

## 介紹

### 1. 使用範圍：

電銲(Arc Welding)最早緣起於西元1877年所發明之「電阻銲接」。至1899年俄籍電銲專家更進一步改良與研究而完成了「金屬電弧銲」，即為今日基本電銲之雛形。此後，電銲作業普遍應用於船隻、飛機、重型機械零件之製造與修補，並使用在營造業各種鋼、鋁、銅結構工程之欄桿、美術柱及鋼筋鐵件之構築，已幾乎全面取代昔日所用之「鉚釘連接」工法。直至今日，各種改良與研發出之電銲作業陸續完成，諸如 TIG半自動電銲、MIG半自動電銲等，故電銲作業已取代鉚釘連接之傳統工法，而成為各種金屬接合所運用之主要工法。作業時應依銲接場所、銲接位置、接合形式等因素之考量，選用適當之方法。一般營造業在現場最常採用「保護電弧銲」來作各種鐵件之連結，如圖1。本節主要乃是針對「保護電弧銲」來作介紹。

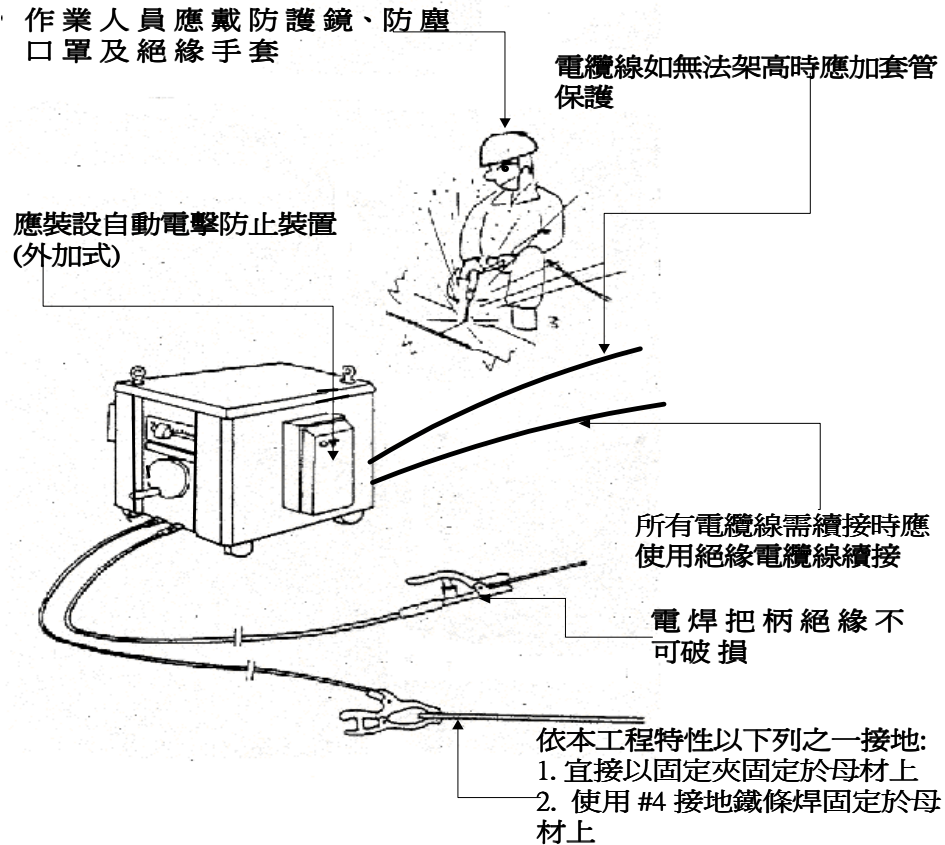


圖1 保護電弧銲施工簡圖(資料來源：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所)

## 2. 解釋名詞

- (1) 電銲：係將欲銲接之金屬置於兩碳極間，通以電流使其熔接於兩極間所發生之電弧內。
- (2) 惰性氣體消耗性銲條銲接法(Metal Inert-Gas，MIG)：乃利用可自動送線的裸銲線代替鎢棒，此銲線經銲接把手、電弧而熔入母材，並以氣體作為保護。
- (3) 鎢電極惰性氣體電弧銲(The Tungsten Inert-Gas Process，TIG)：是一種由氬弧理論所發展出來的銲接方法，使用氬或氦等惰性氣體來保護熔池和銲道區。
- (4) 保護電弧銲：利用電銲機使被覆銲藥之銲條與金屬母材間發生電

弧，以使材料邊緣熔合成一體之銲接法。

- (5) 電阻銲接：係一種利用電流經過兩金屬母材間，電流兩極接觸發生電阻高熱，當電流高熱達到可以熔化金屬母材時，施壓使銲接金屬熔接在一起的銲接方法。
- (6) 交流電銲機：交流電銲機因構造簡單、搬運容易、價格便宜、故障排除容易，最常為一般工程承造廠商所使用。其主要裝置有交流電銲機、電源開關、一次側電纜、輸出側電纜、銲條把手、銲條等。其原理乃是利用電銲時銲條與工作母材間作碰觸並立刻離開一小段距離，此時電弧將產生。電弧之高溫熔解銲條並使其掉落至熔解之母材上。電銲時所產生之氣體可以避免銲接之金屬因高溫產生氧化作用。電銲過後，銲條之熔解液體與熔解之母材即結合成堅固之金屬。

### 3. 構造、型式種類

- (1) 內藏式自動電擊防止裝置：於電銲機製造時，即將自動電擊防止裝置安裝於機箱內。由於電銲機作業時，電流經過變壓器，溫度升高，影響自動電擊防止裝置之功能，故該裝置均有隔熱保護。
- (2) 外加式自動電擊防止裝置：將自動電擊防止裝置附掛於電銲機箱外係屬於外加式。由於外加式自動電擊防止裝置上有選擇使用或不使用該裝置的開關，致經常為電銲工人切斷而不使用。因此，除平常應加強電銲工人之相關電銲安全訓練外，作業主管在電銲作業中，應隨時檢視自動電擊防止裝置之使用。

### 4. 使用場所、作業、職種、相關作業環境

電銲作業為製造業、營造業，在製造、修補有關鋼、鐵構件之連結上廣泛使用。由於銲接品質決定了鋼鐵構件之強度，因此大多數之情形，均要求由領有合格證照之技術士始可為之，電銲後，並需經檢測確認合格。

另電銲作業，因擬銲接構件之位置，而經常須於濕潤場所、高處等工作場所進行。因而增加具危險性。因此在安全實務上，在電銲機一次側，即電源線上，應裝有防止漏電斷路器，在二次側上應裝設自動電擊防止裝置。另將電銲機機

殼接地，使其具有多重之防止感電功能。

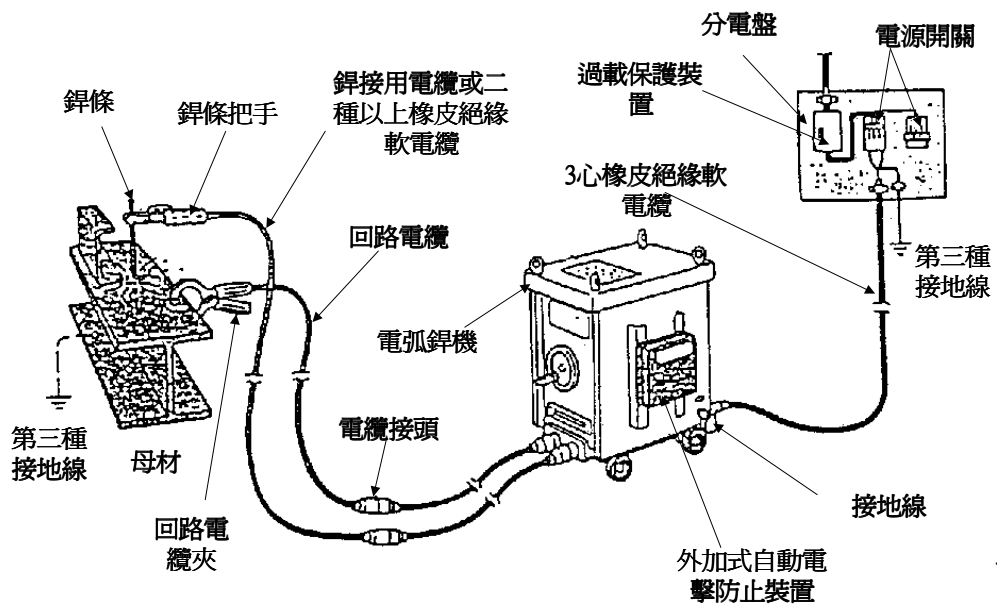


圖2 交流電鋁機之構成及連接

資料來源：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，「電鋁機自動電擊防止裝置之改良」

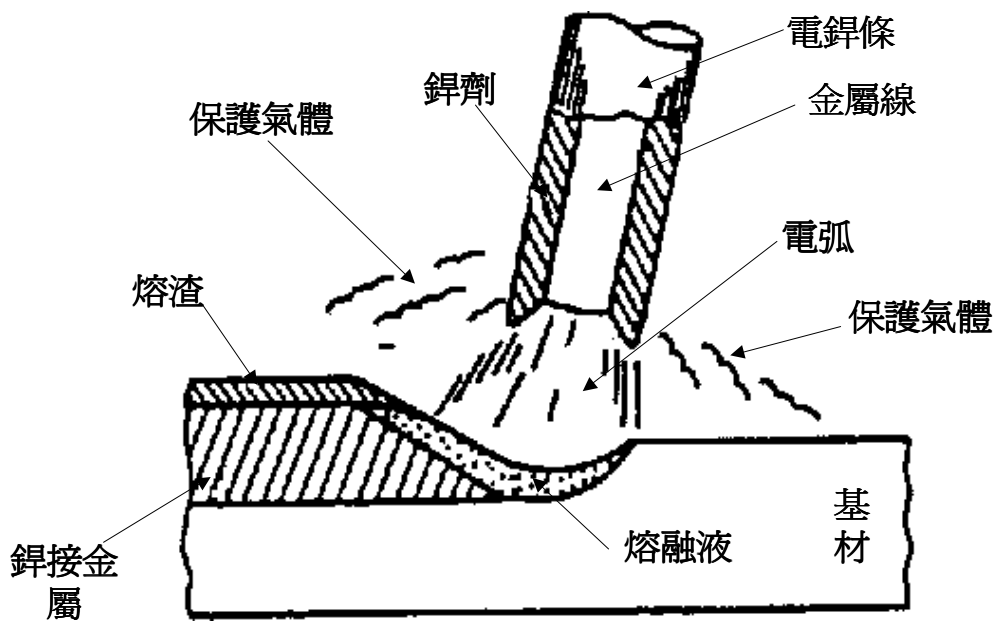


圖3 電弧電鋁時電鋁點之情形

資料來源：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，「電銲機自動電擊防止裝置之改良」

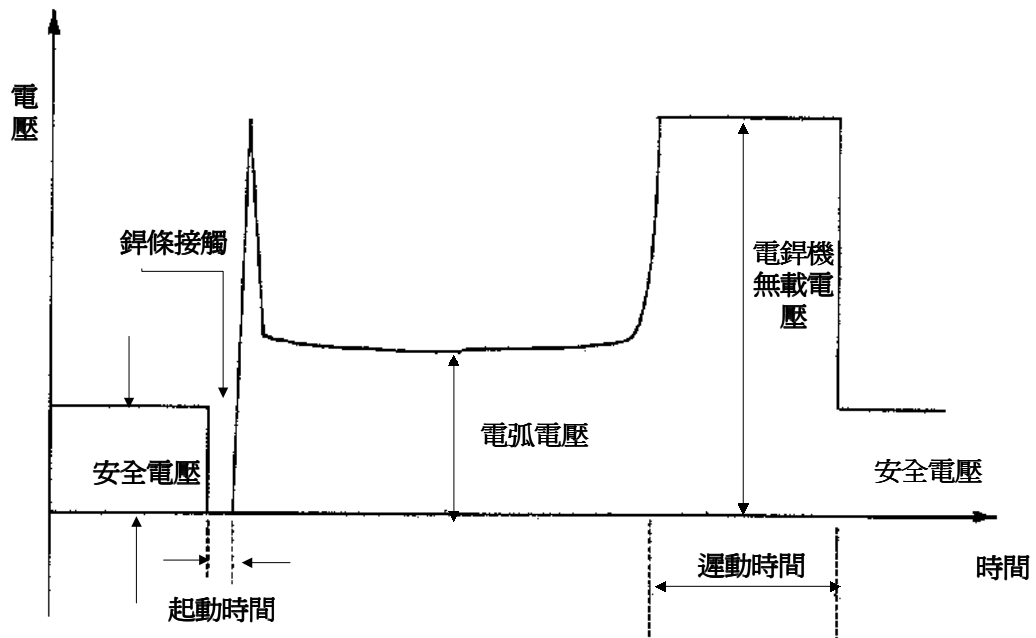


圖4 自動電擊防止裝置之動作說明圖

資料來源：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，「電銲機自動電擊防止裝置之改良」

## 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)感電(2)火災(3)灼傷

(1) 感電：因電銲機具設備漏電而致作業人員觸電傷亡。

防止對策：

A. 電銲機具應設接地線並加裝自動電擊防止裝置。

B. 電銲機一次側(電源線)裝設漏電斷路器

C. 電銲銲接柄應具絕緣性與耐熱性。

D. 使用之電纜線應架高，勿隨意放於地面上。

E. 下雨時不可進行銲接作業，作業中下雨時應立即中止銲接作業。

(2) 火災：電銲作業中噴濺之火花易引起火災。

防止對策：

A. 於電銲作業前須做好防火花噴濺之防護措施。

B. 避免於靠近易燃物之處進行電銲，或作業前移除易燃物。

- (3) 灼傷：電銲過程中所產生之熱燙溶液、飛濺之金屬碎屑等，易造成操作人員之灼傷。另電銲所產生之電弧強光，對作業勞工之眼睛而言係一大傷害。

防止對策：

A. 電銲作業區內禁止無關人員之進出。

B. 電銲人員務必配戴安全裝備、防護衣、防護手套、面罩、電銲用護目眼鏡等。

2. 安全裝置之構造、作動、功用等原理：

- (1) 自動電擊防止裝置：自動電擊防止裝置原理是利用一輔助變壓器輸出安全低電壓，在沒有進行銲接時取代電銲機變壓器之輸出電壓。偵測是否正進行銲接之工作是由電流或電壓檢測單元，將所獲得之信號送至自動電擊防止裝置之控制電路，再由控制電路決定開關之切換，使電銲機輸出側輸出適量之電壓(如圖4)。

自動電擊防止裝置有幾個重要的基本參數：

A. 起動時間：為銲條與被銲物開始接觸至電擊防止裝置之主接點閉合為止之時間。

B. 遲動時間：在銲條把手拿開(即電銲停止時)至主接點開路、電銲機輸出側之無載電壓產生為止之時間。

C. 起動感應電阻(起動感度)：能使電擊防止裝置起動(主開關閉合)之自動電擊防止裝置輸出線路上之電阻最大值。

D. 輸出側無載電壓：為自動電擊防止裝置工作期間在其輸出側所產生之正常無載電壓。

E. 額定使用率：在額定電壓及頻率下，對電擊防止裝置之主接點斷續加以負載電流，其負載時間與全部時間之百分比。

3. 相關作業環境之危害：

- (1) 墜落：於進行超過地面2公尺高之高空電銲作業時，因作業人員身體重心失去平衡而致墜落。

防止對策：

A. 電銲作業人員於高空作業時，須注意身體之重心，且必須配戴安全帶。

- B. 於高空進行電銲作業時，須於其下方設置安全網，以防墜落。
- (2) 爆炸：當電銲作業在有可燃性氣體存在場所進行，則係屬動火作業。如可燃性氣體之濃度達爆炸範圍，遇電銲火花即發生爆炸。
- 防止對策：在可燃性氣體存在場所從事電銲作業前，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。

表1 一般工程用交流電銲機種類及規格

電源端				電銲端					
規格	額定電流	電壓(V)	頻率(Hz)	無負載電壓(V)	負載電壓(V)	電流調整範圍(A)	額定使用率(%)	適用銲條(m/m)	重量(kg)
3.5KW/7KVA	120A	110/220	50/60	55	27	120/25	20	3.2Φ-2Φ	26
4KW/8KVA	130A	110/220	50/60	60	30	130/25	20	3.2Φ-2Φ	31
5KW/10KVA	140A	110/220	50/60	60	30	130/25	20	3.2Φ-2Φ	31
6KW/12KVA	150A	110/220	50/60	60	30	150/25	20	3.2Φ-2Φ	31
6KW/12KVA	150A	220	50/60	75	30	150/30	40	3.2Φ-2Φ	50
8KW/16KVA	200A	220	50/60	80	30	200/40	40	4Φ-2Φ	61
9KW/18KVA	220A	220	50/60	80	30	220/40	40	4Φ-2Φ	63
10KW/20KVA	250A	220	50/60	80	30	250/50	40	5Φ-2.6Φ	71
13KW/25KVA	300A	220	50/60	80	30	300/60	40	5Φ-2.6Φ	88
15KW/30KVA	350A	220/440	50/60	80	30	350/70	50	6Φ-3.2Φ	94
19KW/35KVA	400A	220/440	50/60	81	30	400/70	50	7Φ-3.2Φ	133
25KW/45KVA	500A	220/440	50/60	85	35	500/70	50	9Φ-3.2Φ	159

資料來源：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，“電銲機自動電擊防止裝置之改良”



## 作業程序(流程圖詳圖9)

### 1. 銲接準備作業須注意：

- (1) 工地檢測人員檢驗時，應配戴安全設備，以防墜落。
- (2) 不良、瑕疵之安全設備應予修補或廢棄，以防作業人員墜落。
- (3) 使用之電纜線應設置防止漏電斷路器，以防感電災害之發生。
- (4) 作業場所應設置安全防護網，以防高空作業人員墜落。
- (5) 銲接時必須設置防護設施，才能從事銲接工作，以防作業中之火花或噴渣引起火災。

### 2. 預熱作業須注意：

- (1) 作業人員於下雨時應禁止從事作業，以防因施工架濕滑而致墜落。
- (2) 作業人員於強風下應禁止作業，以防因重心不穩而墜落。
- (3) 使用瓦斯預熱時，必須先行檢查瓦斯器具之安全，確定無虞後方能使用。

### 3. 電銲作業進行中須注意：

- (1) 電銲作業區內，禁止人員通行與進入，以防作業中之熱燙熔液流落傷及人員。
- (2) 作業人員務必配戴防護眼鏡、電工用安全帽、絕緣防護具及防護衣，以防感電或眼睛受電銲強光所傷或被電銲作業中飛濺之高溫金屬碎屑灼傷。
- (3) 作業人員應確認作業重心穩定後才能進行作業，並隨時注意銲接姿勢，以防墜落。
- (4) 作業人員於剷除銲渣時，必須小心謹慎，且於其下設置安全網，以防止墜落災害。
- (5) 電銲機應設接地線，二次側並應加裝防電擊裝置，以防因電銲機具漏電，電銲工感電。

### 4. 進行非破壞性檢驗須注意：

- (1) 檢驗人員須依規定配戴安全設備方可進行檢驗，以防發生墜落之災害。
- (2) 檢驗過程中所用之檢驗設備應以繩索綁扎固定於構件上，以防檢驗設備墜落傷及下層作業人員。

### 5. 電銲作業後須注意：

- (1) 電纜線須確實檢查有否損傷破毀之現象，若有則需即時修補或更

換之。

- (2) 電銲器具設備須存放于室內安全之處，避免受風吹雨淋而損傷。
- (3) 防護器具須確實檢查有否損傷，並加以保養。

#### 相關法令標準

1. 我國勞工安全衛生設施規則對於電銲作業之相關規定有：

- (1) 第二百三十九條：電器設備裝置及線路應依電業法規規定施工，所使用之電氣器材及電線等，應符合國家標準規格。
- (2) 第二百四十一條：對於電氣機具之帶電部份(電銲機之電極部份)，如勞工於作業中或通行時有因接觸或接近致發生感電之虞者，應設防止感電之護圍或絕緣被覆。
- (3) 第二百四十五條：電銲作業所使用之銲接柄，應有相當之絕緣耐力及耐熱性。
- (4) 第二百五十條：對於良導體機器設備內之狹小空間或高度兩公尺以上之鋼架上作業時，所使用之交流電銲機應有自動電擊防止裝置。
- (5) 第二百七十五條：電銲之電氣設備平時須注意：
  - 三 不得使用不明規格之工業用電氣器具。
  - 四 電動機械之操作開關不得設置於工作人員須跨越操作之位置。
  - 五 防止感電之圍柵、屏障等設備如有損壞應即時修補。
- (6) 第二百七十六條：所有工作人員應遵守下列事項
  - 一 電氣器材之裝設與保養(包括修理、換保險絲等)，非合格之電氣技術人員不得擔任。
  - 二 為調整電動機械而停電，其開關切斷後，須立即上鎖或掛牌標示並簽字之。復電時，應由原掛簽人取下安全掛簽後，始可復電，以確保安全。
  - 五 開關之開閉動作應確實，如有鎖扣設備，應於操作後加鎖。
  - 七 切斷開關應迅速確實。
  - 八 不得以濕手或濕操作棒操作開關。
  - 九 非職權範圍，不得擅自操作各項設備。
- (7) 第二百八十一條：對於高度二公尺以上之高處作業有墜落之虞者應使用安全帶。
- (8) 第二百八十三條：為防止勞工暴露於強烈噪音之工作場所，應置

備耳塞、耳罩等防護具，並使勞工確實戴用。

- (9) 第二百九十條：對於從事電氣工作之勞工，應使其使用電工安全帽、絕緣防護具及其他必要之防護器具。

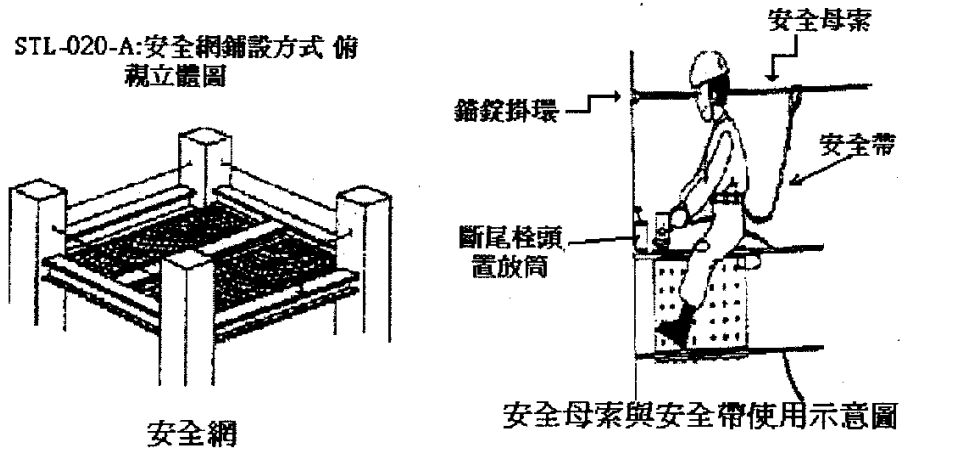


圖5 電銲作業防止墜落設施(1)

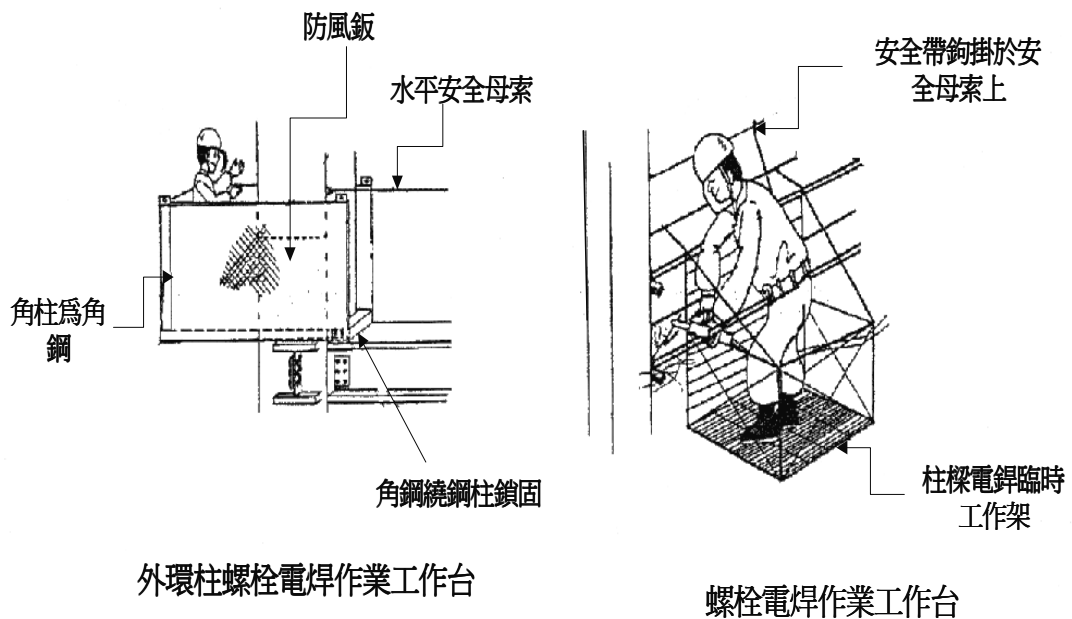
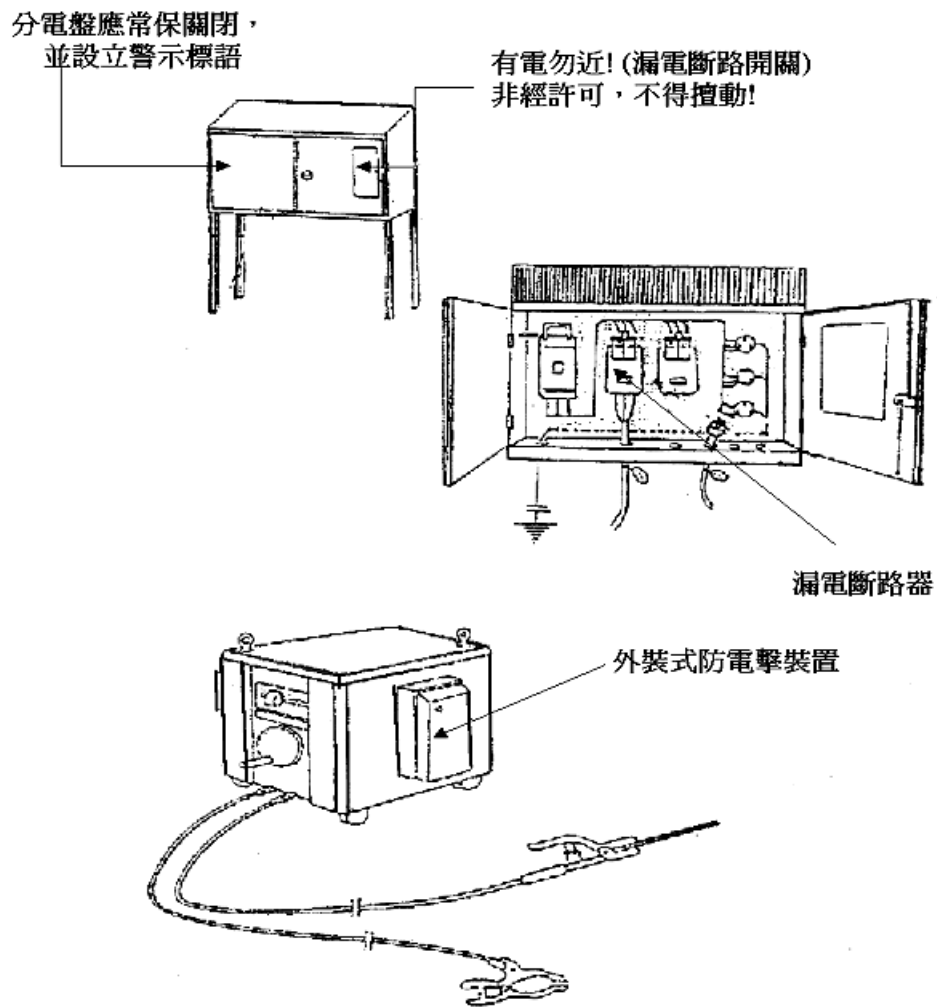


圖6 電銲作業安全防護設施(2)

資料來源：台北市政府勞工勞動檢查處，1998；「鋼構組配施工安全作業程序及圖說」

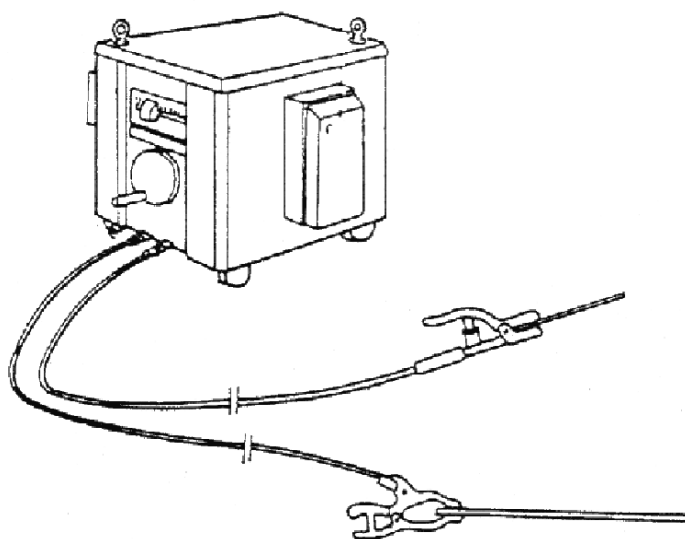


依據

1. 勞工安全衛生設施規則第243條。
2. 勞工安全衛生設施規則第250條。

圖7 電銲作業防止感電之機制

資料來源：台北市政府勞工勞動檢查處



電銲電擊防止器 規格說明:

機種型式: SP-5B-H

輸入電壓: 220 V

額定出力: 500A

起動類別: 高電阻型

適用週波率: 60HZ

額定使用率: 60%

電銲機出力

無負荷電壓: 70-90V

防止器出力

無負荷電壓: 18-24V

圖8 電銲電擊防止器之規格

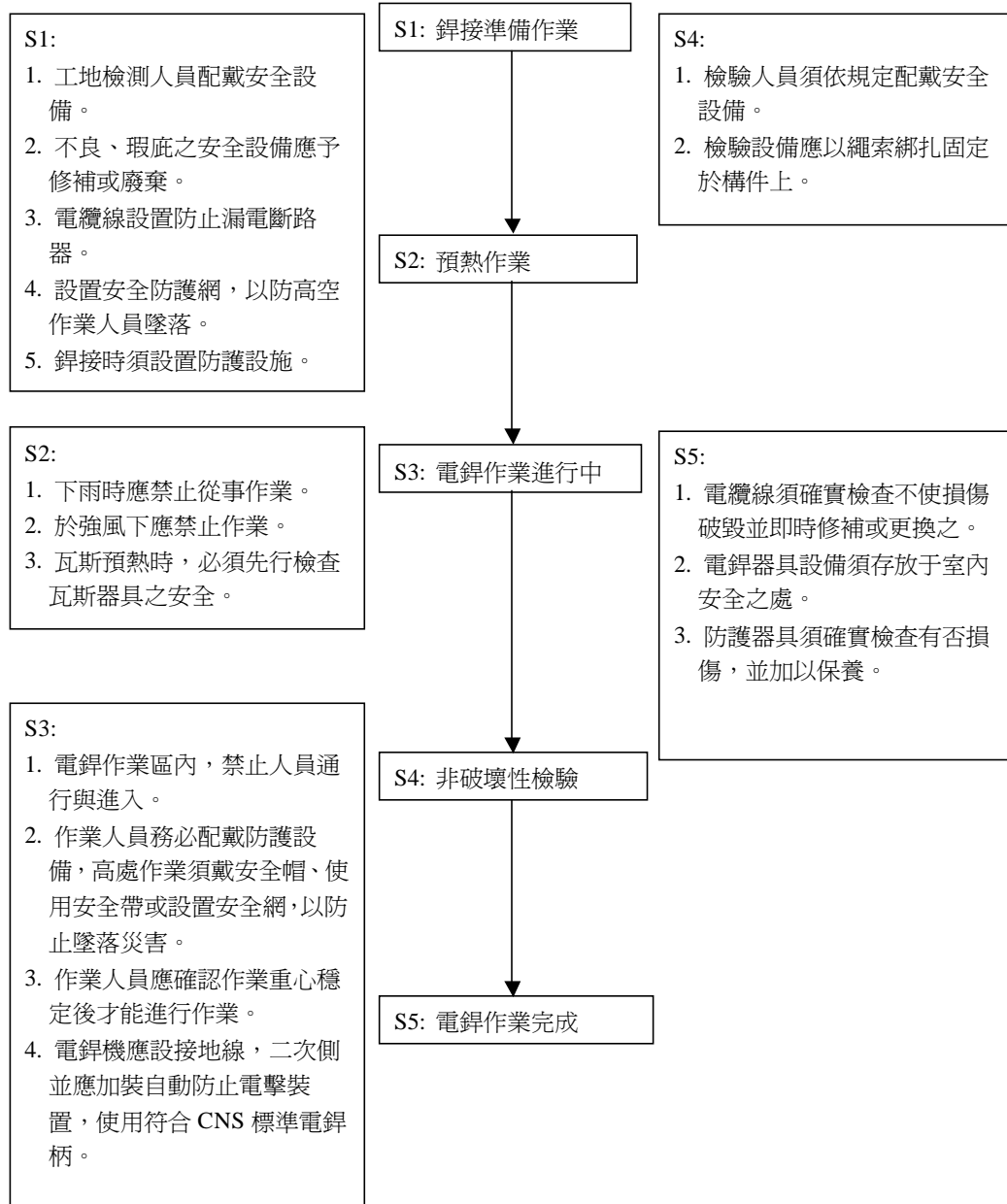


圖 9 電銲作業流程圖

## 災害案例

將掛置於鋼柱上之電銲機銲接柄拿開時發生感電災害

### 1. 災害發生經過：

某市政府將跨溪橋樑新建工程交付甲營造工程公司承攬，甲公司將該工程中之鋼板樁、圍堰鋼筋彎紮、模板工程交付乙工程公司再承攬。八十一年十月三十日上午，領班丙帶領勞工丁等四人到工地從事橋墩 H 型鋼架設工作，上午完成編號 P12 橋墩下部 H 型鋼立柱架設工作後，將施工用電銲機銲接柄掛置 H 鋼立柱上。下午二時開工，勞工丁

欲將該銲接柄拿開時，因當時漲潮淹沒H型鋼立柱底部約20公分，勞工丁站在海水中，右肩胛不慎碰觸帶電H型鋼立柱，遭電擊倒臥海水中，經送醫急救無效，於當天下午三時四十分許死亡。

2. 災害發生原因：

- (1) 罹災者死亡原因為電擊傷、肩胛及手部二度灼傷、休克致死。
- (2) 罹災者於下午開工時涉水欲拿取掛置H型鋼立柱上之銲接柄，打開電源開關後該H型鋼立柱已成為帶電體，右肩胛不慎碰觸帶電鋼柱，遭電擊死亡。
- (3) 在鋼架上作業使用之交流電銲機，未使用自動電擊防止裝置。
- (4) 對勞工未實施安全衛生訓練，勞工安全衛生意識不足。

3. 災害防止對策：

- (1) 在鋼架上作業使用之電銲機，應使用自動電擊防止裝置。
- (2) 應訂定自動檢查計畫，對必要安全衛生設施及作業實施自動檢查。
- (3) 對勞工應實施從事工作及預防災變之訓練，並將本案例列入訓練教材，提高勞工安全衛生知識，防止類似災害發生。