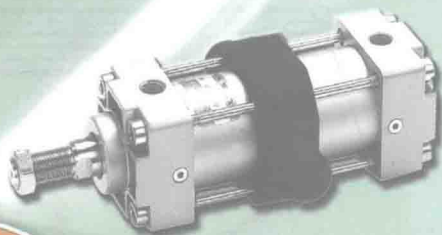
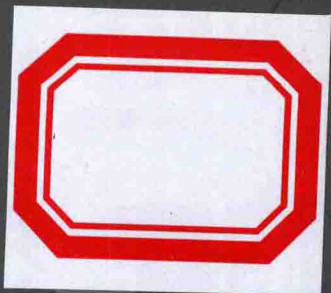


氣液壓工程

修訂版

▶▶ 黃欽正 編著





提供技術新知 · 促進工業升級 為台灣競爭力再創新猷

資訊蓬勃發展的今日，全華本著「全是精華」的出版理念，以專業化精神，提供優良科技圖書，滿足您求知的權利；更期以精益求精的完美品質，為科技領域更奉獻一份心力。

氣液壓工程

黃欽正 編著



全華科技圖書股份有限公司 印行

序 言

氣液壓工程在產業自動化中，屬於低成本自動化的領域，對於省力化、少人化的自動生產系統，扮演著極重要且基本的角色；氣液壓工程也是踏入自動化領域的入門技術，學習氣液壓工程相關的控制技術之後，更有助於探索其他的自動控制技術。

編者有幸將十多年來，在工廠及學校接觸氣液壓的學習經驗與心得，期望透過本書簡單扼要的內容，對有意跨入氣液壓領域的讀者們，提供淺顯易懂的一本入門書，本書的特色包括：

1. 簡單扼要介紹常用的氣液壓元件，另於書末詳列查詢相關氣液壓元件的網址，方便讀者自行上網瀏覽查看。
2. 加強氣液壓及電氣控制的實例，詳列更多控制迴路，方便讀者在實作時之參考。
3. 所有氣液壓及電氣控制迴路均可電腦動態模擬，方便學習。

(可使用 PneusimPro Automation Studio 軟體)

在氣液壓的未來發展中，由於自動化的需求程度愈來愈高，生產製造的精密度要求愈來愈高，製程控制的彈性與多變性愈來愈大，氣液壓的發展深受這些因素影響，氣液壓未來的主要發展包括：

1. 氣液壓元件機電整合化
配合氣液壓系統大量使用電氣、電子控制，元件將朝向機電整合化。
2. 氣液壓元件精密小巧化
配合高精密機械的需求及微機械技術的開發，元件將更精密及小巧。
3. 元件及迴路設計電腦化
使用電腦輔助設計軟體，可以發揮即時驗證，達到快捷準確的要求。
4. 氣液壓系統控制網路化
編者提供下列電子郵件信箱，
E-mail : hcjauto@mail.fit.edu.tw

hcj77@ms37.hinet.net

希望能夠分享讀者們的閱讀心得及指正編輯時疏漏的錯誤，尚祈 氣液壓相關產學各界先進及同好不吝賜教。

最後，特別感謝全華編輯部邱主任、田小姐及支援軟體的高金海先生，並為本書得以完成，向費盡心力的所有人員，致上由衷的謝意。

黃欽正 謹識

編輯部序

「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，循序漸進。

依循本書章節順序閱讀，並配合範例實作，您將會認識氣液壓之理論、控制方法及元件功能，進而設計控制迴路，達成運用氣液壓迴路完成自動化控制的目標。本書編排淺顯易懂，有別於目前一般市售的書本內容過多且艱深，作者希望能藉此簡單扼要的內容，讓讀者對氣液壓工程更加瞭解，即使您是初學者亦能輕鬆入門，是一本值得推薦的好書籍。

本書適用於機械工程科、自動化工程科之五專三～五年級及二專一下、二上之「氣液壓工程」、「氣液壓學」課程使用。

同時，爲了使您能有系統且循序漸進研習相關方面的叢書，我們以流程圖方式，列出各有關圖書的閱讀順序，以減少您研習此門學問的摸索時間，並能對這門學問有完整的知識。若您在這方面有任何問題，歡迎來函連繫，我們將竭誠爲您服務。

相關叢書介紹

書號：03610027

書名：液氣壓原理與迴路設計(for Windows - 含 Automation Studio 模擬與實習)(附展示光碟)(修訂二版)

編著：胡志中

20K/480 頁/450 元

書號：05443

書名：油壓基礎技術

日譯：歐陽渭城

20K/312 頁/290 元

書號：0183301

書名：氣壓工程學(修訂版)

編著：呂淮靈、郭興家、蘇寶林

20K/512 頁/300 元

書號：05413006

書名：氣液壓學實習(附實習手冊)

編著：陳 靖

16K/240 頁/500 元

書號：00593

書名：實用油壓學

編著：何 植

22K/384 頁/210 元

書號：0079302

書名：實用氣壓學

編著：許松培

20K/272 頁/220 元

書號：05898

書名：氣壓迴路設計

編著：傅根棻

近期出書

書號：4303601

書名：實用空壓技術手冊

編著：陳清玉、詹文尊

16K/301 頁/280 元



***PneusimPro Automation Studio* 軟體正式版之使用者**

若您使用上有任何問題，請洽：

全傑科技股份有限公司

(104) 台北市建國北路一段 67 巷 5 號 1 樓

電話：(02)2507-8298 傳真：(02)2507-8303

E-mail：softhome@ms1.hinet.net

http：//www.softtech.com.tw

目 錄

第 1 章 緒 論 1-1

1.1 氣液壓定義.....	1-2
1.2 氣壓液壓系統特性.....	1-3
1.3 壓力與真空.....	1-5
1.4 空氣及濕度.....	1-7
1.5 氣壓缸出力及空氣消費量.....	1-10
1.6 空氣壓縮機的選用.....	1-19
1.7 氣液壓相關定理.....	1-22
1.8 計算範例.....	1-25

第 2 章 氣液壓元件..... 2-1

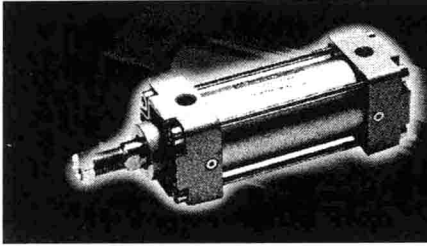
2.1 元件分類.....	2-2
2.2 元件功能.....	2-6
2.3 控制閥.....	2-17
2.4 控制閥的操作方式.....	2-34

第 3 章 迴 路	3-1
3.1 氣液壓迴路繪製的法則	3-2
3.2 基本氣液壓迴路	3-10
3.3 氣液壓順序控制	3-31
第 4 章 氣液壓迴路設計	4-1
4.1 直覺法.....	4-1
4.2 串級法(cascade control method).....	4-19
第 5 章 基本電氣迴路.....	5-1
5.1 氣液壓基本電氣元件	5-1
5.2 氣液壓基本電氣迴路	5-9
第 6 章 串級法電氣迴路	6-1
6.1 串級法電氣迴路設計	6-1
6.2 單電磁頭換向閥電氣迴路設計	6-33
6.3 四口三位換向閥電氣迴路設計	6-45

第 7 章 改良式串級法電氣迴路..... 7-1

第 8 章 可程式控制器..... 8-1

參考資料..... 參-1



第 1 章

緒 論

在機械工程的領域中，一般動力傳送的方式包括齒輪、鏈條、皮帶、氣液壓，齒輪式動力傳送直接且有效率，但構造較複雜、不適合長距離傳送；鏈條式、皮帶式動力傳送效率不及齒輪式、長距離傳送不及氣液壓經濟；雖然氣液壓系統有能量轉換損失、效率不及齒輪式，若需長距離動力傳送時，在考慮整體經濟效益及控制技術難度，仍以氣液壓為最佳選擇。

氣壓工程、液壓工程屬於低成本自動化(low cost automation)的領域，氣液壓工程在各製造業中應用日益廣泛，氣壓工程主要應用於自動進料退料系統、包裝機械、塑膠射出機、IC插件機、輸水幹管閥門操作、輪胎拆裝，液壓工程主要應用於油壓壓床、折床等金屬加工機械、飛機起落架及機翼操控、汽車的煞車及懸吊系統、怪手及推土機等營建機械、塑膠射出機、金屬壓鑄機、鍛造機械等，若以出力大小來區分氣液壓，氣壓工程一般出力在 3000 kgf 以下、液壓工程的出力則在 3000 kgf 以上。

隨著國內產業升級的發展及基層勞動人力嚴重不足的情形下，對於省力化、少人化的系統需求更顯殷切，氣液壓工程在產業自動化中，將扮演著更重要且基本的角色；氣液壓工程也是踏入自動化領域的入門技術，學習氣液壓工程相關的控制技術之後，更有助於探索其他的自動控制技術，氣液壓工程若配合適當的機構及電動機控制，即是機電整合(mechatronics)。

1.1 氣液壓定義

氣壓學(Pneumatics)：利用壓縮空氣的壓力能達到作功的一種控制技術或學問。

液壓學(Hydraulics)：利用液壓泵加壓液體媒介，傳遞壓力能並作功的一種控制技術或學問。

氣液壓系統即是將氣液壓能透過氣液壓致動器轉成機械能而作功的系統。由氣液壓的基本定義可知，其工作原理可表示成如圖 1.1：

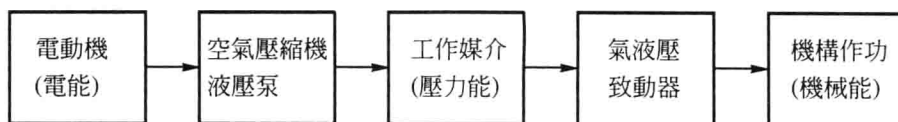


圖 1.1 氣液壓系統工作原理流程圖

1.2 氣壓液壓系統特性

氣壓系統及液壓系統兩者的工作原理是相同的，兩者系統特性的主要差異乃源自於工作媒介的不同，有關氣液壓系統特性差異的比較，請見表 1.1。

表 1.1 氣液壓系統特性比較

系統特性	氣壓	液壓
工作媒介及要求	乾燥乾淨壓縮空氣 需空氣調理、潤滑 空氣對溫度變化不敏感	一般用 R-68 液壓油 需調壓、免潤滑油 黏度對溫度變化敏感
工作壓力及出力	一般 2~10 kgf/cm ² 常用 7 kgf/cm ² 出力較小	一般 20~140 kgf/cm ² 可高達 350 kgf/cm ² 出力大
設備成本及維修	元件便宜成本低 安裝維修較簡單	元件昂貴成本高 安裝維修難度高
運動速度及穩定性	一般 5~100cm/sec 空氣具壓縮性 慢速不宜穩定性差	一般 1~30cm/sec 液壓油具不可壓縮性 可慢速定位、穩定性佳
工作環境及安全	排氣不回收、噪音大 空氣乾淨無污染 無著火的危險	液壓油需回收、噪音較小 液壓油洩漏有污染 有著火的危險

氣液壓系統與電動機系統特性比較

1. 優點：

- (1) 透過壓力調整極易控制氣液壓系統的出力。
- (2) 透過流量調整極易控制氣液壓系統的速度。
- (3) 可直接產生直線運動，迴轉運動時正反轉性極佳。
- (4) 配合安全裝置可避免過載危險。
- (5) 防爆性佳，特別適用於生產石化原料工廠的現場操作。

2. 缺點：

- (1) 氣液壓管線安裝較電氣配線繁雜、遠距離控制較不經濟。
- (2) 氣液壓管壁摩擦壓損、管線接頭洩漏等造成能量損失大。
- (3) 氣壓系統排氣噪音大、液壓系統有油污染及著火之虞。

3. 建議：

善加利用氣液壓系統安全、出力易調控的優點，並結合電氣控制迴路的簡便，進而搭配可程式控制器(programmable controller)、電腦進程式編輯，即能充分發揮氣液壓工程的功能。

1.3 壓力與真空

壓力(pressure)的定義：

$$P = \frac{F}{A}$$

其中 F 為外力，單位用 kgf； A 為受力面積，單位用 cm^2 。

如外力的單位用 N(牛頓)，則壓力的單位要用 bar 或 MPa。

常用的壓力表示法有二：絕對壓力及相對壓力，其定義如下：

絕對壓力：以絕對真空為計測零點的壓力表示法

相對壓力：以大氣壓力為計測零點的壓力表示法

一般壓力錶所量得的壓力即是指相對壓力，所以相對壓力又稱錶壓力。

絕對壓力、相對壓力及真空之間的定量關係，可寫成如下列方程式：

相對壓力(錶壓力) = 絕對壓力 - 大氣壓力

絕對壓力 = 相對壓力(錶壓力) + 大氣壓力

真空：相對壓力(錶壓力) < 0(負壓)

絕對壓力 < 大氣壓力

絕對真空：絕對壓力 = 0

真空度 = 大氣壓力 - 絕對壓力

絕對壓力、相對壓力及真空三者之間的關係，亦請參見圖 1.2，當更明瞭。