

相關知識

I 使用集成電路去控制自動化生產

1. 集成電路 (IC)

在教材七的開始，已經介紹了電子科技的發展，該節最後提到集成電路。它由只包含數個晶片，一直發展到超大型集成電路後，由於大多數產品都用此來製造微型電腦，現時已經進入了微電腦時期。

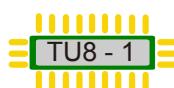
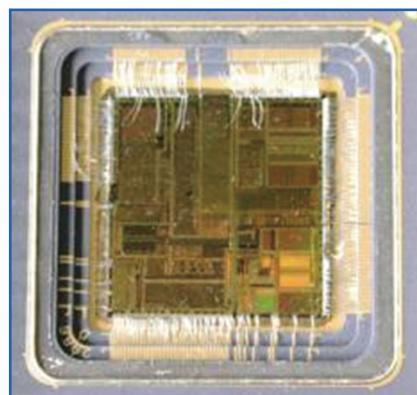
相信沒有人能準確指出現今世上有多少種的集成電路，因每天都有新的集成電路正在研發出來。去年才買的家用電腦，今天已經有比它速度快得多的在市場出現；上個月 A 品牌的智能電話，這個月 B 品牌說要推出比它快和功能更強的機種了，這顯示新的集成電路又誕生了。

集成電路的分類

集成電路內有幾十顆以至過百萬顆晶片，在裝嵌集成電路時，可以

- 連接成電路以執行功能。
- 不連接成集成電路以執行不同有用的功能，在這情況下，集成電路的功能可以在裝嵌後才被程式化。

集成電路以不同方法裝嵌，各有不同的功能，以下把它們粗略地分類。



(a) 以功能分類

在商業世界裡，集成電路可被裝嵌以執行下列功能：

集成電路功能的分類

種類	例子	功能
邏輯門	7408, 7432, 7400	「與」門， 「或」門， 及「非與」門
運算放大器	741	一般用途的運算放大器
計時器	555	在不同模式下記錄時間
模擬開關	4016	如繼電器般，允許電流通過
記憶體	隨機存取記憶體(RAM)及唯讀記憶體(ROM)	儲存資料
微控制器	8051, PLC	如一部微型化的電腦

(b) 以複雜性分類

隨著科技日新月異，工程師能把更多電子組件放在同一晶片上，而整合的複雜性及程度均以每晶片上電子組件數量作衡量單

位，是用作分類集成電路的指標。以下列表綜合了不同程度的整合：

集成電路複雜性的分類

種類	代表	每晶片上電子組件數量	例子
SSI	小規模集成	100	邏輯門
MSI	中規模集成	100 to 3,000	計算器
LSI	大規模集成	3,000 to 100,000	模數轉換，數模轉換
VLSI	甚大規模集成	100,000 to 1,000,000	微控制器
ULSI	超大規模集成	> 1 百萬	微處理器 雙核心微處理器

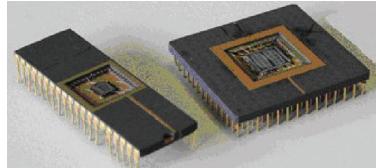
超大規模集成電路是指複雜程度多於一百萬的集成電路，但通常以甚大規模集成電

路來描述超大規模集成電路。

(c) 以封裝分類

在集成電路組裝及測試過後，用作裝嵌電路的晶圓(Wafer)，在出售前會被附加於集成電路封裝內。這個封裝可以避免晶圓受到外來力或濕氣破壞；它亦可以避免矽晶片被各種的化學物質腐蝕。以下是最常見的兩款集成電路封裝：

集成電路以封裝分類

封裝方法	例 子	如何配合電路板
通孔封裝		把集成電路的針腳插入印刷電路板上的鑽孔，然後焊接
表面裝配封裝		直接附於印刷電路板表面，從而節省了印刷電路板上鑽孔的空間及工序

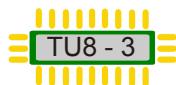
(d) 以信號處理分類

集成電路亦可以根據它們處理的信號種類被分為模擬(線性)、數碼或混合信號 (模

擬和數碼同時在一個晶片上)。

集成電路以信號處理分類

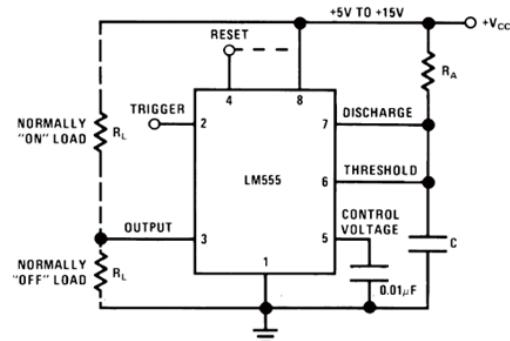
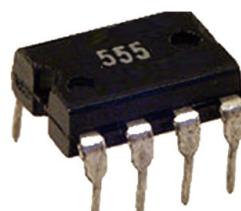
種類	特性	例子
數碼集成電路	一般只有兩個狀態，即低或高	邏輯門、觸發器、記憶體及微控制器
模擬集成電路	連續的可變輸出與輸入信號程度成比例	計算放大器及感應器



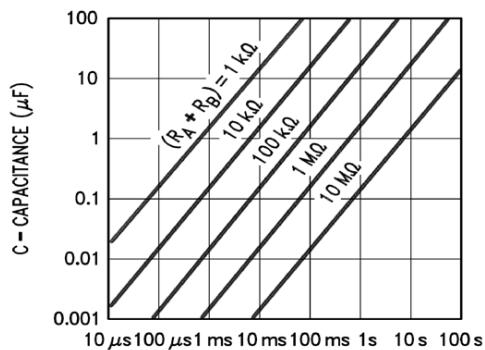
2 常用的集成電路例子：

a、IC 555計時器

以上提及過很多的集成電路零件號碼（例如 IC 7408, 8051, 741, 555等）的例子，IC 555是一顆價錢平而廣泛應用於計時控制的集成電路。在互聯網很容易便可搜尋到相關的數據表及應用電路圖的例子。

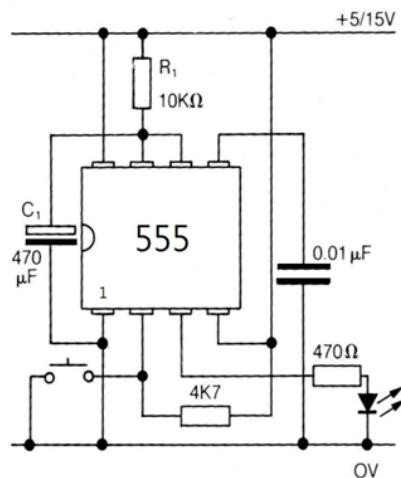


IC 555的單穩態模式



配合不同電容值及電阻值可得出不同的時間延遲

從上右圖可看到，只需外加幾粒電子原件，便可完成一個如右圖的基本計時電路，只需輕按一下「開始」掣，LED便會亮著一段預設的時間，隨後自動熄滅。如以右圖的電子元件數值，亮著的時間約為5秒。

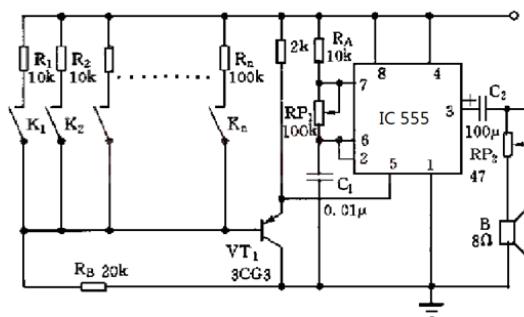


IC 555計時器的應用：

右圖為一玩具電子琴，它內部電路的IC 555集成電路改為以非穩態模式操作，它的輸出由LED改變為

_____，

為了得到不同的聲音，它加入了一串預定數值的

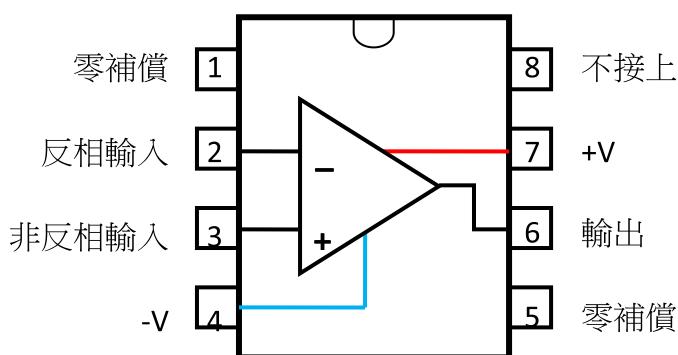


試列出其他你認為電路中有計時集成電路的電子產品，它們可以提供那些功能？

b. IC 741 運算放大器

IC 741是廣泛應用於電路中擴大微弱的電流。像收音機、立體聲系統、耳機、電視和其他許多電器產品的電路中，都有運算放大器作為組件。

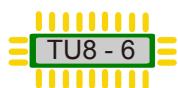
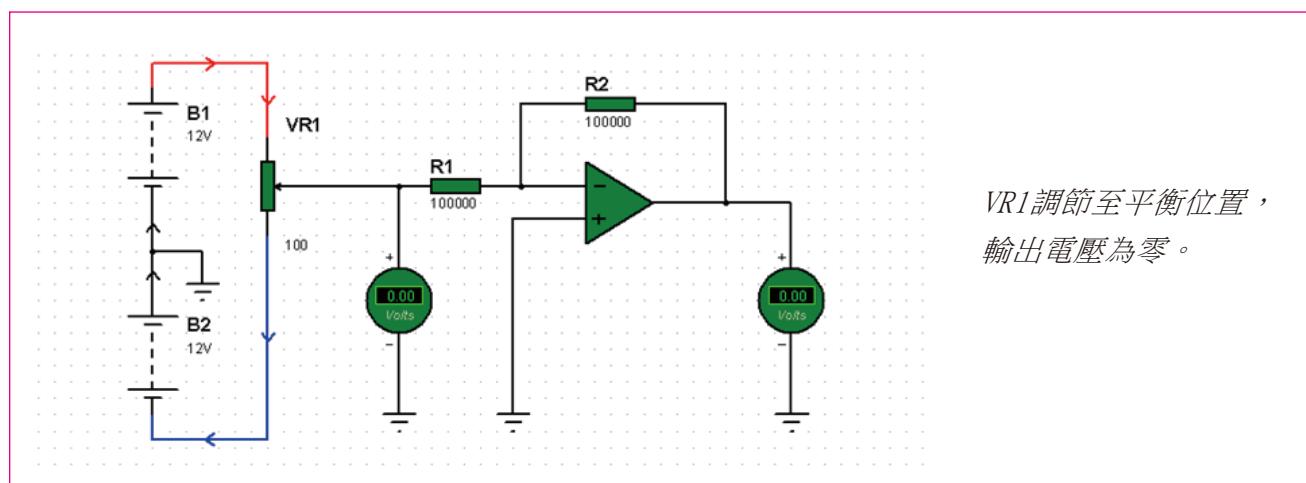
運算放大器是在模擬電路中最有用的單一設備。使用不同組合的外部組件，令它可以進行各種各樣的模擬信號處理作業。輸出電壓為零。

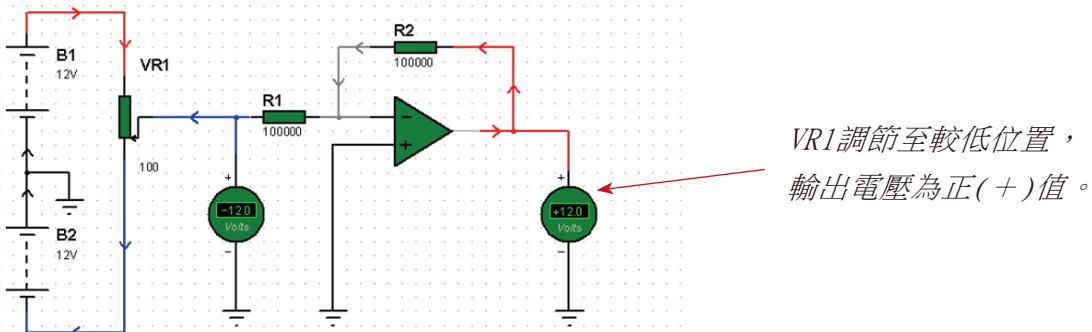
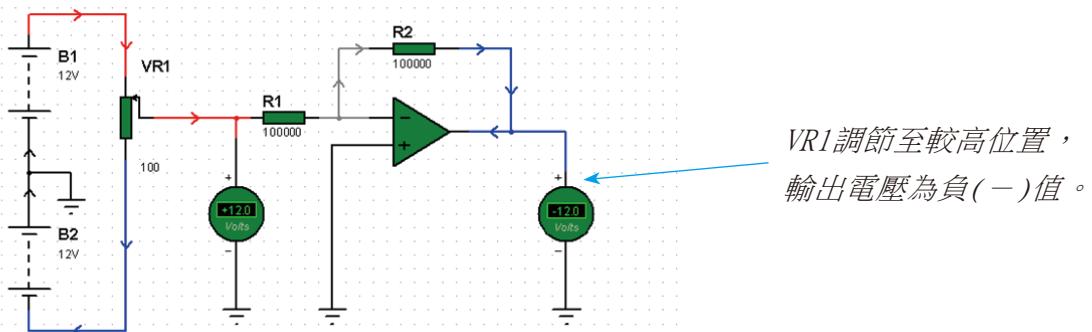


理想的運算放大器有(i)無限大的輸入抗阻及放大倍數、(ii)無限頻寬和(iii)零

輸出抗阻等特徵。

下面的圖表顯示了運算放大器的基本操作。請看看VR1和運算放大器輸出的不同之處。

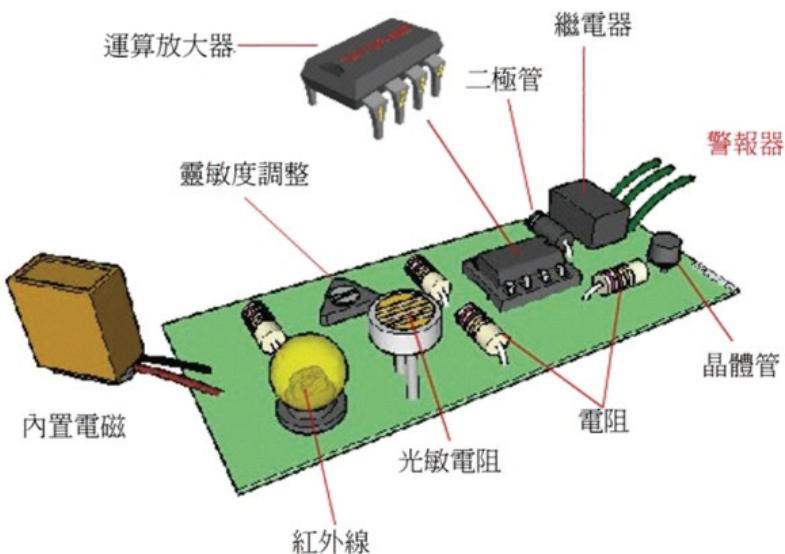




IC 741 的應用：

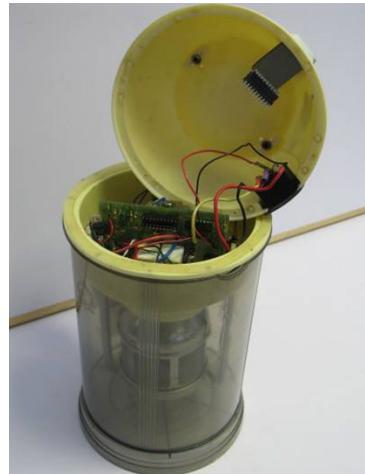
以下是警報電路的一部分，當電路的光感應器檢測到任何光強度的轉變時，它便會發出一個信號來觸發繼電器，並啟動警報系統，令警報器發出聲音。如果沒有運算

放大器的話，信號便會太弱，因此，運算放大器把信號放大使警報器發出聲音。所以，感應器通常需要運算放大器，以便使它們能夠正常工作。



不同的集成電路有甚麼用處？

找尋一件日常電子產品然後把它拆卸(例如圖示的磨豆漿器或”PlayStation”的“Wiimote”)。



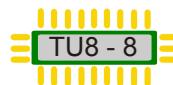
相關知識

試從你常接觸的電子產品內所常用的集成電路之類別中，選擇三個集成電路，並指出它的名稱。

你挑選的集成電路是屬於哪個類別？你可以將每一個集成電路分為多於一項類別。

[備注：你可從互聯網上搜索數據表以描述你所選擇的集成電路的功用及特徵]

猜想哪一款集成電路在同學的列表中最常見？然後猜想它的用途。



II 使用電子、微處理器和電腦控制自動化生產

1. 電子控制電路

在教材七，我們研究了一個利用光暗程度的電子控制電路，在自動化生產中，光控常被利用到。例如右圖為一部早期升降機的門，在門的一邊射出光線，只有在另一邊無誤地接收到光線，它才會繼續把門關上，門關好後，操作程序才開始。

*試想想只用光控有甚麼缺點，可以如何改善？



又例如右圖的洗衣機，它可以設定洗衣的溫度。除冷水外，用家可以設定以40°C、60°C甚至90°C來清洗較污穢的衣物，機內的溫度感應裝置，只有在加入的水被加熱至所需溫度後，才會接通馬達，自動洗衣程序才會開始。



2. 微處理器控制電路

這部洗衣機，或一些更現代化的洗衣機，它怎會只有溫度感應裝置呢？它的其他感應裝置還包括：

- 門是否關上？
- 水壓是否足夠？
- 衣物的重量，以預計所需注入的水量？
- 注入的水是否足夠？
- 檢視水的清濁程度，以計算所需洗衣程序？
- 控制馬達轉速及各項洗衣程序。

- 進行乾衣、並控制程序各步驟。
- 完成所有程序後，打開門鎖，並提醒使用者取出衣物。

以上各部程序都要使用到感應裝置，如果使用晶體管等的電子原件來建構一個電路，會相當複雜，而且體積相當大。這時一個對各感應裝置作出預設反應和控制的微處理器，便派上用場了。

3. 電腦(計算機)控制電路

右圖為香港部分學校購買了的小型快速成型機，它裝有溫度感應裝置，只有內部溫度達到所需(約300°C)時，基材架升起、噴嘴擠出材料，生產程序正式開始。但它利用了用來控制自動化生產的感應裝置又怎會只有溫度感應裝置呢？它的其他感應裝置還包括：

- 是否裝入和裝好了材料？
- 材料儲存座至擠壓嘴的通道是否暢通？
- 偵測到內部溫度達所需(約300°C)時才開始運作。
- 開始生產前基材座是否已升至所需高度？
- 開始生產前擠壓嘴是否已移至所需位置？
- 等等……。

它需要的不單單是感應裝置和作出反應，它的操作亦依賴連接到一部電腦上，才可進行自動化的生產。以往的電腦控制機器，需要特別的介面卡和接線，但這些較新和簡單的電腦控制機器，只需以上網線連至同一網絡上便可控制。

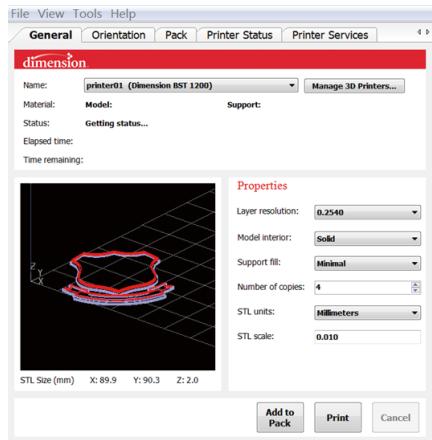
右圖顯示輸入預先設計好的產品(立體校徽設計)圖樣、按方位放好、尺寸單位、縮放至合適比例、定出成品的密度、要生產多少件等。

下圖顯示即時移動產品的位置，而軟件亦即時傳回快速成型機的狀態、還有多少材料、這次生產需要多少材料和時間等。而開始生產和暫停生產等指令，亦由電腦發出。

由以上的幾個例子中，我們可以看出，簡單的控制可由電子元件構建而成，較複雜的則可用微處理器，更複雜和互動的控制便需要應用到電腦了。



相關知識



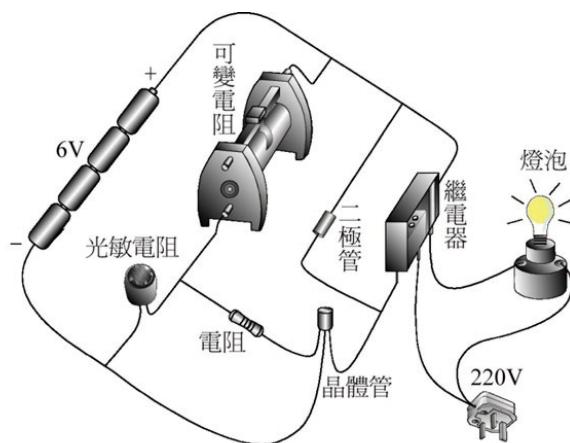
討論

在家居環境和學校中，你可以找到那些自動化的操作例子：

III 識別常用電子元件的代表符號，及繪製簡單的電子電路圖

在教材七中，已經介紹了基本的電子和電氣的元件及它們的符號，這麼不作重複

了，以下讓我們嘗試從實物圖，繪製簡單電子電路圖。



步驟1：

找出各電子元件的代表符號（試找出元件的符號，並畫在下面的方格內）

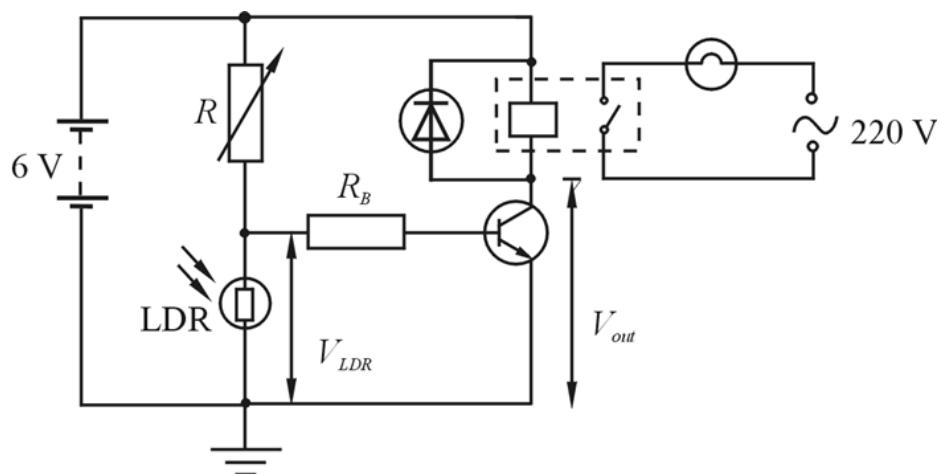
電池	
可變電阻	
光敏電阻	
電阻器	
二極管	

晶體管	
繼電器	
燈泡	
220V電源	

步驟2：

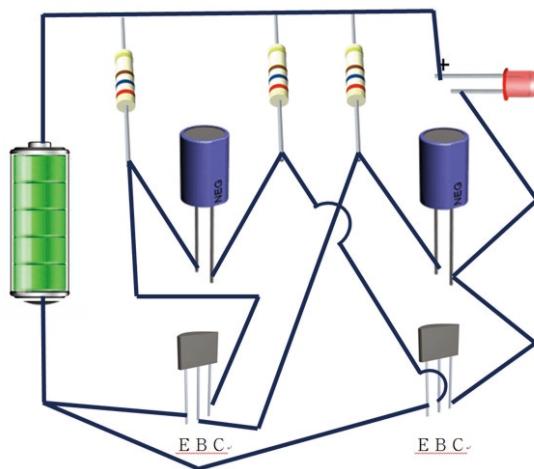
按實物的擺放位置，把電子元件的代表符號畫出，幾個要領是：

- a、輸入元件(如電源、開關等)放在一邊，處理元件放中間，而輸出元件(如LED、燈、蜂鳴器等)放另一邊
- b、正極“+”在上，而負極“-”在下
- c、電子元件的正極“+”接駁到上面，而負極“-”接駁到下面
- d、各連接線盡量使用水平和垂直線
- e、盡量避免接線相交
- f、讓電子元件放在同一直線上
- g、為各電子元件加上必要的註釋
- h、接上地線



課堂練習 1

下圖是一個閃燈電路的實物圖，試繪製它的電子電路圖。



步驟1：

找出各電子元件的代表符號（試找出元件的符號，並畫在下面的方格內）

圖示	名稱	符號

步驟2：

按實物的擺放位置，把電子元件的代表符號畫出，以繪製電子電路圖。

相關知識

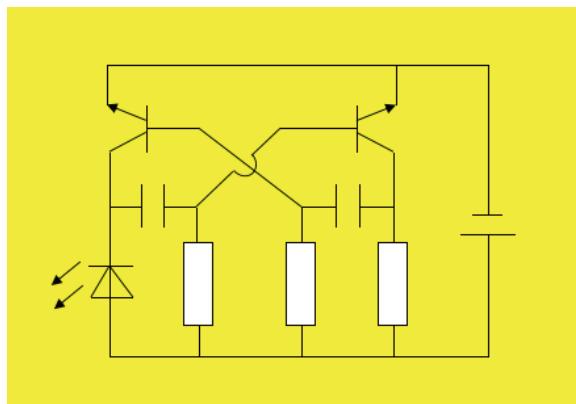
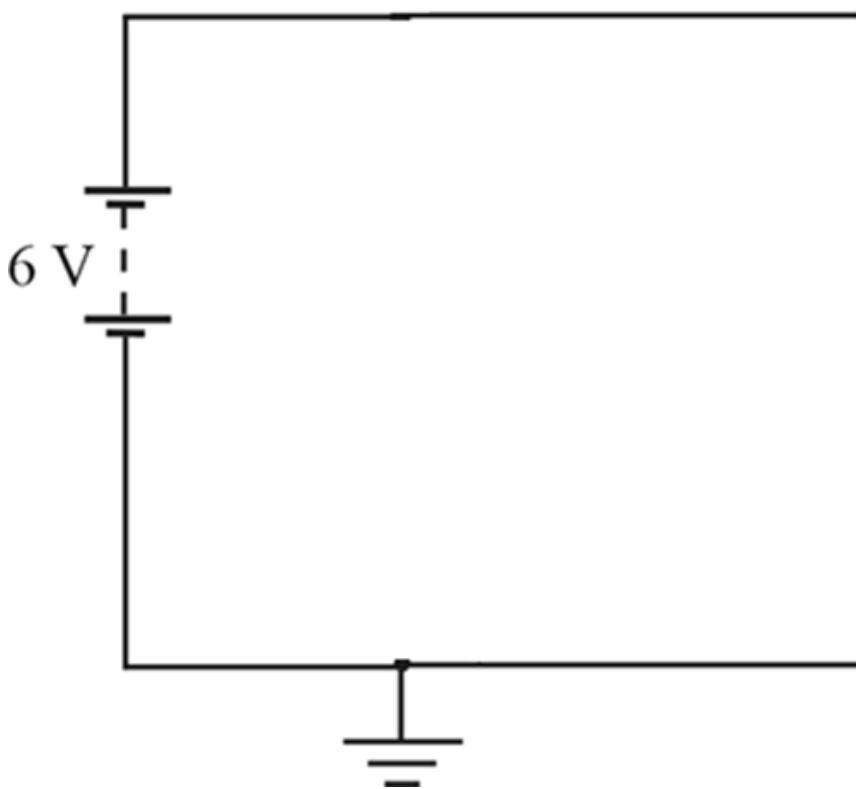
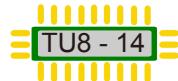


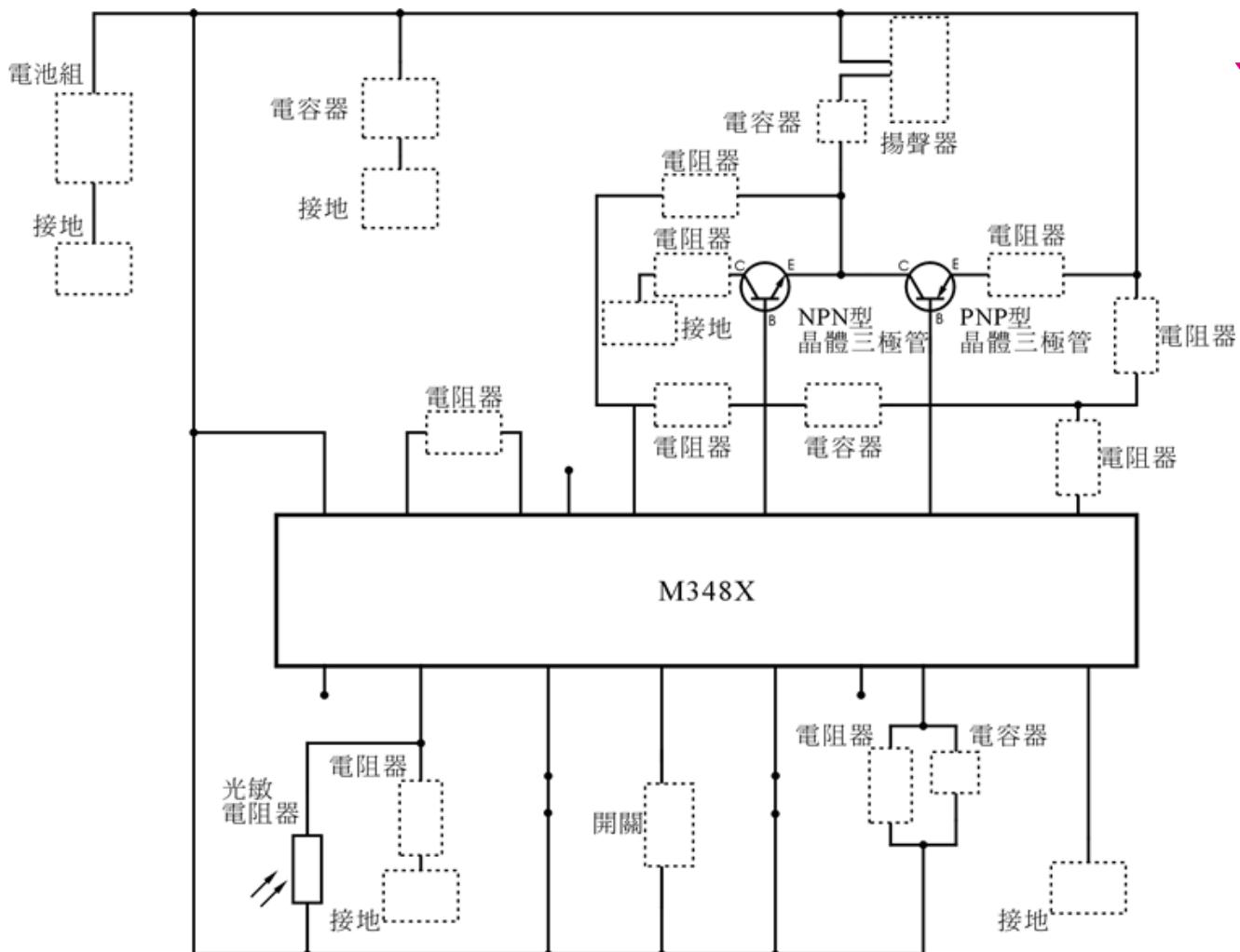
圖 8-14：邏輯電路圖



課堂練習 2

下圖為音樂盒的電路圖設計的例子，請在空格內畫上合適的電路符號。

(可參考單元七，8-12頁)



IV 使用結構套件去模擬氣動控制系統，以實現特定功能

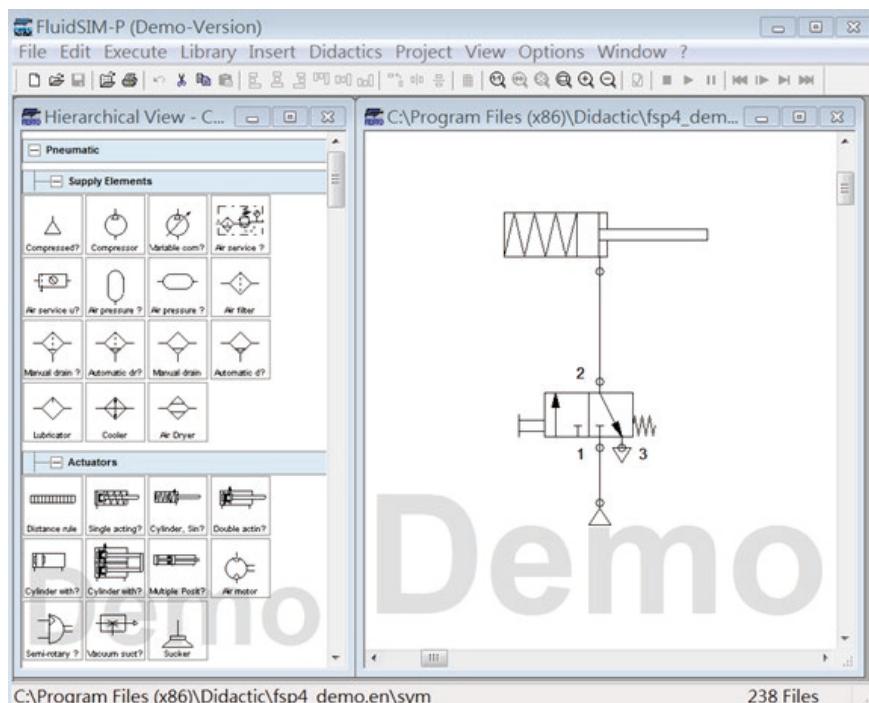
在中一的教材六--系統和控制中，已經介紹過壓縮氣體作為傳遞和控制能量的一種系統。

- 輸入 — 壓縮空氣、開關掣等
- 處理 — 通過密封喉管將空氣輸送到各種氣動處理元件
- 輸出 — 氣動執行元件輸出作功，完成指定的工作

教材亦曾建議大家做一個氣動玩具的習作。以下將介紹利用結構套件去模擬氣動控制系統，以實現特定功能。

在本港可買到不同品牌和設計的氣動元件，而較主要的供應商有SMC及Festo兩家，他們除提供硬件售賣以外，亦提供培訓和網上教學，

SMC在http://www.smchk.com.hk/smc_website/elearn/elearnmain.htm提供了主要為簡體的中文版的教學，而Festo在<http://www.festo-didactic.com/int-en/>提供了英文版的網上教學，還可在<http://www.fluidsim.com/fluidsim/download/v4/demo001p4.exe>下載供學生用的示範版氣動模擬軟件Fluidsim。



上圖和在餘下的內容，我們會以Festo公司的軟件來示範。但必須再次指出除了上述兩間公司外，還有其他公司的軟硬件可供選擇。

在實際使用結構套件或使用軟件模擬之前，讓我們略為簡單介紹氣動系統，和一

些常用的氣動元件及它們的功用。

1 氣動系統的各部份

一個氣動系統的各主要部份。各部份會用氣喉接駁，由壓縮空氣將能量從氣源運送

到驅動元件。

相關知識

輸入			處理	輸出	
氣源	貯存	淨化	處理	控制	驅動
壓縮機	貯氣缸	過濾器 乾燥機	調壓閥 過濾器 油霧器	方向控制閥 速度調節閥	氣缸

(a) 壓縮機

壓縮機將空氣壓縮至所需的工作壓力*，它能將電機或內燃機的機械能轉化為壓縮空氣的壓力能。各種氣動傳動及氣動控制裝置所需的壓縮空氣都是由一套中央壓縮

空氣設備供給。各種氣動元件裝置可利用管路，從壓縮空氣貯氣缸取得所需的壓縮空氣。空氣壓縮機可分為兩大類：往復式和旋轉式。



(a) 學校用的小型壓縮機



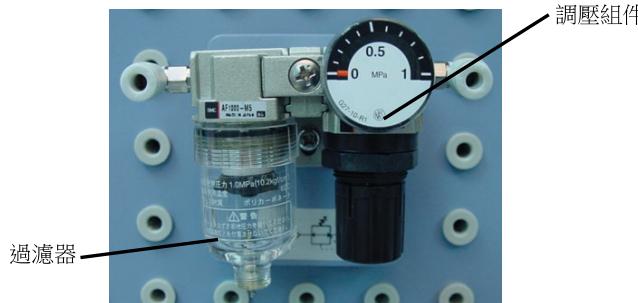
(b) 一般工業用的壓縮機

* 註：用於氣動控制的壓縮空氣約為大氣壓力的6倍(6 bar 或0.6MPa)

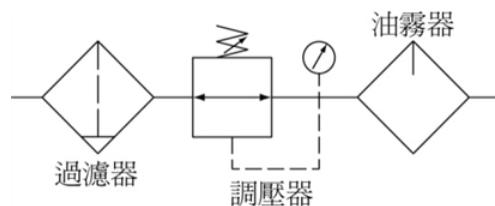
(b) 調壓組件

壓縮空氣調壓組件由以下各元件所組成：

- (i) 過濾器 — 能除去壓縮空氣在進入氣動元件前的雜質。
- (ii) 調壓器 — 穩定壓力及調節氣動元件操作。
- (iii) 油霧器 — 為氣壓機件提供適當的潤滑。



(a) 調壓組件實物圖



(b) 調壓組件內氣動元件符號圖

(c) 接駁喉管

接駁喉管的要求是可承受所需壓力和合適的接合。



接駁喉管實物圖

(d) 使用壓縮氣體的安全措施

1. 壓縮氣體是可進入人的孔道如口腔、耳朵等，因而可引致嚴重的傷亡。切勿將壓縮空氣噴向任何人身上。在高溫的情況下，壓縮氣體是可穿透皮膚的。
2. 排氣口排出的壓縮氣體含有微粒及油，都是會損害眼睛。
3. 縱使管道或貯氣缸內的壓縮空氣的壓力比較低，但若容器受損時，仍會引起激烈的爆炸。
4. 在開啟壓縮氣體供應裝置前必須完全檢查整個系統安排。

2. 氣動元件

氣動系統中會使用多種氣閥來操控驅動元件(氣缸)的操作。氣閥有許多種類，包括：梭動閥、限流閥、快速排氣閥、邏輯

閥、單向閥、速度控制閥、方向控制閥等等。在各種氣閥中，方向控制閥是最常用的氣閥。

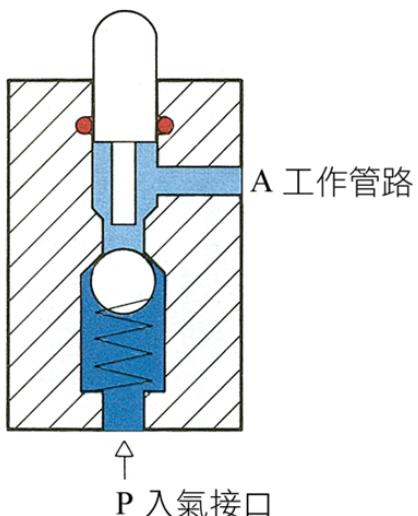
(a) 方向控制閥

「二路二位」(簡寫 2/2)方向控制閥的功能是藉彈簧之力迫使閥片開關，阻止壓縮空氣從入氣接口「P」流向工作管路「A」。當作用力於控制軸時，閥片被推開，使「P」與「A」相通。

作用力於控制軸須要克服彈簧的對抗力及空氣壓力。而此控制閥可由人力或機械推動，回位的動作則靠彈簧推力。這種氣閥主要用來控制氣馬達和氣動工具。



(a) 「二路二位」方向控制閥
實物圖



(b) 剖切圖



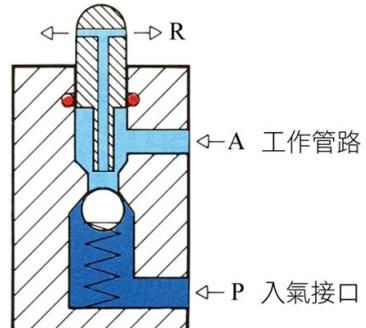
(c) 氣動符號

「三路二位」(簡寫3/2)方向控制閥和它的結構。三路二位方向控制閥可作單作用氣缸的控制使用。在中間位置開啟的閥片中，則先由閥片關閉自「P」至「A」接合，再向下壓時，另一閥片開啟「A」至

「R」(排氣口)的密封座。這類閥片可由人力、機械、電氣或氣壓推動。這種氣閥主要用來控制單作用氣缸(推出型)和氣動信號。



(a) 「三路二位」方向控制閥實物圖



(b) 剖切圖

「三路二位」方向控制閥可以再分為「常開式」(N.O.)和「常閉式」(N.C.)兩種。常閉型是指在未被操作的情況下，氣閥保持關閉，空氣不能通過氣閥。常開

式是指在未被操作的情況下，氣閥保持暢通，空氣可以通過氣閥。下圖顯示兩種控制閥的氣動符號。



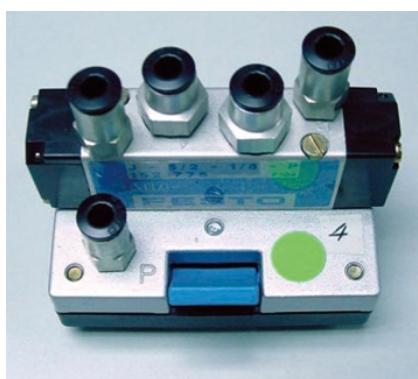
氣動符號

(a) 常閉型

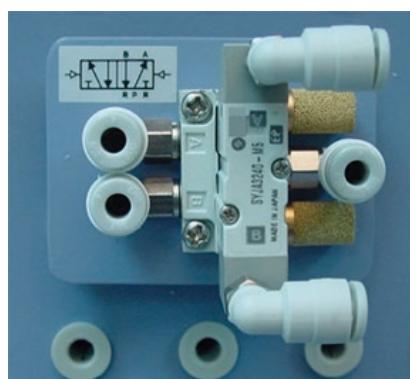


(b) 常開型

「五路二位」方向控制閥 (簡寫 5/2)



(i) 「五路二位」方向控制閥實物圖



(ii) 氣動符號

在方向控制閥的符號上面，可能會因應各種功能而加上一些氣動符號，如：

空氣輸入	空氣輸出	氣體流動的方向	指示燈	手動操作
○ 或 △	▽	↑ ↓	⊗	
截流器	彈簧復位			
T	W			

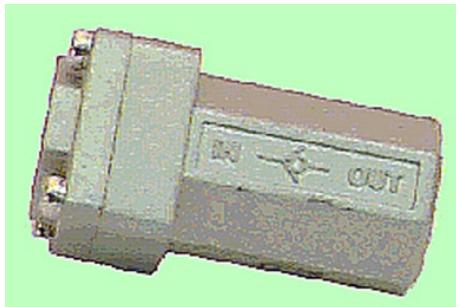
有些方向控制閥還可以利用壓縮空氣、機械或電子系統操作。

(b) 其他控制氣閥

控制閥是一些控制空氣流通的氣閥，例如：單向閥、限流閥、梭動閥等。

(i) 單向閥

單向閥允許空氣只能從一個方向流動，在相反方向則封閉。它也可稱為止回閥。



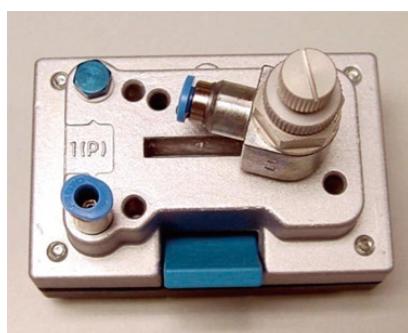
(a) 單向閥實物圖



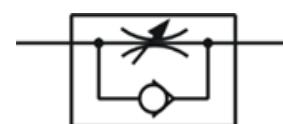
(b) 氣動符號

(ii) 限流閥

限流閥亦稱為速度控制閥，它的結構包括一個單向閥和一個可變節流閥。



(a) 限流閥實物圖



(b) 氣動符號

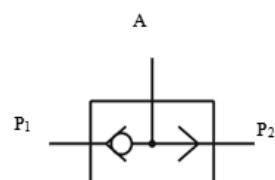
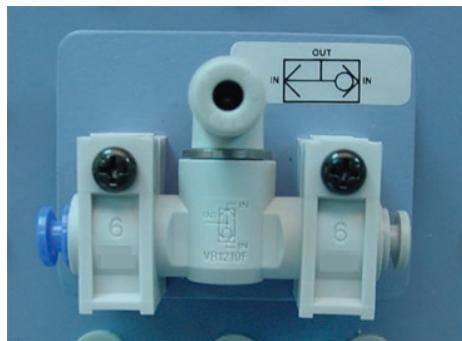
(iii) 梭動閥

梭動閥又稱為雙控制和單控制止回閥。梭動閥分別有兩個入氣口「P1」和「P2」及一個出氣口「A」。當壓縮空氣作用於入氣口「P1」時，圓球密封及阻塞另一個人

氣口「P2」，空氣可自「P1」流向出氣口「A」。相反時，圓球關閉入氣口「P1」，壓縮空氣可自「P2」流向「A」。



(a) 梭動閥實物圖



(b) 氣動符號

(c) 氣缸

氣缸是氣動系統內的驅動元件，用來驅動其他機械。氣缸有很高的速度，因此在行程的終端會產生很大的衝擊力。所以，

在氣缸中也會安裝緩衝的裝置，如用橡膠墊來吸收衝擊力，以預防氣缸內部出現故障。

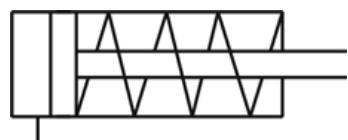
(i) 單作用氣缸(彈簧壓回)

單作用氣缸只能從一端進給壓縮空氣，因此只能在一個方向產生推力。活塞桿作反方向運動(回縮)是由內置彈簧推動，或

利用外力如負載重量或機械運動等使其回行。



(a) 單作用氣缸實物圖



(b) 氣動符號

由於單作用氣缸須克服彈簧力，活塞桿推出的推力因而減低。因此，利用單作用氣缸推動的機械需要較大的氣缸直徑，而且

為配合彈簧本身的長度，氣缸的總長度相應增加，從而限制了行程的長度。單作用氣缸可用於壓緊、打印、送料工作等。

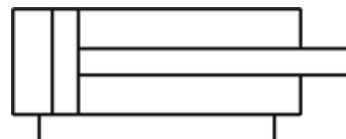
(ii) 雙作用氣缸

雙作用氣缸是利用空氣壓力交替作用於活塞的相對面上，產生兩種伸出和回縮的力。由於有效活塞面積較小，所以回縮行

程所產生的推力較弱。雙作用氣缸的無縫缸筒通常由鋼製成，工作面加工成高光亮度和鍍有硬鉻，使摩擦減到最小。



(a) 雙作用氣缸實物圖



(b) 氣動符號

3. 氣動迴路

氣動控制系統可以設計成各種迴路來執行特定的工作。迴路是由氣動元件組合而成的，包括氣缸、方向控制閥、流量控制閥

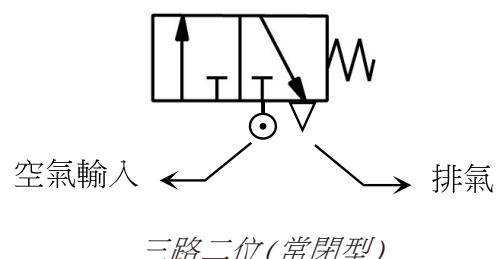
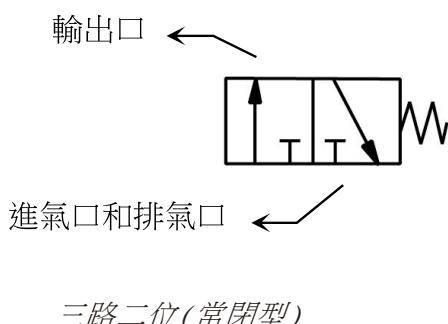
等。它有下列的主要功能：

- i. 控制氣缸內的壓縮空氣的注入及排放。
- ii. 由一個氣閥操控另一個氣閥。

(a) 基本規律

1. 回路圖中的系統是繪畫為靜態的，並假設沒有壓力供應，各種元件須按這種設想來繪畫位置。
2. 方向控制閥基本氣動符號是由一個或多個正方形組成的。進氣口和排氣口畫在

正方形的下面，輸出口在上面。每個功能(控制閥的位置)有一個正方形。如一個控制閥有兩個或以上的功能，則以正方形水平排列。

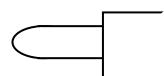


3. 方向閥內部用箭咀 $\downarrow \searrow$ 來表示氣流運動方向，如果外部氣口與內部不接通，則用圖形符號 “ \perp ” 表示。在氣閥正方

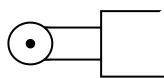
形的底部，空氣輸入用 “ \odot ” ，排氣則用 “ ∇ ” 。上圖為一個典型氣閥的例子。

4. 操作元件的氣動符號畫在正方形的外側，可分為機械操作和手動操作兩大類。

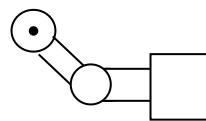
機械操作



(a)直柱塞槓桿式

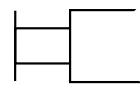


(b)滾輪槓桿式



(c)單向滾輪槓桿式

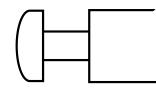
手動操作



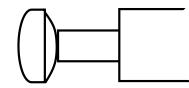
(a)一般



(b)槓桿



(c)按鈕



(d) 推拉鉗

5. 氣控操作用信號壓力線畫在正方形的一邊，氣流方向用三角形表示。



氣控操作用信號壓力線

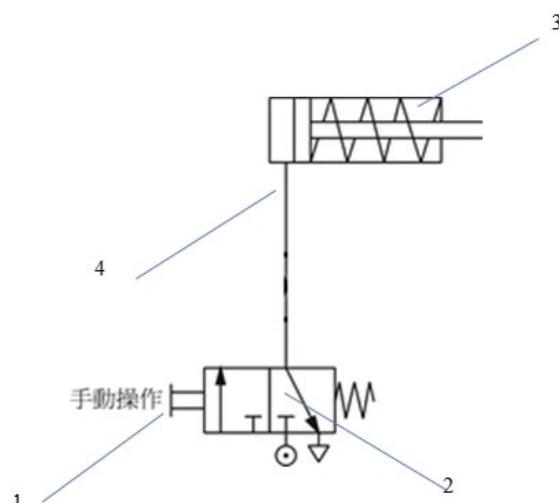
(b) 基本原理

下右圖可以用來顯示繪畫迴路圖時的基本原理，圖中的數字與下列各點相對應：

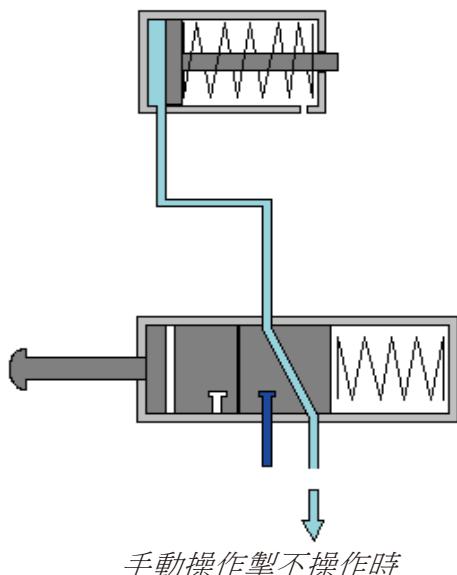
1. 手動操作掣不操作時，閥的位置會被彈簧回復原位。
2. 由於彈簧決定位置，所以這一方塊表示正在操作。按下手動操作掣時另一方塊才會操作。
3. 由於彈簧，活塞桿處於壓力作用下，所以活塞桿在復位位置。
4. 後氣缸腔和這條線這時排氣(但當手動操作掣操作時，會轉變為入氣)。



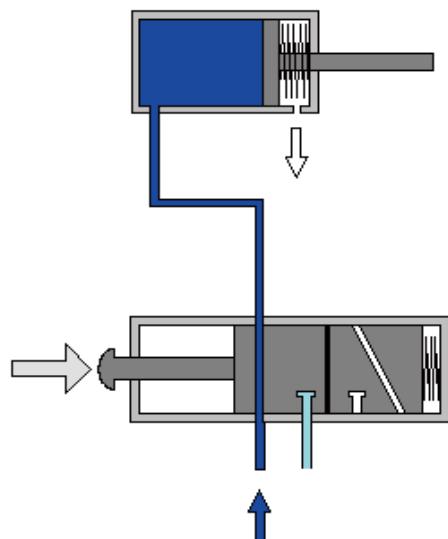
迴路圖的實物圖



繪畫迴路圖時的基本原理



手動操作掣不操作時

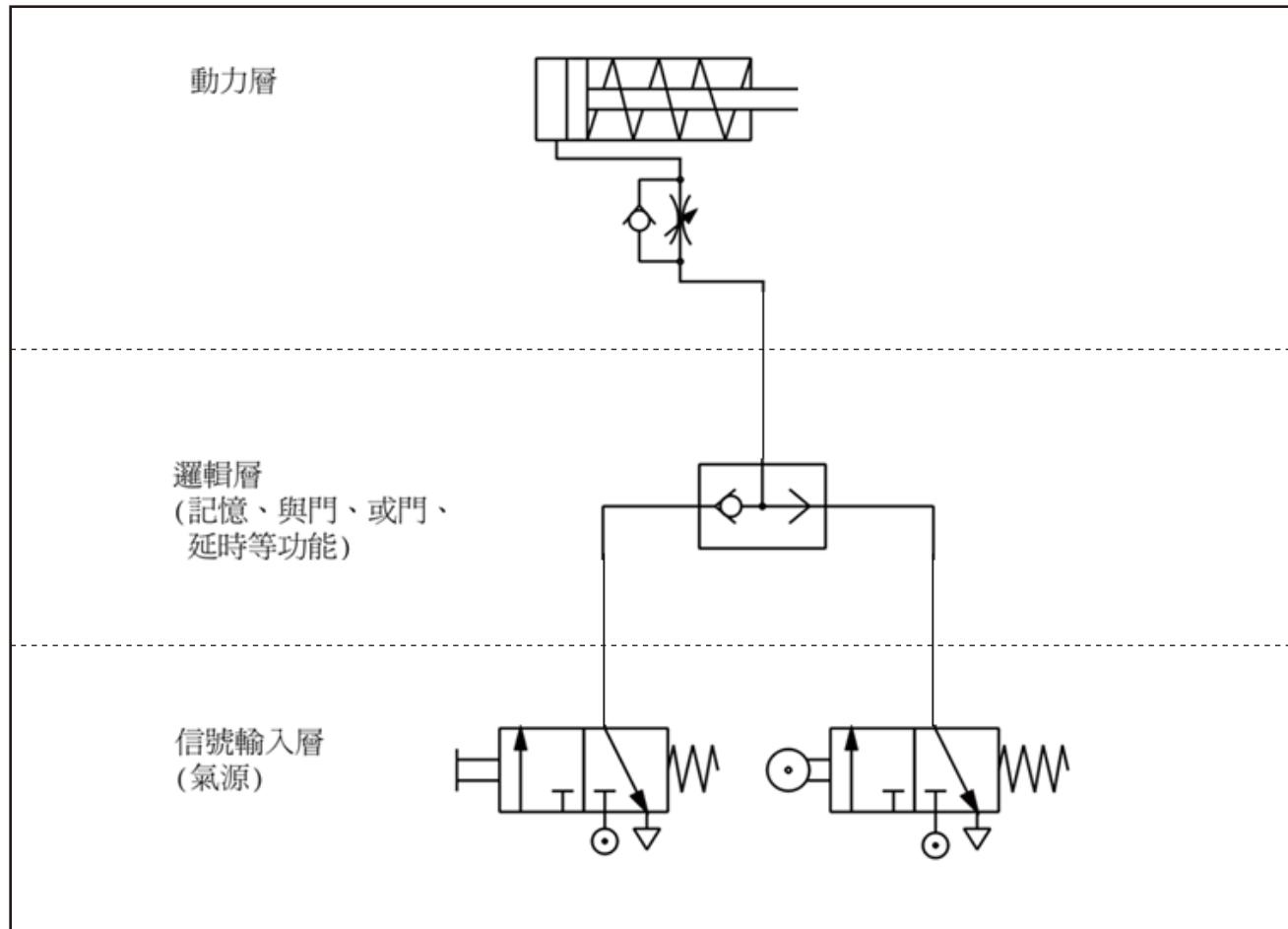


手動操作掣操作時，活塞桿伸出

(c) 迴路圖的佈局

在繪畫一個完整的迴路圖時，不同作用的氣動元件會放在不同的高度和位置，以便清楚明白地表示各元件的關係，這方法

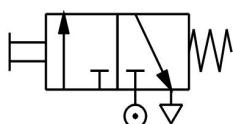
稱為迴路圖的佈局。迴路圖通常會分為三層：動力層、邏輯層和信號輸入層。



動力層、邏輯層和信號輸入層

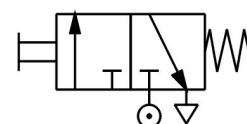
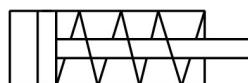
迴路圖佈局的步驟如下：

1.



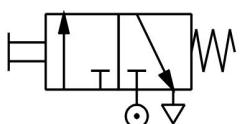
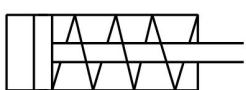
在氣動迴路中，繪畫作功的流量應從底部順序至頂部，所以氣源應位於左下角。

2.



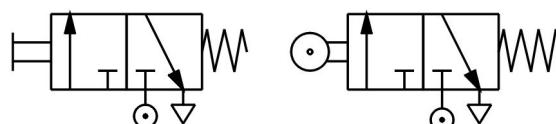
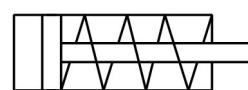
工作循環從左至右繪畫，而作出第一個動作的氣缸應放置於左上角。

3.



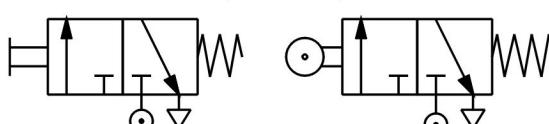
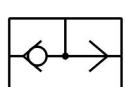
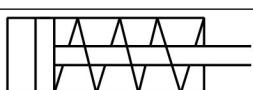
動力控制閥直接繪畫於由它控制的氣缸下，形成一個動力單元。

4.



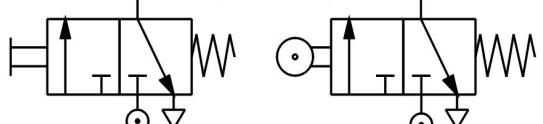
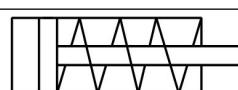
在氣動迴路中，控制氣缸或動力控制閥驅動的操作閥(信號元件)應處於較低位置。

5.



在操作元件(信號元件)與動力控制閥之間，可加入一些輔助閥，或具有邏輯功能的輔助閥(如：記憶、「與」、「或」、「非」延時等輔助閥)。

6.



以實線代表氣喉，連接所有氣源及氣動元件以完成氣動迴路圖，並在操作前檢查清楚迴路及其操作邏輯是否正確，以防止意外發生。

4 各種基本迴路

基本迴路是用來完成某一特定基本功能的氣動迴路。基本迴路的例子有：流量放大、信號切換、記憶功能、延時功能、單作用氣缸控制、雙作用氣缸控制等。

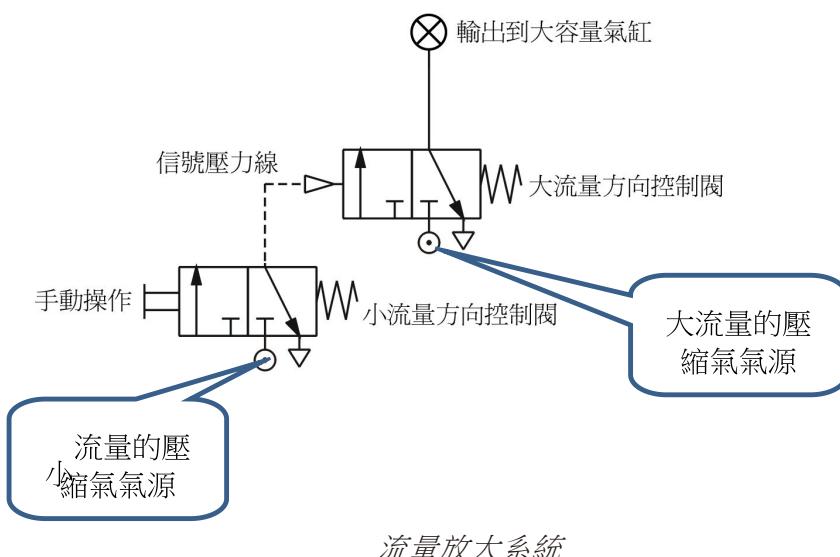
由本頁開始的各氣動控制系統的迴路，均可以結構套件來模擬，亦鼓勵以模擬軟件先嘗試。

相關知識

(a) 流量放大

大容量的氣缸需要更多的空氣流量，可能會意外傷害操作者。所以，不宜手動操作大流量的氣動方向控制閥，應該先用較小的手動操作控制閥，再用它來操縱大流量的氣動控制系統。這種功能稱為流量放

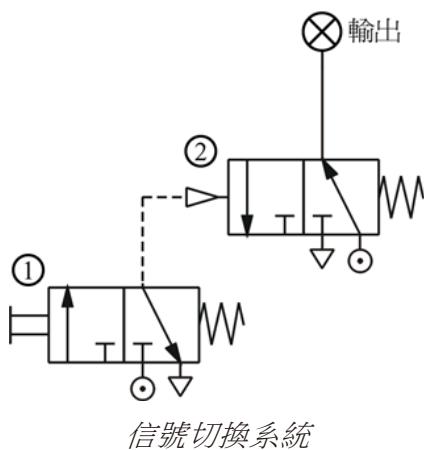
大，可確保操作人員的安全。操作時，大流量閥應放置接近氣缸，而小流量閥應設置在適當的遠距離控制板上。下圖顯示流量放大的基本迴路，留意該迴路圖的佈局已把各元件分為不同的層。



(b) 信號切換

下圖的氣動圖顯示如何切換方向控制閥。操作控制閥①時，控制閥②的輸出壓力便消失。控制閥①不操作及回復原位時，

控制閥②再出現輸出。所以，在任何時間下，**控制閥①和控制閥②的輸出壓力剛好相反**。

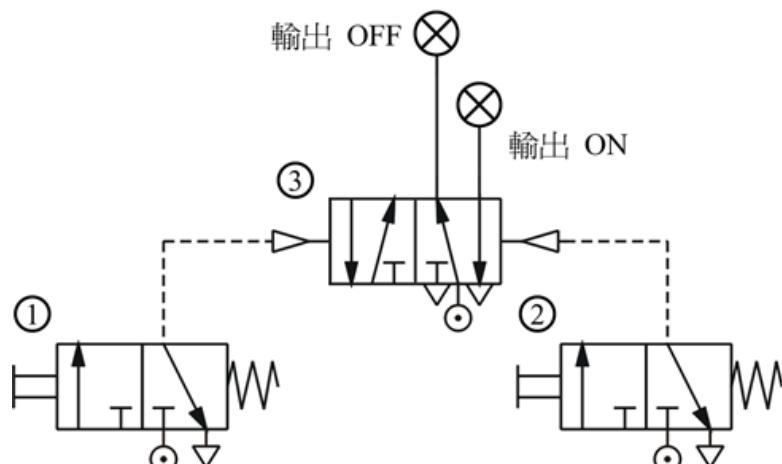


(c) 記憶功能

記憶功能是一常用的基本功能，它令一個元件永久保持在特定的狀態，直至信號改變。下圖顯示一個記憶功能迴路。當控制閥①瞬時操作(即按一下)後，5/2-位方向控制閥③的輸出信號便會被固定為ON，並保持不變。直到當控制閥②被瞬時操

作，產生另一個瞬時信號切換，使它永久地轉為OFF。

稍後介紹雙作用氣缸時，會看到當按一下控制閥①，雙作用氣缸的活塞桿會伸出，直到當控制閥②被按一下，才會縮回。



記憶功能迴路圖

(d) 延時功能

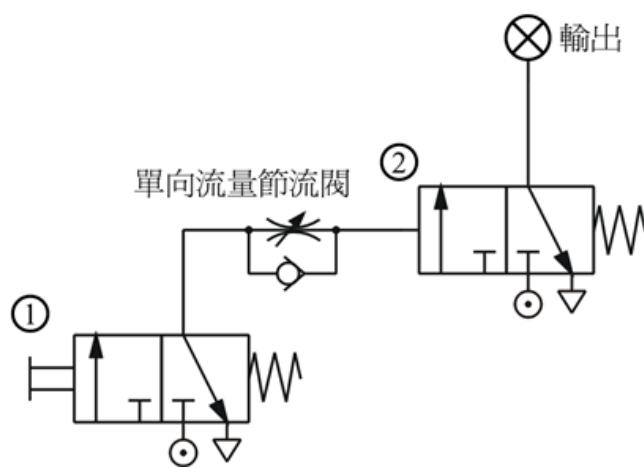
氣動延時迴路的功用是延遲下一個控制閥開始操作的時間。它的操作原理是利用節流孔來減慢氣流通過，從而操控氣動操作

的時間。延時功能可分為兩種：延時ON壓力信號和延時OFF壓力信號。

(i) 延時ON壓力信號

下圖顯示延時ON壓力信號迴路圖，它令下一個控制閥延遲輸出氣壓(ON)。當控制閥①被操作之後，由於單向流量節流閥減慢

氣流通過，控制閥②的輸出口(A)會稍遲才輸出信號，產生延時ON的效果。但控制閥②回到原位的時間不受影響。

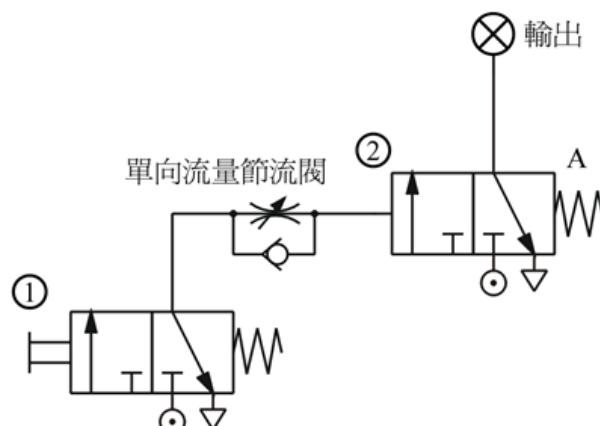


延時ON壓力信號迴路圖

(ii) 延時OFF壓力信號

下圖顯示延時OFF壓力信號迴路圖，它令下一個控制閥輸出延遲排氣(OFF)。這迴路與延時ON相似，但單向流量節流閥倒轉了方向。所以，當控制閥①被操作之後，

控制閥②的輸出口(A)會照常輸出信號。但當控制②閥要回復原位時，它的排氣被單向流量節流閥所限制而變慢，所以會產生延時OFF的效果。



延時OFF壓力信號迴路圖

(C) 單作用氣缸控制

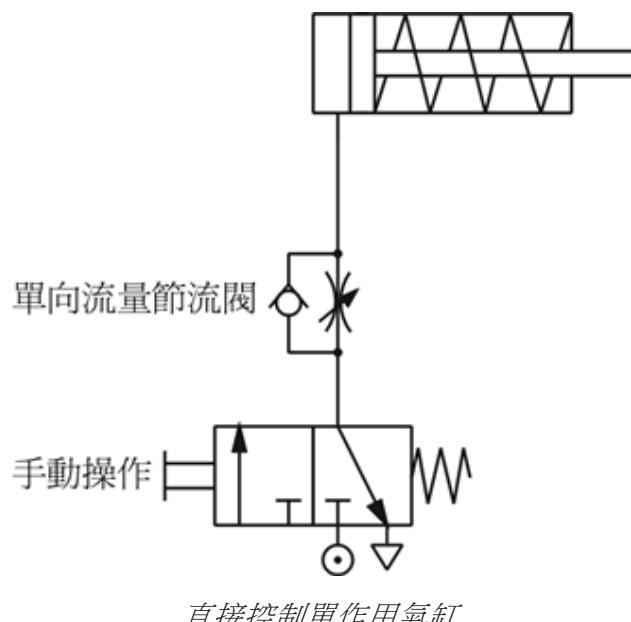
單作用氣缸可以直接手動控制。不過，它亦可以用兩個或以上的氣閥來控制，這種方法就稱為邏輯控制。邏輯控制的例子

包括：「或」(OR)功能、「與」(AND)功能、「非」(NOT)功能等。

(i) 直接操控和速度控制

如果一個單作用氣缸連接著一個手動操作的3/2-位控制閥，當這個控制閥操作時，

氣缸將隨之而運作。所以，這迴路令手動操作可以直接操控氣缸。



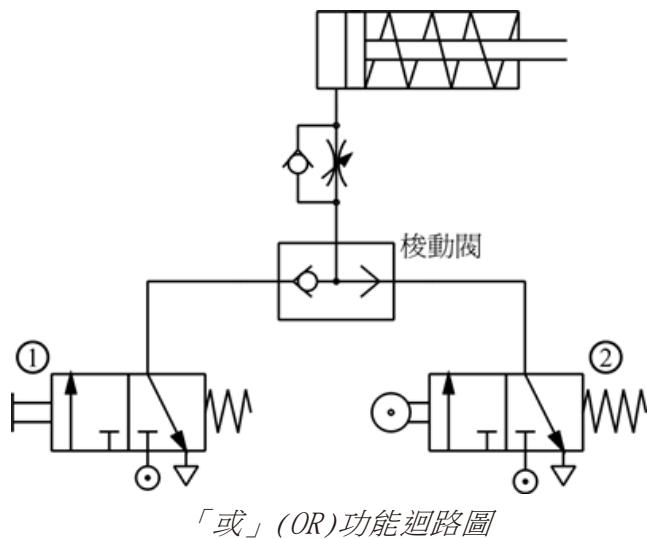
除了令氣缸運作之外，如果要改變單作用氣缸伸出行程活塞速度，唯一的方法就是對進口氣流進行節流，利用彈簧決定回行

速度。所以，迴路中加入了一個單向流量節流閥，以便控制速度。

(ii) 「或」(OR)功能

下圖中的單作用氣缸可以用兩種不同通路來操作，例如：手動或借助於自動迴路的信號，即只要控制閥①或控制閥②被操作，氣缸均會運作。所以圖中的迴路擁有「或」(OR)功能。不過，如果兩個3/2-位

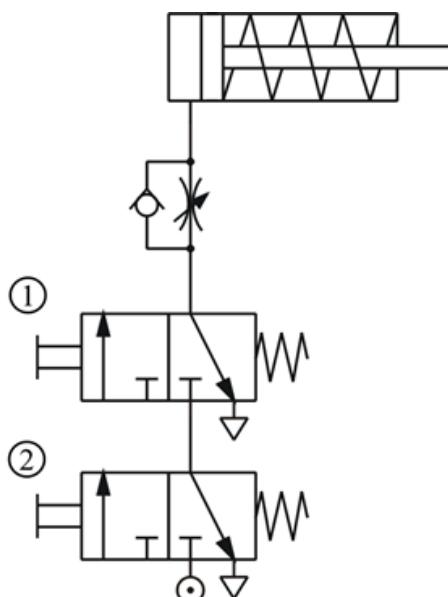
控制閥的輸出通過一個三通管接頭連接，那麼來自其中一個控制閥①的氣流，將通過另外一個控制閥②的排氣口排出，而不能令氣缸運作。只要在三通管接頭加上一個梭動閥，便可避免這個問題的出現。



(iii) 「與」(AND)功能

「與」(AND)功能再稱為聯鎖控制，它是指在某種情況下，必須同時滿足指定的功能才能實現某種氣動操控。一個典型的例子就是氣動壓力機只有安全門關閉著，而另一個手動控制閥操作時，機械才

能工作。只要兩個控制閥都同時操作，才可打開氣流的通路。下圖顯示一個「與」(AND)功能迴路圖，假如控制閥①和②一齊被操作，氣缸便會運作。

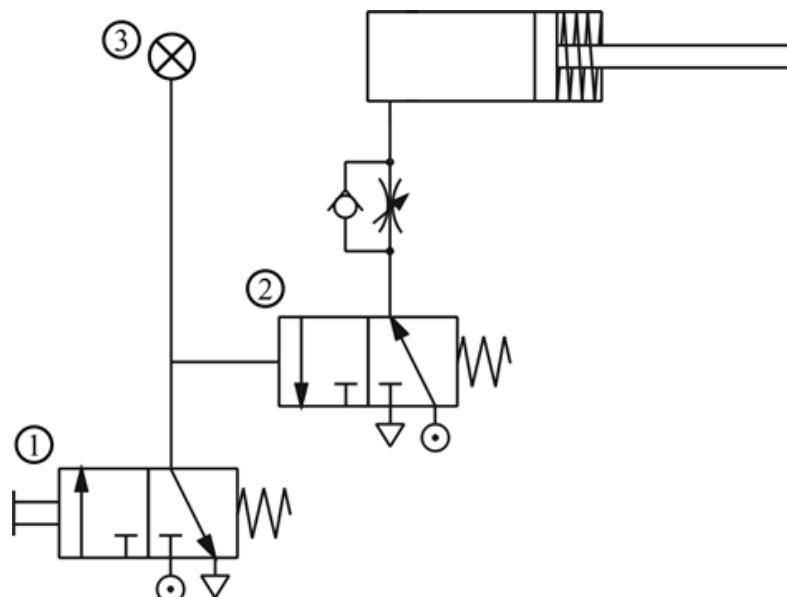


「與」(AND)功能迴路圖

(iv) 「非」(NOT) 功能

「非」(NOT)功能又稱為轉換操作。為了使輸送機和其他機械在操作時發揮制動和鎖緊功能，便需要使氣缸鎖緊，直至給予另一解除鎖緊信號為止。因此，解除鎖緊信號應用一個常通(N.O.)的控制閥來操

作。但是，如果要解除鎖緊，同一信號也必須使其他裝置解除鎖緊，下圖中的指示信號③。下圖顯示如何利用一個常閉控制閥①操作切斷常通控制閥②，達到信號變換的目的。



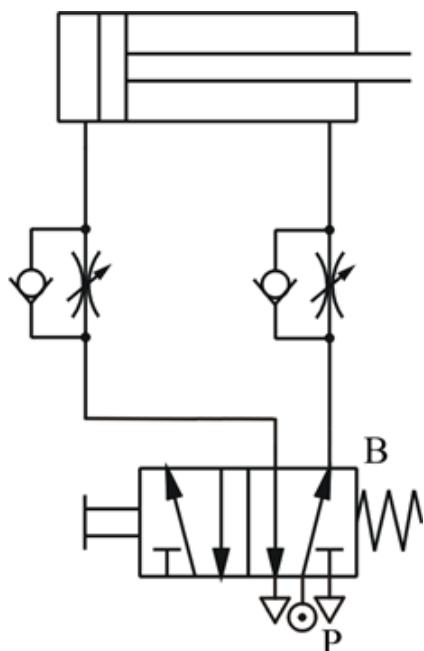
「非」(NOT)功能迴路圖

(f) 雙作用氣缸控制

(i) 直接控制

雙作用氣缸與單作用氣缸操作的唯一分別是它利用一個5/2-位方向控制閥代替3/2-位方向控制閥。通常雙作用氣缸處於不操

作位置時，輸出口「B」與輸入口「P」相通。在這迴路中，每按一下手動操作按鈕，雙作用氣缸會來回移動一次。



雙作用氣缸的直接控制迴路圖

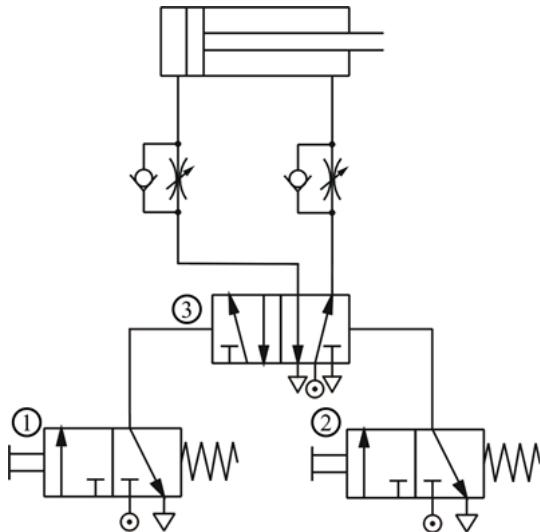
為了在兩個方向上進行單獨的速度控制，氣缸兩側入氣端口可以接上速度控制閥。它的節流方向與單作用氣缸的節流氣缸的

排氣情況相反。這與節流進氣相比，節流閥具有剛度大、穩定性好的特性。這樣連接可以輸入足夠氣壓能量推動活塞。

(ii) 單獨的速度控制（雙穩態控制）

在很多情況下，氣缸必須保持它的位置。甚至在操作信號消失後也必須這樣。這可使用含有「記憶」功能的迴路裝置。下圖表示，雙作用氣缸的伸出行程由控制閥①啟動，再由控制閥②操作返回，控制閥③通過保持其本身的位置得以保持氣缸的位

置。控制閥③僅在其中一個手動控制閥推下時才切換。若兩個控制閥①、②同時操作，則控制閥③同時受著相同的壓力作用，因此保持原先位置。活塞桿外伸和內縮的速度可通過兩個限流閥來調節。



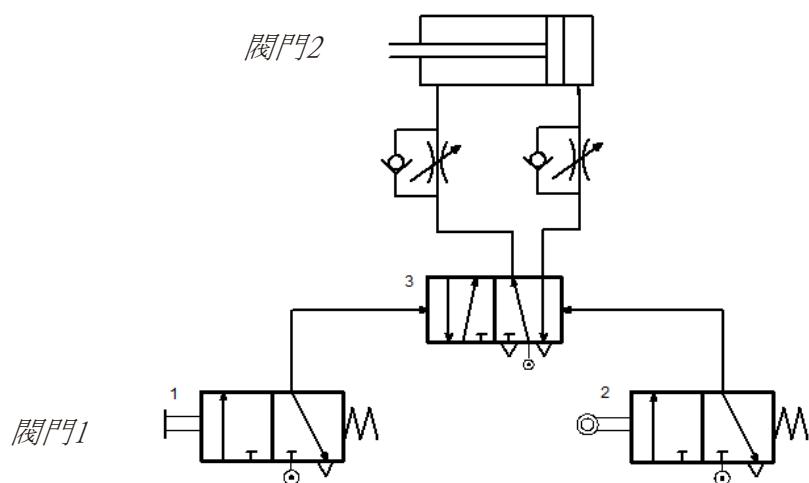
雙作用氣缸的位置保持迴路圖

以下為較複雜的設計

(iii) 雙動氣缸的自動復位

兩個3/2手動常閉閥的其中一個可用輶驅動閥來代替，並放置在氣缸外向衝程的最末端位置。閥門1短暫按下時，氣缸會外

伸。氣缸活塞桿在向外衝程的最後階段觸及閥門2時，氣缸會自動內縮。



雙動氣缸的自動控制

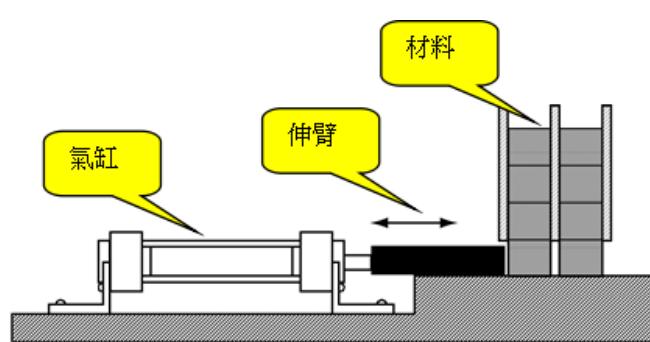
5 氣動系統的應用例子

氣動系統的用途非常廣泛，現列舉一些工業和日常生活上的應用例子。

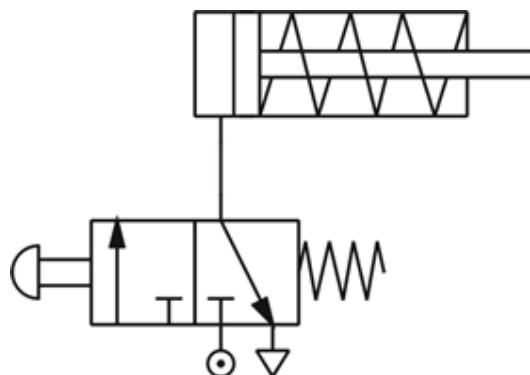
(a) 送料系統

左下圖顯示一個簡化的工業送料氣動系統。當按下開關鈕後，送料氣缸便將一件工件從送料架推進到運輸帶。當按鈕開關

被釋放後，氣缸便自動縮回。右下圖顯示該氣動系統的迴路圖。



(a) 氣缸送料操作示意圖

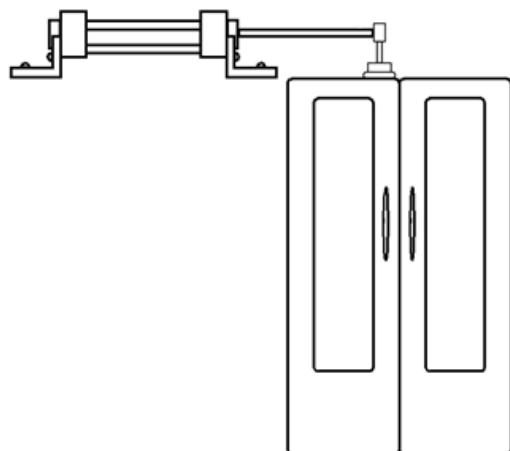


(b) 氣動迴路圖

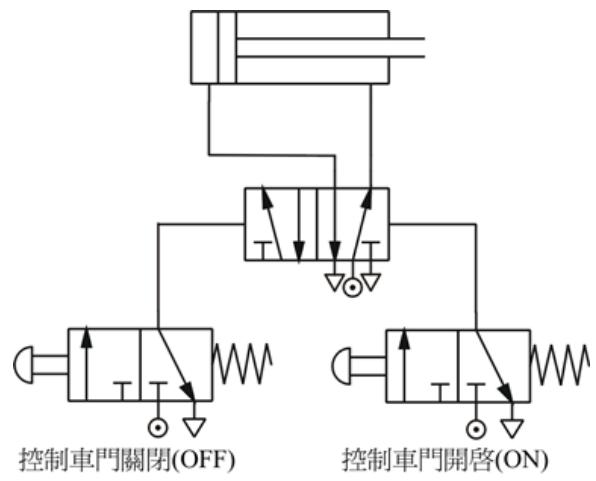
(b) 開關車門

左下圖的氣動系統可以用來開啟公共汽車的車門。假設車門的開啟和關閉使用兩個不同按鈕ON和OFF來控制的。當壓下按鈕

ON，車門便會開啟；壓下按鈕OFF，則車門便會關閉。右下圖顯示一個可以用來開啟車門的氣動系統。



(a) 車門啟動操作示意圖



(b) 氣動迴路圖

6 使用氣動控制系統的安全措施

- (a) 壓縮氣體是可進入人的孔道如口腔、耳朵等，因而可引致嚴重的傷亡。
- (b) 切勿將壓縮空氣噴向任何人身上。
- (c) 在高溫的情況下，壓縮氣體是可穿透皮膚的。
- (d) 排氣口排出的壓縮氣體含有微粒及油，都是會損害眼睛。
- (e) 縱使管道或貯氣缸內的壓縮空氣的壓力比較低，但若容器失去其完整性時，仍會引起激烈的爆炸。
- (f) 在開啟壓縮氣體供應裝置前必須完全檢查整個迴路，注意各元件是否穩固安裝、氣壓是否適當、氣喉有否破損等。
- (g) 當管道(尤是長管道)的一端鬆開會因

其內部充滿高壓力的氣體而搖擺，因而產生危險。所以在加壓前務必完全檢查整個迴路，以防止意外發生。

- (h) 氣動氣缸提供比較大的動力及快速的動作，假如被這些移動的機械撞擊，有可能會引致受傷。
- (i) 在壓縮氣體供應裝置上設置開/關閥，以便容易及快速地調控氣流。
- (j) 若發現有洩漏的情況，應立即關掉氣體供應裝置。
- (k) 在改變迴路前，必須關掉氣體供應裝置。
- (l) 切記遠離系統中的移動部分(切勿嘗試用手移動機械操作閥中的驅動器)。

7 專用詞彙

邏輯門	Logic gate	氣動控制	Pneumatic control
運算放大器	Operational amplifier	氣動迴路	Pneumatic circuit
計時器	Timer	壓縮機	Compressor
模擬開關	Analog switch	調壓器	Regulator
記憶體	Memory	控制閥	Control valve
微控制器	Microcontroller	單向閥	One-way valve
晶圓	Wafer	流量控制閥	Flow regulating valve
通孔封裝	Through hole package	梭動閥	Shuttle valve
表面裝配封裝	Surface mount package	單作用氣缸	Single acting cylinder
單穩態模式	Monostable mode	雙作用氣缸	Double acting cylinder
非穩態模式	Astable mode		

8 互動資訊

相關知識

	網 址	內容簡介
1.	http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm555.pdf	555計時器基本數據
2	http://edept.ncue.edu.tw/study/labs/semiLab/Experiment_Data/Electron_Experiment_handouts/Unit_09.pdf	555計時器實驗
3	http://web.nuu.edu.tw/~tzen/99ECLAB202_opamp.pdf	簡介741運算放大器
4	http://www.technologystudent.com/pics/picdex1.htm	微電腦控制教學
5	http://www.technologystudent.com/comps/compdex.htm	電腦控制教學
6	http://www.smchk.com.hk/smc_website/elearn/elearnmain.htm	SMC的氣動教學
7	http://www.festo-didactic.com/int-en/	Festo的氣動教學
8	http://www.fischertechnik.de/en/PortalData/1/Resources/didactic/documents/activity-booklet/ROBOPneuVac/Chinese.pdf	Fischtechnik公司的氣動套件
9	http://www.spiraxsarco.com/tw/navigation/prod_overview.asp?grp_ref=4&sec_ref=1	Spiraxsarco氣動用品公司

課堂練習

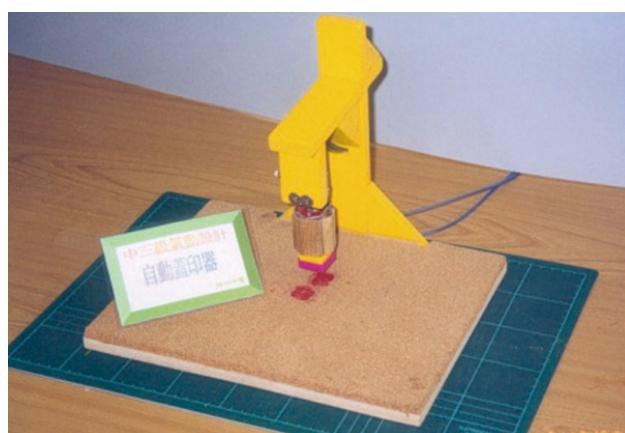
以下練習的建議步驟：

- a、了解需要
- b、找出氣動迴路的邏輯
- c、決定所需元件
- d、設計氣動迴路圖(活塞桿的速度控制，

- 可以在修訂設計時才加入)
- e、軟件模擬
- f、結構套件模擬氣動控制
- g、畫出經測試成功的氣動迴路圖

相關知識

1.右圖示一自動蓋印器。主要使用一單動氣缸及一個「手按掣」，按下按鈕開關，氣缸的活塞桿向前推出，印章便會向下，在放入的信件上蓋印，當放開按紐時，活塞桿返回原位，以備下一次使用。試根據上述的要求，設計氣動迴路圖。



2.右圖示一氣動大板牙。主要使用一雙動氣缸、兩個「手按掣」及其他必須的閥門，按下按鈕時，氣缸的活塞桿向前推出，大板牙會快速張開，直至按下按鈕時，氣缸的活塞桿向後慢慢返回原位，大板牙慢慢關上，以備下一次使用。試根據上述的要求，設計氣動迴路圖。



元朗公立中學校友會鄧兆棠中學所做的
氣動習作