

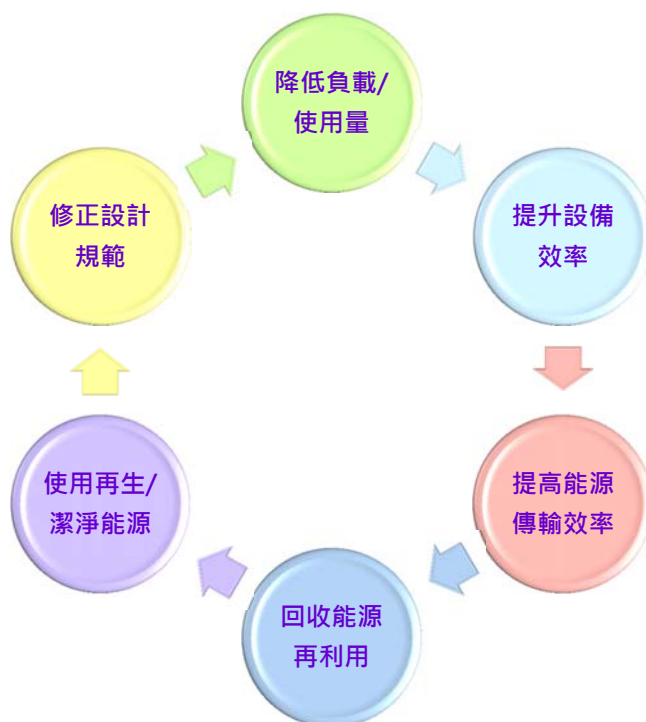


# 紡織業-低碳綠色製程技術座談會

## 製程冷凍機節能改善技術

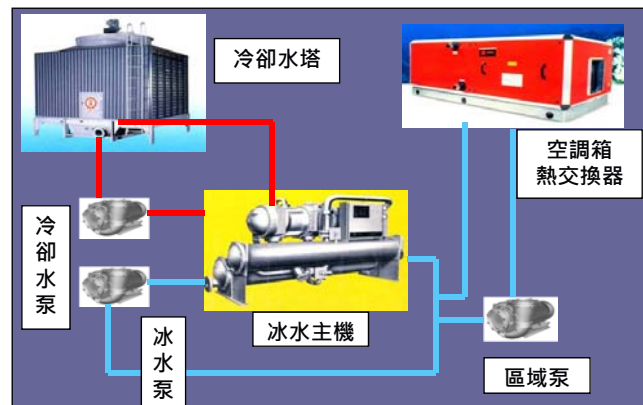


## 改善方向/思考方向



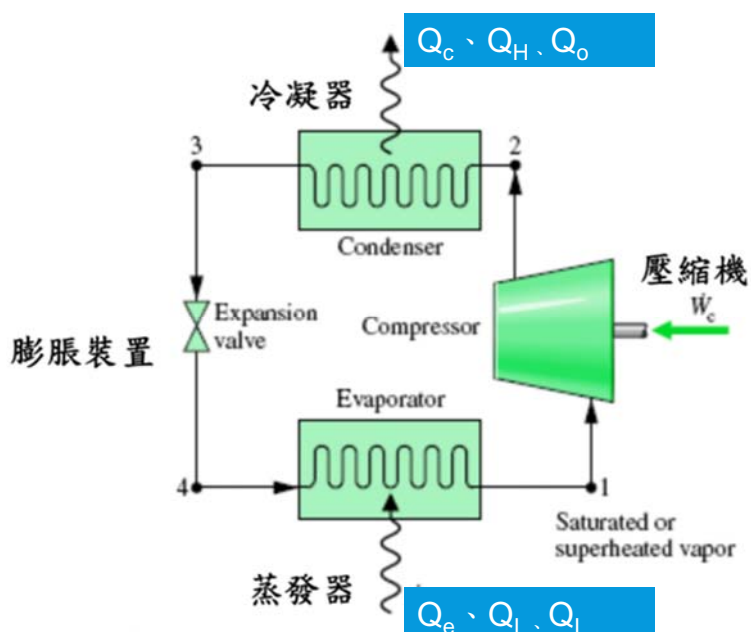
## 提升設備效率

- 負載
  - 特性、需求、變化
- 設備
  - 型式、控制邏輯
- 系統架構
  - 水管路



3

## 蒸氣壓縮式冷凍循環



4



# AHRI 540

## ■ Standard For Performance Rating Of Positive Displacement

$$X = C1 + C2 \cdot (t_s) + C3 \cdot (t_D) + C4 \cdot (t_s^2) + C5 \cdot (t_s \cdot t_D) + C6 \cdot (t_D^2) + C7 \cdot (t_s^3) + C8 \cdot (t_D \cdot t_s^2) + C9 \cdot (t_s \cdot t_D^2) + C10 \cdot (t_D^3)$$

## ■ 冷凍能力(W)、壓縮功(W)、電流(A)及冷媒質量流率(kg/h)

5



## 範例：漢鐘



6



## 範例：漢鐘

tc(deg. C)	to(deg. C)	-10	-7.5	-5	-2.5	0	2.5	5
30	Qo(kW)	833.9	917.6	1005.8	1099.9	1200.5	1304.6	1416.3
	P(kW)	203.5	202.9	204.0	205.6	206.7	206.5	207.7
	I(A)	42.8	42.7	42.8	43.1	43.3	43.2	43.4
	COP	4.098	4.523	4.931	5.349	5.809	6.317	6.818
	mLP(kg/h)	17337.7	19417.9	21122.1	23226.5	25488.1	27931.3	30551.9
	mHP(kg/h)	18844.3	20824.5	22355.7	24248.3	26252.3	28318.3	30595.2
	tcu(deg. C)	17.3	19.1	20.8	22.5	24.3	26.3	28.2
	Qsc(kW)	72.47	68.10	60.07	50.06	37.66	19.20	2.16
	pm(bar)	3.81	4.02	4.26	4.51	4.78	5.09	5.41
	Qac(kW)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

係數

	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10
Qo(W)	1355359	45234.72	-7273.51	556.484	-169.705	133.127	3.8974	-2.9616	0.8879	-2.0814
P(W)	323843	9974.46	-11513.37	197.164	-438.040	292.627	1.6237	-4.9374	4.8155	-1.2169
F(kg/h)	28305.1	941.4706	-295.7381	11.28147	-8.58152	10.57011	0.1094933	-0.0693894	0.1622967	-0.0961146
I(A)	65.45	1.9263	-2.0251	0.03900	-0.08478	0.04859	0.0002935	-0.0009582	0.0009322	-0.0001733

Remark

to	飽和蒸發溫度	Qo	冷凍能力	I	電流	Qsc	節能器過冷卻能力	Qac	Additional cooling
tc	飽和冷凝溫度	P	輸入功率	tcu	液態溫度	pm	節能器壓力		

7



## 壓縮機

壓縮機型式 項目	往復式	螺旋式	離心式
壓縮原理	正位移式 活塞往復運動	正位移式 雙螺旋或單螺旋與星 形轉子咬合運動	氣體動力式 葉輪高速旋轉產生離心力
轉速	1760rpm	3550rpm	3550-30000 rpm
製冷能力 [RT]	< 200	50 - 1,500	100 - 10,000
冷媒	R-22, R-134a	R-22, R-134a, R-717	R-123, R-22, R-134a,
單級最大壓縮比	7	20	4
容量控制	靠On-off, 汽缸卸載, 系統熱氣旁 通控制等方式作階段式容量控制	藉移動滑塊作階段式 或無段式容量控制	利用預旋導葉作 無段式容量控制
效率 [kW/RT]	0.8-1.0	0.65-1.0	0.55-0.8
噪音	低週波、噪音大	運轉平滑、噪音較低	高頻尖銳噪音
振動	往復運動、振動較大	旋轉運動、運轉平穩	旋轉運動、運轉平穩、低 負荷時易產生喘振現象
體積	體積較小	體積較小	體積大

8



## 蒸發器

<p>✓ 直接膨脹式(direct expansion)</p>	
<p>✓ 滿溢式(flooded type)</p>	

9

資料來源：台北科技大學柯明村教授 公用系統節能課程



## 冷凝器

<p>✓ 水冷式(water-cooled)</p>	<p>殼管式熱交換器 須有冷卻水塔</p>
<p>✓ 氣冷式(air-cooled)</p>	
<p>✓ 蒸發冷卻式 (evaporatively-cooled)</p>	

10

資料來源：台北科技大學柯明村教授 公用系統節能課程



## LMTD

冰水主機蒸發器及冷凝器之對數平均溫差(LMTD)不得高於 $5^{\circ}\text{C}$ 。

$$LMTD = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)}$$

蒸發器： $\Delta T_1 = \text{冰水回水溫度}(^{\circ}\text{C}) - \text{蒸發溫度}(^{\circ}\text{C})$

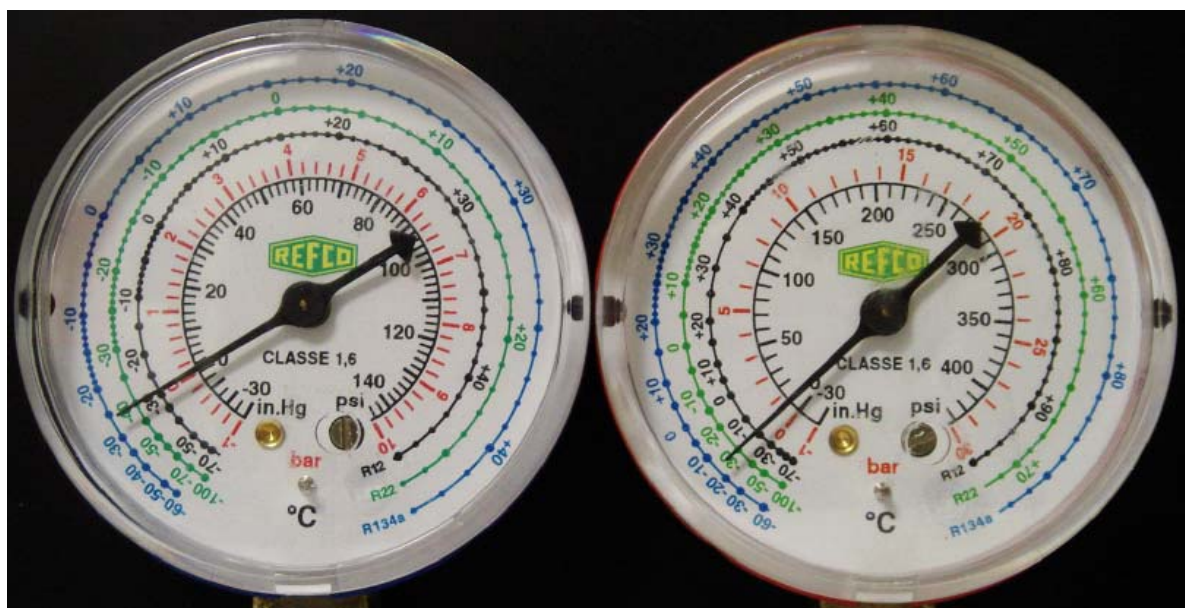
$\Delta T_2 = \text{冰水出水溫度}(^{\circ}\text{C}) - \text{蒸發溫度}(^{\circ}\text{C})$

冷凝器： $\Delta T_1 = \text{冷凝溫度}(^{\circ}\text{C}) - \text{冷卻水入水溫度}(^{\circ}\text{C})$

$\Delta T_2 = \text{冷凝溫度}(^{\circ}\text{C}) - \text{冷卻水出水溫度}(^{\circ}\text{C})$

11

## 冷媒表



12



## 二次冷媒

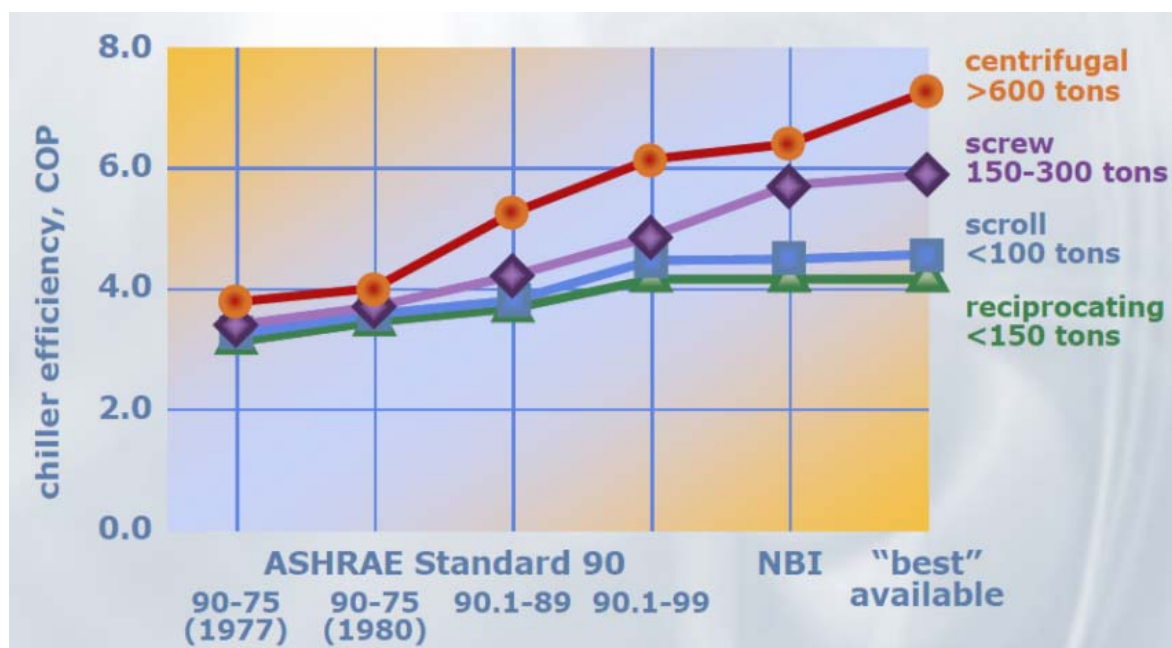
- 二次冷媒與冷媒不同之處，在狀態不變化之情況下以顯熱形態運送熱能，與冷媒之以潛熱形態運送熱能不一樣。

- 水
- 氯化鈉(NaCl)
- 氯化鈣( $\text{CaCl}_2$ )
- 氯化鎂( $\text{MgCl}_2$ )
- 乙二醇(ethylene glycol) 25%
- 丙二醇(propylene glycol)

13

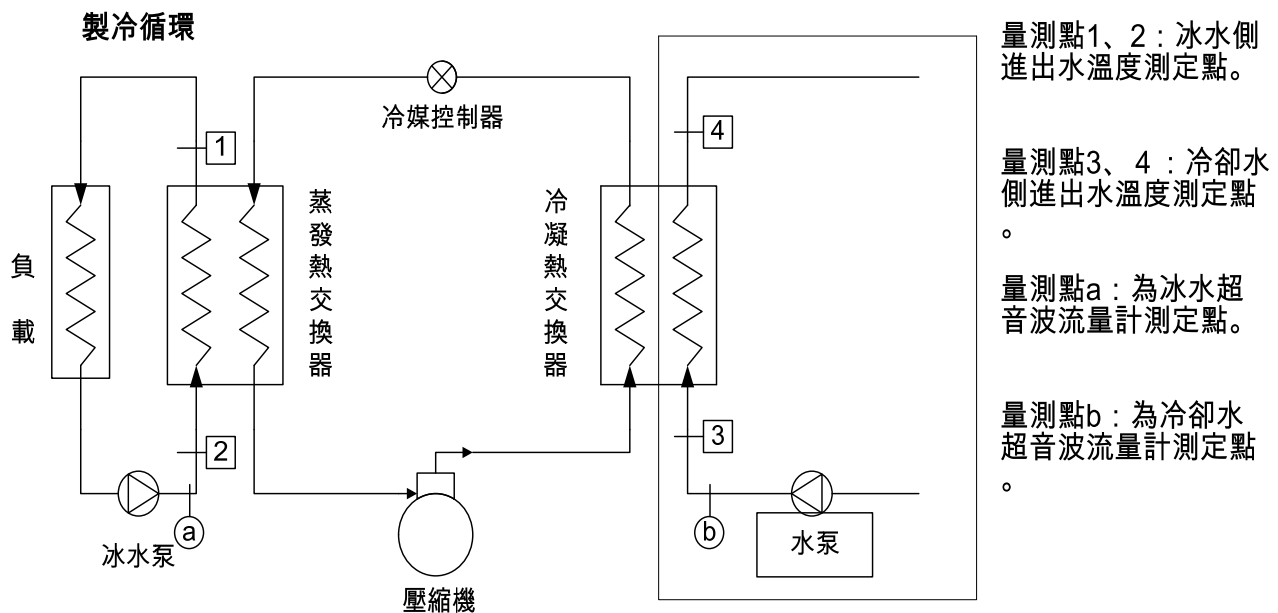


## 冰水主機性能演進



14

## 性能測試標準



15

## 熱平衡百分比

- $Q_e = C_p \times V_a \times \rho_a \times (t_2 - t_1)$
- $Q_c = C_p \times V_b \times \rho_b \times (t_4 - t_3)$
- $W_{in} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\theta$
- $(Q_e + W_{in} - Q_c) \div Q_c \times 100\% < 5\%$

$C_p$ : kcal/kg°C、 $V$ : m<sup>3</sup>/sec、 $\rho$ : kg/m<sup>3</sup>、 $t$ : °C、 $V$ : kV、 $I$ : A

16





## 使用儀器

- 多功能環境量測儀TESTO 400
- 超音波流量計Siemens / Controlotron System 1010 Series



量測尺

傳輸線



主機



感測器

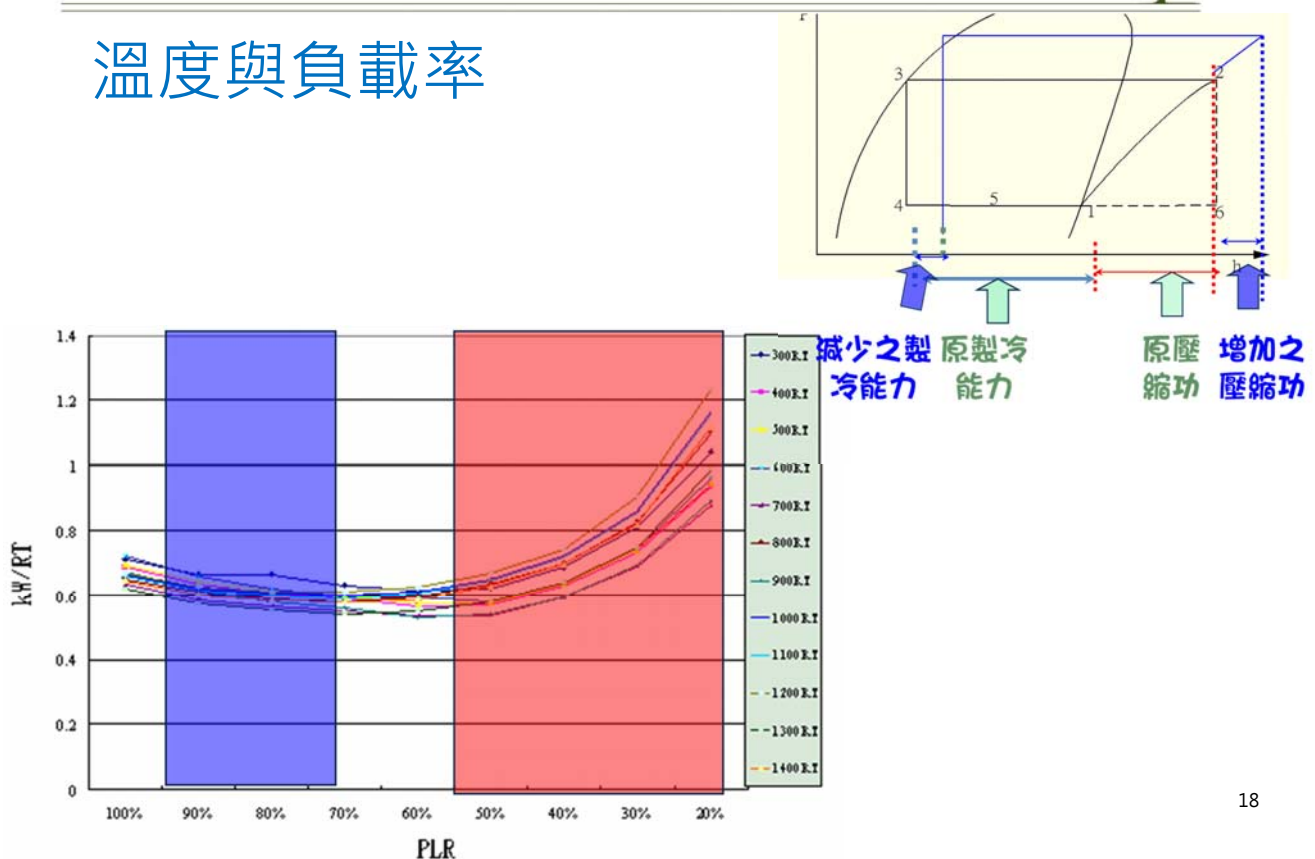
超音波膏



17



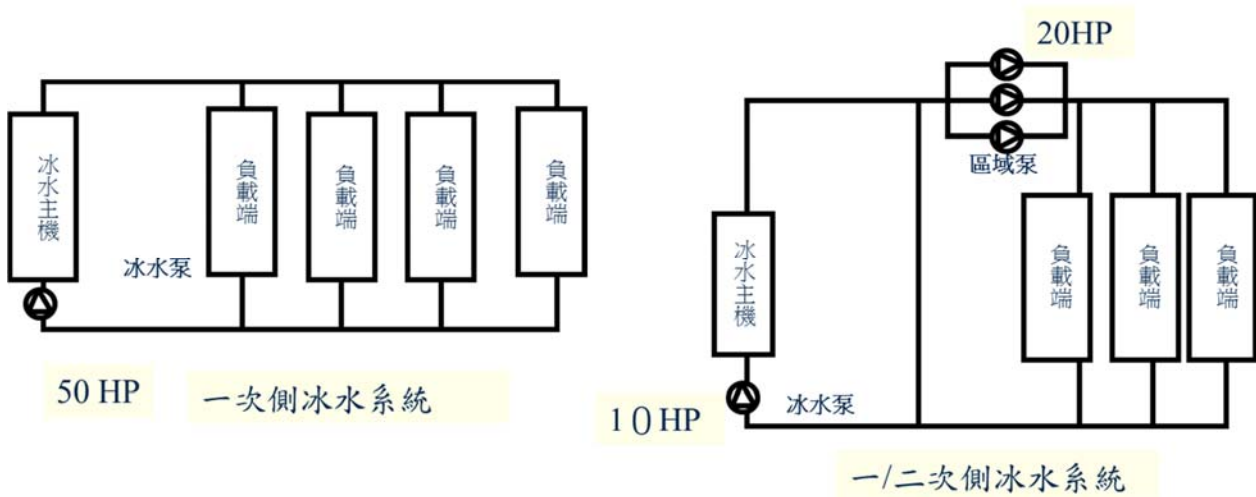
## 溫度與負載率



18



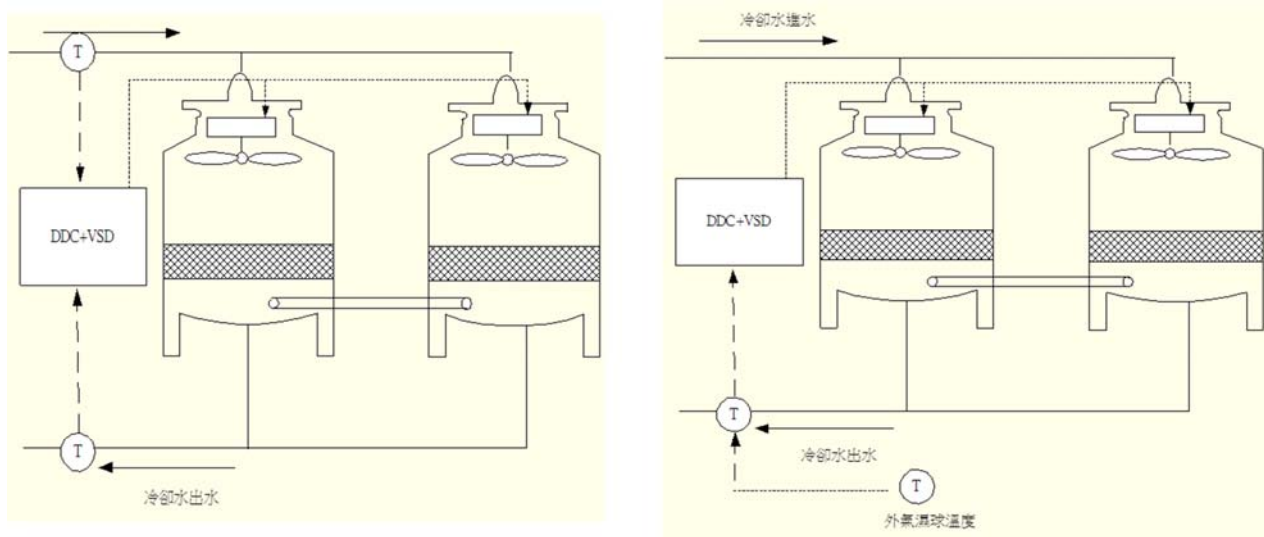
## 水管路系統



19



## 冷卻水



利用接近溫度之水塔風車變頻控制

20



**敬請指教**