

台灣糖業股份有限公司訓練中心 農機電工技術訓練班講義

授課講師：方煒
授課助教：陳武森、何萬中
國立台灣大學生物產業機電工程學系

Part I. 目 錄

一、家中電氣安全檢查.....	2
二、基本電學.....	7
(一)、PVIR 計算公式.....	7
(二)、風扇耗電成本.....	8
(三)、組培室耗電成本.....	9
三、台電的低壓電力系統及建築物的接地系統.....	10
(一)、台電的低壓電力系統.....	10
(二)、建築物的接地系統.....	10
四、簡易電工儀表.....	11
(一)、三用電表.....	11
(二)、驗電起子.....	11
(三)、相序計.....	11
(四)、電流計(勾錶).....	11
五、電線接線方式及絕緣膠帶.....	11
(一)、一般常見電線之種類.....	11
(二)、特殊電線顏色代表之意義.....	12
(三)、電線可承受之安全電流.....	13
(四)、3C(心)電纜線及一般電線在交流單相電壓及三相電壓之配線方式.....	14
(五)、3C(心)電纜線在交流單相電壓 110/220V 接地型插座之接線方式.....	15
(六)、電線之連接方法與實作.....	15
(七)、壓接套管及端子之應用.....	16
(八)、閉端端子及螺式接頭.....	18
(九)、絕緣膠帶顏色代表之意義及纏繞方式.....	18

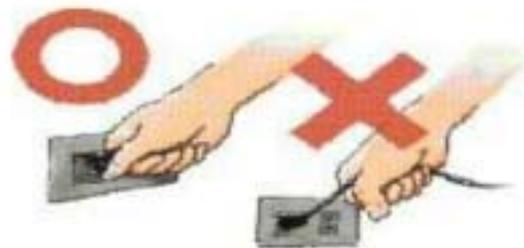
一、家中電氣安全檢查

家中電氣安全檢查

檢視插頭插座，避免鬆脫產生安全問題

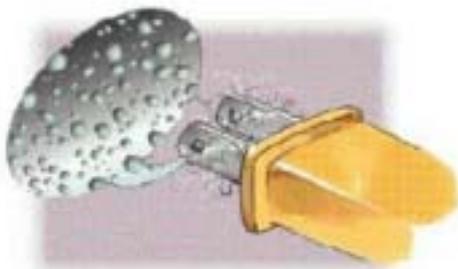


正確的方法拉出插頭，減少潛在危險；不可僅拉電線，而造成電線內部銅線斷裂。



家中電氣安全檢查

插頭插座積污加溼氣，將引起導電發熱，進而引起電氣火災



年終掃除需檢插頭與插座是否開始積污，保持整潔，遠離電氣火災



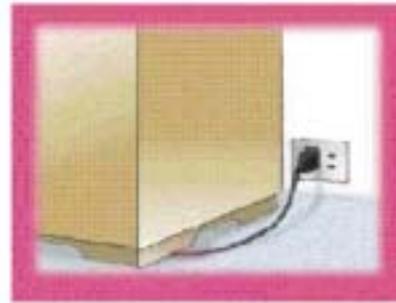
家中電氣安全檢查

電線內部銅線部分斷裂稱為半斷線，當電流流過半斷線時，因電路突燃變窄，造成過負荷而產生高熱，

可能引起電氣火災

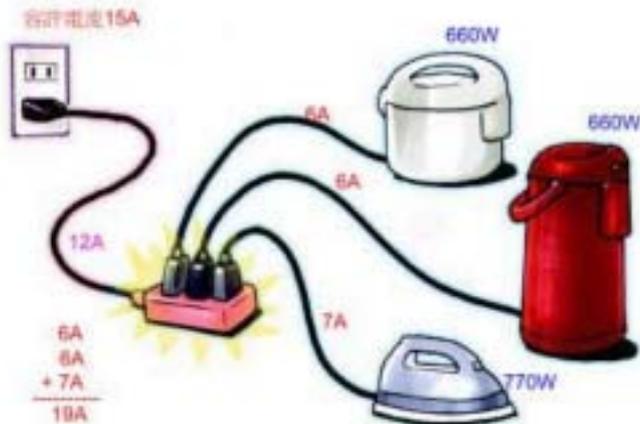


- 延長線不可壓在家具或重物下方，以避免發生損壞產生半斷線危險。

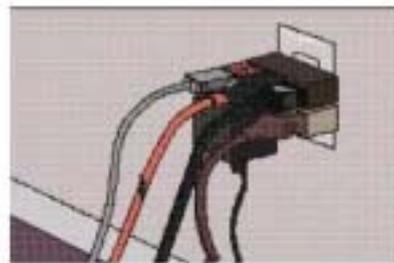


家中電氣安全檢查

使用中之延長線是否有發燙或異味產生？此為過負荷現象，應立即停止使用該高電量之電器。



使用老舊、破損之延長線？會造成短路、漏電或感電等危險，應立即更新。



家中電氣安全檢查

勿將白熾燈泡作照明以外之用途，如烘乾衣物等。



40W 燈泡表面溫度可達攝氏 125 度

60W 燈泡表面溫度可達攝氏 141 度



白熾燈泡表面具高溫，
應注意避免燙傷。

家中電氣安全檢查



切勿疏忽使用中發熱電氣用品。

電器用品周圍是否存有
易（可）燃物？



家中電氣安全檢查

延長線避免放置爐具上方，因爐火高溫將塑膠融解，造成銅線短路著火。



- 勿將衣物等物品置於電暖爐上方。過熱產生的濃煙在火起前足已讓人窒息。

家中電氣安全檢查

- 神龕燈具長時間使用時，應經常檢視配線並清理插頭及插座間的塵埃。



廚房、浴室水汽多，插座應裝置漏電遮斷器。以避免電器用品漏電、造成使用人感電。

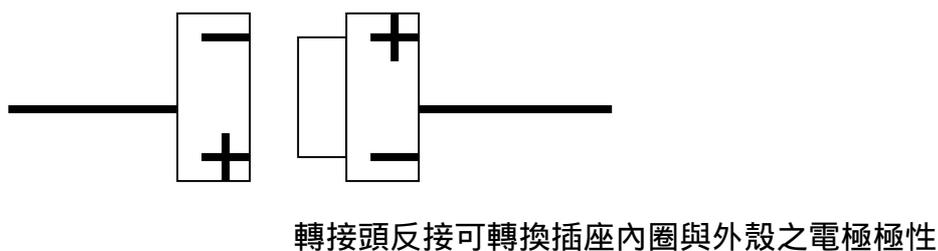
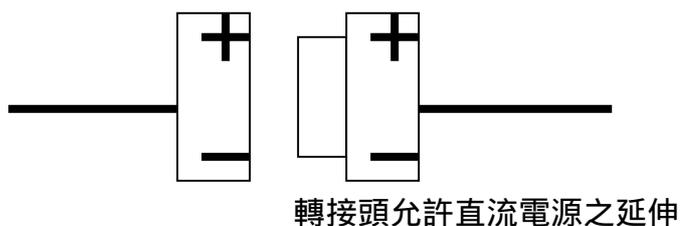
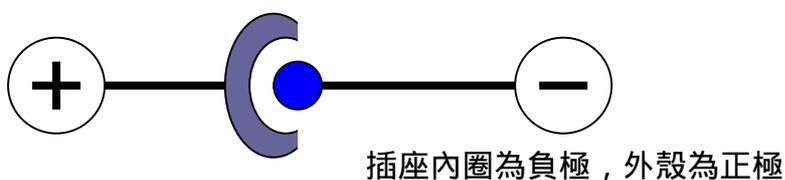
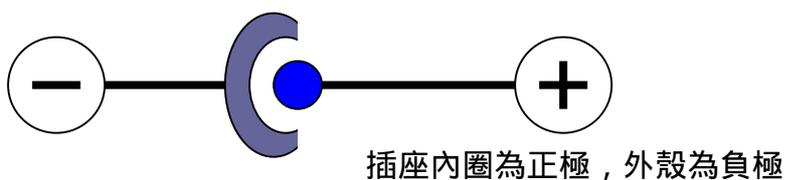
(二)、變壓器與整流/變壓器

家電產品常見的變壓器(AC Adaptor)係將 110V 或 220V 的交流電壓轉換為較小的交流電壓,整流/變壓器(AC/DC Adaptor)則是除了將電壓變小之外還包括將交流電轉換為直流電。常見的型式如下：

AC Adaptor	Input:	120 VAC 60 Hz 27 W
	Output:	12 VAC 1.25 A
AC/DC Adaptor	Input:	110 VAC 60 Hz
	Output:	12 VDC 800 mA

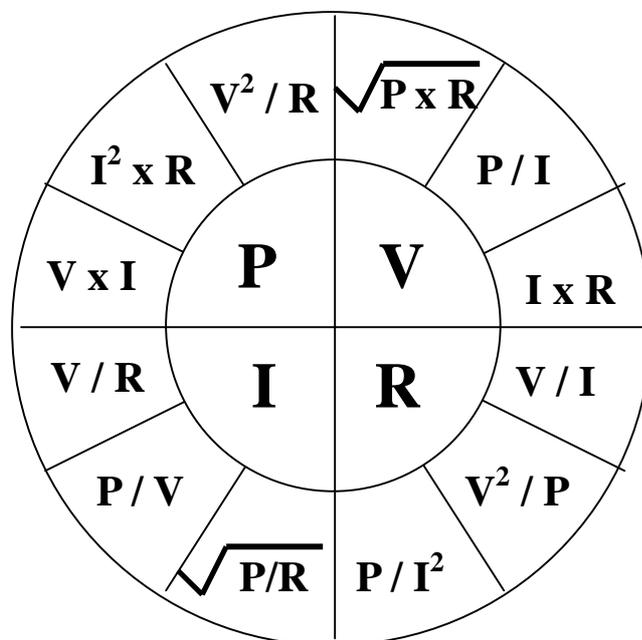
使用上注意事項：

- 變壓器無正負極之分
- 整流/變壓器則需留意正負極。



二、基本電學

(一)、PVIR 計算公式



單位與符號：

電壓 (V)	伏特 (V), 毫伏特 (mV)
電流 (I)	安培 (A), 毫安培 (mA)
電阻 (R)	歐姆 (Ω)
功率 (P)	瓦特 (W) = 伏特 x 安培 1 馬力 = 746 瓦

串聯：各段電流不變，各段電壓小於總電壓，各段電阻小於總電阻。

並聯：各段電壓不變，各段電流小於總電流，各段電阻大於總電阻。

(二)、風扇耗電成本

風扇數量	10
每日操作時數	10
月操作日數	30
每度電費	3 元
耗電量	1 度電 = 1 千瓦 x 小時

方法一：

風扇馬力數	每月電費
1.0	$10 \times 10 \times 30 \times 3 \times 1.0 \times 746 / 1000 = 6714$ 元
1.5	$10 \times 10 \times 30 \times 3 \times 1.5 \times 746 / 1000 = 10071$ 元
2.0	$10 \times 10 \times 30 \times 3 \times 2.0 \times 746 / 1000 = 13428$ 元

方法二：

風扇送風量	$20000 \text{ m}^3/\text{hr} = 5.56 \text{ m}^3/\text{s}$
-------	---

風扇效率, $\text{m}^3/\text{s}/\text{kW}$	每月電費
5	$10 \times 10 \times 30 \times 3 \times 5.56 / 5 = 10008$ 元
6	$10 \times 10 \times 30 \times 3 \times 5.56 / 6 = 8340$ 元
7	$10 \times 10 \times 30 \times 3 \times 5.56 / 7 = 7148$ 元

(三)、組培室耗電成本

相關參數如下所示：

組培架每層燈管數量，A	4	支/層
組培架層數，B	6	層/台
組培架數量，C	200	台

安定器耗電安培數	0.83	A
安定器耗電伏特數	110	V
安定器輸入功率，D	48	W
安定器功率因數	50	%
燈管輸出功率	37	W

燈管每日光照時數，E	12	小時/日
燈管每月光照日數，F	30	日
電費，G	3	元/度

總燈管數量， $W=A \times B \times C$	4800	支
每支燈管每月耗電量， $X = D \times E \times F$	17280	瓦*小時/支
燈管每月總耗電量， $Y = W \times X / 1000$	82944	度 (千瓦*小時)
燈管每月總耗電費， $Z = Y \times G$	248832	元

結論：

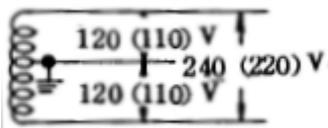
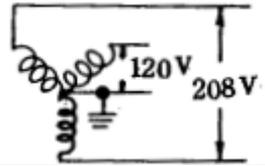
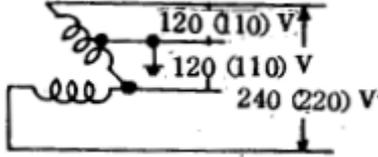
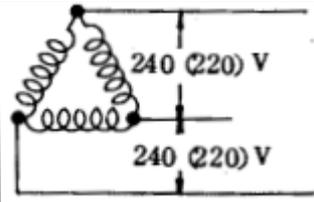
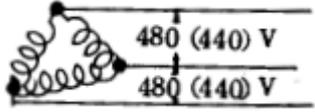
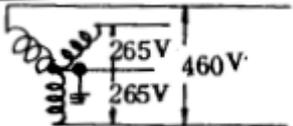
總耗電成本包括燈管耗電成本、組培室空調冷卻耗電成本與其他耗電成本，假設分別佔有的比例為 75%，20% 與 5%。

光照每月總耗電費 (佔 75%)	248832	元
冷卻空調每月總耗電費 (20%)	66355	元
其他每月耗電費 (5%)	16589	元
每月總耗電費 (100%)	331776	元

三、台電的低壓電力系統及建築物的接地系統

(一)、台電的低壓電力系統

低壓電力是指 600V 以下之電壓，分交流單相電壓及三相電壓兩種，電線則有火線(非接地線)及中性線(被接地線)等分別。下圖所示為二次(低壓)系統之電壓及其應用範圍，由圖可知低壓配電線路之電壓及負載均因時因地而異。

二次系統之電壓	圖例	應用範圍
a. 120(110)/240(220)V 單相三線式		郊區 (住宅區、農村)
b. 120/208 V 三相四線式		商業地區 工業地區
c. 120(110)/240(220)V 三相四線式		住宅、電燈 用商業地區
d. 240 (220) V 三相三線式		二次用電 工業地區
e. 480(440)V 三相三線式		二次側工業或 商業地區，同(b)
f. 265/460 V 三相四線式		商業、工業地區及 大公寓之升降機 用

(二)、建築物的接地系統

建築物的接地系統由建築物下方埋設接地金屬(銅)連接產生，此為接地線。接地線的主要功用是為穩定接地電位及導引漏電故障電流，在低壓用電設備中之電動機外殼及器具不帶電之金屬部份均須接地。若建築物沒有接地系統，可由金屬自來水管的連接方式替代。

接地線與被接地線(中性線)的區別：在線路正常運轉中，其被接地線(中性線)可能載流，接地線必須不可載流。因此，分電盤內二接地極板必須區分，二者不可短接。

四、簡易電工儀表

(一)、三用電表

1. 一般指針型三用電表之歸零調整
2. 交流電壓 ACV 檔(V 伏特)之判讀方式
3. 如何應用交流電壓 ACV 檔量測交流單相電壓及三相電壓
4. 如何應用交流電壓 ACV 檔量測交流電壓火線(非接地線)及地線(被接地線(中性線)、接地線)
5. 直流電壓 DCV 檔(V 伏特)之判讀方式
6. 如何應用直流電壓 DCV 檔量測電池及充電電瓶好壞
7. 電阻 R 檔(歐姆)之判讀方式及歸零調整
8. 電阻量測值 $R=0$ (短路)與 $R=$ (斷路)之意義
9. 如何應用電阻 R 檔量測控制電路

(二)、驗電起子

1. 驗電起子之判讀方式及規格選用(電壓標示 100V 或 200V 以上)
2. 如何應用驗電起子量測 交流電壓火線(非接地線)及地線(被接地線(中性線)、接地線)。
3. 驗電起子內藏極大電阻(1M)，所以於人體流通之電流為極小。 $220V/1M = 0.22 \text{ mA}$

(三)、相序計

1. 相序計之判讀方式。
2. 如何應用相序計量測 交流三相電源為正相序。

(四)、電流計(勾錶)

1. 電流計之種類：類比式與數位式
2. 夾式(勾式)三用電表電壓及電阻之量測方式
3. 如何應用夾式(勾式)三用電表量測交流電流

五、電線接線方式及絕緣膠帶

(一)、一般常見電線之種類

- 花線：花線是由多根(0.18mm/ 3 0 根以上)細小銅線之導體及絕緣層組成，一般使用在小型電器具之配接線上(如燈具，電視

等...),若使用電熱器(如電鍋、電熨斗等...)其容量達500瓦以上者,應使用耐熱花線。在永久性分路配線上,不得使用花線(如室內配線)。花線電壓只適用於300V以下之,線路長度不得超過三公尺。

- 單心線：單心線又稱實心線,此線是由單一銅線之導體及絕緣層組成,在低壓室內配線上,其使用線徑不得小於1.6mm(公厘)。
- 白扁線：白扁線是由二根單心線及絕緣層組成,一般應用在室內明配線上。
- 絞線：絞線是由多根(0.6-3.2mm/7-61根)單一銅線之導體及絕緣層組成,絕緣導線線徑在3.2公厘以上者應用絞線,絞線可應用在較大負載電流場所上,若使用在室內配線上,其線徑不得小於2.0mm²。
- 電纜線：電纜線是由多根(2根以上)絞線及絕緣層組成,一般可應用在室內外明配線及較差的配線環境上。

(二)、特殊電線顏色代表之意義

- 綠色線：應用在設備、器具或配線系統線路接至接地極(接地線)的導線,為綠色線。
- 白色線：應用在單相三線電源系統中的被接地線(中性線),為白色線,一般在系統接地中使用。在三相三線或四線電源系統中,白色線被設定為S相,其中三相四線電源系統中的被接地線(中性線),亦為白色線。
- 黑色線：在單相三線電源系統中被設定為第一相非接地線(火線),在三相三線或四線電源系統中,黑色線被設定為T相。在C.T(比流器)配線電路中,其導線為黑色線。
- 紅色線：在單相三線電源系統中被設定為第二相非接地線(火線),在三相三線或四線電源系統中,紅色線被設定為R相。在P.T(比壓器)配線電路中,其導線為紅色線。
- 藍色線：在三相三線或四線電源系統中,其黑色線T相,亦可用藍色線替代。
- 黃色線：在工業配線及交流控制電路中,一般採用黃色線。
- 其它顏色：除了上述顏色有特定使用範圍外,其它顏色之導線,在同一管路有多根導線之環境上,較易分辨控制電路及增加工作方便性。

(三)、電線可承受之安全電流

電線收於導線管中，依電線別、導線管材質與同一導管內的導線數目，每條導線上有不同的安全電流的限制。以下兩個表格所示分別為 PVC 管與導線管槽(金屬管等)適用之安培容量。

PVC 管配線 (導線絕緣物溫度 60°C 者) 之安培容量表

(周溫 35°C 以下)

銅 導 線		同 一 導 線 管 內 之 導 線 數				
線 別	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	7/1.0	25	23	20	17
	8	7/1.2	33	30	25	20
	14	7/1.6	50	40	35	30
	22	7/2.0	60	55	50	40
	30	7/2.3	75	65	55	50
	38	7/2.6	85	75	65	55
	50	19/1.8	100	90	80	65
	60	19/2.0	115	105	90	75
	80	19/2.3	140	125	105	90
	100	19/2.6	160	150	125	105
	125	19/2.9	185	165	140	120
	150	37/2.3	215	190	165	140
	200	37/2.6	255	225	196	165
	250	61/2.3	300	265	230	195
	線	325	61/2.6	355	310	270
400		61/2.9	405	360	310	265
500		61/3.2	460	405	350	300

註：本表所稱導線數不包括中性線、接地線、控制線及訊號線，但單相三線式或三相四線式電路供應放電管燈時，因中性線有第三諧波電流在，仍應計入。

(1)由內規第 445 條知：低壓進屋線最小線徑不得小於 5.5mm²。

(2)由內規第 12 條知：低壓室內配線導線之最小線徑不得小於 1.6mm

導線管槽配線（導線絕緣物容許溫度 60°C 者）之安培容量表

（周溫 35°C 以下）

銅 導 線			同 一 導 線 管 內 之 導 線 數						
線 別	公 稱 截 面 積 (mm ²)	根 數 / 直 徑 (mm)	3 以 下	4	5~6	7~15	16~40	41~60	61 以 上
			安 培 容 量 (A)						
單 線		1.6	15	15	14	12	11	10	8
		2.0	20	20	17	15	13	12	11
		2.6	30	27	24	21	19	17	15
絞 線	3.5	7/0.8	20	20	17	15	13	12	11
	5.5	7/1.0	30	28	25	22	19	17	14
	8	7/1.2	40	35	30	27	24	22	19
	14	7/1.6	55	50	45	40	35	30	25
	22	7/2.0	70	65	60	50	45	40	35
	30	7/2.3	90	80	70	60	55	50	45
	38	7/2.6	100	90	80	70	65	55	50
	50	19/1.8	120	110	100	85	75	65	60
	60	19/2.0	140	125	110	95	85	75	65
	80	19/2.3	165	145	130	115	100	90	80
	100	19/2.6	190	170	150	130	115	105	90
	125	19/2.9	220	200	175	150	135	120	105
	150	37/2.3	250	225	200	175	155	140	120
	200	37/2.6	300	270	235	210	185	165	145
	250	61/2.3	355	315	280	245	215	195	170
	325	61/2.6	415	370	330	290	255	230	200
	400	61/2.9	475	425	380	330	290	265	230
500	61/3.2	535	480	430	375	330	300	260	

註：1 本表適用於金屬管配線、電纜、可撓管配線及金屬線槽配線。
2 本表所稱導線數不包括中性線、接地線、控制線及訊線，但單相三線式或三相四線式電路供應放電管燈者，因中性線有第三諧波電流存在，仍應計入。

(四)、3C(心)電纜線及一般電線在交流單相電壓及三相電壓之配線方式

3C(心)電纜線內的電線顏色以黑、白、紅三色為主，在主電路配線中，其電纜線及一般電線的配線排列，是採由左至右或由上至下的方式，在單相三線(1 3W)電源系統中的接線顏色順序為黑、白、紅(第一相(火線)、中性線(被接地線)、第二相(火線))，三相三線(3 3W)電源系統中的接線顏色順序為紅、白、黑或藍(R 相、S 相、T 相)，一般可由此原則，簡易判定接戶開關(總開關)上的電源種類。但在負載較大時，所用較粗之導線，一般以黑色導線配置為原則。

(五)、3C(心)電纜線在交流單相電壓 110/220V 接地型插座之接線方式

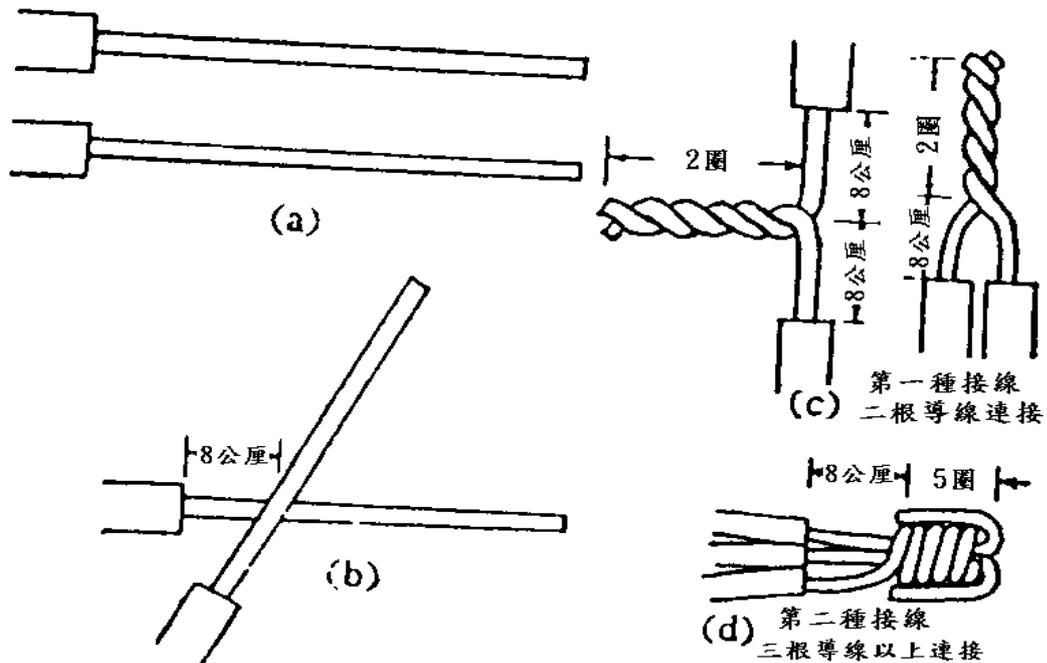
交流單相電壓接地型 110V 專用插座接線方式：

白色線接中性線(被接地線)插座插孔(W)、黑色線接火線插座插孔、綠色接地線可由紅色線取代，此線接接地線插座插孔(G)，但在紅色電線二端必須包紮綠色膠帶(約 2-3 公分寬)，以資識別。

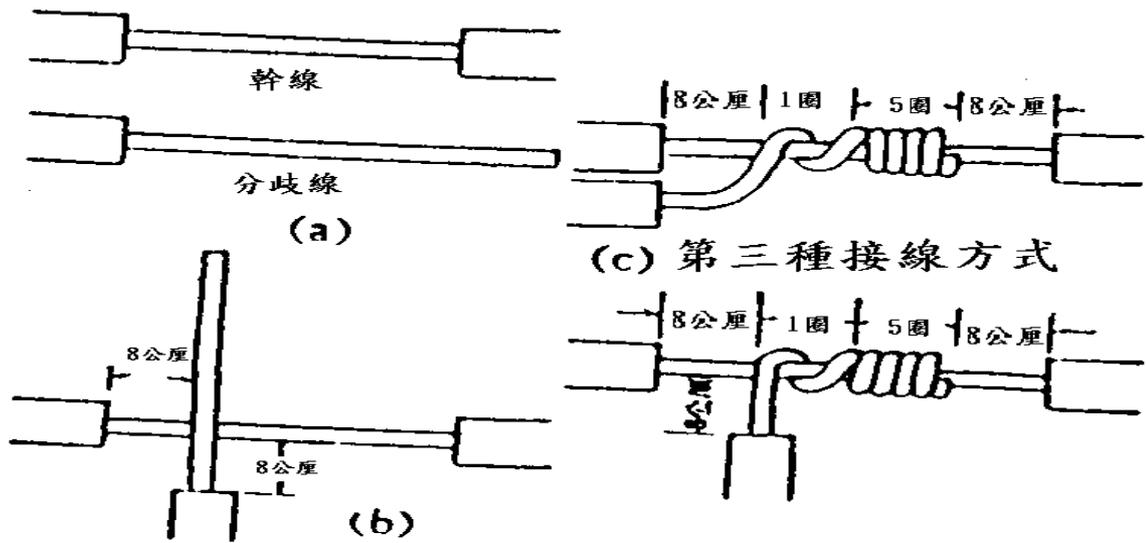
交流單相電壓接地型 220V 專用插座接線方式：

黑色及紅色線各接一火線插座插孔，綠色接地線可由白色線取代，在白色電線二端必須包紮綠色膠帶(約 2-3 公分寬)，以資識別，此線接接地線插座插孔(G)，若插座接線電源無接地線電力系統，則白色線可改接中性線(被接地線)電力系統，此時白色電線二端不須包紮綠色膠帶。在冷氣、乾衣機等大型固定器具上，其專用插座必須為一專用分路。

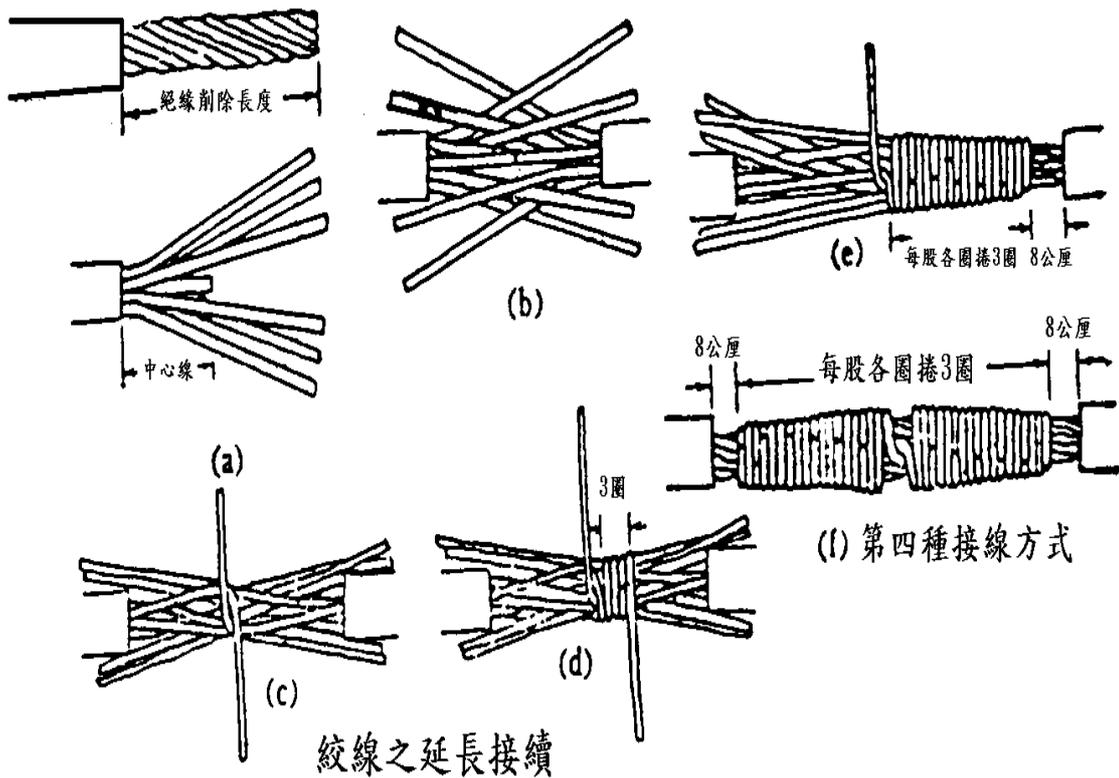
(六)、電線之連接方法與實作



線徑2.0公厘以下(不受張力)之實心線接續



線徑2.6公厘以下(受張力)之分歧接續

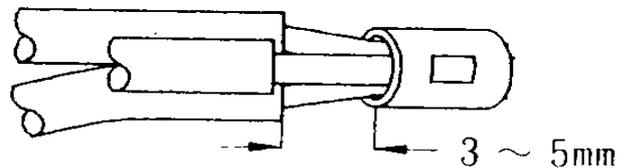


(七)、壓接套管及端子之應用

應用壓接套管之間接連接法

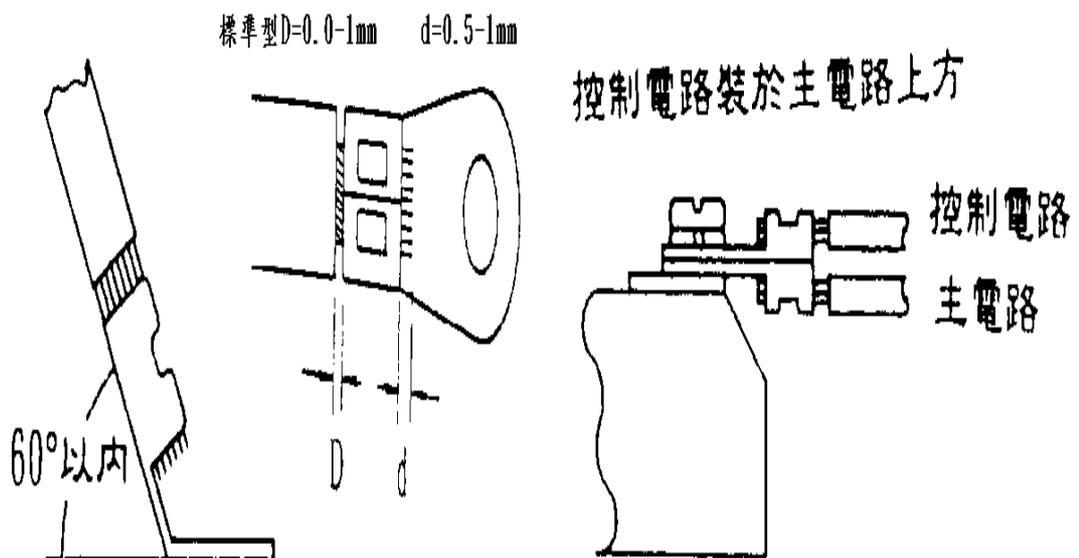
壓接套管又稱圓袖，係由銅片製成管狀加以鍍鋅而成。如壓接套管(短型)P5規格，套管內可放置 $1.6\text{mm}\Phi \times 3$ 根之導線，壓接套管應以壓

接鉗 5.5mm²的齒口壓接，壓接套管(短型)P8 規格，則以壓接鉗 8.0mm²的齒口壓接，套管內可放置不同規格之導線，壓接套管另一(長型)B5B8 規格，可二端同時壓接。套管壓接完成前，套管一端與導線絕緣皮間約預留 0.3 ~ 0.5 公分，套管另一端與導線平切，確定後再給予壓接完成，如下圖。



壓接端子的應用

導線用壓接端子有 O 型(閉口)、Y 型(開口)及針型三種，其 O 型端子通常用在綠色接地線接續或其它特殊處所，Y 型端子使用於非綠色接地線及一般電路接續，針型端子主要用於插孔式開關及插座，壓接端子與導線的接續以絞線或花線為主，端子標示的規格，如為 5.5 - 5，其第一數字 5.5 表示線徑大小，第二數字 5 係指螺絲直徑大小為 5mm。壓接端子與導線間的壓接方式及其注意事項，如下圖。



(八)、閉端端子及螺式接頭

此二者的功用與壓接套管相近，但不須外加纏繞 PVC 絕緣膠帶。閉端端子套管內，可放置不同規格之導線，此端子與導線間之連接須使用壓接鉗壓接，螺式接頭則只適用於花線之連接，不須壓接。

(九)、絕緣膠帶顏色代表之意義及纏繞方式

- ◆ 綠色膠帶：在一般設備接地場所，必須使用其它導線顏色取代接地線時，可將其綠色膠帶包紮(約 2-3 公分)在導線二端，以資識別。綠色接地線連線接點上，不需包紮膠帶。
- ◆ 白色膠帶：在單相三線式 110V/220V 之電壓電源中，其中性線(被接地線)，應包紮白色膠帶。
- ◆ 其它顏色：除了上述顏色有特定使用範圍外，其它顏色之膠帶，皆可使用在所有可能載流之導線上。
- ◆ PVC 膠帶纏繞方式：為覆蓋導線原有之絕緣外皮 1.5cm 以上繞一圈後，改 45°方向作 1/2 重疊纏繞至另一端掩護絕緣外皮 1.5cm 以上，再折回繞至開始點，如此作四層纏繞，如下圖。

