

設計與應用科技 (中四至中六)

選修單元:一

自動化操作

[學習資源]

支援設計與應用科技(中四至中六)課程 資源系列

香港特別行政區政府教育局 課程發展處科技教育組 職業訓練局 高峰進修學院製作

香港特別行政區政府 教育局課程發展處科技教育組

香港九龍塘沙福道19號西座 W101室

2010年重印兼訂正

項目顧問

廖世樂 先生 香港專業教育學院(青衣分校)多媒體及互聯網科技系主任

作者

李裕威 先生 設計與應用科技科教師

項目統籌

李日全 先生 職業訓練局高峰進修學院高級訓練顧問 曾兆華 先生 職業訓練局高峰進修學院訓練顧問

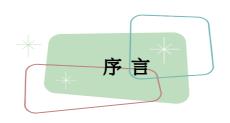
英-中翻譯

職業訓練局高峰進修學院

本學習資源版權,除在鳴謝頁所列舉的圖片外,全屬於香港特別行政區政府教育局擁有

© 版權所有 2009

除在鳴謝頁所列舉的圖片外,學校可自行複製本學習資源作非牟利教育用途。 任何情況下使用本學習資源,需作出鳴謝,教育局保留本學習資源版權。 未經香港特別行政區政府教育局事先允許,不得複製全部或部分、貯存、另存任何格式或形式。

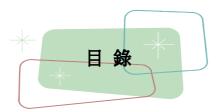


為支援「設計與應用科技」(中四至中六)的推行,教育局課程發展處科技教育組製作了一套學與教資源。

本學與教資源的製作目的,是提供有關「設計與應用科技」(中四至中六)必修及選修部分所需的知識,以支援課程的學與教。一套八本的學與教學習資源包括教師手冊及學生學習資源部分,涵蓋「設計與應用科技」(中四至中六)的每一學習範疇及單元。

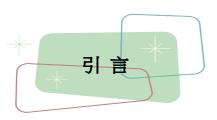
如對本學與教資源有任何意見及建議,請致函:

香港九龍塘沙福道19號西座 W101室 教育局課程發展處科技教育組 總課程發展主任(科技教育)



引言		
第一章	- 控制系統的基本原理	1
1.1	開環、閉環及循序控制系統	2
1.2	系統及子系統	7
1.3	洗衣機的操作	9
1.4	交通燈的操作	13
1.5	貯水箱內液體水位的控制	16
1.6	應用於小型雙輪車的控制系統	19
1.7	應用於空調機的控制系統	22
第二章	- 氣動學	24
2.1	壓力	25
2.2	氣動元件及符號	27
2.3	認識氣動元件	30
2.4	氣動迴路	37
2.5	電氣動系統	57
第三章	- 可編程控制系統	62
3.1	什麼是可編程邏輯控制器?	63
3.2	可編程邏輯控制器的程序編寫	69
3.3	梯型邏輯圖的應用	74
3.4	可編程界面控制器	81
3.5	步進電動機及伺服電動機	87
第四章	- 機械人技術	92
4.1	機械人的定義	93
4.2	工業機械臂的機械結構	95
4.3	機械人構造分析	104
4.4	機械人控制系統	113
4.5	機械人的應用	119
0000000	**************************************	*****
主題為乙	上學習課業	123
•	實用設計評賞 - 智能火警警報系統的個案研習	123
•	實踐活動 - 利用可編程邏輯控制器控制自動化交通燈	127
•	設計及製造課業 - 管道清洗/檢測機械人	131
•	火星探索 - 為火星登陸者設計創新的末端工作器	133

評估課業	135
有用網址	150
參考文獻	151
辭彙表	152
鳴謝	154



自動化操作經常在我們日常生活中出現。例如每天早上被鬧鐘的「打盹」功能叫醒,以至乘搭港鐵時經過自動門進入車廂等,都是工業自動化操作在我們日常生活當中應用的實際例子。這兩項應用,分別涉及不同的自動化操作程度。鬧鐘基本上是一個計時器,而「打盹」功能是一個根據預設時序變數的循序控制。自動門是典型氣動/電氣動系統的應用。自動門的開啟時限,是一個帶有延緩功能循序控制的例子。有時候,當乘客被正在關上的閘門夾到時,港鐵司機會因應緊急情況,以「手動駕御」功能,將車門打開。

本單元為學生介紹基本的控制系統、氣動學/電氣動學、可編程控制系統及機械人學。完成本單元後,學生將掌握綜合的知識及背景,能了解、詮譯及評估一些基本的自動化系統,包括洗衣機、交通燈、小型雙輪車、空調機、生產線、自動門及火警警報系統等。

本單元亦會簡介一些如電氣動學、微控制器、可編程邏輯控制器及機械人學等新的課題。為了令學生更有效理解及掌握科技的知識,本科備有四個設計完備的主題為本學習課業,以鞏固學生所學知識,使他們能實踐科技知識,解決在不同情況的設計處境中所遇到的實際問題。透過這些課業,可讓學生從實作中學習,為學生的終身學習帶來寶貴經驗。

從應用的角度來說,本單元對於希望從事創新設計及在先進科技領域發展的學生是充滿挑戰的。而本單元將為對邏輯、電子學、電腦控制及系統工程感興趣的學生,提供探索機會及創意空間。



第一章 一 控制系統的基本原理

本章主題包括:

- 1.1 開環、閉環及循序控制系統
- 1.2 系統及子系統
- 1.3 洗衣機的操作
- 1.4 交通燈的操作
- 1.5 貯水箱內液體水位的控制
- 1.6 應用於小型雙輪車的控制系統
- 1.7 應用於空調的控制系統

這些主題的學習材料和活動能助你:

- 識別開環、閉環及循序控制系統
- 識別輸入、處理、輸出,狀態圖及時間相位圖
- 認識了解洗衣機、交通燈、水位控制器、小型雙輪車及空調機一些控制上的 基本原理



1.1 開環、閉環及循序控制系統

(I) 控制系統的基本術語

受控元件: 可定義為有關實現自動控制任務的元件,通常指機器、裝

備及工業生產過程中的電動機、氣動氣缸及液壓泵。

控制器 :可定義為使受控元件執行控制任務的儀器。

受控值 : 指自動控制系統中,需要根據目標值而受到控制的物理性

質,例子包括溫度、速度及排水量。

参考(設定點):自動控制系統為控制受控元件所需輸入的信號值。

干擾 : 指令到自動控制系統中的受控值偏離目標值的因素。來自

控制系統本身的干擾稱為內在干擾,來自周邊環境的稱為

外界干擾。

自動控制系統:由受控元件及控制器組合而成,它們根據預設的程序,使

受控元件執行其控制任務。

(II) 開環控制系統

開環控制系統是最基本的自動控制系統,由控制器及受控元件素所組成,它只包括控制系統的向前功能而沒有「回饋控制」。

以下方塊圖展示控制器及受控元件的關係:

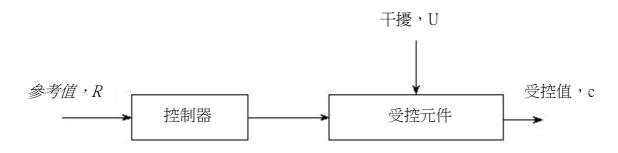


圖 1.1 開環控制系統的方塊圖



以熔爐的溫度控制作為開環控制系統的例子。

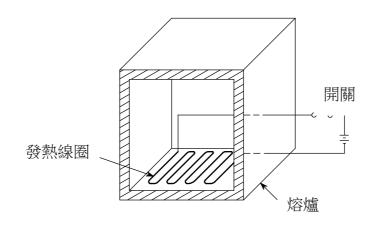


圖 1.2 熔爐溫度的開環控制系統(受控值)

在個這例子中,受控元件是熔爐,或更明確地是指發熱線圈。U 是決定傳送至發熱元件的功率(電壓及電流)的參考值,熔爐溫度 c 是受控值。SW 是開關,是由機電式繼電器所控制。開關掣會根據預設的時序模式開啟及關閉,預設時序的作用是把熔爐內的溫度維持在可控制的範圍之內。

這個例子中的**干擾**,是指熔爐門被打開的頻率。如果門常常被打開,熔爐的溫度會下降,受控值 c 便會偏離(低於)目標值。在開環控制系統中,開關掣並不會因此而閉合令發熱線圈加熱以提升溫度。在這個例子中,開關的時序是預設的,因此,不會因應熔爐的溫度而有所改變。

在開環控制系統中,受控值並不會影響輸入信號值,因此,並不需要測量熔爐的溫度 (受控值)。這種控制系統較為簡單,但準確度及穩定性一般不高,為增加其穩定性, 唯一的方法是確保系統中所有的零件都是高質量的,並具高度準確。然而,開環控制 系統並不能處理人為的干擾,例如經常將熔爐門打開等。



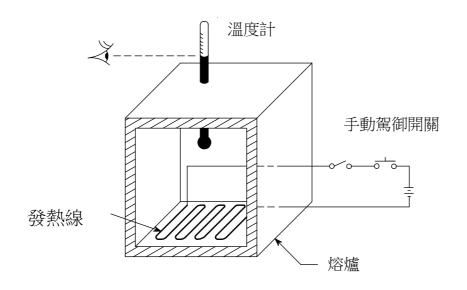


圖 1.3 開環控制系統中的人為干擾

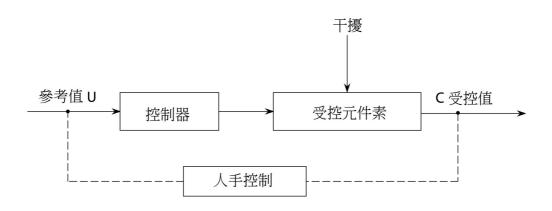


圖 1.4 經人手控制之開環控制系統的方塊圖

以上問題,除了可用機電式開關掣外,也可以用手動控制裝置來解決。熔爐內的實際温度可以通過溫度計來作目測,如果受控值偏離(通常低於)目標值,操作員可閉合開關,令發熱線圈加熱,使熔爐溫度穩定地保持在較為嚴謹的控制範圍內。這是一個直接的解決方案,受控值可以重新用來控制這個系統,然而,這系統已不能稱作自動控制系統了。假如我們用感應器及電子迴路量度熔爐的溫度,然後把受控值「回饋」到系統,這系統便會變成閉環控制系統。



(III) 閉環控制系統

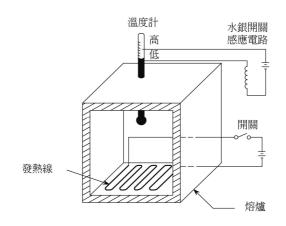


圖 1.5 熔爐的閉環控制系統

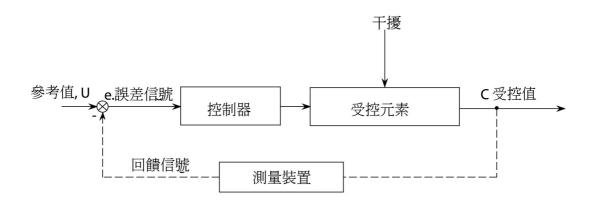


圖 1.6 閉環控制系統的方塊圖

閉環和開環控制系統的主要分別在於回饋的功能。量度所得的受控值會用來與輸入信號(參考)作比較,並產生誤差信號,誤差信號經放大及轉換後,會以一種制衡的方式去改變受控值,藉此抵消與目標值的偏差,或至少把偏差減至最小。這稱為回饋控制。

假如回饋信號用來加強受控值,令它超越目標值,稱為**正回饋**;如果回饋信號用來減低受控值與目標值的差距,稱為**負回饋**。大多數的控制類型都屬於負回饋系統,因此,為簡單起見,通常可省略'負'字。

閉環控制系統的優點,在於參考會隨著干擾的程度而改變,所產生的誤差信號可以抵 消及對抗干擾造成的影響,因此,受控值可以回復到干擾介入前的水平。



循序控制系統

循序控制的意思是在下一個操作或過程啟動之前,必須完成上一個操作或過程。而下一個操作或過程的執行亦取決於之前所執行的情況。這些操作過程將會一步一步地順序繼續,直至遇到終止的指令為止。循序控制通常廣泛地應用於工程和工業界的自動化操作系統,因為大多數生產線的程序本質上都是循序的。以升降機為例,門要穩妥地關上後,升降機才可以上升或下降。而升降機的地台必須確保與樓層的地台同一水平,門才可以打開。因此自動循序控制通都會與感應回饋機制配合一起來運作。

在以下 1.3、1.4 及 1.6 節當中,我們會分別探討洗衣機,交通燈及小型雙輪車的操作系統,從而可了解循序操作的實際運作。



1.2 系統及子系統

在我們的日常生活中,系統可算是無處不在,上至宇宙的太陽系,下至家居的娛樂系統,小型如自動櫃員機,大型如導彈防衛系統等。當人們說「系統運作良好」時,就 是指所有事情都進行得很順利;但當系統發生故障,人們就會覺得好像災難來臨。

字典中解釋系統為一個整體,而其中包含了多個互相關聯的部分,並且強調其內在的結構。從工程學的角度來說,系統結合了分析與整合,我們可以用汽車來作例子。

在正常情況下,駕駛汽車是一個整體的運作。但是當它被拖入一個修車場的時候,它就會被視為一個由多個互相關聯的子系統所組成的系統,這些子系統包括動力、傳動、 點燃、轉向、制動、潤滑及懸掛裝置等。而每一個子系統又由很多部件所造成,例如 離合器、手扳變速器及傳動用的齒輪箱等。再者,齒輪箱也包含很多元件,例如齒輪、 軸及很多的螺帽與螺栓。

從系統工程的角度來說,當工程師設計一輛汽車時,他們不會由一大堆的螺栓與螺帽開始構想。他們會先構思車輛應該具有的一系列功能;跟著,他們會把這概念汽車分析成一堆功能性的子系統。設計的時候其中一個重要的環節是為這些子系統設計適當的連接界面,以備日後能順利組裝各子系統,例如電力的子系統與傳動的子系統的連接。子系統間的連接界面,關乎到兩個子系統之間如何互相配合運作。下一步,工程師們會把子系統分拆成多個相關的部件,進一步分析它們的工作關係,最後,他們會在部件級上,詳細列出製造每個單一零件的規格。

當成千上萬的個別零件製成後,它們就會被測試並集合在一起,並組裝成很多的子系統;接著,這些子系統會被集合起來,組裝成一些更大的子系統;最後,它們會被組裝成一輛汽車(一個系統)作試驗駕駛。

處理龐大而複雜的系統時,在不同的中期階段,採用子系統的設計方法對工程師或任何有關的工作人員都是十分重要的。通過根據功能區分的子系統,工程師可以依次對各子系統作出詳細的設計(較為簡單做法)及實體的組裝(在可處理的規模內)。子系統設計方法也與現時廣為建築及製造業所採用的模組式概念有關。



系統設計方法,可以利用以下V型模型來顯現:

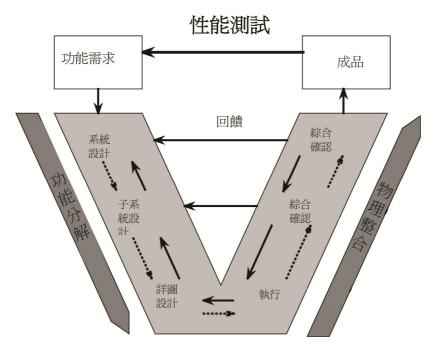


圖 1.7 系統及子系統設計方法的 V 型模型



1.3 洗衣機的操作

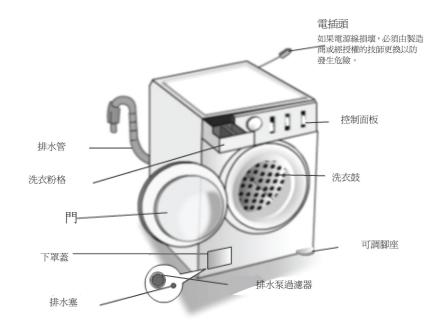


圖 1.8 典型的洗衣機結構圖

洗衣過程

洗衣機有一個旋轉的洗衣鼓,用以放置要洗的衣服及水,每次洗衣過程中,洗衣鼓中的衣物量和水量都可能有所不同。反相器提供電力至交流電動機以推動洗衣鼓旋轉,一個速度控制器會在可選的範圍內,調節洗衣鼓的旋轉速度。

在翻滾洗衣程序的階段,電動機會以低速及高扭矩運行。雖然,翻滾洗衣程序階段中, 所消耗的功效相對較低,但這階段比旋轉脫水階段要長得多;因此,在翻滾洗衣階段, 能有效率地推動洗衣鼓的電動機,就可以減少整體的功率消耗。在快速旋轉前,把洗 衣鼓內的衣物平均分佈也十分重要,因為這可以減低加速時的功率消耗。另一方面, 要令旋轉脫水階段做到旋轉快速又省電,必須把洗衣鼓的旋轉速度,提升到最高。

停 一 停 想 一 想

為何要用交流(A.C.)電動機推動洗衣機而不用直流(D.C.)電動機?試陳述你的理由。



(I) 洗衣—乾衣操作時序圖

洗衣鼓速度

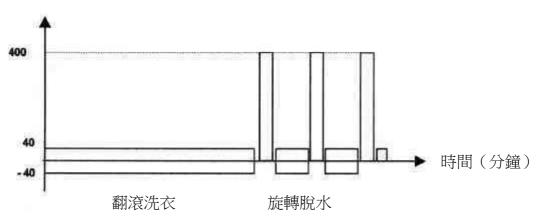


圖 1.9 洗衣過程的時序圖

在旋轉脫水階段,洗衣鼓會以高速轉動一段短的時間數次,一般的旋轉速度為每分鐘400次(如圖1.9的時序圖所示)。在每次高速旋轉的過程期間,洗衣鼓會以較低的旋轉速度運行較長的時段。如圖所示,洗衣鼓以每分鐘旋轉400次(rpm)的速度運作1分鐘,跟著以低速來回轉動3分鐘;接著洗衣鼓再次以400 rpm的速度旋轉1分鐘,緊隨是另一次維時3分鐘的低速雙向旋轉;繼而洗衣鼓再以高速旋轉1分鐘,最後再作1分鐘的單向低速轉動。

(II) 翻滾洗衣階段的時序圖

洗衣鼓速度

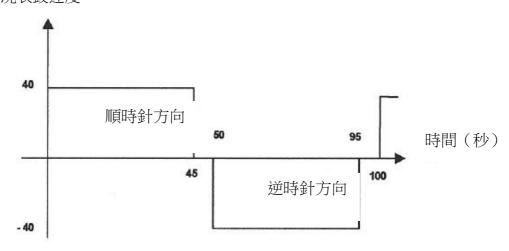


圖 1.10 翻滾洗衣階段的時間相位圖



翻滾洗衣階段一般比旋轉脫水階段長三至四倍,試把時間相位圖的比例放大至如圖 1.10 所示,可發現在翻滾洗衣階段過程中,洗衣鼓以低速轉動,一般速度為 40 rpm。洗衣鼓首先以順時針方向旋動,接著停頓,跟著以逆時針方向旋轉,接著停頓,如此類推。要洗的衣服的質料,例如細緻、輕盈、重及混合,以及洗衣機製造商的規格,都會影響旋轉時間的長短。上圖顯示每 100 秒的時段內,洗衣鼓有 90%的時間在轉動。

停 一 停 想 一 想

翻滾洗衣的循序周期不是百分之百的時間都持續轉動,為何需要在反向轉動前 先稍停一會(約百分之十的時間)?

(III) 分析洗衣機操作的流程圖

流程圖(亦稱為計算程序)廣泛用於解釋以邏輯方式作出決定的過程,它特別適用於把循序的事件,轉換成一系列要決定「是」或「否」的操作。在繪製可編程控制程序的梯階邏輯圖前,流程圖可以用來幫助了解要被控制的過程。(有關建構梯階邏輯圖的方法,將於 3.2 節中有關可編程邏輯控制器的編程部分內詳細解釋)。

以下列出一些流程圖的主要符號:

符號	功能
	拉長的圓形/終結者 代表一個過程的開始或終結
	連結者
	長方形 代表過程及所採取的行動
	輸入/輸出
	菱形/決定 代表一定要做的決定

表 1.0 流程圖的主要符號



建構簡單流程圖的步驟

- 1. 畫一個拉長的圓形/終結者作為開始,標示為「開始」
- 2. 畫一個長方形或菱形,代表第一個程序或行動,寫下行動的關鍵字或問題,跟著,從「開始」畫一支箭頭(連接線)伸延至這個圖形
- 3. 描繪整個過程的行動及決定,以發生的先後為順序,用箭頭(連接線)指示進行的流程
- 4. 畫一個菱形以指示出在哪處需要作決定,用從菱形伸延出來的箭頭代表可能會產生 的結果
- 5. 用一個拉長的圓形,並寫著「完成」的標籤,表示程序的終結
- 6. 逐步檢查流程圖,看看它是否能以正確的次序,表示出過程所涉及的行動及決定的 循序

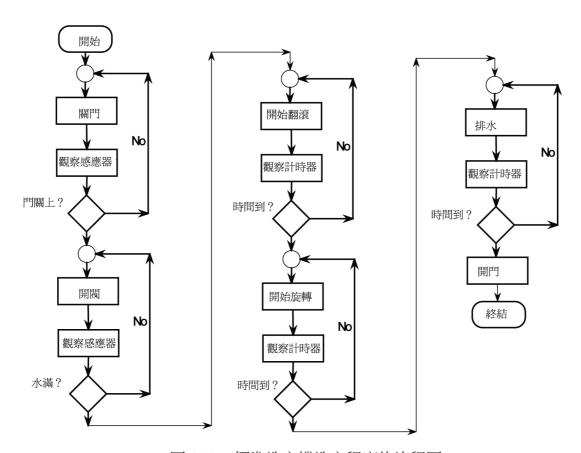


圖 1.11 標準洗衣機洗衣程序的流程圖

以上的例子是一個標準洗衣機洗衣程序的流程圖(例子中已包括人手操作的部分)。洗衣機的操作會因應洗衣機的類型、價錢及原產地而有所不同,有些洗衣機的控制系統很複雜,並會採用人工智能來改進洗衣的效率、水的消耗、噪音、電磁干擾及功率消耗等。



1.4 交通燈的操作

交通燈是現代化的城市不可或缺的一部分。適當的交通燈操作,可以令交通流暢。適當操作是指準確調整時間、正確的狀態循環及對外來輸入的回應,例如需要橫過馬路的信號。交通燈最少有一對,它們需要彼此同步以達至適當的操作。以下是一組典型的三燈、四種狀態提示的交通燈信號:

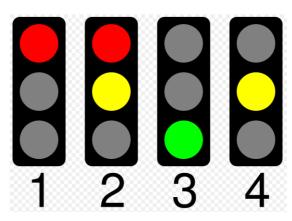


圖1.12 典型的三色交通燈的循序

設計和執行在十字路口的交通燈時,通常會考慮設置於一條繁忙(主要)的道路路口及一條較靜(橫街)的道路之間。兩條路都有正常的信號燈(紅、黃、綠)。有時候,十字路口會裝置有探測車輛的感應器,以探測橫街的交通情況,以及有一個要求橫過馬路的按鈕供行人控制。

一盞三色交通燈有紅、黃、綠三個狀態,它們也是輸出信號。在交通燈裡,一個單一的輸入值0代表狀態不變,1代表狀態轉變。這個輸入連接到一個倒數計時器的輸出,當計時器數到0的時候會輸出數值1。由此,我們可以畫出以下這個單一燈號狀態轉變圖表。

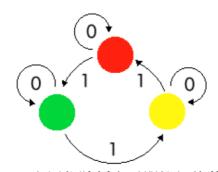


圖1.13 交通信號循序(單燈)的狀態圖



(I) 交通燈控制系統的三個重要部分

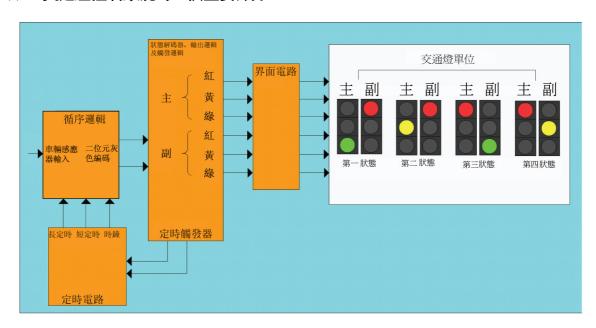


圖1.14 典型交通控制系統的方塊圖

第一部分是控制器,代表一個交通系統的大腦,它包含了一部電腦或可編程邏輯控制器,根據不同交通負荷的需求,控制交通燈號的選擇和時間控制。

第二部分是交通燈單位或者是「信號面」,信號面用來為交通提供單向的控制信號, 它包含三個信號狀態,並與其他交通燈的循序同步操作。一般來說,交通燈由紅、黃 及綠色的燈組成。

第三部分是探測器或感應器,用來顯示車輛的出現,探測器由置於十字路口行人道上 的線環組成,會因車輛駛過或停在線環上,所引起電感量的轉變而被觸發。由於技術 改進,現時會透過在交通燈柱上安裝的小型相機,用錄像探測系統偵測道路上的車輛, 以偵測車輛的出現。



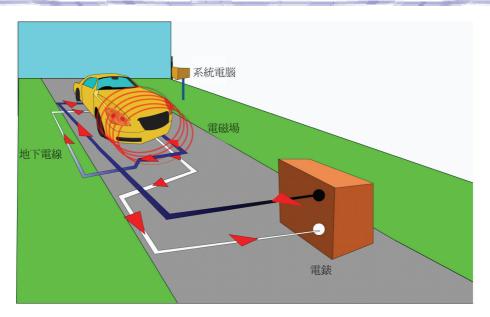


圖 1.15 交通電感線環傳感器圖解

(II) 交通控制的時序圖

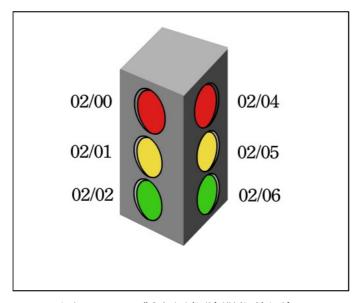


圖 1.16 一對交通信號單位的圖解

交通燈的操作循序及持續時間可以用時序圖來分析及表示。代碼 O 代表輸出信號,分別為 O:2/00 及 O:2/04 代表紅色,O:2/01 及 O:2/05 代表黃色,O:2/01 及 O:2/05 代表紅色。基於道路安全的理由,紅燈在兩個方向同時亮起時會有 1 秒鐘的延遲。這 1 秒鐘的延遲讓兩方的可機有短暫的時間作準備,同時讓交匯處的車輛有時間駛離該處。

紅= O:2/00			綠= O:2/02	黄= O:2/01
綠= O:2/06	黄= O:2/05		紅= O:2	/04
8 秒	4.秒	1	8.秒	4.秒

圖 1.17 一對交通信號單位的圖表



1.5 貯水箱內液體水位的控制

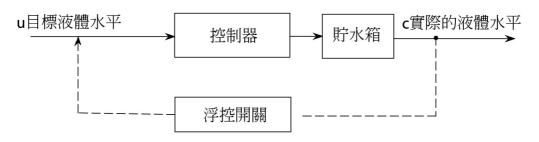


圖 1.18 液體水位控制系統的方塊圖

一個冷水貯水箱通過浮動操作的控制閥'F'供水,在出口的管道上有一個手控球閥'V'。假設兩個閥門在沿著管道有相同規模流量(質量流動速度)及流動特性(壓力下降),水箱內的目標水位被定在B點,這與閉環控制系統中的設定(目標)點相同。

在此,水箱是受控元件,浮控開關是量度器具,用來為控制器提供回饋。受控值是液體水位,而控制值是質量流動速度。

(I) 當載荷是 50% (半開)

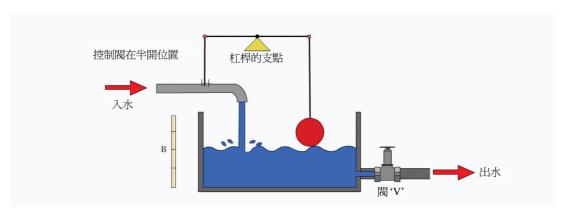


圖 1.19 閥門半開

可以假設當閥門'V'半開(50%裝滿)時,通過浮控閥流入的水流速度,相等於經球閥"V"離開排出管的水流速度,這時水箱內的水位可以維持在B點。

這時,系統可稱為達到平衡狀態,而且系統受到控制並處於穩定的狀況,亦即進入和離開水箱的水流量相同,因此水位不會改變,而水位線正好在目標水位(B),提供所需的流出量。



(II) 當載荷是0% (完全關上)

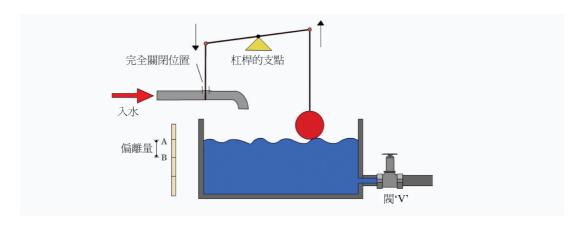


圖 1.20 閥門完全關上

當球閥'V'完全關閉時,水箱中的水位升會至 A 點,浮控閥會切斷供水。系統仍在受控及穩定的狀態,但水位已超過 B 點,水位 B (設定點)和實際的水位 A 之間的差異,是控制系統的比例帶。

如果球閥'V'半開並提供 50%的載荷,水箱中的水位會回復至目標水位 (B點)。

(III) 當載荷是 100% (完全開啟)

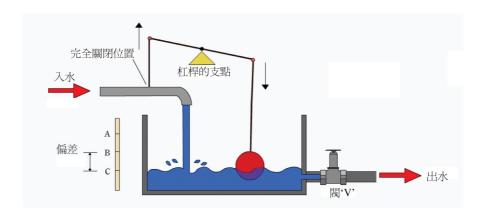


圖 1.21 閥門完全開啟

當球閥 'V' 完全開啟時(100%載荷),浮控閥會下降,令進水閥大開,因而可以通過較高的水流速度,以應付排出管流量需求的增加。當水位達至水位 C 時,流入的水足以應付排出的需要,因此,水位會維持在 C 點。



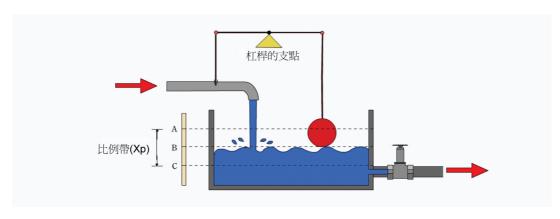


圖 1.22 比例帶

在這案例中,系統仍然算是在受控及穩定的狀態,但系統有一個偏離量,是 B 點水位與 C 點水位之間的偏差。A 點水位與 C 點水位之間的差別稱為比例帶,即浮控閥,由完全關閉至完全開啟的情况下水位的改變。

(IV) 水位控制的基本原理

以上的水位控制例子闡明了幾項基本和重要的概念,例如回饋及比例的控制:

- 1. 控制閥的觸發,是與實際水位與設定點(水位 A 及 C)之間的誤差(偏離量)成比例的
- 2. 設定點只能於某個**載荷程度才能**達到(在此例子中是 50%)
- 3. 穩定的控制狀態,可以在 A 點與 C 點之間(比例帶)達致,除了 B 點以外,任何的干擾而引致的水位差異,都屬於偏離量



1.6 應用於小型雙輪車的控制系統

小型雙輪車是一種<u>避障</u>機械車,只包含兩個電動機、兩個車輪、兩個接觸(撞擊)開關,以及小量和零碎的電子零件。這部<u>避障</u>機械車,是為解釋循序(開環)控制系統的基本知識而設計的。

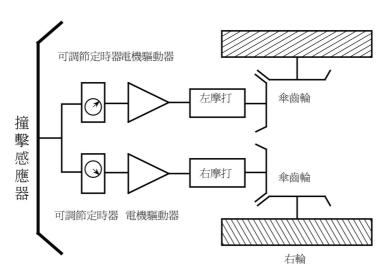


圖 1.23 方塊圖展示兩個電動機、兩個車輪、一個撞擊感應器,以及用來編程時間的 兩個電勢計



下圖解闡<u>避障</u>小型雙輪車,當撞到障礙時的操作循序。這部機械車最初會向前進,當它撞到障礙時,兩個電動機就會切換轉動方向,小型雙輪車就會直直的向後移動。

小型雙輪車如何轉彎?右邊電動機比左邊電動機相反轉向較長的時間,導致小型雙輪車轉向右面。過了一段時間,右電動機停止轉向,兩個電動機一起前進,引領小型雙輪車至一個新的方向。如果小型雙輪車再次撞到障礙物,這步驟會重複剛才的操作循序,直到完全避開障礙為止。

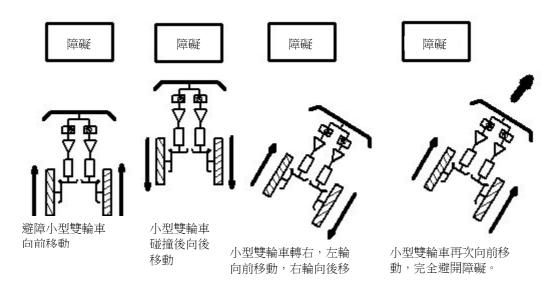


圖 1.24 避障小型雙輪車的基本操作

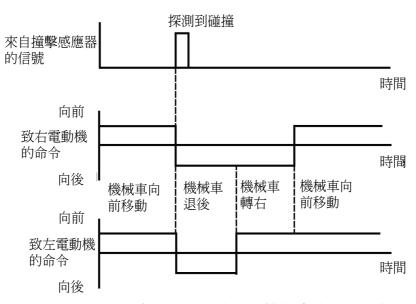


圖 1.25 時間序列闡明避障小型雙輪車的後退動作

操作的循序可以在用時序圖闡明。圖 1.24 描述了前保險桿感應器所產生的信號,而圖 1.25 闡明了傳送去左右電動機的信號。



最初,兩個電動機接收信號向前進。假如發生碰撞,撞擊感應器向可調節計時器發出二進制的信號,低(0)表示沒有接觸,高(1)表示撞到障礙。計時器會提供相應的二進制信號予電動機驅動器——高(1)表示倒後旋轉,低(0)表示前向旋轉。

假設計時器分別設定右邊電動機延遲 tr 秒,以及左邊電動機延遲 tl 秒,而 tr>tl 以作換向。遇到障礙後,小型雙輪車會作歷時 tl 的倒退,左邊電動機在 tl 時段後恢復向前轉動,右邊電動機繼續維持歷時 tr - tl 的反向轉動。接著,右邊電動機會恢復向前移動。因此,小型雙輪車會向一個不同的方向移動以避開障礙。小型雙輪車會重復這個循序,直到它能完全避開障礙。



1.7 應用於空調機的控制系統

(I) 温度控制

雖然我們正面對全球暖化的嚴重問題,空氣調節系統在我們的日常生活裡,仍是不可或缺的。有見及此,為了節省功率消耗,我們應採用有效的控制系統以改進冷卻的效率。如圖 1.26 展示了一個簡單的空氣調節系統,系統唯一的控制任務是調節溫度,系統中有兩個可調節的閥門來進行這項任務。

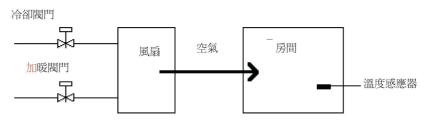


圖 1.26 溫度回饋控制系統的方塊圖

溫度咸應器提供回饋予閉環控制系統。

如果所測量的溫度 Tm 比設定點 Ts 低,加熱閥門 Hv 會完全開啟,而冷卻閥門 Cv 會完全關閉,藉以回復溫度。

如果所測量的溫度 Tm 比設定點 Ts 高,冷卻閥門 Cv 會完全開啟,而加熱閥門 Hv 會完全關閉,藉以回復溫度。

狀態	動作
$T_m < T_s$	Cv低(0), Hv高 (1)
$T_m > T_s$	Cv高 (0), Hv低 (1)

表 1.1 控制及受控閥的關係

(II) 濕度控制

然而,在實際環境中,只能控制溫度的空氣調節系統,往往並不足以應付需要;我們還需要控制濕度。圖 1-27 展示了經改良的空氣調節系統。這系統有兩個感應器:一個監控溫度,另一個監控濕度;系統還有三個控制元件以調校氣源的溫度及濕度:冷卻閥門、加熱閥門及增濕閥門(水幕噴嘴)。



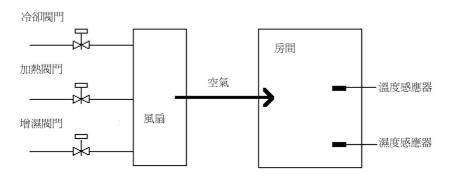


圖 1.27 溫度及濕度控制系統的方塊圖

濕度鳳應器提供回饋予閉環控制系統。

如果所測量的濕度 HUm 比設定點 HUs 低,增濕閥門會完全開啟以恢復濕度。如果所測量的濕度 HUm 比設定點 HUs 高,增濕閥門會完全關閉以降低濕度。

狀態	行動
$HU_m < HU_s$	HU _v , 高 (1)
$HU_m > HU_s$	HU _v , 低 (0)

表 1.2 控制及受控閥的關係

停 一 停 想 一 想

- 1. 提出這種溫度及濕度控制系統的任何缺點。
- 2. 提出任何可改良這控制系統的方法。

測驗(第一章)

- 1. 為何自動化控制系統在工業裡如此重要?
- 2. 陳述開環及閉環控制系統之間的差別。
- 3. 分別舉出開環控制系統及閉環控制系統的一個日常例子,並書出其方塊圖。
- 4. 舉出洗衣機內所使用感應器的種類,並寫出它們的名字。
- 5 設定點是甚麼意思?試用一個例子作解釋。
- 6. 比例帶是甚麼意思?試用一個例子作解釋。
- 7. 誤差信號是甚麼意思?試用一個例子作解釋。
- 8. 偏離量是甚麼意思?試用一個例子作解釋。
- 9. 說明遙控電路如何能充當計時器使用。
- 10. 避障小型雙輪車可以使用哪種感應器作為撞擊開關?



第二章 一 氣動學

本章主題包括:

- 2.1 壓力
- 2.2 氣動元件及符號
- 2.3 認識氣動元件
- 2.4 氣動迴路
- 2.5 電氣動系統

這些主題的學習材料和活動能助你:

- 認識壓力的特性
- 辨認氣動及電氣動元件;
- 認識氣動迴路及電氣動迴路的設計
- 認識氣動學在工業上的應用



2.1 壓力

(I) 單位

大氣會對地球表面施加壓力。作為標準,這壓力是在海平面量度的,並以每單位面積 所施加的力來描述。壓力的公制單位是帕斯卡(Pa)。

1 Pa = 1 N/m² (牛頓每平方米)

大氣於海平面所施加的力是 $100,000 \, \text{Pa} \cdot 1$ 個標準大氣約為 $14.696 \, \text{psi}$ 或 $1.01325 \, \text{bar}$ 或 $1.03323 \, \text{kgf/cm}^2 \cdot \text{在英語中,壓力的單位以 psi 表示,即磅每平方英吋。壓力也可定義 為力與面積的比率。$

物理學 氣動學 真空技術 過大壓力 絕對壓力 60 psig 4 bar-500kPa 400kPa 45 psig 3 bar-300kPa 2 bar-30 psig 200kPa 1 bar-15 psig 大氣壓力 0 psiq 0 bar 100kPa

1 MPa =10 bar 或 145 psig

圖 2.1 表示壓力的各種系統

1050mbar

= -533 mbar

絕對真空

標準大氣

101325 Pa abs

在氣動學的應用上,壓力通常指錶壓力(GA或 psig)。由於錶壓力往往大於大氣壓力,這種壓力也稱為超壓力。把錶壓力應用於氣動學時,大氣壓力是指零壓力。





圖 2.2 表壓盤

在全真空的環境下,壓力可以用絕對壓力來表達(Pa_{ABS} 或 psia);在真空技術中,壓力往往比大氣壓力低,並處於受壓的狀態。

以標準大氣壓力 1.013 bars 作為參考,可以知道大氣壓力並非 1 bar;但進行一般氣動學的計算時,我們可以把數值簡化。

(II) 壓力與氣流

氣動學中關係最密切的是壓力與氣流。假如沒有氣流,整個系統中每一點的壓力都會一樣;相反,假如氣流從一個位置移向另一個位置,壓力便會從開始的位置逐漸下降。 這種壓力的差異稱為壓降。壓降會受三種因素影響:

- 1. 初始壓力;
- 2. 流量;
- 3. 流動阻力。



2.2 氣動元件及符號

(I) 空氣處理裝置壓力與氣流

a. 為何需要空氣處理裝置?

空氣含有塵埃及水分,經過壓縮後,水分會在進氣管道內凝結。塵埃及水分,連同其他的污染物,例如管道剝落物及磨損了的密封物料,會對氣動系統造成不良的影響。因此,空氣處理裝置是氣動系統中的重要元件,為所有工業應用提供潔淨、經調節,以及(或)經潤滑的壓縮空氣。

空氣處理裝置也可用來延長氣動工具、儀器及閥門的壽命,從而減少維修和停機的費用。空氣處理裝置也稱為空氣製備裝置,它通常由過濾器、調壓器及(或)潤滑器組成。

b. 過濾器

標準的過濾器包含兩個元件:水分離器及過濾器。水分離器會收集相當分量的水,而過濾器會阻止污染物如塵埃及鐵銹微粒進入氣動系統。收集到的水可通過手動排水活栓或自動排水設備排出。當流經過濾器的壓力過度下跌時,裝置可提醒用者更換過濾器。

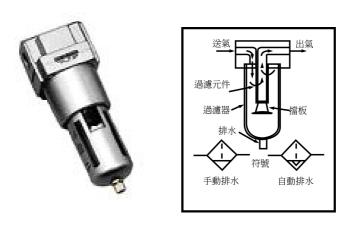


圖 2.3 含排水設備的過濾器的典型結構及符號包括



c. 調壓器

調壓器有一塊膜片,用來平衡輸出壓力與可調的彈簧力。

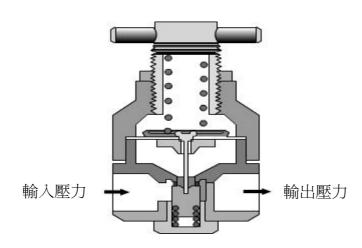


圖 2.4 調壓器的斷面圖

如果氣動系統的需求增加,輸出的壓力會相應減少。壓力減少使施加於膜片上的力減少,同時也減少了對抗彈簧閥門的力。膜片及閥門會降低,直至彈簧力再次達至平衡,造成增加流經洞口的氣流,直至它達到增加了的所需壓縮空氣。

如果氣動系統的需求率下降,輸出的壓力會些微增加,這增加了施加於膜片上的力,閥門會因而升高直,至彈簧力再次達至平衡。而流經洞口的氣流會因此減少,直至它達到減少了所需的壓縮空氣,因此,輸出壓力,便可以維持在一定的水平。

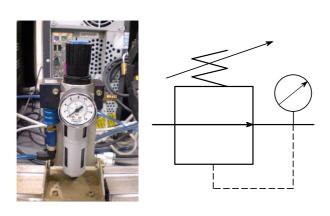


圖 2.5 調壓器的結構及符號

停 一 停 想 一 想

當所需氣流量減少時,為何輸出的壓力會上升;所需氣流量增加時,輸出的壓力則會下降?你能解釋這種現象嗎?



d. 潤滑器

氣動系統會持續對壓縮空氣添加一定分量的潤滑油。一般氣動儀器需要潤滑油才能達 到最高效率;但有些則因為下列原因,而不裝置潤滑器:

- 1. 應用於食物及藥品時,保持潔淨及衛生的環境
- 2. 保持無油、健康及安全的工作環境
- 3. 减少添置額外的潤滑設備、潤滑油,也减少維修的費用

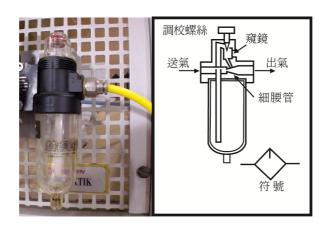


圖 2.6 潤滑器的結構及符號

大部分的應用範疇,特別是用在學校及職業培訓環境中,都會使用組合裝置或模塊設計的過濾器、調壓器及潤滑器。

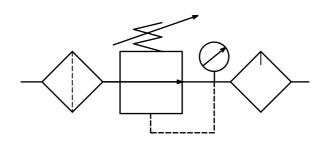


圖 2.6a 組合的空氣製備裝置的結構及符號

停一停想一想



2.3 認識氣動元件

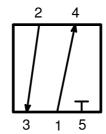


圖 2.6b 位置或方塊的細節

仔細觀察一個方塊,接口的數量是由終點的數量來決定,並且只需計算每個符號的其中一個方塊。在以上的例子中,方塊中共有 5 道接口。實際情況下,排氣口可能直接把氣體排出空氣中,因而沒有實體的接口。真實的接口線會延伸出方塊外,而排氣口則會用符號 \mathbf{T} 來終止。

(I) 方向控制閥

方向閥的功能是通過改變其內部連接,決定壓縮空氣流經接口的方向。方向閥會以下 列參數作描述:

- 1. 接口的數量
- 2. 切換位置的數量
- 3. 正常(非操作中、初始的)位置
- 4. 驅動或操作的方法



方向閥符號	開關功能	主要應用
A I	2/2 開/關,不設排氣	氣動工具
A T T P R	3/2 常閉 NC	單動氣缸(推進式)
A T R P	3/2 常開 NO	單動氣缸(推進式)
A B P R	4/2 輸出接□ A 與 B 間切 換,共用排氣□ R	雙動氣缸
B A R2 P R1	5/2 輸出接口 A 與 B 間切換,不共用排氣口 R	雙動氣缸
B A	5/3 輸出接□ A 與 B 間切 換,中間位完全密封	雙動氣缸,中立位置可 用來停止所有氣缸活 動

表 2.0 常用的方向閥符號

備註:P 是操作中的空氣管道入口;A 是操作中的空氣管道出口;R 是排氣口。

(II) 閥門驅動器

方向閥可以手動控制或通過機械、電氣動、氣流方式來自動調節。下列是一些常用的驅動器符號:

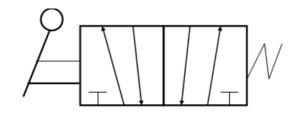


符號 (ISO)	驅動器種類
\bigwedge	彈簧復位
	滾柱式(2個方向)
	手動控制
₽ <u></u>	手動操縱桿控制
Œ.	手動按鈕控制
	直動電磁閥
	空氣導向器
	導向輔助電磁閥

表 2.1 常用的閥門驅動器符號

以典型的 5/2 方向閥作為例子,它展示了驅動的方法、位置的數量、流動的路徑及接口的數量。以下簡要描述如何解讀符號:

左驅動器 位置及流動方塊 右驅動器



2個位置、操縱桿驅動、彈簧復位閥

圖 2.7 方向閥符號



左驅動器用操縱桿手動控制,操作時用來把閥門從左方移至右方。這個方向閥有兩個位置(方塊),每一個位置都有三條流動路徑。

操縱桿並未啟動時,右方的彈簧復位驅動器負責控制閥門,右方的方塊會進入操作狀態。啟動操縱桿後,閥門會由操縱桿旁的方塊控制。在任何時候,閥門都只能處於一個「位置」。要注意的是,在這過程中,只有閥門箱中的內部連接在切換,箱外並沒有任何活動。

在一個閥門的符號中,方塊的數量表示閥門所含位置的數量。而每個方塊中的箭頭,表示氣體流動的方向,箭頭的數量表示當閥門在該位置時,氣體流動路徑的數量。閥門的位置取決於哪一個驅動器正控制閥門。

在實際情況下,排氣口會直接把氣體排出空氣中,因而沒有實體的接口,所以排氣口用符號 \mathbf{T} 來終止。

(III) 氣流的速度控制器

速度控制閥由處於同一外殼內的止回閥及可調節流閥組成,用來限制空氣向特定方向流動。空氣可自由從左至右向氣缸流動,但從反方向流向氣缸的空氣則會受到限制,以控制其流動速度。

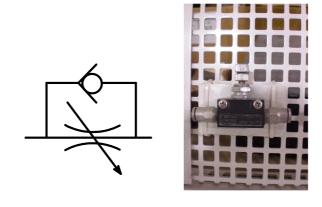


圖 2.8 氣流控制閥的結構及符號



重點

1. 氣缸大小的計算

氣缸大小的計算步驟如下:

- 1. 計算氣缸活塞的面積 面積 = Pi x r²
- 2. 把活塞的面積與需要使用的氣壓相乘面積 x 氣壓 = 輸出的力

由於有內部摩擦力及外測荷載的影響,氣缸實際輸出的力通常比理論輸出的力小。使用的氣缸能產生的力最好比理論所需的大 25%至 50% (安全係數)。

2. 氣缸內徑的選擇

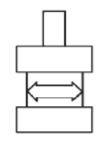


圖 2.9 氣缸內徑

四個簡單的步驟:

- 1. 確定移動負荷所需的力。把力增大 25% (安全係數),作為消耗在摩擦力上的力,並確保能提供充足的動力,令氣缸活塞桿以合理的速度活動
- 2. 找出系統中需要使用及維持的氣壓
- 3. 利用公式 (氣壓 x 功率因數 = 所需的氣缸力) 計算功率因數
- 4. 得出功率因數後,便可在下表中找出內徑。為安全起見,應選取表中較高 的近似值作為內徑。

功率因數表											
內徑	3/4	1	1 1/8	1 1/2	2	21/4	21/2	3	31/4	4	6
功率因數	0.4	0.8	1.0	1.8	3.1	4.0	4.9	7.1	8.3	12.6	28.3

表 2.2 功率因數表



例子:

估計所需的力為900 N(包括25%安全係數),所用氣壓為80 N:

80 (N) x 功率因數 = 900 (N) 功率因數 = 900 N / 80 (N) = 11.25

剛剛大於 11.25 的功率因數為 12.6。因此,應選用內徑為 4 cm 的氣缸。

(IV) 影響氣缸效能的因素

有很多因素會影響氣缸的效能,其中包括:

- 1. 接駁氣缸的配件的數量及種類
- 2. 軟管的長度及容量
- 3. 氣缸的工作載荷
- 4. 氣壓

(V) 單動氣缸



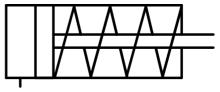


圖 2.10 單動氣缸的結構及符號

單動氣缸有一個進氣口,為氣缸提供足夠的動力進行「外伸衝程」。氣缸的活塞桿利用 內部彈簧來返回原來位置。理論上,單動氣缸所用的空氣是雙動氣缸的一半。單動氣 缸以三通閥來運作。

(VI) 雙動氣缸

雙動氣缸有兩個進氣口,為氣缸提供足夠的動力進行「外伸衝程」及「內縮衝程」,它需要用四通或五通的方向控制閥來控制。



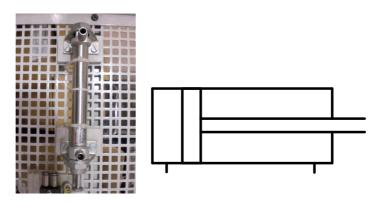


圖 2.11 雙動氣缸的結構及符號

(VII) 單桿及雙桿

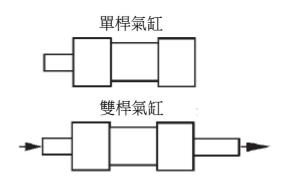


圖 2.12 單桿氣缸(上)及雙桿氣缸(下)

單桿氣缸有一支從氣缸一端凸出的活塞桿;雙桿氣缸有一支向氣缸兩端凸出的共用活塞桿,它以單一的活塞來運作。活塞桿從一端收回時,便會向另一端伸出。

雙桿氣缸提供良好的可調衝程及額外的剛性。此外,附有凸輪的雙桿可用來觸發限位 開關。

2.4 氣動迴路

繪製氣動迴路是由下至上、由左至右進行。迴路設計基本上由四層組成:最底層是供 氣裝置,第二層是訊號水平,第三層是控制或邏輯水平,頂層是功率水平。

基本上,氣動迴路把各閥門裝配起來,並把基本子電路集合來執行控制的功能。這些功能通常包括下列各項:

- 1. 控制輸出驅動器,例如單動氣缸、雙動氣缸、旋轉驅動器及滑動元件
- 2. 操作其他閥門,例如遙控器及安全聯鎖
- 3. 執行邏輯控制功能,例如「與」、「或」及「非」

(I) 氣動迴路中的記數法



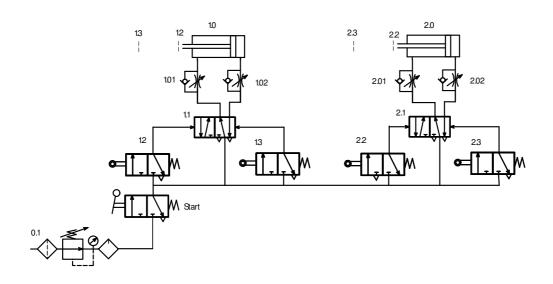


圖 2.13 氣動迴路中的記數法

氣動元件	記數法	備註	
頂層:	1.0, 2.0,3.0,	標示驅動器。	
工作元件	1.01,1.02,2.01,2.02, 3.01,3.02,·····	標示輔助元件,即限流閥。	
第三層: 控制元件	1.1, 2.1, 3.1,	標示連接工作元件的元件,即連接單動氣 缸的 3/2 方向閥、連接雙動氣缸的 5/2 方向 閥。	
第二層: 訊號元件	1.2,1.4,1.6, ··· 2.2,2.4,2.6, ···.	標示氣缸中負責向外衝程的訊號元件,即 3/2 常閉閥。	
	1.3,1.5,1.7, ······ 2.3,2.5,2.7, ·····	標示氣缸中負責內縮的訊號元件。即 3/2 當閉閥。	



底層:	0.1, 0.2, 0.3,	標示氣動迴路中的基本供氣裝置,即空氣
供氣元件		處理裝置。

表 2.3 氣動迴路中的記數法

(II) 基本功能

a. 流量放大及遠程控制

大部分的工業應用需要使用大額定功率的氣缸,並需要有充足容量的大方向閥。然而, 由操作員直接或近距離控制大的閥門十分危險。因此,小的手動閥,可以用來從遠距 離控制大的液流閥。大容量的閥門可以安裝在氣缸的附近。

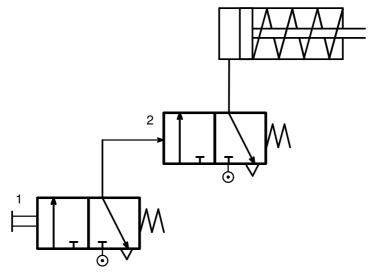


圖 2.14 氣缸的流量放大及遠程控制

b. 訊號逆轉

把一個 3/2 常閉閥連接至一個 3/2 常開閥。按下常閉閥時,常閉閥會切換位置並釋放壓 力。

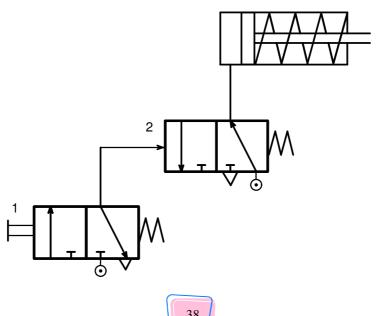




圖 2.15 訊號逆轉的迴路圖

c. 單穩態迴路

3/2 手動常閉閥可用來控制 5/2 閥門,從而驅動雙動氣缸。這個迴路有兩個功能:(1) 放大流量;(2) 以一個 3/2 常閉閥來控制雙動氣缸。

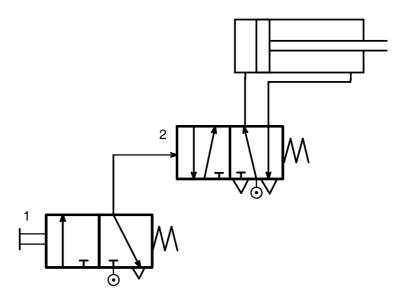


圖 2.16 利用一個手動閥在兩個廻路間切換

d. 雙穩熊迥路

兩個 3/2 常閉閥可用來控制一個 5/2 方向閥,從而驅動雙動氣缸。左方的閥門短暫按下時,氣缸會內縮並保持其位置,直至右方的 3/2 閥門按下。右方的 3/2 閥門短暫按下時,氣缸便會外伸。這個迴路有兩個功能:(1)流量放大;(2)記憶功能。

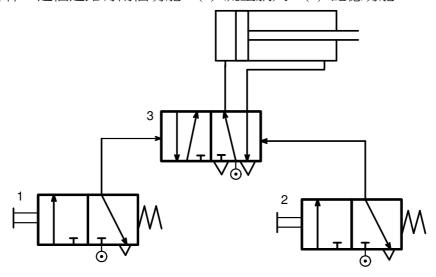


圖 2.17 利用一個手動閥在兩個迴路間切換

e. 定時迴路



一個 3/2 常閉閥可用來控制另一個 3/2 常閉閥。把限流閥連接到控制管路,並確定其連接方向會使開啟訊號受到延滯。閥門 1 按下時,氣流會受到限制,流向方向閥。經過一段時間後,氣缸會外伸。閥門 1 不再按下時,廢氣可自由流動,氣缸會馬上內縮。

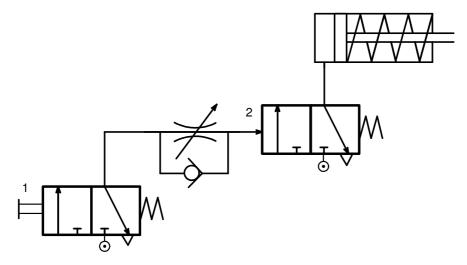


圖 2.18 延遲切換開啟迴路

一個 3/2 常閉閥可用來控制另一個 3/2 常閉閥。把限流閥連接到控制管路,並確定其連接方向會使關閉訊號受到延滯。閥門 1 按下時,空氣可自由流向方向閥。但當閥門 1 不再按下時,廢氣的流動會受到限制。因此,過了一段時間後,氣缸會內縮。

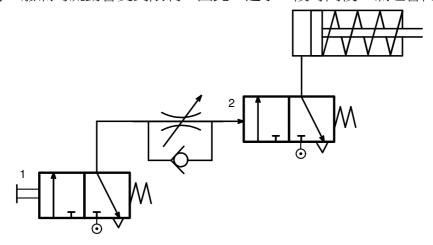


圖 2.19 延遲切換關閉迴路

停一停想一想	
為何工廠內的氣壓變化不定?請列出任何四個原因。	
(1)	
(2)	
(3)	



(4) _____

f. 單動氣缸的直接操作及速度控制

手動 3/2 常閉閥可用來直接控制單動氣缸。把限流閥連接到控制管路,迴路能控制氣缸向外衝程的速度。放鬆閥門時,氣缸會馬上利用彈簧力收回。反衝程時空氣流動不會受到限制。

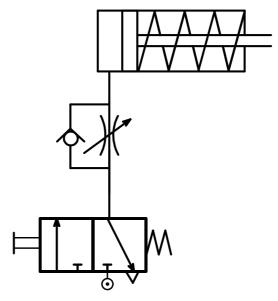


圖 2.20 直接控制單動氣缸

(III) 邏輯迴路

a. 單動氣缸的邏輯功能「或」

配備梭動閥「或」作為操作的單動氣缸,兩個 3/2 閥門的其中一個可以驅動氣缸的向外衝程。如果實際環境中氣缸並未設有梭動閥,其中一個閥門中的空氣會直接在另一個閥門的排氣口逸走。增設限流閥可調節氣缸外向衝程的速度。



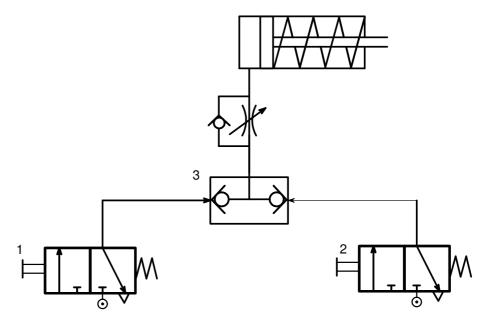


圖 2.21 單動氣缸「或」的操作

b. 單動氣缸的邏輯功能「與」

這功能通常稱為聯鎖功能,可用來保障安全。把兩個 3/2 閥門串聯起來,單動氣缸要 進行向外衝程的操作時,須同時按下這兩個閥門。第一個閥門可以是機械柱塞閥,以 確定安全門在適當的位置作一般的機器操作。第二個閥門可以是由操作員控制的手動 開關。只有這兩個閥門同時開動時,單動氣缸的向外衝程才會進行。

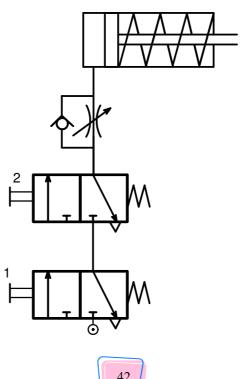




圖 2.22 聯鎖及單動氣缸的「與」功能

c. 逆操作「非」功能

3/2 手動常閉閥可用來控制 3/2 常開閥,作為單動氣缸的逆操作。在初始狀態下,氣缸 會在處於向外衝程的位置。常閉閥短暫按下時,氣缸會內縮。由於有一個限流閥連接 排氣管路,氣缸會以穩定的速度內縮。它可用來作為一些機械設備的解鎖功能。

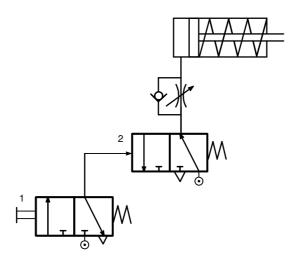


圖 2.23 氣缸的訊號逆轉



d. 雙動氣缸的直接控制

一個 5/2 方向閥可用來控制雙動氣缸的基本操作。彈簧控制方向閥時,氣缸會處於內縮的位置。方向閥短暫按下時,氣缸便會向外衝程。內縮及向外衝程的速度可通過兩個限流閥獨立調節。

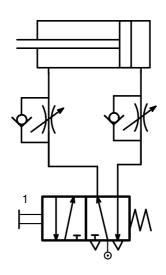


圖 2.24 雙動氣缸的直接控制

e. 雙動氣缸的雙穩態控制

兩個 3/2 常閉閥可用來控制一個 5/2 閥,從而控制雙動氣缸。閥門 1 短暫按下時,氣缸會外伸,即使閥門放鬆,氣缸仍會保持在該位置。直至閥門 2 短暫按下,氣缸才會內縮。外伸及內縮的速度可通過兩個限流閥來調節。這個迴路也稱為「記憶」功能。

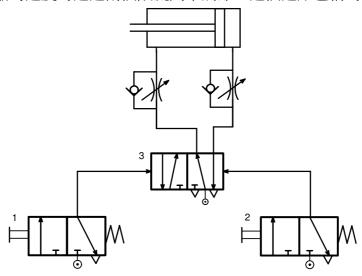


圖 2.25 雙動氣缸的控制記憶功能



f. 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輥驅動閥來代替,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。

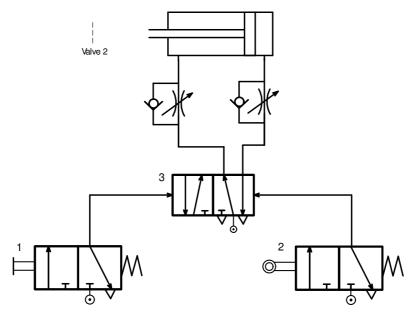


圖 2.26 雙動氣缸的自動控制

停 一 停 想 一 想

- 1. 在以上迴路中,如果氣缸向外衝程的末段觸及閥門2時,閥門1仍在按下狀態,會發生甚麼事情?
- 2. 要改善以上情況,你建議如何修改迴路?

g. 往復衝程

利用兩個輥驅動 3/2 常閉閥設計的雙動氣缸,可令氣缸重複衝程。兩 個閥門分別放置在衝程的兩端。一個 3/2 手動控制閥以串聯的方式連接到其中一個輥操作閥來執行聯鎖功能(與),作為啟動自動往復衝程的「手動」開關。



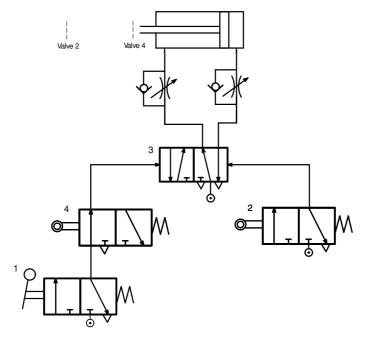


圖 2.27 雙動氣缸的往復衝程

重點

電磁繼電器的工作原理

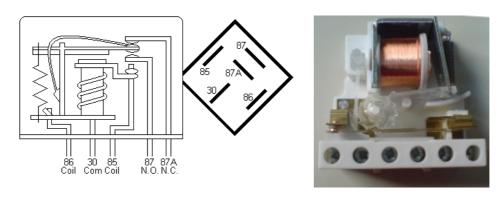


圖 2.28 機電繼電器的原理圖

電磁繼電器是一種電子開關,可以利用另一個開關間接地啟動。線圈通電時,電流會流經線圈,產生電磁吸力。電樞被拉下,令槓桿臂閉合接點。線圈不再帶電時,彈簧會拉下槓桿臂,切開接點。電磁繼電器可用常開接點或常閉接點來設計,這個裝置常用於電氣動及可編程邏輯控制器的應用上。

1. 電磁繼電器的功能

- 它是一個具有高額定電流的電子開關,用低控制電流間接操作
- 它作為由低電平訊號(5-12V)控制器連接到高額定電流裝置的界面
- 它能提供一個或多個接點
- 它能提供由常閉連接到常開的接點,或由常開連接到常閉的接點



2. 電磁繼電器的限制

- 它包含可動部件及電子接點;它的操作速度、可靠性及使用壽命有限
- 它的體積龐大,應用時需安裝在大型支架上
- 每個繼電器僅能提供少量的接點
- 繼電器系統接通後便難以更改其控制功能。要改變控制任務,可能需要 重新組裝線路
- 由於它的使用壽命短,令更換及維修的費用高昂

3. 機電繼電器的鎖存功能

機電繼電器可以連接到電氣動迴路,用來控制電磁閥及可編程邏輯控制器的控制功能,從而實現全自動的氣動系統。

把電源線連接到其中一個接片,機電繼電器的鎖存功能便可運作。線圈通電後,接點閉合,為線圈提供能量。當開關 "ON" 關掉時,線圈仍會通過電源線保持通電。線路中的開關 "OFF" 用來「重置」繼電器。

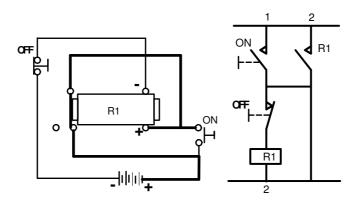


圖 2.29 (左)電路圖;(右)「鎖存」繼電器的電氣動迴路

(IV) 電氣動

a. 電磁閥

電氣動的應用中有兩種電磁閥:雙電磁閥及單電磁閥。

雙電磁閥的其中一個電磁線圈通電時,氣缸便會外伸。不論電磁線圈保持通電的狀態 或不通電的狀態,伸出的的氣缸都會保持在外伸的位置。只有在另一端的電磁線圈通 電時,氣缸才會收回。

在單電磁閥中,一旦停止供電,閥門便會返回原來位置,氣缸隨之內縮。





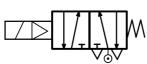






圖 2.30 (左) 單電磁閥;

(右)雙電磁閥

b. 電氣動迴路中的主要符號

操作	ISO 符號
常開彈簧復位,2點接點	4
常閉彈簧復位,2點接點	
常開棍操作,彈簧復位接點	07
常閉棍操作,彈簧復位接點	O7
常開電磁控制靠近接點	[♦
控制繼電器	
電磁線圈	

表 2.4 電氣動迴路中的符號

c. 電氣動迴路

(i) 手動控制

可利用電磁閥手動(按鈕)控制雙動氣缸。5/2 閥會分別用於雙動氣缸。按下按鈕,電磁線圈通電,氣缸伸出;放鬆按鈕,彈簧力令氣缸收回。



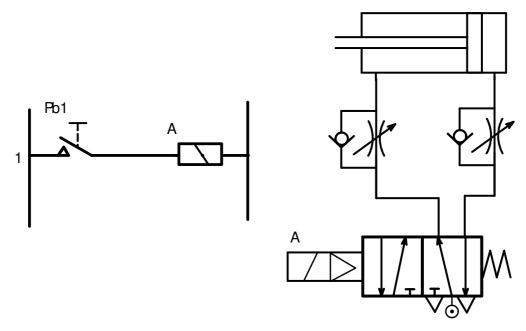


圖 2.31 雙動氣缸的手動操作

(ii)「或」控制

在電氣動系統中,兩個或以上的按鈕可以通過「或」邏輯控制,來控制氣缸的驅動。過程中不會有像氣動系統中,氣體經開關泄漏的問題。

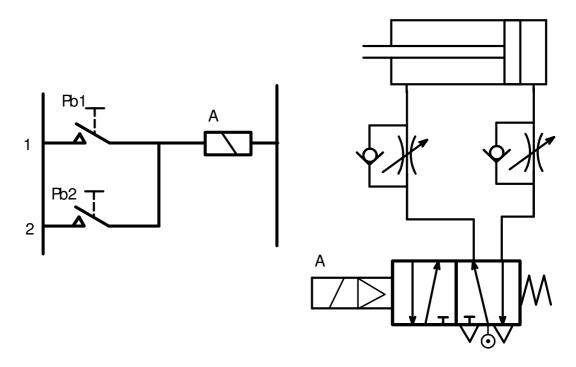


圖 2.32 雙動氣缸的「或」操作



(iii) 多重接點

在圖 2.33 中,按下 Pb1 或 Pb2 都會令電磁線圈通電,並令燈亮起。 在圖 2.34 中,按下 Pb1 會令控制繼電器 R1 通電,從而令燈亮起,並啟動電磁閥 (A),氣缸會因而伸出。按下 Pb2,只會令電磁閥(A)通電,引發氣缸伸出, 但燈並不會亮起。

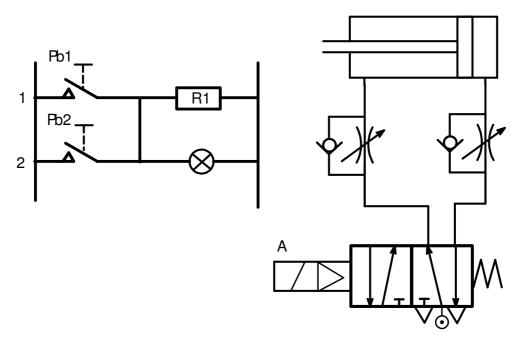


圖 2.33 利用 Pb1 或 Pb2 控制氣缸及燈

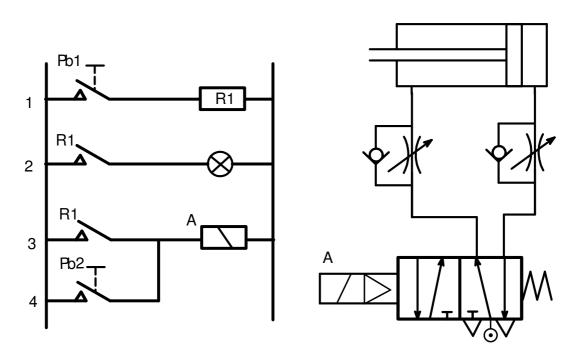


圖 2.34 利用 Pb1 控制氣缸及燈;利用 Pb2 單單控制氣缸



(iv) 滑動元件的控制

雙電磁閥具有雙穩態的特性。Pb1 按下時,滑板從左方移向右方,並保持在該位置,直至 Pb2 按下。

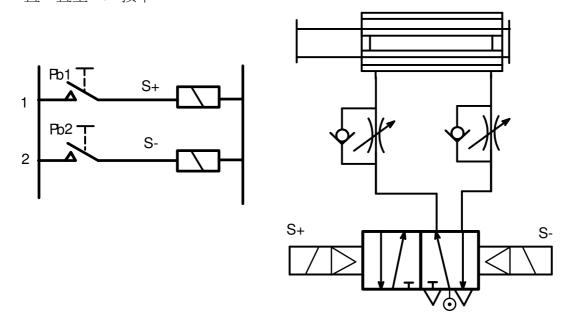


圖 2.35 控制滑動元件的移動



圖 2.36 滑動元件

(v) 旋轉驅動器的控制

在旋轉驅動器的極限位置,有一個內置的位置開關(Pb1),將鈕按下時,電磁線圈 S+便通電,而旋轉驅動器從左方向右轉,並保持在該位置。開關鈕放鬆時,「被引發」的位置開關 a1 將馬上令電磁線圈 S-通電,旋轉驅動器便自動左轉,返回原來位置。



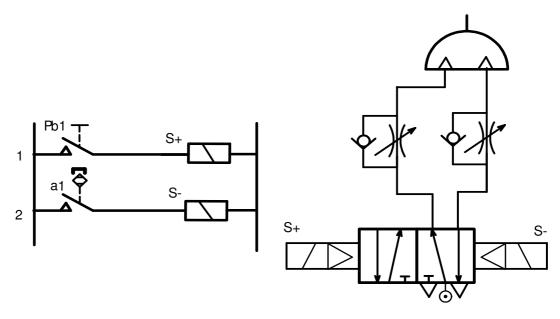


圖 2.37 旋轉驅動器的自動復位

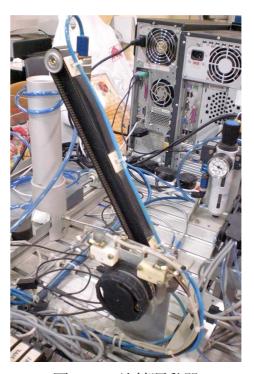


圖 2.38 旋轉驅動器

(vi) 線性驅動器的往復移動

滑動驅動器通常在其移動範圍的盡頭裝有位置開關。當開始鈕 "START" 按下不放時,由於交替觸發位置開關 a0 及 a1,滑板會來回移動。位置開關 a0 及 a1 的作用是令電磁線圈 S+及 S-通電,從而分別控制滑板向前及向後的移動。



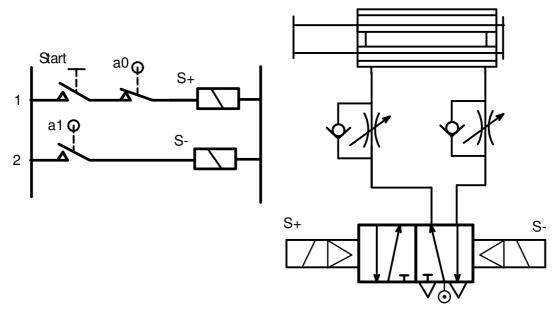


圖 2.39 線性驅動器的往復移動

(vii) 延時迴路

雙動氣缸可以往復運作。氣缸移動的時間可以通過延時繼電器來調節。萬一發生電力故障,氣缸會繼續移動到盡頭並保持在該位置,直至電力恢復。

這種雙動氣缸在其衝程的兩端分別裝有兩個內置位置開關 a0 及 a1。在圖 2.40 中,常開開關 a0 在初始位置閉合。當開鈕 "START"按下時,延時繼電器 T1 會通電,從而令電磁線圈 S+通電,氣缸接著便會在預設時間過後伸出。

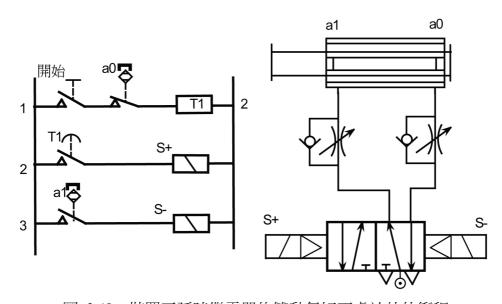


圖 2.40 裝置了延時繼電器的雙動氣缸正處於外伸衝程



在圖 2.41 中,由於 a0 在內縮衝程時才會被觸發,因此它在初始位置時是閉合的。當開鈕 "START"按下時,T1 通電,氣缸會在一段時間後外伸。在活塞桿完全伸出時,位置開關 a1 會被觸發,使另一個延時繼電器通電。在過了一段預設的時間後,電磁線圈S-便會通電,方向閱會移向右方,活塞桿便收回。

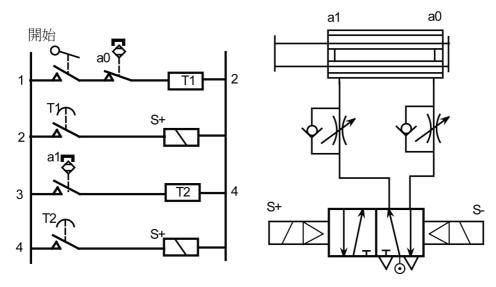


圖 2.41 在外伸衝程及內縮衝程都裝置了延時繼電器的雙動氣缸

(viii) 電氣動系統的順序控制

為簡單起見,圖中省略了氣缸。R1是一個常閉控制繼電器。當開鈕"START"按下時,T1 通電,發光二極管會亮起。經過一段預設的時間後,R1 會在線路 3 經T1 通電,常閉的 R1 會切開,發光二極管隨之熄滅。與此同時,線路 4 的控制繼電器 R1 會閉合,T2 通電。經過一段預設的時間 T2 後,T2 切開,線路 1 的 R1不再通電,線路 1 的 R1 回復常閉狀態,發光二極管重新亮起。這項順序操作不斷重複進行。



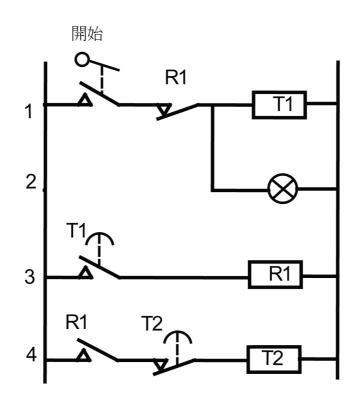


圖 2.42 雙穩態發光二極管閃動的控制

例子

遊樂場中的一個遊戲台,在一個雙動滑板中,裝有一個一雙手臂的氣動夾子,其動作如下:

- 1. 在初始位置時,夾子的雙臂張開
- 2. 夾子連接到雙動滑板
- 3. 夾子及滑板以氣動方式驅動,但以可編程邏輯控制器控制
- 4. 當開鈕 "START" 按下時,滑板從左方移到右方
- 5. 滑板移到預定位置時,夾子的手臂夾起,嘗試檢起一件玩具
- 6. 夾子的手臂收起後,滑板移返原來的位置
- 7. 在收回衝程的最後,夾子的手臂打開讓玩具掉落

為簡單起見,夾子下移檢起玩具的過程從略。 而 a0 及 a1 是滑板的位置開關,b0 及 b1 則是夾子的位置開關。 當 b0 在起始狀態時是閉合的及夾子張開。當開鈕 "START" 按下時,A+通電,滑板向左伸出。當滑板到達外伸衝程的盡頭時,會觸發 a1 並令電磁線圈 B+通電。在 B+通電後,夾子的雙臂收起,在夾子收起時會觸發 b1,從而令 A-通電,滑板因而收回。當滑板完全收回後,a0 閉合,使 B-通電,夾子的手臂便張開。



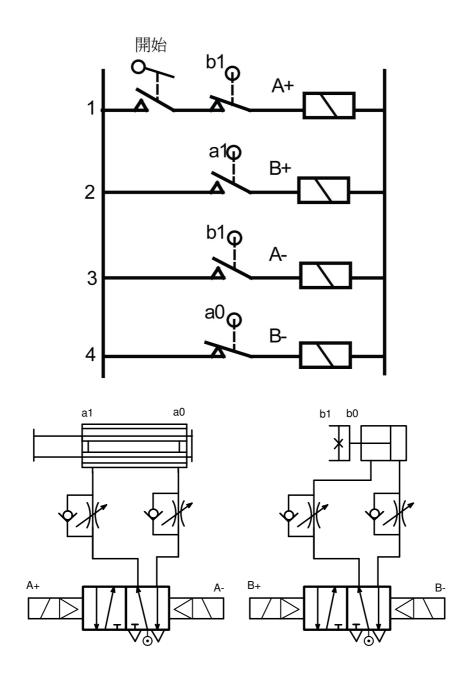


圖 2.43 氣動滑板及夾子的順序控制



2.5 電氣動系統

本節首先介紹使用可編程邏輯控制器,控制電氣動部件的用途。而其他有關內容將在第3章再作討論。

電氣動電磁閥可從電子控制器接收電訊號。而在實際情況中,電磁閥可以接收 0 - 20mA 直流電源或 0-10V 直流電源形式的輸入訊號。當接收訊號後,電磁閥會調節高壓的來 源氣體,並把它引導至最後的控制元件,例如控制閥,從而引發相應的位移。

(I) 氣動/電氣動系統的應用

氣動及電氣動控制系統廣泛應用於製造業中的過程控制及自動化生產線。

a. 傳送物件

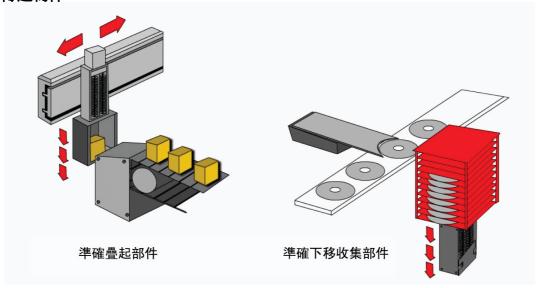


圖 2.44 應用於傳送物件的例子

在圖 2.44(左)中,一個特製的集裝箱連接到氣缸活塞桿的末端,收集逐步從輸送帶運來的預先切好的工件。當工件填滿集裝箱後,活塞桿需逐步下降(外伸),以便在適當高度收集新運來的工件。活塞桿位移的時間,必須與輸送帶的速度相配合。要令生產線做到這效果,必須經過仔細的計算及多次的試驗。氣缸就會固定在前後移動的電氣動滑板元件上,配合其他輸送帶工作。

圖 2.44(右)會在光碟生產線中出現。這個傳送機制中有兩個氣缸,一個氣缸有規律 地把光碟從輸送帶推到物料盒中;另一個氣缸則連接到物料盒,這個氣缸需逐步垂直 下降(收回),確保每片光碟都送入一個空的位置。

停 一 停 想 一 想

對於上述情況,試舉出理由說明 (a) 應該使用甚麼類型的氣缸? (b) 在這個應用上,應該使用空氣導向閥還是電磁控制閥?



b. 極限開關的測試

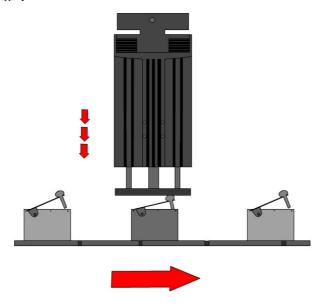


圖 2.45 極限開關的測試

以上的氣動系統可用作自動測試及傳送機制。左方的線性驅動器,用來觸發極限開關,是作功能或故障的測試。極限開關會隨著輸送帶移動,這項動作乏味,而且需要不停施以相當力量進行測試,因此,必須將這部分工作自動化,才能確保以合規格及有效率的方式地執行工作。

停 一 停 想 一 想

舉出原因,解釋為何以上的應用採用滑動元件而不是氣缸。



c. 在壓孔機中彈出工件

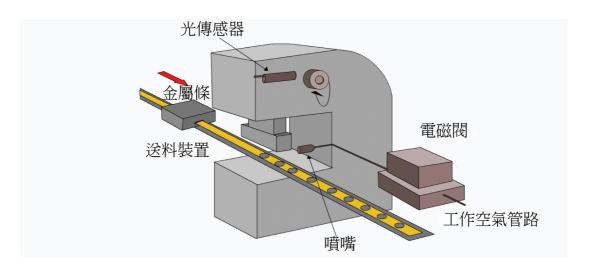


圖 2.46 壓孔機的輔助功能

對於傳統的金屬加工壓孔機,需要持續提供壓縮空氣「吹走」完成的工件。在壓孔過程中不停供應壓縮空氣會造成浪費。要改善以上的情況,可把一個兩通電磁閥與一個光電開關配合使用。控制閥只會在壓模空著時驅動,把壓縮空氣從噴嘴「吹出」,推走完成的工件以作收集。這方法可以節省 50%容量的壓縮空氣。

停 一 停 想 一 想

使用氣動系統的其中一個好處,是這種系統在理論上不需成本,因為大氣中的空氣是免費供應的。然而,在以上的情況中,為何工程師還需要設計一個自動化系統,以減少浪費壓縮空氣?



(II) 氣動系統的安全考慮

- 1. 固體粒子污染物可能來自損壞了的氣泵及閥門密封物料
- 2. 液體污染物可能來自油、水或清潔劑
- 3. 鬆掉了的配件或損壞的軟管可能讓污染物未經過濾器便進入系統中
- 4. 破舊的、不正確使用的或錯誤連接的軟管
- 5. 電磁閥需要使用正確的電壓
- 6. 計算正確的氣壓來啟動裝置
- 7. 使用壓力釋放閥
- 8. 馬上修補泄漏空氣的地方
- 9. 使用氣動氣缸工作時,配戴安全眼鏡
- 10. 以一套良好的安全措施保護設備及顧客

(III) 氣動系統的好處

- 1. 高效率;一個相對細小的壓縮機,便能充滿一個大的貯存罐,還能提供間歇 高需求的壓縮空氣
- 2. 與液壓系統不同,不需回流管路,用畢的壓縮空氣,可以通過排氣口排出大氣,不會造成損害
- 3. 非常可靠,因為涉及較少移動部件
- 4. 成本低,易於安裝及維修
- 5. 備有各種不同標準尺寸及額定的組件可供選用
- 6. 安全性;空氣裝置不會在爆炸性的環境下產生火花,而即使用於潮濕的環境中,也不需擔心有觸電的危險
- 7. 設計簡單;牽涉設計的問題通常不會太難解決,選擇設備的過程也相對簡單明確,由於系統一般比較輕型,並只涉及較低的功率,安裝也相對簡單

(IV) 氣動系統的限制

- 1. 難以控制氣動氣缸的速度;在這情況下,需要安裝限流裝置,同時也因此需要裝置荷載管路及回流(排氣)管路。但在一般情況下,並不需要裝置回流 管路氣動迴路,原因是經壓縮的廢氣可以排放至工作環境中,而不會造成損害及破壞
- 2. 需要額外的乾燥及過濾系統來移除塵埃及濕氣,防止它們進入氣動系統,因 塵埃及濕氣會加速氣動系統的損耗
- 3. 把空氣壓縮將無可避免會產生聲音污染,特別是在用於實驗室或臨床應用上
- 4. 在壓縮空氣系統中,空氣泄漏是無可避免的,而氣動系統需作定期檢查及維修
- 5. 因空氣是可被壓縮的,所以隨時間的變化,氣缸的準確度,如氣缸的衝程, 會逐漸下降,在使用一段時間後,便需作調整系統
- 6. 基於空氣可以變壓的性質,造成限制系統所產生的功率額定。因此,在系統的功率額定及速度都不能達到要求時,一些重要的應用情況下,例如消防車的救生梯,均不採用氣動系統。



測驗(第2章)

- 1. 使用氣動系統有甚麼限制?
- 2. 消防車的升降台,為何不用氣動系統來驅動?
- 3. 使用單動氣缸有甚麼限制?
- 4. 建議可用來偵測一間製造廠內泄漏壓縮空氣的方法。
- 5. 使用電氣動系統的主要原因是甚麼?
- 6. 描述電磁線圈與機電繼電器的分別。
- 7. 有些應用,為何傾向使用不加潤滑油的氣動系統?
- 8. 兩個 3/2 常閉、彈簧復位閥,為何不能用來直接控制雙動氣缸?
- 9. 執行「或」邏輯功能時,為何必須用到梭動閥?



第三章 一 可编程控制系統

本章主題包括:

- 3.1 甚麼是可編程邏輯控制器?
- 3.2 可編程邏輯控制器的程序編寫
- 3.3 階梯邏輯圖的應用
- 3.4 可編程界面控制器
- 3.5 步進電動機及伺服電動機

這些主題的學習材料和活動能助你:

- 認識可編程邏輯控制器的操作
- 認識梯形邏輯功能
- 認識可編程邏輯控制器的編程
- 認識使用可編程邏輯控制器作控制



3.1 基麼是可編程邏輯控制器?





圖 3.1 不同牌子的可編程邏輯控制器

美國電氣製造商協會把可編程邏輯控制器定義為:

可編程記憶體是一項貯存電子設備,可貯存內部數碼操作的指示,待執行特定的功能,例如邏輯、順序、計時、計數及算術運算等,再通過數碼或模擬輸入/輸出模組,控制不同種類的機器或進程。

(I) 為甚麼需要可編程邏輯控制器?

現代商業及工業應用中的系統自動化及進程控制,基本上,最少需要一個「開/關」控制,而這些用來執行順序控制的控制系統,已不再使用機電繼電器、開關、計時器、計數器或其他不相連的邏輯門來製造,因為,它們都需要用硬接線來達到特定的目的或控制特定的機器,而欠缺靈活性。所以,在我們的日常工業自動化中,利用編程來執行不同邏輯功能的數碼裝置,發揮著重要的作用。

可編程邏輯控制器發明於 20 世紀 60 年代,取代以往經常用於機械控制的順序繼電電路。可編程邏輯控制器是一種固態的電子設備,適用於控制機器的運作,它可通過內置記憶體的軟件編程,從而運用、變更或修改邏輯功能。



(II) 可編程邏輯控制器的基本元件

典型的可編程邏輯控制器包含下列的主要元件:

- 輸入模件
- 輸出模件
- 處理器
- 記憶體
- 供電
- 程序編寫裝置

下圖展示可編程邏輯控制器的示意圖:

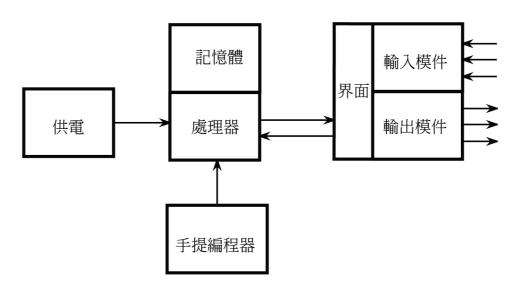


圖 3.2 基本的可編程邏輯控制器的示意圖

a. 輸入裝置

輸入到控制器的訊號,可來自極限開關、按鈕、接近感應器及其他數碼(二進制)或模擬(持續性)裝置

b. 輸出裝置

開/關訊號可從控制器輸出到工作電動機、氣缸、繼電器、電磁閥及其他致 動器

c. 輸入及輸出模件

輸入及輸出模件是指在工業過程中,可控制輸入/輸出的連接

d. 處理器

處理器是可編程的控制器,執行不同的邏輯及順序功能



e. 記憶體

包括輸入、輸出及旗幟記憶體,可存著邏輯、順序及其他輸入/輸出操作的程序,容量由1K到48K

f. 供電

驅動可編程邏輯控制器,一般使用 115V 或 220V 交流電作供電。但在工業過程中,利用可編程邏輯控制器來控制元件時,需使用較高的電流及電功率額定值

g. 程序編寫裝置

程序編寫裝置,一般是手提的編寫裝置,可以從可編程邏輯控制箱拆除下來,再用個人電腦,將程序輸入到程序編寫裝置內的可編程邏輯控制器記憶體中,例如,控制機械人,或是以電腦為基礎的編程軟件套裝等

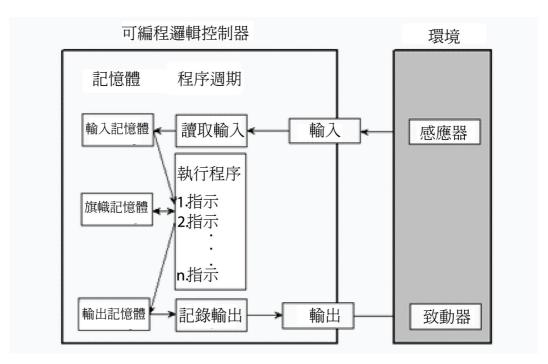


圖 3.3 可編程邏輯控制器元件的功能



(III) 可編程邏輯控制器的運作方式

在可編程邏輯控制器的運作過程中,會不斷掃描,掃描週期包括三個重要步驟:(1)檢查輸入狀況,(2)執行程序,及(3)更新輸出狀況。

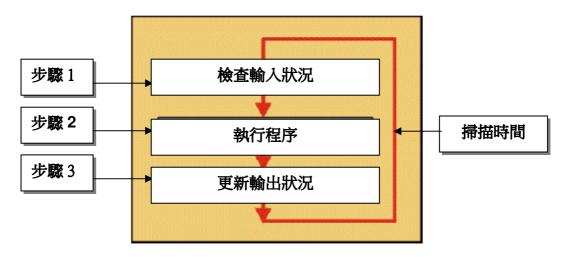


圖 3.4 可編程邏輯控制器的掃描週期

步驟1: 檢查輸入狀況

首先,可編程邏輯控制器的處理器會對輸入到控制器的訊號進行採樣,輸入的訊號會貯存在輸入記憶體中

步驟 2: 執行程序

處理器會執行控制程序,對貯存在輸入記憶體中的輸入值作邏輯操作

步驟 3: 更新輸出狀況

最後,可編程邏輯控制器,將邏輯操作後的結果輸出

掃描及掃描時間

一次「掃描」指讀取輸入、執行控制程序及更新輸出的週期。

「掃描時間」指完成一次掃描所需的時間,這時間的值介乎於 1 與 100ms 之間。所需時間的長短視乎每個掃描週期需要執行的控制功能的數量及複雜程度而定。

停 一 停 想 一 想

假如在掃描週期中進行採樣後,馬上改變輸入值,會發生甚麼事情?



(IV) 可編程邏輯控制器的優點

- 編寫可編程邏輯控制器,較為繼電器控制面板接線容易
- 可編程邏輯控制器可以重新編寫程序;傳統控制系統必須重新接線
- 比起繼電器控制面板,可編程邏輯控制器佔用較少地方
- 較為容易維修可編程邏輯控制器,可靠程度也較高
- 比起繼電器,較為容易把可編程邏輯控制器連接到數碼系統

以下表格比較繼電器邏輯控制與可編程邏輯控制器:

繼電器	可編程邏輯控制器
大型、複雜的系統,佔用大量空間	一個可編程邏輯控制器,可以控制一個大型系統,較以繼電器為基礎的系統佔用較少空間
需用硬連線裝置來裝配梯形繼電器	可編程邏輯控制器的內部結構是固態的, 只有輸入及輸出裝置是硬連線的
難於修改或更新程序	通過程序編寫軟件,可以輕易編寫新的程序(或修改舊有的程序),並把程序下載到可編程邏輯控制器中
屬機械裝置,服務壽命有限	屬固態裝置,具有使用壽命長及維修次數 少的特性
計時器及計數器需要不同的硬連線	計時器及計數器是內部固態裝置

表 3.0 繼電器與可編程邏輯控制器的比較



重點

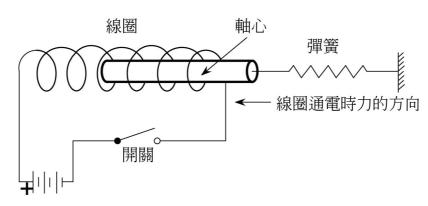


圖 3.5 電磁線圈的工作原理

電磁線圈是電磁致動器,可用來開啟及關閉閥門、電子接點或其他機械裝置。電磁線圈的運作方式,是把電流通過電線線圈,令線圈內產生磁場。當電流中斷時,機械彈簧會收回軸心,使其退出線圈。

停 一 停 想 一 想

以上述方式設計的電磁線圈,假如在控制期間發生電力故障,會發生甚麼情況? 建議如何改善這種設計,以減低這個問題?



3.2 可編程邏輯控制器的程序編寫

為可編程邏輯控制器編寫程序是相對容易的,程序所用的語言,在設計上與階梯邏輯圖相近,對已熟悉閱讀機電控制繼電器階梯邏輯圖的工業電工或電機工程師們,可減少在可編程邏輯控制器編寫程序和執行相同的邏輯控制功能上,所花的時間。

(I) 繪製階梯邏輯圖

元件所用的電力(例如 110V 交流電流)是由兩條垂直的導軌提供,左面的是電源導軌,右面的是接地母線。橫線代表「梯級」,輸入及輸出通常會分別在每個梯級的左方及右方出現。電力會流經一系列常開或常閉接點。在階梯邏輯圖中,電力從左至右及從上至下供應給線圈。

(II) 在階梯邏輯圖中表示元件的符號

常開接點以兩條在水平梯級上的垂直線來表示;常閉接點在常開接點上,加上一條對 角線。兩種接點表示梯形邏輯的輸入開/關,這些輸入可以是極限開關、繼電器、光探 測器及任何二進制接觸裝置。

輸出負荷可用梯級中的圓圈表示,輸出負荷是電動機、電燈、警報器、電磁線圈及任何其他電機元件。

計時器及計數器在梯級的右方以正方形表示,當接收到輸入訊號時,計時器會在指定的時間後,啟動輸出訊號;使關閉輸入訊號可以重設計時器。

計數器需要兩組輸入訊號,第一組是計數器用來計數的脈衝序列,第二組是用來重設計數器及重新開始計數步驟的訊號。

重設遞增計數器指把數值重新設定為零,重設遞減計數器指把數值設定為初始值。累計的數值可以貯存在旗幟記憶體中,以備系統有需要時使用。



階梯邏輯圖符號	功能
	常開接點 (開關、繼電器、其他開/關裝置)
	常閉接點 (開關、繼電器、其他開/關裝置)
	輸出負荷 (電動機、電燈、電磁線圏、警報器等)
TMR _s	計時器
CTR	計數器

表 3.1 階梯邏輯圖中常用元件的符號



(III) 階梯邏輯圖控制邏輯

可在下列階梯邏輯圖中,把輸入接點排列,以便執行邏輯功能:

功能	階梯邏輯圖	真值表	時序表	布爾表達式
「與」 AND	X1 X2 Y ——————————————————————————————————	X X 1 2 0 0 0 1 0 0 1 0 0 1 1 1	X1	X1 AND X2 (X1.X2)
「或」 OR	X1 Y	X X Y 1 2 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 1	X1	X1 OR X2 (X1+X2)





功能	階梯邏輯圖	真值表	時序表	布爾表達式
「非」 NOT	Y C1 O	X C Y 1 1 0 0 1 1 1 0	X1	NOT X1
「與非」 NAND	X1 Y	X X Y 1 2 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0	X1	X1 AND X2 (X1.X2)



功能	階梯邏輯圖	真值表	時序表	布爾表達式
「或非」 NOR	X1 X2 Y	X X Y 1 2 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0	X1 X2 Y	X1 OR X2 (X1+X2)

圖 3.6 階梯邏輯圖



3.3 階梯邏輯圖的應用

(I) 啟動及停止電動機

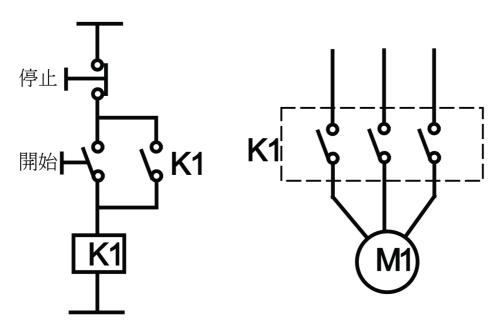


圖 3.7 電動機開/關控制(工業用三相電動機)

按鈕是用來啟動及停止電動機,一個用來作啟動,另一個用作停止操作。操作員短暫按 下啟動鈕時,會有電力供應給電動機,電力供應持續,直至按下停止鈕被。 操作邏輯如下:

X1 啟動	X2 停止	Y 電動機
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	0

表 3.3 控制電動機開/關的真值表

X1 及 X2 是分別用作啟動及停止的輸入接點,K1 表示電動機的輸出負荷。Y 用作鎖定的功能,確保啟動鈕不再按下時,持續供應電力給電動機:



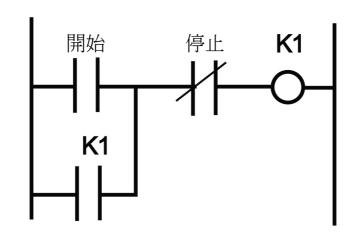


圖 3.8 控制電動機開/關的階梯邏輯圖

為清楚了解硬連線邏輯控制與可編程控制的差異,下圖展示以邏輯電路來設計相同的電 動機開/關控制的應用,以作比較:

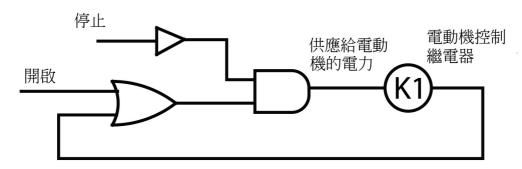


圖 3.9 硬連線邏輯電路用於相同的電動機開/關控制

(II) 利用控制繼電器來交替開關電動機

繼電器可以用來遙距控制動力裝置的開關,在階梯邏輯圖中,不同梯級的控制繼電器可支援多項的邏輯功能,而梯級的輸出負荷(控制繼電器,C)也可能是其他梯級的輸入。

常開接點 X 切開時,繼電器不會通電。把第二個梯級的輸出電動機 Y1 連接到電源線,電動機 Y1 會啟動。當接點 X 閉合時,在第二個梯級的常閉控制繼電器會開啟,而在第三個梯級的常開接點會閉合。在此情況下,電動機 Y1 會停止運作而電動機 Y 則 2 會啟動。



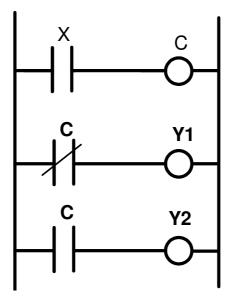


圖 3.10 利用控制繼電器來執行多項的邏輯功能

(III) 污水處理池中的水位控制

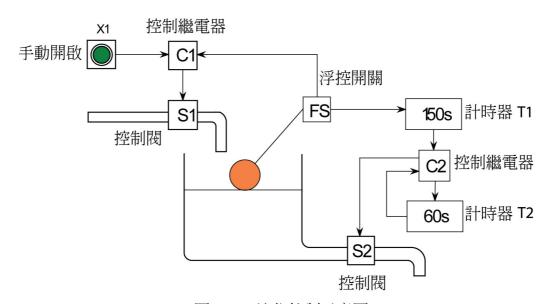


圖 3.11 液位控制示意圖

開始按鈕 X1 按下時,控制繼電器 C1 會通電,從而令電磁線圈 S1 通電。經通電的電磁線圈 S1 會驅動電動閥,讓污水流入貯存缸。當污水上升至一定水平時,浮控開關 FS 會閉合,並令 C1 切開。此時,S1 不再通電,污水便停止流入。

FS 同時會令另一個控制繼電器 C2 通電,從而令計時器 T1 通電,以提供 150 秒的延時,讓化學反應發生作用。在延時結束後,C2 令電磁線圈 S2 通電,並驅動另一個電動閥把缸內的液體排出。同時,C2 會觸發另一個計時器 T2,以提供 90 秒完成排水過程。在60 秒後,T2 切開使 C2 不再通電,同時,也令電磁線圈 S2 不再通電,停止液體的流出。



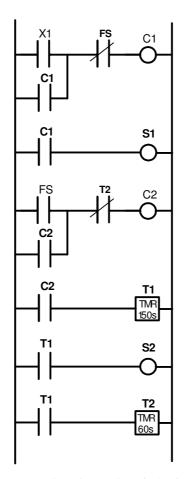


圖 3.12 液位控制的階梯邏輯圖



練習題一:自動化鑽孔的順序控制

上方的極限開關 L1(常開接點)在鑽孔週期的開始時是閉合的。當短暫按下開始鈕(常開接點)時,鑽孔週期開始,與此同時,輸出負荷電動機 M1 開始轉動鑽頭,而另一個電動機 M2 則開始把鑽機向下移,在鑽機(M1)移到下方的極限開關 L2 時便會停止運作,而電動機 M2 此時會逆向運作,並把鑽機向上移。

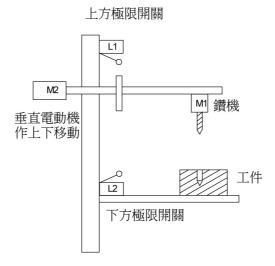


圖 3.13 自動化鑽孔系統的示意圖

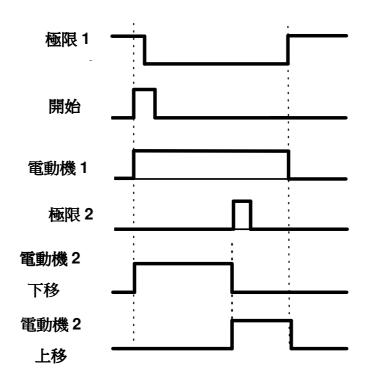


圖 3.14 自動化鑽孔系統的順序控制的時序圖



練習題二:交通燈的控制

短暫按下按鈕 S1,會開始交通燈訊號的啟動週期。首先,紅燈訊號會啟動 5 秒,接著 黃燈會啟動 2 秒,最後,綠燈會啟動 8 秒。然後交通燈的啟動週期便會還原,直至開始 按鈕 S1 再被按下。

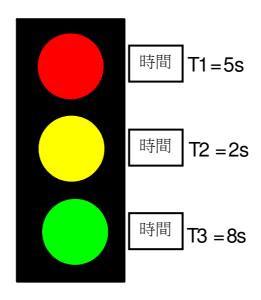


圖 3.15 交通燈的控制

(I) 把階梯邏輯圖輸入到可編程邏輯控制器

要進行將階梯邏輯圖,直接輸入到可編程邏輯控制器的記憶體中,需要使用一個以個人電腦為平台的應用軟件或手提編程器。一般手提編程器,只能以有限的圖形用戶界面顯示階梯邏輯圖中的符號,並須按階梯邏輯圖按梯級,依次輸入到可編程邏輯控制器的記憶體中。以下一個例子,示範如何把梯形邏輯程序,通過手提編程器,輸入到典型的可編程邏輯控制器中:





圖 3.16 可編程邏輯控制器的手提編程器的圖片



階梯邏輯圖	布爾表達式		手提編程器
P白1747應季科 画	位址	指示	一一一一一
X0 Y1	0	ST X0	ST.ST.0.WRT
	1	ST X1	ST.ST.1.WRT
X1 X2	2	AN X2	AN.ST.2.WRT
	3	OR	OR.STK.WRT
	4	OT Y1	OT.AN.1.WRT

表 3.4 把階梯邏輯圖輸入到可編程邏輯控制器的例子

備註:命令按鈕 ST=START; AN=AND; OR=OR; OT=Output; STK=Stack 及 WRT=Write



3.4 可編程界面控制器

可編程邏輯控制器常用於工業及電機應用,而用於學校則較為笨重及昂貴,因此,學校可利用以控制器為基礎的可編程界面控制器,讓學生進行控制工作。

(I) 可編程界面控制器簡介

可編程界面控制器包含一個微處理器及可編程唯讀記憶體 (EEPROM),配置有 8、18 及 28 插腳,能提供多種不同的輸出訊號及數碼/模擬輸入訊號。

芯片因使用可重新編程的「快閃記憶體」,所以,可重複寫入資料。建構一個工作控制器,需要把芯片連接到電源、連繫輸入及輸出元件,以及加上電容器、諧振器及還原開關。

「快閃記憶體」是屬於電子可抹除可編程唯讀記憶體 (EEPROM),透過使用可編程界面控制器,可重新編程超過 10,000 次。

最常用的可編程界面控制器是如下圖所示的 16F84,是一個有 18 插腳的裝置,共有 8 個輸出及 5 個輸入:

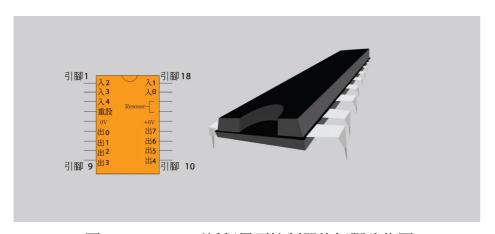


圖 3.17 16F84 可編程界面控制器的插腳分佈圖

停 一 停 想 一 想

為甚麼可編程界面控制器,要使用電子可抹除可編程唯讀記憶體?



(II) 16F84 可編程界面控制器的設定

16F84 需要使用 6V 直流電源,電源可以通過 4 顆 AA 電池來提供。控制器必須如上圖所示連接一個 4MHZ 的陶瓷諧振器。16F84 提供內部時鐘脈衝,並以諧振器來調節時鐘脈衝的速度(4MHZ)。插腳 4(重設)則必須通過一個 4k7 電阻器來增加電壓。

(III) 連繫輸入及輸出裝置

a. 數碼輸入感應器

常用的輸入裝置有微型開關、簧片開關、傾斜開關及按鈕開關,可以直接連接到可編程 界面控制器 16F84 的任何輸入插腳。

注意:應加上 10k 電阻器來避免發生短路,以及以 1k 電阻器來保護輸入插腳。當開關按下時,數碼輸入會觸發邏輯 0 至邏輯 1。



圖 3.18 可編程界面控制器常用的數碼輸入裝置

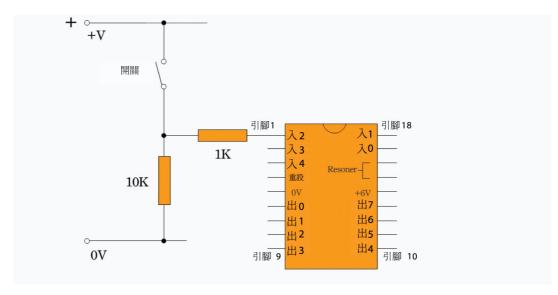


圖 3.19 連接輸入裝置的電路圖



b. 模擬輸入感應器

雖然 16F84 並沒有模擬輸入插腳,但仍然可以通過分壓器及晶體管界面電路,把模擬感應器連接到控制器。光敏晶體管是可以用來直接改變輸入訊號。

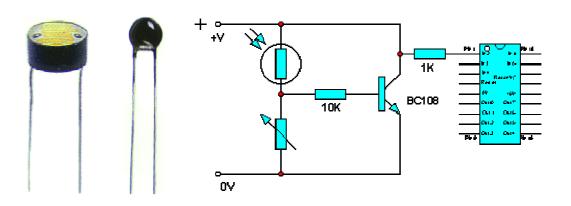


圖 3.20 連接模擬光敏感應器的界面電路

c. 輸出裝置



圖 3.21 常用的輸出裝置

發光二極管、七節顯示器、壓電發聲器、揚聲器、燈泡及電磁線圈是常用的輸出裝置。



發光二極管:發光二極管可以從任何輸出直接引發。而 330k 的電阻器是用來保護輸入插腳,避免因發光二極管破裂所引起的短路而導致損壞,同時,也可防止發光二極管因過高的電流而破裂。

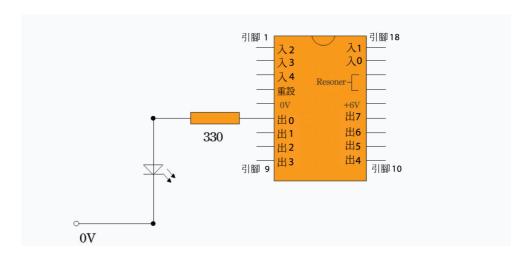


圖 3.22 發光二極管的輸出電路

七節顯示器:七節顯示器可以通過輸出邏輯 1 或以上的訊號,以正確的次序顯示不同的節段,從而顯示數目字 0 至 9。

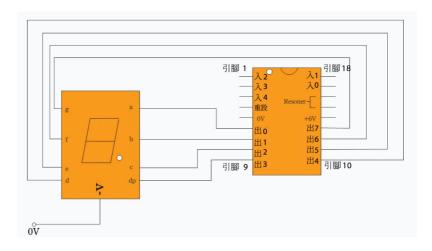


圖 3.23 七節顯示器的輸出電路

壓電揚聲器:由於壓電揚聲器的內電阻很高,把它直接連接到輸出插腳,可以用來產生一系列的聲音。不同頻率的聲音是通過脈衝形式的輸出訊號來產生的,而產生的頻率可以通過編程的指示來決定。



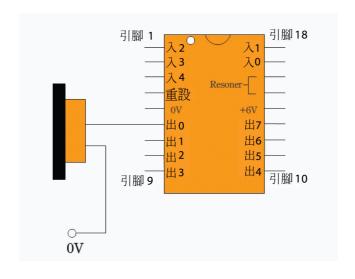


圖 3.24 壓電揚聲器的輸出電路

電流較高的裝置不能利用可編程界面控制器的輸出訊號而直接推動,因為從控制器輸出的訊號通常只有 6V 直流電流。因此,輸出的訊號需要利用簡單的晶體管到晶體管配對開關電路(達靈頓驅動器 Darlington driver),放大電流的額定值。當可編程界面控制器,用於控制工業應用中的電致動器時,這種情況尤其顯著,此時電功率額定值通常較高,例如 24V 直流電流或以上。

繼電器也是一種經常用來轉換電流額定值的裝置,用以推動不同或較高電壓及電流額定值的輸出負荷。

以下是其他常用輸出裝置的電路圖:

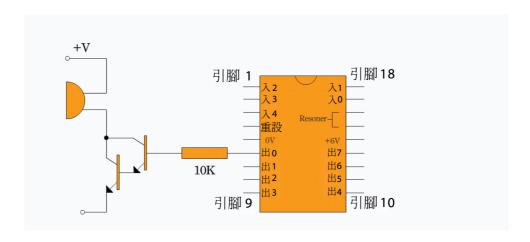


圖 3.25 蜂鳴器的輸出電路



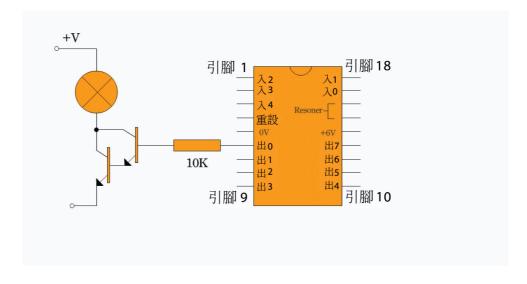


圖 3.26 燈泡的輸出電路

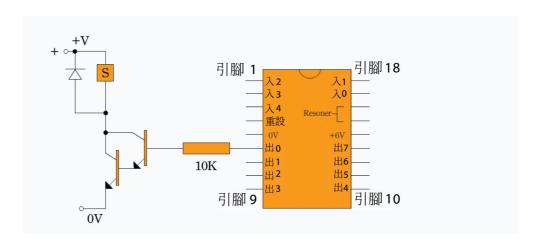


圖 3.27 電磁線圈的輸出電路

(IV) 可編程界面控制器的編程

可編程界面控制器是利用「編譯程序」或「匯編程序」來編程,這兩種程序,屬於高階編程語言,然而,高中生要理解它們仍有一定的困難。要簡化可編程界面控制器的編程過程,可以利用程序編輯器,再以流程圖方式來進行編寫。一般編輯軟件應用流程圖作界面,因此,程序編寫也可利用「拖曳及放下」的方式來操作流程圖,軟件會把流程圖轉換為程序編寫語言 BASIC 或 Assembly,並下載到可編程界面控制器。



3.5 步進電動機及伺服電動機



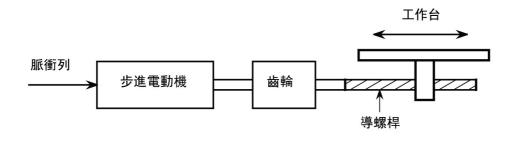
圖 3.28 典型步進電動機的剖視圖及相片

步進電動機沒有換向器,電動機內所有的繞組都是定子,而轉子則是永久磁鐵或齒塊軟磁材料,所有換向操作,都由電動機控制器在外部處理。

電動機的設計,可以固定在任何位置或雙向旋轉,而大部分的步進電動機,更能以音頻頻率,高速地旋轉。

步進電動機及伺服電動機都能用於工業應用中作精確定位,但它們的工作原理並不相同:

- (a) 伺服電動機需要使用模擬反饋控制系統,通常涉及利用電勢計,來提供有關轉子位子的訊息,而電動機,需要使用外電路來推動電流流經電動機,這電流需與目標位置(設定點)及實際位置的差成正比
- (b) 步進電動機可用於開環控制系統,通常能應付於低加速下操作及負荷穩 定的系統





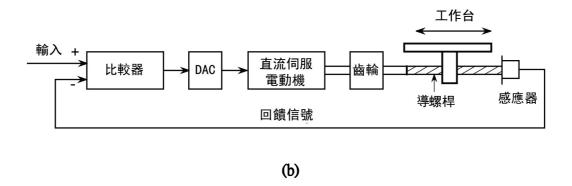


圖 3.29 (a) 伺服電動機的閉環控制 (b) 步進電動機的開環控制

(I) 步進電動機的操作原理

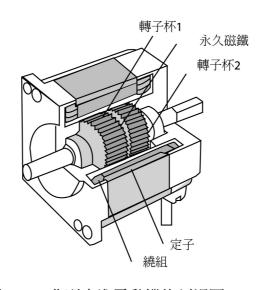


圖 3.30 典型步進電動機的剖視圖

步進電動機把一次轉動分成數個明確的步驟,當不轉動或不需要位置反饋感應器時,電動機可以停頓在某一位置。這些步驟是通過逐步把定子電磁鐵通電,令轉子每次都產生與最終的磁場成一直線。圖中的陰影部分表示經通電後磁鐵的位置,而楔子則表示根據最終磁場而所轉動的角度。

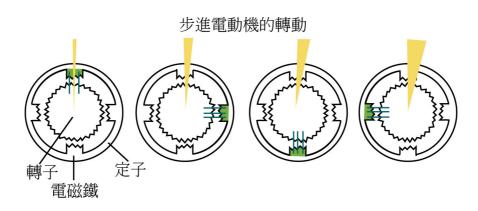


圖 3.31 定子交替通電令轉子轉動



步進電動機可以很快地加速,實現短促而精確的移動。由於不需定期維修換向器,與其他有換向器的電動機相比,可大幅減少其使用成本。然而,在高速的情況下,電磁鐵的快速通電並不足夠,造成負荷過度,可能使電動機跳過應有次序,甚至於可能會令電動機停止運作。

重點

利用可编程界面控制器,控制步進電動機

單極步進電動機有四個線圈,必須按正確次序開啟及關閉,才能使電動 機如 上一節所述般轉動。下表展示正確的開關次序:

步驟	線圈1	線圈 2	線圈 3	線圏 4
1	1	0	1	0
2	1	0	0	1
3	0	1	0	1
4	0	1	1	0
5	1	0	1	0

表 3.5

而 ULN 2003A 是一個達靈頓驅動器界面控制器,用來驅動步進電動機。可編程界面控制器 (6V) 及步進電動機 (12V) 具不同的供應電壓,均必須共同接地至 0V。

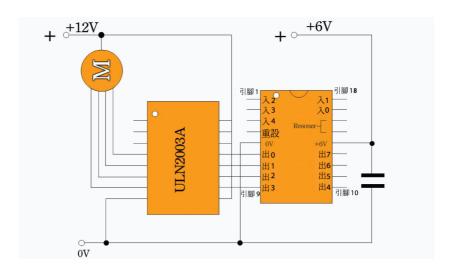


圖 3.32 利用可編程界面控制器 16F84 控制步進電動機的電路



(II) 伺服電動機的優點及特性



圖 3.33 具備集成反饋裝置的伺服電動機

與其他電動機技術相比,伺服電動機有下列的優點:

- 定位快速
- 最大扭矩很高
- 速度範圍大
- 可控性高

一般情況下,伺服電動機常應用於定位裝置中,因它提供不同的輸出功率,所以適用於多種需要高通量的工業應用,例如包裝、處理材料、激光切割及自動化。

伺服電動機的特性:

a. 高最大扭矩及高生產力

電功率額定值相同的伺服電動機,能提供的最大扭矩,達到連續工作扭矩的 200至400%。在實際操作中,較高的最大扭矩意味著電動機,可更快地加速 及把負載定位。

b. 質輕及省電

伺服電動機可放於狹窄及空間不多的位置。因電動機體積較小,重量也較輕, 對於某些應用,例如,機械臂的連桿,尤為重要,因為電動機本身也會構成 重量的一部分。

c. 高可控性

伺服電動機提供極佳的可控性,可用於閉環運動控制器,能準確地定 位, 而且精確度極高,能輕易移動短如頭髮直徑的距離。



d. 反應快速及可靠

頻寬可量度可控程度,是反應速度的一種表徵;頻寬愈高,反應愈快。與其 他電動機技術相比,伺服電動機具有最高的頻寬,這表示如果負載有任何異 動,伺服電動機能較快地作出修正。

e. 電動機的速度、電壓及電流

速度與所用的電壓量是成正比;電壓量愈大,電動機操作得愈快。而電動機 能提供的扭矩與電流也是成正比。跟傳統直流電流電動機相似,電流愈高, 提供的扭矩便愈高。而兩種特性都可十分容易預測,因此,伺服電動機能輕 易應用於不同裝置中。

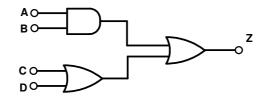
停 一 停 想 一 想

指出下列兩種電動機的一項應用,並提出一個理由,以解釋適用的原因:

- (i) 伺服電動機及
- (ii) 步進電動機

測驗(第三章)

- 1. 寫出典型的可編程邏輯控制器的六種主要元件。
- 2. 可編程邏輯控制器執行的每一次掃描週期中,三個主要的步驟是甚麼?
- 3. 在自動化控制中,使用機電繼電器的缺點是甚麼?
- 4. 簡要描述甚麼是可編程邏輯控制器。
- 5. 可否視可編程邏輯控制器為一部電腦?如果不可以,為甚麼?
- 6. 可編程邏輯控制器的發展歷史是怎樣的?
- 7. 為甚麼可編程邏輯控制器用於工業應用較用於電腦多?
- 8. 把以下邏輯圖轉為階梯邏輯圖,並寫出它的布爾表達式。



- 9. 傾斜開關及簧片開關有甚麼用途?
- 10. 分別列出步進電動機及伺服電動機的三個優點。



第四章 一 機械人技術

本章主題包括:

- 4.1 機械人的定義
- 4.2 工業機械臂的機械結構
- 4.3 機械人構造分析
- 4.4 機械人操控系統
- 4.5 機械人的應用

這些主題的學習材料和活動能助你:

- 分辨工業機械人各種不同的機械性結構
- 分辨不同機械人的構造
- 明白不同的操控機械人方法
- 明白機械人不同的應用



4.1 機械人的定義

「機械人」被美國機械人協會正式定義為「一部設計用以移動物料、部件、工具或特殊裝置,並可通過多變編程動作,履行不同任務的多功能操控器」。



圖 4.1 典型工業機械人臂

不同的機械人可應用於商業用途,通常會被用作進行重複的、精準度高而差異少的動作。不論在任何時間,機械人均需要一個控制程式來支配速度、方向、加速、減速及活動的距離。

「工業機械人」一般相等於機械人臂,由多個環節與線性、旋轉式或稜柱式的連桿接合點組成。機械人一面被固定於支撐底部,一面則配備工具,用以被操控,從而執行任務。

然而,美國機械人協會的對機械的定義似乎過份集中於工業用途。時至今日,機械人已愈來愈流行,用作娛樂用途,甚至用於創新技術上,例如類人動物及軍事用途。









圖 4.2 不同種類的機械人



因此,機械人亦可以被解作「具備智能及可編程的人造半獨立或全獨立(能自我控制的)物體或協作物體(具相同用途)。」

停 一 停 想 一 想

請解答以下問題,並列出原因。

- 1. 可動的機械人是否「機械人」,例如汽車?
- 2. 電腦是「機械人」嗎?



4.2 工業機械臂的機械結構

由上世紀 80 年代開始,機械人臂在工業上的應用迅速增長,尤其在汽車製造業及焊接過程。透過分辨不同種類的機械性結構,是一個有效及容易機械人分類的方法,也是學習機械人學的起點。

(I) 直角座標式機械人

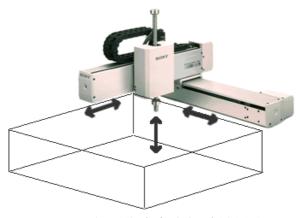


圖 4.3 典型的直角座標式機械人

直角座標式機械人是由3個稜柱狀的接合點組成,軸與平面x、y、z一致。一個直角座標式機械人與橫向部件互相支撐,它的體積頗大,有時會被稱作「高架式機械人」。由於直角座標式機械人順著x、y、z軸,擁有3個可轉動的垂直滑座,故它同時會被稱作xyz機械人或直線機械人,因它的工作體積形成四邊形,故此接合點的種類明顯地是LLL。

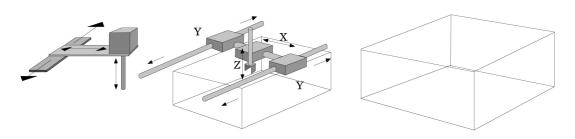


圖 4.4 直立座標式機械人示意圖

優點:

- 堅硬的結構能支撐大型的機械人及龐大的載重量
- 動作容易控制 / 可編程
- 準確度高
- 在整個工作範圍中,準確度、速度及負載容量均保持不變
- 簡單的操控結構
- 相似的 x、y、z 軸易於理解
- 內在結構不易彎曲
- 覆蓋範圍廣
- 結構簡單,可靠度高
- 組合模式易於擴展



缺點:

- 機械人的工作空間受到限制,一個龐大的機械人需要非常大的地方,例如它與 如汽車一樣巨大的工作部件一起運作
- 這種機械人難以觸及底層的工作部件
- 稜柱形的接合點容易受塵埃污染,特別是活動風箱摺疊的地方

(II) 圓柱型機械人



圖 4.5 典型圓柱型機械人

圓柱型機械人能夠沿著其中軸旋轉,形成圓柱型的工作空間,它的底部有兩條線性軸及 一條旋轉軸。

好處:

- 底部旋轉有助加速
- 可以接觸在下面的物件(與直立座標式機械人比較)
- 活動易於控制 / 可編程的
- 簡單的操控系統
- 準確度高
- 操作快捷
- 同樣接觸到前面及側面
- 結構簡單,可靠度高

缺點:

- 活動風箱接合點鞋以抵檔灰塵的入侵
- 工作空間相對較小(與直立座標式機械人比較)



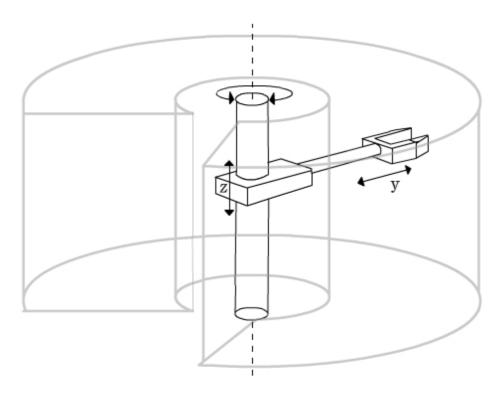


圖 4.6 圓柱型機械人示意圖

圓柱型機械人能在柱的周圍上下移動,機械人臂亦能伸縮自如。它的活動容積是圓柱型的,接合點的種類是 LTL 及 TLL。



(III) 球狀 / 極座標式機械人



圖 4.7 典型的極座標式機械人

極座標式機械人有一條線性軸和兩條旋轉軸,能夠沿著中軸從兩個相反方向旋轉,加上第3個接合點從平面移動,因而形成半球體或極座標式系統。接合點的種類為TRL。

好處:

- 工作空間大,能夠觸及底部
- 活動易於控制 / 可編程
- 極座標式容易理解
- 龐大的負載容量
- 操作快捷
- 即使範圍較長,亦能保持一定的準確度和可作複檢

缺點:

- 清晰度相對較低,較易變動
- 底部的末端效應器令清晰度更低——角度的轉變愈小,活動愈大



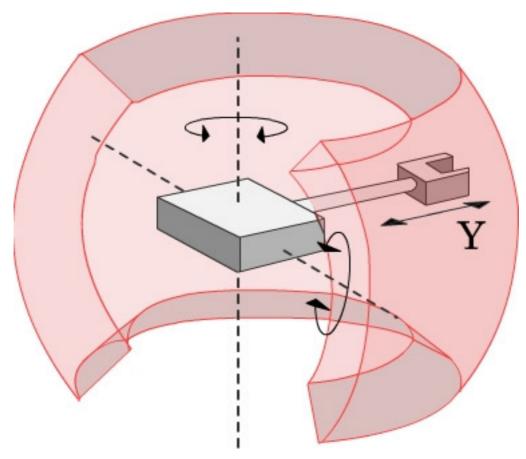


圖 4.8 極座標式機械人示意圖

(IV) 可塑裝配機械臂 (SCARA) 機械人



圖 4.9 典型的可塑裝配機械人臂機械人

可塑裝配機械臂是於上世紀 70 年代由日本發展而成的一種機械人設計,是多連桿型機械人的其中一種,在肩部與肘部的接合點能夠圍著直向軸旋轉,在肩部的位置有稜柱型的接合點,可作升高之用。



可塑裝配機械人臂的基本配置為一個擁有 4 級自由度,並擁有橫向定位的機械人,就像 局部與肘部與地下保持平衡。

優點:

- 循環次數及操作快捷
- 複檢度完美及準確度高
- 由於縱向的結構不易捲曲,故有相對地高的負載容量
- 操縱極靈活,易於接近其可編程的地方

缺點:

- 較難於離線時編程
- 機械人臂的機械性結構複雜

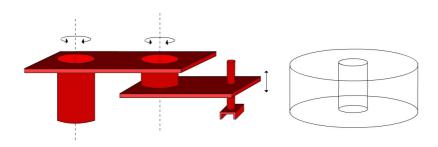


圖 4.10 極座標式機械人的工作空間

(V) 平行式機械人





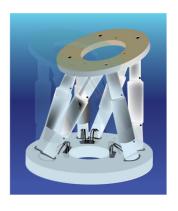


圖 4.11 三角型(左);三頭型(中);六足型(右)的平行式機械人

平行式機械人以三個平行四邊形建立,並擁有三個可平移及一個旋轉的自由位置。那些平行四邊形能夠一致固定每個桿型的位置。旋轉軸只由末端受動器發出。由於機械人臂彼此平行,負載物的重量能平均分布於全部三個連桿。



最佳例子可算是飛行模擬裝置和四維電影院。

好處:

- 穩定度和機械人臂的堅硬程度增加
- 循環周期比相辛連桿的機械人更快
- 平行的連桿結構令機械人臂的失誤能平均分擔

缺點:

- 佔有工作空間的比例相對較大
- 移動的範圍較小

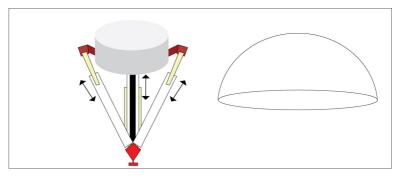


圖 4.12 平行式機械人示意圖

(VI) 多連桿型型 / 轉動式機械人

多連桿型或接合臂機械人是最多功能的機械人,模擬自然人類手臂,是最近似人類手臂,擁有最少三個轉動連桿的機械操控器。其中一個連桿圍繞底部 A1,其他則在接合點 A2 和 A3 之上。若將之與人類手臂相比,以上三個部分便相等於人類的肩膀、二頭肌及前臂。

一個六軸相連的機械人則包括與腕部相連的軸(A4、A5和A6),分別會上下擺動、滾動和偏蕩。加上這三條軸後,機械人能將末端受動器從工作空間的任何位置移動至任何地點。接合點的種類是TRR。





圖 4.13 典型的多連桿型機械人用於搬動貨物

好處:

- 機械腕能接觸工作外殼之中的任何位置和定點位
- 它能接觸一些其他類型機械人難以接觸的地方
- 它是堅實的,並能因應大小提供最大的工作外殼
- 工作能力極佳
- 能夠跨過障礙物
- 容易觸及前面、側面、背後和頭頂
- 在狹小的地面上,能擁有較大的觸及範圍
- 纖巧的設計,容易融入受制的工作空間佈局
- 由於接合點會旋轉,故操作快捷

缺點:

- 不易控制
- 機械人的從點到點的每個動作難以顯見,因為它會以最小角度去移動 每個接合點
- 由於接合點多失誤,準確度因而較低
- 基於引力負荷,動力難以控制
- 操控的分辨率並不穩定,在全部的可及範圍中,增額較少



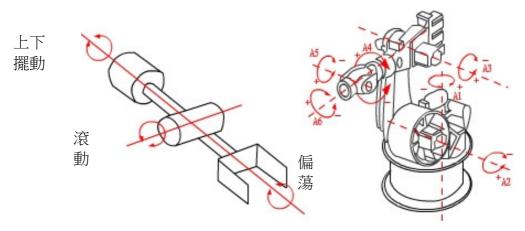


圖 4.14 多連桿型機械人示意圖

停 一 停 想 一 想

- 1. 為什麼多連桿型機械人普遍用於工業焊接過程?請說明你的理由。
- 2. 直角坐標式機械人在以上的應用中有什麼限制?



4.3 機械人構造分析

機械人解剖學是所有與機械人接合點、桿型及任何物理結構的種類和大小有關的學問。

(I) 靈活度和自由度

工業機械人臂的接合點,特別是多連桿型機械人,與人類手臂相當近似。接合點能讓兩個部份(連桿)相應移動。

每個連桿與接合點的組合稱作「靈活度」。

自由度是指從末端受動器(抓住物件的機械手),機械人臂能作獨立活動的次數。

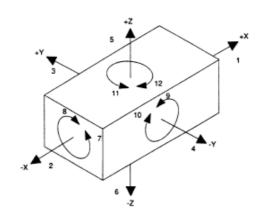


圖 4.15 這個物件擁有合共 12 個自由度

每個接合點讓機械人擁有若干程度的自由度。每個接合點提供多於一個單位的自由度。 以工業機械人而言,在身體與臂的組合中,大多擁有3個或以下單位的自由度;在腕組 合中,則會有多於3個單位的自由度,不過它的靈活度卻並沒有太大限制。自由度也是 同樣來自末端受動器,例如握爪的開合。

機械人臂的自由度可以是垂直、放射性及旋轉活動的組合。

- 垂直 上下活動的力量(z軸動力)
- 放射性- 擴展和收縮(內與外或 v 軸動力)
- 旋轉 垂直軸的旋轉(x 軸動力或沿著底部的垂直軸旋轉)



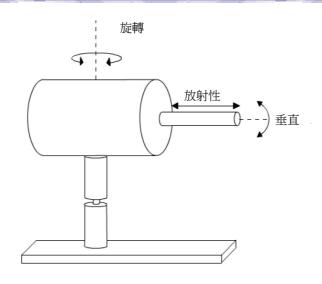


圖 4.16 垂直、放射性及旋轉活動的組合

識別機械人的自由度十分重要。因為這是選擇機械人的一項最普遍使用的規格和標準。 為了安置物件的定位,腕組合有以下三種典型的自由度結構配置:

- 上下擺動 接合點種類 R,用以物件上下的擺動
- 偏蕩 接合點種類 R,用以物件由右至左的轉動
- 滾動 接合點種類 T,用以圍繞軸線轉動物件

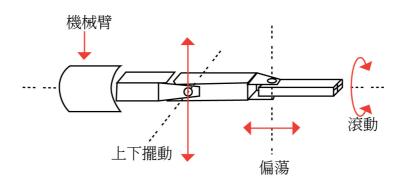


圖 4.17 一個典型的機械腕擁有 3 個自由度

停 一 停 想 一 想 一隻擁有 4 個擴展步驟,可伸縮自如的機械臂,它的靈活度和自由度數目是多少? 靈活度 = _____ 自由度 = ____



(II) 接合點與連桿

連桿被視為機械人堅硬的組成部分。每個接合點均有兩個連桿相連,其中一個是輸入連桿,另一個則是輸出連桿。每個接合點在兩個連桿之間,提供可控制的相應活動。

工業機械人有五種機械性接合點,其中兩種提供線性動作,其餘三種則提供旋轉動作。 以下便是這五個種類:

a. 線性 (稜柱形) 接合點 - 接合點種類 L

輸入連桿和輸出連桿的相應運動是線性滑動的動作,兩個連桿的軸彼此平行。

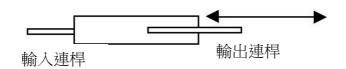


圖 4.18 放射性、滑落或平移活動 - 種類 L

b. 矩形接合點 - 接合點種類 O

輸入連桿和輸出連桿的相應活動是線性下滑的動力,兩個連桿的軸成直角。

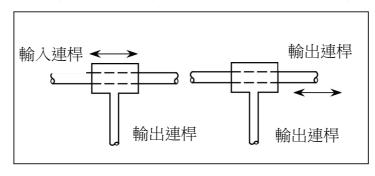


圖 4.19 兩種矩形接合位均是接合點種類 Type O

c. 轉動接合點 - 接合點種類 R

輸入連桿和輸出連桿的相應運動是轉動的動力,轉動軸和兩個連桿的軸成直角。

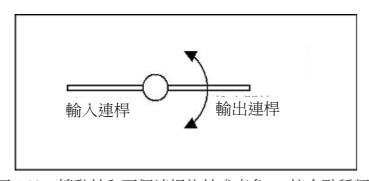


圖 4.20 轉動軸和兩個連桿的軸成直角 - 接合點種類 R



d. 螺旋形接合點 - 接合點種類 T

輸入連桿和輸出連桿的相應活動是轉動的動作,轉動軸和兩個連桿的軸彼此平行。

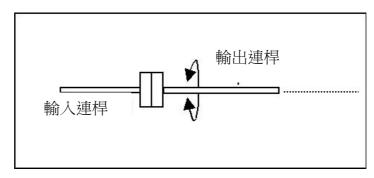


圖 4.21 轉動軸和兩個連桿的軸彼此平行 - 接合點種類 T

e. 迴轉式接合點 - 接合點種類 V

輸出連桿的軸與轉動軸成直角,轉動軸則與輸入連桿彼此平行。

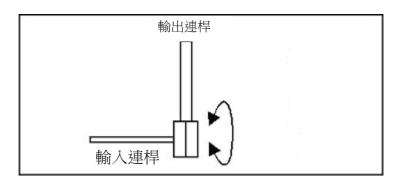


圖 4.22 接合點種類 V (輸出連桿與輸入連桿成直角,但與轉動軸彼此平行)

(III) 接合點標記法系統

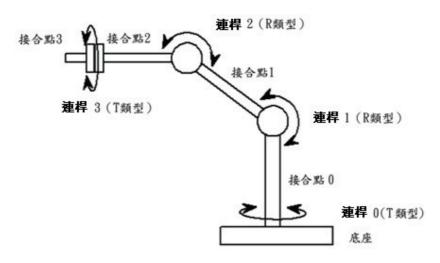


圖 4.23 多連桿型機械人的接合點及連桿標記法



典型的機械人臂,可以分為兩個主要部分:

- 身體與臂組合
- 腕部組合

接合點標記系統用以標示機械臂可由底部到末端執行器順序,而5種接合點種類,包括線性、矩形、轉動、螺旋形及迴旋式,可分別以L、O、R、T和V作標示,通常會被用作於機械臂接合點標記法系統,是屬於接合點種類(LORTV)。

例子

以TRR作為例子,解釋接合點標記法系統:

- 一個擁有6個單位自由度的機械人,其
- (1)身體與臂部件由3個接合點組成:
 - 底部的螺旋形接合點(T)
 - 接合點 1 是轉動接合點(R)
 - 接合點 2 是線性接合點 (L)
- (2) 腕部件亦由 3 個接合點組成:
 - 螺旋形接合點(T)作滾動
 - 接合點 1 是轉動接合點 (R) 作上下擺動
 - 接合點 2 是轉動接合點(R)作偏蕩

我們可以用接合點標記法,來識別在之前部分介紹過的6種機械人結構配置:

機械人種類	接合位標記法組合
直立座標式機械人	LOO
圓柱型機械人	TLO
極座標式機械人	TRL
SCARA 機械人	VRO
平行式機械人	TRL
多連桿型機械人	TRR

表 4.1 不同機械人結構配置的連桿種類



(IV) 末端執行器

末端執行器是一種儀器依附在機械臂的腕部,藉此執行特定任務,例如用以運送材料的 抓手、用以接合的焊接焊炬及用以表面處理的噴霧槍等,主要以功能劃分為兩類:

- 握爪 用以捉緊及移動物件
- 工具 用以執行工作,可以用夾頭固定,可替換工具和具彈性

a. 握爪



圖 4.24 用於生產線上的真空握爪

真空或吸力杯可用作處理一些擁有平坦、平滑、乾淨表面的物件,例如提起玻璃,亦能拿起一些擁有破洞和不規則表面的物件。因此,可用作提起不潔、垃圾,或不要的東西。不過,物件卻會較易滑落

好處:

- 簡單的機構設置
- 提起物件時力量溫和,不會對物件做成破壞
- 可靠
- 輕盈
- 能夠應用在廣泛的物料

b. 磁性

雖然只能用於含鐵的物料,但卻能夠快速地拿起不同形狀的物件,因為是電磁體操作,或是用相連的磁鐵,當關掉電源,電磁體操作的握爪,便能鬆開物件。不過,若發生短路問題,卻會相當危險。至於相連的磁鐵握爪,則需要一些特別的機械裝置,方能將物件卸下。



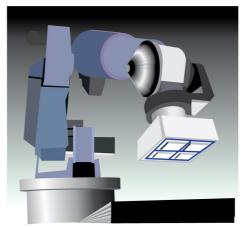


圖 4.25 多連桿型機械人與相連的磁性握爪

另外一些握爪的設計有黏性吸盤、吊鈎、鏟斗等特別的設計,用以提起特別形狀的部件。

c. 機械性握爪

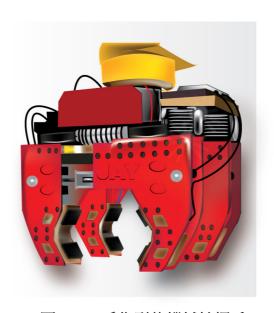


圖 4.26 手指形的機械性握爪

是用手指或鉗,通常是2隻手指,在兩個不同的位置開與合,令操控更簡單。手指設計的是可以拆除,更換用舊了的手指,或者可以讓不同種類的手指交替使用。堅硬的手指,容許準確的運載,但卻容易破壞易碎的東西及不靈活或有效地提起不同形狀的物件。

對某些不能估計的形狀,可利用可塑性高的手指,握爪上的感應器能為機械人操控系統提供資料,令手指使出適當的力量去抓住及提起物件。感應器可以是力量感感器、壓力感應器、變形測定器及輕觸式感應器。



想 想

你能夠用接合點標記法組合去描述以下的機械人嗎?

- (1)6個自由度多連桿型機械人
- (2) 可塑裝配機械人臂機械人?

身體與臂組合:(1)____;(2)____ (i)

(ii)

腕組合:(1)____;(2)____ 接合點標記法系統:(1)___:_;(2)___:___ (iii)





(a) (b) 圖 4.27 (a) 多連桿型機械人 (b) 可塑裝配機械臂機械人

(V) 工作空間

「工作空間」可以被稱作工作體積或工作外圍,它被定義為機械人腕部的末端能操控在 一個空間之內。這取決於以下因素:

- 1. 操控器的接合點種類和數量(身體與臂及腕組合)
- 2. 每個接合點和連桿的物理大小
- 3. 每個接合點的範圍

直立座標式機械人擁有四方形的工作空間,而極座標式機械人擁有半球體的工作空間, 圓柱型機械人則有圓柱型的工作體積。



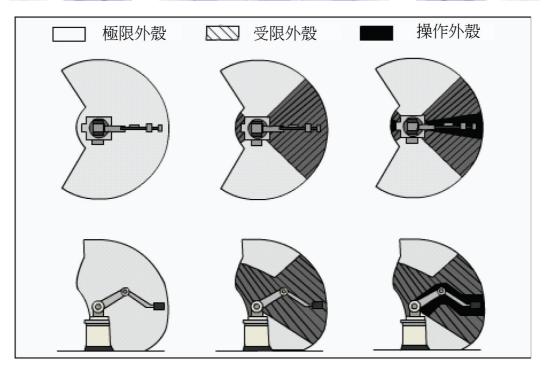


圖 4.28 多關連桿機械人的工作外殼

- ●極限外圍是指圍繞所有機械人部件最大限定運動的外圍,包括末端執行器、工作零件及依附物。
- 受限外圍是極限外圍的一部分,這部分由機械人限動裝置所限制。
- 操作外圍是受限外圍內機械人做出已編程動作的範圍。

停 一 停 想 一 想 知道機械人的外圍有甚麼用處??



4.4 機械人控制系統

(I) 驅動系統

機械人的能量驅動可分為三大類,電動、氣動和液壓。

a. 電動

對於電能驅動機械人而言,有四種電動驅動應用:

(i) 步進電動機:它們多用作於簡單的拾起和放下的機械裝置,特別是考慮要求 低成本比動力和控制度為重要的條件時候。

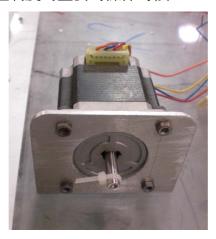


圖 4.29 步進電動機

- (ii) 直流電流伺服系統:早期的電子機械人廣泛應用直流電流伺服系統,提供良好的能量輸出,並擁有高速度及位置控制。
- (iii) 交流電流伺服系統:近年交流電流伺服系統取代了直流電流伺服系統,成為標準驅動器。這些現代電動機釋放更高的能量輸出,而且操作時更寧靜,在結構上沒有摩擦,非常可靠,且在操作上毋須經常需要維修。





圖 4.30 交流電流伺服系統與控制器

(iv) 螺線管傳動裝置:螺線管傳動裝置最大的好處是操作快速。此外,較易安裝 氣動及液壓的傳動裝置。不過,螺旋管只有全開(擴張)或緊閉(收縮)的 功能,不能有太大的負載量。

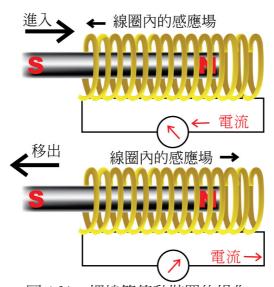


圖 4.31 螺線管傳動裝置的操作



b. 氣動

運用壓縮氣體的機械人,成本較低及有不同形式的大小。大多數簡單拾放的機械臂都是氣動的,不過,當要求準確度高的時候,便會出現操控困難的問題。



圖 4.32 氣動圓柱體

c. 液壓

運用液壓的機械人主要執行重型任務,較其他驅動能量吵耳、大型和笨重。液壓的機械驅動器用於大量早期機械人,因為它較為堅固和比氣動驅動器更易控制,比電動驅動器可提供更多能量。一般液壓機械的問題,在於操作上較慢,而且當高壓電油泄漏,問題便會變得很棘手。



圖 4.33 水動傳動裝置

停 一 停 想 一 想

- 1. 為甚麼螺線管傳動裝置只能做載負燈的任務?
- 2. 為甚麼氣動驅動系統在需要準確度高的時候,會產生控制的困難?



(II) 機械人控制的種類

a. 有序限機械人

這是最基本的操控種類,故只能用於簡單的動作循環,例如拾放的應用。這種機械人常被設計應用於接合點,安排限制開關或機械性暫停掣,或為接合點開動作順序排列,以完成循環等。若沒有電力操控器簡單的氣動驅動機械人,均屬此類。

b. 點對點操控

操控器擁有記憶體,可儲存動作的次序,和在特定的工作周期內每個接合點的位置。利用反應操控,可確定每個獨立的接合點,處於在編定程式中指定的位置。不過,在點對點操控中,只能操控個別接合點的最終位置,而不能控制由最初到最終接合點的過程。

c. 連續軌跡操控

因機械人臂及腕的活動在移動的時候可被操控,所以,伺服系統操控可用於在機械人臂的位置和速度上,以保持連續軌跡操控,好處是能夠保持機械人平穩的連續軌跡。

d. 智能機械人

隨著微處理器和人工智能科技的進步,機械人擁有先進的感應系統,例如視覺 感應器和面部識別系統,如人腦一樣處理資料。人工智能科技容許機械人感知 環境,從而作出決定。因此,智能機械人能在工作周期裡就失誤而作出反應並 與人類溝通,可在工作周期裡作出計算和修正。



圖 4.34 擁有機器視覺和面部識別科技的智能機械人



(III) 機械人編程

a. 教導懸吊裝置方法

教導懸吊裝置(便攜式編程裝置)是用以操控及為機械人編程。操作器能夠運用 在機械人底部的世界座標系統,或是在機械腕開始的工具座標系統,從而教導機 械人去移動其特定的接合點。當工具與部件非常接近時,教導懸吊裝置系統尤為 實用。

這種編程方法只需簡單的動作,用法簡易。不過,當教導進行中時,機械人便無法生產,因而會減低機械的使用率。



圖 4.35 用於機械人編程教導的教導懸吊裝置

b. 引入編程

這個編程方法主要用於噴漆機械人。通過依據工作所作出的人為移動,機械人被操控器所編程,大型機械人絕對難以用這種方法。因此,一些較細小的機械人才會運用。

程式上的一些停頓或差錯,絕不容易糾正,除非重新將整個工作編程。當引入編程後,然後將次序倒轉時,機械人操控器可簡單記錄在固定時段中接合點的位置。

c. 離線編程

這方法以電腦輔助設計、管道裝置及配件作為機械人編寫程式。程式的結構與 教導式編程相近,但智能編程工具能有效地容許電腦輔助設計的數據,作排列 位置的次序及處理資料之用。這種編程方式有以下好處:



- 編程期間,縮短停工期
- 編程工具令編程能離線運作,故能縮短產品的提前期
- 工作電池設計優化程序

然而,由於離線編程不大準確,故此需要工人在機械人可用於生產過程之前, 相應作出改善,直至所有位置和定位正確。

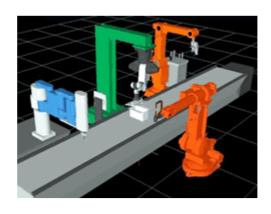


圖 4.36 用於機械人編程教導的教導懸吊裝置



4.5 機械人的應用

機械人擁有一些明顯的好處,例如速度、準確度和生產力,更能每天廿四小時不停重複及單調的工作,而且沒有人為錯失。

以下是一些為增加生產力而普遍應用機械人的例子:

(I) 醫學機械人

由於機械人精確度高,配合修整手術儀器的末端受動器,便可進行一些專門手術。當然,這類手術仍需外科醫護人員操作及作輸入指示,也可透過網上遙控和聲控方式操控這類手術機械人。

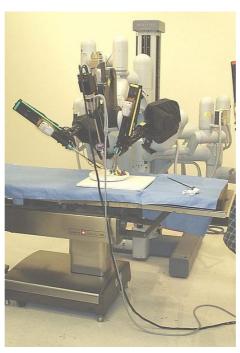


圖 4.37 手術機械人

(II) 機械人在汽車工業

在汽車生產業,機械人臂已被廣泛應用於不同的生產程序,包括裝配、點焊、弧焊、部件運送、激光處理、切割、打磨、擦亮、去毛邊、測試及上油漆等。 機械人已被確認 能幫助汽車製造商,以更靈活、彈性及快捷方式生產汽車。





圖 4.38 工廠裡的工業機械人

(III) 電子技術 / 半導體

在半導體工業,為減少在晶片起卸及處理時掉下的碎屑,造成浪費,因此,可應用無塵 室用機械人,提供機器負載、卸下,部件運送、裝配、包裝和測試等工序。

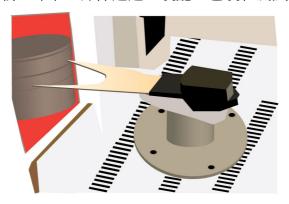


圖 4.39 工廠中的工業機械人

(IV) 餐飲業

餐飲業雖然只佔工業機械人應用很小的部分,但已被廣泛認為有如汽車生產業,是增長最快的市場。大部分餐飲業的機械人應用在於食品包裝,而高速物料處理機械人臂及視覺指示系統,更已開始在食品生產工業上應用。



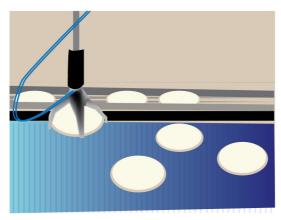


圖 4.40 工廠裡的工業機械人

(V) 建造業

建築業利用機械人主要目的是改善建築工地的工作效率,可應用於內置輸送管、挖掘、貨物斗送、採礦、砌磚、泥工、地基、加固物組裝和鋪路等工程,特別在危險的環境或狹小的空間,以建築機械人代替人手工作。

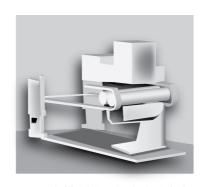


圖 4.41 建築機械人進行鋪路工程

(VI) 太空機械人

太空機械人主要分為兩大類:(1)機械操作服務,例如太空站維修的機械臂,運載物料或建築工程的起重機;(2)太空勘探,在難以估計的行星地面作偵查,及收集土質樣本等工作。

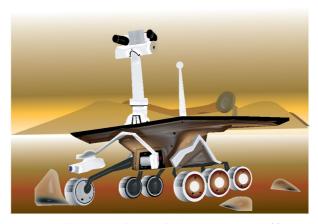


圖 4.42 美國火星探測計劃的火星任務著陸器



(VII) 軍事/保安機械人

主要用作無人駕駛的遙控交通工具,能拍下監視照片,並進行礦井清掃或炸彈處理等危險工作,以減少人命傷亡。

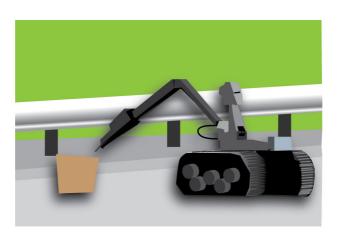
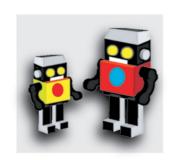


圖 4.43 炸彈處理機械人正在搜查可疑的物品

測驗 (第四章)

- 1. 高架式機械人有甚麼限制?
- 2. 靈活度和自由度有甚麼分別?
- 3. 列出機械人的5大接合點種類。
- 4. 列出並解釋電動、氣動、水動系統機械人的特別用途。
- 5. 智能機械人有甚麼特性?
- 6. 在網上使用手術機械人,可能面對甚麼的限制?
- 7. 以下哪樣東西可被視作「機械人」?



a.



b.



d.

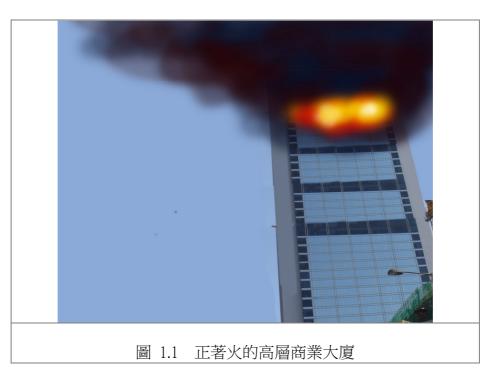


主題為本學習課業

實用設計評賞 - 智能火災警報系統的個案研習

(I) 背景

大部分香港人可能還記得 1996 年嘉利大廈五級大火的慘劇。該次火災造成嚴重傷亡,也提醒了市民必須注意公眾場所的安全。經過這次慘劇,政府實施了一條法例,所有在 1987 年後建成的商業大廈,都必須安裝智能火災警報系統,以便在火警發生時,能及早示警並自動及有效地撲滅火焰,保障市民安全,避免造成嚴重傷亡。



(II) 甚麼是火災自動警報系統或智能火災警報系統?

傳統上,當大廈發生火警時,可打破警報玻璃箱,啟動火災警報系統,火警鐘會響起,向大廈內的住客及街上的行人作出警報。

當火的熱力觸發消防灑水裝置蓮蓬頭系統時,預先加壓的水,會通過灑水裝置中各蓮蓬頭的噴嘴噴出,直至管道內的水壓下降至零為止。







圖 1.2 傳統火災警報系統

灑水裝置蓮蓬頭(左);火警鐘(中);警報玻璃箱型火災警報盒(右)



而智能火災警報系統具有智能感應器。當火警發生時, 感應器會偵測到火頭, 並會根據熱力及煙霧的位置來核實火焰。火警的訊號會傳送到控制台, 控制台一般設置於保安室內, 並由當值的保安員監控。

控制台基本上由一個中央處理器與一些界面卡及網絡卡組成。火焰經智能系統「核實」後,訊號便會送到泵房,啟動負責的水泵及開動消防灑水系統。同時火災警告訊號也會通過指定的訊號線,自動轉送到地區消防局,派出消防車到發生火警的地方。而控制台的發訊功能是連接流動電話,可通知物業的擁有者或負責人。

智能火災警報系統會與監控系統結合,在起初設置系統的時候,已載入了樓宇的平面圖,並依照煙霧及熱力感應器的排佈,分為多個區域。當火警發生時,警報系統值測到某一區域有火焰時,監控系統的屏幕上便在有關區域閃動並發出警報聲響,提醒有關人士採取預先計劃好的緊急措施。

所有智能感應器都以雙絞線電纜連接,並通過以太網網絡來傳送訊息。每個感應器都有一個位址(IP)。在樓宇中感應器的分佈,必須符合消防條例所規定的準則。

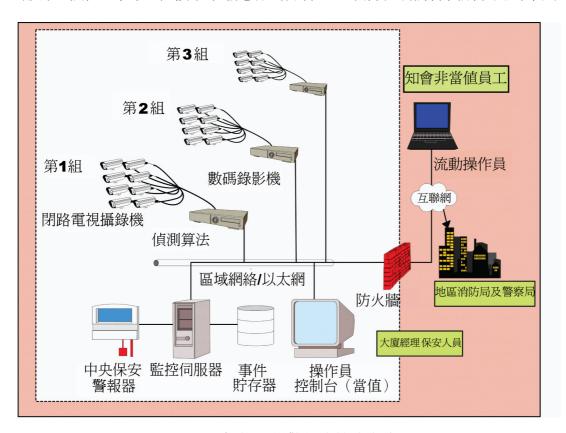


圖 1.3 智能火災警報系統的方塊圖





圖 1.4 火焰及煙霧探測系統的用戶界面

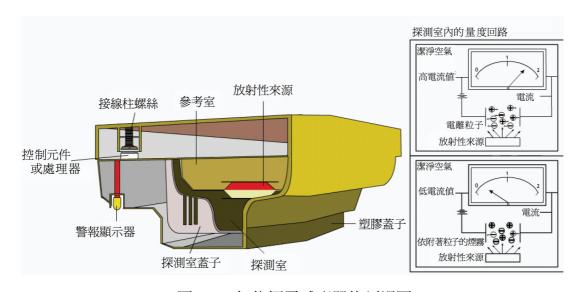


圖 1.5 智能煙霧感應器的剖視圖

(III) 學習任務

1. 探究問題:

分成多個組別,通過在互聯網搜尋資料及小組討論,回答下列問題:

- A. 解釋為甚麼智能火災警報系統不使用預先加壓的灑水系統,而用「乾」 管。
- B. 解釋為甚麼每個感應器都要有它的位址(IP)。
- C. 探究智能感應器如何「確認」火警發生。
- D. 探究除了消防灑水系統外,還有甚麼其他撲滅火焰的方法。



2. 跟進活動

- A. 分組進行實地考察,調查校舍所採用的消防安全措施,並衡量該消防安全措施自動化的程度。
- B. 其他組的組員可到附近商場,調查採用了甚麼消防安全裝置及系統,並與校園所採用的作比較。準備簡短的口頭報告,陳述兩者的分別,以及提出適當理由解釋。
- C. 提出改善方案,使學校的消防安全系統更加完善。



實踐活動 - 利用可編程邏輯控制器 (PLC) 控制自動化交通燈

(I) 背景

在愛群道與克頓道交界,設置了一對交通燈。愛群道是一條繁忙的公路;克頓道則是較少汽車使用的道路。如下圖所示,一組交通燈安裝在愛群道,另一組安裝在較少汽車使用的克頓道。

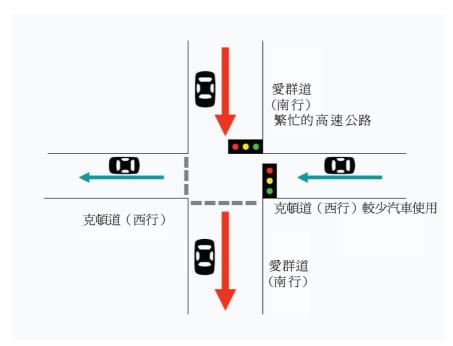


圖 2.1 控制愛群道與克頓道間的交通燈

現在用三個計時器來控制交通燈:

- 1. 第一個計時器用來提供一段 2 秒的短暫延遲(TS 2)
- 2. 第二個計時器用來提供一段 5 秒的中等延遲(TM_5)
- 3. 第三個計時器用來提供一段 10 秒的長時間延遲(TL_10)



狀態變數如下:

- 1. OG-愛群道綠燈
- 2. OY-愛群道黃燈
- 3. AR-兩條路都紅燈
- 4. HG-克頓道綠燈
- 5. HY-克頓道黃燈

交通燈號的狀態轉變為燈號次序的分析如下:

狀態	愛群道燈號	克頓道燈號	
OG	綠	紅	
OY	黄	紅	
AR	紅	紅	
HG	紅	綠	
HY	紅	黄	
AR	紅	紅	

表 2.1 交通燈號及狀態

利用以下狀態圖有助我們理解交通燈號的次序:

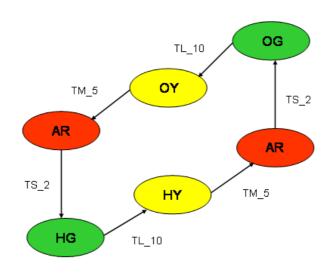


圖 2.2 用狀態圖來表示十字路口的交通燈號



(II) 學習課業

甲部

a. 儀器需求

- 一個配備手提編程裝置或電腦的可編程邏輯控制器
- 發光二極管(紅、黃及綠2套)
- x 1k 電阻器
- 連接線

b. 任務

- 繪製計時圖
- 繪製階梯邏輯圖
- 裝置可編程邏輯控制器的控制,並向教師展示裝置

乙部

在有斑馬線的地點進行簡單的實地考察,觀察實際情況中,交通燈的操作, 記錄燈號循環的次序。交通燈應該設有一個按鈕(中斷),讓行人調節燈號後, 沿斑馬線橫過道路。

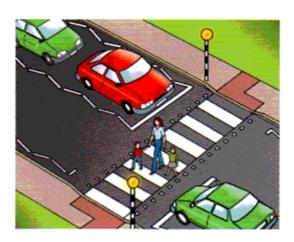


圖 2.3 馬路上的行人交通燈

a. 儀器需求

- 一個配備手提編程裝置或電腦的可編程邏輯控制器
- 發光二極管(紅、黃及綠1套)
- 一個按鈕
- 3 x 1k 電阻器
- 連接線



b. 任務

- 繪製計時圖
- 繪製階梯邏輯圖
- 裝置可編程邏輯控制器的控制,並向教師展示裝置
- 提出建議,改善設有斑馬線道路的安全



設計及製造課業 - 管道清洗 / 檢測機械人

背景

在香港,很多司機抱怨,指維修及建設地下管道的工程頻繁,是造成交通擠塞的主因。修補地下管道主要為了處理由於長期淤塞而引致滲漏的舊金屬管道。

這些管道無法通過例行維修來清理,一旦發生泄漏,唯一的解決方法就是更換新的管道。如果可以定期清理這些管道,減少堵塞的穢物,從而減少大型管道維修工程。



圖 3.1 典型的管道檢測機械人

學生需要應用他們的知識,設計並製造管道清洗/檢測機械人。

(I) 學習課業

a. 消耗品需求

編號	描述	
01	鋁(不同形狀及尺寸,例如角狀、扁平、棒狀、管狀、 筒狀等)	大量
02	丙烯酸樹脂(不同形狀、尺寸及顏色,例如三角形、 扁平、棒狀及筒狀等)	大量
03	繋固件(即機螺釘、墊圈、螺帽、鉚釘、波普空心鉚 釘、鎖箍、螺栓、自鎖螺帽、帶繋固件及扳手等)	大量
04	工場常用的手工工具(劃線、切削及整理加工的工具)及機械裝置(例如鑽床、砂磨機及拋光機等)	足夠 數量

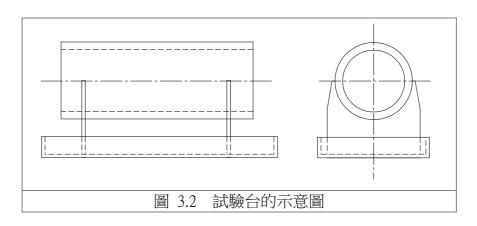
表 3.1 製造機械人所需的消耗品

b. 建立試驗台



編號	描述	
01	長度不少於 4 英尺,內徑 300mm 的不透明 PVC 或透明內烯酸樹脂管	1件
02	以尼龍覆蓋的特製木容器,以收集滲漏的水(置於測試管下方)	1件
03	一對特製的木架,用來支撐測試管。用適當的繫固件 固定裝置,確保安全。	1件

表 3.2 試驗台的部件列表



任務

- 設計並製造一個管道清洗機械人的原型,包括展示機械人如何能在試驗台中清洗管道
- 機械人的末端執行器配備管道清洗裝置
- 機械人可通過不同方式自主移動,包括合適的感覺反饋、執行預設的程序 或實時的遠程控制
- 配合適當的移動裝置設計,讓機械人可沿測試管內壁,有效地移動
- 需要為機械人安裝攝影機或合適的感應器,以接收正在檢測的管道內的影像或資料
- 控制機械人可以利用有線實時或無線電頻率



火星探索 - 為火星登陸者設計創新的末端執行器

(I) 背景

香港要發展探索火星看似遙不可及,但由香港理工大學的工程師和科學家共同設計及研發、已獲專利的「太空鉗子」,卻曾應用於美國太空總署在1995年及2003年進行的火星探索計劃中。「太空鉗子」可用來檢起火星表面的泥土樣本,有一個小鑽頭,可以在土地表面鑽孔,並有像筷子的「鉗子」,從鑽開的洞中收集泥土樣本。

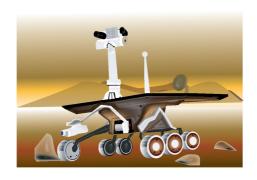


圖 4.1 用來在火星表面採集樣本的火星登陸者

(II) 學習課業

提供一台遠程控制的移動裝置,裝置以車輪驅動或是梯狀的(可考 慮使用一般的機動玩具)。



圖 4.2 玩具底盤作為移動的平台

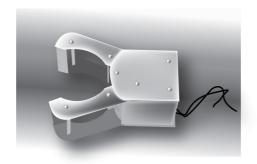


圖 4.3 典型的兩臂夾子,基於聯動來設計,並以電動機來驅動



a. 任務

- 模擬在火星上執行任務的情況,設計並製作一個特別的末端執行器並 置於移動裝置平台上
- 用空氣或水注射器、橡皮筋、直流電動機等作推動執行器
- 末端執行器可具設計創新意念,不必只限於使用兩或三臂機動夾子

b. 跟進活動

- 描述在「創新」設計的末端執行器時,任何取捨之考量
- 如果沒有任何取捨之考量,為甚麼我們仍需要追求創新?



評估課業

問題1 (相關課題:控制系統的基本原理)

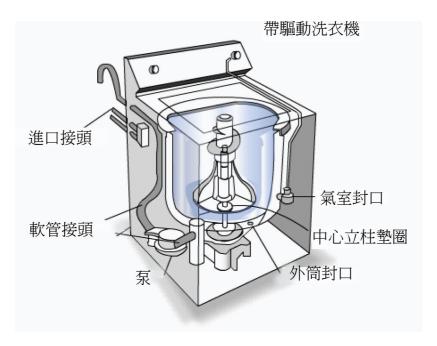


圖 A.1 洗衣機的剖視圖



圖 A.2 洗衣機的控制面板

研習家中洗衣機的順序操作:

- A. 填寫下表以記錄洗衣循環順序的操作
- B. 繪出流程圖 / 方塊圖以展示洗衣循環的次序
- C. 繪出時序圖以展示洗衣的循環
- D. 列出洗衣循環中的任何狀態變量



洗衣機分析及記錄表

洗衣機型號:			牌子:					
容量(如有	育):		原產地:					
任務:	任務:							
記錄洗衣循環的順序動作?								
步驟號碼	描述			期間				
001	例如:	關門		不適用				
002	例如:	開啟電源		不適用				
003	例如:	轉動控制鈕至開始位置		不適用				
004	例如:	水自動流入		3分鐘				
005	例如:	水停止流入		不適用				
006	例如:	圓筒以低速轉動(順時針方向)	1分鐘				
007								
008								



問題2 (相關課題:氣動學)

(I) 情況

在輸送帶的末端,積累很多已包裝好的食物,操作員需要啟動一個由氣動氣缸驅動的傳送裝置,將包裝好的食物送到另一條輸送帶作品質檢查。

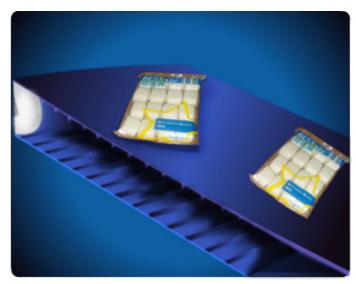


圖 A.3 輸送帶

(II) 控制任務

設計並組裝迴路,讓操作員可控制彈簧復位單動氣缸的外伸及內縮。

(III) 迴路問題

利用提供的組件及佈局,設計—幅迴路示意圖。這迴路需配合雙位、彈簧復位三通閥等運作,操作彈簧復位氣缸。

- a. 設計並繪出迴路示意圖
- b. 根據示意圖接駁組件
- c. 操作氣缸並向教師說明氣缸的操作原理





(IV) 提示

- 3/2 常閉閥 x 1
- 單動氣缸 x 1

(備註:如果沒有氣動學的學習/訓練套件,可用磁鐵符號在白板示範。)



問題3 (相關課題:氣動學)

(I) 情況

要鑽孔時,部件需要固定在鑽孔工作台上。鑽孔開始前,操作員應啟動鑽孔工作台上的氣動鉗把部件固定,並在鑽孔結束後,停止氣動鉗運作。

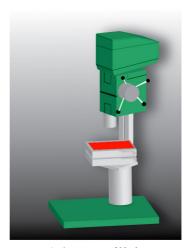


圖 A.4 鑽床

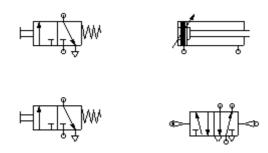
(II) 控制任務

設計並組裝令雙動氣缸外伸及內縮的迴路。

(III) 迴路問題

利用提供的組件及佈局,設計一幅迴路示意圖。這迴路需配合雙位五通閥運作,操作雙動氣缸。

- a. 設計並繪出迴路示意圖
- b. 根據示意圖接駁組件
- c. 操作氣缸並向教師說明氣缸的操作原理



(IV) 提示

- 3/2 常閉閥 x 2
- 5/2 空氣導向方向閥 x 1
- 雙動氣缸 x 1



問題4 (相關課題:氣動學)

(I) 情況

要按大型衝壓機的「開始」鈕前,必須先把工件移放到適當的位置,利用鉗子把工件固定,再在適合的位置上放置安全防護裝置。使用這種聯鎖設計,目的是減低大型衝壓機潛在的危險性。



圖 A.5 衝壓機

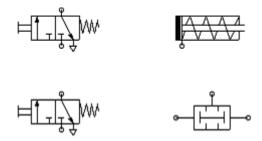
(II) 控制任務

設計並組裝「AND」邏輯迴路來控制彈簧復位單動氣缸。

(III) 迴路問題

利用提供的組件及佈局,設計一幅迴路示意圖。這迴路只會在三個閥門同時操作下才會運作,以表示所有安全措施都已達到要求。

- 1. 設計並繪出迴路示意圖
- 2. 根據示意圖接駁組件
- 3. 操作氣缸並向教師說明氣缸的操作原理





(IIV) 3/2 常閉閥 x 3

(IIIV) 空氣導向 AND 閥門 x 2

(IVV) 單動氣缸 x 1



問題5 (相關課題:氣動學)

(I) 情況

在輸送帶上積累有半完成的部件,等待允許送往另一個階段作包裝。不同地點的操作員,可以啟動閘門,允許托部件移入包裝設備中。



圖 A.6 食品工業用的輸送帶

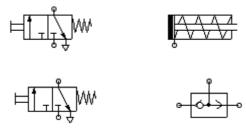
(II) 控制任務

設計並組裝「或」邏輯迴路,驅動彈簧復位單動氣缸。

(III) 迴路問題

利用提供的組件及佈局,設計一幅迴路示意圖。這迴路需能從三個相同的閥門中, 任何一個來操作彈簧復位氣缸。

- a. 設計並繪出迴路示意圖
- b. 根據示意圖接駁組件
- c. 操作氣缸並向教師說明氣缸的操作原理





- 3/2 常閉閥 x 3
- 空氣導向 OR 梭動閥 x 1
- 單動氣缸 x 1



問題6 (相關課題:氣動學)

(I) 情況

塑料熱成型機能夠加熱,並製成不同厚度的部件,這些部件必須保持在鑄模位置, 直至固化成形。塑膠固化所需的時間,往往取決於部件的厚度,因此,這個成形操 作需要使用可變的延時功能,令部件仍可保持在鑄模位置一段適當時間,才被自動 釋出。



圖 A7 成型機

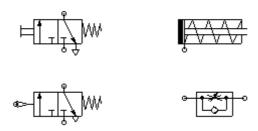
(II) 控制任務

設計並組裝「延時關閉」迴路來驅動彈簧復位單動氣缸。

(III) 迴路問題

利用提供的組件及佈局,設計一幅迴路示意圖。這迴路需在經過一段可調的時間後,把氣缸外伸,然後自動內縮。

- a. 設計並繪出迴路示意圖
- b. 根據示意圖接駁組件
- c. 操作氣缸並向教師說明氣缸的操作原理





- 空氣導向 3/2 常閉閥 x 1
- 手動 3/2 常閉閥 x 1
- 流速控制閥 x 1
- 單動氣缸 x 1



問題7 (相關課題:氣動學)

(I) 情況

熔爐出口設有條單一的輸送帶,能把鐵棒送到兩個不同的裝載支架。 操作員必須按一個按鈕,才可把鐵棒經輸送帶運轉送到另一個裝載支架。為了安全起見,輸送帶在接收到下一個訊號前,會停留在上一次轉移的位置。



圖 A.8 熔爐及輸送帶

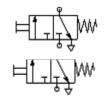
(II) 控制任務

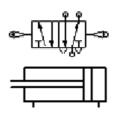
設計並組裝「記憶」迴路來驅動雙動氣缸。

(III) 迴路問題

利用提供的組件及佈局,設計一幅迴路示意圖。這迴路需要操作員按下一個或兩個按鈕,從而改變附記憶的雙位四通閥。而閥門是兩向空氣導向的,用來操作雙動氣缸。

- a. 設計並繪出迴路示意圖
- b. 根據示意圖接駁組件
- c. 操作氣缸並向教師說明氣缸的操作原理







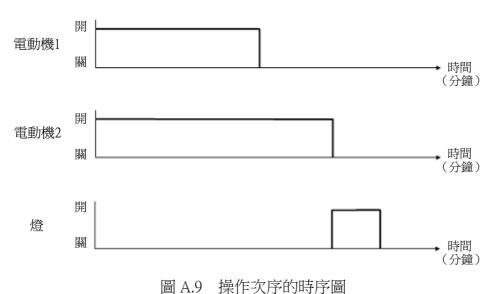
- 手動 3/2 常閉閥 x 2
- 空氣導向 5/2 方向閥 x 1
- 雙動氣缸 x 1



問題8(相關課題:可編程邏輯控制器)

(I) 情況

當按鈕按下時,兩個電動機 M1 及 M2 (輸出)必須運作。在 4 分鐘後,電動機 1 停止運作,電動機 2 繼續運行 2 分鐘後也停止運作。此時,燈會亮起 90 秒,然後熄滅,循環便會重新開始。在任何時候按下停止的開關,電動機仍會繼續運作,直至這個循環結束才會停止。



同 **V·**) 1×1+--//1/11/11/11

(II) 任務

- a. 依上述運作情況,繪製階梯邏輯圖並編程至可編程邏輯控制器
- b. 繪出電氣動廻路圖



問題9(相關課題:可編程邏輯控制器)

(I) 情況

輸送帶上的組件會經過一對光傳感器,組件經過傳感器時,光束會被中斷令訊號減弱。傳感器偵測到6件組件經過時,將啟動一個彈出操作,把該批組件送離輸送帶,循環然後便會重新開始。

彈出裝置是通過由電磁閥控制的單動氣缸來推動的。

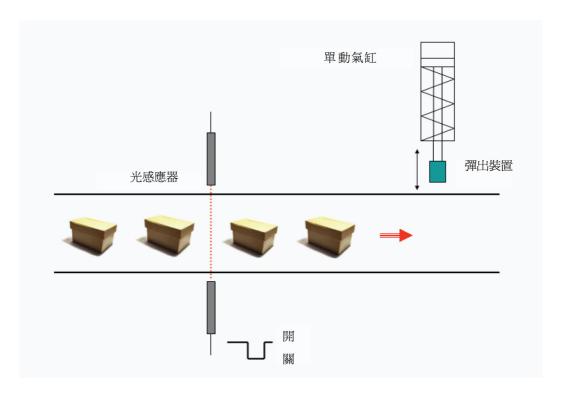


圖 A.10 系統示意圖

(II) 任務

依上述運作情況,繪製階梯邏輯圖並編程至可編程邏輯控制器。



問題 10 (相關課題:可編程邏輯控制器)

(I) 情況

當按下按鈕A或B時,機器啟動。極限開關D是一個安全保護裝置在閉合位置時會被觸發。此外,還有一個開關C,用來偵測是否有人站在危險範圍內。正常情況下,所有開關的觸點都是打開的,而機器在這些開關觸點打開的情況下,不會啟動。

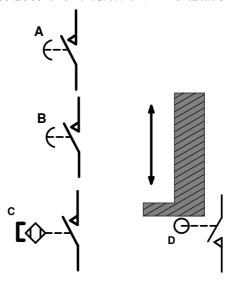


圖 A.11 系統的示意圖

(II) 任務

- 1. 繪製這個系統的階梯邏輯圖
- 2. 寫出這個系統的布爾表達式
- 3. 編寫所有可能的真值表



有用網址

題目	網 址	簡介
交通燈控制迴路	http://home.cogeco.ca/~rpaisley4/20ste p.html#Traffic	20 個時序迴路
資訊及計算機科 學	http://www.ics.uci.edu/~mghodrat/ics1 51/hw5/prob8/final.html	交通燈實驗室表
時序電路設計	http://www.cs.swarthmore.edu/~mstone/school/cs/cs24/web/lab3/,	動態交通控制器
電子培訓系列	http://www.tpub.com/content/neets/141 87/css/14187_92.htm	開環控制
O'Reilly 網絡	http://www.oreillynet.com/pub/a/network/synd/2003/08/05/closed_loop.html	閉環控制
Delphion 綜合見解	http://www.delphion.com/details?pn10 =US03264544	洗衣機專利文章
LG 洗衣機使用說明 書	http://www.lgwasherdryer.com/pdf/343 1_manual.pdf	LG 洗衣機使用說明書
Festo 氣動學學習系統	http://www.festo-didactic.com/int-en/le arning-systems/equipment-sets/562/564/semi-rotary-drive,size-16,184.htm	
Fuzzynet 網上應用筆記	http://www.aptronix.com/fuzzynet/appl note/air.htm	空調溫度控制
Control Weekly Review	http://controlsweekly.com/pneumatics.h tm#Tool	氣動學
KINEQUIP INC.	http://www.kinequip.com/basic_advant ages.asp	氣動學的基本好處
Fluid Power Education Foundation	http://www.clippard.com/downloads/ge neral/PDF_Documents/Intro_to_Pneum atics.pdf	氣動學及供 FPEF 訓練人員 的氣動迴路問題的簡介
101 Basic Series - Electrical	http://www.eatonelectrical.com/html/10 1basics/Modules/Module24.pdf	單元 24 可編程邏輯控制 器
簡介可編程邏輯 控制器的程序編 制及應用—從繼 電邏輯到可編程 邏輯控制器邏輯	http://www.idc-online.com/technical_references/pdfs/instrumentation/Intro_to_PLC_20Pro.pdf	
Pneumatic Application and Reference Handbook	http://www.allair.com/pdf/mead_pneum atic_handbook.pdf	
Loop Technology, UK	http://www.looptechnology.com/index.asp	工業自動化技術,機器視覺 系統



參考文獻



于長官主編。(2007)。《自動控制技術及應用高等學校"十一五"》。哈爾濱工業大學出版社。

Groover, M. (2000). *Automation, Production Systems, and Computer Integrated manufacturing*. NJ: Prentice-Hall.

Jones, J.L., Flynn, A.M. (1998). *Mobile robots: inspiration to implementation*. AK Peters, Ltd.

Mitchell, F.H. (1991). *CIM Systems, An Introduction to Computer-Integrated Manufacturing*, Englewood Cliffs: Prentice Hall.



辭彙表

名 詞		
算法	算法是一系列的指示,通常用作計算及數據處理,是一種正式 而有效的方法,明確地列出指示以完成任務	
模擬訊號	指任何具有多於兩個狀態(開或關)輸入或輸出的訊號。模擬訊號的量值,可以在一個較高的值或在兩個非零的值之間,例如,電平傳感器,這種傳感器會顯示從 0 至 10V 間的電壓,這電壓可隨時間而改變	
	振幅(以伏特為單位)	
位元	是0或1兩個值的單一數字	
布爾表達式	是描述邏輯功能的一種通用術語,包括「與」、「或」及「非」等	
中央處理器	處理電腦訊息的主處理器,單一芯片便可處理可編程邏輯控制 器的所有邏輯及數學運算	
數碼訊號	任何只具有兩個狀態(開或關)輸入或輸出的訊號。例如,數碼裝置上的按鈕,按鈕只有按下(開)或放開(關)兩個狀態。 振幅(以伏特為單位) 時間(以毫秒為單位)	
數碼訊號處理	指處理以一連串數字所表示的數碼訊號。透過數碼訊號處理量 度或過濾連續的模擬訊號,可轉換成數碼訊號	
截止閥	調節管道流量的閥門,呈球體狀,包含一個可動的盤型元件及 一個固定環座	



	複料 整片 氣流	
輸入及輸出	指訊息處理系統(例如電腦)中的訊息交換。輸入指系統接收 到的訊號或數據;輸出指系統發出的訊號或數據	
階梯邏輯圖	梯形程序的邏輯圖,用來編程及控制可編程邏輯控制器。不同 製造商所用的階梯邏輯圖,其基本理論是一致的,但每個可編 程邏輯控制器製造商一般都配備專有的梯形軟件套裝	
邏輯	控制程序的一系列指示或界限,可以通過硬接線(在繼電器邏輯的情況中)或可編程邏輯控制器來編程	
多位元	合組成位元組或字	
網絡	通過電子方式連接數個裝置,以獲取及/或控制數據	
沒記憶力的	所有數值在裝置斷電後會重設為零	
「關」延遲計時器	過了若干秒後,把輸出轉為關	
「開」延遲計時器	過了若干秒後,把輸出轉為開	
操作界面	方便機器操作員監測及控制已連接到可編程邏輯控制器的裝置	
寄存器	在可編程邏輯控制器中,用來貯存訊息的位置	
繼電器	可控制交流負載或直流負載的開 / 關的機電開關	
繼電迴路	常用作控制的裝置,以電子方式開啟或關閉,可以執行邏輯迴路	
有記憶力的	裝置斷電後,仍可保存在記憶體中貯存的數據	
傳感器	改變電子訊號物理參數的基本元件	
電磁線圈	特別線圈的輸出裝置,線圈及電磁線圈都是通過磁場,利用電 壓把機械能轉化為電能	
起動器	包含接點及超載的控制裝置,有一個通訊模組,控制啟動及停止負載	
晶體管	固態的電子開關,反應速度快,使用壽命長,只能用於直流電源	
矽控三極管	或稱矽控整流器,用作可編程邏輯控制器與交流輸出裝置中介 體的一個開關,對可編程邏輯控制器的命令作出回應	



鳴謝

作者對以下人士/組織答允准許使用其相片及影像,致以衷心的謝意:

在GNU Free Documentation License下使用:

- 圖 4.2, 4.34

我們已就所用的相片及影像,盡力確認有關的版權。如有意外的版權抵觸,我們謹致歉意,並樂意就版權事宜與擁有者商討合適的安排。



香港特別行政區政府教育局 課程發展處科技教育組 職業訓練局 高峰進修學院製作