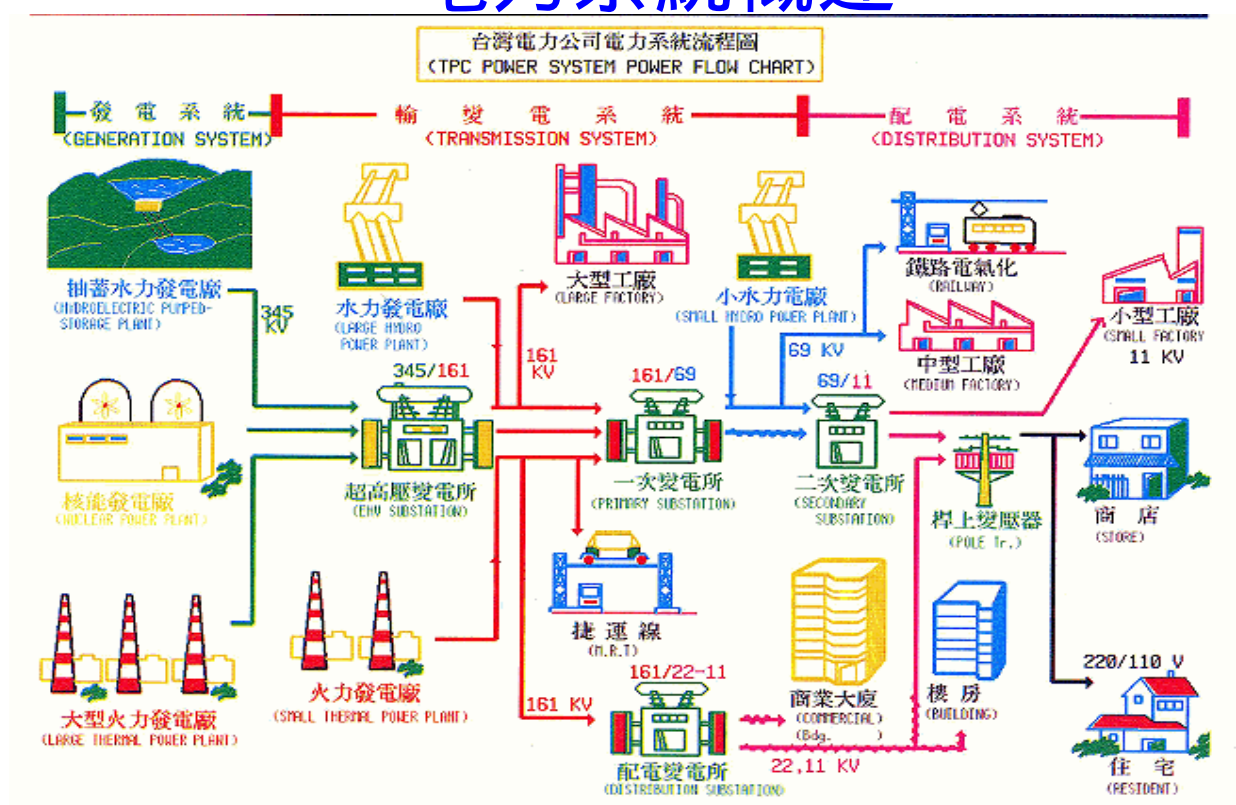


# 電氣安全



圖檔提供：台電電力系統

## 電力系統概述



# 電力供應



- 發電廠至用戶端之間所連成的供電系統
- 發電、輸電、配電



發電廠



345KV、161KV

輸電鐵塔



配電 11.4KV



69KV



## Outline

- 基本電氣知識
- 感電對人體所引起的傷害
- 電氣災害類型
- 電擊事故的緊急應變
- 電氣危害防範措施



基本電氣知識

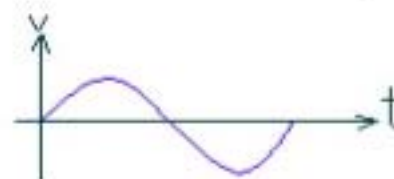


直流電 (direct current, DC)  
交流電 (alternating current, AC)



直流電

(蓄電池、乾電池)



交流電

(3Ø AC220V 60HZ)





## 交流電可分：

- 單相交流電 (一般使用於小容量負載)
  - 1Ø2W AC110V
  - 1Ø3W AC110/220V
- 三相交流電 (一般使用於大容量負載)
  - 3Ø3W AC220V
  - 3Ø4W AC220/380V



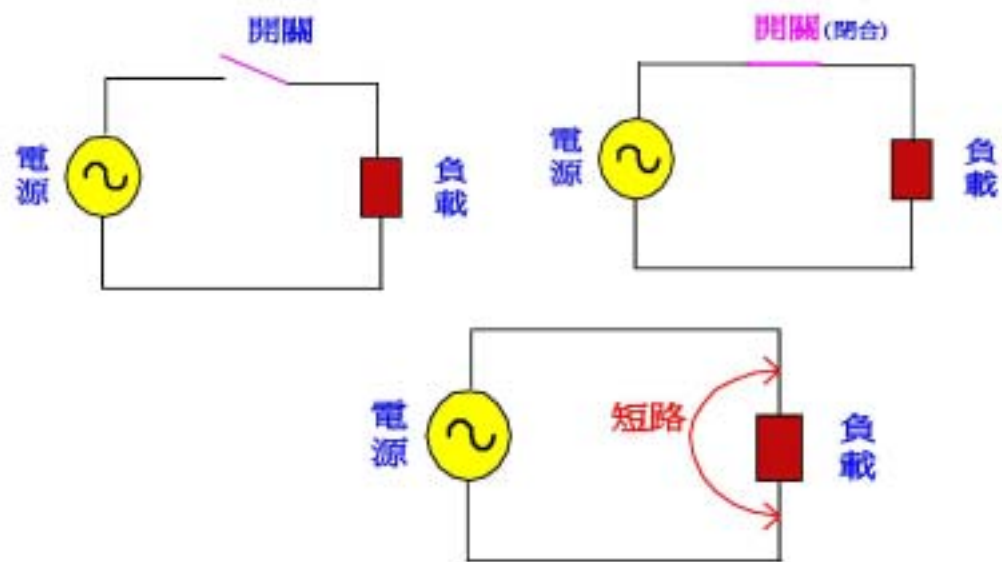
## 什麼是電路？

- 電流經過的路徑
- 電路組成





## 開路、閉路、短路



## 低壓電源開關箱



## 小容量負載 (1Ø2W AC110V)



## 大容量負載 (3Ø3W AC220V)



## 基本電氣知識



	單位
• 電位差 (電壓)	➢ 伏特 (V)
• 電阻	➢ 歐姆 ( $\Omega$ )
• 電流	➢ 安培 (A)
• 無電位差 = 無電流	



## 歐姆定律 (Ohm's Law)



$$V = IR$$

- 110 V 的電暖爐，電熱絲電阻為  $11\ \Omega$ 。電爐的電流  $I$  ？

電壓  $V$  » 伏特 (V)  
電流  $I$  » 安培 (A)  
電阻  $R$  » 歐姆 ( $\Omega$ )







## 電功率

$$\begin{aligned} P &= I V \\ &= 10 * 110 = 1100 \text{ W (瓦特)} \\ &= 1.1 \text{ KW} \end{aligned}$$

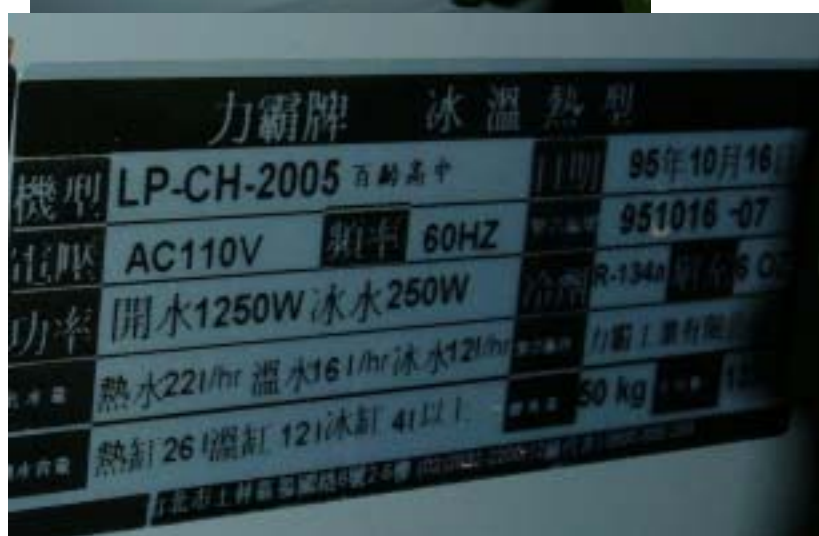
- 瞭解電氣設備的負載電流及電功率，可判斷電氣迴路是否過載。

單相交流電功率  $P = VI \cos \theta$

三相交流電功率  $P = \sqrt{3} VI \cos \theta$



- 額定電流 =  $110\text{W} / 110\text{V} = 1 \text{ A}$



## 烘烤箱



$$\text{額定電流} = 10\text{KW} / (3 \times 220\text{V}) = 26.3 \text{ A}$$

## 一度電 (1000WH)

■1000(W)使用1小時所消耗的電量

Q：10W小燈泡連續  
使用1000小時消  
耗多少度電？



感電對人體所引起的傷害



## 電擊效應



● 人的身體是電的導體，當被電擊時兩種條件必須成立：

- ◆ 身體的部分形成一個電流迴路
- ◆ 該電流迴路中存在電壓差

● 人被電擊傷(甚至死亡)，影響傷害的程度有：

- ◆ 流過電流的大小
- ◆ 電流流過的身體部位
- ◆ 電流流過的時間
- ◆ 身體的電阻
- ◆ 電擊的接觸物體



## 電流對人體的影響



圖2-2 電流通過身體各部之影響



## 感電對人體所引起的傷害



- 當電流通過頭部或呼吸中樞時，會引起窒息，呼吸中樞抑制或呼吸肌麻痺，因此嚴重損害呼吸功能，導致缺氧、呼吸急促，此症狀稱為**呼吸衰竭**。大約一分鐘後就會失去知覺，數分鐘後死亡。



## 感電對人體所引起的傷害



- **電燒傷**是觸及高壓電，電流通過身體各部位而引起生理失調與不可回復性組織的傷害，血管栓塞後肌肉組織壞死，而大範圍肌肉不可逆壞死，可釋放肌蛋白引起腎小管阻塞導致腎衰竭。
- 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**。



## 電弧灼傷



- 電弧是空氣被離子化而通電流的一種狀態，溫度約 3000 °C。
- 電焊：焊接點部份所發出之火花，為電弧的一種。
- 線路或電氣設備發生短路、接地、閃絡現象皆能產生電弧使人體遭受灼傷。



## 包圍人體的總電阻



- 同一人的電阻會因飲食、疲勞、精神狀態而變化，人體在狀況最差的時候其電阻約為400～2000歐姆。即使是同一人，在每次測定電阻值也會不同，手腳汗濕或沾水時，電阻值會顯著減少。

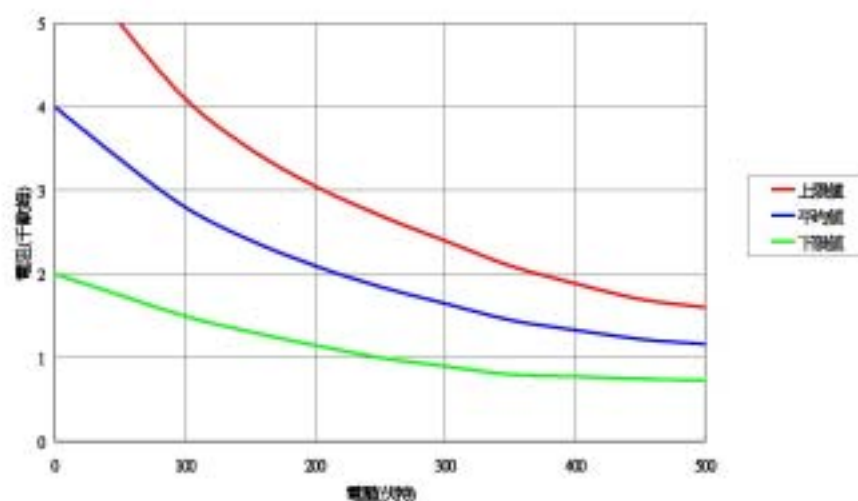


## 身體部位的絕緣電阻值

身體部位	電阻值 ( $\Omega$ )	備 註
手掌表皮	10000~50000	汗濕時減為 1/12， 水濕時為 1/25 以下
手臂外側表面	2000~5000	
人體內部	100~200	依血液、神經、肌肉、骨 頭之順序，電阻逐漸增 大，以平均值表示



## 人體電阻與接觸電壓關係曲線



## 電擊效應



■ 0.3 ~ 1.7 mA	輕微電擊，但無不舒服情況
■ 1 ~ 5 mA	輕微電擊，但無不疼痛感
■ 5 ~ 15 mA	疼痛電擊，但仍然可控制肌肉，隨意識來行動
■ 15 ~ 20 mA	疼痛電擊，無法控制肌肉，變成無意識及窒息
■ 20 ~ 50 mA	疼痛，嚴重肌肉收縮，變成無意識及呼吸困難
■ 50 ~ 100 mA	非常疼痛，心不寧，變成無意識及窒息
■ 100 ~ 200 mA	心不寧，無法補救，必須嘗試CPR急救
■ 200 mA以上	非常嚴重燒傷，嚴重肌肉收縮，致心臟停止跳動

- 以120 volt 的電壓為例，當手腳潮濕時，電擊電流均超出100 mA：

## 電流與人體的關係



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
不可脫逃電流： 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： 心室顫動、呼吸停止	500	500	100	100	500	500

## 電氣災害類型



## 電氣災害類型

- ◆ 感電
- ◆ 電弧灼傷
- ◆ 電氣火災
- ◆ 靜電
- ◆ 雷擊



## 感電災害



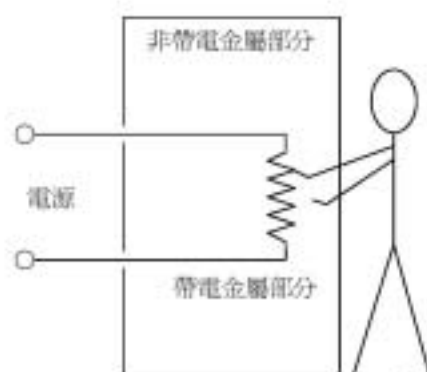
- 電流通過人體所受到的一種衝擊現象。
- 人體的某一部位碰觸到電源，使之形成一電氣回路而引起。



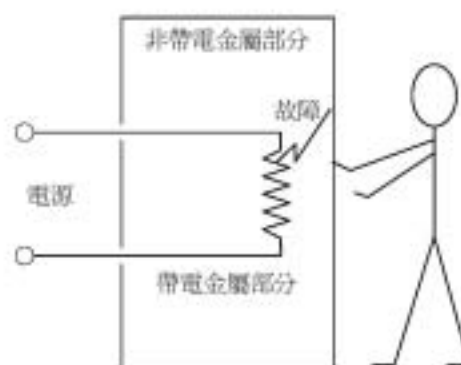
## 感電事故的分類



### 直接觸電



### 間接觸電





## 案例一 冷氣漏電高中生感電死亡



## 案例二 學生實習感電致死



- 某技術學院電機科四年級學生在配電實習工場發生遭電擊身亡事件。
- 該生在低壓配電箱門打開且線路通電情況下，左胸誤觸面板背部之裸線，而遭220V電壓電擊致死。



## 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 >>



Q：路燈可能成爲「危險殺手」？

## 電氣火災



- 電路或電氣設備 **過載、短路、接觸不良** 等產生高熱。
- 電熱器、乾燥箱等發熱體靠近易燃物。



## 靜電危害



- 固體物質大面積的摩擦、固體物質粉碎攪拌、**液化氣體或壓縮氣體在管路中流動等**皆易產生靜電，生產過程中所產生的靜電可能引起爆炸和火災。
- 常用的消除靜電危害措施有靜電接地、增濕、加抗靜電添加劑或靜電消除器等。

## 雷擊



- 雷是大氣中的放電現象，雷擊是一種天然災害。
- 雷擊具有很大的破壞力 (包括電、熱及機械性質)。





## 大雷雨時不要在戶外使用大哥大

(法新社巴黎二十二日電)



英國醫學期刊在本週最新出版的一個研究報告中指出，在大雷雨時不要在戶外使用大哥大，以免被閃電擊中。

名英國醫生在一篇研究報告中指出一名十五歲女孩病例，她在一個大雷雨天裡在市區的公園裡打大哥大，結果被閃電擊中。這名女孩被擊中後立即引發心臟病。隨後又被救活。雖然有許多目擊這場意外，但她本人對這次事件完全沒有印象。一年後，她不管是身體、認知和情緒功能都出現嚴重障礙，必須靠輪椅行動，同時她在被閃電擊中時正用來講電話的左耳耳膜也嚴重受損。醫生表示，他們同時發現三則有關在戶外打行動電話時，被閃電擊中的新聞報導。這些新聞分別於二零零五年、二零零四年和一九九九年發生在中國、南韓和馬來西亞。但在醫學文獻上卻沒有類似的記載。

三位醫生表示，這種罕見的現象是屬於公共健康領域，需要透過教育宣導這種危險性。行動電話最明顯的危險不是來自它所發出的輻射，而是它的金屬成份。閃電通常都選擇最簡單的路徑傳導到地面，當閃電發生時有人正站著講電話（還可能是濕的電話）時，可能就提供了一個阻力最少的路徑。但類似這種對社會大眾的提醒不是很不清楚，就是根本沒有。澳洲的閃電保護須知中只提到，大雷雨時不要在戶外攜帶或使用大哥大或無線電話。美國的國家氣象服務網站則表示，在大雷雨中使用大哥大或無線電話都沒有問題，「因為它們不會導電」。

## 電擊事故的緊急應變



1. 關斷被電擊的電源；
2. 在不危害到自身安全情況下，儘速以絕緣物移開被電擊接觸到的電源；
3. 請求救援，最好指派一人通報及叫救護車；

### Know What to Do in an Electrical Emergency

#### Shock

Don't touch the victim. Turn off power immediately if possible, and call for medical help. Use a stick or other non-conducting aid to move the victim away from the shock source. If not breathing, give artificial respiration. If the heart has stopped, give CPR. Try not to move the victim. Keep the person lying down and covered lightly.



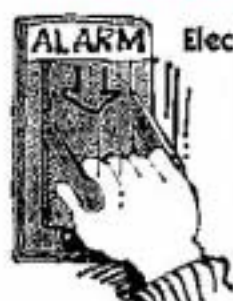
## 電擊事故的緊急應變....



4. 儘速安全地接近無意識知覺傷患，觸碰感覺是否有自發性呼吸；若無，清除他的脖頸喉嚨呼吸道的阻塞物，施以口對口人工呼吸，持續不斷直到恢復呼吸(不可只是等待醫生救援而毫無急救)；施以口對口人工呼吸之後，觸碰感覺頸動脈跳動；若無，施以CPR
5. 若傷者有灼傷現象，移除身上束縛物，以冷水沖敷，待熱度退後，保持體溫，等待醫護人員到來處理；
6. 俟傷者處理妥善後，記載傷害情況提供醫護人員處理；



## 電線走火的緊急應變



### Electrical fire

Don't use water or touch the burning object. If possible to do it safely, unplug or turn off the current. If the fire's small, put it out with a CO<sub>2</sub> or multipurpose ABC extinguisher, or baking soda. Always notify firefighters immediately.



1. 切勿用水滅火，或碰觸燒起的物體；
2. 在不危害到自身安全情況下，關斷電線走火的電源；
3. 若為小火，則以CO<sub>2</sub>或ABC乾粉滅火器滅火；
4. 若為大火或無法立即滅火，立即請求救援，最好指派一人通報；



## 電氣危害防範措施



### Q：您的用電環境安全？

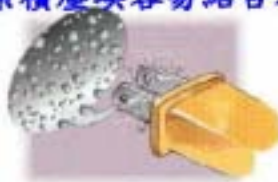
- 電氣設施安置不當、附近周圍存放易燃性物品，易造成火災、爆炸



- 插頭及插座鬆動極易漏電
- 插頭、插座焦黑可能是過電流所造成



- 插頭銅線鏽表示插頭附近溼度高
- 插頭累積塵埃容易結合水分



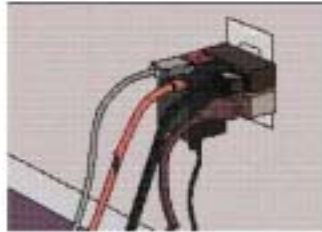
- 錯誤的使用易使電線劣化及接觸不良。



- 熱能的累積亦促使電線絕緣PVC受熱受損，以致短路。



•延長線無法負荷過大電流



•用電量大之電器（冷暖氣機、烘乾機、微波爐、電磁爐、烤箱、電暖器、電鍋等）應避免共用同一組插座？



•應在容許電流、電壓下使用



•電器不使用時應將插頭拔掉



## 過負荷使用

電子鍋電功率為660W，以額定電壓110伏特，所需的電流為6A(安培)，當三種電器同時插在延長線使用時，所需的電流為19A超過延長線負荷(12A)，並超過插座容許電流(15A)，即為過載。



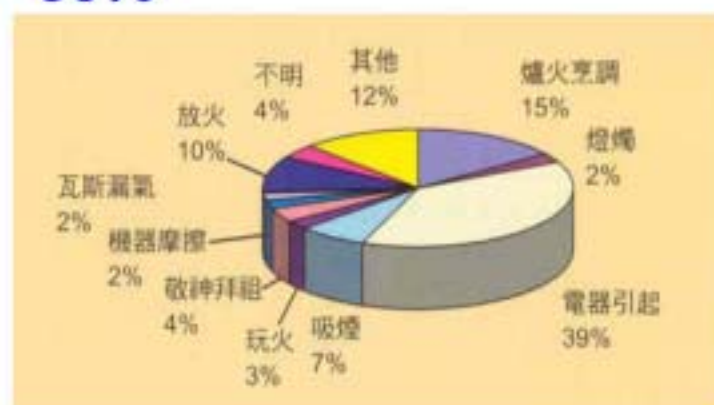
•40W燈泡溫度竟高達125℃以上



•別輕忽燈泡的表面溫度



## 電器引起火災佔 39%

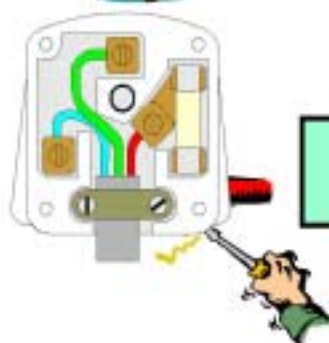


資料來源：<http://www.klfd.gov.tw/>





唯有合格的電器技術人員方才允許維護修理各項電器設備及裝置



電源線接點及接線鬆脫易產生高熱及火花破壞電器絕緣，甚至短路



進行電氣作業時確遵上鎖掛牌程序





## 上鎖掛牌程序

- 初始的考量
- 準備停止機械設備運作
- 停止機械設備運作
- 隔離停止中機械設備
- 實施上鎖及掛牌
- 移除釋出殘餘的能量
- 確認機械設備已完全隔離危險能量
- 移除鎖頭及標示



保持電線絕緣及插頭與插座相符



- 電焊屬於高耗能作業，不宜使用一般插座。
- 插座過負荷會發熱熔化電線而引起電氣火災

# 用電的個人安全

## 卸下下列金屬用品

- 戒指
- 項鍊
- 手錶
- 手鍊
- 鑰匙圈
- 耳環



## 個人防護裝備

- 安全眼鏡
- 絕緣手套
- 安全護目鏡(選擇)
- 安全帽 (選擇)

# 電的安全防護器具

## 絕緣防護用品

- 防護絕緣布
- 纖維防護布
- 橡膠墊子

## 個人工具的防護

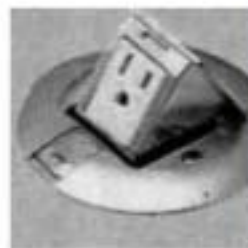
- 使用合格的手工具
- 選擇工作上合適的手工具
- 當活線作時，手工具須無金屬外露，且以至少兩層膠布纏繞(1/4")之。



## 電氣安全教育與管理



- 應了解電源電壓 (單相110V、220V和三相220V、380V)、電源容量、插座規格。



## 電氣安全教育與管理



- 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。



# 電的安全測試



交流電源作業前的應依序檢查：

- 電壓測試
- 電流測試
- 接地測試
- 電源相數測試



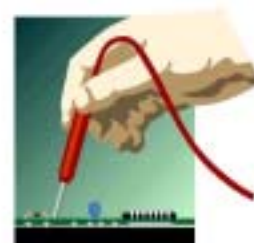
每次回到電源作業區重新工作前，應再檢查電壓

# 電的安全測試



檢查注意事項：

- 測試棒的絕緣
- 測試時，保持一手是離開測試設備
- 保持手指不要碰觸到測試棒的金屬
- 測試時，人最好站在絕緣物體上
- 以環形電表來測試電流
- 測試電纜的接地前，先量測其電壓
- 以R-3404phase sequence indicator來多相電的確認







絕緣電阻表



洩漏電流檢測計



接地電阻計



鉤式接地電阻計

## 測定接地電阻



接地電阻計  
Ground resistor.

## 電氣安全保護裝置

- ◆ 過電流保護裝置
- ◆ 漏電保護裝置
- ◆ 自動電擊防止裝置
- ◆ 接地裝置
- ◆ 避雷裝置



## 過電流保護裝置



低壓熔絲



無熔絲開關



## 過電流保護裝置



積熱電器



電流表

配電箱

## 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)



## 漏電斷路器

- 通常安裝於末端負載回路。
- 漏電斷路器是保護電器設備發生微小的漏電時，能夠瞬間將電源自動跳脫斷電，來防止人員受到電擊，或設備燒毀，造成火災的一種電器安全裝置。



測試鈕

電流動作高感度高速型 (30mA 0.1s)



電能量消耗大的熱水器因為可能受潮漏電，所以有較高的發火及電擊風險；必須裝置漏電斷路器。

### 使用場所：

潮濕處所如浴室、飲水機、路燈、臨時用電及電熱水器等



## 自動電擊防止裝置



- **交流電弧熔接機**因手持電壓接近 **110V** 的端子，在熔接金屬工作中具危險性，故使用須安裝自動電擊防止裝置。



## 交流電弧熔接機



自動電擊防止裝置安置於內部

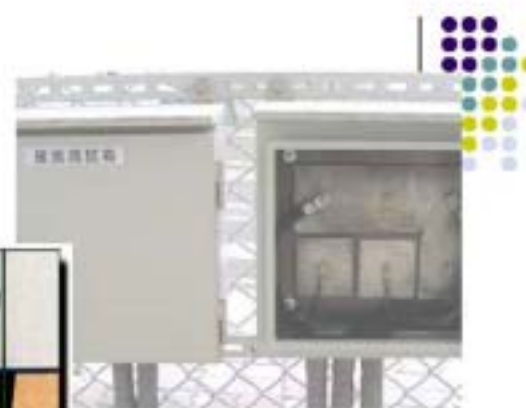
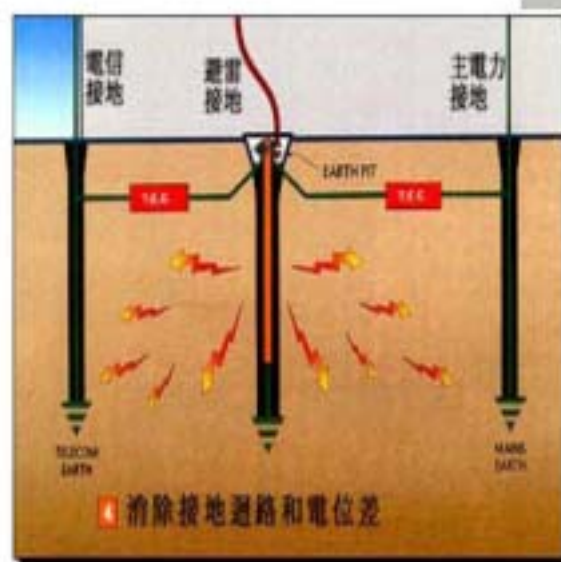


## 接地裝置



- 接地裝置避免人員因電氣設備或線路絕緣劣化、損壞等因素而發生漏電感電危險。
- 使金屬物體與大地的電位成最小，埋設銅板或接地銅棒為接地極。

## 接地裝置

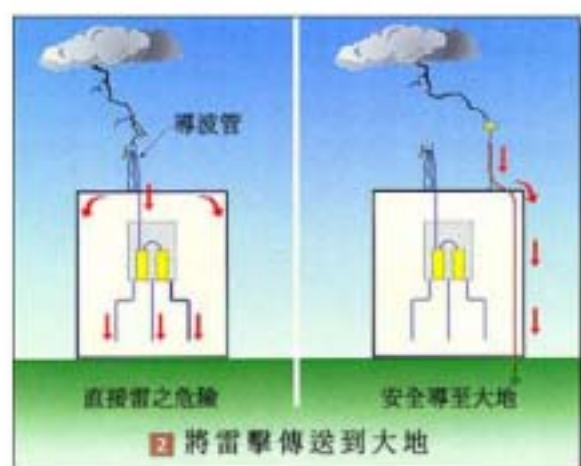


接地測試箱



## 避雷裝置

- 線路異常高壓突波經由接地導線放電，以保護電氣設備安全。



## 案例 1

- 一、行業種類：其他營造業
- 二、災害類型：感電
- 三、媒介物：木材加工用機械
- 四、罹災情形：死亡一人
- 五、災害發生經過：據現場勞工所述：九十三年九月十九日與雇主於工地從事修繕作業；於當日罹災者使用電鋸機具鋸完第一根伸出屋頂室外之杉木樑作業，準備鋸斷第二根伸出屋頂室外之杉木樑時，罹災者發生感電現象；罹災者經送醫院急救，於當日下午十七許時死亡。（當日作業時天候是晴天）



## 六、災害原因分析：

- (一) 直接原因：感電致死。
- (二) 間接原因：不安全狀況：
  - (1) 電鋸機具之臨時用電未經漏電斷路器及未作接地設施。
  - (2) 使用漏電之手持式電鋸機具有漏電之現象。
- (三) 基本原因：
  - (1) 危害意識不足。
  - (2) 對於臨時用電設備未實施檢查



## 案例 2



- 一、行業種類：機電、電信及電路工程業
- 二、災害類型：感電
- 三、媒介物：輸配電線路
- 四、罹災情形：死亡一人
- 五、災害發生經過：據現場目擊者稱，與罹災者於工廠機房內配電箱從事新設實驗室電源線連接，當時罹災者站於配電箱前從事配電箱內電線穿線，我正好走近其身邊看其作業，突然見罹災者手臂觸碰配電箱內銅排並說「關電」，立即將配電箱總開關關閉，並將其扶躺於地面急救，隨後至警衛室請警衛通知救護車將其送醫急救。





#### 六、災害原因分析：

- 1、直接原因：感電致死。
- 2、間接原因：不安全狀況：
  - (1)活線作業時未使作業勞工戴用絕緣用防護手套。
  - (2)作業前未將配電箱總開關關閉。

不安全動作：活線作業時未使用絕緣用防護手套。



- 3、基本原因：
  - (1)未設置勞工安全衛生業務主管並訂定自動檢查計畫實施自動檢查。
  - (2)未對作業勞工施以從事工作及預防災變所必要之安全衛生教育、訓練。
  - (3)未訂定安全衛生工作守則使勞工遵守。
  - (4)原事業單位未設置協議組織，並指定工作場所負責人，擔任指揮及協調之工作；未指導、協助相關承攬事業間之安全衛生教育訓練。

## 案例 3

一、行業種類：機電、電信及電路工程業

二、災害類型：感電

三、媒介物：電力設備

四、罹災情形：死亡一人

五、災害發生經過：據災害發生單位勞工A稱：93年7月17日，我至肇事現場配電盤旁，首先使用三用電表驗出無電情況下，攀入該配電盤內從事安裝工作，惟作業中未攜帶美工刀片，於是上午約12時左右，爬出配電盤外，並通知罹災者協助取得美工刀片，12時10分左右陳誌平已取得美工刀片返回肇事現場，我則與公司聯絡作業情形；約12時20分左右我聞到一股燒焦味，感覺有異，立即使用現場之小紙箱用力推開罹災者身體，同時呼叫其他同事協助，不久業主工程師即趕至肇事現場，切斷該電盤之無熔絲總電源開關，且將該電盤後面面板拆除之，速將人救出，送至楊梅鎮天成醫院急救，惟因傷重不治死亡等語。

### 六、災害原因分析：

1．直接原因：罹災者B君感電死亡。

2．間接原因：

- (1)未切斷無熔絲主開關即攀入配電盤內從事安裝工作。
- (2)未確認停電作業是否終了即行送電。
- (3)開路之開關於作業中，未上鎖或標示「禁止送電」。

3．基本原因：

- (1)未確實協議連繫協調整復電確認及辦理工作場所之巡視。
- (2)未確實告知工作環境及工程危害因素。
- (3)未訂定安全衛生工作守則供勞工遵守
- (4)未實施自動檢查。
- (5)未由具合格電氣技術人員擔任。



### 七、災害防止對策：

- (1)應切斷無熔絲主開關再入配電盤內從事安裝工作。
- (2)應確認停電作業是否終了再行送電。
- (3)開路之開關於作業中，應上鎖或標示「禁止送電」。

