

電氣安全實務

作者:蘇清一

服務單位:高雄煉油廠

一、前言

電氣安全極為重要，若違反規定輕者設備受損，重者甚至喪失生命，本文藉案例說明感電危害、用電安全及預防管理實務，盼能提昇用電安全與觀念，減少電氣災害，確保設備及人身之安全。

二、用電安全原理說明

(一)安全四要

1. 要檢查

高低壓電氣設備要按規定實施定期檢查，每日也要注意有無異聲、異味等異狀，以期及早發現潛在危險並加以修護。

2. 要乾燥

電氣設備要保持乾燥與整潔，應避免潮濕與雜亂，以免絕緣劣化，造成感電等意外事故。

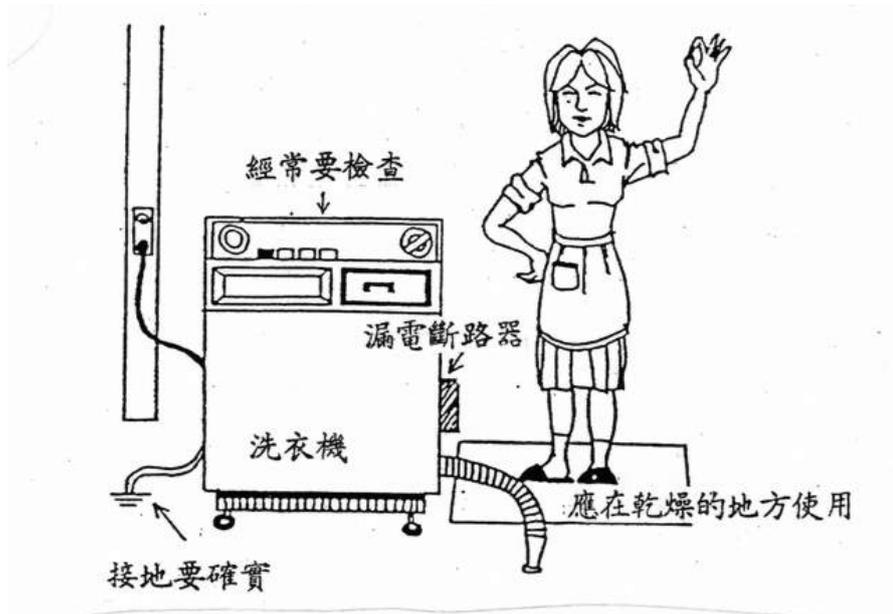
3. 要接地

電氣設備外殼要接地，以預防感電事故，增加用電安全。

4. 要有漏電斷路器

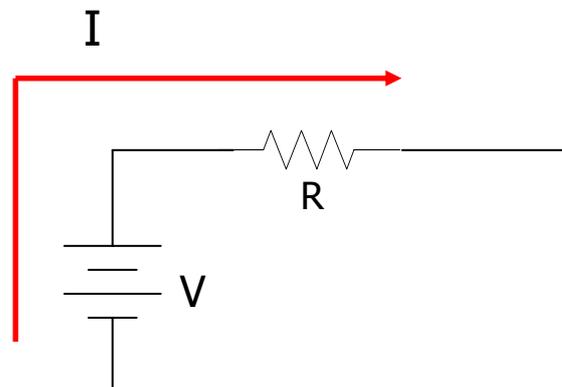
在電源側加裝漏電斷路器，如發生漏電，可及時跳脫，避免發生感電事故。

(二) 洗衣機安全使用例



(三) 歐姆定律

導體通過電流大小與電壓成正比，與電阻成反比，所以就絕緣電阻而言，電阻越大其漏電電流就越小，也就越安全。



$$I = \frac{V}{R}$$

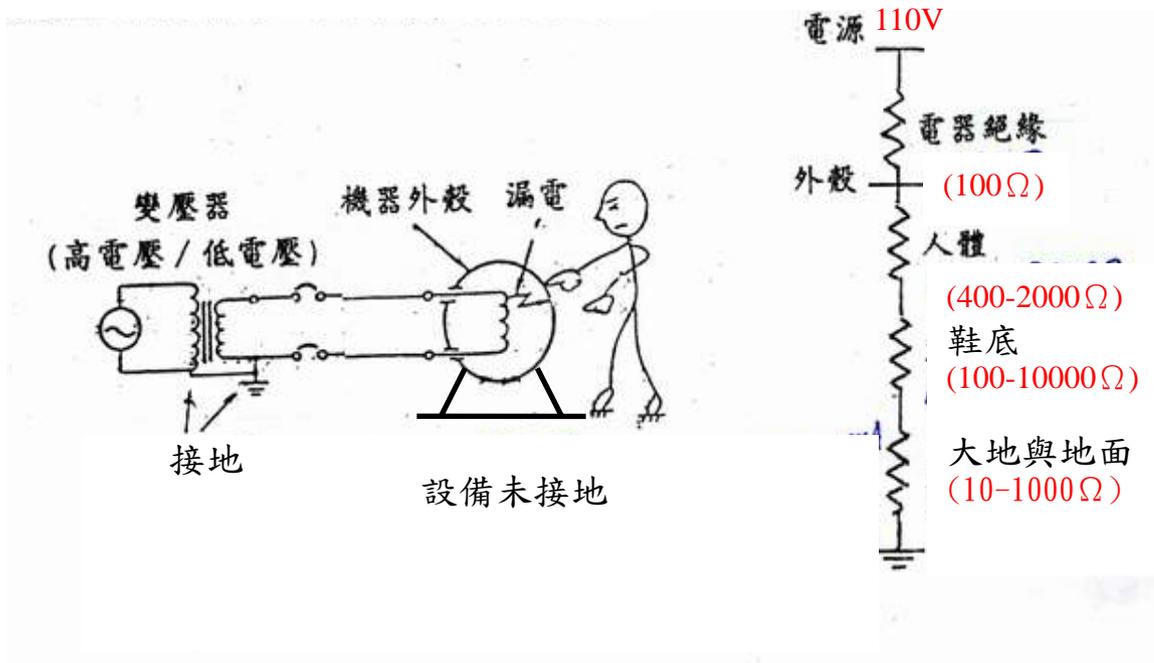
I: 電流(A)

R: 電阻(Ω)

V: 電壓(v)

(四)當設備外殼未裝接地時，假設設備絕緣不良(只有 100Ω)。

1. 設備示意圖與等效電路如下：



2. 其漏電電流如下計算：

◆如上圖假設電氣設備絕緣不良(只有 100Ω)，如果設備外殼未接地時，有人誤觸外殼，依直流電路原理，計算其漏電(感電)電流大約如下。

◆人體電阻因人且隨時而異，大約 400Ω 到 2000Ω。

◆有無穿鞋且隨材質而異，大約 100Ω 到 10000Ω。

◆大地與地面電阻因環境地質而異，大約 10Ω 到 1000Ω。

(1)假設人體電阻 400Ω、鞋底 100Ω、大地 10Ω，此時電流最大。

$$I_{\max.} = 110 / (100 + 400 + 100 + 10) = 0.18A = 180mA$$

(2)假設人體電阻 2KΩ、鞋底 10KΩ、大地 1KΩ，此時電流最小。

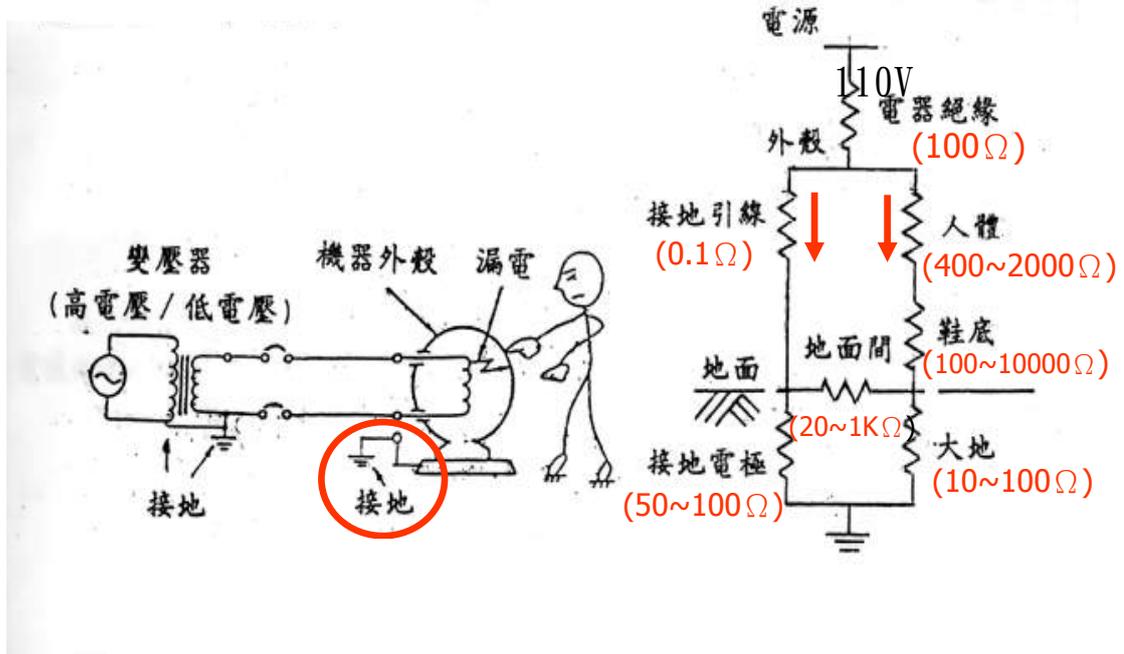
$$I_{\min.} = 110 / (100 + 2000 + 10000 + 1000) = 0.08A = 8mA$$

(3)因此設備外殼未接地時，如果遇設備絕緣不良，此時有人誤觸，感電有致命之危險，其危險程度視當時環境而定。

(4)如果在電源側有加裝漏電斷路器，其額定感度電流為 15mA 型，即可及時跳脫，避免感電致命之危險。

(五)當設備外殼有裝接地時，假設設備絕緣不良(只有 100Ω)。

1. 設備示意圖與等效電路如下：



2. 其漏電電流如下計算：

- ◆如上圖假設電氣設備絕緣不良(只有 100Ω)，如果設備外殼有接地時，依直流電路原理，計算其漏電電流大約如下。
- ◆假設人體電阻 $400\Omega\sim 2000\Omega$ 、鞋底電阻 $100\Omega\sim 10000\Omega$ 、地面間電阻 $20\Omega\sim 1000\Omega$ 、大地接地電阻 $10\Omega\sim 100\Omega$ 、接地電極接地電阻 $50\Omega\sim 100\Omega$ 。

(1)通過人體的感電流大約是：

$$3.9 \text{ mA} \sim 22.7 \text{ mA}$$

(2)通過接地線的電流大約是：

$$550 \text{ mA} \sim 730 \text{ mA}$$

(3)因此設備外殼有接地時，如果遇設備絕緣不良，則大部份的漏電電流會流經接地線，此時有人誤觸，感電致命之危險甚低，因為此時流經人體的電流最大約 22.7mA 。

(4)如果在電源側有加裝漏電斷路器，即可及時跳脫，避免發生感電事故。

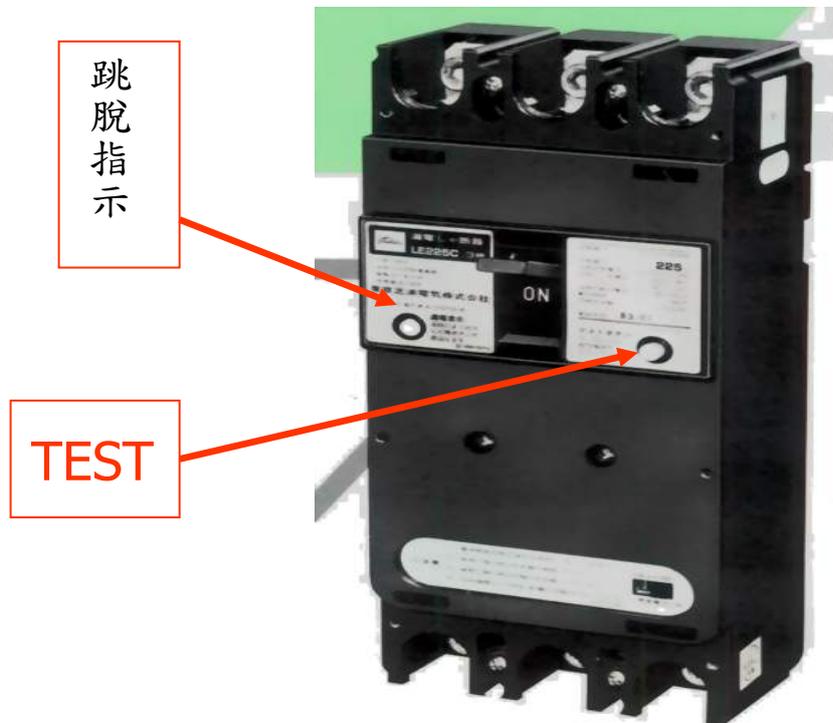
(六) 電流對人體的反應

直流(mA)	交流 60Hz(mA)	人體的反應
5	1	稍有電擊感覺
50	5	感覺痛苦
60—90	10—20	抽筋失去運動技能
100—400	20—50	危險可能致死
400 以上	50 以上	會死亡

- ◆急救方法：1. 輕微者：施行人工呼吸 15 次/分
2. 嚴重者：施行人工呼吸與心臟按摩並行 70 次/分

(七) 漏電斷路器與主要規範

1. 漏電斷路器外型



2. 主要規範

(1) 額定感度電流(mA)

15, 30, 100, 200, 400, 600

(2) 額定不動作電流(mA)

7.5, 15, 50, 100, 200, 300

(3) 額定電流(A)

5, 10, 15, 20, 30, 40, 50

60, 75, 100, 200, 400, 等

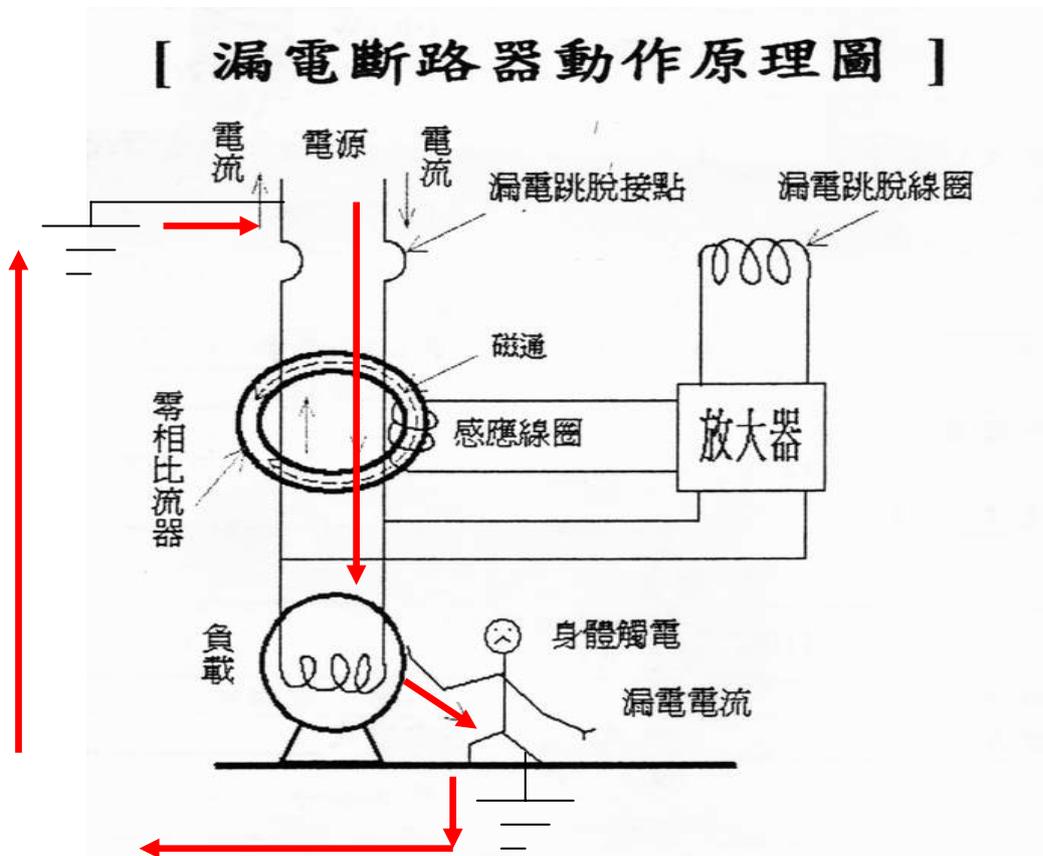
(4) 額定電壓(V)

110, 220, 440

(5) 動作時間：0.1 秒

(6) 具有漏電, 過負荷及短路保護

3. 漏電斷路器動作原理說明



三、感電危害案例探討

(一)感電危害因素如下所列

1. 電工維修者遭受的危害因素：
疏忽造成、習慣動作、不夠謹慎、防護不夠、經驗不足、
設計不佳、方法不當、部份帶電、外來因素。
2. 電氣使用者遭受的危害因素：
未按規定使用、環境因素、設備本身的因素。

(二)案例 A: 維修者遭受的危害

1. 發生情況: 96.03.07 電工人員於檢修高壓配電盤時，不慎誤
碰高壓電，幸好只受電弧灼傷、皮肉之痛。
2. 受傷情況: 左手掌有電流流出洞傷，右手指電弧灼傷較嚴
重，臉部及頭皮均有輕微洞傷。

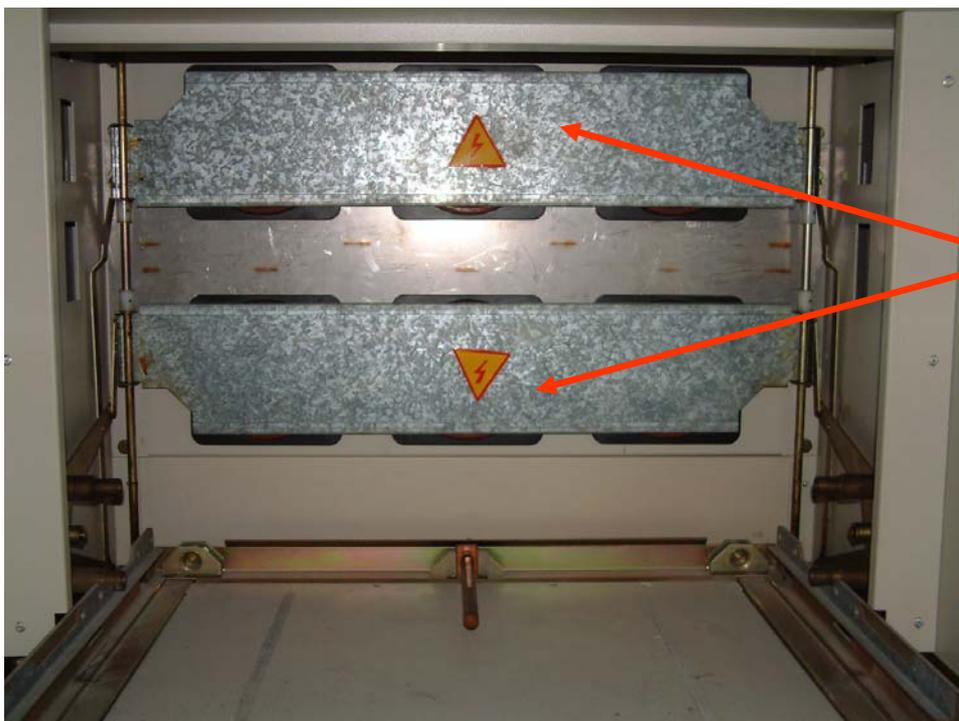
(1)左手掌有電流流出洞傷如下圖



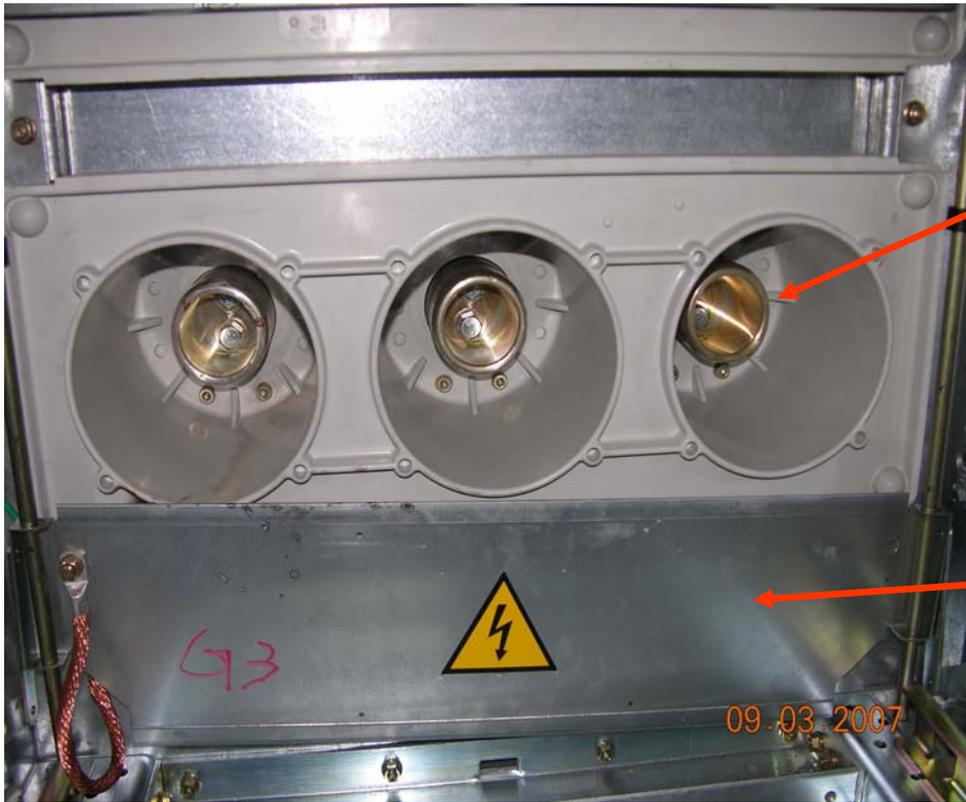
(2)右手指電弧灼傷如下圖



3. 原因分析:因為未全面停電，只停一半，故 TIE 盤下半部有電，該工作者一時疏忽，為檢查主接點，左手按壓自動隔離金屬蓋板連桿，右手無意中靠近帶電主接點(習慣認為停電)，引發電弧造成灼傷。
4. 斷路器拖出，高壓盤內部如下圖示:



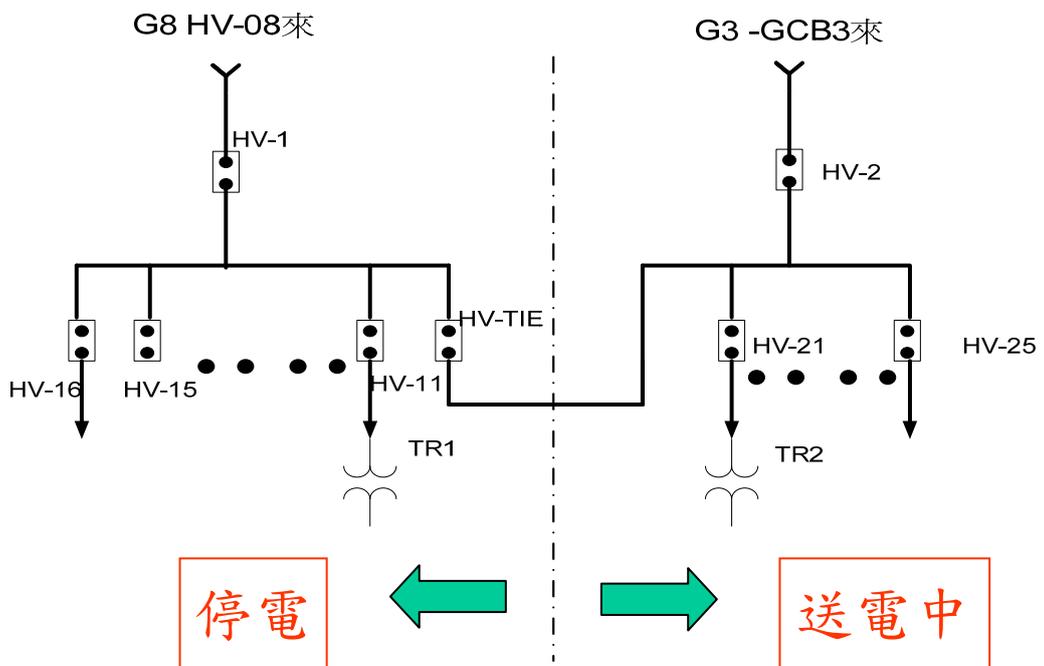
高壓盤隔離金屬蓋板



高壓斷路器主接點

隔離金屬蓋板

5. 高壓配電單線系統圖如下:(只有左半部停電)



6. 改善措施：(1)為防意外要全面停電。
(2)切電要確認無誤並經檢驗無電後，還要放電確保安全。
(3)開關要上鎖加掛標示牌及簽名。
(4)施工前要作勤前說明及演練，要兩人互相提醒注意。

(三) 案例 B: 使用者遭受的危害

1. 發生情況：

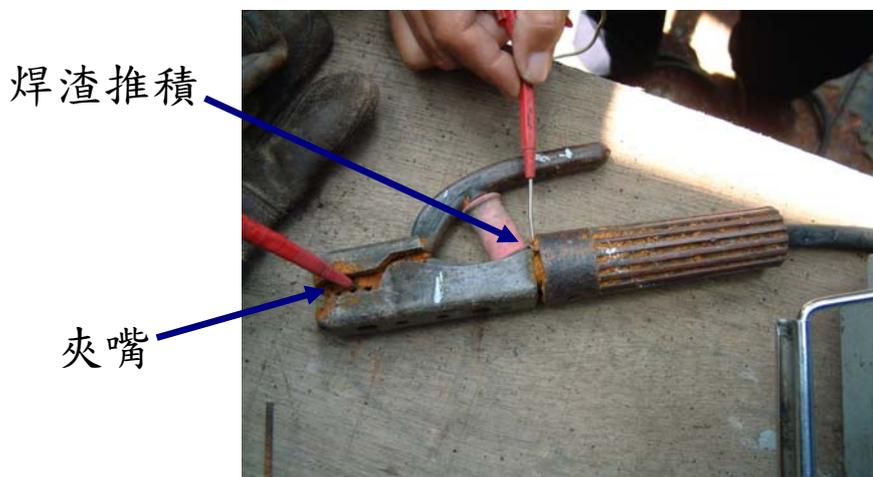
(1) 98.08.11 電銲工在管架上實施電銲作業，左手持固定環，右手握銲把，欲將固定環銲在管線上，於起弧瞬間發生感電，手腳抽筋身體不適，送醫急救治療，住院四天，幸無大礙。

(2) 電銲機有裝設漏電斷路器和自動防止電擊裝置，唯回路線銲在鋼構上，未拉到銲接位置附近。

2. 原因分析：

(1) 銲把前端面，銲渣堆積致與夾嘴相通造成帶電(如下圖)。

(2) 雙手手套潮濕，左手持固定環，右手握銲把，因手套前移誤碰前端的銲渣，在起弧瞬間電壓由 18V 上升到 70V，電流由右手套經身體到左手套，形成迴路而發生感電，如下圖說明。



右手握鐸把
手套潮濕又碰鐸渣



3. 改善措施:

- (1) 鐸把實施自動檢查，注意鐸渣清理，以確保鐸把的絕緣良好，最好在前端加上絕緣套。
- (2) 禁止使用潮濕的手套。
- (3) 電鐸操作不宜雙手並用。
- (4) 要穿著非導電性安全鞋。
- (5) 電鐸迴路線要拉到鐸接物附近，以免產生迷失電流，造成火花等意外，如下圖說明。

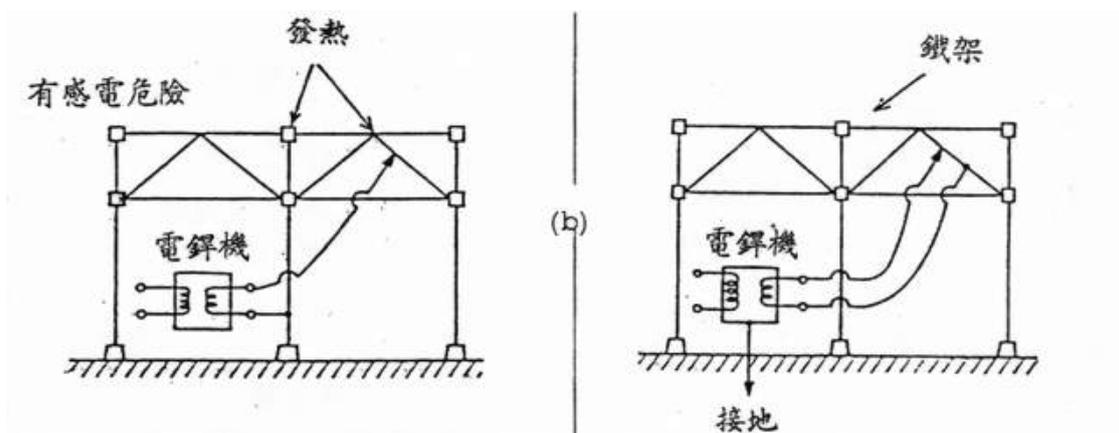
正確電鐸迴路線



不正確電鐸迴路線



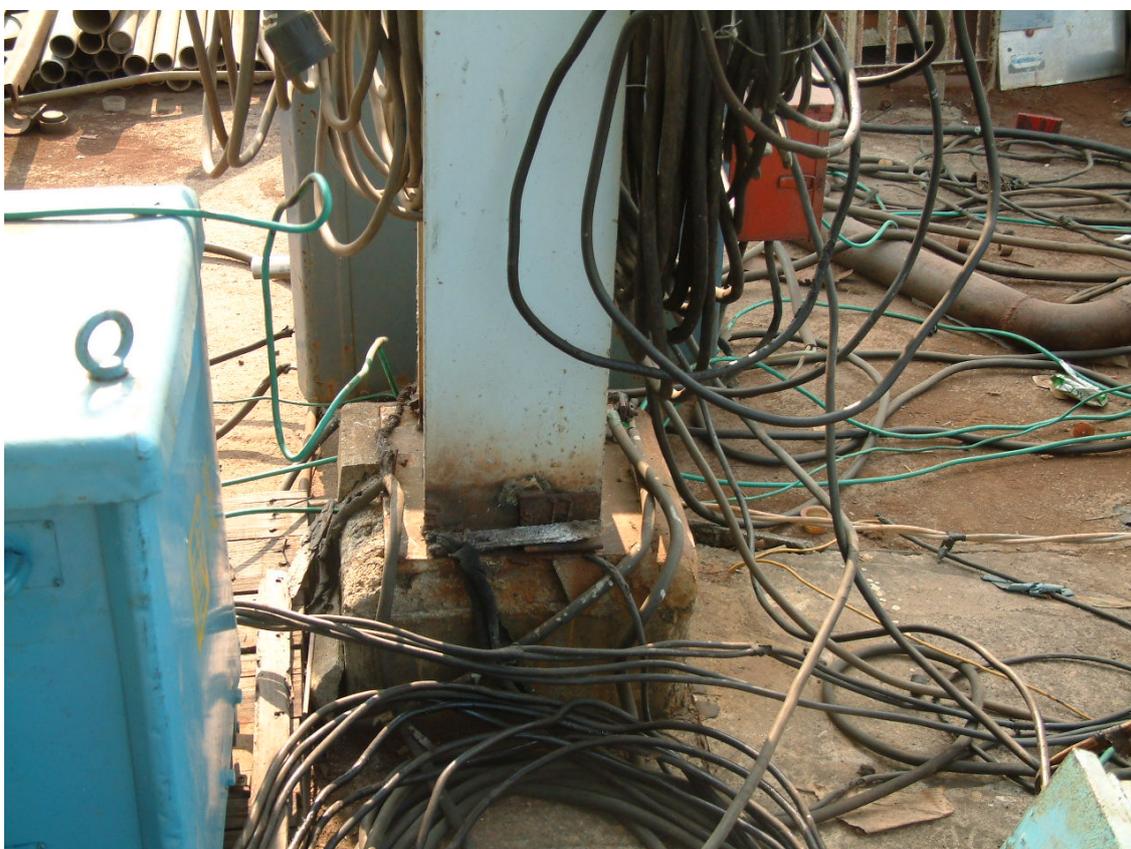
(6)不能利用鋼構當電銲迴路線，以免發生意外。



不正確

正確

(7)利用管架當迴路，電線排放雜亂，容易造成迷失電流。

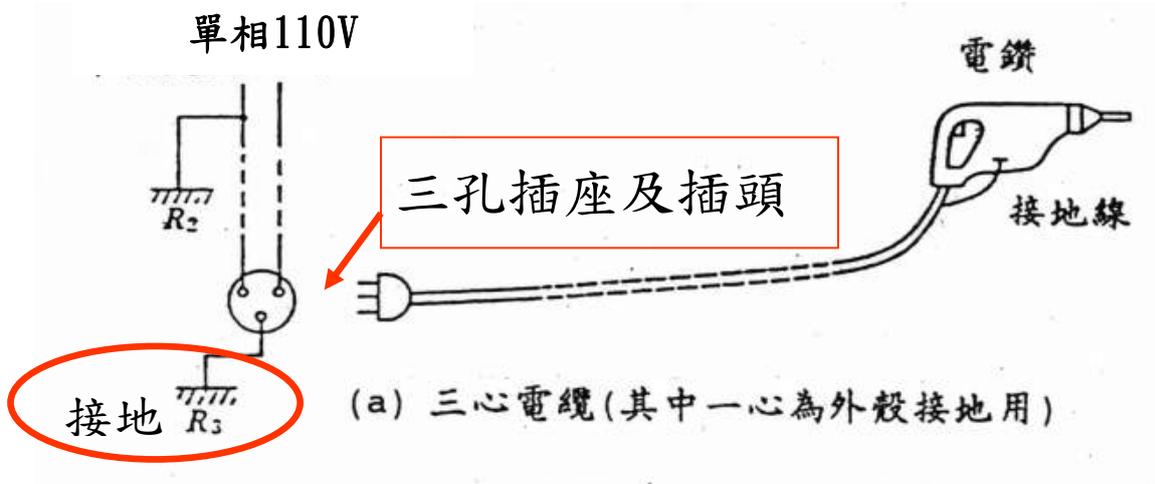


四、感電防止對策

(一)硬體方面

1. 電氣設備要接地。
2. 臨時電源要加裝漏電斷路器。
3. 電銲機要裝設自動防止電擊裝置。
4. 塔槽內要使用 24V 照明設備。

(1)電氣設備接地示意圖



(2)馬達與熱水器接地實例圖



(3)臨時電源裝設漏電斷路器實例圖



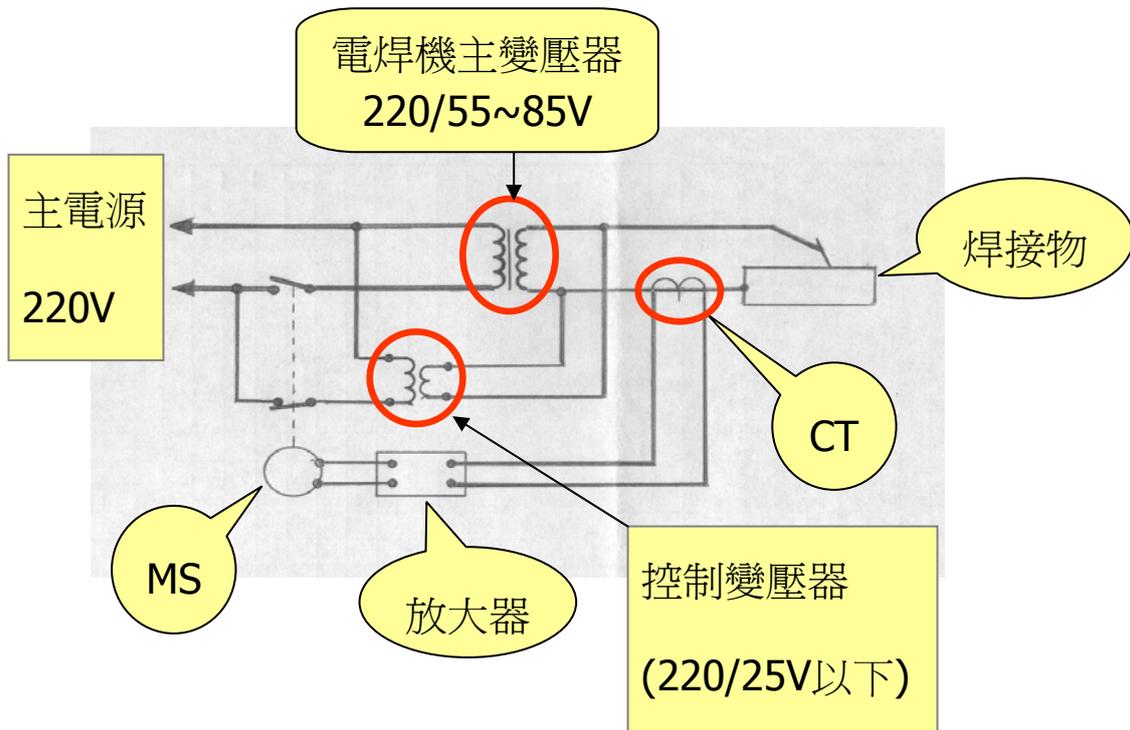
漏電斷路器

電源箱要加鎖有專人保管

(4)電銲機裝設自動防止電擊裝置實例圖



(5)自動防止電擊裝置原裡說明



- A. 不焊時:25 V 以下
- B. 起弧時:電壓由 25V 上升到 55V~85V
- C. 啟動時間:約 0.06 秒
- D. 延遲時間:約 1 秒。

(6)塔槽內使用 24V 照明設備實例圖

安全增防爆手提燈

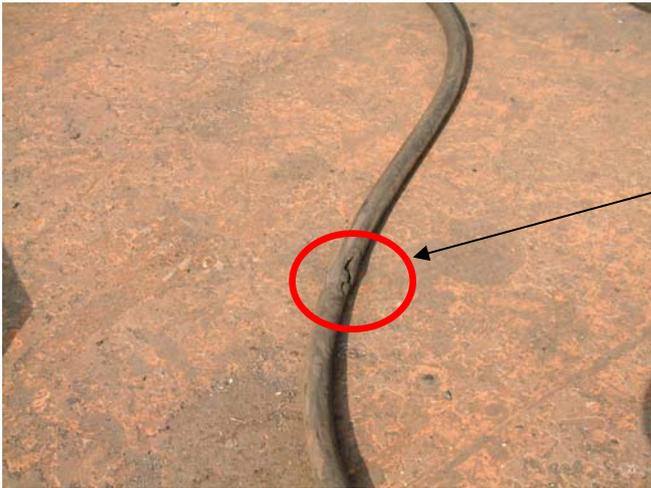


TR. 220/24 V



(二)軟體方面

1. 電工維修人員要有電的危機意識，保持冷靜，注意周遭環境。
2. 注意定期絕緣檢查。
3. 臨時線路或裸露的電線電纜，平日要注意目視檢查電線有無破損(如下圖)。
4. 使用者要有用電安全觀念。



電線破損

五、結論

電看不到也不能摸，不用怕，請記牢用電三保，以策安全，以保平安。

- (一)保持距離，No Touch。
- (二)保持乾燥，No Wet。
- (三)保持絕緣，No Way。

◆參考文獻：工廠用電安全技術實務(顏世雄先生)