

油氣壓自動控制工程能本位訓練教材 瞭解壓縮機外氣電路裝置

編號：PMT-HPC0504

編者：李泉旭

審稿者：戴立雄、張子群、楊燕台、傅振豪

主辦單位：行政院勞工委員會職業訓練局

刊製單位：中華民國職業訓練研究發展中心

印製日期：九十年十一月

單元 PMT-HPC0504 學習指引

如果你已將氣壓動力裝置中之前幾單元都已全部完成學習過程，並經過學後評量。接著就請繼續本單元之學程，它是在氣壓動力裝置中最後之單元，但對於氣壓動力之影響是相當大的，請從未單元第 5~23 頁中學習。或參考機械氣壓學入門第 25 頁~31 頁。

引言

在氣壓動力裝置單元中，由壓縮機出來的壓縮空氣必須藉著管路將壓縮空氣輸送到各個工作站或氣壓設備上，因此如壓縮空氣的配管設計不良，將會產生相當大問題如，壓力降變大、流量不足、凝結水無法排放、氣壓元件作動不良，信賴度降低，保養檢修困難等，為克服以上之問題，故配氣管路設計是很重要的。

定義：(略)

學習目標

- 一、 不使用參考資料，你能簡述配氣管方式、特性。
- 二、 不使用參考資料，你能簡述配管徑選擇須考慮那些因素。
- 三、 不使用參考資料，你能簡述管路接頭有那幾種及管路安裝注意事項。

假如你認為能夠勝任以上學習目標的能力，請翻至第 27 頁做測驗。
假如你需要更多學習的話，請翻到下一頁。

學習活動

- 一、本單元提供氣壓動力裝置相關知識請從第 5~23 頁中依學習目標去學習。
- 二、可參考飛斯妥叢書，機械氣壓學入門(A)第 25~31 頁。

本單元的第一個學習目標是

不使用參考資料，你能簡述配氣管方式、特性。

假如你認為能夠勝任以上學習目標的能力，請翻至第 9 頁做測驗。

假如你需要更多學習的話，請翻到下一頁。

自動化的製造設備愈來愈多，工廠內的壓縮空氣需求量亦隨之繼續上升，每一架機器及每一項用具皆需一定量的空氣，此空氣須自壓縮機通過管路系統供給。合理的配氣網路設計，可以省掉許多日後的保養問題，並可使蓄氣筒與使用者之間的壓力降即使在空氣消耗量增加時亦不致超過 0.1bare 過高的壓力降有害於系統的經濟及降低系統性能。

整廠配氣網路之設計有兩大類：(1)集中供氣網路，(2)個別供氣網路兩種方式。個別供氣網路方式為單元控制系統採用小型空氣壓縮機，而不另設壓縮機房，單一系統獨立壓縮機，可採用較小配管，個別供氣網路之配管亦可相互連接，以便某一空氣壓縮機故障時，可由鄰近壓縮機繼續供氣。其優點為壓力損失較小。個別供氣系統，如需大馬力之壓縮機時，則安裝比較麻煩，保養也比較麻煩。而且部份可移動型之小馬力之壓縮機。如果放置在工作場所，而不另設壓縮機房時，將增加廠房之噪音干擾，亦有保養困難，而且還有效率較低並浪費能源，以及雜亂之感覺。一般較長久性及較具規模之工廠，個別供氣網路方式都不被採用。全部採用集中供氣網路。故本單元以集中供氣之配氣管方式來簡述。

集中供氣網路之配管方式有以下幾種：(1)直線式配管，(2)環狀配管，(3)互相連接系統，(4)高低壓環狀管路。

- 一、直線式配管：如圖 1，為最簡單的配管方式，但如果配管直徑選擇不良，當每一工作站皆在消耗壓縮空氣時，則管路下游的工作站得不到適當的操作壓力和足夠的空氣量。又當其中有一工作站突然增加空氣消耗量，則會使管路之下游產生壓降。

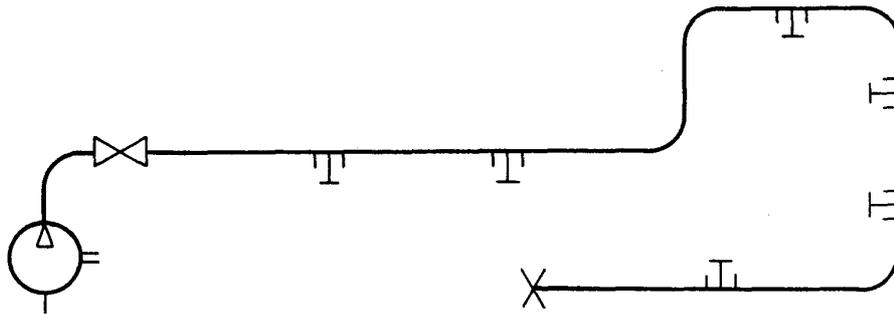


圖 1 支線管路

二、環狀配管：如圖 2

在空間許可條件下，可採用環狀配管，對於任一分歧管的空氣消耗量突然增加，可由雙方向急速補充氣體，使壓降減至最小程度。採用此種配管方式，可得到較均勻的壓縮空氣供應。

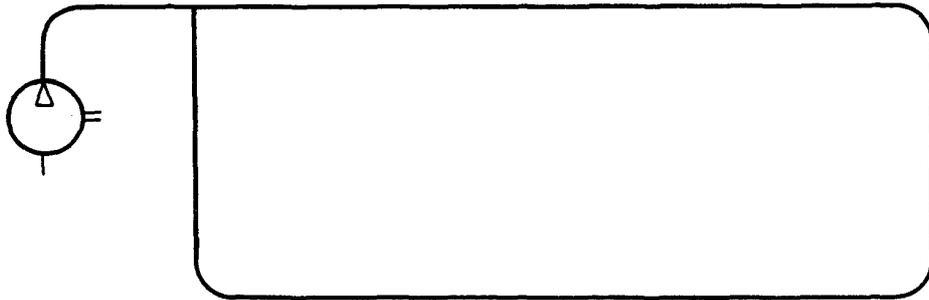


圖 2 環狀管路

三、互相連接的配管：如圖 3

此配管方式亦為環狀迴路，由於空氣管線之縱向與橫向連接，使得任一點之空氣均能使用。此種配管之特性如環狀配管，惟在管線上裝有切斷閥，可分段隔離，以利清潔、檢查及維修。

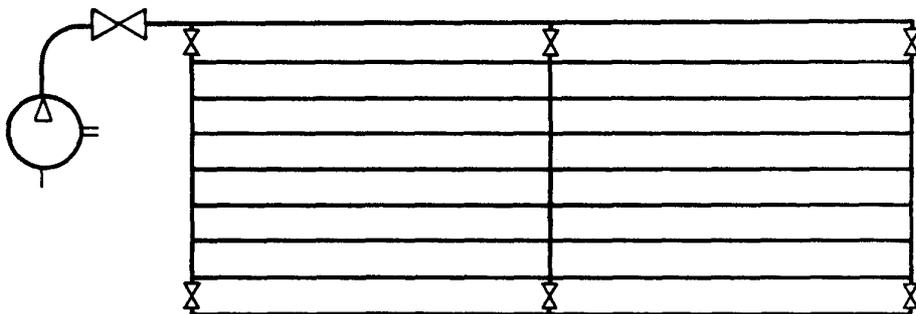


圖 3 互相連結的系統

四、高低壓環狀管路：如圖 4

如有高低壓之控制系統時，可分別採用兩個環狀管路，在兩環狀管路之間加裝一減壓閥（調壓閥）即可得到高、低壓兩種壓力。

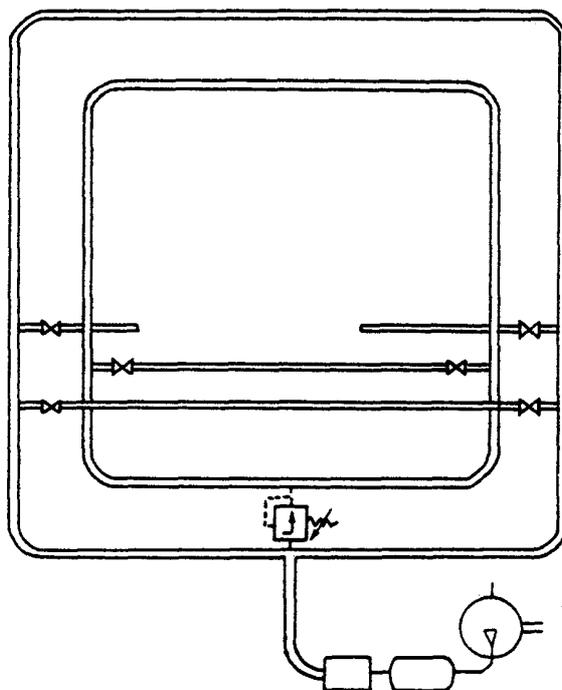


圖 4 高低壓環狀配管

學習評量一

不使用參考資料，請簡述配氣管方式及其特性。

你的答案應該包括下列要點

配管方式及其特性

一、直線式配管——

為最簡單的配管方式，但如果配管直徑選擇不良，當每一工作站皆在消耗壓縮空氣時，則管路下游的工作站得不到適當的操作壓力和足夠的空氣量。又當其中有一工作站突然增加空氣消耗量，則會使管路之下游產生壓降。

二、環狀配管——

在空間許可條件下，可採用環狀配管，對於任一分歧管的空氣消耗量突然增加，可由雙方向急速補充氣體，使壓降減至最小程度。採用此種配管方式，可得到較均勻的壓縮空氣。

三、互相連接的配管——

與環狀配管相似，由於空氣管線之縱向與橫向連接，使得任一點之空氣均能使用。此種配管之特性如環狀配管，惟在管線上裝有切斷閥，可分段隔離，以利清潔、檢查及維修。

四、高低壓環狀管路——

分別有兩個環狀管路，其特性與環狀配管相似，惟其在兩環狀管路之間加裝一減壓閥（調壓閥）即可得到高、低壓兩種壓力。

本單元的第二個學習目標是

不使用參考資料，你能簡述配管管徑選擇須考慮那些因素。

假如你認為能夠勝任以上學習目標的能力，請翻至第 16 頁做測驗。
假如你需要更多學習的話，請翻到下一頁。

壓縮空氣的配管設計不只是管線直徑的選擇，還包含壓縮機之選擇。(如供應壓力，空氣消耗量)，送氣管配管方式、配管材料、安裝方式……等。都足以影響到管路設計後整個氣壓系統之性能。所以須注意空氣壓縮機輸出壓力及供氣量之選定。

壓縮機之供氣量 (Q_{comp})

$Q_{comp} = (Q_{act} + Q_{future}) \times 1.2$ (式中乘 1.2 乃是考慮氣壓系統洩露)。

$Q_{act} =$ 氣壓缸 + 氣動工具 + 氣壓噴嘴 + 其它

$Q_{future} =$ 未來之擴充所需消耗空氣量

有了壓縮機輸出壓力、壓縮機之種類、壓縮機之供氣量 (參考 PMT-HPC0501)，即可決定所需驅動馬力。假如驅動馬力 200HP，則可考慮用 2 台 100HP 壓縮機，以免日後壓縮機故障時，使整個工廠內氣壓控制之生產設備全部停止。

驅動馬力也可由經驗法取得，一般採用每 100Nl/min，壓力 7bar 需 1HP 之動力。

配管管徑之選定通常在設計一個新配管系統時，考慮事項如下：

- 一、要考慮到未來增加的空氣消耗量，選用比原有更大一點管徑的配管。
- 二、最高壓縮空氣使用量時，壓力降差不能超過 5%。
- 三、由蓄氣筒到廠房最遠之處，在最大流量時所允許之壓力降，依經驗在 0.1~0.3bar。

配管管徑如選擇不當，影響到系統之壓降，能源使用、效率等諸問題，亦有可能必須將原配管系統拆除，重新設計、退費金錢，故對配管管徑的選擇，不得不謹慎。

下列因素可用來決定配管管徑的選擇：

- (一) 空氣消耗量。
- (二) 未來之擴充量。
- (三) 配管總長。
- (四) 評可壓力降。
- (五) 工作壓力。
- (六) 配管中之接頭、彎管等數目。

配管管徑的選擇，工程上皆採用列線圖表法，列線圖表如圖 1、圖 2，如以下一例題說明。

例題：某一工廠擬裝配一氣壓系統，配管方式採用直線配管，其條件如下：
 工作壓力為 8bar，許可壓力降 $\Delta P=0.1\text{bar}$ ，初期空氣消耗量 $240\text{Nm}^3/\text{h}$ ，
 三年後總消耗量 $960\text{Nm}^3/\text{h}$ ，管總長 280m，含有六個 T 型接頭，五個直角
 肘形管接及一個雙位閥辦，試求其所需之配管直徑。解：以圖表表示如下：
 從列線圖表（圖 1），依據例題條件連接管長 280m（A 軸）和空氣輸送量
 $960\text{Nm}^3/\text{h}$ （B 軸）延長與 C 軸相交於點 1。連接工作壓力 8bar（E 軸）和
 壓力降 0.1bar（G 軸），和直線 F 軸交於點 2，連接點 1、點 2。可在配管
 內徑（D 軸）得到交點 3，此點即為配管直徑。

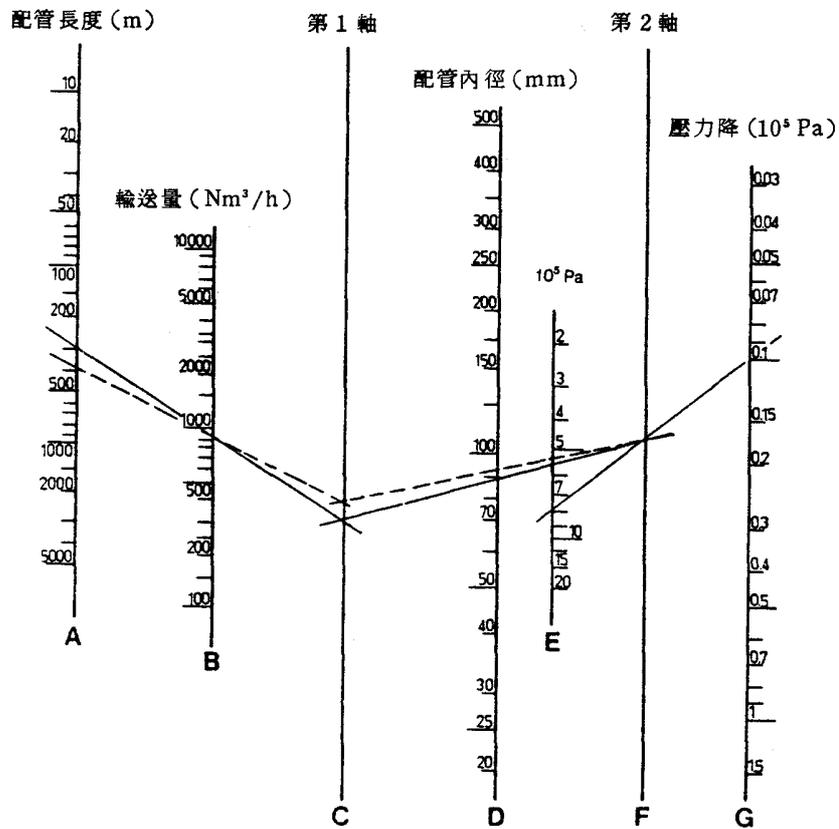


圖 1 公稱直徑 (mm)

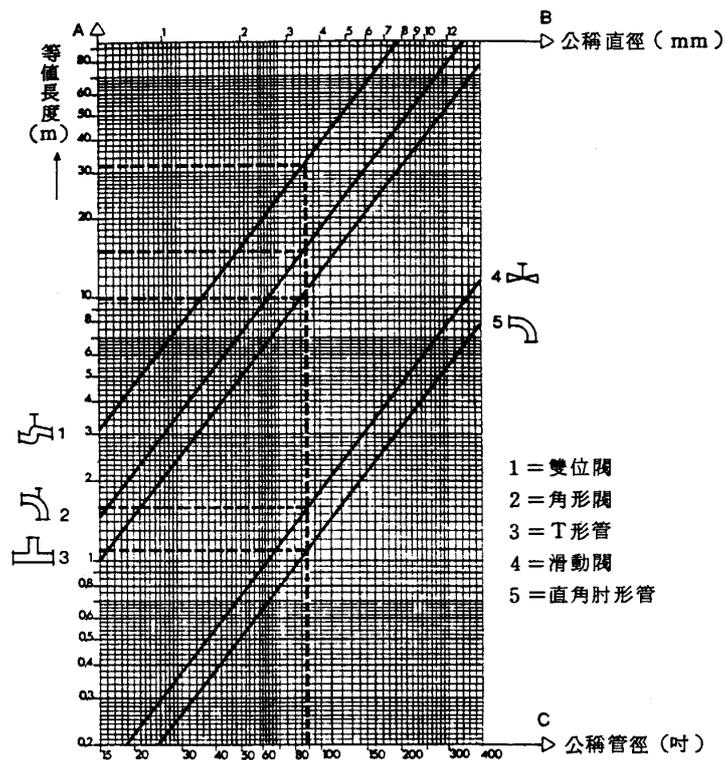
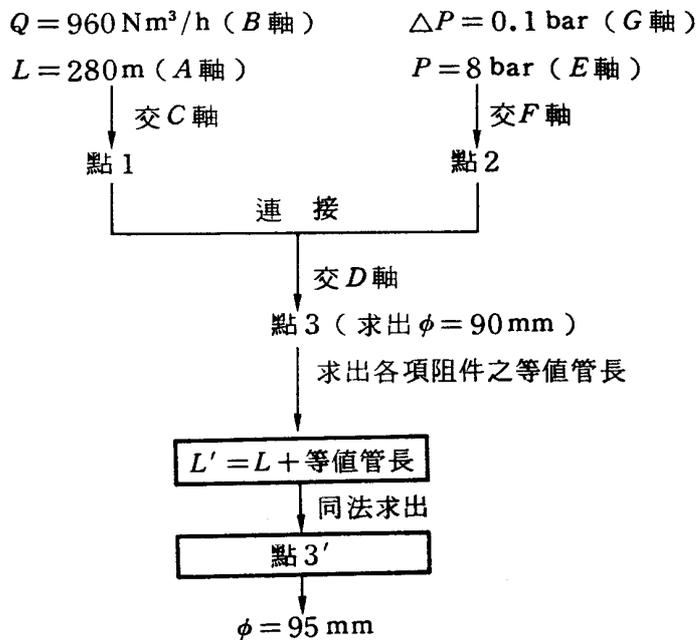


圖 2 等值長度求解圖

由圖 2，可決定各阻流元件之等值管長。

解：以圖表表示如下：



六個 T 形接頭 (90 mm) = $6 \times 10.5 = 63 \text{ mm}$

一個雙位閥 (90 mm) = $1 \times 32 = 32 \text{ mm}$

五個直角肘形管接頭 (90 mm) = $5 \times 1 = 5 \text{ mm}$

合計 = 100 mm

合計管長 $L' = L + \text{等值管長}$

$$L' = 280 \text{ mm} + 100 \text{ mm} = 380 \text{ mm}$$

以新的合計管長、空氣消耗量、允許壓力降及工作壓力，再利用圖 1，重覆上述過程，可得新的配管直徑為 95 mm。

本例題採用直線式配管，故主配氣管徑由上述計算所得為 95 mm 配管材料用瓦斯鋼管 (JIS G3427)，表 1 得在稱呼尺寸 3 1/2" 時管內徑 93.2 mm，稱呼尺寸 4" 時，管內徑 105.3 mm，故必須選用稱呼尺寸 4"，管內徑為 105.3 mm 之管。

表 1 瓦斯鋼管尺寸

稱呼尺寸	尺寸 (mm)		
	外徑	近似厚度	近似內徑
1/8	10.5	2.0	6.5
1/4	13.8	2.3	9.2
3/8	17.3	2.3	12.7
1/2	21.7	2.8	16.1
3/4	27.2	2.8	21.6
1	34.0	3.2	27.6
1 1/4	42.7	3.5	35.7
1 1/2	48.6	3.5	41.6
2	60.5	3.8	52.9
2 1/2	76.3	4.2	67.9
3	89.1	4.2	80.7
3 1/2	101.6	4.2	93.2
4	114.3	4.5	105.3
5	130.8	4.5	130.8
6	165.2	5.0	155.2
7	190.7	5.3	180.1
8	216.3	5.8	204.7
9	241.8	6.2	229.4
10	267.4	6.6	254.2

(詳細參照 JIS G3427)

學習評量二

不使用參考資料，你能簡述配管管徑選擇須考慮那些因素。

你的答案應包括下列

配管管徑的選擇須考慮以下之因素

- 一、 使用空氣消耗量。
- 二、 未來之擴充量。
- 三、 配管之總長。
- 四、 許可壓力降。
- 五、 工作壓力。
- 六、 配管中之接頭，彎管等數量。

本單元的第三個學習目標是

不使用參考資料，你能簡述管路的接頭有那幾種及管路安裝注意事項。

假如你認為能夠勝任以上學習目標的能力，請翻至第 24 頁做測驗。
假如你需要更多學習的話，請翻到下一頁。

一、配管材料

氣壓管路安裝與配管材料選用是否適當影響很大，須要求安裝容易，能抵抗腐蝕，價格便宜、強度夠，散熱良好等條件。可採用不鏽鋼管、銅管，耐高壓塑膠等……等。可依據工作環境和工作條件，經濟問題等採用適當的配管材料。配管材料又可分為(一)送氣管（主配氣管及分歧氣管）材料和(二)機器系統配管材料。

(一) 送氣管（主配氣管及分歧氣管）。

1. 鋼管（紫銅、黃銅）
2. 不鏽鋼管
3. 鋼管（黑皮、鍍鋅）
4. 耐壓塑膠管

(二) 機器系統配管

1. 塑膠軟管
2. 橡膠軟管

橡膠軟管之規格一般係以外徑稱呼，普通管子如鋼管都以內徑稱呼大小。

圖 1 及圖 2 為塑膠軟管和橡膠軟管。

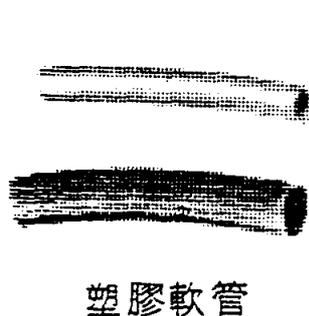
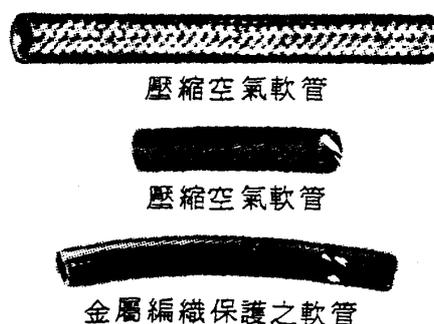


圖 1 塑膠軟管



壓縮空氣軟管

壓縮空氣軟管

金屬編織保護之軟管

圖 2 橡膠軟管

二、管路接頭

氣壓管路用之接頭種類繁多，以下例出幾種常用之管接頭簡述於後。

(一) 金屬管接頭

如圖 3 所示，說明如下：

- (a)圖——鎖在一起的有公母螺紋管。
- (b)圖——鋼環嵌入管壁內，此種接頭可奉行鬆開。
- (c)圖——鋼環或塑膠環包覆的管路，在較高壓力下仍然可以保持鎖緊。
- (d)圖——配有螺紋環的鋸齒型管路。
- (e)圖——在其端部呈錐型開口的管路。

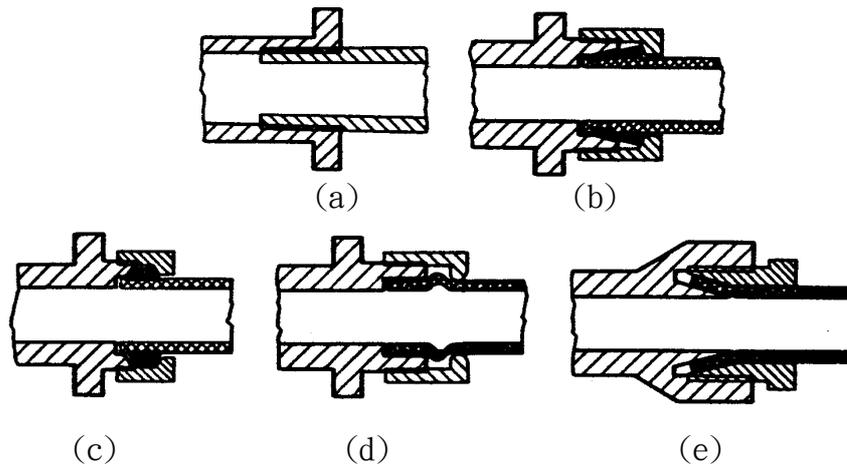


圖3 金屬管接頭

(二) 軟管接頭

如圖4所示，說明如下：

- (a)圖——塑膠管用快速接頭。
- (b)圖——軟管結合栓座，可和(c)、(e)、(f)瞬間接合（氣動栓塞）。
- (c)圖——塑膠管用管接頭（氣動栓塞）。
- (d)圖——橡皮管或塑膠管用管接頭（快速推位配件）。
- (e)圖——低壓及小口徑用配氣接頭（氣動栓塞）。
- (f)圖——具有連接螺紋的管接頭（氣動栓塞）。

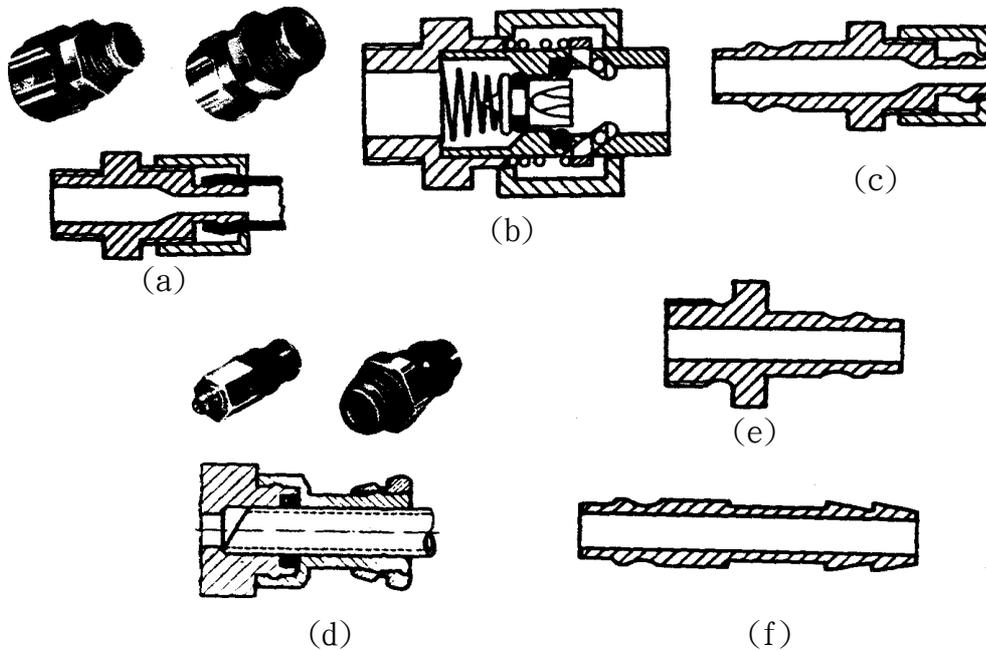


圖4 軟管接頭

(三) 塑膠軟管用接頭。

如圖 5 所示，說明如下：

- (a)圖——L 型管接頭，可以迴轉，所以軟管的接頭方向可作 360° 迴轉。
- (b)圖——肘型管接頭，軟管連接的方向不可迴轉。
- (c)圖——可以迴轉的 T 型管接頭，兩個接頭在彼此相反方向。
- (d)圖——配氣接頭，分流器（三通）。
- (e)圖——複式配氣接頭，可依須要安裝，每一接頭均可迴轉。

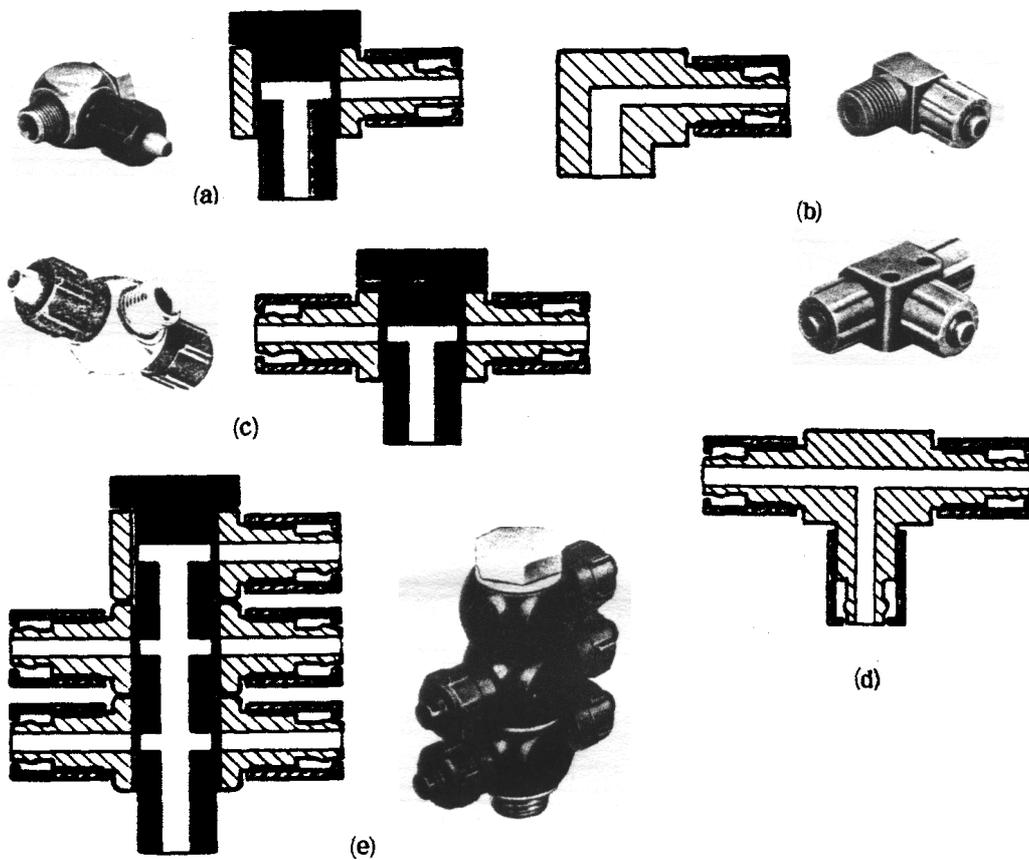


圖 5 塑膠軟管用接頭

三、配氣管路安裝須注意事項如下：

- (一) 壓縮空氣管路盡可能避免安裝在狹窄的構槽內。因溝槽內空氣不易流通，無法獲得適當的冷卻，以致水蒸氣不能凝結除去。
- (二) 在水平方向的管路中，分歧管的管路必須從主幹管的頂部上面接出，以免凝結水為空氣流所帶走（參考圖六）。
- (三) 主配氣管管路在順空氣流動方向有1~2%的下向傾斜度，以利排水且在最低處應裝集水器（參考圖6）。

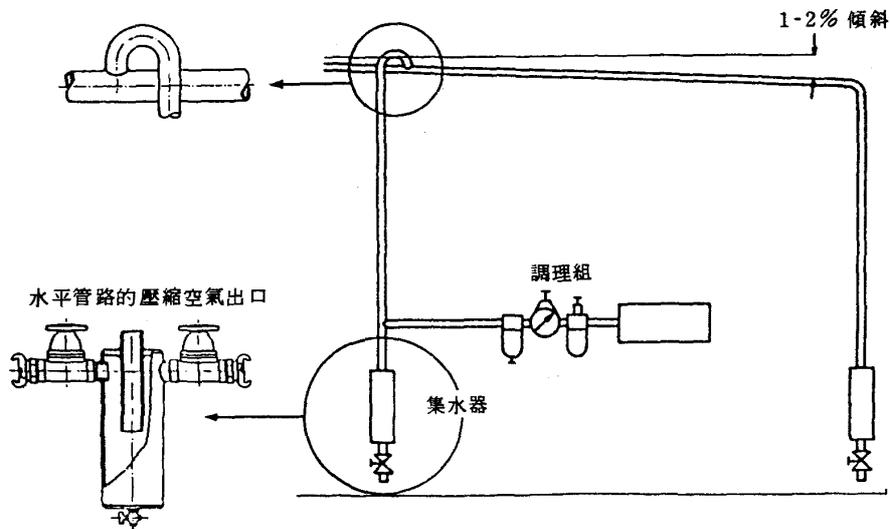


圖 6

- (四) 主配氣管管路的入口或分歧管路與設備之間一定要設空氣過濾器，以防止污染物、鐵垢等的流出。
- (五) 如果空間許可，主配氣管路須環繞整個廠房。形成環狀迴路，如此在任何使用位置均可獲得雙方向的壓縮空氣供應，即使有突然需要大量的波動供氣，亦可避免過度壓力下降，以維持穩定供氣。
- (六) 在環狀迴路上須配置數個切斷閥，使可分段隔離，如此實施維修保養時，可分段施行，不必關閉全部管路系統。

學習評量三

不使用參考資料，你能簡述管路的接頭有那幾種及管路安裝注意事項。

你的答案是

一、管路接頭可分為：(一)金屬管接頭，(二)軟管接頭，(三)塑膠軟管接頭。

(一) 金屬管接頭

1. 直管公母螺紋接頭。
2. 鋼環嵌入管內接頭。
3. 鋼環或塑膠環包覆管接頭。
4. 螺紋環鋸齒接頭。
5. 錐型開口接頭。

(二) 軟管接頭

1. 塑膠管用快速接頭。
2. 軟管結合栓座快速接頭。
3. 軟管用快速推拉接頭。

(三) 塑膠軟管接頭。

1. L 型管接頭。
2. 肘型管接頭。
3. T 型管接頭。
4. 配氣接頭，分流器（三通）。
5. 複式配氣接頭。

二、配氣管路安裝須注意事項如下：

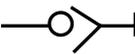
- (一) 壓縮空氣管路盡可能避免安裝在狹窄的構槽內。因溝槽內空氣不易流通，無法獲得適當的冷卻，以致水蒸氣不能凝結除去。
- (二) 在水平方向的管路中，分歧管的管路必須從主幹管的頂部上面接出，以免凝結水為空氣流所帶走（參考圖六）。
- (三) 主配氣管管路在順空氣流動方向有 1~2% 的下向傾斜度，以利排水且在最低處應裝集水器。
- (四) 主配氣管管路的入口或分歧管路與設備之間一定要設空氣過濾器，以防止污染物、鐵垢等的流出。
- (五) 如果空間許可，主配氣管路須環繞整個廠房。形成環狀迴路，如此在任何使用位置均可獲得雙方向的壓縮空氣供應，即使有突然需要大量的波動供氣，亦可避免過度壓力下降，以維持穩定供氣。
- (六) 在環狀迴路上須配置數個切斷閥，使可分段隔離，如此實施維修保養時，可分段施行，不必關閉全部管路系統。

假如你的答案與上述相似，請翻到下一頁，如不相似，則請再閱讀第 15~19 頁，再重新評量無誤後，再請翻到下一頁。

本單元中所述之有關壓縮空氣管路配置之內容以及所列學習目標，你都能完全明白了嗎？假如你已都能勝任，就請準備參加學後評量。

學後評量

一、是非題：

- () 1. 附上回閥快速接頭的符號為 
- () 2. 迴轉接頭的符號為 
- () 3. 為使氣壓軟管整齊美觀，應多使用彎來配管。
- () 4. $\phi 6$ 的軟管其內徑的 $\phi 6$ 。
- () 5. 高壓空氣壓縮機，每一階段之輸出管均應設有壓力表及安全閥。
- () 6. 空氣在管線與元件中流動，流動阻力與溫度沒有關係。
- () 7. 流速一定時，則各支管的壓力也一定。
- () 8. 氣壓系統中流體阻抗較大時，易生壓力降。
- () 9. 裝配管路時，其口徑大小的選定，必須考慮氣壓缸的運動速度。
- () 10. 配氣管路中，使用彎管接頭越多，壓力降越大。

二、選擇題：

- () 1. 下列何者無法防止壓力管路輕微洩漏 (1)紅 (2)黃 (3)紫 (4)灰。
- () 2. 下列何者不是使用於工業安全上的配管顏色 (1)紅 (2)黃 (3)紫 (4)灰。
- () 3. 標準的空氣壓系統直線配管方法是保持接頭兩端管線 (1)拉緊 (2)稍有繞度 (3)管線儘量鬆弛 (4)無關。
- () 4. 標準的空氣壓系統接頭之管線，接妥後其狀態是呈現 (1)可以扭旋 (2)不可扭旋 (3)彎折 (4)不必考慮。
- () 5. 空氣壓主要管線系統 (1)不變順向傾斜排水管 (2)必須川向傾斜排水管 (3)必設逆向傾斜推水管 (4)不設逆向傾斜排水管。
- () 6. 一般氣壓管線的管徑選擇與 (1)流量 (2)壓力 (3)傳送距離 (4)空氣品質。
- () 7. 一般氣壓管線的選擇與 (1)耐蝕性 (2)管壁厚度 (3)管徑 (4)空氣品質無關。
- () 8. 壓縮機常在大吐出量的使用場合應裝設 (1)伸縮管 (2)貯氣筒 (3)彎管 (4)不裝任何配件較宜。
- () 9. 一般氣體的黏度隨溫度升高而 (1)減小 (2)增大 (3)不變 (4)無關。
- () 10. 靜止之流體中各點之壓力在各方向均應相等，這是依據 (1)虎克定律 (2)波義馬定律 (3)伯努利定律 (4)巴斯葛定理。

請翻至下一頁。

學科評量表

項次	評 量 項 目	配 分	學生自評	教師評量
1	是 非 題			
2	選 擇 題			
3	問 答 題			
總	分	100%		

備註：問答題答案重點相似，即給滿分，否則酌予扣分。

學科學後評量總表

項次	評量項目	配分	學生自評得分	教師評量得分
1	學 科	70%		
2	學習態度	30%		
總	分	100%		
等第：				
備註： (1)A：90 分以上，B：80~89 分以上，C：70~79 分以上，D：69 分以下 (2)得 D 為不通過				

--