

台灣電力公司

103年度空調運用技術研討會

空調系統節能技術

主 講 人：陳 輝 俊 博 士

中華民國能源技術服務商業同業公會理事長

地點：(北區)臺北市基隆路4段75號
(南區)臺南市忠義路1段109號

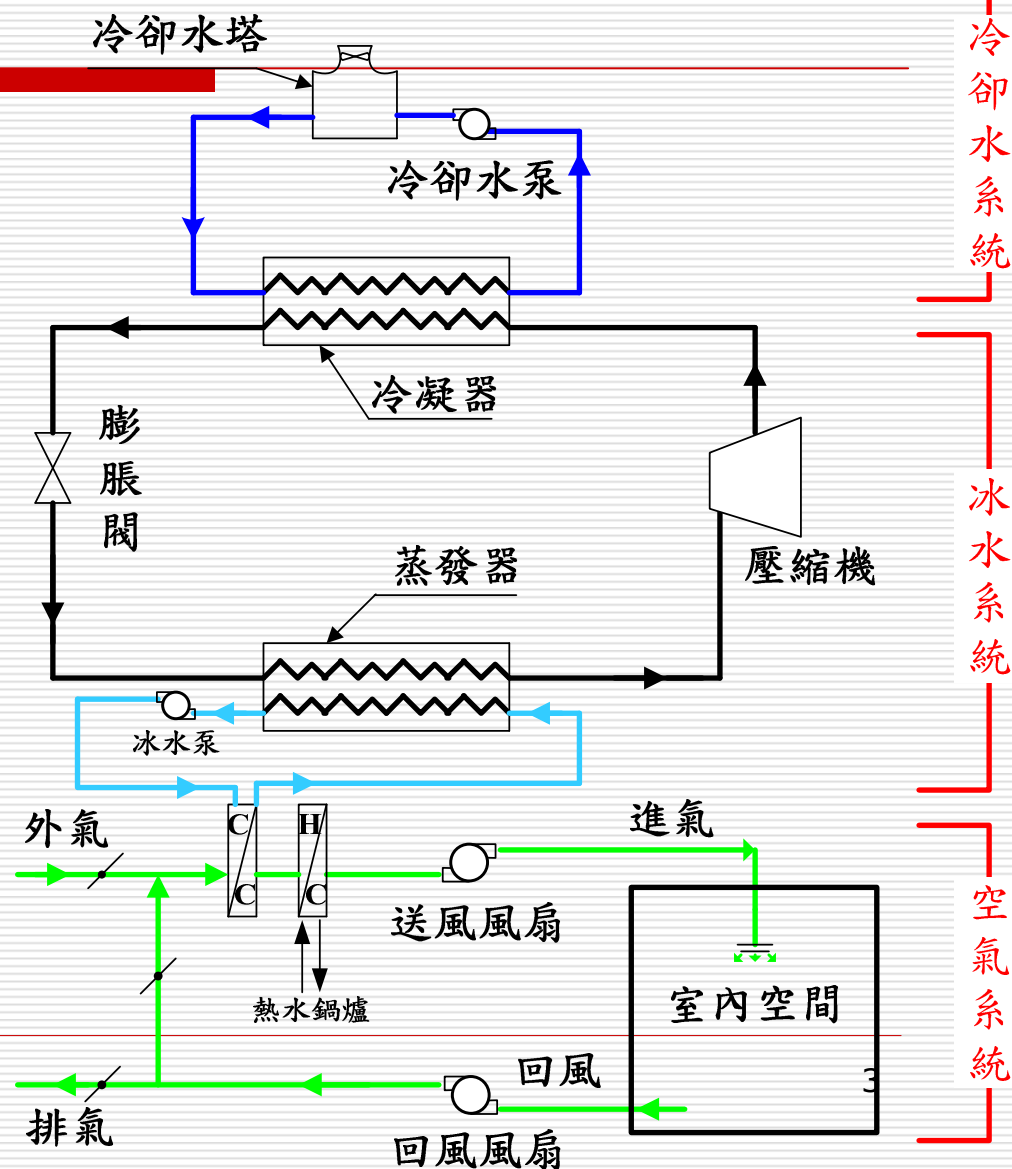
時間：2014年06月18日(北區)
2014年06月25日(南區)

空調系統節能技術

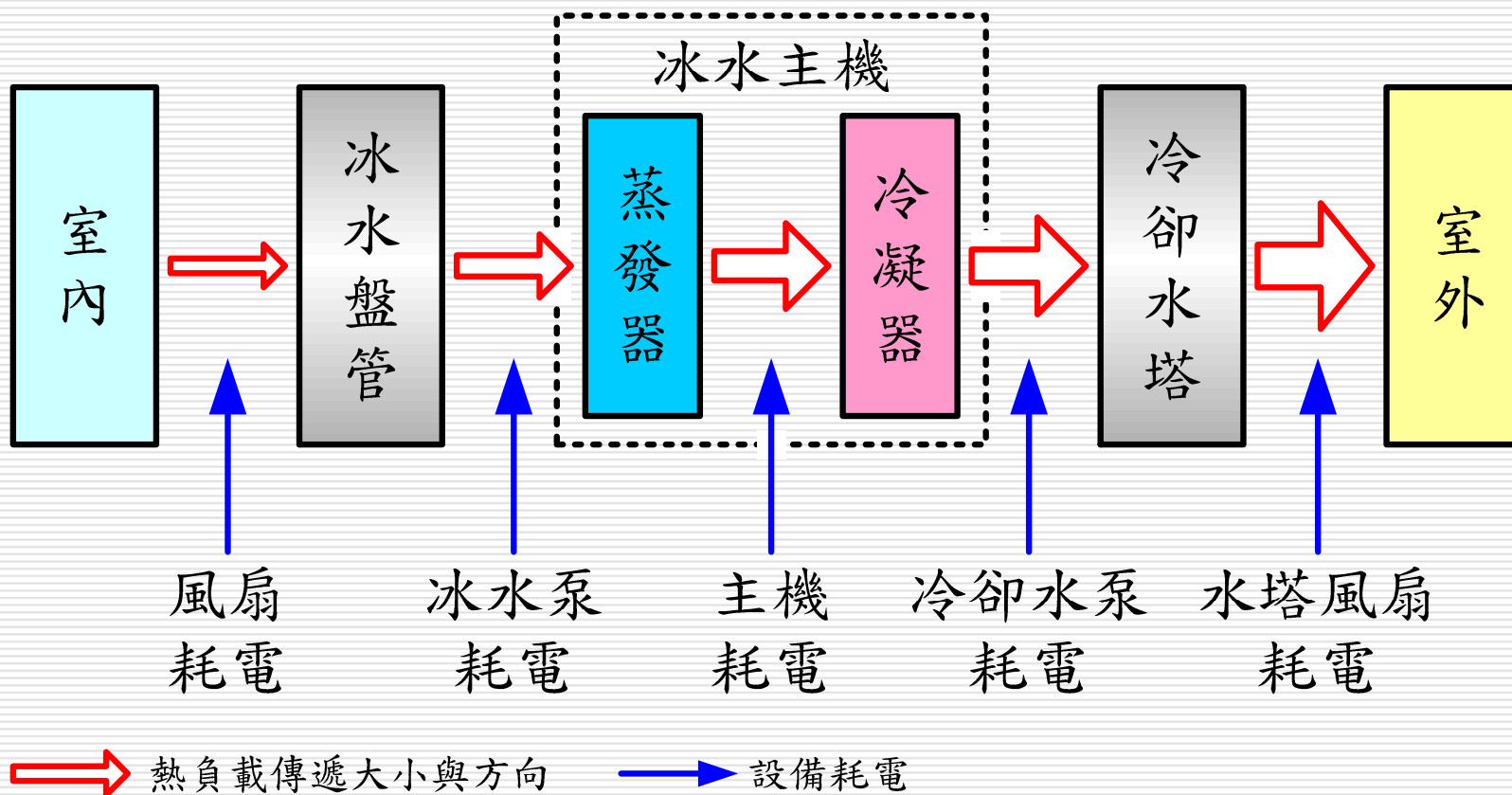
- 空調系統介紹
- 空調系統節能措施與原理
 - 空氣側
 - 冰水側
 - 冷卻水側
- 冰水管路系統平衡與節能分析

空調系統介紹

- 空調系統主要是由空氣、冰水、冷卻水三系統所組成。
- 根據空調負荷的變化，調整空氣流量、冰水流量與冷媒流量以滿足空調需求。



空調系統介紹



中央空調系統負載傳遞示意圖

空調系統介紹

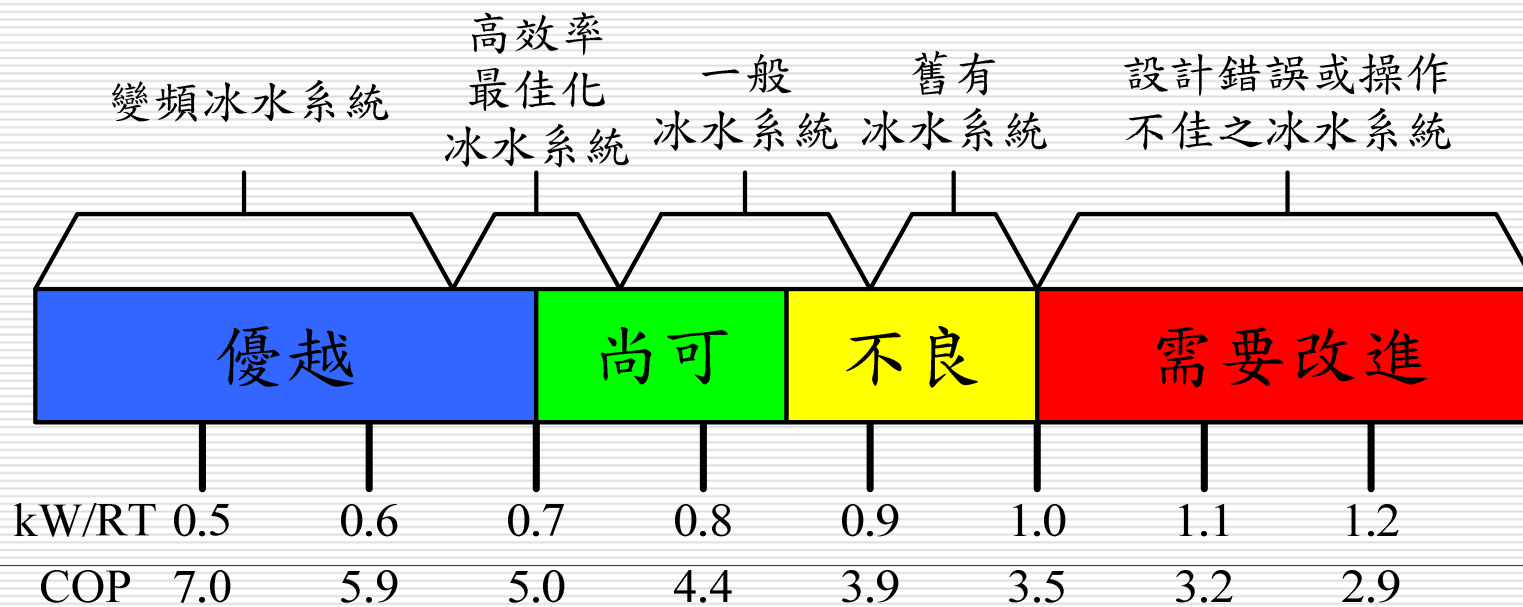
- 傳統空調系統均採過大設計的方式來決定系統設備規格，因而導致：
 - 初設成本較高
 - 空調系統長期處於低效率狀態運轉，必須付出較多的運轉成本。

空調系統介紹

- 一般進行空調系統的設計時，並未考慮相關的節能措施，且疏忽整個系統的平衡及控制點的設定與調整，往往導致設備於不當的條件下運轉，使得空調空間的溫度不均、不能滿足空調要求、設備過於耗電。
- 因此透過系統的診斷與節能措施的實行，既有的中央空調系統中具有很大的節能空間。

空調系統性能指標

- 分析系統的節能潛力時，應針對系統效率做整體的調查與檢測，了解系統耗能的分佈狀況外，進而探討系統中可以進行節能之處，並針對各系統與項目提出適合的節能措施。



不同冰水系統之性能指標

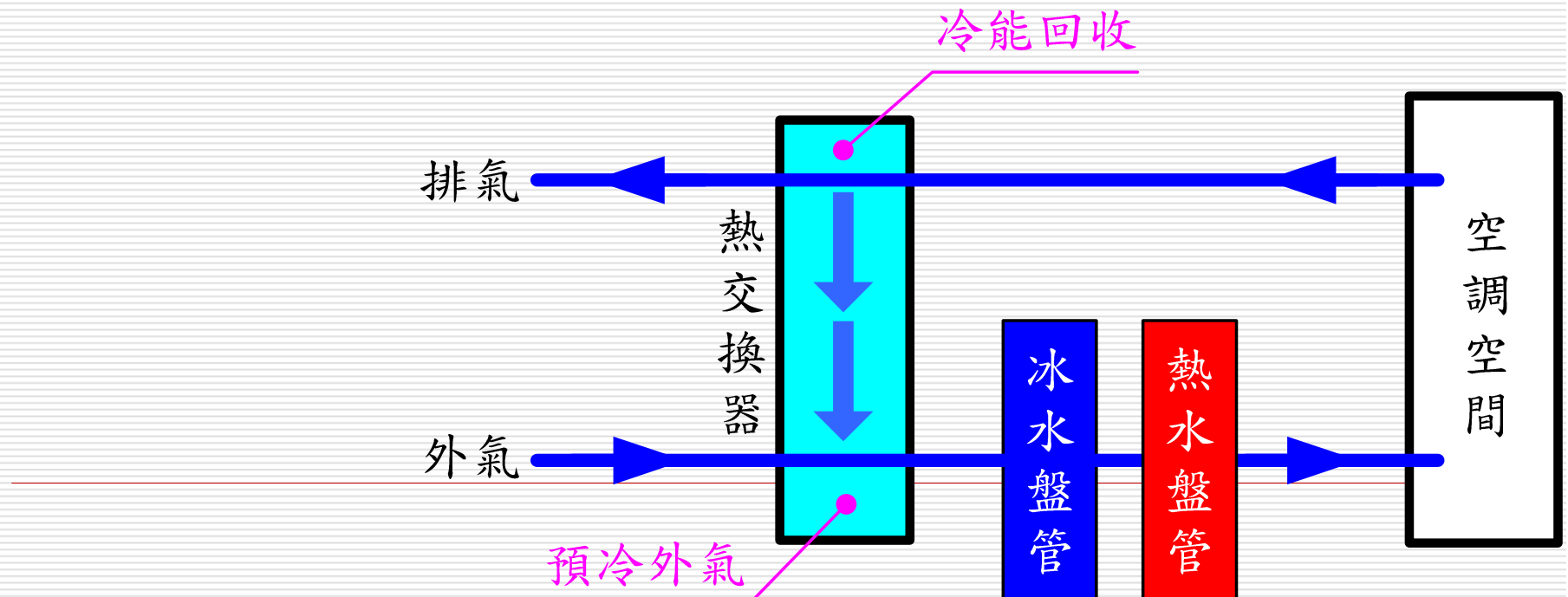
空調冰水主機能效標準

執行階段		第一階段			第二階段	
實施日期		民國九十二年一月一日			民國九十四年一月一日	
型 式	冷卻能力等級	能源效率 比值 (EER)kcal/ h-W	性能係數 (COP)	能源效率比 值 (EER) kcal/ h-W	性能係數 (COP)	
水冷式	容積式 壓縮機	<150RT	3.50	4.07	3.83	4.45
		$\geq 150RT$ $\leq 500RT$	3.60	4.19	4.21	4.90
		>500RT	4.00	4.65	4.73	5.50
	離心式 壓縮機	<150RT	4.30	5.00	4.30	5.00
		$\geq 150RT$ <300RT	4.77	5.55	4.77	5.55
		$\geq 300RT$	4.77	5.55	5.25	6.10
氣冷式	全機種	2.40	2.79	2.40	2.79	

空氣側節能措施與原理

1. 排氣冷能回收

- 一般外氣空調系統乃是將室內排氣直接排放於大氣之中，由於室內排氣屬於低溫且乾燥，若能夠將其冷能回收，用以預冷進入空調箱的外氣，將有助於節省冰水主機之耗電。



空氣側節能措施與原理

2. 風機變頻

□ 變頻簡介

■ 轉速與頻率之關係

$$n = \frac{120f}{P}(1-S)$$

其中 n 為轉速，rpm； f 為電源頻率，Hz； P 為馬達極數； S 為轉差率 (slip)。

空氣側節能措施與原理

- 馬達變頻過程中，為避免磁通飽和的情形發生，並且能仍提供負載所需的轉矩，則磁通需保持恆定。
- 其中感應電動勢、頻率與磁通量三者間的關係為

$$E = 4.44 K_w f \phi N$$

$$\phi \propto \frac{E}{f}$$

其中 E 為每相感應電動勢，V； K_w 為繞組因數； N 為定子繞組匝數； ϕ 為每相磁通量，Wb。

空氣側節能措施與原理

- 馬達在正常頻率運轉時，定子阻抗所造成的壓降相較於感應電動勢 E 顯得很小，可以忽略，因此定子相電壓 U 近似於感應電動勢 E

$$\phi \propto \frac{E}{f}$$

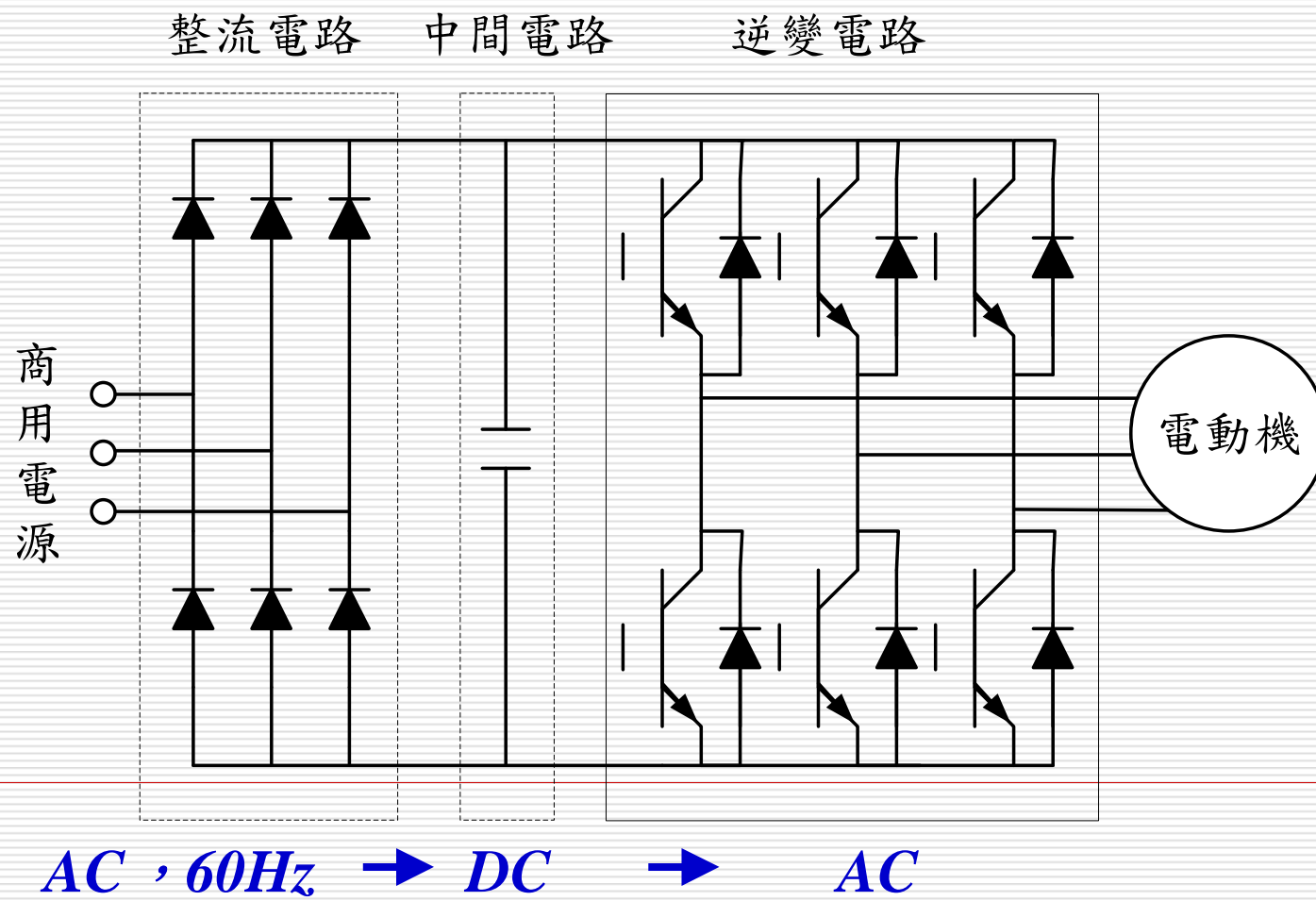
$$\phi \propto \frac{U}{f}$$

- 因此馬達進行變頻調速時，在改變頻率的過程中同時改變電源電壓，將可達到恆定磁通變頻調速之目的，此方式稱為Variable Voltage Variable

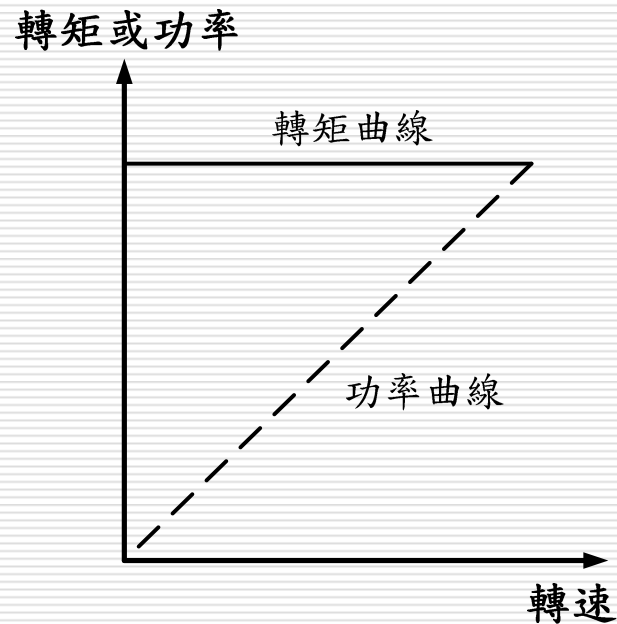
Frequency，簡稱VVVF。

空氣側節能措施與原理

■ 變頻器組成

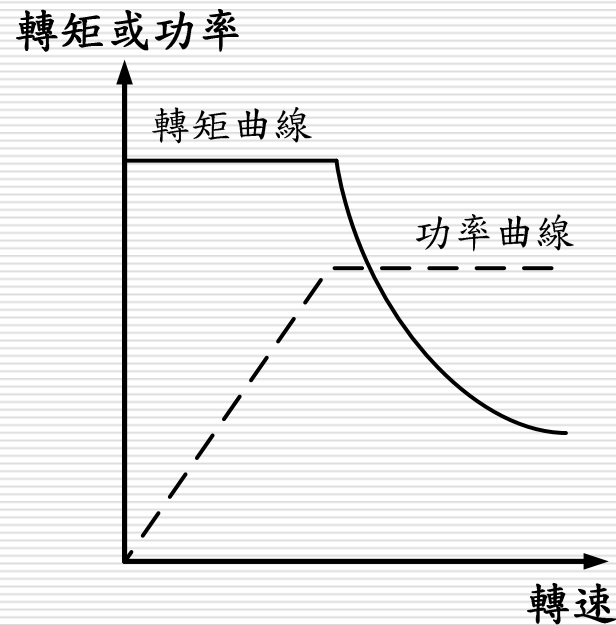


空氣側節能措施與原理



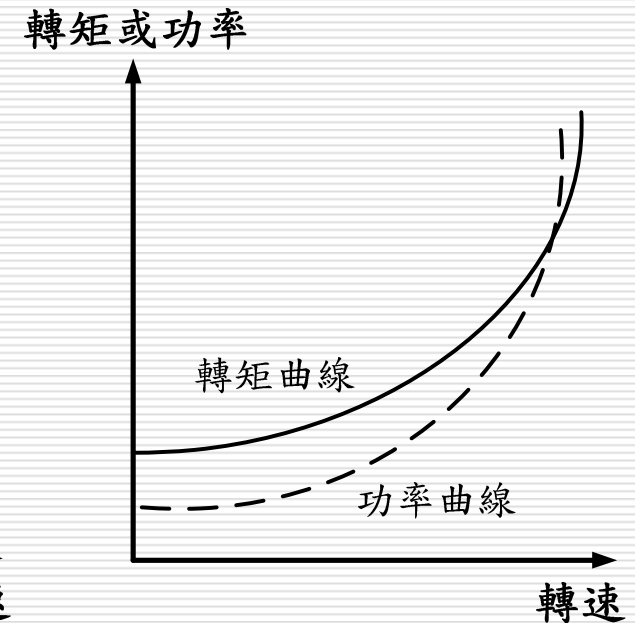
定轉矩負載

功率正比於轉速
無節能空間



定功率負載

功率恆定
無節能空間



二次方降轉矩負載

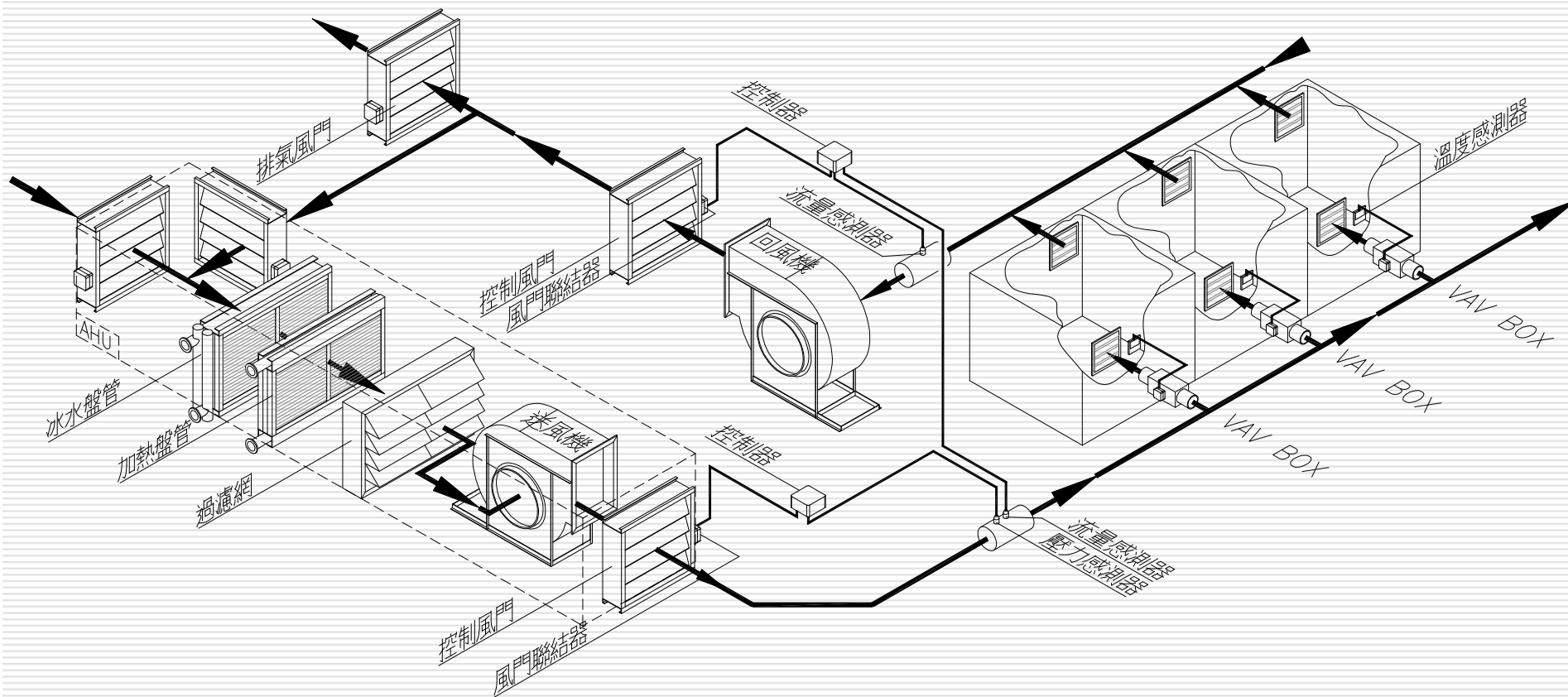
功率正比於轉速三次方
節能空間大₁₄

空氣側節能措施與原理

2. 風機變頻

- 中央空調系統主要是利用風機來驅動空氣的流動，其中空氣風量大小的控制主要可以分為風門控制與變頻控制兩種。
 - 風門控制係利用風門的開啟角度以改變風管阻力的方式達到風量的控制功能。當將風門角度關小增加風管系統的流動阻力，雖可使風機的供風量降低，但風機必須提高全壓來驅動空氣流動，因此並無法使風機的耗能降低。

空氣側節能措施與原理

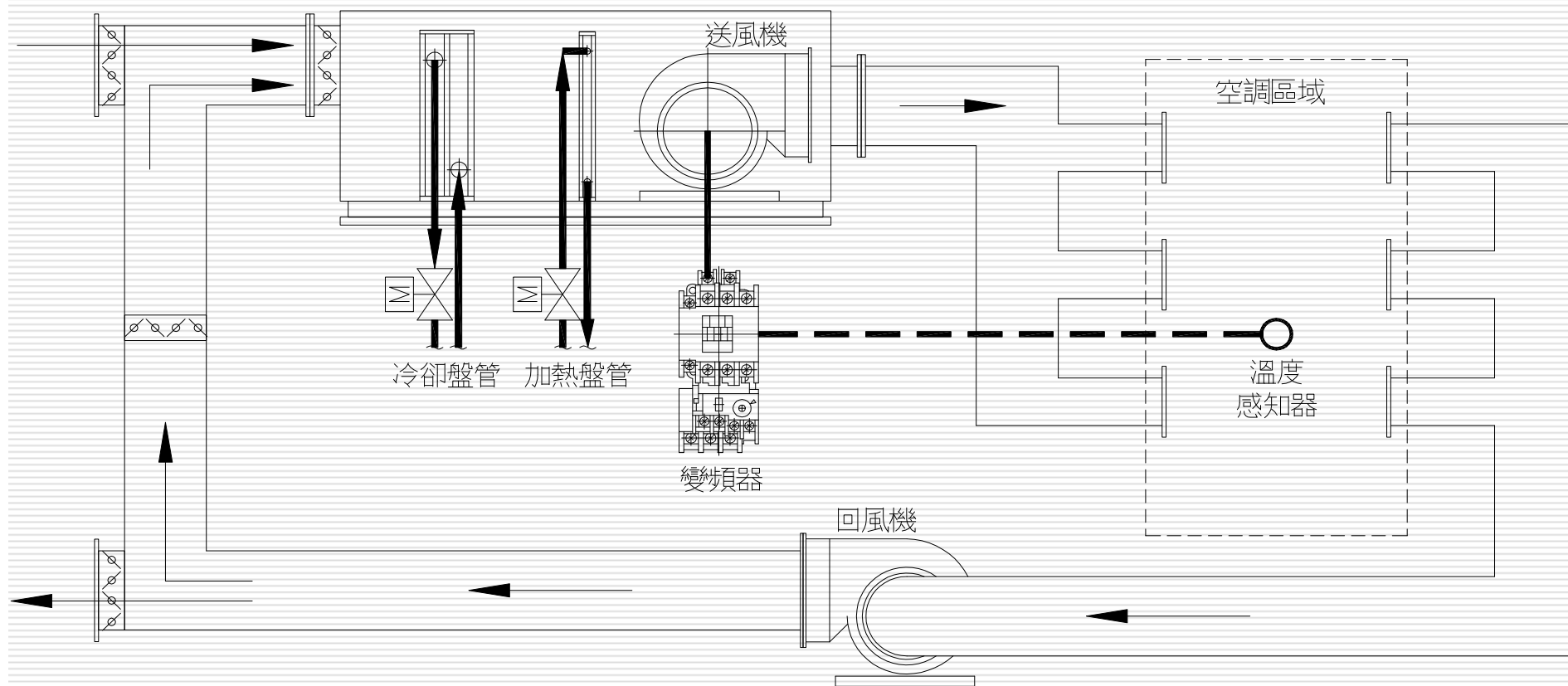


典型風門控制可變風量系統示意圖

空氣側節能措施與原理

- 變頻控制係以空調空間內的溫度點的量測結果作為風機轉速的控制參考。室內溫度過高時即代表室內負載增加，變頻器即以增加風機轉速提高供風量；室內溫度過低時，則以降低供風量。
- 由於風機耗電量則與轉速的三次方成正比，因此採用風機變頻設計，在需求風量愈低時，節能效益愈高。

空氣側節能措施與原理



風機變頻控制可變風量系統示意圖

空氣側節能措施與原理

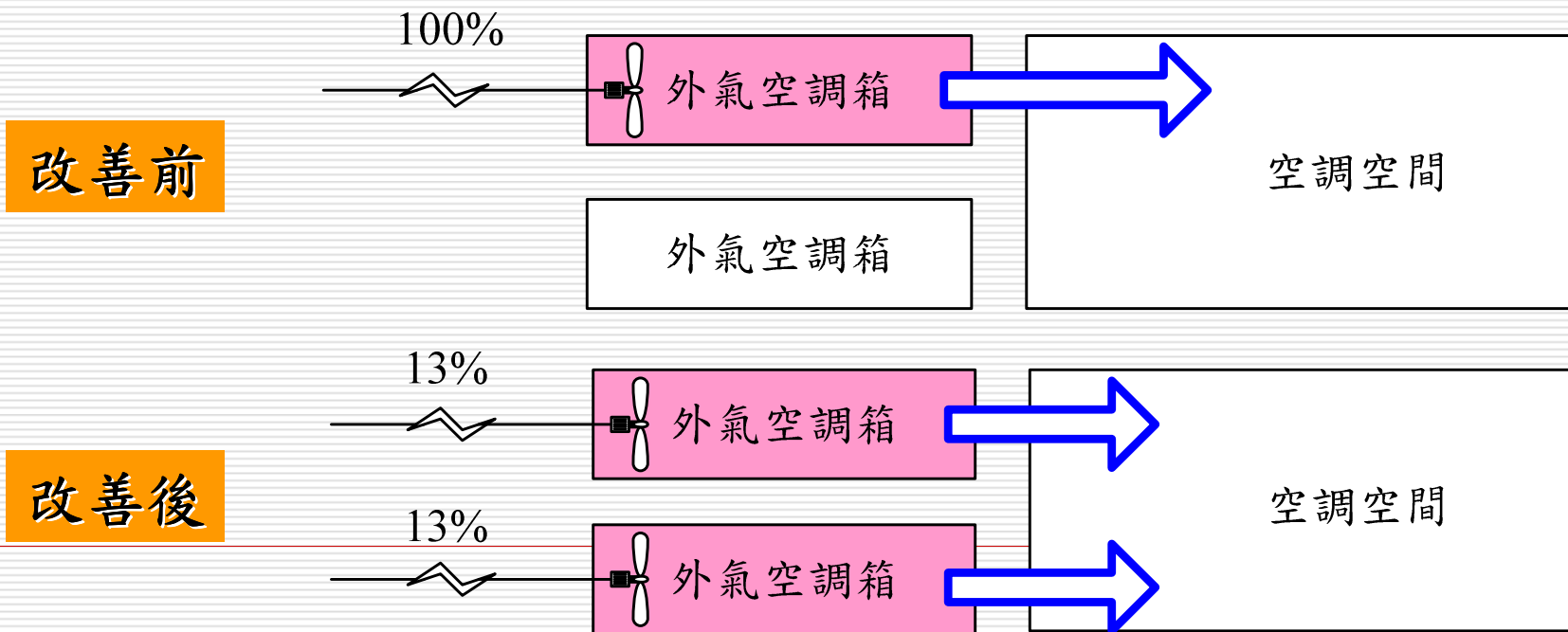
風機在不同風量下之轉速、全壓以及輸入功率之關係

需求風量	風機轉速	風機全壓	輸入功率
100%	100%	100%	100%
90%	90%	81%	73%
80%	80%	64%	51%
70%	70%	49%	34%
60%	60%	36%	22%
50%	50%	25%	13%
40%	40%	16%	6%
30%	30%	9%	3%

空氣側節能措施與原理

3. 充分利用備用空調箱

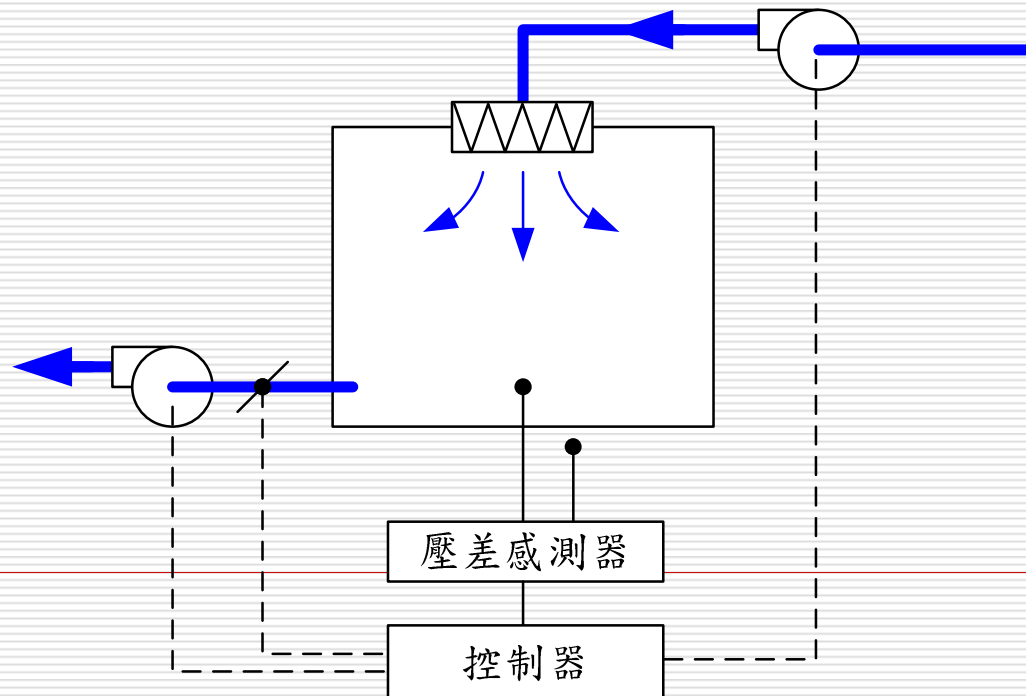
- 若將備用空調箱投入運轉，將使得系統的總流阻大幅降低，因此能大量減少風車及空調用電。



空氣側節能措施與原理

4.調整室內正壓、降低無塵室供風量並搭配洩漏檢查

- 外氣引進主要是為了維持製程空調所需維持之室外壓差、空氣品質與人員的衛生需求。



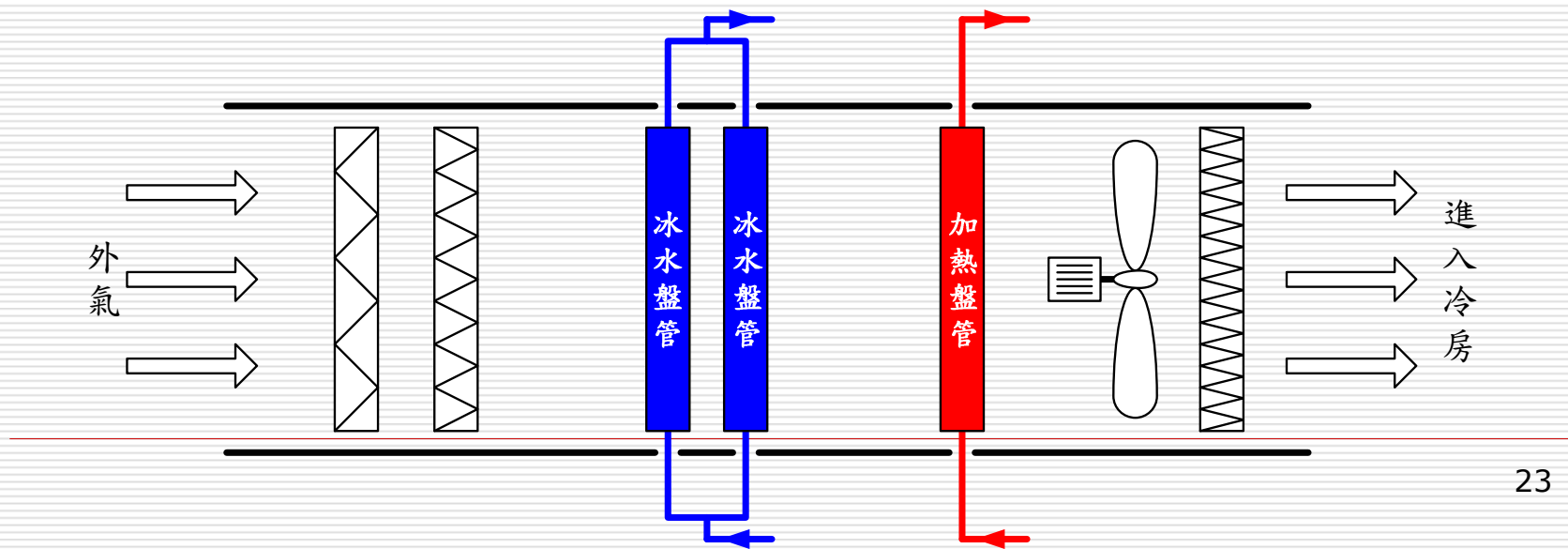
空氣側節能措施與原理

- 由於外氣的處理需要耗費相當龐大的能源，因此在符合製程要求與人員舒適度的情況下，降低外氣的引入量將能達到降低耗電之目的。
- 冷卻除濕需要冷凍能力為 $0.0032\text{RT}/\text{CMH}$ ，再熱需要加熱量為 $0.0001\text{RT}/\text{CMH}$ 。
- 建議夏季以最低的外氣進氣量作為進氣標準；冬季則引進大量引進濕冷外氣，將可大幅減少空調負載，進而達到節約能源的效果。

空氣側節能措施與原理

5. 採用熱回收外氣空調箱

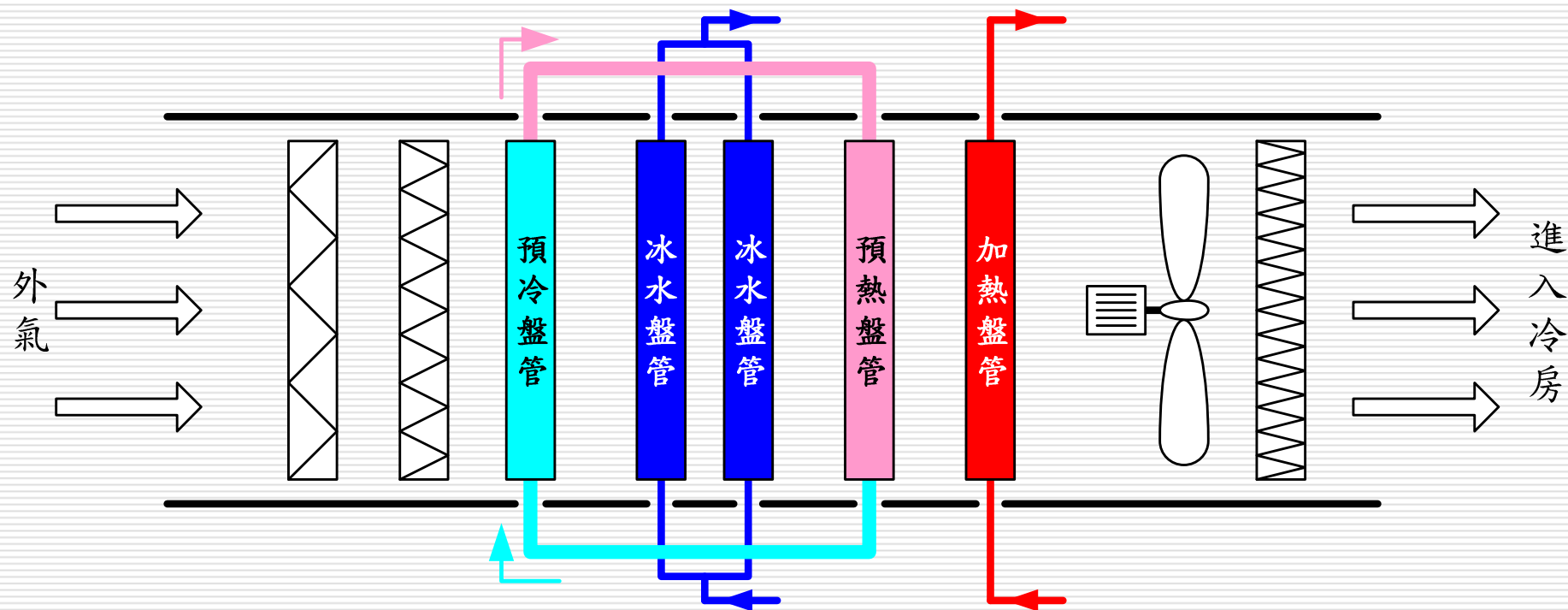
- 傳統的潔淨室外氣空調箱包括處理空氣塵粒的初級、中級、高級濾網、驅動空氣的風機及調整空氣狀態的冰水盤管、熱水盤管元件。



空氣側節能措施與原理

- 在外氣的處理過程中，由於空氣通過冰水盤管後溫度過低，需再透過熱水盤管的加溫才能達到室內需求，造成能源的二次浪費，徒增不必要的能源消耗與製程成本。
- 採用熱回收外氣空調箱之優點：
 - 以冰水盤管出口之低溫空氣來預冷外氣。
 - 吸收外氣的熱能來預熱即將通過加熱盤管的低溫空氣。
 - 同時降低冰水盤管所需提供的冷能與加熱盤管再熱空氣的耗能，達到雙重節能的效果。

空氣側節能措施與原理

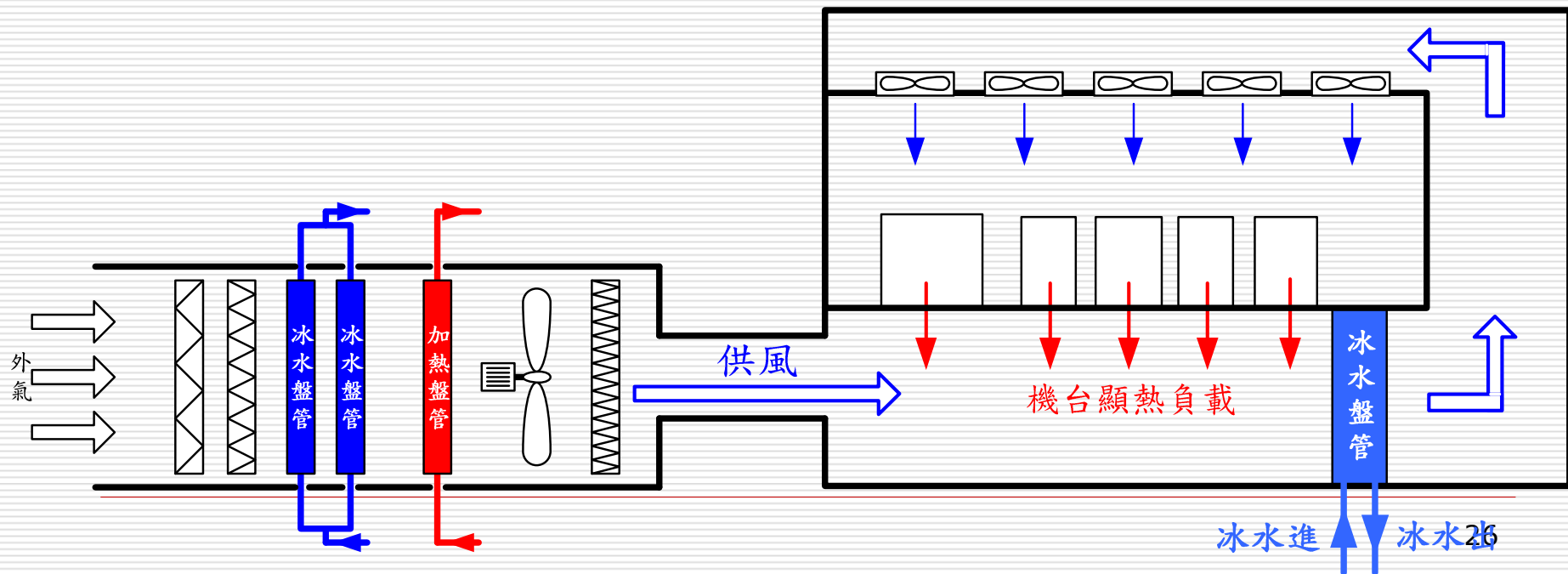


熱回收式外氣空調箱示意圖

空氣側節能措施與原理

6. 降低潔淨室供風溫度

- 外氣經過冰水盤管降溫除濕後，需再輔以熱水盤管加熱將溫度提高到預設值，而後進入空間中使用。



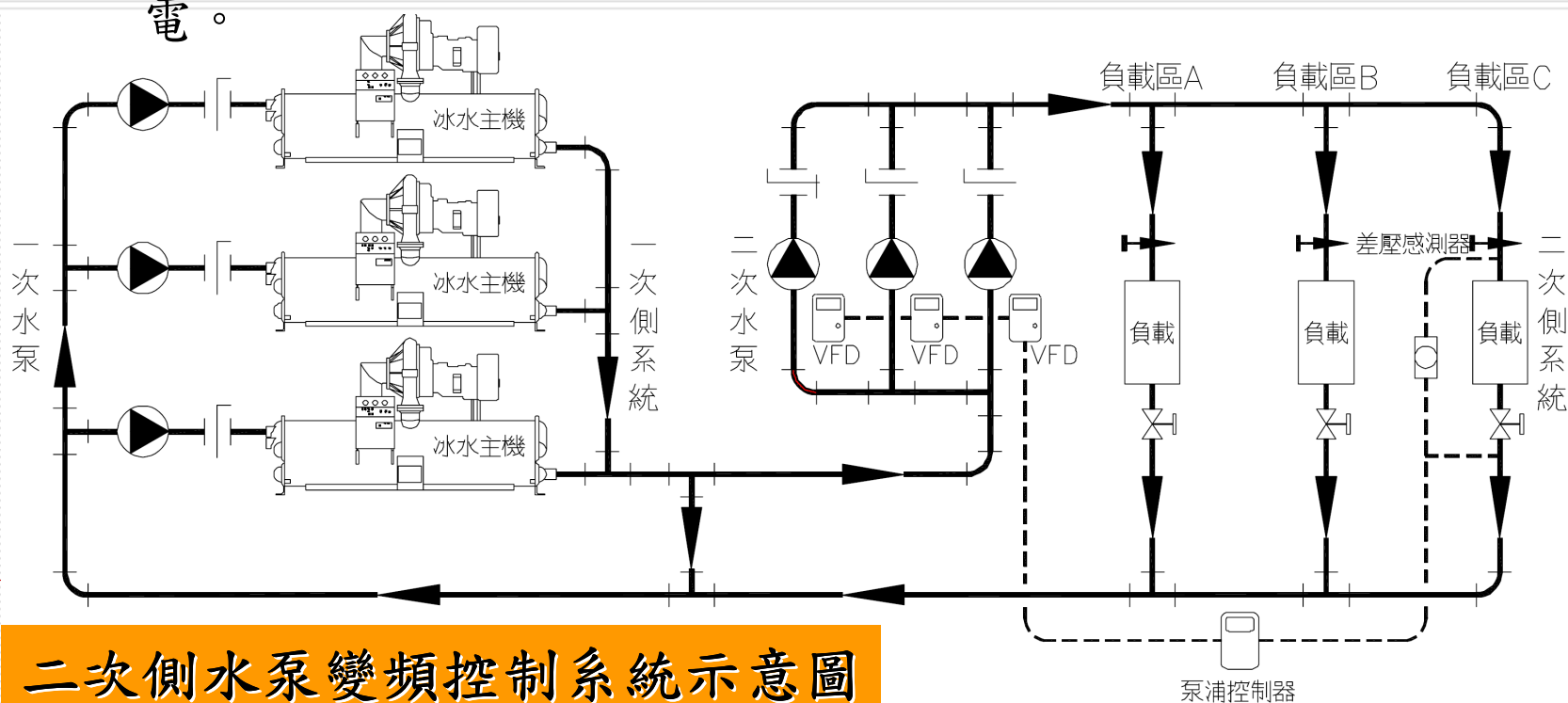
空氣側節能措施與原理

- 若室內供風的溫度愈高，加熱盤管所需提供的熱能就越多，亦即系統耗能就愈大。
- 降低室內供風溫度之優點：
 - 減少加熱盤管再熱時所需提供的熱能
 - 由於供風溫度較低，吸收機台負載後的風溫也較低，在風扇濾網機組出口風溫固定的情況下，乾盤管提供的冷能亦較少。

冰水側節能措施與原理

1. 冰水泵變頻控制

- ❑ 水泵採用變頻設計，以最末端負載側之壓差訊號作為變頻器控制參考，獲得適合的泵浦轉速與流量，將可以節省系統耗電。



二次側水泵變頻控制系統示意圖

冰水側節能措施與原理

- 當空調系統在部分負載時，透過變頻控制改變風機、水泵的運轉頻率，進而調整其流體流量，將可大幅節省耗電。
- 一般空調系統採用的輪葉式流體機械，在流體密度和葉輪直徑不變的前提下，流體體積流量 Q 、轉速 N 和揚程 H 、消耗功率 P 之間的關係可表示如下

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2} \qquad \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2 \qquad \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^3$$

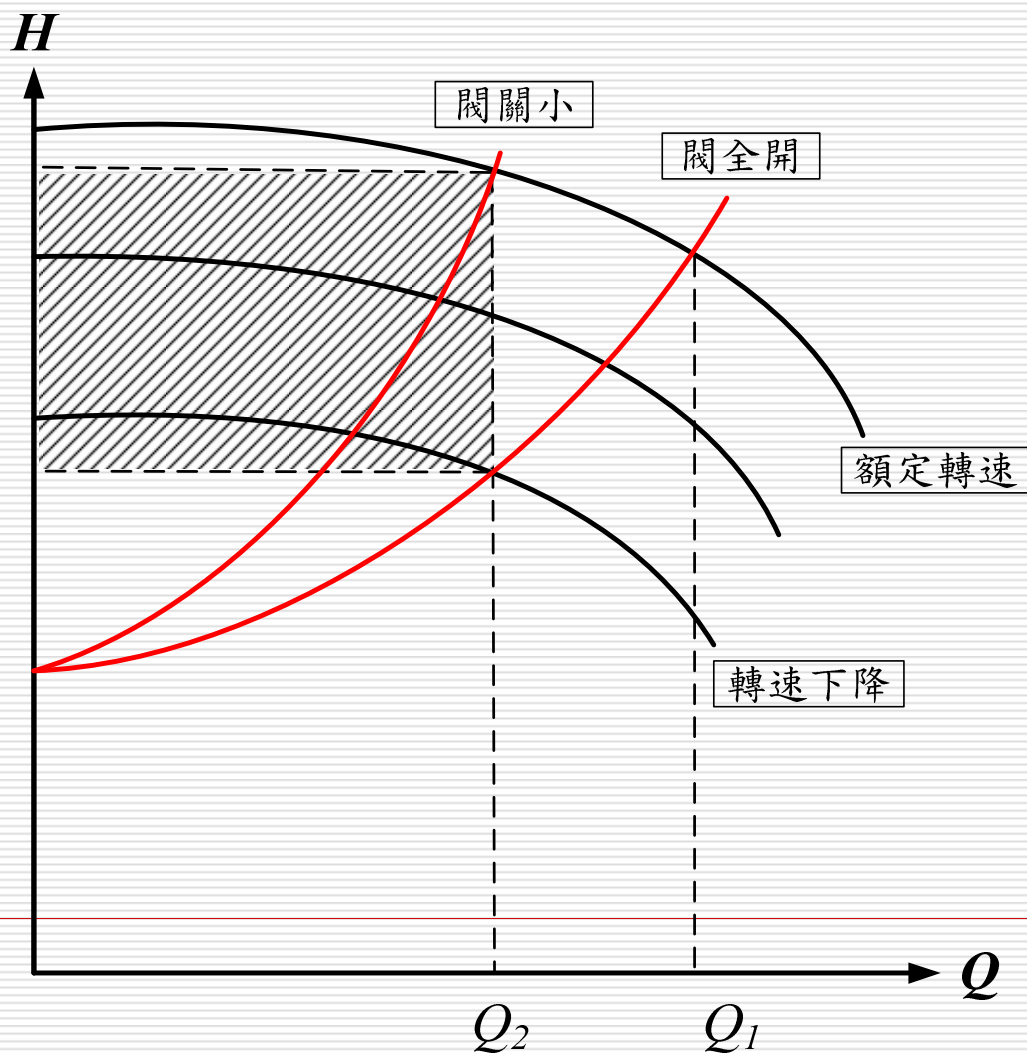
冰水側節能措施與原理

- 流量與轉速成一次方正比，揚程與轉速平方成正比，耗電量則與轉速的三次方成正比。

流量	轉速	揚程	輸入功率
100%	100%	100%	100%
90%	90%	81%	73%
80%	80%	64%	51%
70%	70%	49%	34%
60%	60%	36%	22%
50%	50%	25%	13%
40%	40%	16%	6%
30%	30%	9%	3%

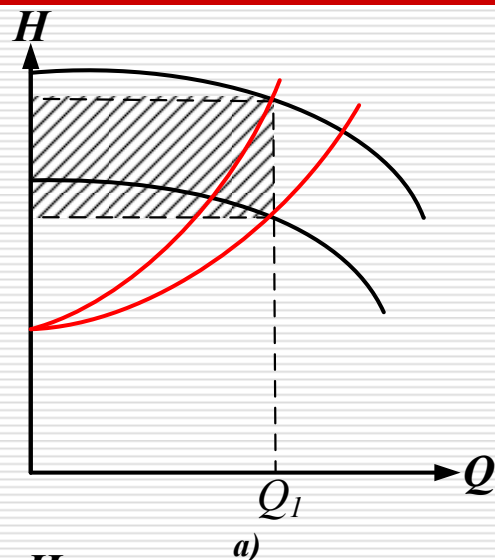
- 當流量降為原來的80%時，輸入功率為原來的51%；若流量僅為原來的50%，耗電量則僅為13%。

閘門控制與變頻控制之節能差異

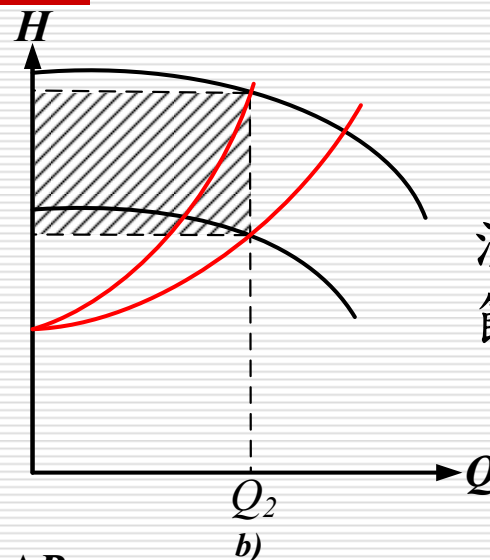


變頻之節能效益與流量關係

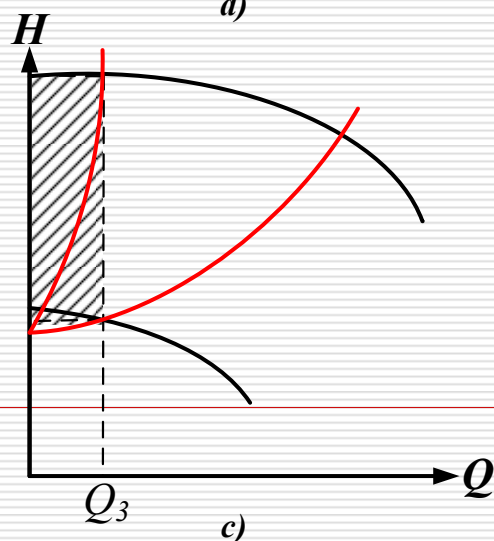
流量開始下降，
出現節能效益。



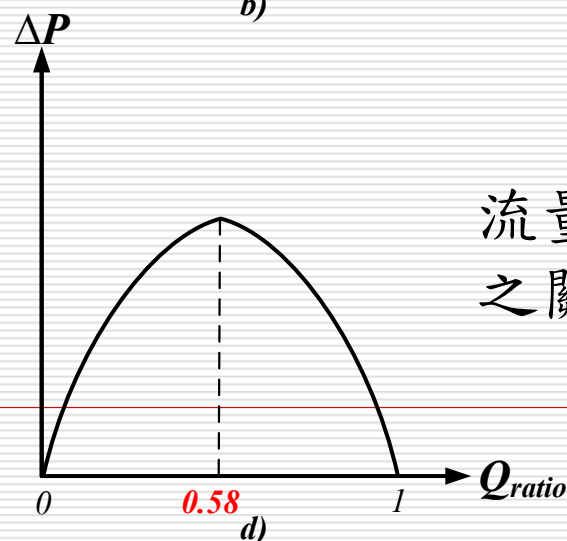
流量下降越多，
節能效益越大。



流量下降過多，
節能效益減少。

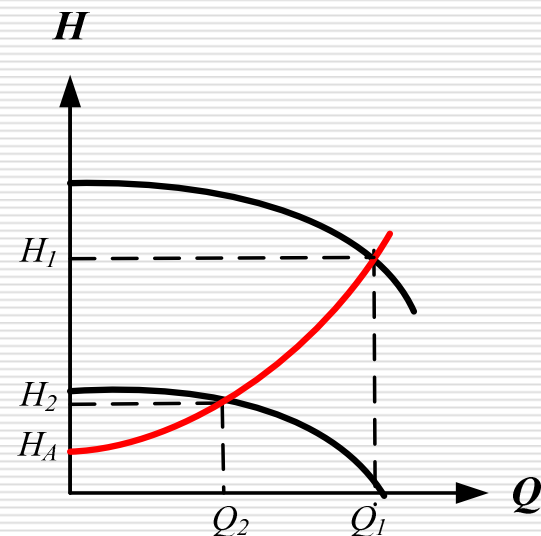
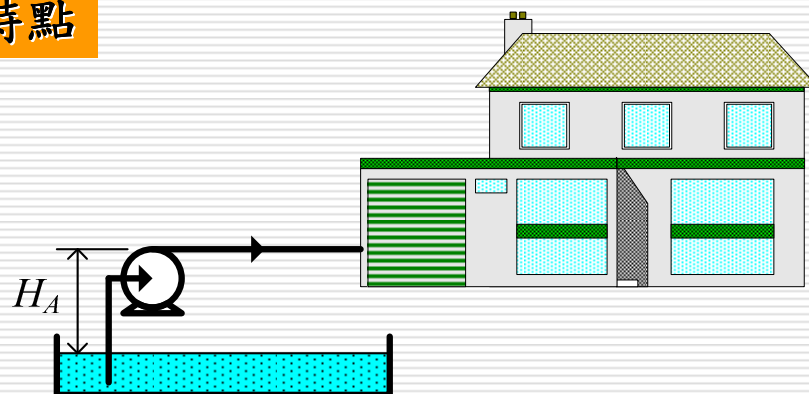


流量與節能效益
之關係。

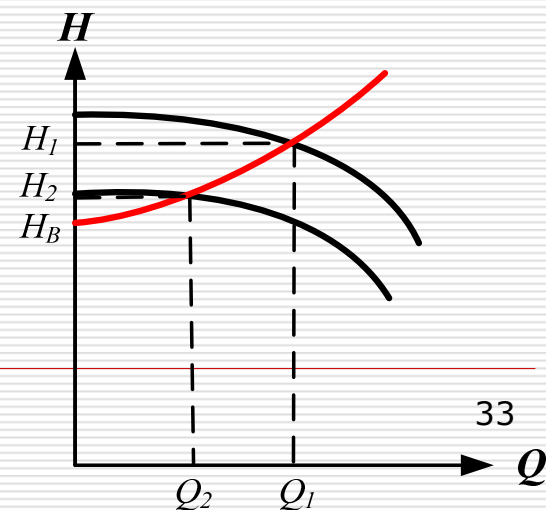
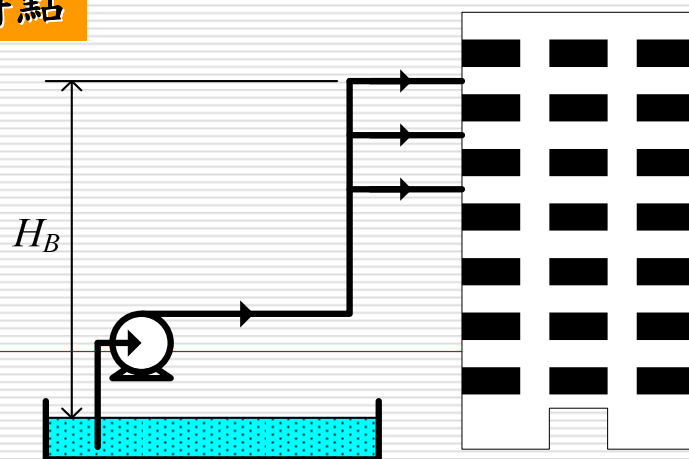


高、低層建築之供水特點

低層建築供水特點



高層建築供水特點



冰水側節能措施與原理

2. 汰換主機

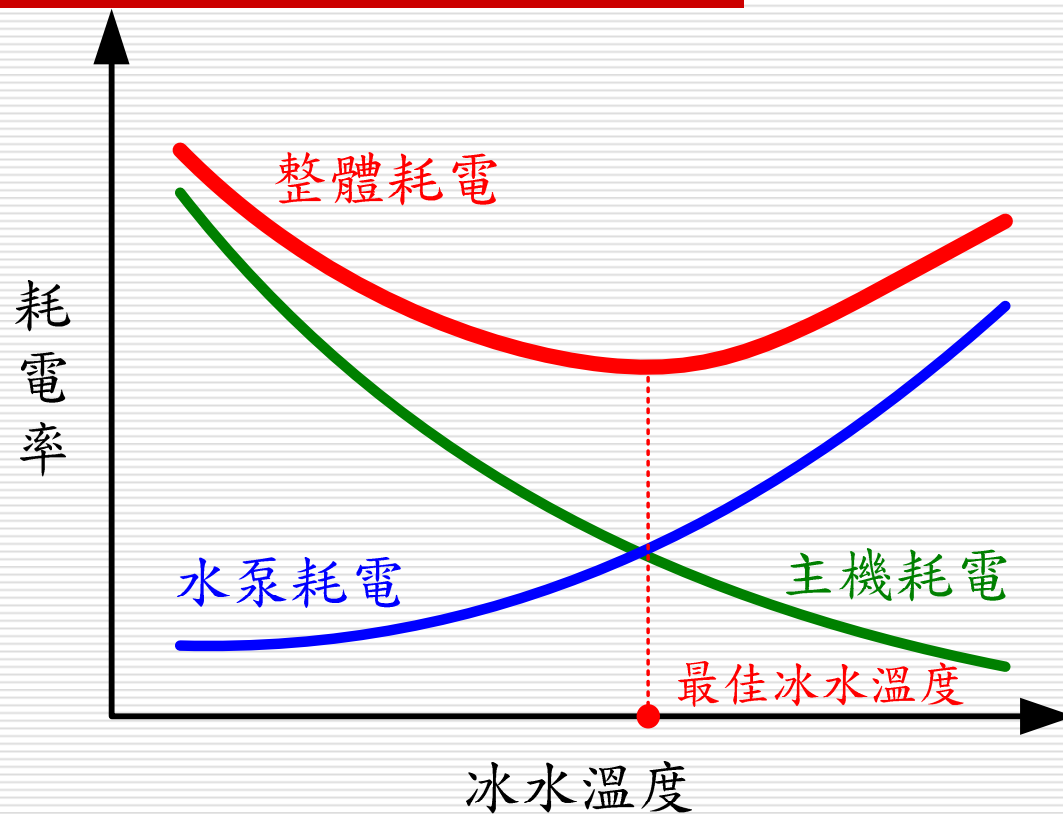
- 隨著冰水主機的生產製造技術的提昇，主機的耗電率（kW/RT）也逐年下降。
- 離心式冰水主機在1970年代耗電率約為0.85 kW/RT，2006年最佳的冰水主機系統耗電率降到0.53 kW/RT左右，亦即30年來主機的耗電率降低達45%以上。
- 將舊主機汰換成高效率的冰水主機，將可以大幅節約空調系統耗電。

冰水側節能措施與原理

3. 主機與冰水泵運轉最佳化

- 同樣的冷凍能力下，當冰水泵流量降低時耗電量下降，但冰水主機效率則因蒸發溫度下降而降低，因此在某個空調負載率下，系統存在具有最低耗電量的操作點。
- 透過在不同負載率下的分析，可得到最佳化的主機與水泵的操作模式，包括最佳水泵水量與冰水溫度。

冰水側節能措施與原理



冰水系統於不同冰水溫度下的耗電狀況

冰水側節能措施與原理

4.最佳化主機群組開機

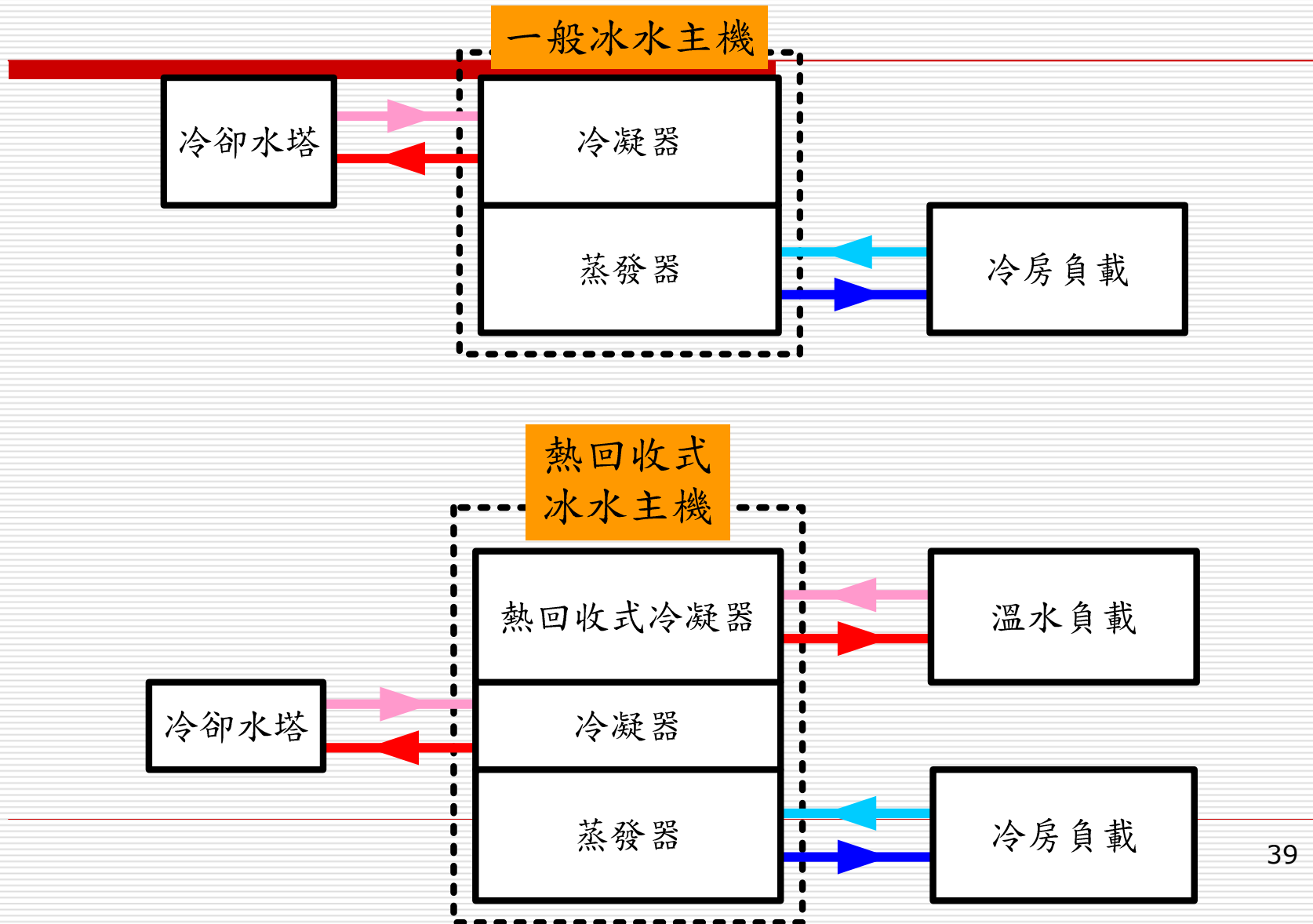
- ❑ 工業廠房均會設置多台冰水主機同時運轉以提供廠房所需的負荷。
- ❑ 離心式冰水主機在負載比例為70%至85%時系統的耗電率最低，而螺旋式主機在75%至100%時最佳，超過此區間運作將較不經濟。
- ❑ 在低負荷的情況下，以停用部分主機使其他主機在最佳負荷區間下運作，或是使各主機以不同的負載率運作，在滿足空調負荷的條件下，使系統總耗電量為最低值，將可以使整體系統以最佳化的操作狀態運轉。

冰水側節能措施與原理

5.採用熱回收冰水主機

- ❑ 熱回收式的冰水主機則是擁有兩個冷凝器，將冰水主機將部分散熱量回收使用。
- ❑ 可降低冷卻水塔所需容量以及耗電量之外，回收的熱能可以作為溫水負載使用，降低鍋爐所需提供的熱能，節省燃料成本與二氧化碳的排放

冰水側節能措施與原理



冰水側節能措施與原理

6. 調高冰水供水溫度

- ❑ 主機的冰水溫度愈高，蒸發壓力也愈高，系統的效率也跟著提升，通常冰水溫度每升高 1°C ，主機效率即上升2%至3%。
- ❑ 在不影響製程設備要求或人員舒適度的情況下，冰水溫度應要愈高愈好。
- ❑ 由於空調負載常隨外氣狀況而改變，因此可利用外氣狀況重新設定適合的冰水溫度，或根據負載變化重新設定冰水溫度。

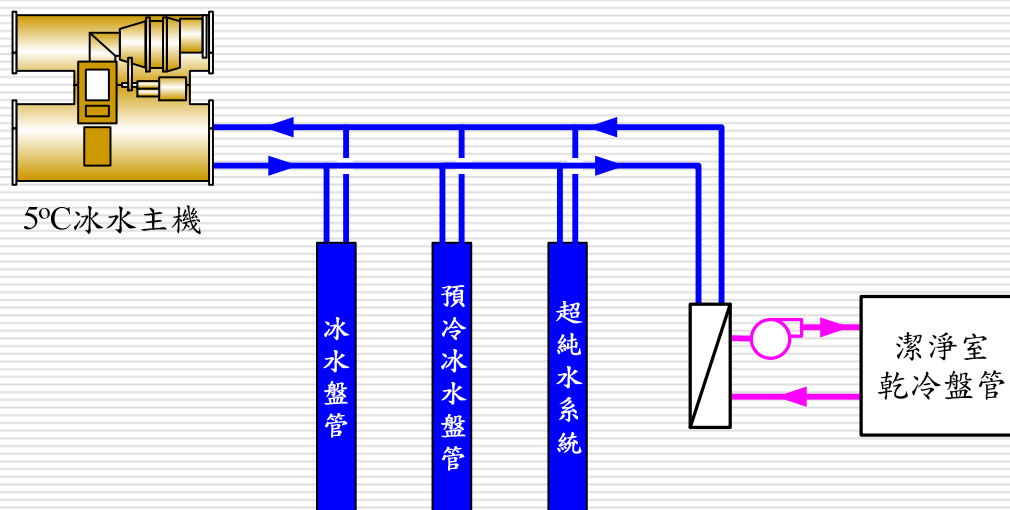
冰水側節能措施與原理

7. 雙溫冰水系統設計

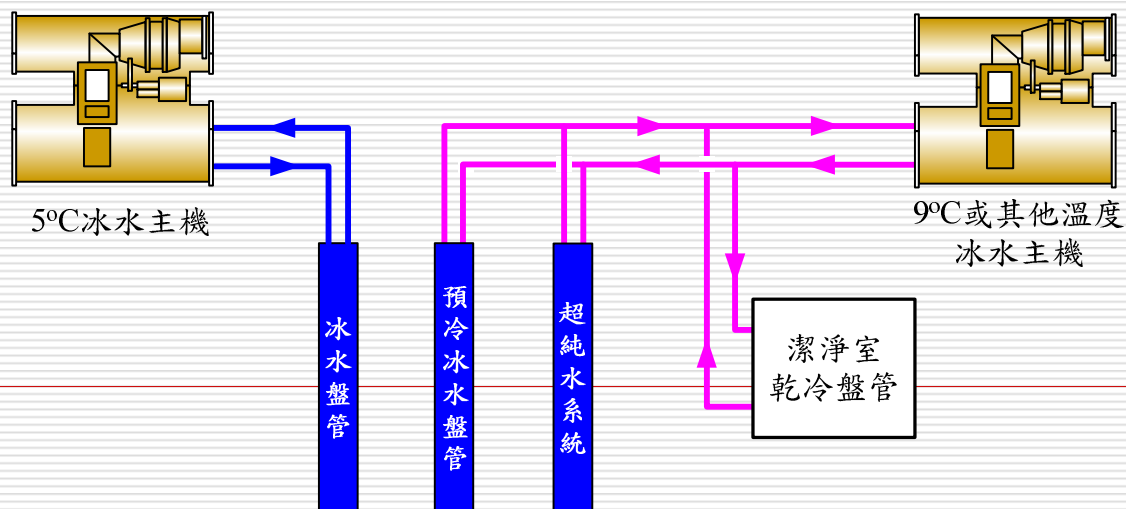
- 目前大部分的半導體廠皆只利用單冰水溫度（ 5°C ）的系統來供應所有的負載，由於部分設備適合水溫較 5°C 為高， 5°C 的冰水必須先經加熱，而後才能使用
- 除了浪費冰水主機的冷凍能力外，亦造成其他設備（如鍋爐）的耗能。
- 若將需要較高溫冰水的設備以另外的冰水主機供應，則可以節省主機耗電。

冰水側節能措施與原理

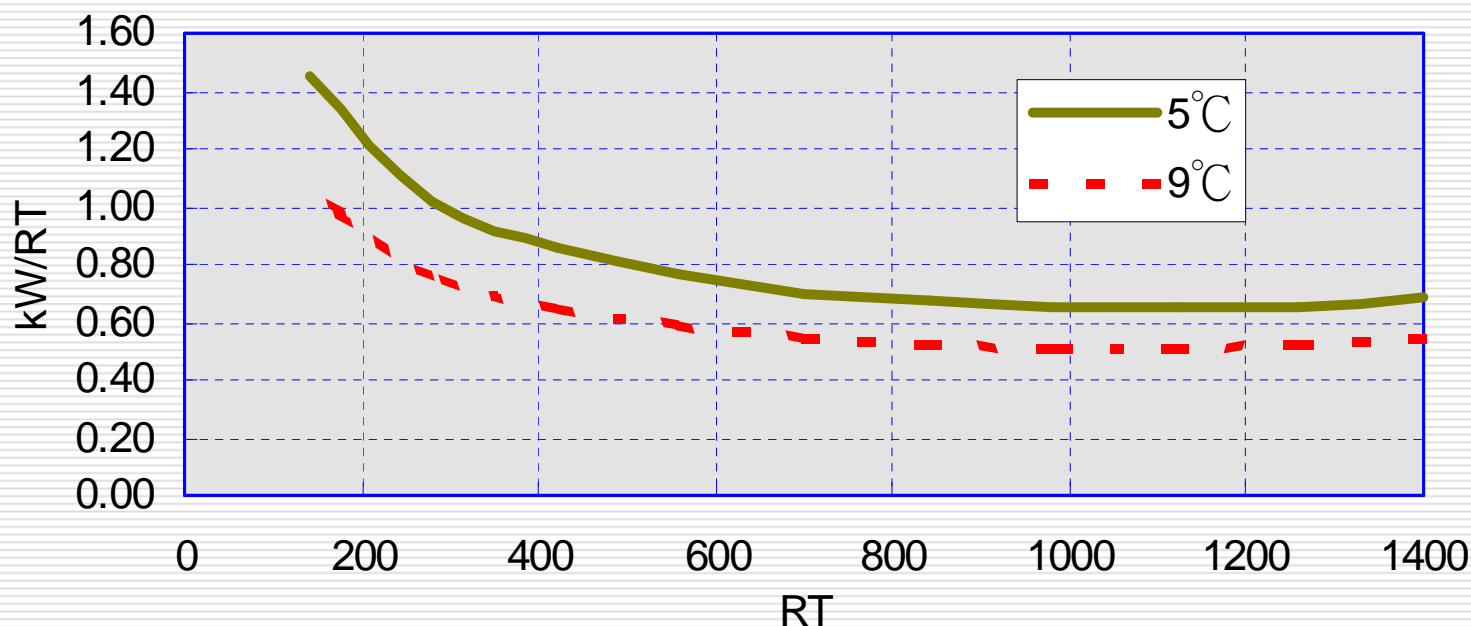
改善前



改善後



冰水側節能措施與原理



不同冰水溫度下的主機耗電狀況

- 9°C離心式冰水主機的效率比5°C者高約10%，若冰水系統以5°C與9°C的雙冰水溫度系統設計，將廠中部分設備改以9°C者取代，則可達到節省主機耗電的目的。

空調系統－冷卻水側

□ 冷卻水側節能措施與原理

- 主機與冷卻水塔運轉最佳化（冷卻水溫度最佳化）
- 冷凝器除垢與增加砂濾器
- 主機與冷卻水泵運轉最佳化
- 冷卻水塔放流水回收
- 冷卻水塔合併運轉
- 空調冷凝水回收至冷卻水塔

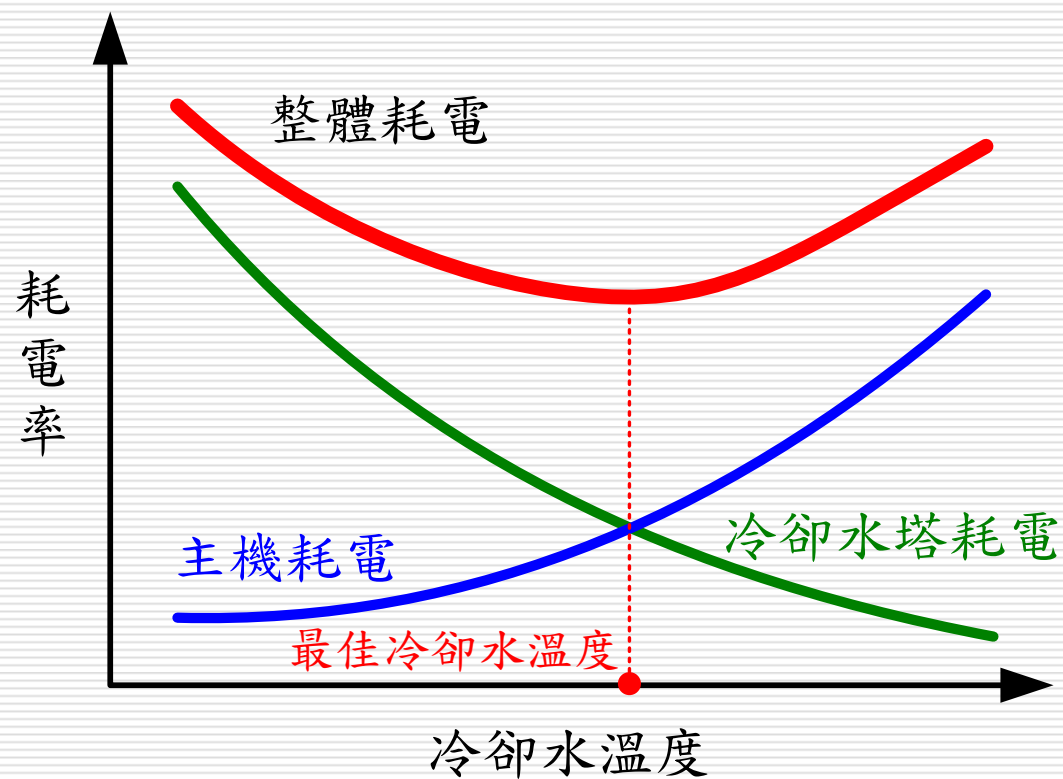
冷卻水側節能措施與原理

1. 主機與冷卻水塔運轉最佳化（冷卻水溫度最佳化）

- 降低冷卻水溫度可降低冰水主機耗電，但水塔風車的耗電將會提高，整體系統的運轉將具有最低耗電量的最佳的操作點。

主機型式 (採用水冷式冷凝器)	性能提升百分率 (% kW/°C 冷凝水溫)
往復式	2.0 ~ 2.5
渦卷式	2.5 ~ 2.7
螺旋式	2.9 ~ 3.2
離心式	1.8 ~ 2.9
變頻離心式	4.3 ~ 4.7
吸收式	2.5 ~ 2.7

冷卻水側節能措施與原理



空調系統於不同冷卻水溫度下的耗電狀況

冷卻水側節能措施與原理

2. 冷凝器除垢與增加砂濾器

- ❑ 水冷式冷凝器的銅管易受水質不佳的影響而產生結垢，造成熱交換器效能下降及主機性能下降。
- ❑ 以離心式冰水主機為例，水質污垢係數每降低0.0001 $m^2\text{°C/W}$ ，冰水主機的耗電率則可以下降0.003 kW/RT。
- ❑ 因此冷凝器應定期（一年）加藥清洗一次，或加裝管刷設備定時清潔冷凝器內部表面。亦可在冷凝水管路中增加砂濾器過濾水中雜質，以抑制冷凝器結垢的產生。

冷卻水側節能措施與原理

3. 主機與冷卻水泵運轉最佳化

- 當冷卻水泵流量降低時，水泵耗電量下降，冰水主機的效率則因冷凝溫度提高而降低。
- 考慮在相同的散熱量的情況下，冷卻水泵與冰水主機間有一個最佳操作點存在。
- 可透過最佳化方法的分析模式，針對冷卻水泵與冰水主機聯合運轉下的最佳操作狀況進行探討。

冷卻水側節能措施與原理

4.冷卻水塔放流水回收

- ❑ 冷卻水塔屬開放式設計，其內部水質容易受到室外環境的污染而變差，每隔一段時間會將冷卻水放流而後再補充新的水，以確保冷凝水的品質。
- ❑ 放流水水質雖較為不潔，但仍可回收作其他用途，如作為廠房人員洗手間的盥洗用水等，達到省水的功能。

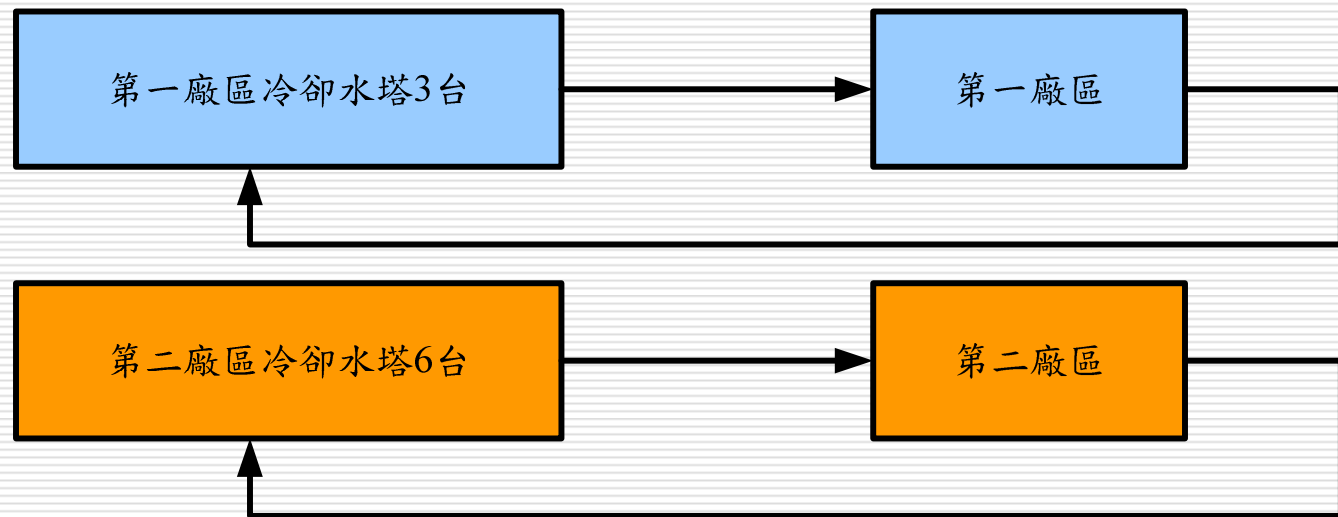
冷卻水側節能措施與原理

5.冷卻水塔合併運轉

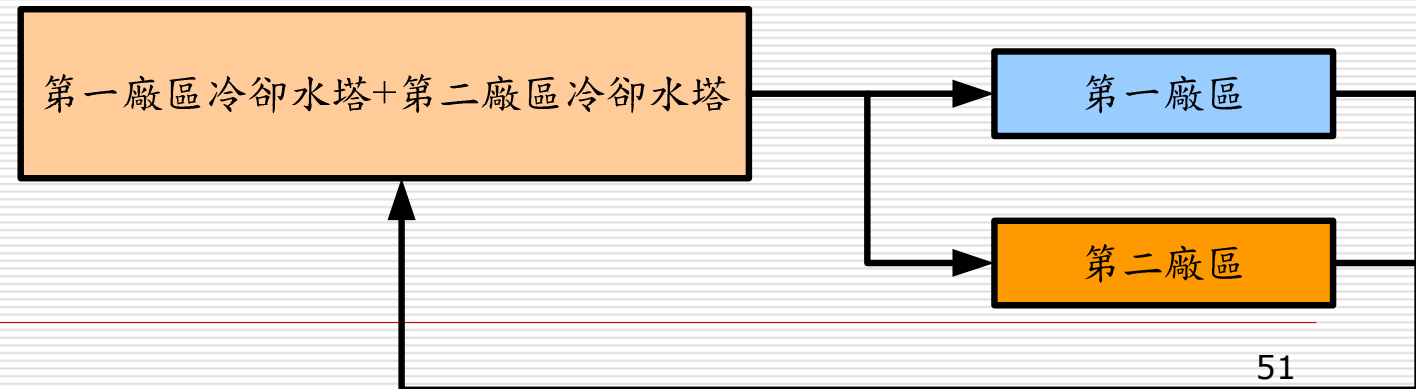
- 在工業廠房中，不同廠區的冷卻水塔大多是採各自運轉的操作策略，若各廠區間的距離不遠，可在滿足各廠區的負載之下，將各廠區的冷卻水塔聯合運轉或是予以合併，如此將可以提高冷卻水塔的運轉彈性，並搭配冷卻水塔水泵開機台數最適化操作，將可以節省冷卻水塔與水泵之耗電。

冷卻水側節能措施與原理

冷卻水塔
獨立運轉



冷卻水塔
合併運轉



冷卻水側節能措施與原理

6. 空調冷凝水回收至冷卻水塔

- 一般廠房的空調機冷凝水及蒸汽冷凝水均是直接排入水溝或是進入廢水處理廠中進行水質處理，相較於自來水而言，空調機冷凝水及蒸汽冷凝水的來源為空氣中或是鍋爐的水蒸氣，其水質可能更為潔淨，因此可將冷凝水以集管收集連結至緩衝槽槽回收，泵浦送至冷卻水塔，作為補充水用，將可減少水資源的浪費。

冷卻水側節能措施與原理

7. 冷卻水泵與冰水泵之過大設計

- 一般空調系統為避免冷房需求、產品量率受到影響，因此在空調設備設計的過程中，皆會乘上安全係數。
- 但根據設計者的經驗與專業程度之不同，所設計之設備容量將不一致。當安全係數過大時，將導致空調設備在運轉中出現耗電甚巨之情形。
- 因此透過適當之節能診斷，可把容量過大設計之空調設備，如冷卻水泵與冰水泵，進行汰換，以節省日後之運轉電費。

其他空調系統之節能措施

分類	措施內容
廠房溫濕度與空調負荷方面	降低相對濕度，減少送風量。
	廠房溫度夏天別設定過低，冬天別設定過高。
	根據相關標準，充分利用回風。
	選用熱傳係數較低的建材，降低建築物空調負荷。
	改善建築物周圍結構之保溫性能，加強門窗管理。
	直接從設備端排熱、排塵。
	冷熱水管外層包覆保溫層。
	從生產機台處進行節能，進而降低空調負荷。
	按產品種類合理排列生產機台，以便分區控制廠內溫濕度。

冰水管路系統平衡與節能分析

- 空調水路系統的冰水主機、水泵是主要耗能設備，常被用來檢討能源管理的一項重要技術。這些裝置要能獲得預期效果，輸入功得以完全轉化為有效冷能，管路系統之一次側(主機側)與二次側(負載側)或三次側間之正確流量設計與良好的水路平衡循環是主要的關鍵技術，也是能源管理中重要的一項指標。

1、定流量系統

- 定流量系統就是系統運轉時流量維持固定不變。如下所示，是早期最常見的一種設計方式

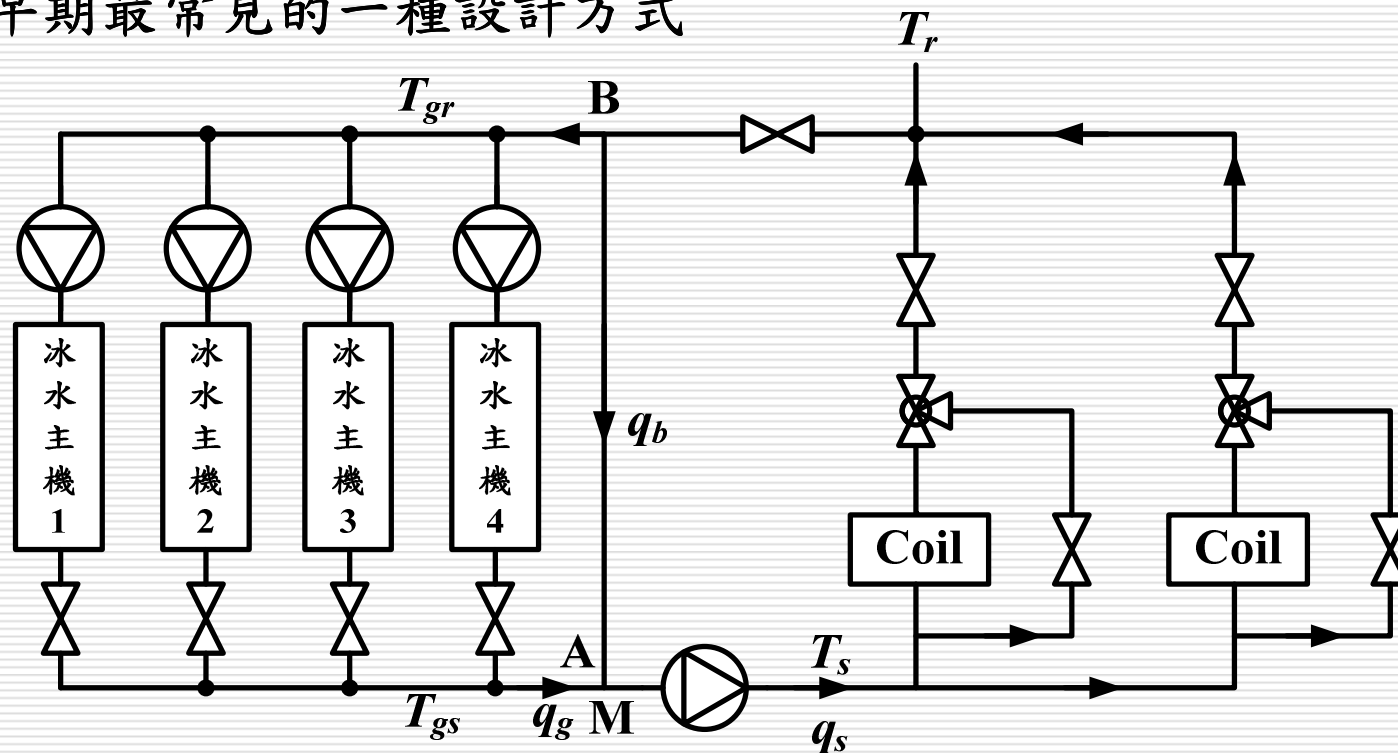


圖1、定流量系統圖

定流量系統說明

- 閉迴路，系統使用三通閥、旁通迴路與冰水主機、水泵、盤管構成密閉循環系統。
- 系統流量基本上維持固定。
- 優點：
 - 負載各自獨立之控制(三通閥)系統，負載在定流量狀況下，彼此間互不干擾。
 - 基本上定流量的系統，溫度精度要求較易獲得控制。
 - 定流量的系統基本上較適用於單台主機運轉系統或兩台主機串聯系統。

定流量系統說明

□ 缺點：

- 系統採用三通閥時，為滿足各負載最大負荷流量，致系統的總流量增加，水泵因此過大設計，運轉費用增大。
- 當系統水路不平衡時，負載側溢流狀況下，四台主機全部啟動運轉，也難獲得冰水出口之設計溫度，如表1及圖2所示。
- 系統採用三通閥時，在部份負載下有較低回水溫度，將導致主機運轉效率的降低。

表1：系統平衡與不平衡(溢流)之冰水出口溫度狀況

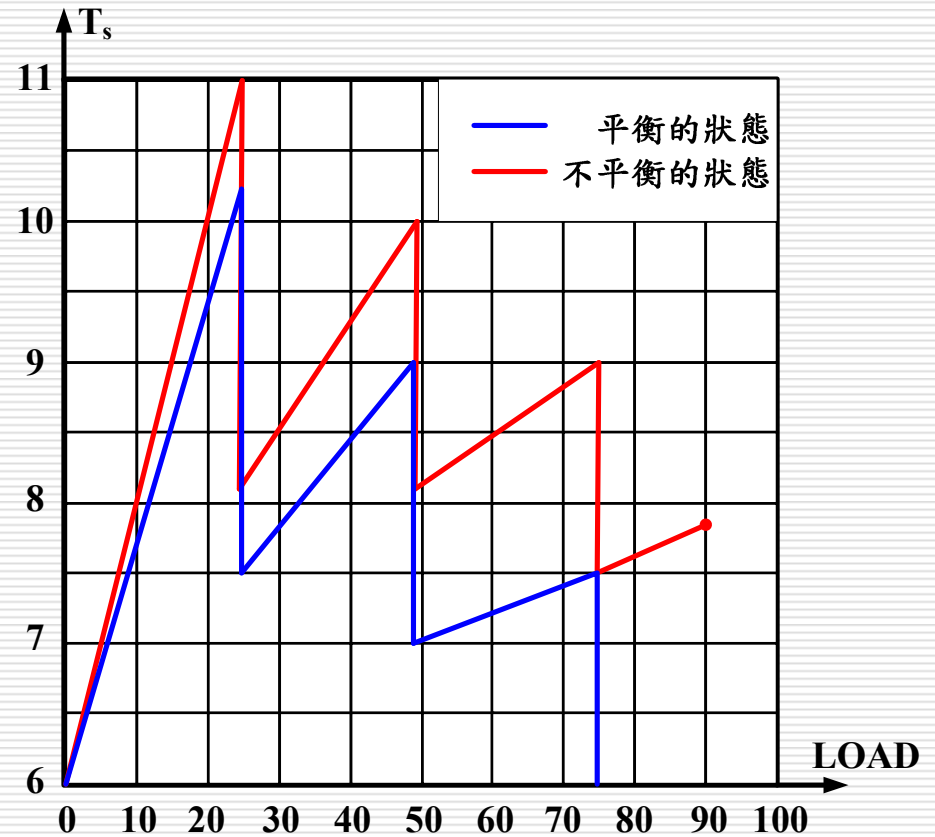
負載百分比%	開機台數	主機啟動負載%	回水溫度(T_{gr})°C	送水量(q_s)=100% , 主機出水溫度(T_{gs})=6°C $S_{qg}=1$; $S_{qs}=1$		送水量(q_s)=150% , 主機出水溫度(T_{gs})=6°C $S_{qg}=1$; $S_{qs}=1.5$	
				送水溫度(T_s)°C	送水量(q_b)%	送水溫度(T_s)°C	送水量(q_b)%
5	1	25	7.2	6.9	75	7.0	125.0
10	1	25	8.4	7.8	75	8.0	125.0
15	1	25	9.6	8.7	75	9.0	125.0
20	1	25	10.8	9.6	75	10.0	125.0
25	1	25	12.0	10.5	75	11.0	125.0
30	2	50	9.6	7.8	50	8.4	100.0
35	2	50	10.2	8.1	50	8.8	100.0
40	2	50	10.8	8.4	50	9.2	100.0
45	2	50	11.4	8.7	50	9.6	100.0
50	2	50	12.0	9.0	50	10.0	100.0
55	3	75	10.4	7.1	25	8.2	75.0
60	3	75	10.8	7.2	25	8.4	75.0
65	3	75	11.2	7.3	25	8.6	75.0
70	3	75	11.6	7.4	25	8.8	75.0

表1：系統平衡與不平衡(溢流)之冰水 出口溫度狀況(續)

負載百分比%	開機台數	主機啟動負載%	回水溫度(T_{gr})°C	送水量(q_s)=100% , 主機出水溫度(T_{gs})=6°C $S_{qg}=1 ; S_{qs}=1$		送水量(q_s)=150% , 主機出水溫度(T_{gs})=6°C $S_{qg}=1 ; S_{qs}=1.5$	
				送水溫度(T_s)°C	送水量(q_b)%	送水溫度(T_s)°C	送水量(q_b)%
75	3	75	12.0	7.5	25	9.0	75.0
80	4	100	10.8	6.0	0	7.6	50.0
85	4	100	11.1	6.0	0	7.7	50.0
90	4	100	11.4	6.0	0	7.8	50.0
95	4	100	11.7	6.0	0	-	-
100	4	100	12.0	6.0	0	-	-

圖2：冰水溫度 T_s 變化圖

- 當冰水主機維持穩定的出口溫度 T_{gs} 如圖1所示，系統平衡與不平衡，冰水溫度 T_s 變化的情形。



2、二次負載側變流量系統- A與B間定壓差控制

- 系統採用二通閥。
- 系統在部份負載下運轉。
- 負載端不設水泵，主機水泵的設計應能克服主機與負載端壓損，AB間之恆定壓差控制，當可維持多台主機間之操作運轉互不干擾。
- 為保持AB間恆定壓差，當第二台主機水泵啟動，由於負載控制閥來不及打開導致系統壓力瞬間升高，回水進入主機之流量少，導致主機蒸發器結冰危險，因此主機出口端有裝設電動控制閥的必要，如圖3。

圖3：定壓差控制系統圖

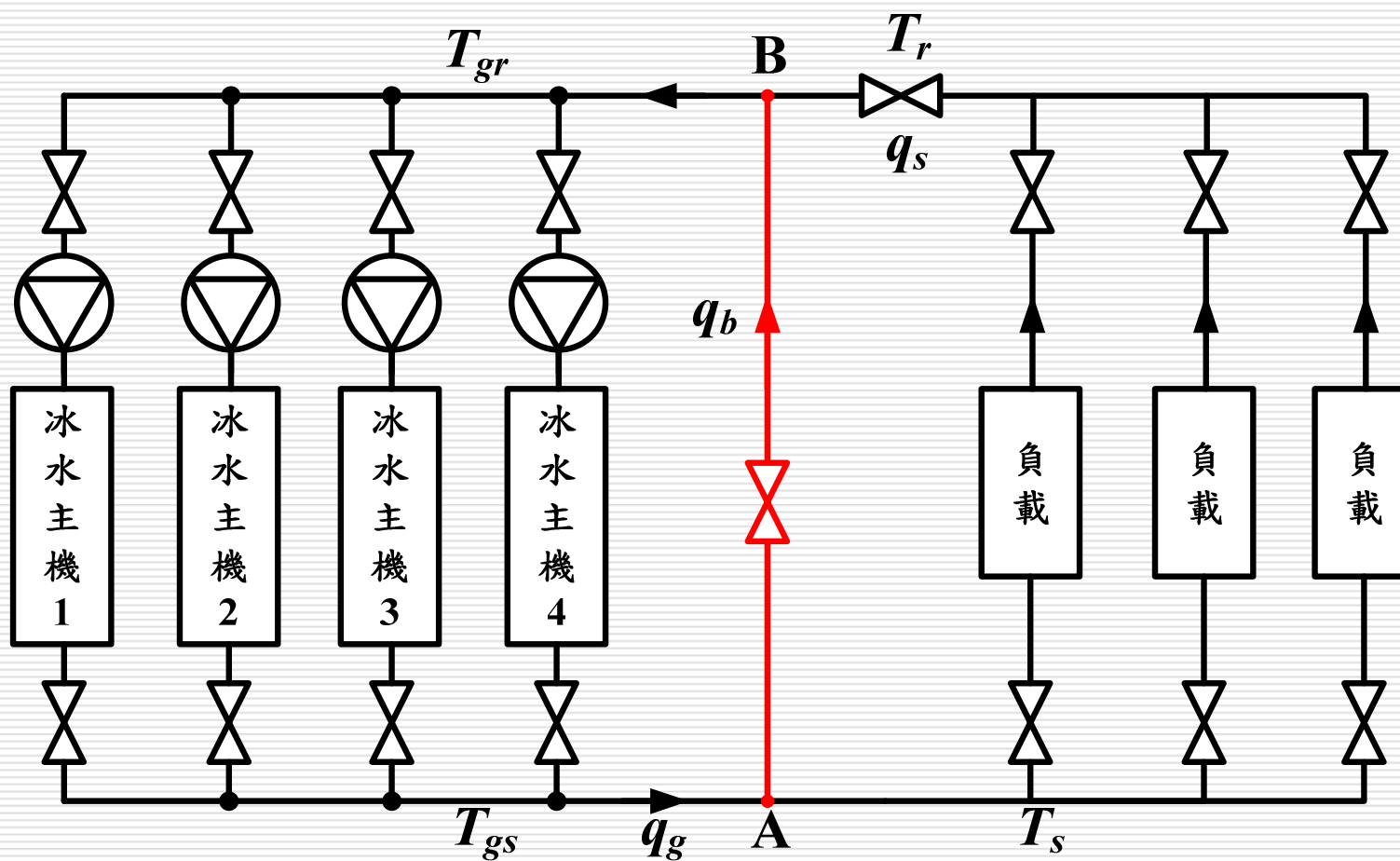


圖4：A與B間零壓差控制系統圖

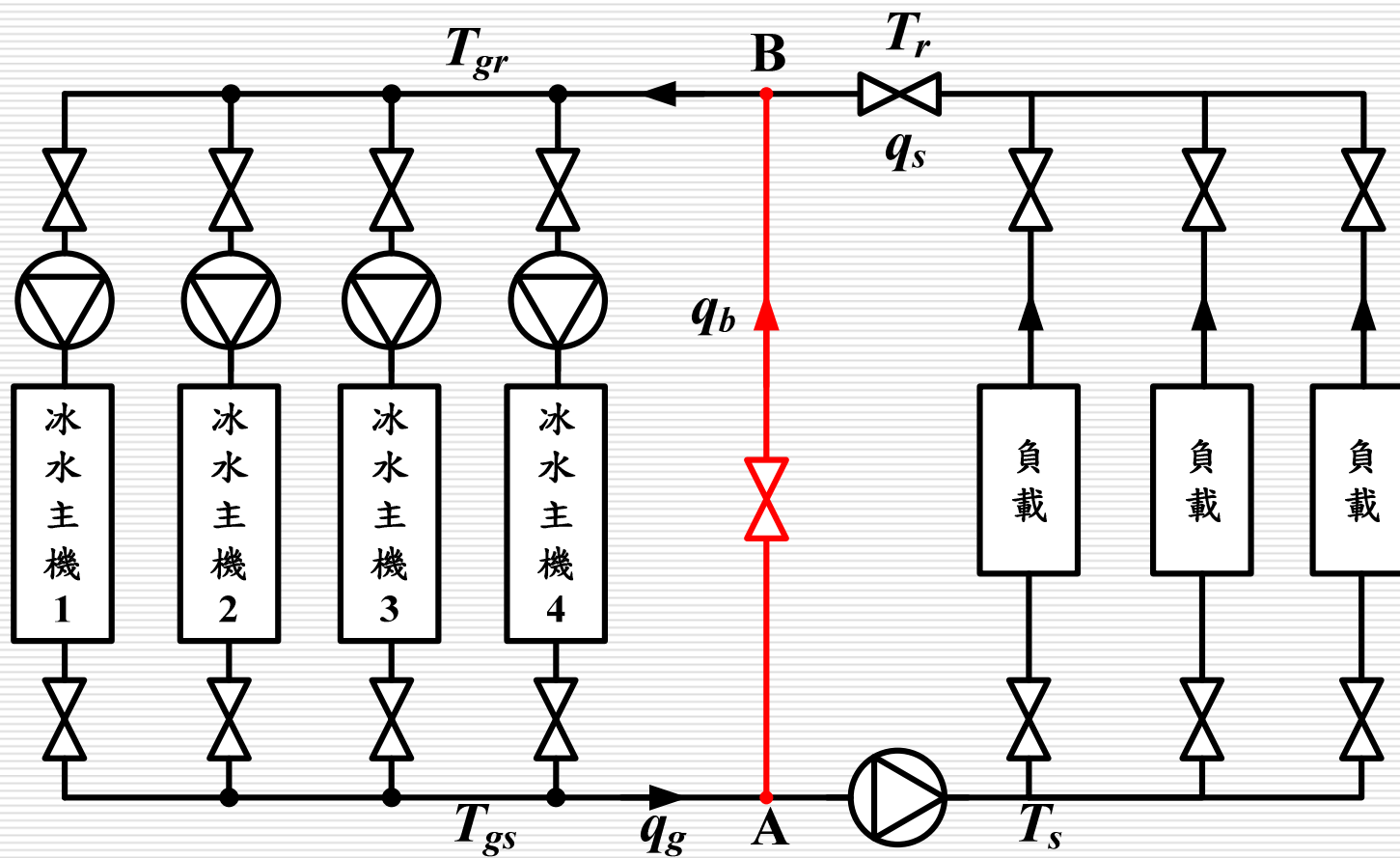
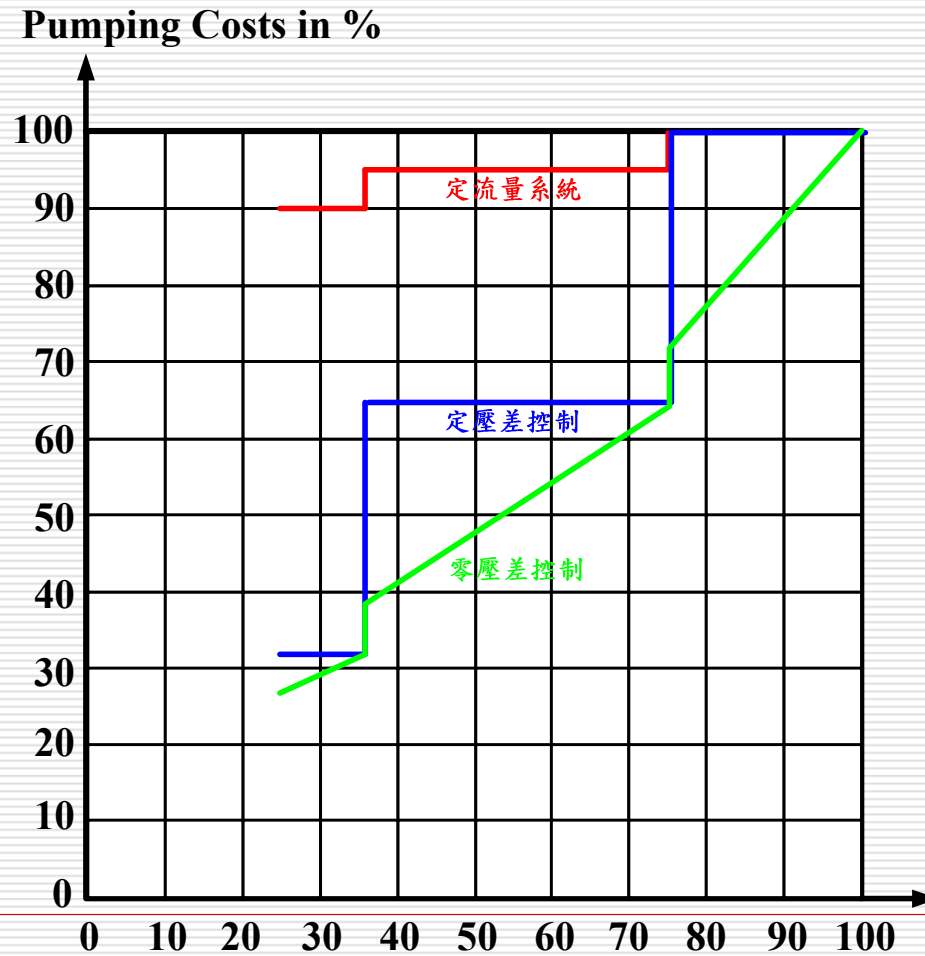
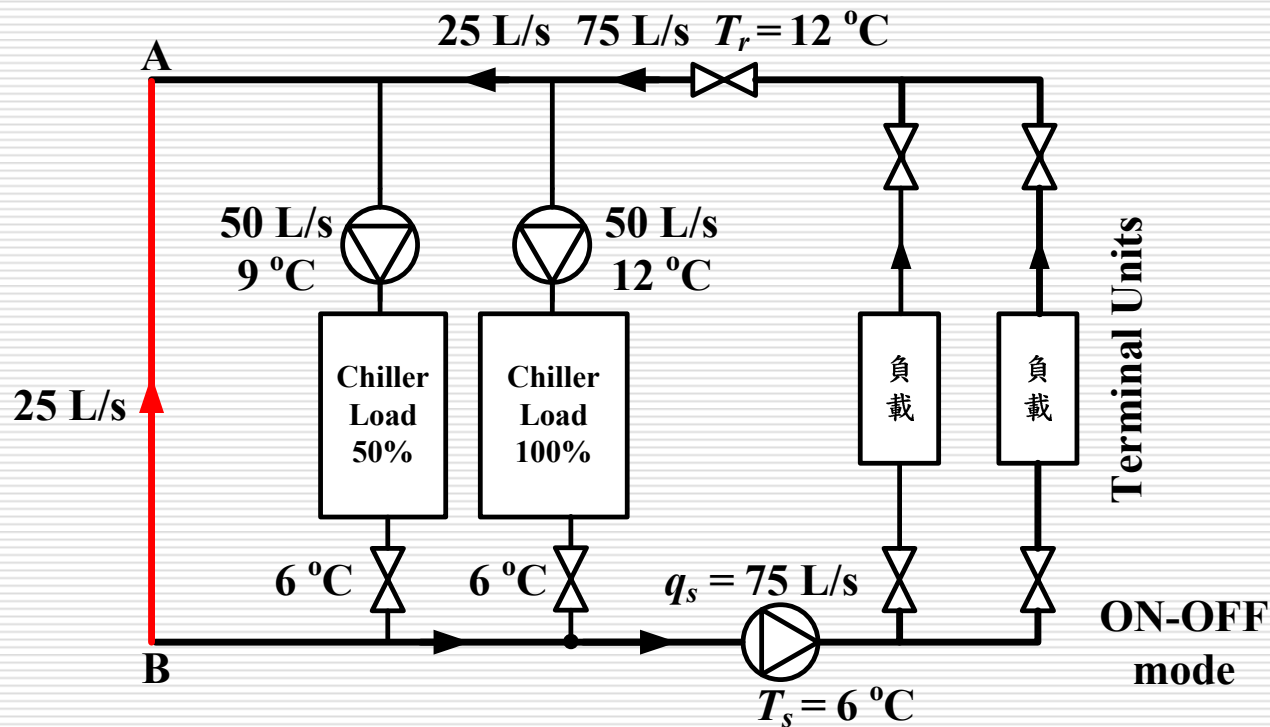


圖5：三種系統之運轉耗能比較



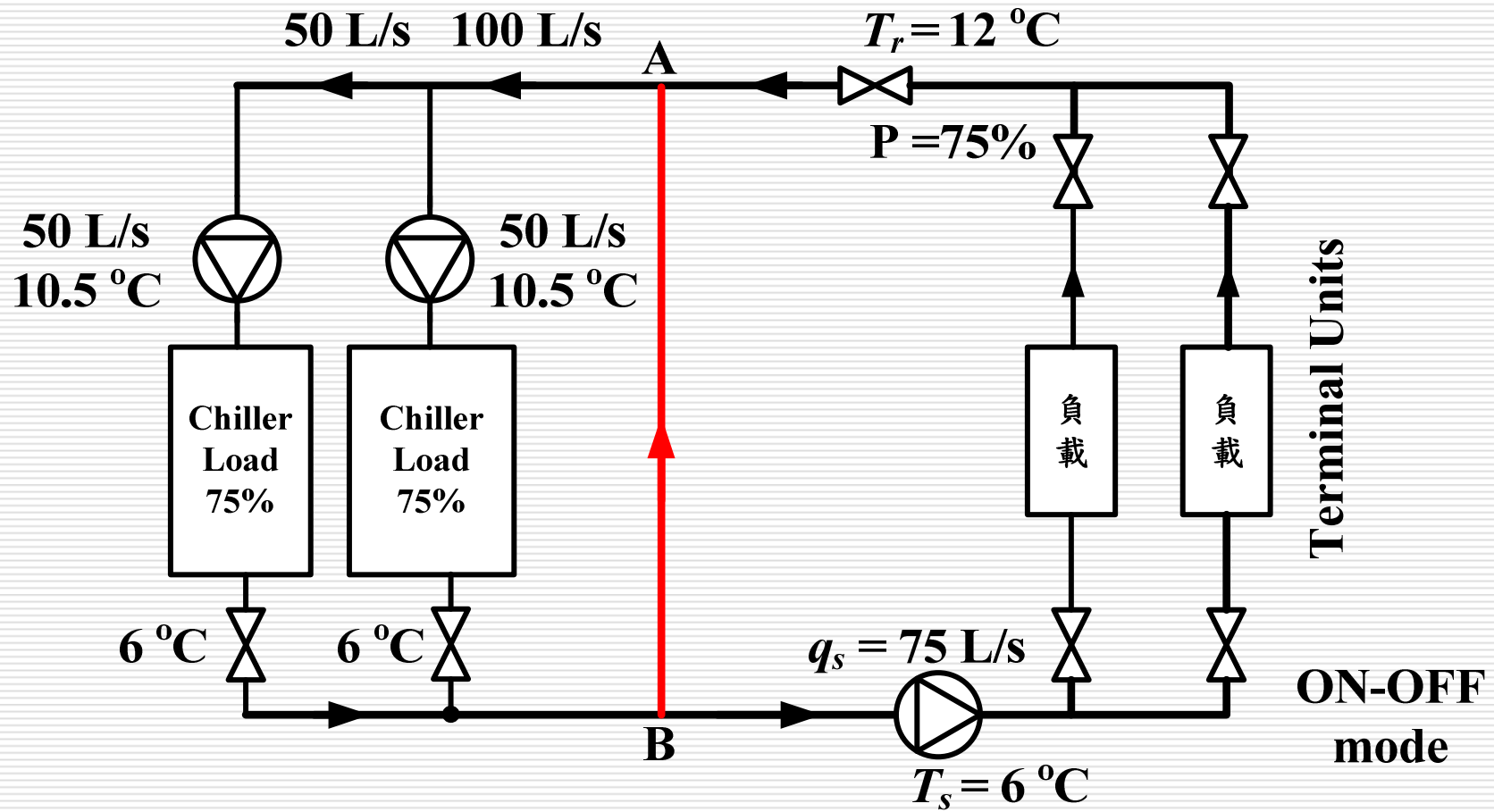
3、旁通管之位置

- 負載(Terminal unit)以ON-OFF mode操作



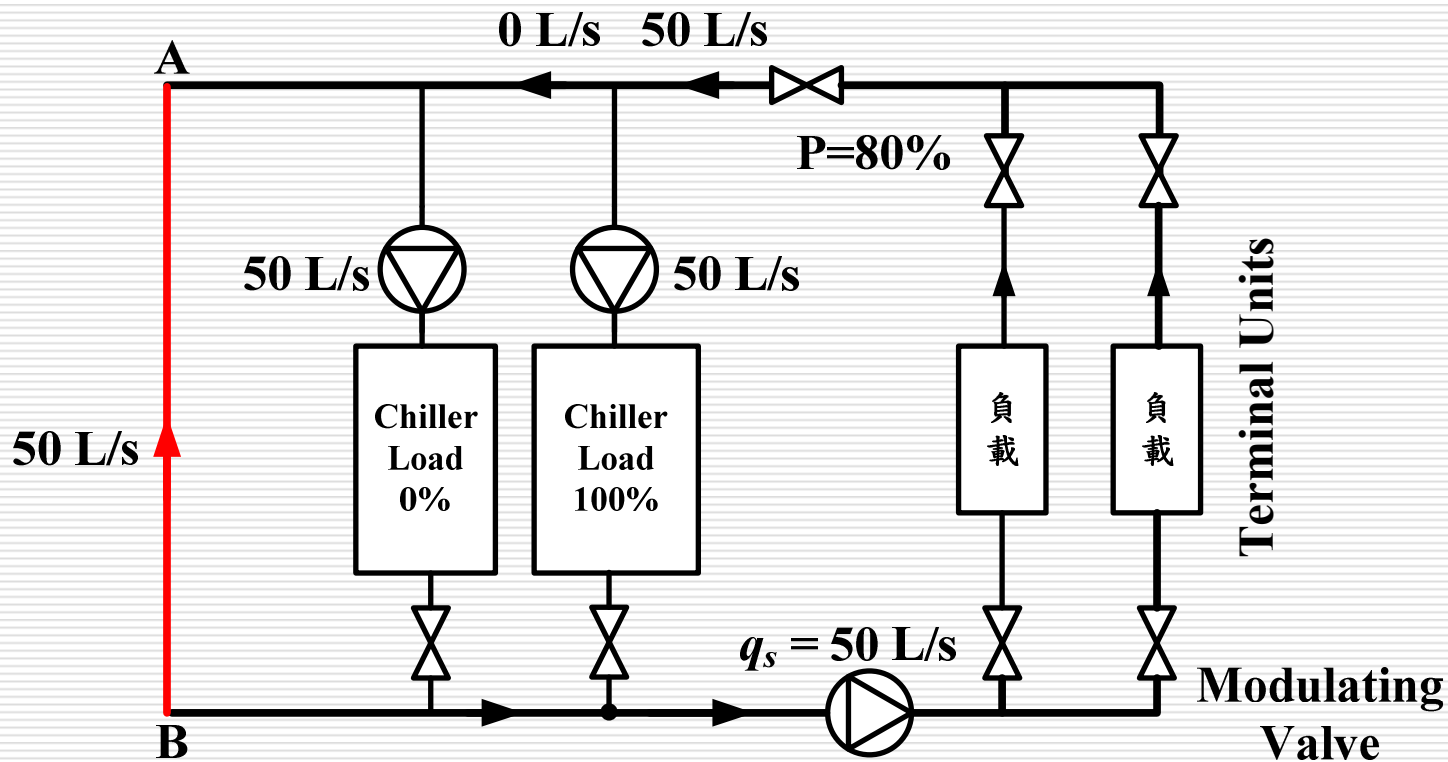
旁通管在主機上游，負載與二次側流量 = 75 %，75 L/s 66

旁通管之位置



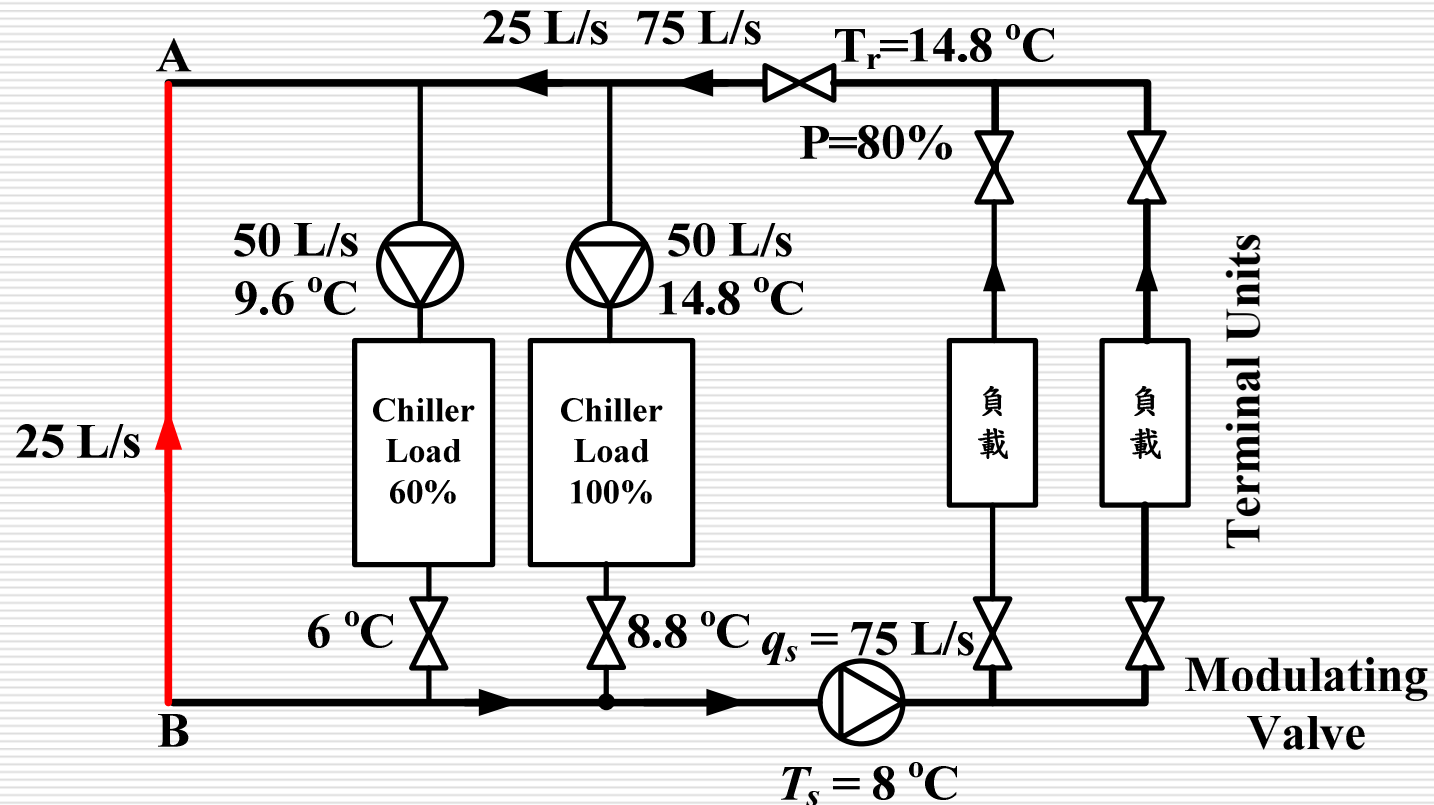
旁通管在中間，負載與二次側流量=75%，75 L/s

負載側均以比例閥(Modulating Valve)操作



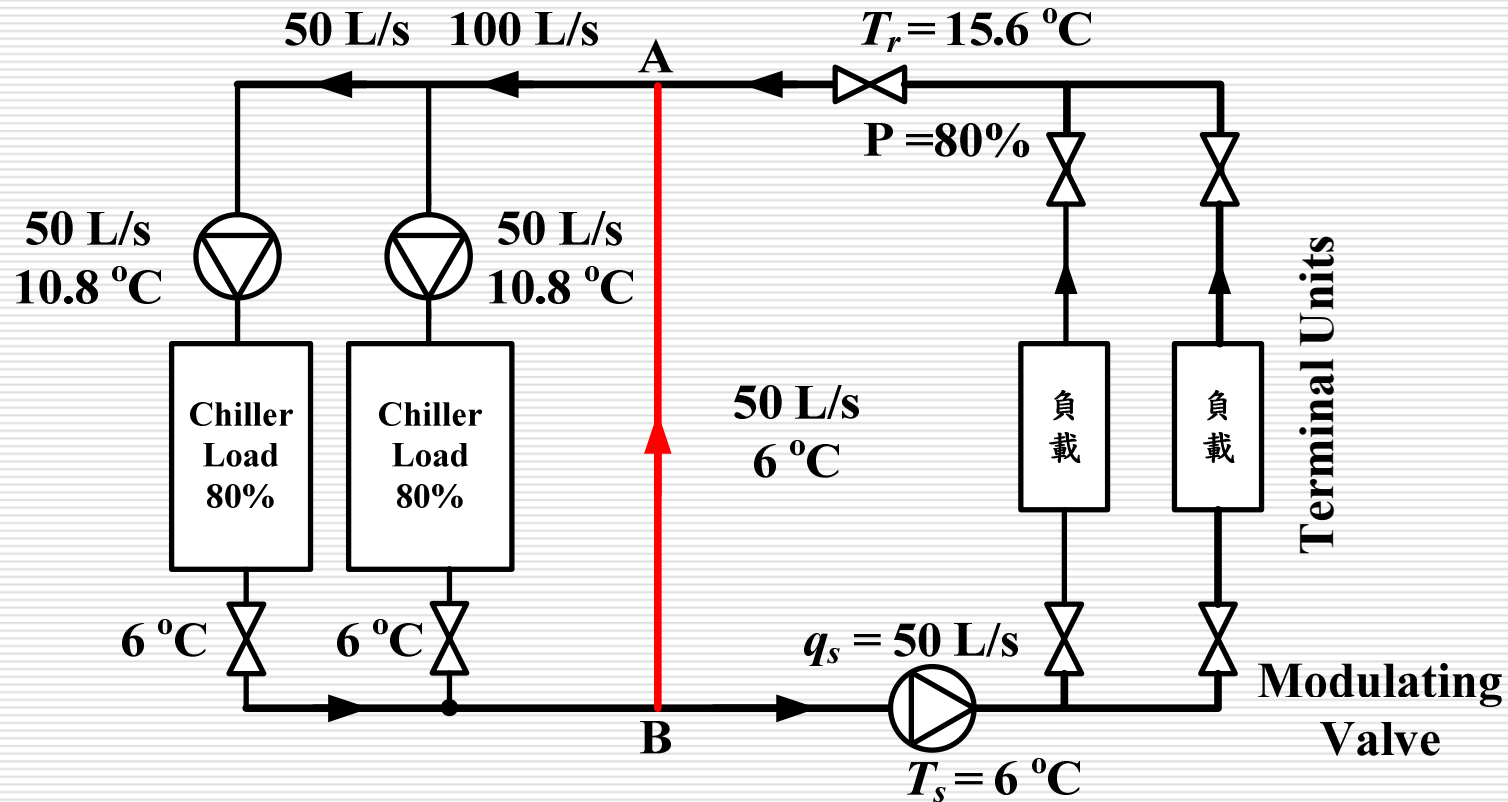
旁通管在主機上游，負載與二次側流量=80%，50 L/s 68

負載側均以比例閥(Modulating Valve)操作



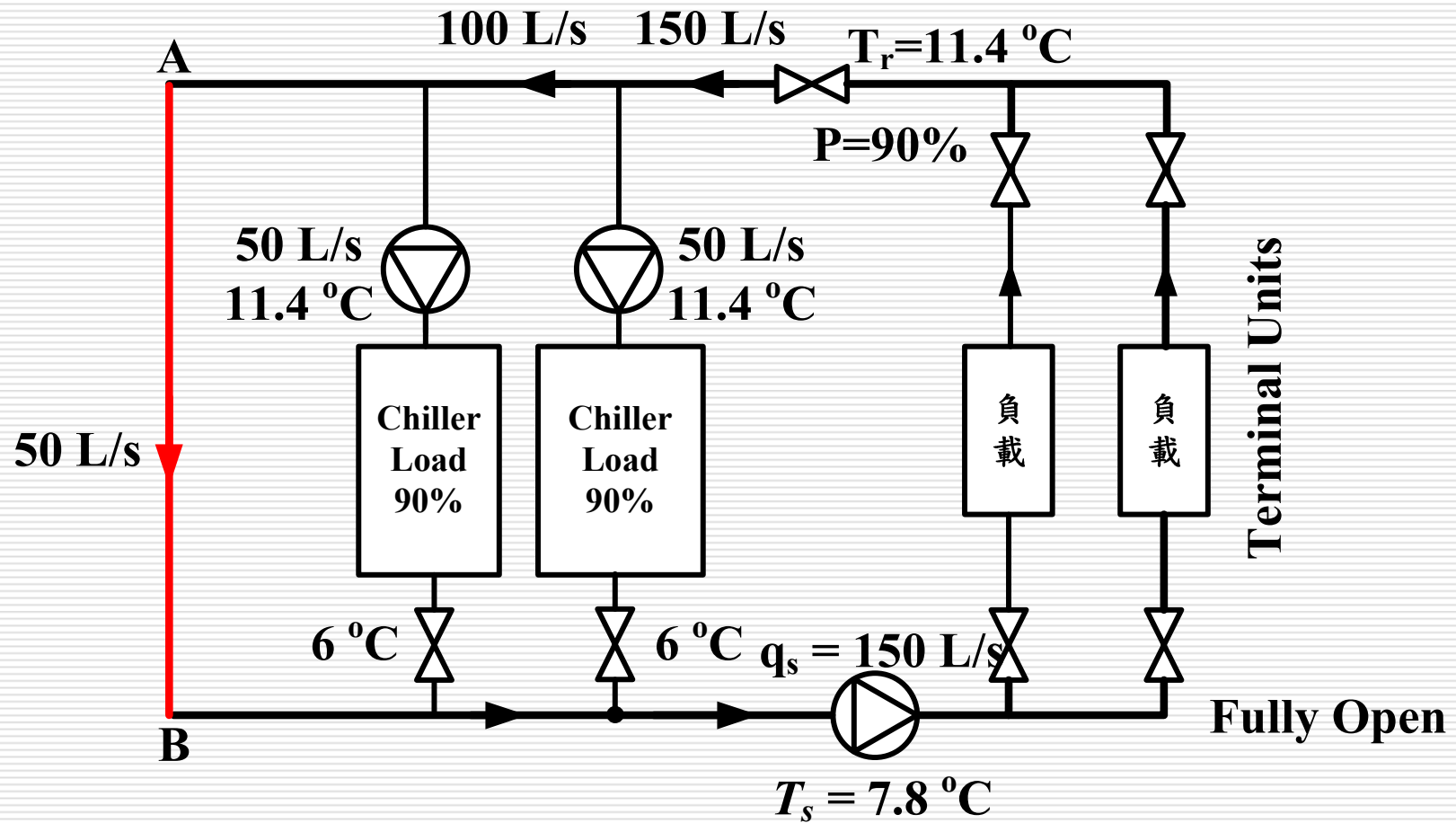
旁通管在主機上游，負載與二次側流量=80%，75 L/s

負載側均以比例閥(Modulating Valve)操作



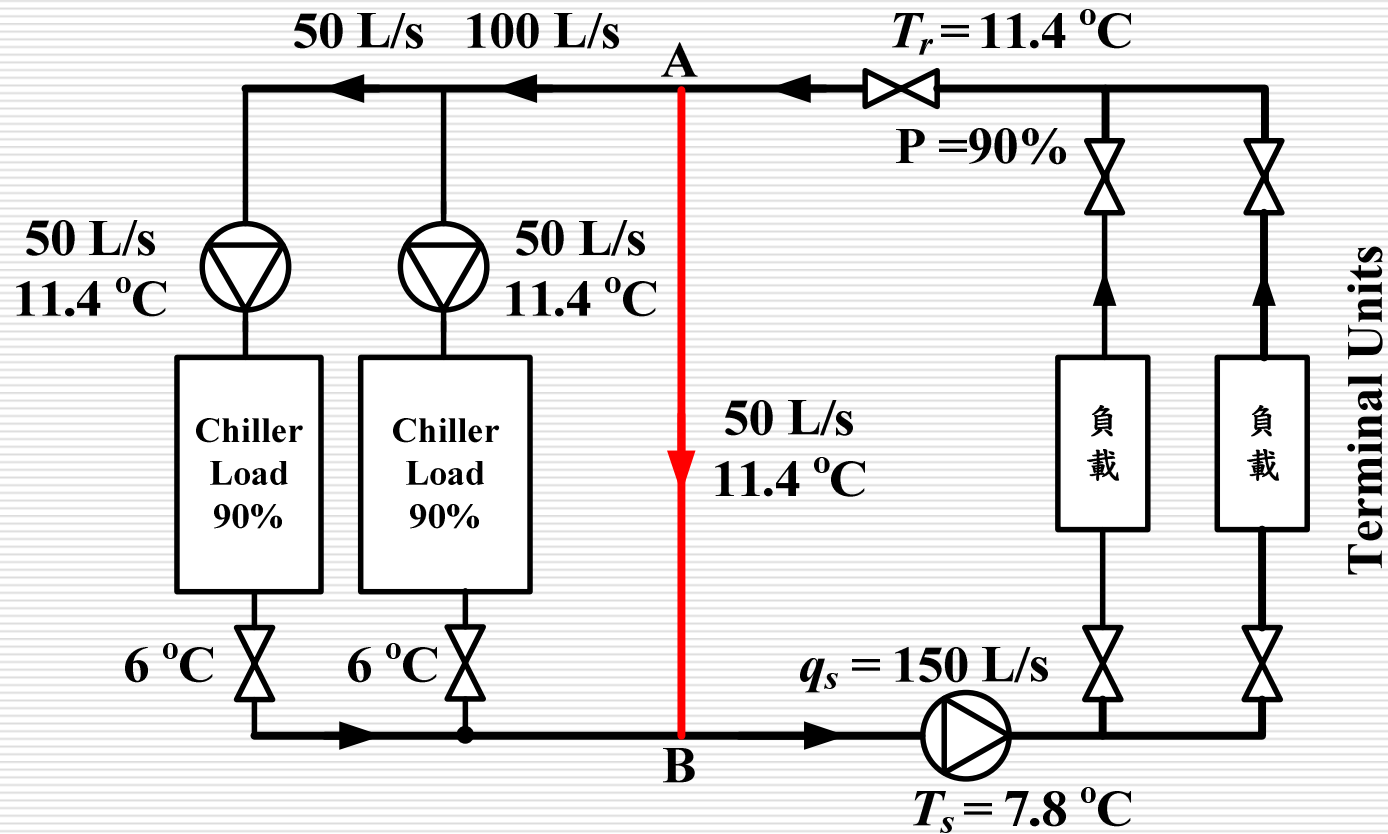
旁通管在中間，負載與二次側流量 = 80 %，50 L/s

4、負載側溢流(Distribution in overflow)



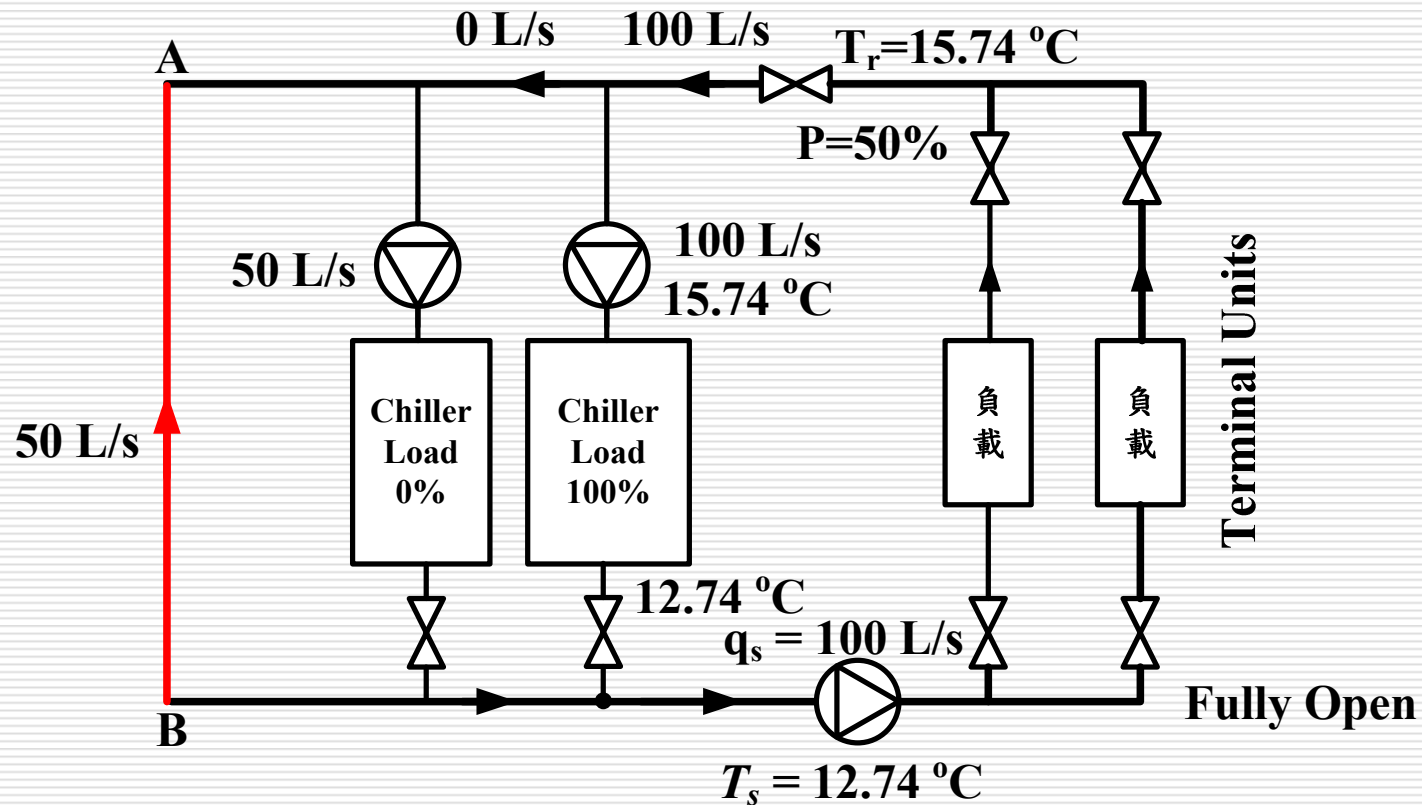
旁通管在主機上游，負載側溢流50%

負載側溢流(Distribution in overflow)



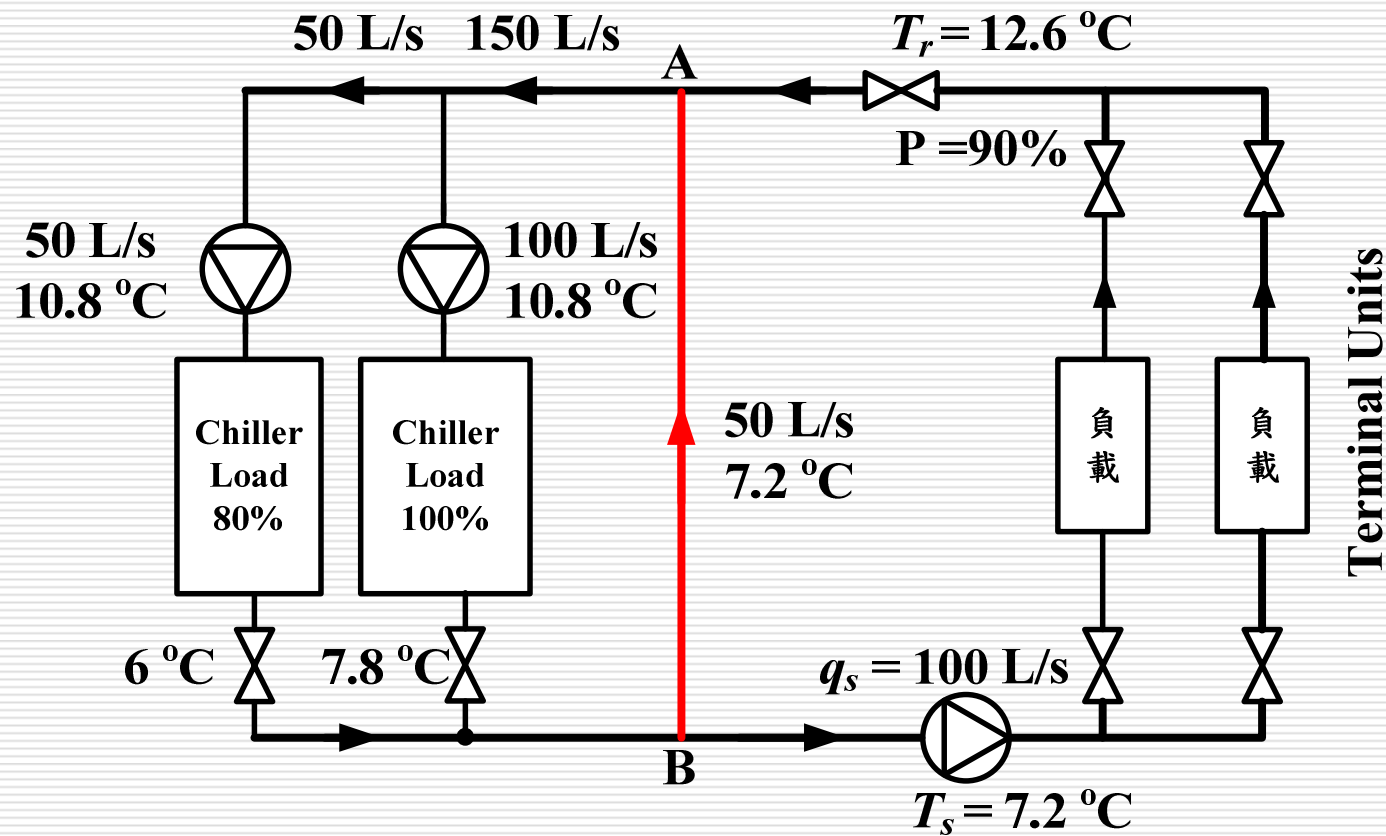
旁通管在中間，負載側溢流50%

5、主機側(一次側)溢流



旁通管在主機上游，主機側溢流100%

主機側(一次側)溢流



旁通管在中間，主機溢流100%

其他空調系統之節能措施

分類	措施內容
送排風系統 部分	各管段選用適當的氣流流速。
	送排風設備盡可能接近設備端，縮短管路長度。
	建議上送下排之均勻排風方式。假撚機若加熱器在下方，則適合下送上排之方式。
	減少系統洩漏損失以及短路氣流。
	減少因管路內外溫差所引起的熱損失。
	合理佈置系統，以便調度、按需求使用設備。
風機與水泵 部分	選用高效率風機，使其效率常高於70%以上運轉。
	選用高效率水泵，使其效率常高於60%以上運轉。
	採用經濟合理的變流量裝置。

結語

- 空調設備夏季尖峰佔台灣總用電量35%，藉由空調系統能源使用效率提升及節能技術的開發，有著重要的指標意義。
- 空調系統之節能主要以空氣側、冰水側與冷卻水側著手進行。
- 空調系統應以全方位(**Total Solution**)的規劃設計與運轉節能策略為最終目標。