

空調系統空氣側節能應用技術 線上數位學習課程

空調空氣側節能應用技術簡介

國立勤益科技大學冷凍空調與能源系

吳友烈 副教授

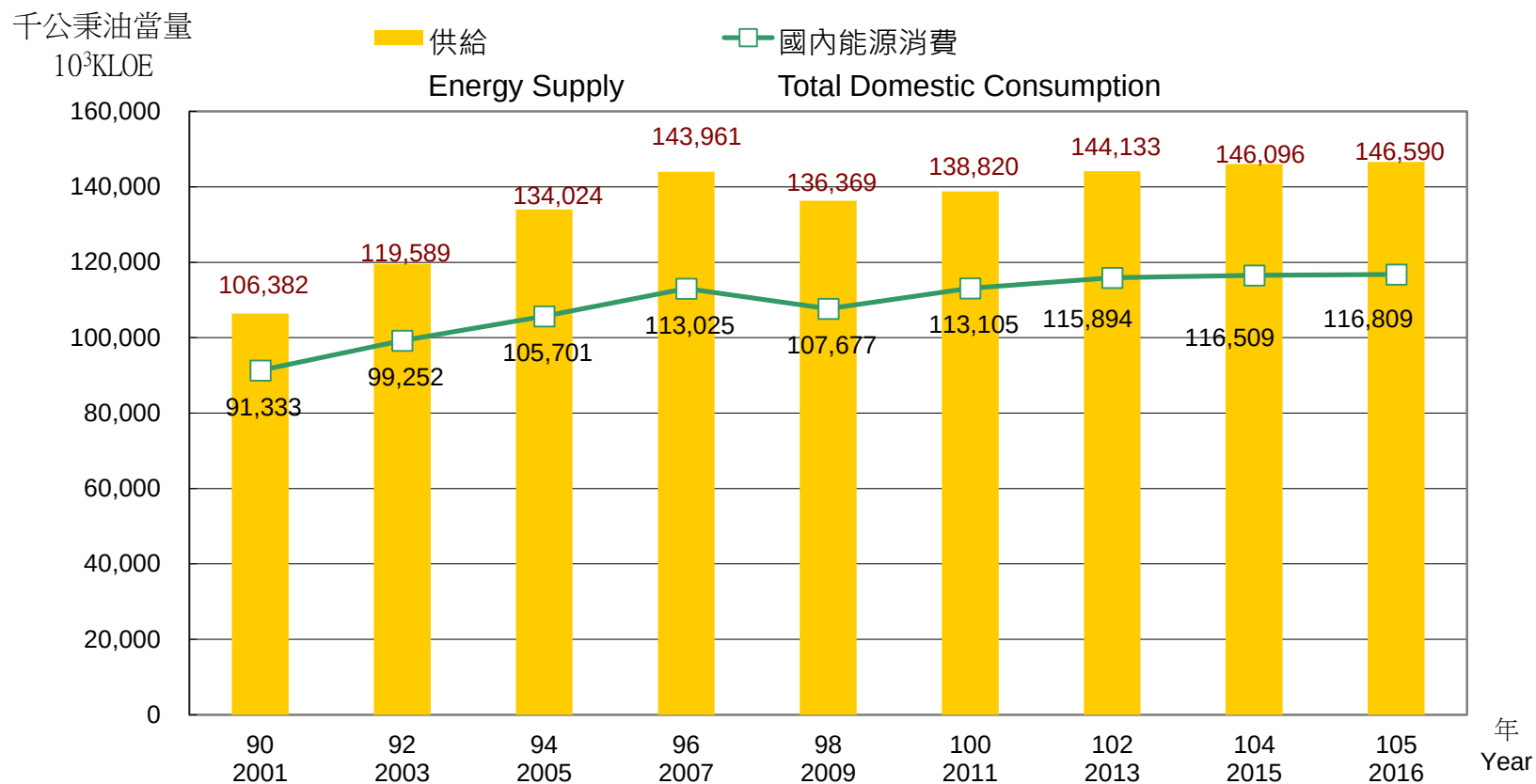
大綱

- 背景
- 空調系統概論
- 空調系統節能技術
- 空調空氣側節能技術
- 節能案例分享
- 結論

背景

- 臺灣地區天然資源蘊藏貧乏，依據經濟部能源局2016年度臺灣能源指標統計，高達**97.64%**能源仰賴進口，僅**2.36%**為自產。
- 根據經濟部能源局2016年能源統計，全國能源總消費及電力消費逐年成長。其中耗能較高之系統與設備，包含有**製程設備、空調系統、空壓機系統、鍋爐系統與馬達系統**等。

能源供給與國內能源消費

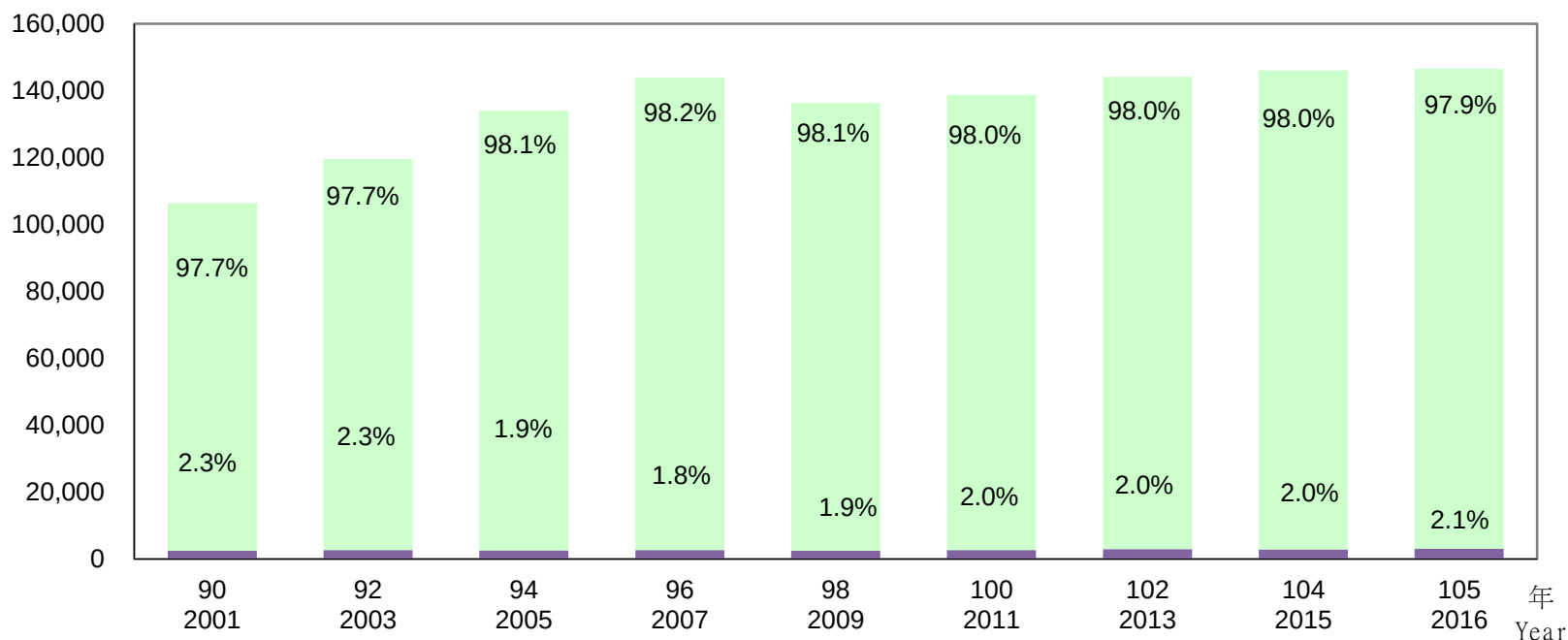


資料來源:經濟部能源局

國內能源供給-(按自產與進口別)

千公秉油當量
 10^3KLOE

■ 自產 ■ 進口
Indigenous Imported



資料來源:經濟部能源局

背景(續)

- 中央空調系統之風側系統效率與耗能除了考量提供空氣流動之流體機械-風機之效能及運轉特性外，於引入外氣亦會影響整體**耗能**狀況及**室內空氣品質**。
- 臺灣在2012年正式公告室內空氣品質管理法後，相關受管制室內場所之需有適當之**空調通風換氣**以維持良好之室內空氣品質。
- 傳統之蒸氣壓縮空調系統為了降溫除濕以提供舒適之室內環境，必須將空氣冷卻至露點溫度以下，為了達到所要求之送風溫度又需對空氣**再次加熱**，造成**能源的浪費**。

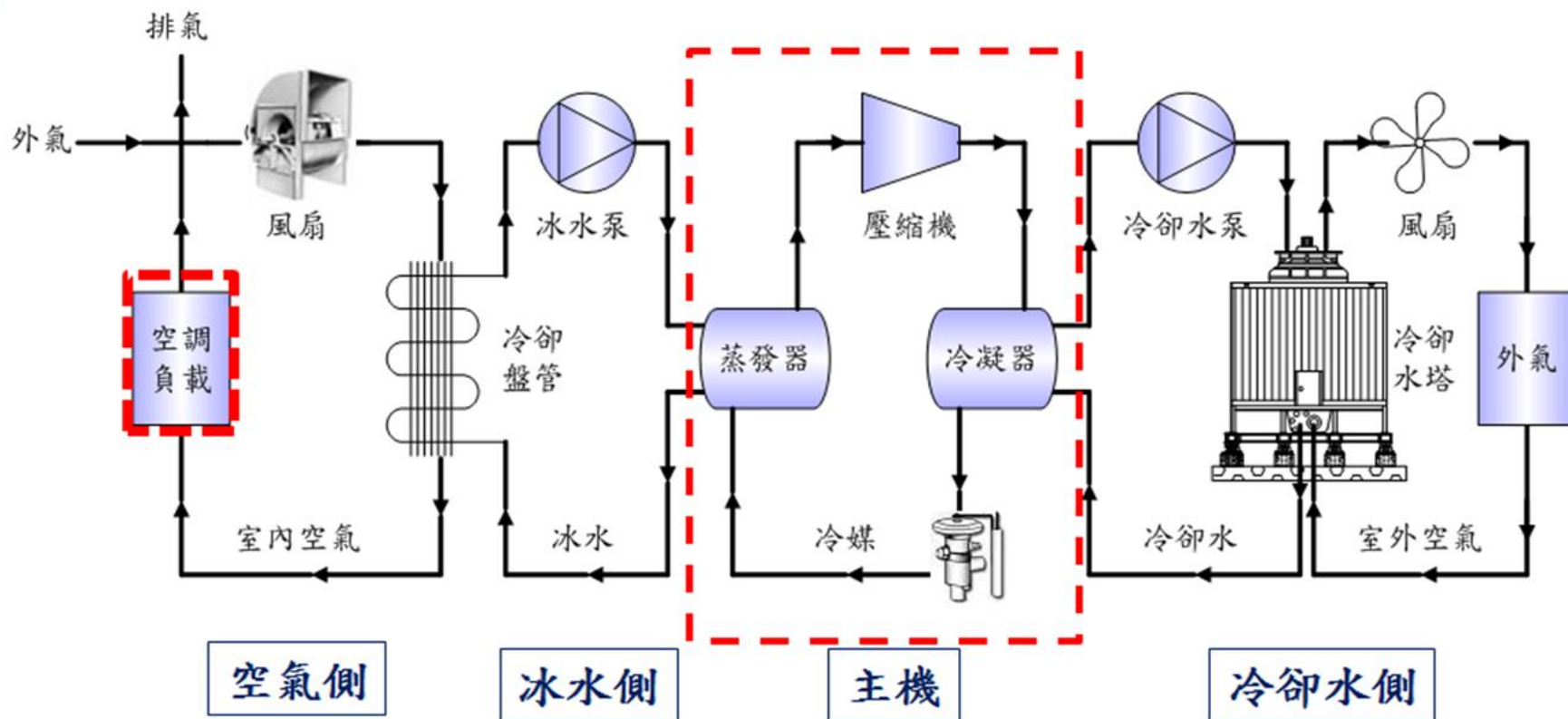
空調系統基本概念

中央空調系統可以說是一連串驅動流體流動的**動件**（如泵、風扇及壓縮機）、各種型式的**熱交換器**（如冷卻除濕盤管、蒸發器、冷凝器及散熱材）及連接各種裝置的**管線**（如風管、水管及冷媒管）所組合而成的。

中央空調系統可分為下列五個循環：

1. 室內空氣循環。
2. 冰水循環。
3. 冷媒循環。
4. 冷卻水循環。
5. 室外空氣循環。

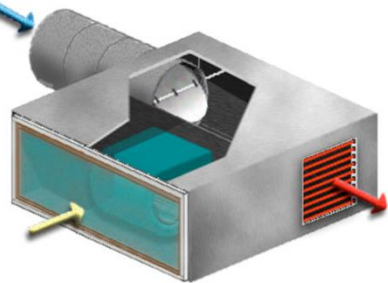
空調系統的組成



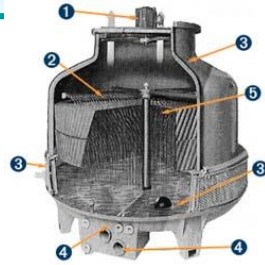
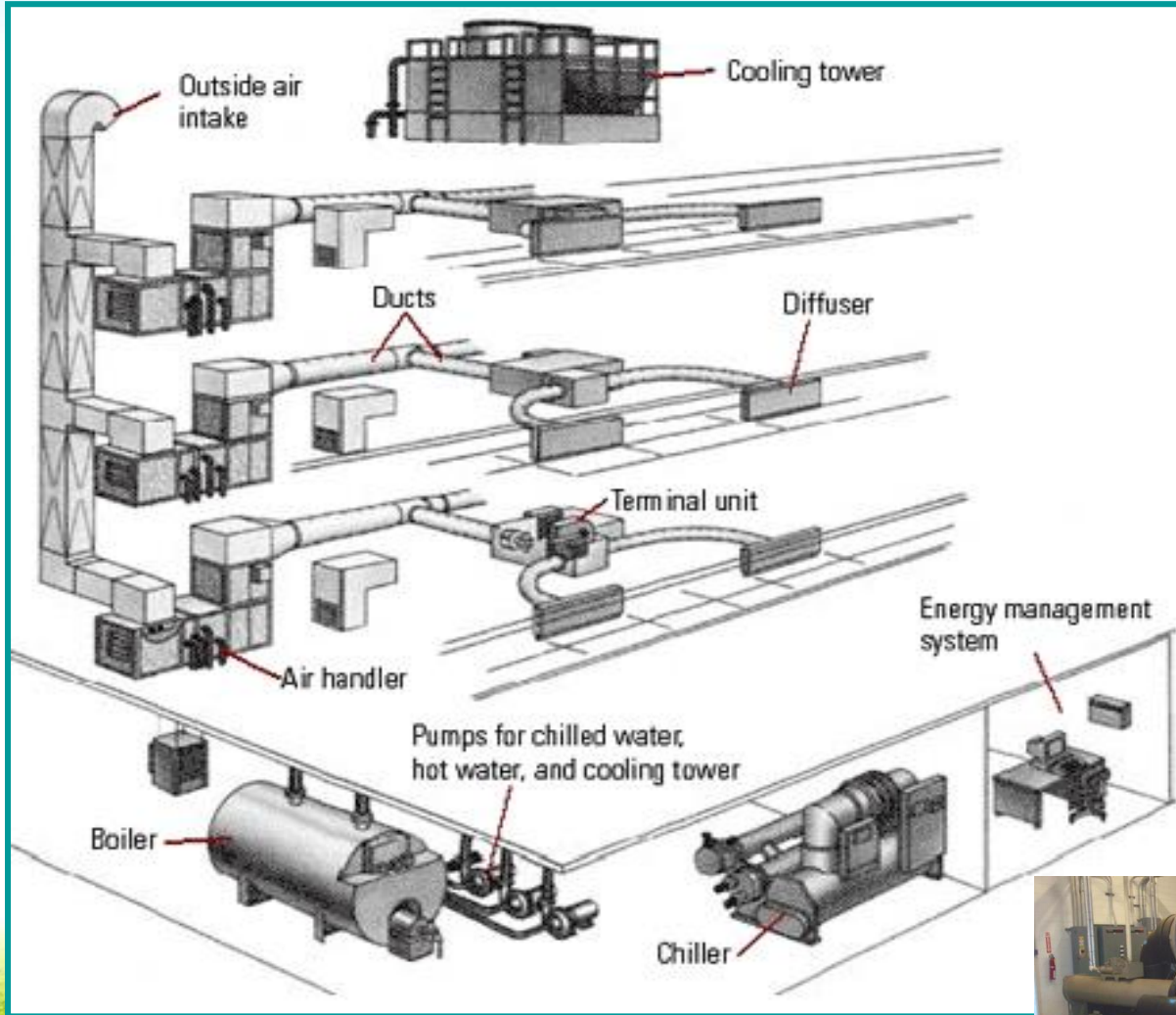
中央空調系統之介紹

- 上圖之五個循環系統一環連著一環，環環相扣，其中**熱交換器**是進行高、低溫流體能量交換的設備，如冰水盤管、蒸發器、冷凝器及冷卻水塔。
- **流體機械**則是驅動流體循環的動力源，如圖中之風扇、冰水泵浦、壓縮機及冷卻水泵浦等。
- 而上述五個循環系統中，需要使用到馬達的設備依序分別為風扇(風車)、泵浦、壓縮機，這五個循環系統若皆以單體而言，主要**以冷媒循環系統之設備耗能最多，為主要設備(Primary Equipment)**，如**壓縮機是空調系統中最為耗能之主要設備**，而其他四個循環系統之設備為負責傳送冷/熱的支援性設備，稱為**附屬設備(Auxiliary Equipment)**，如泵浦、風扇(風車)等設備。

中央空調系統之介紹



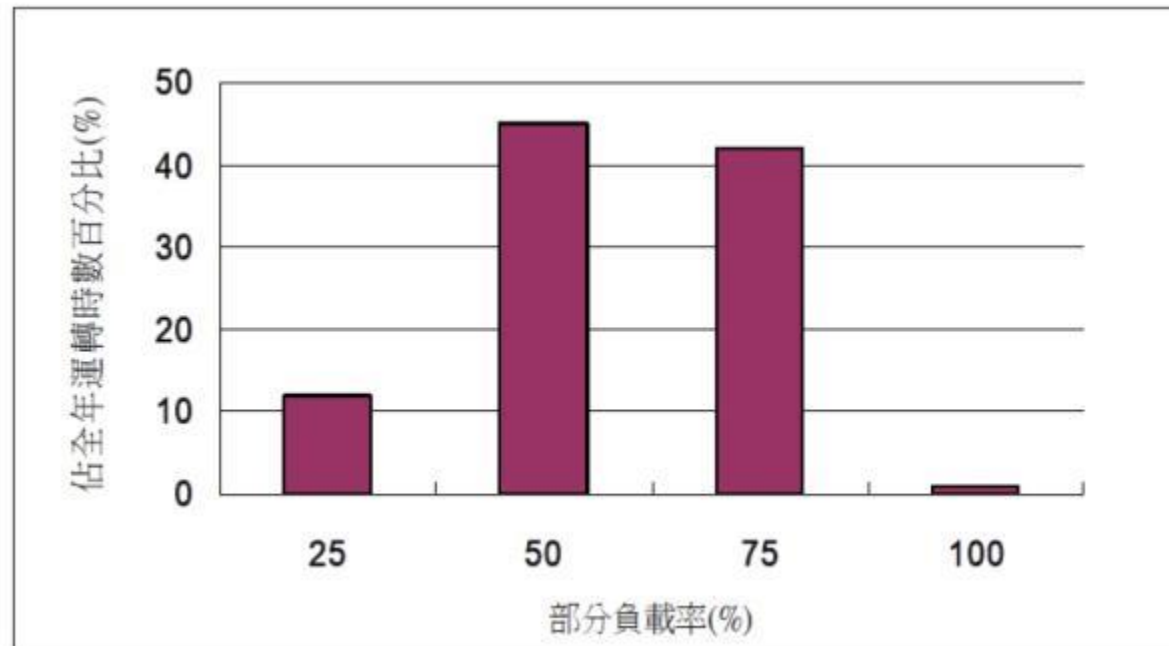
parallel fan powered box with electric heat



2005/05/10

空調主機節能

冰水主機全年各種部分負載之運轉時數統計大約如圖所示，主機100%全載運轉時數所佔比例極小，**大部分時間處於50~70%之部分負載之運轉。**



圖片來源：建築節能技術手冊

冰水主機不僅在**100%全載運轉**時應具有高效率性能外，也必須確保主機可**長時間在50～75%部分負載率的條件下進行運轉**，並且能維持在高效率標準，以獲得最佳之節能效果。因此，冰水主機的節能方式如下：

◆精確計算空調主機最大設備量

冰水主機設備容量必須由**最大空調負荷、設備效率、氣象因素及熱負荷**等因素決定，需藉由動態負荷模擬，才能得到合適的空調設備量。因此，要透過經認證的空調計算程式、標準的室內條件及氣象資料來計算，以確立合理的設備設計量。

◆採用高效率空調主機

冰水主機應採用效率高於經濟部能源局所公告冰水主機效率標準之主機，以減少耗電，如表所示。

空調系統冰水主機性能係數標準COP_c

執行階段		第一階段	第二階段	
實施日期		2003年1月1日	2005年1月1日	
型式		冷卻能力等級	性能係數標準COP _C	性能係數標準COP _C
水冷式	容積式 壓縮機	<150RT	4.07	4.45
		≤ 500RT ， ≥ 150RT	4.19	4.90
		>500RT	4.65	5.50
	離心式 壓縮機	<150RT	5.00	5.00
		<300RT ， ≥ 150RT	5.55	5.55
		≥ 300RT	5.55	6.10
氣冷式，全機種		2.79	2.79	
分離式變頻冷氣機效率EER		2.73		
吸收式冷凍機		單效0.75，雙效1.00(本手冊標準)		
1.冰水機能源效率比值(EER)依CNS12575容積式冰水機組及CNS12812離心式冰冰水機組規定試驗之冷卻能力(Kcal/h)除以規定試驗之冷卻消耗電功率(w)，測試所得能源效率比值不得小於上表標準值，另廠商於產品上之標示值與測試值誤差應在百分之五以內。				
2.性能係數(COP)=冷凍能力(w)，冷卻消耗電功率(w)=1.163EER。 1.0RT(冷凍噸)=3024Kcal/h。				
3.分離式變頻冷氣機效率EER視為本COP _C 計算標準。				

而主機非長時間處於滿載下運轉，選擇冰水主機時，須同時考量滿載時效率和部份負載的效率，**滿載效率COP**與**部分負載效率IPLV**（Integrated Part Load Value, IPLV）最低標準值，如表所示。

型 式		冷卻能力等級	全載性能係數 (COP)	部分負載效率 IPLV
水冷式	容積式 壓縮機	<528kW	4.45	4.50
		$\geq 528\text{kW}$ $\leq 1055\text{kW}$	4.90	4.95
		>1055kW	5.50	5.60
	離心式 壓縮機	<528kW	5.00	5.00
		$\geq 528\text{kW}$ $\leq 1055\text{kW}$	5.55	5.55
		<528kW	6.10	6.10
氣冷式	全機種		2.80	2.80

圖片來源：建築節能技術手冊

此外，也可以選擇有**變頻控制轉速**功能之冰水主機，而非使用傳統改變進口導流葉片角度來配合負載的方式；或選擇可長期間在25～75%部分負載率的條件下進行高效率運轉的空調主機，以增加部份負載時的效率。

◆利用多台主機搭配運轉

多台主機並聯運轉時，若同時在低負載時可關閉一台主機，維持主機在高效率下運轉。單台主機運轉時，因其噸數較大，造成低負載運轉，則應考慮加裝一台較小噸數之主機，以維持高效率運轉。

➤ 範例：

若冷房尖峰負載為200RT，而設計只採一台200RT主機，則當夜間加班，冷房負載降至60RT時，負載率將抵達30%。

此時主機效率大減，甚至將導致湧浪(Surging)現象，對主機機件造成損害，且浪費能源。

✓ 解決方法：

若改採用 **二台 100RT** 主機的設計方式，當負載為 60RT 時，若停止運轉其中一台主機，則另一台主機負載率可提高到 60%。

如此一來，不但運轉中的主機效率提高，且另一台停止運轉的主機可節省能源，亦獲得維修保養之機會。

◆調整冰水設定溫度

根據熱力學之冷凍循環原理，冰水主機之蒸發溫度愈高效率愈好，因此提高冰水主機供水溫度或冷媒蒸發溫度，可維持冰水主機於高效率運轉，每提高 1°C 冰水溫度約可提升3%之主機效率。當冰水溫度下降，主機性能降低，冰水主機的耗電量會增加，但水泵的耗電量減低，因此存在一最佳運轉點。但冰水出水溫度增加時，空調箱除濕能力會降低，所以必須考量環境需求來做決定。

◆冷卻水或冰水水質管理

定期清洗熱交換器，避免熱交換器結垢影響熱傳效率，污垢會影響主機效率達**20%**以上。

可變冷媒量系統

- 以冷媒直接作為熱傳媒體，目前在實務上冷媒管已可長達100公尺以上，故相對可支援之室內機數量也可大幅增加。
- 此種系統通常搭配電子膨脹閥，其會根據室內空調負荷之變化而不斷改變及調整冷媒流量，因此可維持舒適而穩定之室內溫度。
- 靈活性設計：利用變頻技術，每個房間能獨立控制。
- 低運轉成本：只運轉需要空調之房間，避免不必要之浪費；利用變頻易於調整室外機總負荷量。

- 無需備用設備：**各機組均獨立**，故單一機組故障不會影響整個系統之運轉。
- 有效利用空間：**無機房之設計**，故可騰出空間做為其他用途。
- 安裝時間短：**安裝容易**，以大樓而言，能逐層進行安裝及使用。

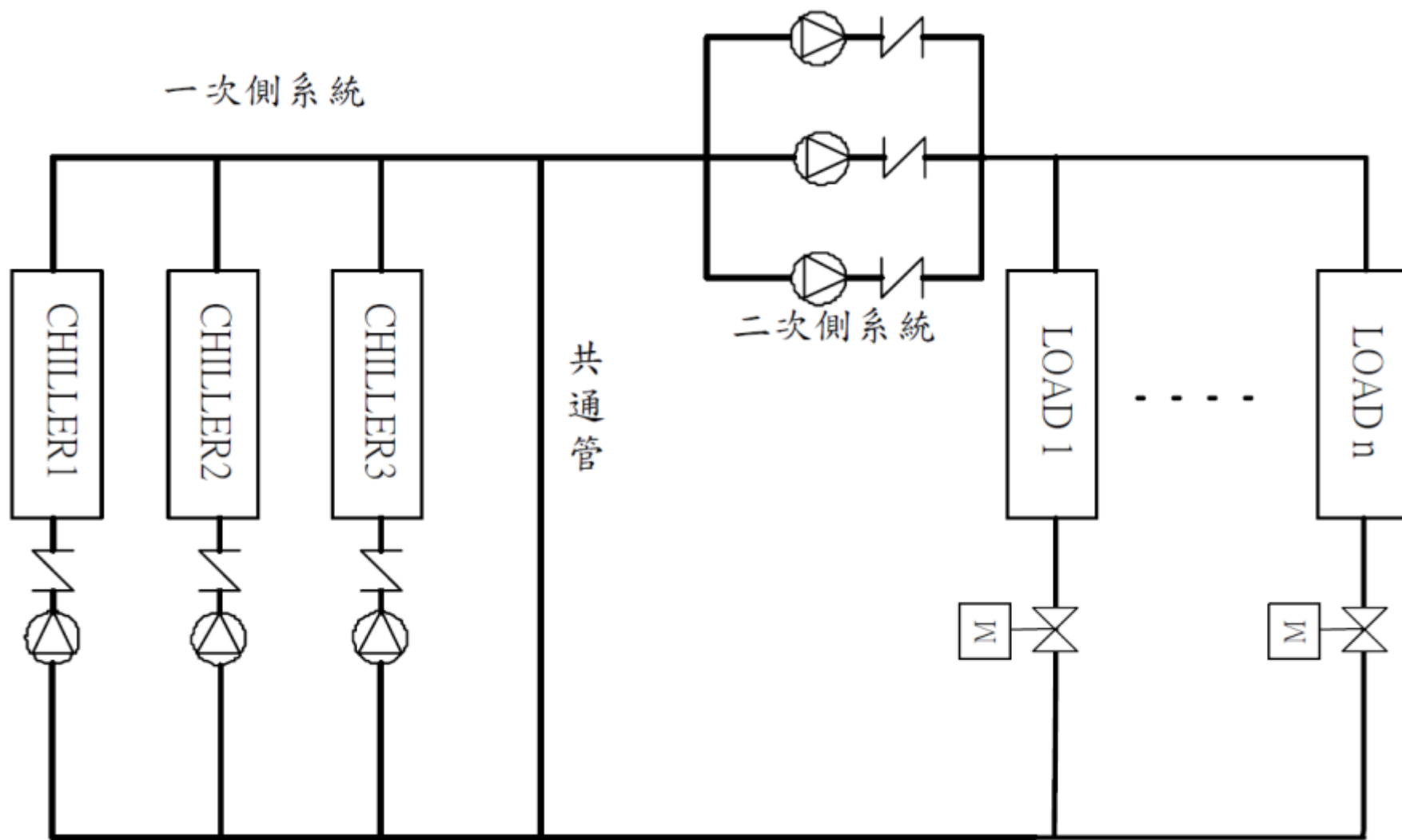
可變水量(VWV)空調系統

傳統空調系統之送水方式大多採用定水量的泵浦控制方式，而以調整水溫的方式來應付部分負載的情況，此系統稱為定流量(CWV，Constant WaterVolume)系統。

變流量(VWV，Variable WaterVolume)系統則是以固定水溫供應以提高冰水主機的效率，並以泵浦台數控制或變頻器來改變送水量，節省泵浦用電。與定流量系統相比，變流量系統可視室內熱負荷變動來改變送水量大小，可減低輸送之動力，達到節能的效果。

◆ 一次側二次側冰水控制系統

VWV系統即是在一次冰水泵採定流量設計、二次冰水泵則搭配變頻器採變流量設計，各冷卻盤管之冰水管分別設置二通控制閥(比例式控制閥)來控制冷卻盤管之需求冰水量。



圖片來源：建築節能技術手冊

當負載端負荷降低時，控制閥直接對冰水節流，冷卻盤管因空調負荷降低而剩餘之冰水量，可以支援其他冷卻盤管或經由共通管旁通流回冰水回水端，此時二次泵馬達之耗能將隨冷氣負荷之降低而大幅減少。

泵浦之變頻效益可由**泵浦相似定律**來計算。泵浦之流量(容量)的變化與旋轉速率 N 成正比，揚程的變化與旋轉速率的平方成正比，動力的變化與旋轉速率的三次方成正比。因此當泵浦轉速改變時，其動力隨轉速成三次方變化，在滿足設定條件下，**適當的改變泵浦轉速可達到有效的節能效應**。

項目	公式
流量	$Q_2 = Q_1(N_2/N_1)$
揚程	$H_2 = H_1(N_2/N_1)^2$
動力	$P_2 = P_1(N_2/N_1)^3$

空調空氣系統介紹

□ 空氣系統：

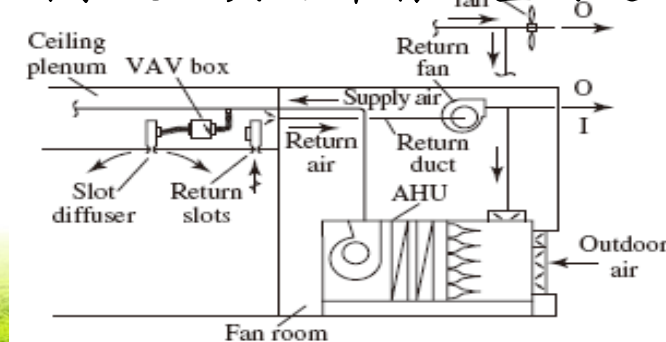
- ✓ 空氣系統組件為風車、風管 (duct)、風門 (damper)、出風口等主要元件。
- ✓ 空氣調節系統依據其作用方式可分為定風量系統 (CAV system) 與可變風量系統 (VAV system) 等兩種。
 - 定風量系統中，送風風量固定、送風溫度可變。若要達到不同區域之溫度要求，需要採用加熱/冷卻空氣，或是混合不同體積冷熱空氣之方式，因此較不具能源效率。
 - 變風量系統中，送風溫度固定、送風風量可變。可依據不同區域溫度要求來調節送風風量。配合可變速風車，可以在部分負載時，降低風車運轉速率，因此能源效率較高。

空調空氣系統介紹

✓ 全空氣系統(All Air System)—空調箱(Air-Handling Unit)+風管(Duct)

- 常用的空調送風系統為**全空氣系統**。這種空調方式的特點為：

1. 空氣較集中處理，可獲得較佳空調(如溫濕度控制、清淨度等)
2. 設備集中，較易維護。
3. 其缺點為風管長度較長，送風耗能大。解決耗能的方法為使用VAV空調系統，其可節省大量的送風耗能。



空調空氣系統介紹

✓ 全水系統(All Water System)——含冷卻或加熱盤管之終端設備

- 如小型送風機(Fan-coil Unit, FCU)系統，其之送風距離短，外氣一般而言只有送風量之20%，故使用風機盤管會有較低之送風耗能。對風機盤管而言，其節約能源之潛力有兩方面：

1. 依需要或用溫度來調節冰水量，以節約水泵之耗能。
2. 一般而言，風機盤管之風車有三速控制，但研究發現馬達之控制未如理想，無法達到有效及節能變速之目的。
3. 為了節能，馬達可裝置無段變速控制，最佳為30-100%風量之控制，如此不但可節約能源，並可增加空調之溫度及舒適度控制效果。
4. 一般而言，空調之負載多在50%左右，故無段變速之節能效果能節省20至30%之耗能。

空氣側之節能措施

空氣側之節能技術

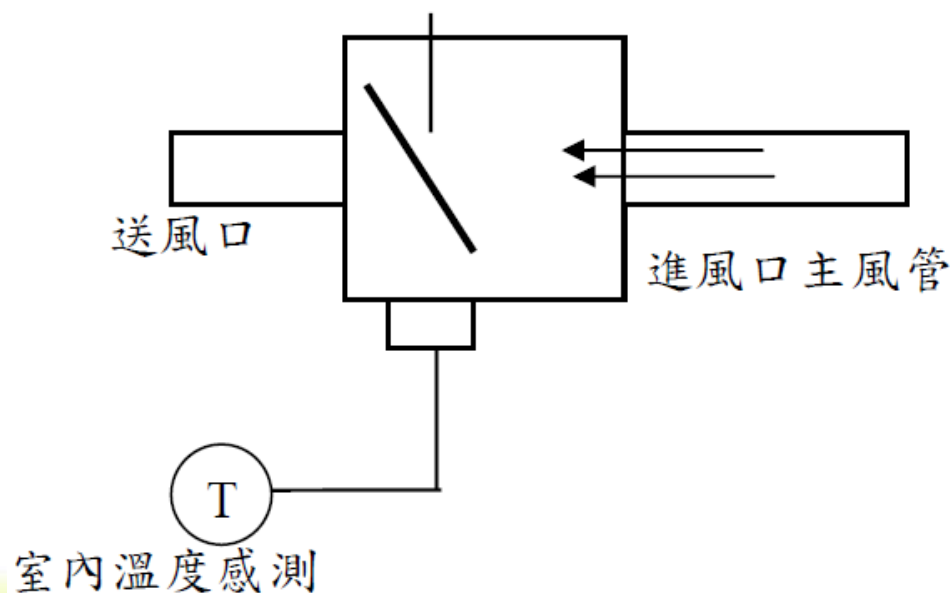
- (1) VAV變風量系統。
- (2) CO₂濃度外氣量控制。
- (3) 外氣冷房系統。
- (4) 全熱交換器熱回收。
- (5) 空調風扇並用。
- (6) 室內冷氣維持在適當溫度以上。
- (7) 系統測試、調整平衡

(1) 可變風量(VAV)空調系統

VAV系統主要運作方式，一般透過末端的終端風箱調節室內通風和空氣溫度的需求，**當空調區負荷發生變化時，系統末端裝置(VAV終端箱)自動調節送入房間的送風量**，確保室內溫度保持在設計範圍內，從而使得空氣處理機組在低負荷時的送風量下降，空氣處理機組的送風機轉速也隨之而降低，達到節能的目的。

(1)可變風量(VAV)空調系統

VAV終端箱是**補償室內負荷變動、調節室內送風量與維持室溫的重要設備**，可以根據室溫高低，自動調節送風量。VAV 終端箱之設計有許多種類，以VAV 的功能而言，可由圖作簡略的說明。



圖片來源：建築節能技術手冊

(1)可變風量(VAV)空調系統

可利用閉迴路自動控制，以室內溫度作回授信號，此回授信號與溫度設定值相比較後得一偏差信號，此偏差信號經PID控制器作比例、積分、微分處理後送出0-10V之控制信號去調控變頻器，使空調箱風車驅動馬達之轉速改變，進而改變供風風量，於穩態時即可達到所設定之室內溫度值，達到室內冷氣調節，**此即VAV控制。**

因空調箱風車驅動馬達之轉速隨室內溫度變化，故當空調負載減少時，變頻節能控制系統可自動降低馬達轉速而達到節能效果。由此可知選擇高效率之風車驅動馬達以及盡可能提高室內溫度之設定可以減少馬達之耗能。

(1)可變風量(VAV)空調系統

增加風扇之轉速，其輸入功率理論上是隨著轉速的三次方增加，此表示如果風量增加二倍時，輸入功率需增加為八倍，因此假設空調系統實際需求之風量不需要那麼高時，則降低風量至實際需求量即可減少甚多耗能。

例如風量降低20%，則由80%風量的三次方為51%，亦即僅需51%能源，約可減少一半的耗能，可使用變頻器藉以方便調控馬達轉速，以獲得實際需要的風量達到節能效果。

(2) CO₂濃度外氣量控制

以CO₂感知器偵測室內CO₂含量，在外氣焓值偏高時段，適度減少引入外氣換氣量，降低空調負載。避免增加空調負載。

(3) 外氣冷房系統

外氣焓值低時(低溫)，大量引用外氣空調降低空調負荷。以回風溫濕度感測器量測室內的空氣條件，作為調節的依據。

外氣引進口除了裝設溫濕度計外，也須要裝設焓值感測器，作為外氣引進量的依據。

(3) 外氣冷房系統(續)

在中間或寒冷的季節，外氣條件清涼、乾爽、熱焓值較室內設定值低，可適度引入外氣冷卻室內，減少或完全取代空調機之運轉。

外氣條件低於室內條件，而高於送風條件時，定義為中間季節，為全外氣式操作(Integrated economizer cooling)。

外氣條件低於送風條件時，定義為寒冷季節，為外氣調節式操作(Modulated economizer cooling)。

外氣條件及送風條件可以用空氣之焓值代表、亦可以用空氣之乾球溫度代表。空氣之濕球溫度線與焓值線相近似，可以用空氣之濕球溫度取代空氣之焓值。

(3) 外氣冷房系統(續)

中間季節-全外氣式操作說明:

- **中間季節**：外氣條件低於室內條件，而高於室內送風條件。
- 中央空調系統將空調**回風全面排出(100%E.A)**，而將外氣全面引入(100%O.A)，無濕空氣混合過程。
- 空調機仍繼續冷卻送風至設定之出風溫度，有冷卻除濕過程。
- 空調機之耗能，則視外氣條件比例下降。
- **必須設置排氣風機及外氣、回風控制風門**。(on-off控制)

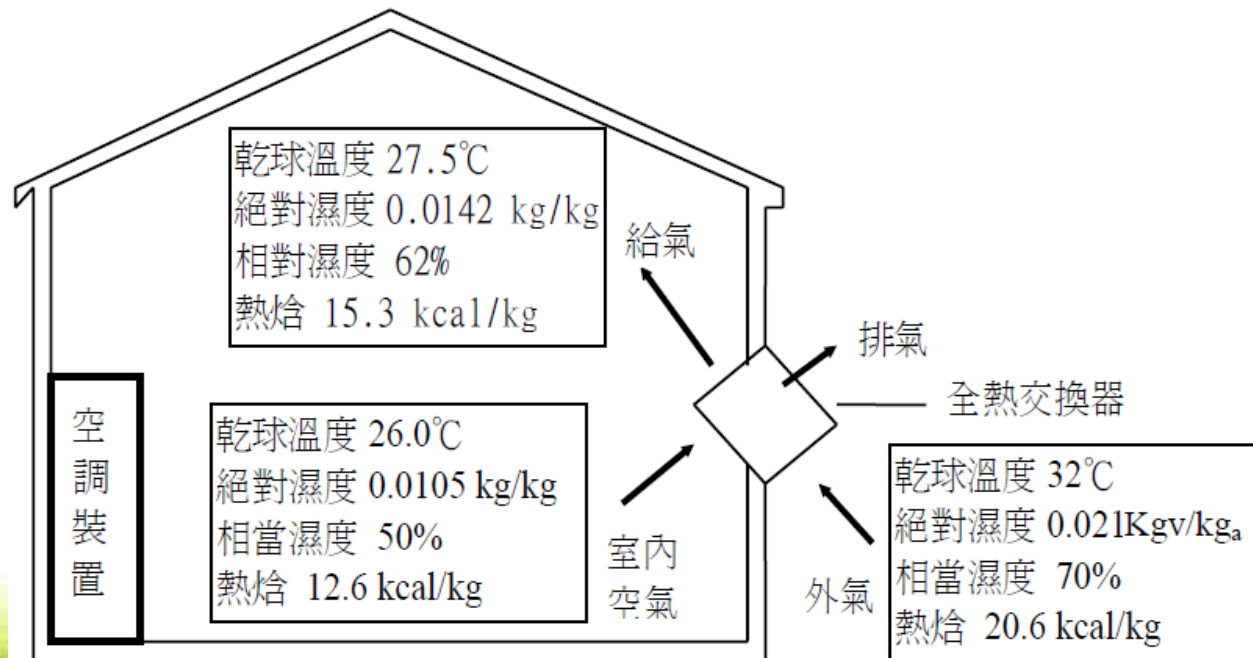
(3) 外氣冷房系統(續)

寒冷季節-外氣調節式操作說明:

- **寒冷季節:**外氣條件低於冷卻盤管之送風條件。
- 中央空調系統**比例引入外氣與室內回風混合**，**達到送風設定之溫度**，有濕空氣混合過程。
- 利用外氣與室內回風混合，達到送風設定之溫度，完全取代空調機之冷卻功能，無冷卻除濕過程。
- 此時，空調機將全部停止運轉，空調機無耗能。
- 必須設置排氣風機及外氣、回風控制風門。**(比例式控制)**

(4)全熱交換器熱回收

全熱交換器系統是利用全熱交換器將空調回風及新鮮外氣進行熱焓量之交換，進而降低空調外氣熱負荷，其運轉概念圖如圖所示。當室內與室外之空氣有很大之熱焓差異，在同時引入新鮮空氣與排氣時，使兩股氣流進行熱(或焓)交換，可節約大部份的外氣負荷。



所謂全熱即是以熱焓計算之熱值，或為顯熱(溫度變化)與潛熱(濕度變化)之總和。而全熱交換器即為焓之交換器，除了顯熱交換外，並有吸收或吸附濕氣之功能，會把濕空氣中的水蒸汽吸收。反之，若流經之空氣為較乾空氣，全熱交換器內表面之蒸汽壓比乾空氣高時，則水份會蒸發進入較乾之空氣，隨乾空氣流出。

(5) 空調風扇並用

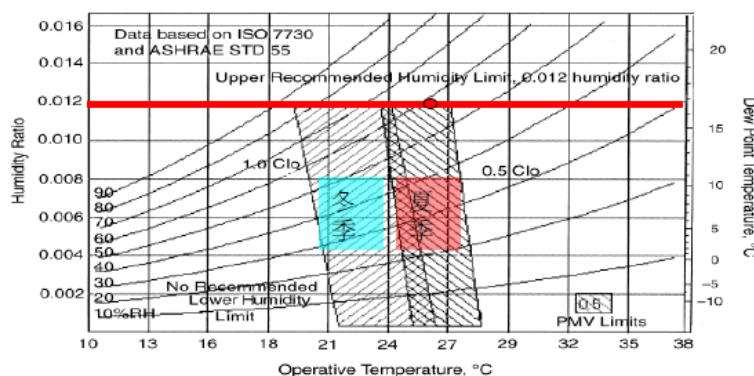
室內冷氣溫度維持在 26°C 以上，並搭配室內風扇使空氣均勻流動，減少冷氣的消耗功率。

(6) 室內冷氣維持在適當溫度以上

室內冷氣溫度控制於 26°C

(1) 經實地量測室內冷氣溫度數值，若冷氣溫度設定控制於 26°C 時，約有 91.9% 之量測值分布於 $25\sim 27^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 參考ISO7730及ASHRAE Standard 55-2004，當室內冷氣溫度於 26°C 時，其相對濕度低於 57% ，即在舒適區域範圍內。



(7)系統測試調整與平衡

- 空調系統各空調供應區(或排氣)需求量(負荷)不同，完成空調系統之安裝後應針對空調總風量及各空調區之風量進行測試與調整，使實際供應量與設計量趨於一致。
- 此外空調系統進行節能措施設計，完工後亦應進行整體系統之平衡及控制點設定與調整，避免造成設備於不當的條件下運轉，使得空調空間不能滿足空調要求、設備過於耗電，無法配合室內負荷減少而降低能源消耗。

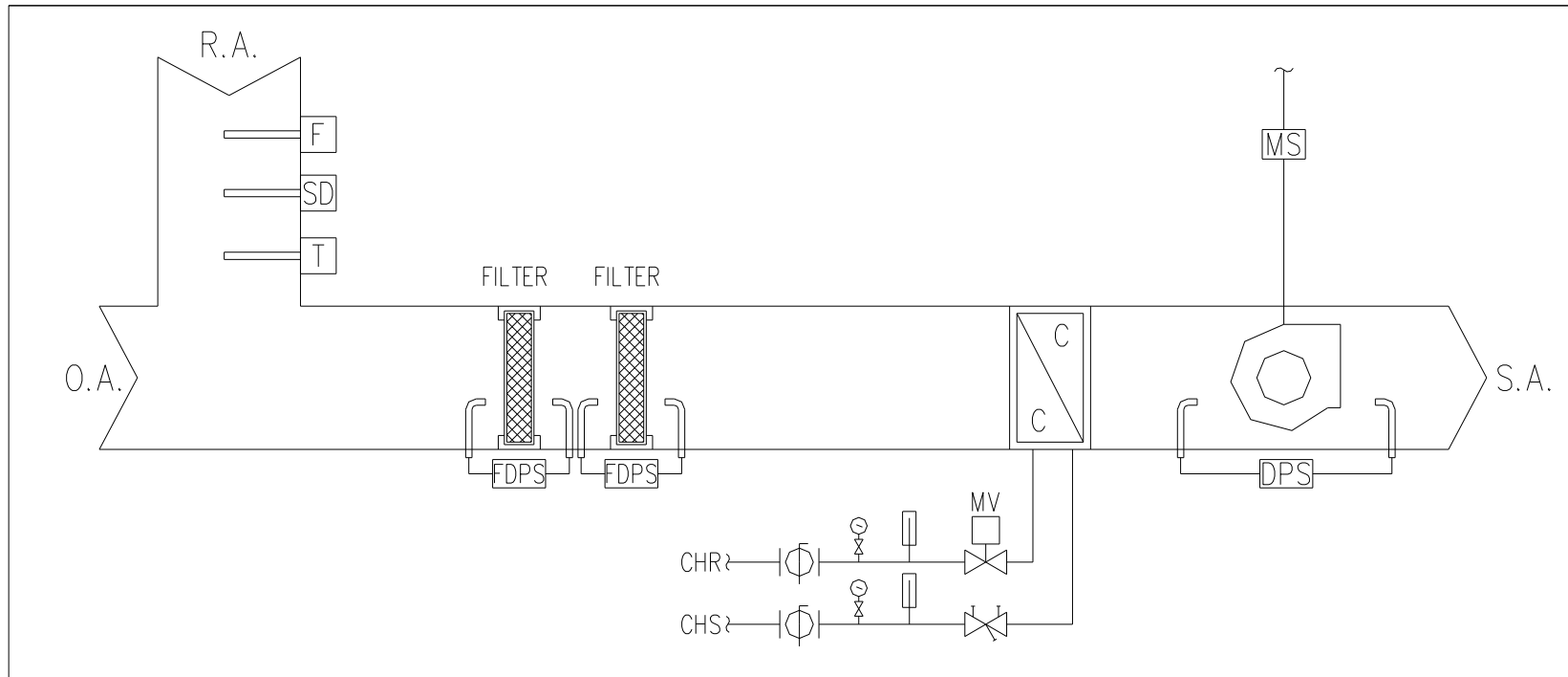
節能案例說明

- 本案例分析，單獨一台空調箱(AHU)對應數個供風區域且部份區域需全天24小時運轉以維持空調供應之情況下，依當時室內 CO_2 值與外氣焓值進行比對，適時調整新鮮外氣供應量，與搭配部份區域可獨立控制空調供風量及依時段設定風機運轉頻率之實際節能量分析研究。
- 本空調箱供應區域有，圖書館、醫師辦公室、醫師休息室、醫務秘書室及品管中心。因應圖書館藏書及夜間醫師值班需求該區域需24小時供應空調。

- CO_2 值設定:800ppm
- 外氣焓值設定:DB24.5°C/50%RH $\div$ 50kJ/kg

節能案例說明-改善前

改善前空調箱控制系統圖

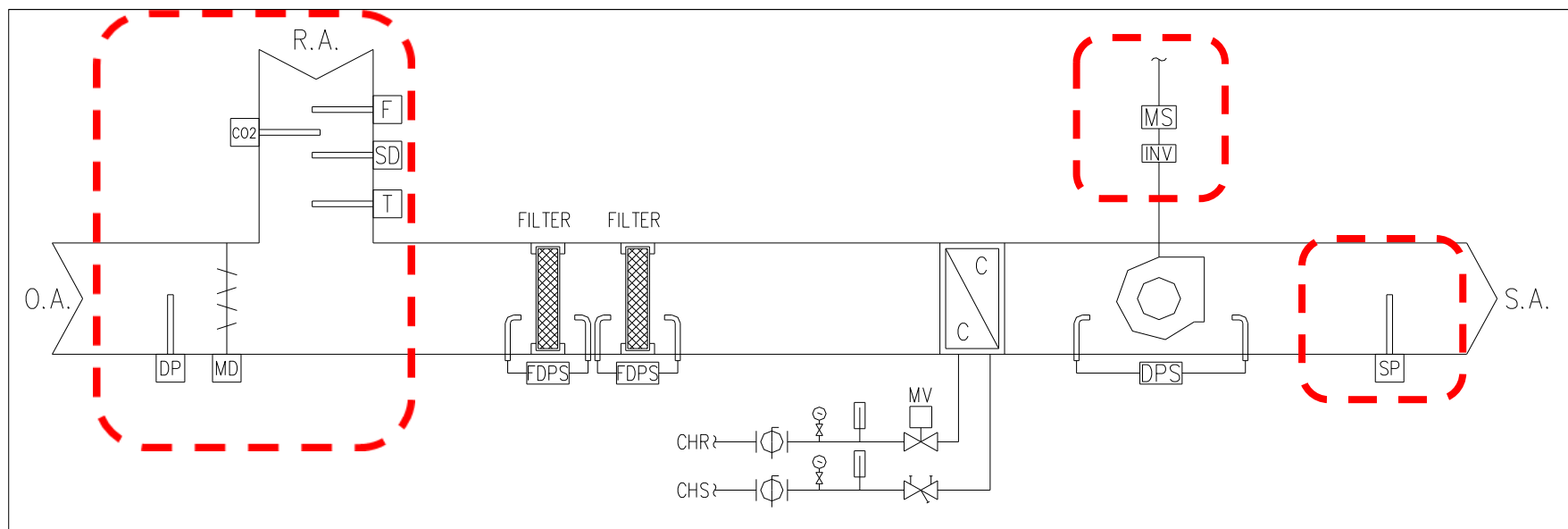


模式一空調箱控制系統圖

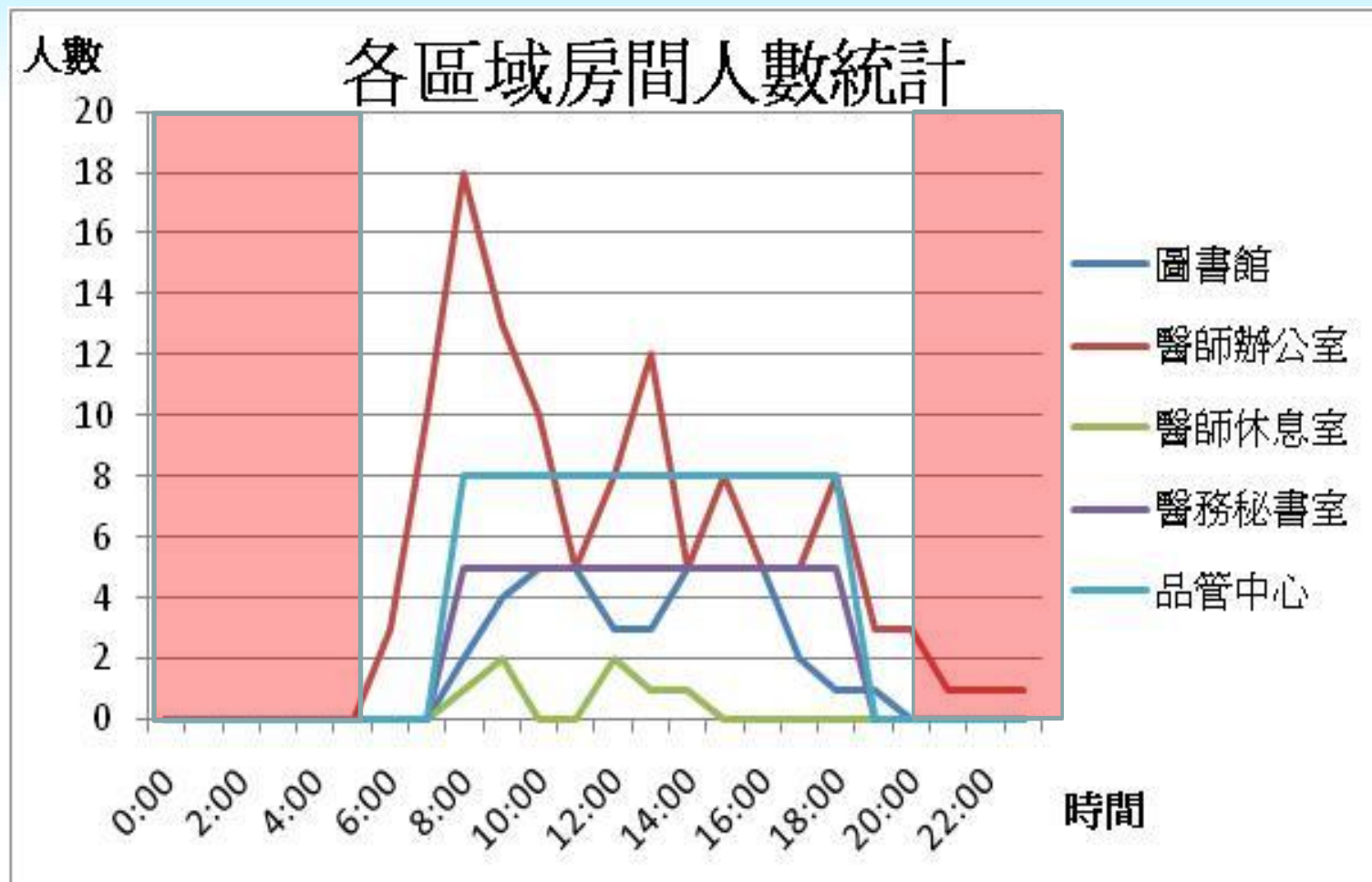


節能案例說明-改善後

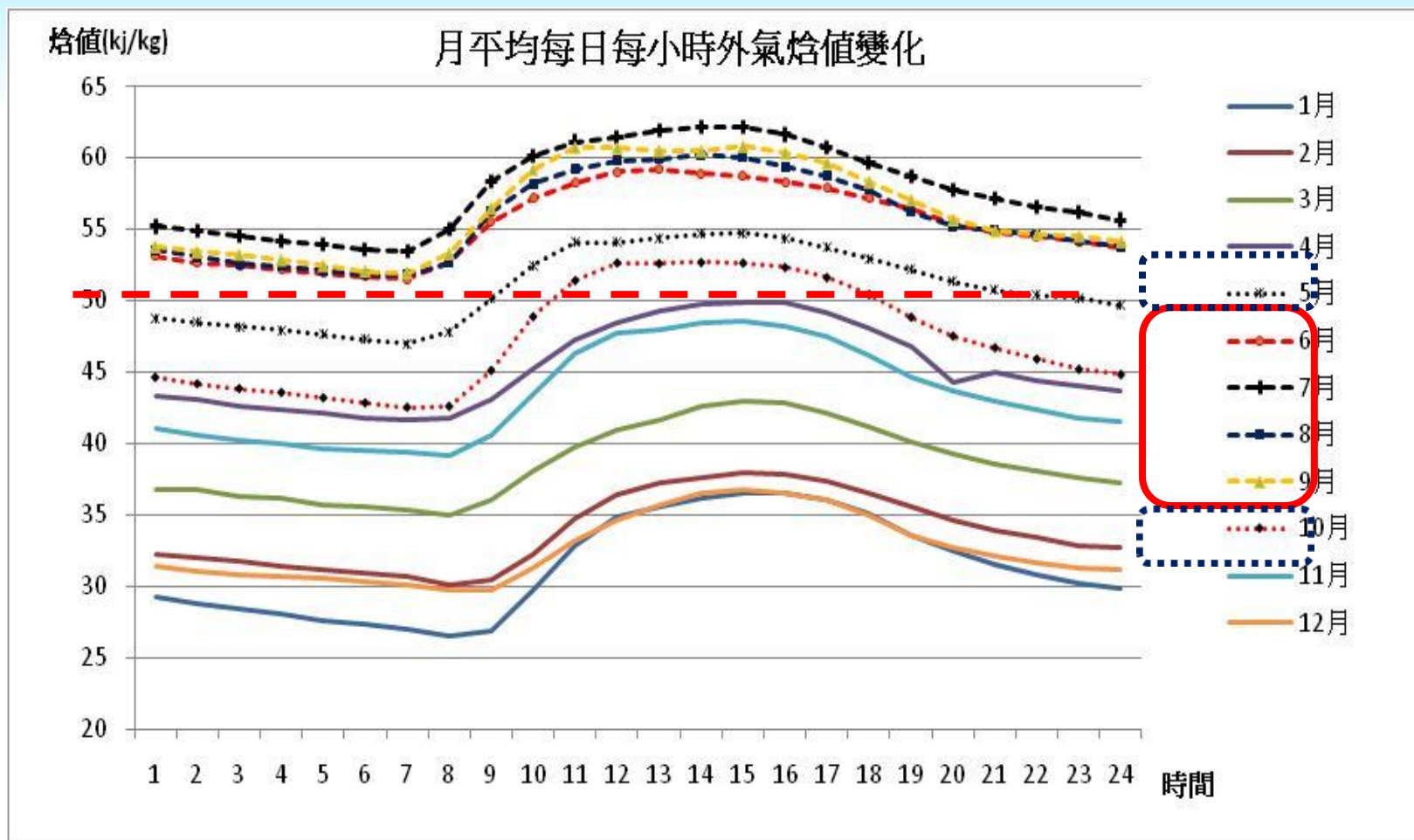
模式二空調箱控制系統圖



節能案例說明-使用人數

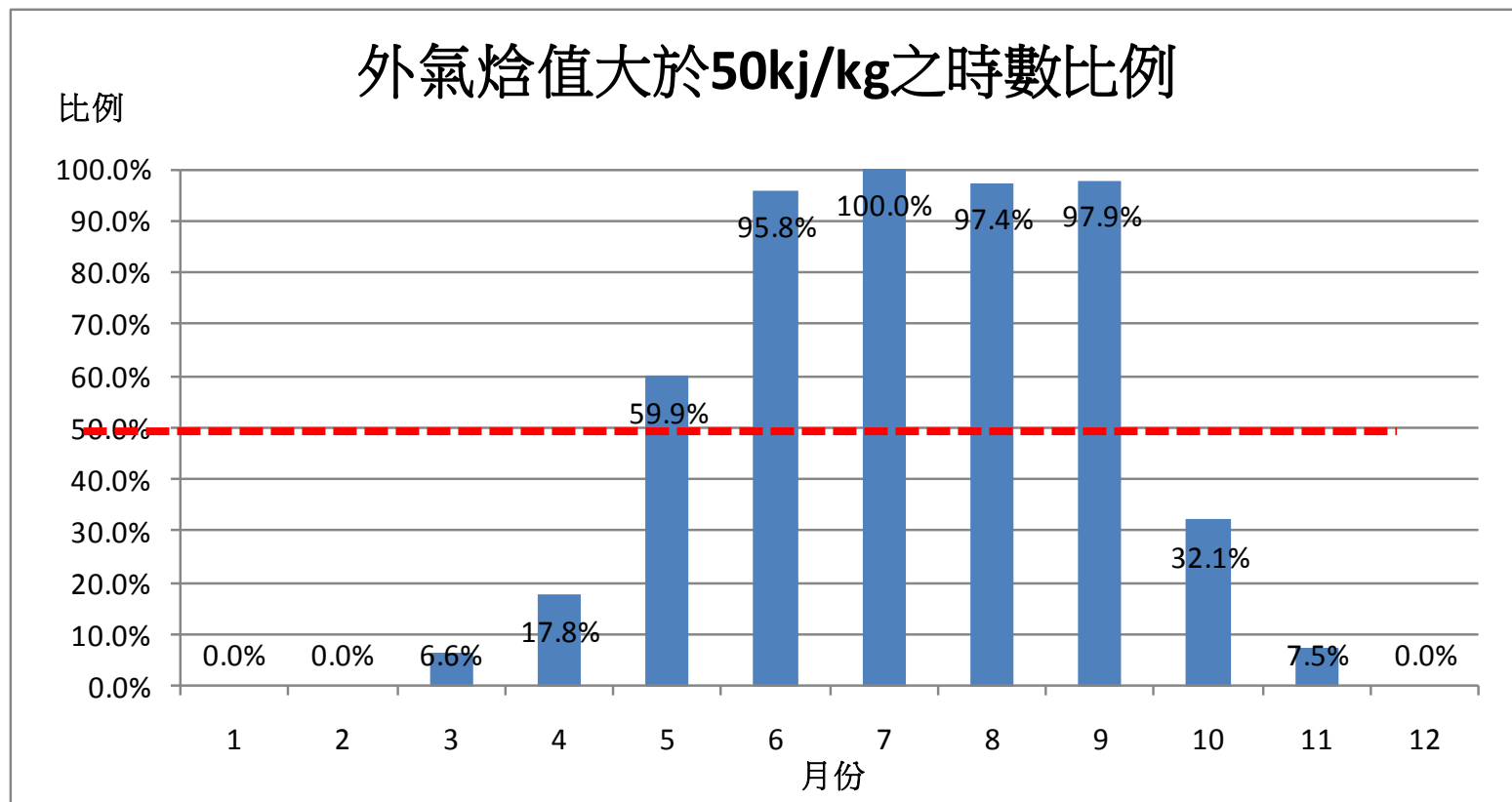


節能案例說明-外氣焓值變化



節能案例說明-外氣焓值變化

整年統計超出外氣焓值設定點占該月50%以上之時數高達5個月之多。

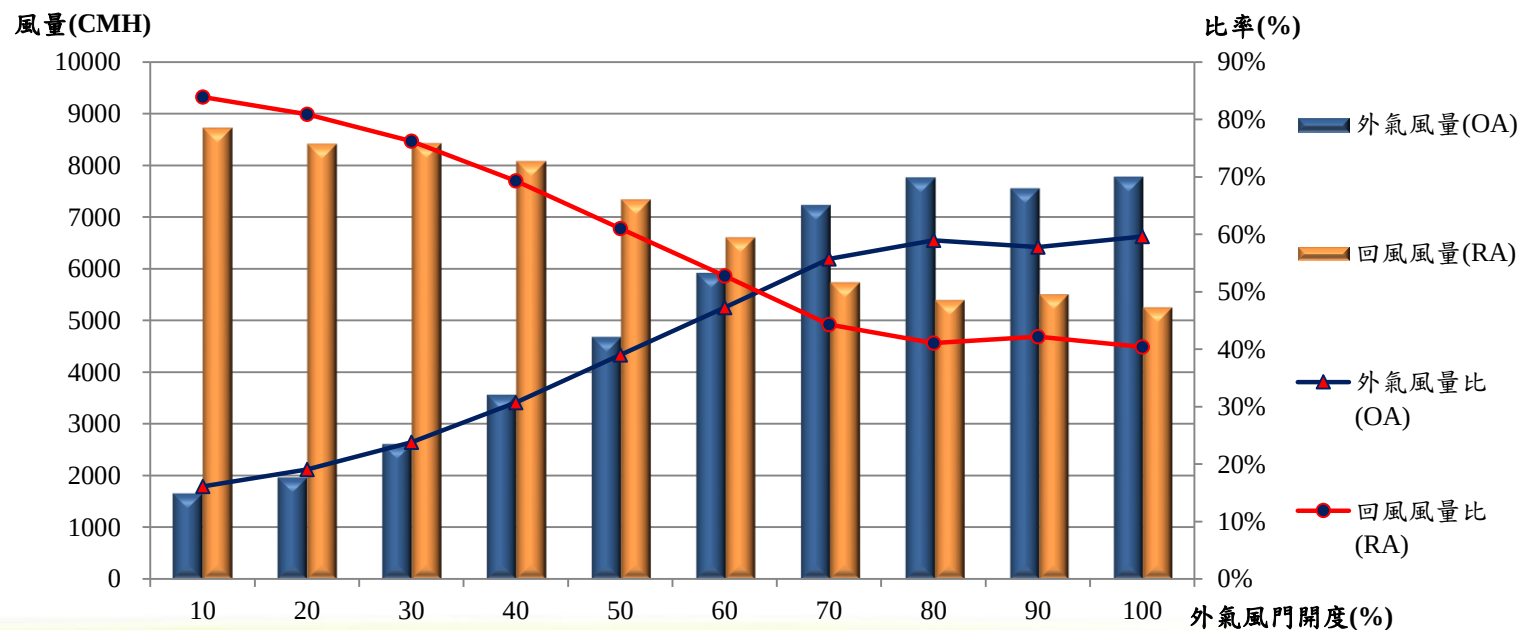


DB:24.5°C 50%RH
Enthalpy:50kj/kg

節能案例說明-外氣與回風占比

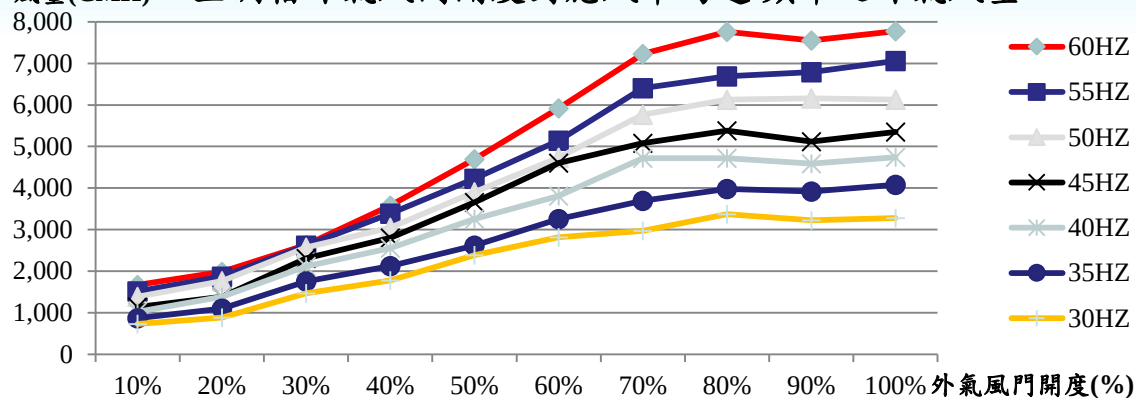
空調箱外氣風門開度所對應外氣與回風之風量(CMH)及所占之比例(%)

外氣風門開度(%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
外氣風量(OA)	1672	1983	2631	3577	4692	5923	7232	7763	7556	7776
回風風量(RA)	8723	8412	8426	8078	7341	6614	5746	5404	5517	5265
外氣風量比(OA)	16%	19%	24%	31%	39%	47%	56%	59%	58%	60%
回風風量比(RA)	84%	81%	76%	69%	61%	53%	44%	41%	42%	40%

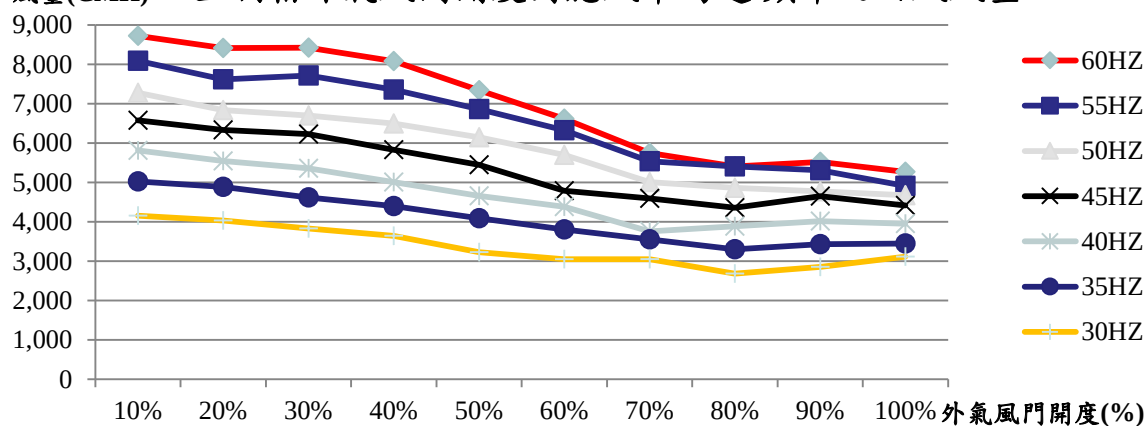


節能案例說明-風門與馬達頻率變化

風量(CMH) 空調箱外氣風門開度對應風車馬達頻率之外氣風量

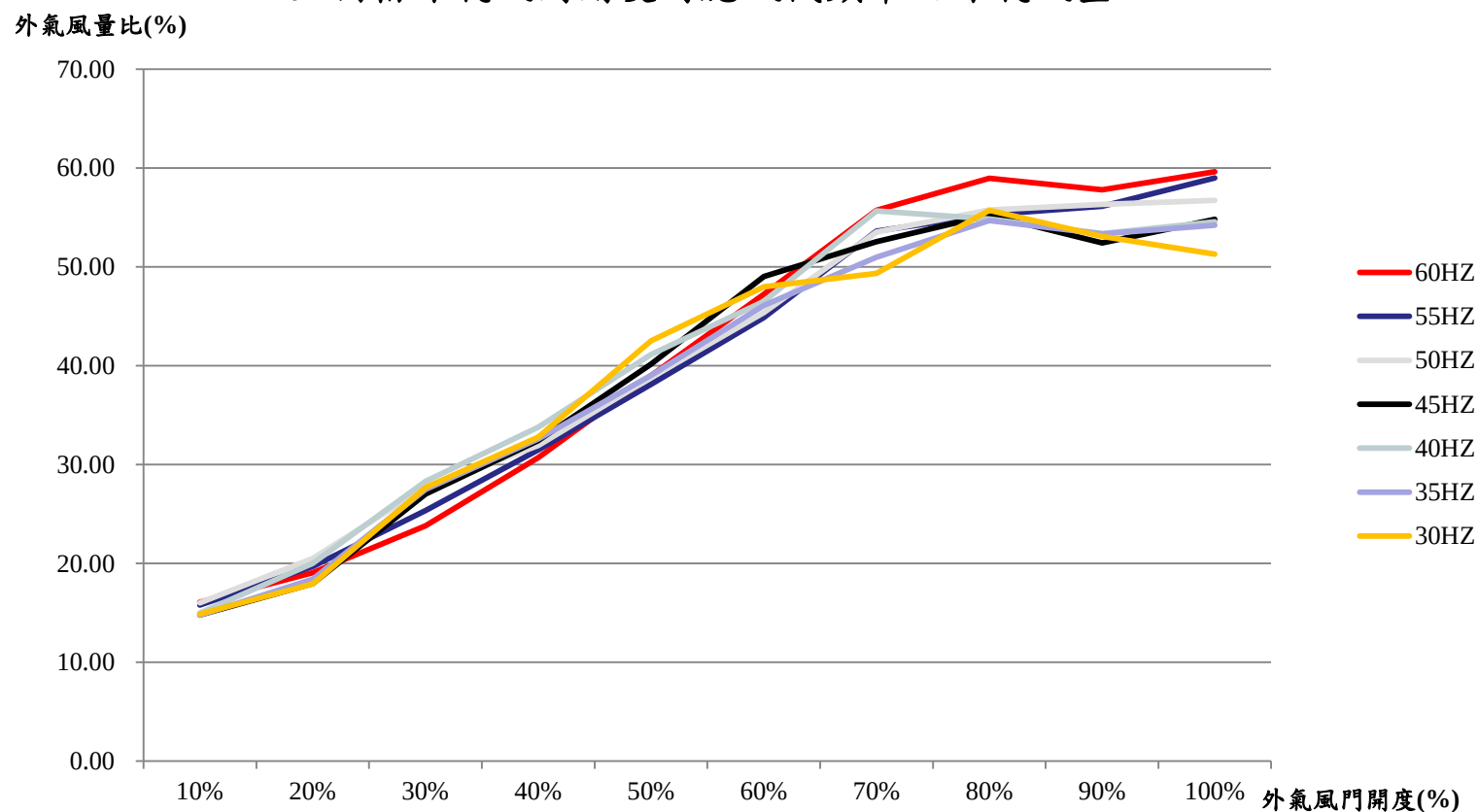


風量(CMH) 空調箱外氣風門開度對應風車馬達頻率之回風風量



節能案例說明-風門與馬達頻率變化

空調箱外氣風門開度對應風機頻率之外氣風量比



節能案例說明-節能率

模式一與模式二改善前後外氣焓值超出設定值之耗能統計及節能率

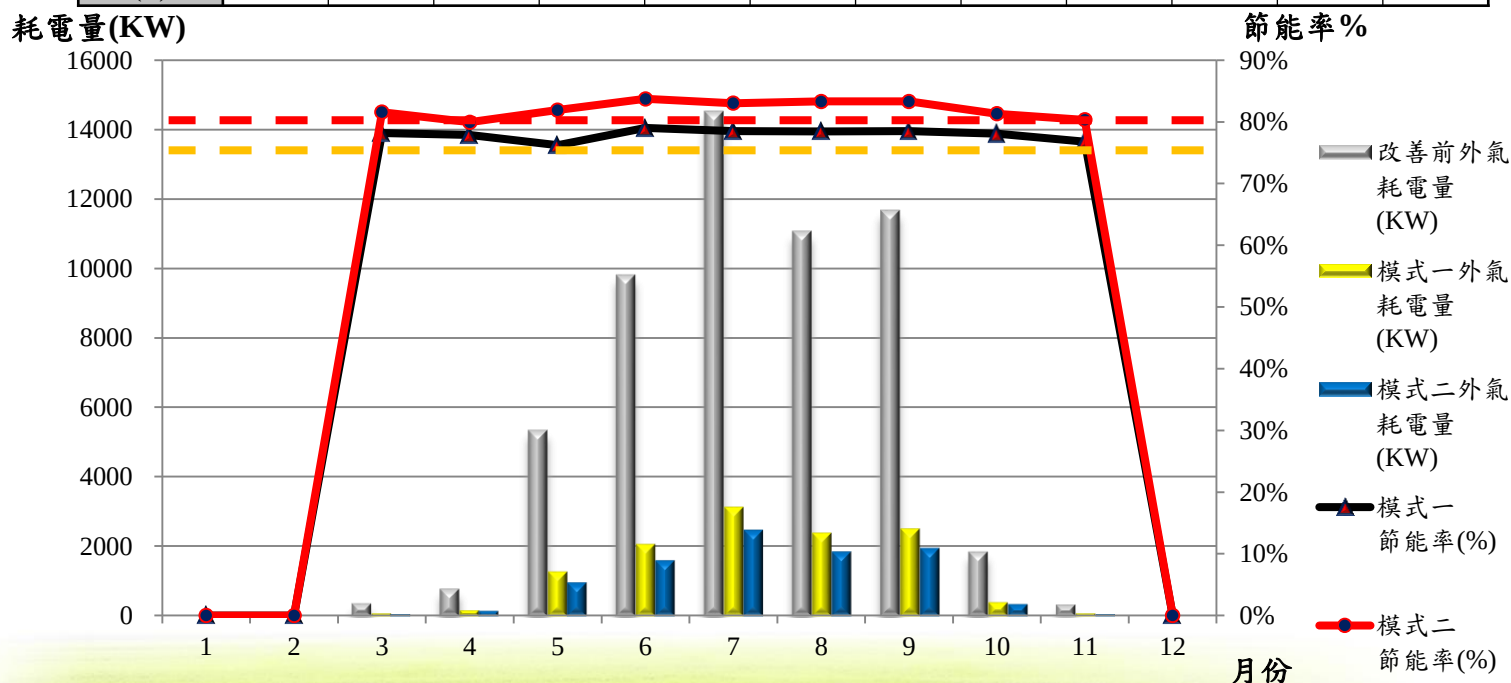
月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
改善前外氣耗電量(KW)	0	0	378	804	5378	9827	14525	11082	11682	1877	347	0
模式一外氣耗電量(KW)	0	0	82	178	1280	2064	3123	2386	2511	411	81	0
模式二外氣耗電量(KW)	0	0	70	161	973	1598	2466	1849	1950	351	68	0
模式一 節能率(%)	0%	0%	78%	78%	76%	79%	78%	78%	79%	78%	77%	0%
模式二 節能率(%)	0%	0%	82%	80%	82%	84%	83%	83%	83%	81%	80%	0%

外氣節能
平均

78%

82%

相差4%



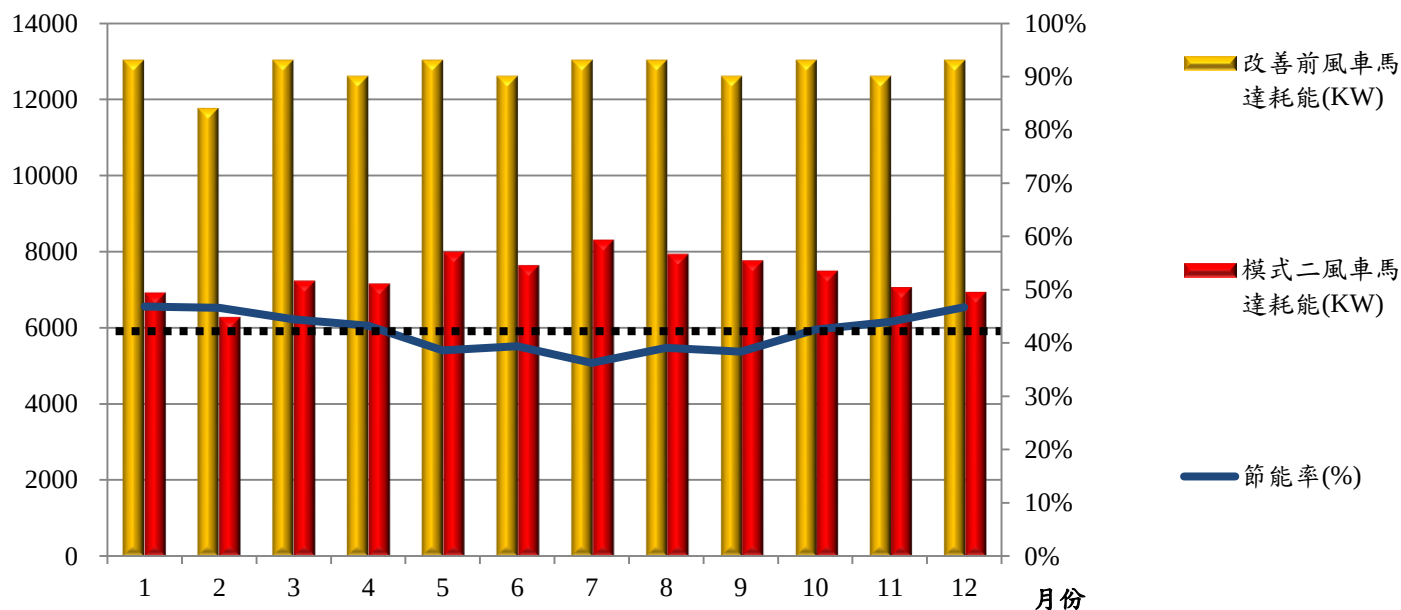
節能案例說明-節能率

外氣需量控制搭配VAV變頻控制系統改善前後之風車馬達耗能統計及節能率												
月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
改善前風車馬達耗能(KW)	13010	11751	13010	12591	13010	12591	13010	13010	12591	13010	12591	13010
模式二風車馬達耗能(KW)	6913	6277	7228	7146	7987	7632	8294	7926	7757	7483	7057	6932
節能率(%)	47%	47%	44%	43%	39%	39%	36%	39%	38%	42%	44%	47%

42%

耗電量(KW)

節能率(%)



節能案例說明-節能率

兩種控制模式耗能及節能率統計

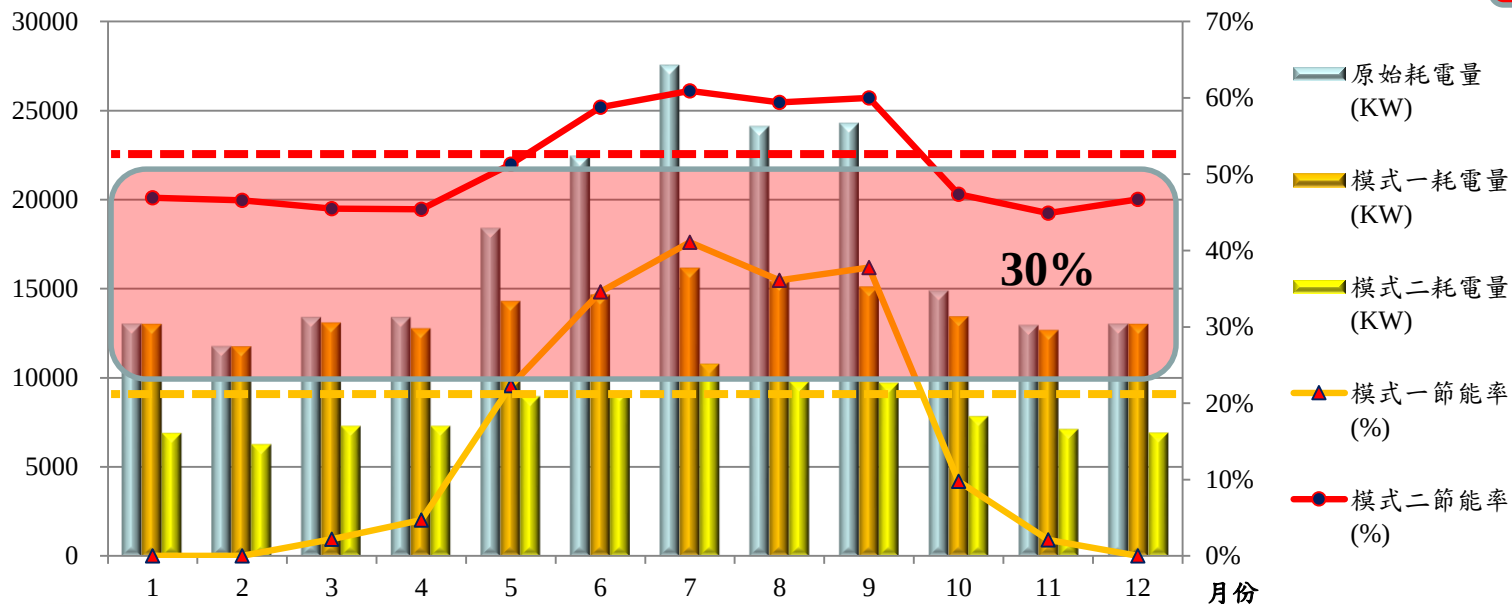
月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
原始耗電量(KW)	13010	11751	13389	13394	18388	22417	27535	24092	24272	14888	12938	13010
模式一耗電量(KW)	13010	11751	13093	12768	14290	14654	16133	15396	15101	13422	12671	13010
模式二耗電量(KW)	6913	6277	7298	7307	8960	9230	10760	9774	9707	7833	7126	6932
模式一節能率(%)	0%	0%	2%	5%	22%	35%	41%	36%	38%	10%	2%	0%
模式二節能率(%)	47%	47%	46%	45%	51%	59%	61%	59%	60%	47%	45%	47%

21%

51%

耗電量(KW)

節能率(%)



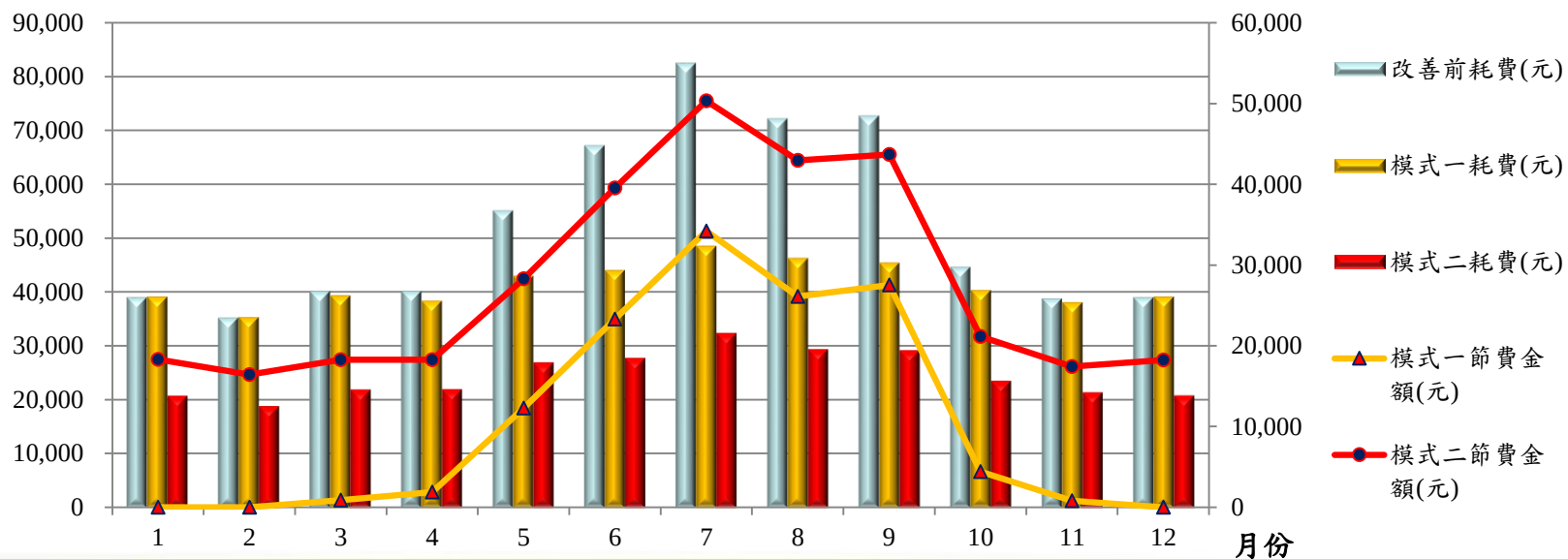
節能案例說明-節費率

兩種控制模式改善前後空調箱耗費統計及節費金額

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
改善前耗費(元)	39,031	35,253	40,166	40,182	55,164	67,252	82,604	72,276	72,817	44,663	38,813	39,031
模式一耗費(元)	39,031	35,253	39,278	38,305	42,870	43,962	48,400	46,189	45,304	40,265	38,013	39,031
模式二耗費(元)	20,740	18,832	21,893	21,921	26,879	27,691	32,281	29,323	29,122	23,500	21,377	20,797
模式一節費金額(元)	0	0	888	1,877	12,293	23,290	34,204	26,087	27,513	4,398	799	0
模式二節費金額(元)	18,290	16,422	18,272	18,261	28,284	39,562	50,323	42,953	43,695	21,162	17,436	18,234

耗費(元)

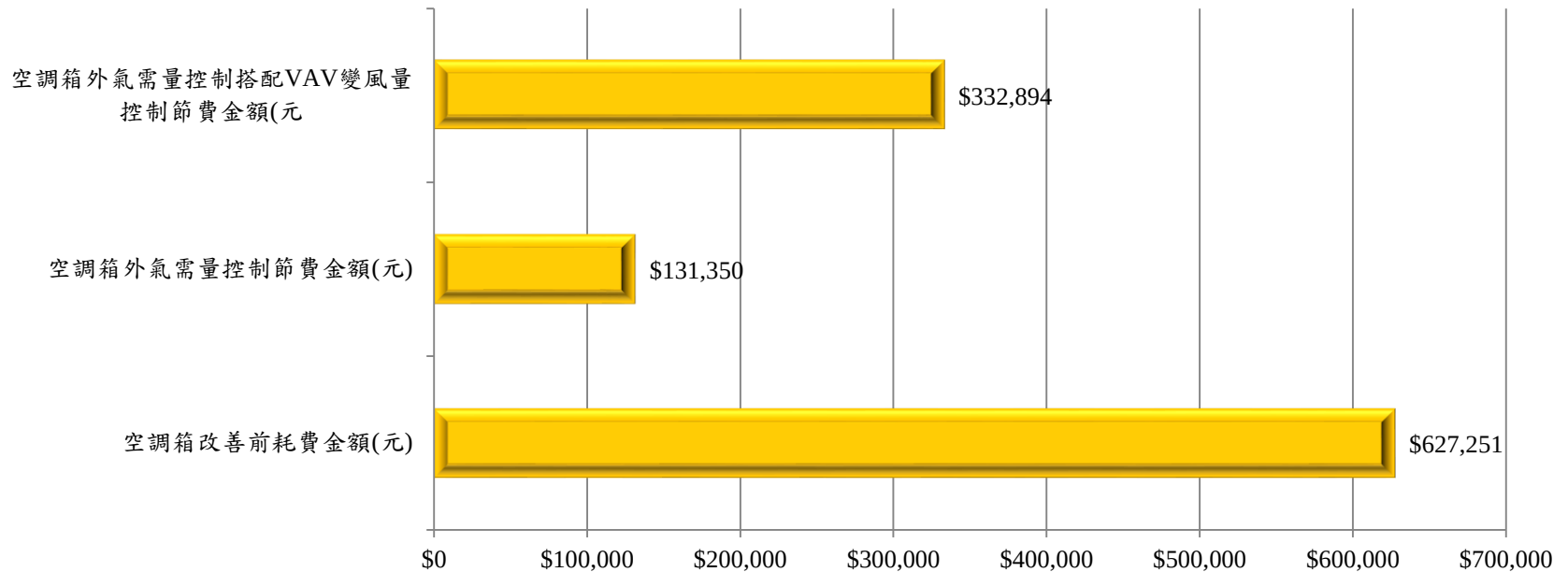
節省費用(元)



月份

節能案例說明-節費率

空調箱改善前耗費與改善後節費金額(全年度)



節能案例說明-回收年限

節能改善設置費用與回收年限統計

	改善費用	每年節省金額	回收年限
空調箱外氣需量控制	\$130,000	\$131,350	1.0
空調箱外氣需量控制搭配VAV變風量控制	\$420,000	\$332,894	1.3

節能案例說明

- 本節能案例之兩種控制模式下節能效益：
模式一、節能效益為21.2%
模式二、節能效益為51.2%
- 適用於非上班時間，房間均無人員時，須以空調控制室內環境溫度之場所。
- 經統計分析結果得知，兩者相差高達30%，改善外氣引入量最佳化及改善供風需求量降低馬達轉速是有助降低空調負載及耗電節能的一大方法。

Thanks for your attention



吳 友 烈 博士

勤益科技大學冷凍空調與能源系

E-mail : wuyl@ncut.edu.tw

Tel : (04) 2392-4505 ext.8253