



焊 接



直流焊机



CO2保护焊机



直流逆变手弧焊机



数控切割机





主要内容

一、焊条电弧焊 

二、气焊 

三、气割 

四、气体保护焊 





第一节 焊条电弧焊

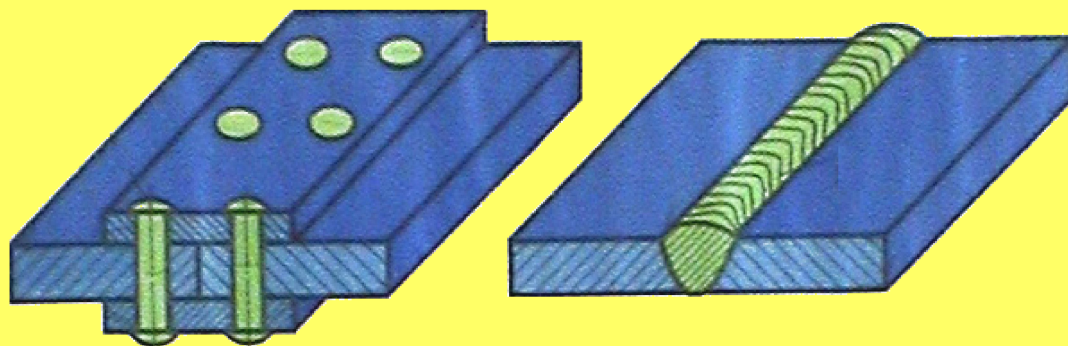
- 一、什么是焊接
- 二、焊条电弧焊
- 三、手弧焊的设备
- 四、电焊条
- 五、焊接工艺
- 六、焊接工艺参数



一、什么是焊接



定义：焊接是通过加热或加压（或两者兼用），并且用（或不用）填充材料，使被焊工件之间形成原子间结合的一种连接方法。



铆接

焊接

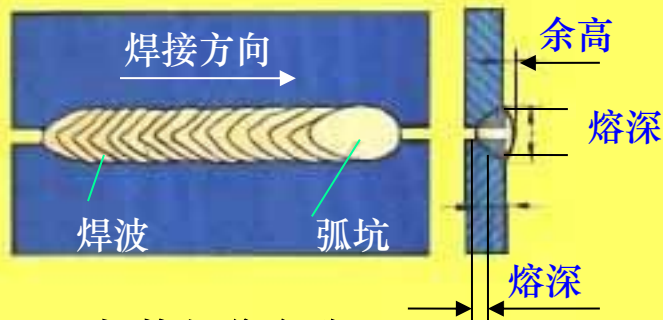
焊接的方法很多，按照焊接的工艺特点，可分为三大类。即：熔焊、压焊和钎焊。



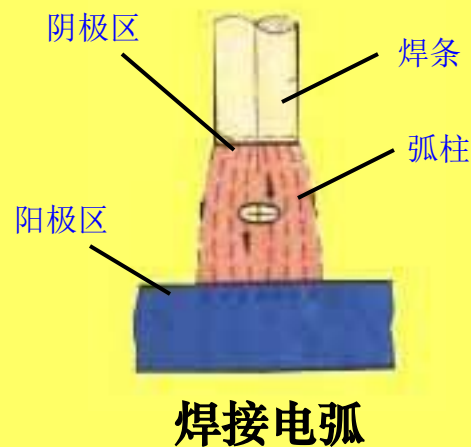
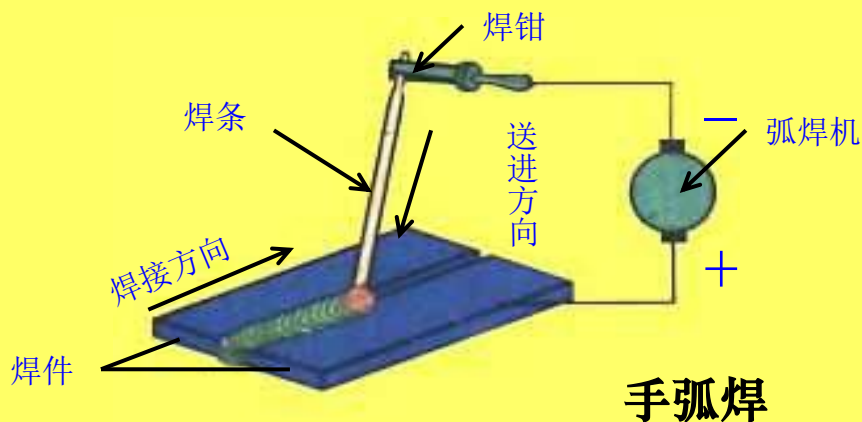
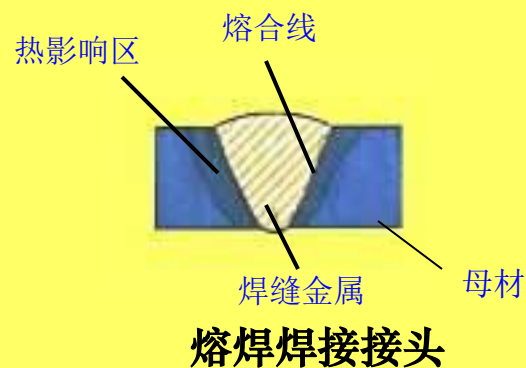
二、焊条电弧焊



焊条电弧焊属于加热焊的范畴中的一种加工方法。它是将电源的两极瞬时接触，形成短路，再用手操作其两极之间产生的电弧，对工件进行焊接方法。



焊接部位名称





三、焊条电弧焊的设备

1. BX₆ --- 250交流弧焊机



例: B X₆ — 250



V 空: 50~56V

V 工: 30V

I: 电流调节范围90~250A



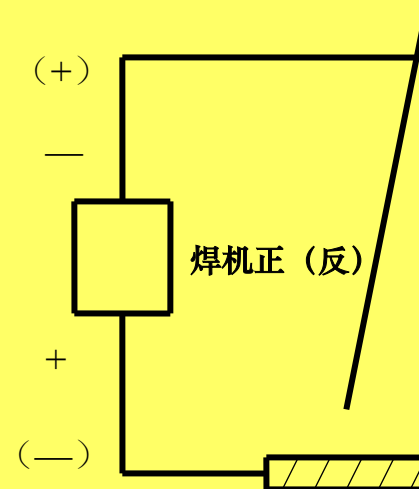
三、焊条弧焊的设备



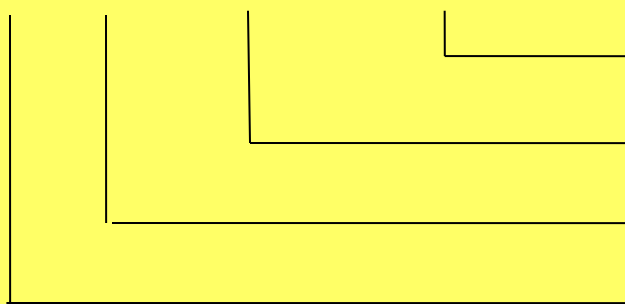
2. 直流电焊机

直流电焊机分为发电式和整流器式两种：

由于直流电在工作时，它的正、负极区分很严格，故在使用直流电焊机工作时，应注意它的接法，将电焊机的正极连接到工件上，负极连接到焊条上，称为正接法，适合使用酸性焊条，反之称为反接法，一般情况下，适合碱性焊条。



型号： Z X E1 — 400



额定焊接电流为400A
抽头式
下降特性
整流器式

[返回](#)





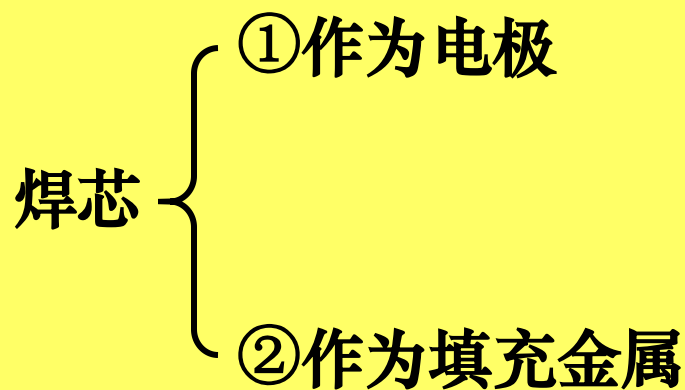
四、电焊条的组成、作用和分类

1. 组成:

焊条是由焊芯 和药皮两部分组成



2. 作用:



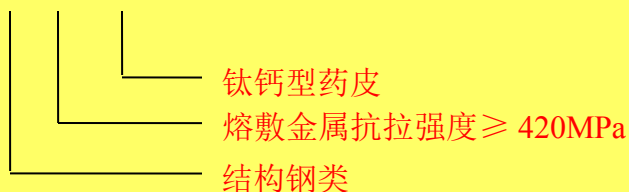


四、电焊条的组成、作用和分类

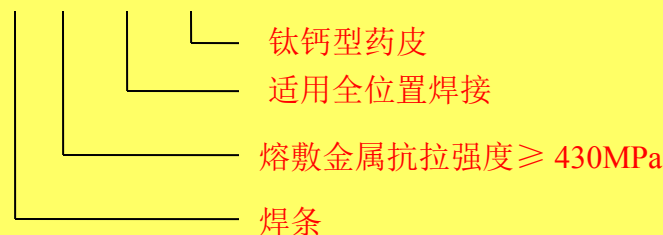
3. 分类:

酸性： 牌号： J 422 或型号： E 4303

牌号： J 42 2

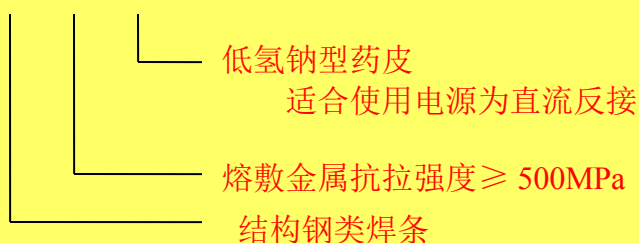


型号： E 43 03 3

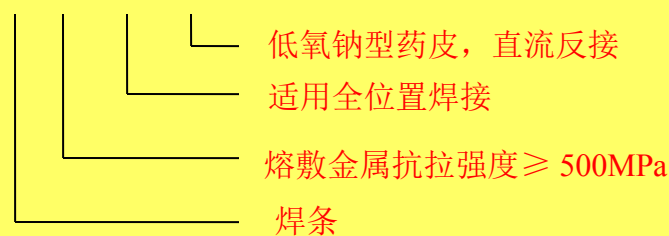


碱性： 牌号： J507或型号： E5015

牌号： J 50 7



型号： E 50 15 5



所谓酸性、碱性焊条，是由其焊渣中的氧化物来决定的，酸性氧化物多的，称为酸性焊条，碱性氧化物多的，称为碱性焊条。

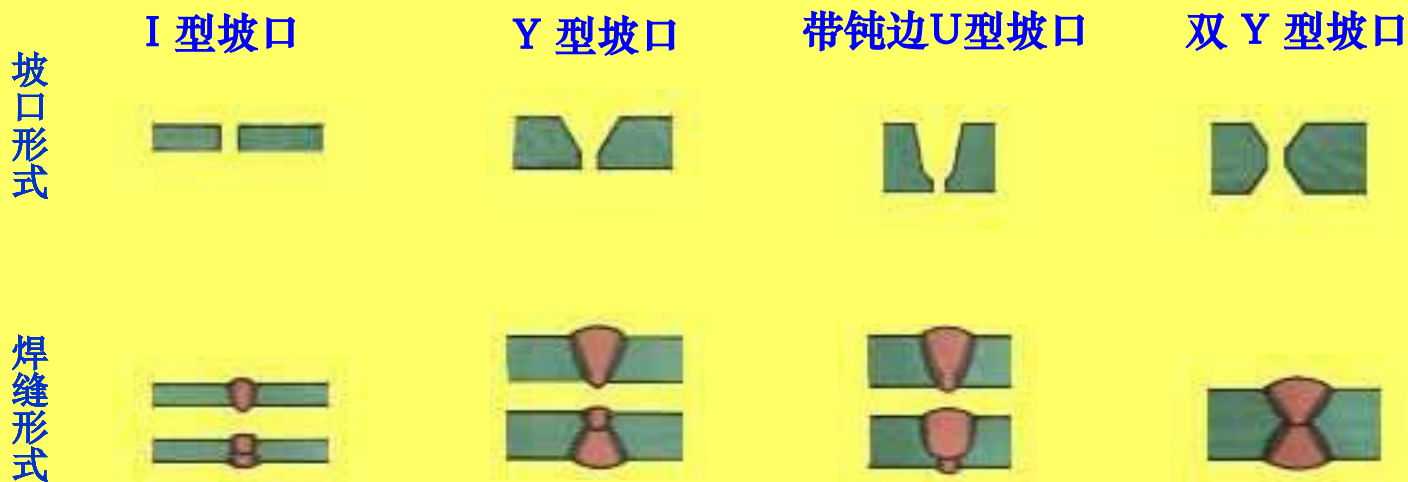


五、焊接工艺



1. 坡口形式:

根据实际工作需要，在工件边缘加工出来的不同形状的几何沟槽，称为坡口形式。目的是为了保证焊缝的焊透性。



五、焊接工艺



2. 接头形式:

接头形式主要分：对接、角接、T字型接、搭接四种形式



对接



搭接



角接



T型接

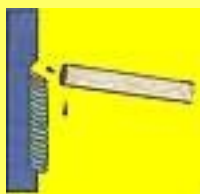
3. 焊缝的空间位置:

焊缝的空间位置分为平焊、立焊、横焊和仰焊四种形式

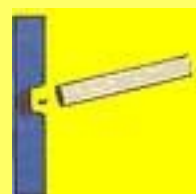
对接



平焊



立焊

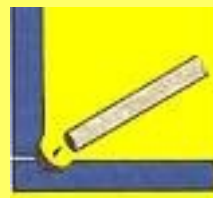


横焊



仰焊

角接



六、焊接工艺参数



焊接工艺参数是指为保证焊缝质量而选定的诸物理量的总称。其主要工艺参数有：

1. 焊条的选择

根据工件的厚度，选用直径不同的电焊条。原则是工件厚，焊条直径大，工件薄，焊条直径小。

2. 焊接电流

通过经验公式： $I=(30\sim 50)d$ ，计算出 I：焊接电流
d：焊条直径

3. 电弧长度

是指由焊条的最前端到工件表面的距离，应等于焊条直径的0.5~1.0倍

4. 焊接速度

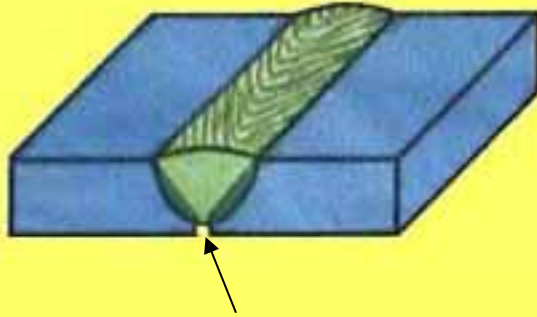
根据每名操作者的操作习惯，自由选择，但前提是必须保证焊缝质量。



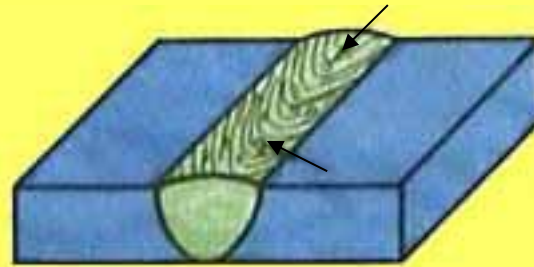


七、焊接缺陷

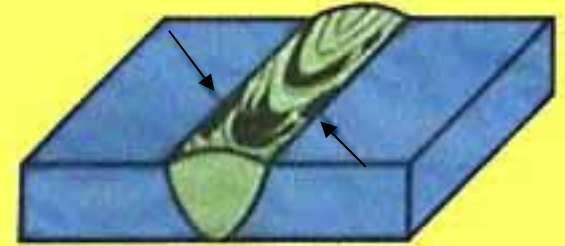
焊接缺陷主要有：未焊透，气孔，夹渣，裂纹，咬边，变形焊穿和焊瘤等。缺陷产生的主要原因是由于焊接工艺或工艺参数的选用不当造成的。



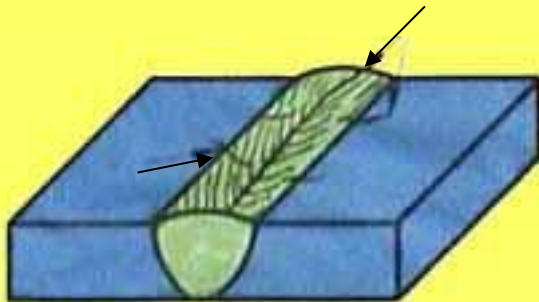
未焊透



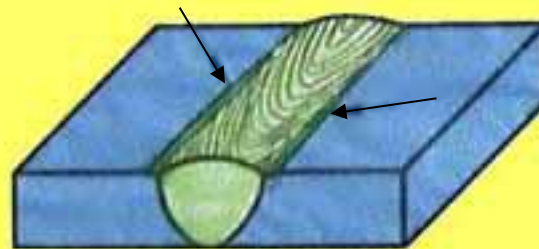
气孔



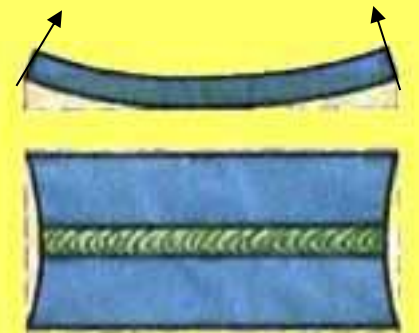
夹渣



裂纹



咬边



变形



八、操作



1、引弧：
 { 敲击法
 { 划擦法

2、运条：

“三度”，即焊条角度，电弧长度，焊接速度



第二节 气焊



- 一、什么是气焊
- 二、气焊的设备和工具
- 三、气焊火焰
- 四、焊接工艺
- 五、焊接工艺参数
- 六、操作





一、什么是气焊

气焊是利用氧、乙炔焰作为热源，来对工件进行加工的一种焊接方法。（氧—乙炔混合气体焊）气焊火焰由焰心、内焰、外焰组成，调节氧气与乙炔的混合比可得到三种性质和用途各异的火焰。



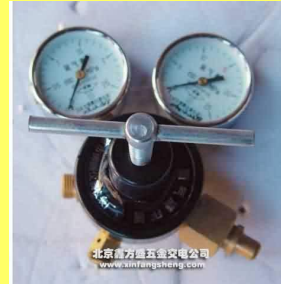
二、气焊的设备和工具



1. 设备

① 氧气瓶：用来贮存和运输氧气的容器

② 减压器：是将高压气体降为低压气体的一种调节装置



③ 乙炔瓶：是用来贮存和运输乙炔气的容器

④ 回火防止器：防止倒流的气体火焰回入乙炔瓶，造成事故

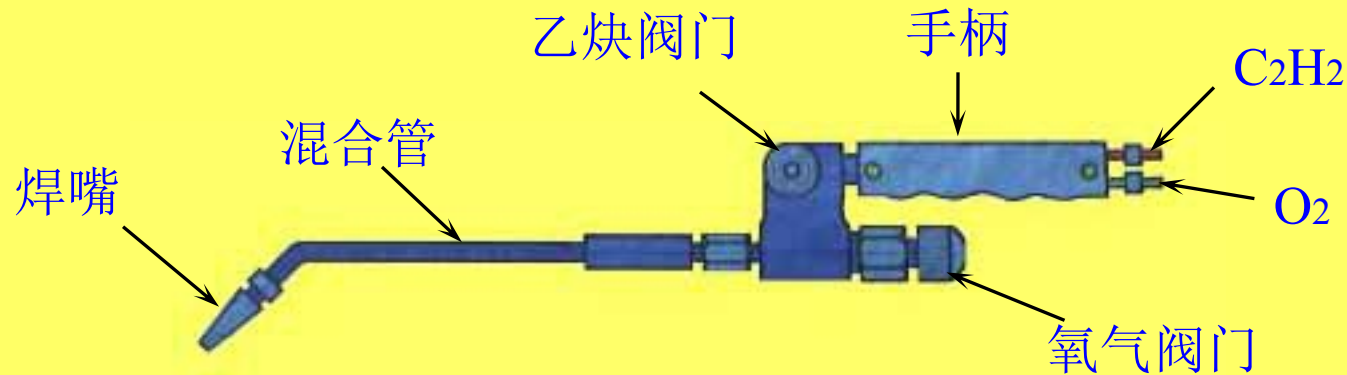




二、气焊的设备和工具

2. 工具

焊炬：用来操纵气焊火焰，对工件进行焊接



型号： H 01 — 6

—— 最大可焊厚度为6mm
—— 名称为射吸式
—— 焊炬

三、气焊火焰



1、中性焰：

氧气和乙炔的体积比值为 $1.0\sim 1.2$ 时，气焊火焰称为中性焰，中性焰适合焊接的材料种类很广是工作中最常用的一种火焰。



2、氧化焰：

氧气和乙炔的体积比值为 >1.2 时气焊火焰称为氧化焰，氧化焰适合焊接黄铜，镀锌铁板等材料。



3、碳化焰：

氧气和乙炔的体积比值为 <1.0 时气焊火焰称为碳化焰，碳化焰适合焊接铸铁和高碳钢等材料。





四、焊接工艺

类似于焊条电弧焊的焊接工艺

五、焊接工艺参数

1、焊嘴和焊炬的选择



2、气焊火焰的选择

3、焊嘴和工件的倾角





六、操作

首先打开氧气阀门 $1/4$ ，再打开乙炔阀门 $3/4$ 点火，调整火焰，利用距离焰心前端的 $2\sim 4\text{mm}$ 的位置，对工件持续加热，直至工件表面出现熔池，这时立即改变焊咀角度，使之保持在正常工作角度，同时将左手拿的焊丝放入熔池中，让焊丝和溶池一同熔化，从而达到焊接的目的。

熄火时，先关闭乙炔阀门，再关闭氧气阀门



第三节 气割

- 一、什么是气割
- 二、气割的设备和工具
- 三、操作
- 四、气割的条件及材料





一、什么是气割

是金属在纯氧中，剧烈燃烧的一个过程。

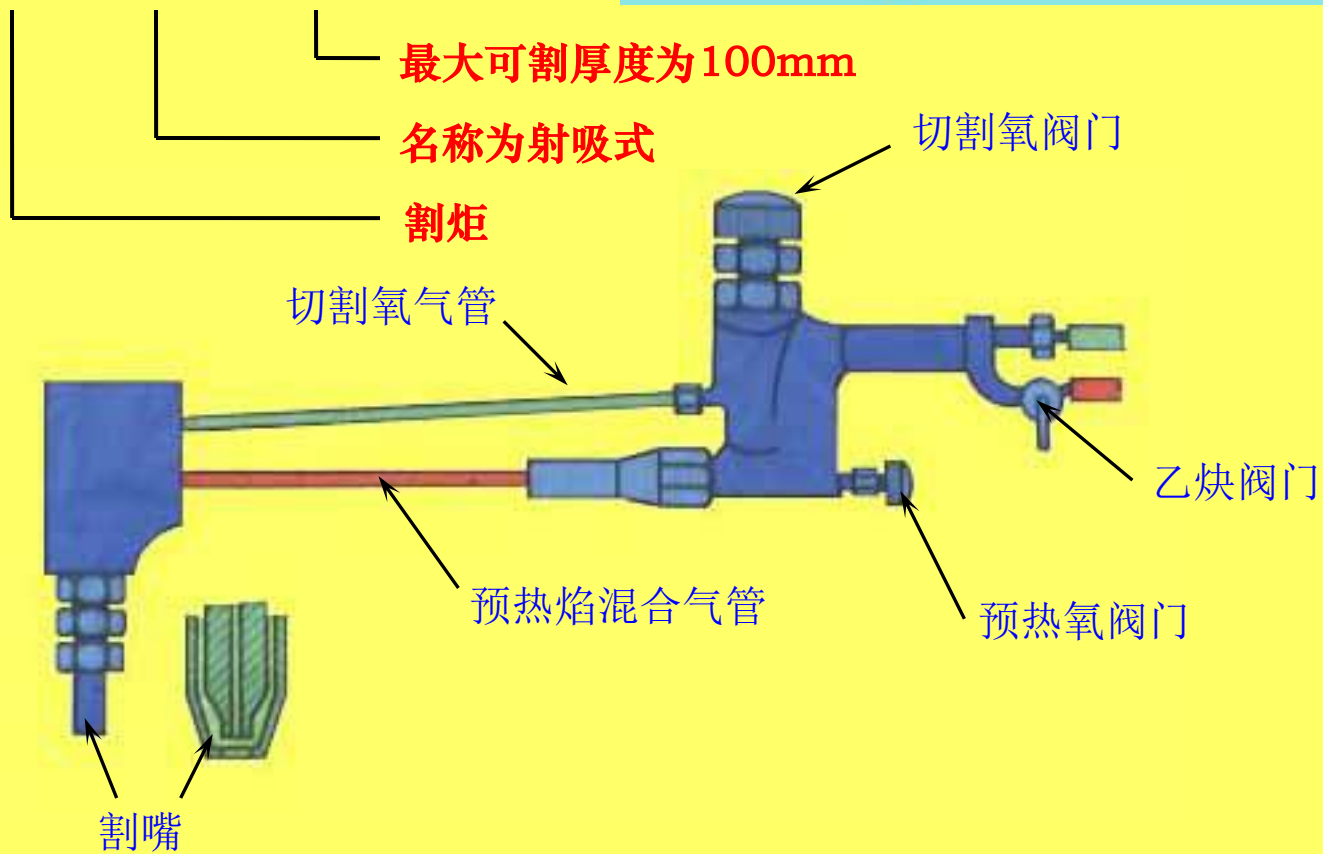
气割（氧—乙炔混合气体切割）也称热切割，气割是利用高温时金属能在纯氧中燃烧来实现切割。切割时用中性焰将割缝附近的金属加热至燃点，开启高压纯氧切割阀门使燃烧的金属成为熔渣而被高压氧流吹走。随着割炬的移动完成切割。

二、气割的设备和工具

设备：相同于气焊设备

工具：割炬

型号：G 01 —100





三、操作

首先打开氧气阀门1/4，再打开乙炔阀门3/4，点火，调整火焰，用中性焰，焰心前端的2~4mm位置，对工作进行加热直至工件表面燃烧，再打开切割氧阀门，让燃烧的金属在纯氧中剧烈燃烧，同时顺着切割氧气流吹走，这种切割方法称为气割。

熄火时，先关闭切割氧阀门，再关闭乙炔阀门，最后关闭氧气阀门。

四、气割的条件及材料

- 条件：
1. 金属的燃烧点必须低于金属本身的熔点。
 2. 金属氧化物的熔点低于金属本身熔点
 3. 金属的导热性要低

材料：纯铁、低碳钢、中碳钢、普通低合金钢四种



安全注意事项

1. 焊接工作场地不得有易燃易爆物品
2. 进入工作场地必须穿戴劳保防护用品
3. 焊接工件不得随便触摸，以免烫伤
4. 工作场地的电源不得随便开关



第四节 气体保护焊

- 一、气体保护焊的特点及应用
- 二、气体保护焊方法的分类
- 三、钨极氩弧焊 (TIG)
- 四、二氧化碳气体保护焊 (CO₂)



一、气体保护焊的特点及应用

气体保护焊是通过电极（焊丝或钨极）与母材之间产生的电弧熔化焊丝（或填丝）及母材，形成熔化和焊缝金属的一种先进的焊接方法。电极、电弧和焊接熔池是靠焊枪喷嘴喷出的保护气体来保护，以防止周围大气的侵入，对焊接接头区域形成良好保护效果的。随着科学技术的突飞猛进和现代工业的迅速发展，各种新的金属材料 and 新的产品结构对焊接技术要求的提高，促进了新的、更加优越的气体保护焊方法的推广应用。

与焊条电弧焊、埋弧焊等焊接方法相比较，气体保护焊在工艺性、接头质量、焊接过程自动化控制、生产率与经济效益等方面具有以下优点：

1、气体保护焊是在明弧下进行焊接，在焊接过程中易于观察电弧与熔池情况，便于发现问题并及时调整，有利于对焊接过程和焊缝成形质量进行控制。

2、气体保护焊不需要采用焊条或焊剂，焊后不需要对焊缝表面清渣，能提高劳动生产率和降低焊接成本。

3、气体保护焊的类型较多，只要通过改变电极材料和焊丝直径、保护气体成分的焊接工艺参数等，就可以用于焊接薄壁结构和零部件，也可实现厚大结构件的焊接。

4、节省焊接材料和能源消耗小。

5、由于焊丝连续送进，焊接过程易于实现机械化和智能控制的全自动焊接。



二、气体保护焊方法的分类

1、按选用的气体（保护气体）进行分类，可分为：钨极氩弧焊、（TIG）、CO₂气体保护焊、熔化极惰性气体保护焊（MIG），熔化极混合气体保护焊（MAG）等。

2、按采用的电极类型进行分类，可分为：熔化极气体保护焊和非熔化极气体保护焊。

3、按采用的焊丝类型进行分类，可分为：实芯焊丝和药芯焊丝气体保护焊。



三、钨极氩弧焊 (TIG)

是一种非熔化极惰性气体保护焊，在氩气保护下通过钨极与工件之间产生电弧，利用电弧产生的热量熔化工件的接头而形成熔池，然后对熔池填加焊丝（也可不填加焊丝）来产生焊缝。



钨极氩弧焊的焊接方式有许多种，通常按操作方式，分为：手工氩弧焊（焊枪移动靠手工操作，填充焊丝可以是手工送进，也可以是机械送进）；自动氩弧焊（焊枪安装在焊接小车上，小车的行走和焊丝送进由机械完成）。



(一) 钨极氩弧焊的工艺特点

- 1、焊接过程稳定，电弧能量参数可精确控制。
- 2、焊接质量好。
- 3、适于薄板焊接、全方位焊接以及不加衬垫的单面焊双面成形工艺。
- 4、焊接过程易于实现自动化。
- 5、焊缝区无熔渣，焊工可清楚地看到熔池和焊缝成形过程。



(二) 钨极氩弧焊的应用范围

氩气的保护效果好，不溶于液态金属，也不于金属发生任何反应，最早用于焊接铝合金和镁合金等有色金属及其他合金（Al、Mg、Ti等），以及不锈钢、高温合金、难溶的活性金属（如Mn等）。



(三) 钨极氩弧焊的焊接材料

1、电极材料：电极的作用是导通电流，引燃电弧并维持电弧稳定燃烧。由于焊接过程中要求电极不熔化，因此，电极必须具有高的熔点。

材料有：纯钨极、铈钨极和钍钨极。

2、保护气体：不仅是焊接区域的保护介质，也是产生电弧的气体介质。

保护气体一般采用：

(1) 氩气 (Ar)：是一种无色无味的单原子惰性气体，密度为空气的1.4倍。对电弧冷却作用小，电弧稳定性好。

(2) 氦气 (He)：是一种无色无味的单原子惰性气体，密度大约只有空气的1/7，因此焊接时所用流量通常比氩气高1~2倍。热导率高，电弧冷却作用大，产热功率大，且集中，焊接速度快，价格高。

(3) 氩氦混合气体：采用混合器气体时，电弧兼有氩弧及氦弧的优点，电弧稳定、温度高，熔透能力强，特别适合于焊缝质量要求很高的场合。采用的混合比一般为 $(75\sim 80)\% \text{He} + (15\sim 20)\% \text{Ar}$ 。



3、填充金属：采用的填充金属，一般可与母材的化学成分相近。不过，从耐腐蚀性、强度及表面形状考虑，填充金属的成分也可不同于母材。通常按“等强匹配”和“等成份匹配”选择。



(四) 钨极氩弧焊工艺

1、焊前准备

(1) 接头及坡口形式：

接头形式有：对接、搭接、角接、T形接头、端接、卷边对接及夹条对接等，后三种适用于薄板焊接。

坡口形式可根据材料类型、板厚等来选择。一般情况下，板厚小于3mm时，可开I形坡口。

(2) 焊前清理：钨极氩弧焊对材料表面质量要求很高，为了保证焊接质量，焊前必须填充焊丝，清理工件坡口及坡口两侧表面至少20mm范围内的氧化膜、油脂及水分。否则可能导致气孔，夹杂，未熔合等缺陷。

① 机械清理：只适用于工件，对焊丝不适用。并要去除工件表面上的氧化膜、油污等。

② 化学清理：特别适用于铝合金、钛合金、镁合金母材及焊丝的焊前处理。该方法依靠化学反应去除工件及焊丝表面的氧化膜及油污。



(3) 装配：采用钨极氩弧焊制造的产品多为薄壁构件，控制焊接变形和保证熔透而不烧穿是制造中的关键技术。

薄板 ($\leq 1\text{mm}$) 对接不加填充金属钨极氩弧焊，一般是单面焊背面成形，沿缝不留装配间隙，不能出现错边，通常是借助装配夹具来实现。

(五) 钨极氩弧焊的工艺参数及选择

钨极氩弧焊的工艺参数主要有电流的种类及极性、焊接电流、钨极直径及端部形状、保护气体流量等。

1、焊接电流及极性：不同的电流种类及极性具有不同的工艺特点，适用于不同材料的焊接。因此，应首先根据工件的材料选择电流的种类及极性。

2、焊接电压：指钨极尖端到工件之间的电压降，其大小主要受焊接电流的种类及所用的保护气体的影响。

3、焊接速度：电弧穿透深度和尺寸是控制焊接速度的主要考虑因素。

4、钨极直径及端部形状：是重要的钨极氩弧焊接参数之一，通常根据电流的种类、极性 & 大小来选择。

原则是：在保证钨极许用电流大于所用焊接电流的前提下，尽量选用直径较小的钨极。

电极的端部形状对焊接过程稳定性及焊缝成形具有重要影响，通常应根据电流的种类、极性大小来选择

5、喷嘴孔径及氩气流量，对于一定的喷嘴孔径，流量太小时，气体挺直差，保护效果差；流量太大时，气流层中出现紊流，空气易卷入，保护效果也不好。喷嘴孔径及氩气流量通常根据电流的种类和大小、极性来选择。

6、钨极伸出长度：通常将露在喷嘴外面的钨极长度叫做钨极的伸出长度。长度过大时，钨极易过热，且保护效果差；长度过小时，喷嘴易过热。一般伸出长度保持在5~6mm。

7、喷嘴离工件的距离：喷嘴离工件的距离要与钨极伸出长度相匹配，一般应控制在8~14mm之间。距离过小，影响视线，易导致接触短路，使焊缝夹钨并降低钨极寿命；距离过大，气体保护效果差，电弧不稳定。

碳钢钨极氩弧焊的工艺参数

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
焊接电流/A	50~100	70~120	90~150
极性	直流正接	直流正接	直流正接
焊接电压/V	12	12	12
钨极种类	钍钨极	钍钨极	钍钨极
电极尺寸/mm	2.4	2.4	3.2
填充金属尺寸/mm	1.6~2.5	2.5~3.2	2.5~3.2
保护气体流量/L·min ⁻¹	Ar 8~12	Ar 8~12	Ar 10~14
背面保护气体流量/L·min ⁻¹	Ar 2~4	Ar 2~4	Ar 2~4
喷嘴尺寸/mm	8~10	8~10	10~12
喷嘴到工件距离/mm	≤12	≤12	≤12
最低预热温度/℃	15	15	15
最高层间温度/℃	250	250	250

四、二氧化碳气体保护焊 (CO_2)



(一) CO_2 气体保护焊的分类及特点:

1、 CO_2 气体保护焊的分类:

CO_2 气体保护焊可按照焊丝直径、操作方法、特殊应用和新工艺进行分类。目前，常用的是根据焊丝形状（实芯、药芯）对 CO_2 气体保护焊进行分类。



(1) 实芯CO₂气体保护焊:



当焊丝直径 $\leq 1.2\text{mm}$ 时，称为细丝CO₂气体保护焊，主要采用短路过渡形式焊接薄板材料。

当焊丝直径 $> 1.6\text{mm}$ 时，称为粗丝CO₂气体保护焊，一般采用大电流和较高的电弧焊接中厚板。

(2) 药芯CO₂气体保护焊:

药芯焊丝CO₂气体保护焊是一种CO₂气体和焊剂联合保护的焊接方法。焊接时焊丝的药芯（受热）熔化，从而在焊缝表面覆盖上一层薄薄的熔渣。

(二) CO₂气体保护焊的工艺特点:

优点:

- (1) 焊接成本低 只有埋弧焊及焊条电弧焊的30 % ~ 50 % 。
- (2) 焊缝质量好 抗锈能力强，对油污不敏感，焊缝含氢量低，抗裂性能好。
- (3) 生产效率高 采用细丝焊接时，焊接电流密度大，电弧热量集中，熔透能力强，熔敷速度快，焊后无需清理焊渣。半自动CO₂气体保护焊比焊条电弧焊高1~2倍，自动CO₂气体保护焊比焊条电弧焊高2~5倍。
- (4) 适用范围广 适用于各种位置的焊接，而且既可以用于薄板焊接，又可用于厚板焊接。
- (5) 便于实现自动化 焊前对焊件的清理工作可从简，有利于实现焊接过程机械化及自动化。



缺点：

- (1) 焊缝成形较粗糙，飞溅较大。
- (2) 不能焊接易氧化的金属材料，且不适于在有风的场地施焊。
- (3) 劳动条件较差 弧光强度及紫外线强度分别是焊条电弧焊的2~3倍和20~40倍，电弧的幅射较强，且操作环境中CO₂的含量较大，对人体健康不利。

(三) CO₂气体保护焊的焊丝及气体

1、焊丝

CO₂气体保护焊中，为了防止气孔，减小飞溅和保证焊缝具有一定的力学性能，必须采用含有Mn、Si等脱氧元素的焊丝。供低碳钢和低合金钢焊接用，含碳量都较低，同时含有Si、Mn、，以及Ti、Al、Cr、Mo等合金元素，按“等强匹配”和“等成分匹配”选择。

2、气体

焊接用CO₂气体为装入专用钢瓶的液态CO₂，既经济又方便。CO₂钢瓶规定漆成黑色，上写黄色“二氧化碳”字样。



(四) CO₂气体保护焊工艺

焊接前准备 包括接头和坡口设计、坡口加工、接头清理、焊接装配、工装及焊接设备调整、维修等。

(五) CO₂气体保护焊的工艺参数:

正确选择焊接工艺参数是获得高生产率和高质量焊缝的先决条件,各种工艺参数的选择是以生产率要求、被焊材料、焊缝位置和形状,以及设备情况为基础的。

最佳的焊接工艺参数应满足以下几个条件:

- (1) 焊接过程稳定,飞溅最小。
- (2) 焊缝外形美观,没有烧穿、咬边、气孔和裂纹等缺陷。
- (3) 对两面焊接的焊缝,应保证一定的熔深,使之焊透。
- (4) 在保证上述要求的条件下,应具有最高的生产率。

工艺参数主要包括：

1. 焊丝直径：以焊件厚度、焊接位置及生产率要求为依据。
2. 焊接电流：应根据工件的厚度、坡口形式、焊丝直径以及所需要的熔滴过渡形式来选择。
3. 电弧电压：指由导电嘴到工件之间两点的电压，是很重要的工艺参数，直接影响到焊接过程的稳定性。对焊缝的成形、飞溅、焊接缺陷、短路频率及焊缝的力学性能有很大的影响。
4. 焊接速度；焊接速度要与焊接电流适当配合才能得到良好的焊缝成形。焊接速度要针对不同的钢种、不同的冷却条件来选择。
5. 焊丝伸出长度：指从导电嘴伸出到工件的距离。一般为焊丝直径的10~15倍。
6. 气体流量：太大时，气体冲击熔池，冷却作用加强，并且保护气流紊乱而破坏了保护作用，使焊缝易产生气孔。太小时，气体挺度不够，降低了对熔池的保护作用，易用产生气孔等缺陷。



实习期间注意安全