

動力群科電子報(教材教法) 交流電磁開關及其控制電路製作

一、概論

電磁開關或稱繼電器(Relay)，其控制方式有兩種，分為直流與交流控制，直流用的繼電器(Relay)如圖一所示，為車用之電器控制開關，如馬達、喇叭、頭燈等耗用電流較大零件之控制。而交流用的繼電器又名電磁接觸器(magnetic contactor，簡稱 MC)如圖二所示，為交流電動機所用之控制開關，可控制單相電動機(110V 或 220V)、與三相電動機。

汽車的頂車機及工場使用的冷氣，都是使用交流電動機來動作，其控制原理類似汽車直流繼電器，均是用小電流來控制大電流。因此，汽車維修人員只要有電學的基礎，要認識交流電路的控制並不困難，也許將來可以省下不少設備的維修費用。



圖一 繼電器

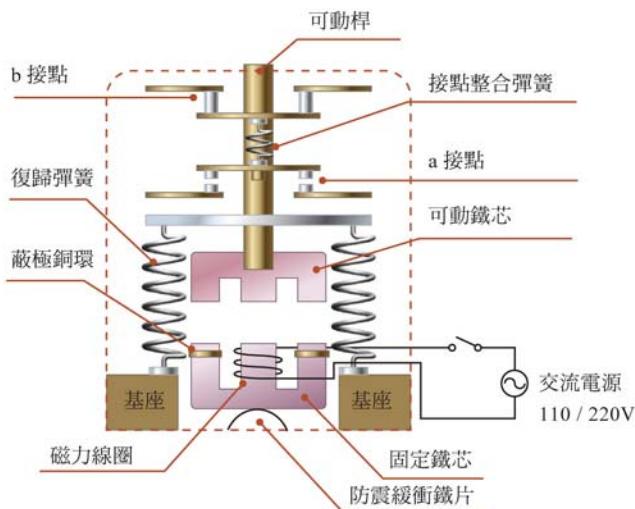


圖二 電磁接觸器與輔助接點

電磁開關內的接點是利用線圈的通電與否來控制，其線圈通電會產生磁場。若將線圈通交流電時，因為每一個正弦波有 2 次電流為零的點，故每秒會 120 次的磁場變化，因此，接點會在一秒內跳動 120 次。為了避免此一情況，交流電磁開關會在電磁接觸器的磁極套上蔽極銅環，如圖三所示。



(a) 實體圖



(b) 示意圖

圖三 電磁接觸器

現在我們就利用電磁接觸器來控制馬達電路，如圖四所示。動作原理如下：

①當無熔線斷路器(NFB)ON 時，電源 R 經過保險絲(Fuse)、電磁接觸器 b 接點(MCb)、綠色通電指示燈(GL)至電源 T 構成迴路，故綠色指示燈點亮。

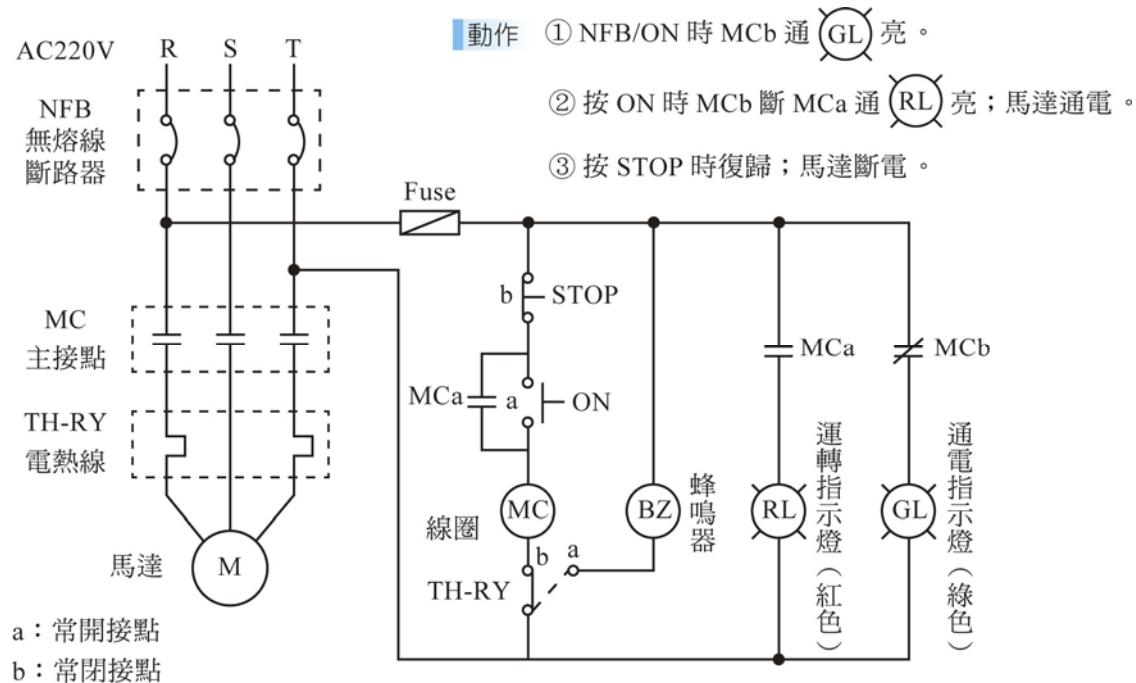
②當按下 ON 開關時，電源 R 經過保險絲(Fuse)、停止按鈕 STOP(b 接點)、運轉按鈕 ON(a 接點)、電磁接觸器(MC)線圈、積熱電釋(TH-RY)之 b 接點，至電源 T 構成迴路，故電磁接觸器鐵芯被吸下；其上之 b 接點(MCb)跳開綠色指示燈熄滅、a 接點(MCa)接合紅色指示燈(RL)點亮，同時電磁接觸器(MC)主接點(a 接點)也被吸合，此時馬達開始運轉。

另外，在運轉按鈕 ON 旁並聯的 a 接點(MCa)也被吸合接通；可以產生自保持之作用，即使運轉按鈕 ON 放開線圈仍會持續通電。

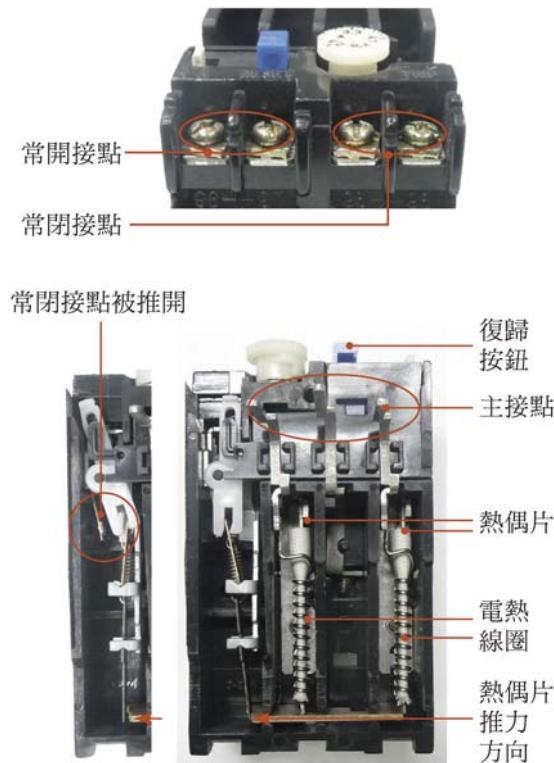
③欲使馬達停止時，可按下停止按鈕 STOP 使線圈斷電。此時，電磁接觸器(MC)主接點及輔助 a 接點均跳開，馬達即停止運轉，並回復動作①。

若馬達電流太大造成過載時，積熱電釋(Thermal-Relay，簡稱 TH-RY)的常閉接點(b 接點)即會跳開，如圖七所示。此時，電磁接觸器的線圈電路被切斷，馬達即無電流流過。同時積熱電釋的常開接點(a 接

點)閉合，蜂鳴器即可產生警告的作用。



圖四 電磁開關及其控制電路



圖五 積熱電驛外部接點及其內部電路

二、控制電路製作

依控制電路的動作來製作簡單的實習設備，以利教學的實施。以上分成四個步驟，依序為材料準備、配置元件、配線及其測試，詳細內容如下所示。

(一) 材料準備

設備製作所需材料，如圖八所示。其各項規格如下：



圖六 設備製作材料

表一：材料表

元件	規格	用途
無熔線斷路器(NFB)	3P250V30A	啟斷電源
電磁接觸器	AC220V	控制主、輔助接點
外加輔助接點	APS-11	擴增輔助接點數量
積熱電驛	12A	保護馬達避免過載
緊急按鈕開關	紅色 2a2b	b 接點，STOP 用

按鈕開關	2a2b	a 接點，ON 用
指示燈	紅色 220V	運轉指示用
指示燈	綠色 220V	供電指示用
蜂鳴器	220V	馬達過載警告用
端子台	3P,3 個	接電磁線圈用
端子台	12P	控制與指示元件用
單相感應電動機	220V 1/2HP	負載元件
三相感應電動機	220V 1HP	負載元件
PCV 被覆絕緣絞線	黑色,黃色	控制電路用
PCV 被覆絕緣絞線	黑色	主電源用
電線號碼套環	1~12 號各兩個	辨識元件接腳
三相電源插座	3P 或 4P	接三相電源
三相四線式電源線	紅、白、黑、綠(接地)	接電源插座與馬達負載用
橡皮腳座	4 個	支撐木芯板
木螺釘	1/4”,1/2”各 10 枝	固定支架元件用
電磁接觸器固定架	20cm	固定電磁接觸器用
木芯板	約 30cm*35cm	固定所有零件
元件固定座	自製	固定控制元件用
固定把手	自製	搬動模組用

(二)元件配置

依電路圖將主電路元件放置於左邊，而控制電路的元件放置於右邊，如圖七所示。端子台上依序編號並將控制元件的接點固定於其上，如圖八所示。



圖七 元件配置



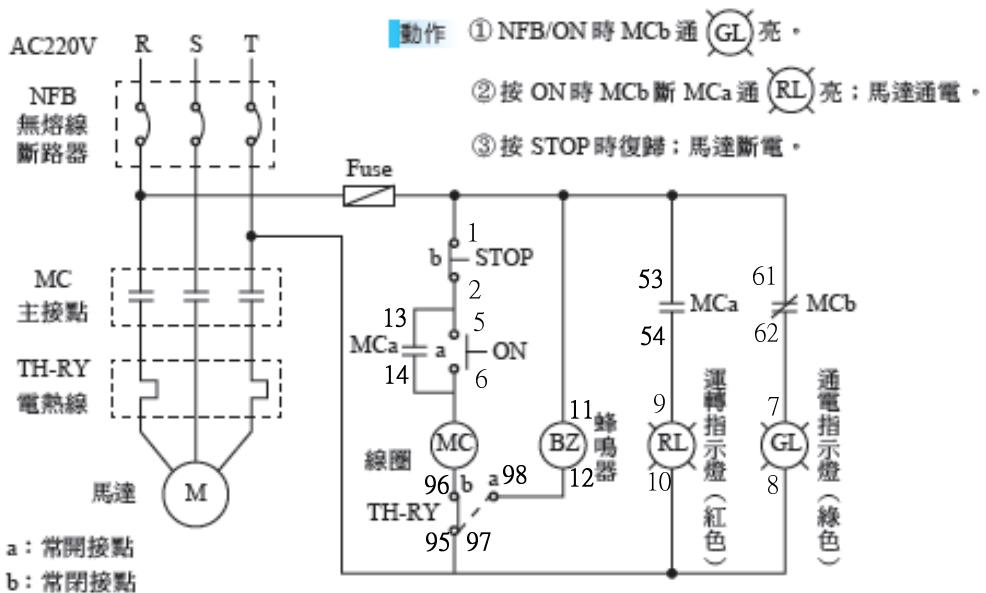
圖八 零件接線編號

(三)元件配線

1. 主電路配線步驟：

- (1). 三相電源線 R、S、T 接至無熔絲斷路器上端
- (2). 無熔絲斷路器下端接至電磁接觸器主接點 1L1、3L2、5L3
- (3). 電磁接觸器主接點 2T1、4T2、6T3 接至積熱電驛後端
- (4). 積熱電驛前端三點接至三相馬達 U1、V1、W1(馬達繞組需接成 Y 或)。若單相馬達則將積熱電驛前端兩點接至單相馬達 T1、T4(馬達繞組需串聯)。

將電路圖上之元件加以編號，如圖九所示。並將控制線由上至下、由左至右順序配置。



圖九 將電路圖元件編號

2. 控制電路配線步驟：

- (1). 無熔絲斷路器下端電源 R 接至 Fuse 左端
- (2). Fuse 右端接至 STOP 按鈕(N0. 1)
- (3). STOP 按鈕(N0. 1)再接至蜂鳴器(N0. 11)
- (4). 蜂鳴器(N0. 11)再接至外加輔助接點 MCa (N0. 53)
- (5). MCa (N0. 53)再接至外加輔助接點 MCb (N0. 61)

以上(2)~(5)步驟是將各元件接點並聯接至 Fuse 右端。

- (6). STOP 按鈕(N0. 2)接至 ON 按鈕(N0. 5)
- (7). ON 按鈕(N0. 5)再接至輔助接點 MCa (N0. 13)
- (8). 輔助接點 MCa (N0. 14)接至 ON 按鈕(N0. 6)
- (9). ON 按鈕(N0. 6)再接至 MC 線圈一端
- (10). MC 線圈另一端接至積熱電驛 b 接點(N0. 96)

(11). 積熱電驛 b 接點(N0. 95)接至積熱電驛 a 接點(N0. 97)

(12). 積熱電驛 a 接點(N0. 97)再接至無熔絲斷路器下端電源 T 端

以上(2)及(6)~(12)步驟構成左邊第一個迴路

(13). 蜂鳴器(N0. 12)接至積熱電驛 a 接點(N0. 98)

以上(3)及(13)步驟構成左邊第二個迴路

(14). MCa (N0. 54)接至運轉指示燈接點(N0. 9)

(15). 運轉指示燈接點(N0. 10)接至積熱電驛 b 接點(N0. 95)

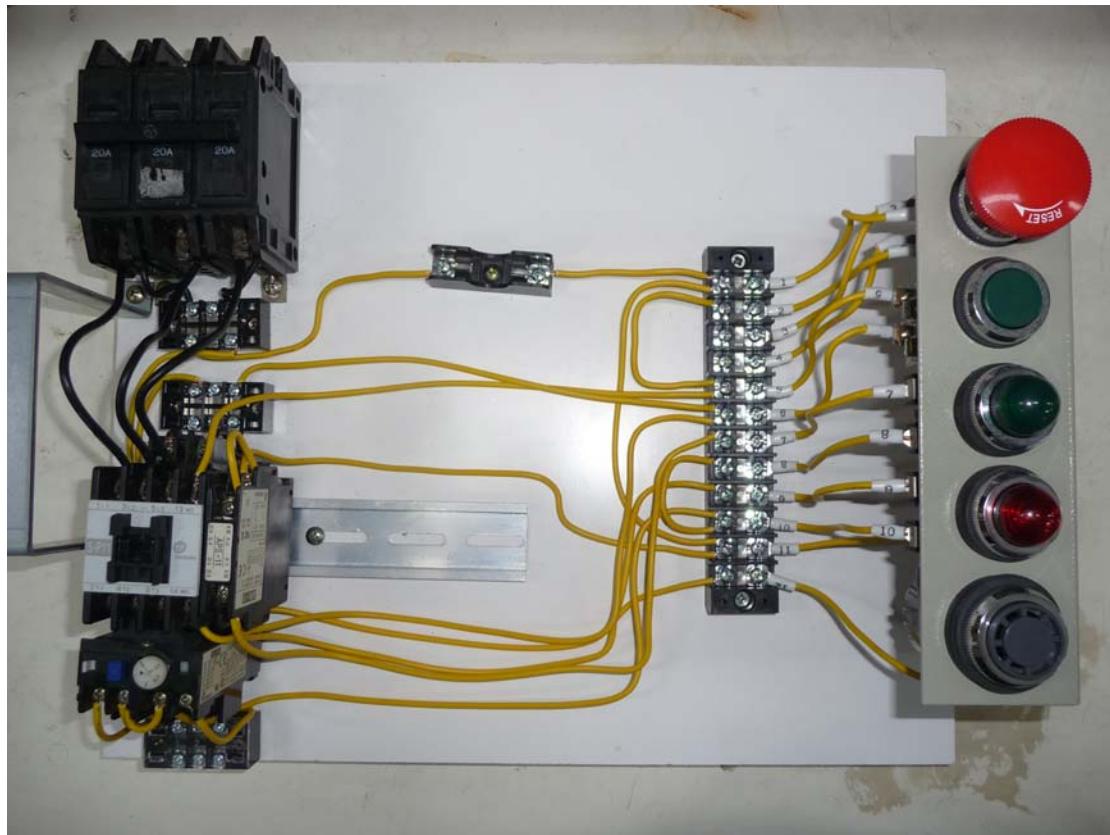
以上(4)及(14)~(15)步驟構成左邊第三個迴路

(16). MCb (N0. 62)接至通電指示燈接點(N0. 7)

(17). 通電指示燈接點(N0. 8)再接至運轉指示燈接點(N0. 10)

以上(5)及(16)~(17)步驟構成左邊第四個迴路

全部配線共用到 17 條電路，如圖十所示。



圖十 配線完成的控制板

(四)操作測試

分成下列四個步驟：

1. 完成配線後，測試各動作是正常：

(1). 當無熔線斷路器(NFB)ON 時，綠色指示燈(GL)應點亮，如圖十一所示。

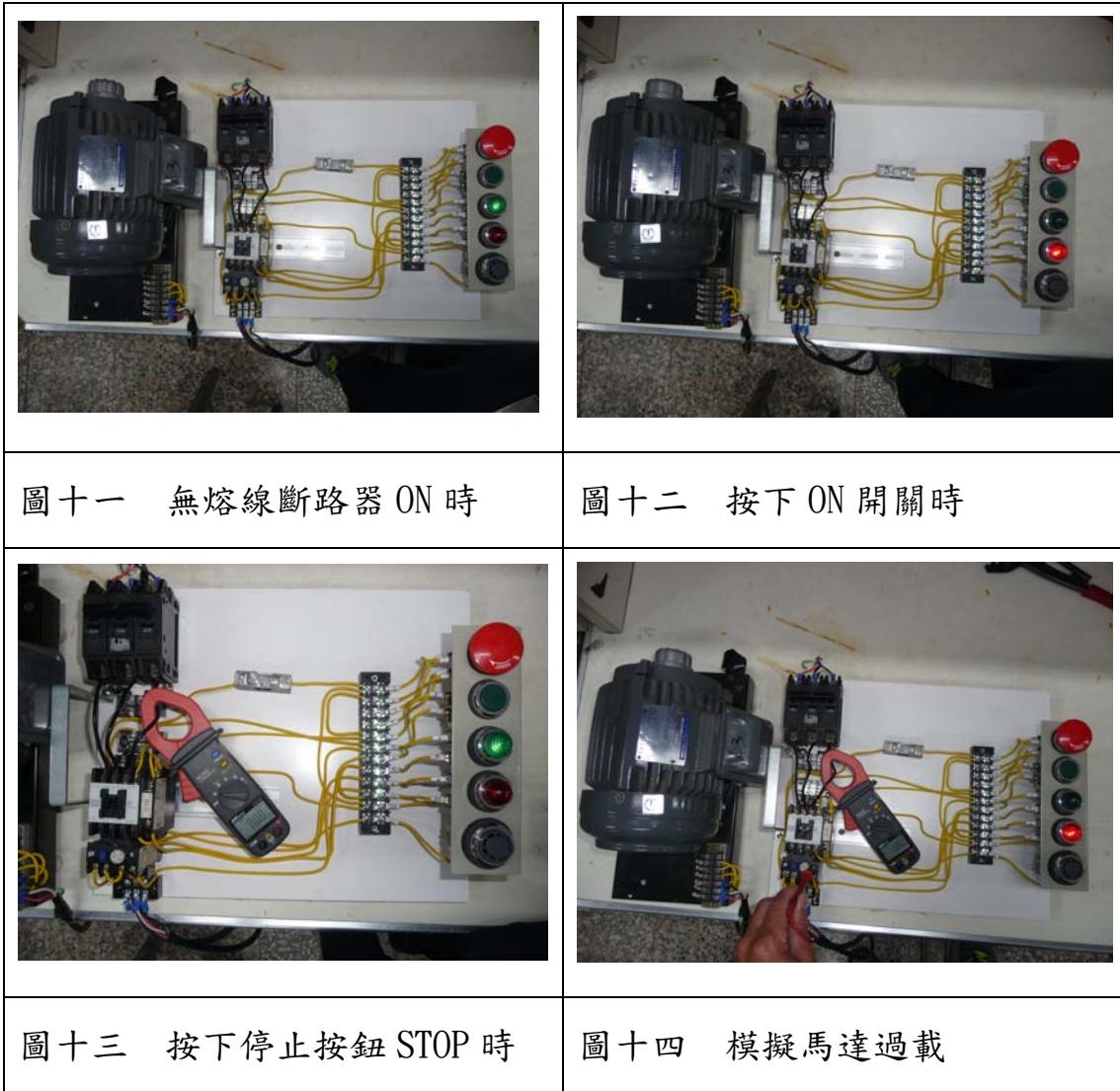
(2). 當按下 ON 開關時，綠色指示(GL)燈熄滅、紅色指示燈(RL)點亮，此時馬達開始運轉。放開 ON 開關後，可以產生自保持之作用，使馬達持續通電運轉，如圖十二所示。

(3). 按下停止按鈕 STOP 時，馬達停止運轉、紅色指示燈(RL)熄滅、

綠色指示燈(GL)亮，如圖十三所示。

(4). 模擬馬達過載：使用電錶探棒往右推開積熱電驛的常閉接點(b

接點)，如圖十四所示；馬達斷電停止運轉同時蜂鳴器會響。



將以上功能測試判斷結果填於下表工作單內：

功能測試	(1)	(2) (含自保持作用)	(3)	(4)
檢測結果	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 故障			

以上迴路若有不正常時，則使用三用電錶導通測試(蜂鳴器”

•))”)檔位檢查各接點是否接妥。若各接點接妥仍不能動作則下列步驟檢查：

(1). 使用三用電錶交流電壓 (220V 以上) 檢查電源線是否有電，如圖十五所示。

(2). 使用三用電錶導通測試(蜂鳴器” ”) 檢查各接點是否接妥，如圖十六所示。

(3). 使用三用電錶歐姆檔位檢查各元件是否正常，如圖十七所示。

		
圖十五 檢查電源	圖十六 導通測試	圖十七 元件檢查