

實用機械氣壓學

PNEUMATICS

孫葆銓 合譯
陳憲治

FESTO 公司出版
正中書局印行

實用機械氣壓學

PNEUMATICS

孫葆銓 合譯
陳憲治

FESTO 公司出版
正中書局印行

版權所有



翻印必究

中華民國六十三年七月臺初版

實用機械氣壓學

全一冊 基本定價 六元七角

(外埠酌加運費滙費)

譯者 孫 陳 葆 銓
治

出版者 FESTO 公 司

發行人 黎 元 譽

發行印刷 正 中 書 局

(臺灣臺北市衡陽路二十號)

暫遷臺北市南昌路一段十二號

海外總經銷 集 成 圖 書 公 司

(香港九龍旺角洗衣街一五三號地下)

海 風 書 店

(日本東京都千代田區神田神保町一丁目五六番地)

東 風 書 店

(日本京都市左京區田中門前町九八番地)

內政部登記證 內版臺業字第〇六七八號(6873)銘

(3000)

緒論

壓縮空氣技術的發展
壓縮空氣的優點
壓縮空氣的經濟利益
基本物理常識

壓縮空氣的產生

壓縮機
壓縮機的調壓作用
蓄氣筒
相對濕度
凝結水

壓縮空氣的配氣

選擇配管直徑
配氣管路的安裝問題
管路材料
配管連接系統

壓縮空氣的調理

壓縮空氣濾清器
壓縮空氣調壓器
加油霧器及調理組

氣壓唧筒

各種不同型式的唧筒
活塞速度
空氣消費量
唧筒的應用

氣壓油壓系統

壓力轉換器
增壓器
氣壓油壓
進給組件

氣壓閥瓣

方向控制閥瓣
流量控制閥瓣
開閉閥瓣
壓力控制閥瓣

氣壓迴路符號

錄自 ISO/DR1219
及 CETOP/RP3-1965

壓縮空氣系統的設計

基本迴路
操作時序圖
氣壓迴路
設計練習

低壓控制系統

緒論
近接檢出器
放大器
基本低壓迴路

幻燈片

附錄一：

附錄二：

講授指導

譯名對照表

Foreword

Soon after commencement of my assignment to introduce FESTO-Pneumatic industrial control equipment to the countries of Asia, it became apparent that education and the procurement of further knowledge of production techniques are the most urgent requirements for many industrial enterprises in this region. Within the specialized field of pneumatic controls, FESTO has acquired considerable experience in industrial training, since seminars have been organised regularly for more than 10 years, with over 10000 participants attending in Germany alone. The present book is the result of a decade of industrial training experience now also available to the Chinese speaking population of Asia.

It is my sincere hope that this FESTO authorised Chinese version will provide the same benefits to industrial manufacturers in Asia as other language editions have done in other parts of the world.

Egbert Eissing

前言

在本人接受 Festo 氣壓工業控制產品亞洲地區推廣任務後，即發覺本區域內有很多製造企業正迫切需要更多生產技術方面的智識與教育。

Festo 公司在氣壓控制專業技術方面有豐富的工業訓練經驗，十多年來不斷舉辦定期訓練班次及講習會，參加學員人數僅在西德一國已到達一萬人以上。

本書原為十多年來工業訓練經驗的結晶，現為滿足亞洲地區使用華語社會的需要，翻譯成為中文本。本文虔誠祈望，這本經過 Festo 公司授權的譯本，能為亞洲地區製造工業帶來和其他地區語言譯本相同的效果。

Egbert Eissing

Far East Delegate 1973, Nov.

導言

簡明的氣壓控制迴路在製造工業中可說易懂易用，其優點早已為世界各工業國家所認識，確信它是以低至中成本改進生產力的重要手段。今日各工業國家為使氣壓學能作普遍而有利的應用，皆於各級工業技術學術機構及重要工廠廠內訓練計劃中舉辦正規班次加以講授，提供必要的知識及技術訓練。

但在我國及海外華語社會則迄無氣壓技術基礎訓練所需的中文教材，以致所知尚少，訓練無由，影響工業發展甚巨。

譯者等為圖彌補此項缺憾，特商請 Festo 氣壓製品公司授權將 Festo 氣壓技術訓練手冊及講授指導翻譯成為中文，合訂一冊印行。本書內容係就衆多資料中精選編纂而成，著重實際所需的數據及範例，使生產工程師、機械設計工程師及保養作業人員能由本書直接加以應用。至於理論方面的敘述已減少至最低限度。

本書連同所附作業習題適於低成本自動化等專業班次、工業學校及專科學校採為教材訓練中低級技術人員之用。遇有無法參加正規訓練之工廠員工亦可在不影響其生產及日常工作下採用本書作為自習進修之用。

亞洲各國目前正在邁向工業化途中，譯者等深信本書之成，將對我國工業發展及從事工業生產的海外僑胞有其貢獻。

孫葆銓

陳憲治

於金屬工業發展中心六二年十月

緒論

壓縮空氣技術的發展
壓縮空氣的優點
壓縮空氣的經濟利益
基本物理常識



實用機械氣壓學

艾星 (Eissing, Egbert) 撰 孫葆銓 陳憲治
同譯 民國63年 臺北市 正中書局印行
268面 有圖表 28公分
原書名：Pneumatics.

I. 艾星撰 II. 孫葆銓譯 III. 陳憲治譯

446.7

885

1 緒論

1.1 壓縮空氣技術的發展

希臘人 Ktezibios 為最早利用壓縮空氣技術者之一。遠在二千年前他曾製造一具壓縮空氣大砲。利用彈弓來驅動砲筒內的活塞，將空氣壓縮以增大力量，產生較遠的大砲射程。

但是應用壓縮空氣的發展直到一百年前才有顯著的成就。雖然在中世紀時已有很多壓縮空氣的試驗及其計算，其中且有很多到今天仍然正確。但是這些並不曾導致壓縮空氣技術的任何實際應用。

鐵道的建造大大地推動了它的進步。築路必須開鑿隧道，這些龐大計劃迫使技術人員去尋找在岩石上鑽孔的新方法。

於是發明了空氣操作的鑽孔方法，既沒有爆炸危險，又可在常溫下作業。

西曆1860年貫穿歐洲阿爾卑斯山的隧道開鑿計劃付之實施，氣壓方法第一次有了大規模的應用。在以後數年中產生壓縮空氣的設備有特別顯著的進步。1888年巴黎建造一座中央系統壓縮空氣廠。壓縮空氣自此系統輸送到該地區的大部份工廠。惟在開始僅限於氣錘及迴轉式工具的應用。



最近二十年來機械化及自動化的發展中，對以壓縮空氣機件作為推動工廠合理化的有效工具有特別深刻的認識。目前已有許多工業享受到氣壓裝置的益處，而且工業的範圍正在日益增加中。

時至今日，壓縮空氣在現代工業建設中已有不能低估的地位。無論那一種工業很難找出有不能利用氣壓的地方。而氣壓的應用範圍亦由簡單清洗操作延伸到全自動工具以及複雜的生產機器。

1.2 壓縮空氣的優點

- | | | |
|----|--------|--|
| a) | 沒有爆炸危險 | 壓縮空氣沒有爆炸或着火的危險，因此不需昂貴的防爆設施。 |
| | | |
| b) | 速度快 | 壓縮空氣的工作速度很高。氣壓唧筒可達1—2 m / 秒的作動速度；使用特殊唧筒可提高至10 m / 秒。 |
| | | |
| c) | 輸送容易 | 壓縮空氣可利用管路輕易地輸送至相當長距離。用過的空氣可直接排向大氣。 |

- d) 儲存容易

壓縮空氣很容易儲存於儲壓器(reservoirs)中。因此不論壓縮空氣的需要如何波動，壓氣廠仍可維持繼續運轉。
- e) 無超載荷危險

即使載荷超過氣壓機件的斷裂應變(breaking-strain)，亦無損壞危險。
- f) 速度調整容易

調節流量控制閥即可獲得所需速度。
- g) 壓力調整容易

調節調壓閥即可獲得所需壓力。
- h) 清潔

壓縮空氣非常清潔。不會在工具或材料上留下殘垢。
- i) 構造簡單

不需如迴轉臂、偏心軸、螺紋軸等機械構件，使用氣壓唧筒即可產生直線運動。
- k) 行程可調整

利用可調整觸止(stops)，行程長度可在二極端位置之間作任意變化。
- l) 操作溫度

不含凝結水的清潔空氣，其可靠的操作溫度範圍相當寬廣。



- m) 不需回程管路 用過的空氣可直接排向大氣。
- n) 氣壓機件的其他優點 緊湊、堅固、輕便、修理容易。

1.3 壓縮空氣的經濟利益

壓縮空氣是一種比較昂貴方式的能。因此常使人誤認為使用氣壓機件的成本很高。這是錯誤的。如將壓縮空氣的能及其維護費用與人工工資及其相關費用來作比較，即會發現使用氣壓機件的成本極其低廉。把 1m^3 空氣壓縮到6 atm(g)所需成本約為0.6分。此項成本已包括壓氣廠運轉費用及10—15%可能漏氣損失的額外費用在內。

下面比值顯示氣壓作工與人工操作的關係：

氣壓	:	人工
1		100



此比值說明了壓縮空氣可在生產工作中取代昂貴的人工工作，特別是使用重力及單調的工作。
。留出有用的人力去做更高級的工作。

茲舉例說明完成某項工作所需的「能」的成本。分別計算使用氣壓唧筒與人工操作的成本。

一個 $\phi 25\text{mm}$ 單動唧筒，使用 6atm(g)

工作壓力，現需把 20kg 重物舉

升 1m 高 1000 次。

需要壓縮空氣為 $\frac{\pi d^2}{4} \times l \times 1000$

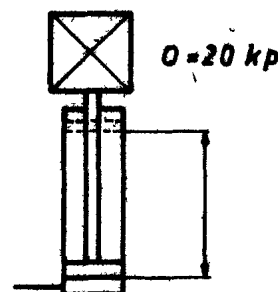
，

式中 d ＝唧筒內徑

l ＝行程長度

代入上式得 $\frac{\pi \times 25^2}{4} \times 1000$

$=490$ 立升的 6atm(g) 空氣。



因此壓縮空氣消費量為 490 立升，亦即 0.490m^3 ，或約 0.5m^3 ，相當於 3m^3 自由空氣。自由空氣每 m^3 的費用為 0.6 分。

能的成本變為 1.8 分。

氣壓唧筒完成此工作的時間約為 $2\frac{1}{4}$ 小時。

人工工資成本最低為每小時 2 元。

如果一個工人可在 $2\frac{1}{4}$ 小時內完成此工作，其成本為 $\$4.50$ 。



在一個壓縮空氣工廠中，由於漏氣的緣故，費用提高甚多。

下表為空氣通過開口的漏氣損失。

開口的直徑		洩漏的面積 mm ²	空氣損失量		每年漏氣損失 費用 at 0.6 cents / m ³
實際大小	mm		Nm ³ /H	*Nm ³ /年	
•	1	0,79	3,4	68 00	\$ 40.80
•	2	3,14	14,5	29,000	\$ 174.00
•	3	7,06	32,0	64,000	\$ 384.00
•	5	19,63	90,0	180,000	\$ 1,080.00

*每年以2000小時計算。

舉例說明一個閘閥漏氣所造成的費用損失。

如果在閘閥(gate valve)心軸與填料之間因填函蓋(gland)鬆動而出現.06mm隙縫，可算出有相等於2mm直徑開口洩漏空氣至大氣。此漏氣流量等於在6atm(g)下0.25Nm³/分 或15 Nm³ /小時之量，因此每天洩出空氣120Nm³，其價值為\$0.72。

由本例說明如能消除漏氣，則運轉費用可大為降低。

1.4 基本物理常識

在地球上任何一個角落皆有空氣壓力存在，其大小隨氣候及海拔高度而異。這種壓力稱為大氣壓力。

大氣壓力可用各種不同的儀器量測，一般最常用者稱為氣壓計(manometers)。



利用氣壓計在海平面上量得的正常空氣壓力為水銀柱高度760mm或為一個大氣壓(1 atm)。
另一種量度單位為 kp / cm^2 。現在採用1 atm為量測壓力的標準。

最常用的技術量測單位為每 cm^2 的1000cm水柱高(kp / cm^2)或技術大氣壓(at)。技術大氣壓與物理大氣壓不同。

$$1 \text{ atm} = 1.033 \text{ kp} / \text{cm}^2 = 1.033 \text{ at.}$$

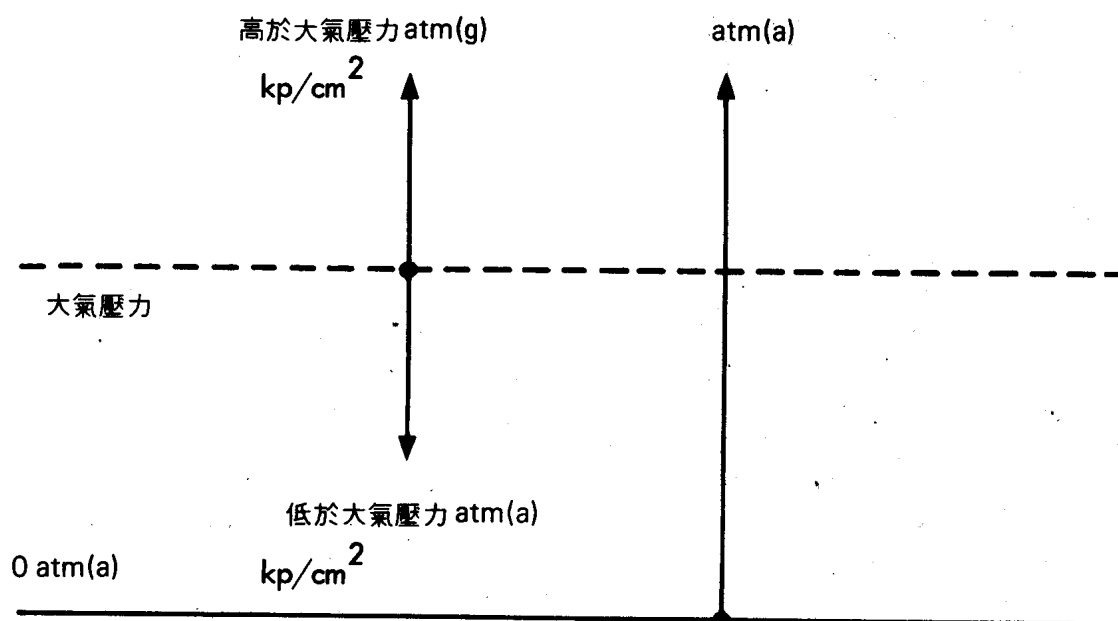
如以水柱氣壓計為量測儀器，可得如下讀數。

$$1 \text{ kp} / \text{cm}^2 = 10,000 \text{ mm 水柱高} = 10 \text{ m 水柱高}。$$

實際上最常用及主要者為高於及 / 或低於周圍大氣壓力的差值。

高於大氣壓， kp / cm^2 記如 atm (g) = 錶壓力

低於大氣壓， kp / cm^2 記如 atm (a) = 絕對壓力





氣 壓 學

本書進行討論氣壓學方面的事物為氣壓唧筒、氣壓閥以及它們的應用。將這些氣壓機件加以適當的組合，即可利用壓縮空氣作工，在不需高費用下使目前仍靠人工操作的工作機械化及合理化。

壓縮空氣的能通過氣壓唧筒轉變成為有用的功。產生力之大小隨氣壓唧筒活塞直徑及壓力而定。氣壓唧筒係利用各種氣壓閥來加以控制，並視實際需要再用其他裝置控制氣壓閥的動作。

氣壓學可在何處有效應用？

一般工廠的專家們經常遇到這個問題，在此試作概略性的解釋。

氣壓學亦可說是經濟有效的應用壓縮空氣去做所有種類的控制作業，正如其他技術一樣，隨着它的物理特性有很多優點亦有很多缺點。氣壓技術的最重要優點為可以高速操作、應用靈活以及任何控制作業皆可使用。

應用氣壓學的條件

a) 所需之力

問題：做某項工作需要用多少kp的能？

b) 精度要求。

問題：完成工作機能所需的精度條件為何？

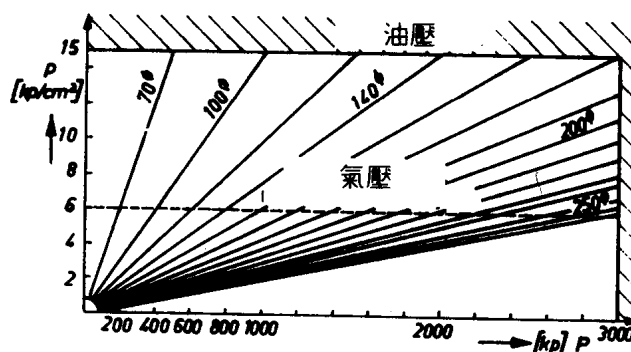
c) 速度條件。

問題：操作的速度要求條件為何？

以上三個條件可以決定某一工作情況能否利用氣壓機件使之合理化。進一步分析此三條件如下：

a) 功率條件：

首先，需要的力應在氣壓使用的經濟範圍以內，即於6 atm(g)工作壓力下出力在0—3000kp之間。（參閱圖一）。如需較此為大的力，應選用其他方式的能。這裡只考慮合於經濟的操作。因為需要的力愈大，所需氣壓唧筒直徑越大，空氣消費量越高，因此需要較大的空氣壓縮機及作更高的投資。



圖一