

## 气焊与气割

气焊和气割是利用可燃气体和助燃气体(氧气)混合燃烧的火焰释放出的热量作热源,进行金属材料的焊接和切割的加工工艺方法。可燃气体主要有乙炔、液化石油气。乙炔与氧气混合燃烧产生的火焰温度最高,可达3 000 ℃以上,是目前气焊、气割中应用最广的一种可燃气体。在生产中,氧-乙炔焰常用来焊接较薄的钢件、低熔点材料及铸铁等,也常被用于火焰钎焊及钢结构变形的火焰矫正等。火焰切割在钢材的下料及坡口制备方面应用非常广泛。

### 3.1 气焊工具与设备

气焊工具和设备主要有焊炬、减压器、回火防止器、氧气瓶和乙炔瓶等,如图3-1所示。

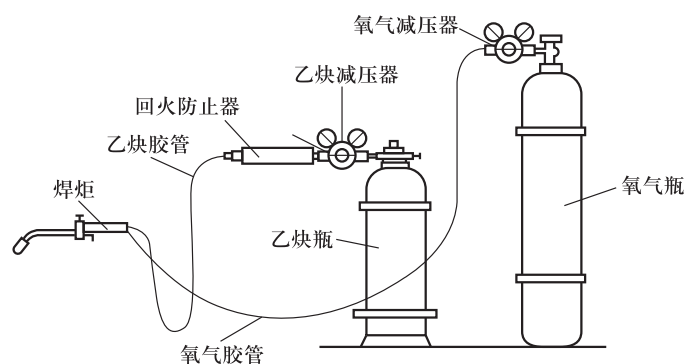


图 3-1 气焊工具与设备

#### ▶▶ 一、焊炬

焊炬又称焊枪,是气焊的主要工具之一,其作用是调节和控制气体的混合比例和流量,以形成不同大小和性质的焊接火焰。

### 1. 焊炬的分类

根据可燃气体与氧气在焊炬中混合方式的不同，焊炬可分为射吸式和等压式两种，目前射吸式焊炬使用较广泛。

### 2. 射吸式焊炬的组成与工作原理

射吸式焊炬由焊嘴、乙炔调节阀、氧气调节阀、乙炔接头和氧气接头等组成，如图 3-2 所示。

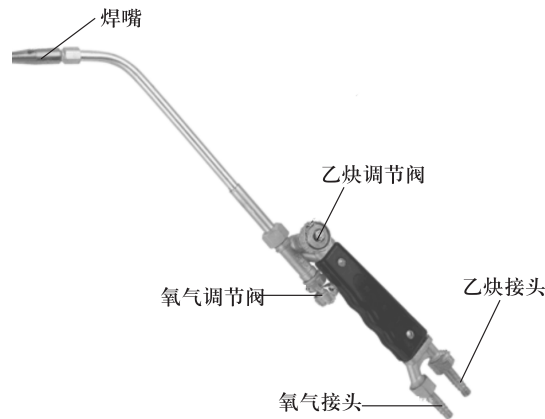


图 3-2 射吸式焊炬

射吸式焊炬的工作原理：当开启氧气调节阀后，氧气在射吸管内形成负压（即产生吸力），打开乙炔调节阀后，乙炔即被氧气产生的吸力吸入射吸管和混合气管内，使两者按一定比例均匀混合，从焊嘴喷出后点燃形成焊接火焰。

### 3. 射吸式焊炬的规格与参数

射吸式焊炬的规格与参数见表 3-1。

表 3-1 射吸式焊炬的规格与参数

型号	焊嘴孔径/mm					适合焊接 工件的厚度/ mm	氧气工作 压力/MPa	乙炔工作压力/ MPa
	1	2	3	4	5			
H01-6	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	2~6	0.2~0.4	0.01~0.04
H01-12	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	6~12		
H01-20	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	12~20		

### 4. 焊炬的使用

使用焊炬时应注意以下几点：

- 1) 根据工件的厚度选择焊炬的型号及焊嘴孔径。

2) 使用射吸式焊炬前应检查其射吸能力,方法是先接上氧气管,打开乙炔和氧气阀门(此时乙炔管与焊炬应脱开),用手指轻轻接触乙炔进气口,如有吸力,则说明射吸能力良好。

3) 点火时,应先微微开启乙炔调节阀,再开启氧气调节阀,然后送到点火枪芯或火柴上点燃,再通过阀门来调节火焰。

4) 当发生回火时,应立即关闭乙炔调节阀和氧气调节阀,这样回火就会很快熄灭。

5) 当焊炬严重受热而发出“噼啪”爆鸣声时,应立即关闭乙炔调节阀,并将焊嘴放入水中冷却。

6) 短时间休息时,必须将焊炬的阀门关紧。较长时间休息或离开工作地点时,必须关闭气瓶阀门。严禁将带有气源的焊炬存放在密闭的容器内。

## ▶▶ 二、减压器

减压器又称减压表,它是将气瓶内气体的高压减至所需要的低压,并能够保持输出压力和流量稳定的调节装置。例如,氧气瓶内气体压力最高可达 15 MPa,乙炔瓶内气体压力最高可达 1.5 MPa,工作中需要的氧气压力一般为 0.1 ~ 0.4 MPa,乙炔压力为 0.01 ~ 0.04 MPa,随着工作时间的延长,瓶内气体压力随着消耗逐渐下降,但工作中又需气体压力保持稳定,这就需要使用减压器。减压器如图 3-3 所示,使用减压器时应注意以下几点:

- 1) 减压器上不得沾有油脂、污物。
- 2) 减压器上的压力表必须定期校验,以保证压力表的精确度。
- 3) 应经常检查减压器的性能是否正常,如有漏气、表针动作不灵、表针爬高(自流)等情况,应及时修理或更换。
- 4) 调节工作压力时,要缓慢地旋进调压螺钉,以免高压氧冲坏弹簧、薄膜装置和低压表。
- 5) 在使用过程中,若减压器被冻结,则应用热水或蒸汽解冻,绝不能用火焰烘烤。
- 6) 工作结束后应先关闭瓶阀,然后放出减压器内的余气,放松压力调节杆,使表针降到零位,然后取下减压器并妥善保存。

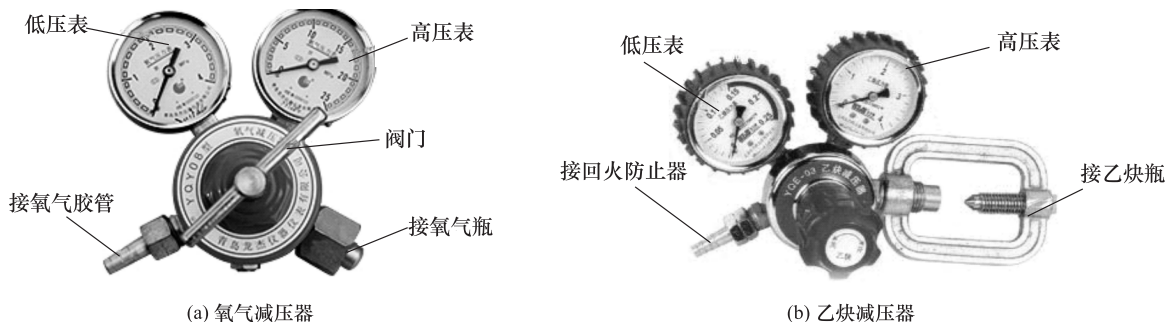


图 3-3 减压器

### ▶▶ 三、回火防止器

回火防止器是安装在可燃气体减压器出口，防止向气源发生回火的保险装置，如图 3-4 所示。由于气焊过程中容易发生回火，即气焊火焰倒流入焊炬，所以为了防止火焰回流到气瓶引起爆炸，必须在乙炔通路上安装回火防止器。



图 3-4 回火防止器

### ▶▶ 四、气瓶

#### 1. 氧气瓶

氧气瓶是储存和运输氧气的高压容器，其瓶体表面为天蓝色，并用黑漆标明“氧气”字样。它由瓶体、瓶阀、防振圈、瓶帽及底座等构成。氧气瓶的形状和构造如图 3-5 所示。

目前工业上常用氧气瓶的规格是，瓶体外径为 219 mm，瓶体高度为  $1\,370 \pm 20$  mm，容积为 40 L，工作压力为 15 MPa。它能储存常压下  $6\text{ m}^3$  氧气。

氧气瓶的安全是由瓶阀中的金属安全膜来保证的，一旦瓶内压力达到 18~22.5 MPa，安全膜即自行爆破泄压，确保瓶体安全。

氧气性质极为活泼，在使用过程中如不谨慎就有发生爆炸的危险。因此，在使用和运输氧气的过程中应注意以下几点：

1) 氧气瓶直立放置使用时要安放稳固，防止倾倒；卧放使用时，瓶阀一端必须垫高并防止滚动。

2) 开启氧气瓶时，操作人员应站在出气口的侧面，先稍稍拧开瓶阀吹掉出气口处的灰尘，再与氧气减压器连接。

3) 夏季露天操作时，氧气瓶应放在阴凉处，避免阳光强烈照射，避免气体受热引起瓶内压力过高而爆炸。

4) 禁止将氧气瓶和可燃气体气瓶及易燃物品放在一起，氧气瓶应距明火 10 m 以上。

5) 氧气瓶不能沾有油脂，以免油脂与高压氧作用导致气瓶温度升高引起爆炸。

6) 氧气瓶内的氧气禁止用完，必须留 0.1~0.2 MPa 的压力，以便充氧时鉴别气体性质

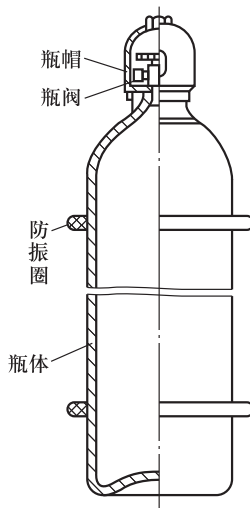


图 3-5 氧气瓶

及吹除瓶阀处的杂质。

7) 搬运氧气瓶的过程中应盖好瓶帽, 并禁止敲击、碰撞和滚动。

## 2. 乙炔瓶

乙炔瓶是储存和运输乙炔的压力容器, 由瓶体、瓶帽、瓶阀、瓶座、石棉绳及多孔填充物等组成, 如图 3-6 所示。乙炔瓶的形状和构造与氧气瓶相似, 瓶内装有多孔填充物, 如活性炭、硅藻土等, 同时注入丙酮, 使之渗透在活性炭的毛细孔中, 当乙炔被压入瓶内时, 它就溶解在丙酮中。乙炔瓶的工作压力为 1.5 MPa。乙炔瓶体通常被漆成白色, 并标有“乙炔”和“不可近火”红色字样。

乙炔瓶的安全是由设于瓶肩上的易熔塞来保证的, 当瓶体温度达到  $100 \pm 5$  °C 时, 易熔塞中的易熔合金熔化, 从而泄压, 确保瓶体安全。乙炔瓶应直立使用, 不得卧放, 卧放过的乙炔瓶必须直立静置 20 min 后方能使用。由于乙炔是易燃、易爆气体, 所以必须严格按照安全规则使用。

乙炔瓶使用时应注意以下几点:

- 1) 乙炔瓶在运输、储存、使用时应直立放稳, 严禁在地面卧放并直接使用。
- 2) 乙炔瓶应避免剧烈的振动和撞击, 以免填料下沉形成空洞, 影响乙炔的储存而造成乙炔瓶爆炸。
- 3) 搬运时严禁敲击、碰撞、抛掷、滑动和滚动。
- 4) 乙炔瓶的表面温度不应超过 40 °C, 温度过高会降低乙炔在丙酮中的溶解度, 使瓶内的乙炔压力升高。
- 5) 乙炔瓶不得靠近热源和电气设备, 与明火的距离不得小于 10 m。
- 6) 使用乙炔瓶时, 必须装设专用的减压器和回火防止器。乙炔管路必须连接紧密, 防止漏气。
- 7) 乙炔瓶中的乙炔禁止用完, 应留 0.01~0.03 MPa 的剩余压力。

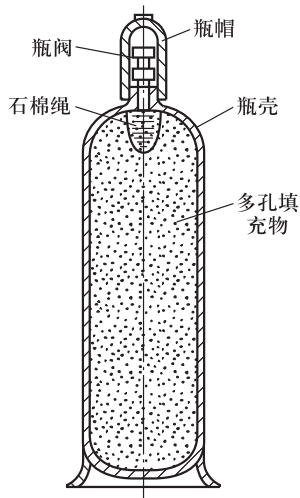


图 3-6 乙炔瓶

## 五、气焊辅助工具

### 1. 护目镜

气焊时, 焊工应戴护目镜进行操作, 以保护眼睛不受火焰亮光的刺激, 并在焊接过程中能够仔细地观察熔池状况, 还可防止飞溅金属伤害眼睛。护目镜的镜片可根据焊工视力状况和被焊材料性质进行选择, 一般材料气焊选用 3~7 号黄绿色镜片。

### 2. 点火枪

使用手枪式点火枪点火最为安全可靠。若用火柴点火, 则必须将点燃的火柴从焊嘴后面

送到焊嘴上，以免烧伤手指。

### 3. 胶管

胶管是气焊的重要工具，其作用是向焊炬输送氧气和乙炔。

氧气胶管与乙炔胶管不得互相混用和代用，不得用氧气吹除乙炔胶管的堵塞物。同时，应随时检查和消除焊炬的漏气、堵塞等问题，防止在胶管内形成氧气与乙炔的混合气。国家标准 GB/T 2550—2016 规定，氧气胶管为蓝色，乙炔胶管为红色，允许工作压力分别为 1.5 MPa 和 0.3 MPa。

### 4. 通针

通针用于清理发生堵塞的火焰通道，一般焊工用刚性好的钢丝或黄铜丝自制。

### 5. 其他工具

其他工具还包括清理焊缝的工具，如钢丝刷、手锤、锉刀及连接和启闭气体通路的工具，如钢丝钳、皮管夹头及扳手等。

## 3.2 气焊工艺

气焊是利用可燃气体与助燃气体混合燃烧时放出的热量作为热源焊接工件的一种工艺方法，它具有设备简单、操作方便、质量可靠、成本低等特点。

### 一、气焊火焰



氧-乙炔火焰是指氧气和乙炔混合燃烧时产生的火焰。根据氧气和乙炔的体积比不同，可得到三种不同性质的火焰，即中性焰、氧化焰和碳化焰，它们的外形如图 3-7 所示。它们的性质和应用也有明显的区别。

#### 1. 中性焰

中性焰有三个明显的区域，即焰心、内焰和外焰。

焰心在火焰的根部紧靠焊嘴喷口处，乙炔和氧气的混合气体在焰心内被加热至着火温度，在焰心的边缘，乙炔发生局部分解，形成白热状态的碳粒并产生强烈的白光，因此焰心也是火焰中最明亮的部分，但焰心的温度并不高。

火焰的中间部分是内焰，呈淡蓝色，乙炔与混

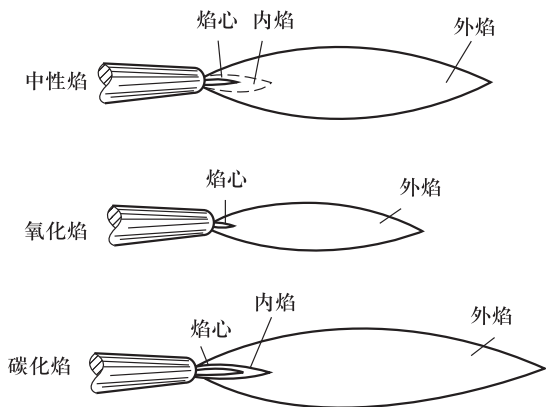


图 3-7 氧-乙炔火焰的外形

合进来的氧气发生第一阶段燃烧，这一区域的温度最高，距焰心前端 2~4 mm 处的温度可达 3 100~3 150 ℃，这个区域又称焊接区。

火焰的最外层为外焰，在这一区域内，一氧化碳和氢气与大气中的氧气进行第二阶段燃烧，由于燃烧的剧烈程度远不如内焰，故燃烧速度慢，温度逐渐降低。

中性焰的内焰和外焰没有明显界线，亮白色的焰心端部呈淡白色。中性焰燃烧完全，对红热或熔化的金属没有碳化和氧化作用，因此称为中性焰。低碳钢、低合金钢、不锈钢、紫铜、铝及铝合金等采用中性焰焊接。

## 2. 氧化焰

氧化焰中有过量的氧，火焰燃烧反应剧烈，使内焰消失，焰心和外焰缩短，焰心变尖并呈淡紫色，火焰挺直，燃烧时发出急剧的“嘶嘶”声。这种火焰对红热或熔化的金属都有氧化作用，尤其是对红热和熔化的优质合金钢氧化更为显著。氧化焰燃烧比中性焰剧烈，温度更高，可达 3 100~3 400 ℃。使用这种火焰焊接各种钢铁时，金属很容易被氧化而使焊缝变脆，降低焊缝性能。因此，氧化焰一般很少采用，仅适用于气焊黄铜、锰黄铜及镀锌铁皮。采用弱氧化焰气焊黄铜和镀锌铁皮时，熔池表面会形成氧化锌和氧化铜的薄膜，抑制锌的蒸发。

## 3. 碳化焰

碳化焰是乙炔量多、氧气量少的火焰，因为乙炔不完全燃烧，所以在焊嘴处呈现出两层白焰心，外焰和焰心比中性焰长，且它们之间没有明显轮廓，温度比中性焰和氧化焰都要低，为 2 700~3 000 ℃。使用这种火焰焊接低碳钢时，焊缝金属容易增碳，从而使焊缝的塑性下降，变得硬而脆。高速钢、高碳钢、硬质合金及铸铁件的焊补常用碳化焰。

常用金属材料气焊火焰的选择见表 3-2。

表 3-2 常用金属材料气焊火焰的选择

焊接金属	火焰种类	焊接金属	火焰种类
低、中碳钢	中性焰	青铜	中性焰或轻微氧化焰
低合金钢	中性焰	黄铜	轻微氧化焰
紫铜	中性焰	镀锌钢板	轻微氧化焰
铝及铝合金	中性焰或轻微碳化焰	高碳钢	碳化焰或轻微碳化焰
不锈钢	中性焰或轻微碳化焰	铸铁	碳化焰或轻微碳化焰

## 二、气焊工艺参数

为保证气焊的焊接质量，应选择正确的工艺参数，包括焊丝的牌号及直径、氧气和乙炔的工作压力、火焰的性质及能率、焊炬的倾角、焊接速度和焊接方向等。

### 1. 焊丝的牌号及直径

(1) 焊丝的牌号 应根据焊件材料的力学性能或化学成分选择相应性能或成分的焊丝。

(2) 焊丝的直径 通常根据焊件厚度来选择焊丝直径。焊接厚度为 5 mm 以下的板材时,一般选用直径为 1~3 mm 的焊丝。若焊丝过细,焊接时焊件尚未熔化,而焊丝已熔化下滴,则造成未熔合等缺陷。相反,若焊丝过粗,焊丝加热时间增加,焊件热影响区变宽,则焊件易过热,甚至烧穿。焊接开坡口焊件的第一、二层时,应选用较细的焊丝,其他各层可選用较粗的焊丝。

### 2. 氧气和乙炔的工作压力

(1) 氧气的工作压力 气焊氧气的工作压力通常为 0.3~0.4 MPa。

(2) 乙炔的工作压力 气焊乙炔的工作压力通常为 0.03~0.04 MPa。

### 3. 火焰的性质及能率

气焊时,火焰的性质与焊接质量有很大的关系,应根据不同材料的焊件进行选择,见表 3-2。火焰的能率是指每小时可燃气体(乙炔)的消耗量(L/h)。火焰的能率是焊工无法直接选择的,它主要取决于焊嘴的大小,因此火焰能率又可用焊炬的型号及焊嘴的号码间接表示。在实际生产中,可根据焊件厚度选择焊炬的型号和焊嘴的号码。

### 4. 焊炬倾角

焊炬倾角的大小要根据焊件厚度、焊嘴和火焰大小、焊接位置来确定。焊炬倾角大,则火焰热量集中,焊件受热量大,升温快;焊炬倾角小,则火焰热量分散,焊件受热量小,升温慢。

### 5. 焊接速度

焊接速度选择适当与否直接影响生产率和焊接质量。一般情况下,对于厚度大、熔点高的焊件,焊接速度要慢一些,以保证焊件焊透;对于厚度小、熔点低的焊件,焊接速度要快一些,以免烧穿和过热。实际的焊接速度由焊工根据焊件的熔化情况(熔池大小)自行掌握。

### 6. 焊接方向

气焊操作时一般用左手拿焊丝,右手拿焊炬。气焊按焊接方向的不同分为左焊法和右焊法两种,如图 3-8 所示。这两种方法对焊接生产率和焊接质量有很大的影响。

#### (1) 左焊法

焊丝和焊炬都是从焊件接缝的右端向左端移动,焊丝在焊炬的前方,火焰指向焊件金属的待焊部分,如图 3-8a 所示,对金属有预热作用。此法操作简单方便,易于掌握,缺点是焊缝易氧化,冷却较快,热量利用率较低,因此适用于焊接 5 mm 以下和低熔点金属。气焊中普遍采用这种方法。

#### (2) 右焊法

焊丝和焊炬从焊缝的左端向右端移动,焊丝在焊炬的后面,火焰指向焊件金属的已焊部

分,如图 3-8b 所示。这种方法加热集中,熔深较大,火焰对焊缝有保护作用,有利于避免产生气孔和夹渣缺陷;但操作难度大、不易掌握,成形也不够美观,故一般很少采用。右焊法适宜焊接厚度较大或熔点较高的焊件。



图 3-8 焊接方向

### 3.3 气割工艺

#### ▶▶ 一、气割的基本原理

气割是用乙炔与氧气混合燃烧产生的热量预热割件,使预热处金属达到燃烧温度,然后送进切割氧气流,使金属在氧中剧烈燃烧,生成氧化熔渣,同时放出大量热量,借助这些燃烧热和熔渣不断加热切口处金属,并借助高速氧气流的吹力把燃烧生成的氧化熔渣吹掉,使切割过程继续进行,直到将割件割透。这种预热、燃烧、吹渣的过程重复进行,逐步移动割炬,就可得到各种形式的割缝。气割过程包括三个阶段:

- 1) 气割开始时,用预热火焰将起割处的金属预热到燃烧温度(燃点)。
- 2) 向被加热到燃点的金属喷射切割氧,使金属剧烈地燃烧。



3) 金属燃烧氧化后产生反应热并生成熔渣,熔渣被切割氧吹除,燃烧产生的热量和预热火焰热量将下层及前沿的金属加热到燃点,一方面使氧和金属的燃烧不断深入直至割穿,另一方面随着割炬的移动,切割成所需的形状和尺寸。

气割过程是预热—燃烧—吹渣的过程,但并不是所有的金属都能满足气割要求,只有符合下列条件的金属才能进行气割:

1) 金属的燃点应低于熔点,否则燃烧前金属已熔化。例如,低碳钢的燃点为  $1\ 350\ ^\circ\text{C}$ ,熔点为  $1\ 500\ ^\circ\text{C}$ ,因此低碳钢有良好的气割条件。

2) 金属氧化物的熔点要低于金属的熔点,这样才能将氧化燃烧生成的熔渣顺利从切口吹掉。例如,金属铝的熔点为  $660\ ^\circ\text{C}$ ,而其氧化物熔点高达  $2\ 050\ ^\circ\text{C}$ ,因此铝不能采用氧气切割。

3) 金属在氧气中燃烧时放出的热量要大,足够将下层金属预热并加热到燃点,使燃烧过程持续向前进行。

4) 金属导热性不能太好。如导热太快, 切口金属温度很难达到燃点, 气割过程就不能进行。

5) 在金属中, 阻碍切割过程和降低钢的可淬性的杂质要少, 这样才能保证气割过程的正常进行。同时, 气割后在切口表面不应产生裂纹等缺陷。

金属的气割过程取决于上述五个条件, 低碳钢、低合金结构钢均能满足, 所以能顺利地进行气割。

## 二、气割工具

气割工具与气焊工具相比, 除以割炬替换焊炬外, 其他均相同。割炬的作用是使可燃气体与氧气按一定比例和方式混合后形成一定热能和一定形状的预热火焰, 并能在预热火焰中心喷出切割氧进行切割。

### 1. 割炬的分类

1) 按可燃气体与氧气混合方式的不同可分为射吸式(低压)割炬和等压式割炬两种。生产中应用最广泛的是射吸式割炬。

2) 按用途不同可分为普通割炬、重型割炬和焊割两用炬等。

### 2. 射吸式割炬的构造和工作原理

#### (1) 射吸式割炬的构造

射吸式割炬如图 3-9 所示, 这种割炬的结构是以射吸式焊炬为基础增加了切割氧的气路和阀门, 并采用专门的割嘴, 割嘴的中心是切割氧的通道, 预热火焰均匀地分布在它的周围。割嘴的结构形式主要有环形和梅花形两种。

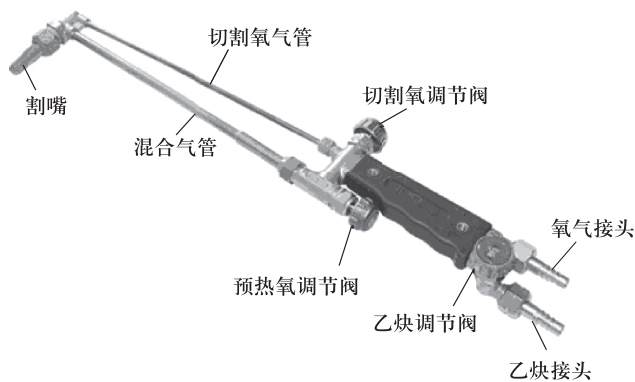


图 3-9 射吸式割炬



#### (2) 射吸式割炬的工作原理

气割时, 先逆时针方向稍微开启预热氧调节阀, 再打开乙炔调节阀, 点燃并调节预热火焰为中性焰, 将被割金属加热到燃点, 随即逆时针方向开启切割氧调节阀, 切割氧气流由割嘴的中心孔喷出, 将割缝处的金属氧化并吹掉, 随着割炬的移动不断地进行气割。

### 3. 射吸式割炬的规格和参数

射吸式割炬的规格及参数见表 3-3。

表 3-3 射吸式割炬的规格及参数

型号	割嘴形式	切割氧孔径/mm	切割厚度范围/mm	气体消耗量/(L/h)	
				氧气	乙炔
G01-30	环形	0.7	3~10	800~2 200	210
		0.9	10~20		240
		1.0	20~30		310
G01-100	环形	1.0	16~25	2 200~7 300	350~400
		1.3	25~50		400~500
		1.6	50~100		500~600
G01-300	梅花形	1.8	100~150	9 000~14 000	680~780
		2.2	150~200		800~1 100
	环形	2.6	200~250	14 500~26 000	1 150~1 200
		3.0	250~300		1 250~1 600

### ▶ 三、气割工艺参数

气割工艺参数主要包括切割氧压力、预热火焰的性质与能率、气割速度、割嘴与割件间的倾角、割嘴与割件表面的距离等。

#### 1. 切割氧压力

切割氧压力与割件厚度、割嘴号码及氧气纯度等因素有关。当割件越厚时，切割氧压力越高，适当提高切割氧压力，可以提高切割质量和切割速度；当割件较薄时，可以适当降低切割氧压力。切割氧压力要适当，如果压力过高，不仅割缝过宽，浪费氧气，而且还会使切口表面粗糙，对割件产生强烈的冷却作用；如果压力过低，切割过程中的氧化反应缓慢，切割产生的熔渣吹不掉，则割缝背面形成难以清除的熔渣黏结物，甚至使割缝割不透。

#### 2. 预热火焰的性质与能率

气割时，预热火焰应采用中性焰或轻微的氧化焰，而不能采用碳化焰，因为碳化焰会使割缝表面增碳，从而使切割缝发生淬硬现象。在切割过程中，还应注意随时调整预热火焰，防止火焰性质发生变化。预热火焰能率与割件厚度有关，割件越厚，预热火焰能率应越大。气割厚钢板时，由于切割速度较慢，为防止割缝上缘熔化（俗称塌边），应采用相对较小的预热火焰能率，预热火焰能率过大，会使割缝上缘产生连续球状钢粒，甚至熔成圆角，同时割缝背面黏附熔渣增多，影响气割质量。气割薄钢板时，因气割速度快，可相对增大预热火焰能率，但割嘴应离割件远一些，并保持一定的倾斜角度，若此时预热火焰能率较小，割件得不到足够热量，则会使气割速度慢，甚至使气割过程中断。

### 3. 气割速度

气割速度主要由割件厚度和割嘴大小决定，割件越厚，气割速度越慢，反之气割速度越快。手工气割时，气割速度由焊工根据气割情况自行掌握，自动或半自动气割时则需事先选定。

气割速度是否适当主要由割缝的后拖量来判断。后拖量是指在气割过程中，在切割面上的切割氧气流轨迹的始点与终点在水平面上的距离。气割时，由于各种原因，切割面上出现后拖量是不可避免的，尤其是气割厚板时更为显著，所以应选择合适的气割速度，使后拖量控制在合适的范围内，以保证割缝质量并降低气体消耗量。

### 4. 割嘴与割件间的倾角

割嘴与割件间的倾角主要由割件的厚度来确定。一般气割厚度为 4 mm 以下的薄板时，割嘴应后倾  $25^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ；气割厚度为 4~20 mm 的钢板时，割嘴应后倾  $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ；气割厚度为 20~30 mm 的钢板时，割嘴应垂直于钢板；气割厚度大于 30 mm 的钢板时，开始气割时应将割嘴前倾  $20^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ，割穿后再将割嘴垂直于钢板表面进行正常切割，快切完时，割嘴逐渐向后倾斜  $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 。

割嘴与割件间的倾角对气割速度和后拖量都会产生直接影响，倾角不合适，不但不能提高气割速度，还会增加氧气的消耗量，甚至造成气割困难。

### 5. 割嘴与割件表面的距离

通常火焰焰心与割件表面的距离应保持在 3~5 mm，这样加热条件最好，而且渗碳的可能性也最小。如果焰心触及割件表面，不仅会引起割缝上缘熔化，还会使割缝渗碳的可能性增加及飞溅堵塞割嘴，影响气割正常进行。

通常气割薄板时，由于气割速度较快，火焰可以长一些，割嘴与割件表面的距离可以大一些；气割厚板时，气割速度相对较慢，预热火焰短一些，割嘴与割件表面的距离可以小一些，这样可保证切割氧流流的挺直度和氧气的纯度，提高气割质量。

## 3.4 气焊与气割实习课题

课题一	气焊基本操作技术
-----	----------

### 实习目的及要求

- 1) 学会减压器的安装方法。
- 2) 掌握气焊火焰的点燃、火焰调试与熄灭方法。
- 3) 学会焊缝的起头、焊炬和焊丝的运动、焊缝的接头和收尾方法。

## ▶▶ 一、课前准备

- 1) 工具 氧气瓶、乙炔瓶、氧气减压器、乙炔减压器、回火防止器、焊炬(H01-6型)、氧气胶管、乙炔胶管。
- 2) 辅助工具 护目镜、点火枪、通针、活动扳手、乙炔专用扳手、钢丝钳等。
- 3) 焊件 材料为低碳钢, 尺寸为 200 mm×100 mm×2 mm。
- 4) 焊丝 H08A, 直径为 2.0 mm。

## ▶▶ 二、实习内容

### 1. 气焊设备与工具的安装

#### (1) 氧气瓶和乙炔瓶的放置

氧气瓶应安放稳固, 防止倾倒。卧放时应将瓶头一端垫高, 防止滚动损坏氧气减压器。乙炔瓶必须直立放置, 与氧气瓶之间的距离应大于 5 m, 与焊、割操作地点的距离应大于 10 m。氧气瓶、乙炔瓶应采取遮阳措施, 防止日光暴晒。

#### (2) 氧气减压器的安装步骤

1) 吹除瓶嘴处污物 左手扶住氧气瓶瓶体, 右手握住瓶阀上的手轮(如瓶阀上没有手轮, 可用活动扳手)逆时针快速开启氧气瓶阀门, 吹除污物, 以防灰尘和水分进入氧气减压器, 如图 3-10 所示。



图 3-10 吹除瓶嘴处污物

2) 检查氧气减压器及接头螺纹是否损坏 安装氧气减压器之前, 先要检查氧气减压器及其接头螺纹是否损坏, 无问题方可使用。

3) 安装氧气减压器 左手持氧气减压器, 右手持氧气减压器上的连接螺母, 将氧气减压器与氧气瓶嘴之间的螺纹连接好, 再用扳手将螺母拧紧, 如图 3-11 所示。应保证氧气减



(a) 用手安装

(b) 用扳手拧紧

图 3-11 安装氧气减压器

压器接头与氧气瓶阀螺纹连接达到 5 扣以上，以防安装不牢，打开高压气体时螺纹漏气，甚至氧气减压器射出伤人。还要检查高压表和低压表的表针是否处于零位，处于零位方可使用。

4) 旋松氧气减压器调压螺钉 将氧气减压器的调压螺钉逆时针方向旋松，使其处于非工作状态，以免开启瓶阀时损坏减压器，如图 3-12 所示。

5) 安装氧气胶管 右手持氧气胶管的一端，左手握连接螺母，与氧气减压器的出气口拧紧，然后用扳手拧紧，如图 3-13 所示。

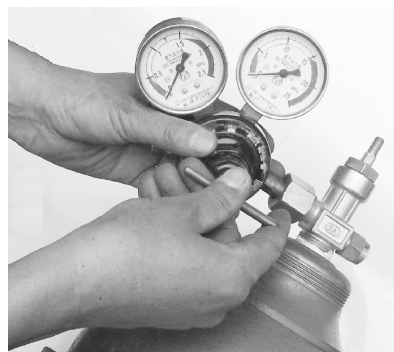
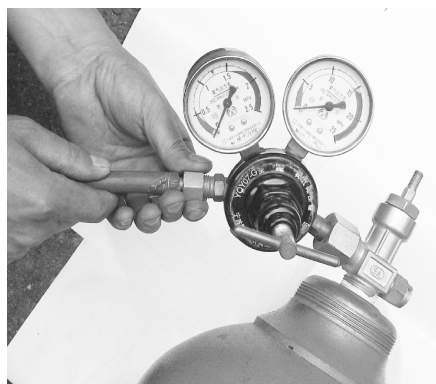


图 3-12 旋松氧气减压器  
调压螺钉

### (3) 乙炔减压器的安装步骤

1) 安装乙炔减压器 将乙炔减压器的进气口对准乙炔瓶出气口，顶丝对准瓶嘴的背面，然后用专用扳手旋转顶丝将乙炔减压器拧紧，如图 3-14 所示。



(a) 用手连接



(b) 用扳手拧紧

图 3-13 安装氧气胶管



(a) 用手安装



(b) 用扳手拧紧

图 3-14 安装乙炔减压器

2) 安装乙炔胶管 乙炔减压器的出气口上装有回火防止器，将乙炔胶管直接插在回火防止器的出气口上，如图 3-15 所示。



图 3-15 安装乙炔胶管

#### (4) 连接焊炬

将氧气胶管另一端的螺母与焊炬上的氧气接头连接起来并用扳手拧紧，检查焊炬的射吸能力，若射吸能力正常，则将乙炔胶管插在焊炬的乙炔进气口上。

#### (5) 开气

气焊工具和设备安装好后再次进行检查，确认无误后方可开气。

1) 开氧气 左手扶住氧气瓶瓶体，右手握住瓶阀上的手轮(如瓶阀上没有手轮，可用活动扳手)逆时针缓慢开启氧气瓶阀门，一般开二分之一圈到四分之三圈即可，此时能看到氧气减压器的压力表指示出瓶内氧气的压力，如图 3-16 所示。

2) 开乙炔 用专用扳手开启乙炔瓶阀，此时能看到乙炔减压器的压力表指示出瓶内乙炔的压力，如图 3-17 所示。



图 3-16 开氧气



图 3-17 开乙炔

## (6) 调节气体工作压力

顺时针方向调节减压器上的调压螺钉。气焊时，氧气的工作压力一般为  $0.3 \sim 0.4 \text{ MPa}$ ，乙炔的工作压力一般为  $0.03 \sim 0.04 \text{ MPa}$ 。调节方法如图 3-18、图 3-19 所示。



图 3-18 调节氧气的工作压力



图 3-19 调节乙炔的工作压力

## 2. 气焊火焰的点燃、调节与熄灭

## (1) 焊炬的握法

右手持焊炬，拇指和食指位于氧气调节阀处，以便随时调节氧气流量，使其维持要求的火焰性质不变，其他三指握住焊炬柄，如图 3-20 所示。

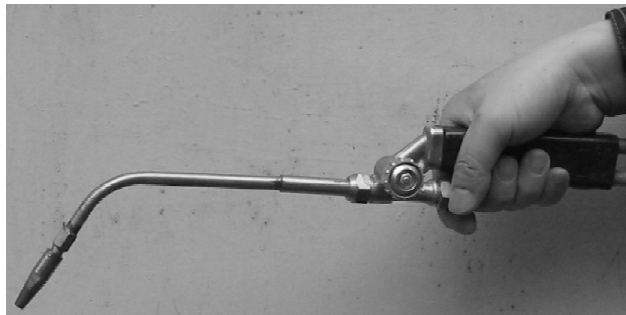


图 3-20 焊炬的握法

## (2) 火焰的点燃

先逆时针旋转乙炔调节阀放出乙炔，再逆时针微开氧气调节阀，使氧气和乙炔在焊炬内形成混合气体并从焊嘴喷出，此时将焊嘴靠近火源点火。点火时，拿火源的手不要正对焊嘴，也不要将焊嘴指向他人，以防烧伤。

开始练习时，可能出现不易点燃和连续“放炮”的响声，这是由氧气量过大或乙炔不纯造成的。应微关氧气调节阀或放出不纯的乙炔，再重新点火。

## (3) 火焰的调节

刚点燃的火焰多为碳化焰，如要调成中性焰，则应逐渐增加氧气的供给量，直至火焰的

内、外焰无明显的界限，焰心端部有淡白色火焰闪动，即获得中性焰。如继续增加氧气或减少乙炔，就得到氧化焰；反之，增加乙炔或减少氧气，就可得到碳化焰。

调节氧气和乙炔流量大小就可调节火焰大小。要减小火焰，应先减少氧气，后减少乙炔；要增大火焰，应先增加乙炔，后增加氧气。

在气焊过程中，多种原因会引起火焰性质的不稳定，中性焰经常自动地变为氧化焰或碳化焰。中性焰变为碳化焰比较容易发现，但变为氧化焰往往不易被察觉。因此，要随时注意观察火焰性质的变化并及时调节。

#### (4) 火焰的熄灭

正确的熄灭方法是先顺时针旋转乙炔调节阀，直至关闭乙炔，再顺时针旋转氧气调节阀关闭氧气。这样可避免产生黑烟和火焰倒袭。注意，关闭调节阀时以不漏气为准，不要关得太紧，以防调节阀磨损太快，降低焊炬的使用寿命。

#### (5) 回火现象的处理

在气焊(气割)工作中有时会发生气体火焰进入喷嘴内逆向燃烧的现象，这种现象称为回火。回火有逆火和回烧两种。逆火是火焰向喷嘴孔逆行并瞬时自行熄灭，同时伴有爆鸣声的现象，也称爆鸣回火。回烧是火焰向喷嘴孔逆行并继续向混合室及气体管路燃烧的现象，这种回火可能烧毁焊(割)炬、管路及引起可燃气体储罐的爆炸，也称倒袭回火。

在气焊(气割)工作中，若发生回火现象，则必须立即处理。处理的方法如下：一旦回火(氧-乙炔焰爆鸣熄灭，并发出“嗤嗤”的火焰倒流声)，应该迅速关闭乙炔调节阀和氧气调节阀，切断乙炔和氧气来源。当回火焰熄灭之后，再打开氧气调节阀，将残留在焊(割)炬内的余焰和烟灰彻底吹除，重新点燃焊(割)炬继续进行工作。若工作时间很长，则焊(割)炬喷嘴过热更容易引起回火，可放入水中冷却，清除喷嘴上的飞溅熔渣后再重新使用。

### 3. 低碳钢板平敷焊

#### (1) 焊件清理

将焊件表面的氧化皮、铁锈、油污、脏物等用钢丝刷、砂布进行清理，使焊件露出金属光泽。

#### (2) 焊缝起头

低碳钢板气焊用中性焰，左焊法，即将焊炬由右向左移动，使火焰指向待焊部分。

焊缝起头时，由于刚开始加热，焊件温度低，焊炬倾角应大一些，这样有利于对焊件进行预热。在熔池未形成前，操作者要密切观察熔池的形成，待焊件开始熔化形成熔池时便可熔化焊丝，将焊丝熔滴滴入熔池，而后立即将焊丝抬起，向前移动火焰，形成新的熔池。填充焊丝的端头位于火焰的前下方，距焰心 3 mm 左右，如图 3-21 所示。

#### (3) 焊丝和焊炬的摆动

在焊接过程中，为了获得优质而美观的焊缝，焊炬与焊丝应均匀协调地摆动。通过摆

动,既能使焊缝金属熔透、熔匀,又可避免焊件金属的过热和过烧,同时也利于熔池中的各种氧化物及有害气体的排除。

焊炬摆动主要有三种方式:第一种是沿焊缝向前移动;第二种是沿焊缝横向摆动(或圆圈摆动);第三种是上下跳动,即焊丝末端在高温区和低温区之间往复跳动,以调节熔池的热量。

焊炬和焊丝的摆动方法及幅度与焊件的厚度、材质、焊缝的空间位置和焊缝尺寸等因素有关。平焊时焊炬与焊丝常见的摆动方法和幅度如图 3-22 所示。图 3-22a、b、c 适用于较厚焊件的焊接和堆焊,图 3-22d 适用于薄板焊件的焊接。

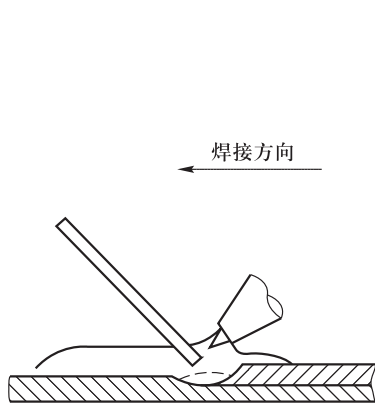


图 3-21 焊炬与焊丝端头的位置

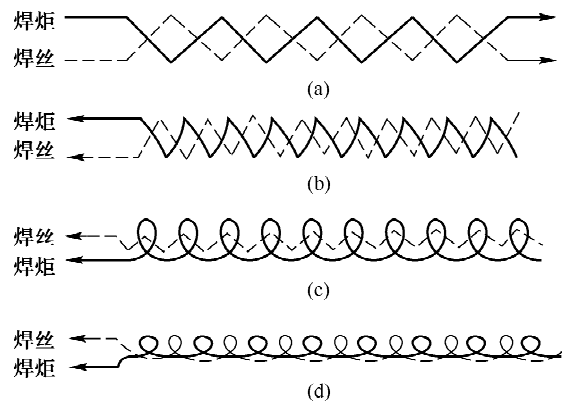


图 3-22 平焊时焊炬与焊丝常见的摆动方法和幅度

#### (4) 焊缝接头

在焊接过程中,当中途停顿后继续施焊时,应用火焰把原熔池重新加热熔化形成新的熔池后再加焊丝,每次续焊应与前道焊缝重叠 5~10 mm,关键在于接头处要少加或不加焊丝,才能保证焊缝高度合适及圆滑过渡。

#### (5) 焊缝收尾

当焊到焊件接缝的终点时,由于端部散热条件差,应减小焊炬倾角,同时要增加气焊速度并多加一些焊丝,以防止熔池扩大,形成烧穿。收尾时为了不使空气中的氧气和氮气侵入熔池,可用温度较低的外焰保护熔池,直至将熔池填满,火焰才可缓慢离开熔池。

在气焊过程中,焊炬倾角应根据施焊情况随时变化。如在焊接开始时,为了尽快加热焊件形成熔池,焊炬倾角就要大一些,有时甚至达到  $80^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 。熔池形成后,要迅速改变焊炬倾角,焊炬倾角常为  $30^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 。当焊接结束时,为填满熔池和防止收尾处过热,焊炬倾角要更小一些,为  $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。收尾时火焰可上下晃动,交替加热焊丝和熔池,直至填满熔池为止。焊炬倾角在焊接过程中的变化如图 3-23 所示。

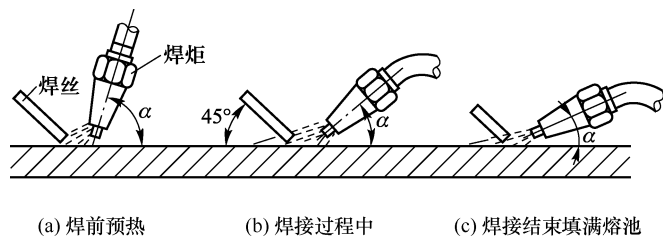


图 3-23 焊炬倾角在焊接过程中的变化

### 三、实习步骤

- 1) 按规定放置氧气瓶和乙炔瓶。
- 2) 安装氧气减压器、乙炔减压器。
- 3) 连接氧气胶管、乙炔胶管和焊炬。
- 4) 打开气瓶，调节气体工作压力。
- 5) 按要求进行焊件清理。
- 6) 将焊件放置在工位上，保持焊件处于平焊位置。
- 7) 用粉笔(石笔)在焊件表面画平行线，间隔为 25 mm，如图 3-24 所示。
- 8) 点燃火焰，选择合适的气焊工艺参数，采用中性焰、左焊法施焊。
- 9) 检查焊接质量，总结经验及教训。
- 10) 焊接工作完毕应关闭氧气瓶与乙炔瓶的瓶阀，松开减压器调压螺钉，放出胶管内的余气，卸下减压器，收起焊炬及胶管，清扫场地。

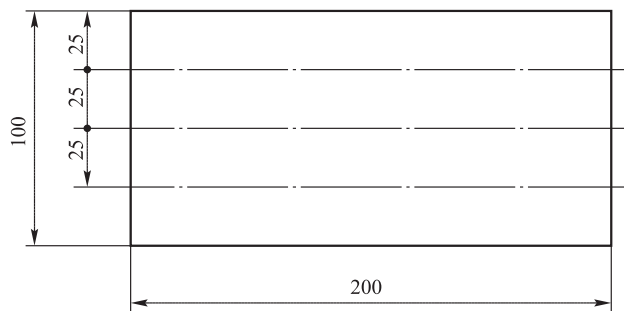


图 3-24 画线

### 四、质量要求及评分标准

#### 1. 质量要求

- 1) 安全、熟练地安装气体减压器。
- 2) 握焊炬的姿势、点火的姿势正确，点火不能出现黑烟和“放炮”声。
- 3) 关闭焊炬阀门的松紧程度要合适。对于单层平敷焊，焊缝余高为 1~2 mm，焊缝宽度

为 6~8 mm，要求焊缝平直美观。

- 4) 焊缝边缘和母材要圆滑过渡、无咬边。
- 5) 焊缝不能过高、过低、过宽、过窄，不允许有粗大的焊瘤和凹坑。

## 2. 评分标准

实习完毕，要对照气焊基本操作技术评分标准(表 3-4)进行评价，包括学生自评、学生互评和教师评价。先将评价结果填入表中，然后安排学生分组交流、讨论，分享各自的成功经验，并找出存在的问题，以便改进，最后由实训教师点评、总结。

表 3-4 气焊基本操作技术评分标准

序号	检查项目	项目要求	配分	评价			综合评价
				学生 自评	学生 互评	教师 评价	
1	工具及劳保用品使用	正确使用	10				
2	氧气减压器的安装	步骤及安装方法 正确	20				
3	乙炔减压器的安装	步骤及安装方法 正确	10				
4	气瓶开启、压力调节	操作正确	10				
5	点火及火焰调节	操作正确	10				
6	焊缝外观	保持原始状态，无 气孔、焊瘤、烧穿	10				
7	焊缝尺寸	焊缝宽度为 6 ~ 8 mm,焊缝余高为 1~ 2 mm	10				
8	焊缝质量	焊缝直、波纹细、 成形美观	10				
9	安全文明生产	安全文明	10				
教学评价		优秀(≥90)□,良好(≥80~90)□,一般(≥70~80)□,及格(≥60~70)□,不及格(<60)□					

## ▶▶ 五、实习注意事项

- 1) 装卸氧气减压器时注意安全，应站在气瓶出气口侧面操作。
- 2) 点火时注意防止烫伤和烧伤。
- 3) 在焊件上进行平敷多条焊缝练习时，注意焊缝间隔。
- 4) 在练习中要注意焊炬和焊丝的协调，焊缝成形应整齐美观。
- 5) 由于气焊中有熔渣飞溅现象，所以要避免发生烫伤事故。

### 课题二 薄板平对接气焊训练

#### 实习目的及要求

- 1) 掌握气焊装配定位方法。
- 2) 掌握低碳钢薄板平对接气焊操作方法及要点。

## ▶▶ 一、课前准备

- 1) 工具 氧气瓶、乙炔瓶、氧气减压器、乙炔减压器、焊炬(H01-6型)、氧气胶管和乙炔胶管。
- 2) 辅助工具 护目镜、点火枪、通针等。
- 3) 焊件 材料为低碳钢，尺寸为300 mm×50 mm×2 mm，每组2块。
- 4) 焊丝 H08A，直径为2.0 mm。

## ▶▶ 二、实习内容

### 1. 清理焊件

将焊件表面的氧化皮、铁锈、油污、脏物等用钢丝刷、砂布进行清理，使焊件露出金属光泽。

### 2. 装配定位

将焊件放置在工作台上，预留根部间隙1 mm，以保证背面焊透。定位焊缝的长度和间距视焊件的厚度和焊缝长度而定。焊件越薄，定位焊缝的长度和间距应越小，反之则应加大。例如，焊件厚度小于3 mm时，定位焊缝的长度为5~7 mm，间隔为50~100 mm，定位焊从焊件中间开始向两端进行；如焊件较厚时，定位焊缝的长度为10~15 mm，间隔为200~300 mm，定位焊从焊件两端开始向中间进行。定位焊的顺序如图3-25所示。

定位焊点不宜过长，更不宜过宽或过高，以保证焊件熔透为宜。定位焊点横截面形状如

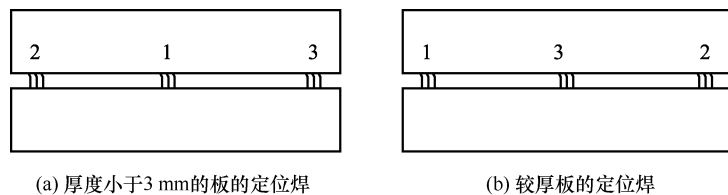


图 3-25 定位焊的顺序

图 3-26 所示。

### 3. 焊接

薄板平对接气焊是最常见的一种气焊操作，操作方便，焊接质量可靠。

#### (1) 起焊

在距焊件始端 30 mm 处起焊。焊缝从板内开始，受热面积大，当母材金属熔化时，周围温度已升高，冷凝时不易产生裂纹。起焊时，将焊炬倾角加大一些，在焊件起焊处附近做往复运动，进行预热。仔细观察熔池的形成，并将焊丝端部置于火焰中进行预热。当焊件由橙色熔化成白亮而清晰的熔池时便可熔化焊丝，将焊丝熔滴滴入熔池，随后立即将焊丝抬起，向前移动焊炬，形成新的熔池。施焊到焊件端部时整个焊件温度已升高，再焊预留的一段焊缝，接头应重叠 5 mm 左右，如图 3-27 所示。

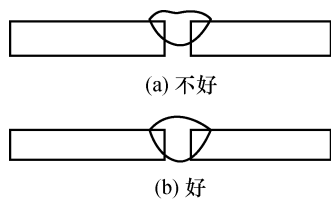


图 3-26 定位焊点横截面形状

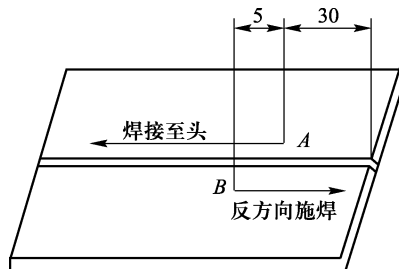


图 3-27 起焊点的确定

平对接气焊多采用左焊法，焊丝、焊炬与焊件的相对位置如图 3-28 所示。气焊速度是随焊件熔化情况而变化的。应采用中性焰，火焰要对准接缝的中心线，均匀地熔化焊件两边，背面也要焊透且均匀。焊丝位于焰心前下方 2~4 mm 处，若被熔池边缘黏住，不要用力去拔焊丝，应用火焰加热焊丝与焊件接触处，焊丝即可自然脱离。

#### (2) 焊接

在焊接过程中，必须保证火焰为中性焰，否则易出现熔池不清晰、有气泡、火花飞溅或熔池沸腾等现象。同时，控制熔池的大小也非常关键，一般可通过改变焊炬倾角、高度和气焊速度来实现。如发现熔池过小，焊丝熔化后仅敷在焊件表面，则说明热量不足，应增大焊炬倾角，气焊

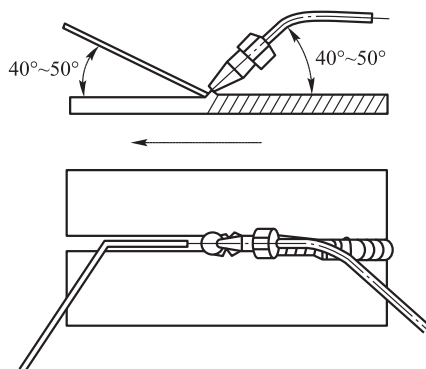


图 3-28 焊丝、焊炬与焊件的相对位置

速度要减慢。如发现熔池过大且没有流动金属，则说明焊件已被烧穿，此时应迅速提起火焰或加快气焊速度，减小焊炬倾角并多加焊丝。应始终保持熔池为椭圆形且大小一致，这样才能获得良好的焊缝。

在焊接过程中，为了获得优质而美观的焊缝，焊炬与焊丝应做均匀协调的摆动和上下跳动。通过焊炬的摆动和焊丝的上下跳动，可调节熔池温度，使焊件熔化良好，并控制液体金属的流动，使焊缝成形美观，如图 3-29 所示。

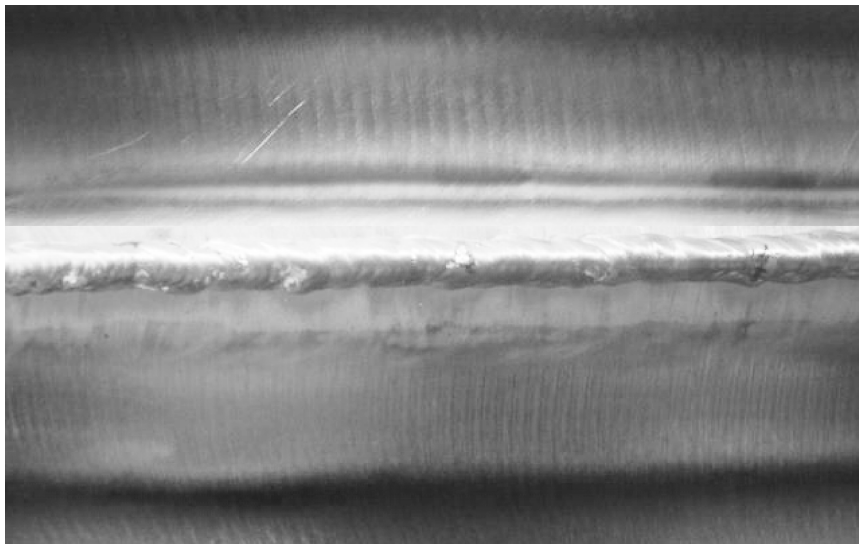


图 3-29 平对接气焊焊缝成形

焊接间隙大而薄的焊件时，火焰的焰心要指在焊丝上，用焊丝阻挡部分热量，以防接头处熔化太快而烧穿。

在焊接过程中，如发现熔池金属被吹出或火焰发出“呼呼”响声，则说明气体流量过大，应立即减小火焰。如发现焊缝过高，与基体金属熔合不圆滑，则说明火焰能率低，应加大火焰或减慢气焊速度。在整个焊接过程中，应使熔池的形状和大小保持一致。

### (3) 收尾

当焊到焊件的终点时，要减小焊炬倾角，增加气焊速度，并多加一些焊丝，避免熔池扩大，防止烧穿。同时，应用温度较低的外焰保护熔池，直至熔池填满，火焰才能缓慢离开熔池。收尾时填满熔池可防止产生气孔、裂纹和凹坑等缺陷。

## ▶▶ 三、实习步骤

- 1) 清理焊件。
- 2) 装配焊件。预留对接间隙 1 mm，定位焊点为 3 点或 4 点，定位焊缝的长度为 5~8 mm，定位焊缝的间距为 55~60 mm。
- 3) 焊接。采用中性焰、左焊法施焊。

- 4) 检查焊缝质量。

#### ▶▶ 四、质量要求及评分标准

##### 1. 质量要求

- 1) 焊缝余高为 0~1.5 mm, 宽度差 $\leq$ 2 mm。
- 2) 焊缝表面不得有裂纹、未熔合、气孔及烧穿。焊缝表面的咬边和背面凹坑不得超过一定范围。
- 3) 焊缝表面不得低于母材。
- 4) 焊缝边缘和母材要圆滑过渡, 无过深、过长的咬边。
- 5) 焊缝不能过高、过低、过宽、过窄。
- 6) 焊缝背面必须均匀焊透。

##### 2. 评分标准

实习完毕, 要对照薄板平对接气焊评分标准(表 3-5)进行评价, 包括自评、互评和教师评价。先将评价结果填入表中, 然后安排学生分组交流、讨论, 分享各自的成功经验, 并找出存在的问题, 以便改进, 最后由教师点评、总结。

表 3-5 薄板平对接气焊评分标准

序号	检查项目	项目要求	配分	评价			综合评价
				自评得分	互评得分	教师评价	
1	工具及劳保用品使用	正确使用	10				
2	火焰性质、能率	火焰性质、能率正确	20				
3	焊缝外观	保持原始状态, 无裂纹、未熔合、气孔、烧穿	20				
4	焊缝尺寸	焊缝余高为 0~1.5 mm, 宽度差 $\leq$ 2 mm	20				
5	焊缝质量	焊缝直、波纹细、成形美观	20				
6	安全文明生产	安全文明	10				
教学评价		优秀( $\geq$ 90)□, 良好( $\geq$ 80~90)□, 一般( $\geq$ 70~80)□, 及格( $\geq$ 60~70)□, 不及格( $<$ 60)□					

#### ▶▶ 五、实习注意事项

- 1) 在练习过程中, 焊炬和焊丝的移动要配合好, 焊缝的宽度、高度和笔直度必须均匀

整齐，焊缝表面的波纹要规则整齐，没有焊瘤、凹坑和气孔等缺陷。

2) 用左焊法练习，当焊缝达到要求后可进行右焊法练习，直至技术熟练，焊缝笔直，成形美观，达到质量要求。

3) 定位焊缝不要过高、过低、过宽或过窄，要平直光滑。

4) 定位焊缝产生缺陷时，必须将其铲除或打磨修补，以保证质量。

5) 操作中注意安全，工作完毕应收好所用工具、设备并及时清理场地。

### 课题三 薄板直线气割训练

#### 实习目的及要求

- 1) 熟悉气割基本操作技术(如起割、气割移动过程和停割)。
- 2) 掌握直线气割方法。
- 3) 熟悉并遵守气割的安全操作规程。

#### ▶▶ 一、课前准备

1) 工具 氧气瓶、氧气减压器、乙炔瓶、乙炔减压器、回火防止器、G01-30 型割炬、氧气胶管、乙炔胶管。

2) 辅助工具 护目镜、点火枪、通针、活动扳手、乙炔专用扳手、工作服、手套、钢丝刷等。

3) 割件 材料为低碳钢，尺寸为 300 mm×300 mm×(3~4) mm。

#### ▶▶ 二、实习内容

##### 1. 气割前的准备

1) 工作场地、设备及工具检查 气割前要认真检查工作场地是否符合安全生产和气割工艺的要求，检查整个气割系统的设备和工具是否正常，检查乙炔瓶和回火防止器的工作状态是否正常。使用射吸式割炬时，应将乙炔胶管拔下，检查割炬是否有射吸力。若无射吸力，则不得使用。将气割设备连接好，开启乙炔瓶阀和氧气瓶阀，调节减压器，将乙炔工作压力调到 0.04 MPa，氧气工作压力调到 0.4 MPa。

2) 割件的准备及其放置 去除割件表面污垢、油漆、氧化皮等。割件应垫平、垫高，距离地面一定高度，这样有利于熔渣吹除。割件下的地面应为非水泥地面，以防水泥爆溅伤人、烧毁地面，或者在水泥地面上遮盖石棉板等。

3) 确定气割工艺参数 根据割件的厚度正确选择气割工艺参数、割炬和割嘴规格。准

准备好后,开始点火并调整好火焰性质(中性焰)及火焰能率,然后打开切割氧调节阀,观察切割氧气流(风线)的形状。切割氧气流应是挺直而清晰的圆柱体,并有适当的长度,如图3-30所示,这样才能使切口表面光滑干净、宽窄一致。若风线形状不规则,则应关闭所有阀门,用通针或其他工具修整切割氧喷嘴或割嘴内嘴。预热火焰和风线调整后关闭切割氧调节阀,准备起割。

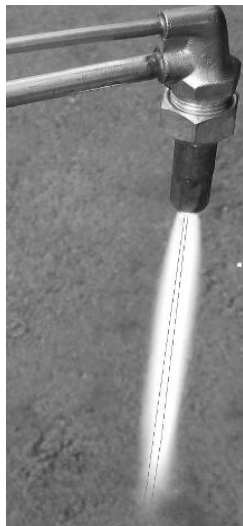


图3-30 切割氧气流  
(风线)的形状

## 2. 气割顺序的确定

正确的气割顺序应以尽量减少割件的变形、保证操作者的安全、操作方便等原则来确定。

1) 同一割件上既有直线又有曲线时,应先割直线,后割曲线。

2) 同一割件上既有边缘切割线也有内部切割线时,应先割边缘,后割内部。

3) 由割线围成的图形中既有大块,又有小块和孔时,应先割小块,后割大块,最后割孔。

4) 同一割件上有垂直形割缝时,应先割底边,后割垂直边。

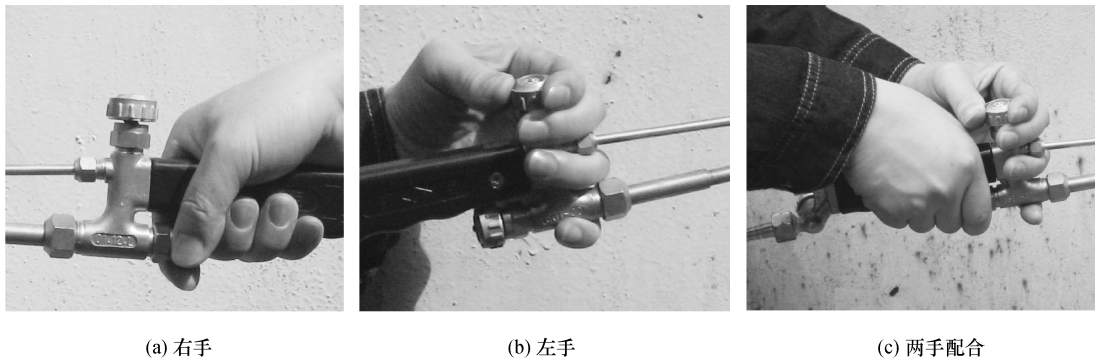
5) 同一割件上有直缝且在直缝上又需开槽时,应先割直缝,后割槽。

6) 气割圆弧时,先定好圆心,气割时应保持圆心不动。

7) 割件断开的位置最后切割,此时操作者要注意安全。

## 3. 操作姿势

气割时,先点燃割炬,调整好预热火焰,然后进行气割。气割操作姿势因个人习惯而不同。常采用的姿势是双脚呈八字形蹲在割件一侧,右臂靠住右膝,左臂空在两脚之间,这样在切割时移动方便。气割手势如图3-31所示,右手握住割炬手把,并以拇指和食指调节预热氧调节阀,以便于调整预热火焰和当回火时及时切断预热氧。左手的拇指和食指把住切割氧调节阀,其余三指平稳托住射吸管,掌握方向。



(a) 右手

(b) 左手

(c) 两手配合

图3-31 气割手势

操作时，上身不要弯得太低，呼吸要有节奏，眼睛应注视割件和割嘴，并着重注视割口前面的割线。一般从右向左切割。在整个气割过程中，割炬运行要均匀，割炬与工件的距离保持不变。每割一段后移动身体时要暂时关闭切割氧调节阀。

#### 4. 气割操作

1) 点火 先逆时针方向旋转乙炔调节阀放出乙炔，再逆时针方向微开氧气调节阀点火。点火时，拿火源的手不要正对割嘴，以防烧伤。

2) 起割 开始气割前，先用预热火焰在割件割口位置边缘预热(图 3-32)，待呈亮红色(即达到燃烧温度)时，将火焰稍移动至边缘以外，同时慢慢打开切割氧调节阀，当看到预热的红点在切割氧气流中被吹掉时再进一步开大切割氧调节阀。随着切割氧气流的加大，从割件的背面飞出鲜红的氧化渣，此时证明割件已被割透，割炬即可根据割件的厚度以适当的速度开始沿割线自右向左移动，如图 3-33 所示。

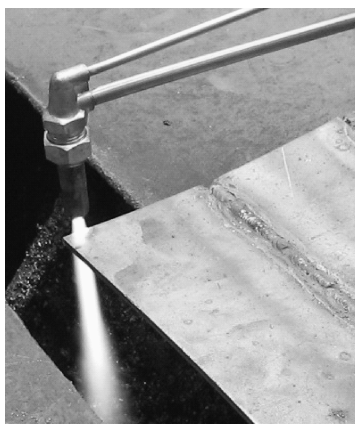


图 3-32 预热



图 3-33 切割

如果割件在起割处的一侧有余量，则可以从有余量的地方起割，然后按一定的速度移至割线上。如果割线两侧没有余量，则起割时要特别小心。在慢慢加大切割氧的同时，要随即把割嘴往前移动，若割嘴停止不动，则切割氧气流将被返回的气流扰乱，使该处周围出现较深的沟槽。

3) 正常气割 起割后即进入正常的气割阶段。气割时，火焰焰心离开割件表面的距离为3~5 mm,在整个气割过程中，割嘴与割件的距离保持不变。为了保证割缝质量，在整个气割过程中，割炬移动的速度要均匀。气割速度是否正常可以从熔渣的流动方向来判断，熔渣的流动方向应基本与割件表面垂直。当气割速度过快时，熔渣将成一定角度流出，即产生较大后拖量。当气割较长的直线或曲线割缝时，一般切割 300~500 mm 后需移动操作位置，此时应先关闭切割氧调节阀，将割炬火焰离开割件后再移动身体。继续气割时，割嘴一定要对准割缝的切割处并预热到燃点，再缓慢开启切割氧调节阀。

4) 停割 气割结束时，割嘴应向气割方向后倾一定角度，使钢板下部提前割开，同时

注意余料的下落位置，这样可使收尾的割缝平整。气割结束后应迅速关闭切割氧调节阀，并将割炬抬高，再关闭乙炔调节阀，最后关闭预热氧调节阀。停割后要仔细清除割口周边的挂渣，以便于后续加工。

### ▶▶ 三、实习步骤

- 1) 工作场地准备。
- 2) 工具准备及检查，工具安装与连接。
- 3) 清除割件表面氧化物、污垢。
- 4) 选择割炬和割嘴。建议选择 G01-30 型割炬，1 号割嘴。
- 5) 划割线。用划针划割线，并沿割线每 15~20 mm 打样冲眼。
- 6) 选择适当的预热火焰能率及气割速度，进行直线气割练习。
- 7) 检查气割质量。

### ▶▶ 四、质量要求及评分标准

#### 1. 质量要求

- 1) 割纹均匀，后拖量要小，割纹深度 $\leq 1$  mm，割口平面度 $\leq 1.5$  mm。
- 2) 割缝位置准确，无明显挂渣及上缘塌边。
- 3) 割口直线度 $\leq 2$  mm。

#### 2. 评分标准

实习完毕，要对照薄板直线气割评分标准(表 3-6)进行评价，包括学生自评、学生互评和教师评价。先将评价结果填入表中，然后安排学生分组交流、讨论，分享各自的成功经验，并找出存在的问题，以便改进，最后由教师点评、总结。

表 3-6 薄板直线气割评分标准

序号	检查项目	项目要求	配分	评价			综合评价
				学生 自评	学生 互评	教师 评价	
1	工具及劳保用品使用	正确使用	10				
2	气瓶开启、压力调节	正确操作	20				
3	火焰性质、能率	火焰性质、能率正确	20				
4	割缝表面	平直、光滑，上无塌边，下无挂渣	20				
5	割缝	不歪斜、无未割透	10				
6	尺寸	尺寸满足要求	10				

续表

序号	检查项目	项目要求	配分	评价			综合评价
				学生 自评	学生 互评	教师 评价	
7	安全文明生产	安全文明	10				
教学评价		优秀(≥90)□, 良好(≥80~90)□, 一般(≥70~80)□, 及格(≥60~70)□, 不及格(<60)□					

## ▶▶ 五、实习注意事项

- 1) 气割前应先熟悉气割工具的使用、气割参数的正确选择及气割工艺要点。
- 2) 割件要放平、放稳, 割件下如果是水泥地面, 则应在割件下垫薄铁板或石棉板, 以防烧坏水泥地面, 水泥迸溅伤人。
- 3) 戴好护目镜及其他防护工具。
- 4) 划线时, 应注意留有切割余量及加工余量。
- 5) 割缝位置要准, 无明显挂渣、塌边, 割纹要细。
- 6) 既要防止烧伤、烫伤自己, 也要注意保护他人安全。
- 7) 室外操作遇有大风时要注意挡风, 操作者要注意站立位置, 避开熔渣飞出方向。
- 8) 气割过程中如发生回火, 应迅速关闭氧气调节阀与乙炔调节阀。
- 9) 实习完毕应收好所用工具、设备并及时清理场地。