



氣液壓學

第七章

電氣-氣壓控制系統及 可程式控制器 (1) -A

表 7-1 常用的電器元件符號-1

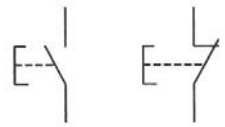
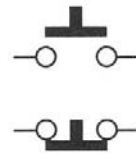
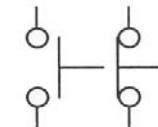
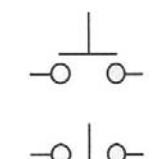
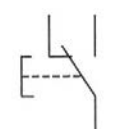
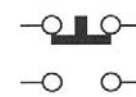
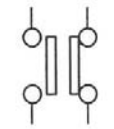
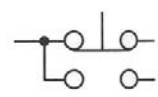




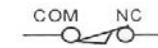
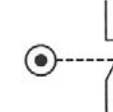

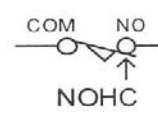

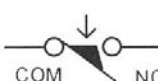
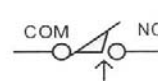


元件名稱	說明	DIN40713	ASA	JISCD301	CNS
按鈕開關 (PB)	手動操作，彈簧復歸	 <p>a 接點 b 接點</p>			
	機械作動，彈簧復歸具 1 組 a、b 接點				
微動開關 (LS)	機械作動，彈簧復歸之單極單投開關		 <p>COM NO</p>		 <p>COM NO</p>
	(1) COM 為共同接點		 <p>COM NC</p>		 <p>COM NC</p>
	(2) NO 為常開接點		 <p>COM NO NOHC</p>		 <p>COM NO NOHC</p>
	(3) NC 為常閉接點		 <p>COM NC NCHO</p>		 <p>COM NC NCHO</p>
	(4) NOHC 為常開接點處於閉合狀態				
(5) NCHO 為常閉接點處於開路狀態					

表 7-1 常用的電器元件符號-2


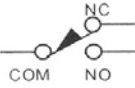
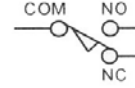
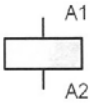

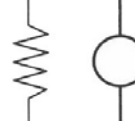

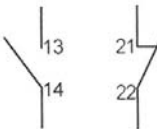

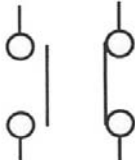
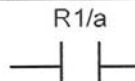

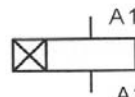

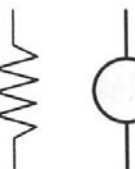

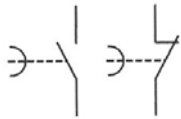
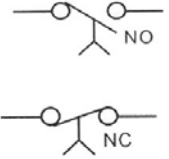
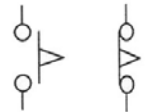
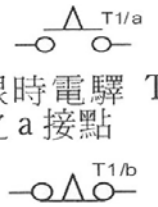
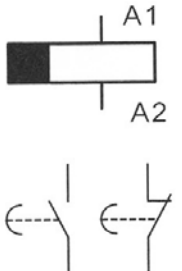
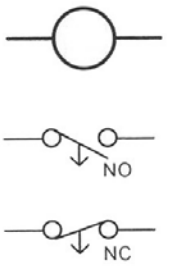
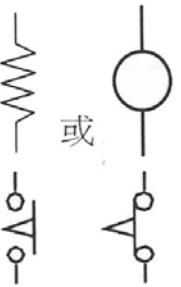

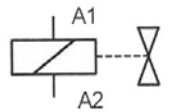
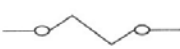
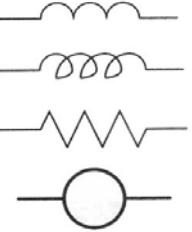

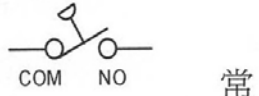
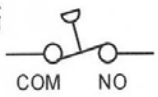
	單極雙投開關				
電驛 (繼電器)	線圈	 <p>電驛以 K1、K2、K3...等標示，連接電驛線圈之電線以 A1 及 A2 標示。</p>	 <p>電驛以 1-CR、2-CR...等標示。</p>	 <p>或</p>	 <p>電驛以 R1、R2...等標示。</p>
	接點	 <p>常開接點以 3、4 標示，而常閉接點則以 1、2 標示，而第 1 個數字則為電驛之編號</p>	 <p>若電驛有數組接點，則以 1-CR-A、1-CR-B、1-CR-C 等標示。</p>		 <p>電驛 R1 的 a 接點</p>  <p>電驛 R1 的 b 接點</p>
限時電驛 (T)	ON Delay Timer，線圈通電後，接點延遲作用。 (1)線圈	 <p>電驛以 K1、K2、K3...等標示。</p>	 <p>電驛以 1-TR、2-TR 等標示。</p>	 <p>或</p>	

表 7-1 常用的電器元件符號-3

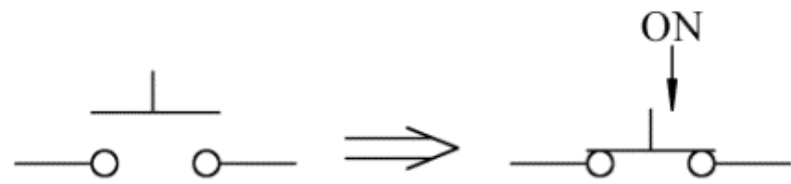
	(2)接點			 a 接點、b 接點	 限時電驛 T1 之 a 接點 限時電驛 T1 之 b 接點
	Off delay timer ，線圈斷電後 ，接點延遲作用 (1)線圈 (2)接點			 或	
負荷裝置	螺線管	 螺線管以 Y1、Y2、Y3...等標示。	 螺線管以 solA、solB 等標示。		 電磁閥線圈
壓力開關		 COM NO 常開接點  COM NO 常閉接點			

7-1 常用的電器元件

7-1-1 開關

按鈕開關、選擇開關、微動開關、掀動開關等為電氣迴路設計常用的元件，先就構成開關的接點說明（以按鈕開關為例，如圖7-1所示）。

- 1.a接點乃開路接點，亦稱常開接點，如圖7-1（a）所示。
- 2.b接點乃閉路接點，亦稱常閉接點，如圖7-1（b）所示。
- 3.c接點乃可動接點，亦稱為轉移接點或切換接點，同時具有a、b接點的作用。如圖7-1（c）所示。



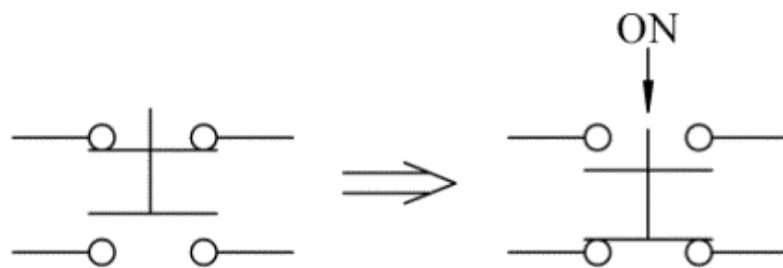
操作前，呈斷路狀態。 操作後，呈通路狀態。

(a) a 接點



操作前，呈通路狀態。 操作後，呈斷路狀態。

(b) b 接點



操作前，a 接點打開而 b 接點閉合。 操作後，a 接點閉合而 b 接點打開。

(c) c 接點

圖7-1 接點名稱即開關狀態

一、按鈕開關

1. 按鈕開關有基本型和按鈕上附指示燈兩種，其外觀如圖7-2所示。
2. 按鈕開關當操作外力釋放後，依其接點之復歸方式有自動復置（彈簧復位）或壓扣式（具機械自鎖，即外力釋放後如欲復歸，必須再操作一次）。

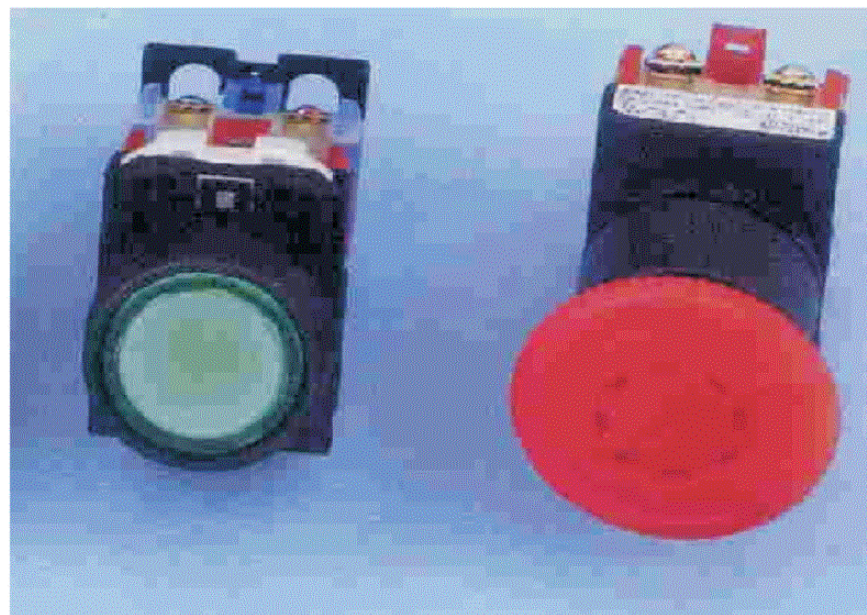


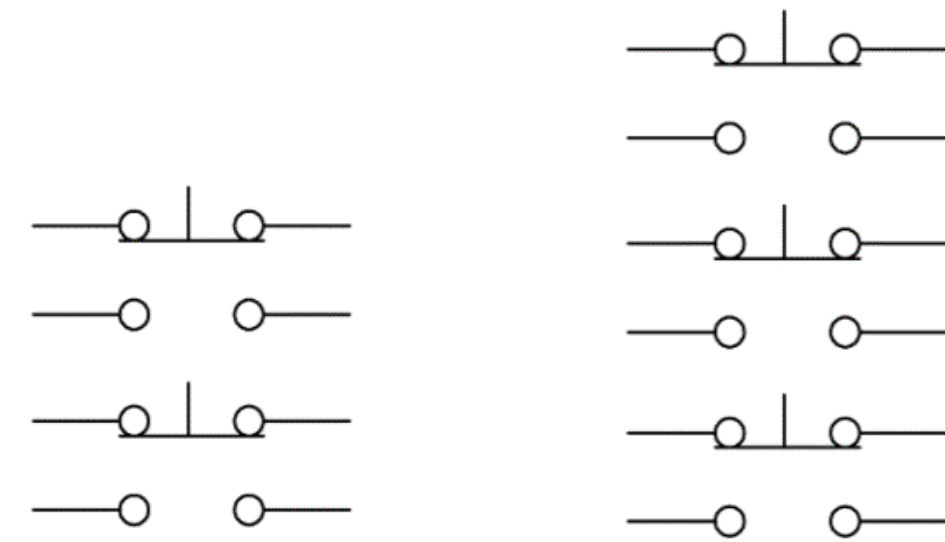
圖 7-2 按鈕開關之外觀

3. 按鈕開關依接點形式有1a或1b、1a1b、2a或2b、2a2b、3a或3b、3a3b。而層數則有單層與雙層。如圖7-3所示。

4. 按鈕開關工業界較常採用1a1b形式，其按鈕部份有紅、黑、綠、白、褐等顏色，通常啟動選用綠色，若緊急停止和停止開關並列時，則急停採用紅色，而停止則採用其它顏色。



(a)單接點、單層(1a) (b)單接點、雙層(1a1b)



(c)雙接點、雙層(2a2b) (d)三接點、雙層(3a3b)

圖 7-3 按鈕開關接點形式

二、選擇開關

1. 選擇開關其操作部份作成把手或錐形並附箭頭，利用此把手作左右旋轉即可達到接點轉換之目的，其外觀如圖7-4所示。

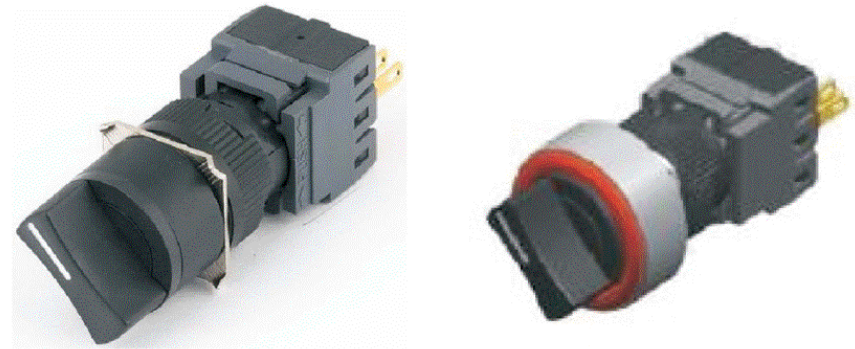
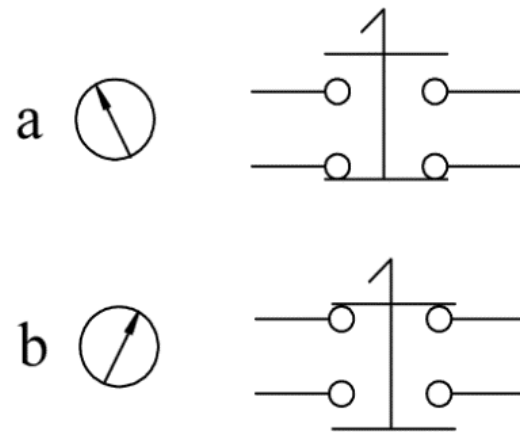
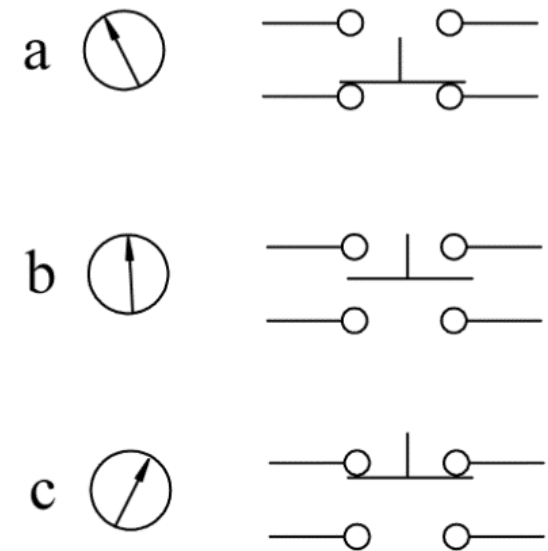


圖 7-4 選擇開關外觀

2. 選擇開關依其接點之構造有二段式、三段式、多段式，當操作把手時，其接點之轉換狀態如圖7-5所示。



(a)二段式 1a1b



(b)三段式 1a1b

圖 7-5 選擇開關接點之轉換狀態

三、微動開關

1. 微動開關並非其形狀為小而被命名，乃是因其具有微小接點間隔與復位裝置，其外觀及符號如圖7-6所示。

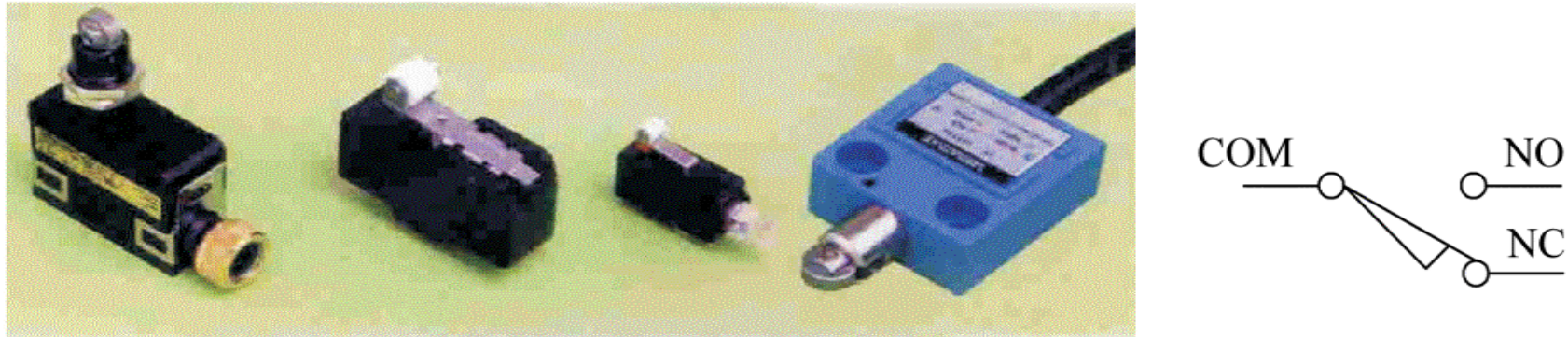


圖 7-6 微動開關的外觀及符號

2. 此種元件具有1個a接點及1個b接點，乃是一種利用機械碰撞使其接點產生開關轉換的裝置，在自動化機器常被廣泛採用做端點位置的檢測。

四、限動開關

1. 限動開關的作動原理與微動開關相似，其外觀及符號如圖7-7

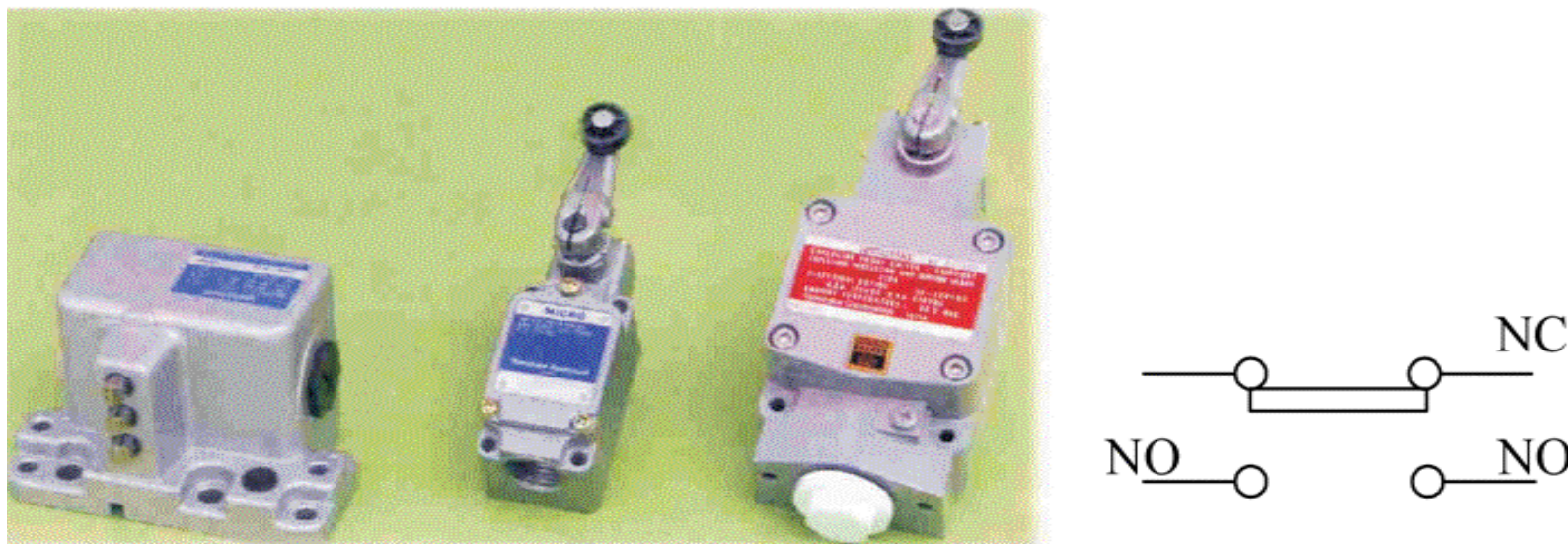


圖 7-7 限動開關的外觀及符號

2. 限動開關乃是將微動開關利用金屬或塑膠的外殼加以包裝，藉此保護接點，避免其受到外力、水、油及灰塵等之傷害。由於其體積較大且堅固，故一般常用在移動中物體位置的檢出，如自動門、電梯、輪送帶等。

五、光電開關

1. 光電開關由投光器與受光器部及放大器所構成，當物體通過光路時，使投射的受光量發生變化，即能檢知並能使其接點產生轉換。其外觀及符號如圖7-8

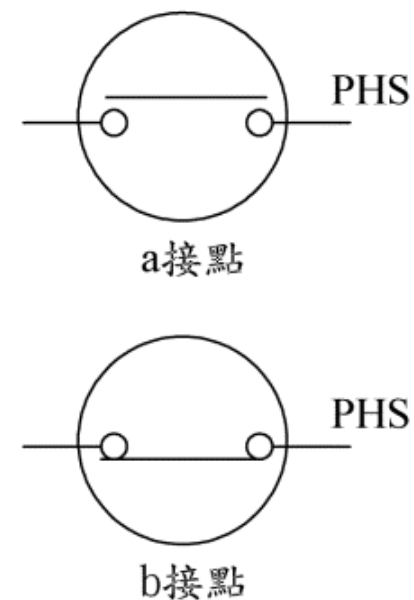
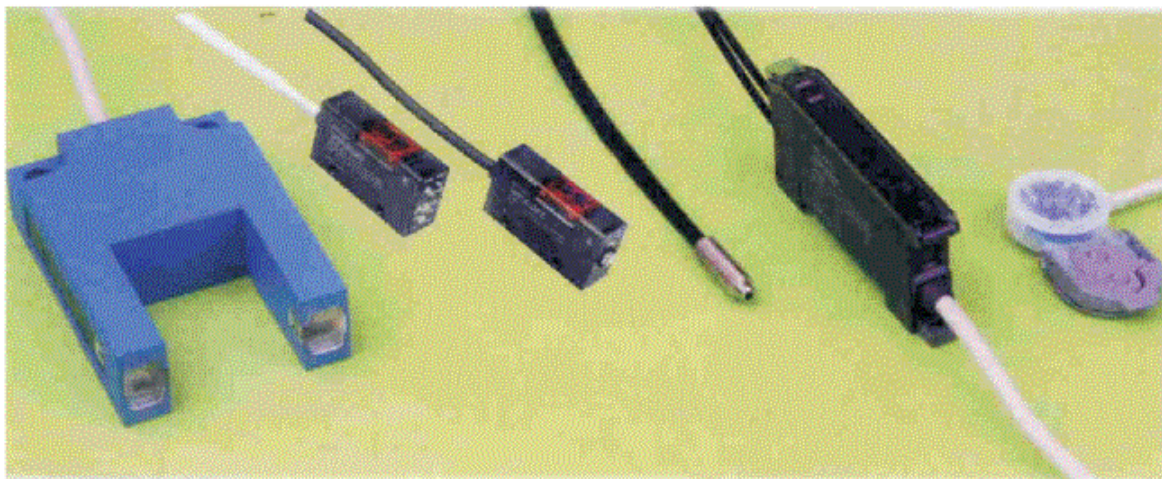


圖 7-8 光電開關的外觀及符號

光電開關係利用投光與受光器間之光路是否被物體遮斷來判斷物體之無或位置，如圖7-9所示。故具有如下之特性：

- (1)不需接觸物體，只要光線被遮斷即可檢知，與物體之材質無關。
- (2)由於是光電式故其反應速度較快。
- (3)檢出距離較長（即投光器與受光器的距離）。

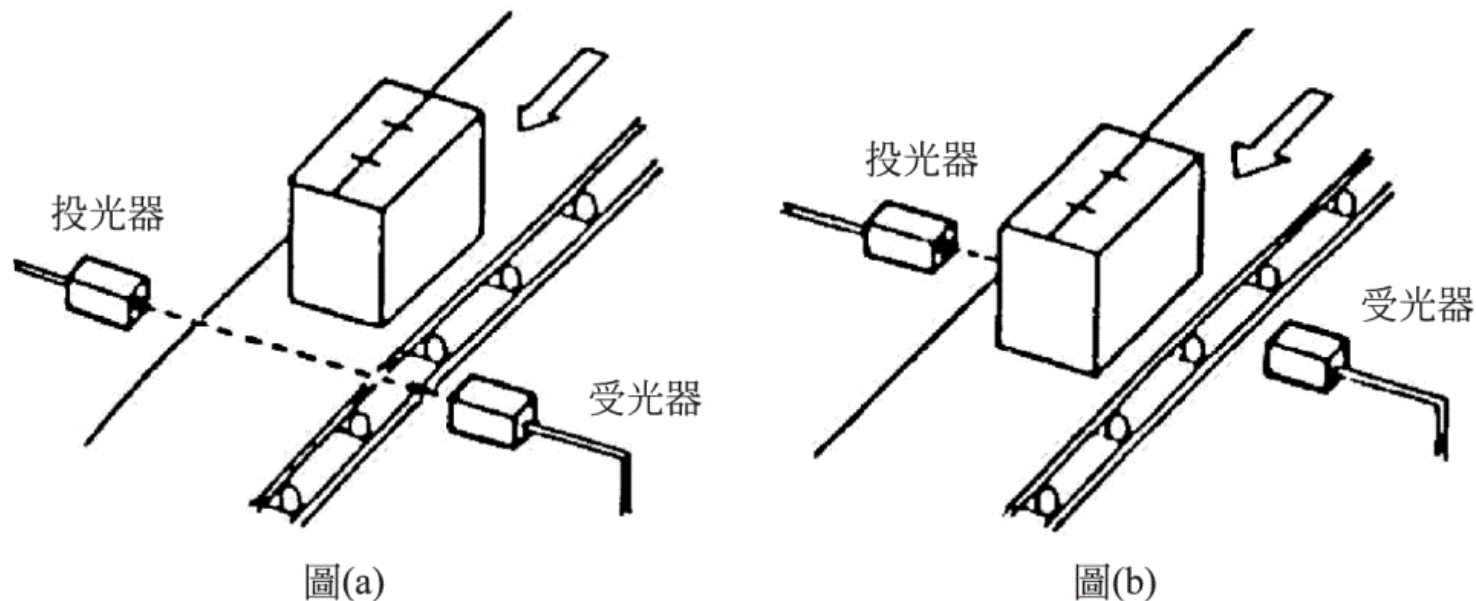


圖 7-9 光電開關的應用例



3. 光電開關再使用上應注意下列事項：

- (1) 受振動光軸會產生偏移，致使動作不安定。
- (2) 易受到外來光線干擾，致產生物動作。
- (3) 投光器與受光器之鏡面必須保持乾淨。

六、近接開關

1. 如同光電開關，近接開關亦無須接觸物體即可檢知物體有無即位置。其外觀如圖7-10所示。

(a) 磁性型 (b) 高週波振盪型

(c) 靜電容量型 (d) 電磁感應型

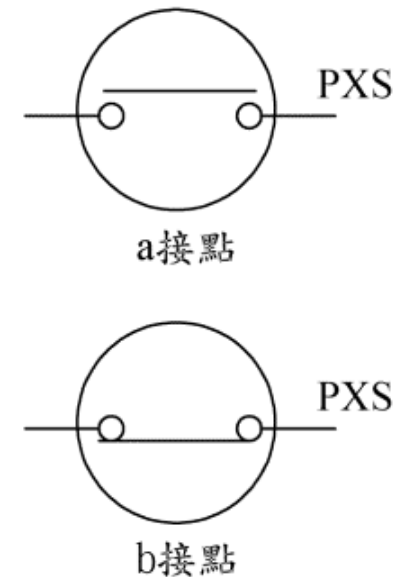
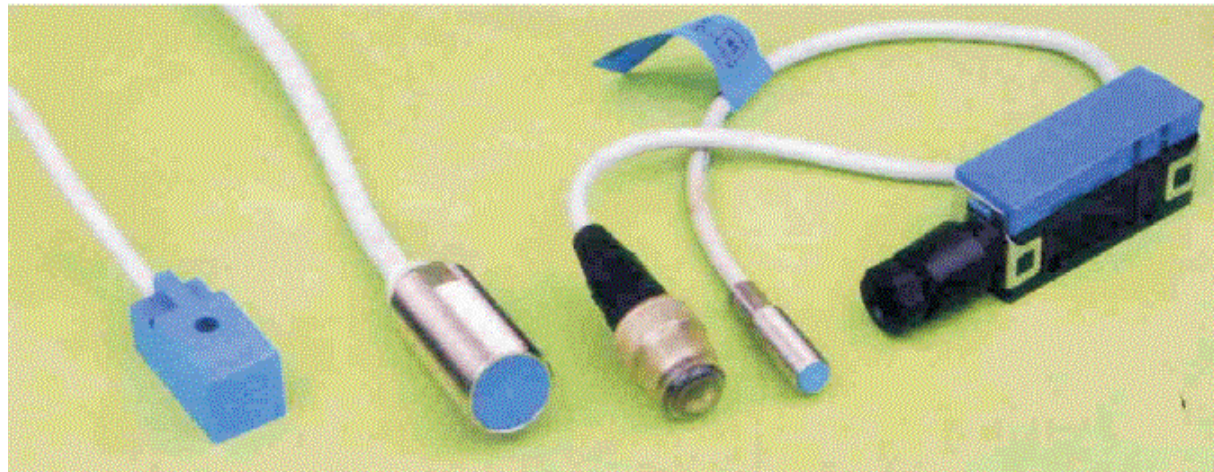


圖 7-10 近接開關的外觀及符號

2. 近接開關內含振盪電路或電橋式電路，當金屬或磁性體接近時，其振盪電路或電橋電路的平衡狀態發生偏移，利用此變化即可使接點產生轉換，並檢知物體之有無即位置。因此對電場或磁場不產生反應的物體則必須在其表面貼上鋁箔標籤或金屬板方可進行檢知，如圖7-11所示。

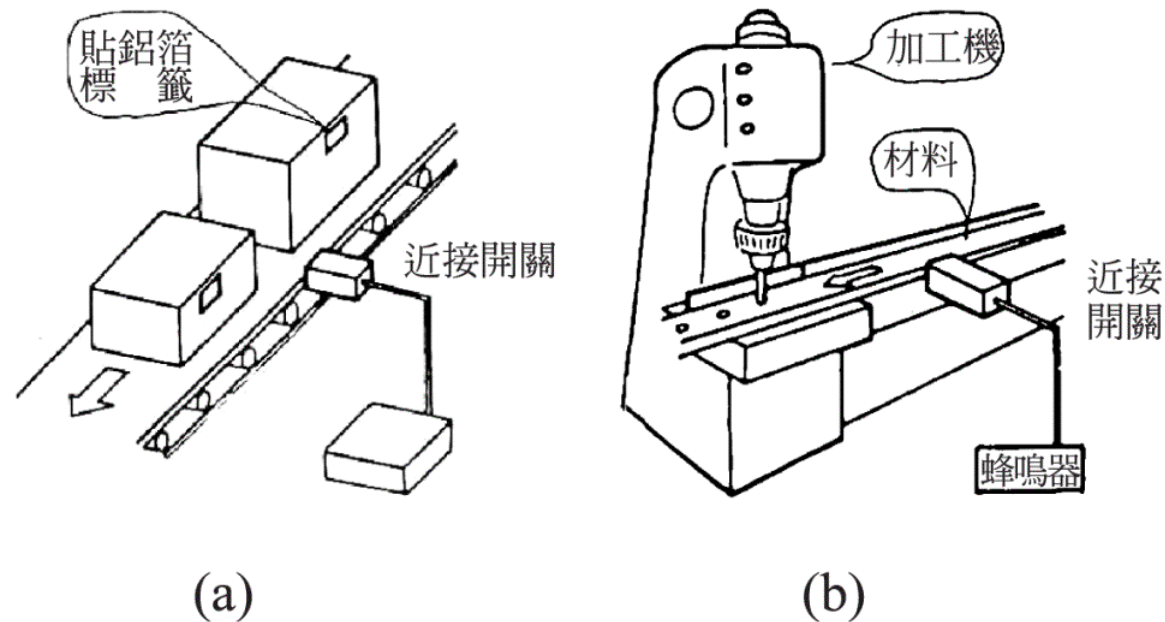
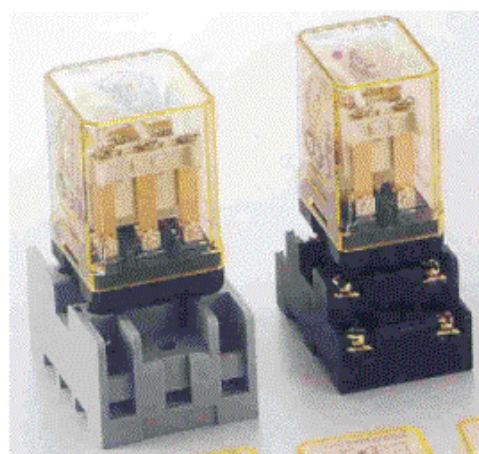


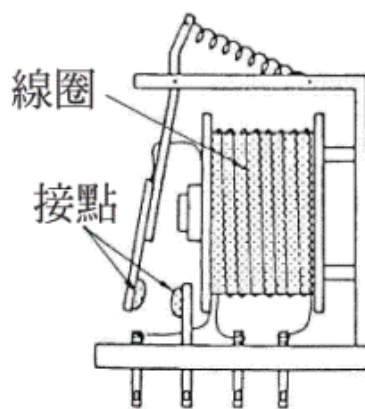
圖 7-11 近接開關的應用例

7-1-2 繼電器

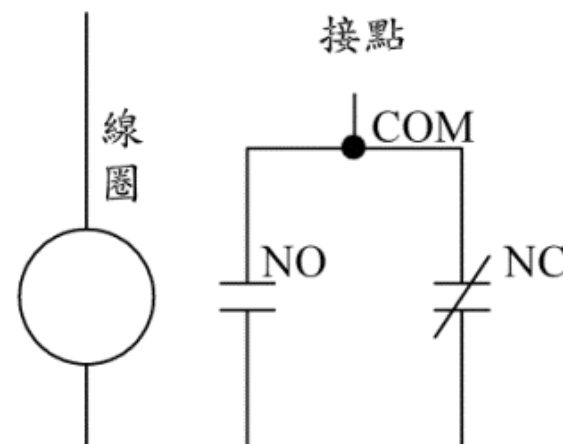
1. 繼電器又稱電磁繼電器或電驛是構成邏輯電路的主要元件，由電磁線圈與作為電路開閉的接點部所構成，其外觀、內部構造如圖7-12所示。
2. 繼電器一般常用在工業配線或電氣一氣壓順序迴路等低電功率系統，及控制電路，至於高功率之控制系統必須採用電磁接觸器，如馬達之正逆轉的控制。



(a)外觀



(b)內部構造



(c)符號

圖 7-12 繼電器的外觀、內部構造及符號

3.一般常用繼電器的激磁電壓，電流與接點容量如表7-2所示。

Relay	激磁電壓	激磁電流	接點容量（最大）
RA	DC12(V)	DC25(mA)	AC(5A)250(V)
RB	DC24(V)	DC15(mA)	AC(5A)250(V)
RC	AC100(V)	DC12(mA)	AC(5A)250(V)

表7-2

(1) 一般常用的開關其接點容量很小（即只能承受較小的電壓及電流），及無法直接使用在負載電路開閉的場合，但從表 7-2 得知繼電器 RA 只需利用 DC24V，25mA 的激磁電壓，電流驅動，即可作 AC5A，250V 負載電路的開閉使用，所以可利用接點容量較大的繼電器介入負載電路，此種方法稱為繼電器接點容量擴大機能。如圖7-13所示。

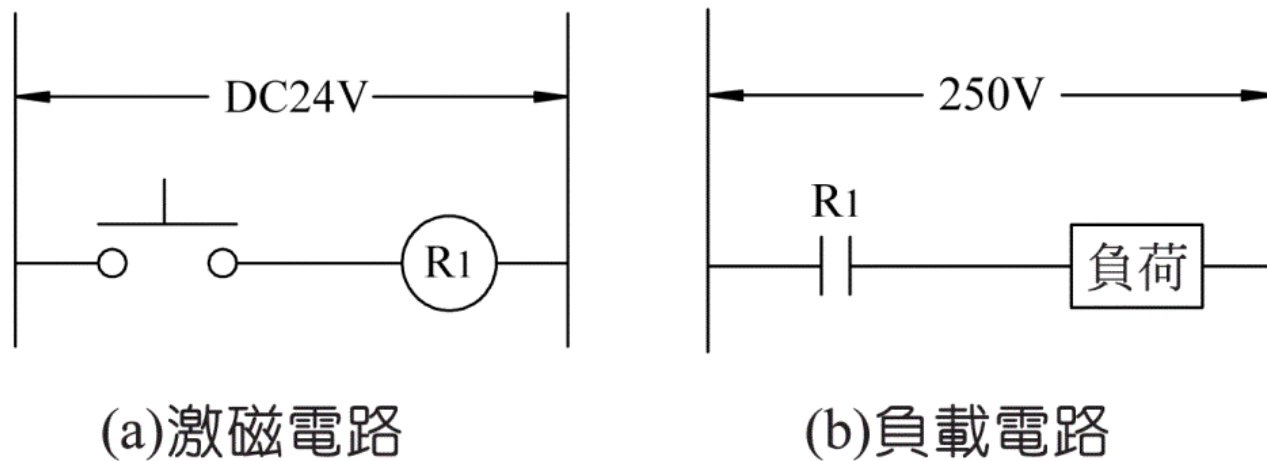


圖 7-13

- (2) 假如一個開關的接點必須使用在不同的控制線上，即開關的接點數不足，此時可利用此開關驅動一個 4a4b 的繼電器，就可同時使用 4 個 a 接點及 4 個 b 接點，此種方法稱為接點之增設機能。如圖 7-14 所示。

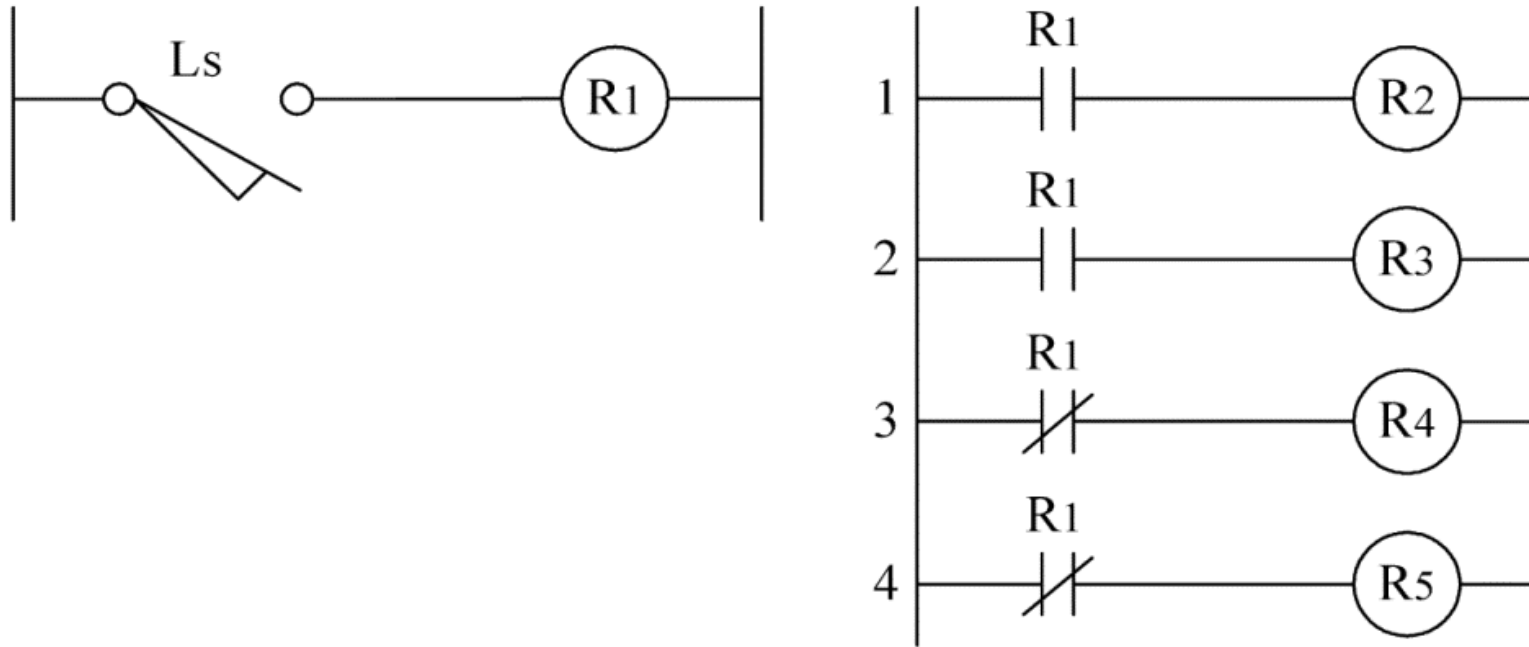


圖 7-14

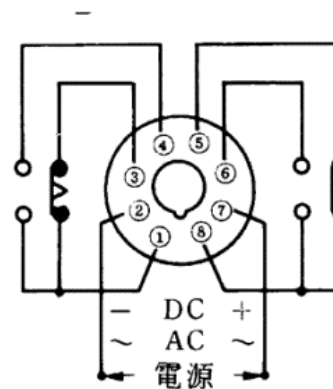
- (3) 在使用繼電器控制的場合，為了明確辨示控制線上所使用的接點屬於那個繼電器，故在線圈部文字記號的右下角或後面附加數字，如R1、R2、R3...等，則當線圈動作時其所屬的接點也附計相同的文字記號。

7-1-3 計時器

1. 計時器與繼電器同樣是由**驅動部（線圈）**和**接點部**所構成，所不同的是它的（接點具有時間差的關閉動作），其外觀如圖 7-15 所示。



(a)外觀



(b)配線圖

圖 7-15

2. 當**電源輸入**計時器時，依其輸出接點動作形式不同，可區分為下列二種：

(1) 限時動作型（又稱通路延遲計時器）—當接通電源後經過一段設定時間 t ，接點才產生開閉之動作，而當切斷電源瞬間接點又復歸原狀，其符號及時序圖如7-16所示。

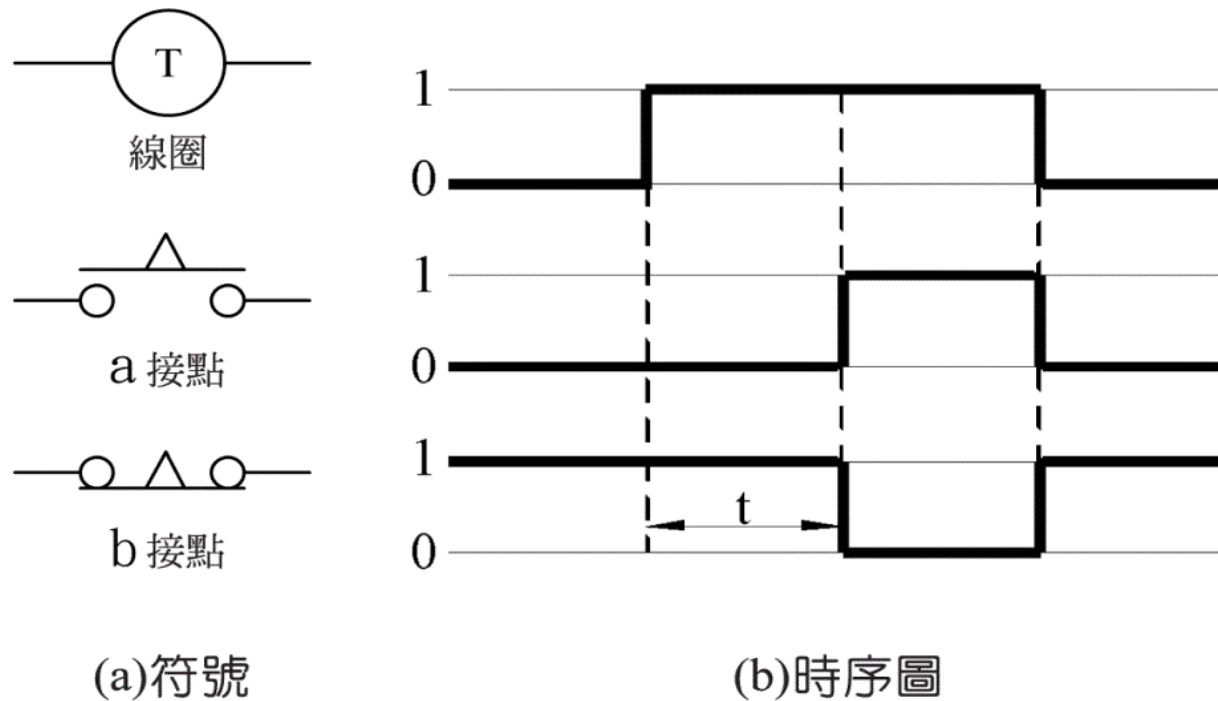


圖 7-16

(2) 限時復歸型（又稱斷路延遲計時器）—當切斷電源後經過一段設定時間，接點才復歸原狀，其符號及時序圖如7-17所示。

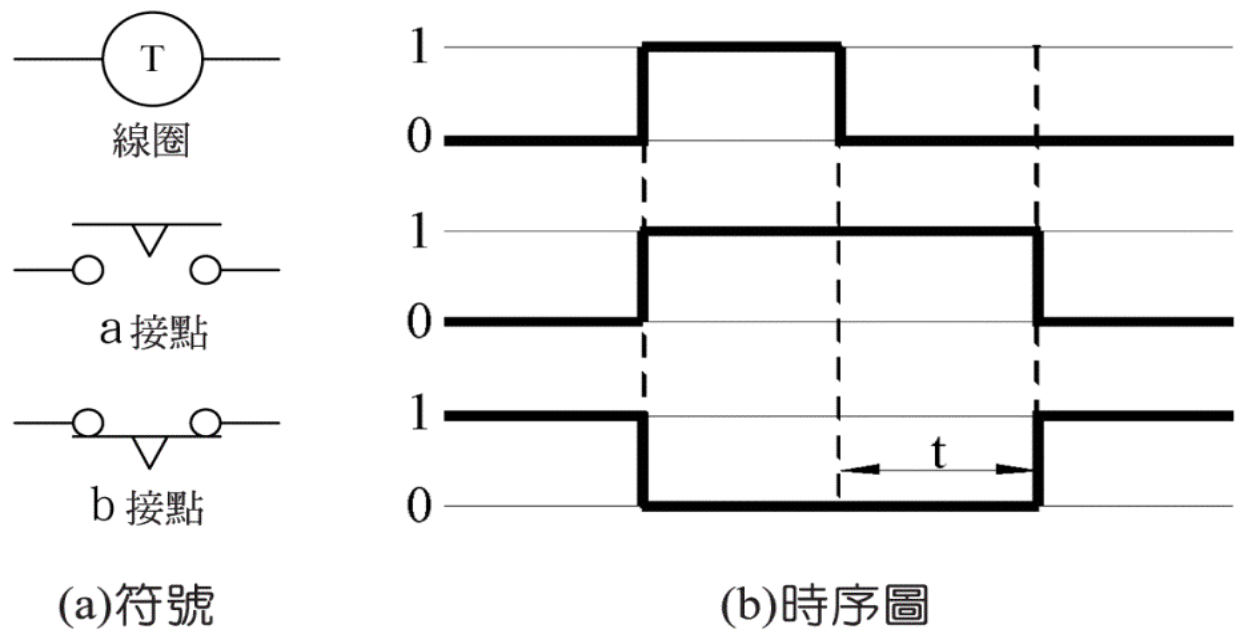


圖 7-17

7-1-4 計數器

1. 計數器是進行計數控制的電氣元件，其作動方式有電磁式或電子式，但如依其功能可區分為積算式計數器與預設式計數器，茲將其分別敘述如下：

(1) 積算式計數器（MC計數器）：如圖7-18所示，當線圈流過電流時產生電磁刀，吸引電樞之銜鐵，使數字車作一個回轉，並將數字以累計方式表現出來。

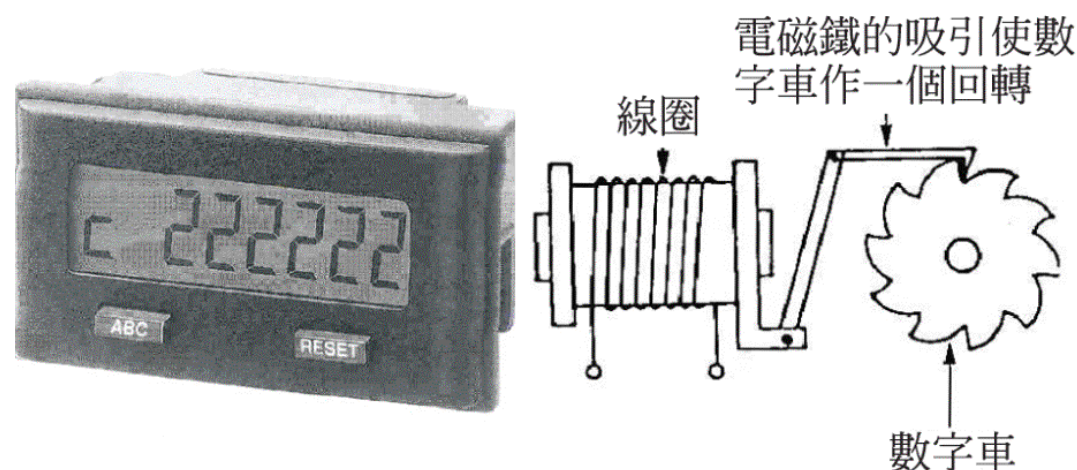


圖 7-18 積算式計數器的外觀及內部結構

(2) 預設式計數器 (PMC計數器)：如圖7-19所示，此種計數線圈、複製線圈及微動開關所構成。依技術方式之不同可區分為下列二種：

(1) 減算式PMC計數器

(2) 加算式PMC計數器

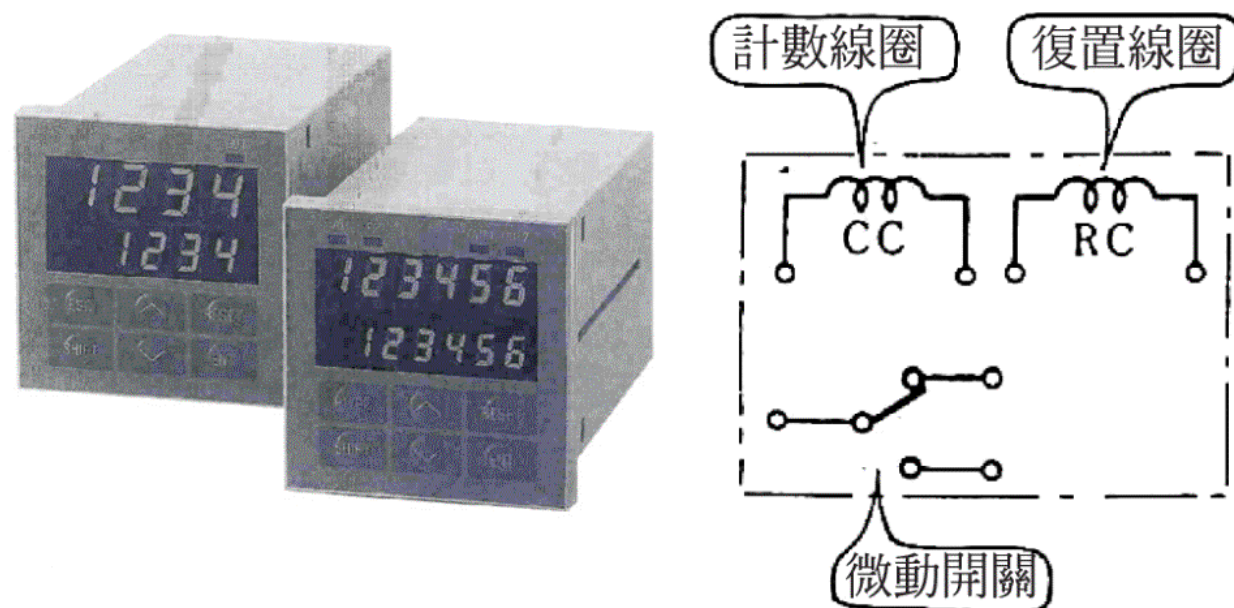
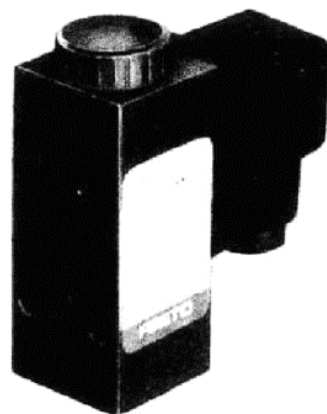


圖 7-19 預設式計數器

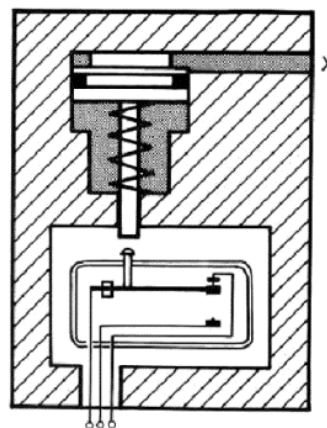
7-15 壓力開關

1. 壓力開關是一種氣—電轉換裝置，利用此種裝置可將氣，液壓回轉的壓力訊號轉換為電氣的訊號。
2. 壓力開關之壓力感測可利用巴登管，隔膜及活塞等方式，而其中在氣壓迴路較常用的為**活塞式**，如圖 7-20 所示。

3. 活塞式壓力開關壓縮空氣從 X 口輸入，當作用在活塞上的力量大於彈簧之反作用力時，則活塞下降作動微動開關使其接點產生轉換



(a)外觀



(b)內部結構及符號

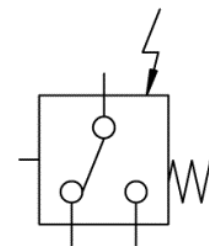


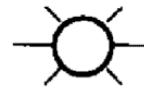
圖 7-20 壓力開關

7-16 指示燈

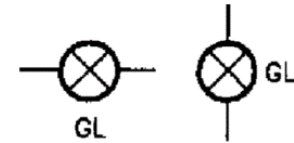
1. 指示燈簡稱 PL 在順序控制常用來顯示機器運轉的狀況，外觀如圖 7-21 所示
2. 指示燈的直徑有 25 mm 及 30 mm 兩種，燈罩有各種不同的顏色，而每一種顏色所代表的意義如下：



(a)



(c) 符號



(d) IEC 符號

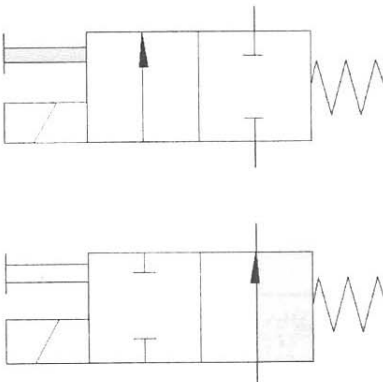
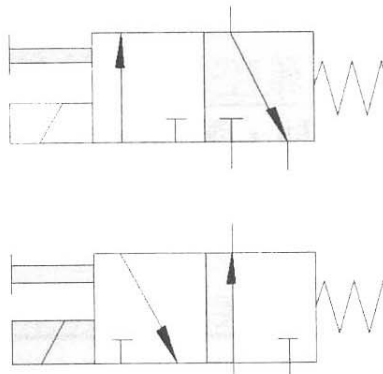
圖 7-21 指示燈外觀

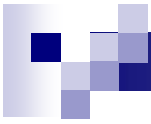
- (1) 綠色(GL)：機器處於停止狀態、安全、復歸。
- (2) 紅色(RL)：機器運轉中，注意，故障。
- (3) 黃色(YL)：注意，警告、故障。
- (4) 白色(OL)：運轉、注意。
- (5) 橙色(OL)：運轉、注意。
- (6) 藍色(BL)：開關器的開路。
- (7) 無色透明(TC)：接地、其它。

7-1-7 電磁閥

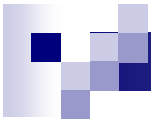
一、常用的電磁閥如表 7 - 2 所示

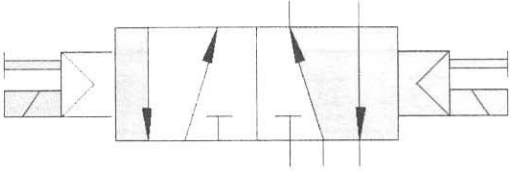
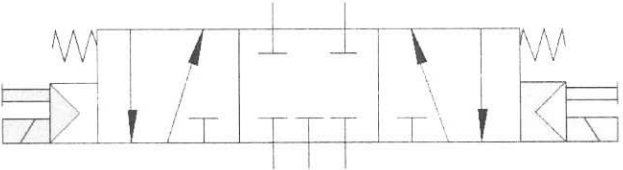
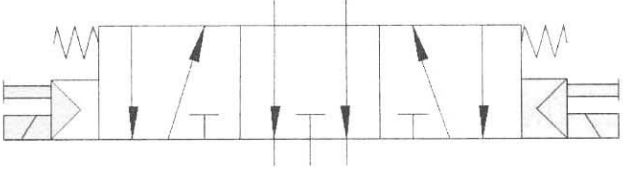
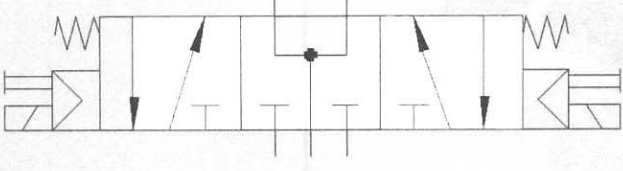
表 7-2 常用的電磁閥

符 號	號	名 稱	作 動 方 式	正 常 位 置
		2/2 位單線圈 電磁閥	電磁直接作動，彈簧復 歸，並附手動開關	常關或常開
		3/2 位單線圈 電磁閥	電磁直接作動，彈簧復 歸，並附手動開關	常關或常開



	<p>3/2 位單線圈 電磁閥</p>	<p>電磁間接作動，彈簧復歸，並附手動開關</p>	<p>常關或常開</p>
	<p>4/2 位單線圈 電磁閥</p>	<p>電磁間接作動，彈簧復歸，並附手動開關</p>	<p>一通路輸出，而另一通路排放</p>
	<p>5/2 位單線圈 電磁閥</p>	<p>電磁間接作動，彈簧復歸，並附手動開關</p>	<p>一通路輸出，而另一通路排放</p>
	<p>4/2 位雙線圈 電磁閥</p>	<p>雙邊電磁間接作動，並附手動開關</p>	<p>無正常位置，具自保能力</p>



	5/2 位雙線圈 電磁閥	雙邊電磁間接作動，並 附手動開關	無正常位置，具 自保能力
	5/3 位雙線圈 電磁閥	雙邊電磁間接作動，彈 簧復歸中位，並附手動 開關	中位閉路型
	5/3 位雙線圈 電磁閥	雙邊電磁間接作動，彈 簧復歸中位，並附手動 開關	中位排放型
	5/3 位雙線圈 電磁閥	雙邊電磁間接作動，彈 簧復歸中位，並附手動 開關	中位加壓型 (通氣)

二、電磁閥的種類、構造及作用情形

電磁閥可用在遠距離或短接轉時間的控制。其控制方式一般使用電器定時器、電器集線開關、壓力開關、繼電器或電子控制器產生電氣訊號改變電磁閥的接轉位置。依使用場合之不同為直動式及間接作動式兩種。直動式電磁閥屬於小標稱尺寸，故可直接利用電磁力吸引其電樞進而改變其接轉位置。如圖 7-22 所示，

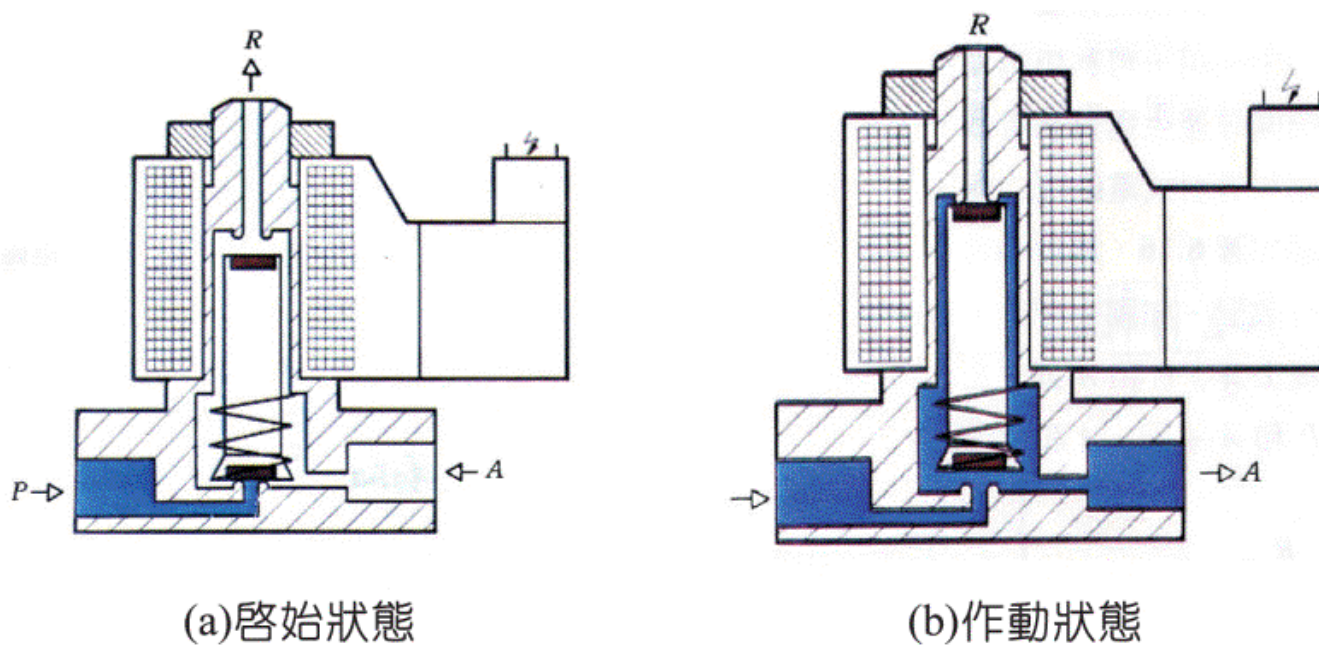


圖 7-22 三口二位直動式電磁閥

四口二位直動式電磁閥與氣壓作動的主閥所組成的嚮導式電磁閥，如圖7-23所示，其動作原理如下：主閥的供壓系統有一供氣孔導通到直動式電磁閥（嚮導式）的閥座，並藉彈簧的下壓力帶動電樞（柱塞）因電磁力之吸引而往上提升。

（一）二口二位電磁閥

2/2位電磁閥其作動方式有直動式及間接作動（嚮導）兩種，在氣壓系統中係用來接通及切斷壓縮空氣的通路

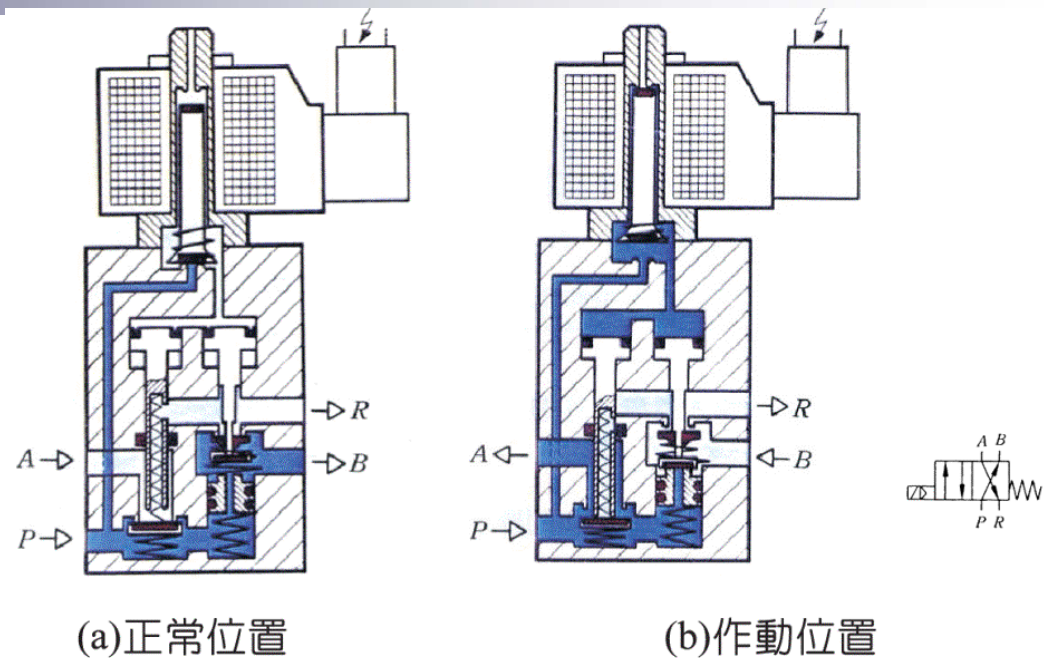


圖 7-23 四口二位嚮導式電磁閥

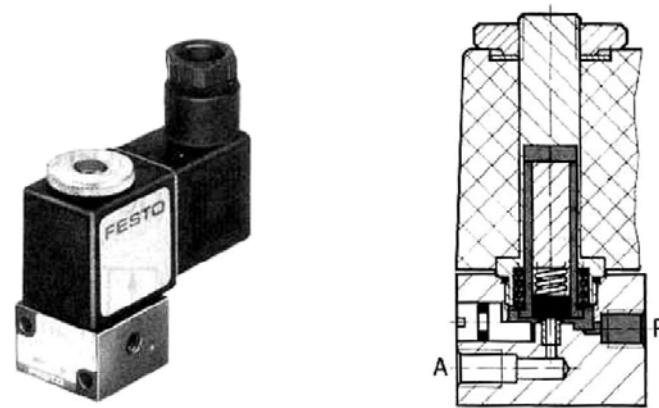
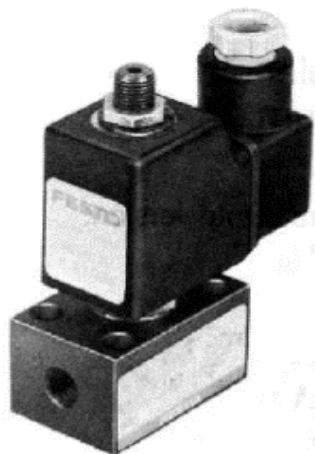


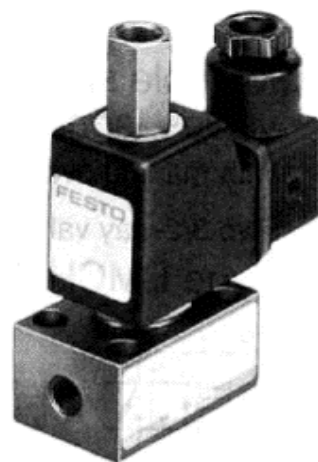
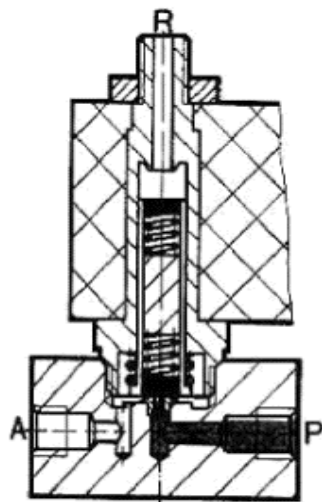
圖 7-24 2/2 位直動式電磁閥（常閉型）

(二) 三口二位電磁閥

3/2位電磁閥其作動方式有直動式及間接作動兩種，在氣壓系統中可用來控制單動缸及作為氣壓系統之開關，如圖7-25所示。依控制上的需求有常閉型及常開型



(a)常閉式



(b)常開式

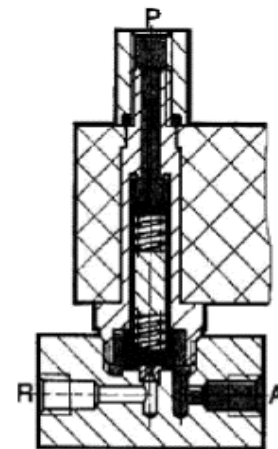
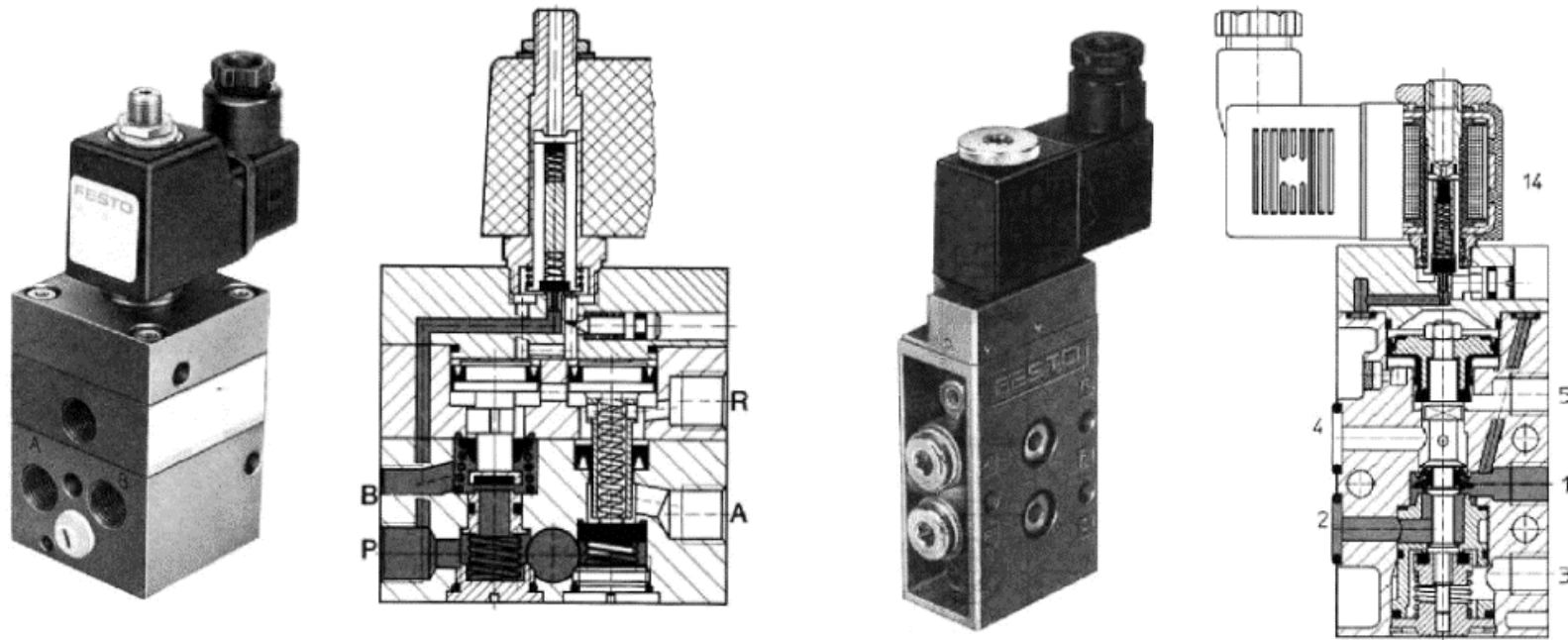


圖 7-25 3-2 位直動式電磁閥

(三) 四口二位及五口二位電磁閥 (間接作動)

1. 4/2位或5/2位單線圈電磁閥，如圖7-26所示，主要用來控制雙動氣壓缸

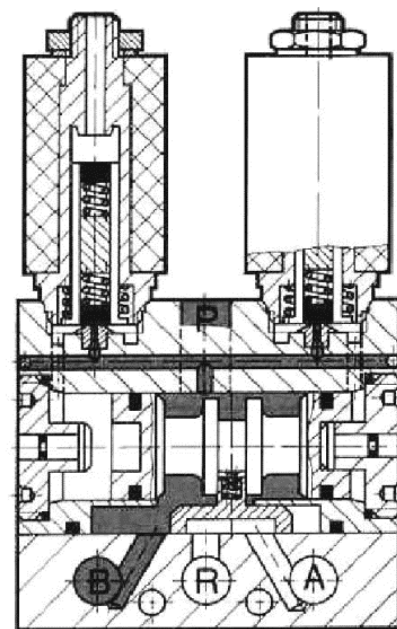
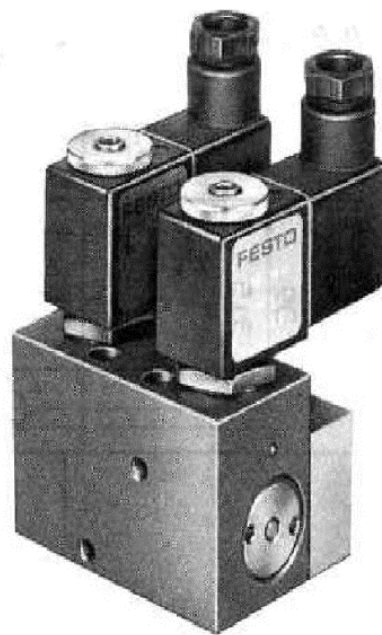


(a) 4/2 位單線圈電磁閥

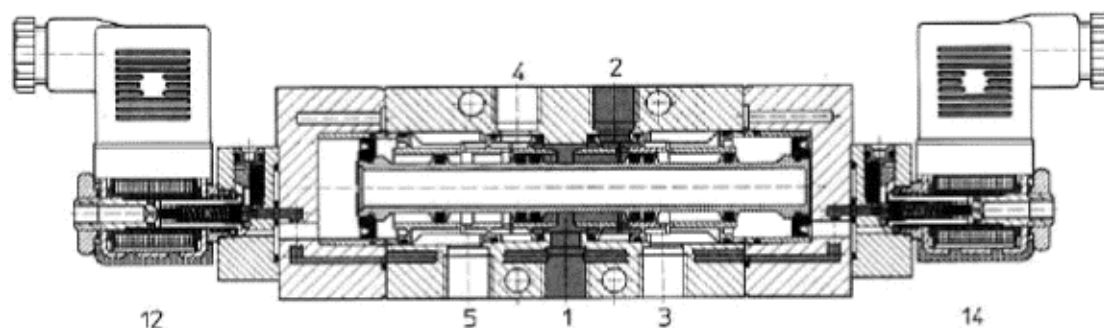
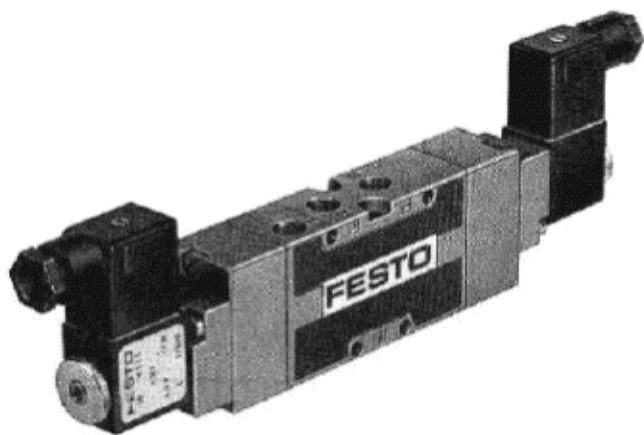
(b) 5/2 位單線圈電磁閥

圖 7-26

2. 4/2位或5/2位雙線圈電磁閥，如圖7-27所示，主要用來控制雙動缸及作為訊號接轉用。當兩個線圈之一通電後，柱塞被吸引往上提升，則由P孔供應的壓縮空氣促使滑軸作動產生位置的接轉，如切斷電源，則滑軸停留在作動後之位置。



(a) 4/2 位雙線圈電磁閥



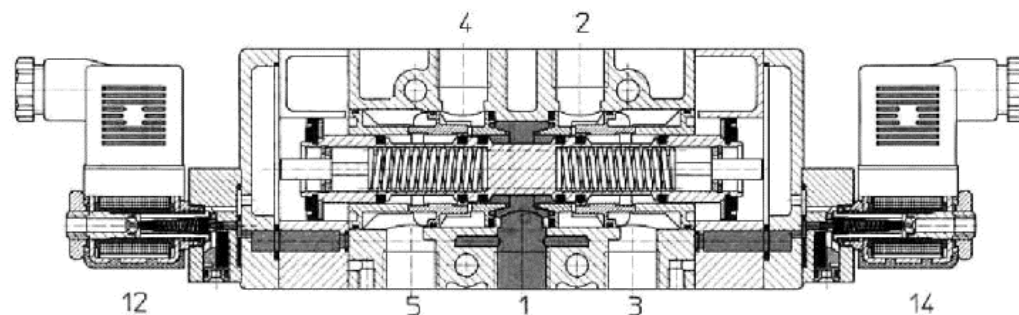
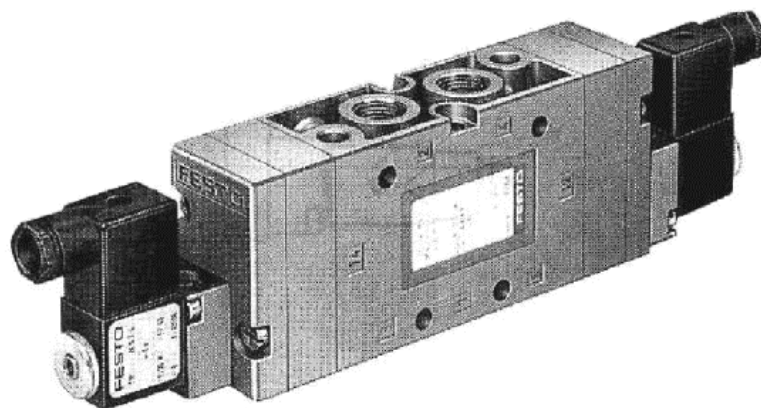
(b) 5/2 位雙線圈電磁閥

(四) 5/3位雙線圈電磁

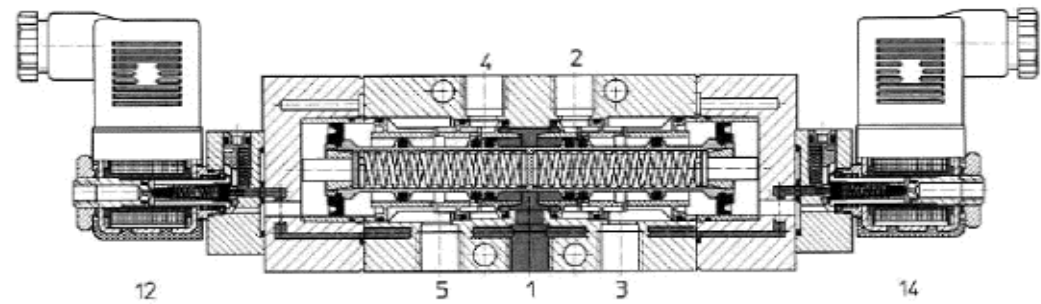
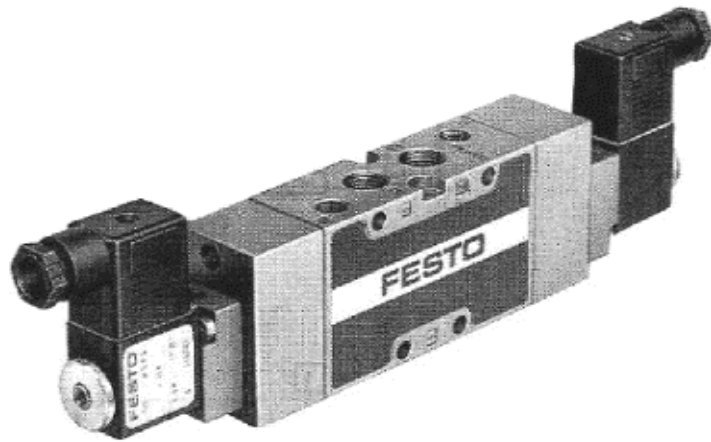
此種電磁閥又稱彈簧中位式，如圖7-28所示，依構造之不同可區分為中位閉路型、中位加壓閥及中位排放型三種，

主要使用在氣缸行程中間任何位置的鎖故、定位及平衡。

當兩個線圈其中之一通電後，柱塞被吸引往右移動，則由P孔供應的壓縮空氣促使滑軸作動產生位置的接轉，如切斷電源，則彈簧促使滑軸復規中位



(a)中位閉路型



(b)中位排放型

圖 7-28

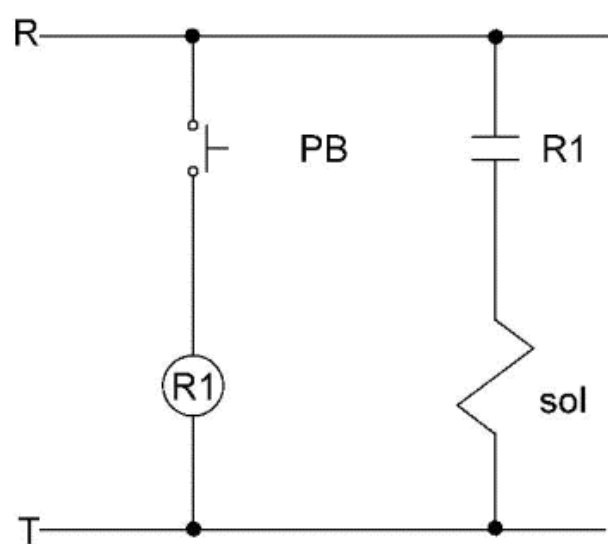
二、利用電磁閥設計控制應注意事項

在控制電路的設計依電磁閥構造之不同，可區分為保持控制和脈衝控制。5/2位雙線圈電磁閥因其具自保能力，故利用脈衝來控制，而3/2位、5/2單線圈電磁閥和5/3位雙線圈電磁閥因其係利用彈簧復歸，故需利用自保電路控制電磁閥保持在作動後之狀態。同時雙線圈電磁閥亦須防止其兩個線圈同時通電，否則有燒毀之危險。

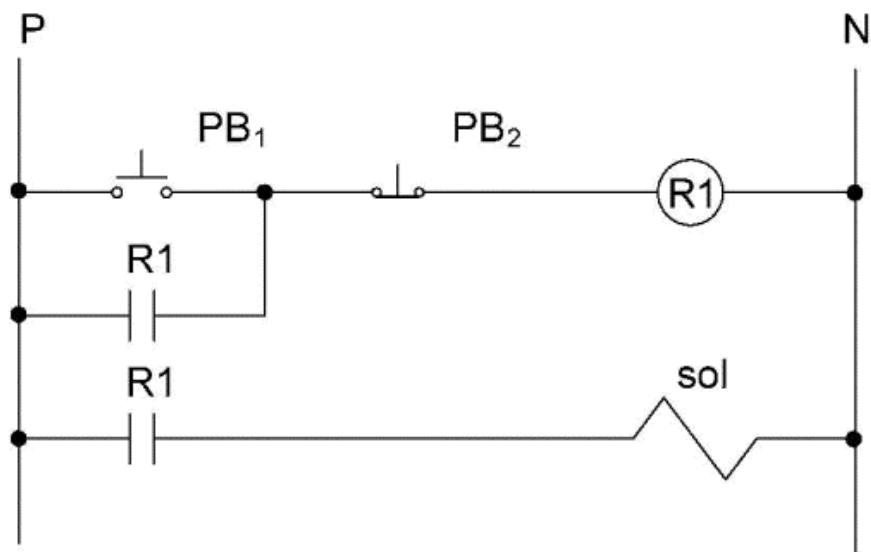
7-2 電氣—氣壓基本迴路認識及迴路設計

7-2-1 電氣迴路圖的繪圖原則

1. 如圖7-29所示，在上下或左右劃出控制母線，交流用R、T，而直流用P、N之記號來區分。
2. 在上下劃出電源線者稱為縱寫順序圖，而在左右劃出電源線者稱為橫寫順序圖。



(a) 縱寫順序圖



(b) 橫寫順序圖

3.各電氣元件使用符號，依其動作順序填入兩條控制母線之間。

4.各電氣元件的符號是表示在系統啟始未操作起動開關前之狀態，並附加文字記號藉此區別彼此間之關聯性。

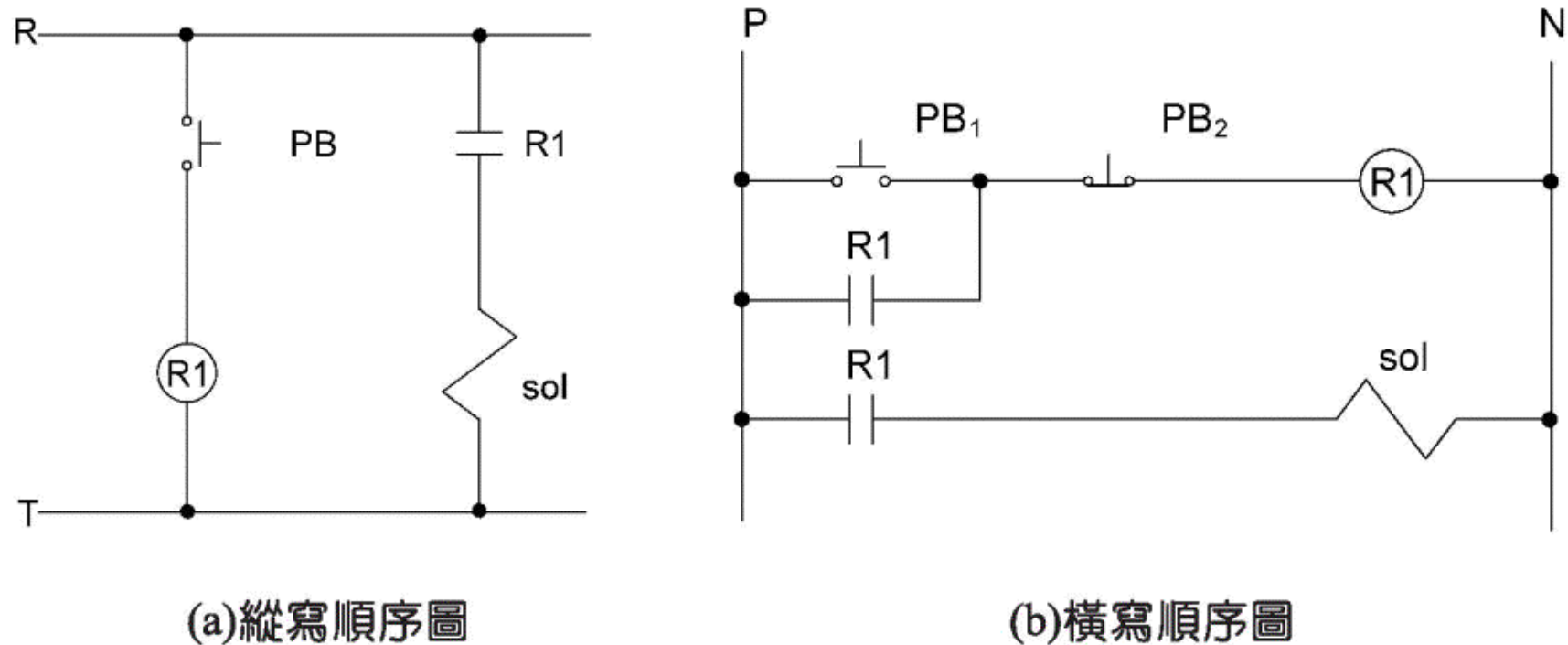


圖 7-29

7-2-2 基本電氣迴路

一、AND 電路

如圖7-30所示，必須兩個以上的條件均成立，電路才導通，AND電路其布林代數式為 $R1^{(\pm)} = A \cdot B$ 。

二、OR 電路

如圖7-31所示，A和B只要其中一個條件成立，電路才導通，OR電路其布林代數式為 $R1^{(\pm)} = A + B$ 。

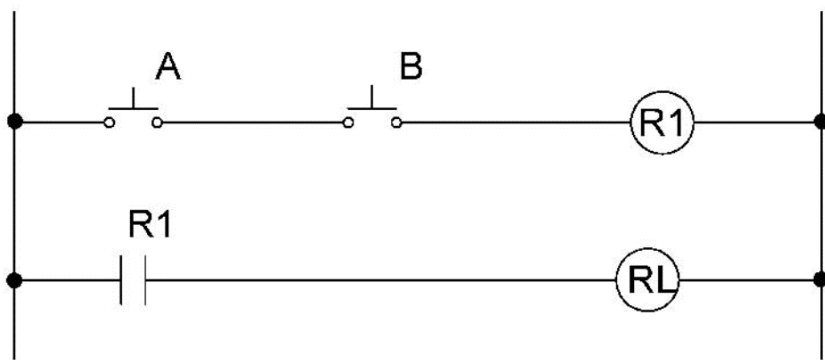


圖 7-30 AND 電路

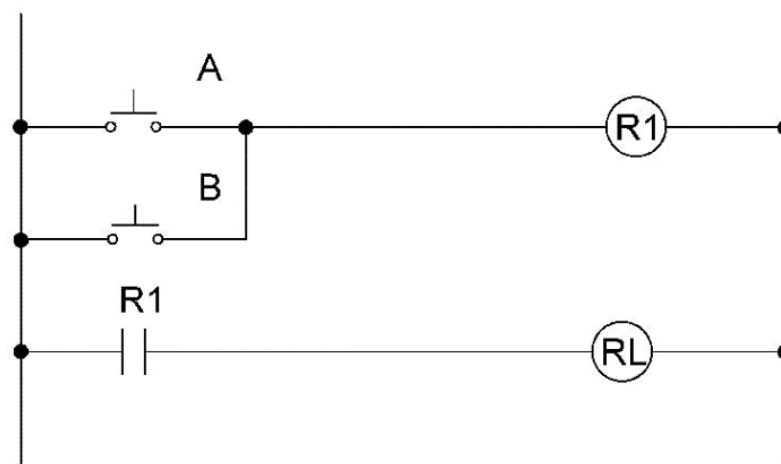
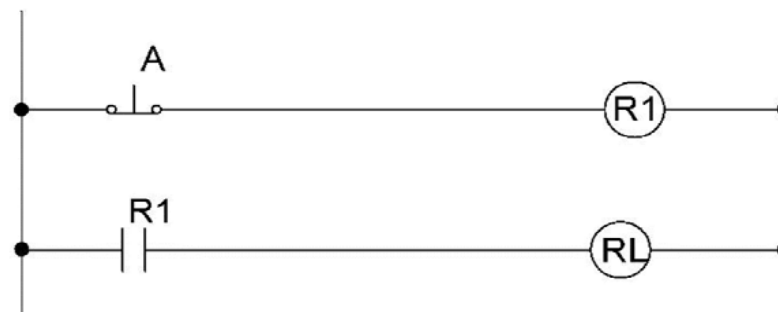


圖 7-31 OR 電路

三、NOT 電路

如圖7-32所示指示燈之動作與否因訊號之輸入而反相，NOT 電路其布林代數式為 $R1^{(\pm)} = \overline{A}$

圖 7-32 NOT 電路



四、自保電路

1. 如圖7-33所示，自保電路亦稱記憶電路，當起動條件A釋放後，而繼電器R1本身a接點供電繼續保持在作動後之狀態。

2. 虛線部份稱為自保電路。

3. 當操作開關B，則繼電器R1消磁，指示燈RL熄滅，自保電路被切斷，其布林代數式為 $R1^{(\pm)} = (A + R1) \cdot B$ 。

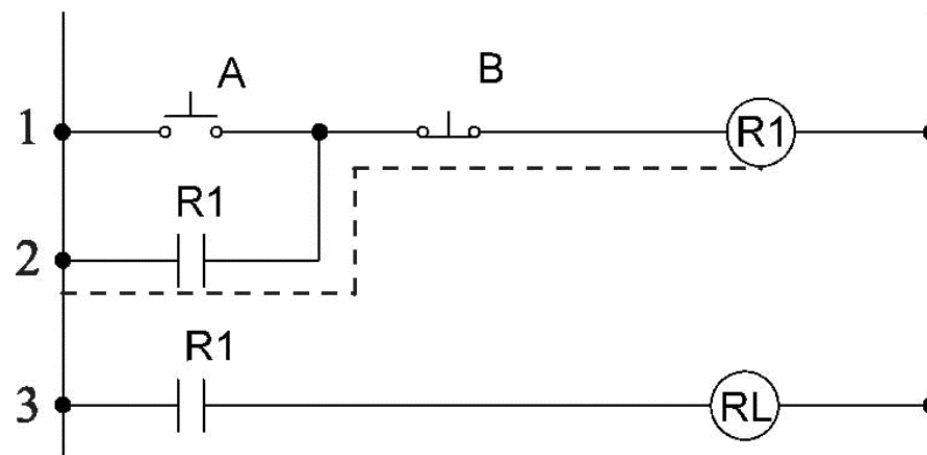


圖 7-33 自保電路

五、互鎖電路

1. 如圖7-34所示，互鎖電路常用來防止錯誤動作的發生，並藉此保護機器及操作人員的安全，尤以馬達正逆轉控制及順序迴路中所使用的雙線圈電磁閥，為了防止兩邊的線圈同時通電，線圈有燒毀之虞，故必要時必須進行電路互鎖。
2. 當操作開關A，則繼電器R1激磁，第2條控制線上的R1的a接點閉合形成自保，同時第3條控制線上R1的b接點打開，故此時如果操作開關C無效，（R2不作動），同理若先操作開關C則R2激磁，再操作開A亦無效
3. 當操作B或D，則R1或R2均消磁，即自保電路被切斷

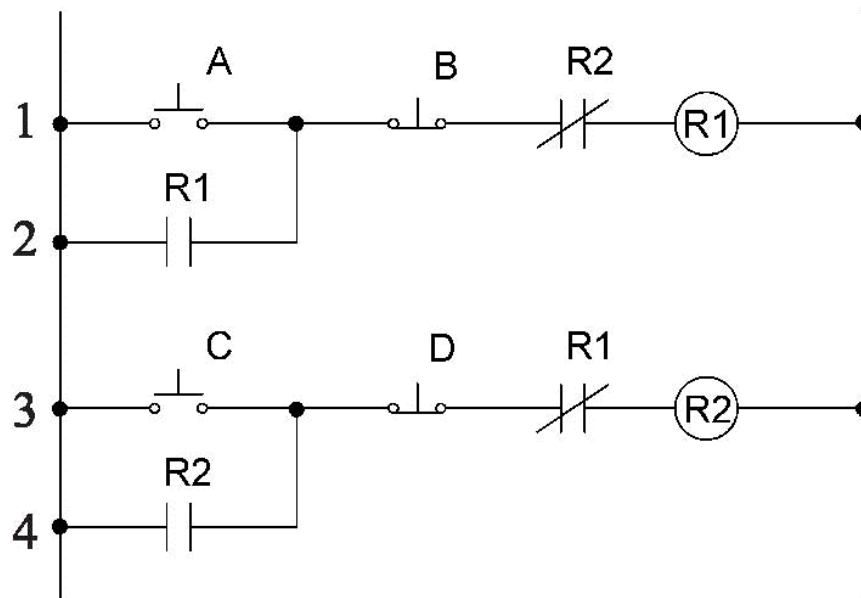


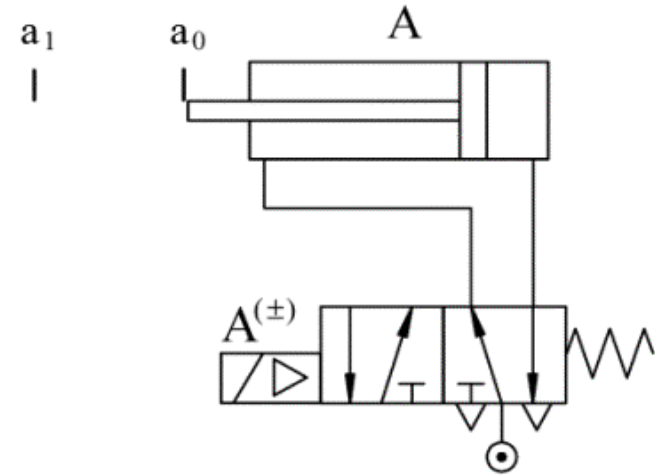
圖 7-34 互鎖電路

六、利用4/2位或5/2位單線圈電磁閥設計單缸的單一循環

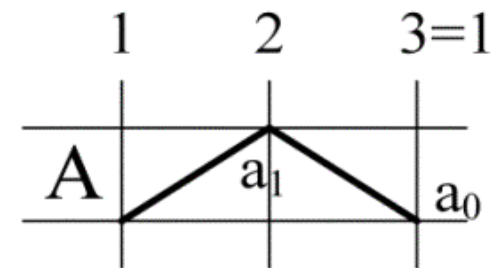
(一) 繪出氣壓驅動部份及位移一步驟圖，如圖7-35所示：

(二) 動作流程分析

1. 操作啟動按鈕 PB_1 ，則電磁閥線圈激磁 (A^+)，方向閥轉位，氣壓缸前進。
2. 釋放啟動按鈕後，氣缸必須繼續保持前進狀態，但因單線圈電磁閥為單穩態原件不具自保能力，故需藉助繼電器設計自電路執行外力自保，促使電磁閥的線圈保持通電狀態。
3. 氣壓缸前進至端點位置作動微動開關 a_1 ，切斷自保電路，則繼電器及電磁閥的線圈均消磁，氣壓缸回行。



(a) 氣壓驅動部分



(b) 位移一步驟圖

(三) 迴路設計分析

1. 繼電器R1在操作啟動開關 (PB_1) 時激磁，直到A缸前進作動 a_1 時才消磁，所以其啟動條件為PB， a_0 ，而復歸條件為 a_1 的b接點，故其布林代數式為 $R1^{(\pm)} = (PB_1 \cdot a_0 + R1) \cdot \overline{a_1}$
2. 當按鈕開關釋放後，電磁閥線圈必須藉助繼電器的自保電路供電，使氣壓缸繼續保持前進狀態，所以可利用R1的a接點驅動，故其布林代數為 $A^{(\pm)} = R1$ 。

(四) 歸納上述的分析，則完整的布林代數如下所示：

$$R1^{(\pm)} = (PB_1 \cdot a_0 + R1) \cdot \overline{a_1}$$

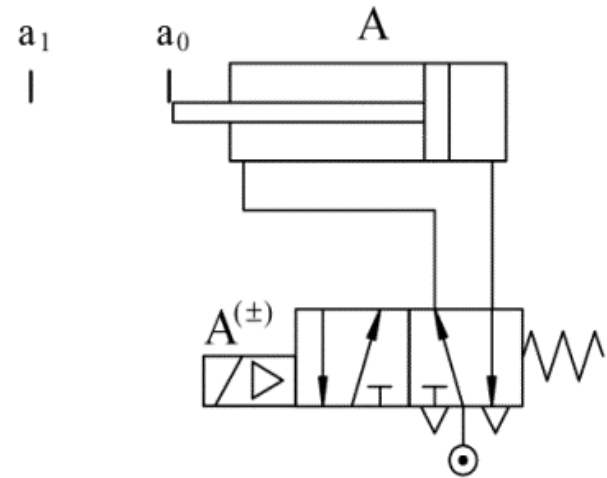
$$A^{(\pm)} = R1。$$

式中 $R1^{(\pm)}$ 及 $A^{(\pm)}$ 表示繼電器或電磁閥線圈的激磁 (+) 及消) 磁 (-)，而其a接點以R1表示，b接點 $\overline{a_1}$ 以 $\overline{a_1}$ 表示 (稱為 $R1 \overline{a_1}$)， $\overline{a_1}$ 表示微動開關 a_1 的b接點。

(五) 將布林代數式轉換成圖7-36的電氣迴路圖

(六) 動作說明

1. 操作按鈕開關PB₁，則繼電器R1線圈激磁，第2條及第3條控制線上R1的a接點均閉合，故除了繼電器R1形成自保外，電磁閥線圈A亦激磁，氣壓缸前進。



(a)氣壓驅動部分

2. A缸前進至端點位置作動a₁，則繼電器R1的線圈消磁，第2條及第3條控制線上R1的a接點開路，故自保電路被切斷及電磁閥線圈A消磁，氣壓缸回行。

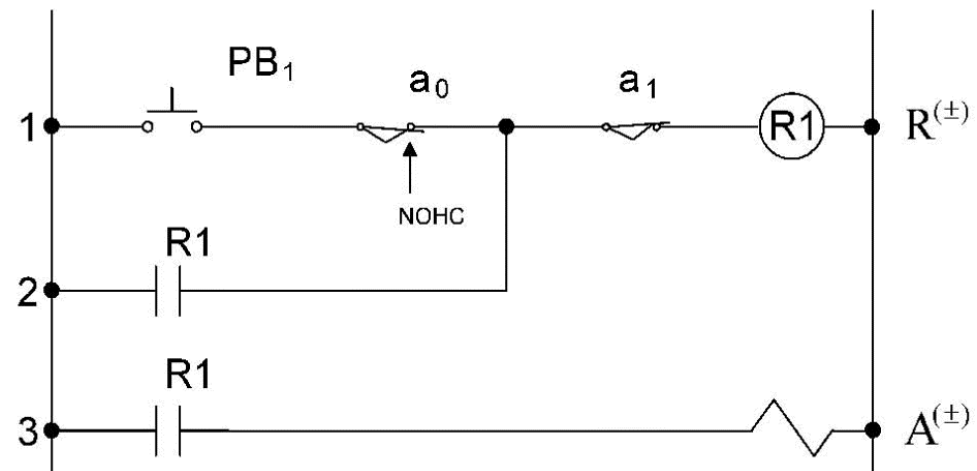
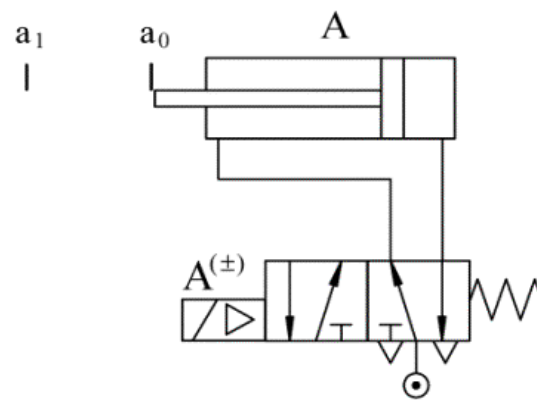


圖 7-36

4. 因為 R0 的 a 接點閉合，所以系統供電，A 缸執行連續循環運轉。因為繼電器 (R1) 和電磁線圈 (A) 均為單穩態元件，所以只要操作 PB₂，則繼電器 R0 消磁，R0 的 a 接點開路，系統斷電，故繼電器 R1 及電磁閥線圈消磁，氣壓缸立即復位，達到系統重置的要求。

5. 故完整的電氣迴路，如圖 7-37 所示。



(a) 氣壓驅動部分

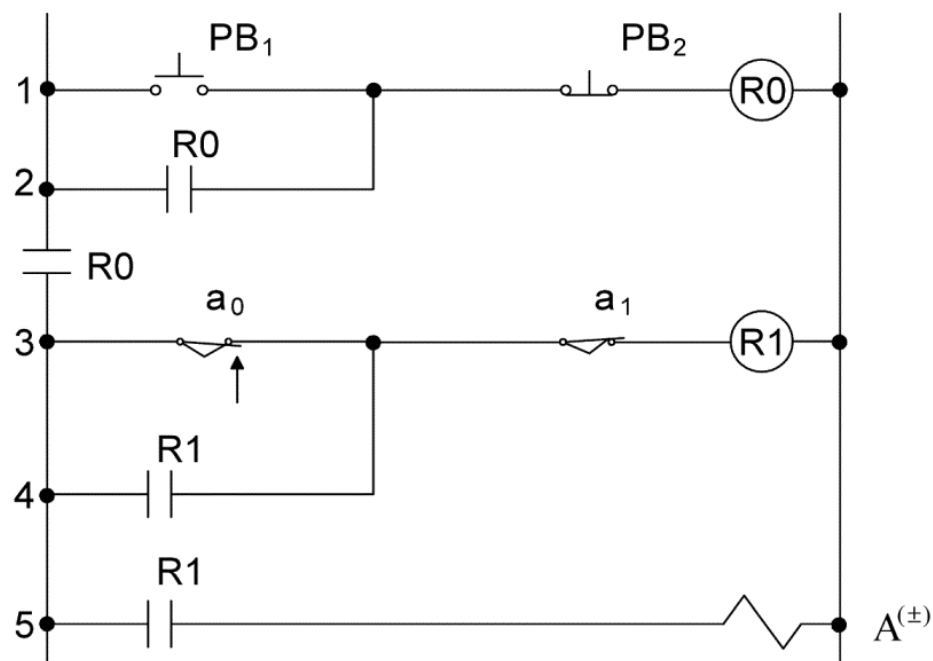
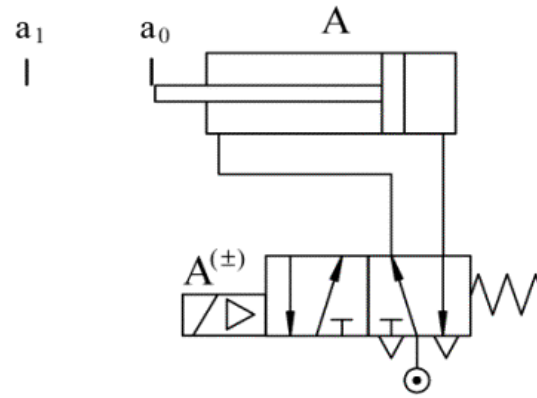


圖 7-37

(二) 動作說明：

1. 操作PB₁則繼電器R0的線圈激磁，R0的a接點閉合並形成自保及供應3、4、5三條控制線電源，故A缸產生連續循環。
2. 操作PB₂，則繼電器R0的線圈消磁，R0的a接點開路，故除了自保電路被切斷外，同時並切斷3、4、5三條控制線電源，所以繼電器R1及電磁閥線圈均消磁，氣壓缸復歸啟始點，系統重置。



(a) 氣壓驅動部分

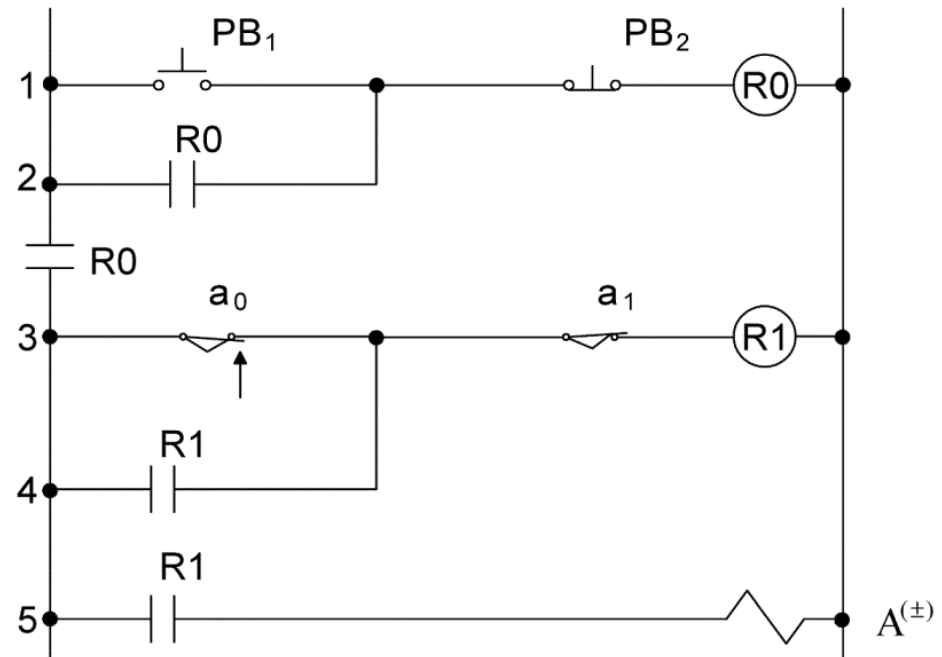
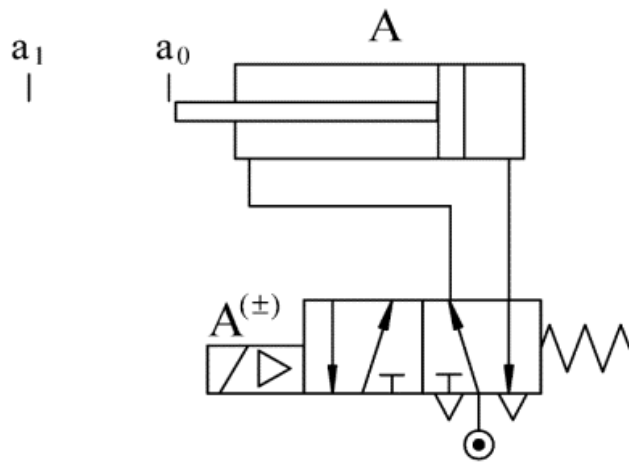


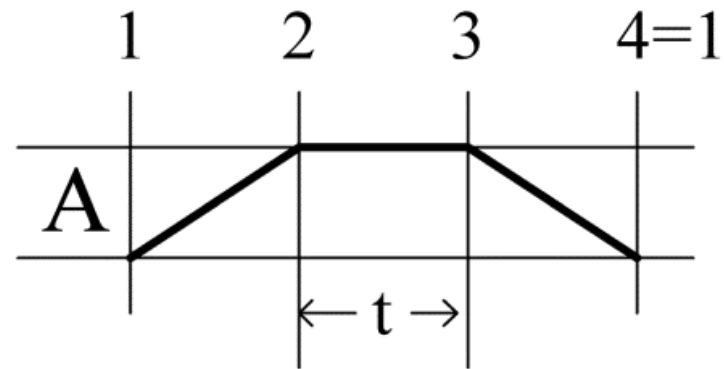
圖 7-37

八、利用4/2位或5/2位單線圈電磁閥設計具時間特性的單循環迴路

(一) 繪出氣壓驅動部份即位移一步驟圖，如圖7-38所示



(a) 氣壓驅動部分



(b) 位移一步驟圖

圖 7-38

(二) 動作流程分析

1. 因為氣壓缸的前進至端點位置作動微動開關 a_1 ，必須停留一段時間方才後退。
2. 故直接利用 a_1 驅動計時器T1的計時線圈，當計時器到達設定時間，再利用其b接點切斷自保電路，使電磁線圈消磁，氣壓缸回行。

(三) 迴路設計分析

1. 計時器T1的啟動條件為 a_1 ，故其布林代式為 $T1^{(\pm)} = a_1$
2. 繼電器R1的啟動條件為 $PB_1 \cdot a_0$ ，而復歸條件為計時器T1的b接點，故其布林代數式為 $R1^{(\pm)} = (PB_1 \cdot a_0 + R1) \cdot \overline{T1}$ 。
3. 電磁閥線圈A的啟動條件為R1的a接點，故其布林代數為 $A^{(\pm)} = R1$ 。

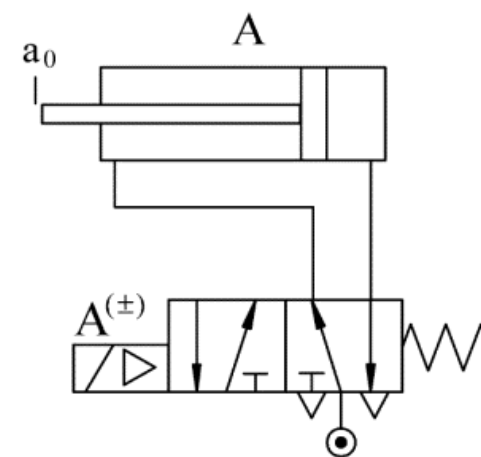
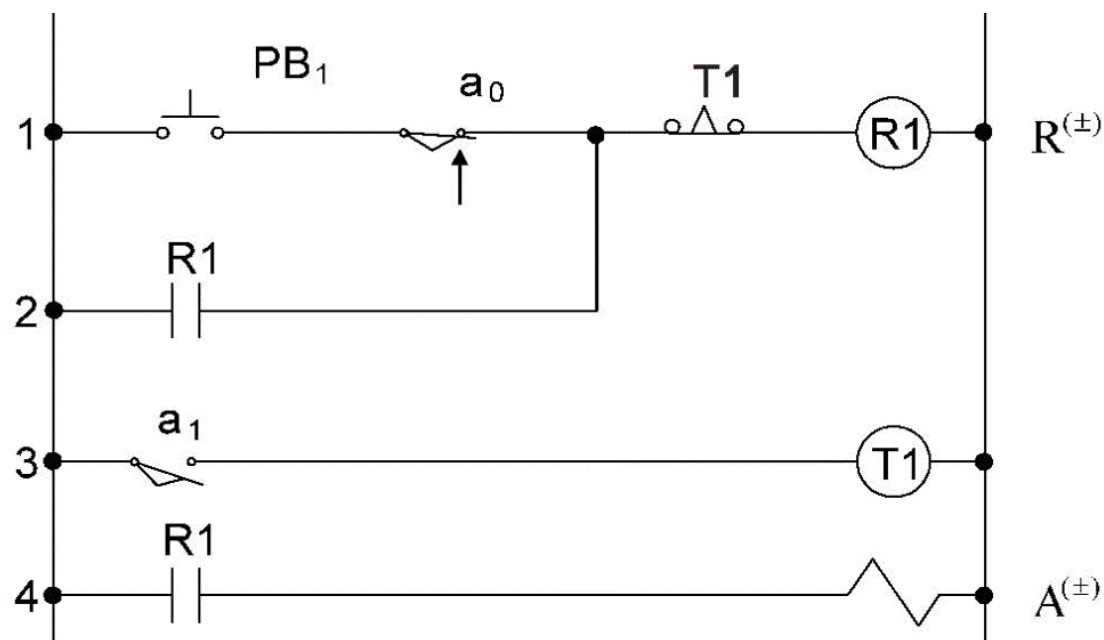
(四) 歸納上述的分析，則完整的布林代數式如下所示：

$$R1^{(\pm)} = (PB_1 \cdot a_0 + R1) \cdot \overline{T1}$$

$$T1^{(\pm)} = a_1$$

$$A^{(\pm)} = R1$$

(五) 將布林代數式轉換成圖 7-39 的電氣迴路圖



(a) 氣壓驅動部分

圖 7-39



(六) 動作說明：

1. 操作按鈕開關 PB_1 ，則繼電器 R1 線圈激磁，使第 2 條及第 4 條控制線上 R1 的 a 接點閉合，除了形成自保外，電磁閥線圈 A 亦激磁，氣壓缸前進。
2. 氣壓缸前進至端點位置作動微動開關 a_1 ，計時器線圈 T1 開始計時，當到達設定時間，第 1 條控制線上 T1b 的接點開路，則繼電器 R1 線圈消磁，第 2 條及第 4 條控制線上 R1 的 a 接點亦開路，故自保電路被切斷及電磁閥線圈消磁，氣壓缸回行。

九、利用4/2位或5/2位雙線圈電磁閥控制單支氣缸的單一循環

(一) 繪出氣壓驅動部份即位移一步驟圖，如圖7-40所示

(二) 動作流程分析

1. 因為4/2位或5/2位雙線圈電磁閥為雙穩態元件，具有記憶功能（摩擦力自保），故操作按鈕開關 PB_1 ，則線圈 A^+ 激磁，電磁閥轉位並保持在作動後之位置，氣壓缸前進。

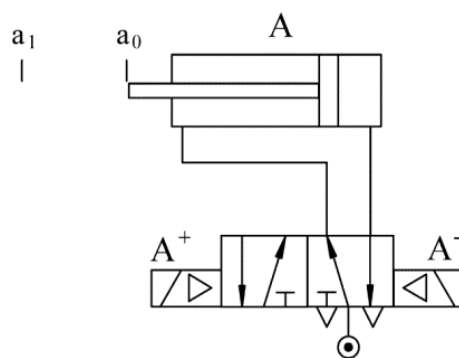
2. 氣壓缸前進至端點位置作動微動開關 a_1 ，則線圈 A^- 激磁，電磁閥復位，氣壓缸回行

3. 為了防止A缸前進作動

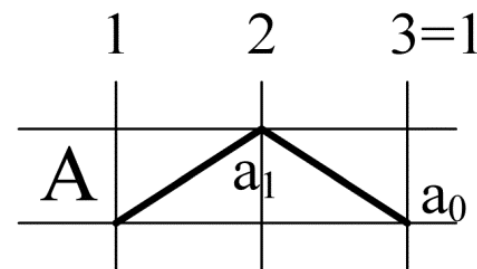
a_1 ，而此時因按鈕開關上未釋放，致造成

兩個線圈同時通電，故需利用微動開關

a_0 ，與按鈕開關作串接形成互鎖。



(a) 氣壓驅動部分



(b) 位移一步驟圖

圖 7-40

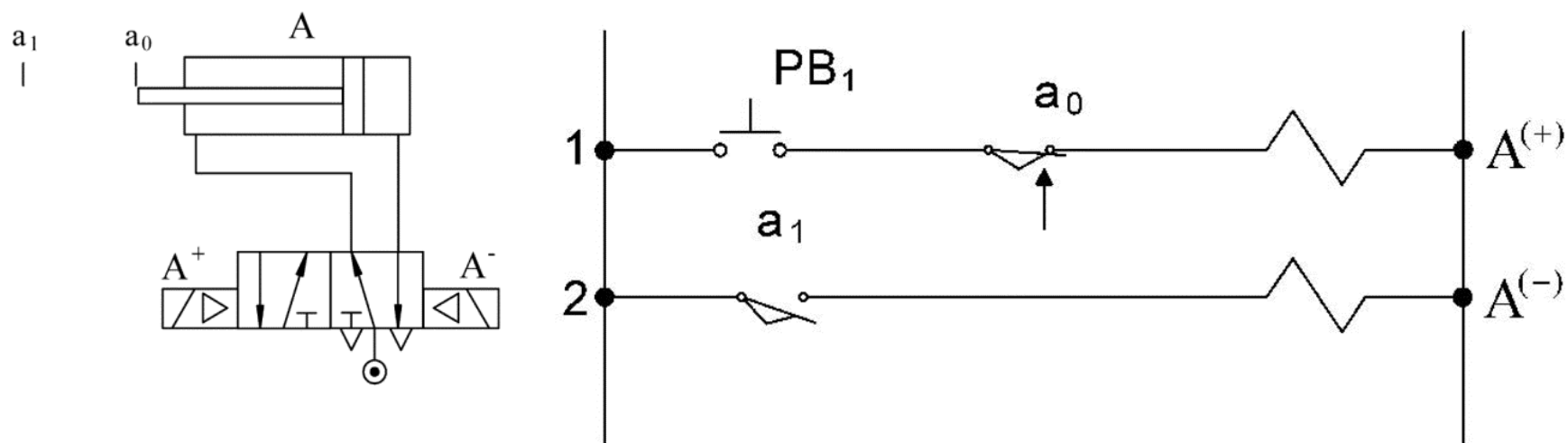
(三) 迴路設計分析

1. 線圈 A^+ 啟動條件為 $PB_1 \cdot a_0$ ，故其布林代數式為 $A^+ = PB_1 \cdot a_0$ 。
2. 線圈 A^- 啟動條件為 a_1 ，故其布林代數式為 $A^- = a_1$ 。

(四) 歸納上述的分析，則完整的布林代數式如下所示：

$$A^+ = PB_1 \cdot a_0, A^- = a_1$$

(五) 將布林代數式圖 7-41 的電氣迴路圖



(a) 氣壓驅動部分

圖 7-41



(六) 動作說明：

1. 操作按鈕開關 PB_1 ，電磁閥線圈 A^+ 激磁，電磁閥轉位，A缸前進。
2. 當A缸前進則微動開關 a_0 因動作外力消失而開路，電磁閥線圈 A^+ 消磁，此時A缸利用電磁閥本身具有的自保能力繼續執行A缸的前進。
3. A缸前進至端點作動微動開關 a_1 ，則電磁閥復位並自保，A缸回行。

十、利用4/2位或5/2位雙線圈電磁閥控制單支氣缸的連續循環

(一) 迴路設計分析

1. 重置及連續循環輔助狀況必須單一循環迴路完成後才可加入。
2. 利用啟動條件 PB_1 控制繼電器 R1 的自保，而後將繼電器 R1 的 a 接點串接在電源母線上。
3. 操作啟動條件 PB_1 ，則繼電器 R1 的線圈激磁，R 的 a 接點閉合並形成自保。
4. 因為 R1 的 a 接點閉合，所以系統供電，A 缸執行連續循環運轉。
5. 因為 4/2 位或 5/2 位雙線圈電磁閥為雙穩態元件具有自保能力，故當氣壓缸執行前進運動時，切斷繼電器 R1 的自保執行系統斷電，則氣壓缸前進作動 a_1 時將無法退回啟始位置，即僅能達到控制電路的重置，而無法達到系統重置。



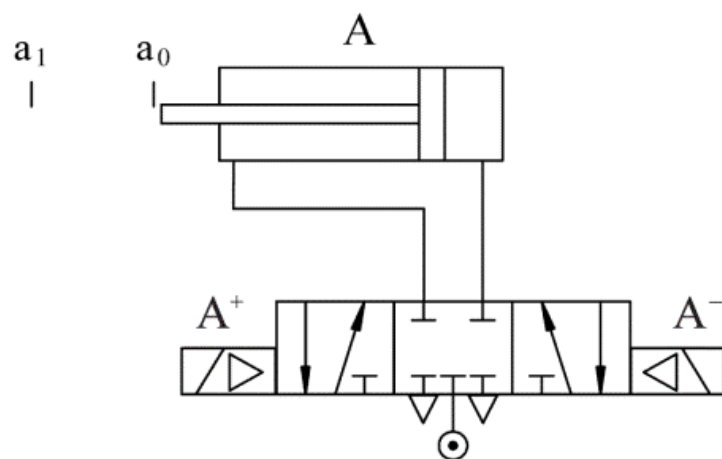
(二) 動作說明：

1. 操作按鈕開關 PB_1 ，則繼電器R1的線圈激磁，R1的a接點閉合，故繼電器R1除了形成自保外，並供應3、4二條控制限電源，所以A缸前進並產生連續循環運轉。
2. 當操作按鈕開關 PB_1 ，則b接點開路切斷副母線電源，而a接點閉合促使電磁閥線圈A-激磁，氣壓缸退回起始位置，即可達到系統重置的控制目的。

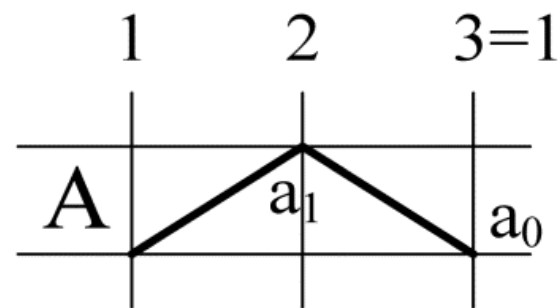
十一、利用5/3位雙線圈電磁閥設計單缸的單一循環

(一) 繪出氣動部份即位移一步驟圖，如圖7-43所示

(二) 動作流程分析：

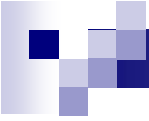


(a) 氣壓驅動部份



(b) 位移一步驟圖

圖 7-43

- 
1. 5/3位雙線圈電磁閥視兩個3/2位單線圈的電磁閥，亦屬單穩態元件，故在設計控制電路時，必須利用繼電器設計自保電路執行外力自保。
 2. 操作按鈕開關 PB_1 ，則繼電器R1的線圈激磁並形成自保，而後再利用R1的a接點驅動電磁閥 A^+ 的線圈，故氣壓缸前進且持續保持。
 3. 氣壓缸前進至端點位置作動微動開關 a_1 ，則繼電器R2的線圈激磁並形成自保，而後再利用R2的a接點驅動電磁閥 A^- 的線圈及b接點切斷繼電器R1的自保，故繼電器 A^+ 的線圈消磁而 A^- 的線圈激磁，所以氣壓缸回行且持續保持。
 4. 氣壓缸回到起始點作動微動開關 a_0 切斷繼電器R2的自保，則系統斷電，電磁閥 A^- 的線圈消磁。

(三) 迴路設計分析

1. 繼電器 R1 的啟動條件為 PB_1 ，而復歸條件為 R2 的 b 接點，故其

$$\text{布林代數式為 } R1^{(\pm)} = (PB_1 + R1) \cdot \overline{R2}$$

2. 電磁閥線圈 A^+ 的啟動條件為繼電器 R1 的 a 接點，故其布林代數式為 $A^+ = R1$ 。

3. 斷繼電器 R2 的啟動條件為微動開關 a_1 的 a 接點，而復歸條件為微動開關 a_0 的 b 接點，故其布林代數式為 $R2^{(\pm)} = (a_1 + R2) \cdot \overline{a_0}$ 。

4. 電磁閥線圈 A^- 的啟動條件為繼電器 R2 的 a 接點，故其布林代數式為 $A^- = R2$ 。

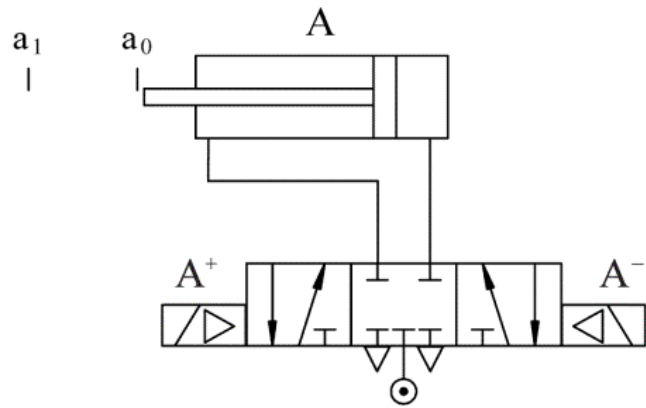
(四) 歸納上述的分析，則完整的布林代數式如下所示：

$$R1^{(\pm)} = (PB_1 + R1) \cdot \overline{R2}$$

$$R2^{(\pm)} = (a_1 + R2) \cdot \overline{a_0}$$

$$A^+ = R1$$

$$A^- = R2$$



(a) 氣壓驅動部份

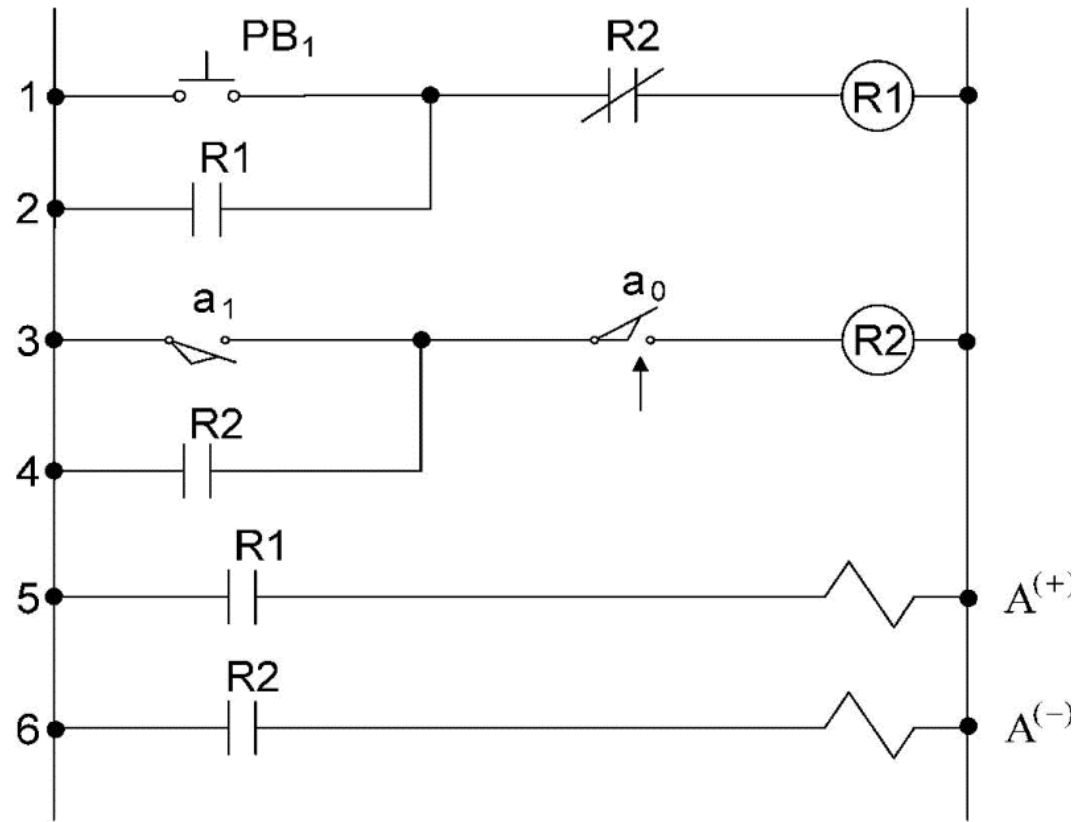


圖 7-44