速度和送丝速度。

脉冲钨极氩弧焊主要参数有  $I_p$  、  $t_p$  、  $I_b$  、  $t_b$  、  $f_a$

脉幅比  $RA = I_p / I_b$  、 脉冲电流占空比  $Rw = t_p / t_b + t_p$

#### (1) 钨极氩弧焊工艺参数

1) 焊接电流种类及大小 一般根据工件材料选择电流种类，焊接电流大小是决定焊缝熔深的最主要参数，它主要根据工件材料、厚度、接头形式、焊接位置，有时还考虑焊工技术水平（钨极氩弧时）等因素选择。

2) 钨极直径及端部形状，钨极直径根据焊接电流大小、电流种类选择。

钨极端部形状是一个重要工艺参数。根据所用焊接电流种类，选用不同的端部形状。尖端角度  $\alpha$  的大小会影响钨极的许用电流、引弧及稳弧性能。表 1 列出了钨极不同尖端尺寸推荐的电流范围。小电流焊接时，选用小直径钨极和小的锥角，可使电弧容易引燃和稳定；在大电流焊接时，增大锥角可避免尖端过热熔化，减少损耗，并防止电弧往上扩展而影响阴极斑点的稳定性。

表 1 钨极尖端形状和电流范围（直流正接）

钨极直径/mm	尖端直径/mm	尖端角度 (°)	电流 /A	
			恒定电流	脉冲电流
1.0	0.125	12	2 ~ 15	2 ~ 25
1.0	0.25	20	5 ~ 30	5 ~ 60
1.6	0.5	25	8 ~ 50	8 ~ 100
1.6	0.8	30	10 ~ 70	10 ~ 140
2.4	0.8	35	12 ~ 90	12 ~ 180
2.4	1.1	45	15 ~ 150	15 ~ 250
3.2	1.1	60	20 ~ 200	20 ~ 300
3.2	1.5	90	25 ~ 250	25 ~ 350

钨极尖端角度对焊缝熔深和熔宽也有一定影响。减小锥角，焊缝熔深减小，熔宽增大，反之则熔深增大，熔宽减小。

3) 气体流量和喷嘴直径 在一定条件下, 气体流量和喷嘴直径有一个最佳范围, 此时, 气体保护效果最佳, 有效保护区最大。如气体流量过低, 气流挺度差, 排除周围空气的能力弱, 保护效果不佳; 流量太大, 容易变成紊流, 使空气卷入, 也会降低保护效果。同样, 在流量子定时, 喷嘴直径过小, 保护范围小, 且因气流速度过高而形成紊流; 喷嘴过大, 不仅妨碍焊工观察, 而且气流流速过低, 挺度小, 保护效果也不好。所以, 气体流量和喷嘴直径要有一定配合。一般手工氩弧焊喷嘴孔径和保护气流量的选用见表 2。

表 2 喷嘴孔径与保护气流量选用范围

焊接电流 /A	直流正接性		交 流	
	喷嘴孔径 /mm )	流量/L·min-1	喷嘴孔径 /mm	流量/L·min-1
10 ~ 100	4 ~ 9.5	4 ~ 5	8 ~ 9.5	6 ~ 8
101 ~ 150	4 ~ 9.5	4 ~ 7	9.5 ~ 11	7 ~ 10
151 ~ 200	6 ~ 13	6 ~ 8	11 ~ 13	7 ~ 10
201 ~ 300	8 ~ 13	8 ~ 9	13 ~ 16	8 ~ 15
301 ~ 500	13 ~ 16	9 ~ 12	16 ~ 19	8 ~ 15

4) 焊接速度焊接速度的选择主要根据工件厚度决定并和焊接电流、预热温度等配合以保证获得所需的熔深和熔宽。在高速自动焊时。还要考虑焊接速度对气体、保护效果的影响。焊接速度过大, 保护气流严重偏后,

可能使钨极端部、弧柱、熔池暴露在空气中。因此必须采用相应措施如加大保护气体流量或将焊炬前倾一定角度，以保持良好的保护作用。

5) 喷嘴与工件的距离 距离越大，气体保护效果越差，但距离太近会影响焊工视线，且容易使钨极与熔池接触而短路，产生夹钨，一般喷嘴端部与工件的距离在 8 ~ 14mm 之间。

表 3 列出了几种材料钨极氩弧焊的参考焊接条件。

表 3 铝及铝合金自动钨极氩弧焊焊接条件例（交流）

板厚/mm	焊接层数	钨极直径/mm	焊丝直径/mm	焊接电流/A	氩气流量/L·min <sup>-1</sup>	喷嘴孔径/mm	送丝速度/cm·min <sup>-1</sup>
1	1	1.5~2	1.6	120~160	5~6	8~10	—
2	1	3	1.6~2	180~220	12~14	8~10	108~117
3	1~2	4	2	220~240	14~18	10~14	108~117
4	1~2	5	2~3	240~280	14~18	10~14	117~125
5	2	5	2~3	280~320	16~20	12~16	117~125
6~8	2~3	5~6	3	280~320	18~24	14~18	125~133
8~12	2~3	6	3~4	300~340	18~24	14~18	133~142

直流电弧焊或电弧切割时，电源输出端有固定的正极和负极。焊件接电源正极、电极接电源负极的接线法，叫正接；焊件接电源负极、电极接电源正极的接线法，称为反接。

正接和反接时，焊接电弧的形状不一样。显然，只有采用直流焊接电源时，才有正接和反接两种接线法，交流焊接电源由于正、负极在不断地交替，所以不存在极性问题。

焊件极性的选择原则：

1、焊条电弧焊使用碱性低氢焊条时，一律采用反接。若采用正接，则电弧燃烧不稳定电弧声音很暴躁，发出强烈的嘶嘶声飞溅很大，并且极易产生气孔。使用酸性焊条时，极性对电弧的稳定燃烧影响不大。

同样道理，埋弧焊若使用直流电源施焊时，一般也采用反接。

2、钨极氩弧焊焊接钢、黄铜时，一律采用正接。因为阴极的发热量远小于阳极，所以用直流正接电源时，钨极接负极，发热量小，不易过热，钨极寿命长，同样直径的钨极可以采用较大的焊接电流。同时正接时，焊件为阳极发热量大，因此熔深大，生产率高。