

# 課程目錄

一、台電的低壓電力系統及建築物的接地系統.....	3
(一)、電的基本單位.....	3
(二)、台電的低壓電力系統.....	4
(三)、建築物的接地系統.....	4
二、簡易電工儀表.....	5
(一)、三用電表.....	5
(二)、驗電起子.....	5
(三)、相序計.....	5
(四)、電流計(勾錶).....	5
三、電線接線方式及絕緣膠帶.....	6
(一)、一般常見電線之種類.....	6
(二)、特殊電線顏色代表之意義.....	6
(三)、電線可承受之安全電流.....	7
(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...8	
(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.....9	
(六)、電線之連接方法與實作.....	9
(七)、壓接套管及端子之應用.....	10
(八)、閉端端子及螺式接頭的應用.....	11
(九)、絕緣膠帶顏色代表之意義及纏繞方式.....	11
四、室內配線.....	12
(一)、總開關箱之配置.....	12
(二)、室內開關與插座之應用.....	15
(三)、定時開關及自動點滅器之應用.....	16
(四)、日光燈.....	16
五、自動控制開關之應用.....	19
(一)、接點符號及文字記號.....	19
(二)、按鈕開關及切換開關.....	20
(三)、近接及光電開關的種類及應用.....	21
(四)、極限開關與浮球開關：.....	22
(五)、電磁開關.....	22
(六)、電力電驛的構造及應用.....	30
(七)、限時電驛的構造及應用.....	32
(八)、閃爍電驛的構造及應用.....	33
(九)、保持電驛的構造及應用.....	33
(十)、指示燈顏色代表之意義.....	33

(十一)、蜂鳴器之應用 .....	33
(十二)、液面控制器的構造及應用 .....	34
六、單相電動機的簡易維修及電動機輸出接點的接線方式 .....	36
七、自動控制電路之應用 .....	36
(一)、限時電驛控制電路 .....	37
(二)、三/單相電動機接線與自保電路 .....	38
(三)、三/單相電動機自動、停止及寸動控制電路 .....	38
(四)、三/單相電動機正逆轉控制電路及互鎖電路 .....	39
八、工業配線控制箱實習操作 .....	40
(一)、手動自動液面控制電路 .....	40
(二)、電動機故障警報控制電路 .....	40
(三)、兩部電動機自動交替運轉控制電路 .....	40
(四)、單相感應電動機正逆轉控制電路 .....	40
(五)、簡易升降機控制電路 .....	40
(六)、近接開關控制電動機交互運轉與停止控制電路 .....	40
(七)、備用電源停電自動切換控制電路 .....	40
九、參考文獻 .....	40

# 一、台電的低壓電力系統及建築物的接地系統

## (一)、電的基本單位

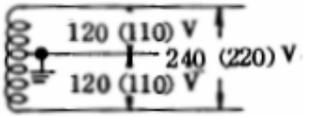
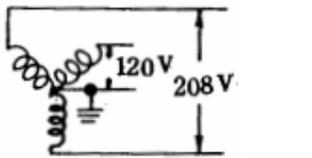
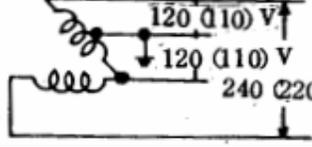
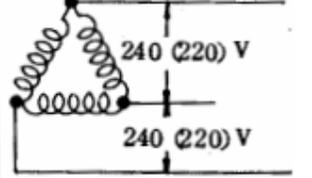
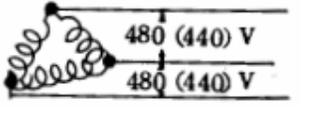
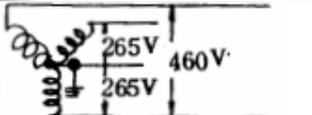
- 1、電壓 E：電壓也稱為「電位差」，單位為伏特（V）。當二物體間具不同電荷時，此二物體間即具有「電位差」的存在，由二物體間連接元件（負載），使電荷在元件中移動，再由此移動的能量作功，完成熱能（電熱器）、光能（日光燈）、動能（電扇及電動機設備）．．．等能量之轉換。
- 2、電流 I：單位為安培（A）。電流是一種能量的移動，是用來作功的。1 安培的電流即表示在 1 秒內，有 1 庫倫的電荷量流經一截面積（ $I = Q / T$ ）。
- 3、電阻 R：單位為歐姆（ $\Omega$ ）。「電阻」就是電流在電路中所受的阻力，此阻力會損耗電能。電阻低的材質（如銀、銅、金、鋁等）為導體，電阻高的材質（如木材、塑膠、紙等）為絕緣體。
- 4、電力 P：電力也稱為「電功率」，單位為瓦特（W）。直流電功率為電壓與電流的乘積（ $P = E * I$ ），交流電功率則分為有效功率（實功率）與無效功率（虛功率），在交流電器產品（負載）上，所轉換成的熱能（電熱器）、光能（日光燈）、動能（電扇及電動機設備）等，為有效功率（ $P = E * I * \cos \theta$ ）。
- 5、電能 W 及電量：電能的單位為瓦特 - 秒（或是焦耳），電量的計量單位為呎時（KWH，通稱為 - 度）。電能為電功率與時間之乘積（ $W = P * T = (I * E) * T = EQ$ ）但電能甚大時，為方便起見，常以仟瓦 - 小時為單位，此即一般家庭用電所俗稱的**度電**。
- 6、電量的計算方式：一照明設備的耗電功率為 1500W，使用照明一次的時間為 30 分鐘，一度電的電費為 3 元，上述照明時間須付多少電費？

$$\begin{aligned} \text{照明設備 } 1500\text{W} &= 1.5\text{KW} & 30 \text{ 分鐘} &= 0.5 \text{ 小時} \\ \text{耗電量} &= 1.5 * 0.5 = 0.75 \text{ 仟瓦 - 小時 (度)} \\ \text{電費} &= 0.75 \text{ 度} * 3 \text{ 元} = 2.25 \text{ 元} \end{aligned}$$

- 7、頻率 f：單位為赫茲（Hz）。電流方向一定，不隨時間變化稱「直流電」，如乾電池、電瓶等。而電流方向隨時間作正負變動（正弦波），稱為「交流電」。目前台灣國內的電力供給頻率為 60Hz，此 60Hz 表示其電流在每 1 秒中，作了 60 次的正負變動。（ $f = 1 / T$  ※ $T = 1$  正弦波週期之時間 - 秒）

## (二)、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

## (三)、建築物的接地系統

建築物的接地系統，是在建築物下方埋設接地(銅)金屬，由導線連接至用戶(用電設備)端的方式，完成此接地線系統。其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(如家電用品、電動機、金屬導電管及配電箱)，設備外殼不帶電之金屬部份均須接地。若建築物沒有接地系統，可由連接金屬自來水管的方式完成接地。

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。

## 二、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( $\Omega$  歐姆)之判讀方式及歸零調整
8. 電阻量測值  $R=0$ (短路)與  $R=\infty$ (短路)之意義
9. 如何應用電阻 R 檔量測控制電路
10. 夾式(勾式)三用電表電壓及電阻之量測方式
11. 如何應用夾式(勾式)三用電表量測交流電流

### (二)、驗電起子

1. 驗電起子之判讀方式及規格選用(電壓標示)。
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)。

### (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。
2. 電流計之判讀方式。
3. 電流計之應用。

### 三、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/30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。※mm單位名稱為公厘。
- 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。
- 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2.0mm<sup>2</sup>。
- 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

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 <sup>2</sup> )	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
	325	61/2.6	355	310	270	230
	線	400	61/2.9	405	360	310
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 5.5mm<sup>2</sup>。

(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 <sup>2</sup> )	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

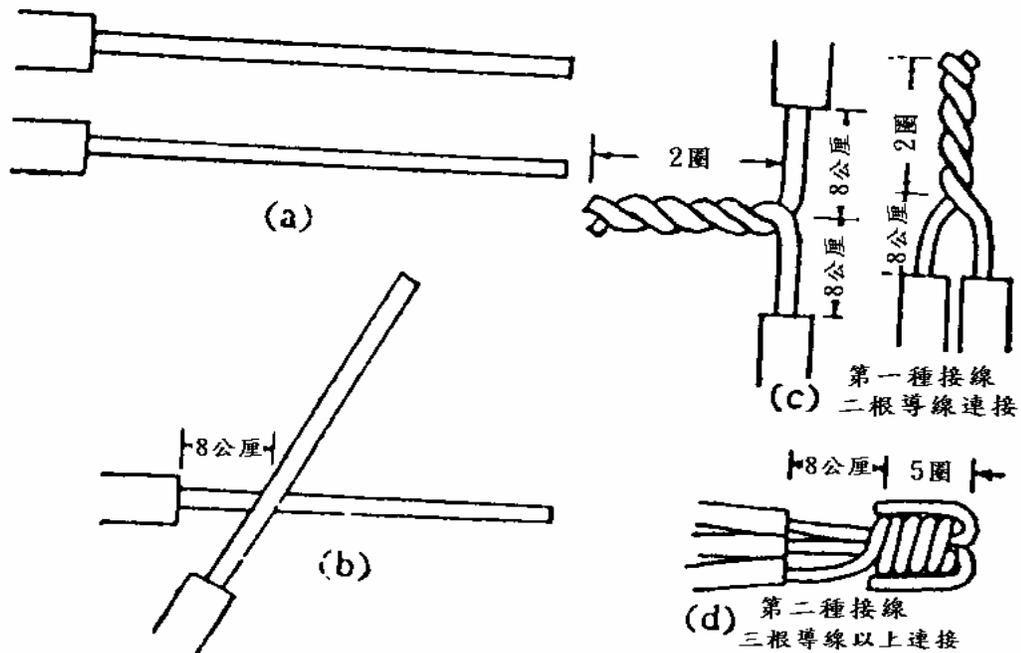
3C(心)電纜線內的電線顏色以黑、白、紅三色為主，在主電路配線中，其電纜線及一般電線的配線排列方式，是由左至右或由上至下，在單相三線電源系統中的顏色接線順序為黑、白、紅(第一相(火線)、中性線(被接地線)、第二相(火線))，三相三線電源系統中的接線順序為紅、白、黑或藍(R 相、S 相、T 相)，一般可由此原則，簡易判定接戶開關(總開關)上的電源種類。但在負載較大時，所用較粗之導線，一般以黑色導線配置為原則。

### (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

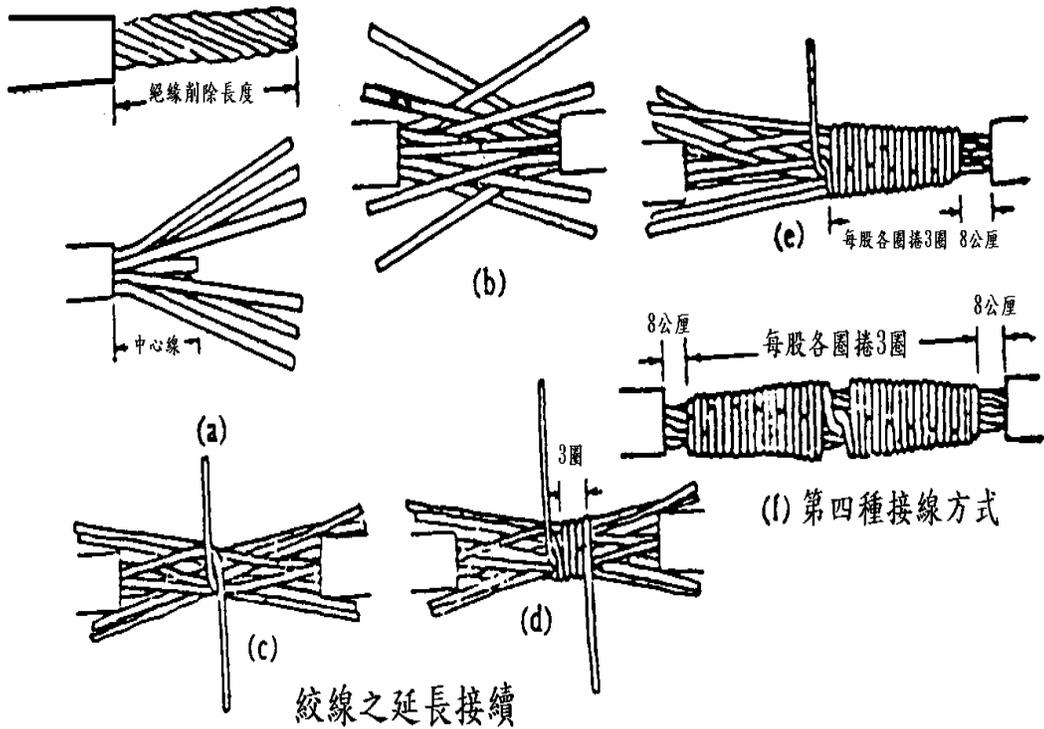
交流單相電壓接地型 110V 專用插座接線方式：白色線接中性線(被接地線)插座插孔(W)、黑色線接火線插座插孔、綠色接地線可由紅色線取代，此線接接地線插座插孔(G)，但在紅色電線二端必須包紮綠色膠帶(約 2-3 公分寬)，以資識別。

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

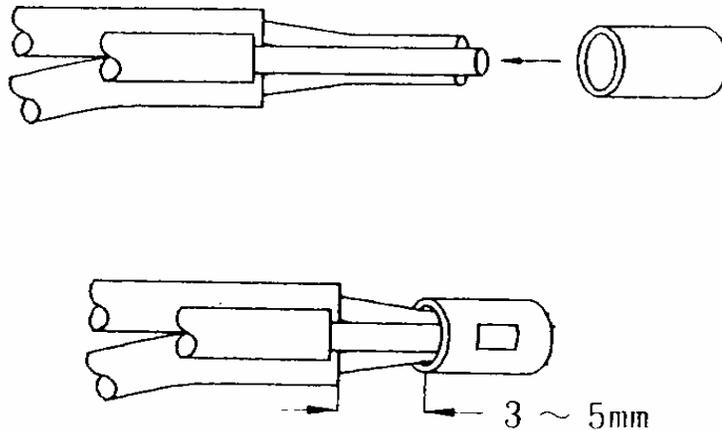


線徑2.0公厘以下(不受張力)之實心線接續

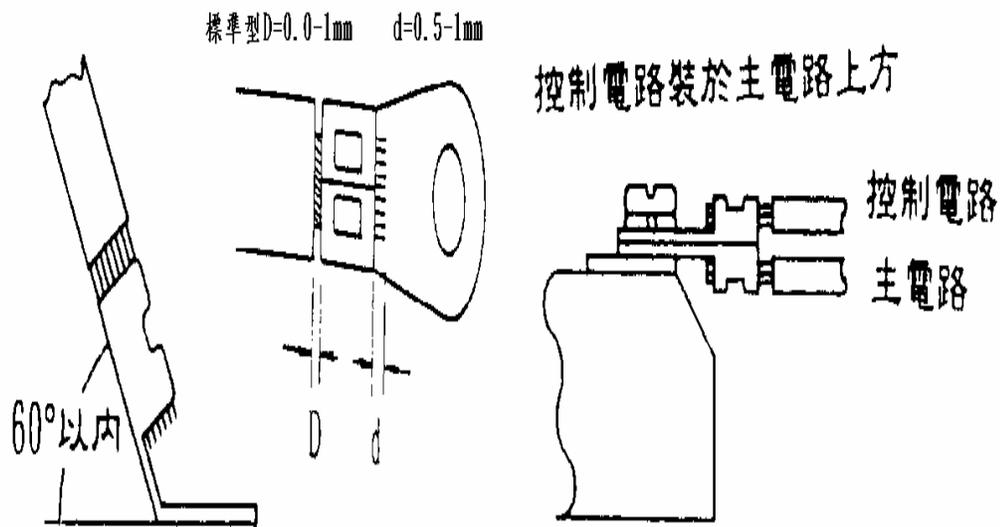


### (七)、壓接套管及端子之應用

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  $5.5\text{mm}^2$  的齒口壓接，壓接套管(短型)P8 規格，則以壓接鉗  $8.0\text{mm}^2$  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  $0.3\sim 0.5$  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，端子上方標示的規格，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。



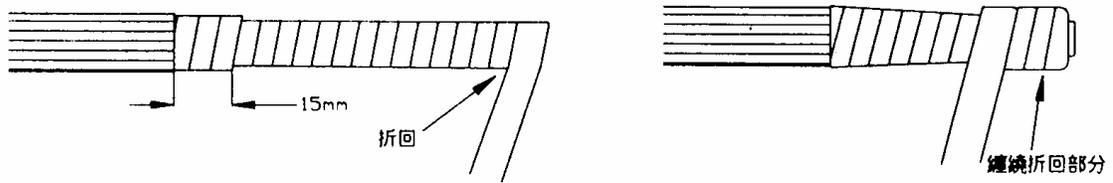
#### (八)、閉端端子及螺式接頭的應用

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，再折回纏繞至開始點，如此作四層纏繞，如下圖。



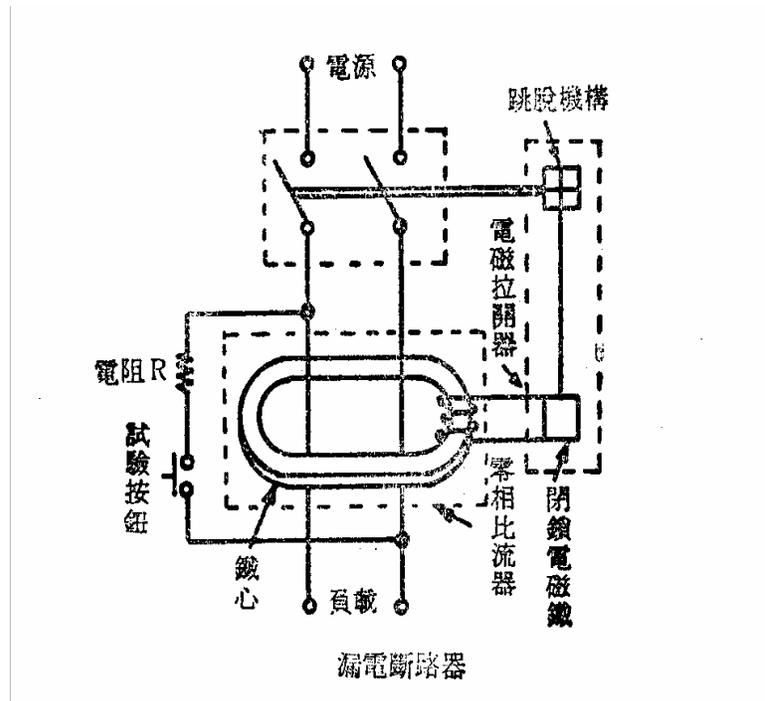
#### 四、室內配線

##### (一)、總開關箱之配置

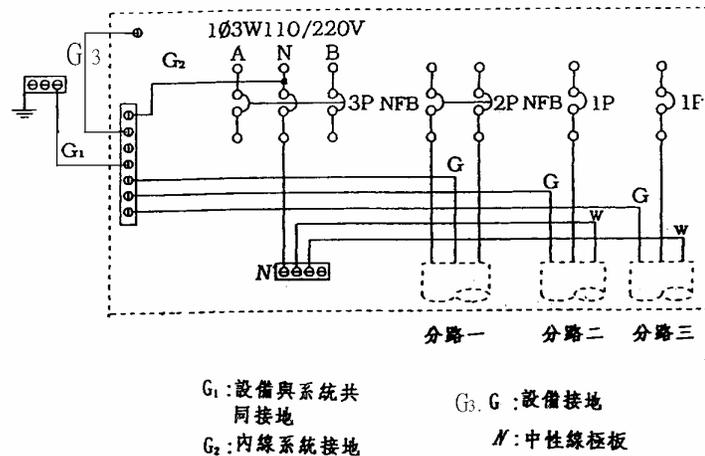
###### 1. NFB 及 ELB 簡介

無熔絲開關(NFB)之主要功用是防止電路過載及短路用，NFB 極數有 1P(極)、2P 及 3P 三種，一般選用 NFB 是以標示中的跳脫容量(額定容量)為主。在控制系統中之中性線(被接地線)，不可單獨使用無熔絲開關。連接無熔絲開關電路之導線，其導線安全電流，不可小於無熔絲開關安全電流之跳脫容量。若無熔絲開關負載為電動機時，為考慮其正常起動時不會跳脫，應依照電動機額定電流的 1.5 ~ 2.5 倍選用，電力工程分路導線應能承受電動機額定電流的 1.25 倍。

漏電斷路器(ELB)之主要功用是防止電力設備(電路)漏電，減少漏電感電事故產生，漏電斷路器有 3E 型及非 3E 型二種，3E 型有防止電路過載及短路的功用，非 3E 型則無。下圖所示為漏電斷路器(ELB)控制說明。



## 2. 開關配置方式之應用說明



※計得之負載大於 10 千瓦或分路在 6 路以上者，其接戶開關額定值應不低於 50 安。

## 3. 名詞解釋及應用

- ◆ 1Φ3W 110 / 220 V : 單相 3 線 110 / 220 伏特電壓。
- ◆ 3P (2P, 1P) NFB20A : 3 極 (2 極、1 極) 無熔絲開關 20 安培安全跳脫 (額定) 容量。
- ◆ 非接地 (火) 線 (A、B 或 R、S、T) : 指系統或電路中有輸出電壓源之導線，以紅、黑、藍色線為主。
- ◆ 被接地線 (N) : 指系統或電路導線內被接地之導線 (1Φ3W 110V/220V 或 3Φ4W 中性線)，為白色線。
- ◆ 下列接地線 (G-) : 必須為綠色線，此電源導線可穩定接地電位及導引漏電故障電流。
- ◆ 設備接地線 (G、G<sub>3</sub>) : 指建物開關箱內的接地線極板，連接至電力設備及器具之電源導線。
- ◆ 內線系統接地線 (G<sub>2</sub>) : 在電力總開關電源側，將電力公司的接地系統，並接一電源導線至建物開關箱內的接地線極板。
- ◆ 設備與系統共同接地線 (G<sub>1</sub>) : 指開關箱內的接地線極板，連接建物接地系統之電源導線，。

#### 4. 接地線線徑之選用

內線系統單獨接地或與設備共同接地之接地引接線線徑  
(G1 or G2)

接戶線中之最大截面積 ( mm <sup>2</sup> )	銅接地導線大小 ( mm <sup>2</sup> )
30 以下	8
38 ~ 50	14
60 ~ 80	22
超過 80 ~ 200	30
超過 200 ~ 325	50
超過 325 ~ 500	60
超過 500	80

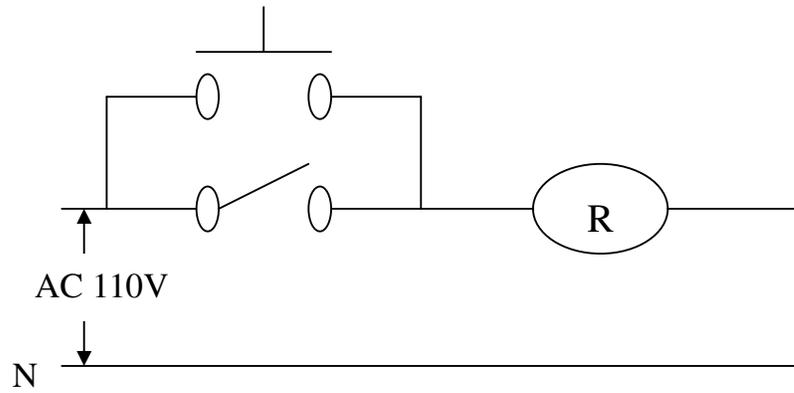
(G or G3) 用電設備單獨接地之接地線或用電設備  
與內線系統共同接地之連接線線徑

過電流保護器之額定或標置	銅接地導線之大小
20A 以下	1.6mm ( 2.0mm <sup>2</sup> )
30A 以下	2.0mm ( 3.5mm <sup>2</sup> )
60A 以下	5.5mm <sup>2</sup>
100A 以下	8mm <sup>2</sup>
200A 以下	14mm <sup>2</sup>
400A 以下	22mm <sup>2</sup>
600A 以下	38mm <sup>2</sup>
800A 以下	50mm <sup>2</sup>
1000A 以下	60mm <sup>2</sup>
1200A 以下	80mm <sup>2</sup>
1600A 以下	100mm <sup>2</sup>
2000A 以下	125mm <sup>2</sup>
2500A 以下	175mm <sup>2</sup>
3000A 以下	200mm <sup>2</sup>
4000A 以下	250mm <sup>2</sup>
5000A 以下	350mm <sup>2</sup>
6000A 以下	400mm <sup>2</sup>

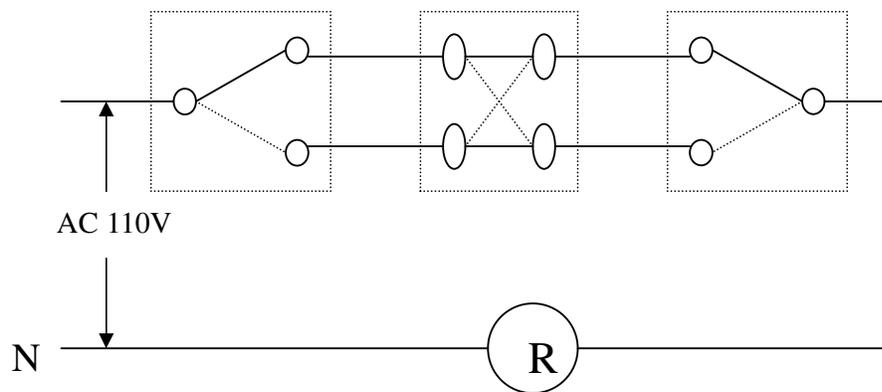
註：移動性電具，其接地線與電源線共同置於軟管或電纜內時，得與電源線同等線徑。

## (二)、室內開關與插座之應用

### 1. 單切開關與按鈕開關之實習

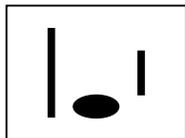


### 2. 三路開關及四路開關之實習

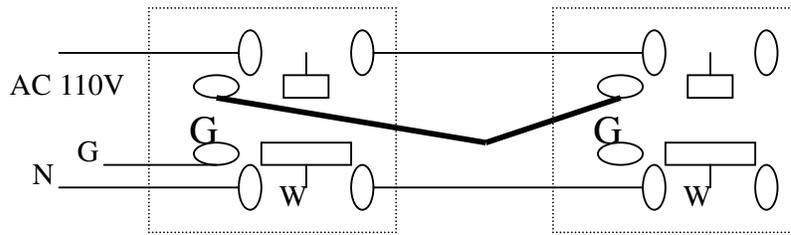


### 3. 插座

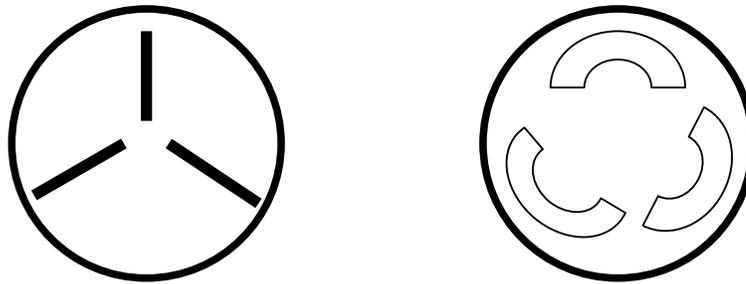
單相單插座：

一 般	125V 15A 	250V 20A 
	125V 15A 	250V 20A 

單相雙併插座附接地端子型，其背面圖號及接線方式：



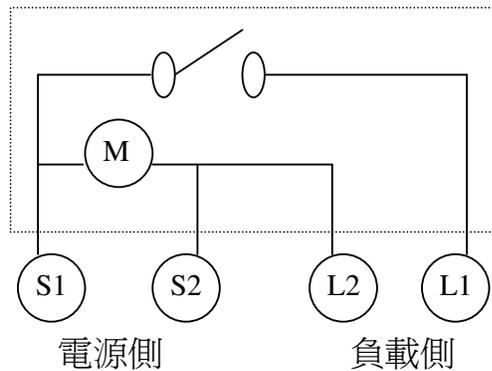
三相單插座：



### (三)、定時開關及自動點滅器之應用

1、國際牌 TB-358(220v)定時器之應用：此定時器是應用定時時鐘邊的撥桿，控制開關開或關的動作，每一撥桿控制時間為 15 分鐘。

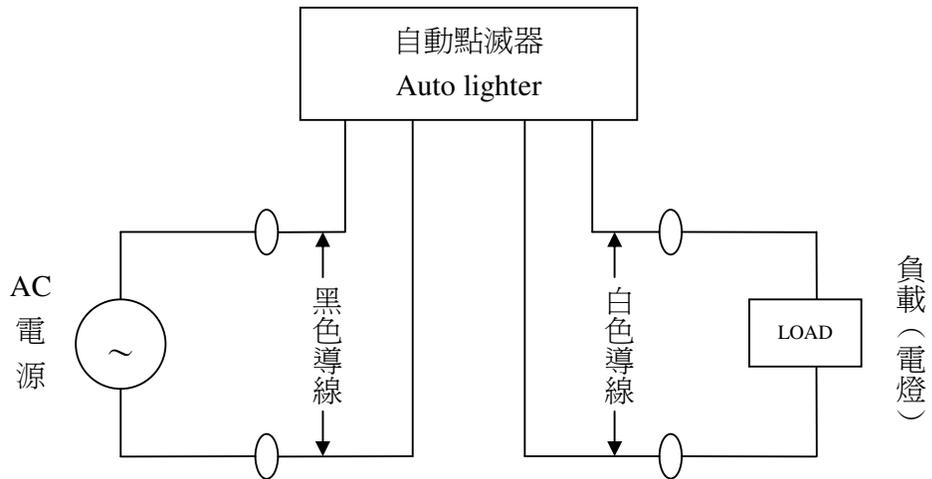
定時開關電路控制圖：



## 2、自動電燈點滅器之應用：

一般自動電燈點滅器是由內部的光敏電阻，控制輸出接點，此感光元件（自動電燈點滅器），若離負載光源（電燈）太近，則會有誤動的現象產生，此點在安裝應用時須注意。

自動電燈點滅器電路控制圖：



#### (四)、日光燈

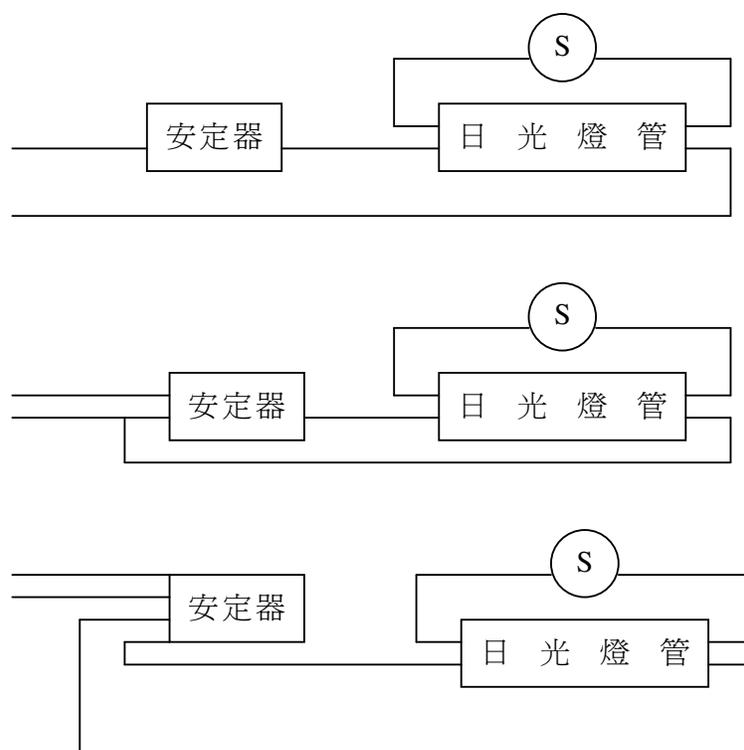
##### 1. 單支日光燈具的組成

此燈具的組成，一般是由安定器、起動器(S)及燈管組成，但在少數的燈具中（如電子安定器），不須起動器。若燈具有 n 支燈管，則安定器及起動器就有 n 組，燈管瓦(W)數大小，其安定器及起動器的搭配也有所不同。常用燈管有長條型及圓型，其瓦數有 10~40W。安定器則分為一般型及省電型二類，在安定器上方，會明顯標示使用瓦數及日光燈接線圖，安定器的連接線以 2~4 根為主。在起動器之選用上，以 1P 及 4P 為主，10~30W 日光燈選用 1P，40W 日光燈則選用 4P。

##### 2. 日光燈的維修

日光燈管及起動器(S)是較易損壞及維修的地方，只要選對規格更換(不良品除外)，一般都可將故障排除，若日光燈具已更換日光燈管及起動器，其日光燈管無法亮起或亮起燒毀，此時就須更換安定器，安定器的不良品會產生雜音，日光燈的接線方式，大多數會標示在安定器上方。

##### 3. 日光燈的接線方式



## 五、自動控制開關之應用

### (一)、接點符號及文字記號

#### 接點符號

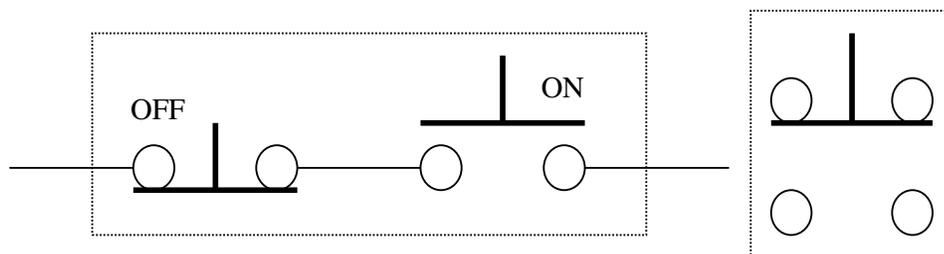
名稱	圖 符 號		備 註
	a 接 點	b 接 點	
電磁接觸器接點			
手 動 接 點			例：切換開關接點、 (C 接點) 單路開關，三路開關
手 動 操 作 自 動 復 歸 接 點			例：按鈕開關接點
機 械 接 點			例：極限開關接點
電 驛 接 點			例：電力電驛接點 保持電驛接點
壓力開關等之接點			例：近接開關
手動復歸接點			例：積熱電驛接點
通電延時限時動作 瞬時復歸接點			例：On Delay 限時電驛接點
斷電延時瞬時動作 限時復歸接點			例：Off Delay 限時電驛接點

## 文字記號

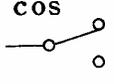
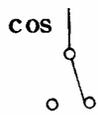
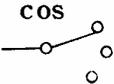
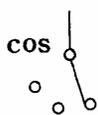
文字記號	名稱	文字記號	名稱
AUT ( A )	自動 ( Automatic )	N	中性線 ( Natural )
BL	電鈴 ( Bell )	NFB	無熔絲開關 ( No Fuse Breaker )
BZ	蜂鳴器 ( Buzzer )	OFF	斷路，跳脫
C	電容器 ( Condenser )	ON	閉路，投入
CB	電機控制箱 ( Control Board's Box )	PB	接鈕開關 ( Push Botton SW. )
COS	切換開關 ( Change Over SW. )	PC	近接開關 ( Proximity Control SW. )
CS	選擇開關 ( Choose SW. )	PL	指示燈 ( Pilot Lamp )
D	下 ( Down )	REV	逆向 ( Reverse )
D-F	栓型保險絲 ( D-Fuse )	RL	紅燈 ( Red Lamp )
EMS	緊急開關 ( Emergency SW. )	RST	復置 ( Reset )
F	保險絲 ( Fuse )	RY	電驛 ( Relay )
FWD	順向 ( Forward )	S	開關 ( Switch , SW. )
G	接地 ( Ground )	SET	設置
GL	綠燈 ( Green Lamp )	STOP	停止
IM	感應電動機 ( Induction motor )	TB	端子台 ( Terminal Block )
KR	保持電驛 ( Keep Relay )	TH-RY	積熱電驛 ( Thermal Relay )
LS	極限開關 ( Limit SW. )	TR	限時電驛 ( Timer Relay )
M	電動機 ( Motor )	TS	手捺開關 ( Touch SW. )
MA ( M )	手動 ( Manual )	U	上 ( Up )
MC	電磁接觸器 ( Magnetic Contactor )	WL	白燈 ( White Lamp )
MCF	正轉用電磁接觸器	X	電力電驛 ( Power Relay )
MCR	逆轉用電磁接觸器	YL	黃燈 ( Yellow Lamp )
MS	電磁開關 ( Magnetic SW. )		

## (二)、按鈕開關及切換開關

1. 壓扣及復歸型按鈕開關：復歸型按鈕開關在壓放開關(ON)鍵時，按鈕開關會回復原接點(OFF)位置，壓扣型則定位在(ON)的位置，若要回復原接點(OFF)位置，則須壓放(OFF) 開關鍵。圓型按鈕開關之裝置孔徑有 25mmΦ 及 30mmΦ 二種，其接點有 1a1b 及 2a2b 二型式。

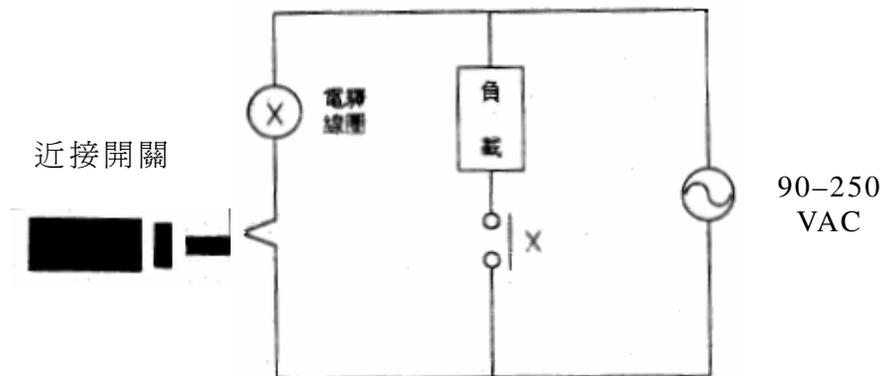


2. 按鈕開關鍵其顏色代表之意義
- 綠色按鈕：通常應用在電動機起動及運轉，但紅色以外亦可使用。
  - 紅色按鈕：必須應用在電動機停止、緊急停止及電源切斷等場所，若停止及緊急停止按鈕開關，二者同在一起時，尺寸相同中的紅色鍵為緊急停止鍵，另一停止鍵則由其它顏色取代(綠色除外)，若二者皆為紅色鍵且尺寸不同時，尺寸較大者為緊急停止鍵。
  - 黃色按鈕：當電路異常狀況產生時(如過載時所產生蜂鳴器之聲響)，其解除鍵通常為黃色。
3. 切換開關之應用：圓型切換開關之裝置孔徑有 25mm $\Phi$  及 30mm $\Phi$  二種，其接點有 1a1b 及 2a2b 二型式。切換開關有二段及三段式之分。名稱與符號如下表所示：

名 稱		符 號	
扭 轉 操 作	切換開關 二段式		
	切換開關 三段式		

### (三)、近接及光電開關的種類及應用

- 近接開關：為鐵金屬靠近時，其接點即動作的一種器具，故名近接開關，其作用原理有靠磁性、高週波振盪、靜電、超音波等，動作距離約 10mm~120mm，分為交流及直流二種。其交流二線式近接開關有廣泛的動作電壓(90~250VAC)，在輸出之電路上，必須先串接一負載後，才可接送電源，否則近接開關將會損壞。



- 光電開關：在投光器與受光器間，應用遮光方式，控制開關內的電磁接點(電驛)，其感測距離較遠，一般應用在防盜及大門自動開關之場所。

#### (四)、極限開關與浮球開關：

極限開關又稱為限制開關(小型極限開關又稱為微動開關)，係應用機械式原理，改變開關接點狀態，一般應用在自動門、升降機及輸送帶等場所。

浮球開關是在極限開關上，裝設一浮球裝置所組成，此開關一般應用在蓄水池液面控制。

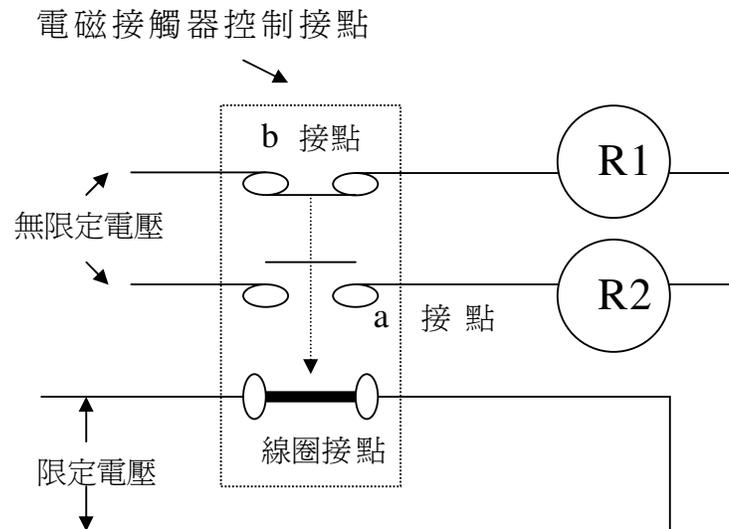
#### (五)、電磁開關

##### 1. 電磁開關的組合

電磁開關是由電磁接觸器與積熱(熱動)電驛組成，其用途一般作為電動機之過電流保護器及操作開關。

##### 2. 電磁接觸器的應用

電磁接觸器線圈外加電壓以交流為主，其型式有可逆式及非可逆式二種，可逆式在二電磁接觸器中，設置一機械式互鎖裝置，其主要功用是要防止二電磁接觸器同時吸磁，避免短路事故的產生，另一非可逆式電磁接觸器，則無此功能。在電磁接觸器上有主接點與補助接點區別，且各組 a、b 接點皆為獨立之二點，主接點在中央部位之電源側以 R、S、T 表示，負載側以 U、V、W 表示，主接點可承受較大負載之電流。其控制接點的應用方式如下圖。



### 3. 電磁接觸器的規格

電磁接觸器依主接點開斷額定電流方式，區分級別如下：

美制規格：

級別	額定電流 之倍數 接點打開	額定電流 之倍數 接點閉合	用途
A	10 倍以上	10 倍以上	鼠籠式感應電動機使用
B	5 倍以上	5 倍以上	繞線型感應電動機使用
C	2 倍以上	2 倍以上	電熱器（電阻性負載）用

台灣 CNS 國家標準：

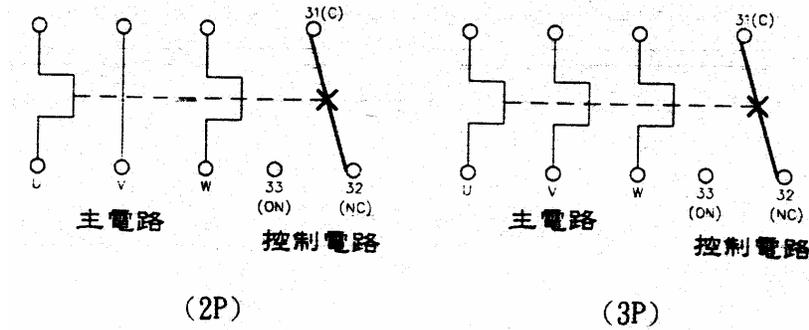
級別	額定電流 之倍數 接點打開	額定電流 之倍數 接點閉合	用途
AC1	1.5 倍以上	1.5 倍以上	非感應性或低感應性電阻
AC2B	4 倍以上	4 倍以上	繞線型感應電動機起動與停止
AC2	4 倍以上	4 倍以上	繞線型感應電動機起動、寸動、逆相制動
AC3	10 倍以上	8 倍以上	鼠籠式感應電動機起動與停止
AC4	12 倍以上	10 倍以上	鼠籠式感應電動機起動、寸動、逆相制動

### 4. 電磁接觸器容量之選用

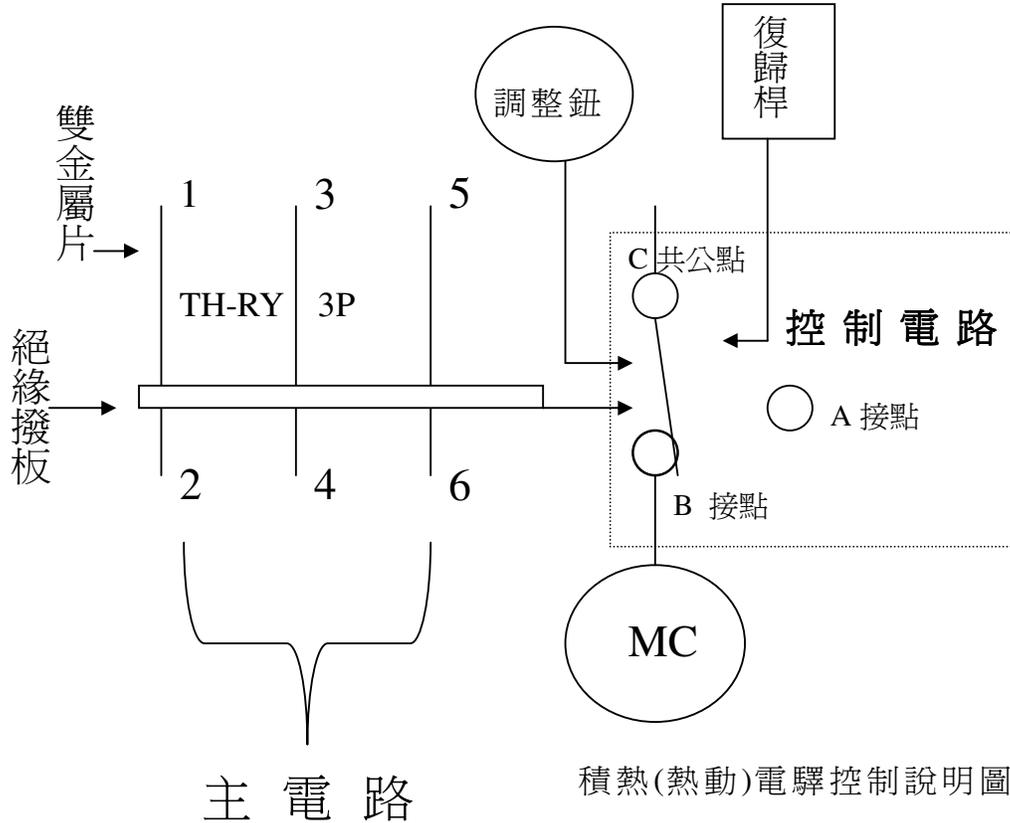
電磁接觸器一般的額定容量標示，以仟瓦(KW)或馬力(HP)為主(1HP=746W)，其電壓額定容量以 3Φ 220V 電壓為準。在單相電動機應用中，是以電動機型式（繞線、鼠籠式）及動力（HP 或 kW）大小，直接選用。在三相電動機中，直接起動者，選用方式與單相電動機相同；Y-Δ 起動運轉者，會因 MCS、MCD、MCM 的設置不同，改變選用計算方式，Y-Δ 起動為降壓起動，起動電流較 Δ 直動起動運轉方式減少 2/3（電流比 Y/Δ=1/3）；電工法規規定，220V（380V）供電，電動機容量超過 15HP（50HP）以上者，須降壓起動。

### 5. 積熱(熱動)電驛(TH-RY)之應用

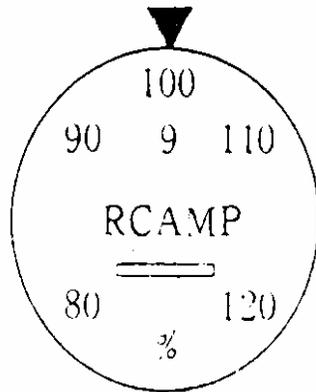
積熱(熱動)電驛又稱過負載或過電流電驛，一般應用在電動機上，其主要功用為防止電路(電動機)過載損壞。在積熱(熱動)電驛上有主電路與控制電路區別，主電路內一般以雙金屬片原理製成，負載電流通過導流金屬，以直接(直熱式)或間接(傍熱式)加熱方式控制雙金屬片，分為2P及3P(極)二類型，3P應用在三相電路中有欠相保護功能。



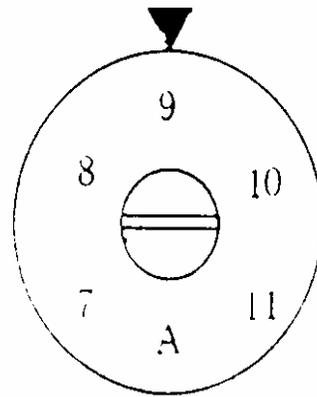
主電路一端接點與電磁接觸器負載側 U、V、W 連接，由主電路雙金屬片控制控制電路，控制電路連接一復歸桿，此復歸桿可分為手動及自動-手動二類型。在控制電路上方另有一跳脫電流調整鈕，其標示方式有百分比法、電流表示法及倍數法等，積熱電驛控制接點及跳脫電流調整鈕的應用方式如下圖。



## 跳脫電流調整鈕控制



百分率法



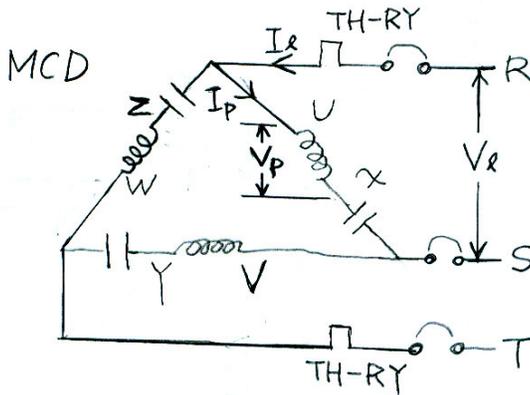
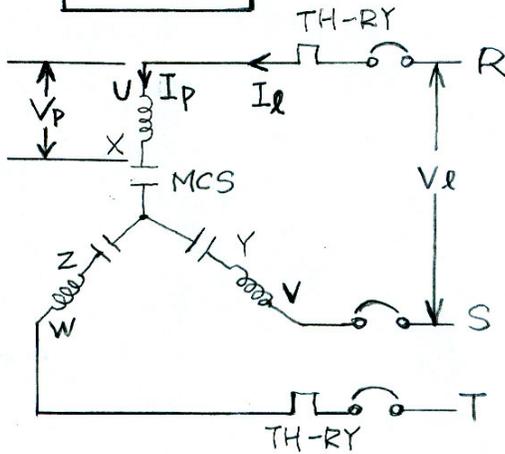
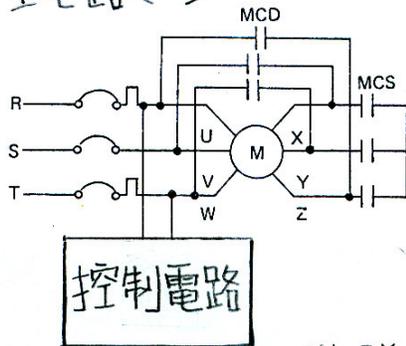
電流表示法

跳脫電流調整鈕控制說明圖

在電動機使用設定上，運轉因數(Service Factor 或過載因數)高於 1.15 及溫度不超過 40°C 者，設定值為額定電流之 1.25~1.4 倍，不屬於上二項之電動機者，其設定值為額定電流之 1.15~1.3 倍。若依上式設定，不足以使該電動機完成起動或擔負負載時，其設定最大值，以不超過銘牌標示之全載額定電流值之百分比為準則。在電路設置上，會因放置位子的不同，改變設定方式。

電磁開關規格的選用及設定方式如下：

主电路(-)



$$Y \begin{cases} I_l = I_p \\ V_l = \sqrt{3} V_p \end{cases}$$

$$\Delta \begin{cases} I_l = \sqrt{3} I_p \\ V_l = V_p \end{cases}$$

$l$  = 線电流 (压)

$p$  = 相电流 (压)

$$Y = I_l = I_p = \frac{V_p}{Z} \quad \therefore V_p = \frac{V_l}{\sqrt{3}}$$

$$\therefore I_l = \frac{\frac{V_l}{\sqrt{3}}}{Z} = \frac{V_l}{\sqrt{3} Z}$$

$$\Delta = I_l = \sqrt{3} I_p = \sqrt{3} \frac{V_p}{Z}$$

$$\therefore V_p = V_l \quad \therefore I_l = \frac{\sqrt{3} V_l}{Z}$$

$$\therefore \frac{I_{Yl}}{I_{\Delta l}} = \frac{\frac{V_l}{\sqrt{3} Z}}{\frac{\sqrt{3} V_l}{Z}} = \frac{1}{3}$$

$$TH-RY = \left. \begin{array}{l} \text{電動機} \\ \text{額定电流} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \times 1.15 \\ \times 1.4 \end{array}$$

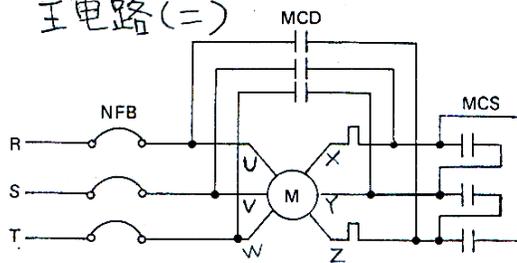
$$MCS = \left. \begin{array}{l} \text{電動機} \\ \text{額定电流} \end{array} \right\} \times \frac{1}{3}$$

$$\text{或 } HP (KW) \times \frac{1}{3}$$

$$MCD = \left. \begin{array}{l} \text{電動機} \\ \text{額定电流} \end{array} \right\} \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\text{或 } HP (KW) \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

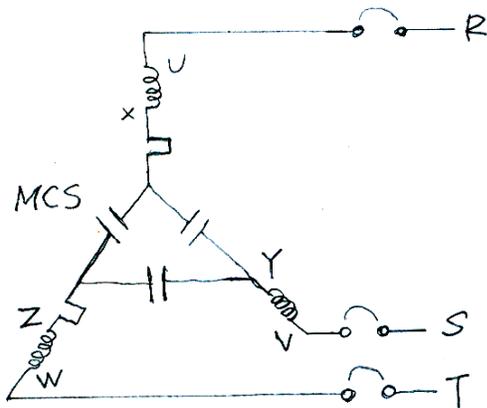
主电路(=)



$$Y \begin{cases} I_L = I_P \\ V_L = \sqrt{3} V_P \end{cases}$$

$$\Delta \begin{cases} I_L = \sqrt{3} I_P \\ V_L = V_P \end{cases}$$

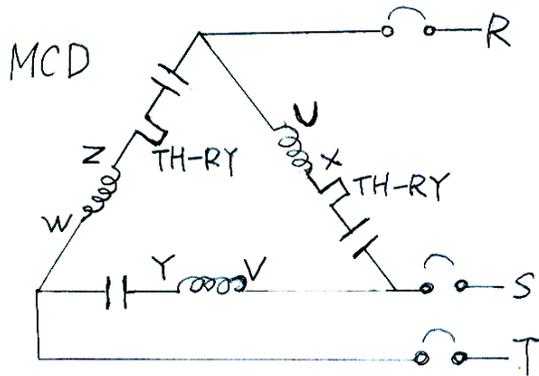
$$\frac{I_{YL}}{I_{\Delta L}} = \frac{1}{3}$$



$$MCS = \frac{\text{电动机}}{\text{额定电流}} \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\text{或 } HP(KW) \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

MCS  $\Delta$ 接法, 可减少  
欠相情况产生或降  
低成本。

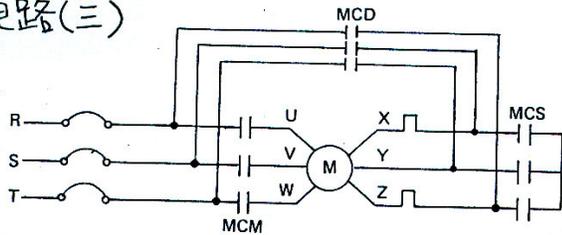


$$MCD = \frac{\text{电动机}}{\text{额定电流}} \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

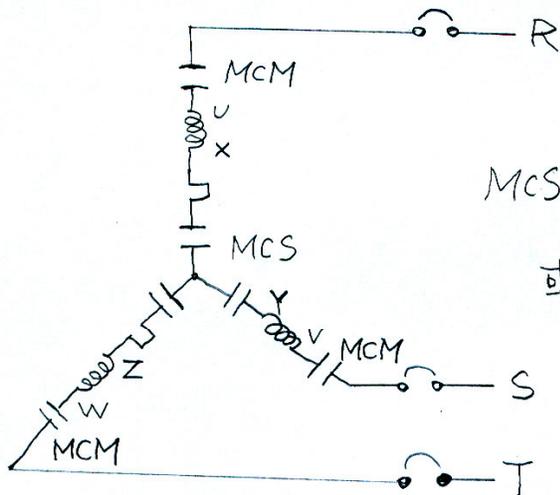
$$\text{或 } HP(KW) \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$TH-RY = \frac{\text{电动机}}{\text{额定电流}} \times \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{1.15}{1.4}$$

主电路(三)



多設置一MCM主要用意，  
是防止電動機線圈有  
電壓存在及線圈絕緣  
之劣化，在維修MCS  
及電動機時較方便。



$$Y \begin{cases} I_L = I_P \\ V_L = \sqrt{3} V_P \end{cases}$$

$$MCS = \text{電動機} \times \frac{1}{3}$$

額定電流

$$\text{或 } HP(kw) \times \frac{1}{3}$$

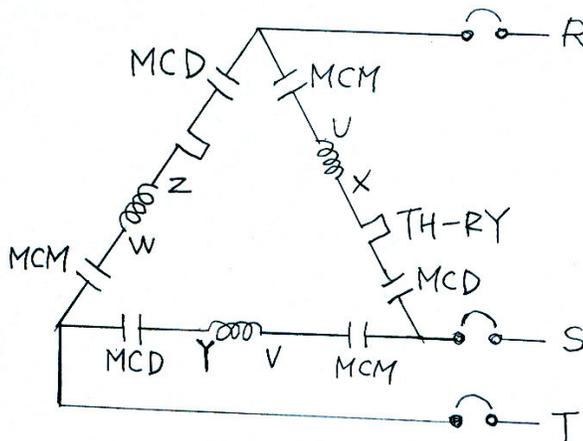
$$\Delta \begin{cases} I_L = \sqrt{3} V_P \\ V_L = V_P \end{cases}$$

$$MCD = MCM$$

$$= \text{電動機} \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

額定電流

$$\text{或 } HP(kw) \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

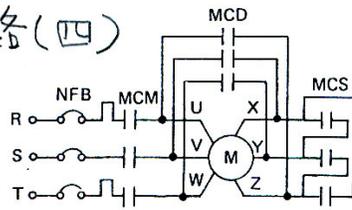


$$TH-RY = \text{電動機} \times \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{1.15}{1.4}$$

額定電流

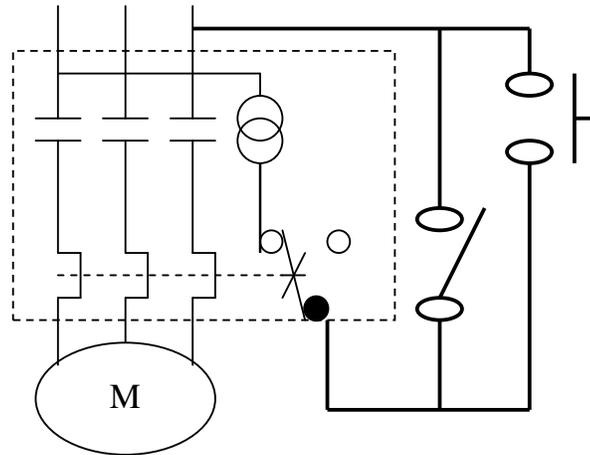
練習：

主电路(四)



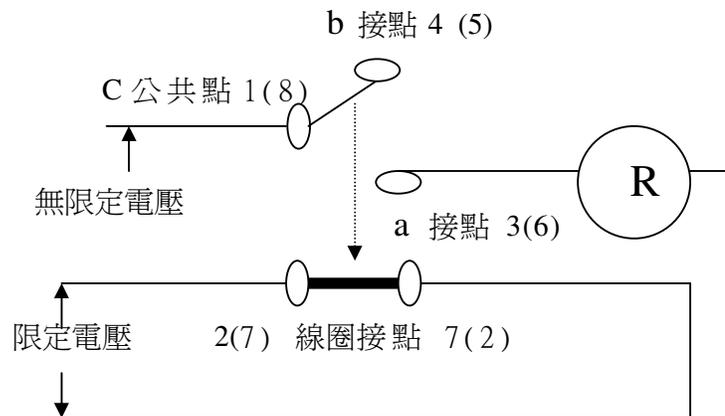
請將主电路(四)Y- $\Delta$ 起動運轉接線圖畫出, 並將NFB、MCS、MCD、MCM、TH-RY等器材, 標示選用方式於下方:

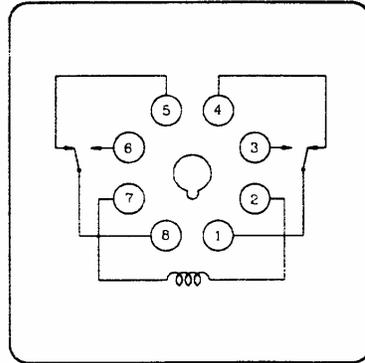
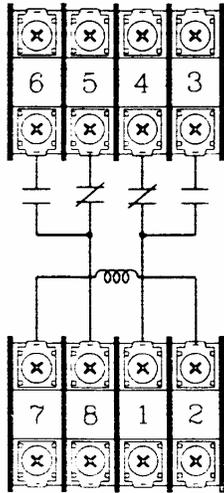
## 電磁開關基本控制之實習電路



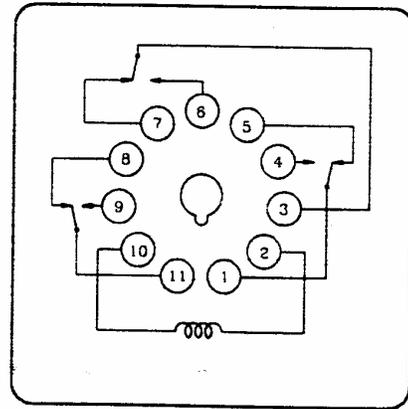
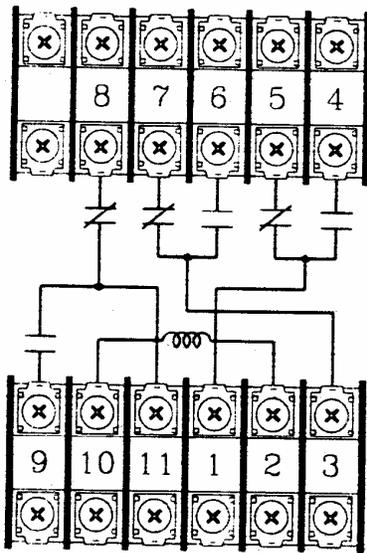
### (六)、電力電驛的構造及應用

電力電驛線圈外加電壓有直流及交流二種，功用與電磁接觸器相似，其控制接點承受電流較小，每一組 a、b 控制接點由 3 點組成，有 8 點式(2 組 a、b 控制接點)電力電驛及 11 點式(3 組 a、b 控制接點)電力電驛，其控制接點的應用方式如下圖：





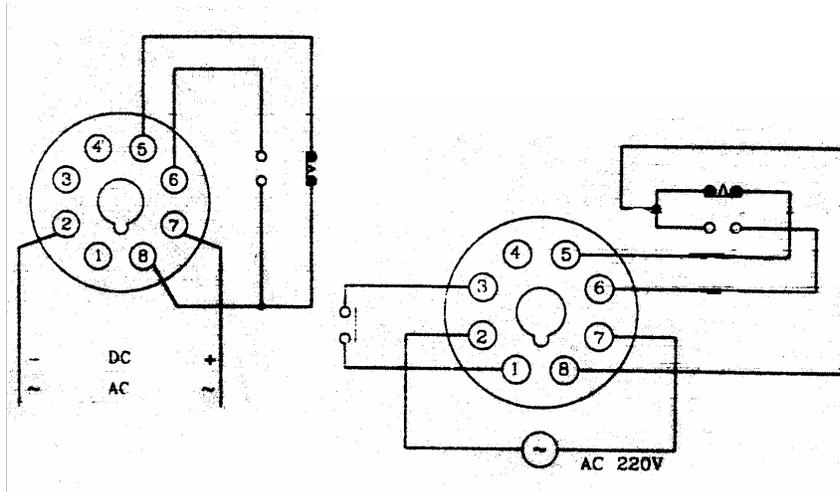
電力電驛內部接線圖(MK-2P)



電力電驛內部接線圖(MK-3P)

### (七)、限時電驛的構造及應用

限時電驛是一種定時控制裝置，可分為通電(ON)延時式電驛、斷電(OFF)延時式電驛及雙設定(ON-OFF)延時式電驛，內部接點如下圖所示：



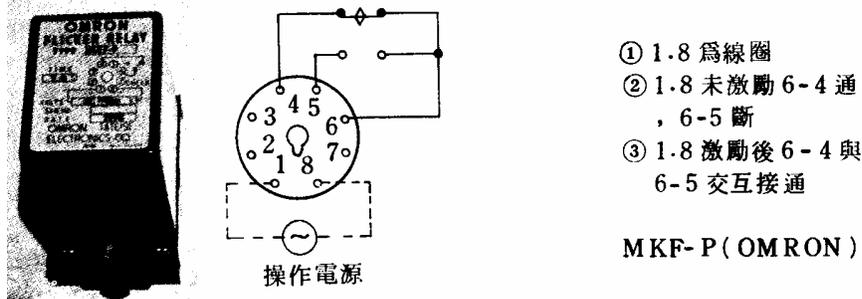
控制接點的應用方式如下圖：

名稱		符號	動作時序 (t: 設定時間)
線	圈		
電 驛	常開接點	a 接點	
	常閉接點	b 接點	
通電 延遲式	限時動作 瞬時復歸	a 接點	
	限時動作 瞬時復歸	b 接點	
斷電 延遲式	瞬時動作 限時復歸	a 接點	
	瞬時動作 限時復歸	b 接點	
雙 設定 延遲式	閃爍動作	a 接點	
	閃爍動作	b 接點	

圖 限時電驛接點符號及動作圖

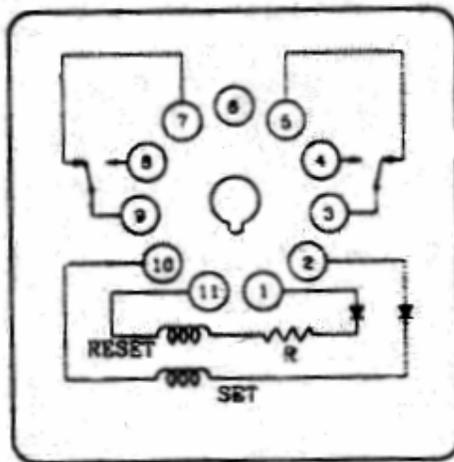
### (八)、閃爍電驛的構造及應用

閃爍電驛是一種定時訊號(ON-OFF)切換裝置，一般應用在交通號誌、廣告燈及警報電路上，其控制接點的應用方式如下圖：



### (九)、保持電驛的構造及應用

保持電驛又稱閉鎖電驛，其接點控制與電力電驛相似，但多了一組控制線圈，ON-OFF 接點由二組線圈控制切換，一般應用在升降機及二部電動機交替運轉電路上，其控制接點的應用方式如下圖：



保持電驛內部接線圖 (MK-2KP)

### (十)、指示燈顏色代表之意義

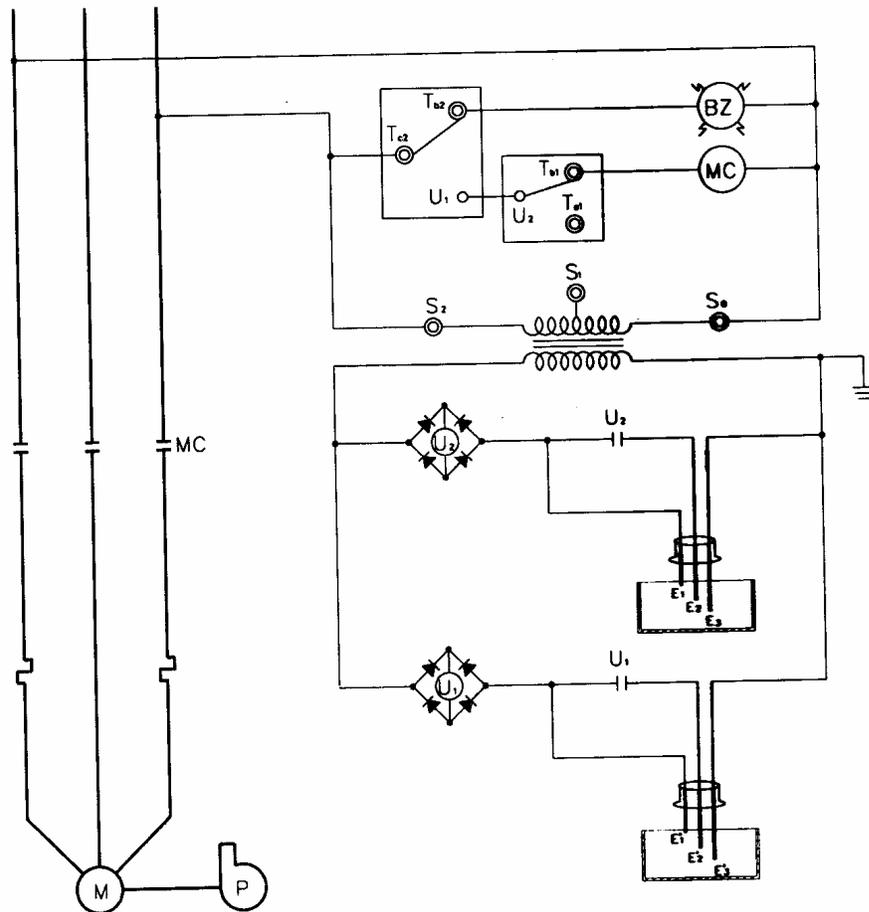
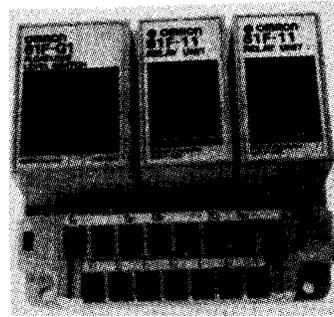
- 綠色(GL)：電動機停止中；開關器的開路、安全及復歸。
- 紅色(OL)：電動機運轉中；開關器的閉合、注意及故障。
- 黃色(YL)：注意及警告。
- 白色(WL)：一般應用在電源指示燈。
- 無色透明(TC)：接地相的表示。

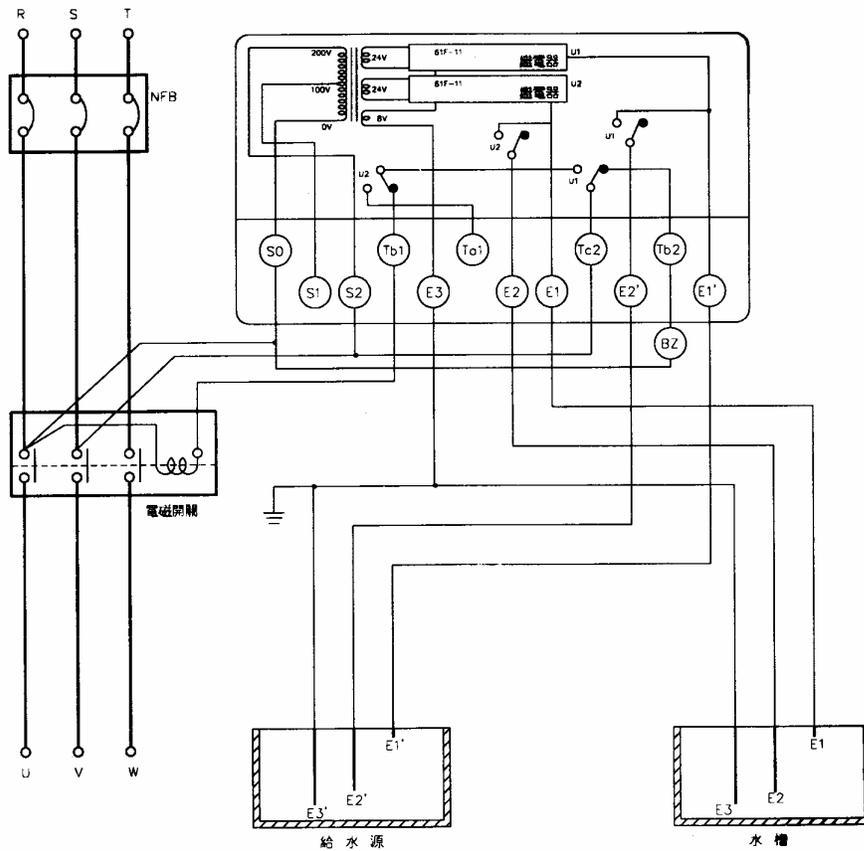
### (十一)、蜂鳴器之應用

蜂鳴器外加電壓有直流及交流二種，一般應用在警告電路上，可作為電路異常時的指示。

## (十二)、液面控制器的構造及應用

在蓄水池液面控制應用上，液面控制器比浮球開關多了液面精準控制、故障少及安全實用的優點，其價錢是最大缺點，右圖所示為 OMRON 61F-G1 液位控制器外觀，控制電路與應用。

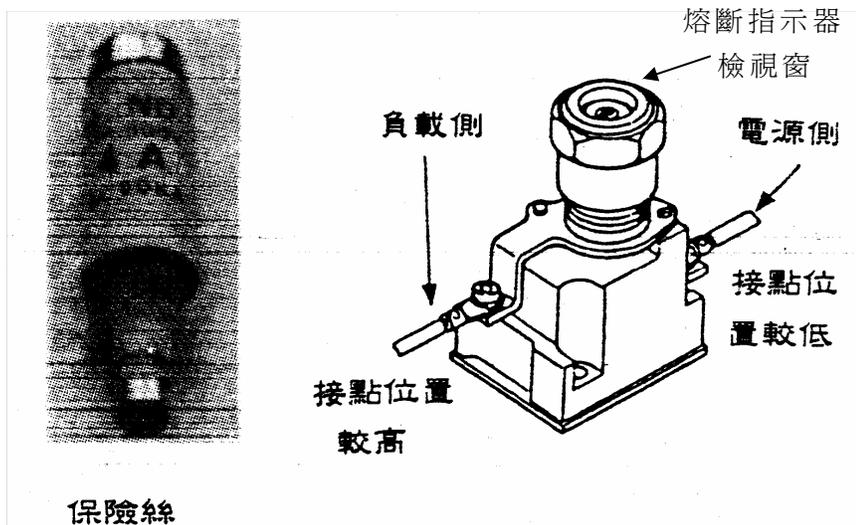




61F-G1 液位控制器之應用

### (十三)、栓型保險絲之應用

栓型保險絲一般應用在控制電路上，在使用時，必須放置在栓型保險絲之底座內，其上方有一(熔斷指示器)檢視窗，在栓型保險絲內有消弧材質，可啓斷較大(150A)負載容量，栓型保險絲內熔絲熔斷後，其熔斷指示器會被彈出，此控制接點的接線方式如下圖。



保險絲

## 六、單相電動機的簡易維修及電動機輸出接點的接線方式

單相電動機在無法起動或起動困難時，可做簡易維修的項目中，以電容器及碳刷為主，其故障原因及檢測方式如下：

- 交流電容器：會因劣化問題產生電容量不足、短路、斷路及碰殼故障，其檢測方式，可在電容器輸出二點，接上一 10A 保險絲及交流 110V 電壓源，若保險絲燒斷則表示電容器短路；保險絲未燒斷則表示電容器正常充電或斷路，在數秒後移除電源，並在電容器輸出二點，做短路測試，無火花表示電容器斷路，有火花表示電容器可以充電，若火花微弱則表示電容量不足；碰殼故障問題，可由三用電表電阻檔，量測判定電容輸出二點與外殼間的導通(碰殼)現象。
- 碳刷：碳刷與轉子間的接觸，會因碳刷過度磨損(故障主因)或積垢而產生電力接觸不良的情形，當過度磨損時，可由外觀看出，直接更換，或在碳刷底座加墊一導電金屬(裸銅線)，增加碳刷使用時間。若是積垢問題，只須將積垢去除即可。

電動機(單相及三相)輸出接點的接線方式，可由不同的接線組合，改變電動機輸出運轉方向或輸入電源大小。下圖為永元電動機的接線圖號：

### 單相電動機

正轉

反轉

	3	6-2	3-6	2
低電壓				
	1-5	4	1	5-4
	↑	↑	↑	↑
	3 - 6 - 2		3 - 6 - 2	
高電壓				
	1-5	4	1	5-4
	↑	↑	↑	↑

### 三相電動機

低電壓 (Δ接線)

高電壓 (Y接線)

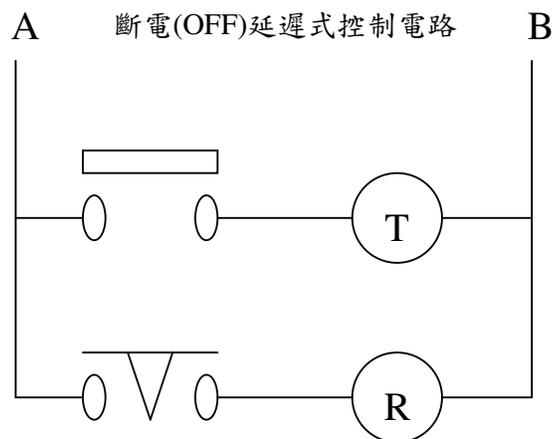
6 (w2)	4 (u2)	5 (v2)	6 (w2) - 4 (u2) - 5 (v2)		
1 (u1)	2 (v1)	3 (w1)	1 (u1)	2 (v1)	3 (w1)
R ↑	S ↑	T ↑	R ↑	S ↑	T ↑

※三相電動機只須調整三相電源 (RST) 中的任二相，就可完成正反轉的調動。

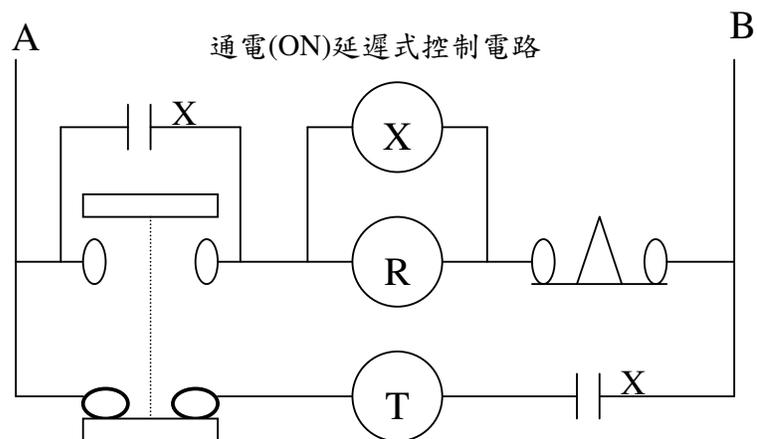
## 七、自動控制電路之應用

### (一)、限時電驛控制電路

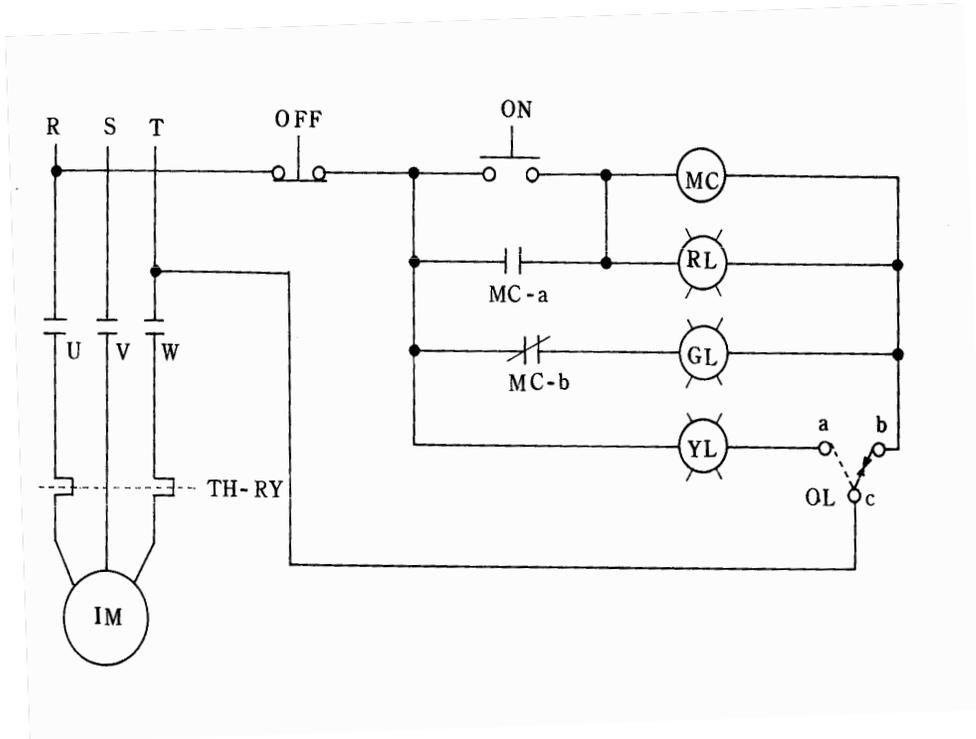
#### 1. 斷電延遲式控制電路



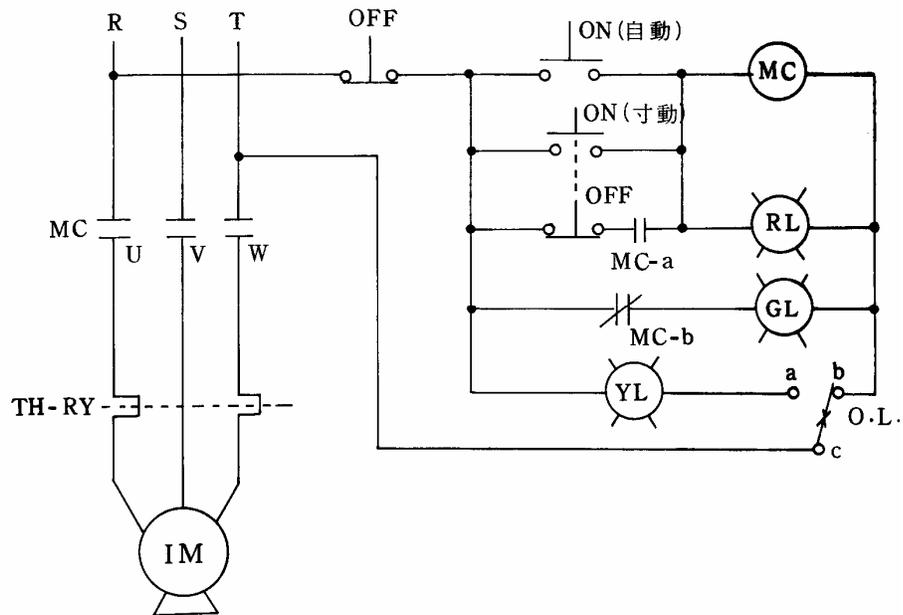
#### 2. 通電延遲式控制電路



(二)、三/單相電動機接線與自保電路

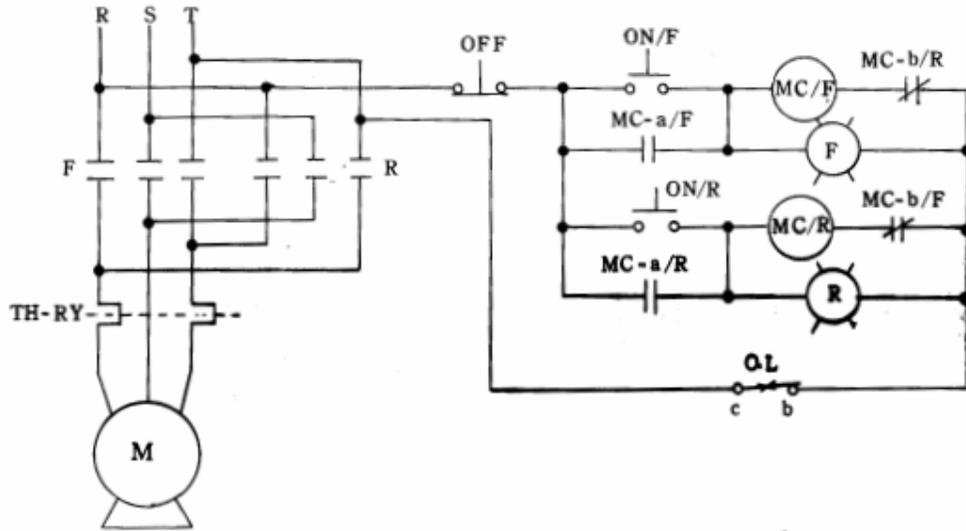


(三)、三/單相電動機自動、停止及寸動控制電路

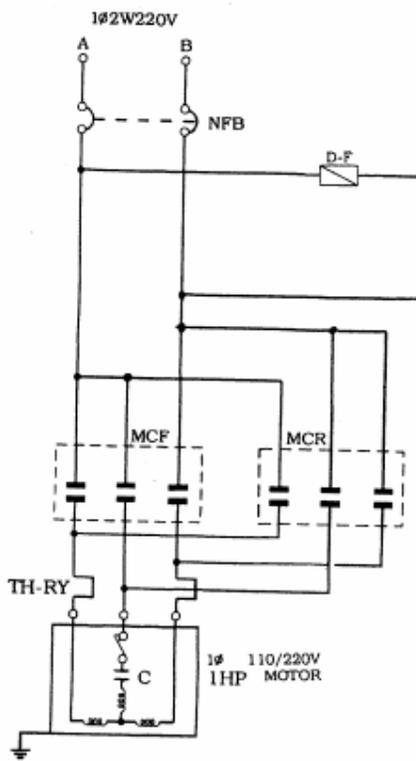


#### (四)、三/單相電動機正逆轉控制電路及互鎖電路

##### 1. 三相電動機正逆轉控制電路 1 及互鎖電路



##### 2. 單相電動機正逆轉控制電路 2



## 八、工業配線控制箱實習操作

- (一)、手動自動液面控制電路
- (二)、電動機故障警報控制電路
- (三)、兩部電動機自動交替運轉控制電路
- (四)、單相感應電動機正逆轉控制電路
- (五)、簡易升降機控制電路
- (六)、近接開關控制電動機交互運轉與停止控制電路
- (七)、備用電源停電自動切換控制電路

註：線路圖置於實習箱內

## 九、參考文獻

- 洪文治。1973。電工實習（上）。三民書局。
- 洪文治。1973。電工實習（下）。三民書局。
- 倪國彰。1990。低壓配電盤控制實務。前程出版社。
- 鮑金銓。1984。最新電工法規。前鋒出版社。
- 鄧登木。1995。乙種電匠訓練與題解。益眾資訊有限公司。
- 陳秋隆、何青佳。1980。電工工作法。全華科技圖書公司。