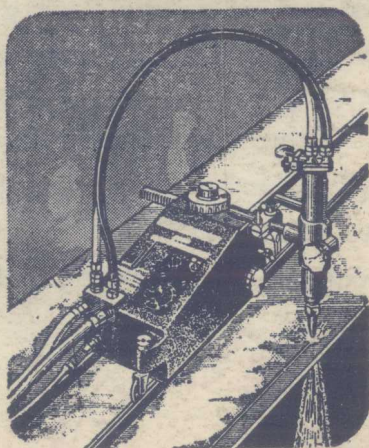


丁本祥編著

氧氣切斷法



出版者的話

祖國正在進行着大規模的經濟建設。大量的新工人將要不斷地參加到工業建設中來。同時現有的技術工人，由於在舊社會沒有學習的機會，經驗雖豐富，但理論水平較低。為了使新工人能够很快地掌握技術的基本知識，並使現有工人也能把實際經驗提高到理論上來，因此，我們出版了「機械工人活葉學習材料」。

這套活葉學習材料是以機器工廠裏的鑄、鍛、車、鉗、銑、鉋、熱處理、鉗、鉚等工種的工人為對象的。每一小冊只講一個具體的題目，根據八級工資制各工種各級工人所應知應會的技術知識範圍，分成程度不同的「活葉」出版。

氧氣切斷法是金屬切斷中一種很重要的方法。這本小冊子講解氧氣切斷的基本原理、設備和操作以及各種金屬的切斷法。對於安全問題，也有扼要地敘述。內容適合三、四級氣鉗工閱讀。

目 次

一	氧氣切斷的基本原理.....	1
	1 預熱——2 氧氣純度和切斷的關係	
二	設備和操作.....	4
	1 手割炬——2 手割法——3 手割的準備工作和注意點	
三	特別金屬或合金的切斷法.....	9
	1 生鐵切斷法——2 不銹鋼切斷法	
四	安全及其他.....	13
	1 割斷鉚釘的方法——2 安全守則	

金屬切斷的方法很多，最早是靠人力和簡單手工具，進一步就用比較複雜的機器，如剪床、鋸床、砂輪等等。但是，這些方法都需要有固定的機床和車間，切割的作用範圍受有限制，不能在各種工作情況下進行施工，像切割大鑄件的澆口、冒口，拆卸鋼鐵結構等。

近幾十年來，人們已改用電弧切斷法和氧氣切斷法，隨時隨地都能進行工作，而且能够在不同的方向和位置上來切斷金屬。這就大大地擴展了切割加工的作用範圍，所以採用很廣，尤其是氧氣切斷法。

氧氣切斷法是把氧氣和一種可以燃燒的氣體混合後，通過一個嘴子，在嘴子口燃燒起來，把金屬燒到接近熔點（開始熔化的時候），然後再用高壓氧氣從火焰當中猛射出，把溶液吹去，切斷就成功了。可以跟氧氣燃燒的氣體有乙炔（電石氣）、氫氣、煤氣等，但乙炔使用得最廣。爲了攜帶方便起見，蘇聯有採用汽油來代替乙炔，但這使用得不太普遍，所以，在這裏只介紹氧氣和乙炔的火焰切斷法。

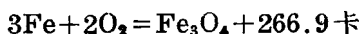
炔氧火焰切斷法有許多優點：

1. 不需用特別設備，除了割炬以外，其他設備都可以借用氣鐮的設備；
2. 割口光滑整齊，甚至切割後不必再加工；
3. 割縫狹小，因此金屬損失也少；
4. 厚度自 2~500 公厘的鐵板都可以進行切割；
5. 也可以切割任意曲綫，或在任意位置上切斷金屬。

一 氧氣切斷的基本原理

氧氣切斷基本上和氣焊不同。我們知道氣焊是絕對禁止在熔池中起氧化作用的，否則焊口強度就要降低；可是氧氣切斷却希望在熔池中急驟地發生氧化，因為這樣可以使氧化後的金屬變成了氧化鐵，浮在熔池上面，而高壓氧氣就可以把它衝走。

這時的化學反應如下：



鐵 + 氧 = 四氧化三鐵 + 熱

在反應式中，可以看出有三個分子的鐵和兩個分子的氧化合燃燒，變成四氧化三鐵（又叫磁性氧化鐵或氧化鐵），並發出了266.9卡的熱量。這種四氧化三鐵變成以後，浮在熔池上面，很容易被高壓氧氣吹去。四氧化三鐵不斷的產生，也就繼續不斷的給高壓氧氣所吹去，這樣就能完成切斷工作。從割縫中吹下的四氧化三鐵，就是我們所說的熔渣（鐵渣）。在這些鐵渣中，並非完全都是四氧化三鐵，這裏面大約有百分之三十到四十是原來的鐵，這是由於來不及氧化就被吹走的。

1 預熱 在切斷工作開始以前，要先用火焰在割縫一端加熱（只用普通的乙炔氧焰來加熱，不開放高壓氧氣閥），把鐵板燒到熔化程度。這樣預先加熱的工作，叫做「預熱」。預熱在整個切斷過程中是很重要的一個工作。經常因為預熱不得法，使割縫不光直，和造成浪費情形。

為了縮短預熱時間，可以採用高溫度的火焰（3500℃左右）。依據鐵板厚度的不同，鐵板上的預熱點的大小可自3~20公厘；預熱時間10~90秒（工件由常溫到開始融熔的時間）。

[預熱]，應當從工件整體上散熱最慢的一點上開始。一般都在邊角上開始。因為那兒傳熱最慢。表1是預熱和切斷所需要熱量的比較。由表中也可以看出預熱在切斷工作中的重要性。

表1 切斷需要熱量和預熱需要熱量的比較表

鐵板厚度 (公厘)	切斷需要熱量(百分比)	預熱需要量(百分比)
8	100	41
25	100	23
50	100	18
250	100	15
500	100	14
1000	100	11

2 氧氣純度和切斷的關係 在切斷工件的時候，一瓶氧氣用完以後，要重新換上一瓶才能繼續工作。這時經常會覺得切斷情況有了變化，這是氧氣純度不一致的關係。

工業上所用的氧氣，都是由液態空氣變成氣體後得到的。這樣得到的氧氣不太純淨，其中含有許多雜質如氮、氫、一氧化碳等。滲入雜質的多少，就直接影響到切斷的氧氣消耗量，切斷速度，切縫表面光滑程度等。1907年，科學家勒優夫同志作了一個試驗，用氧氣純度為85%和99.5%的氧氣，切斷25公厘厚的鐵板所得切斷速度：純度85%的氧氣的速度等於99.5%的 $\frac{1}{3}$ ，氧氣消耗量也相差好幾倍。由這個簡單試驗的結果，我們可以看出氧氣的純度對切斷的影響是很大的。所以在事前要檢驗一下氧氣的純度。

圖1表示出三種不同純度的氧氣，對切斷速度和鐵板厚度間的關係。在右面向上的兩根曲線上，我們可以很明顯地看出來，厚在200公厘以上的鐵板，因為純度不同氧氣消耗量相差非常大。但

是在左邊的三根曲線，很容易看出由於氧氣純度的不同，切斷速度相差很遠。

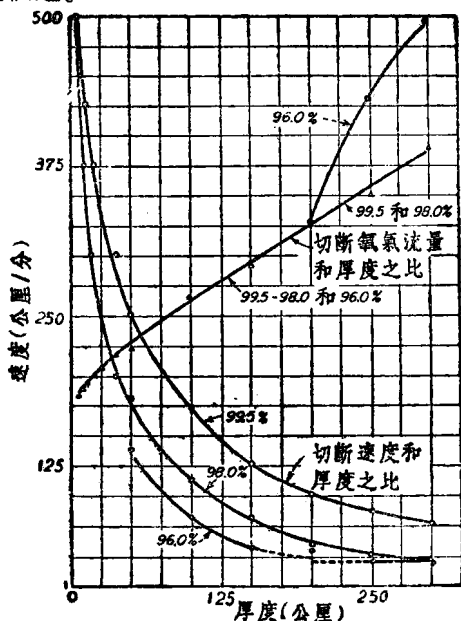


圖1 氧氣純度與切斷速度、鐵板厚度的關係圖。圖上的百分數是氧的純度。如96%就是說：在一瓶氧氣裏面有96成氧氣和4成其他氣體。

二 設備和操作

氧氣切斷的設備，除了割炬（又叫割刀）以外，其他跟氧焊設備一樣，需要乙炔發生器、氧氣壓力表、氧氣、小皮管等。但是其中有一點需要注意，氧氣切斷跟所採用乙炔壓力的關係很大。普通低壓的乙炔只能切斷100公厘以下的鐵板，而且割縫也比較粗糙；高壓的乙炔才能夠切厚度到達500公厘的鐵板。

1 手割炬（手割刀） 這是用來控制氣體流量和調節火焰以及作切斷用的工具。它有一組氣門控制着乙炔、預熱氧氣和高壓氧氣。厚度不同的鐵板要選用大小不一樣的火焰，這火焰可調換大小

不同的割嘴來控制。割嘴是裝在割炬尖端，每一割炬附有大小不等的割嘴數個。割嘴大小的分法有兩種：第一種以1號，2號……這樣推下去。但這號數的分法是各製造廠，各公司自己規定的，所以並不一致。還有一種是以100號，150號，250號等來劃分，這號數是指使用這個割嘴，每小時乙炔消耗是100，150或250公升。割嘴材料要用很好的紫銅，在很高溫度下也不會變形；割炬的其他部分，是用普通銅合金做的，以黃銅為最多，原因是用來防腐。

割炬的構造可分兩類來談：

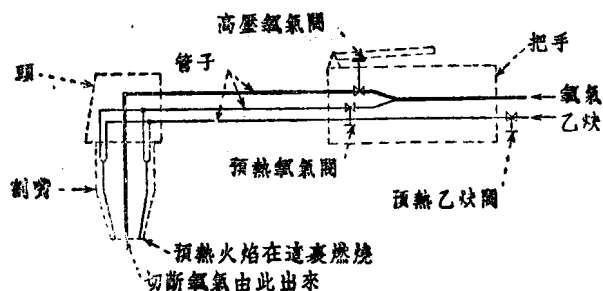


圖 2 甲 標準中壓割嘴混合式割炬

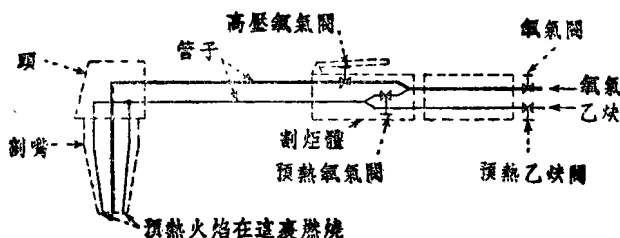


圖 2 乙 標準割炬混合式割鋸兩用割炬

一、割炬混合式——這種割炬，預熱的氧氣和乙炔是在割炬內混合的，因此，可以利用氧氣壓力把壓力很低的乙炔吸到割炬中來，再經過噴射作用而到割嘴中，作為預熱火焰。這種割炬也叫低

壓龍頭，採用不很廣，因為它不能割較厚的鐵板，氧氣消耗又較大。

二、割嘴混合式——這種式樣的割炬，預熱的氧氣和乙炔是在割嘴內混合而不是在割炬內混合的。高壓的乙炔或壓力在 1 公斤/公分^2 以上的其他可燃燒的氣體，它都適用。這種割炬的割嘴在製造上比上一種困難得多，但是可以排出大量氣體，流量也比較穩定，因此，它能够割斷較厚度的鐵板。

圖 2 是兩種割炬的簡單構造圖。

2 手割法 切斷工件的方法很多，在工廠中還是手割法採用得較普遍，設備簡單，而且也很方便。進行手割以前，經常在需要切斷的地方用粉筆劃出白綫，割的時候就按照白綫去切斷。要是所割的是一條直綫或圓圈，那可以放一個可以依靠的簡單工具，右手拿住割炬後部，左手托住割炬中間。開始工作的時候，割嘴對準白綫右端，先行預熱，等工件到達燃燒溫度，再慢慢地打開高壓氧氣閥，直到完全打開為止。同時，割炬就沿着白綫向左移動，移動速度不能太快或太慢。在切斷的時候還要注意熔渣是否完全脫離切縫，要是沒有脫離的話，應該停止切斷，用鋼絲刷或是[撥錘]把熔渣去掉，然後再繼續進行工作。

切斷工件的速度跟鉚工動作的快慢有關係。表 2 是一般鉚工的平均切斷速度跟氧氣壓力、乙炔壓力的關係表。割薄件的時候，鉚工往往把割嘴傾斜一個角度（大約 $65 \sim 75^\circ$ ），因為這樣可以使切縫細狹，表面光滑，切斷速度也可以提高些。

3 手割的準備工作和注意點 進行切斷以前，先把要割的鐵板刷乾淨，尤其是鐵銹和油漆一定要去掉，以免在切斷過程中發生困難。在割件上用粉筆劃上需要割的尺寸和形狀，粉筆綫不要劃得太粗。調整好需要的氧氣壓力和乙炔壓力（請參考表 2），打開乙炔

表2 手動切斷參考表

鐵板 厚度 (公厘)	割嘴 (號數)	氧氣壓力 (公斤/公分 ²)	乙炔壓力 (公斤/公分 ²)	切斷速度 (公厘/分)	氣體消耗(公斤/330公厘)	
					氧 氣	乙 炔
6	0	2	0.2	400~450	17.7~15.7	3.1~2.8
10	1	2	0.2	360~410	29~23.8	4.75~4.2
12.5	1	2.7	0.2	300~360	42~35	5.6~4.75
18.5	2	2.7	0.2	250~325	67~53	7.85~6.2
25	2	3.3	0.2	210~275	92~67	9.2~6.7
37.5	3	3.3	0.2	150~185	173~134	14.8~12
50	4	3.3	0.2	135~175	200~160	16.2~12.8
62.5	4	3.3	0.2	135~160	257~208	17.4~14.6
75	5	3.3	0.25	125~160	348~266	24.6~19
100	5	4	0.25	100~125	540~420	31~24.6
125	6	3.3	0.34	85~110	730~575	45~35
150	6	3.7	0.34	75~100	895~695	52~39
200	7	4	0.4	60~90	1440~1000	78.5~56
250	7	4.7	0.4	50~75	2300~1370	95~66
300	8	4.7	0.4	35~50	3000~2450	150~112

開關，然後也打開氧氣閥，放出少量氧氣來點火，以後再慢慢地把火焰調整到適當的中性焰。同時打開高壓氧氣閥，試一試高壓氧氣是否形成很直很細的一條綫。如果發現白色內層火焰拉得很長，或者衝出來的氧氣綫是向外擴大的，這都說明氣門調整得不適當。這時應立刻熄滅火焰，調整好氣門。最好用細鋼絲在割嘴內通一下，嘴尖在砂皮上輕輕地磨一磨，使附在割嘴內或嘴尖上微粒脫掉，然後再行點火。當火焰合乎標準時，就可以開始切割了。假使割件上只有一條綫需要割的，割時可由右向左；要是所割的有好幾條綫，或者是其他的形狀時，就要考慮到從那兒下手，那一條先割，到後來才不會發生困難和燙手的情形。究竟要選擇在那一點先割起？上

面說過，一般是從割件中傳熱最慢的地點開始（從邊上開始），這樣還可以節省預熱時間。但是有的割件必須在中間開始割斷的，那要先在割件中間打一個小孔。打孔方法有好幾種，圖3是最常用的兩種打孔方法圖，這方法可分三個步驟。

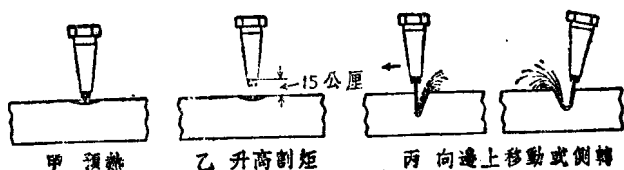


圖3 鐵板中心打眼法圖

1) 預熱如圖3甲。

2) 金屬預熱到燃燒點的時候，把高壓氧氣閥打開，同時稍微提高割炬（約15公厘，如圖3乙）。

3) 割炬的操縱方法一種是：當高壓氧氣閥開時，割嘴就往左移動。另一種是在開了高壓氧氣閥時，就把割嘴傾斜而側轉，如圖3丙。這兩種方法都可以避免在高壓氧氣後，所濺起來的鐵渣碰到割嘴，因此可免於回火和熄火的情形。

切斷一開始，當高壓氧氣一碰到割件時就有一種力量把割炬往上推，所以我們要把割炬往下壓。這時要小心，別讓割嘴碰到鐵板，而發出拍拍的爆炸聲，因為這樣容易回火。為了身體安全起見，在切斷時要戴上護目鏡。立着或坐着工作的時候，最好有一簡單工具支撐着割炬，使割縫光滑、平直。蹲着切斷的時候，可以不用工具人可盡量往下蹲，使臀部靠着腳後跟，右手臂緊靠右腿，作為支撐點。割的時候，整個身體跟着割炬移動，並配合好呼吸和換氣，這樣可以保證割件的品質。

用機器切斷所得效果比手割法好得多，但切斷機種類很多，

不在這兒介紹了。

三 特別金屬或合金的切斷法

很多人認為氧氣切斷只限定於割軟鋼板和熟鐵板，除此以外都不能切。這是不對的，還有很多金屬可以用氧氣切斷的。到現在為止，除了非鐵金屬（有色金屬）外，都可以切斷，如不銹鋼、生鐵等。切斷這些金屬比較困難是真的，但還是可以切斷。一般同志所以說氧氣不能切斷一切金屬的原因：（1）炔氧焰的預熱火焰作用在金屬表面時，不能使它到達燃燒溫度如生鐵。（2）有很高熔解溫度的氧化物存在割件表面，阻礙了切斷工作的進行如不銹鋼。軟鋼和熟鐵在 $780\sim 900^{\circ}\text{C}$ 的時候，一接觸到氧氣就強烈地燃燒起來，放出大量的熱。這時鐵跟氧氣發生氧化之後就變成四氧化三鐵，浮在熔池上，很容易被高壓氧氣所吹去。但是，有的金屬就沒有這個特性，所以切斷起來較困難，或者不能切斷，至於那些金屬能切或不能切，可參考表 3。

表 3 常用金屬可割性能表

名 稱	化學符號	所變成氧化物	可 割 性
鐵	Fe	Fe_3O_4	好
碳	C	CO, CO_2	不能
矽	Si	SiO_2	不能
錳	Mn	MnO	非常好
鉻	Cr	Cr_2O_3	高溫預熱後還是很困難
鎳	Ni	NiO	很壞
鉬	Mo	MoO_3	平常
鎢	W	WO_3	高溫預熱後還是很困難
鋁	Al	Al_2O_3	不能
銅	Cu	Cu_2O	不能

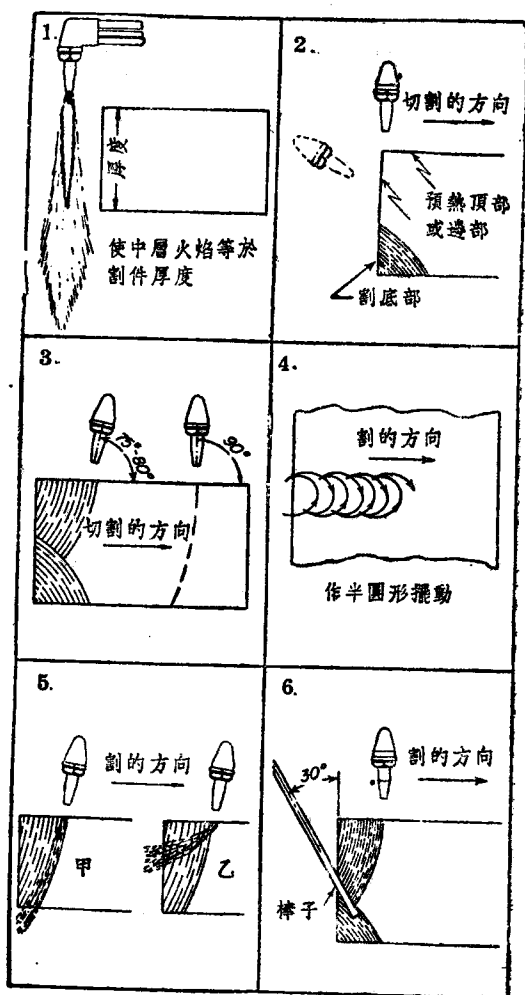


圖 4 切斷生鐵法

1 生鐵切斷法(指普通灰口生鐵) 生鐵中含有許多小小的石墨片,這些小片的熔點很高,它會阻礙着氧氣的穿透,也妨礙了生鐵的氧化和燃燒。在這種情況下進行切斷,自然要困難些。

切斷生鐵方法很多,最簡單的一種如圖 4 所示。

爲了克服石墨片的阻礙,切斷生鐵要用很高溫度下進行加熱,割炬作來回搖擺地運動着,並向前推進。圖 4 表示切斷生鐵的方法,1、是調整火焰成還原焰,使發白光的中層焰長度等於割件厚度。2、預熱割件底端和旁邊,然後在底部向上先切割。3、把割炬由底部轉到頂端,一直到割炬與割件成 90° 爲止。4、使割炬作半圓形運動。依照割件的厚度,半圓直徑可以由 12~20 公厘。如果割件很薄,半圓形運動也要減小。5、表示割炬的火焰只能剛好穿通鐵板,如圖中甲,但不要像圖中乙那樣。假如碰到生鐵質地很壞的時候,可以用棒子把熔渣挖掉。

用這種方法切割生鐵,與切斷同樣厚度的軟鋼比較起來,那要多花五倍的氧氣、十倍的乙炔和四倍的工時。因此用炔氧焰來切斷生鐵的話,成本是很高的。

此外很多人採用加鐵粉或鋁粉的方法,使生鐵燃燒點降低,不過這需要另外的設備。

2 不銹鋼切斷法 不銹鋼含有鉻的分量很多,氧化鉻的燃燒點很高,因此切斷也非常困難。它的切斷方法和生鐵相仿,也是用還原焰的。鐵板預熱到快熔化的時候,放出高壓氧氣吹掉熔液,同時割炬作往復運動。但是,這樣割法的效果不高,而且損失也很大,因此割不銹鋼大多採用溶劑切斷。加入溶劑後可阻止鉻的氧化和降低它的熔點。

圖 5 所示是割斷不銹鋼的裝置,割炬是特製的,因爲需要通過

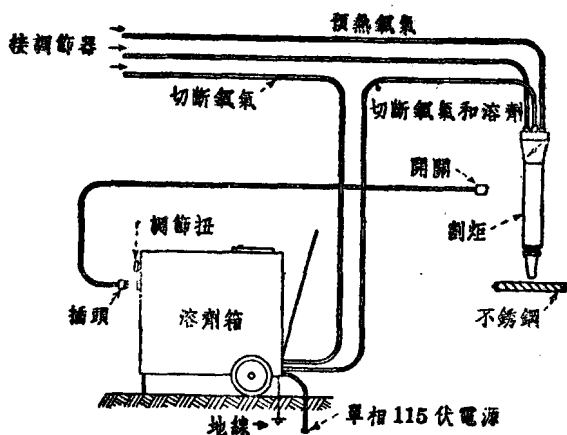


圖 5 不銹鋼的切斷裝置

熔劑粉末。高壓氧氣到割炬以前，要先經過熔劑箱，帶着熔劑後才到割炬中（熔劑普通採用碳酸鈉）。用這種方法割不銹鋼，跟割普通軟鋼板一樣方便，可割厚 200 公厘的鋼板。預熱時可採用中性焰。表 4 上的數字，可作切斷不銹鋼時參考。

表 4 不銹鋼切斷的操作數據表

鐵板厚度（公厘）	6	12.5	25	37.5	50	75	100
割嘴號	2	2	4	5	5	7	7
切斷速度（公厘/分）	275	225	225	225	200	150	125
切斷氧氣壓力（公斤/公分 ² ）	3.7	3.7	3.7	3.7	4.1	5	5.8
熔劑消耗（兩/分）	1 ¹ / ₂	3 ³ / ₄	1	1 ¹ / ₄	1 ¹ / ₂	2	2

不銹鋼在溫度 800~1600°C 的時候，其中所含的鉻很容易跟碳化合，使鉻的含量降低。不銹鋼的不銹的性能也因此而減低了，這是值得注意的。

四 安全及其他

1 割斷鉚釘的方法 要更換一個鉚釘，以前是這樣做：一人鉗着鑿子放在鉚釘頭上；另一個人以大錘用力向鑿子頭擊打。這樣取下一個鉚釘要費很大的力氣，而且很費時間。有些工廠用電鑽在鉚釘頭上鑽一個孔，然後再用鑿子鑿下來，但還是很慢。最近改用氧氣切斷法後，效率增高很多，一個焊工一天平均可去掉 250~300 個鉚釘。它的方法有橫割和直割兩種。

一、橫割法——這個割法是比较舊的（最好用割鉚釘的特種割炬），割嘴橫放在鐵板上。嘴尖準對鉚釘頭預熱，到燃燒溫度時，打開高壓氧氣閥，這時候盡可能使噴出來的氧氣綫與鐵板平行，將割炬慢慢向左右擺動，使鉚釘頭割掉，而又不允許割壞鐵板。

二、直割法——這個方法比較新，割炬對準鉚釘頭的中心預熱，到達燃燒溫度時，打開高壓氧氣閥，使氧氣穿通鉚釘中心。再把割炬很慢轉一個圓圈，將裏面的鉚釘頭割下。剛學的人以為很容易將鐵板割壞，其實並不如此，這種割法只有比前一種容易，而且安全，因為鉚釘和鐵板之間有空氣，鐵銹油漆等東西，所以鉚釘和鐵板的溫度相差很遠，氧氣稍為碰到鐵板，也不會損壞的。

割鉚釘時選擇割嘴口徑要大，氧氣壓力可在 $1.3 \sim 2$ 公升/公分²。

2 安全守則 銲接工場是容易起火和爆炸的地方，其主要原因還是由氧氣切斷而來。因為切斷的工作，除了切割新鐵板外，還有一個很重要工作，是拆舊機器和物件，或燃料油貯筒、罐等，如果一時不注意，就要發生爆炸。因此在做割斷工作中特別應注意的如下：

一、用氣割法拆卸舊機械裝備的時候，事先應該仔細檢查，證

實了加工部分裏確實沒有易爆炸或會燃燒的東西後，才可以開始工作，切不可盲目動工。倘若不加注意極易引起爆炸，造成重大的破壞性事故。

二、在割船艙或鐵牆時，應注意隔壁是裝放什麼東西，是否有發生危險的物品。

三、作垂直割斷或仰割時，估計着被高壓氧氣所吹出的火星，最遠可到達什麼地方，注意四週是否沒有油類。

四、作垂直割斷或仰割時，估計着被割的鐵板，可能落在什麼地方，會不會損傷物件或人身。

五、作平割時，應注意因鐵水落地而濺起來的火星，以免燒到別人或自己。

六、禁止在水泥或三合土口進行切斷工作，免得水泥炸裂傷人。

七、割縫上有油漆或鐵銹時，必須事先去掉而後工作。

八、工作時一定要戴上護目鏡。

九、在工作進行中，割炬發生了拍拍的發炮聲時，應立即關好氣門，用通針通割嘴；如果覺得割嘴會燙手了，那應該把割嘴放在冷水中冷卻一下。

十、割鍍鋅或鉛的工件時，應戴上護目鏡和消毒口罩（因為鋅或鉛到達燃燒溫度時，所熔化的鋅或鉛變成很小的微粒，向四面飛散，如落在眼睛裏，很難拿掉。同時鉛在燃燒時和氧氣起了化學作用，變成了二氧化鉛（ PbO_2 ）又叫密陀僧。這是一種有毒的東西，對身體健康是有影響的。