

夾治具應用實務

第二章 輕型夾具的設計與應用 (手動、空壓與真空夾具)

夾持力的來源

- 夾持方法的發展

從人類開始使用工具，就會有夾持的需求。從古代到現代化的加工技術，夾持方式也跟著改變。


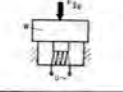
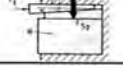
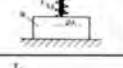
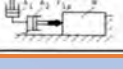
- 夾持原理的發展

- 石器時代: 雙手
- 進步到槓桿時代
- 採用斜楔原理的螺桿、凸輪夾緊時代
- 採用更多種物理原理的時代:
真空、磁力、油壓、氣壓



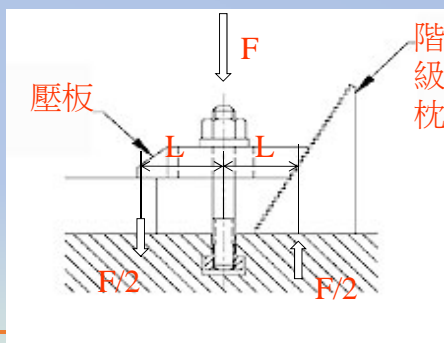
應用於夾持的物理原理

- 綜合以上的幾種物理原理，最適合在自動化夾持的原理就是油壓或者氣壓。但是，手動方式夾持還是非常的普遍使用這各種夾具上，因此在以下各章節中依序介紹手動、氣壓、油壓等夾持方式的原理與應用。

物理效應	公式	圖示	使用範例	備註
真空吸力	$F_{Sp} = A \cdot p$		真空吸盤	接觸面要緊密，並且要使用密封元件。
磁力原理 庫倫定律	$F_{Sp} = C \frac{M \cdot I^2}{r^2}$ $C = \frac{1}{4\pi\mu_0 r}$		使用於車床或磨床上的夾具。	必須緊密接觸，工件一定要有導磁性。
斜槓	$F_{Sp} = F_E \frac{1}{\mu \cdot \tan(\alpha + \phi)}$		齒輪結構、凸輪夾具、虎鉗等夾具。	夾緊行程較小。
虎克定律 彈簧力	$F_{Sp} = c \Delta x$		碟形彈簧夾具	
流體壓力 轉換成夾緊力 巴斯卡原理	$F_{Sp} = F_E \frac{A_2}{A_1}$		油壓與氣壓夾具系統	可以產生較大的夾緊力。

最基本的手動夾持方法

- 如下圖，使用螺栓、壓板與螺母將工件鎖緊，市面上可以購得的萬能夾具組，就可以組合成夾持不同高度的工件。

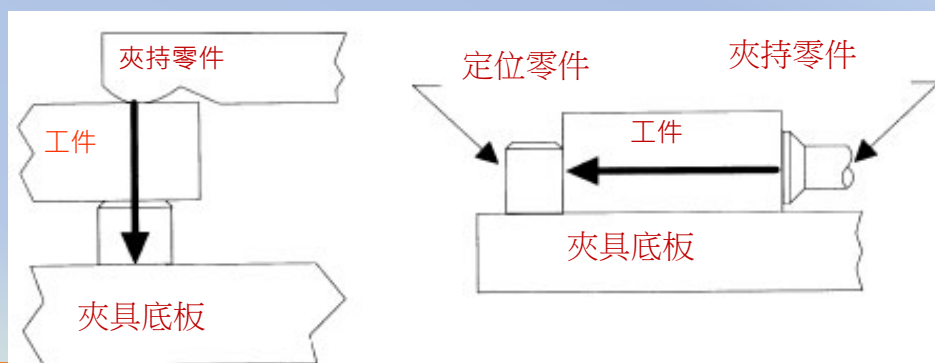


萬能夾具組



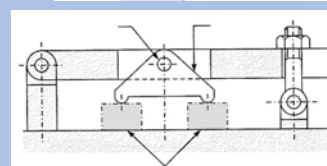
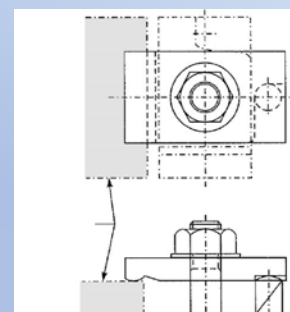
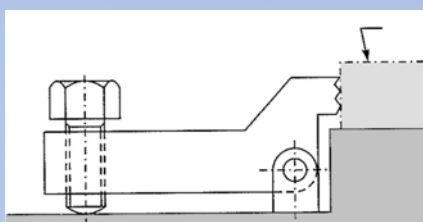
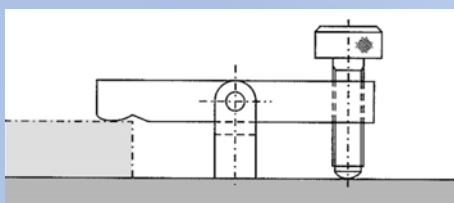
基本夾持原則

- 夾持點必須通過工件的實心部位，以免引起變形。



夾持螺絲的使用變化

- 使用螺絲的變化方式，就可以得到許多不同的使用上的方便性。



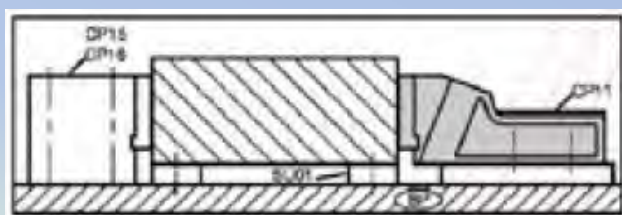
手動夾具元件

- 其他手動夾具元件: 各種夾持方式的變形，如螺絲夾具組，定位塊、支持座等。



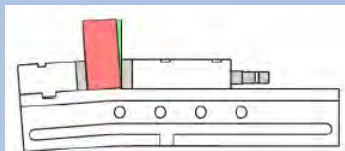
自由虎鉗

- 自由固定於工具機的T-型槽上，利用斜面夾持工件。具有向下與向前的夾緊力。

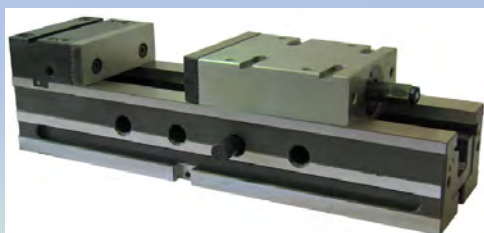


強力型機械虎鉗

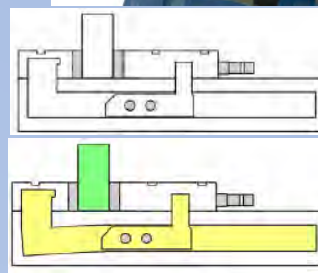
- 傳統的結構，夾緊後會變形。



- 專利的Tie-Rods 設計，夾緊後不會變形。

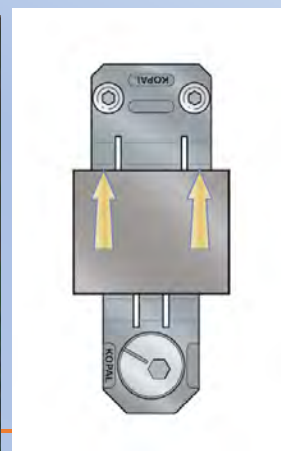
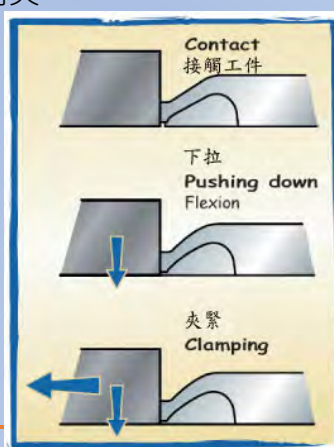
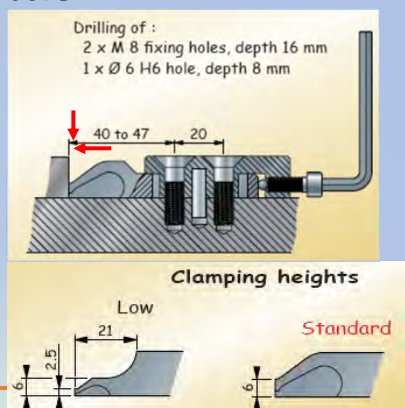


虎鉗變形的檢查



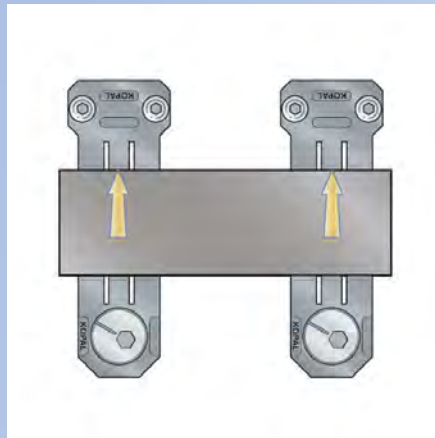
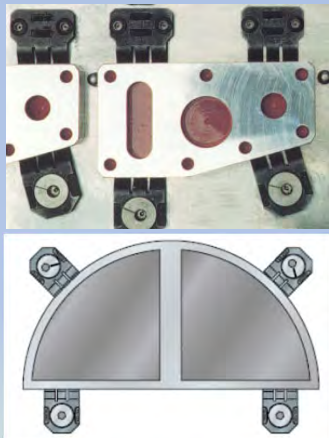
薄型工件的夾持元件

- 特殊設計的夾持元件，法國 KOPAL 夾持元件。提供兩方向夾持力!



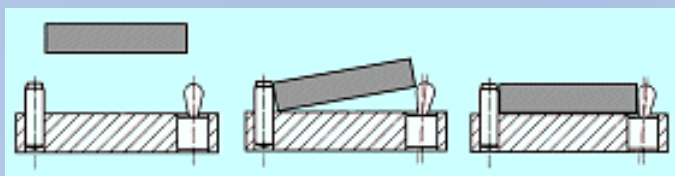
使用實例(KOPAL)

- 薄型工件的夾持



彈簧定位柱夾具元件

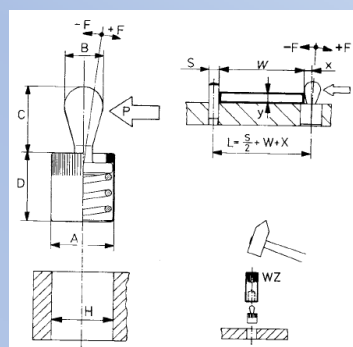
- 彈簧定位柱(WPR)
 - 動作原理



- 與工件接觸的材質有鋼製與工程塑膠製造，並有多種尺寸

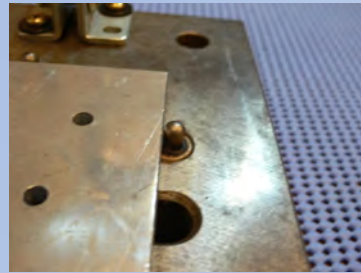


安裝方法



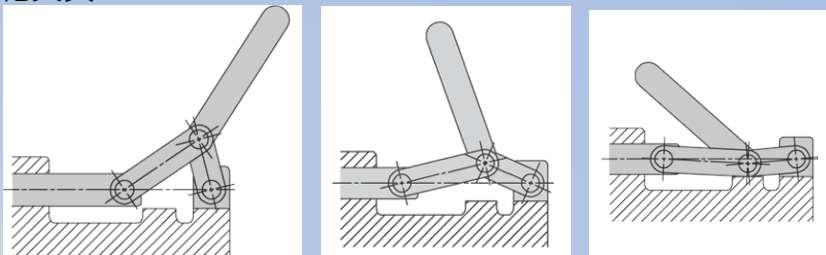
彈簧定位柱的夾持舉例

- 彈簧定位柱的應用
 - 印刷電路板，定位與夾緊。
 - 工件定位，小型工件夾緊。



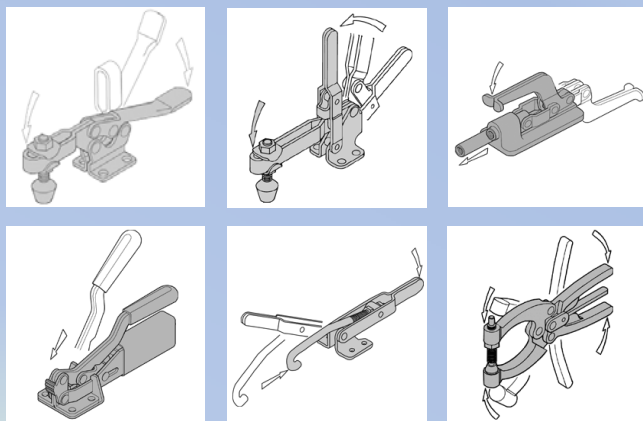
手動快速夾具元件

- 快速夾具
 - 使用在焊接、鑽孔、與裝配等夾具上，操作簡易，可以提供穩定的夾緊力與迅速的操作方法，在自動化夾具導入前，有些廠商會先使用快速夾具，來提高操作的速度。
 - 如果將手動的部位改成氣壓缸或油壓缸操作，也可以成為自動化夾具。



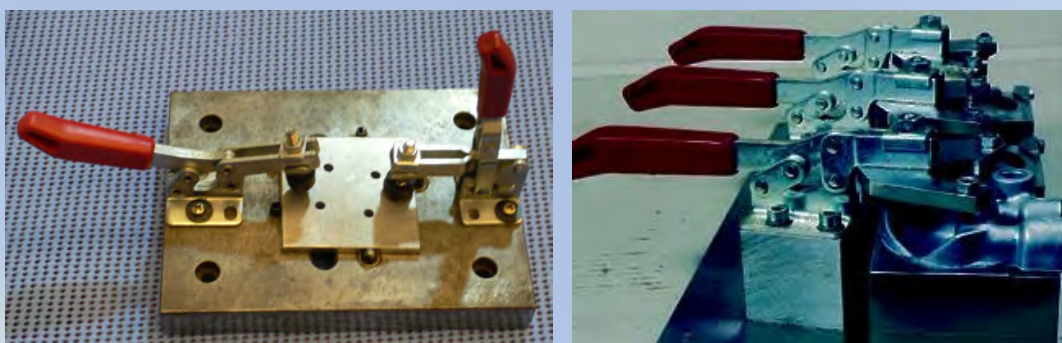
快速夾具的種類

- 根據市場上大多數製造商的設計款式，有以下幾種大類：



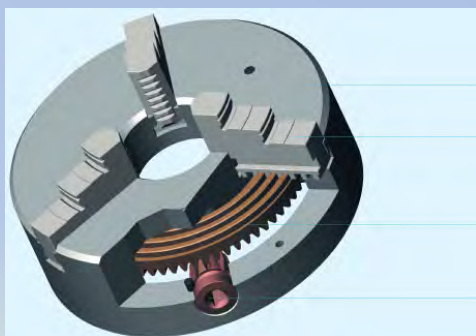
手動快速夾具元件

- 快速夾具的優缺點：
 - 優點: 價格低廉，安裝容易。
 - 缺點: 比較佔空間，手動操作時，操作人員仍然要記住操作順序，並且要防止被夾到手。



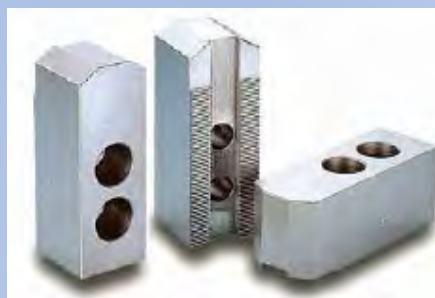
圓形工件的夾持元件

- 最基本的圓形工件夾持方式就是車床上使用的三爪與四爪夾頭
- 基本構造圖: (如下圖)



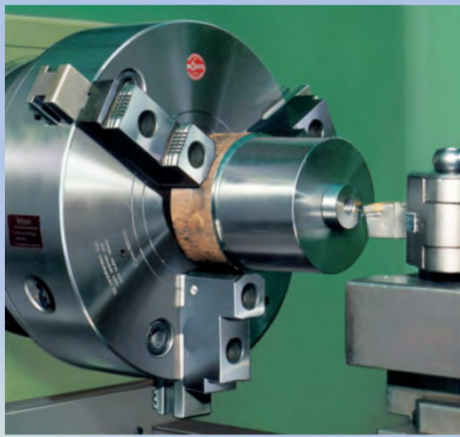
夾頭的使用方法

- 車床夾頭用於夾持圓形工件時，可以使用軟爪與硬爪(手動)。
- 硬爪可以直接夾持工件，適用不同直徑，或變換內外徑(左圖)。
- 軟爪可以根據夾持直徑，使用前先使用軟爪修整器固定後，車削到夾持直徑，可以為持更好的夾持同心度(右圖)。



車床三爪夾頭的硬爪與軟爪使用範例

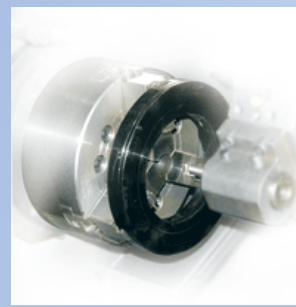
車床硬爪夾持



軟爪修整器

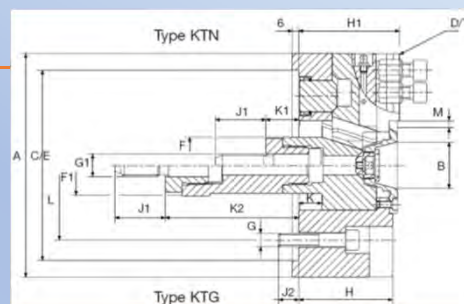


軟爪的修整

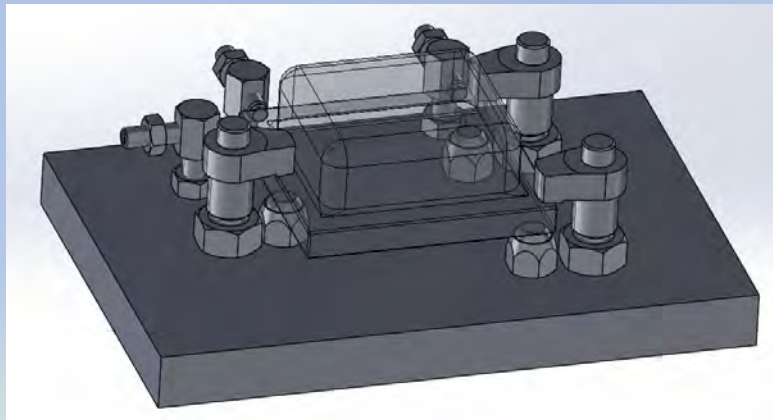


油壓驅動的車床夾頭

- 使用油驅動，主要使用於CNC車床。
- 有兩爪、三爪與四爪設計。



手動夾具設計範例



彈性統夾擴張夾具(圓形工件)

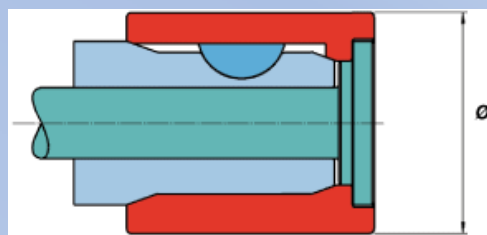
- 使用彈性的外環與錐度構造，產生夾緊力。



手動



油壓驅動



氣壓夾具系列

- 氣壓夾具元件範例



氣壓的基本計算式

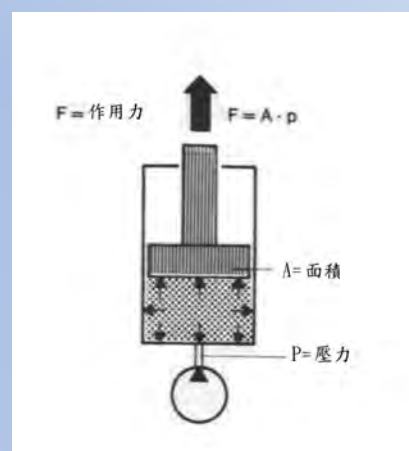
- 壓力：單位面積的作用力

$$P = F/A$$

- $F = \text{N}$ (牛頓)
- $P = \text{壓力 bar}$
 - $1 \text{ bar} = 10 \text{ N/cm}^2$
- $A = \text{cm}^2$

- 作用力與壓力單位換算:

- 作用力單位
- $1 \text{ kgf} = 9.8 \text{ N}$
- 壓力換算
- $1 \text{ bar} = 10 \text{ N/cm}^2$
 - $= 0.1 \text{ Mpa.}$
 - $= 1.03 \text{ kgf/cm}^2$
 - $= 14.5 \text{ psi(lb/inch}^2\text{)}$



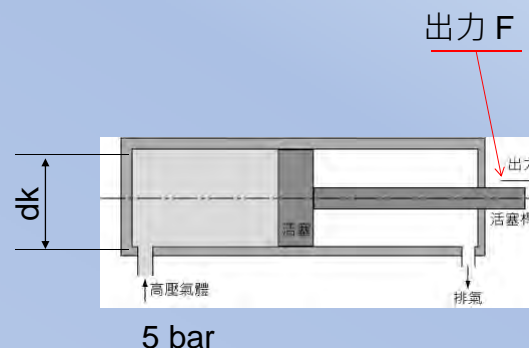
氣壓夾具又是什麼?

- 簡單的說就是利用氣壓缸來產生夾持力，用在夾治具上夾持工件的夾具。
- 氣壓夾具根據動作可以分成:
 - 直壓式夾緊氣壓缸: 氣壓缸的活塞直接的推力夾緊工件
 - 轉角直壓式夾緊氣壓缸: 氣壓缸下壓時，帶動壓板轉動一個角度(通常是90度)壓緊工件，可以方便取放工件
 - 肘結式夾緊氣壓缸: 氣壓缸推動肘節機構，產生更大的夾緊力

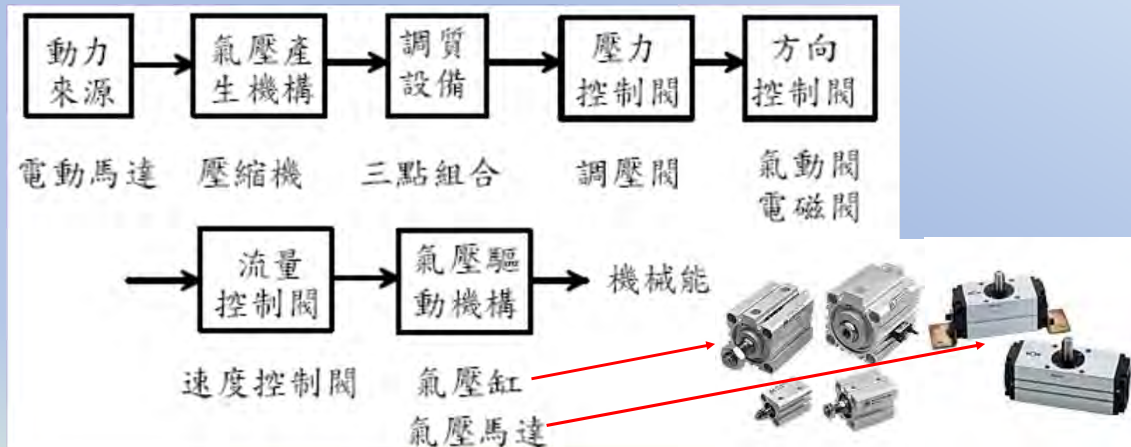


氣壓缸推力計算

- 氣壓缸直徑 $d_k = 50 \text{ mm} = 5 \text{ cm}$
 - 操作壓力: 5 bar
 - 出力 $F = P \times A$
- $$F = 5 \times (d_k^2 \times \pi / 4)$$
- $$= 5 \times (5^2 \times 3.14 / 4)$$
- $$= 98 \text{ kgf}$$



空壓系統的基本構成



壓縮空氣的來源: 空氣壓縮機

- 往復式活塞壓縮機: 利用活塞在汽缸中往復運動，吸入氣體加以壓縮，目前使用最廣泛。
- 用多段式的設計，可以達到相當的高壓。一般市面上銷售的機型輸出壓力約在7 bar左右。
- 滑動葉片式壓縮機: 利用轉動的轉子上的滑動葉片，吸入空氣並壓縮產生高壓，可以設計成多級式產生較高的壓力。
- 螺旋式空壓機: 採用一對的雌雄螺旋，迴轉時產生的氣室會將空氣壓縮道出端。以往由於造價高，使用較不普遍，但目前在國內已有生產，已經比較普及了。

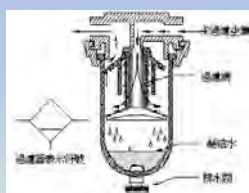


控制元件:

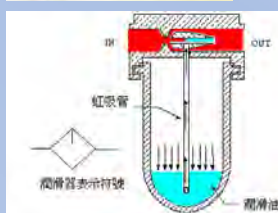
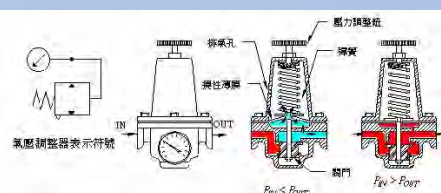
- 常使用於氣壓夾具系統中的控制元件如下:
 - 三點組合:排水、調壓與潤滑
 - 方向控制閥:手動與電磁閥
 - 減壓閥:調整壓力
 - 流量控制閥:調整流量來控制速度



排水器

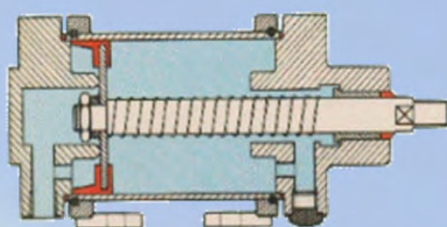


調壓閥器

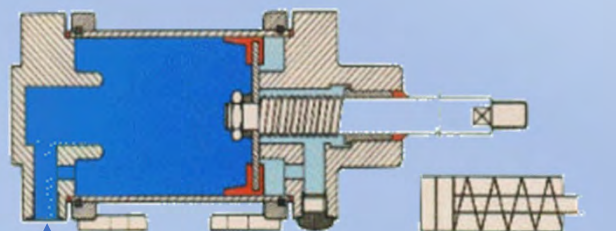


單動氣壓缸構造

- 氣壓推進活塞，彈簧復歸，彈簧力會抵消氣壓夾緊力，因此不適合長行程氣壓缸。
- 適合短行程夾持缸



未供應空氣，活塞回復原位。



供應壓縮空氣，活塞向前推出。

單動氣壓缸符號

雙動氣壓缸構造

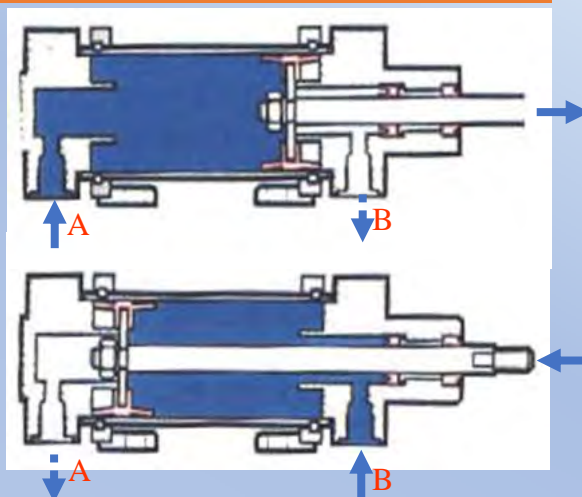
- 氣壓推進，氣壓拉回。

推出(夾緊):

A端供應壓縮空氣，活塞向前推出。

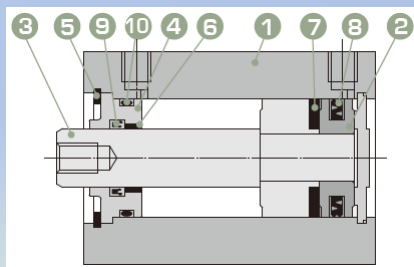
復歸(放鬆):

B端供應空氣，活塞回復原位。

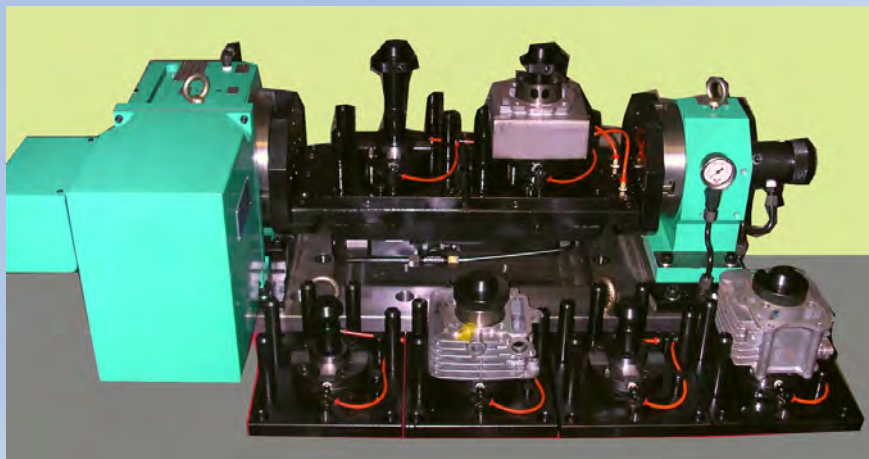


氣壓夾具元件-直壓式氣壓缸

- 方塊型氣壓缸:
 - 直壓式夾緊氣壓缸構造:



氣壓夾具實例



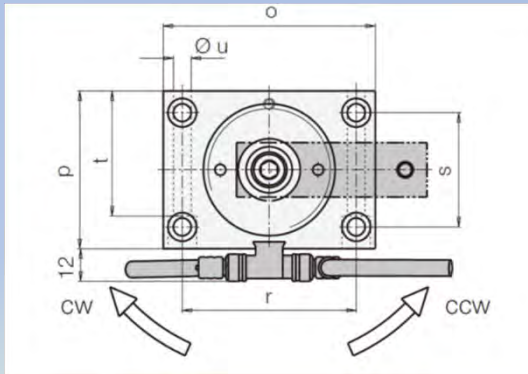
氣壓夾具元件-氣壓式旋轉缸

- 活塞下壓時，帶動活塞桿旋轉90度，夾緊工件，鬆開時，方便工件取放。



氣壓式旋轉缸應用例

- 設計時要注意壓板的旋轉方向



氣壓夾持缸的位置檢出

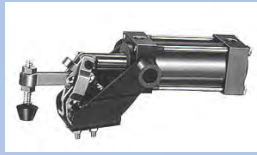
- 在自動化夾持時，需要監控夾持狀態。由於氣壓缸由鋁合金製作，活塞是鋼製，所以可以使用進接開關，監控活塞位置，以達到夾持或放鬆是否已執行的監控。
- 自動化上下工件時用於檢查夾持元件的位置。連動ROBOT的動作。



氣壓夾具元件-有自鎖作用的夾緊缸

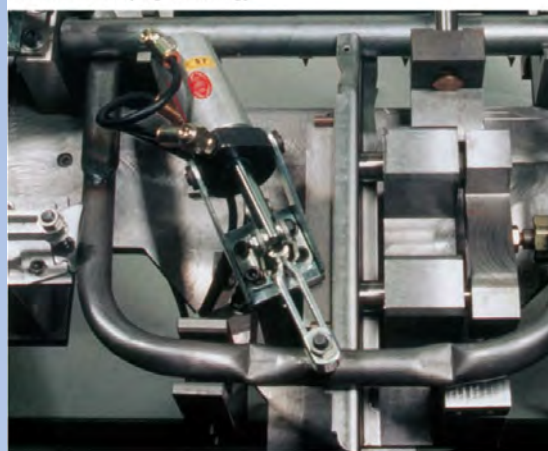
- 氣壓式快速夾具

- 由於空氣具有被壓縮性，如果採用直接壓住工件的方式，當切削力與夾持方向相反，且比夾緊力大時，會將氣壓缸的壓板推開，因此，採用toggle關節設計，可以產生較大的鎖固力，確保夾具壓板不會被推開。



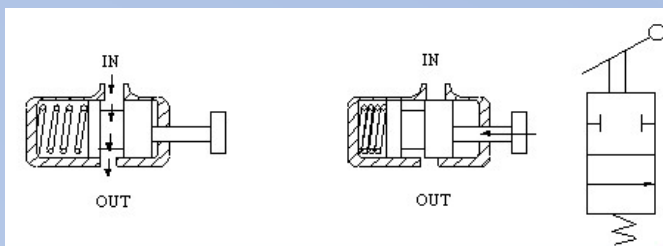
氣壓夾具實例

Pneumatic Clamping Technology



方向控制閥

- 兩口兩位閥: 可以簡單的關斷氣壓源與氣壓元件間的連結。



方向控制閥

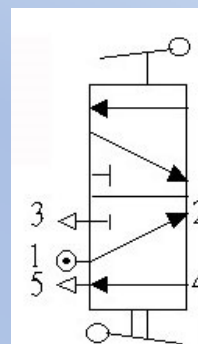
- 五口兩位閥
 - 1: 氣壓源入口
 - 2: 氣壓缸入口 A
 - 3, 5: 排氣口
 - 4: 氣壓缸入口 B
- 手動與電磁驅動

照片舉例:



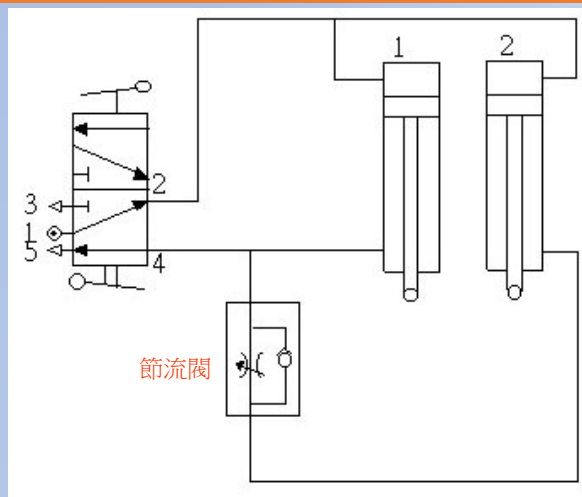
電磁線圈驅動/彈簧復歸

符號舉例:



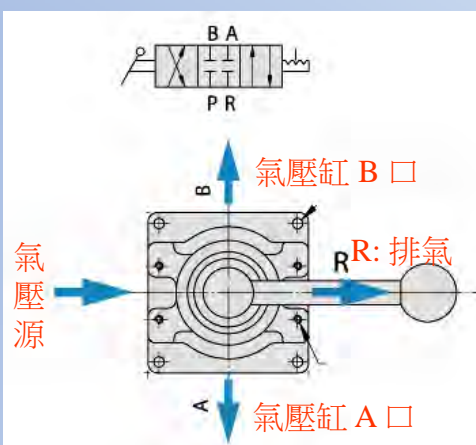
手控驅動/手控復歸

使用五口兩位閥控制雙動缸

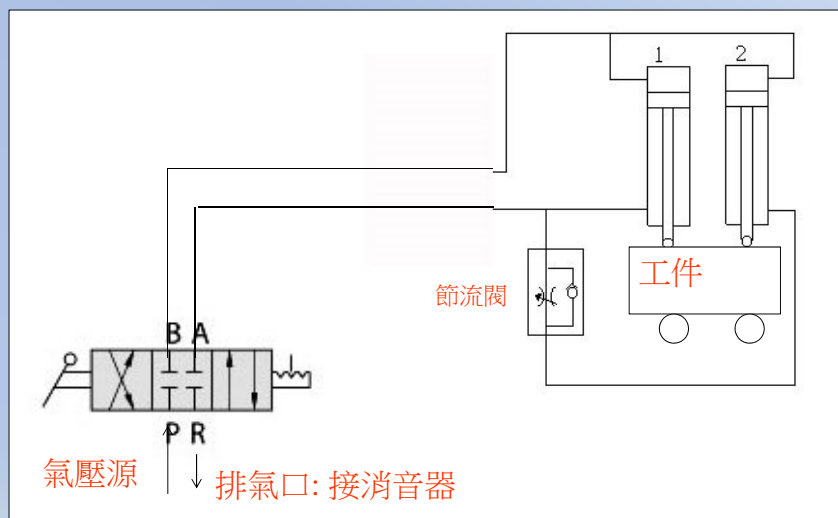


手動方向控制閥

- 四口三位手動方向控制閥

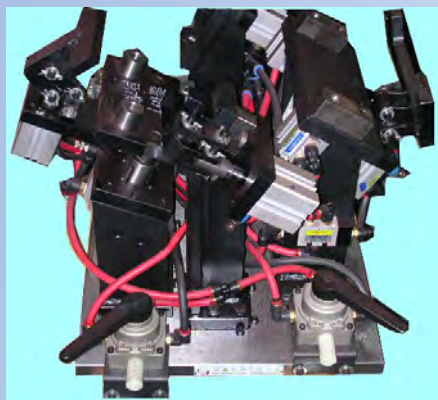
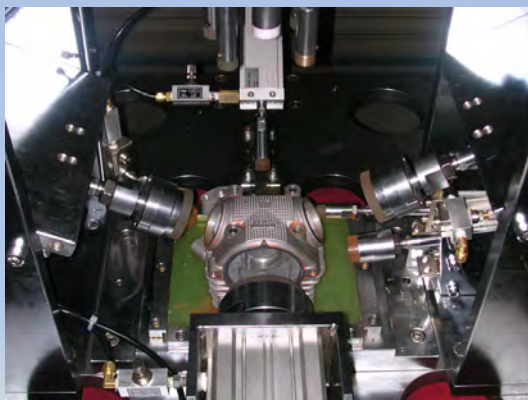


使用四口三位手動控制閥控制雙動缸



其他氣壓夾具實例

- 氣密試驗夾具: 使用直壓式氣壓缸與槓桿機構



真空夾具的原理與應用

- 真空夾具是利用大氣壓力來夾緊工件的一種夾具!
- 真空度: 以海平面一大氣壓力為標準, 當密閉的空間內使用真空幫浦把空氣抽出, 壓力下降, 下降越多, 表示真空度越高, 工件的夾持力也越大! (真空度對照表請看下一頁)

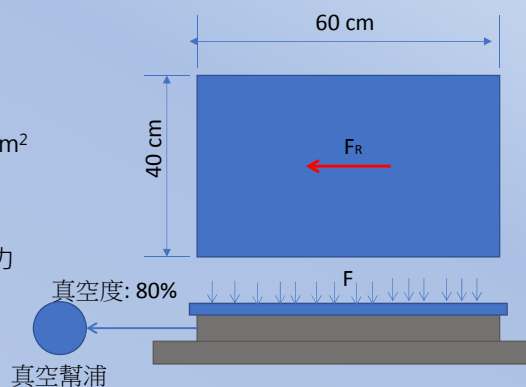
- 真空夾緊力計算公式:

- $F = P \times A$

- 範例:

- 夾具尺寸 = 40 cm x 60 cm, 面積 $A = 40 \times 60 = 2400 \text{ cm}^2$
- 真空度: 80% 相當於 8.0 N/cm^2
- 真空夾具夾緊力 $F = 0.80 \text{ bar} \times 2400$
= 19200 N = 1959 kgf

如果工件與夾具間的磨差係數是0.1, 有效的橫向阻力就是 $F_R = 19200 \times 0.1 = 1920 \text{ N}$ 約 195.9 kgf



真空度對照表

- 海平面的大氣壓力: 1013 mbar
- 真空度以百分比表示。

%Vacuum	kPa	mbar	Torr	-kPa	-mmHg	-inHg
100	0	0	0	101,3	760	30
90	10	100	75	90	675	27
80	20	200	150	80	600	24
70	30	300	225	70	525	21
60	40	400	300	60	450	18
50	50	500	375	50	375	15
40	60	600	450	40	300	12
30	70	700	525	30	225	9
20	80	800	600	20	150	6
10	90	900	675	10	75	3
0	101,3	1013	760	0	0	0

真空夾持面積與真空幫浦的選擇

- 包含真空幫浦、流量與夾持面積的關係，本表格是建議參考值，詳細使用容量請於購買真空夾具系統時，向出售的廠商諮詢。

夾持面積	<0.12 m ²	<0.15 m ²	<0.15 m ²	<1.0 m ²	<2.0 m ²	<3 m ²
真空幫浦流量	5 m ³ /h	10 m ³ /h	16 m ³ /h	21 m ³ /h	63 m ³ /h	100 m ³ /h

- 純乾式切削使用的真空幫浦

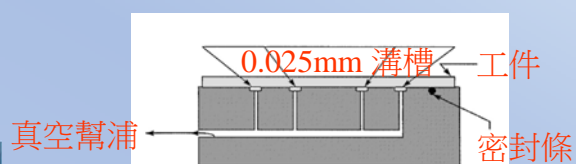


- 真空幫浦含油水分離與真空儲存桶，可以用於有切削液的情況！



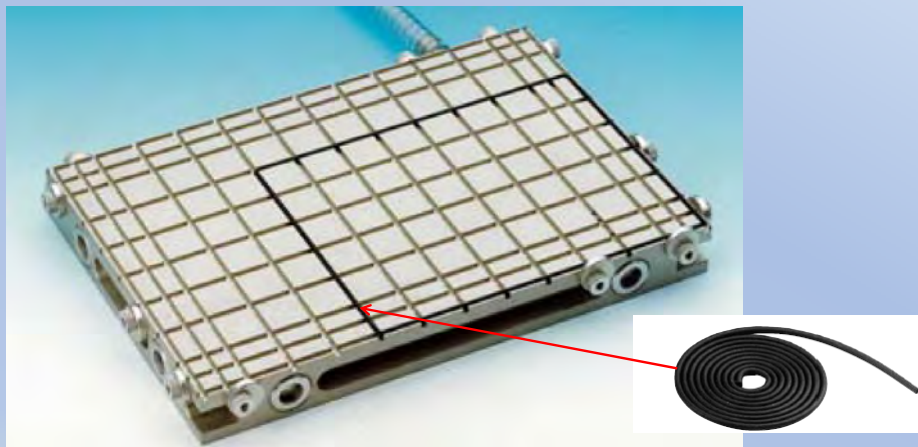
真空夾具範例

- 採用真空吸力夾持薄工件

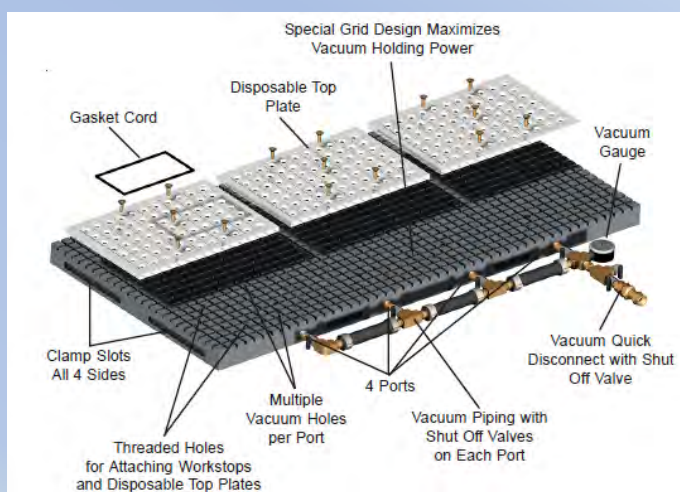


真空夾具範例

- 方格式真空夾具 可以調整夾持範圍



真空夾具範例



冷凍夾具

- 使用急速冷凍，將夾具盤上的水冷凍，固定工件。
- 幾乎可以適用於所有的材料，但是只適合於輕切削！

