

電氣作業危害預防

蘇文源

1

大綱

- 電氣危害案例與成因
- 電氣危害預防對策

2

感電災害

- 電流通過人體所受到的一種衝擊現象調之感電
- 人體的某一部位碰到帶電體，使之形成一電氣回路而引起



3

電流對人體的影響

感電影響	電流〈mA〉					
	直流		60Hz 交流		10000Hz 交流	
	男	女	男	女	男	女
感知電流： 開始有刺激	5.2	3.5	1.1	0.7	12	8
可脫逃電流： 肌肉尚可自由活動	62	41	9	6	55	37
無法脫逃電流： 肌肉無法自由活動	74	50	16	10.5	75	50
休克電流： 肌肉收縮，呼吸困難	90	60	23	15	94	63
心臟麻痺電流： 心室痙攣，呼吸停止	500	500	100	100	500	500

感電對人體所引起的傷亡

- 胸部肌肉收縮，妨礙呼吸
- 神經中樞麻痺，致呼吸停止
- 心室細動，妨礙正常心跳
- 感受大量電流後，心臟肌肉收縮致心臟停止跳動，但脫離電路後可恢復正常的心跳(反電擊)
- 大量電流產生的熱，使組織、器官、神經中樞及筋肉出血或破壞
- 觸及高壓電，造成血管栓塞後肌肉組織壞死，嚴重者導致腎衰絕
- 感電後，筋肉收縮，失去平衡，致使從高處墜落造成二次性傷害



職業災害通報

類型：感電
編號：23956

一、資料摘要

災害日期 88.7.1
行業種類 電路及管道工程
作業類別 裝設天花板簡樸
罹災人數 1人
罹災程度 死亡
年齡性別 37/男
工作經歷 7年
擔任職務 臨時水電工

二、災害經過

罹災者，準備裝設天花板簡樸，於是就爬上工作架上方簡樸上，將地面已接好簡樸孔之天花板布吊上去，並開始裝設電線。突然從工作架向下墜落，不治死亡。

三、災害原因

直接原因：
① 罹災者自高3.8公尺之簡樸上墜落，因接觸致死。
間接原因：
不完全動作：未使用個人防護具。
不安全情況：
① 工作架四周未設置扶手、護欄。
② 電線簡樸之近接作業未於電線裝置絕緣用防護裝置。

基本原因：
未對從事作業中之勞工實施工作所必要之安全衛生教育訓練工作守則及未實施安全衛生自動檢查。

四、預防對策

1. 設置電路裝置絕緣用之防護裝置。

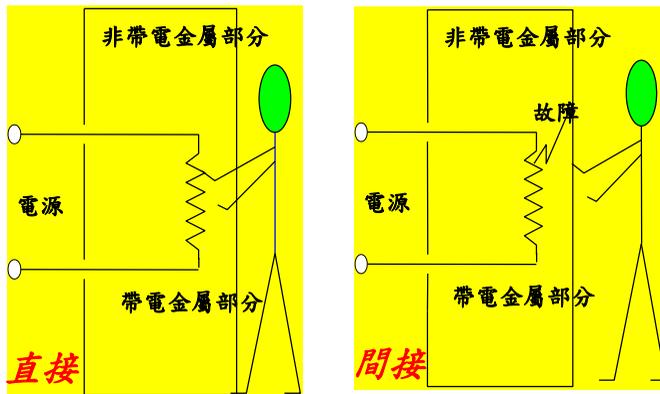


五、法令規定

1. 對於220伏特高壓電線操作業，裝置絕緣用之防護裝置。(勞工安全衛生法第五條)。
2. 於地面二公尺以上作業，使勞工使用安全帶、安全網。(勞工安全衛生法第五條)。
3. 設置勞工安全衛生管理人員實施自動檢查。(勞工安全衛生法第十四條)。
4. 實施安全衛生教育訓練。(勞工安全衛生法第二十三條)。
5. 訂定安全衛生工作守則。(勞工安全衛生法第二十五條)。

行政院勞工委員會編印

感電事故分類



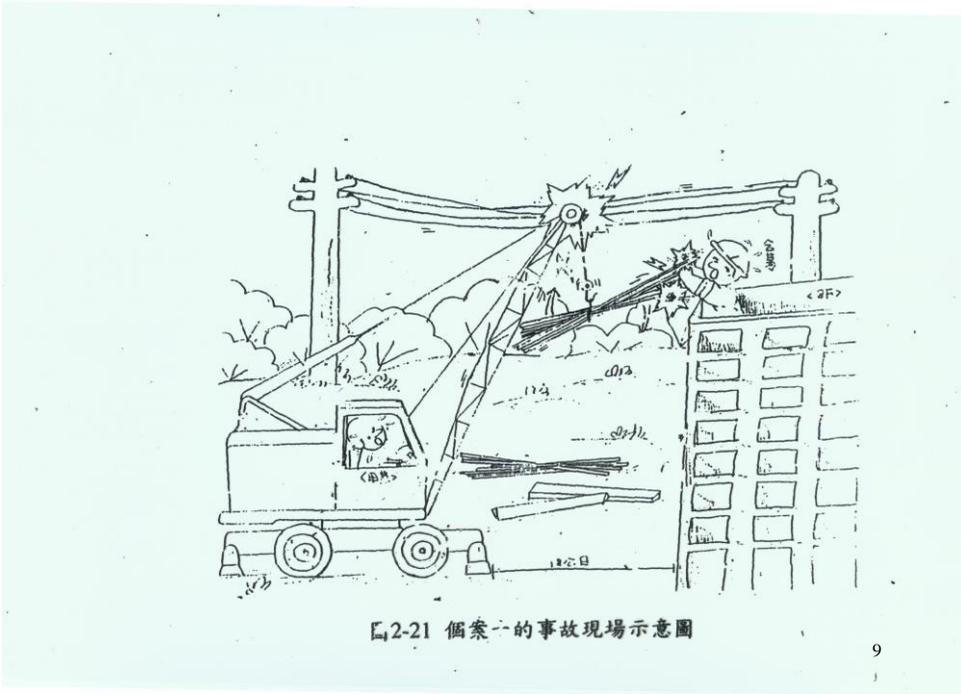
7

吊車吊臂碰到高壓電 男當場電死

2012年06月07日，蔡姓吊車助手今天下午走過吊車支撐架時，因上方吊臂碰到高壓電線導電，蔡姓助手碰到穩定架當場觸電倒地送醫不治。

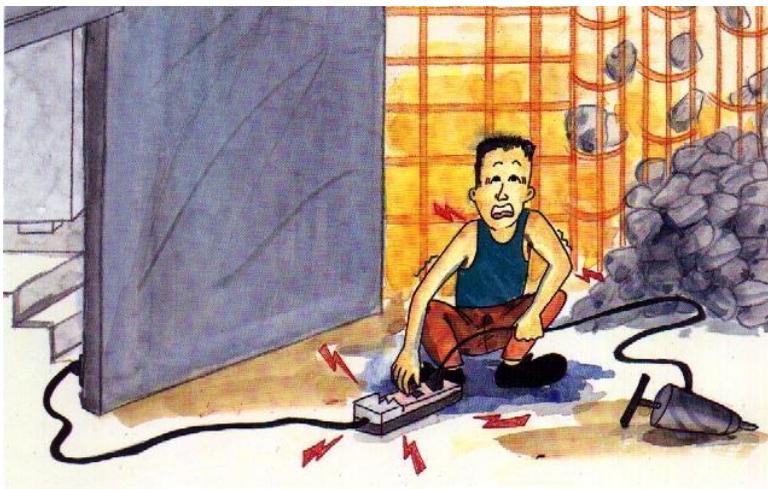


8



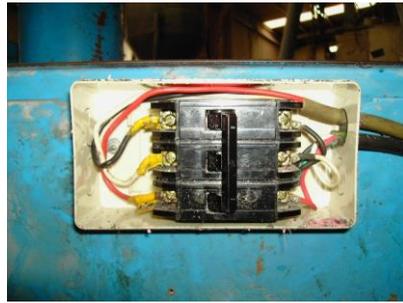
9

插座外殼破損而碰觸帶電端子



10

無熔絲開關裸露帶電部



11

插頭電線破損而碰觸裸露電線



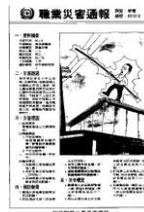
12



13

感電災害成因 碰觸帶電體

- 誤碰架空高壓裸電線
- 裝(拆)電線作業，碰觸低壓裸露電線、帶電端子或匯流排
- 一般作業中，碰觸低壓裸露電線或帶電端子
- 外力磨(刮)破電線，且同時碰觸其帶電電線
- 操作電源插頭或開關時碰觸裸露電線或帶電端子
- 電焊作業時，碰觸電焊條或電焊夾頭帶電部位
- 於電桿上作業時，碰觸電力設備帶電部
- 變電室、配電室(箱)作業時碰觸電力設備帶電部



14

馬達電源線破皮漏電



15

加熱器機台感電災害案例



加熱器主要
裸露帶電部
份(目前加
磁蓋)

塑膠押出機漏電之感電職災

加料斗(目
前在邊緣加
裝黑色橡
膠)

16

加熱器機台感電災害案例



包裝機後緣之加熱模組漏電

17

加熱器機台感電災害案例



機台電源線出入口破皮感電事故

18

電線接續點包紮不良感電事故



19

公園燈桿漏電 孩童觸電險死



資料來源:自由電子報

20

路燈漏電婦人致死案例

■台北縣新莊市一名婦人因路燈電桿漏電，導致感電死亡 << 新聞來源:聯合新聞網 >>



21

魚池投射燈漏電 小學生餵魚觸電



資料來源:自由電子報

22

擺攤賣衣服觸電亡 漫畫店招牌是元兇

檢測現場鐵架、鐵門、鐵製品上測出約210伏特，追查源頭發現，二樓漫畫店招牌電源開關懸空浮置，而外露之帶電部分碰觸到鐵門、鐵架，只要把招牌電源關閉，電壓便消失，確認**漫畫店招牌電源是「禍首」**。

台北地檢署調查認為，店家對招牌電源開關負有檢測維修義務，但卻疏於注意，未將電源開關固定，也沒將開關外露帶電部分以絕緣膠帶包紮隔離，依過失致死罪起訴店老闆

23

招牌漏電 工人觸電身亡

身形壯碩的楊姓男子（廿三歲），昨天下午在台南市某公司外牆小平台工作時不幸觸電，經緊急搶救仍告不治。台電人員到場檢測後，初步查出是接往外牆的**招牌電源線漏電**，導致楊某誤觸喪命。

24

招牌漏電 有線電視網路員工觸電身亡

在新北市經營機車行的李姓男子疏未定期檢修發現店面招牌漏電，以致3年前一名為第四台拉線的蔡姓男子誤碰招牌觸電，從逾3公尺高的鋁梯墜落摔死，李男被起訴過失致死罪嫌，高院指該面招牌未依規定加裝漏電斷路器，導致任何在事發現場外牆施工者，都可能因觸電而摔落，今逆轉改判李男4月徒刑、緩刑2年定讞。

25

路燈線破皮圍籬帶電

圍籬漏電 手被粘分不開

【羅國甫、黃霖煙／台北報導】台北縣上周五晚間發生一起離奇觸電意外，一名攤販行經改建公園的鐵皮圍籬外時，因舒展筋骨，手不小心碰觸鐵皮圍籬時，竟意外觸電，整個右手被電流吸粘，他百般掙扎用腳猛踢鐵皮圍籬才分開，但右手肌腱已被割傷。受害人在醫院說：「好加在，沒有被電死！」

路燈沒有開啟，施工的工人不知基樁會導電電人。

上周五晚上七時許，受害人高振義在公園旁人行道上舒展筋骨，隨手扶著身旁的鐵皮圍籬，沒想到竟然觸電，整個右手被電流吸粘在鐵皮圍籬上，他下意識地用左手壓著在旁的電燈桿，但就是拔不開，猛力用腳踢向鐵皮才離開，但右手的小指已被鐵皮割傷，所幸傷勢並不嚴重。

三重市公所的路燈維護承包商發現漏電元兇是路燈電纜線，而基樁穿破的電纜線離電點有一百多公尺，所幸高性攤商離觸電點有段距離，否則傷害會更大。

市公所除先發放一萬二千元慰問金外，已要求承包商立即改善，避免類似電人事件再度發生。

三重市公所自知理虧，已先行致贈一萬二千元慰問金。原來市公所為整修大同公園，在農曆年後發包，先施打基樁後，再用鐵皮把四周圍起來，但就在打基樁過程中，二條基樁不小心穿破路燈電纜線，因為在白天施工，

市公所發萬元致歉



■三重大同公園圍籬漏電，造成民眾意外觸電。圖為案發時觸電模擬情況。市公所提供

26

冷氣漏電高中生感電死亡案例



避雷針變電棒 電死洗水塔工

照片1. 出事的避雷針

(a) (b)



員工遭電擊 老闆判賠千萬

高市1家汽車美容洗車場老闆，因未確實做好洗車場安全設備，導致其僱用18歲的陳姓洗車工人在作業時，不慎因漏電而遭電擊呈為植物人。遭高雄地院判處須給付高達1314萬餘元損害賠償。

29

未依規定設置接地及防止感電用漏電斷路器判賠兩千萬

彰化和美鎮三十歲男子於鋼鐵公司工作時，因烘膜機漏電慘遭電擊，經急救雖救回一命，但幾成植物人。家屬不堪龐大醫費向業者求償，彰化地院認為鋼鐵公司確有疏失，判決要賠謝一千七百九十餘萬元及其雙親各一百萬元。

30

體育館插座漏電 撿球竟送命！ 校方：全面檢查設施

測得看台的扶手等鐵製部分有一〇八伏特的電壓，證明伸縮式看台帶電，研判右肩先遭電擊，後因左腰觸碰到冷氣房鐵門。



31

「亡命切割器」漏電釀禍 裝潢工人斷魂

基隆一名裝潢工人，在基隆中山區民宅做裝潢工程，手裡握著的切割器疑似漏電，再加上地上的積水導電，遭到活活電死。



32

梯腳接觸電線感電事故

▶勞工搭建鐵皮屋頂感電

101年7月16日，新竹縣新豐鄉某公司所僱勞工，於搭建鐵皮屋頂時，作業使用之**A字梯腳**壓到**延長電線**感電



▶勞工從事焊接作業感電

2101年7月19日，新北市某自然人所僱勞工從事遮雨棚焊接作業，因使用**鐵梯移動時**壓到**地面電線**造成感電



33

電工作業使用何種材質的梯?

這是發生在我工作職場的N次事件....
工作人員維修更換燈具時觸電受傷住院(277V)
使用的梯都是鋁梯
大家工作時都已經非常小心了，電源回路也都確認斷電了
不過因為輕鋼架**天花板上實在是有太多迴路了**
維修時只能斷電作業燈具的迴路，卻因**其他迴路漏電**
整個輕鋼架天花板都有通電
使用的又是鋁梯
同事之間 其實都很怕(前幾天又一個人觸電住院了)
(我在這裡工作了3年 知道的觸電事件共8件住院人數3人)
不過上級主管下令為了美化觀瞻一律使用鋁梯不得使用木梯

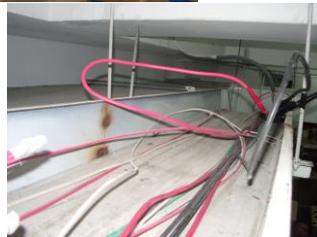
34

線路檢修作業感電災害案例(1)



35

線路檢修作業感電災害案例(2)



主研究所
EWEY&HEALTH

感電災害成因 漏電

- 動力機械設備或一般電器設備的馬達
- 照明燈具、電源開關及移動式或攜帶式電動機具
- 配線處理不良
- 臨時配線線路破皮
- 電焊機之焊接柄、箱體或線路
- 其他用電設備



37



災害現場磚牆拆除作業所搭設簡易工作架



破碎機鑽頭打到壁面電壓110伏特之電源線。

38

未穿戴防護具



維修天花板空調 工人觸電亡

冷氣機維修工人手持起子爬上A型梯，在廚房的天花板維修冷氣送風機，不慎碰觸到一百一十伏特電源線。

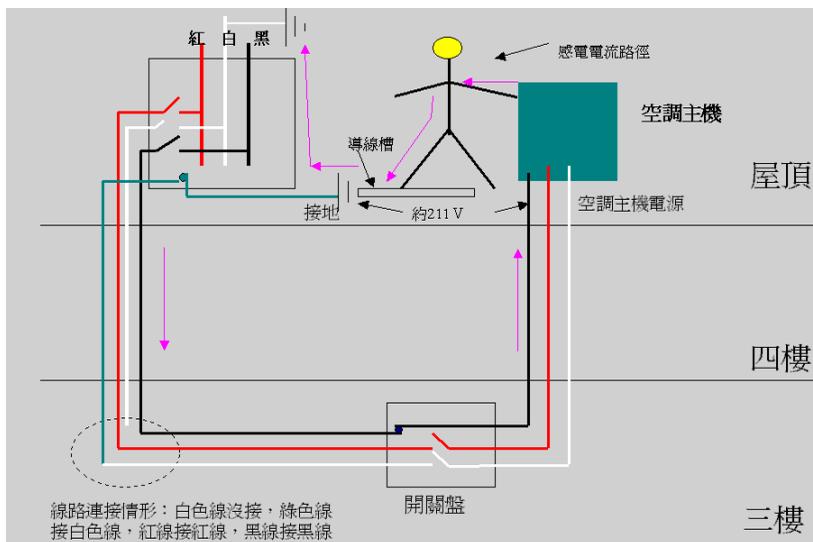


副教授觸電枉死 判賠1500萬

某大學副教授於八十九年三月，到該校理學大樓頂樓巡視更換電線工作時，誤觸配電錯誤而帶電的冷氣機外殼，遭電擊不治死亡。事後家屬請求國賠，地院昨天判決該大學應賠償一千五百萬餘元。

41

空調主機線路誤接

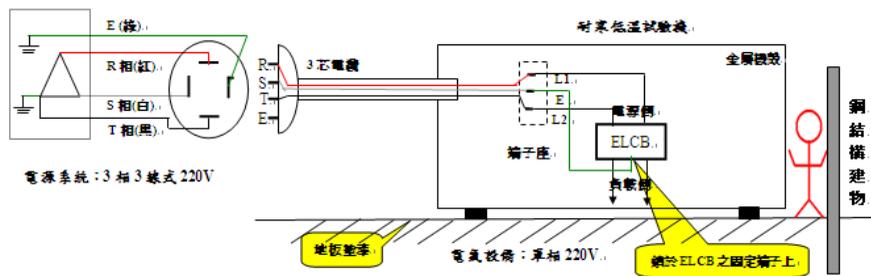


火線與接地線反接案例



43

試驗機電源接線電路示意圖



44

六樓陽台排除積水感電



45

窗型冷氣之電源插頭、無熔絲開關及電源插座



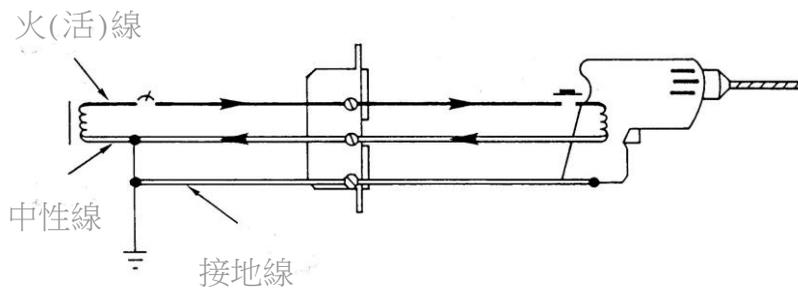
46

感電?



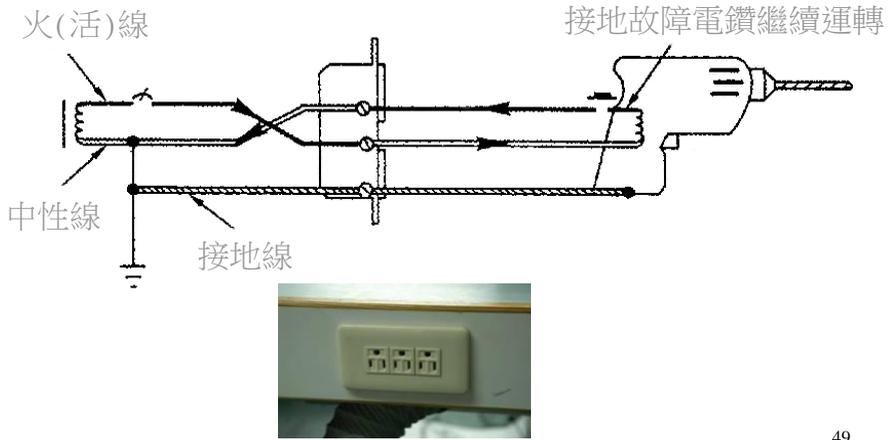
47

線路極性正確



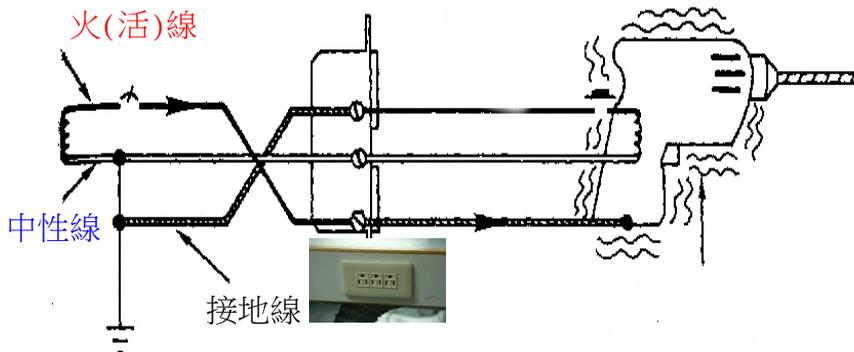
48

火線與中性線反接



49

火線與接地線反接



50

配線測試器



51

感電災害成因 作業疏失

- 未穿戴防護具或使用活線作業用器具而進行活線作業
- 停電作業中誤送電
- 停電及檢電作業不確實
- 線路誤接
- 不正確的啟動電氣開關設備，如隔離開關及斷路器之操作順序錯誤
- 爬錯或私自爬上電桿而觸電



52

電弧灼傷

- 美國每年約有**2千人**受到嚴重的電氣灼傷而送進醫院燒燙傷中心治療
- 臺灣地區96至100年電弧閃光灼傷佔感電重大職災約**4%** (計**7件**)，但造成**4死13傷**事故，平均**1件**約造成**2.4人死傷**，係非電弧灼傷平均**1.1人死傷**之**兩倍多**

53

電弧閃絡案例

- ◆ 台電98年某事業單位勞工，從事地下配電線路故障搶修作業，操作亭置式四路氣封開關，試送小環路開關時，**B相肘型端頭因故障電流產生電弧**，造成彈出電弧灼傷作業人員腰部。
- ◆ 同年台電某事業單位勞工，從事地下配電線路故障搶修作業時，**C相套管插頭**突然故障產生電弧，作業人員閃避不及被灼傷頸部。



54

電弧閃絡案例

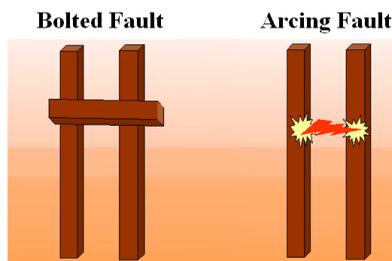
- ◆台電某營業處101年4月於裝甲開關箱進行**11.4KV電源對相測試**工作時，發生重大電弧灼1死5傷事故
- ◆2010年11月某事業單位勞工，3人，於頂樓電氣室配電箱從事**無熔絲開關(220V、300A)電力電線聯結**作業時，其手持之**梅開扳手**就誤觸左側**無熔絲開關(220V、1600A)帶電之電源端**引發短路電弧造成3人灼傷



55

故障型態

- 短路故障(Bolted Fault)
 - 電流經由直接短路或接地**故障路徑流通**
 - 大部份故障產生之**能量流經**電路中之設備
- 電弧故障(Arcing Fault)
 - 電流經由已**游離化(ionized)**之空氣流通
 - 大部份故障產生之**能量宣洩**至空氣環境中
- 電弧故障電流約為三相短路電流之**38~89%**。
- 依傳統反時性過電流保護特性而言，意味著**故障清除時間較長**。



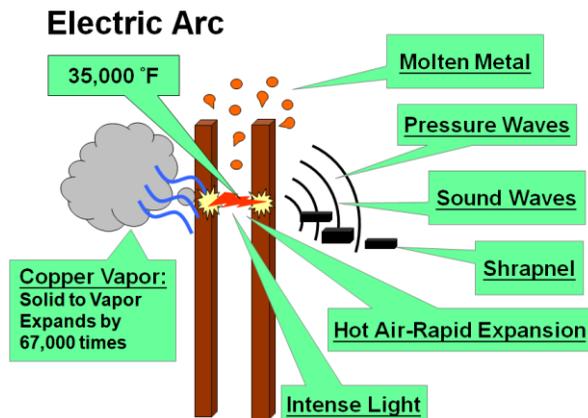
電弧閃絡事故之成因

- 電弧閃絡短路之因素
 - 設備故障及設備操作不當
 - 機構磨損及絕緣老化
 - 過電壓
 - 過溫度
 - 溼氣、灰塵
 - 設備磨損
 - 腐蝕
 - 盤內異物(如工具等)
 - 小動物
 - 安裝錯誤
 - 導線與匯流排連接不當
- 典型人員操作失誤因素
 - 於不當之盤體內作業
 - 隔離器之錯誤操作
 - 工作區忘記接地
 - 於工作區工作前忘記測試電壓是否存在
- 配電盤短路故障所導致之影響
 - 生產線喪失生產力
 - 人員的傷害
 - 設備的損壞

57

電弧閃絡事故之危害

- 高溫
- 炸裂物
- 高壓
- 巨大聲響
- 強光
 - 紫外線(磁輻射)
 - 波長:10nm~400nm
 - 比可見光短,比X射線長
 - 紅外線(電磁波)
 - 波長:700nm~1mm
 - 介於微波與可見光之間



電弧閃絡事故之危害

- 高溫-材料之點燃及燃燒
 - 弧光溫度35,000°F
 - 空氣加熱、金屬熔解、銅排氣化
- 二級燒傷之臨界點
 - 80°C / 175°F (0.1 sec)
- 三級燒傷之臨界點
 - 96°C / 205°F (0.1 sec)
- 強光
 - 眼睛受損、白內障
- 高壓-金屬熔解、氣化及空氣加熱之膨脹
 - 耳膜破裂之臨界點
 - 720 lbs/ft²(400ms)
 - 肺部受傷之臨界點
 - 1728-2160 lbs/ft²
- 爆料碎片
- 對周圍之衝擊
 - 自階梯或高處墜落

59

預防安全實務

- 正確安裝電氣設施
- 加裝安全保護裝置
- 正確使用電氣設備
- 電氣安全管理

60

正確安裝電氣設施

使用經檢驗合格之電器設備與線路



R30001
標準檢驗局
檢驗合格標識



標準檢驗局
檢驗合格標識

61

低壓電路之最低絕緣電阻

電路電壓		絕緣電阻 (百萬歐姆MΩ)
300V以下	對地電壓150V 以下	0.1
	對地電壓超過 150V	0.2
超過300V		0.4

62

採用加強保護之雙重絕緣電器設備



雙重絕緣標誌”回”

63

安全電壓 勞工安全衛生設施規則

- 良導體機器設備內之檢修工作所用之手提式照明燈，其使用電壓不得超過24V，且導線須為耐磨損及有良好絕緣，並不得有接頭
- 自動電擊防止裝置未焊接時輸出電壓25V以下（異常時不超過30V）

64

隔離

使帶電的電氣設備或線路與工作者分開或保持距離，使勞工不易碰觸

- 明確劃定標示電氣危險場所，必要時可加護圍或上鎖，並禁止未經許可之人員進入
- 電氣機具之帶電部分有接觸之虞時，可加設護圍、護板、護罩或架高使人不易碰觸
- 適當的配線與配管

65

高壓試驗場以鐵網圍住並標示警告



66

變壓器帶電部份隔離保護



67

電源開關箱



68

防止外力壓傷線路



不正確



正確

69

開關帶電部份隔離保護



70



臨時用電所使用之配(分)電箱設置箱、蓋、中隔板等防止人員誤觸帶電部分。

71



配(分)電盤、箱設置插座專用箱、標示使用電壓、使用接地型插座，且不妨礙箱門之關閉。
綠色接地線

72

設備接地保護

■ 電氣設備外殼做好接地保護措施



馬達外殼接地

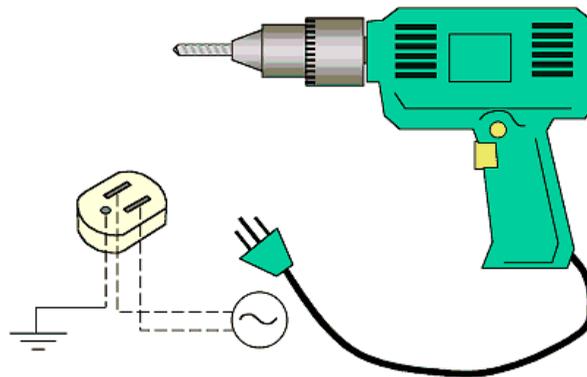


飲水機外殼接地

保護功能：電器絕緣劣化、損壞等因素而發生漏電時，避免或減低人員發生感電危險

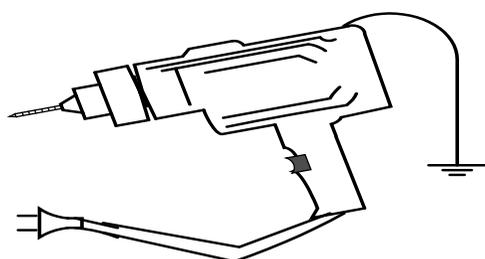
73

以電源線插頭接地

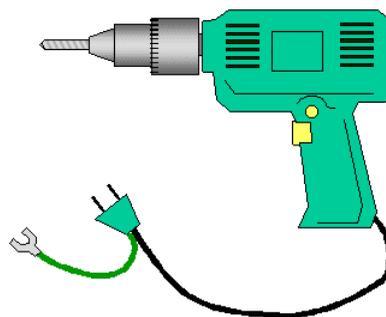


74

以外部專用接地線接地



以插頭上專用線接地



75

馬達未接地



76

飲水機未接地



77

低壓用電器具設備接地

- 電業法用戶用電設備裝置規則
 - 低壓電動機之外殼。
 - 金屬導線管及其連接之金屬箱。
 - 非金屬管連接之金屬配件如配線對地電壓超過150伏或配置於金屬建築物上或人可觸及之潮濕處所者。
 - 電纜之金屬被覆。
 - X射線發生裝置及其鄰近金屬體。
 - 對地電壓超過150伏之其他固定設備。
 - 對地電壓在150伏以下之潮濕危險處所之其他固定設備。
 - 對地電壓超過150伏移動性電具。但其外殼具有絕緣保護不為人所觸及者不在此限
 - 對地電壓150伏以下移動性電具使用於潮濕處所或金屬地板上或金屬箱內者，其非帶電露出金屬部分需接地。

78

低壓設備之接地電阻

- 接地電阻

對地電壓	接地電阻
150V以下	100Ω以下
151~300V	50Ω以下
301V以上	10Ω以下

- 安裝ELB時，設備之接地電阻值可較高

79

漏電斷路器額定感度電流 與接地電阻值

漏電斷路器額定感度電流 (mA)	接地電阻 (Ω)	
	潮濕處所	其他處所
30	500	500
50	500	500
75	333	500
100	250	500
150	166	333
200	125	250
300	83	166
500	50	100
1,000	25	50

80

無接地極



81

電氣設備怎樣接地才安全？

1. 設備未齊全接地

當話線碰觸馬達外殼時，馬達外殼電壓為110V。

危險

2. 設備單獨接地(設備與系統分開接地)

當話線碰觸馬達外殼時，漏電電流約為110V/(100+10)+110V。無等電位環圍(NPS)對作此裝置，因此馬達外殼不帶電。

危險

3. 設備與系統共同接地

當話線碰觸馬達外殼時，因設備與系統共同接地，故無危險接觸現象。裝設等電位環圍(NPS)對作此裝置。

危險

4. 設備單獨接地，且加裝漏電斷路器

當話線碰觸馬達外殼時，漏電電流約為110V/(100+10)+110V。漏電斷路器(RCD)於0.1秒內動作斷電，馬達外殼不帶電。

危險

5. 設備與系統共同接地，且加裝漏電斷路器

當話線碰觸馬達外殼時，因設備與系統共同接地，產生危險現象之漏電電流，裝設漏電斷路器(RCD)於0.1秒內動作斷電，馬達外殼不帶電。

安全

82

洗車作業感電災害案例(1)

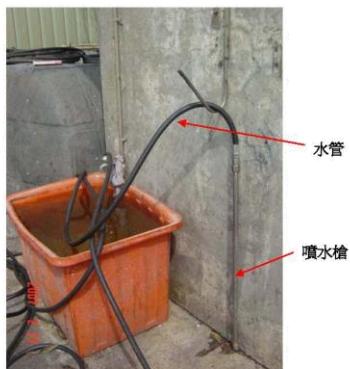


圖 1 發生事故之洗車噴水槍



圖 2 事故馬達幫浦組

83

洗車作業感電災害案例(2)



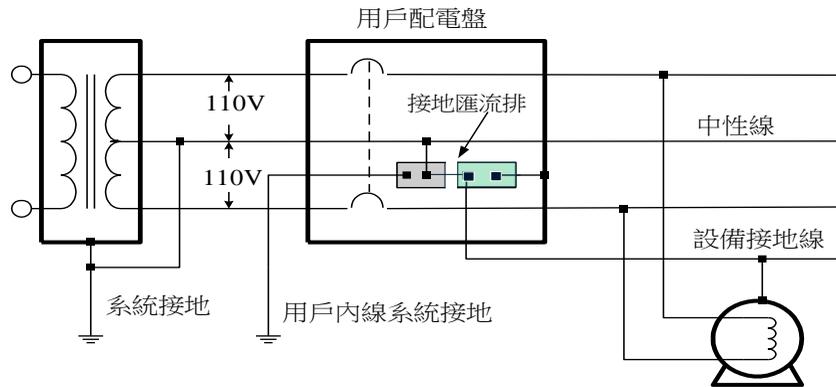
圖 11 馬達外殼沒有接地時，測量馬達外殼對遠處路燈燈桿（當作參考位準）間之電壓為 225.7V



圖 12 馬達外殼有接地時，測量馬達外殼對遠處路燈燈桿（當作參考位準）間之電壓為 224.5V

84

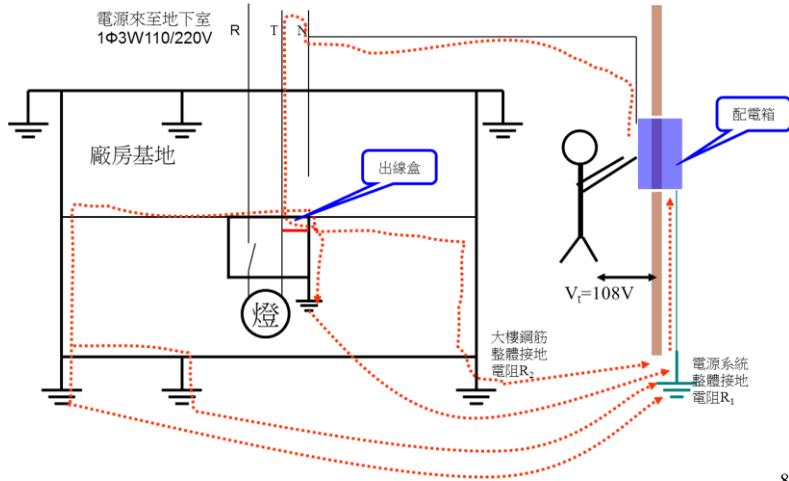
系統接地與設備接地



分電箱漏電



配電箱帶電原因示意圖



87

加裝安全保護裝置

低壓熔絲(Fuse)



保護功能：過載及短路保護
 注意事項：熔絲不可任意加大容量

88

無熔絲開關(NFB、MCCB)



保護功能：過載及短路保護
注意事項：開關容量不可任意加大

89

無熔絲開關跳脫處理

- 跳脫原因：
短路或用電量超過開關額定電流
- 處理步驟：
檢查電路是否超載使用，
察明原因排除後再行復歸
(Reset)



90

漏電斷路器(ELCB、RCD、GFCI)



保護功能：電器漏電保護

使用場所：潮濕處所如浴室、廚房、飲水機、路燈、臨時用電及電熱水器等

91

漏電斷路器規格

- 感度電流、跳脫時間、漏電保護專用或含過電流保護功能

額定電流50A

額定感度電流30mA
動作時間0.1秒以內



92

漏電斷路器相關法規 安衛法職業安全衛生設施規則

- 下列**電動機具設備**之連接電路上設置適合其規格，具有**高敏感度、高速型**
- 對地電壓在**150伏特以上**之移動性或攜帶式電動機具
 - 含水或被其他導電度高之液體濕潤之**潮濕場所、金屬板上或鋼架上等導電性良好場所**使用移動式或攜帶式電動機具
 - 建築或工程作業**使用之臨時用電設備

93

漏電斷路器相關法規 電業法用戶用電設備裝置規則

- 建築或工程興建之**臨時用電設備**
- 游泳池、**噴水池**等場所水中及周邊用電設備
- 公共浴室等場所之過濾或給水電動機分路
- 灌溉、養魚池及**池塘**等用電設備
- 辦公處所、學校和公共場所之**飲水機**分路
- 住宅、旅館及公共浴室之**電熱水器**及**浴室插座**分路
- 住宅場所**陽台之插座**及離廚房**水槽1.8公尺以內**之插座分路
- 住宅、辦公處所、商場之沉水式用電設備
- 設在金屬桿或金屬構架或對地電壓超過一五〇伏之**路燈、號誌燈、廣告招牌燈**
- 人行地下道、路橋用電設備
- 慶典牌樓、裝飾彩燈
- 由屋內引至**屋外裝設之插座**分路及兩線外之用電器具
- 遊樂場所之電動遊樂設備分路
- 非消防用之**電動門及電動鐵捲門**之分路
- **公共廁所**之插座分路
- **潮濕場所**電路(例如：**公共浴室、商用專業廚房、冷凍廠、製冰廠、洗車場**等)
- **公共場所**(戲院電影院、飯館、舞廳、車站、航空站及其他公共集會或娛樂場所)
- 臨時燈設施

94

依額定感度電流及動作時間分類

類別		額定感度電流 (mA)	動作時間
高感度型	高速型	5、15、30	在額定感度電流時為0.1sec以內
	延時型		在額定感度電流時為0.1sec以上2sec以內
中感度型	高速型	50、100、200 300、500、1000	在額定感度電流時為0.1sec以內
	延時型		在額定感度電流時為0.1sec以上2sec以內

備註：漏電斷路器之最小動作電流，係額定感度電流50% 以上之電流值（亦即額定不動作電流為50% 之額定感度電流）。

95

漏電斷路器使用常見錯誤樣態

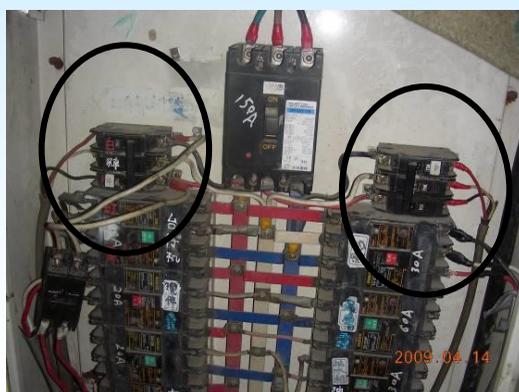
臨時分電盤未設漏電斷路器



96

漏電斷路器使用常見錯誤樣態

臨時分電盤用電線路跳接



97

漏電斷路器使用錯誤樣態

中性線未接

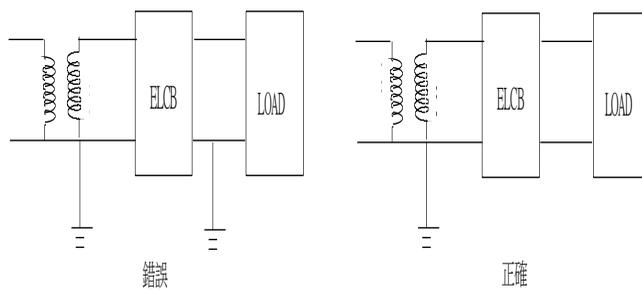


98



99

漏電斷路器不動作



漏電斷路器負載側之線路“再接地”

100

漏電啟斷裝置相關法規 電業法用戶用電設備裝置規則

- 住宅場所之單相額定電壓150伏以下、額定電流15安及20安之插座
 - 浴室
 - 安裝插座供流理台上面用電器具使用者及位於水槽外緣1.8公尺以內者
 - 位於廚房以外之水槽，其裝設插座位於水槽外緣1.8公尺以內者
 - 陽台
 - 屋外
 - 非住宅場所之單相額定電壓150伏以下、額定電流50安以下之插座
 - 公共浴室
 - 商用專業廚房
 - 插座裝設於水槽外緣1.8公尺以內者。但符合下列情形者，**不在此限**：
 - 插座裝設於工業實驗室內，供電之插座會因斷電而導致更大危險
 - 插座裝設於醫療照護設施內之**緊急照護區**或**一般照護區病床處**，非浴室內之水槽
 - **有淋浴設備之更衣室**
 - **室內潮濕場所**
 - **陽台或屋外場所**
 - 車輛保養、維修及停放場所內或飛機棚庫內單相125伏、15安及20安之插座裝設於供電機檢測設備、手持電動工具，或可攜式照明設備使用區域
- 註：15mA,0.1s漏電啟斷裝置，分路已裝有漏電斷路器者，不在此限

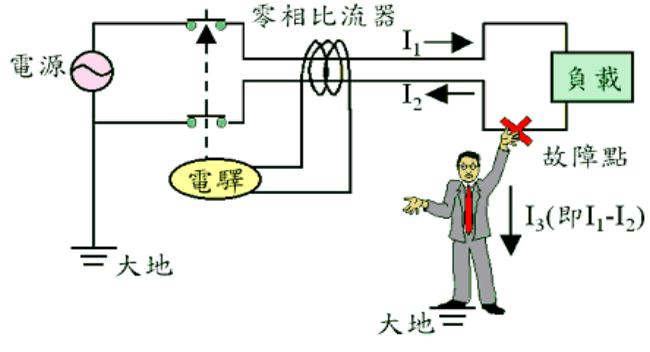
101

未裝漏電斷路器 判賠兩百六十八萬

負責水電維修的某企業負責人，熟悉洗車間是潮濕場所，應裝置漏電斷路器，但評估後僅採用「無熔絲開關」及「接地方式」，致漏電案發時無法斷電，法官認定與被害人死亡具有相當因果關係，應負損害賠償責任，判賠兩百六十八萬。

102

漏電斷路器動作說明

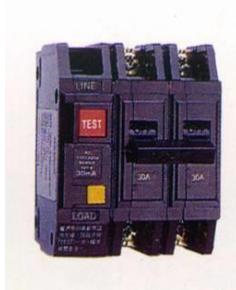


103

依保護目的分類



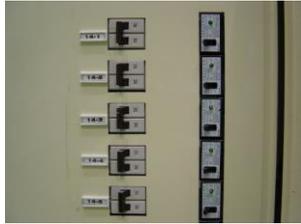
接地故障保護專用



接地故障保護與過負載保護及短路保護兼用

104

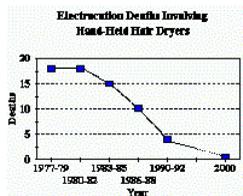
漏電斷路器安裝例



105

手持式吹風機漏電防止

- 1980.3 警告不可在浴缸使用之圖形或文字標示
- 1985.5.1 具極性插頭及文字告知浴室應裝GFCI
NEC: outdoor(1973), bathroom (1975), garage (1978), kitchen (1987), basement(1990)
- 1987.10 吹風機在off狀況下具有防電擊保護
- 1991.1.1 UL標準:吹風機在on及off狀況下具有防電擊保護



106

插頭型漏電斷路器

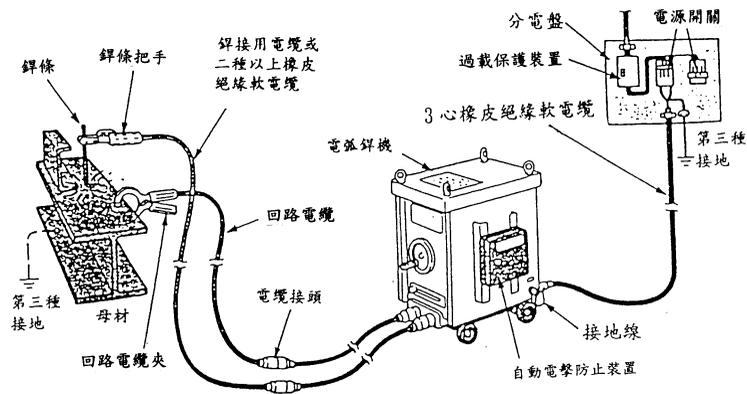


水槽附近插座分路應裝漏電斷路器



108

交流電銲機之構成及連接



109

交流電焊機之安全規定

- ※一次側（電源側）應裝置漏電斷路器。
- ※金屬外殼應接地。
- ※應裝置自動電擊防止裝置。
- ※一次側及二次側（負載側）之電纜線連接，應採用螺栓等方式鎖緊連接，連接處外加絕緣防護套。

110

自動電擊防止裝置



111

內藏式自動電擊防止裝置 (附電壓表)



112

自動電擊防止裝置

- **安衛法職業安全衛生設施規則**
 - 於良導體機器設備內之狹小空間，或於鋼架等致有觸及高導電性接地物之虞之場所，作業時所使用之交流電銲機，應有自動電擊防止裝置。但採自動銲接者，不在此限
- **CNS-4782**
交流電弧電銲用電擊防止裝置之國家標準
- **型式驗證合格標章** 
107.7.1型式驗證合格並張貼型式驗證合格標章
<https://tsmark.osha.gov.tw>

113

自動電擊防止裝置之分類及特性

分類		型式之符號	特性			
			啟動電阻Ω	安全電壓V	啟動時間s	運動時間s
外裝式	低啟動電阻式	SP-3A4-L SP-5A6-L SP-3B4-L SP-5B6-L SP-3C4-L SP-3C6-L	2未滿	25以下	0.06以下	1.0±0.3
	高啟動電阻式	SP-3A4-H SP-5A6-H SP-3B4-H SP-5B6-H SP-3C4-H SP-3C6-H	2至500			
內藏式	低啟動電阻式	SPB-□A□-L SPB-□B□-L SPB-□C□-L	3未滿	25以下	0.06以下	1.0±0.3
	高啟動電阻式	SPB-□A□-H SPB-□B□-H SPB-□C□-H	3至500			

備註：型式之符號代表下列意義：
 (1) 接在SP或SPB後之數值“ ”為輸出側額定電流之數位數值，如2.5表示250A，3表示300A。
 (2) 在上述數值之後，A係指交流電弧電銲機內有無內藏式電容器均可使用；B係指使用於無內藏電容器之交流電弧電銲機；C係指使用於有內藏電容器之交流電弧電銲機。
 (3) 接在(2)中所述之A、B及C後之數值“ ”為額定任務週期（以%表示）之十位數值，如4表示40%，6表示60%。

114

安全電壓測試例



要小
於25V

115

交流電焊機常見錯誤樣態 無自動電擊防止裝置



116

交流電焊機常見錯誤樣態

自動電擊防止裝置旁路開關

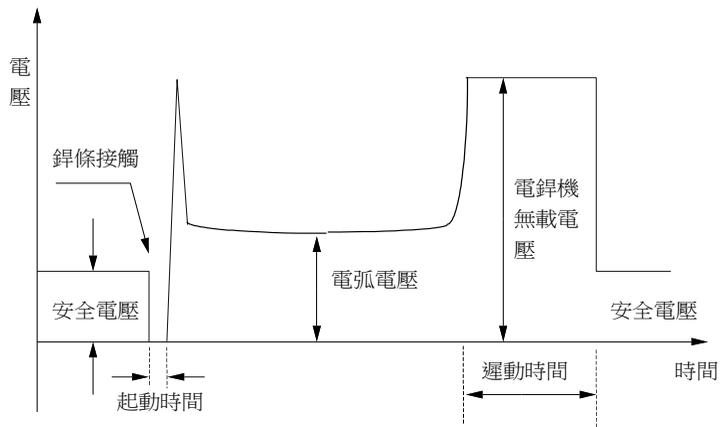


117



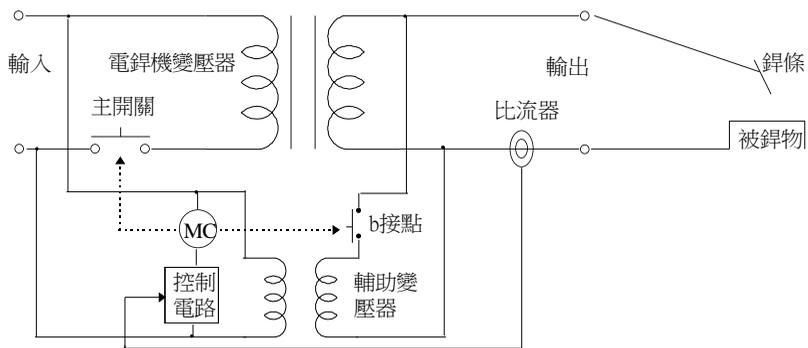
118

自動電擊防止裝置之動作說明



119

電流檢測型自動電擊防止裝置應用迴路



120

安全動作檢測

- 簡易：按下測試按鈕
- 實際測試
 - 安全電壓：25V以下
 - 啟動電阻：建議之啟動電阻 (L型 $\pm 40\%$ 以內，H型 $\pm 30\%$ 以內)
 - 對啟動電阻之安全試驗（增加過電壓條件）：
 - 串接電阻(L型 3.5Ω ，H型 501Ω)
 - 串接250%建議的啟動電阻
 - 運動時間： $1.0\pm 0.3S$

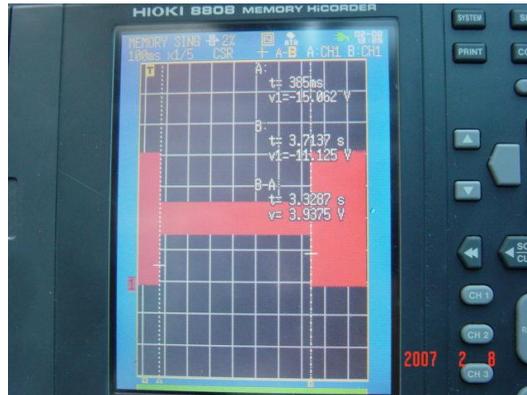
121

運動時間測試例(實際焊接)



122

運動時間測試例(單體測試)



123

旁路開關？測試開關？



124

正確使用電氣設備

使用新電器時應
詳細閱讀說明書



125

電氣設備使用前應知道設備使用電壓及
消耗電力，避免誤用電壓及過負荷使用



126

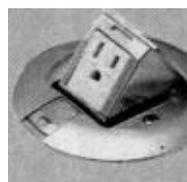
清楚知道電源電壓、額定電流及插座規格



三用電表VAC檔
量測電壓



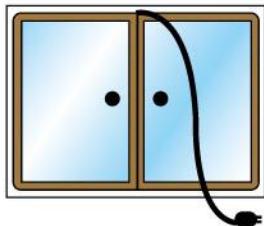
AC220V
附接地極插
座



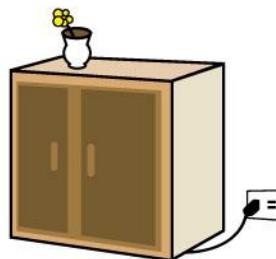
AC110V
附接地極插座

127

電線應避免外在機械力之擠壓，
而發生斷線或絕緣損壞



電線不可直接穿越門窗



電線不可壓在傢具下方

128

- 電線不可用釘子、騎馬釘或訂書針固定
- 電源線被覆有受損、裂縫的情形應立即更換
- 電線儘可能避免中途連接，否則應依規定確實連接



圖片來源：<http://www.klfd.gov.tw>

129

電氣安全管理

- 適當**照明**及工作**空間**。
- 電氣室或開關箱前**不得堆放物品**。
- 不用之電線或設備應**移除**。
- 電氣箱或開關箱之設備線路應有**連接標示圖**，開關及斷路器應有**用途標示**。
- 任何不明之線路應**視為活線**。
- 電氣作業應以**停電作業為主**。
- 活線作業及活線接近作業應戴用**絕緣用防護具**，或使用活線作業用器具、絕緣用防護裝備、活線作業用裝置
- 接近無被覆之**高壓架空電力線附近施工時**，應保持安全距離並置監視人員監視指揮、設置護圍、裝置絕緣用防護裝備或移開電路

130

高壓電路之使用電壓與保持接近界限距離

電路之使用電壓 (千伏特 KV)	接近界限距離 (公分)
22以下	20
超過22，33以下	30
超過33，66以下	50
超過66，77以下	60
超過77，110以下	90
超過110，154以下	120
超過154，187以下	140
超過187，220以下	160
超過220，345以下	200
超過345	300

131

從事接近電路或電路支持物從事敷設、檢查、修理、油漆等作業及其附屬性作業時，應使用絕緣用防護裝備



132

從事活線作業使該作業勞工確實戴用絕緣用防護具及使用活線作業用器具



133

人員防護設備



134

活線作業用高空作業車



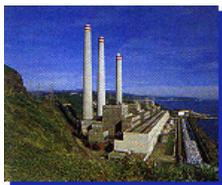
135

電力系統

發電廠至用戶端之間所連成的供電系統

基本構成：

- 發電
- 輸電
- 配電



協和火力發電廠



輸電鐵塔



配電 11.4KV

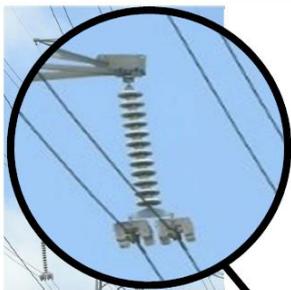


136

輸電系統架空供電線路之裝置依支持物上的礙子數量簡易辨識送電電壓等級



69仟伏(69kV)
礙子數量：約5~9只
線間間距：約1.8公尺以上



161仟伏(161kV)
礙子數量：約10~14只
線間間距：約4.4公尺以上



345仟伏(345kV)
礙子數量：約19只以上
線間間距：約7.8公尺以上

137

配電系統架空供電線路之裝置依支持物上的礙子數量簡易辨識送電電壓等級



11 仟伏(11kV)
礙子數量：約1~2只



220 伏低壓用電

138

機具接近高壓電線之安全距離

	電壓等級	保持最小安全間距
配電	1萬1仟400伏特 (11.4kV)	1公尺以上
	2萬2仟800伏特 (22.8kV)	
輸電	6萬9仟伏特(69kV)	1.5公尺以上
	16萬1仟伏特(161kV)	2.5公尺以上
	34萬5仟伏特(345kV)	5公尺以上

139

電氣安全管理

- 停電作業時應按照停電作業之程序，依情形實施必要之「上鎖、標示、監視」、「放電」、「檢電」、「接地」及「護圍」。
- 熟悉電氣設備操作方法及順序。
- 絕緣用防護裝備、防護具、活線作業用工具等，應每6個月檢驗其性能一次，每次使用前自行檢點。
- 對電氣設備及線路應實施定期檢查（例如受電盤及分電盤之動作試驗、用電設備絕緣情形、接地電阻、自備屋外配電線路等應每年定期檢查一次）。



140

驗(檢)電儀器



141

漏電斷路器跳脫測試



142

電氣安全管理

- 高壓以上之停電作業、活線作業及活線接近作業，應將作業期間、作業內容、作業之電路及接近於此電路之其他電路系統，告知作業之勞工，並應指定監督人員負責指揮
- 設置專任電氣技術人員或委託用電設備檢驗維護業。
- 非合格之電氣技術人員不得任意裝設及維修電氣器材。
- 加強一般電氣安全之教育。

143

專任電氣技術人員之設置

- 低壓(50kW以上工廠或供公眾使用之建築物):初級電氣技術人員
 - 乙種電匠
 - 室內配線、工業配線、配電線路裝修、用電設備檢驗、變壓器裝修或變電設備裝修職類丙級技術士
 - 具有高級或中級電氣技術人員資格
- 高壓(超過600V): 中級電氣技術人員
 - 甲種電匠
 - 室內配線、工業配線、配電線路裝修、用電設備檢驗、變壓器裝修或變電設備裝修職類乙級技術士
 - 具有高級電氣技術人員資格
- 特高壓(超過22.8kV): 高級電氣技術人員
 - 電機技師
 - 室內配線、工業配線、配電線路裝修、用電設備檢驗或變壓器裝修職類甲級技術士

144

電弧閃絡危害預防

OSHA

- OSHA 1910.132(d) Hazard assessment and equipment selection
 - 應進行電弧閃絡危害分析，並使用PPE
- 1910.269(l)(8) Protection from flames and electric arcs
 - 電弧閃絡危害分析 January 1, 2015
 - PPE(>2.0 cal/cm²) April 1, 2015
- OSHA 1910.335(a)(1)(i) Personal protective equipment
 - 潛在電氣危險之區域工作時，應使用PPE



145

電弧閃絡危害預防

NEC

- 110.16 Arc-Flash Hazard Warning.
 - 所有於送電中須進行測試、調整及維護之電氣設備，除住家單元外，諸如開關盤、配電盤、工業控制盤或電動機控制盤，必須在可能會發生電弧閃絡的設備上，可清楚看到的地方，標示“電弧閃絡危險”之標記，以警告合格電氣人員其所可能面臨潛在電弧閃絡之危險。



146

電弧閃絡危害預防

- IEEE 1584
 - 專為計算電弧閃光的故障電流、危害邊界與事故能量而編的**指導文件**，這些計算式根據1990年起執行的實驗資料，經過分析研究後而發展出之電弧閃絡能量分析公式，主要功能為分析開關箱之**電弧閃絡能量與邊界**。
- NFPA 70E
 - 有關工作安全實務之要求，說明**電擊(Shock)**與**電弧閃絡(Arc Flash)**意外之危險性，包括分析：
 - 雇主與員工間責任關係
 - 電弧閃絡**邊界**之決定
 - 電弧閃絡**能量**之計算
 - 個人保護裝備要求(**PPE**)

147

電弧閃絡危害預防



警告 Warning

電弧和電擊危害(Arc Flash and Shock Hazard)
要求適當個人防護具(Appropriate Electrical PPE Required)

設備種類(Equipment Class)	480V MCC&Panels
短路電流(Available 3Ph Fault Current)	24.27 kA
工作距離(Working Distance)	457.2 mm
電弧閃絡能量(Incident Energy at Work Distance)	31.20 cal/cm ²
電弧閃絡邊界(Arc Flash Boundary,AFB)	2768.64 mm
於電弧閃絡邊界之能量(Incident Energy at AFB)	1.2 cal/cm ²
管制接近邊界(Limited Approach Boundary)	1068 mm
限制接近邊界(Restricted Approach Boundary)	305 mm
設備名稱(Equipment Name)	ACB-2A

2019/1/15

148

• 能量分析方法

- 根據IEEE 1584或NFPA 70E公式計算電弧閃絡能量結果，查NFPA 70E 2021 表130.5(G)，選用能承受該能量之防護具即可

入射能量值	電弧等級衣服與其他個人防護具
1.2到12 cal/cm ²	電弧額定值大於估計入射能量的電弧等級衣服 ¹ 電弧等級長袖上衣與長褲或電弧等級衣褲相連之工作服(coverall)或電弧閃絡套裝(arc flash suit) 電弧等級面罩與電弧等級大絨帽(balaclava)或電弧閃絡套裝頭罩(arc flash suit hood) ² 電弧等級外衣(例如：夾克、風雪大衣(parka)、雨衣、硬殼帽內襯、高能見度服裝)(視情況穿戴) ³ 厚(heavy-duty)皮革手套、電弧等級手套或橡膠絕緣手套與皮革保護套 ⁴ 硬殼帽 安全眼鏡或安全護目鏡 聽力保護 皮革鞋子 ⁵
大於12 cal/cm ²	電弧額定值大於估計入射能量的電弧等級衣服 ¹ 電弧等級長袖上衣與長褲或電弧等級衣褲相連之工作服或電弧閃絡套裝 電弧閃絡套裝頭罩 電弧等級外衣(例如：夾克、風雪大衣、雨衣、硬殼帽內襯、高能見度服裝)(視情況穿戴) ³ 電弧等級手套或橡膠絕緣手套與皮革保護套 ⁴ 硬殼帽 安全眼鏡或安全護目鏡 聽力保護 皮革鞋子 ⁵

149

• 接近邊界距離表

系統電壓	管制接近邊界		限制接近邊界
	外露的可移動導體	外露的固定線路部分	
0-50V	無明確規定	無明確規定	無明確規定
50-150V	3.0 m (10 ft 0 in.)	1.0 m (3 ft 6 in.)	避免接觸
151-750	3.0 m (10 ft 0 in.)	1.0 m (3 ft 6 in.)	0.3 m (1 ft 0 in.)
751-15kV	3.0 m (10 ft 0 in.)	1.5 m (5 ft 0 in.)	0.7 m (2 ft 2 in.)
15.1-36kV	3.0 m (10 ft 0 in.)	1.8 m (6 ft 0 in.)	0.8 m (2 ft 7 in.)
36.1-46kV	3.0 m (10 ft 0 in.)	2.5 m (8 ft 0 in.)	0.8 m (2 ft 9 in.)
46.1-72.5kV	3.0 m (10 ft 0 in.)	2.5 m (8 ft 0 in.)	1.0 m (3 ft 3 in.)
72.6-121kV	3.3 m (10 ft 8 in.)	2.5 m (8 ft 0 in.)	1.0 m (3 ft 4 in.)
138-145kV	3.4 m (11 ft 0 in.)	3.0 m (10 ft 0 in.)	1.2 m (3 ft 10 in.)
161-169kV	3.6 m (11 ft 8 in.)	3.6 m (11 ft 8 in.)	1.3 m (4 ft 3 in.)
230-242kV	4.0 m (13 ft 0 in.)	4.0 m (13 ft 0 in.)	1.7 m (5 ft 8 in.)
345-362kV	4.7 m (15 ft 4 in.)	4.7 m (15 ft 4 in.)	2.8 m (9 ft 2 in.)
500-550kV	5.8 m (19 ft 0 in.)	5.8 m (19 ft 0 in.)	3.6 m (11 ft 10 in.)
765-800kV	7.2 m (23 ft 9 in.)	7.2 m (23 ft 9 in.)	4.9 m (15 ft 11 in.)

150

電弧閃絡危害預防

穿符合規定之PPE執行工作



151

電弧閃絡危害預防

- 加強**教育訓練**或**宣導**電弧閃絡危害
- 選擇**適當等級**的個人防護具
- 藉由改善保護設備結構或弧光電驛等方式，**降低斷路器跳脫時間**，以減低電弧閃絡能量

152

感電危害預防六大口訣

- 1.帶電**不裸露**
- 2.不帶電應**接地**
- 3.用電設**漏電斷路器**
- 4.交流電焊機設**自動電擊防止裝置**
- 5.電氣作業應**停電**
- 6.高壓電線(設備)應**保持距離**

153

Q & A

154