

流體傳動業專業
技術人才培訓課程
-氣動單元



氣壓系統動力源－空氣壓縮機 原理、功能與應用介紹

國立臺灣大學生物機電工程學系
葉仲基副教授





氣壓動力源 空氣壓縮機

壓縮空氣



1. 壓縮機：

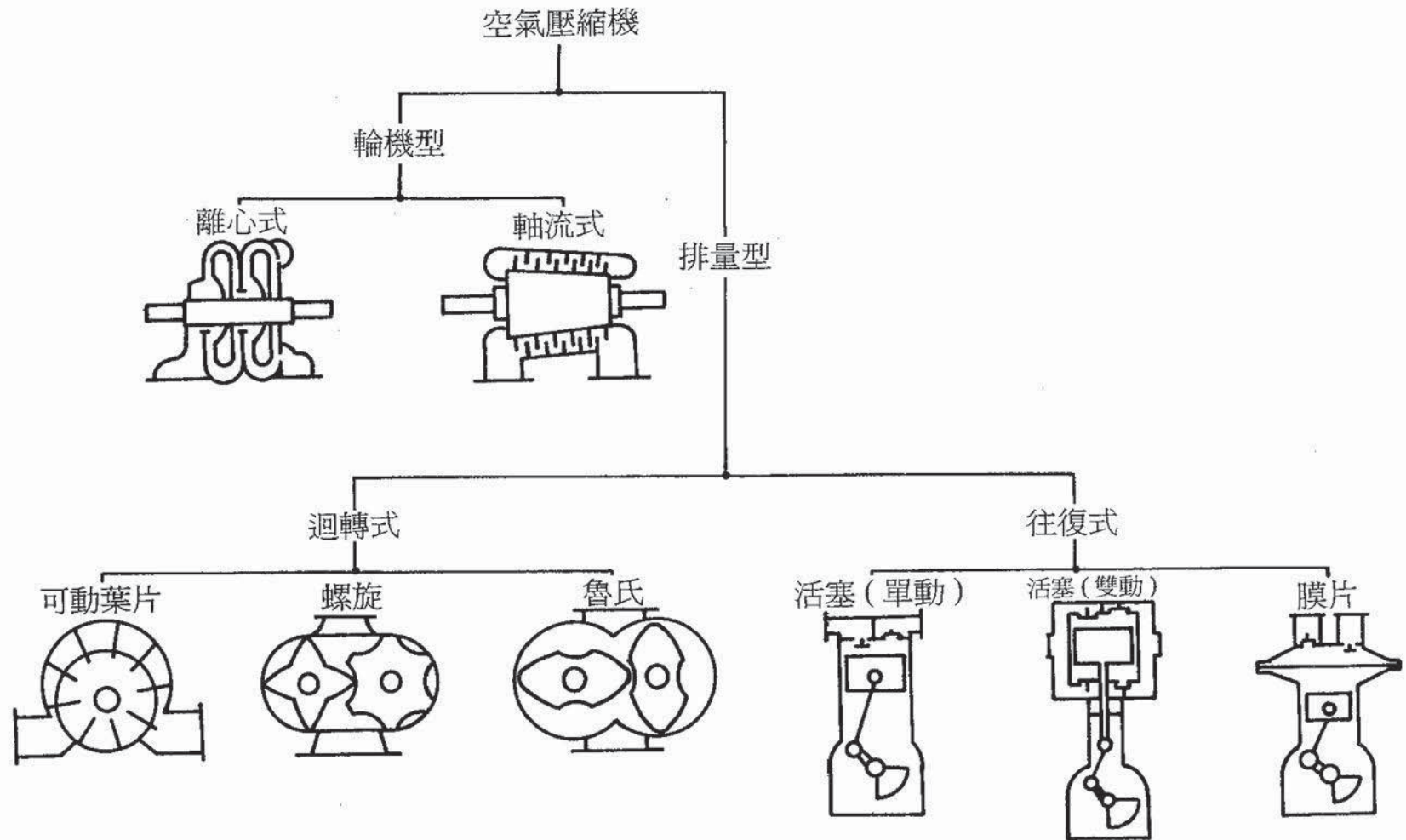
壓縮壓力 $> 1 \text{ bar}$

2. 鼓風機：

壓縮壓力 $0.1 \sim 1 \text{ bar}$

3. 風扇：

壓縮壓力 $< 0.1 \text{ bar}$

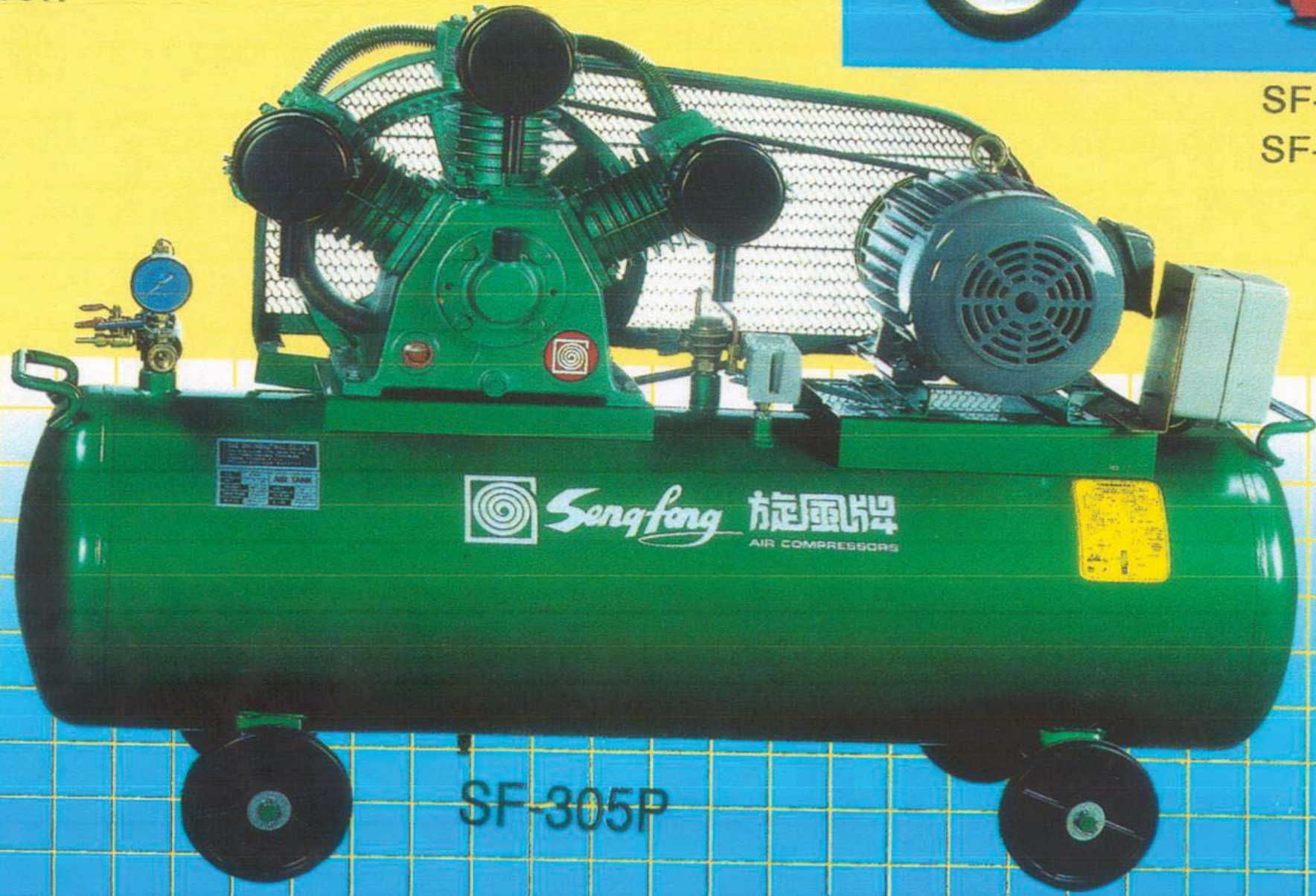




往復式空壓機



SF-20
SF-30

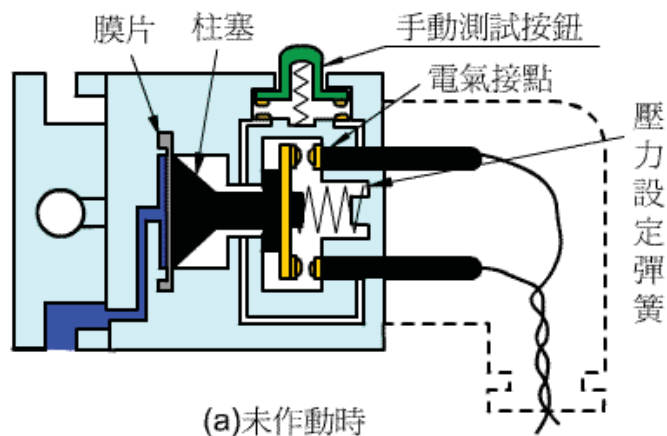


SF-305P

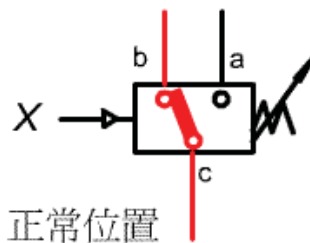


為能量轉換元件
(transducer)，可將
氣壓輸入訊號轉換為
電氣訊號輸出。
當輸入壓力大於彈簧
設定值時，接點切動

具作動壓力設定彈簧
及壓差設定彈簧



符號



壓力開關

健行

張祖烈老師教學網



適用空壓機、乾燥機、過濾器、分離器、管路等

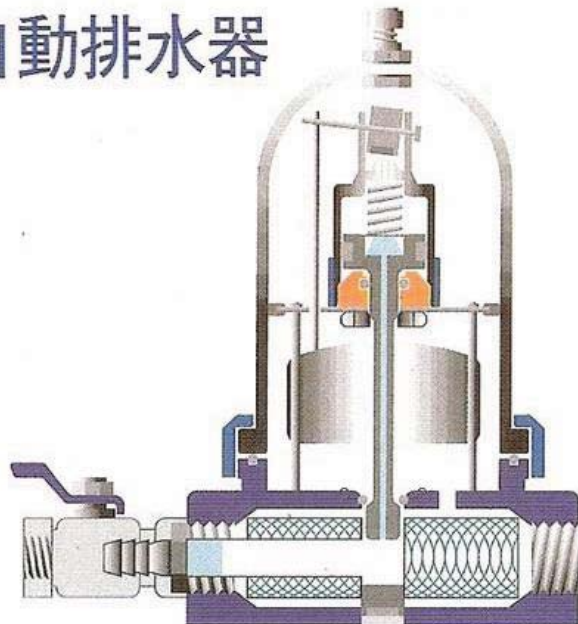


世界多國多項專利
993 全國發明展金頭腦獎

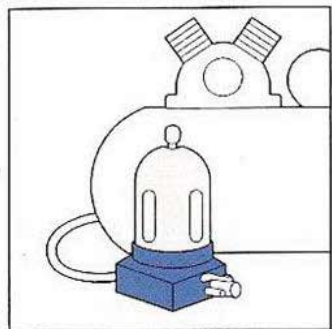




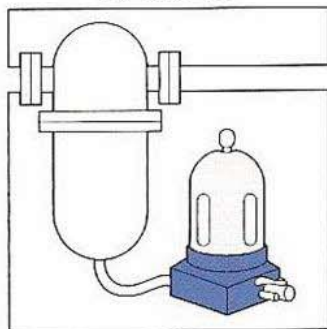
自動排水器



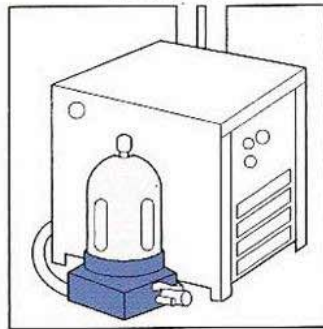
空壓機



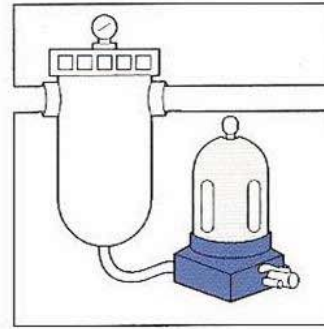
分離器



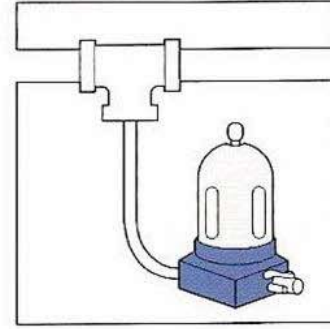
乾燥機



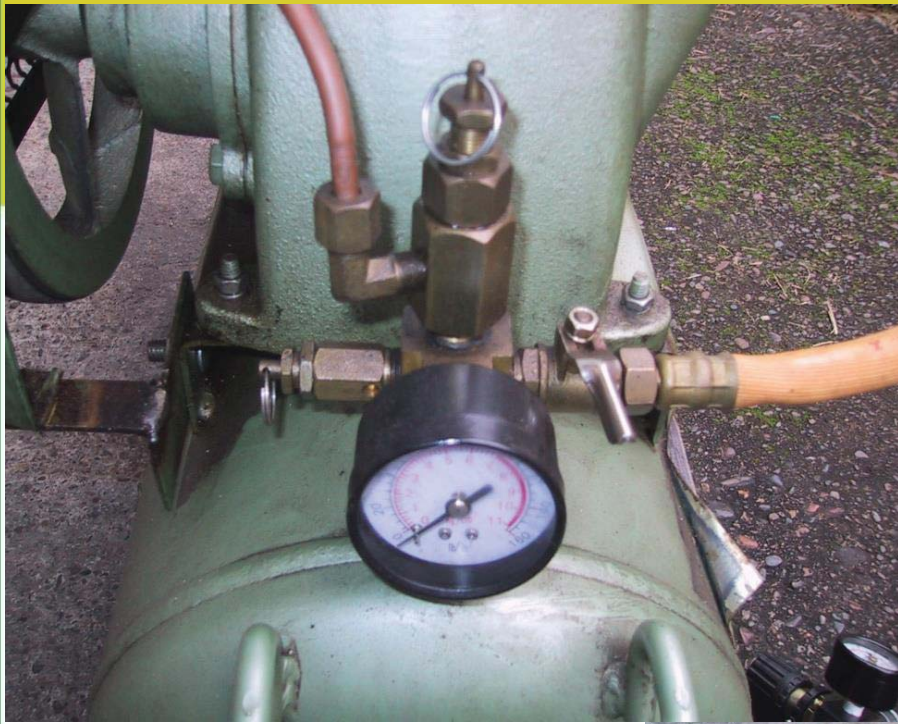
過濾器



管 路







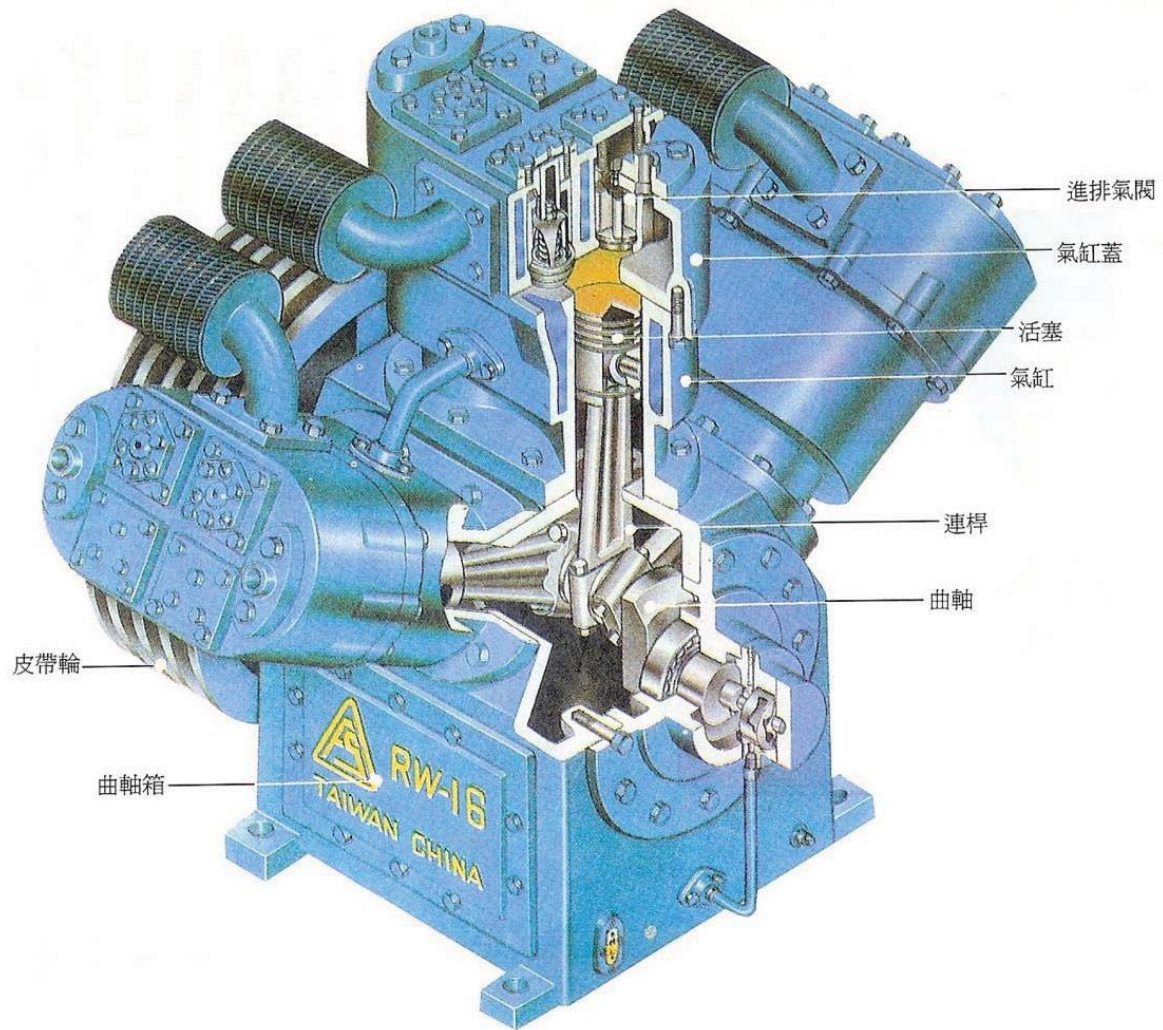


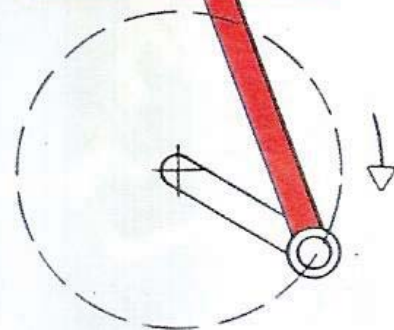
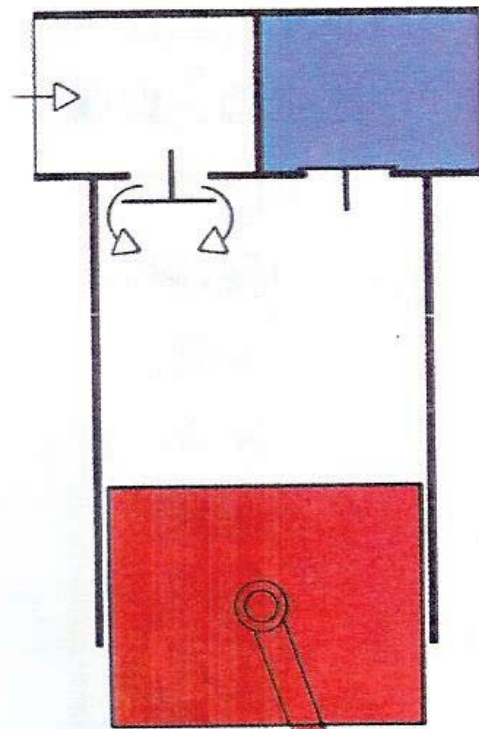
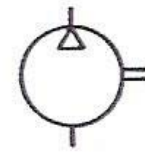
無所不在 的空壓機



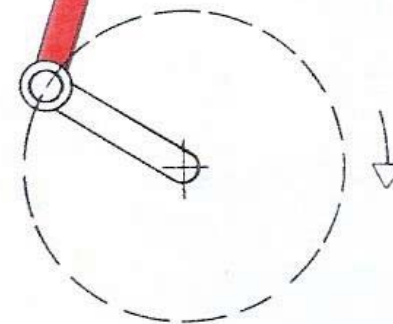
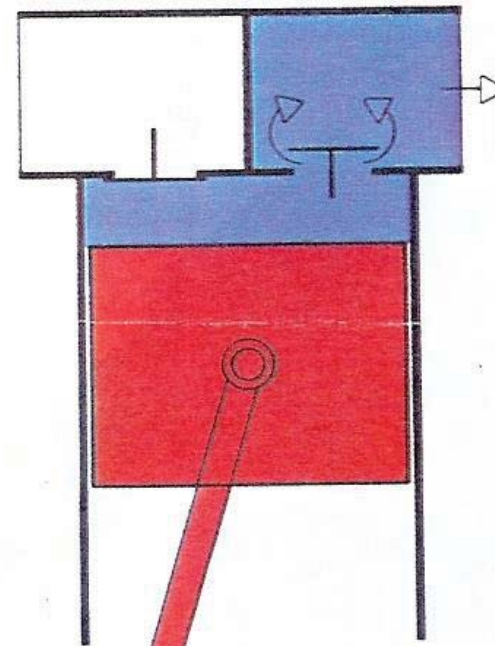
到處都看得到，
雖然是個小東西...



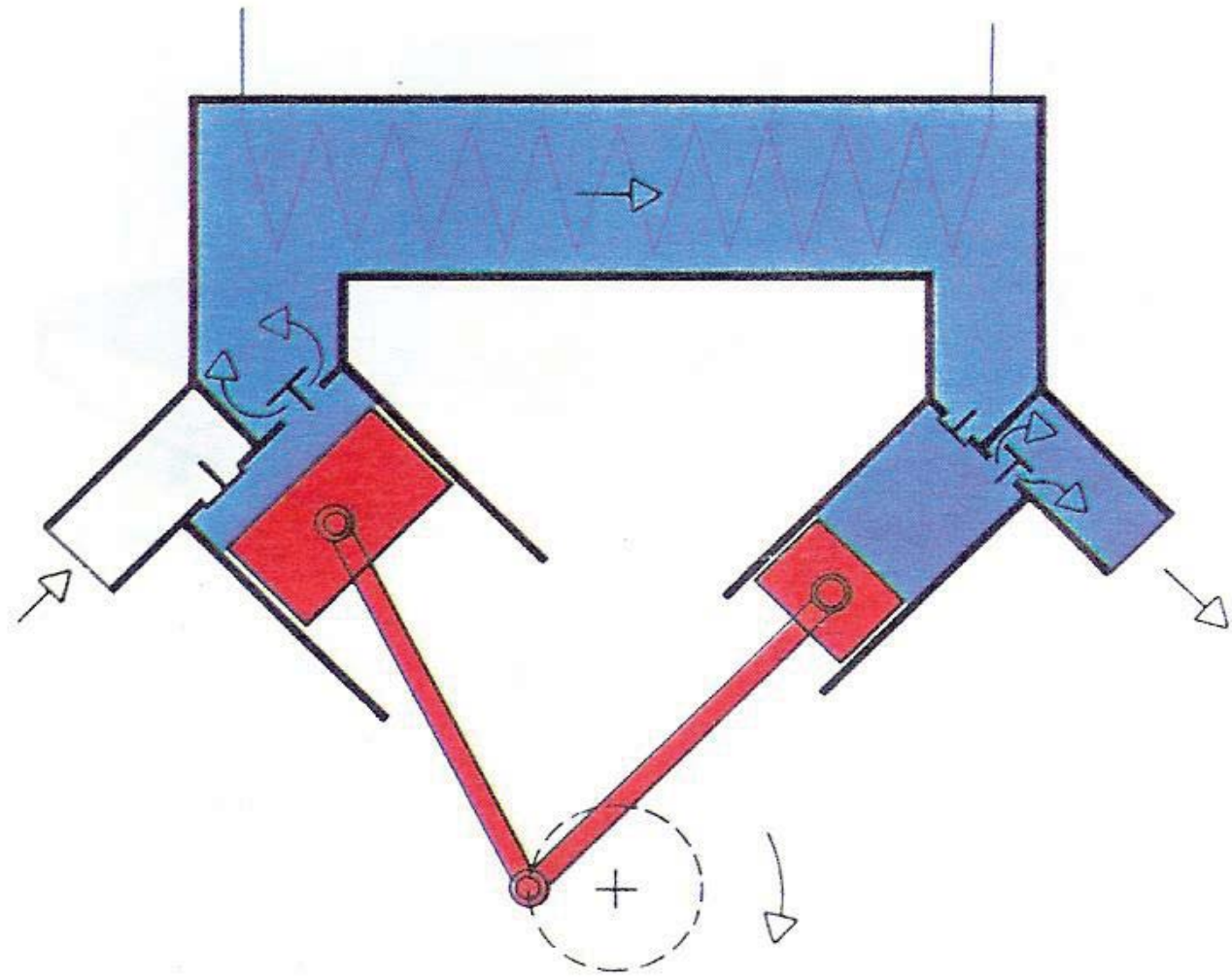
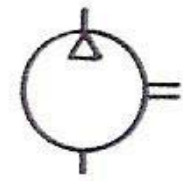




(a) 進 氣

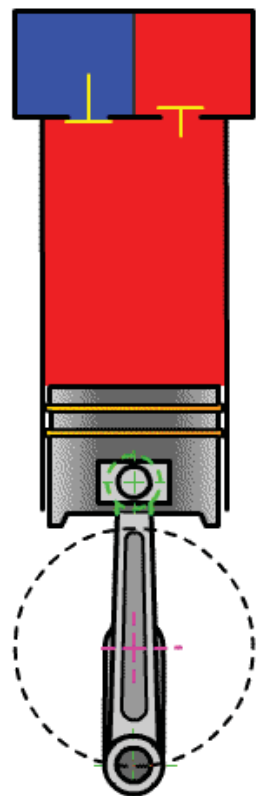


(b) 排 氣



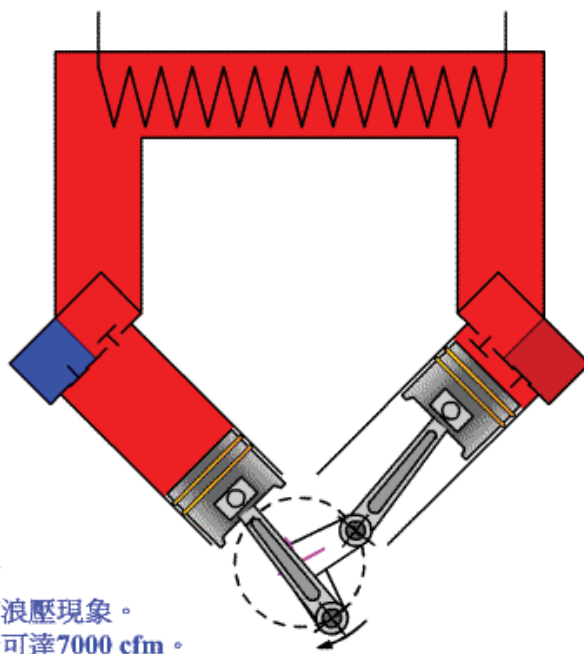


符號



單級

Piston compressor



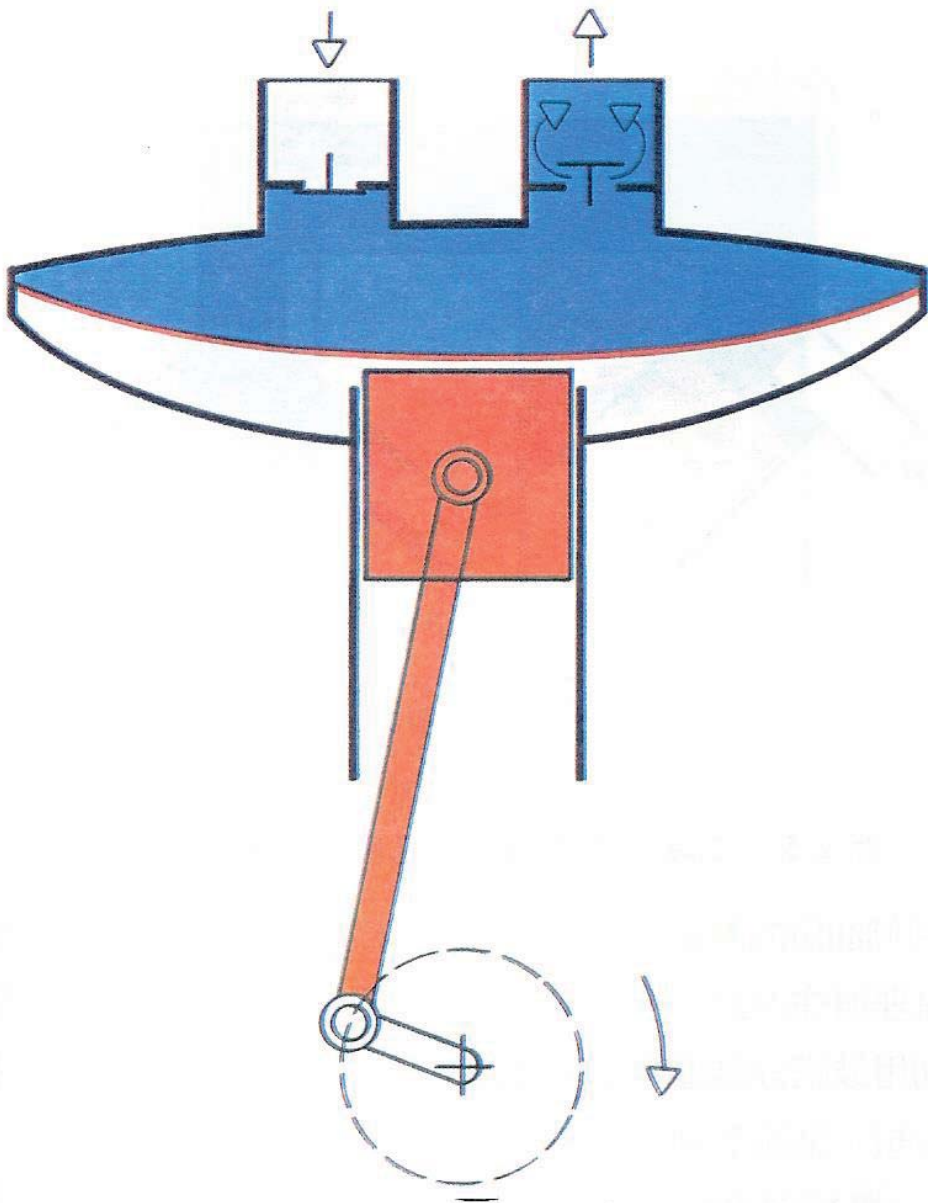
雙級(二段)

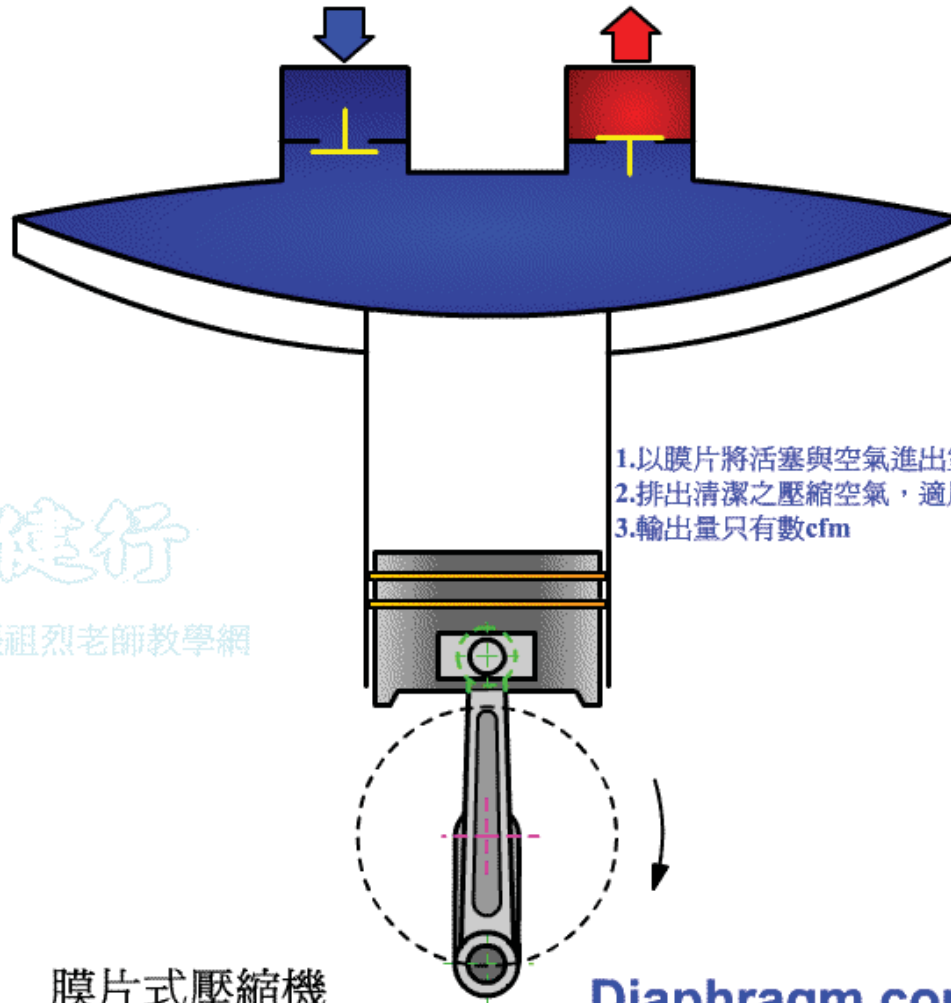
1. 效率高
2. 輸出有浪壓現象。
3. 輸出量可達7000 cfm。
4. 雙級以上，須有中間冷卻裝置。
5. 最佳輸出壓力單級6bar，雙級15bar。

活塞往復式空氣壓縮機

健行

張祖烈老師教學網





- 1.以膜片將活塞與空氣進出室隔離
- 2.排出清潔之壓縮空氣，適用於醫療、食品業
- 3.輸出量只有數cfm

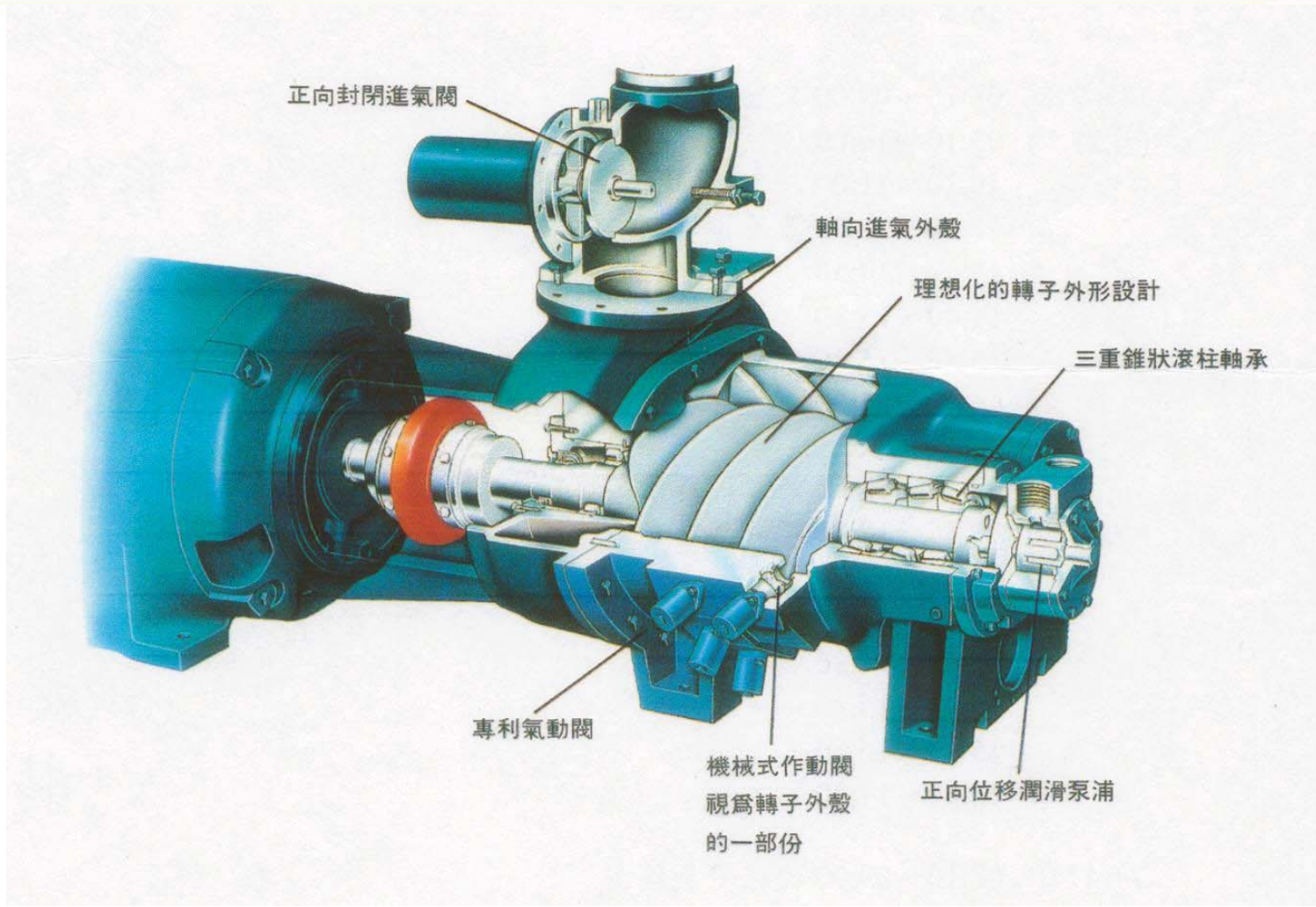
健行
張祖烈老師教學網

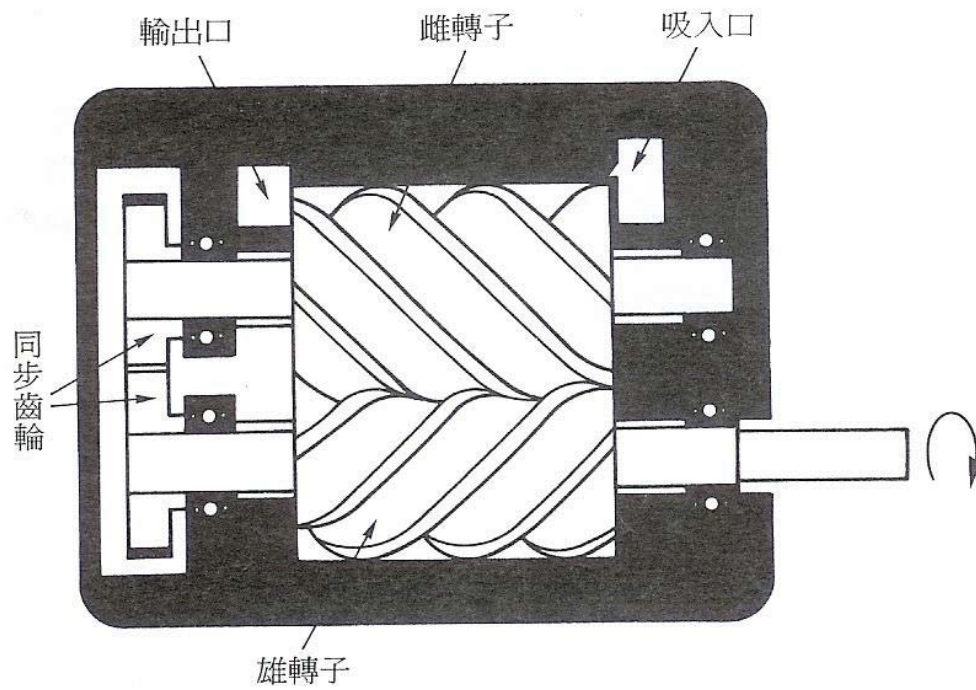
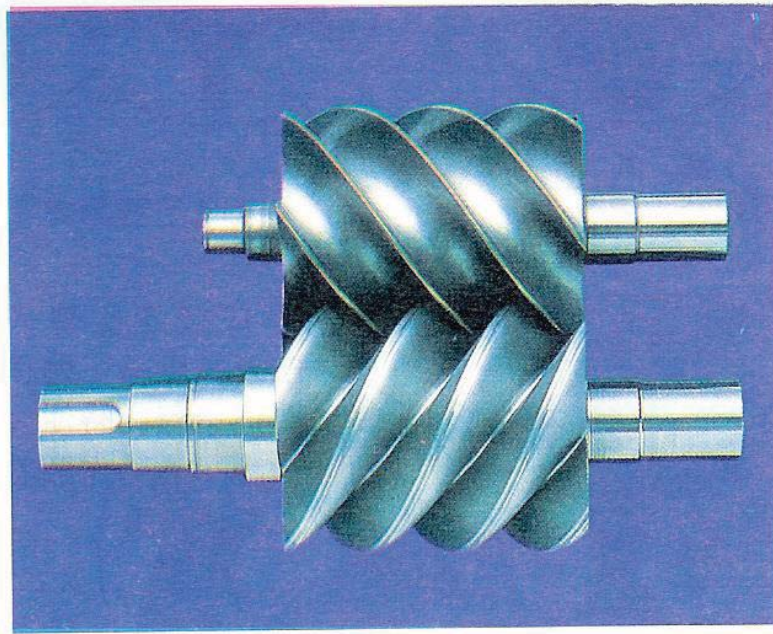
膜片式壓縮機

Diaphragm compressor



螺旋式空壓機





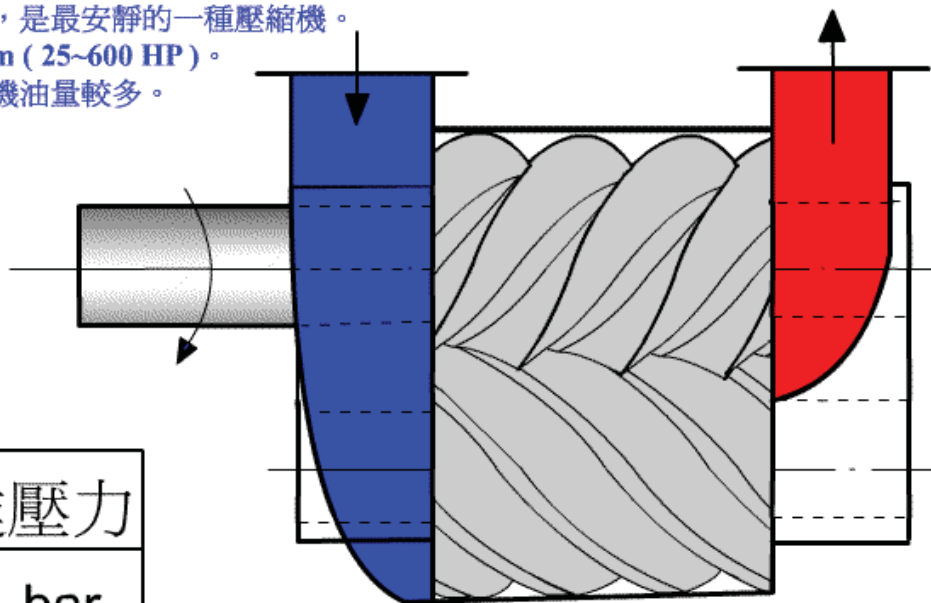


1. 運轉平穩，輸出脈動小，是最安靜的一種壓縮機。
2. 輸出量可達100~3000 cfm (25~600 HP)。
3. 結構開放，輸出氣體含機油量較多。

健行

張祖烈老師教學網

級數	可達壓力
單級	12 bar
二級	14 bar
三級	42 bar



螺旋式壓縮機



(一) 進 氣

當螺旋轉子旋轉時，自由空氣由進氣端被螺旋轉子吸入，同時與大氣隔絕。



(二) 壓 縮

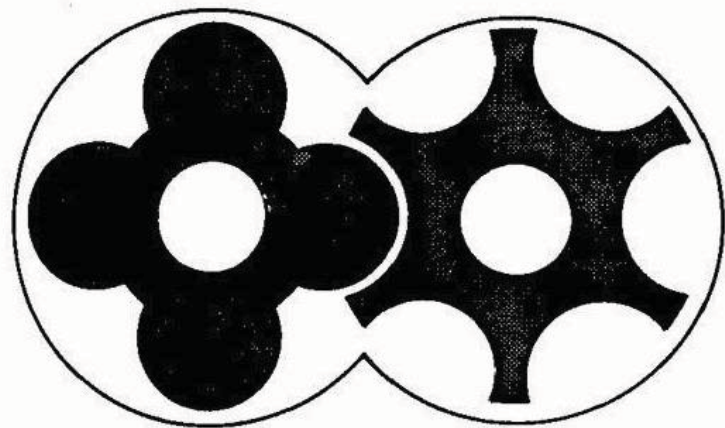
進氣形成後螺旋轉子轉動，空氣被壓縮，體積變小。在這過程同時注入潤滑油，潤滑油將作散熱、潤滑及密封作用。



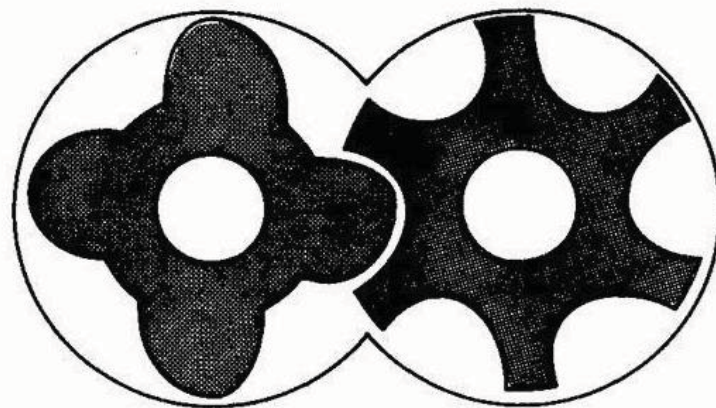
(三) 排 氣

當被壓縮空氣體積變小，壓力升高後將由壓縮機排氣端排出儲存於儲氣筒內。

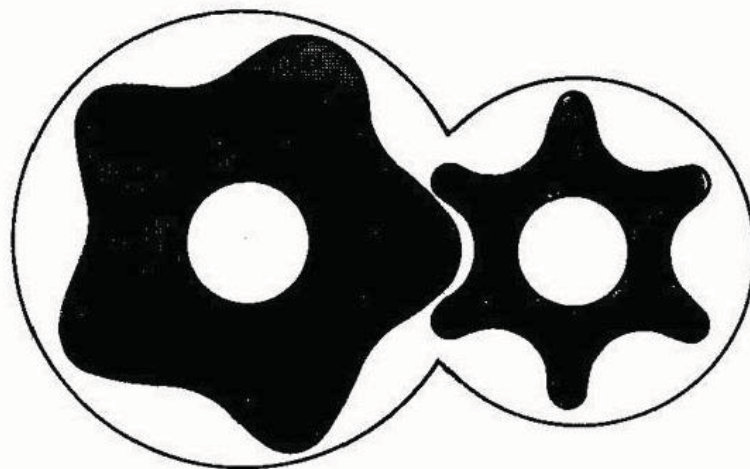




對稱轉子



不對稱轉子

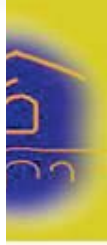


星型轉子



渦卷式空壓機





被壓縮氣體

靜盤

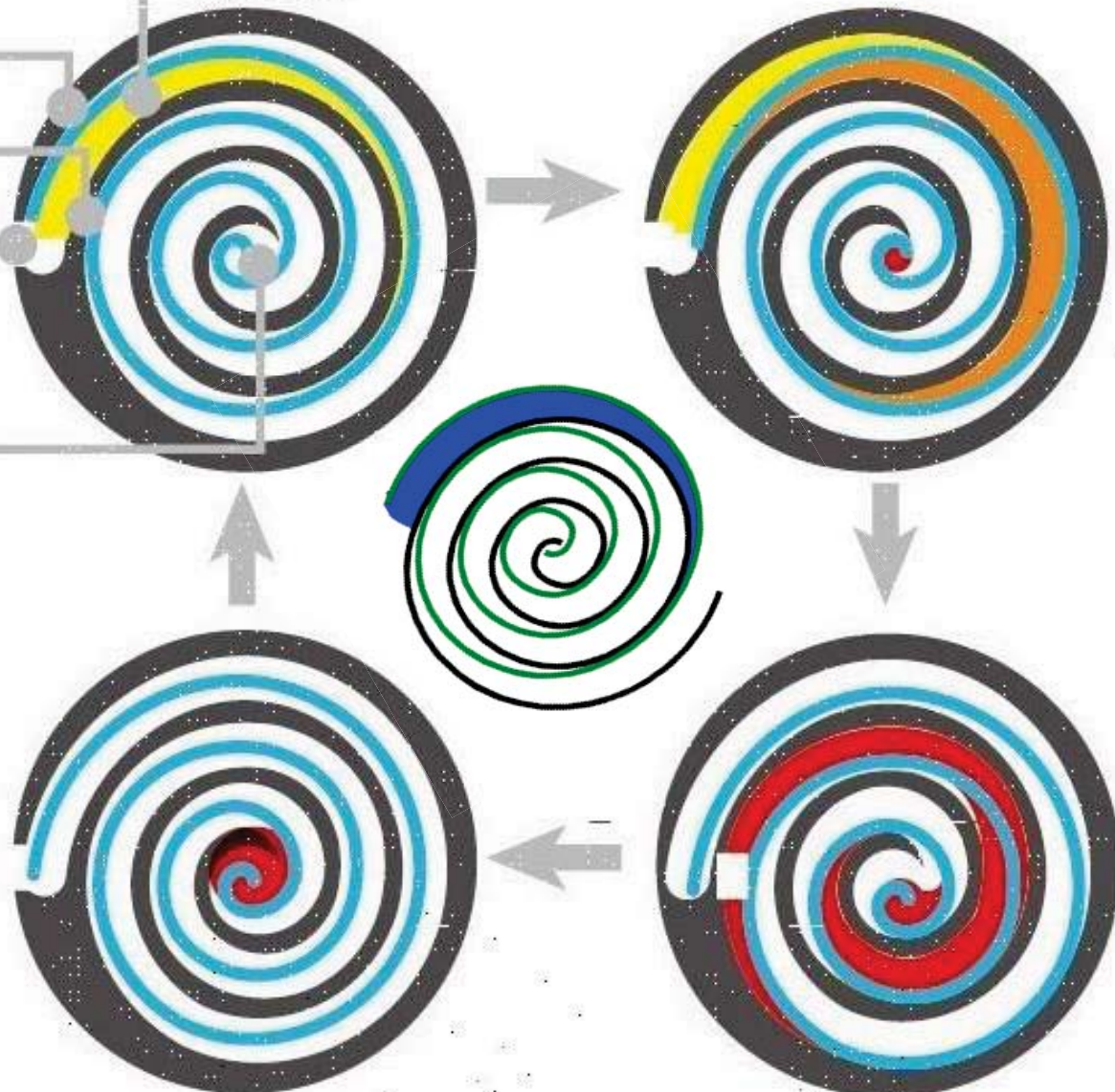
動盤

吸氣口

排氣口

吸氣

內側開始壓縮，外側吸器中



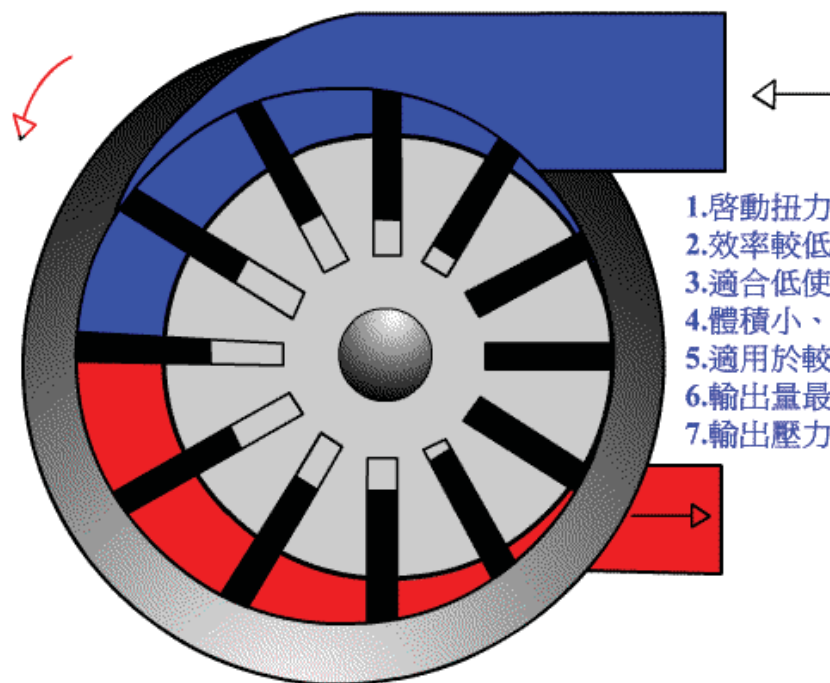
排氣

壓縮中

運作原理



Rotary vane compressor



1. 啓動扭力低，構造簡單，價廉。
2. 效率較低，振動較小。
3. 適合低使用率之場合。
4. 體積小、噪音低，輸出平穩。
5. 適用於較頻繁啓停之自動控制系統
6. 輸出量最多數百cfm，200 HP以下。
7. 輸出壓力8 bar以下。

葉輪式壓縮機

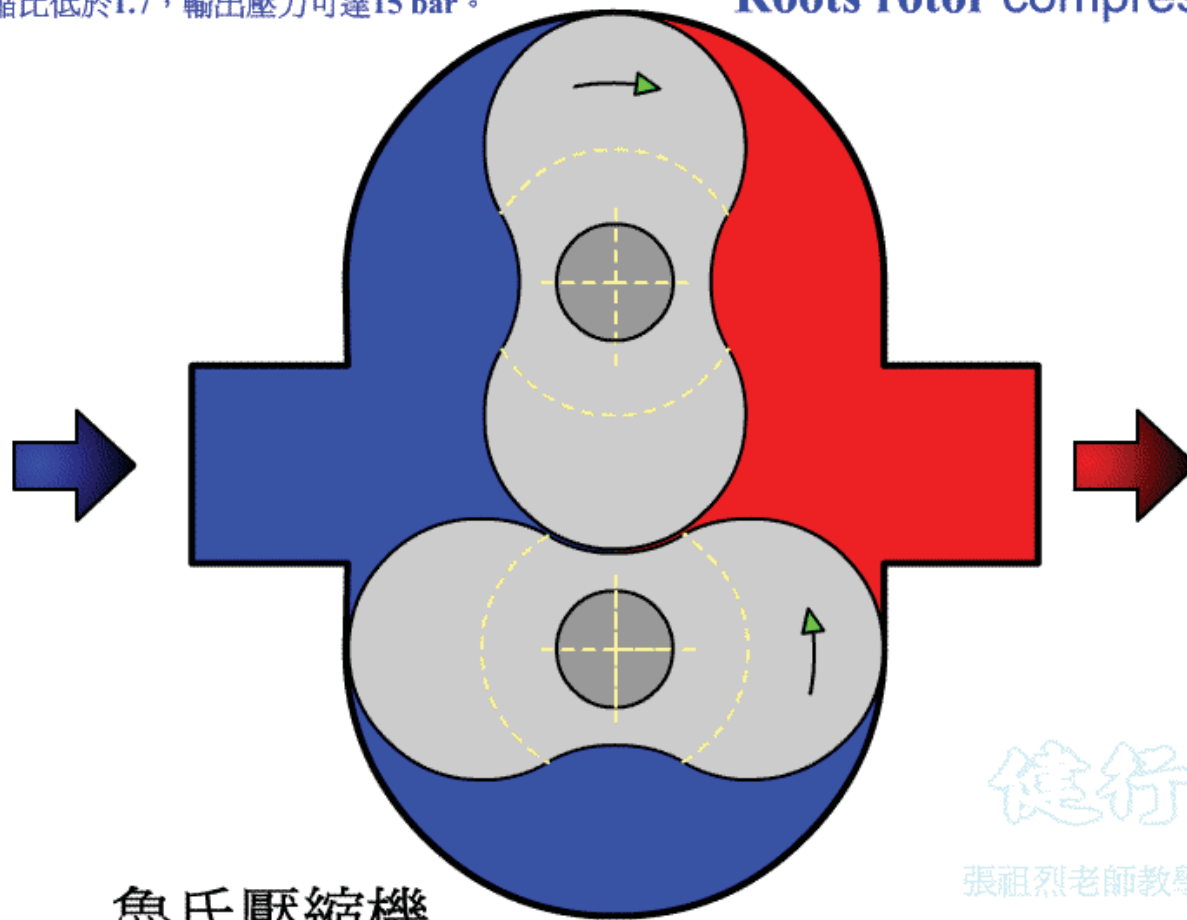
健行

張祖烈老師教學網



1. 剛性較輪葉泵佳，高速運轉下，可得較大之容積效率。
2. 壓縮比低於1.7，輸出壓力可達15 bar。

Roots rotor compressor



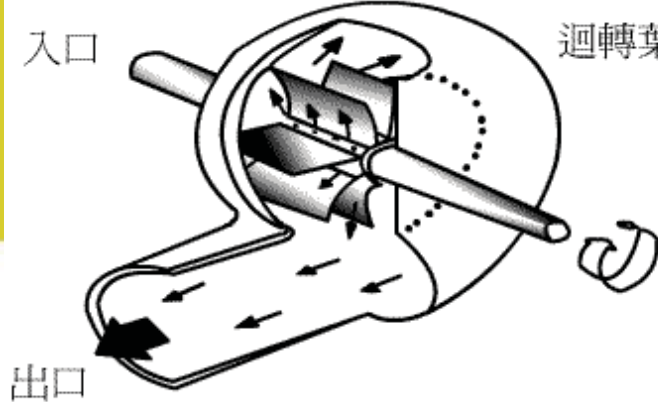
魯氏壓縮機

健行

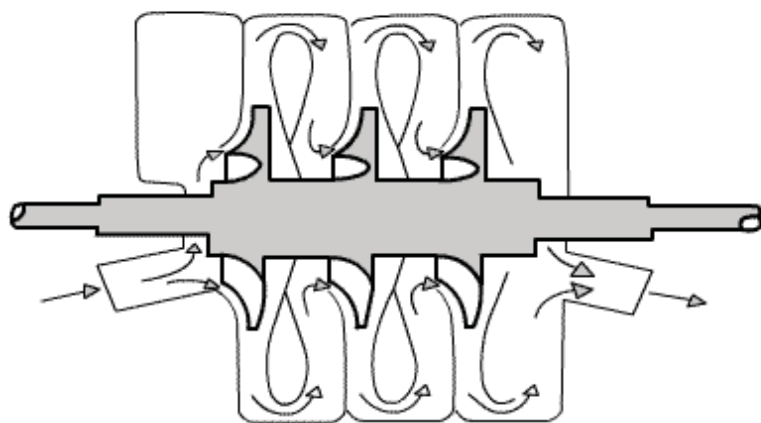
張祖烈老師教學網

入口

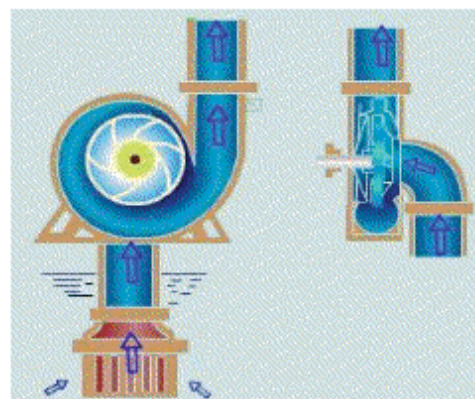
迴轉葉片



(a) 離心式壓縮機



(b) 多級離心式壓縮機



(c) 水泵(抽水機)

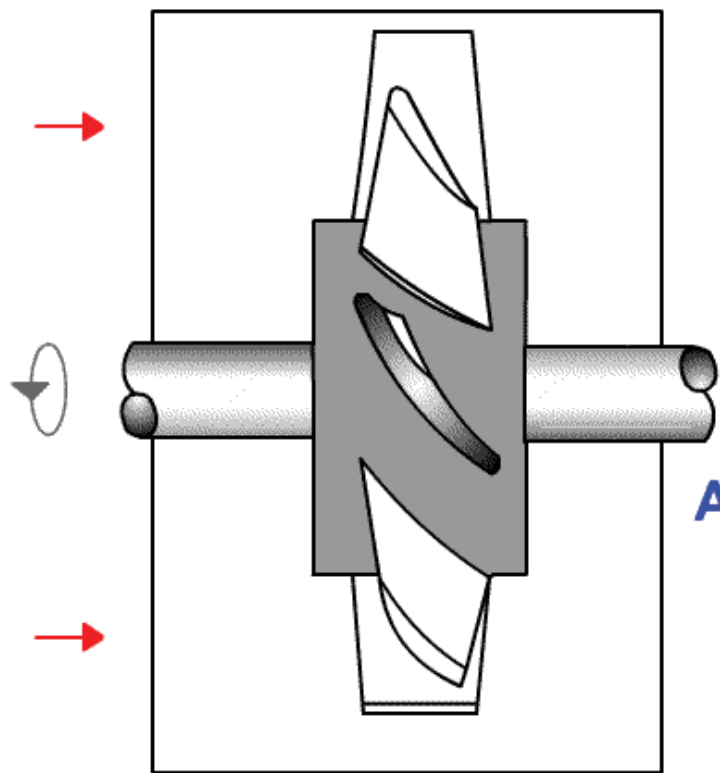
1. 在低輸出壓時，效率較往復式高。
2. 為達經濟效率，必須在額定負載之狀況下使用。
3. 輸出壓力範圍為0.5~300bar。
4. 輸出量達到2000cfm時，才合乎經濟使用範圍。
5. 在全負載下，輸出量到達6000cfm時效率比往復式高。

健行

離心式壓縮機



1. 屬速度型壓縮機，最大的功率可以達到**150000KW**，排氣量**20000m³/min**，效能比可達約**90%**。
2. 在小直徑中，就可擁有相當高的流量、壓縮比以及效率。適合於空間受限制之場合（如飛機）

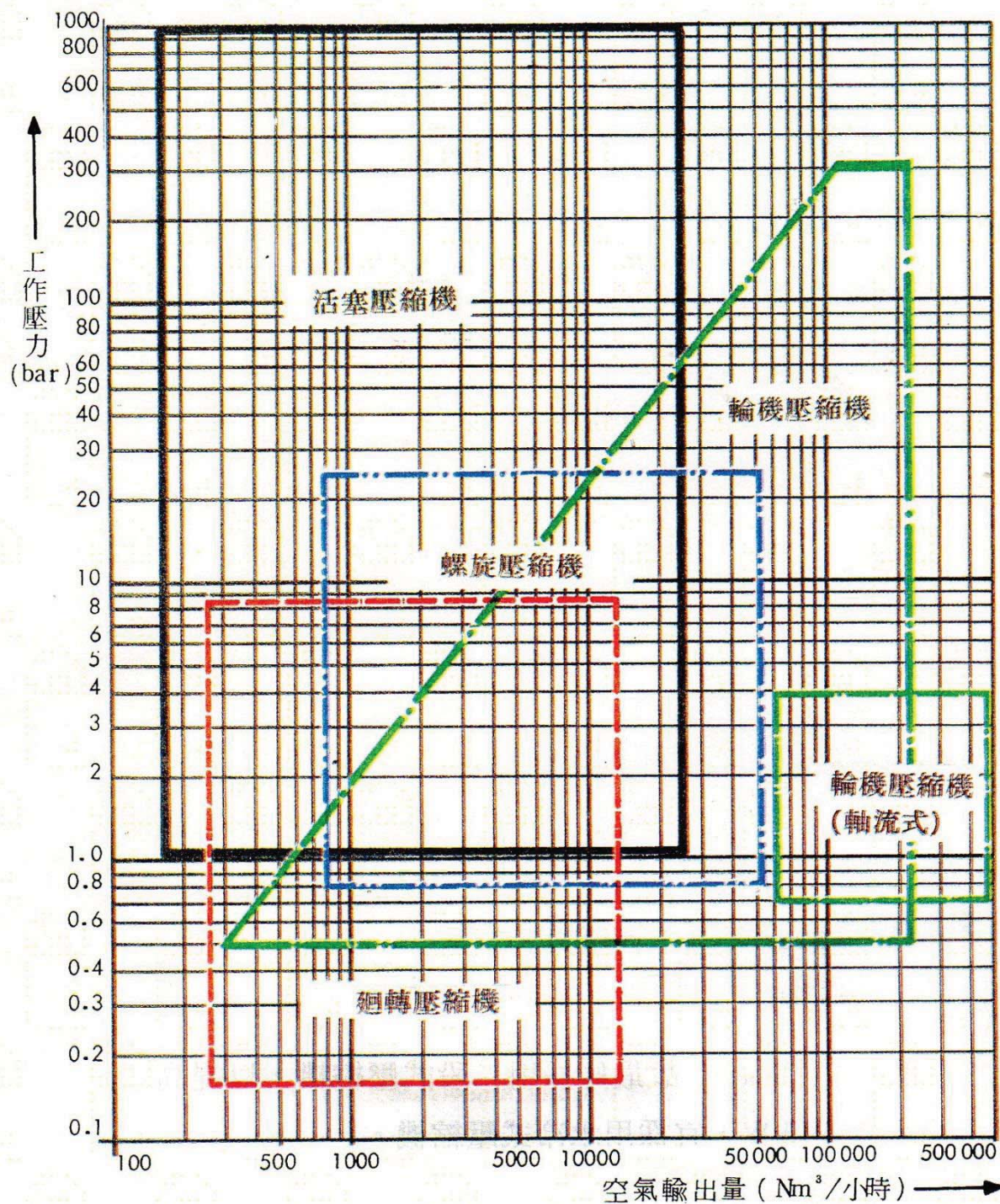


Axial compressor

軸流式壓縮機

健行

張祖烈老師教學網



各種空壓機之供氣輸出量及工作壓力



空壓機之供氣量 Q :

$$Q = (Q_{\text{act}} + Q_{\text{future}}) \times 1.2$$

where

Q_{act} = 氣壓缸(馬達、擺動器)、氣動工具與
氣壓噴嘴等設備之空氣消耗量

Q_{future} = 未來擴充設備所需空氣消耗量



空壓機之供氣壓力 P :

$$P = P_1 + 2 \text{ bar}$$

where

P_1 = 作動器所需壓力

6 bar 西德Festo常用壓力

5 bar 日本產品常用壓力



空壓機選用之經驗數據

供氣量需求 (cfm)	馬力要求 (HP)	適用壓縮機
100 以下	25 以下	往復式
100~1,200	25~300	往復式或螺旋式
1,200~3,000	300~600	往復式、螺旋式或離心式
3,000~6,400	600~1,250	往復式或離心式
6,400~18,000	1,500~4,000	離心式

註： $\text{cfm} = \text{ft}^3 / \text{min}$ ， $1 \text{ cfm} = 28.3 \text{ N}\ell / \text{min}$

驅動空壓機所需馬力之另種經驗數據：
每100 $\text{N}\ell / \text{min}$ @7 bar約需1 hp之動力



壓縮空氣儲存設備，有立式、臥式結構如圖，一般多連結於空壓機出氣端，具進氣口、出氣口，並附排水閥、壓力錶、放洩閥、開關閥、支撐腳(輪)、壓力開關等周邊。為主要儲積氣裝置，一般而言容積較蓄壓器大。

空氣儲存器 (Air Receiver)



儲氣筒全體積

驅動馬達的額定馬力 [kW]	儲氣筒的全體積 [ℓ]	驅動馬達的額定馬力 [kW]	儲氣筒的全體積 [ℓ]
0.2	15 以上	2.2	80 以上
0.4	25 以上	3.7	100 以上
0.75	35 以上	5.5	100 以上
1.5	60 以上		

(註) 在 0.2 kW 馬下力，根據所使用的狀況，其儲氣筒體積未達 15 ℓ 亦可。



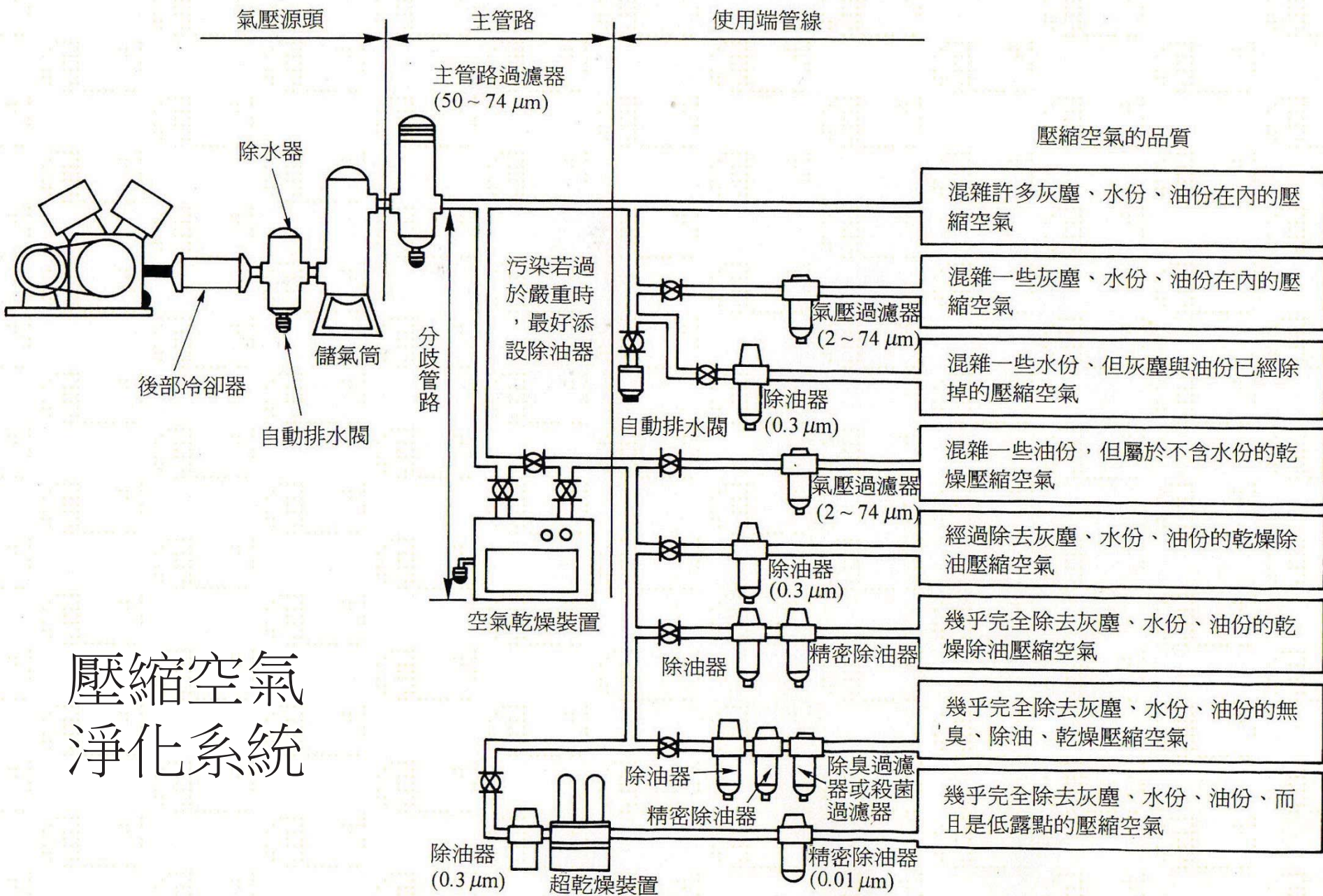
空壓機選用 應考慮事項

1. 供氣量與供氣壓力
2. 空壓機種類選定
3. 儲氣筒尺寸
4. 空壓機台數
5. 給油式/無給油式
6. 噪音
7. 安裝方式
8. 驅動方式

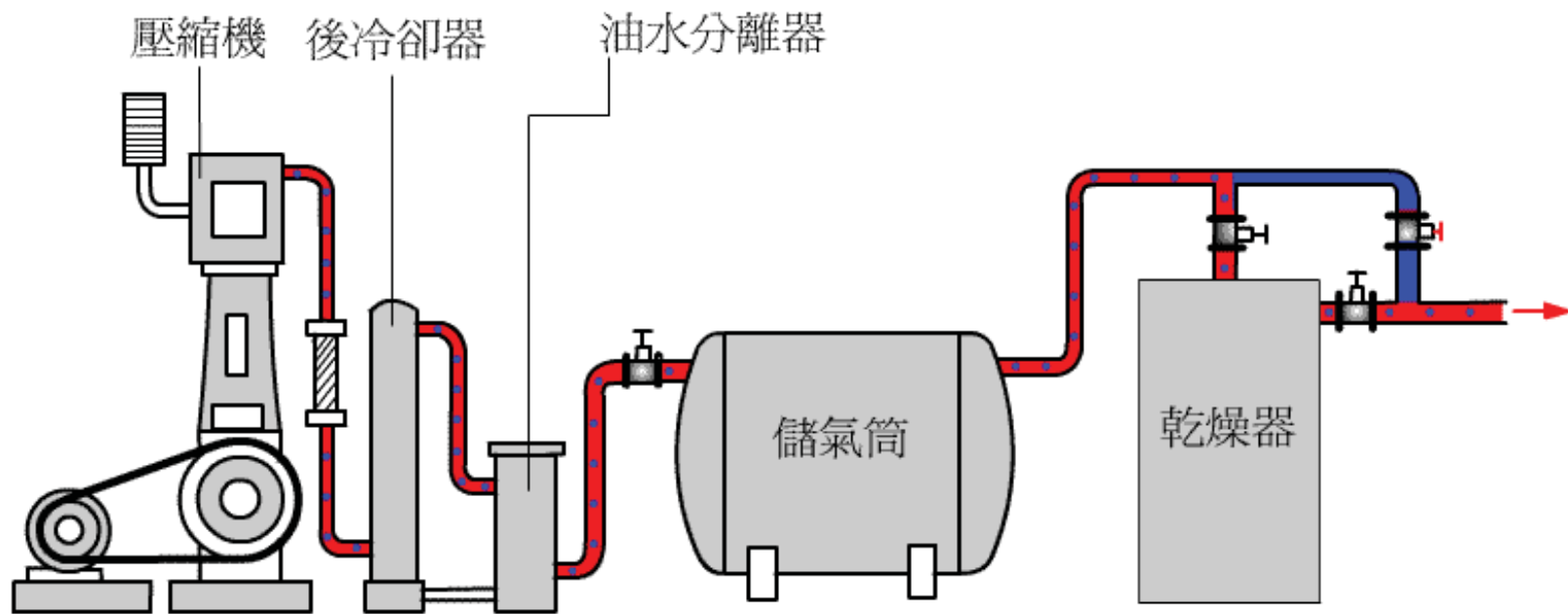


污染物對氣壓系統之影響

污染物質	對機械等的影響
水份	線圈的絕緣不良，因生鏽而使閥體固著及壽命減短、凍結
油份	橡膠系的閥會膨脹，使機械壽命減短、污染、塗裝不良、小口通路面積變化、閥體的固著
碳渣	閥體固著、密封不良、堆積太多會發生火災、爆炸、污染小口徑的通路面積變化、塗裝不良、機械壽命減短
柏油狀積碳	閥體的固著、通路面積阻塞、污染、塗裝不良、機械壽命減短
鐵鏽	閥體的固著、密封不良、機械壽命減短、污染、通路面積變化
塵埃	過濾器網阻塞、密封不良



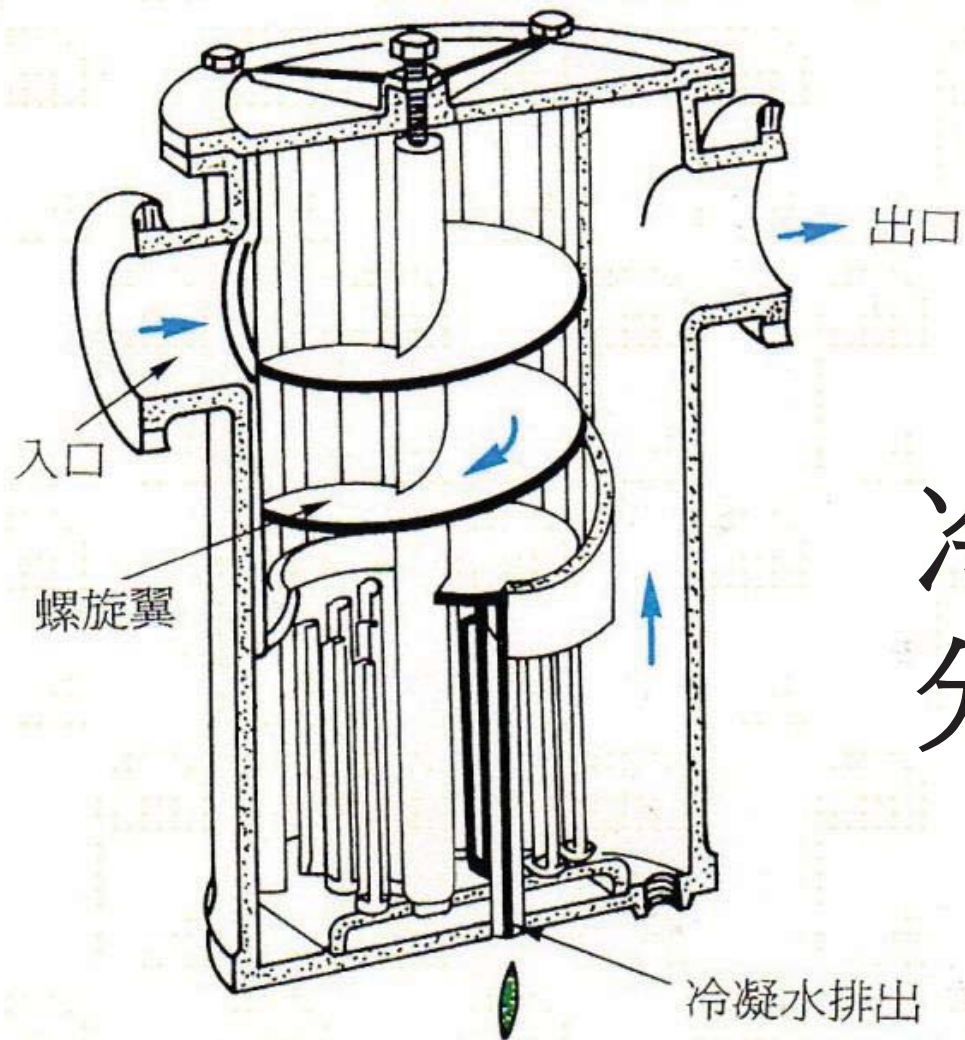
壓縮空氣淨化系統



健行

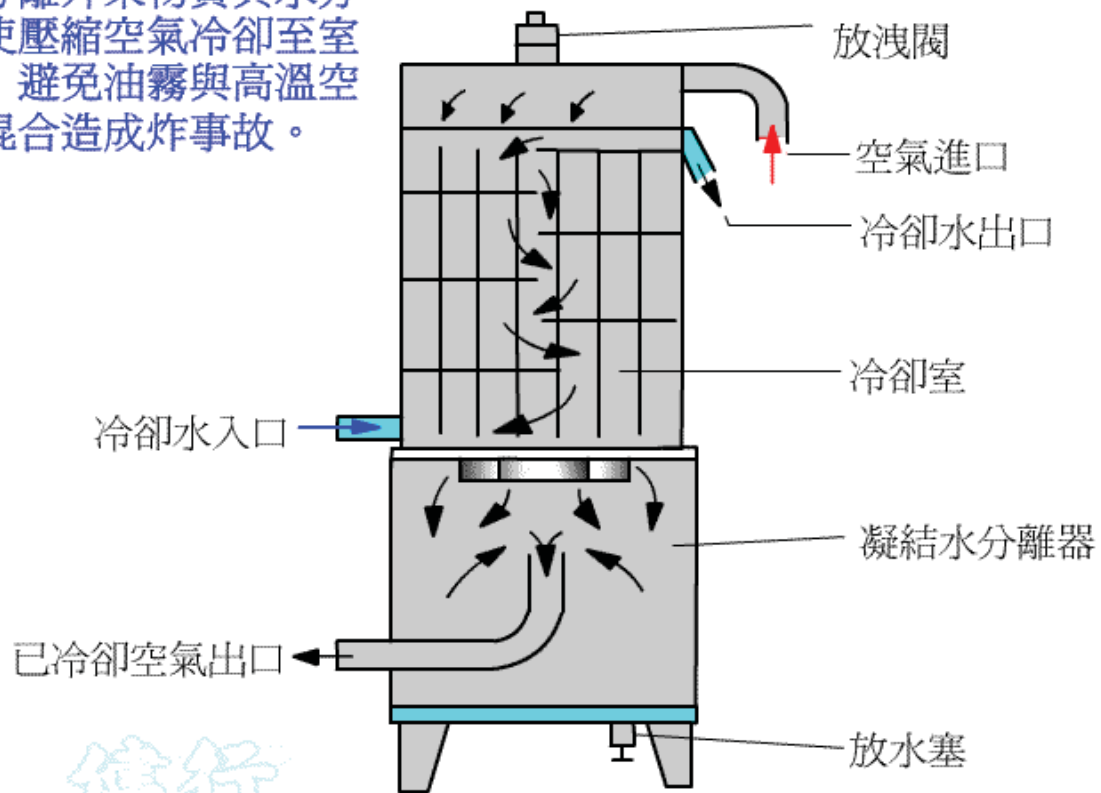
張祖烈老師教學網

壓縮空氣產生設備

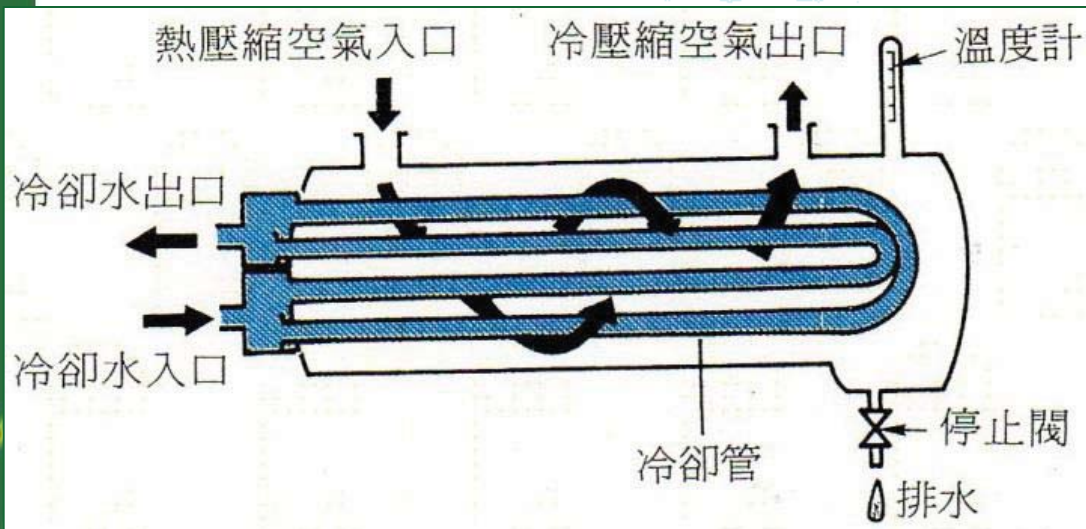


冷凝水分離器

可分離外來物質與水分
並使壓縮空氣冷卻至室
溫，避免油霧與高溫空
氣混合造成炸事故。



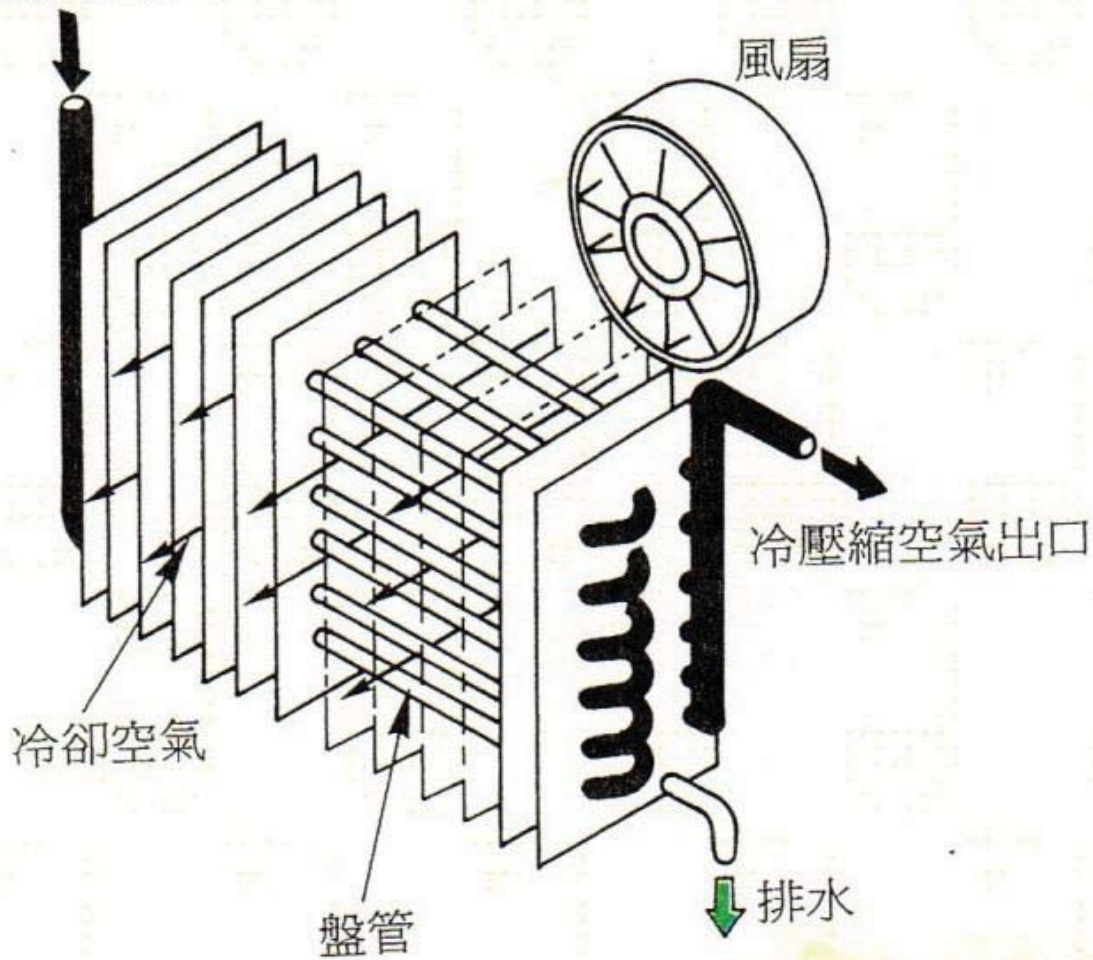
健行



後冷卻器
(水冷式)



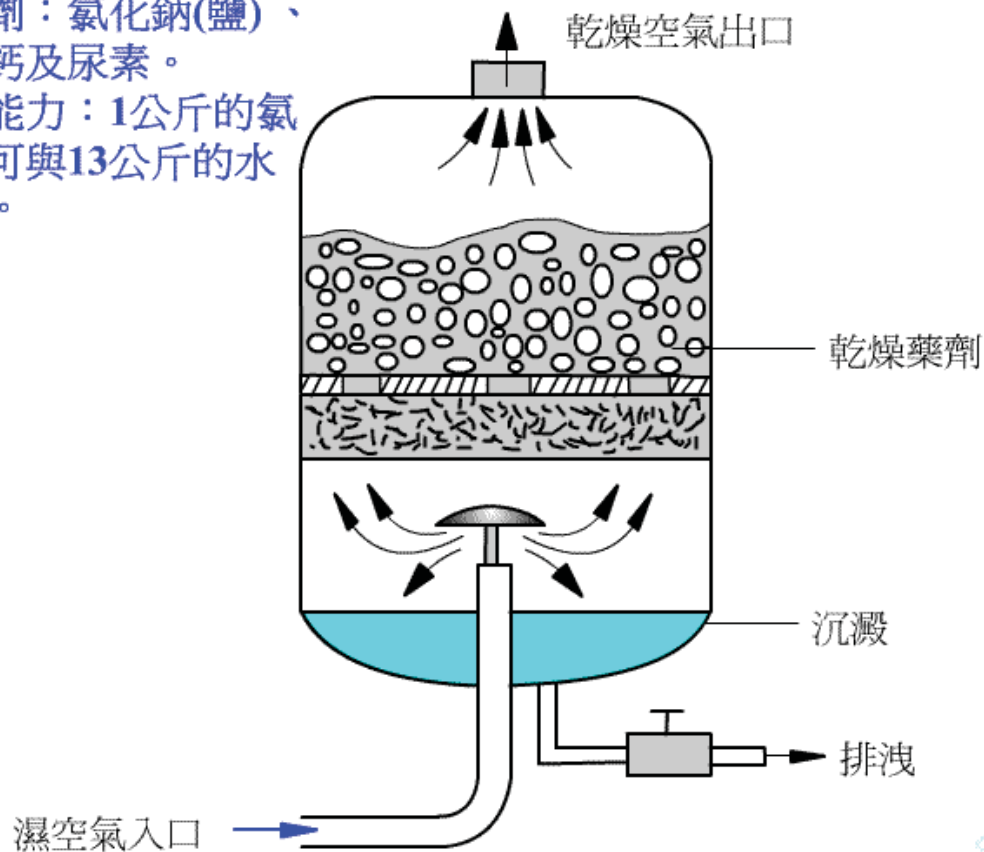
熱壓縮空氣入口



氣冷式 後冷卻器



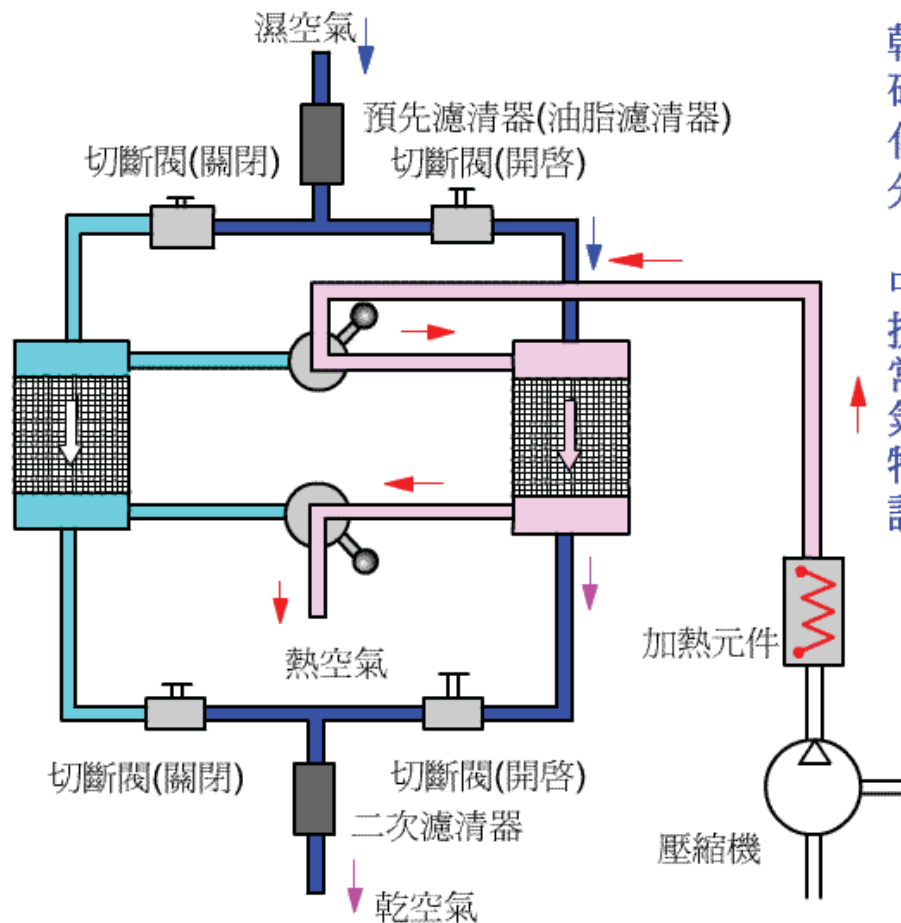
乾燥劑：氯化鈉(鹽)、
氯化鈣及尿素。
乾燥能力：1公斤的氯
化鈉可與13公斤的水
結合。



潮解式吸收乾燥器

健行

張祖烈老師教學網



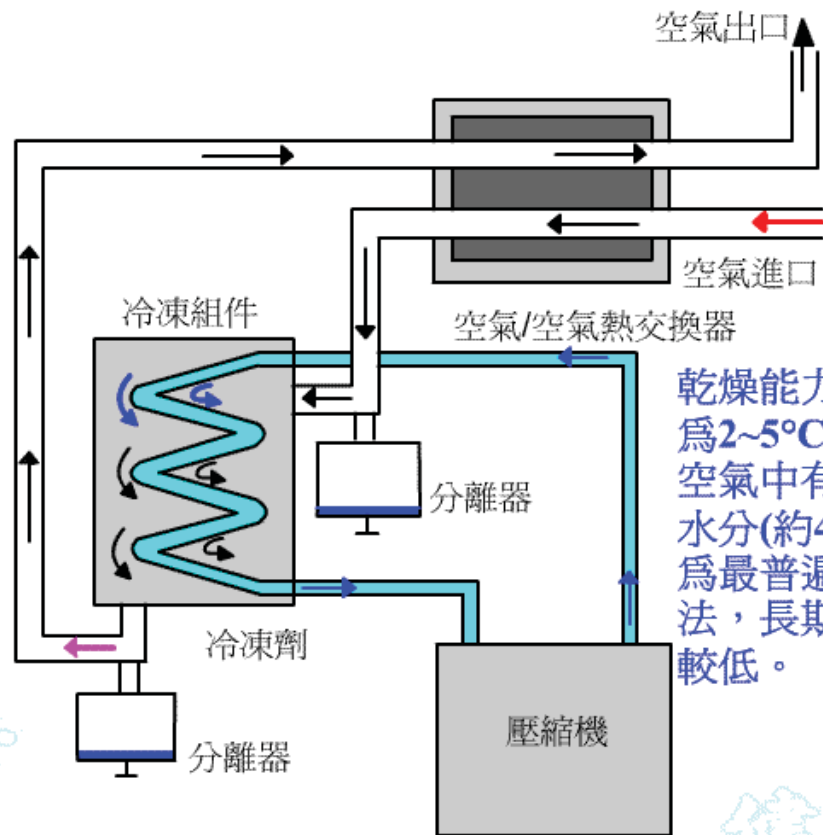
乾燥劑：可採用矽化膠、活性氧化鋁、活性炭及分子篩等。

操作費為三者中最高者，但可提供較清潔及非常乾燥的壓縮空氣，一般均用於特殊儀器及醫療設備。

再生式吸附乾燥設備

健行

張祖烈老師教學網



乾燥能力：露點為2~5°C，壓縮空氣中有少量的水分(約4.5g/m³)為最普遍的乾燥法，長期的投資較低。

健行

健行

冷凍式(低溫)乾燥法

張祖烈老師教學網



空氣調理組



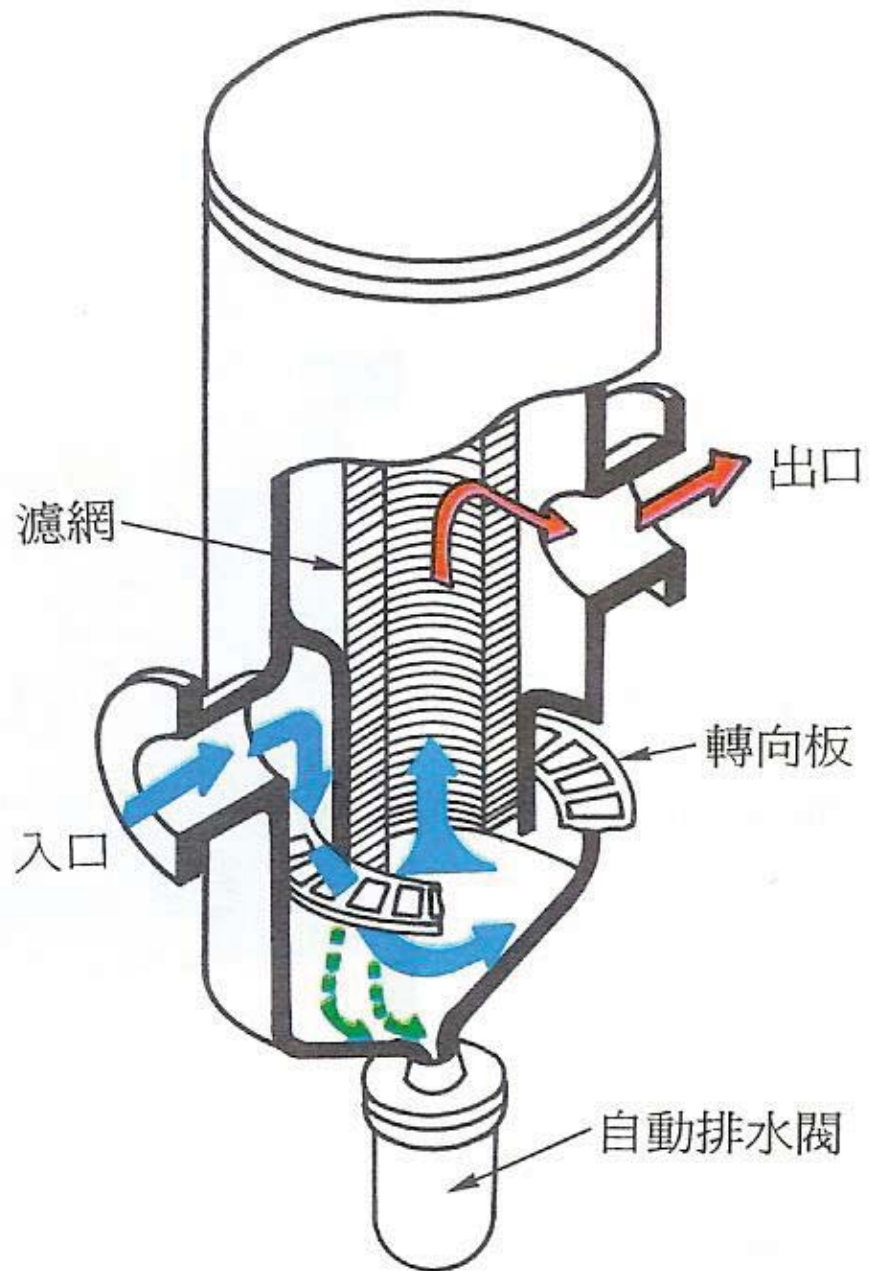
組成

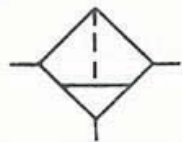
1. 空氣濾清器
2. 調壓閥
3. 壓力計
4. 潤滑器



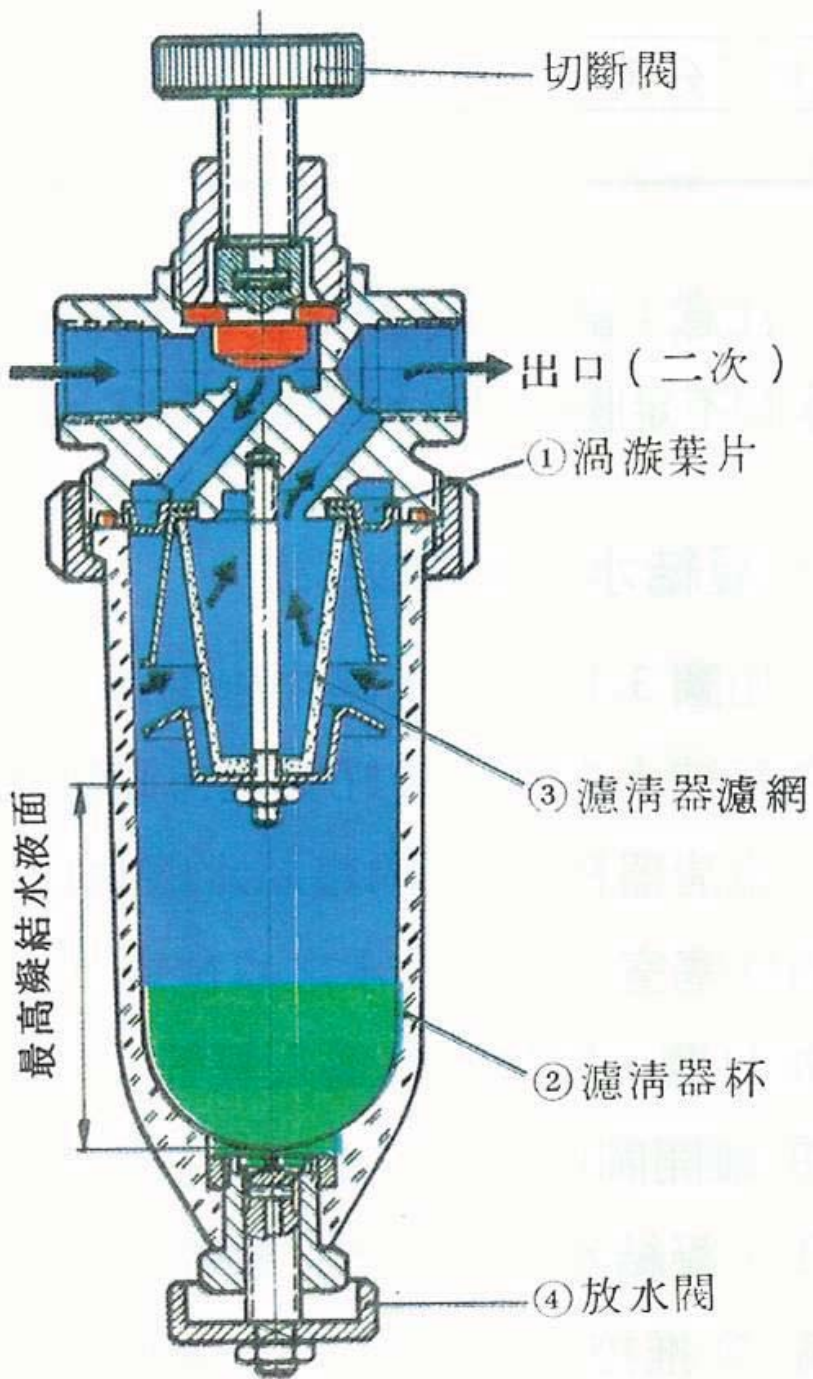
空氣濾清器

1. 功能：濾清空氣
2. 型式：手動/自動排水





入口（一次）



切斷閥

出口（二次）

① 渦漩葉片

③ 濾清器濾網

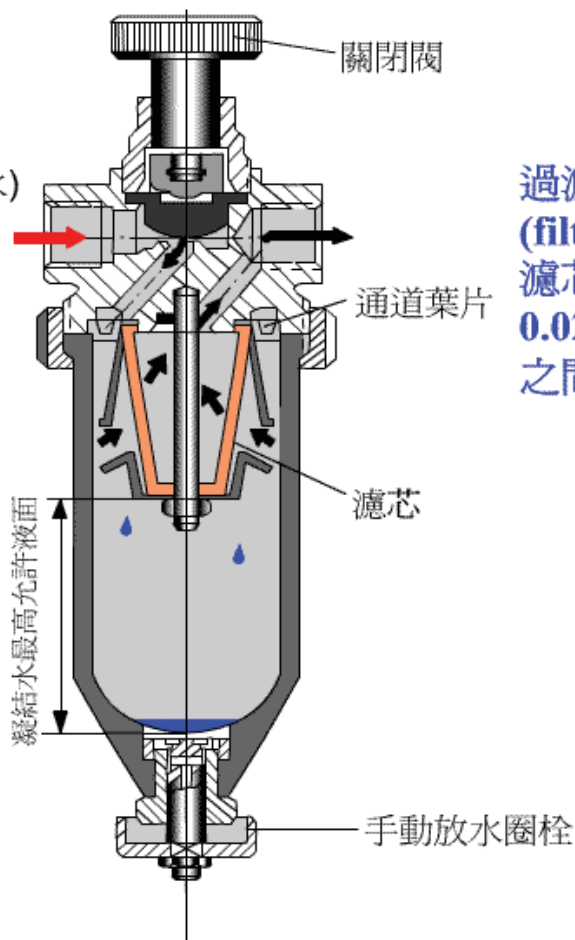
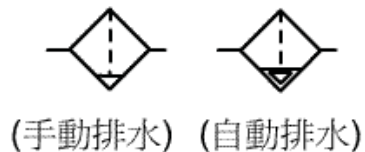
最高凝結水液面

② 濾清器杯

④ 放水閥



符號:

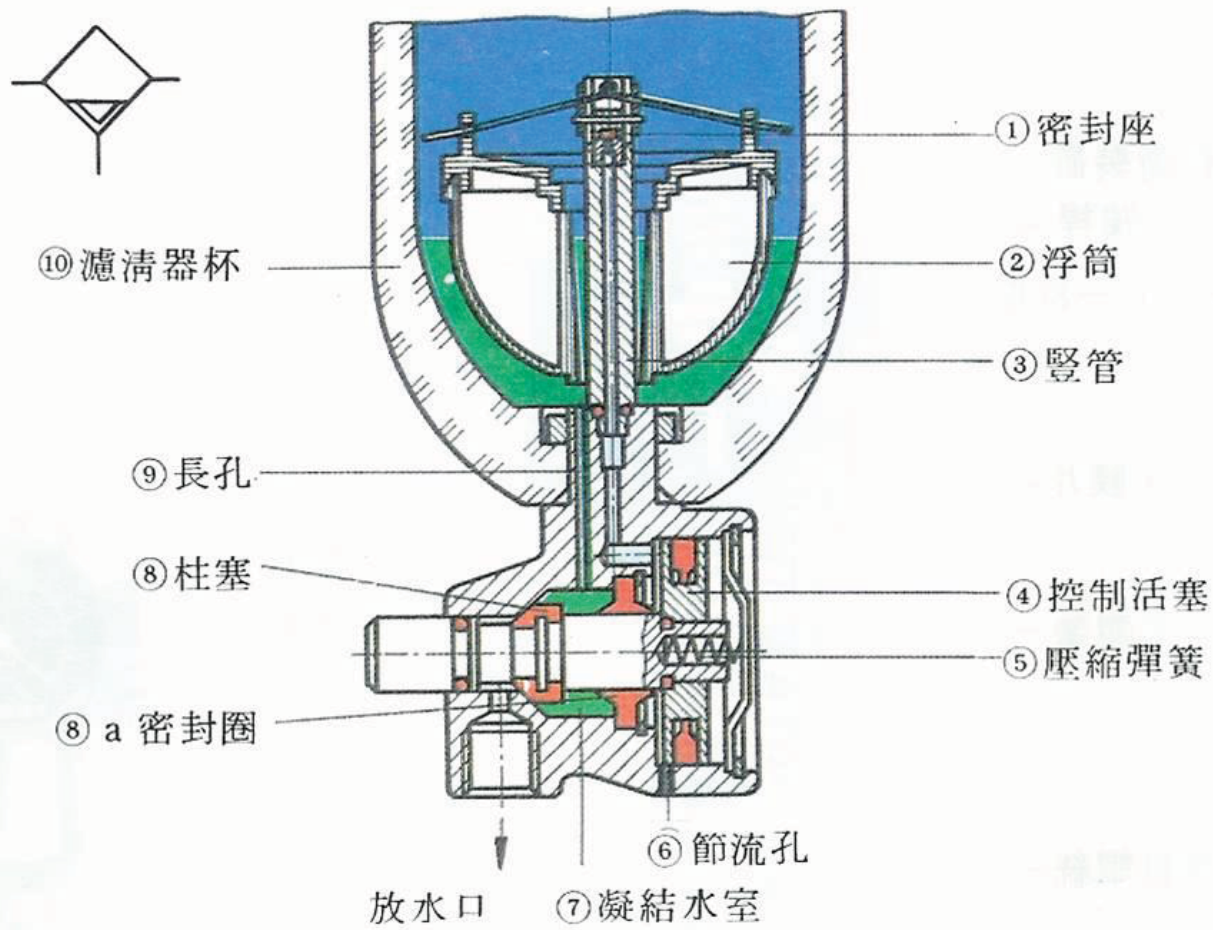


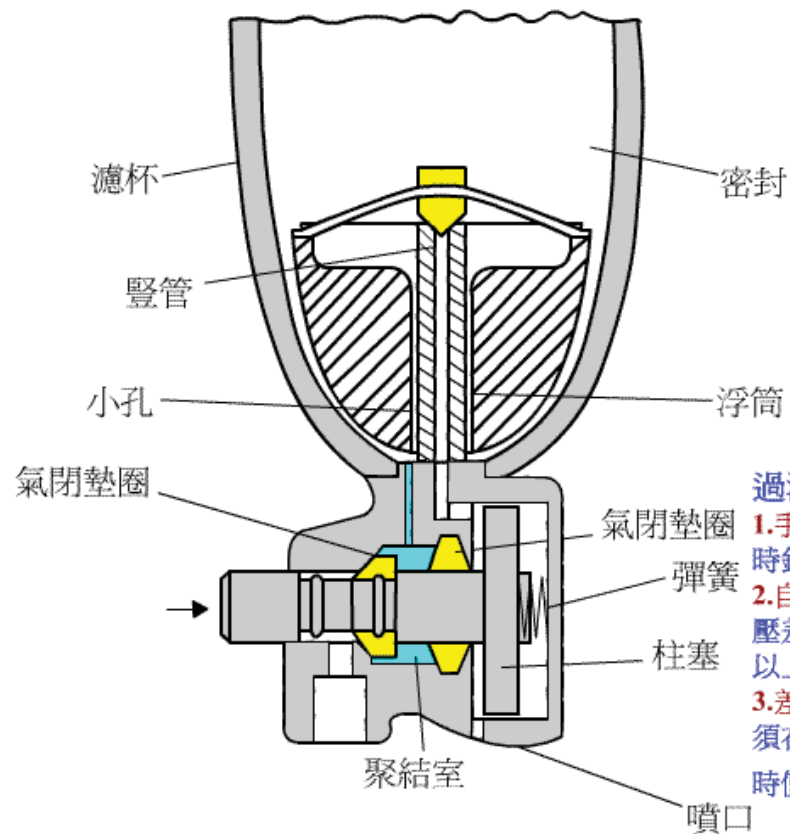
過濾效果取決於濾芯 (filter) 的過濾精度，濾芯的網目一般介於 $0.02\sim 0.05\text{mm}$ ($2\sim 5\mu$) 之間。

健行

張祖烈老師教學網

空氣濾清器





自動排水器

過濾器之洩水裝置

1. 手動洩水：正牙洩水螺栓，順時針鎖緊，逆時針洩水
2. 自動浮球式洩水：使用壓力之壓差須在 0.1 Mpa (1.0 kgf/cm^2) 以上時使用
3. 差壓式洩水：使用壓力之壓差須在 0.15 Mpa (1.5 kgf/cm^2) 以上時使用

健行

張祖烈老師教學網



高壓管路末端 自動洩水閘



浮桶式自動排水器
AUTO DRAINER
Model : AD200



ADV-400

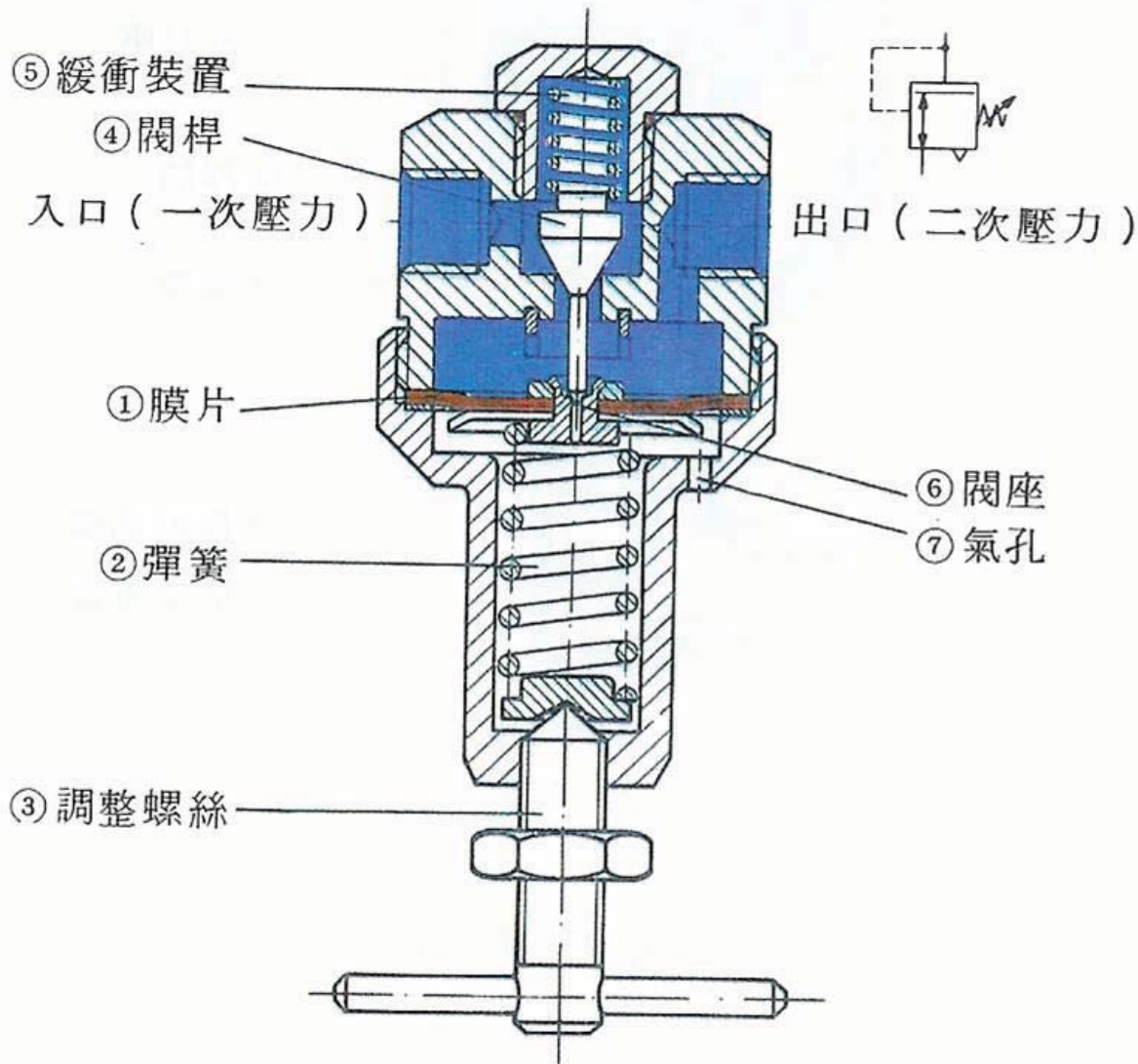


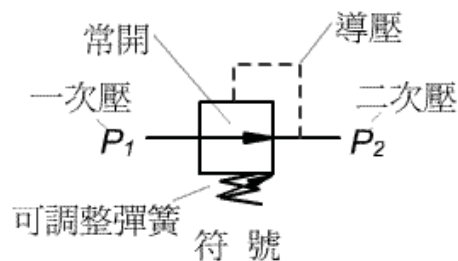
調壓閥

功能：調節壓力

壓力計

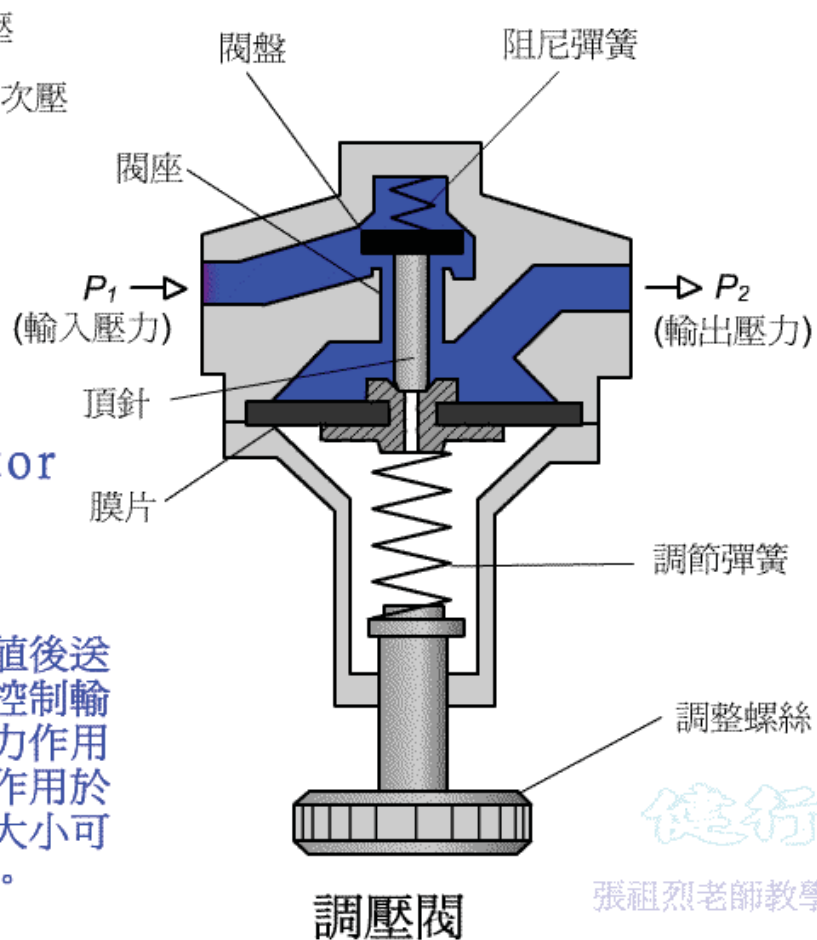
功能：觀察壓力





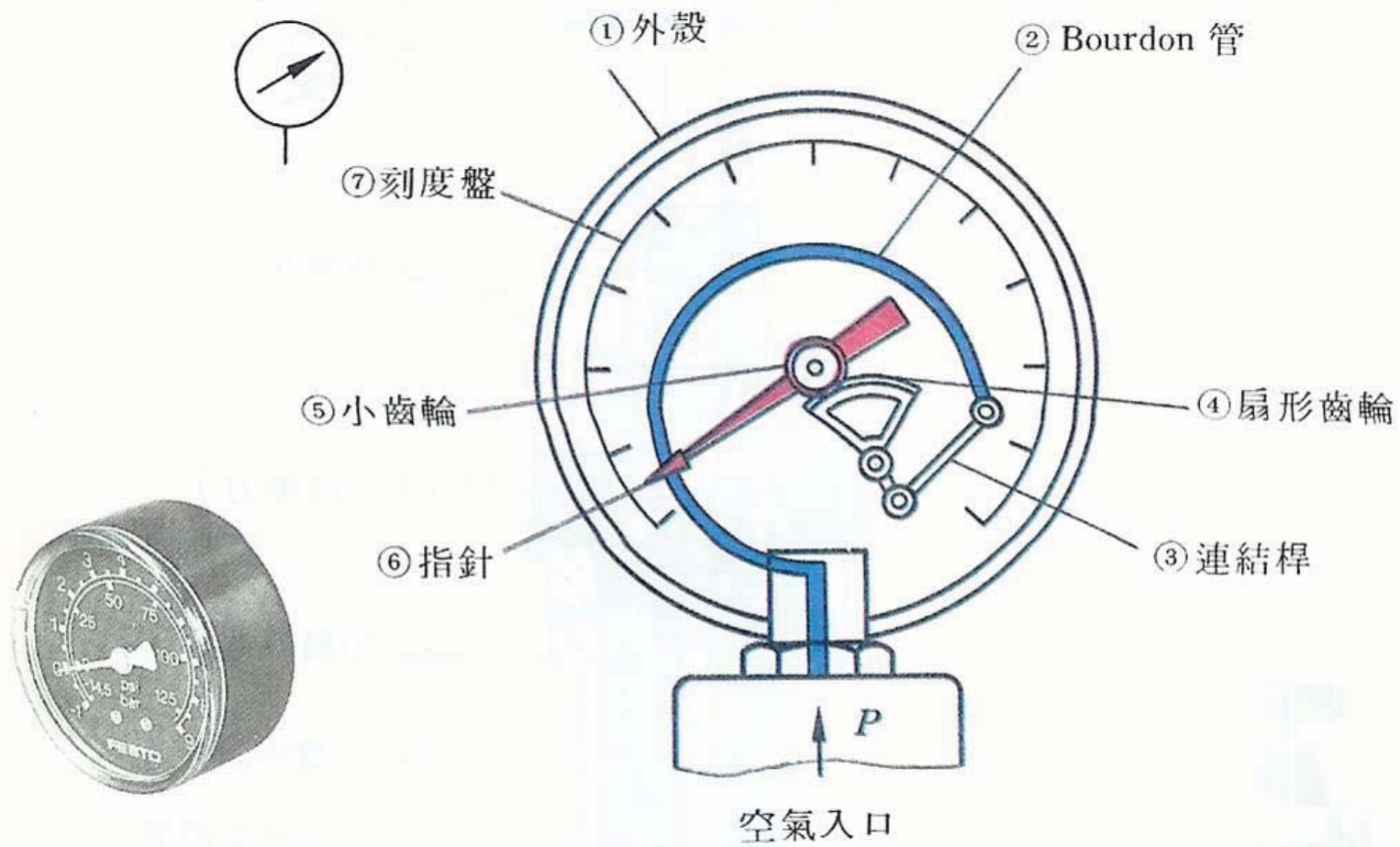
Pressure regulator

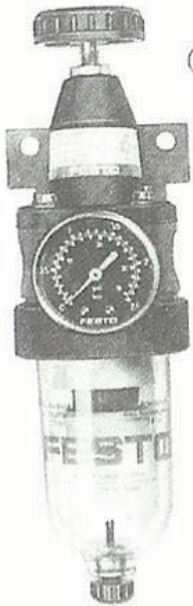
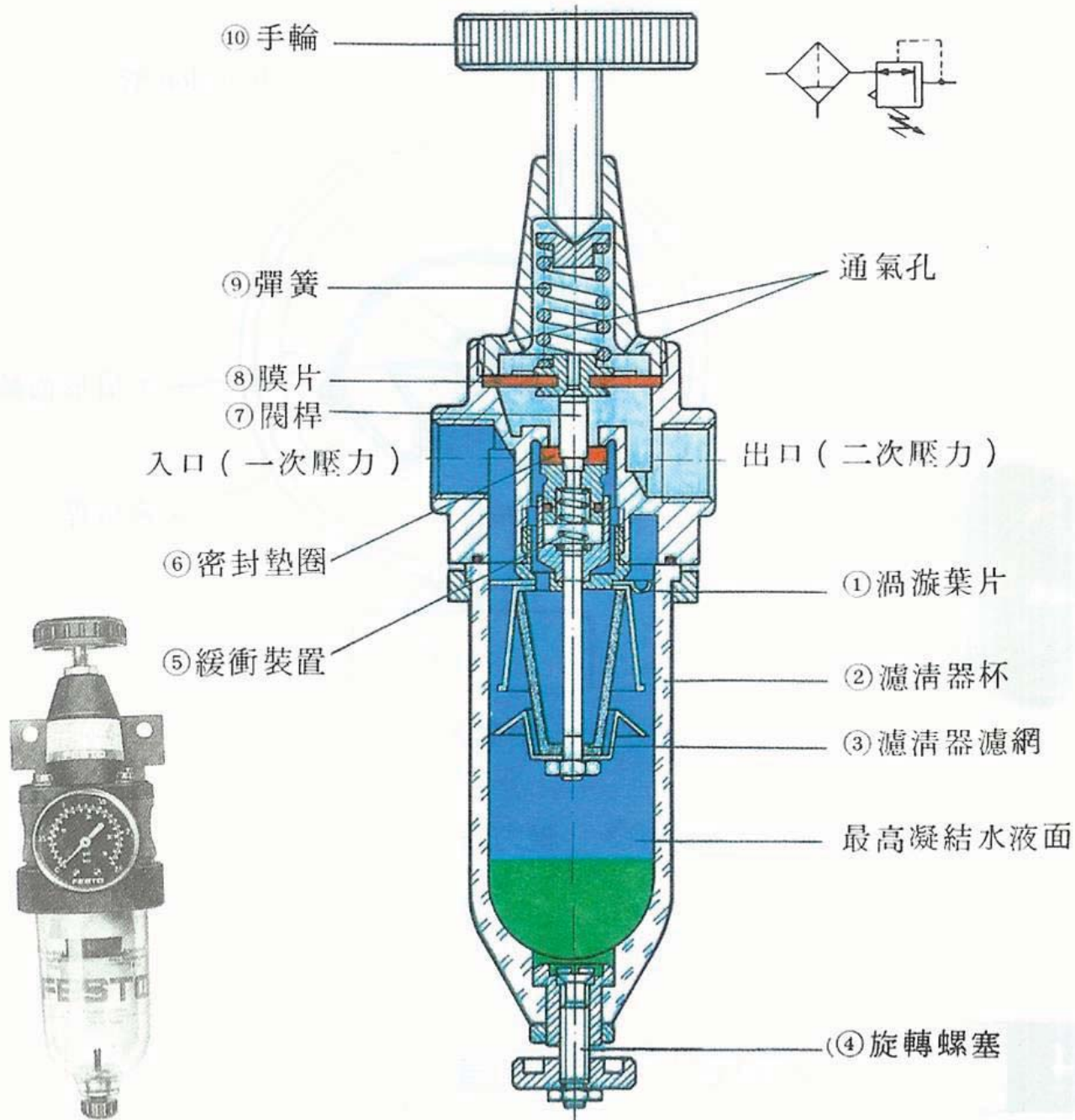
調整出口壓力於一定值後送到工作管路。膜片可控制輸出壓力大小，輸出壓力作用於膜片上側，彈簧則作用於膜片之下側。彈簧力大小可由調整螺栓加以調整。



健行

張祖烈老師教學網

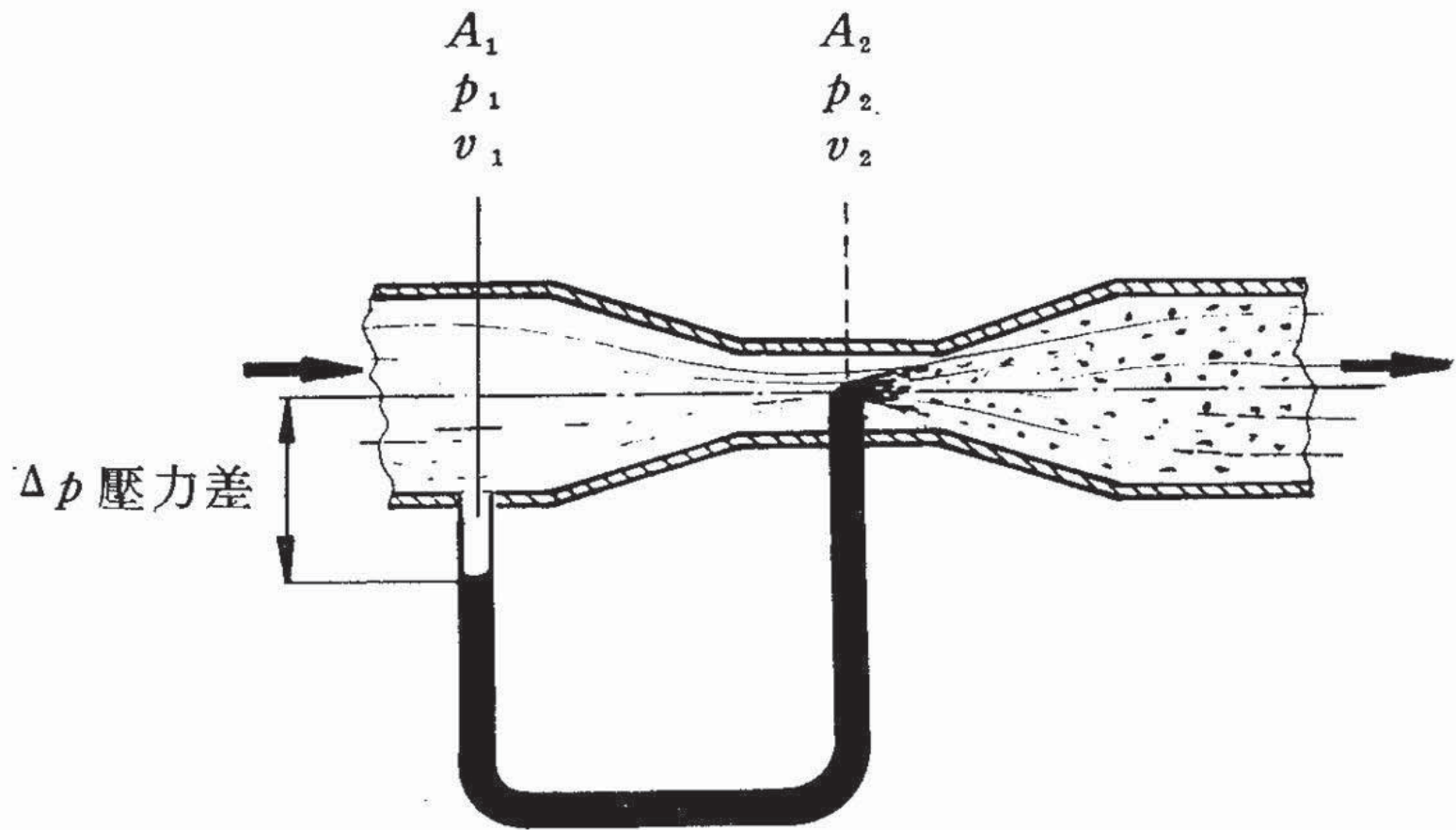


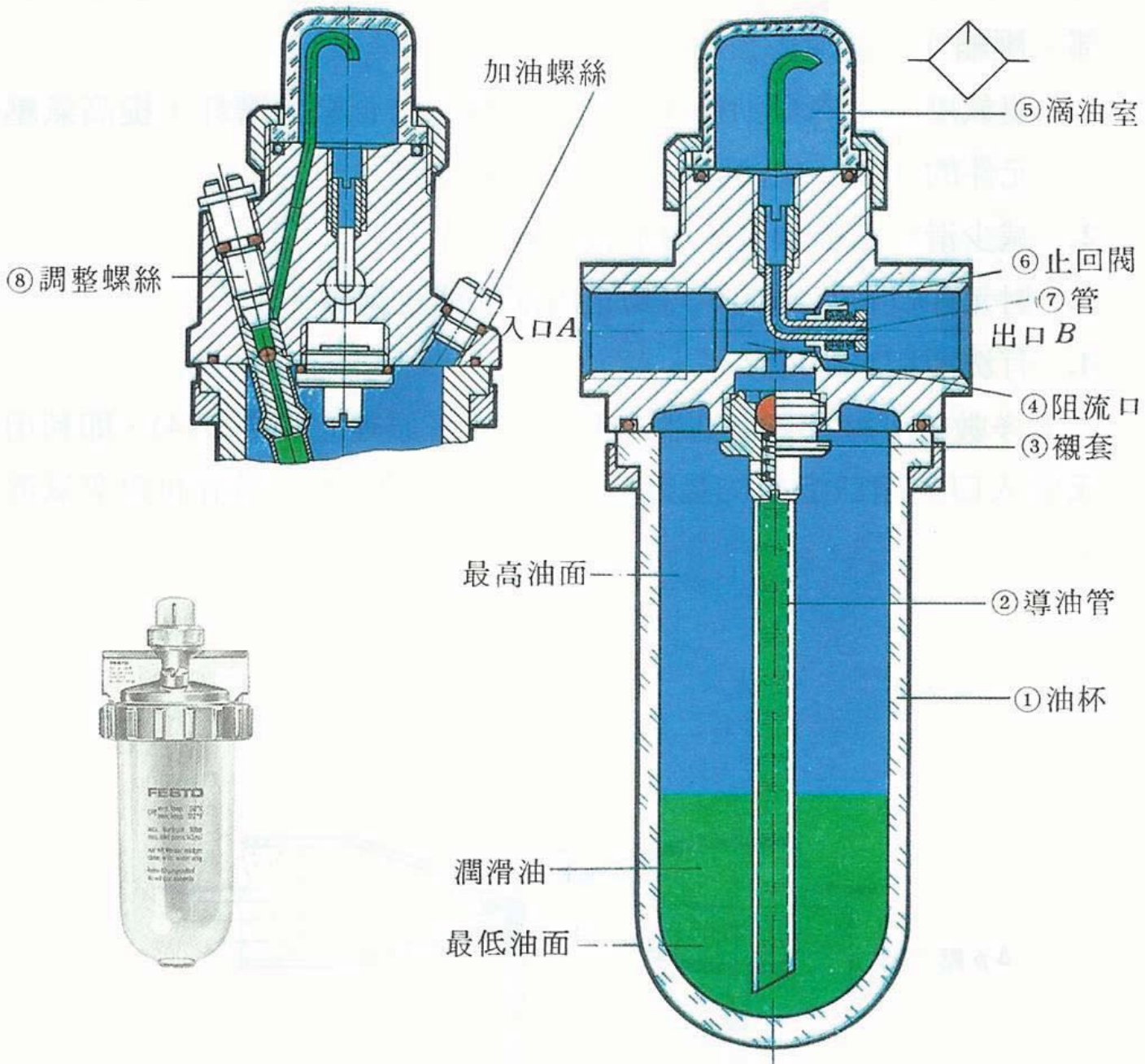


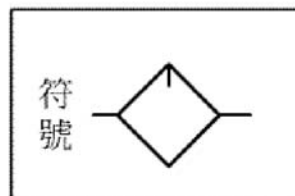
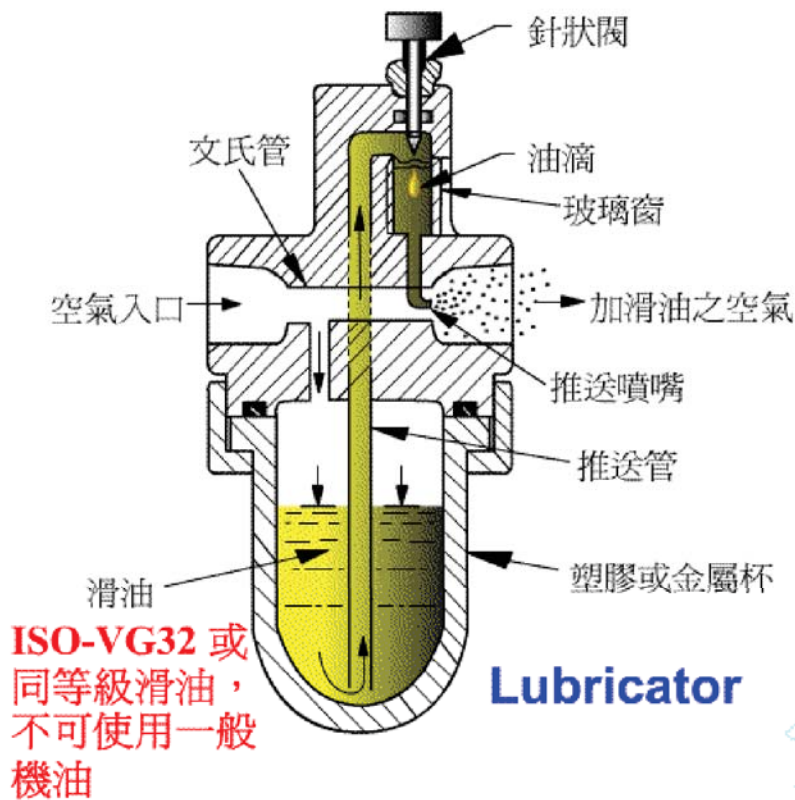


潤滑器

1. 功能：滑動機件間形成油膜，防止機件磨耗、生鏽及腐蝕。
2. 原理：文氏管







利用文氏管 (Venturi) 原理，容器內的潤滑油被壓力差吸引至收縮口處，再和氣流混合成油霧狀進入氣壓系統內。為氣壓組件提供適當的潤滑並可防銹蝕。

健行

潤滑器構造

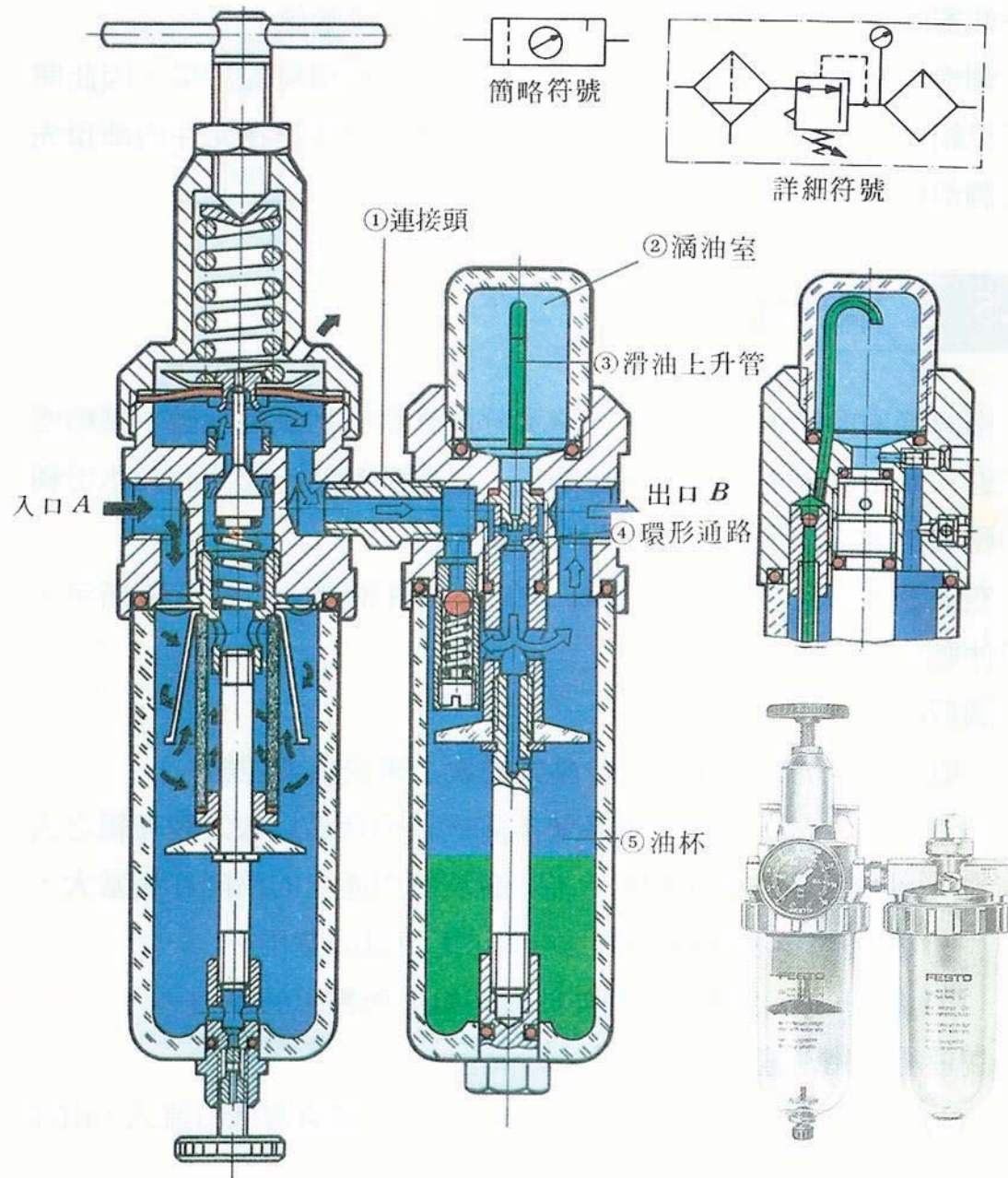


空氣調理組

亦稱

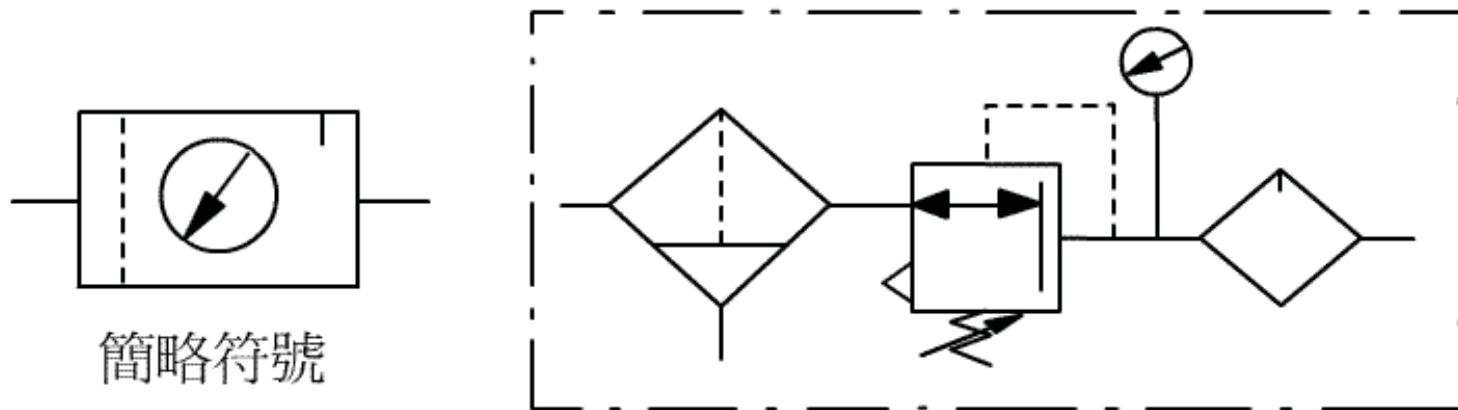
三點(件)組合







壓縮空氣調理組（三點組合），依序包含空氣濾清器、調壓閥及潤滑器。



Air conditioning unit
三點組合（空氣調理組）

健行

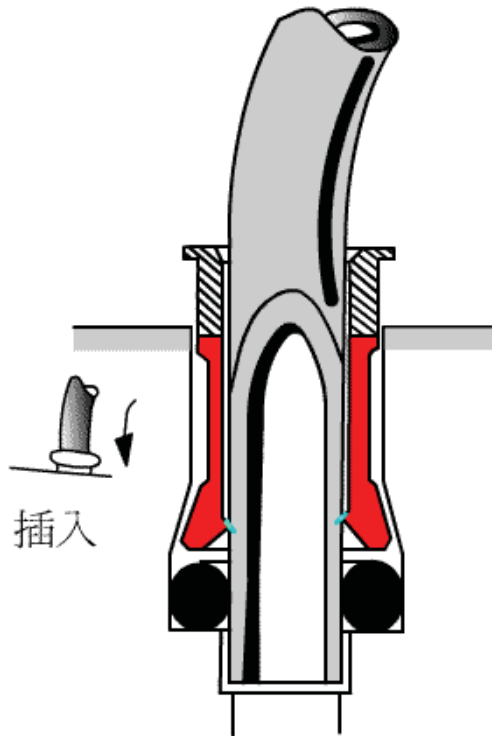
張祖烈老師教學網







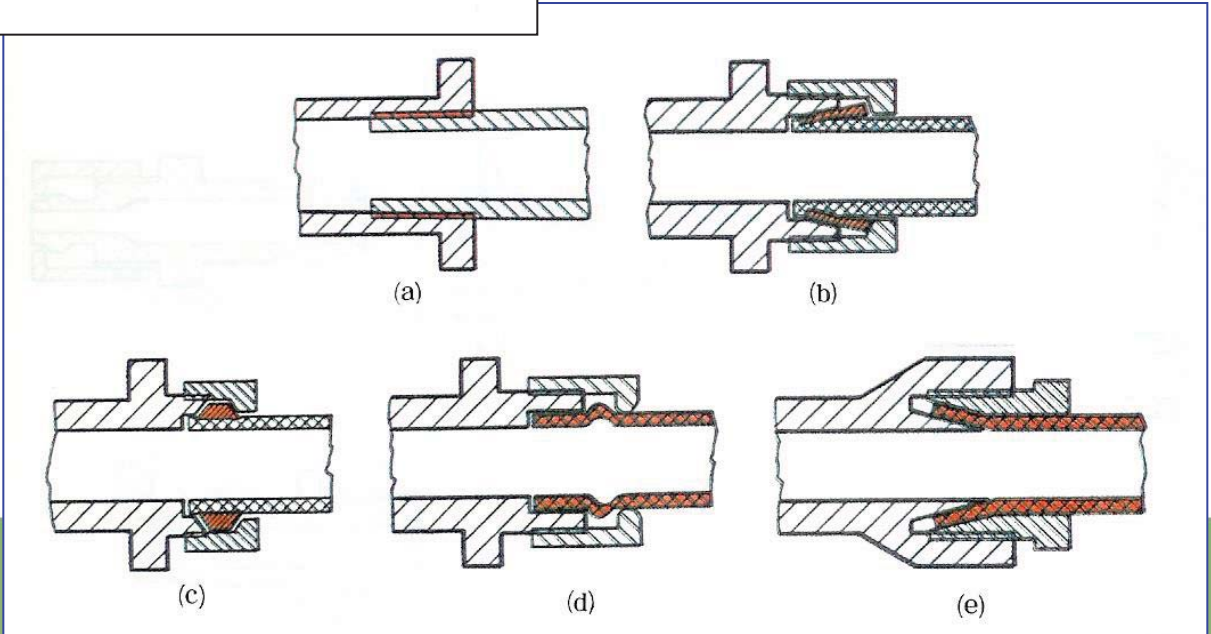
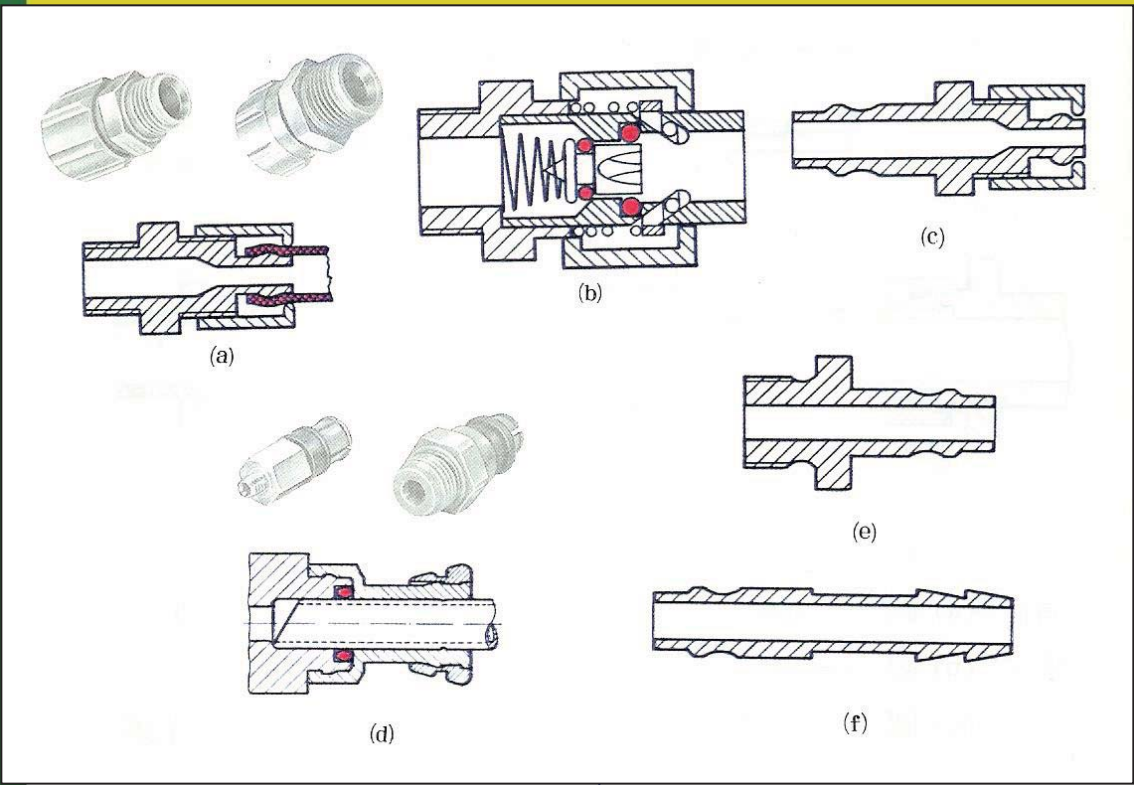
接頭與管路

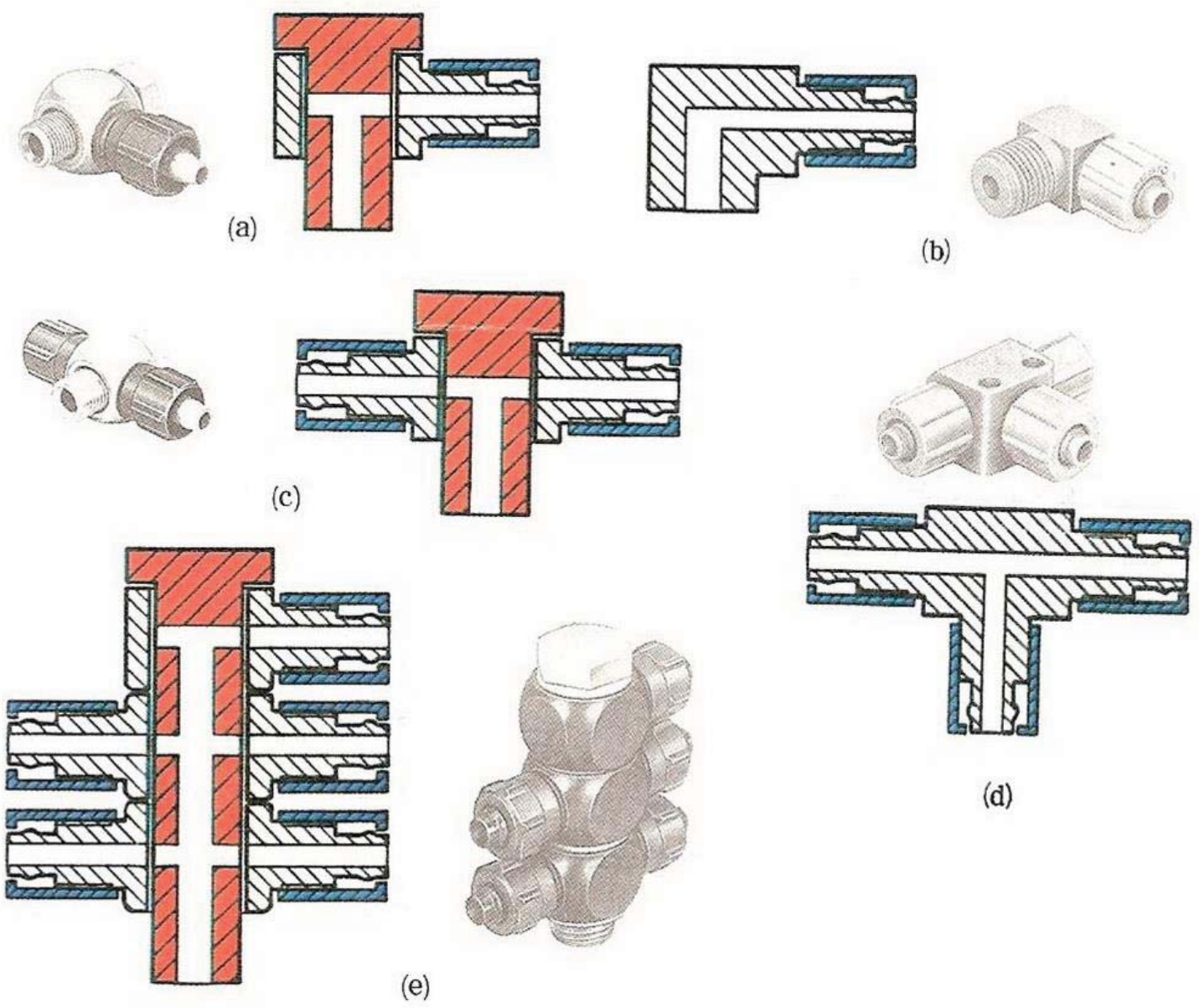


健行

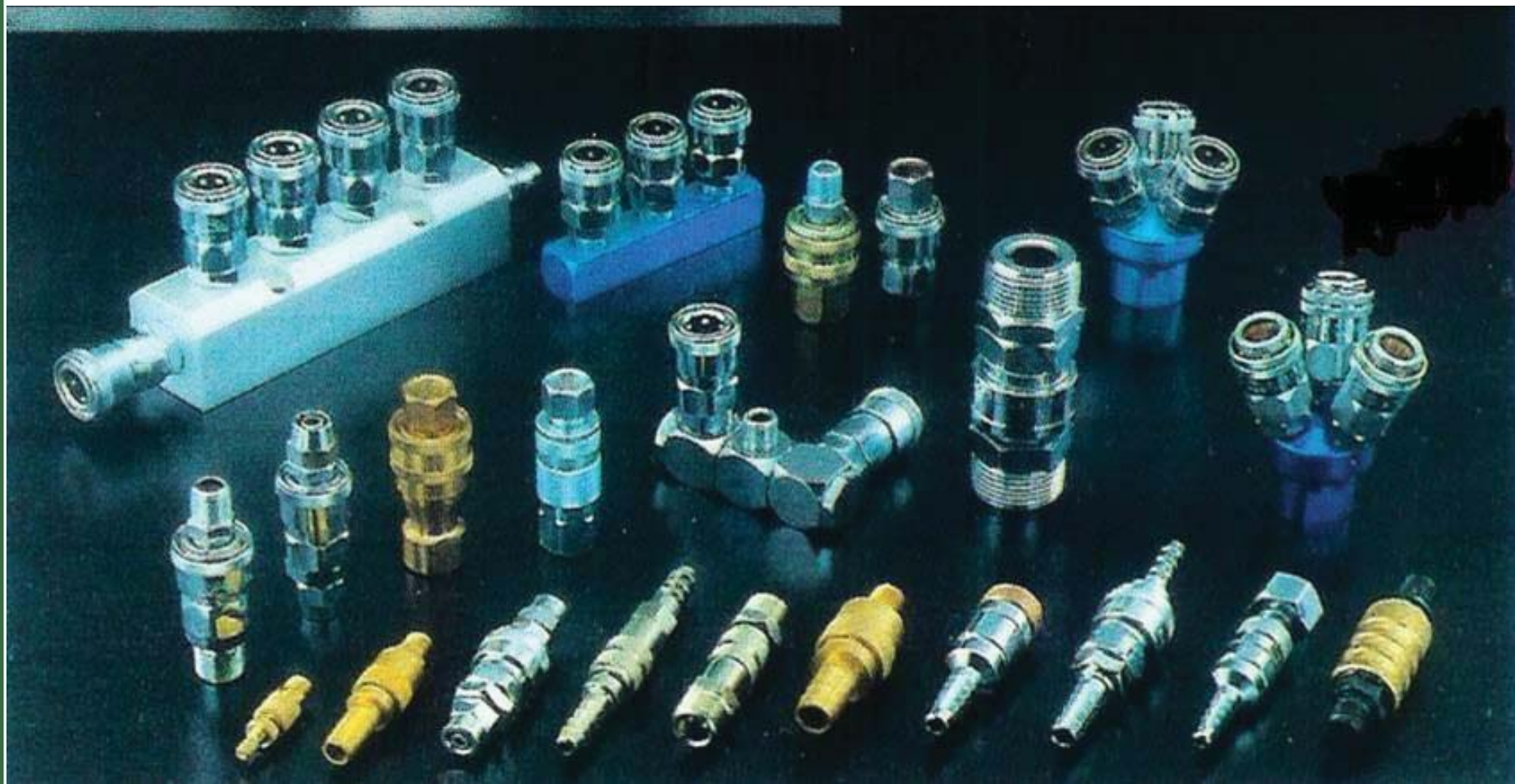
張祖烈老師教學網

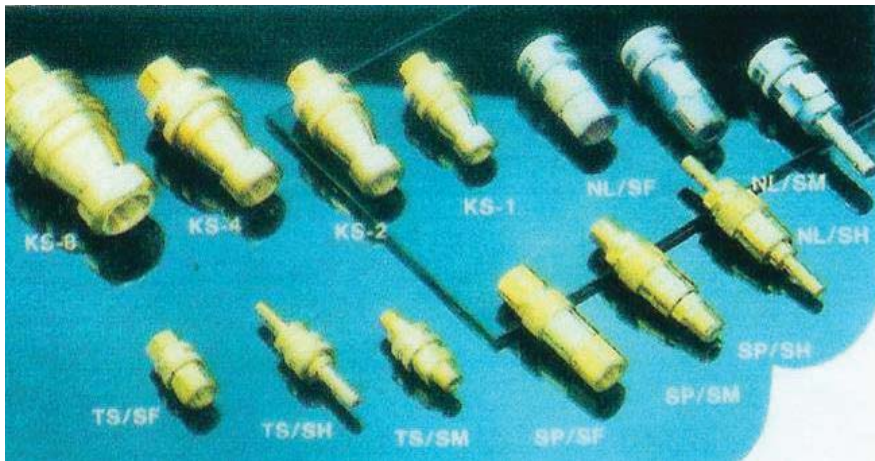
快速接頭



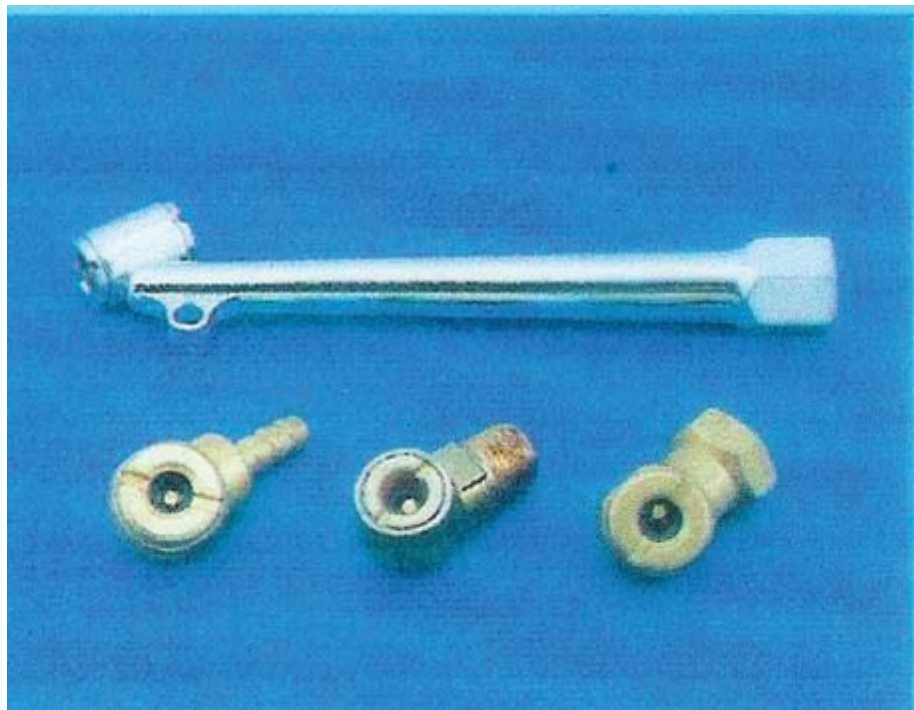


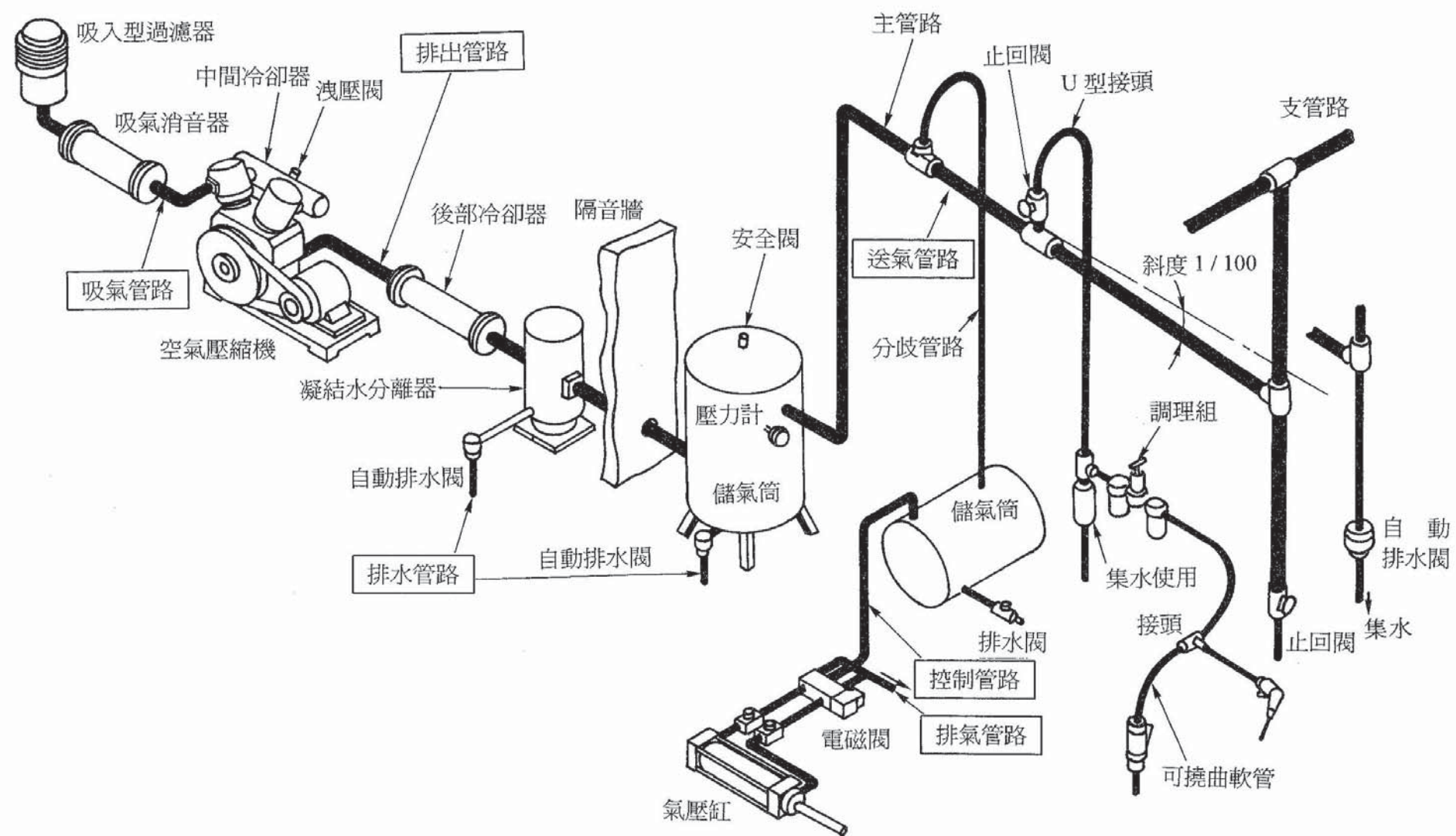


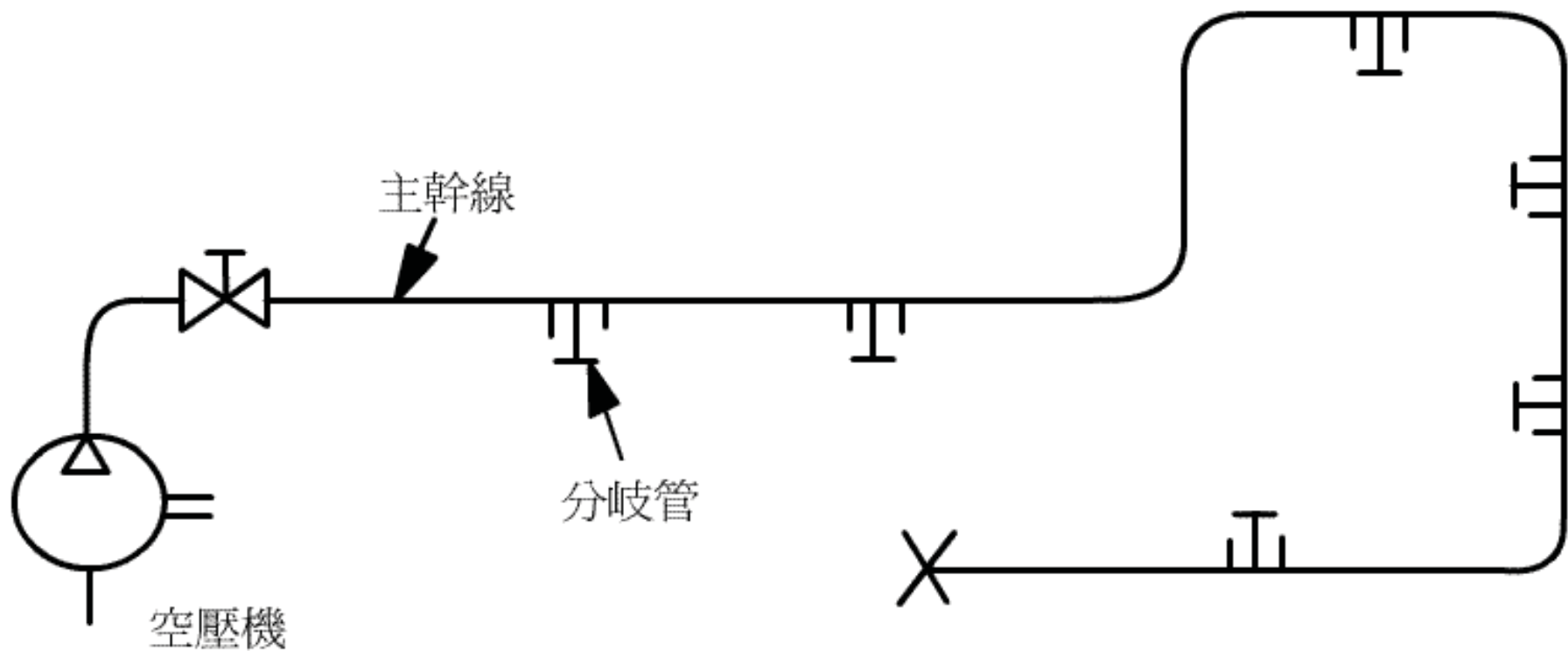






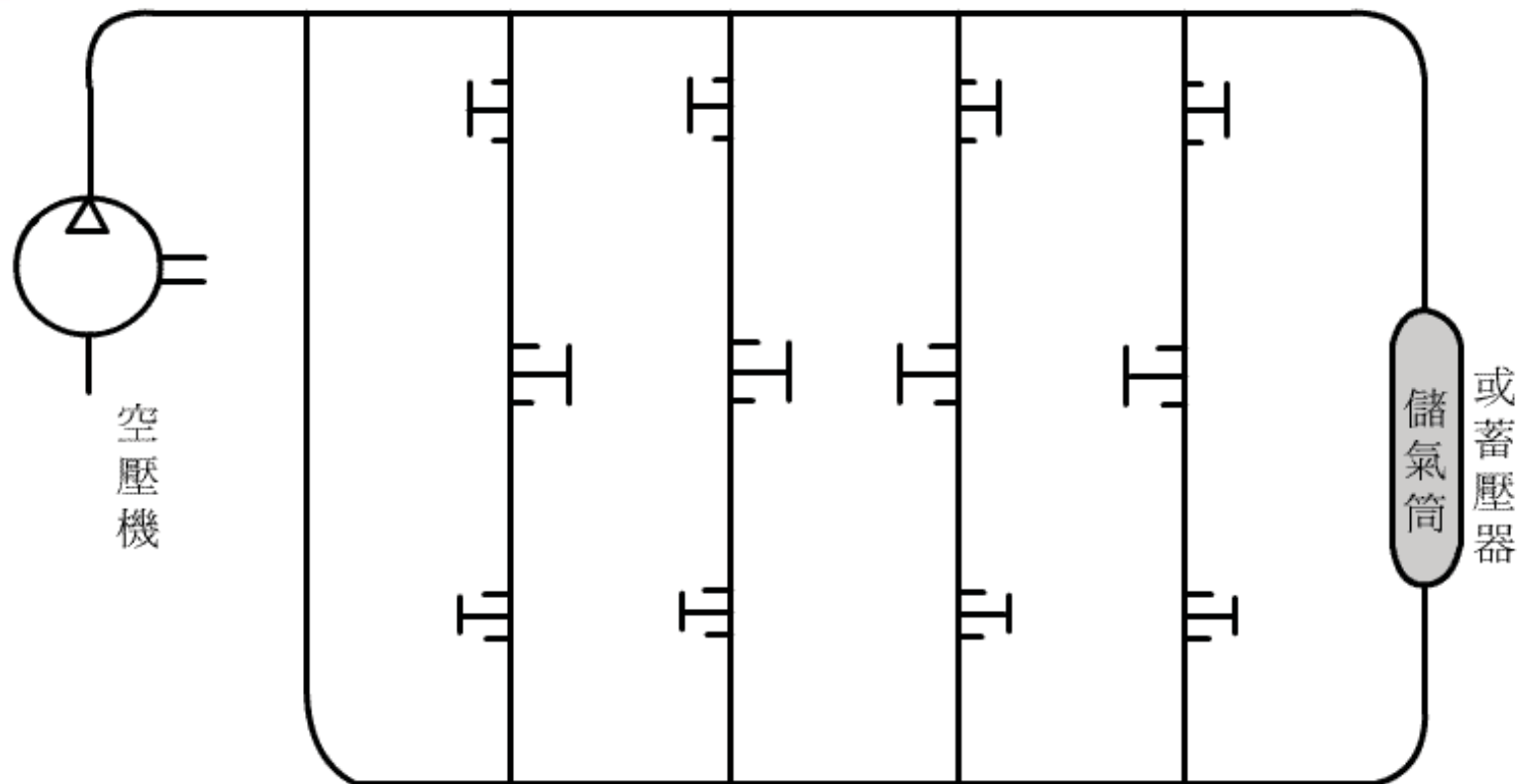






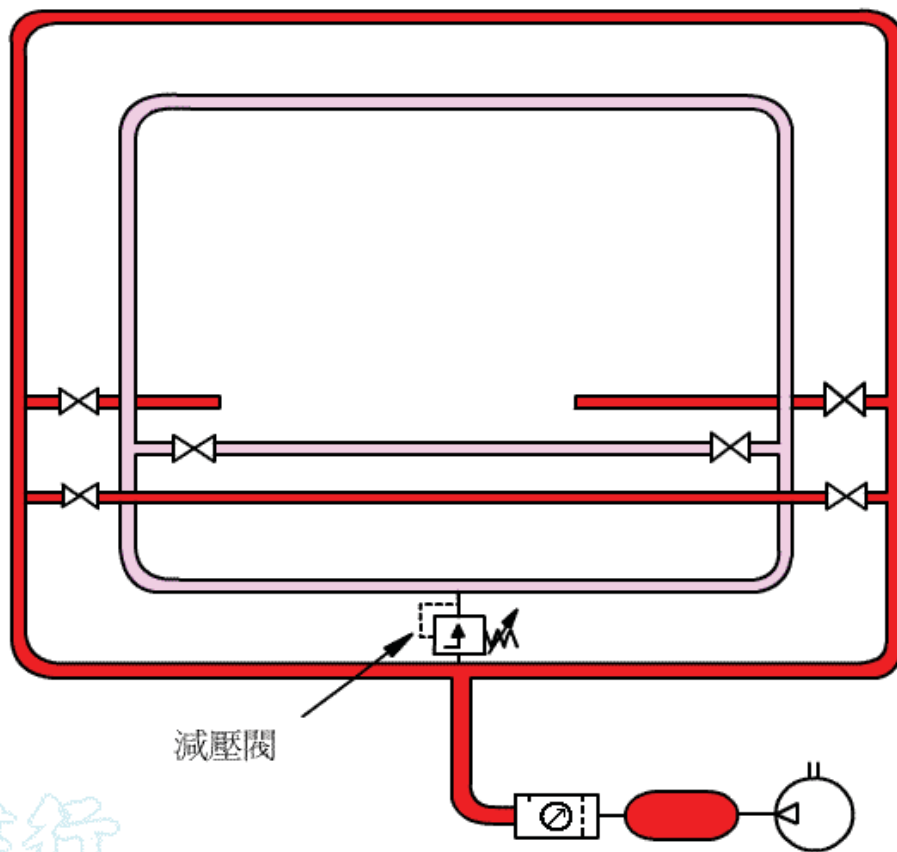
直線式配管

健行



健行

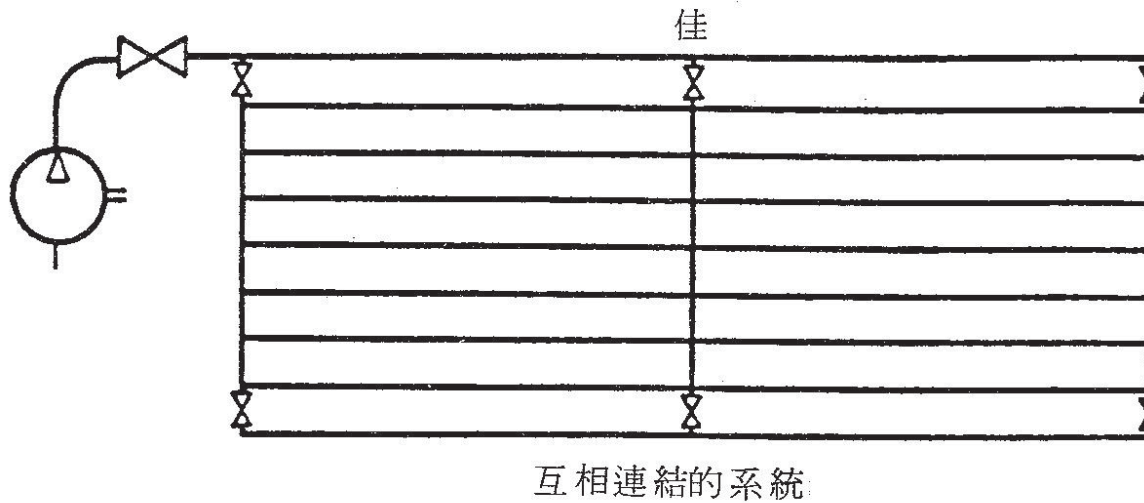
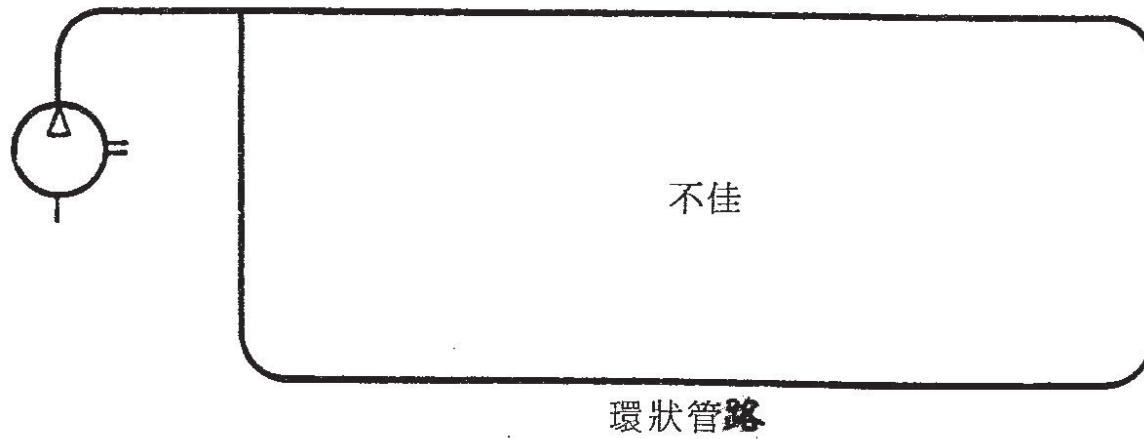
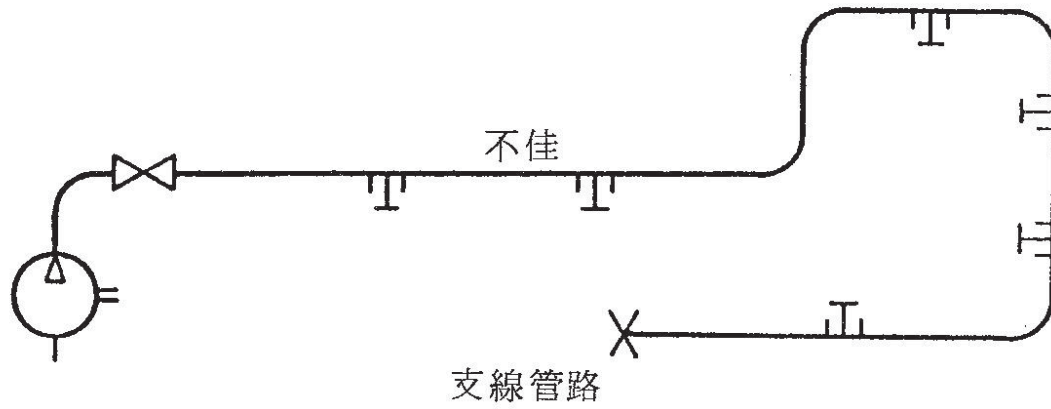
環狀管路

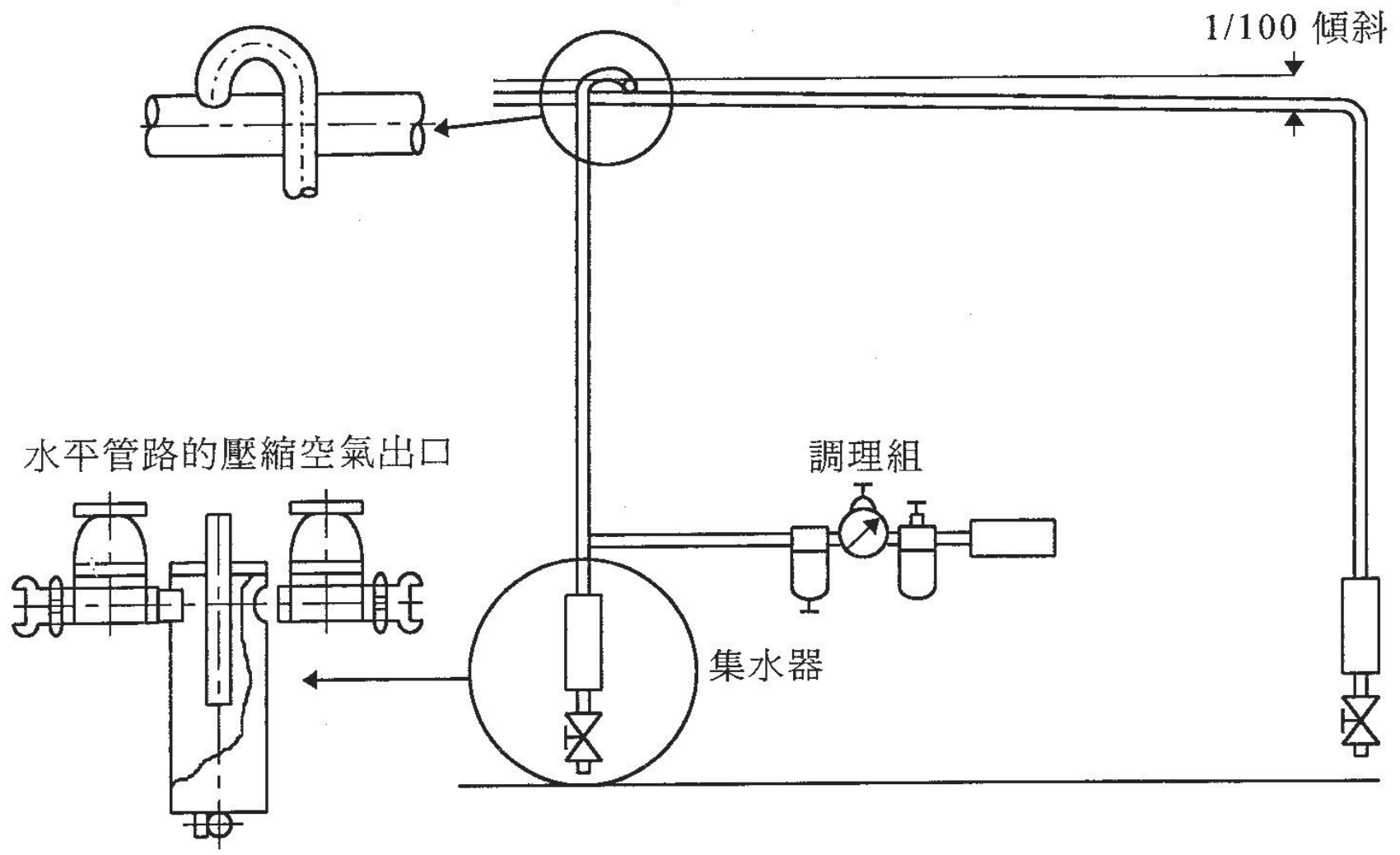


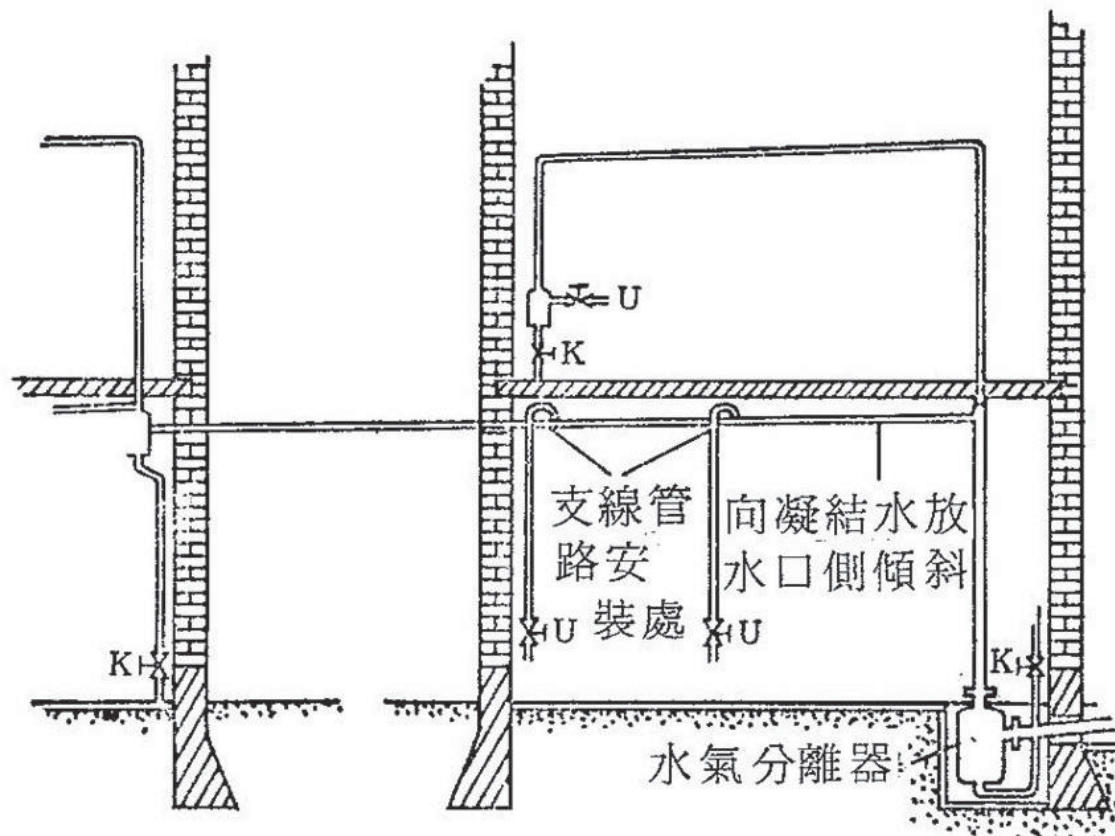
減壓閥

健行

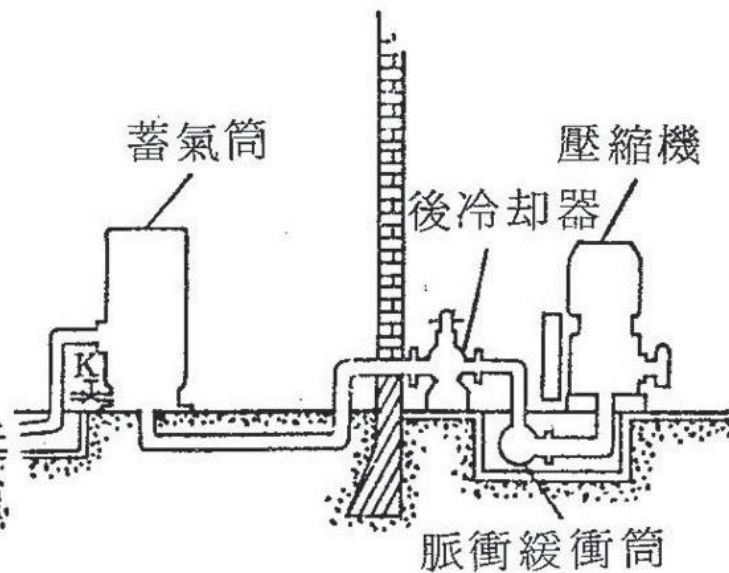
高，低壓環狀配管







U = 輸出閥瓣
 K = 凝結水放水口



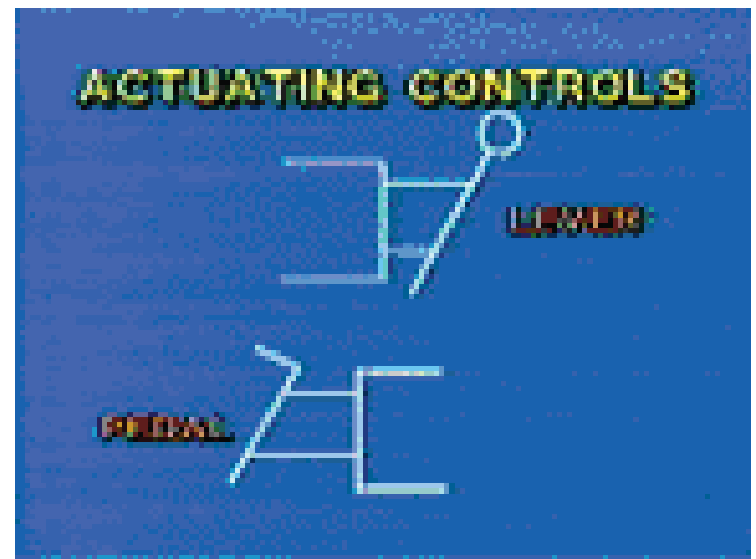
油氣壓符號



CNS 3-9,5270,
5270-1,....,5270-9

JIS B0125

ISO 1219



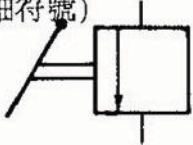

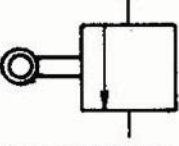

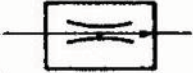


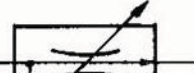
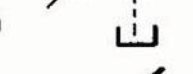
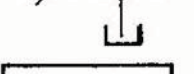

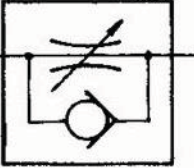


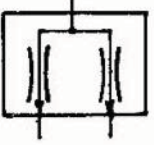
名稱		符號	
複 動 液 壓 缸	單桿型	(詳細符號) 	(簡略符號)
	雙桿型		
	單緩衝型		
	雙緩衝型		
	差動型		
	隔膜型		

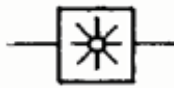

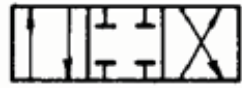








增壓器 (異種流體)		
搖動式液壓馬達		
彈簧方式		
導引方式	直接型	
	間接型	
人力方式	(1) 槓桿型	
	(2) 按鈕型	
	(3) 踏板型	
機械方式	(1) 推桿型	
	(2) 彈簧型	
	(3) 滾子型	
	(4) 單向槓桿型	



名 稱	符 號
液壓缸型式	單動型無彈簧 (詳細符號) (簡略符號)
	單動型附彈簧
	複動型
液壓馬達嚮導方式	
電動機方式	
電方磁式	(1) 單線圈型 (2) 雙線圈型
組方合式	(1) 順序動作式 (2) 選擇動作式
輔助方式	(1) 定位方式 (2) 鎖固方式 (3) 偏位方式

壓力控制閥基本符號	時常閉 時常開
放洩閥	(1) 無導引式 (2) 附導引式 (3) 定比放洩
過濾器熱交換器	
順序閥	(1) 無導引式 (2) 附導引式
減壓閥	(1) 無卸載式 (2) 附卸載式 (3) 定差減壓 (4) 定比減壓

名	稱	符	號
可變節流閥	人力方式	(詳細符號)  (簡略符號) 	
	機械方式	 	
流量調整閥	(1) 固定型		(2) 
	(2) 可變型 內部洩油		(4) 
	(3) 可變型 外部泄油		(4) 
	(4) 可變型 分洩		(6) 
	(5) 可變型 附溫度補償		
	(6) 可變型 附止回閥		
分流閥			

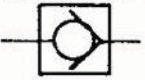

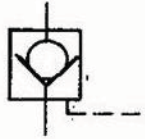
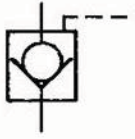
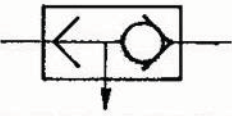
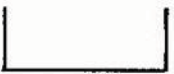
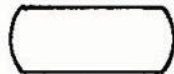

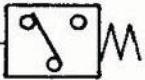
簡易表示		
基本表示	二口二位變換閥	
	四口三位變換閥 (關閉中心)	
	四口三位變換閥 (開放中心)	
	(1) 中位開放 (2) 中位關閉 (3) A B R 連接 (4) B R 連接 (5) 附節流 中位開放 (6) 附節流 A B R 連接	 AB  AB  AB (1) P(R) T (2) PR (3) PR  AB  AB  AB (4) PR (5) PR (6) PR
(7)	 AB PT PT	PT通


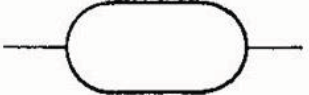
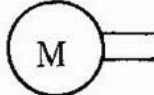
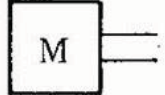


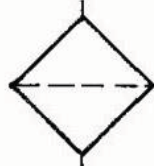

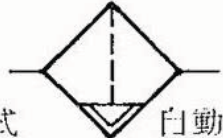


名	稱	符	號
二口二位置變換閥	人力方式		
	彈簧偏位導引方式		
三口二位置方向控制閥	導引方式		
	彈簧偏位電磁方式		
四口二位置方向控制閥 (彈簧偏位內部導引電磁式)	詳細符號		
		簡略符號	

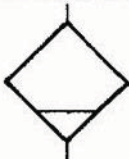

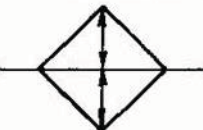
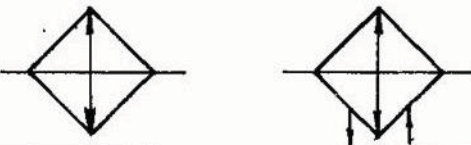

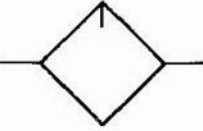
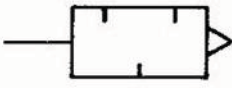
	五口二位置方向控制閥 (導引式)	
方向變換閥	二口二位置變換閥	
	三口三位置方向控制閥	
	四口三位置方向控制閥	
	電磁液壓式伺服閥 (一段直動式)	
	簡易表示	

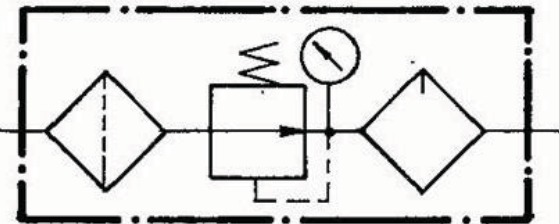


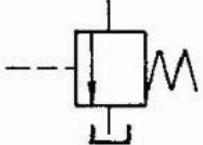





名 稱	符 號
止 回 閥	(詳細符號)  (簡略符號) 
導引操作止回閥	 有信號開  有信號閉
梭 動 閥	
液 壓 油 箱	 開放油箱  預壓油箱
停 止 閥	
壓 力 開 關	

蓄 壓 器	
貯 氣 槽	
電 動 機	 電 動 機  內燃機關
壓 力 源	 液 壓 源  空 氣 壓 源
過 濾 器	無 排 水 器  吸 入 過 濾 器 之 簡 略 符 號 附 排 水 器  人 力 方 式  自 動 式



名	稱	符	號
排	水	器	
		 人力式	 自動式
溫	度	調	節
器			
冷	却	器	
			
加	熱	器	
			
潤	滑	器	
			
消	音	器	
			

過	濾	器	
潤	滑	器	
附	壓	力	計
調	整	器	
		 詳細符號	
		 簡略符號	
壓	力	計	
			
液	壓	導	引
卸	裝	換	閥
			
溫	度	計	
		 	
流	量	計	
		 瞬間指示式	



名	稱	符	號
管	L: 線的長度 E: 線的大小	 主管路 導引管路 泄油管路	
	管的連接	 $d \div 5E$	
	撓性管	 E: 綫寬	
	管路交叉		
	通油管路		
	與油箱相連之路管	 管路在油中 管路較油面為高	
快速接頭	拆除狀態		
	連接狀態		

迴轉接頭	 一管路	 三管路
流動方向 流體之出入口	液體	氣體
迴轉方向		
可調整		
電線		
閥內之流動方向		
組立組		
固定節流		



名	稱	符	號	
液	壓	泵		
可	變	容	量	
液	壓	泵		
液	壓	馬	達	
可	變	容	量	
液	壓	馬	達	

可		變	容	量					
液		壓	馬	達					
定		排	出	量					
液		壓	馬	達					
單	動	液	壓	缸	無	彈	簧	<p>(詳細符號)</p>	<p>(簡略符號)</p>
					附	彈	簧		
					滑	枕	型		



參考資料：

1. 呂淮熏&黃勝銘，2019，氣液壓學，高立圖書公司。
2. 曾賢堦&周溫成，2019，氣液壓學，高立圖書公司。
3. 陳靖，2004，氣液壓學實習，全華圖書公司。
4. 多媒體動畫：<http://w3.uch.edu.tw/cyitme/HP/HPGIF/index.htm>，上網日期：2020/06/15。
5. 胡志中，2008，液氣壓原理與迴路設計，全華圖書公司。



謝謝聆聽 敬請指教

