

## 介紹

### 1. 使用範圍：

乙炔熔接乃屬一種氣鎔之鎔接方法。氣焊之其原理乃是利用兩種不同性質之氣體燃燒後所產生之高溫以熔融鎔件與鎔條使成一體之鎔接方法。大部份係以燃燒氧氣與乙炔氣兩種氣體使其產生氧－乙炔火焰，再利用其高溫以達熔融鎔件之目的。此種鎔接作業在營造工地而言，大皆用以切除鋼材或鋼筋之用，極少在工地作熔接、鎔接作業。

基本的氧乙炔氣鎔設備包括氧氣瓶、乙炔氣瓶、氧乙炔氣壓力調節器、氣體輸送橡皮管、鎔炬及其它安全附件，其設備簡圖如圖1。

(1) 氧氣瓶：商業上所使用之氧氣有氣態與液態兩種型態。

A. 氣態氧：將氣態氧壓縮裝於耐高壓之鋼瓶內供消費者使用，為防止鋼瓶內之氧氣壓力升高而使鋼瓶破裂爆炸及鋼瓶使用中產生漏氣情形，故氧氣鋼瓶須有安全栓與安全氣閥之設計。

B. 液態氧：將液態氧氣裝於160升的容器中儲藏運送，但此種液態氧每24小時會蒸發損失約1.5%的儲存量(如圖3)，主要用於分裝成瓶裝氧氣供消費者使用。

(2) 乙炔氣瓶：乙炔瓶是一鋼製容器，於瓶底或瓶肩設有安全栓裝置。此安全栓裝置當瓶內溫度超過212°F時，即自動熔化使瓶內之丙酮與乙炔氣逸出，防止鋼瓶爆炸。

(3) 壓力調節器：如圖4，壓力調節器乃是一利用等壓室原理以指示氣室內壓力之設備，可分為「一段式調節器」與「兩段式調節器」。壓力調節器主要乃是用來降低高壓，氧氣壓力調節器(如圖5)在70°F時必須經得起2200psi之壓力，乙炔壓力調節器需能用以降低和控制350psi之溶解乙炔氣。

(4) 橡皮管：氧與乙炔氣體使用最多的輸送管是具有補強層的橡皮管(如圖7)，有黑色、綠色和紅色。一般綠色管通常用於輸送氧氣，紅色管用於燃料氣體，而黑色管用於鎔接的氣體上。

(5) 鎔炬：係一種用來將一定比例之氧氣及乙炔混合並控制此等氣體在鎔接噴嘴中之燃燒量的設備(如圖8)，又稱吹管(Blowpipes)。

依工作壓力分類，可分為射吸式(或稱低壓式)及中壓式(或稱等壓式)兩種。

- (6) 附件：氧乙炔氣銲之附件，可分為保護用與工作用兩類。保護用附件有護目鏡(如圖10)、手套與銲接用袖套。工作用附件有打火機(如圖11)、火口通針、省氣器及其他附加於工作上的設備。

在早期之乙炔熔接作業，乙炔的來源有使用電石( $\text{CaC}_2$ )加水產生之乙炔發生裝置，唯現今因鋼瓶的大量使用加上運送方便，安全性高，故已無該發生裝置。因此本文係以乙炔鋼瓶之熔接作業內容來撰寫。

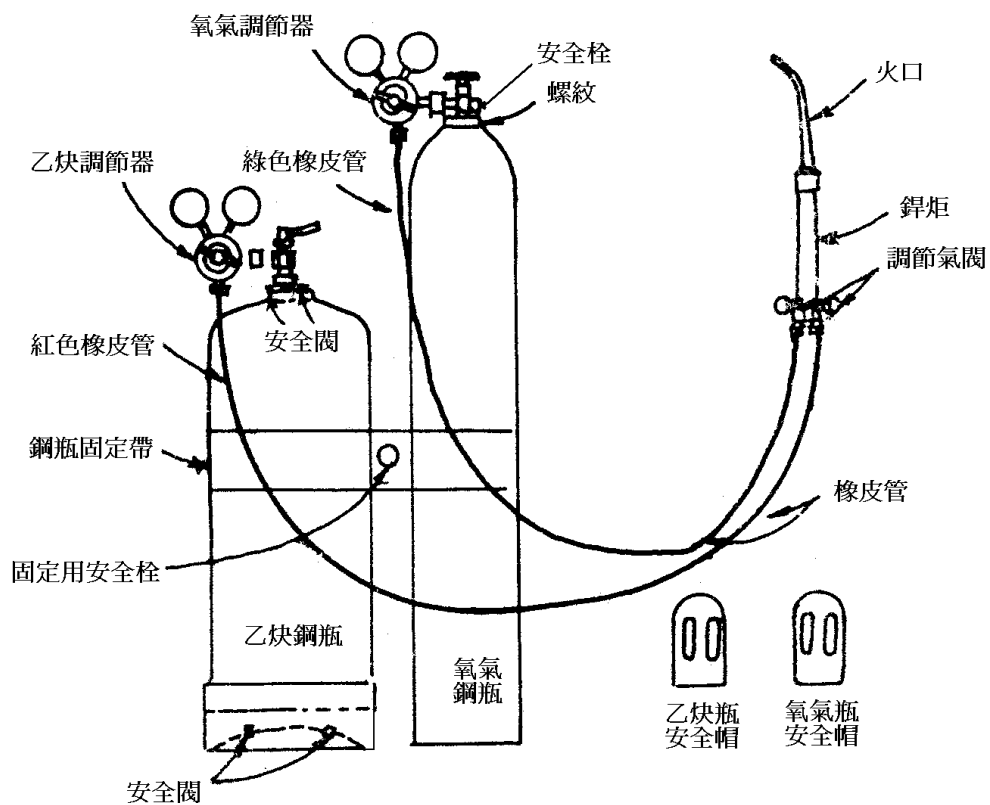


圖1 氧乙炔氣銲系統(資料來源：王萬泉，“銲接學”)



照片1 乙炔鋼瓶(資料來源：台北市工礦安全衛生技師公會)

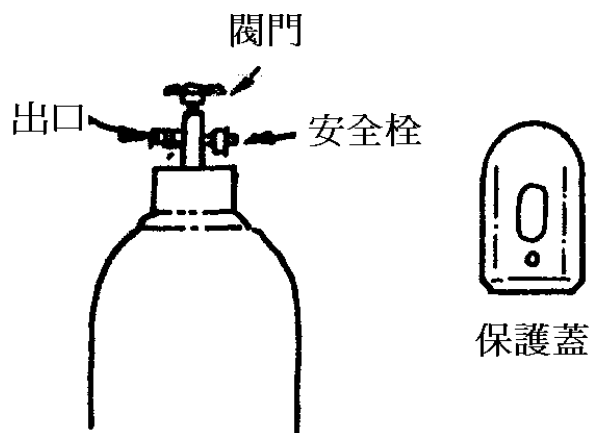


圖2 氧氣瓶氣閥(資料來源：王萬泉，“銲接學”)

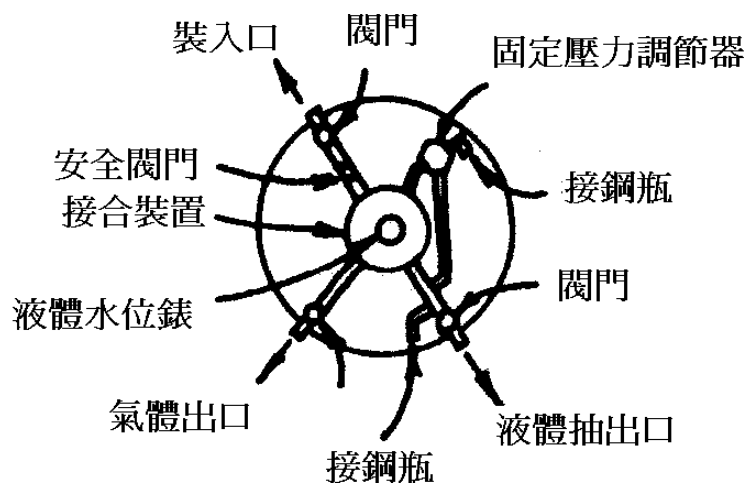


圖3 液態氧氣瓶(上視圖)(資料來源：王萬泉，“銲接學”)

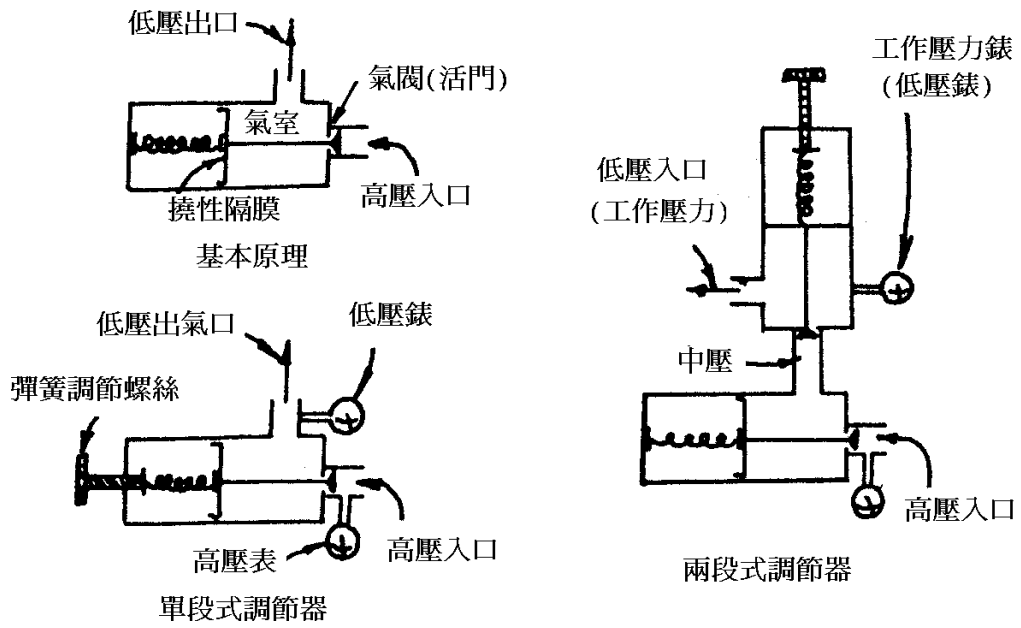


圖4 降壓壓力調節器原理(資料來源：王萬泉，“銲接學”)

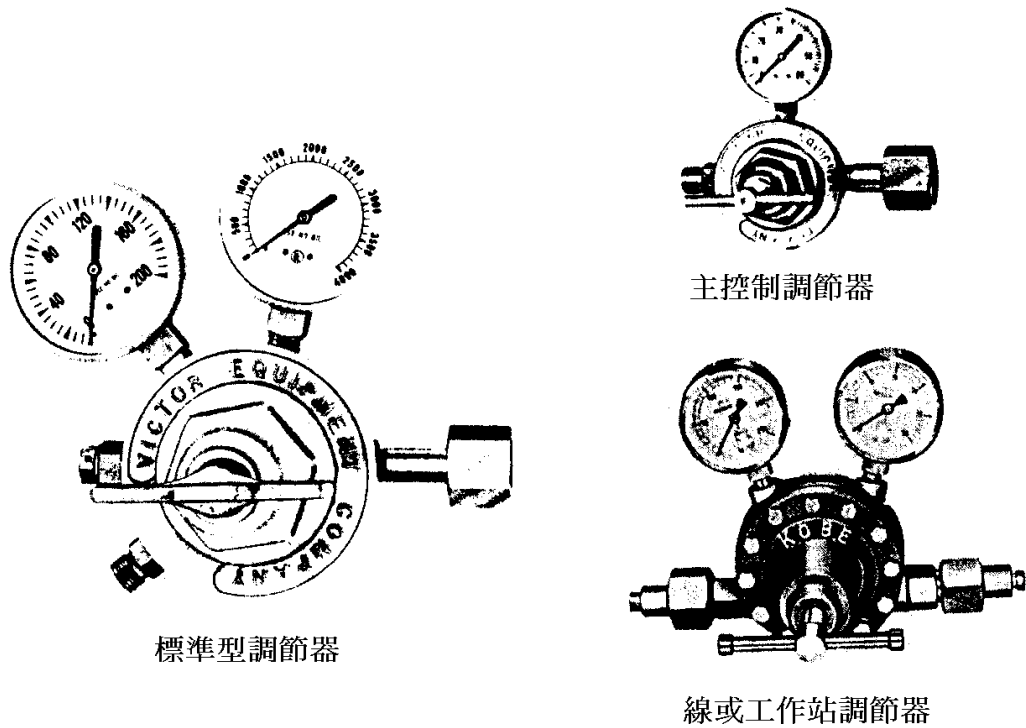


圖5 氧氣調節器(資料來源：王萬泉，“銲接學”)

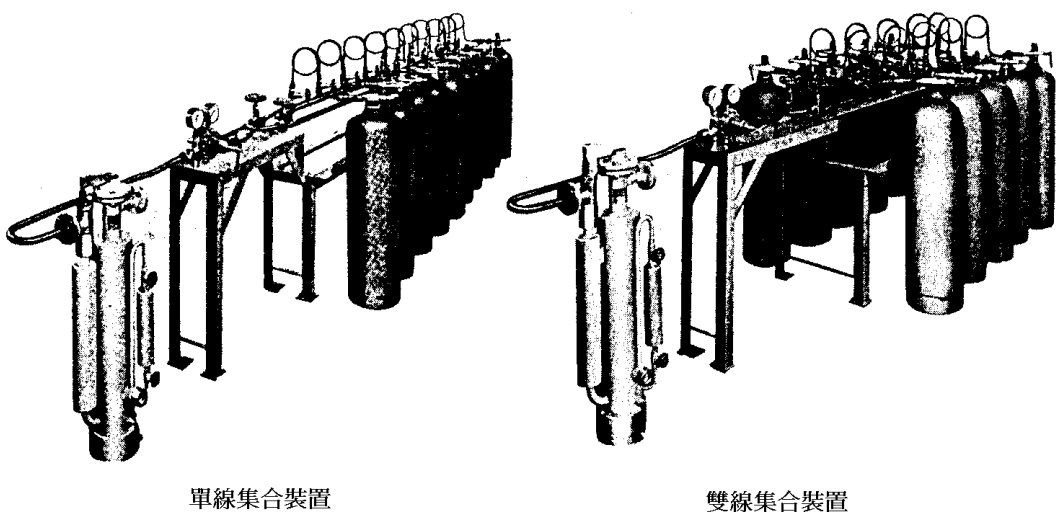
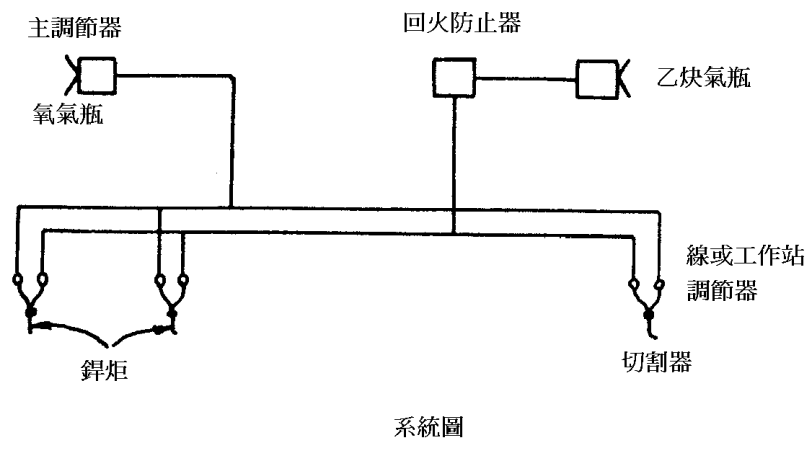


圖6 氧乙炔集合裝置(資料來源：王萬泉，“銲接學”)

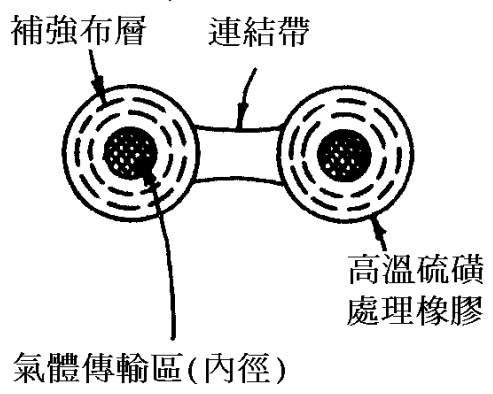


圖7 氧乙炔橡皮管斷面(資料來源：王萬泉，“銲接學”)

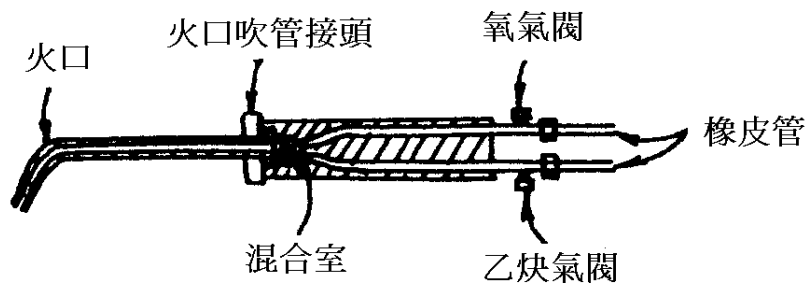


圖8 鐸炬(資料來源：王萬泉，“鐸接學”)

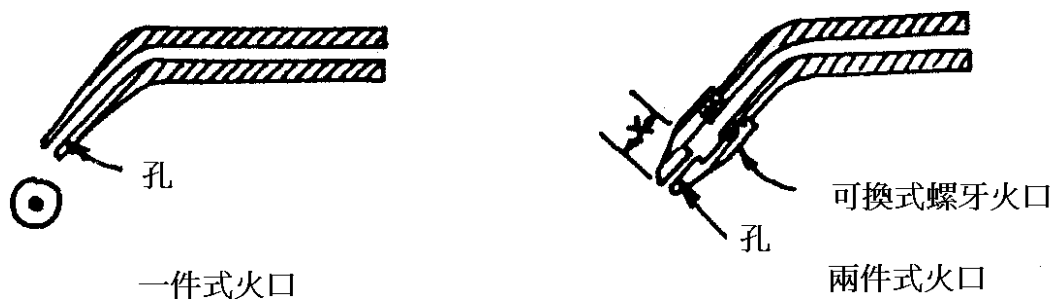
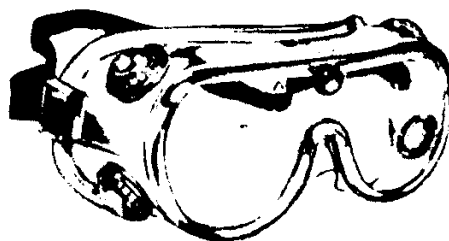


圖9 鐸接火口(資料來源：王萬泉，“鐸接學”)



防霧護目鏡

圖10 鐸接護鏡(資料來源：王萬泉，“鐸接學”)

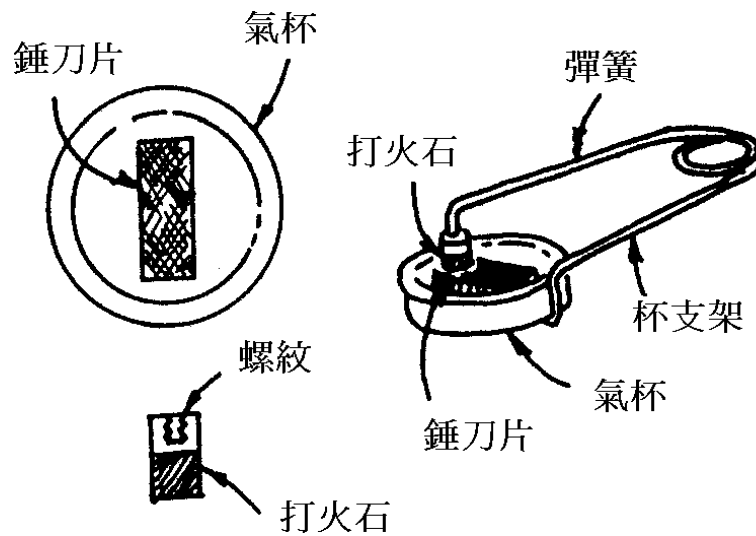


圖11 打火機(資料來源：王萬泉，“銲接學”)

## 2. 解釋名詞

- (1) 銲接(welding)：係用銲接法使金屬件相連接，使材料加熱至粘性或熔融狀態而結合。
- (2) 乙炔：乃是一種燃料氣體，由碳及氫所構成，分子式為 $C_2H_2$ 。若與氧氣共燃即生成氧－乙炔火焰，其高溫可達 $6300^{\circ}F$ 。乙炔無色，但有顯著的臭味易於偵知。
- (3) 氧：氧氣最早於西元1774年被科學家以由氧化汞裡提煉出來，目前商業上生產氧氣的方法主要有兩種：
  - A. 電解提煉氧氣法
  - B. 液態空氣壓縮提煉法
 汽化的氧氣經收集壓縮入特別設計在 $70^{\circ}F$ 室溫，可耐2200psi高壓的鋼瓶，即可作為氣銲或切割用。
- (4) 氧－乙炔火焰：由氧氣與乙炔之兩種氣體燃燒所生成之高溫火焰。火焰之溫度分佈範圍，內焰心約 $5000\sim 6300^{\circ}F$ ，外焰中心約 $3800^{\circ}F$ ，外焰端約 $2300^{\circ}F$ 。此溫度分佈可因調節銲炬之氧乙炔混合氣之壓力而有某些程度的改變。

## 危害

### 1. 潛在危害，災害類型，災害防止對策：

本作業之潛在危害有(1)爆炸或火災(2)灼傷(3)中毒。

- (1) 爆炸或火災：作業中之移動氧氣、乙炔鋼瓶，或安裝壓力調節

器、橡皮管、切割器不良或遇撞擊等，均會產生洩漏而再遇火源則產生爆炸或火災。另乙炔熔接裝置在調節乙炔、氧氣流量時，如氧氣背壓過高，氧氣逆流致回火造成危險。

防止對策：

- A. 作業人員須先完成法定之乙炔熔接作業人員之訓練。
- B. 鋼瓶之移動或搬運不得有拖拉、推倒、拋擲、撞擊等激烈之動作。
- C. 作業場所嚴格管制火源，施工地點附近應設置滅火器材，滅火器應定時檢查，保持堪用狀態。

(2) 灼傷：作業中所產生之飛濺火花會使作業人員眼睛受傷。

防止對策：作業人員須先完成法定之乙炔熔接作業人員之訓練，作業時應配戴安全防護設施，如護目鏡、手套、銲接用袖套等。

(3) 中毒：於狹小之工作場所熔接青銅或亞鉛時，會有中毒之危險。

防止對策：作業人員須先完成法定之乙炔熔接作業人員之訓練，作業時應配戴防毒口罩及在通風良好之場所施工。

2. 安全裝置之構造、作動、功用等原理：

(1) 安全閥(塞)：乙炔瓶之瓶底與上部活瓣中須裝設安全閥(塞)，以防乙炔瓶受高熱時瓶內壓力升高至使鋼瓶爆炸之程度。此安全塞乃由低融點之合金所製成，當氣瓶內之溫度高達212°F時，此安全塞即以融化，使鋼瓶內之氣體在其壓力未達危險高度以前自塞上之小孔逸出，而不致發生鋼瓶爆炸之危險。

(2) 丙酮：丙酮乃一無色液體，經由乾餾木材而得。其在每平方吋250磅之壓力下可溶解其體積420倍之乙炔，此乃乙炔鋼瓶內一必要的安全裝置。因為乙炔若於自由狀態下儲存於鋼瓶中，如壓力超過每平方吋15磅則當乙炔受熱或受震時，即有可能被分解而引起爆炸。故需將乙炔溶解於丙酮中(乙炔溶解於丙酮中則可以以每平方吋250磅之壓力壓入氣瓶，於此壓力下每瓶約含有275立方呎之乙炔)方為安全。又乙炔鋼瓶只能直立存放，切勿將之倒置或傾倒，此乃為避免乙炔鋼瓶中之丙酮因鋼瓶傾倒致流出和乙炔氣混合，因而污染銲道熔坑。

3. 相關作業環境之危害：

(1) 物體飛落：乙炔熔接作業於高處進行時，須將氧氣、乙炔鋼瓶以起重機具吊升，如未使用專屬吊具，而用一般之鋼索、繩索捆綁



時，極易滑脫而飛落。

防止對策：乙炔、氧氣鋼瓶吊升前，使用專屬吊掛用具，鋼瓶吊升時，人員撤離吊舉物下方。

- (2) 爆炸：營造作業大多於露天場所進行，如熔接作業用乙炔、氧氣鋼瓶曝曬於烈日下，瓶內氣體膨脹壓力上升，如鋼瓶之鋼板無法承受，即發生爆炸。

另由於乙炔熔接作業在有可燃性氣體存在場所係屬動火作業，如可燃性氣體之濃度達爆炸範圍，遇乙炔火源即發生爆炸。

防止對策：

- A. 嚴禁持鋼瓶置於烈日曝曬，平時維護鋼瓶，遇有腐蝕或損傷，應予汰除。
- B. 在可燃性氣體存在場所從事乙炔熔接作業前，應鎖斷可燃性氣體來源，並先測定可燃性氣體濃度在爆炸下限以下始可動火。作業中並隨時監測。

### 作業程序(流程圖詳圖12)

作業人員須先完成法定之乙炔熔接作業人員之訓練

1. 作業前準備工具須注意：
  - (1) 搬移氧氣、乙炔鋼瓶、熔接器、橡皮軟管、壓力調整器時，鋼瓶之搬移不可有拖拉、推倒、拋擲、撞擊等激烈之動作，以防鋼瓶產生爆炸之危險。
  - (2) 移動鋼瓶時，主閥需蓋妥護罩，以防因護罩脫離、主閥誤動造成漏氣，並使鋼瓶站立。
2. 安裝壓力調整器、橡皮管、切割器時須注意：
  - (1) 使用正確之手工具將壓力調整器裝上並以管夾接好橡皮管、熔接器。以防因安裝不良造成氧乙炔氣洩漏而致發生火災或爆炸。
  - (2) 檢查螺牙迫緊是否完好，並於施工地點附近設置滅火器材，以防火災之發生。
  - (3) 氣瓶上應予以遮蓋，以防因作業中所生之火花落於氣瓶上而發生火災。
3. 打開鋼瓶主閥調整壓力時須注意：
  - (1) 使用專用扳手緩緩打開鋼瓶主閥，轉數勿超過1.5轉以上，且開關把手必須放置於主閥上以備緊急時可立即將主閥關掉。

- (2) 乙炔使用壓力勿超過 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ 。
4. 點火須注意：
- (1) 點燃熔接器前應試驗確認有無氣體流動，以防止熔接器之噴嘴阻塞造成逆火之危險。
  - (2) 切割器內如發生逆火應先關閉熔接器控制閥，再切斷氧氣閥、乙炔閥。
5. 進行熔接時須注意：
- (1) 避免在可燃物、爆炸物附近進行熔接，且作業人員須配戴安全防護設備(護目鏡、手套、銲接用袖套等)，以防作業中所產生之飛濺火花引起火災或使作業人員之眼睛受傷。
  - (2) 作業人員應戴上防毒口罩及在通風良好之場所施工，以防因熔接青銅或亞鉛時，發生中毒之危險。
  - (3) 熔接中如壓力過低時，應檢查乙炔是否即將用盡，鋼瓶內之氣體不宜全部用盡，至少應留 $0.1\text{kg}/\text{cm}^2$ 之氣壓，以防因乙炔壓力極低，過度打開壓力調整器，而使氧氣向乙炔方向倒流發生爆炸。
  - (4) 如橡皮管內發生逆火時，應先關閉鋼瓶上之氧氣閥再關乙炔閥，勿以腳踏橡皮管。
6. 作業完工收拾須注意：
- (1) 工作完畢後應確實撲滅火源或火星，以防遺留之火星造成火災。
  - (2) 確實檢查儀器設備、防護用具等，有否損壞，並予以保養。
  - (3) 將機具設備放回室內安全之處，避免受風吹雨淋而損壞。

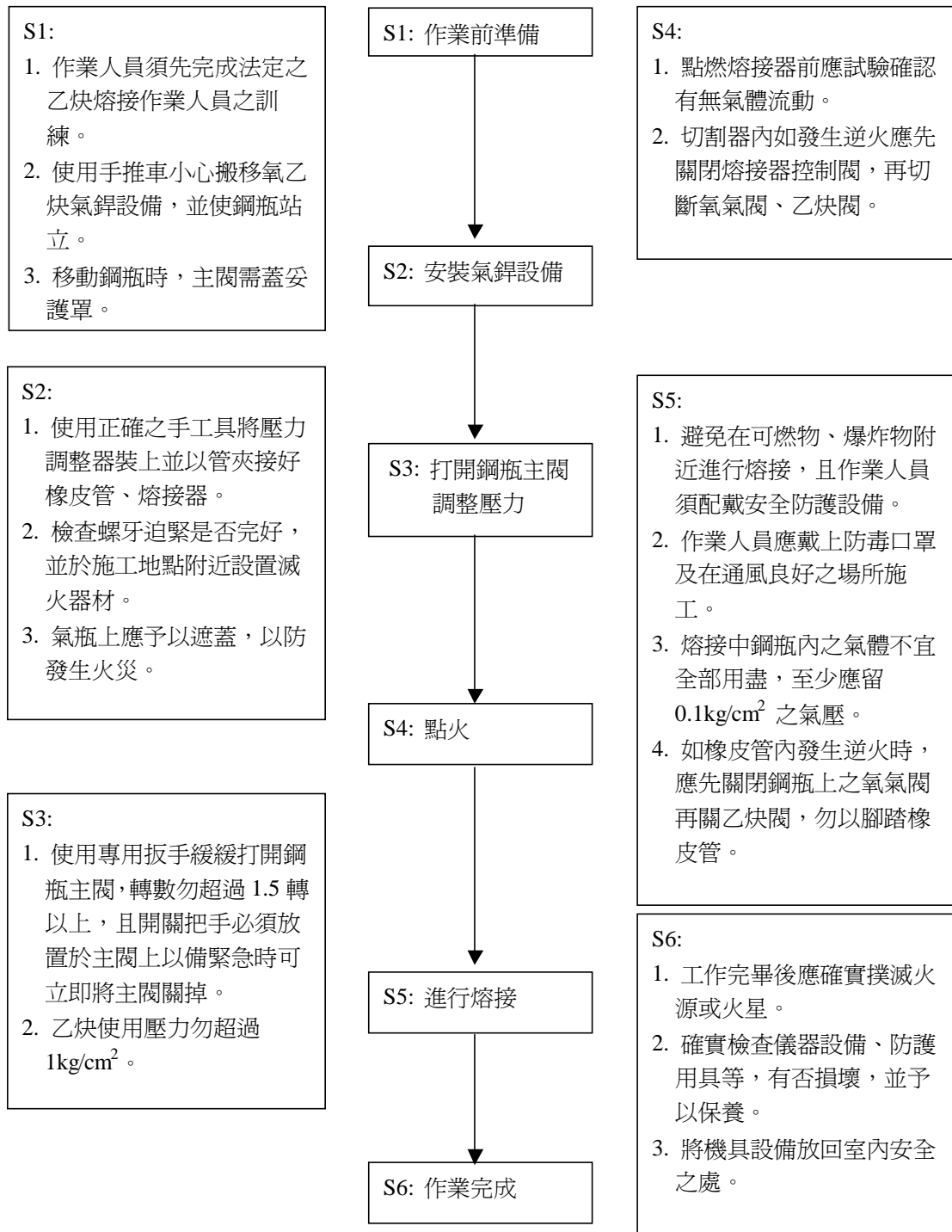


圖 12 乙炔熔接作業流程圖

### 相關法令標準

1. 我國勞工安全衛生設施規則對於乙炔熔接作業之相關規定有：
  - (1) 第一百零七條：對於高壓氣體容器，搬運時應依下述規定：
    - 一 溫度保持在攝氏四十度以下。

六 儘量避免與其他氣體混載，非混載不可時，應將容器之頭尾反方向置放或隔置相當間格。

七 載運可燃性氣體時，要置備滅火器；載運毒性氣體時，要置備吸收劑、中和劑、防毒面具等。

十 搬運中發現溫度異常高昇時，應立即灑水冷卻，必要時，並應通知原製造廠協助處理。

(2) 第一百零八條：對於高壓氣體之儲存，應依下述規定辦理：

二 儲存處周圍二公尺內不得放置有煙火及著火性、引火性物品。

四 可燃性氣體、有毒性氣體及氧氣之鋼瓶，應分開儲存。

五 應安穩置放並加固定及裝妥護蓋。

六 容器應保持在攝氏四十度以下。

(3) 第二百零三條：使用乙炔熔接裝置從事金屬之熔接、熔斷或加熱作業時，應規定其產生之乙炔壓力不得超過表壓力每平方公分一三公斤以上。

(4) 第二百零九條：對於乙炔熔接裝置，為防止氧氣背壓過高、氧氣逆流及回火造成危險，應於每一吹管分別設置安全器。

(5) 第二百十二條：對於乙炔熔接裝置及氣體集合熔接裝置之導管及管線，其凸緣、旋塞、閥等之接合部分，應使用墊圈使接合面密接。

(6) 第二百十三條：對於使用溶解乙炔之氣體集合熔接裝置之配管及其附屬器具，不得使用銅質及含銅百分之七十以上之銅合金製品。

(7) 第二百十八條：對於使用乙炔熔接裝置從事金屬之熔接、熔斷或加熱作業時，應選任專人辦理下述事項：

二 清除氣體容氣閥、接頭、調整器及配管口之油漬、塵埃等。

三 更換容器時，應將該容器之口及配管口部分之氣體與空氣之混合氣體排除。

五 注意輕緩開閉旋塞或閥。

六 會同作業人員更換氣體容氣。

七. 作業開始之時，應確認瓶閥、壓力調整器、軟管、吹管、軟管套夾等器具，無損傷、磨耗致漏洩氣體或氧氣。

八. 查看安全器，並確保勞工安全使用狀態。

2. 勞工安全衛生教育訓練規則對於乙炔熔接作業人員相關之規定有：
- (1) 第十一條：雇主對下列人員，應使其接受特殊作業安全衛生教育訓練。
- 八. 以乙炔熔接裝置或氣體集合裝置從事金屬之熔接、切斷或加熱作業人員。
- 前項教育訓練課程及時數除第九款規定外，依附表九之規定。
- 附表九特殊作業安全衛生教育訓練課程、時數：
- 陸、以乙炔熔接裝置或氣體集合裝置(簡稱乙炔熔接等作業)從事金屬之熔接、切斷或加熱作業人員特殊安全衛生訓練課程、時數(十八小時)：
- 一 乙炔熔接等作業相關法規三小時。
  - 二 乙炔熔接等作業必要之設備構造及操作方法三小時。
  - 三 乙炔熔接等作業使用之可燃性氣體及氧氣等相關知識三小時。
  - 四 安全作業要領及事故預防三小時。
  - 五 乙炔熔接等使用設備之處置實習六小時。

## 災害案例

使用乙炔切割聚乙烯聚合槽管線螺絲發生爆炸災害

1. 災害發生經過：
- 某塑膠工業公司將聚乙烯聚合槽PVC聚合集中加料管頂蓋拆卸清理及增配法蘭工程交付某企業公司承攬，八十年一月十二日上午九時許，先將編號D聚乙烯聚合槽集中加料管之鐘形頂蓋部分拆卸放置於樓板上，於十時許，勞工雙腳站在聚合槽集中加料管頂蓋銜接管口凸緣上，以乙炔、氧氣切割上方蒸汽閥之法蘭固定螺絲時，發生爆炸，該勞工被拋飛越攪拌器頂座後，掉落於另一側槽體上，造就腦挫傷及骨折於送醫途中死亡。
2. 災害發生原因：
- (1) 氯乙烯單體(VCM)與空氣形成爆炸性混合物。
  - (2) 從事乙炔氣切割作業時掉落之火花，引爆管內已達爆炸範圍之氯乙烯單體。
  - (3) 於含有氯乙烯之管路附近場所使用乙炔氣從事切割作業時，未測定可燃性氣體濃度。

3. 災害防止對策：

- (1) 對可能存有氯乙烯單體致有爆炸或火災之虞之作業場所，於作業時，應指定人員測定此等氣體之濃度。
- (2) 應選任勞工安全衛生管理人員，實施自動檢查。
- (3) 對勞工應實施從事工作所必要之安全衛生教育及預防災變之訓練。