

臺南市政府經發局
108年臺南市住商節電行動

空調節能技術及常見能源使用
缺失與解決方案

崑山科技大學電機系 王瑋民
能源局中小用電戶
南部節能診斷中心(EDC)

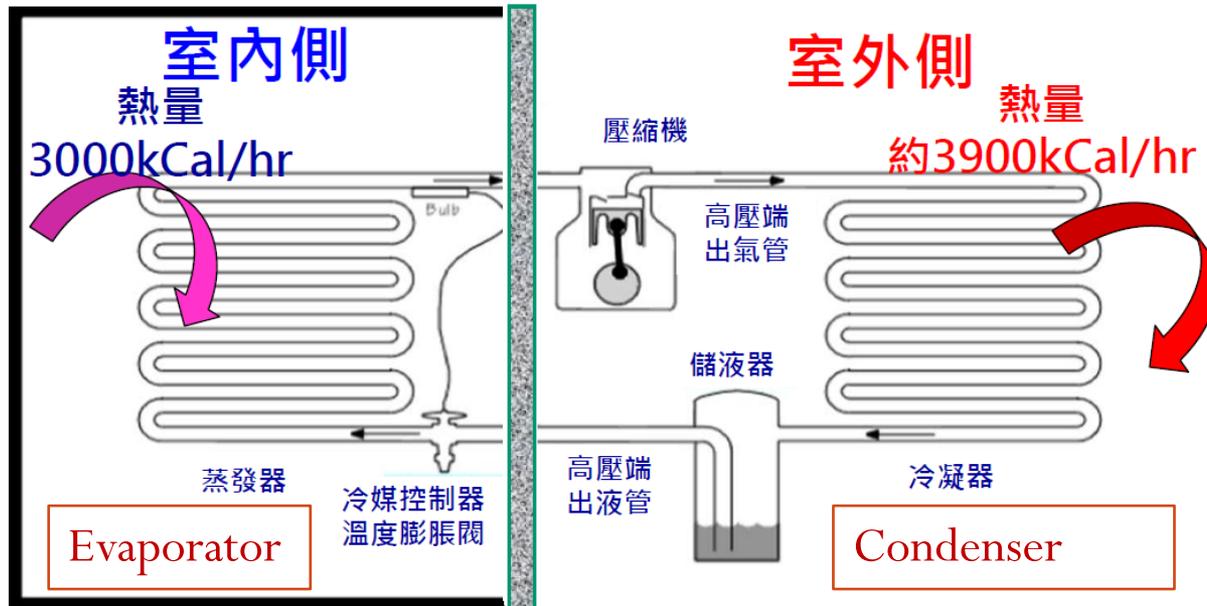
簡報內容

1. 空調能力及單位：RT，kcal/hr, kW
2. 空調原理、種類及保養，動畫短片
3. 空調節能、環境散熱檢視
4. 意見交流、經驗分享

冷凍噸(Refrigeration Ton, RT)

- 美制冷凍噸 (1 USRT)是將1噸 (2000磅)32°F的冰 (冰的融解熱為144 BTU/lb) , 在24小時內溶為32°F的水時所吸收的熱量。
- $1 \text{ USRT} = 144 \text{ BTU/lb} \times 2,000 \text{ lb} / 24 \text{ hr}$
 $= 12,000 \text{ BTU/hr}$
 $= 3,024 \text{ kcal/hr}$
 $= 3.52 \text{ kW}$
- $1 \text{ kW} = 860 \text{ kcal/hr} = 3,412 \text{ Btu/hr} = 0.28 \text{ USRT}$
- $1 \text{ kcal} = 3.968 \text{ BTU}$
- $1 \text{ kcal/hr} = 1.163 \text{ W}$

冷氣機運轉原理



- 利用壓縮機的循環作功，冷媒(蒸發)吸收室內的熱量。
- 1RT(1冷凍噸)的冷氣機每小時從室內吸收約 $3,000\text{kCal}$ 熱量送到室外排放。
- 加上壓縮熱，室外排放會多出**30%**左右的熱量，亦即 $3,900\text{kCal}$ 。

空調系統耗能探討

影響空調用電的因素

- 內外的空調負載：輻射、滲透
- 設計的建築架構：綠建築(通風、隔熱、採光等)
- 選用的空調系統：中央系統/獨立空調；全區/分區、高效率設備選用(主機與附屬設備)等
- 運轉的操作模式：自動監控/人手操作、外氣應用、溫度設定
- 長期的維護保養：設備效率的維持

窗型冷氣機



- 冷氣能力一般在**1800~7,000Kcal/h**之間，適用於空間較小的場所。
- 直接裝設於冷氣孔或窗台，安裝簡便，價格較低。
- 運轉噪音大。
- 冷氣室內側吹出口以人身高度為宜，回風吸入口與牆壁保持**50公分**以上，以提高冷氣機效率。
- 室外部份離地面至少**75公分**，以免塵土揚入，污染散熱片，增加耗電量。室外熱氣排出口在50公分以內應避免有阻礙物，影響散熱。
- 冷氣機底盤應稍傾斜，以免積水。
- 冷氣機安裝後，窗口週圍間隙宜完全密封。

分離式冷氣機1/2



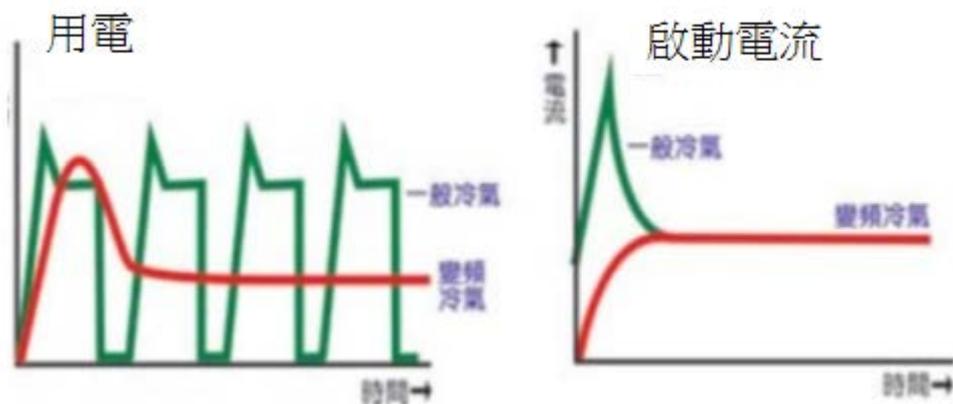
- 包含壓縮機和冷凝器之**室外機**單元，以及含有蒸發器、送風扇之**室內機**單元。
- 室外機單元安裝於戶外，室內機則安裝於天花板或牆上。
- 室外機之壓縮機藉由冷媒管將冷媒送至室內機，產生低溫蒸發效果以冷卻室內熱空氣。
- 優點為壓縮機置於室外，降低室內噪音、可裝設於窗型機無法裝設之空間、可配合裝潢選擇室內機型式(嵌入、懸吊、壁掛)，可一部室外機搭配多部室內機。

分離式冷氣機2/2

- 缺點：安裝複雜費時、技術性高，價格較高。
- 室外機應儘可能接近室內機，其冷媒連接管宜在**10公尺以內**，並避免過多彎曲。冷媒管太長或彎曲過多將使效率降低。
- 一般冷氣能力在**2,000-10,000 Kcal/H**之間。

冷氣機選機要點

- ✓ 選擇符合政府法規標準及高EER冷氣機。
EER每提高0.1，大約可節電約4%。
- ✓ 每坪空間一般冷房能力約需450kcal/h。
- ✓ 一般**定頻冷氣**，若選用規格過大，壓縮機會頻繁啟動，除較耗電外，易減損壓縮機壽命。
- ✓ 儘量選購電壓220V機型 - 壓縮機啟動時較110V機種省電。

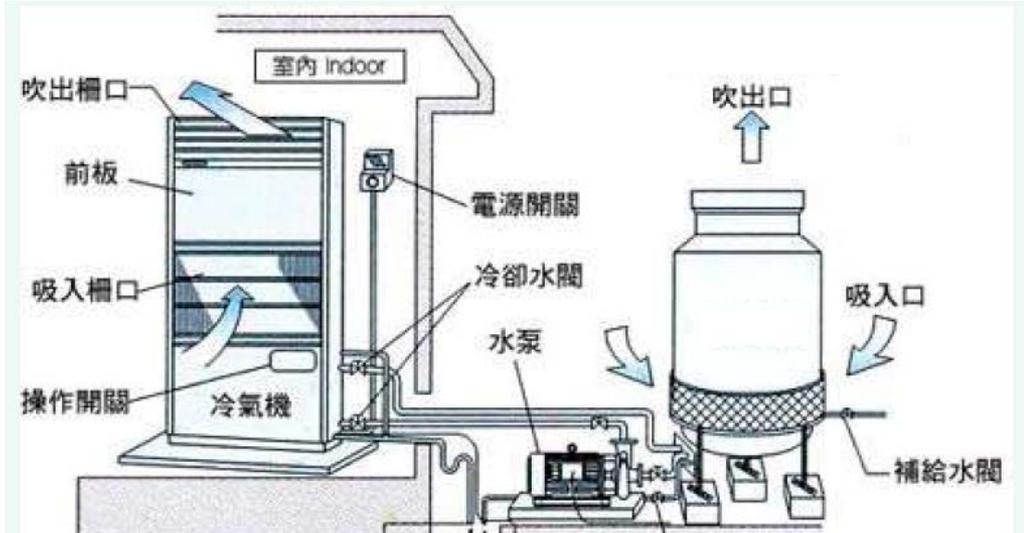


窗型/分離式冷氣機保養

- 每兩週清洗空氣過濾網一次，過濾網髒污時，容易造成電力浪費。
- 依室外空氣污濁程度，每1-3年應請廠商清洗散熱(冷凝)器一次。
- 溫度感測控制器異常時，較為耗電，應及時請廠商修復。
- 不明原因造成冷氣機不冷時，不宜勉強使用，避免浪費電力，並造成機件故障。

箱型冷氣(Packaged)

- 箱型機可分為氣冷式與水冷式兩種，氣冷式冷氣能力一般在3~8冷凍噸(RT)間，水冷式在5~50冷凍噸間，水冷式有較佳的散熱效果。
- 水冷式其排熱方式為將水引入冷凝器吸收熱能，再利用水泵將熱水送至冷卻水塔散熱，冷卻後再回冷凝器而成一冷卻循環回路。
- 一般機種多無調風速功能。
- 分為直吹及風管形式。

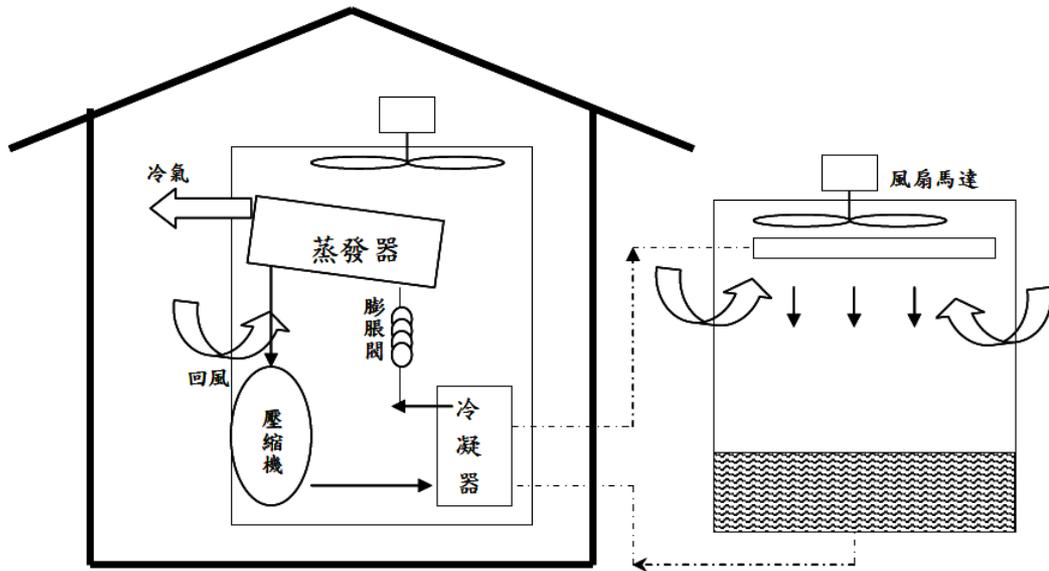


水冷式箱型冷氣

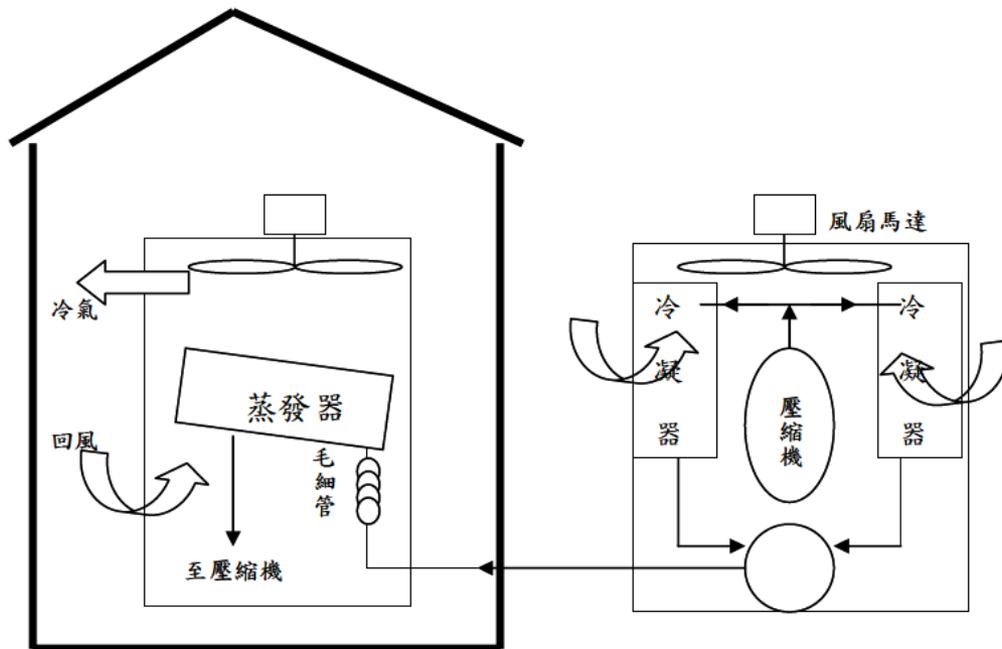


箱型空調機				氣冷分離式	
機型	PF1500C	服務專線：0800-281-208		 第5835號	
電源	3 ph 220	V ~	60 Hz		
冷/暖氣能力	46.6/NA			kW	
消耗電功率	2729			W	
能源效率比	- - -			(W/W)	
運轉電流	8.7			A	
起動電流	68			A	
額定風量	130	CMM	額定機外靜壓	98	Pa
冷媒種類/充填量	R-22 / 0.1*2	kg	淨重	230	kg
DP H	3.3	MPa	L	1.4	MPa
製造年份/號碼	2007 /	3000013702-0007		電擊保護：第1類電器	
生產國別：中華民國	統一編號：8379071000		IP碼：室內側：IPX0		
適用氣候型態：T1	上述數據為搭配運轉規格				
79C250H075					

氣冷式箱型冷氣



水冷式箱型冷氣



氣冷式箱型冷氣

水冷式及氣冷式箱型機比較

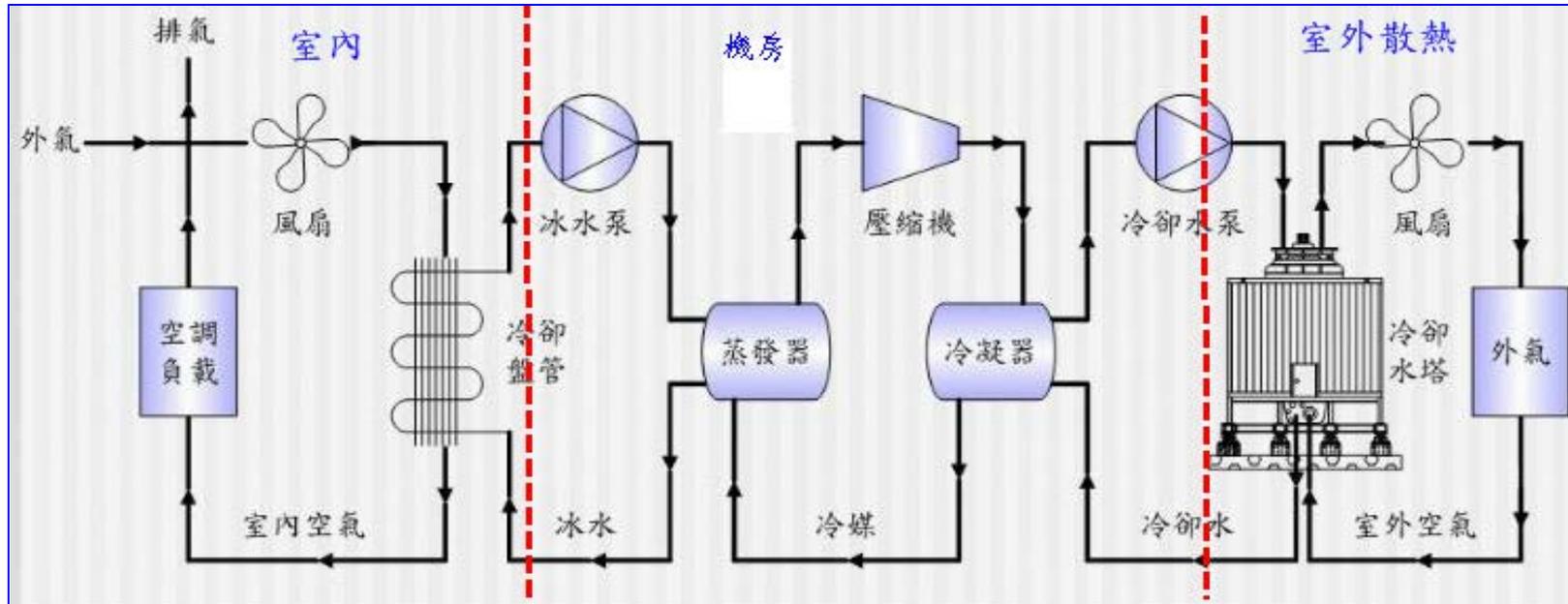
	水冷式	氣冷式
1.散熱媒介	水(不可缺水)	空氣
2.消耗電力	1.0 kW/RT (效率較高)	1.3kW/RT (效率較低)
3.保養問題	至少一季一次(較頻繁)	一年一次(較簡單)
4.設備費用	包含水泵、水塔(較貴)	室外機(較便宜)
5.噪音程度	壓縮機在室內(噪音較大)	壓縮機在室外(噪音稍小)
6.環境影響	冷卻水塔噪音，噴濺水	散熱風扇噪音

箱型冷氣保養

- 過濾網每2~3週至少清洗一次。
- 氣冷式箱型機應定期清洗散熱鰓片，水冷式箱型機應定期清洗冷卻水塔。
- 溫度感測控制異常時，應即時請廠商修復。

中央空調

- ✓ 提升冰水機運轉效率
- ✓ 冷卻水塔定期清洗
- ✓ 水循環系統定期檢視
- ✓ 空氣側定期檢視



- 冰水出水溫度提高 1°C ，約可節能1.5 %
- 冷卻水入水溫度降低 1°C ，約可節能3.0 %

- ✓ 風扇變頻器應用
- ✓ 冷氣不外洩
- ✓ 濾網清洗
- ✓ 換氣檢討

- ✓ 冰水出水溫度設定及檢測
- ✓ 換用高效率馬達及水泵
- ✓ 冰水泵變頻控制需求
- ✓ 冷凝器銅管清洗
- ✓ 冰水溫度設定

- ✓ 冷卻水質檢測
- ✓ 冷卻水進出水溫監測
- ✓ 水塔散熱環境通風
- ✓ 散熱風扇運轉控制

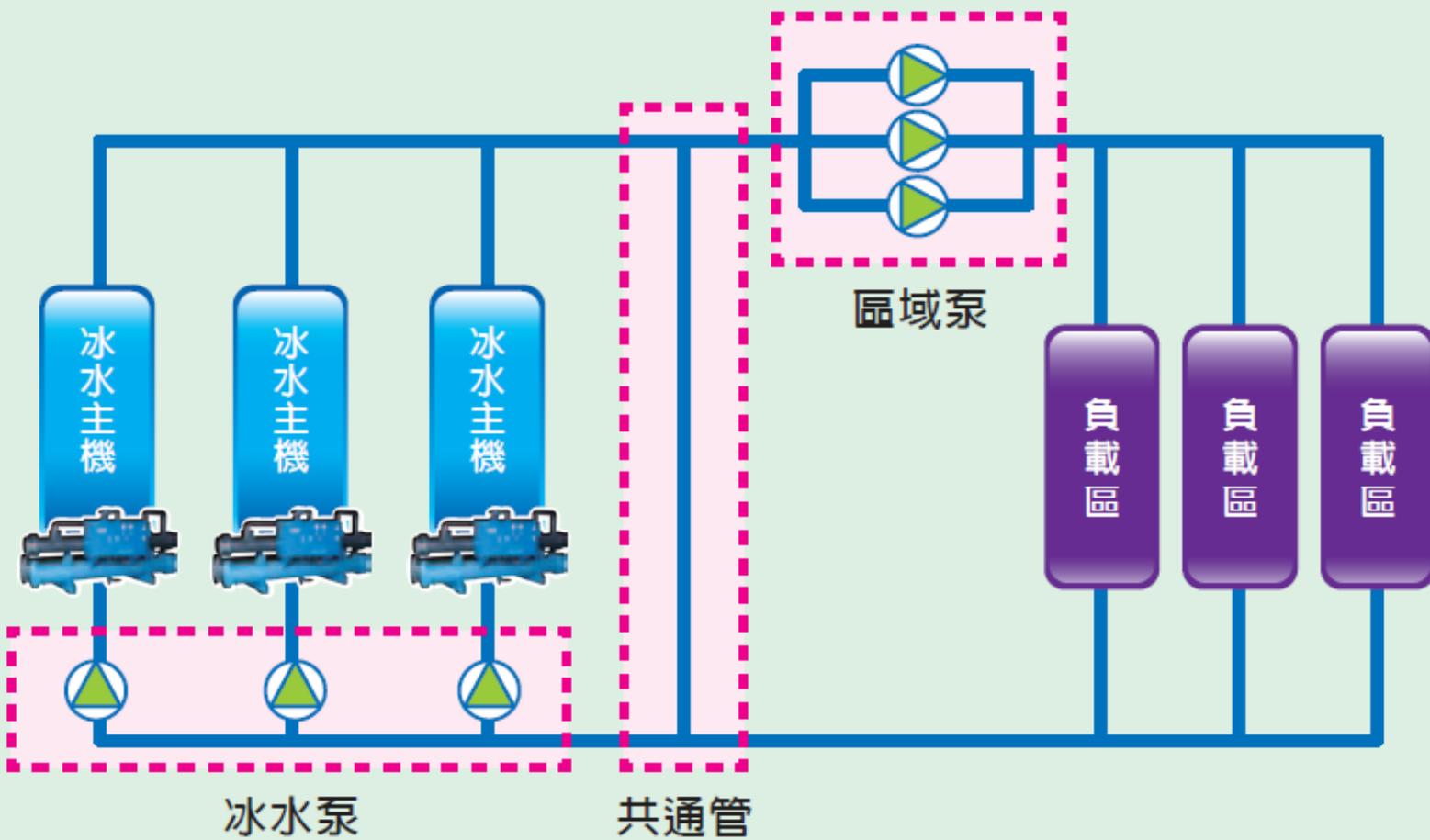
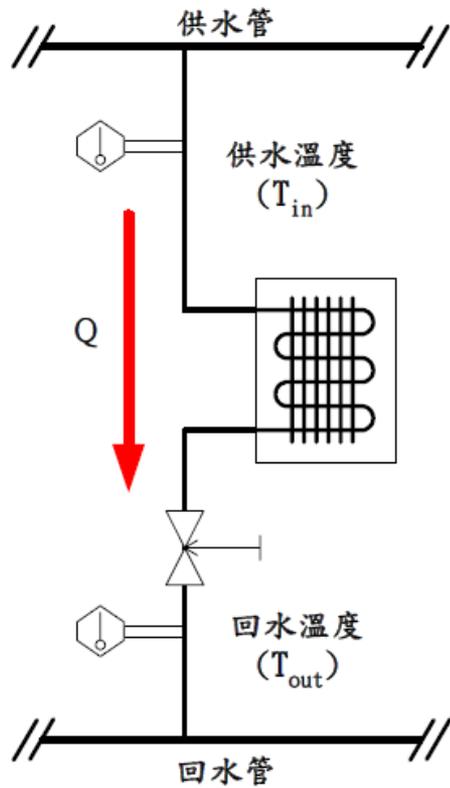


圖 5.2 可變流量冰水管路圖

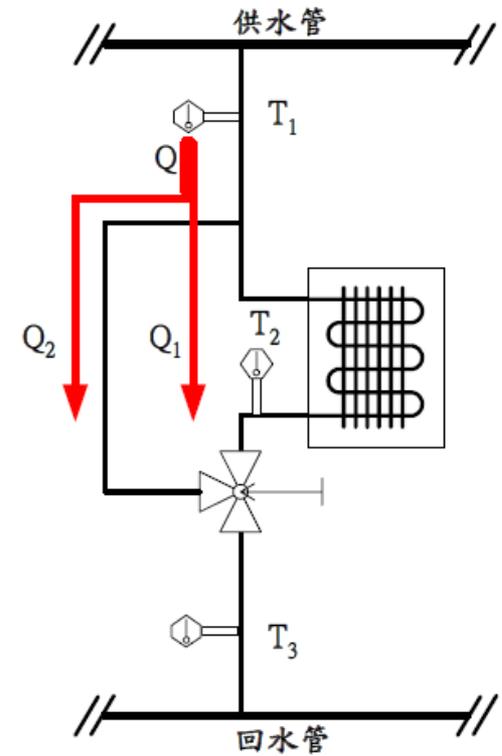
多部降頻(散熱風扇)併聯



送風機(盤管蒸發器)溫度控制



二通閥變流量定溫示意圖

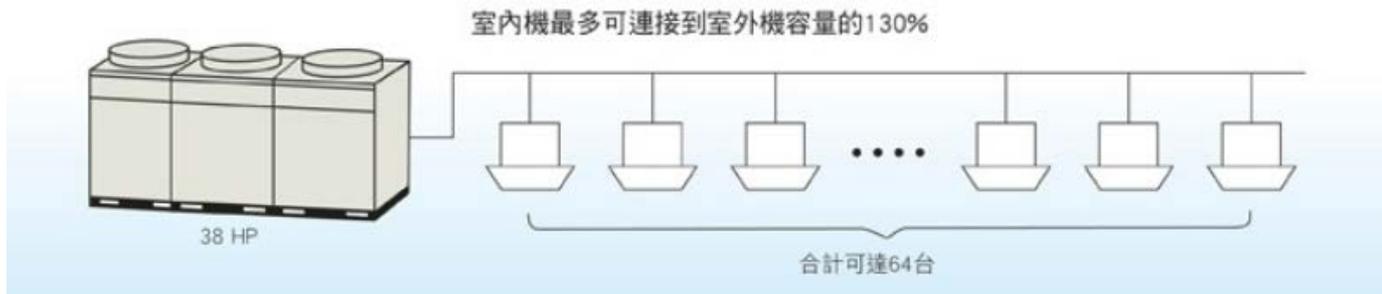


三通閥定流量變溫差示意圖

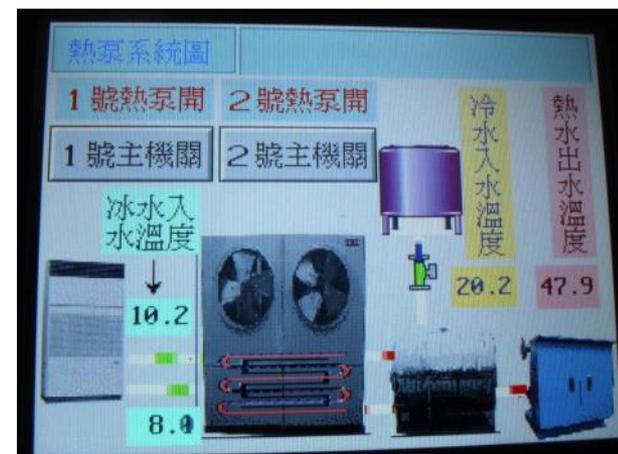
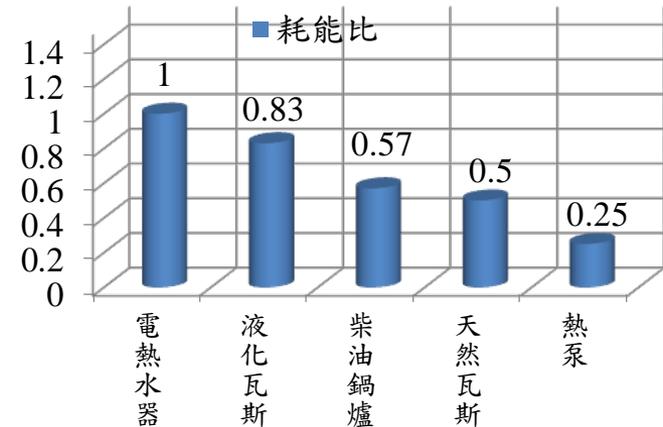
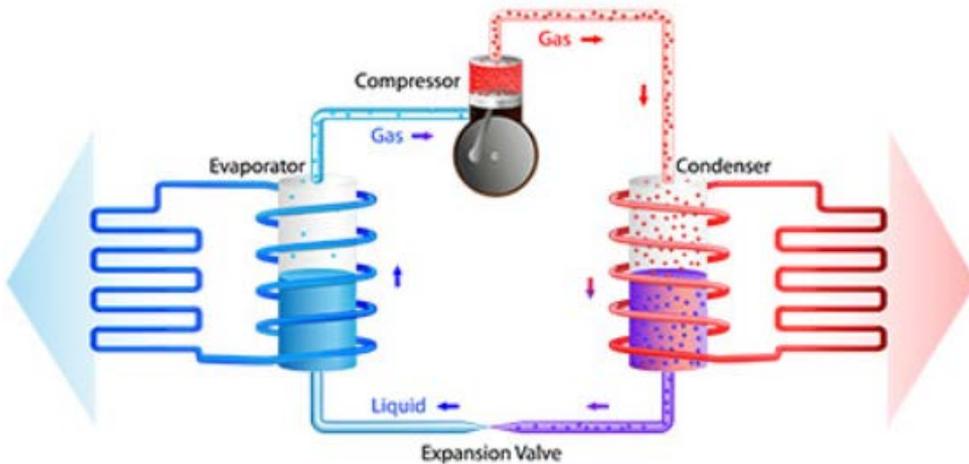


變頻多聯式空調

variable refrigerant volume (VRV)



熱泵(Heat Pump)：理論耗電功率為電熱器25%



遮陽系統

- ✓ 採用戶外遮陽系統能把熱量擋在戶外，使戶外空氣對流更快，因此不會形成熱島效應，戶外遮陽宜採用散熱快的材料，例如鋁合金材料等。
- ✓ 根據法國Eletric de france 研究，一座具有32%直接向光的建築物，從太陽所獲得的熱量占其吸收各種熱量總和的28%左右，若採用內遮陽可減少這種熱負荷的50%，採用外遮陽可減少這種熱負荷的75%左右。

原文網址：<https://kknews.cc/home/bx38k46.html>



冷氣機：

		回列表
型號：	RA-25PL	 <p>可以點選圖片放大</p>
證書號碼：	950108	
合約有效期限：	2006/11/27-2008/11/26	
廠牌名稱：	日立	
室內機尺寸 (mm)：	寬600×高425×深775	
室外機尺寸 (mm)：	寬×高×深	
總冷氣能力：	2.69(kW)	
產品形式：	變頻式(60Hz)	
產品型態：	氣冷式	
EER (W/W)：	3.22	

$$\text{耗電功率} = 2.69 \text{ kW} / 3.22 = 0.84 \text{ kW} = 840 \text{ W}$$

$$\begin{aligned} \text{冷房能力} \\ = 2.69 \text{ kW} * 860 = 2,314 \text{ kcal/hr} \end{aligned}$$

表 5.1 窗型冷氣機能源效率比值標準對照表

機種冷氣	能力分類 (KW)	能源效率比 (W/W)				
		5 級	4 級	3 級	2 級	1 級
各等級基準						
單體式	2.2 以下	低於 2.95	2.95 以上 低於 3.10	3.10 以上 低於 3.25	3.25 以上 低於 3.40	3.40 以上
	高於 2.2, 4.0 以下					
	高於 4.0, 7.1 以下					
	高於 7.1, 10 以下					
分離式	4.0 以下	低於 3.45	3.45 以上 低於 3.69	3.69 以上 低於 3.93	3.93 以上 低於 4.17	4.17 以上
	高於 4.0, 7.1 以下	低於 3.20	3.20 以上 低於 3.42	3.42 以上 低於 3.65	3.65 以上 低於 4.17	3.87 以上
	高於 7.1	低於 3.15	3.15 以上 低於 3.37	3.37 以上 低於 3.59	3.59 以上 低於 3.81	3.81 以上

註：上表適用消耗電功率 3kW 以下之單體式窗型冷氣機及分離式窗型冷氣機

以2RT (冷房能力約 $2 \times 3.52 = 7$ kW)分離式空調為例，
 取一級效率機種，COP為 3.87 (W/W)，
 耗電功率為 $7 \text{ kW} / 3.87 = 1.8 \text{ kW}$ ，每RT耗電
 功率為 $1.8 \text{ kW} / 2 \text{ RT} = 0.9 \text{ kW} / \text{RT}$ 。

窗(壁)型冷氣機能源效率分級基準表(101年)

機種	冷氣能力分類 (kW)	能源效率比 (W/W)				
		5 級	4 級	3 級	2 級	1 級
各等級基準						
單體式	2.2 以下	低於 2.95	2.95 以上，低於 3.10	3.10 以上，低於 3.25	3.25 以上，低於 3.40	3.40 以上
	高於 2.2，4.0 以下					
	高於 4.0，7.1 以下					
	高於 7.1，10.0 以下					
分離式	4.0 以下	低於 3.45	3.45 以上，低於 3.69	3.69 以上，低於 3.93	3.93 以上，低於 4.17	4.17 以上
	高於 4.0，7.1 以下	低於 3.20	3.20 以上，低於 3.42	3.42 以上，低於 3.65	3.65 以上，低於 3.87	3.87 以上
	高於 7.1	低於 3.15	3.15 以上，低於 3.37	3.37 以上，低於 3.59	3.59 以上，低於 3.81	3.81 以上

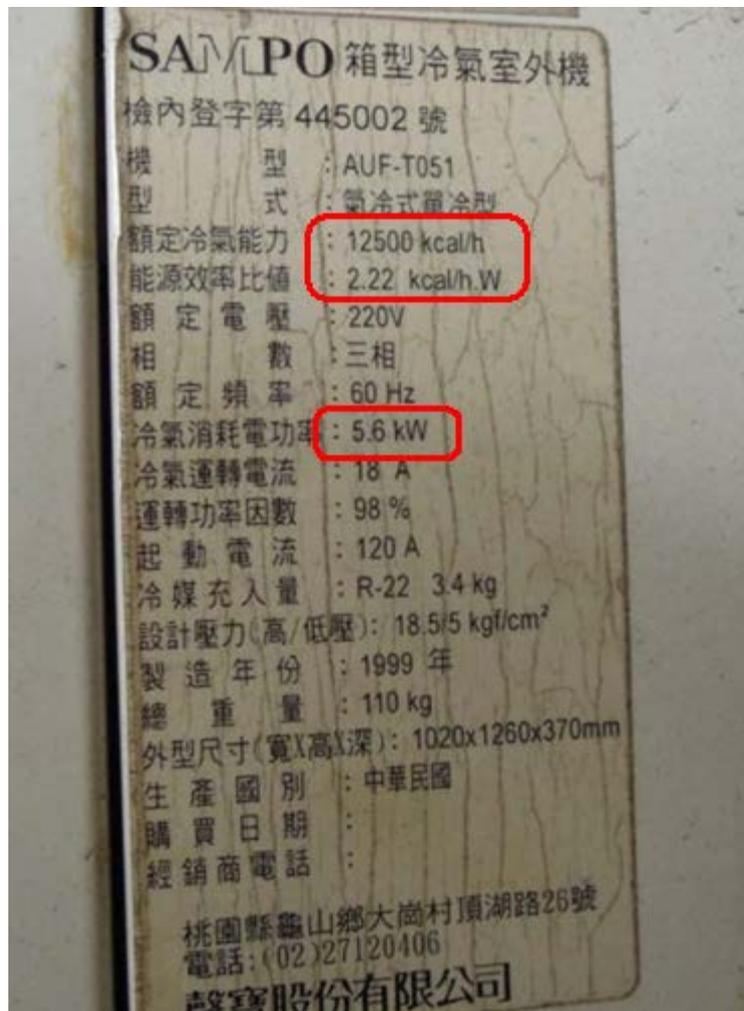
註：上表適用範圍為消耗電功率 3kW 以下之單體式窗(壁)型冷氣機及分離式窗(壁)型冷氣機。

<https://ranking.energylabel.org.tw>

機種	能源效率比 (W/W)	各等級基準				
		5 級	4 級	3 級	2 級	1 級
氣冷式	低於 3.15	3.15 以上，低於 3.37	3.37 以上，低於 3.59	3.59 以上，低於 3.81	3.81 以上	
水冷式	低於 4.25	4.25 以上，低於 4.55	4.55 以上，低於 4.85	4.85 以上，低於 5.14	5.14 以上	

註：上表適用範圍為冷氣能力在 26kW 以下氣冷式或水冷式冷氣機。

汰換估算參考



冷房能力:12,500(kcal/h)
或 $12,500 \times 1.16 = 14.5 \text{ kW}$

效能

$EER = 12,500(\text{kcal/h}) / 5.6(\text{kW}) = 2.22 (\text{kcal/h})/\text{W}$
或 $COP = 2.22 / 0.86 = 2.58 (\text{W/W})$

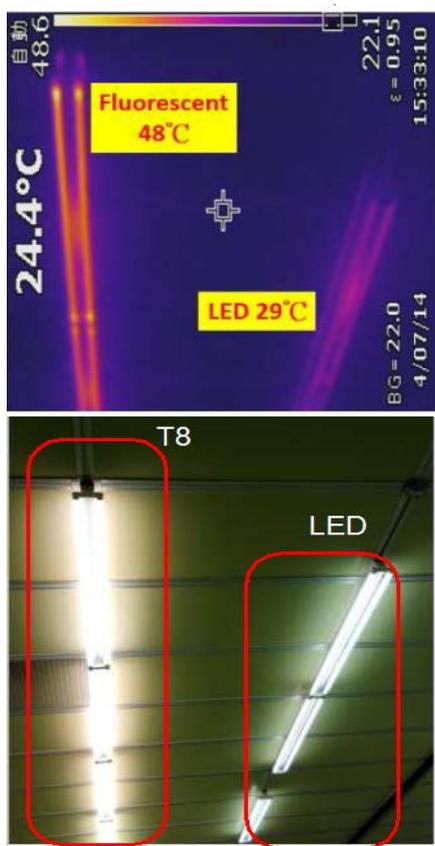
換用新機種，EER需高於 $2.73(\text{kcal/h})/\text{W}$
(或 COP 高於 $2.73 / 0.86 = 3.1$)

耗電功率 $12,500 / 2.73 = 4.6 \text{ kW}$

每小時節電 $(5.6 - 4.6) \text{ kW} \times 1 \text{ hr} = 1 \text{ kWh}$

減少室內熱源

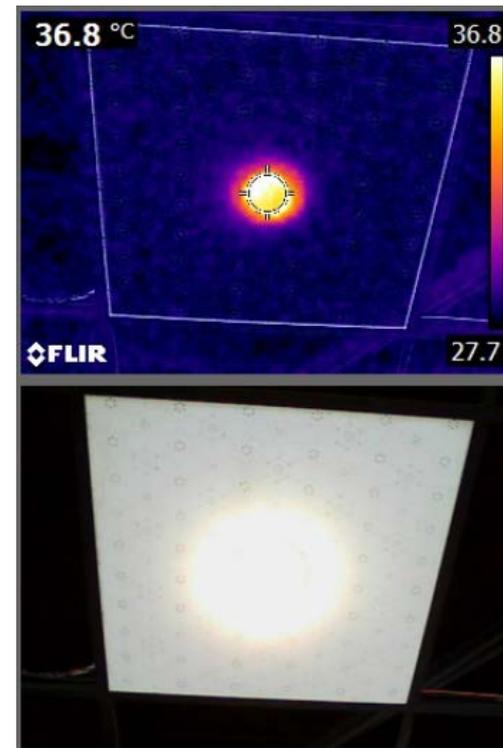
T8與LED燈管溫度



螺旋燈泡溫度



LED燈泡溫度



空調與風扇併用

- ✓ 搭配風扇使用，空調溫度可適度提高，使室內氣流分佈良好及均勻。
- ✓ 依經驗，風速上升 0.1m/s ，空調設定溫度可調高 1.0°C ，節約空調用電約 $1.2\sim 6.7\%$ 。若室內平均風速 0.3m/s ，則溫度在 $29\sim 30^{\circ}\text{C}$ 亦可達舒適之感覺，其節電量約為**15%**。

參考：綠色生產力基金會 王仁忠副理



冷氣不外洩，省錢又環保

現行商家為了預防冷氣外洩，有四種方式因應：

1. 減少門面開放面積大小。
2. **加裝自動門**，當顧客上門時感應或推開自動門。
3. **加裝空氣簾**，空氣簾在全開式門口以一穩定風速，在門口造成隔絕，使室外熱氣不易侵入，室內冷氣不易外洩。
4. **同時加裝自動門和空氣簾**。



散熱路徑不佳



老舊設備馬達及水泵汰換



保溫材破損，散熱不佳



散熱導管裝設



保溫材破損



散熱(通風)不佳



冷卻水塔 水流量異常比較



水流不均勻

分布均勻

定時器應用



傳統機械定時器
- 停電需校時
- 每日循環



數位定時器
- 內建電池
- 設定週六、日不同時段



一般AC 風扇耗電功率量測
40W



DC 風扇耗電功率量測
11W

簡報結束