

電的安全防護與限度

主講者：張敏德

95年1月18日

何謂安全？

- 即事前防止事故、災害
- 「免於危險」即是安全

防止感電災害，要對人與設備
兩方面採取適當對策。

安全的重要性

- 生命是無價的
- 意外災是可以防止
- 誰都不願意受傷
- 分析過去災害
- 災害會造成人財損失

避免災害發生

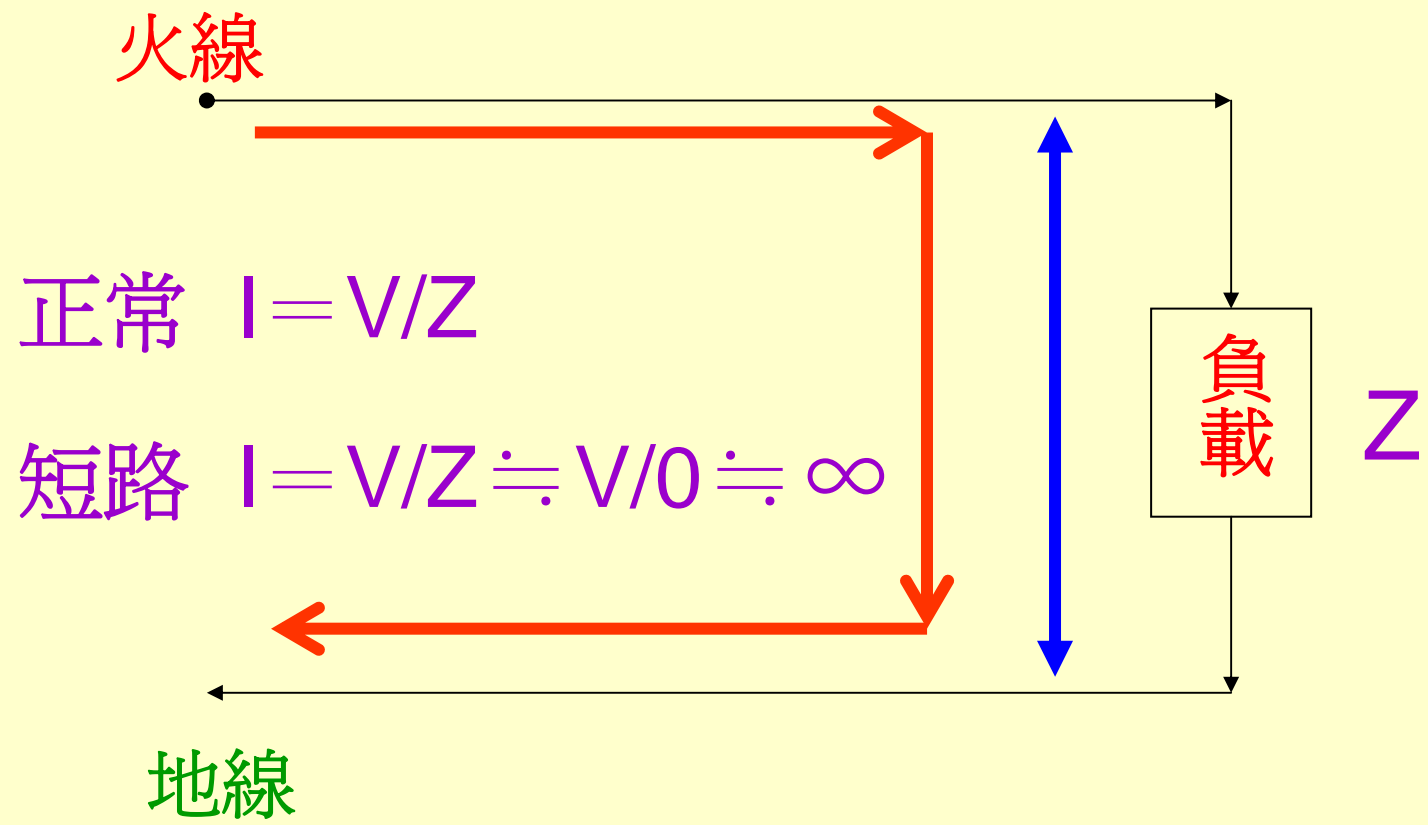
- 不安全行爲，佔73%
- 不安全狀態環境（設備不良），佔24%
- 怎麼做都無法避免（天災...），佔3%

不安全行爲

- 疏忽不注意
- 未遵守『禁止事項』
- 未按照作業要領
- 未戴用安全裝備
- 身體狀況不佳

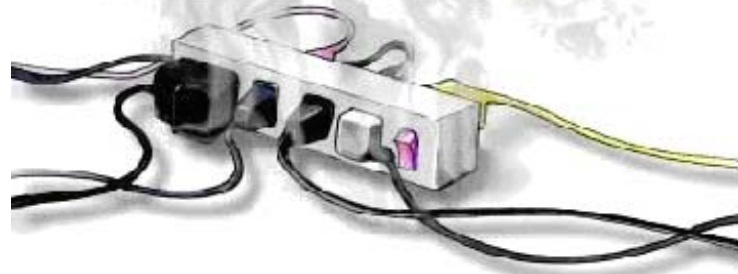
短路

- 當電源線不經由負載，直接經由電線回至電源的另一端，稱之為短路。
- 根據歐姆定律得知，短路時線路間的阻抗很小， $I = V/Z$ ，所產生的電流非常大，所以會發生爆炸性的火花。



電線走火

當電路中產生過載電流或短路電流時，保護開關未能切斷電源，則根據 $W=Pt=I^2Rt$ ，因為大電流的平方和時間的累積，會讓電能轉換成熱能，而使電線絕緣皮燃燒，引發火災。



安培容量

- 絕緣電線之安培容量根據屋內配線規則第16、17條規定，不同的配線方式會有不同的安培容量值，且和導線數量及周圍溫度成反比。
- 當負載配線時，應先計算出負載電流，再根據安培容量值去選擇適當的導線，才不至於過載，甚至發生電線走火。

PVC管配線之安培容量(60°C)

類別	銅導線		同一導線管內的導線數			
	公稱 截面積 (mm ²)	根數/直 徑(mm)	3以下	4	5~6	7~10
			安培容量(A)			
單線		1.6	15	13	10	9
		2.0	19	16	14	12
		2.6	26	22	20	16
絞線	3.5	7/0.8	19	16	14	12
	5.5	7/10.	25	23	20	17
	8	7/1.2	33	30	25	20

低壓配線

根據屋內配線規則規定，配線要點如下：

- 電燈及電熱工程，除特別低壓另有規定外，不得小於**1.6mm**。
- 電力工程，除應能承受電動機之額定電流之**1.25**倍外，不得小於**1.6mm**。
- 線徑在**3.2mm**以上者應用絞線。

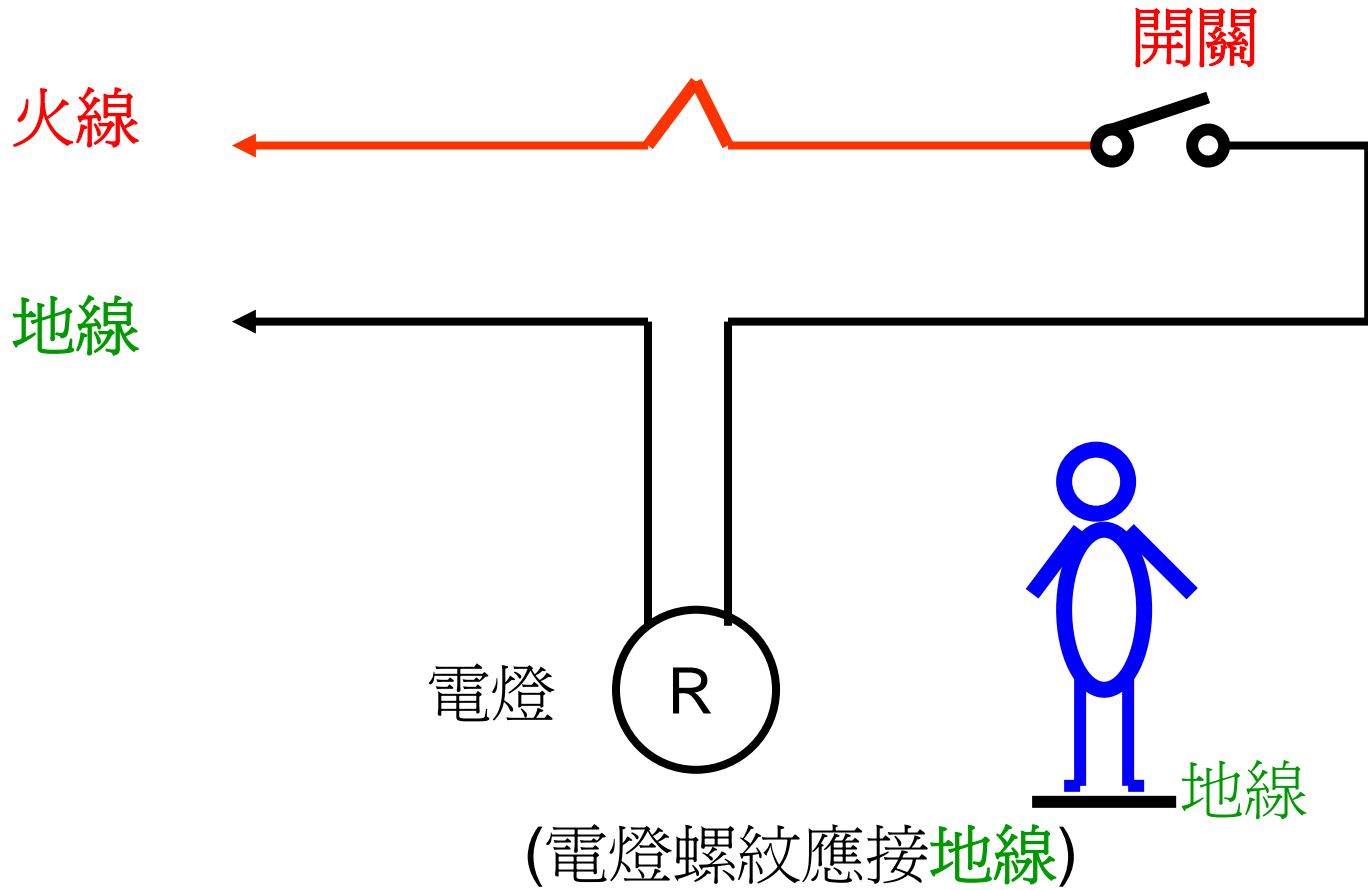
避免電線走火

- 負載要配合導線之安全電流(故裝配導線之線徑亦要根據屋內配線規則第16條之規定)。
- 需裝置適當容量之無熔絲開關或保險絲，使用者不要超載使用插座。

漏電

- 當電器用品之電線絕緣破壞而碰觸金屬外殼引起外殼帶電稱為漏電。
- 根據屋內線路裝置規則第35條規定：開關應接在非接地線上(俗稱火線)，即是為了防止開關開關斷路時，其所控制的電器用品仍有帶電。

開關應接在火線上



無熔絲開關 (NO FUSE BREAKER)

簡稱NFB

- 若過電流時NFB自動切斷，須先將故障排除後，再將NFB操作鍵往下按，再往上推始能順利ON。
- 過電流保護裝置之容量不得大於導線之安培容量，以求安全，防止導線過載燒毀，而保護裝置尚未切斷電源。

無熔絲開關



BH TYPE
一般回路用

NF TYPE
動力用

無熔絲開關



1P



2P



3P

低壓熔絲(Fuse)

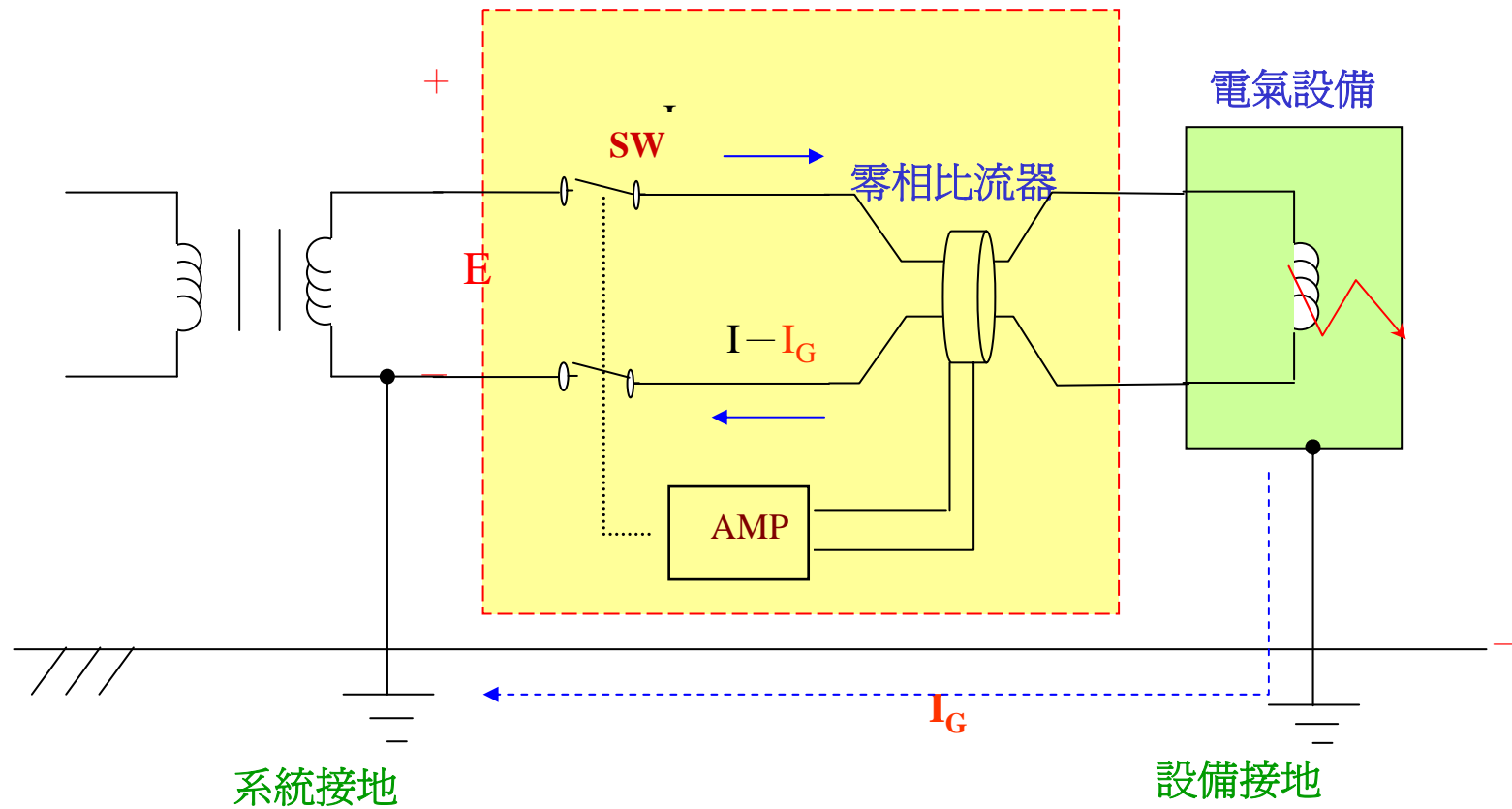
- ▶ 利用低熔點金屬合金線受高溫熔斷的特性動作，具有切除電路過電流的功能



漏電斷路器

利用零相比流器(ZCT)檢出原理，當漏電產生時有部分電流流入大地，故負載流入電流大於流出電流，因而動作切斷電源，漏電斷路器近年來已普遍應用感電事故的防止。

漏電斷路器內部動作圖

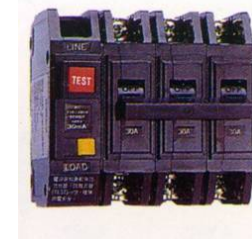


漏電斷路器

電氣設備或線路發生絕緣不良造成漏電，使開關動作而切斷電源。



漏電斷路器



漏電斷路器之種類

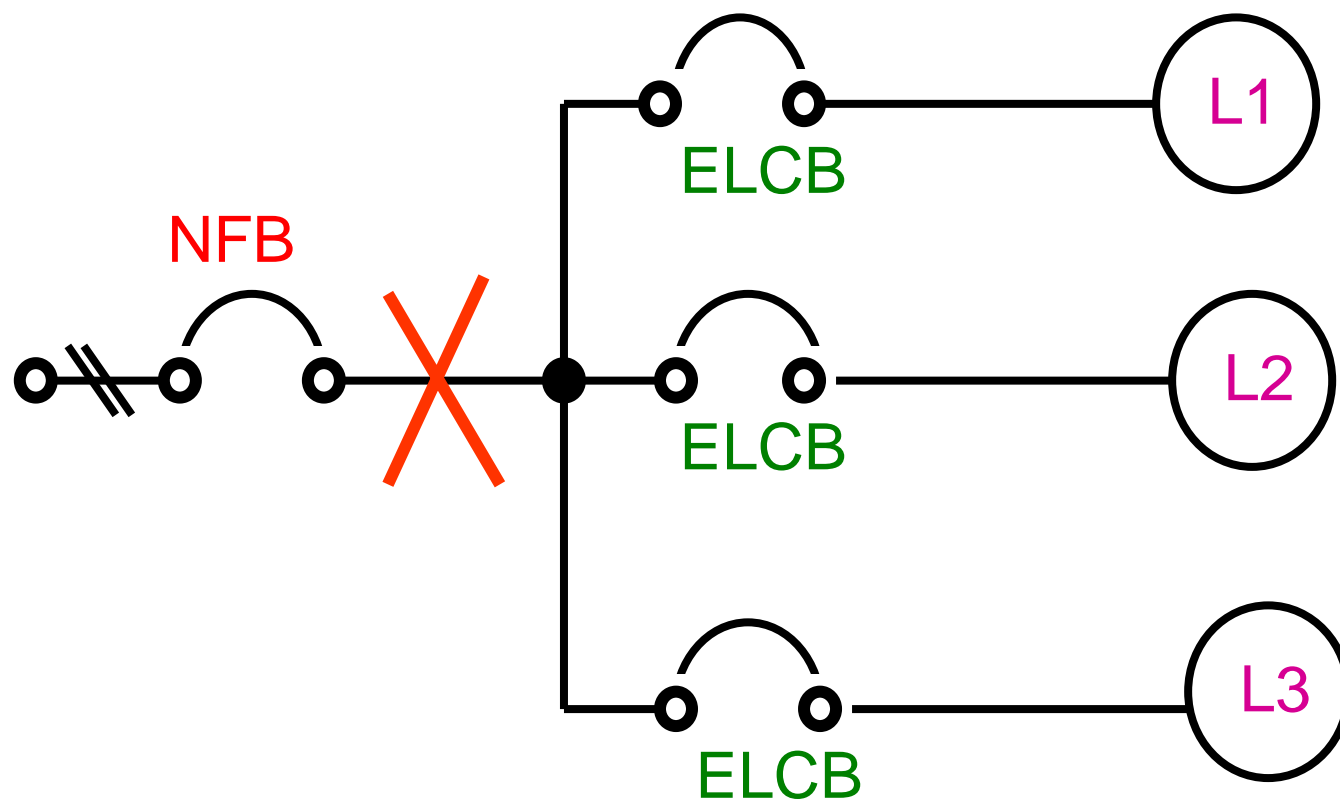
類別		額定感電電流 單位(毫安、mA)	動作時間
高感度型	高速型	3、15、30	額定感度電流0.1 秒以內
	延時型		額定感度電流0.1 秒以上2 秒以內
中感度型	高速型	50、100、200、 300、500、1000	額定感度電流0.1 秒以內
	延時型		額定感度電流0.1 秒以上2 秒以內
備註：漏電斷路器之最小動作電流，係額定感度電流50%以上之電流值。			

勞工安全衛生設施規則第243條規定：

「雇主對於使用對地電壓在150V以上之移動式或攜帶式電動機具，或於濕潤場所、鋼板上或鋼筋上等導電性良好場所，使用移動式或攜帶式電動機具及臨時用電設備，為防止因漏電而生感電危害，應於各該電路設置適合其規格，具有高敏感度，能確實動作之感電防止用漏電斷路器。」

屋內線路裝置規則第59條規定：

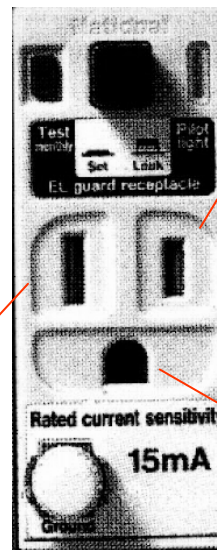
「下列各款用電設備遇有漏電易致人員感電傷亡或招致災害，除應按規定施行接地外，尚要在電路上或該等設備之供電線路上加裝漏電斷路器。①建築或工程興建等臨時用電 ②游泳池等水中照明用電 ③灌溉、養魚池等用電 ④辦公處所、學校和公共場所之飲水機用電 ⑤住宅處所之電熱水器及浴室設有插座之插座分路 ⑥分路由屋內引至屋外裝設之插座分路 ⑦遊樂場所之電動遊樂設備分路 ⑧供給火藥庫之電路應備漏電警報器或漏電斷路器。」



漏電斷路器應定期使用測試按鈕確認動作是否正常，其裝置以分路為原則。

目前插座及插頭均做成一大(地線)一小(火線)，其目的爲了怕非接地線(俗稱火線)和中性線(俗稱地線)接反了，造成漏電時即使未使用電器用品亦會有感電事故發生。

被接地線(地線、中性線)



非接地線(火線)

設備接地線

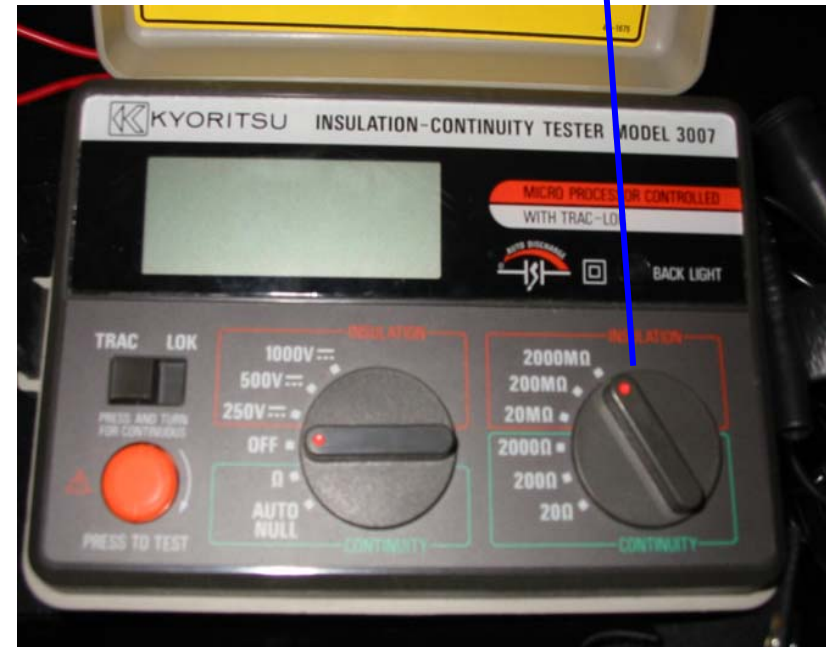
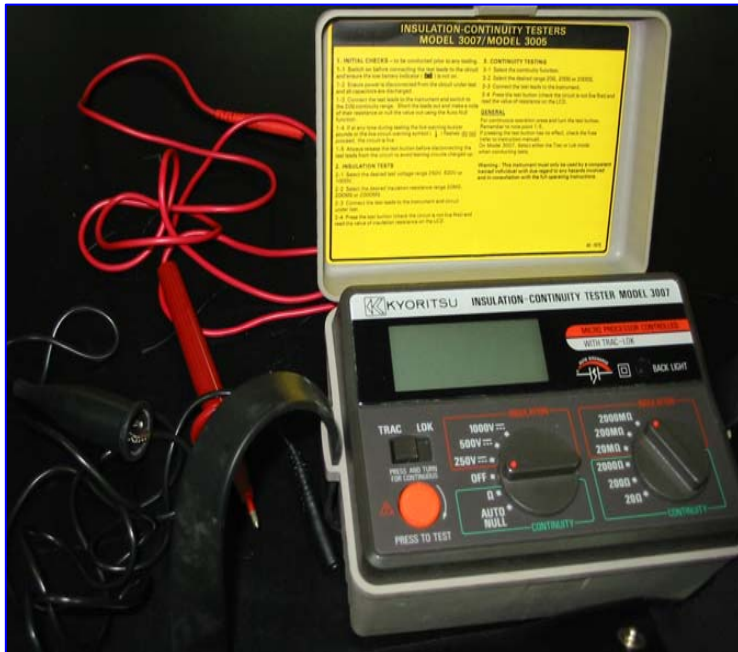
低壓電路的最低絕緣電阻值

根據屋內線路裝置規則第19條規定：

對地電壓	絕緣電阻
150V以下	0.1M Ω 以上
150V~300V	0.2M Ω 以上
300V以上	0.4M Ω 以上

絕緣電阻計(高阻計)

20MΩ . 200MΩ . 2000MΩ



接地

- 可分為特種、第一種、第二種、第三種及避雷器接地
- 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



接地電阻值

種類	接地電阻值	適用場所
特種接地	10Ω 以下	3φ4W 多重接地系統之低壓電源系統接地
第一種接地	25Ω 以下	非接地系統之高壓用電設備接地
第二種接地	50Ω 以下	3φ3W 非接地系統之低壓電源系統接地
第三種接地	對地電壓： 150V 以下 100Ω 以下 151V~300V 50Ω 以下 301V 以上 10Ω 以下	低壓用電設備接地或內線系統接地 變壓器、比壓器的二次接地 支持低壓用電設備之金屬體接地
避雷接地	10Ω 以下	避雷器接地



接地電阻計

鉤式



傳統式(須打2
支接地棒)

測定接地電阻



接地電阻計
Ground resistor.

屋內線路裝置規則第25條規定

接地的種類及其接地電阻，通常最常用的為第三種接地，其接地電阻值如下：

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

用電設備單獨接地之接地線線徑

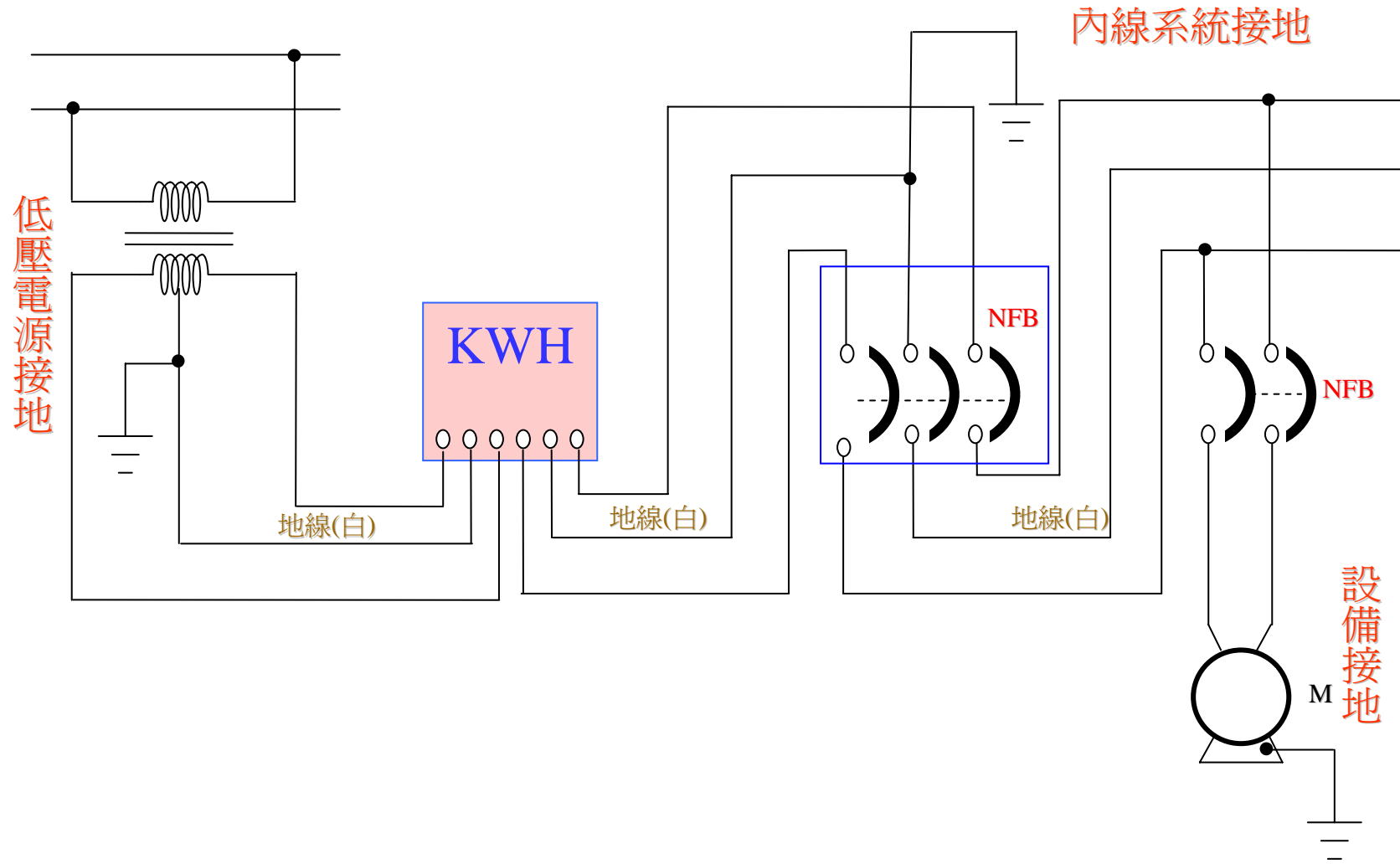
過電流保護開關之額定上限 (A)	銅接地線線徑(mm ²)	過電流保護開關之額定上限 (A)	銅接地線線徑(mm ²)
20	1.6	200	14
30	2.0	400	22
60	5.5	600	38
100	8	800	50

屋內線路裝置規則第24條規定

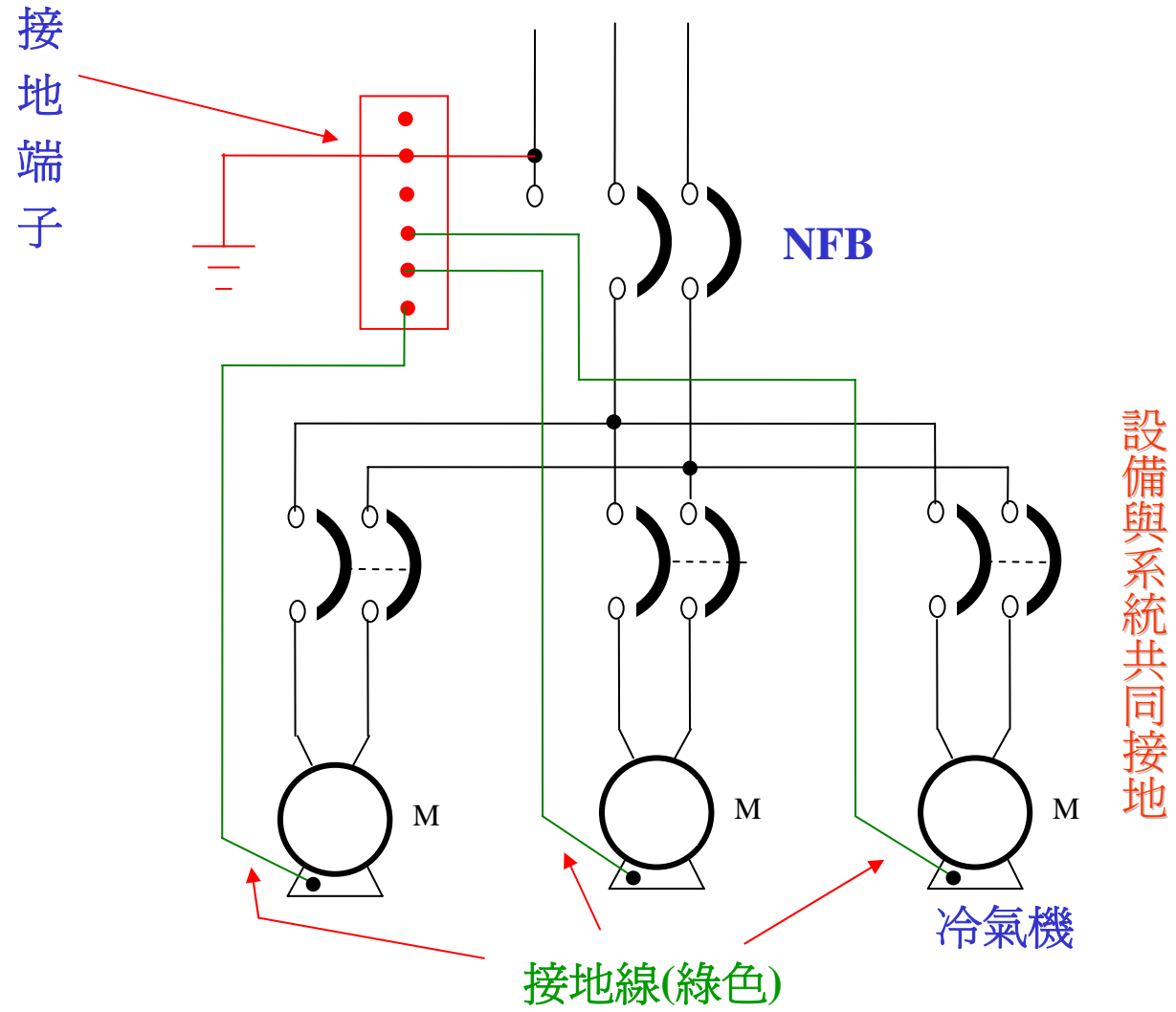
接地方式

- 設備接地：高低壓用電設備非帶電金屬部分之接地。
- 內線系統接地：屋內線路屬於被接地一線之再行接地。
- 低壓電源系統接地：配電變壓器之二次側低壓線或中性線之接地。
- 設備與電源系統接地：內線系統接地與設備接地共用一條接地線或接同一電極。

設備接地、內線系統接地、低壓電源系統接地



設備與系統共同接地



雷擊與避雷

- 雷的發生係由帶正電荷及負電荷的雲所引起，一次雷擊的平均電流約3-5萬安培，最好的方法就是待在屋內，避免使用有線電話等，若在屋外則待在汽車內。
- 打雷時不可靠近大樹，盡量遠離空曠之處，建築物應裝避雷裝置。

靜電

- ▶ 有些物體很容易儲存電荷而成爲帶電體稱爲靜電。
- ▶ 靜電會使人感電或造成火災或爆炸，靜電發生的原因有，摩擦帶電、剝離帶電、流動帶電、噴出帶電、撞擊帶電、震動帶電、感應帶電等。
- ▶ 靜電危害月份以11、12月份居多，一般廠家防止靜電以接地方式居多，其次爲加裝除靜電裝置及增加環境溼度。

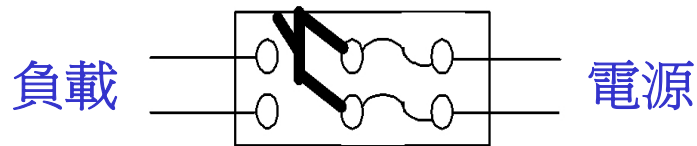
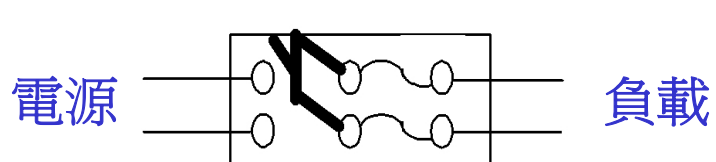
開關

閘刀開關：根據屋內配線規則規定：

第38條規定：單投開關之裝置方式，應不使開啓之刀片因其本身之重量而自行關閉電路。

第40條規定：刀型開關除雙投式者外，其裝接方式應使該開關停放於開路位置時，刀片應不帶電。

第43條規定：斷路器須明確指示其啓斷(OFF)或閉合(ON)之位置，斷路器如垂直裝至於配電盤(箱)上，其操作鍵向上時須表示閉合(ON)之位置。



○

電源

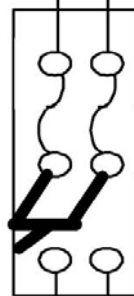


負載

○

×

電源



負載

×

閘刀開關
正確裝置
(方向及位置)

電動工具

由於工地潮濕、工人無穿帶絕緣裝備、電線絕緣破皮、鑽到牆內電線或沒做好接地工作，所造成攜帶式電鑽感電的比例也不少。

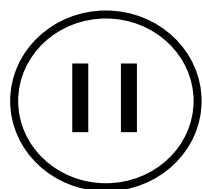
- 電動工具做雙重絕緣。
- 未帶電的金屬外殼部分應接地
- 設置適合其規格，具有高敏感度，能確實動作之感電防止用漏電斷



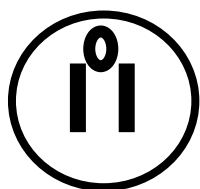
插頭、插座及延長線

- 插座有不同的電壓規格與形狀及孔數，也有一些附加的保護裝置，如栓鎖、接地極或加裝漏電斷路器。
- 不同電源電壓供電之插座應有不同形式之構造，使所屬插頭不致誤插。

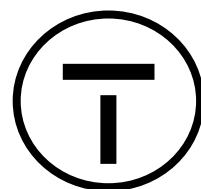
各式不同電壓及功能插座



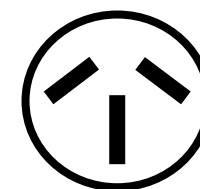
110V插座



接地型110 V插座



220 V插座



三相220V插座



插座附漏電斷路器

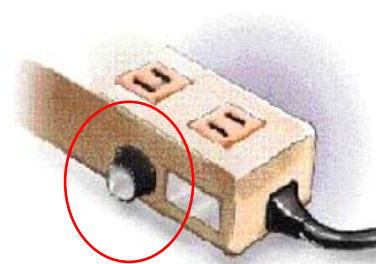
➤在第一及第二種場所裝設插座時，該插座及插頭除應為接地型者外並應屬耐壓防爆型者。

➤浴室內若裝設插座時，應按第五十九條之規定辦理，其位置應遠離浴盆，使人處於浴盆時不能接觸該插座。



耐壓防爆插頭插座

- 在浴室內使用吹風機，如果插座受潮有漏電情形，就會有觸電危險，在浴室內插座應選用漏電保護器，另外儘量避免在盥洗後立刻在浴室內使用吹風機，以確保自身之安全。
- 使用延長線同時插上幾個大電流電器，是造成電線走火的主因之一，故延長線如無任何過載保護，則可能造成重大事故。



緊急電源與照明

一般公共場所或大樓均備有自動發電機，當停電時自動運轉發電，以避免發生停電造成的意外，亦應備有緊急照明燈。



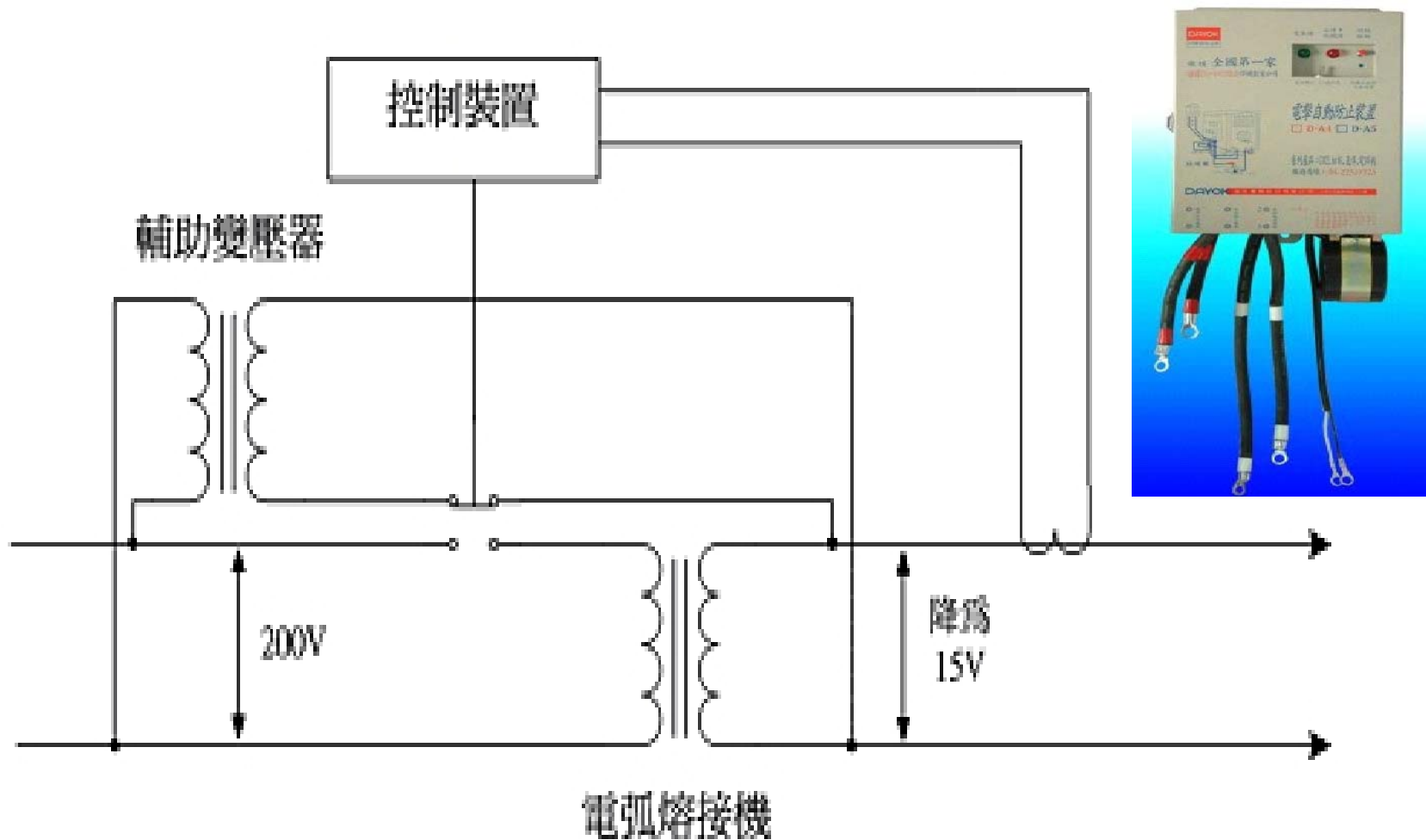
自動電擊防止裝置

交流電焊機作業中發生感電災害，主要原因為作業中觸及二次側。



電焊機焊接時，電焊條夾柄所加之電壓約15V-40V，危險性較低，惟電弧一旦中斷，電焊條夾柄與工作物之間電壓即急激昇至80V-100V以上（即無載電壓），此時即有相當之危險性，尤其在金屬管、金屬桶槽等良導體機器設備內檢修工作時，更增加電擊之危險性。

自動電擊防止裝置



電路電壓與安全距離

電路電壓	安全距離
22.8KV含以下	60公分
69KV	80公分
161KV	170公分
345KV	300公分

電氣設備自動檢查與檢點

- ▶ 定期檢查低壓受配電、分電盤之動作試驗；低壓用電設備電氣絕緣、接地電阻；低壓配電線路。
- ▶ 實施日常或定期檢點，即早發現異常狀況，保持良好的電氣絕緣。

優良實驗室環境



白光LED製程實驗室

圖片來源:<http://ee.chit.edu.tw/>

優良實驗室環境



圖片來源：<http://www.biol.ntnu.edu.tw>