

空調泵教育館



目錄

一、 離心泵浦的選用·····	P1~P29
二、 泵浦之安裝與配管·····	P30~P32
三、 起動前應注意事項·····	P32
四、 起動·····	P33
五、 運轉中檢查·····	P33~P34
六、 泵的停止運轉·····	P34
七、 運轉之故障與排除·····	P34~P37
八、 故障檢修流程·····	P37~41
九、 故障排除·····	P42
十、 馬達軸承規格·····	P43~P45
附件一、各式壓縮機比較表·····	P46
附件二、各式冷凝器比較·····	P47
附件三、各種冷媒的環境效應·····	P47
附件四、冰水主機效率測試表較表·····	P48

一、離心泵浦的選用：

1. 泵葉的選擇（比轉速 N_s ）：

$$N_s = N \frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}}$$


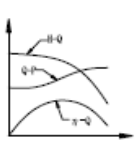
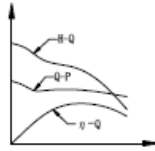
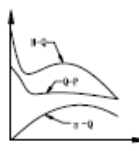
N_s = 比轉速

N = 轉速 (r.p.m)

H = 揚程 (M)

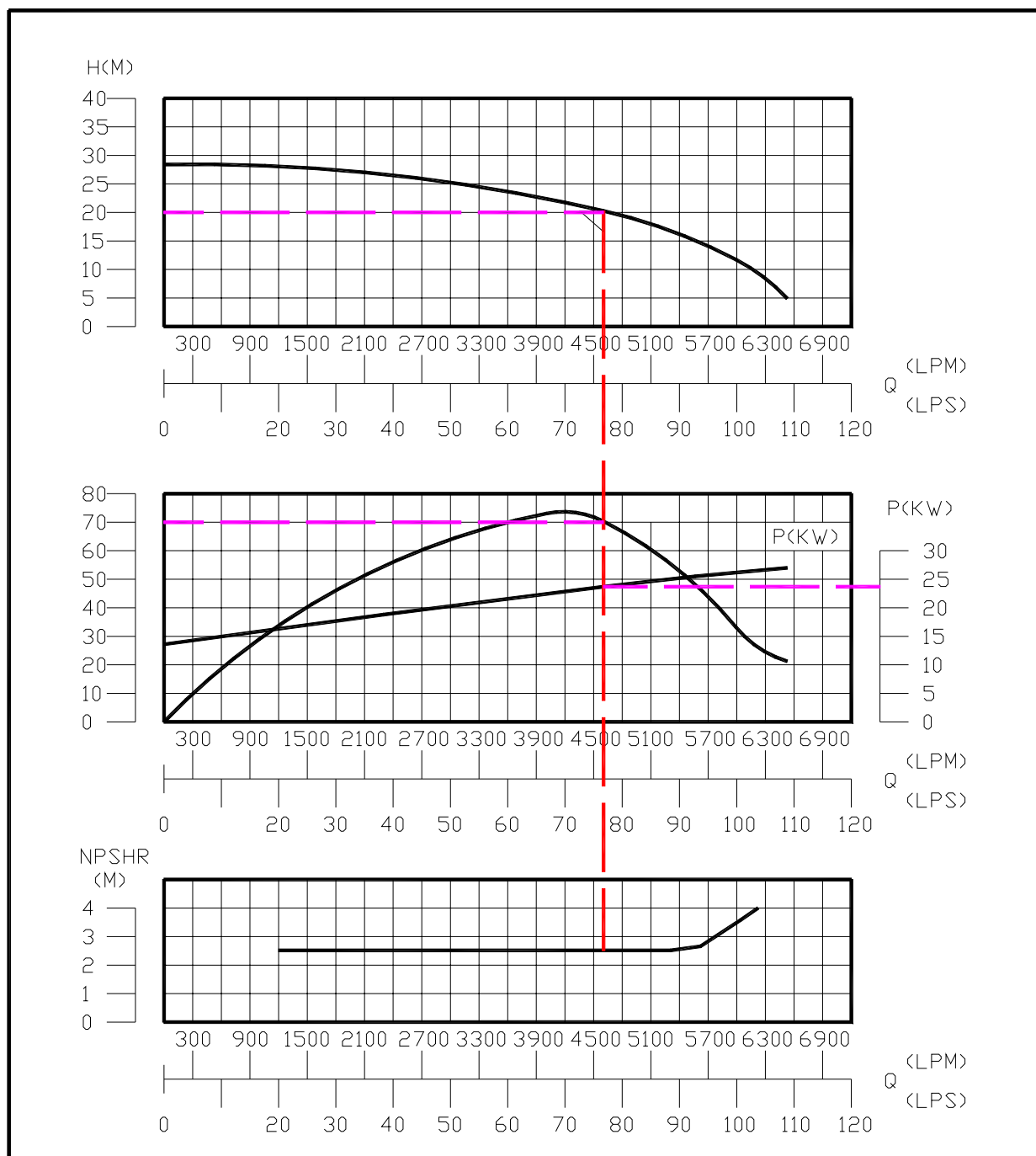
Q = 流量 (M³/MIN)

泵浦選用與比轉速之關係

泵的類型	離心泵			混流泵	軸流泵
	低比轉速	中比轉速	高比轉速		
比轉速	$30 < N_s < 80$	$80 < N_s < 150$	$150 < N_s < 300$	$300 < N_s < 500$	$500 < N_s < 1200$
葉輪形狀					
尺寸比 D_2/D_1	3	2.3	1.8~1.4	1.2~1.1	1
葉片形狀	圓柱形葉片	入口處扭曲 出口處圓柱形	扭曲葉片	扭曲葉片	翼形葉片
性能曲線					
流量-揚程 曲線特點	全閉揚程為設計工況點的 1.1~1.3 倍， 揚程隨流量增加而減少，變化比較緩慢			全閉揚程為設計工況的 1.5~1.8 倍，揚程隨流量增加而減少，變化較大	全閉揚程為設計工況的 2 倍 左右，揚程隨流量減少而急速上升，又急速下降
流量-功率 曲線特點	全閉點功率較小，軸功率隨流量增加而上升			流量變動時軸功率變化較少	全閉揚程功率最大，設計點附近變化比較少，以後軸功率隨流量增加而下降
流量-效率 曲線特點	比較平坦			比軸流泵平坦	急速上升又急速下降

2. 離心泵的性能曲線

型號	150-XA12526-430	馬力	40HP/30KW	相數	3 ϕ
揚程	20M	電壓	380V	電流	57A
水量	4600LPM	級數	4P	泵葉	ϕ 235 mm



性能曲線說明

核對設計需求	揚程 (M)、水量 (LPM)、馬力 (HP/KW)、電壓 (V)、電流 (A)
性能曲線	表示該型機組之泵葉尺寸所能達到之全揚程與最大水量之關係曲線。通常出水量越大，所對應的揚程越低。一般來說以△來表示該型泵浦之設計點(額定點)
P 曲線 (KW-Q)	表示該型機組運行之水量所需求之馬力 (KW) $HP = KW / 0.746$
η (%) 曲線 (效率曲線)	表示該型機組出水量與效率之關係曲線。一般來說設計點所需水量最好為最高效率點。機組最佳選用範圍：最高效率點所對應之水量於 75% ~125% 之間。
NPSHR 曲線 淨吸入揚程	表示該機型最大出水量使用範圍是否會產生空蝕 (CAVITATION) 現象之曲線 一般來說以該曲線突升點來表示空蝕現象
水量 (Q)	單位時間內吐出之水量 常用單位：LPS (L//SEC)；LPM (L/MIN)；CMH (M ³ /HR)；CMD (M ³ /DAY) $GPM (GAL/MIN) \times 1GAL = 3.7852L$
揚程 (H)	常用之單位：M；FT ※1FT=0.305M 壓力錶值：1 kg/cm ² =10M
回轉速	電動機單位時間之轉速。一般以 R.P.M 表示。 ※2 極：3550R.P.M；4 極：1750 R.P.M
水動力 (Lm)	以機械轉動的工作量加於泵浦上 $Lm = 0.163 \times H \times Q \dots\dots (KW)$
軸動力 (Lp)	馬達實際上所產生之工作量 $Lp = (\sqrt{3} \times V \times I \times \eta \times \cos \phi) / 1000$
泵浦效率 (η_P)	$\eta_P = Lm / Lp$
電動機 輸入電力	泵浦運轉點之輸入電力 (KW)
電動機 輸出電力	泵浦運轉點，依其電動機特性的效率所算出
電動機效率	電動機效率 = 電動機輸出 / 電動機輸入
試驗電源	使用於試驗用之電壓 (V) 及頻率 (HZ)
電流值	泵浦運轉點之電流值 (A)
壓力錶	以水壓壓力來測定，依其水柱高來換算。一般單位用 M 表示 1 kg/cm ² =10M
速度水頭	速度能量 - ($V^2/2g$) (M)

3. 泵浦效率計算

$$\eta = \frac{L_w}{L_s}$$

η = 泵浦效率

L_w = 水動力 (KW)

$$= 0.163 \times H (M) \times Q (M^3/MIN) \times \rho (\text{密度})$$

L_s = 軸動力 (KW)

$$= \sqrt{3} \times V (\text{電壓}) \times A (\text{電流}) \times \cos \phi (\text{功率因數}) \times \eta_M (\text{馬達效率})$$

EX：揚程=25M；水量=2500LPM；軸動力 15KW，則泵效率 η = ?

$$\text{ANS：} L_w = 0.163 \times 25 \times 2.5 \times 1 = 10.1875$$

$$L_s = 15$$

$$\eta = 10.1875 / 15 = 67.9\%$$

$$\text{備註：} 2500\text{LPM} / 1000 = 2.5 \text{ M}^3/\text{MIN}$$

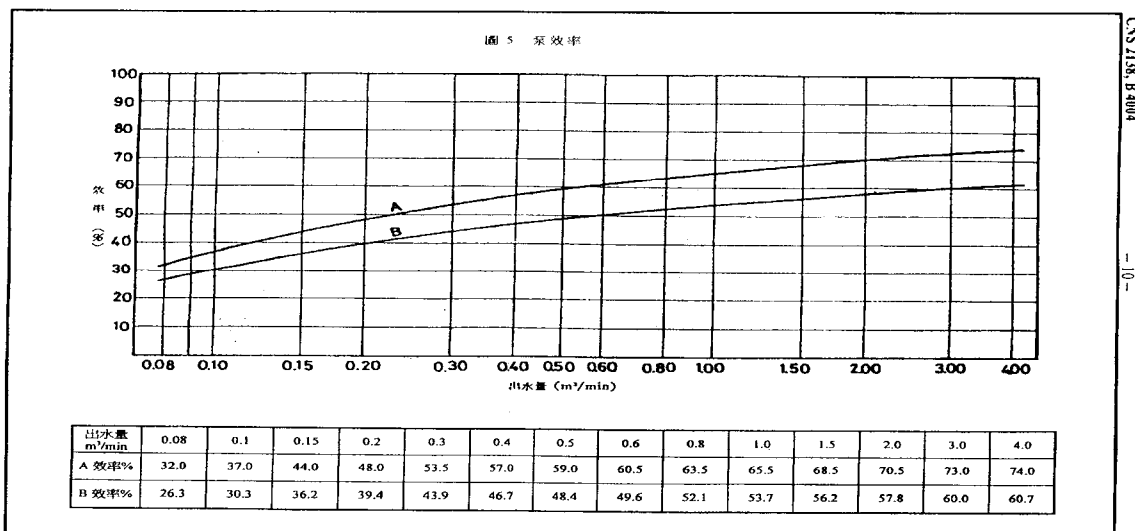
EX：揚程=25M；水量=2500LPM；泵效率=70%，則電動機馬力需求= ?

$$\text{ANS：} L_w = 0.163 \times 25 \times 2.5 \times 1 = 10.1875$$

$$\eta = 70\%$$

$$L_s = 10.1875 / 0.7 = 14.55\text{KW}$$

$$\text{HP} = 14.55 / 0.746 = 19.5\text{HP} \approx 20\text{HP}$$



4. 離心泵之性能定律（相似定律 AFFINITY LAW）：

水泵的水量、轉速、葉輪直徑、水頭損失與馬力數會有一關係式如下：

(1) 水量與轉速成正比【 $Q1/Q2=R1/R2$ 】

(2) 水頭損失與轉速平方成正比【 $H1/H2=(R1/R2)^2$ 】

(3) 馬力與轉速三次方成正比【 $BHP1/BHP2=(R1/R2)^3$ 】

(4) 轉速與葉輪直徑成正比【 $R1/R2=D1/D2$ 】

EX：50Hz/4P/20HP 之泵浦， $H=36M$ ； $Q=1000LPM$ ，試問 60Hz 時，其 $H=?$ ；

$Q=?$ $HP=?$

ANS：

$$Q1/Q2=R1/R2$$

$$1000/Q2=1450/1750 \rightarrow Q2=1207LPM$$

$$H1/H2=(R1/R2)^2$$

$$36/H2=(1450/1750)^2 \rightarrow H2=52M$$

$$BHP1/BHP2=(R1/R2)^3$$

$$20/BHP2=(R1/R2)^3 \rightarrow BHP2=35HP$$

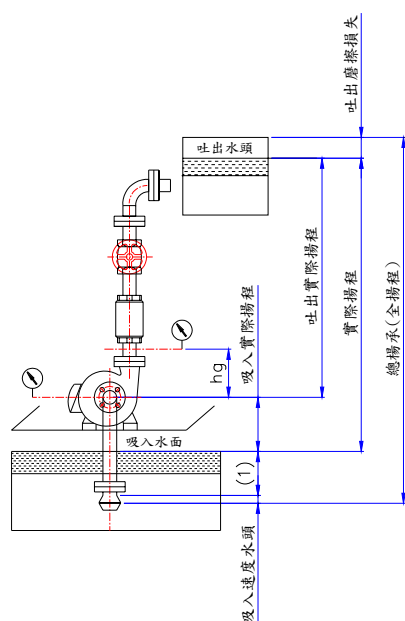
EX： $Q=300LPM$ ； $H=61M$ ； $D=192mm$ ，如果泵葉尺寸修至 180 mm，其 $Q=?$ ； $H=?$

ANS：

$$Q1/Q2=D1/D2 \rightarrow 300/Q2=192/180 \rightarrow Q2=281LPM$$

$$H1/H2=(D1/D2)^2 \rightarrow 61/H2=(192/180)^2 \rightarrow H2=54M$$

5. 揚程計算



$$\text{總揚程} = \text{吐出揚程} - \text{吸入揚程}$$

$$\text{吐出揚程} = \text{吐出實際揚程} + \text{吐出側磨擦損失水頭}$$

$$\text{吸入揚程} = \text{吸入實際揚程} + \text{吸入側磨擦損失水頭} + \text{入口損失} + \text{吸入速度水頭}$$

備註＝吸入揚程若為負壓，則上式須修改為：

$$\text{總揚程} = \text{吐出揚程} - (-\text{吸入揚程})$$

$$= \text{吐出揚程} + \text{吸入揚程}$$

6. 管路損失

(1) 口徑與吐出量之關係表

口徑		吐出量 (M ³ /min)		流速 (M/Sec)	
(mm)	(in)	最大	標準	最大	標準
20	3/4	0.03	0.025	1.60	1.33
25	1	0.06	0.05	2.04	1.70
32	1-1/4	0.10	0.08	2.07	1.66
40	1-1/2	0.15	0.13	1.99	1.73
50	2	0.26	0.20	2.21	1.70
65	2-1/2	0.45	0.30~0.40	2.26	1.51~2.01
80	3	0.65	0.50~0.63	2.46	1.89~2.38
100	4	1.2	0.85~1.1	2.55	1.81~2.34
125	5	1.9	1.4~1.7	2.58	1.90~2.31
150	6	2.7	2.1~2.6	2.55	1.98~2.46
175	7	3.8	3.3	2.63	2.28
200	8	5.0	4.0~4.8	2.65	2.12~2.45
250	10	8.0	6.0~7.5	2.72	2.04~2.55
300	12	12	9.0~11.0	2.84	2.12~2.60
350	14	16	14	2.78	2.43
400	16	21	17~20	2.79	2.26~2.65
450	18	27	25	2.83	2.62
500	20	33	30	2.85	2.55

(2) 等效直管長度對照表

種別		口徑	mm	15	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150	200	250	300	350
			in	1/2	3/4	1	1 ¹ / ₄	1 ¹ / ₂	2	2 ¹ / ₂	3	3 ¹ / ₂	4	5	6	8	10	12	14
管接頭	螺紋式	45°彎頭 (肘管)		0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.8	2.2	2.9	3.6	4.3	4.8
		90°彎頭		0.3	0.5	0.8	1.1	1.3	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.9	4.7	6.2	7.6	9.2	10.2
		回轉彎頭 (180°)		1.3	1.6	2.0	2.6	3.0	3.9	5.0	5.9	6.8	7.7	9.6	11.3	15.0	18.6	22.3	24.8
		T型或十字型接頭 (分流 90°)		1.0	1.4	1.7	2.2	2.5	3.2	4.1	4.9	5.6	6.3	7.9	9.3	12.3	15.3	18.3	20.4
	熔接式	45°彎頭	長	0.05	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.2	1.5	1.8	20
		90°彎頭	短	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.1	2.5	3.3	4.1	4.9	5.4
			長	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.1	1.3	1.6	1.9	2.5	3.1	3.7	4.1
		T型或十字型接頭 (分流 90°)		0.9	1.1	1.3	1.6	1.9	2.4	3.1	3.6	4.2	4.7	5.9	7.0	9.2	11.4	13.7	15.3
閥	一般用閥	閘閥		0.12	0.15	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.3	1.6	2.0	2.2
		球閥		7.1	7.7	9.2	11.9	13.9	17.6	22.6	26.9	31.0	35.1	43.6	51.7	68.2	84.7	101.5	113.2
		底閥		2.4	3.6	4.6	6.0	7.0	8.9	11.3	13.5	15.6	17.6	21.9	26.0	34.2	42.5	50.9	56.8
		逆止閥 (擺動型)		1.3	1.7	2.3	3.0	3.5	4.4	5.6	6.7	7.7	8.7	10.9	12.9	17.0	21.1	25.3	28.2
	消防栓開關閥	角閥		—	—	—	—	7.0	9.0	14.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		180°型球閥		—	—	—	—	16.0	18.0	24.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		90°型球閥		—	—	—	—	19.0	21.0	27.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—

配管用碳鋼管 (CNS6445) SGP 之管接頭及閥類之換算等價管長 (M)

口徑 mm (in)	45° 彎頭	90° 彎頭	90°T型管 分流	開關閥	球閥	180° 球型閥	90° 球型閥	角閥	逆止閥 搖擺式	底閥	Y形 過濾器
15 (1/2)	0.05	0.3	0.9	0.12	7.1				1.3	2.4	1.38
20 (3/4)	0.1	0.4	1.1	0.15	7.7				1.7	3.6	2.18
25 (1)	0.2	0.5	1.3	0.2	9.2				2.3	4.6	3
32 (1-1/4)	0.2	0.6	1.6	0.2	11.9				3	6	4.62
40 (1-1/2)	0.3	0.7	1.9	0.3	13.9	16	19	7	3.5	7	5.47
50 (2)	0.3	0.9	2.4	0.3	17.6	18	21	9	4.4	8.9	8
65 (2-1/2)	0.4	1.1	3.1	0.4	22.6	24	27	14	5.6	11.3	11.45
80 (3)	0.5	1.3	3.6	0.5	26.9				6.7	13.5	14.11
100 (4)	0.7	1.7	4.7	0.7	35.1				8.7	17.6	21.62
125 (5)	0.8	2.1	5.9	0.8	43.6				10.9	21.9	31.57
150 (6)	0.9	2.5	7	1	51.7				12.9	26	41.17
200 (8)	1.2	3.3	9.2	1.3	68.2				17	34.2	54.83
250 (10)	1.5	4.1	11.4	1.6	84.7				21.1	42.5	70.37
300 (12)	1.8	4.9	13.7	2	101.5				25.3	50.9	
350 (14)	2	5.4	15.3	2.2	113.2				28.2	56.8	

(3) 管路磨擦損失對照表

管徑 (mm/in)	流量(L/S)																						
	1	2	4	6	8	10																	
25 (1")	3.27	13					15	20	直管摩擦損失簡表(估算用)														
38 (1-1/2")	2.8	11	55						25	30	以100M直管損失M數為基準												
50 (2")	0.8	3.1	13	29							40	50	老舊管路需加倍										
65 (2-1/2")		0.8	3.2	7.1	13	20							60	70									
80 (3")		0.4	1.6	1.3	5.9	9.6	21.6							80	90								
100 (4")			0.4	0.8	1.3	2.1	6.8	8.6	13	19.4						100	110						
125 (5")				0.23	0.4	0.63	1.3	2.7	4.1	5.9	10.7							120	130				
150 (6")					0.16	0.26	0.58	1.1	1.6	2.3	4.2	6.4	9.4						140	160			
175 (7")						0.11	0.27	0.5	0.74	1.05	1.9	2.9	4.3	5.8	7.7	9.6					180	200	
200 (8")							0.13	0.26	0.37	0.53	0.93	1.5	2.1	2.9	3.7	4.7	6.1	7.2	8.5				
250 (10")								0.07	0.12	0.18	0.3	0.48	0.68	0.93	1.2	1.5	1.9	2.3	2.8	3.3	3.7	4.9	6.5
300 (12")									0.07	0.12	0.19	0.27	0.37	0.49	0.61	0.76	0.9	1.1	1.3	1.5	2	2.4	3

EX: 有一 30 公制冷凍噸之水冷試箱型空調機，總管長 150M 配管共使用 18 個 90° 彎頭，
2 個 45° 彎頭，4 個開關閥，1 個 Y 型過濾器，冷卻水塔資料揚程 1.7M，冷卻水塔噴嘴
摩擦損失 3M，冷凝器之盤管摩擦損失 3.5M，試求總揚程?M

ANS: $Q = H / (60 \times \Delta t) = 3320 / (60 \times 5) = 11.1 \text{ l/min}$

30RTx11=330 l/min……查口徑與吐出量之關係表得配管口徑為 65mm

330 l/min=5.5 l/s……查管路磨擦損失對照表得 100M 摩差損失 6.5M

總損失管長=150+(18x1.1)+(2x0.4)+(4x0.4)+(1x11.45)

=183.65M……查等效直管長度對照表

總摩擦損失=183.65x(6.5/100)=11.9M

總揚程=11.9M+1.7M+3M+3.5M=20.1M

7. 如何選擇空調配管尺寸

流體在管內流動時，因為粘度會造成與管壁之摩擦力，因而產生能量之損失，此時單位重量流體所損失之能量稱為損失水頭，或管路壓力降。

一般直管之摩擦損失水頭 h 常用下列公式來計算：

$$h = \lambda \frac{L}{d} \times \frac{V^2}{2g}$$

λ : 摩擦損失係數 L : 管之長度
 d : 管之內徑 V : 管內平均流速

由上式得之：摩擦損失水頭與流速 V 之平方及管之長度 L 成正比，與管之直徑成正比，與管壓力大小無關。而管內面粗糙度所造成之影響程度定為摩擦損失係數 λ ，因冷卻管路為開放系統，管壁因而容易結垢，而冰水管路為密閉系統，管壁不易結垢；因此冷卻管路之摩擦損失係數 λ 值比冰水管路為大。

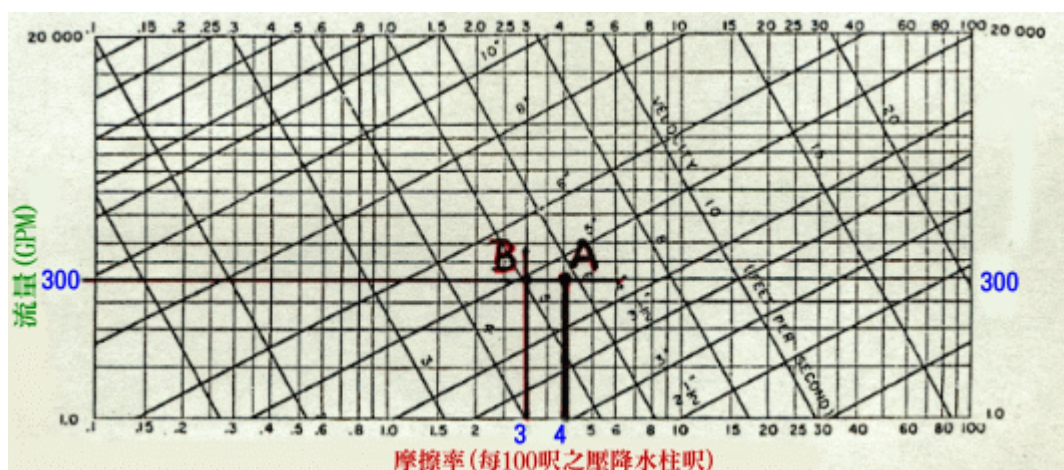
空調水管尺寸選擇中，我們常用摩擦損失水頭線圖來選擇管徑

1. [開放冷卻水管摩擦損失水頭線圖](#)
2. [密閉冰水管摩擦損失水頭線圖](#)

因空調管路每段水流速不同，故在管徑尺寸選擇中，我們定義一定之單位長度損失水頭 (MAq / 1M or FtWG / 100 Ft)，與水流量，根據水量值與單位長度損失水頭值即可在摩擦損失水頭線圖查得管徑尺寸與水流速，一般單位長度損失水頭建議在 3 ~5 FtWG / 100 Ft 之間，因為單位長度損失水頭如取得太大，其管徑即較小，而使水流速增大，造成水系統問題產生，如取得太小，其管徑即非常大，而使造價成本偏高，不符經濟效益。

<ex> 例如

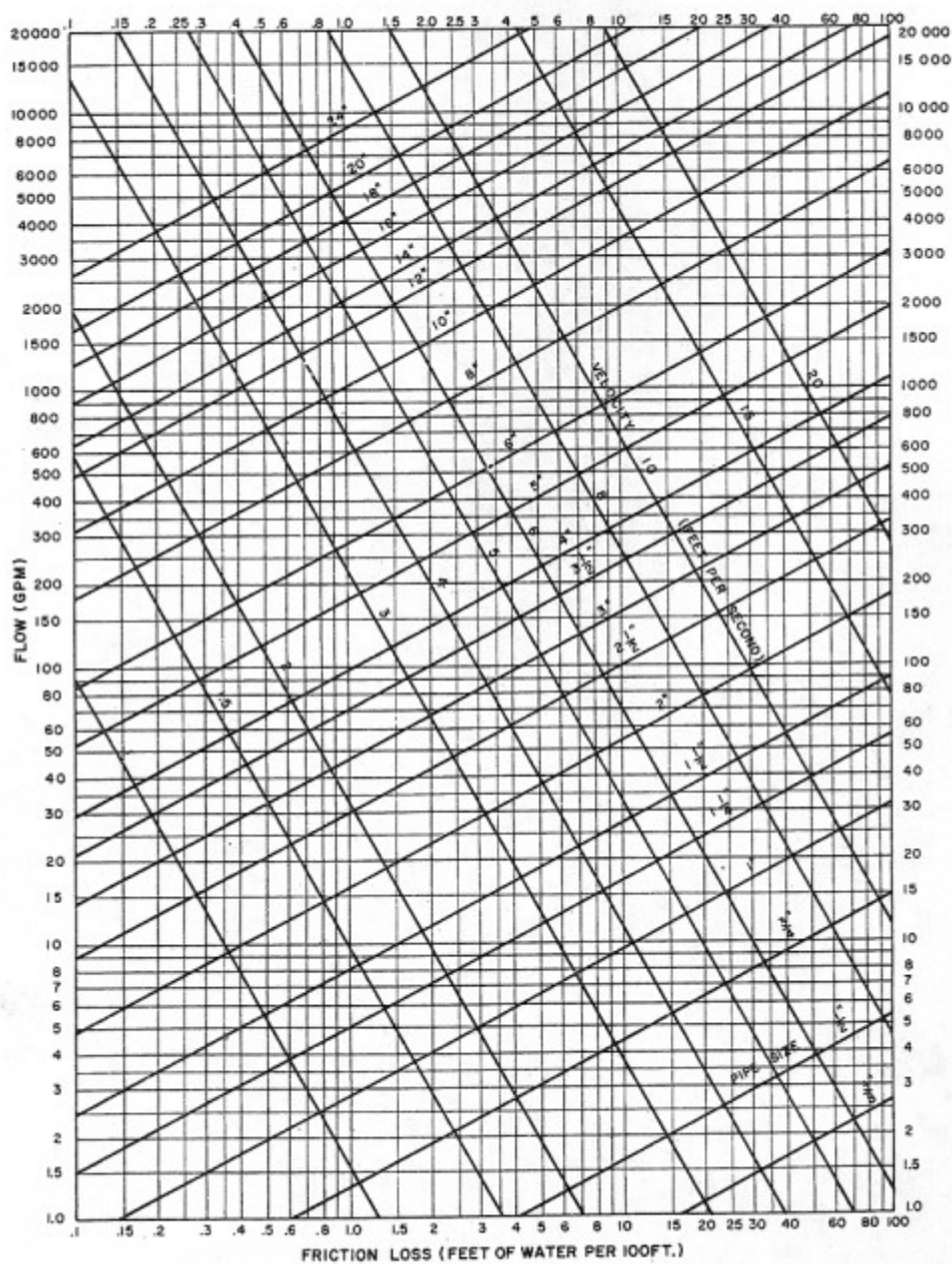
有一冷卻管路，其冷卻水流量為 300 GPM，而單位長度損失水頭值為 4FtWG/ 100Ft，則根據開放冷卻水管摩差損失水頭線圖查得所需管徑為 5 in，當實際將 5 in 管路流過 300 GPM 冷卻水量時，其單位長度損失水頭值為 2.98 FtWG / 100Ft。



開放系統水管摩擦損失表

CHART 4—FRICTION LOSS FOR OPEN PIPING SYSTEMS

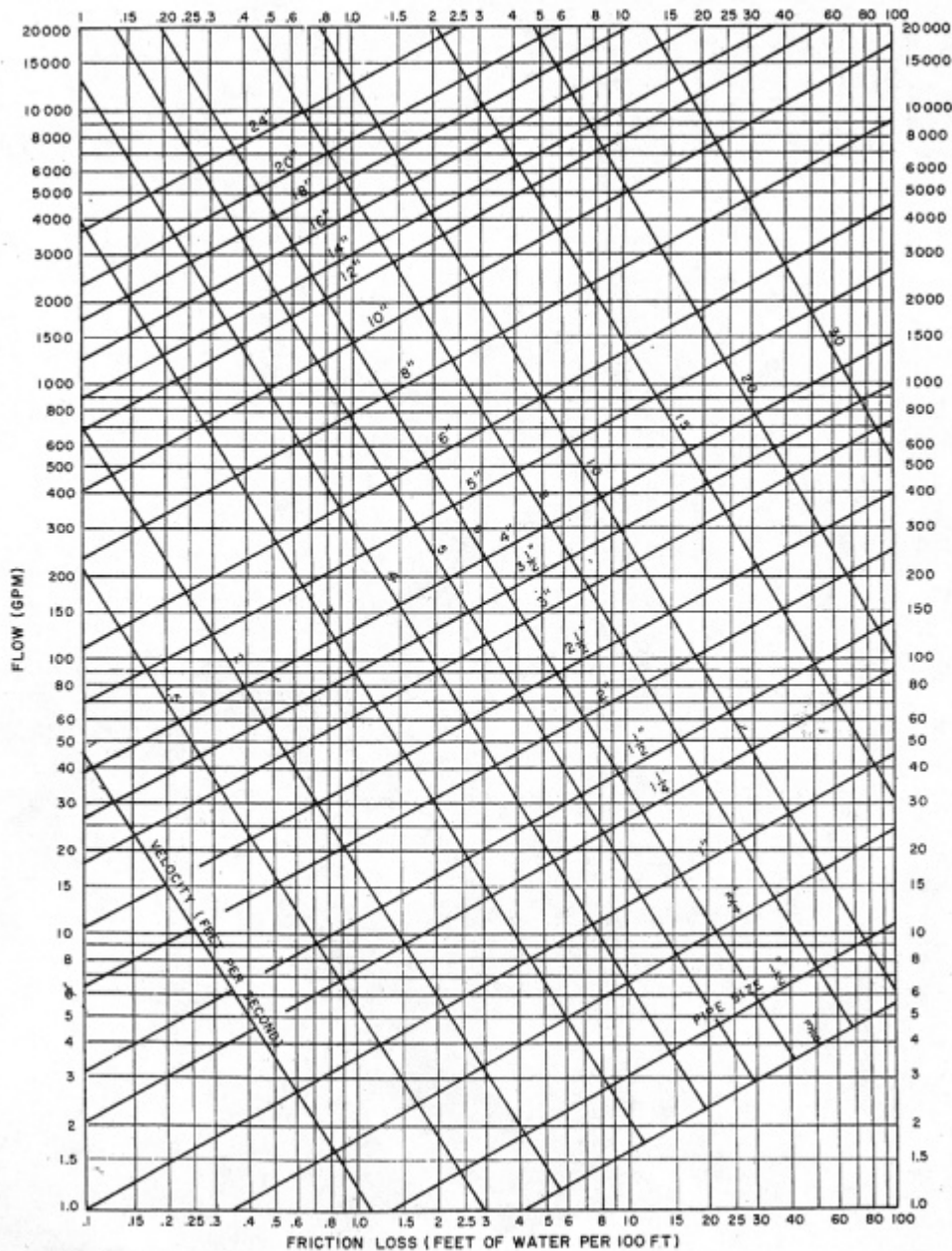
Schedule 40 Pipe



密閉系統水管摩擦損失表

CHART 3—FRICTION LOSS FOR CLOSED PIPING SYSTEMS

Schedule 40 Pipe



管的種類可區分為鋼管、鑄鐵管、非金屬管等，空調配管常用管材為鋼管，而鋼管為了防止腐蝕，在管之裡外均鍍上鋅者，稱之為鍍鋅鋼管，未鍍鋅者稱為黑鋼管。鋼管又分為有縫鋼管與無縫鋼管二種。空調水配管常用有縫鋼管，而無縫鋼管則使用在冷媒配管中較多。

目前常用鋼管規格可分為中國 CNS 及美國標準，其標準內容如下：

1. [CNS 2056 G3030 低壓有縫鋼管](#)
2. [CNS 6445 G3127 配管用碳鋼鋼管](#)
3. [CNS 2606 C4060 電線用鋼管](#)
4. [CNS 4178 G3098 高壓有縫鋼管](#)
5. [美規 ASTM A53](#)
6. [BS M&B 國內鋼管廠自訂規格 B 級管](#)
7. [BS A-1 國內鋼管廠自訂規格 A 級管](#)

CNS 2056 G3030 中國國家標準

輕級鋼管 (LIGHT CLASS)

標準尺寸		鋼管外徑						鋼管厚度		鋼管重量			
		標準		最大		最小				無螺紋及接頭		有螺紋及接頭	
mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	kg/m	lb/ft	kg/m	lb/ft
15	1/2	21.2	0.835	21.4	0.841	21.0	0.825	2.0	0.080	0.952	0.640	0.961	0.646
20	3/4	26.6	1.047	26.9	1.059	26.4	1.041	2.35	0.092	1.41	0.944	1.42	0.954
25	1	33.5	1.319	33.8	1.328	33.2	1.309	2.65	0.104	2.01	1.35	2.03	1.36
32	1-1/4	42.2	1.661	42.5	1.670	41.9	1.650	2.65	0.104	2.58	1.73	2.01	1.75
40	1-1/2	48.1	1.894	48.4	1.903	47.8	1.882	2.9	0.116	3.25	2.19	3.29	2.22
50	2	59.9	2.358	60.2	2.370	59.6	2.347	2.9	0.116	4.11	2.76	4.18	2.81
65	2- 1/2	75.6	2.976	76.0	2.991	75.2	2.950	3.25	0.128	5.80	3.90	5.92	3.98
80	3	88.3	3.476	88.7	3.491	87.9	3.460	3.25	0.128	6.81	4.58	6.98	4.69
90	3-1/2	100.8	3.969	101.2	3.981	100.3	3.950	3.65	0.144	8.74	5.88	8.92	6.00
100	4	113.4	4.465	113.9	4.481	113.0	4.450	3.65	0.144	9.89	6.64	10.2	6.84

CNS 6445 G3127 中國國家標準

CNS 6445 配管用碳鋼鋼管之尺度、重量及尺度許可差

標稱管徑		外徑	外徑許可差		厚度	不包括接頭之單位重量
A	B	mm	螺紋鋼管	其他鋼管	mm	Kg/m
15	1/2	21.7	± 0.5 mm	± 0.5 mm	2.8	1.31
20	3/4	27.2	± 0.5 mm	± 0.5 mm	2.8	1.68
25	1	34.0	± 0.5 mm	± 0.5 mm	3.2	2.43
32	1-1/4	42.7	± 0.5 mm	± 0.5 mm	3.5	3.38
40	1-1/2	48.6	± 0.5 mm	± 0.5 mm	3.5	3.89
50	2	60.5	± 0.5 mm	± 1%	3.8	5.31
65	2-1/2	76.3	± 0.7 mm	± 1%	4.2	7.47
80	3	89.1	± 0.8 mm	± 1%	4.2	8.79
90	3-1/2	101.6	± 0.8 mm	± 1%	4.2	10.1
100	4	114.3	± 0.8 mm	± 1%	4.5	12.2
125	5	139.8	± 0.8 mm	± 1.6 mm	4.5	15.0
150	6	165.2	± 0.8 mm	± 0.8 %	5.0	19.8
200	8	216.3	± 1.0 mm	± 0.8 %	5.8	30.1
250	10	267.4	± 1.3 mm	± 0.8 %	6.6	42.4
300	12	318.5	± 1.5 mm	± 0.8 %	6.9	53.0
350	14	355.6	—	± 0.8 %	7.9	67.7
400	16	406.4	—	± 0.8 %	7.9	77.6
450	18	457.2	—	± 0.8 %	7.9	87.5
500	20	508.0	—	± 0.8 %	7.9	97.4

CNS 2606 C4060 中國國家標準

厚鋼電線管尺度、重量及有效螺紋長度

管之稱呼	外徑	外徑之容許差	厚度	近似內徑	長度	重量	有效螺紋長度 mm	
	mm	mm	mm	mm	mm	Kg/m	最長	最短
G16	21.0	± 0.3	2.3	16.4	3600	1.06	19	16
G22	26.5	± 0.3	2.3	21.9	3600	1.37	22	19
G28	33.3	± 0.3	2.5	28.3	3600	1.90	25	22
G36	41.9	± 0.3	2.5	36.9	3600	2.43	28	25
G42	47.8	± 0.3	2.5	42.8	3600	2.79	28	25
G54	59.6	± 0.3	2.8	54.0	3600	3.92	32	28
G70	75.2	± 0.3	2.8	69.6	3600	5.00	36	32
G82	87.9	± 0.3	2.8	82.3	3600	5.88	40	36
G92	100.7	± 0.4	3.5	93.7	3600	8.39	42	36
G104	113.4	± 0.4	3.5	106.4	3600	9.48	45	39

CNS 2606 C4060 中國國家標準

厚鋼電線管尺度、重量及有效螺紋長度

管之稱呼	外徑	外徑之容許差	厚度	近似內徑	長度	重量
	mm	mm	mm	mm	mm	Kg/m
E19	19.1	± 0.15	1.2	16.7	3600	0.530
E25	25.4	± 0.15	1.2	23.0	3600	0.716
E31	31.8	± 0.15	1.4	29.0	3600	1.05
E39	38.1	± 0.15	1.4	35.3	3600	1.27
E51	50.8	± 0.15	1.4	48.0	3600	1.71
E63	63.5	± 0.25	1.6	60.3	3600	2.44
E75	76.2	± 0.25	1.8	72.6	3600	3.30

CNS 4178 G3098 中國國家標準

高壓有縫鋼管

標稱管徑 mm(in)	外徑 mm	厚度 mm	級 SCH	重量 Kg/m	水壓試驗				
					SP 34	SP 42	ssp 42	ssp44	ssp46
					Kg/c m ²	Kg/c m ²	Kg/c m ²	Kg/c m ²	Kg/c m ²
15(1/2)	21.3	2.77	40	1.27	49	49	...	...	...
20(3/4)	26.7	2.87	40	1.68	49	49	...	...	...
25(1)	33.4	3.38	40	2.50	49	49	...	...	...
32(1-1/4)	42.2	3.56	40	3.38	84	91	...	...	...
40(1-1/2)	48.3	3.68	40	4.05	84	91	...	...	...
50(2)	60.3	3.18		4.47	89	103	186	205	211
		3.91	40	5.44	164	175	211	211	211
70(2-1/2)	73.0	4.37		7.40	151	176	211	211	211
		5.16	40	8.62	176	176	211	211	211
80(3)	88.9	4.37		9.10	124	145	174	191	211
		5.49	40	11.29	156	176	211	211	211
90(3-1/2)	101.6	4.37		10.47	109	127	153	167	188
		5.74	40	13.57	143	167	200	211	211
100(4)	114.3	4.78		12.90	105	123	148	162	183
		6.02	40	16.07	134	155	186	205	211
125(5)	141.3	4.78		16.07	86	100	...	...	...
		6.55	40	21.78	117	137	...	...	...
150(6)	168.3	5.56		22.31	84	98	146	160	181
		7.11	40	28.26	107	125	187	205	211
200(8)	219.1	6.35	20	33.31	73	86	129	141	159
		7.04	30	36.79	82	95	142	156	176
		8.81	40	42.53	94	110	165	181	205
250(10)	273.0	6.35	20	41.77	59	69	117	128	145
		7.80	30	51.00	72	84	143	157	177
		9.27	40	60.29	86	101	170	187	211
300(12)	323.8	6.35	20	49.72	50	58	98	108	122
		8.38	30	65.20	65	77	130	142	161
		9.52		73.82	75	87	148	162	183
		10.31	40	79.72	...	...	160	175	198
350(14)	355.6	6.35	10	54.68	45	53	90	98	111
		7.92	20	67.94	56	66	112	122	138
		9.52	30	81.28	67	79	134	147	167
		11.13	40	94.49	79	92	157	172	195

標稱管徑 mm(in)	外徑 mm	厚度 mm	級 SCH	重量 Kg/m	水壓試驗				
					SP 34	SP 42	ssp 42	ssp44	ssp46
					Kg/c m ²	Kg/c m ²	Kg/c m ²	Kg/c m ²	Kg/c m ²
850(34)	863.6	7.92	10	167.20	23	27	49	53	60
		9.52		200.59	28	32	58	64	72
		11.13		233.85	32	38	68	75	85
		12.70	20	266.46	37	44	78	86	79
900(36)	914.4	7.92	10	177.13	22	25	46	51	57
		9.52		212.52	27	31	56	60	69
		11.13		247.78	31	36	65	71	80
		12.70	20	282.36	35	41	74	81	91
950(38)	965.2	7.92		187.05	21	24	44	48	54
		9.52		224.45	25	29	53	58	65
		11.13		261.72	29	34	61	67	76
		12.70		298.27	33	39	70	77	86
1000(40)	1016.0	7.92		196.99	20	23	41	46	51
		9.52		236.38	24	27	50	55	62
		11.13		275.65	27	32	58	64	72
		12.71		314.18	32	37	66	73	82
1050(42)	1066.8	8.74		227.95	20	24	44	48	54
		9.52		248.31	22	27	48	52	59
		11.13		289.59	27	31	56	60	69
		12.70		330.09	30	35	63	70	78
1100(44)	1117.6	8.74		238.90	20	23	41	46	51
		9.52		260.25	22	25	45	50	56
		11.13		303.53	25	30	53	58	65
		12.70		346.00	29	34	60	66	75
1150(46)	1168.4	8.74		249.85	19	22	40	44	45
		9.52		272.18	20	24	44	48	53
		11.13		317.46	24	28	51	56	63
		12.70		361.90	27	32	58	63	72
1200(48)	1219.2	8.74		260.78	18	21	38	41	47
		9.52		284.11	20	23	41	46	51
		11.13		331.40	23	27	49	53	60
		12.70		377.81	27	31	56	60	69

標稱管徑 mm(in)	外徑 mm	厚度 mm	級 SCH	重量 Kg/m	水壓試驗				
					SP 34	SP 42	ssp 42	ssp44	ssp46
					Kg/c m ²	Kg/c m ²	Kg/c m ²	Kg/c m ²	Kg/c m ²
400(16)	406.4	6.35	10	62.63	39	46	79	86	97
		7.92	20	77.86	49	58	98	107	121
		9.52	30	93.21	59	69	117	129	146
		12.70	40	123.29	79	92	157	172	194
500(20)	508.0	6.35	10	78.54	32	37	66	73	82
		9.52	20	117.07	48	56	100	109	124
		11.13		136.30	56	65	117	127	144
		12.70	30	155.10	63	74	133	146	165
550(22)	558.8	6.35	10	86.50	29	34	60	66	75
		9.52	20	129.01	43	51	91	99	112
		11.13		150.23	51	59	106	116	131
		12.70	30	171.01	58	67	121	132	150
600(24)	609.6	6.35	10	94.45	27	31	56	960	69
		9.52	20	140.94	39	46	83	91	103
		11.13		164.17	46	54	97	106	120
		12.70		186.92	53	62	111	121	137
650(26)	660.4	7.92	10	127.50	30	35	64	70	79
		9.52		152.87	37	43	77	84	95
		11.13		178.10	43	50	89	98	111
		12.70	20	202.83	49	57	102	112	127
700(28)	711.2	7.92	10	137.42	28	33	59	65	73
		9.52		164.80	34	39	71	78	88
		11.13		192.04	39	46	83	91	103
		12.70	20	218.73	45	53	95	104	117
750(30)	762.0	7.92	10	147.36	26	31	56	60	68
		9.52		176.73	32	37	66	73	82
		11.13		205.98	37	43	77	85	96
		12.70	20	234.64	42	49	89	97	110
800(32)	812.8	7.92	10	157.28	25	29	52	57	64
		9.52		188.66	30	34	63	68	77
		11.13		219.91	34	40	72	79	90
		12.70	20	250.55	39	46	83	91	103

美規 ASTM A-53

標稱尺寸	外徑		壁厚		重量				NO.	試驗壓力				牙/ 吋		
					平端					Grade A					Grade B	
in	in	mm	in	mm	blk	gal	blk	gal		psi	Kg/c m ²	psi	Kg/c m ²			
1/2	0.840	21.3	0.109	2.77	1.27	1.35	0.39	0.41	40	700	50	700	50	14		
			0.147	3.73	1.62	1.72	0.49	0.52	80	850	60	850	60			
3/4	1.050	26.7	0.113	2.87	1.69	1.79	0.52	0.55	40	700	50	700	50	14		
			0.154	3.91	2.20	2.33	0.67	0.71	80	850	60	850	60			
1	1.315	33.4	0.133	3.38	2.50	2.65	0.76	0.81	40	700	50	700	50	11-1/2		
			0.179	4.55	3.24	3.43	0.99	1.05	80	850	60	850	60			
1-1/4	1.660	42.2	0.140	3.56	3.39	3.59	1.03	1.10	40	1200	84	1300	91	11-1/2		
			0.191	4.85	4.47	4.74	1.36	1.44	80	1800	127	1900	134			
1-1/2	1.900	48.3	0.145	3.68	4.05	4.29	1.23	1.31	40	1200	84	1300	91	11-1/2		
			0.200	5.08	5.41	5.73	1.65	1.75	80	1800	127	1900	134			
2	2.375	60.3	0.154	3.91	5.44	5.77	1.66	1.76	40	2300	162	2500				

國內鋼管廠自訂規格 B 級管

BS M & B

標稱尺寸	外徑		等級	壁厚		重量				牙/吋	試驗壓力	
						平端						
						kg/m		kg/ft				
in	in	mm		in	mm	blk	gal	blk	gal		psi	kg/c m ²
1/2	0.843	21.4	M	0.091	2.3	1.08	1.15	0.33	0.35	14	700	50
			B	0.102	2.6	1.21	1.28	0.37	0.39			
3/4	1.059	26.9	M	0.102	2.6	1.56	1.65	0.48	0.50	14	700	50
			B	0.110	2.8	1.66	1.76	0.51	0.54			
1	1.331	33.8	M	0.110	2.8	2.14	2.27	0.65	0.69	11	700	50
			B	0.126	3.2	2.41	2.56	0.74	0.78			
1-1/4	1.673	42.5	M	0.126	3.2	3.10	3.29	0.95	1.00	11	700	50
			B	0.142	3.6	3.45	3.66	1.05	1.12			
1-1/2	1.906	48.4	M	0.142	3.6	3.98	4.22	1.21	1.29	11	700	50
			B	0.161	4.1	4.48	4.75	1.37	1.45			
2	2.374	60.3	M	0.142	3.6	5.03	5.34	1.53	1.63	11	700	50
			B	0.161	4.1	5.68	6.02	1.73	1.84			
2-1/2	2.992	76.0	M	0.157	4.0	7.10	7.53	2.17	2.30	11	700	50
			B	0.177	4.5	7.93	8.41	2.42	2.56			
3	3.496	88.8	M	0.157	4.0	8.36	8.87	2.55	2.70	11	700	50
			B	0.177	4.5	9.35	9.92	2.85	3.02			
3-1/2	4.000	101.6	M	0.157	4.0	9.63	10.20	2.94	3.11	11	700	50
			B	0.177	4.5	10.78	11.42	3.29	3.48			
4	4.492	114.1	M	0.157	4.0	10.86	11.51	3.31	3.51	11	700	50
			B	0.177	4.5	12.16	12.89	3.71	3.93			
5	5.496	139.6	M	0.157	4.0	13.38	14.18	4.08	4.32	11	700	50
			B	0.177	4.5	14.99	15.89	4.57	4.84			
6	6.500	165.1	M	0.157	4.0	15.89	16.84	4.84	5.14	11	700	50
			B	0.177	4.5	17.82	18.89	5.43	5.76			
8	8.516	216.3	B	0.224	5.7	29.60	31.38	9.03	9.57	—	700	50
10	10.528	267.4	B	0.224	5.7	36.79	38.99	11.21	11.89	—	700	50
12	12.539	318.5	B	0.236	6.0	46.24	49.01	14.10	14.94	—	700	50
14	14.000	355.6	B	0.236	6.0	51.73	54.83	15.77	16.72	—	700	50
16	16.000	406.4	B	0.236	6.0	59.24	62.80	18.06	19.15	—	700	50

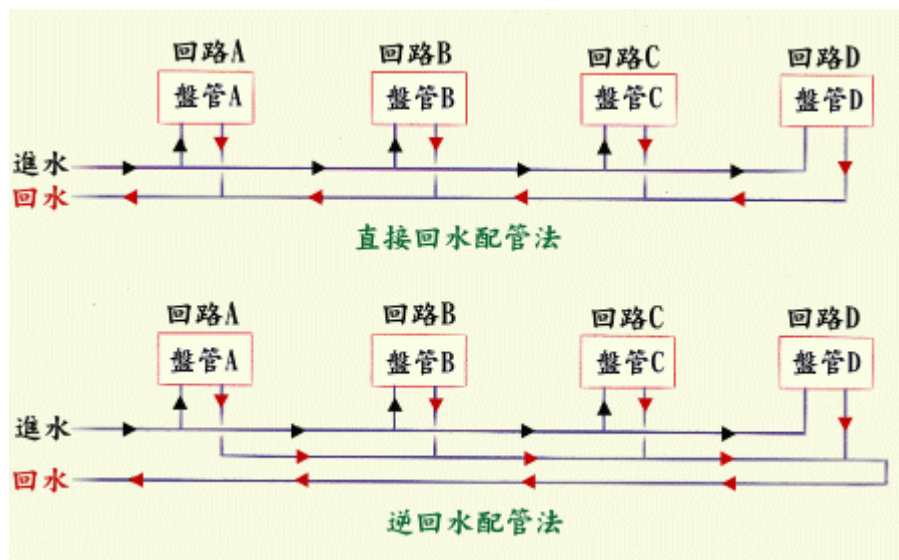
國內鋼管廠自訂規格 A 級管

BS A-1

標準尺寸	外徑		壁厚		重量				牙/吋	試驗壓力	
					平端						
					kg/m		kg/ft				
in	in	mm	in	mm	blk	gal	blk	gal		psi	kg/c m ²
1/2	0.835	21.2	0.075	1.90	0.90	0.96	0.28	0.29	14	700	50
3/4	1.047	26.6	0.083	2.10	1.27	1.34	0.39	0.41	14	700	50
1	1.319	33.5	0.096	2.45	1.88	1.99	0.57	0.61	11	700	50
1-1/4	1.661	42.2	0.096	2.45	2.40	2.55	0.73	0.78	11	700	50
1-1/2	1.894	48.1	0.102	2.60	2.92	3.09	0.89	0.94	11	700	50
2	2.358	59.9	0.102	2.60	3.67	3.89	1.12	1.19	11	700	50
2-1/2	2.976	75.6	0.118	3.00	5.37	5.69	1.64	1.74	11	700	50
3	3.476	88.3	0.118	3.00	6.31	6.69	1.92	2.04	11	700	50
3-1/2	3.969	100.8	0.128	3.25	7.82	8.29	2.38	2.53	11	700	50
4	4.465	113.4	0.128	3.25	8.83	9.36	2.69	2.85	11	700	50
5	5.504	139.8	0.142	3.60	12.09	12.82	3.69	3.91	11	700	50
6	6.496	165.0	0.142	3.60	14.33	15.19	4.37	4.63	11	700	50

8. 直接回水配管與逆回水配管法則

空調密閉冰水系統配管方式可分為直接回水配管與逆回水配管。其配管方式如下圖：



在密閉冰水系統，進入空調箱或室內送風機冰水盤管的冰水流量如果減少，那樣即會影響該空調設備應有的設計冷卻能力，因此如何確保在每一個空調設備皆能獲得正確設計冰水流量，即為配管設計最重要的課題。

為確保每一各空調箱設備有一定設計水量，必須先確保每一設備管路壓力損失一樣，如此即可使每一回路設計水量均衡。每一回路設備管路壓力損失包含盤管壓力損與管路等效壓力損（含管路彎頭、三通、閥件壓力損），因此假設每回路空調盤管壓力損皆一樣時，在直接回水配管法中，回路 A 接近進出水管，即其配管管路最短，其管路等效壓力損即最小，而回路 D 離進出水管最遠，即其從進水至出水，其配管管路最長，其管路等效壓力損即最大，如此配管系統即會產生大量冰水流入回路 A，而使最末端回路 D 無法達到應有的設計水量，導致回路 D 空調設備無法發揮應有的功能，為改善直接回水配管法的缺失，因而發展出逆回水配管法，藉以改善上述的缺點。

逆回水的配管法中，可由上圖看出回路 A、B、C 與回路 D 之配管長度是一樣的，其管路壓力損失皆一樣，因此使各回路皆可獲得均衡設計水量。

理論上，設計逆回水配管法可使各回路空調設備獲得均衡的設計水量，但實務上是如此嗎？答案是否定的，因為一開始我們即假設各回路空調設備盤管壓降是一樣，而逆回水配管法能造就相同的每一回路管路等效壓力損，但在實務設計每一回路空調設備盤管壓力降是無法一樣的，因此縱然利用逆回水配管法造就相同的管路等效壓力損。但每一回路因空調設備壓力降不同，而使每一回路總壓力損失不同，因而使系統流量不均衡。

因此建議在密閉管路設計中，以採直接回水配管法，再加上平衡閥的適當安裝，以得正常設計水量為上策，切勿再任意設計逆回水配管，以免畫蛇添足，增添困擾。

9. 空調系統標稱冷卻水量與冰水量之決定

假設有一空調主機，其冷凍能力為 1USRT (3024 Kcal / Hr)，因一般市售冰水器入水溫度為 12 °C，而出水溫度 7 °C，其溫差 5 °C 時，流入該冰水器之冰水流量可由下列公式計算得之

$$\text{熱量 } H(\text{Kcal/Hr}) = 60 \times \text{流量 } Q (\text{L} / \text{min}) \times \text{水比熱} \times \text{進出水溫度差} (^\circ\text{C})$$

$$\begin{aligned} 3024\text{Kcal/Hr} &= 60 \times Q (\text{L} / \text{min}) \times 1 \times (12-7) ^\circ\text{C} \\ \rightarrow Q &\doteq 10 \text{ L} / \text{min} \end{aligned}$$

因此當冷凍能力為 1USRT 時，而流入熱交換器之進出水溫度為 5 °C 時，其每 1USRT 所需冰水量為 10 L / min。

在冷凝器冷卻水量因冷凝器能力為冰水器能力 + 壓縮機壓縮功，一般壓縮機壓縮功為冰水器冷凍能力之 25 ~ 30 %，故市售空調箱主機冷凝器能力為 3024Kcal / Hr + 3024Kcal / Hr X 30 % = 3931Kcal/ Hr，其冷凝器進出水溫度為 32 °C / 37 °C，溫度差為 5 °C，故其冷卻水量為：

$$\begin{aligned} 3931\text{Kcal} / \text{Hr} &= 60 \times Q (\text{L} / \text{min}) \times 1 \times (37-32) ^\circ\text{C} \\ \rightarrow Q &\doteq 13 \text{ L} / \text{min} \end{aligned}$$

因此當空調主機 1USRT 冷凍能力時，其冷凝器所需之冷卻水量為 13 L / min。

當非標準市售空調主機規格時，不同壓縮機壓縮功與進出水溫度差，即得不同流量，因此需重新計算設計流量。

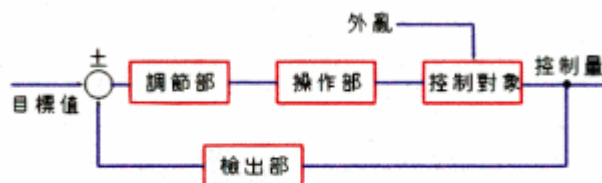
備註：1RT 是將 1000 公斤 (1 噸) 0°C 的冰 (冰的融解熱為 79.68Kcal/Kg)，

在 24 小時內變為 0°C 的水時所吸收的熱量

$$(1\text{RT}) = 79.68 \text{ Kcal/Kg} \times 1000\text{Kg} / 24\text{Hr} = 3320 \text{ Kcal/h}$$

10. 空調自動控制流程

空調自動控制回路採用封閉式控制回路，如下圖示方塊圖：



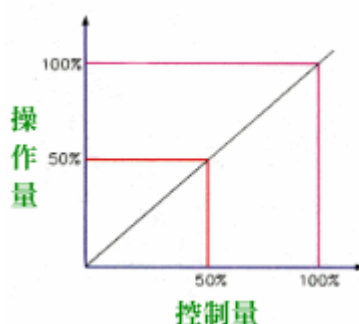
封閉式控制迴路的方塊圖

而封閉式控制環路的最大特徵是，信號的流動是呈封閉式的。所謂「控制量」，係指控制對象的物理量，相當於室內溫度、濕度。所謂「目標值」，相當於設定溫度；也就是當室內溫度希望被保持在 25℃ 時所指的控制目標溫度。所謂「外亂」，係指空調中的各種負荷。例如，室內人員數的變動、照明的有無、外氣溫度、間隙風、日照等，均屬於外亂負荷；因此，也經常成為混淆控制目標值的主要原因。所謂「控制對象」，在建築設備的實例中係指，房間、鍋爐、冷凍主機等機器設備。「偵測部」是用來測定控制量，也可視為溫度或濕度的測定元件。

「調節部」則是利用偵測值和目標值的偏差量來作為調整信號，並可依調整信號的作成方式來予以分類成各種不同的型式。例如，二位置式調節器（ON-OFF 調節器）、比例式調節器，都是依據輸出信號的方式來分類。所謂「操作部」係指，利用前段的調整信號，像手腳般地使控制閥（valve）或控制開關（switch）能夠自動執行控制操作。

何謂比例控制

操作量會隨控制量之變化，做等比例變化稱之：



何謂比例帶

比例控制控制的操作部由全開到全閉的動作，所需的控制量的變化，謂之。對室溫 20℃ 的設定值，用 18℃ 時會全開、22℃ 時全閉的閥，來控制室溫時的比例帶為 4℃。

何謂比例 + 積分 + 微分控制

用比例控制來作為舒適空調的控制方式是相當高級的。但是為了更精密的恆溫恆濕環境的需要時，可採用複合控制。如果僅採用比例控制，在比例帶的範圍內發生偏位（偏差）時，在控制的原理上是無法避免的。

為了需要有 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 精密級的恆溫控制室，可用比例控制+積分控制（必要時可再加微分控制）的複合控制來對應。

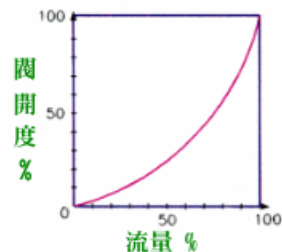
所謂「積分控制」係指，設定溫度和實際控制值的差。也就是用時間對偏位值(offset)積分，並且用積分值來回饋（feedback），使控制動作可以減少偏位。在此所使用的重置率（reset rate），其單位係為積分時間的倒數；而積分時間為，依比例動作的輸出和依積分動作的輸出的時間為相等時的時間，謂之。

為加速對負荷變動時的應答速度，可使用微分動作，但實用上可使用「比例+積分+微分」的三種動作來對應。

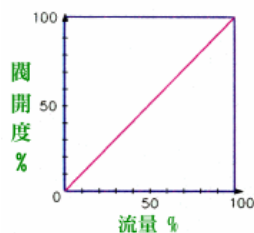
控制閥流量特性

控制閥於流量特性中可分為三種：

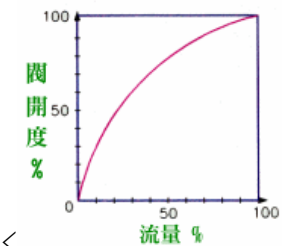
a・急開特性：當閥開度微小變化時，其流量即可大量變化，此種閥體應用於負荷急劇變化場所，較不適用於空調系統。



b・線性特性：閥體開度大小變化時，其流量即隨其大小變化，此種閥體於實務應用上並不存在。



c・等百分比特性：依照閥體開度變化而產生的流量變化比例。



空調應用範圍之閥體皆大多為等百分比特性。

何謂流量係數 CV 值

為明確表達控制閥的特性，特以 CV 值來表示之。當閥體出入口的差壓為 1 psi 時，用清水於 60°F 在閥體全開的情況下流過，而此時的流量可用 GPM 來表示。

$$CV值 = \frac{Q}{\sqrt{\Delta P}} \quad \begin{array}{l} Q = \text{流過閥體流量 GPM} \\ \Delta P = \text{閥體全開時壓力降 psi} \end{array}$$

CV 值為英制，採用公制為 KV 值，即閥體出入口差壓在 1kg/c m²，使 15°C 清水流過時，其流量用 m³/min 來表示。

控制閥尺寸如何選用

控制閥尺寸選用需先計算出其 CV 值，再依其 CV 值選用廠商的閥體尺寸即可。

例如：

有一控制閥，其流量為 120 GPM，而齊全開壓降為 25psi，其 CV 值 為：

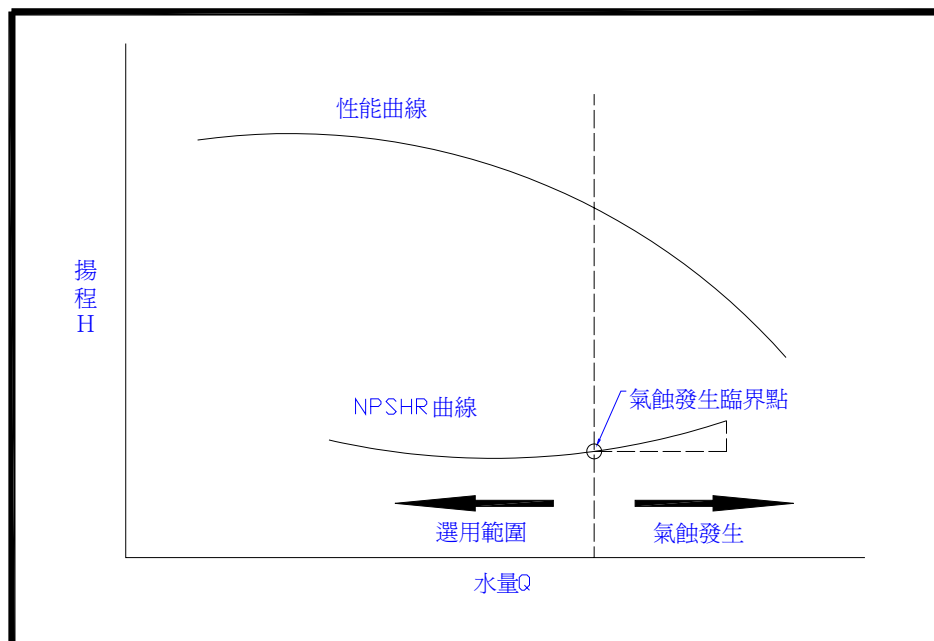
$$CV值 = \frac{Q}{\sqrt{\Delta P}} = \frac{120GPM}{\sqrt{25psi}} = 24 \quad , \text{其選用閥體尺寸 CV 值需大於或等於 24}$$

11. 空蝕 (CAVITATION)：

水在一溫度下具有一定之飽和壓力時，會使水蒸發成水蒸氣，而在泵浦吸入端至葉輪間會存在一壓力損失，因此 NPSH (淨吸入揚程) 為必需維持水流入泵浦內，以克服泵浦內部壓力損失所需的吸入壓力稱之。

泵浦所需 NPSH 值如不足，即會使水在泵浦吸入口蒸發，而形成氣泡，這些氣泡送到泵浦出口時，因壓力升高，使氣泡崩潰，造成泵浦內部震動，發出低隆隆的噪音，更使葉輪表面形成麻點或侵蝕的機械損害，即**空蝕現象**產生。

發生空蝕原因是複雜的，振動與噪音是發生空蝕之前兆。首先要對泵浦性能做判斷，尤其注意 NPSH_R (淨吸入揚程需求) 曲線，額定流量點之選擇是否超出該機型適當之選定範圍。通常水量越大，空蝕發生越明顯。如圖所示：

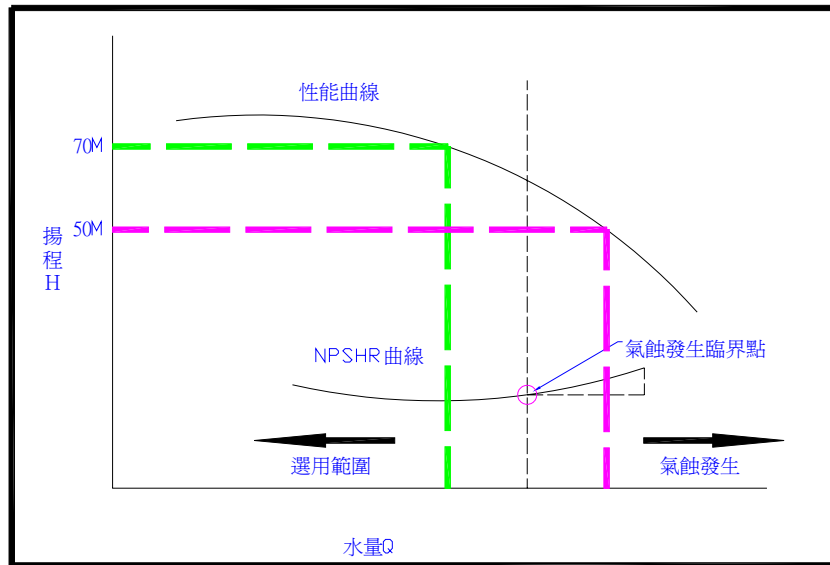


空蝕現象發生之判斷：

1. 檢查實際運轉點之性能是否偏大流量運行

觀察入口與出口壓力錶之壓差：出口壓力－入口壓力＝額定點。

例如：額定揚程 70M；水量 300LPM，入口壓力 2 kg；出口壓力應該為 2 kg + 7 kg = 9 kg。若出口壓力讀數為 7 kg，則實際運轉點之揚程應該只有在 50M 左右，所以實際出水量會比原先設計之額定點大，空蝕現象越明顯。如圖所示：



此一情形可以適當的調節出口閥門來控制泵浦運行之狀況

2. 管路安裝：

觀察入口管路之安裝情況，泵浦的入口應該有一段水平管段，不要直接安裝彎頭，防止流體不均勻的流進葉輪，導致空蝕現象過早發生。同時檢查進口濾網是否有堵塞、過流面積是否足夠（濾網之總流過面積不應少於吸入管口之 2 倍）。

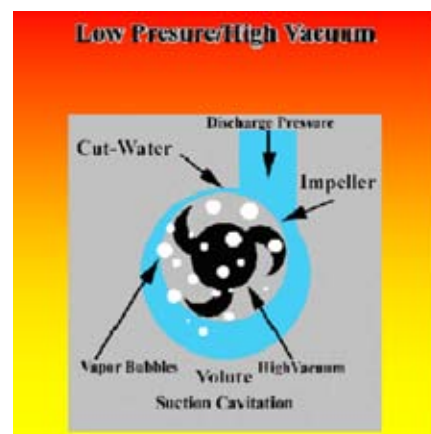
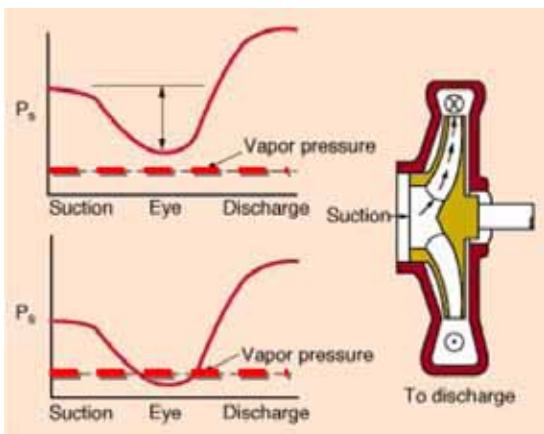
3. 分析噪音源

噪音異常不一定是空蝕現象產生，首先應該分析噪音源是來自泵浦還是來自管路或閥門，有時出口閥門太靠近泵浦出口也容易產生噪音和震動（高速水流衝擊閥門所至）。

4. 加大進口管徑

對於吸上（負壓）狀態，加大管路有利減少流速與管路損失，可改善空蝕現象之發生。

對於倒灌（正壓）狀態，對於改善空蝕現象作用可能不明顯，關鍵在於盡可能避免進口彎管之影響。



NPSH (淨吸入揚程):

$$= H_s - \frac{P_v}{\rho} = \frac{P_a - P_v}{\rho} + \frac{\alpha_a V_a^2}{2g_c}$$

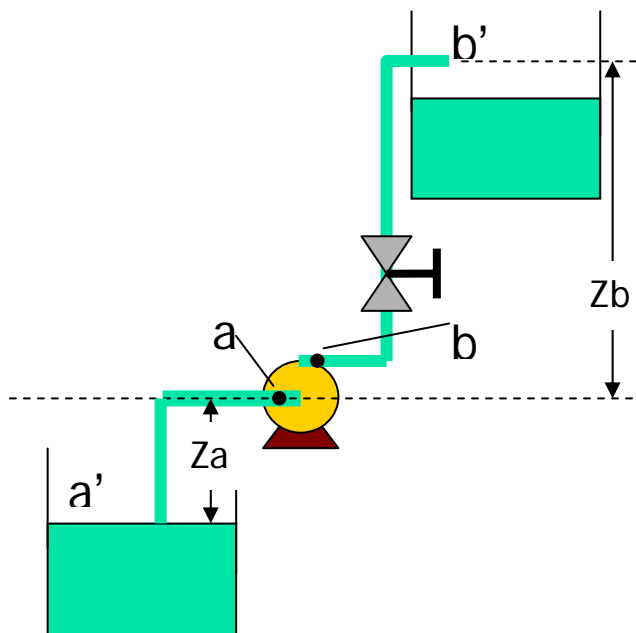
$$= \frac{P_a - P_v}{\rho} - \frac{gZ_a}{g_c} - h_{fs}$$

NPSHr 和 NPSHa

NPSHR 由 pump 製造廠商所提供之 pump 所需之最小 NPSH，通常與 PUMP 大小及所輸送之流量有關

$$NPSHA = NPSH - NPSHR$$

NPSHA 大於零才能運作



EX: 以 pump 將水 (9.09m³/hr) (蒸汽壓 1.8psi) 由儲槽打至操作系統，出口壓力 345kN/m²，pump 效率 60%，若管路摩擦損失，吸引方為 3.45kN/m²，輸出方為 37.9kN/m²，

(a) 求 Hs (b) 求 Hd (c) 求 NPSH (d) 若 NPSHR 為 3.03m，pump 合適嗎

$$NPSH = H_a - \frac{P_v}{\rho} = \frac{P_a - P_v}{\rho} - Z_a \frac{g}{g_c}$$

$$H_s = 1.01 \times 105 / 1000 - 4 \times 0.3048 \times 9.8 - 3500 / 1000$$

$$H_d = 1.01 \times 105 / 1000 + 10 \times 0.3048 \times 9.8 + 3790 / 1000$$

$$NPSH = (14.7 - 1.8) \times 1.01 \times 105 / 14.7 / 1000 - 4 \times 0.3048$$

$$\times 9.8 - 3500 / 1000$$

$$= 73.2 \text{ J/kg}$$

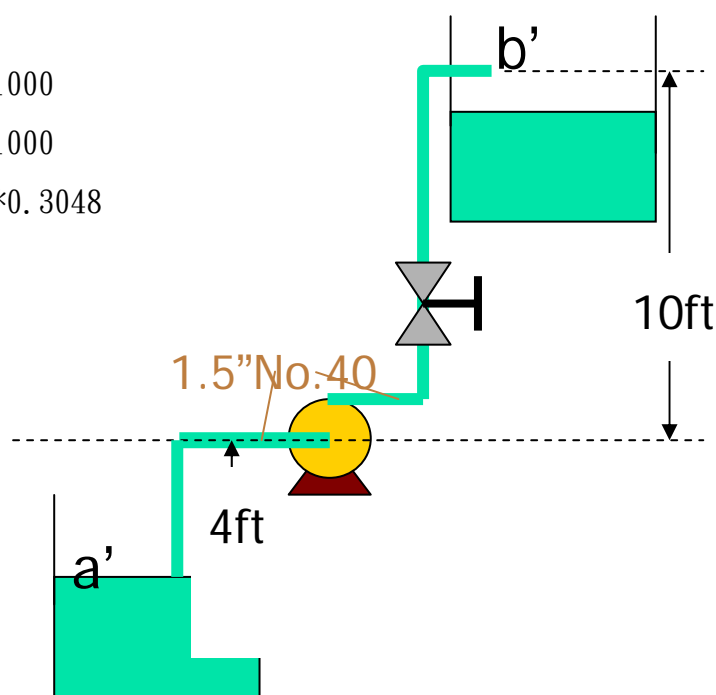
$$\text{以 } Z \text{ 表示} = 73.2 \text{ N-m/kg} \times g_c / g$$

$$= 73.2 \text{ N-m/kg} \times$$

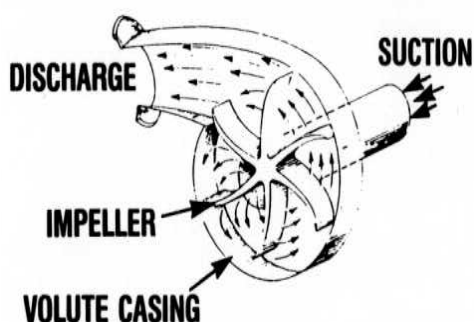
$$(1 \text{ kg-m}^2/\text{s}^2/\text{N}) / (9.8 \text{ m/s}^2)$$

$$= 7.47 \text{ m} > 3.03 \text{ m} \quad \text{合適}$$

$$NPSHA = 4.44 \text{ m} = 4.44 \times 9.8 \text{ J/kg}$$



12. 離心泵選用須知



左圖是離心式泵浦的剖面示意圖，水流經由吸入口被吸入，經過葉輪時，因葉輪之旋轉產生之離心力被轉換為壓力或稱為揚程。

離心泵浦有一特點就是吐出的水頭是依迴轉速度而改變，也即轉速越快，揚程越高，流量越大。

離心泵（CENTRIFUGAL PUMP）之選用：

離心泵浦在設計之初，其水力模型已經確定。單純以葉輪來說，水溝寬度（泵葉上下蓋板間之距離）越大、比速率（將 $1\text{M}^3/\text{S}$ 之流量提昇至 1M 揚程所須之轉速）越大、水量越大、效率越高。泵葉的直徑則決定揚程之大小。所以泵葉修改與揚程、馬力有關，對水量之改變並無很大之影響。

選擇水泵時，必須選擇運轉點儘可能接近最高效率點，當然設計的水量及揚程未必能剛好落於最高效率點，此時運轉點必須選擇在最高效率點向左偏移不超過 30%，向右不超過 25% 的範圍內，也就是合理的選擇範圍為最高效率點(BEP)所對應水量數值的 70%至 125%的範圍內。例如最高效率點之水量為 2000LPM，則選定的範圍應該在 1400LPM(2000×0.75)~2500LPM(2000×1.25)之間。

由性能曲線表上我們也發現相同口徑泵浦其葉輪直徑越大時，其最高效率點的效率值越高，相對的葉輪直徑越小時，其最高效率點的效率值越低，此即告訴我們，選擇水泵時葉輪直徑儘可能接近最大直徑，如此水泵的效率最高，耗能最低。

通常系統工程在設計水系統選用泵浦時，必須計算水流路系統的磨擦損失，也就是水泵的揚程必須足以克服水流路系統的磨擦損失，水流才能順利的在系統內循環。依據工程設計手冊之要求每一系統於實際

磨擦損失求出後，必須再加上至少 10%的安全係數。那也就是說很有可能水系統於實際操作時，大部份的情況將是實際磨擦損失（揚程）低於設計磨擦損失（揚程）。

水錘效應（WATER HAMMER）：

水錘現象為一封閉管路中，因流速急劇變化，導致壓力亦隨之發生劇變的一種現象。空調管路系統因為一密閉循環管路，發生水錘現象常因泵浦停止運轉，導致管中水流急速變化，使管內壓力亦變化，而使管路發生震動與噪音。解決水錘現象方法常在管路上加裝水錘吸收器，或在水泵上安裝緩衝啟動器。

擴散器（DIFFUSER）原理：

泵體於設計時會以流速考慮入口與出口口徑，一般來說進口流速 $\div 2\text{M}/\text{s}$ ；出口流速 $\div 3\text{M}/\text{s}$ ，其公式為：【 $V_s = Q/A$ 】

擴散器的主要功用是將已知的流速和靜壓轉換成較低流速和較高靜壓，其目的在儘可能減少損失，增加效率並有效的控制空蝕現象。一般擴散器的角度以不超過 10° 為原則。

特別注意的是出口管徑若擴散太大，會產生脫流現象導致管路震動。

二、 泵浦之安裝與配管：

1. 安裝地點需有當之基礎台。
2. 以墊料或填隙片將底盤墊成水平。
3. 檢查聯軸器是否與水平面平行且同心 ($0^{\circ}-90^{\circ}-180^{\circ}$)。
4. 以 1：2 混凝土灌入底盤下基礎螺栓固定穴並打實之。
5. 俟基礎水泥台混凝土堅固後平均鎖緊基礎螺栓。
6. 安接管路於泵上，注意勿使管路對泵浦發生應力。
7. 管路接上後，再檢查聯軸器是否成水平並以手試是否能輕易轉動。
8. 先檢查驅動機回轉方向後再接合。
9. 聯軸器於軸上之裝卸避免鎚打。
10. 入口管之大小以流速不超過 2m/sec (6ft/sec) 為宜，並儘可能的短。
11. 零配件的配合面，特別是機械軸封的磨擦面應清潔乾淨，不應有明顯的擦傷、裂紋及碰傷等缺陷。
12. 安裝 O 型密封圈時，密封圈容易脫落和摺疊，請小心安裝避免漏水。
13. 機械軸封可先將靜環裝入壓蓋上，等泵蓋裝上旋架後再將動環裝到軸上；如採用填料軸封，可預先將填料→填料環→填料壓蓋等依次裝到泵蓋內。
14. 機械軸封靜環在安裝時容易偏側，這將導致軸封洩漏，安裝要仔細檢查。
15. 在泵浦的裝配過程中，一些小零件如平鍵、擋油盤、擋水圈、軸套內 O 形密封墊、葉輪螺母等容易遺漏或裝錯順序，應特別注意！
16. 泵浦的安裝高度，管路的長度、直徑、流速應符合計算，力求減少不必要的損失。安裝時應選定距離輸送液體較近的地方，使泵浦裝在具有最小吸入高度和最懂得吸入管處。泵浦的安裝高要根據不同地區的海拔高度的大氣壓力和輸送介質不同溫度的飽和蒸氣 P_v 來計算：

$$H \leq H_a - H_v - \Delta h_s - NPSHR - 0.3 \text{ (m)}$$

式中：H＝泵浦安裝高度，泵軸中心線到吸水液面距離，計算值為【＋】，表示泵軸中心線高出吸入液面距離（吸上），泵浦安裝高度只能小於或等於計算值；計算值為【－】，表示液體灌注狀態即吸入液面高出泵軸中心線的距離，安裝時倒灌（正壓）液體的意面應大於或等於計算值的絕對值。

H_a ＝被吸入液體的液面大氣壓力 m

H_v ＝液體在輸送溫度下的飽和蒸氣壓 m

Δh_s ＝吸入管路的總阻力損失 m

在標準大氣壓狀態採用如下公式：

$$H \leq 10 - \Delta h_s - \text{NPSHR} - 0.5 \text{ (m)}$$

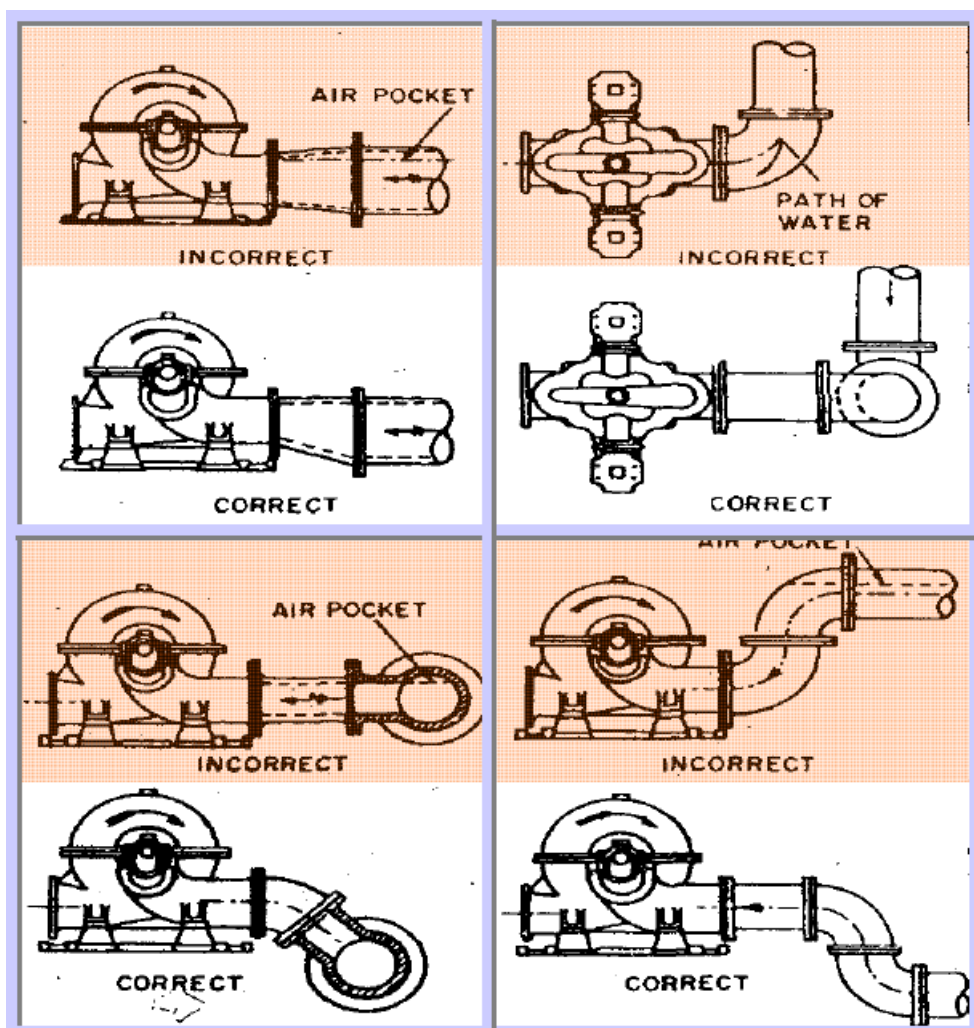
17. 長距離輸送應取較大管徑，進水管應有各自的支架，不允許管路的重量直接由泵浦來承受，避免把泵浦壓壞。

18. 泵浦的入、出口管路應裝設閘閥，以便維修與調節。

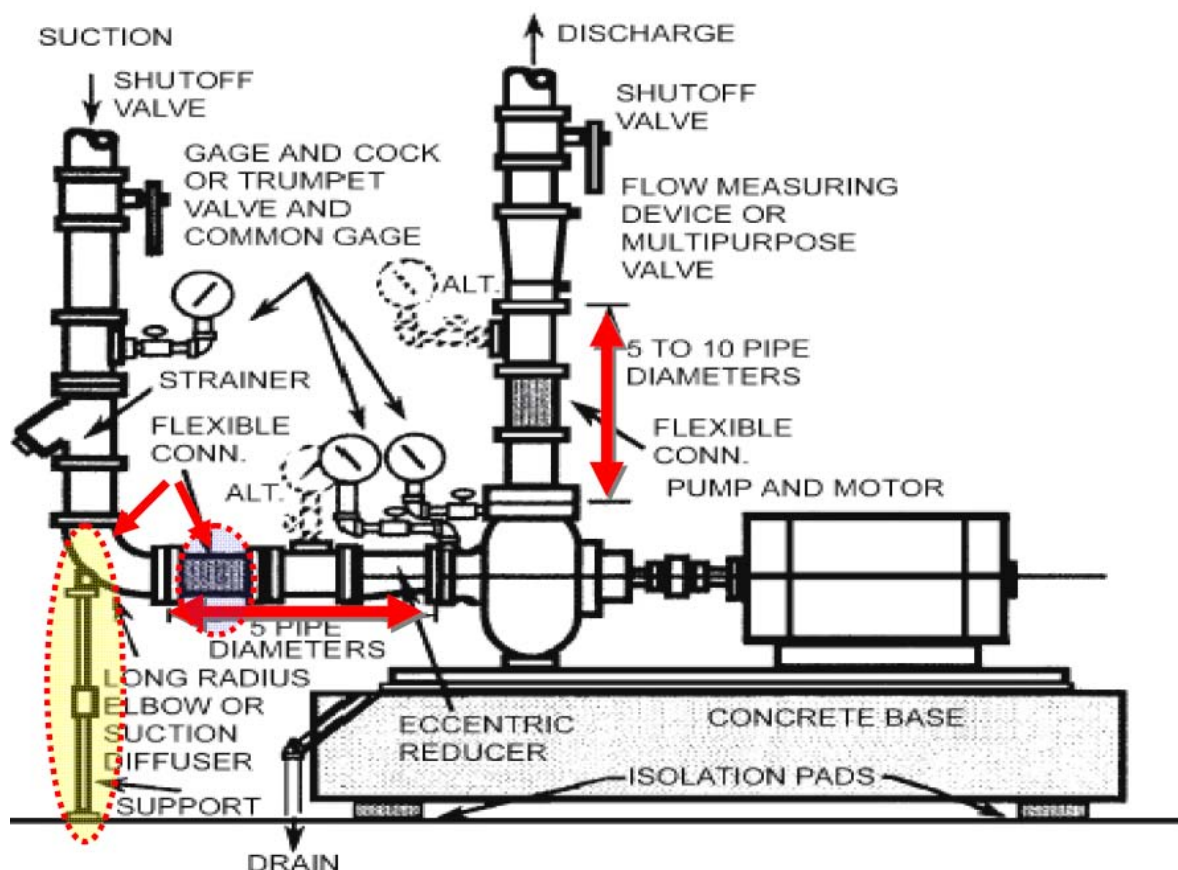
19. 泵浦的入口應安裝真空壓力錶，出口應安裝壓力錶，以便觀察和控制泵浦的運轉狀況。壓力錶的量程應為實際壓力的 2~3 倍為宜。

20. 若以水池中抽水時，泵浦吸入口前的直管段長度不應小於入口直徑 3 倍，吸入管口浸入水面下的深度應大於入口直徑的 1.5 倍且不小於 500 mm。吸入管口距池壁距離應大於 1.5 倍口徑，距池底應大於 1.5 倍口徑且不小於 500 mm，並應加設濾網，濾網總泵過面積不應小於吸入管面積的 2~3 倍。

21. 泵浦吸入端配管連接圖：



22. 泵浦安裝示意圖：



三、 起動前應注意事項：

1. 檢視軸承油面。(國光牌機油：R40 #)
2. 核對迴轉方向。
3. 檢查填料函的情況是否適當，填料蓋螺絲有否鬆動。(機械軸封微量洩漏請平均鎖緊兩邊壓塊螺絲至無洩漏為止)
4. 關閉出口閥門(全開閥)。
5. 打開入口管閥，讓流體注滿泵內(入口壓力為正時)。
6. 泵內務必注滿液體杜絕空氣室的存在。(真空狀態)
7. 查看入口管的壓力及溫度(入口壓力為正時)。
8. 出口配上止回閥(逆止閥)時，打開出口閥門(全開閥)，以明瞭止回閥是否正常，若止回閥喪失正常機能，起動前必須關閉出口閥門(尤其是鍋爐給水者)。
9. 嚴禁在泵浦內無水時運轉，以免機械密封損壞。
10. 在出口管路上的閥門關閉的情況下，泵持續工作的時間不能超過 3 分鐘。

四、 起動：

1. 起動接著關閉開關，並檢查葉輪是否平穩停頓，軸承正常潤滑與否，是泵的壽命延長方法。
2. 使泵全速運轉。
3. 檢查泵是否達到額定出口壓力。
4. 調整閥門（全開閥），使泵達到工作要求。

五、 運轉中檢查：

1. 泵在高速運轉期間須無震動與異響之發生。
2. 定期注意軸承溫度，有無過度的上升。軸承溫度最高不大於 80℃，軸承溫升不得超過環境溫度 40℃。
3. 運轉中填料函應有少量滴出（60 滴/分），無或過多的滴出均無注意。（機械軸封不得洩漏）。
4. 軸承油位應保持在正常位置上，不能過高或過低，過低時應及時補充潤滑油（國光牌機油：R40 #）。為了保持油的清潔和良好潤滑，應根據現場使用的實際情況，定期更換新油。一般情況下，每運轉 1500 小時後或每隔 180 天，要全部更換新油一次。（油脂潤滑【牛油】須於運行 1000 小時後適量添加）。
5. 有冷卻的裝置，冷卻水流入和流出的正常水溫差為 10℃(18F)。
6. 泵發生超載(原因是出口壓力比原設計點低時)可控制出口制水閥至銘牌上所指示之壓力。
7. 泵工作於正吸入揚程下，雖能確定吸入揚程不低於預定值，但仍不允許吸入液溫超過最大預定值，尤其泵用在熱水方面。
8. 巡視吸入坑或吸入容器內的水位。
9. 設置預備泵時，需編排運轉順序，使每泵輪流工作一段時期，以使預備泵於緊急情況下發揮最大的功效。
10. 絕不允許用入口端管路上的閘閥來調節流量，以免發生空蝕現象。
11. 應經常檢查運轉過程中是否平穩，機械密封的磨損及洩漏情況，及時更換磨損的密封件，防止因壓力導致水流進電機。
12. 經常檢查水池有無飄浮物及水位變化情況，若進水池降到最低水位以下時，泵浦應停止運轉，以免發生空蝕，損壞葉輪。必要時可調節出口閘閥，適當減少出水量，促進水池水位回升。
13. 盡量控制泵浦的流量和揚程在性能表中列出的大小流量之內的範圍使用（該泵葉設

計尺寸之最大效率所對應水量 75% ~125% 為最佳使用範圍)，已達到最大的節能效果。泵浦一般在不低於 30% 設計流量下長期運轉，如果必須在該條件下使用時，應在出口管路上安裝旁通管路 (By-pass)，使泵的流量達到規定的使用範圍。運轉額定點流量不大於性能表中所允許的最大流量點為宜。

14. 泵浦運轉時，實際揚程 $H = (P_{\text{出}} - P_{\text{進}})$ 不應小於性能表中所允許的大流量點所對應的揚成為宜 (式中： $P_{\text{出}}$ = 出口端壓力錶值； $P_{\text{進}}$ = 入口端真空壓力錶值)。理想高效率的運轉點為性能表中的中間點亦即最佳效率點，可通過觀察進、出口壓力錶數值來調節出口閥門。
15. 在額定性能曲線已定的情況下，如要調節泵浦的運轉性能點，較佳的方式是通過改變轉速或修改葉輪直徑來實現。

六、 泵的停止運轉：

1. 關閉出口閥。
2. 關閉馬達開關，並觀察泵是否圓滑運轉到停頓。
3. 關掉供給填料函或冷卻軸承用的冷卻水。

七、 運轉之故障與排除：

1. 泵無法輸送定量的液體：

- (1). 出口管壓力超過泵的額定壓力：

增加轉速雖為一種方法，但電動泵不可能增加轉速時，可增加葉輪外徑或泵的段數亦可。

- (2). 灌水不完全(尚有空氣室)或泵浦及管路漏氣：

再灌水入泵內和管路，排清空氣，若情形依然，需改變配管氣孔旋塞或氣管的設計。

- (3). 吸入管或葉輪阻塞：

清除吸入管阻塞物，若是葉輪阻塞，拆卸葉輪清除之。

- (4). 吸入揚程太低(正吸入揚程時)：

檢查吸入容器之液面，入口底閥有否閉塞，清除管路過濾器，再調查研究管路的佈置和設計所使用的管徑是否摩擦損失太高，且於再起動前用手轉動，以查看泵能否輕易轉動。

- (5). 吸入揚程太高(泵運轉產生吸入揚程時)：

查看坑內液底閥是否全開。

- (6). 空氣由填料函進入：

填加填料函液壓，檢查水封水流路有否阻塞。

(7). 反向旋轉：

重新改變馬達接合極，若泵已反轉一段時間，須檢查軸套情形，軸套須旋緊並位於適當的位置。

(8). 泵轉速太低：

於電動泵此項毛病不易排除，先明確馬達轉速，若是由內燃機帶動之泵，轉速可借燃料調整速器作有限度的調整。蒸汽渦輪帶動之泵，通常能利用滑輪調速器調整。皮帶輪帶動泵，常因皮帶滑動招致轉速降低，調整皮帶鬆緊度或使用不同外徑的皮帶皆能達到調效果。

(9). 泵過度磨損：

拆開泵檢查磨損間隙。

2. 超載：

(1). 泵出口壓力比特定設計的段數低：

略關出口閥直到出口壓力相當額定數值，若仍超載，則減少轉速(可能時)或修整葉輪。

(2). 泵抽送比原設計較高比重之液體時：(當抽送液體的溫度比原設計的使用溫度為低時，超載才是由於高比重所引起的)在比重與液溫無法明確下，調整出口閥，可用在短時間的超載。整修葉輪亦是方法之一，否則需裝置更大的動力。

3. 泵出口壓力過高：

(1) 轉速過大：

量正確轉速能調整則調整之，否則削葉輪外徑。

(2) 抽送液的比重太高：

泵長期運轉上(1)情形即能使用。

(3) 入口壓力過高(正吸入揚程時)：

查看入口壓力若無微調整裝置，可對葉輪外徑大小的採用加以考慮。

4. 泵的漏出(填料函除外)：

(1) 螺栓緊度不夠：

關掉泵浦，排出泵內壓力，平均鎖緊之。

(2) O型密封圈或金屬面損壞：

若無法以栓鎖緊阻止漏出，則需嵌入新的O型密封圈或磨平的金屬面。

(3) 抽送液受到突然激烈的溫度變化：

若液溫突然下降，泵可能洩漏，等回復正常運轉溫度，亦將回歸正常情形，若

同樣照漏不誤，將可能是 O 型密封圈或金屬封面損壞，如(2)排除之。

5. 填料函漏出：

- (1) 填料(Packing)的耗損或裝置不當或失效：

更換填料。.

- (2) 軸套有溝槽或痕條，填料蓋鎖得太緊或歪斜：

軸套磨光或更換，填料蓋重新小心均勻的鎖緊。

- (3) 冷卻水不足或冷卻室污塞：

取去冷卻水蓋，徹底清除填料函內冷卻室，再供給淨清能用之冷卻水。

- (4) 泵轉動平穩即軸發生震動聲：

於軸發生振動下，填料函內迫根無能永保緊密，第一檢查軸承間隙是否有毛病，無毛病打開泵查看泵轉動是否合乎標準再查運轉配合重新裝配時，檢查所有轉動間隙。

6. 軸承溫度過高：

- (1) 中心線不準：

聯軸器是否成一線？檢查之。

- (2) 配置管路時，引起泵偏心：

配管不可對泵荷上應力。

- (3) 安裝時忽略聯軸器規定間隙：

校正之。

- (4) 油量不當或低線油質：補充或更換。

7. 使用機械軸封應注意事項：

- (1) 一般機械軸封適用於清潔、無懸浮顆粒的介質中，因此，對於新裝的管路系統應沖洗乾淨，嚴防雜質進入機械軸封面使密封失效。

- (2) 在結晶的介質中應經常沖洗，停車後重新啟動前要將軸封的結晶清洗乾淨。

- (3) 拆卸軸封時應謹慎小心，不得動用手鎚、鐵器等敲擊，以免破壞靜密封面。

- (4) 如有污垢無法拆卸時，不要勉強拆除，應設法清除污垢，沖洗乾淨後再進行拆卸以免損壞密封元件。

- (5) 安裝機械密封前，應檢查所有密封元件是否失效和損壞的，如有損壞應重新修復或更換新元件。

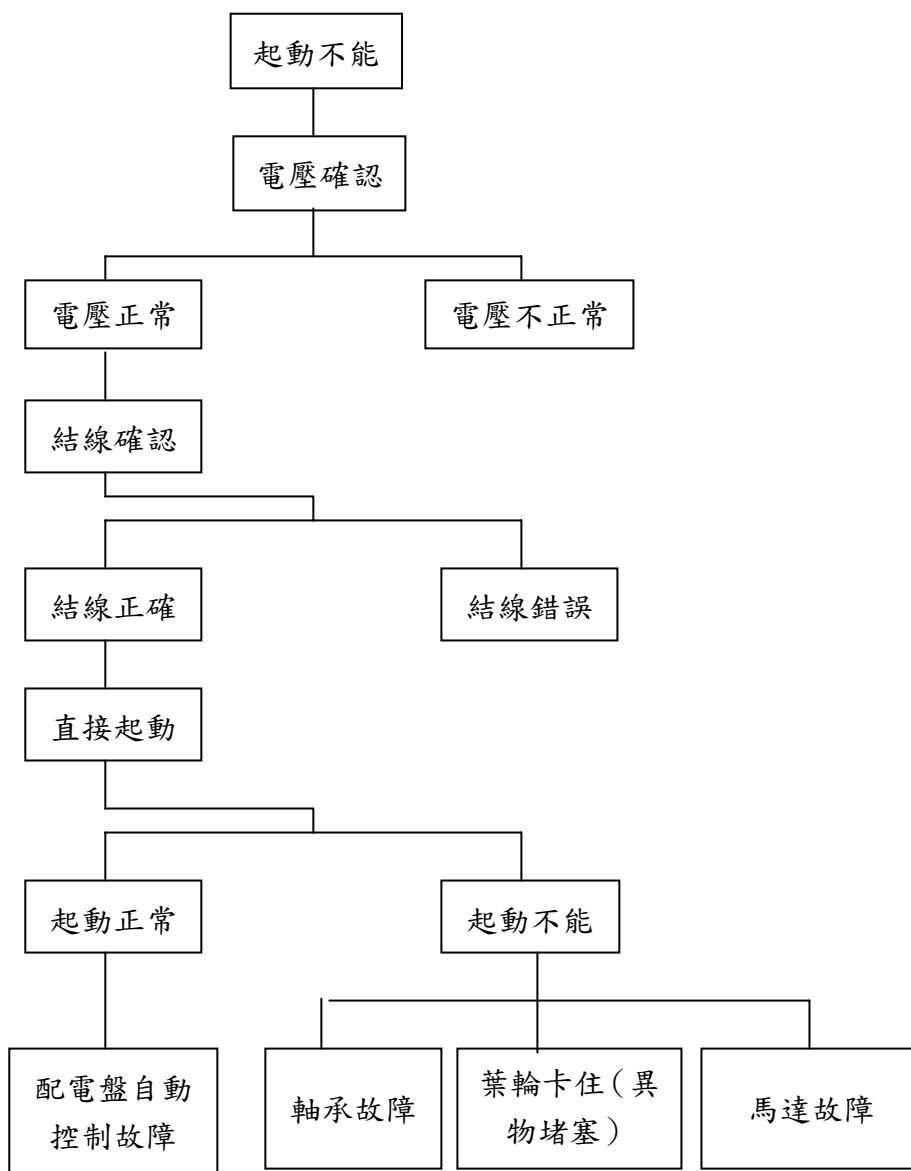
- (6) 應嚴格檢查軸封動環與靜環的對磨密封端面，不許有任何細微的劃傷、破壞等缺陷。所有零部件包括泵體、葉輪、密封腔等在裝配前均應沖洗乾淨。尤其是動靜環端面用清潔柔軟的布和棉紗擦乾淨後塗上一層清潔油脂或機油。

(7) 裝配中要注意消除偏差，以免軸封失效。

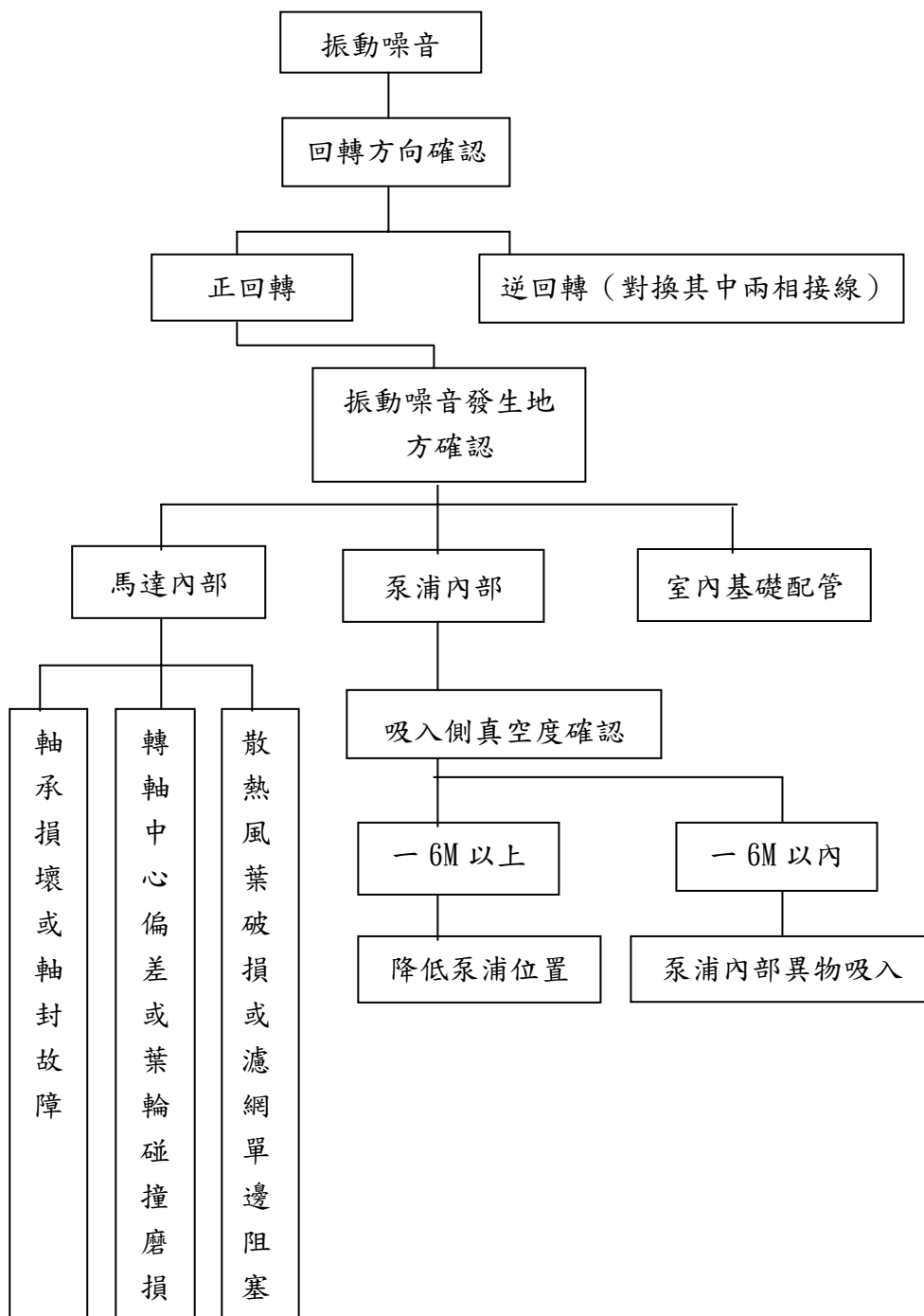
(8) 正確調整彈簧壓縮量，使其不得太緊或太鬆，太緊：密封端面很快磨損失效，而且消耗功率大；太鬆：密封不起作用，洩漏量過大。泵浦安裝好後需試轉動，轉動時應感覺到密封彈簧有了一定的壓縮量，而又能輕快轉動，沒有咬緊的感覺，如果感覺太緊應適當條鬆壓塊法蘭螺絲。

八、故障檢修流程：

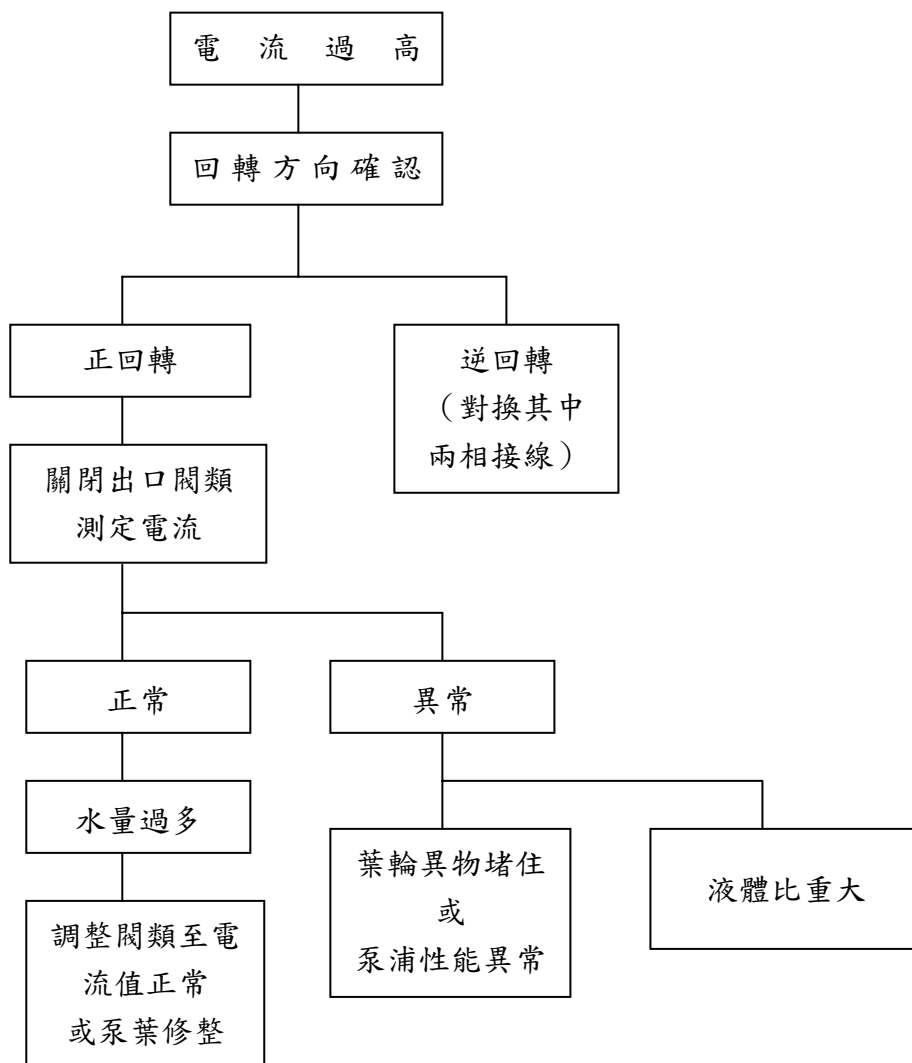
(一)



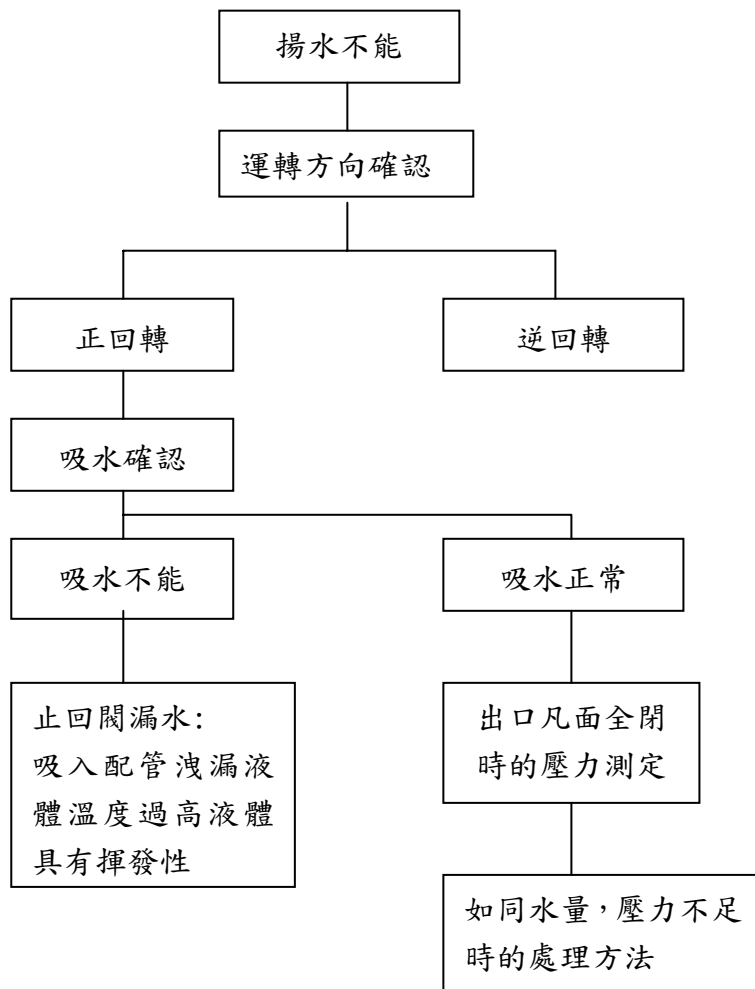
(二)



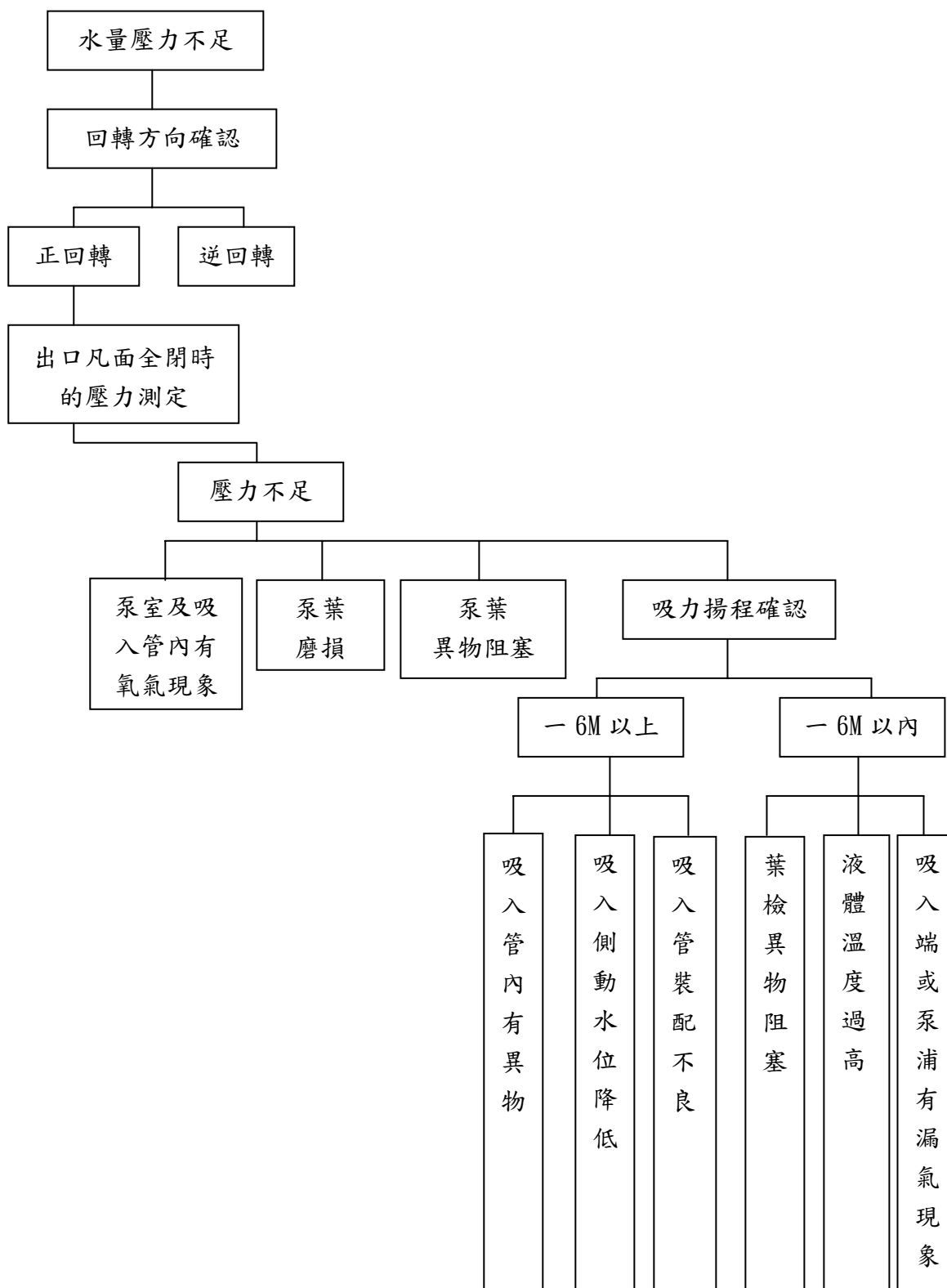
(三)



(四)



(五)



九、故障排除：

故障	原因	解決辦法
1. 泵浦無法吸水，壓力表及真空錶指針劇烈晃動	1. 注入泵浦的水不夠 2. 吸入管路與儀表連結處漏氣	1. 再往泵浦內灌水 2. 鎖緊或堵塞漏氣處
2. 泵浦不吸水，真空錶表示高度真空	1. 底閥沒有打開或堵塞 2. 吸水管阻力太大 3. 吸水高度太大	1. 校正或更換底閥 2. 清洗或更改吸水管 3. 降低吸水高度
3. 觀察壓力錶發現泵浦出水處有壓力，但泵浦仍不出水	1. 出水管阻力太大 2. 逆時針旋轉 3. 葉輪阻塞 4. 電機端電壓過低造成轉速下降	1. 檢查或縮短水管 2. 檢查電機改變導線接頭 3. 清洗葉輪 4. 穩定電壓
4. 流量低於預計值	1. 泵浦阻塞 2. 密封環磨損過多 3. 轉速不足 4. 底閥或吸入管部分阻塞	1. 清洗泵浦及管路 2. 更換密封環 3. 增加轉速 4. 清洗或更換底閥
5. 泵浦消耗功率過大	1. 填料或軸封壓的太緊，填料室過熱，轉子發生機械磨 2. 葉輪和密封環磨損 3. 泵浦偏向大流量運行	1. 放鬆填料壓蓋，校正泵軸及轉子 2. 更換葉輪和密封環 3. 關小出口管路上的閘閥，降低流量
6. 泵浦震動或有雜音	1. 機組安裝不牢固 2. 吸水管漏氣或吸入管被淹沒深度不夠，使泵浦吸入空氣 3. 葉輪產生空蝕 4. 偏離額定點運行 5. 軸承損壞 6. 泵軸與電機軸不在同一條中心線上	1. 加強泵浦法蘭處支撐部位 2. 堵塞漏氣處或家常吸水管淹沒深度 3. 降低泵浦安裝高度或加大吸入管徑或增加進口壓力，並更換損壞葉輪 4. 儘可能逃高至高效率區（額定點）運行，避免在大流量點運行 5. 更換軸承 6. 重新作軸心校正
7. 軸承過熱	1. 沒有潤滑油或油量不足 2. 泵軸與電機軸不在同一條中心線上	1. 注入軸承潤滑油 2. 重新作軸心校正
8. 聯軸器中間彈性塊損壞	1. 泵軸與電機軸不在同一條中心線上	1. 重新作軸心校正

十、馬達軸承規格：

框號	馬力 (HP)				軸承規格	
	2P	4P	6P	8P	L.S.	O.S.
63M	1/4	1/4	—	—	6201ZZ	6201ZZ
71M	1/2	1/2	1/4	—	6203ZZ	6203ZZ
80M	1	1	1/2	1/4	6204ZZ	6204ZZ
90L	2, 3	2	1	1/2	6205ZZ	6205ZZ
100L	—	3	2	1	6206ZZ	6205ZZ
112M	5	5	3	2	6207ZZ	6206ZZ
132S	7.5, 10	7.5	5	3	6308ZZ	6208ZZ
132M	—	10	7.5	5	6308ZZ	6208ZZ
160M	15, 20	15	10	7.5	6310ZZ	6208ZZ
160L	25	20	15	10	6310ZZ	6208ZZ
180M	30	—	—	—	6310ZZ	6210ZZ
	—	25, 30	20	15		
180L	40	—	—	—	6312C3	6212ZZC3
	—	40	25, 30	20	6312ZZ	6212ZZ
200L	50, 60	—	—	—	6312C3	6212C3
	—	50, 60	40, 50	25, 30	6313ZZ	6212ZZ
225S	75	—	—	—	6213C3	6313C3
	—	75	60	40	NU215	6312ZZ
250S	100	—	—	—	6313C3	6313C3
	—	100	75	50	NU218	6313ZZ
250M	125	—	—	—	6313C3	6313C3
	—	125	100	60	NU218	6313ZZ
280S	150	—	—	—	6313C3	6313C3
	—	150	125	75	NU220	6315
280M	175	—	—	—	6313C3	6313C3
	—	175	150	100	NU220	6315
315S	200, 215	—	—	—	6313C3	6313C3
	—	200, 215	175	125	NU320	6318
315M	250, 270	—	—	—	6313C3	6313C3
	—	250, 270	200, 215	150	NU320	6318

軸承之補給量與補給間隔：

軸承號碼	初次填充量 (g)	補給量 (g)	補給間隔 (月)			
			2 極	4 極	6 極	8 極
6210, 6310	50	30	4	6	6	6
6211, 6311	100	30	4	6	6	6
6212, 6312	100	30	4	6	6	6
6213, 6313	100	30	4	6	6	6
6214, 6314	200	50	—	6	6	6
6215, 6315	200	50	—	6	6	6
6216, 6316	200	50	—	6	6	6
6217, 6317	200	50	—	6	6	6
6218, 6318	300	50	—	6	6	6
6220, 6320	400	80	—	4	6	6
6222, 6322	600	80	—	4	6	6
6224, 6324	600	80	—	4	6	6
6226, 6326	1000	100	—	—	6	6

軸承號碼			初次填充量 (g)	補給量 (g)	補給間隔（月）			
					2 極	4 極	6 極	
NU3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	14	100	50	6	6	6
			15	100	50	6	6	6
			16	100	50	6	6	6
			17	200	50	4	6	6
NU3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	18	200	50	4	4	6
			20	300	80	4	4	6
NU3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	22	300	80	4	4	6
			24	400	80	—	4	6
			26	600	100	—	4	6

註：

1. 初次充填量是分解清潔軸承後之新充填量。軸承內填充約 1/3，其餘填入於內軸承蓋。
2. 補給量為每次補給間格所注入軸承之滑脂量。
3. 運轉時間有 1 日 8 小時、12 小時、6 小時等之變化時，為維持良好之潤滑狀況起見，以每日 12 小時運轉計算之而取 2 倍之補給間隔。
4. 所有 2 極電機之軸承及 4 極、6 極之大徑輓筒軸承（大約為 NU322 以上）則請勿延長上述之補給間隔。
5. 請注意：避免有一次多加補給量，而延長補給期間之想法。
6. 請注意：2 極電動機、4 極、6 極之大徑輓筒軸承（NU322 以上）安裝後或 2 個月以上停止之後開始運轉時補給及依據運轉時銘板記載補給期間之週期性補給。如有疏忽時則軸承聲音不良、異常磨耗、軸承燒毀等之情形出現，故請確實保養為盼。
7. 滑脂之排出：滑脂如積滿於「排出滑脂儲存處」時，軸承受攪拌阻力而有形成軸承之過熱及滑脂洩漏之虞，請適時（大約注入 2~3 次後打開一次）揭開排出口蓋，將滑脂排出之。
8. 滑脂之廠牌：SHELL 之滑脂 ALVANIA R3 請參照下述作為滑脂之選定基準

市場性	製造量最多脂滑脂廠商，易於購入者
容許溫度	一般脂滑脂為-20℃~120℃，此範圍以外者須使用低溫或高溫用滑脂
高速、大徑軸承用 (dm、n 高時)	耐壓性（油膜強度）良好者。以硬質者較佳。欲求聲音、振動、排出效果良好時則軟性為佳。 【避免使用矽滑脂（Silicon grease）。】
耐荷重性	皮帶、齒輪等高荷重用者則選用耐壓性良好者。 （避免使用矽滑脂）。
耐水性	高濕場所則避免使用 Na、Ca 系之滑脂。
稠度	由於其硬度相似，輾軋聲、異常振動、寒冷時之潤滑性、排出效果之良否致注入時溫度上升等來看，以軟質者為佳。
潤滑性	請使用良好油性者，並請瞭解滑脂之優劣點而選用之

附件一、各式壓縮機比較表

比較項目	往復式	螺旋式	離心式	渦卷式
壓縮原理	容積式，利用汽缸與活塞間推移排量	容積式，利用嚙合與空間封密切割	氣體氣動式，利用高速，旋轉葉輪產生的離心力將氣體壓縮排出	容積式，利用雙渦卷軸軌運動產生壓縮
冷凍容量	極小容量~中容量	小容量~大容量	中容量~大容量	極小容量~小容量
轉速	1760rpm	3550rpm	3550~35000rpm	3450rpm
操作壓力	正壓	正壓	正壓或負壓	正壓
間隙損失	有	無	無	無
效率	效率低	效率高， 0.71~1.0KW/RT	效率高， 0.68~0.8KW/RT	中等效率
容積變化調整	階段式容積變化，也可無吸氣狀態下壓縮	無段容積變化	無段容積變化	無段容積變化
多段壓縮	需多機搭配中間冷卻器	有節能器入口者，有內部多段壓縮設計	內部多段壓縮設計	需多機搭配中間冷卻器
摩擦部份	活塞環、汽缸、曲柄軸、活塞插梢、軸承	軸承	軸承	雙渦卷軸間、軸承
潤滑系統	潑油法或壓力注油法	壓力注油法	壓力注油法	壓力注油法
閥片裝置	有吸入及排出閥片，易磨損漏氣	無	無	無
氣體脈衝	週期性	無	無	無
震動	往復運動，極大	旋轉性運動，較小	旋轉性運動，較小	較小，低負載時會發生湧浪現象（SURGE）
噪音	大	小	小	小
保養	摩擦大，費用高	摩擦小，費用低	摩擦小，費用低	摩擦小，費用低

附件二、各式冷凝器比較

比較項目	水冷式	氣冷式	蒸發冷卻式
散熱介質	水	空氣	水，循環使用，蒸發消耗量約為水冷式1/6
消耗電力	較省電	較耗電	較省電
安裝問題	管路複雜較佔空間	安裝簡單，節省空間，免用冷卻水塔	安裝簡單，節省空間，免用冷卻水塔
保養問題	週邊設備、保養項目多，較麻煩	較簡單	較簡單
設備費用	包含泵、管路、冷卻水塔，較昂貴	無需泵、管路、冷卻水塔，較便宜	無需泵、管路、冷卻水塔，較便宜
噪音程度	壓縮機在室內，噪音較大	壓縮機在室外，噪音較小	壓縮機在室外，噪音較小
環境汙染	冷卻水塔汙染環境	空氣汙染較小	無，排風溫度低

附件三、各種冷媒的環境效應

冷媒名稱	冷媒型式	ODP	GWP
CFCS	CFC-11	1	4000
	CFC-12	1	b8500
HCHCs	HCFC-22	0.055	1700
	HCFC-123	0.02	93
	HCFC-141b	0.11	630
	HCFC-142	0.065	2000
HFCs	HFC-134a	0	1300
	R-407C (HFC-32/125/134a)	0	1600
	R-410A (HFC-32/125)	0	2200
天然冷媒	二氧化碳，CO ₂ (R-744)	0	1
	氨，NH ₃ (R-717)	0	0
	異丁烷，Isobutane (R-600a)	0	3
	丙烷，Propane (R-290)	0	3

附件四、冰水主機效率測試表較表

項目	CNS 12575	CNS 12812	ARI 550/590-1988
型式	容積式	離心式	蒸氣壓縮式
能力範圍	600000kcal/hr 以下	300000kcal/hr 以上	不限
全載測試條件	1. 冰水 12 ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$) 進 7 ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$) 出 2. 冷卻水 30 ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$) 進 35 ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$) 出 3. 流量 5% 以內	同 CNS 12575	1. 冰水流量 2. 4GPM/RT 出水 6.7 ($\pm 0.3^{\circ}\text{C}$) 2. 冷卻水流量 3. 0GPM/RT 進水 29.4 ($\pm 0.3^{\circ}\text{C}$) 3. 流量 5% 以內
部分負載測試	1. 冰水 7 ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$) 出，水量一定 2. 冷卻水進口溫度 = $[0.06 \times \text{壓縮機輸出百分比} + 24^{\circ}\text{C}]$ ，水量一定	1. 冰水 7 ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$) 出，水量一定 2. 冷卻水進口溫度：100% 時，30 ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$) 0% 時，25 ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$) 中間時，溫度依線性比例；水量一定	1. 冰水條件與全載相同 2. 冷卻水進口溫度：100% 時，29.4 $^{\circ}\text{C}$ 75% 時，23.9 $^{\circ}\text{C}$ 50% 時，18.3 $^{\circ}\text{C}$ 25% 時，18.3 $^{\circ}\text{C}$
製程能力允差	1. 全載時，不低於額定能力的 92% 2. 部分負載未規定	1. 全載時，不低於額定能力的 95% 2. 部分負載未規定	1. 與額定能力差額不得高於 $\{10.5 - 0.07\% \text{ 全載} + [833.3 / (DT_{FL} \times \% \text{ 全載})]\}$ 2. DT_{FL} = 全載下之冰水溫差 3. % 全載 = 負載比例
熱平衡百分比	不得大於 5%	不得大於 5%	不得大於以上公式值
效率允差	不得低於額定 85%	不得低於額定 95%	不得低於以上公式值
電力輸入允差	不得大於額定 110%	不得大於額定 105%	不得大於以上公式值
記錄方式	系統穩定一小時後，每 20 分中取一次數據，取四次作平均	系統穩定後，取數據	系統穩定後，以每 5 分鐘間隔取三次數據做平均
部分負載計算	無	無	IPLV/NPLV
積垢係數	無	冰水測：0.000044 冷卻水測：0.000044	冰水測：0.000018 冷卻水測：0.000044
修正公式	無	無	有