

建築物空調設備主機運轉效率與經濟效益評估技術手冊研究

內政部建築研究所委託研究報告

建築物空調設備主機運轉效率與經濟效益 評估技術手冊研究

計畫主持人：陳瑞玲 組長
協同主持人：鍾基強 教授
研 究 員：吳友烈
研 究 助理：陳志豪

內政部建築研究所研究計畫報告
中華民國九十三年十二月

目 錄

目錄.....	i
表目錄.....	iii
圖目錄.....	iv
第一章 緒論	
1.1 背景緣起	01
1.2 研究目的	02
1.3 研究步驟	03
第二章 空調系統簡介	
2.1 冰水主機	06
2.2 冷卻水塔	07
2.3 循環系統	11
第三章 空調系統省能辦法	
3.1 減輕負載	14
3.2 空調運轉之管理	15
3.3 空調系統操作之管理	16
3.4 輸送系統之管理	17
第四章 空調設備效率之改善辦法	
4.1 空調設備效率之改善辦法	20
4.2 可變風量(VAV)系統	26
4.3 變水量(VWV)系統	29
4.4 儲冰式空調系統	31
4.5 氣對氣(Air-to-Air)熱交換器	34
第五章 空調系統效率之量測	
5.1 冰水主機之性能測試標準	37

5.2 送風系統.....	43
5.3 冰水系統.....	48
5.4 散熱系統.....	50
5.5 電力分析、量測.....	51
第六章 空調系統之保養維護	
6.1 箱型機之保養維護.....	52
6.2 中央空調系統之故障檢修.....	57
6.3 中央空調系統之保養維護.....	59
第七章 經濟效益評估	
7.1 經濟效益評估模式.....	66
7.2 計算流程.....	74
7.3 電價計算方式.....	75
7.4 需量契約容量之訂定原則.....	77
7.5 超約用電.....	79
第八章 評估案例	
8.1 前言.....	80
8.2 環境條件.....	81
8.3 系統說明.....	82
8.4 經濟效益評估.....	85
第九章 結論與建議.....	86
參考文獻.....	87
附錄一 期中審查回覆意見辦理情形	
附錄二 期末審查回覆意見辦理情形	
附錄三 分析所用資料庫	

表 目 錄

表 1-1	空調系統冰水主機能源效率標準	02
表 5-1	ARI 550/590-1998 標準測試條件	37
表 5-2	IPLV 計算公式	41
表 5-3	IPLV 測試條件	41
表 7-1	空調系統之年保養費用	72
表 7-2	剩餘價值	73

圖 目 錄

圖 1-1	計劃之研究流程圖.....	04
圖 2-1	空調系統設備之分類.....	05
圖 2-2	離心風扇吹入式冷卻水塔.....	07
圖 2-3	逆流式自然對流型冷卻水塔.....	08
圖 2-4	交流式自然對流型冷卻水塔.....	08
圖 2-5	底部採用風扇輔助帶動對流冷卻水塔程.....	09
圖 2-6	逆向流之空氣濕球溫度與水溫之相對變化.....	09
圖 2-7	交流式冷卻水塔溫度分布圖.....	09
圖 2-8	管排式密閉型冷卻水塔.....	10
圖 2-9	循環系統.....	11
圖 2-10	直接供水系統.....	11
圖 2-11	一/二次側系統.....	12
圖 2-12	三通閥系統.....	13
圖 3-13	二通閥系統.....	13
圖 4-1	一次側/二次側冰水輸送系統(正常狀況).....	22
圖 4-2	一次側/二次側冰水輸送系統(異常狀況).....	22
圖 4-3	風車消耗功率與轉速的關係.....	24
圖 4-4	冰水主機和冷卻水塔操作系統效率.....	25
圖 4-5	傳統 VAV 通風系統.....	26
圖 4-6	採用變頻調速器的 VAV 系統.....	27
圖 4-7	定速與變速比較.....	28
圖 4-8	定水量系統.....	30
圖 4-9	定變流量系統.....	30
圖 4-10	全負荷儲冰系統.....	31
圖 4-11	部分負荷儲冰系統.....	32
圖 4-12	轉輪式全熱交換器.....	35
圖 4-13	固定板式全熱交換器.....	35

圖 4-14	熱管熱交換器作用原理	36
圖 7-1	初期成本與運轉成本之關係	67
圖 8-1	全外氣末端再熱空調系統	82
圖 8-2	採單段顯熱熱回收之全外氣末端再熱空調系統	83
圖 8-3	採雙段顯熱熱回收之全外氣末端再熱空調系統	83
圖 8-4	採雙段顯熱加全熱熱回收之全外氣空調系統	84

第一章 緒 論

1.1 背景緣起

目前國內空調系統設計評估大多數無法正確反應實際需求量，同時對能源經濟成本概念較缺乏，在強調永續概念之下，耗能設備設置初期應先進行能耗經濟效益之評估，以瞭解建築物整體能源之實用性。在內政部建築研究所的研究報告中有計算建築物外殼耗能量的 ENVLOAD 值與空調系統耗能指標計算 PAC S 與 DOE-PAC 前述之計算公式皆能精準的反應出因外在氣候因素所造成的耗能，這些都是在建造辦公建築時所做的考量，以求得辦公建築最佳耗能量與選擇空調系統的依據；在照明系統上也是採取相同的設計方法。但當設計完成實際使用時，空調系統的耗能只與室內設定溫度與外在環境溫度及使用時間有關（忽略系統老化產生的耗能），且當辦公建築開始使用或因系統採購與人為使用的差異，都會影響實際運轉下的耗能情形，因此本研究希望找出一評估實際運轉中的辦公建築能耗情形與建構經濟效益評估之技術手冊。

近年來國內對建築物內空調設備之耗能及使用高效率空調主機以節約能源之概念已經相當成熟，經濟部能源委員會也對空調主機之運轉係數（即產生每一冷凍噸所需電力）訂出設備出廠標準，如下表所示，部分國外進口空調主機之節能效率甚至高於國內標準 10~20%，不過其售價較高，在許多採取最低價標之採購案例中，幾乎沒有被採用的機會，不過如果同時考慮初期購置成本及未來維護營運成本對使用者來說才是正確的，也就是本計劃的重點：以主機運轉效率與經濟效益進行空調設備之評估，如此才能有正確的能源指標。

表 1-1 空調系統冰水主機能源效率標準

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
		≥ 150RT ≤ 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
		≥ 150RT <300RT	4.77	5.55	4.77	5.55
		≥ 300RT	4.77	5.55	5.25	6.10
	全機種		2.40	2.79	2.40	2.79
冷 氣 式						

1.2 研究目的

過去一年來本研究團隊參與「九十二年度中央廳舍暨院校空調節能改善補助計劃」，建立國內許多大型空調主機運轉及汰換的數據，此部份資料在國內尚屬首例，雖然國內已有許多空調主機運轉數據，不過經過團隊評估選擇過濾將空調運轉現況不佳的設備進行汰換，從汰換的過程中可發現空調主機使用的年限不一，問題也不相同。目前現有建築空調系統大部分皆存在過量設計(Oversize Design)，因此造成空調主機皆處於低效率之低負載狀態，造成耗能急遽增加。此外，原主機可能已連續運轉 10 年以上，其性能已遠落後於新式主機性能。

所以，依據舊有系統之運轉診斷資料，可以精確的掌握空調負載，並依此資料重新設計空調主機搭配型態，使空調主機可處於高效能之運轉狀態；並依據負荷型態設計最佳化之台數控制，以及置換為高效能之新式空調主機，同時改善水路系統設計如採用變頻式泵浦等設計，如此可改善整體空調系統節能效益達 40%。綜合整理上一年度的數據及經驗，國內空調系統提前汰換之原因大致有以下各點：

1. 初期空調負荷設計不當
2. 系統設計錯誤
3. 施工品質不良
4. 操作保養不確實
5. 系統搭配錯誤
6. 機件自然耗損

因此本計劃將藉由經濟效益之評估法，在設備汰換後評估其價值做為分析參考，以瞭解各種因素對空調設備之量化影響，及國內目前空調設備合理之經濟效益，相信此本土化數據對政府相關機關在制定政策或學術研究者皆有一定的參考價值。

1.3 研究步驟

本研究之進行步驟如下所示詳細研究流程如下所示

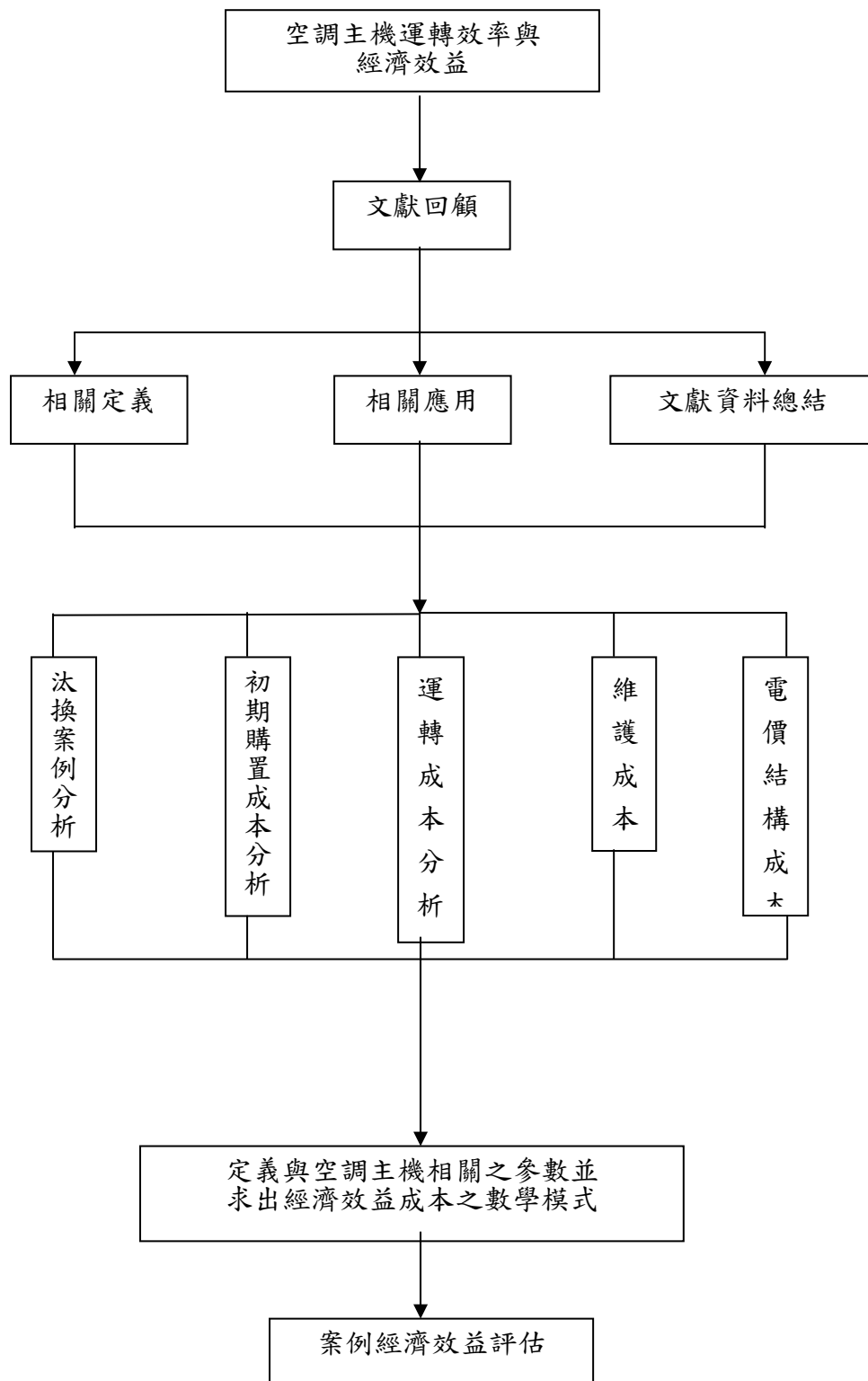


圖 1-1 計劃之研究流程圖

第二章 空調系統簡介

所謂空調也就是空氣調節(air condition)，是指對空氣的參數進行調節的系統，就是使室內空氣的溫度、溼度、流動速度、清淨度、等參數，維持在一定的水準，來滿足人們對舒適環境的需求。空調系統一般分為窗型、箱型冷氣機，以及中央空調系統也就是我們所針對探討的部分。

空調系統通常可分類為熱源機器的「熱源側」、空氣處理裝置的「空氣側」、熱源搬運的「傳輸側」與中央控制系統的「控制側」。

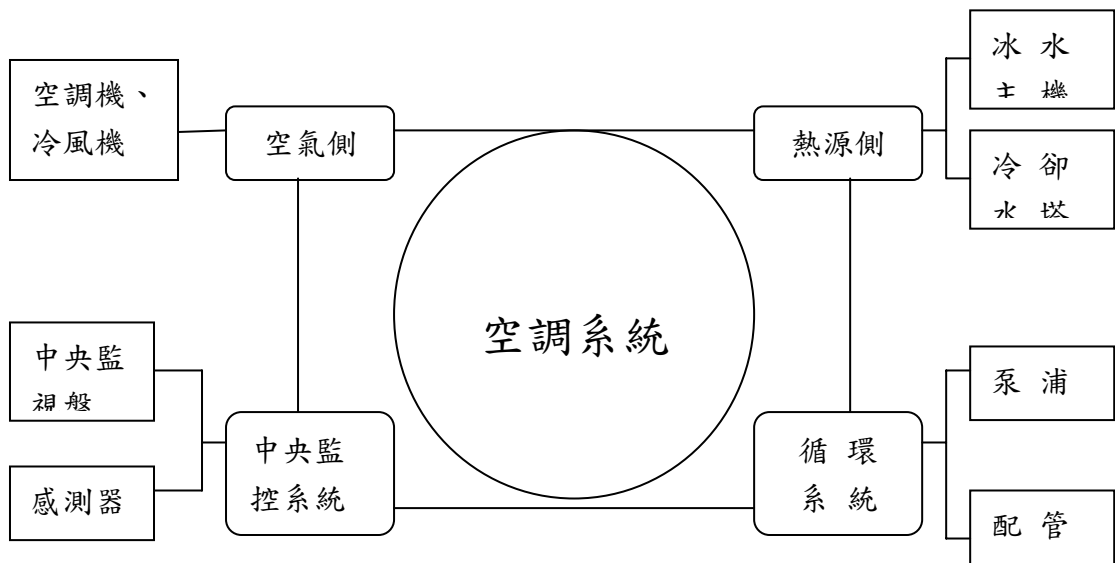


圖 2-1 空調系統設備之分類

2.1 冰水主機

冰水主機的大致分類如下：

- (1) 機械壓縮式—為使用冷媒當作工作流體，以機械功為動力，冷媒經由壓縮、冷卻、膨脹及蒸發等過程而達到製冷的功效。
- (2) 吸收式—以水/溴化鋰或氨/水為工作流體，以熱能(例如蒸汽或瓦斯)為主要驅動力，利用溶液冷卻吸水及加熱去水的吸濕除濕原理，反覆不斷的循環以達到冷卻的效果。

表2-1 冰水主機壓縮機之比較

比較項目	往復式	螺旋式	離心式
壓縮原理	容積式，活塞往復運動	容積式，利用雙螺旋互相咬合或單螺旋與星狀齒輪咬合產生壓縮	氣體動力式，利用葉輪高速旋轉產生離心力將冷媒高速排出
冷凍能力	極小容量～中容量	小容量～大容量	中容量～大容量
效率	效率低，1.0KW/RT以上	效率高，0.7~1.0KW/RT	效率高，0.6~0.8KW/RT
容量調整方法	使部份汽缸無載	控制滑塊位置可作階段式或無段式容量變化	改變進氣導片角度作無段式容量變化
振動	往復運動，振動極大	旋轉運動，振動極小	旋轉運動，振動極小
保養管理	磨擦大，維護費用高	磨擦小，維護費用低	磨擦小，維護費用低
高低壓變化時	穩定	穩定	不穩定，可能會有湧浪的現象發生

2.2 冷卻水塔

冷卻水塔主要可分為

(a) 依空氣驅動型式：機械力驅動型(Mechanical draft)

自然對流型(Nature Draft)

混合式(機械力+自然對流)

(b) 依空氣與水的相對流路方向：反向流式(逆流式或反流式)

交叉流式(橫流式或交流式)

(c) 依冷卻水環路：開放環路式

密閉環路式(蒸發型)

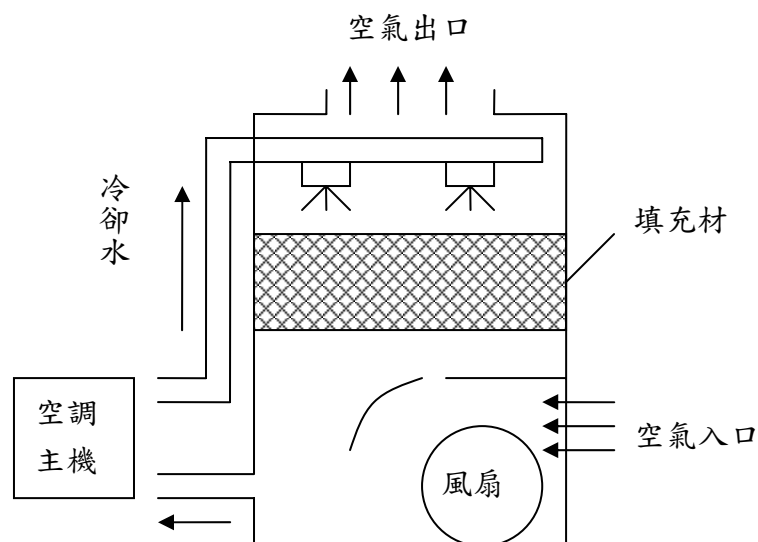


圖 2-2 離心風扇吹入式冷卻水塔

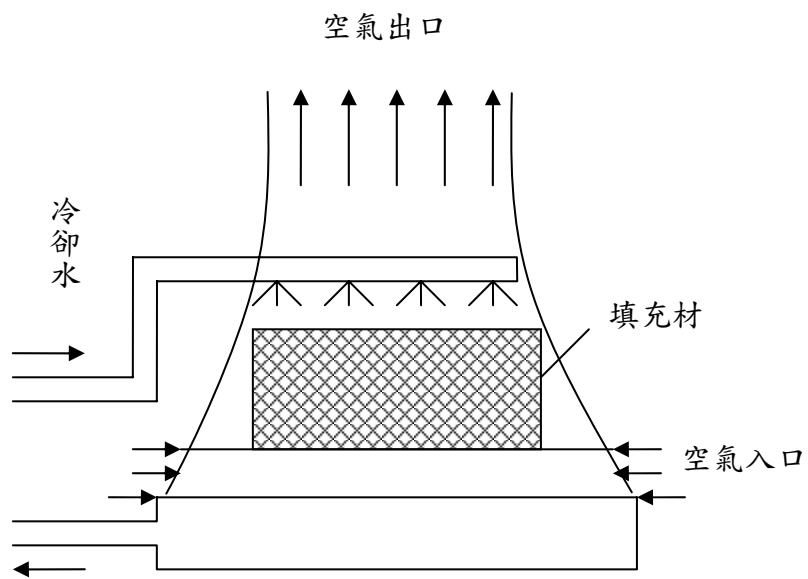


圖 2-3 逆流式自然對流型冷卻水塔

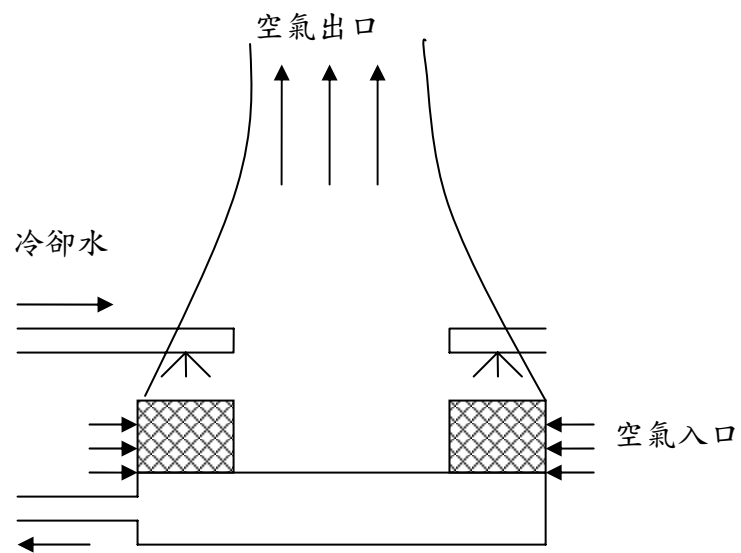


圖 2-4 交流式自然對流型冷卻水塔

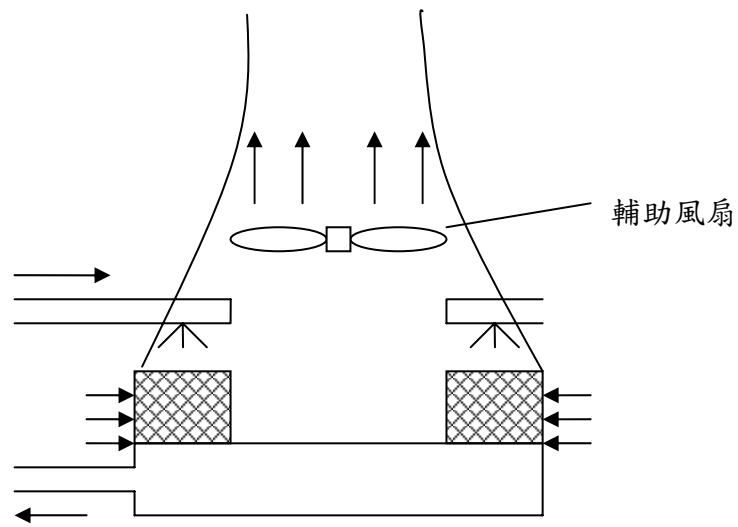


圖 2-5 底部採用風扇輔助帶動對流冷卻水塔

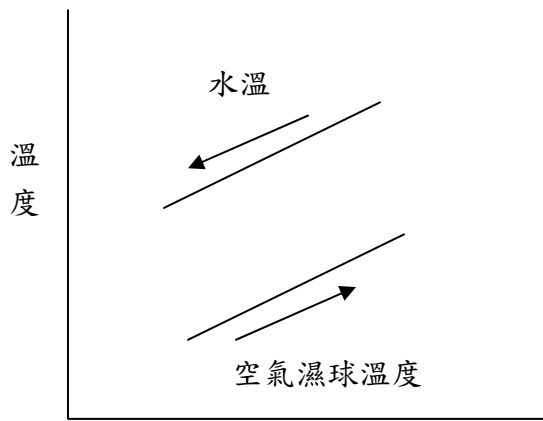


圖 2-6 逆向流之空氣濕球溫度與水溫之相對變化

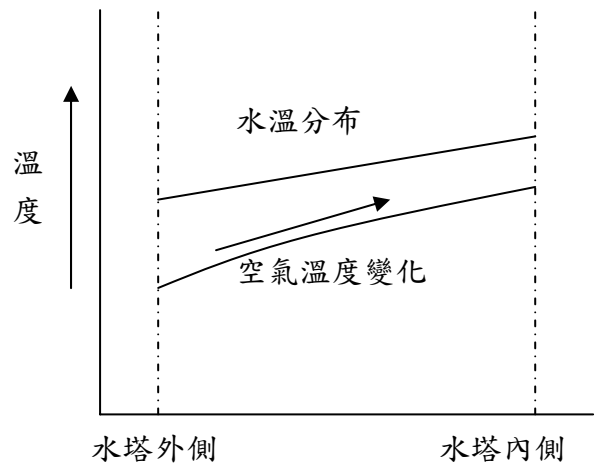


圖 2-7 交流式冷卻水塔溫度分布圖

密閉型冷卻水塔主要是由一密閉迴路之一次側冷卻水循環管路(原開放型之冷卻水)再搭配一開放之二次側冷卻水迴路所構成，如此之安排可使一次側冷卻水完全在一密閉迴路中循環，而避免水垢因素之困擾，同時開放型之二次側又兼具相變化之熱傳機構，兩者之間並以一高效率之液對液管排式熱交換器或板片式熱交換器來達成熱交換之目的。

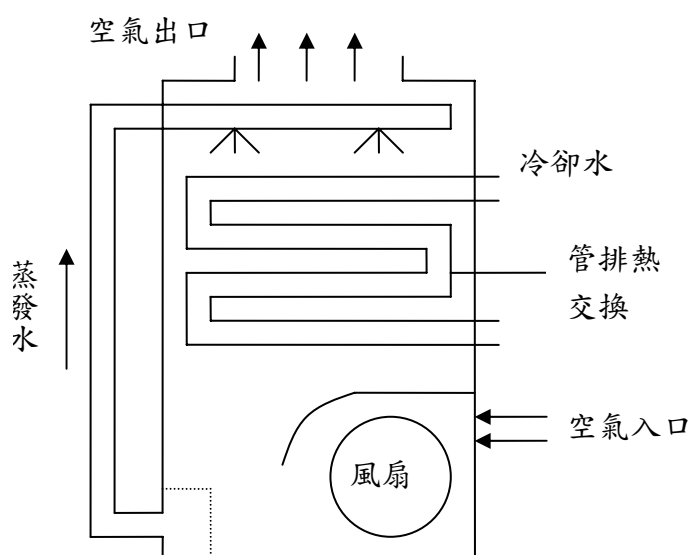


圖 2-8 管排式密閉型冷卻水塔

2.3 循環系統

冰水循環系統之基本流程如下圖所示，包括冰水主機(Chiller)、泵浦(Pump)、膨脹水箱(Expansion Tank)、終端裝置(Terminal)以及冰水輸送管路(Piping)等。

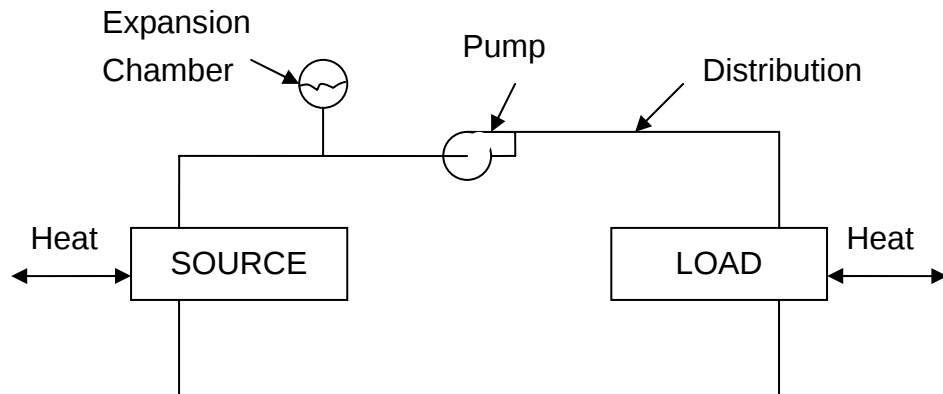


圖2-9 循環系統

(a) 直接供水系統

直接供水系統，是經冰水主機及終端裝置的循環冰水，直接以一次泵浦供應者，不配置二次或三次泵浦。

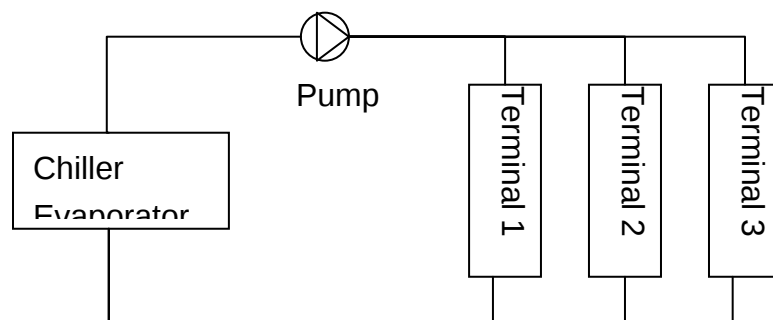


圖 2-10 直接供水系統

(b) 一/二次側系統(Primary-Secondary System)

在大型空調系統，常使用一次側/二次側冰水循環系統，如圖所示，它是由一次側泵浦及二次側泵浦結合而成，一次側泵浦主要提供冰水主機側之循環水量，二次側泵浦則提供終端裝置側(空調箱)之循環水量，一次側與二次側間以共通管聯結，其雖聯結但一次側及二次側循環系統是完全獨立的。

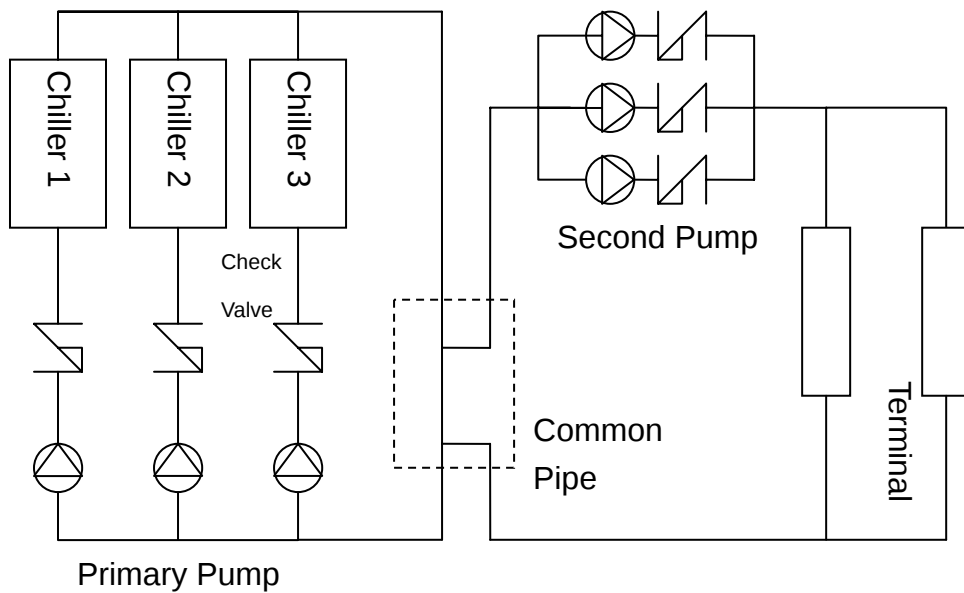


圖 2-11 一/二次側系統

(c) 冰水側終端裝置負載控制

冰水系統負載側終端裝置，係指直接與冷房熱負荷進行熱交換之空調箱、風機盤管(或稱室內送風機)，以及各種形式的熱交換器。

依空調冰水側控制閥操作特性，可分成兩位置式控制(Two Position Control)及調節式控制(Modulating Control)兩種型式。兩位置式控制一般常用於風盤管系統，空調箱系統則用調節式控制。兩位置式控制因控制閥僅能全開或全關操作，所以冷房之溫度變化浮動較大，調節式控制則是依負荷大小比例調整冰水流量，所以可得到較恆定的冷房溫度，若設計得宜，甚至於可得到線性控制。

做為終端裝置負載控制之控制閥基本上有兩種，即為二通控制閥與三通控制閥。

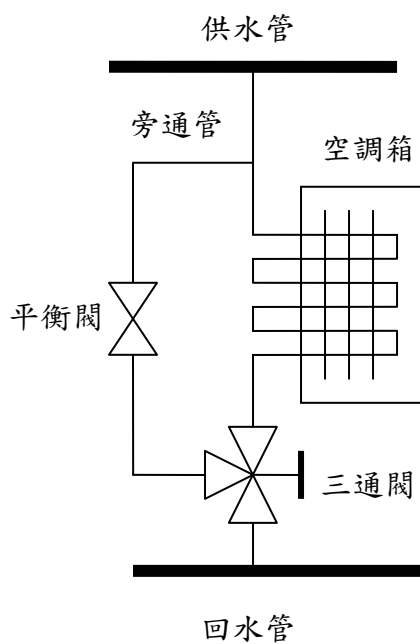


圖 2-12 三通閥系統

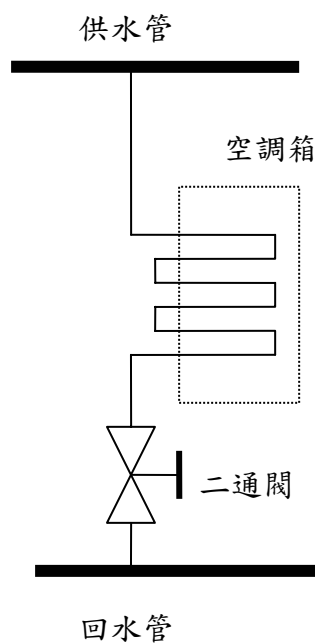


圖 2-13 二通閥系統

第三章 空調系統省能辦法

3.1 減輕負載

(1)降低室內通風換氣量	(1)正常(或最低)外氣量之檢討 (2)外氣量控制—用 CO ₂ 濃度控制器自動控制通風換氣量以不超過室內 5%(或需求設定值)為準 (3)由用途區分，以減少特定區域之通風換氣量
(2)降低外氣滲透量	(1)門窗氣密性改善 (2)室內隔間調整，以減少因空氣壓差形成之貫穿風 (3)室內空氣壓力之調整(適度正壓或負壓之選用) (4)面對風向之常開關門，使用空氣簾(Air Curtain)雙道門或旋轉門之裝置
(3)建築物檢討	(1)玻璃窗遮陽、隔熱、反射輻射熱等設施之改善 (2)建築座落方向、形狀之檢討 (3)屋頂天花板隔熱 (4)日照射外牆顏色選用淡色 (5)建築結構、材質之選用 (7)天花板高度是用途而調整—適度降低即減少冷氣空間容量 (8)周圍環境之改善—如綠地、樹木之栽培等
(4)照明負載降低	(1)照度需求之檢討 (2)局部照明之利用 (3)選用照明效率高的燈具 (4)降低天花板高度 (5)室內採光及天花板牆壁之顏色選用淡色
(5)機器設備發熱負載的減少	(1)機器設備之隔熱 (2)局不排氣或局部冷卻之利用

3.2 空調運轉之管理

(1)縮短運轉之時間	(1)有效地控制主機(連鎖冷卻水塔與冷卻水循環泵浦)運轉之時間 (2)關閉未使用地區之空調系統 (3)啟停裝置時刻的檢討與調整
(2)室內溫溼度的調整	(1)溫度設定的檢討與定期檢視調整—防止過冷、過熱之設定，不同使用地區溫度要求不同，應適宜設定 (2)濕度設定的檢討與定期檢視調整—防止過濕、過乾之設定，不同使用地區濕度要求不同，應適宜設定
(3)通風換氣量之調整	(1)外氣進排風門裝置容量之檢討 (2)外氣進排風門控制之設定與定期檢視調整—可依CO ₂ 濃度等控制外氣進排氣量達到室內空氣環境品質之正常(或最低)值 (3)室內壓力由外氣進排風門適宜調整控制—以減少外氣之滲透量(Infiltration)
(4)風量、水量的調整	(1)風管洩漏量之檢測—洩漏量以不超過 10%為上限 (2)風管風口風量平衡之檢測，調整各風口風量誤差率在 20%範圍之內—以減少不當之分佈，增加冷熱不勻，降低冷氣效果並增加浪費 (3)風車壓力與風量調整—不過量、不超壓以減少風車運轉電力，並減少故障及耗損 (4)水量水壓之調整—水量水壓自動調整閥之裝置 (5)水量水壓之設定—不超量、不超壓以減少泵浦運轉電力並減少故障及耗損

(5)設備運轉效率的調整與改善	(1)主機冷煤蒸發溫度與冷凝溫度的檢討，控制方式的檢討及改善 (2)低效率設備之汰舊換新(整組或局部)，更換高效率之設備 (3)更換不合宜或失靈之自動控制設施 (4)「群組管理」運轉控制
(6)空調系統運轉效率之改善	(1)儲冷系統之應用—轉移尖峰用電 (2)熱回收之應用—減少熱能之浪費
(7)電力系統之改善	(1)空調系統之獨立變電配電系統，可隨冷氣使用同時啟閉—以節省長期停機，無負荷之電力變電損失 (2)正確電壓之供應 (3)各設備裝置本身功率因素之改善

3.3 空調系統操作之管理

(1)空調系統之操作管理	(1)空調設備正確操作程序 - a.開機前之檢查 - b.空調設備啟動程序 - c.空調設備運轉中應注意事項 - d.空調設備停機程序 (2)設備故障之緊急處理 (3)年度使用、停用空調系統設備之封機、開機之方法 - a.冬季停用封機方法 - b.夏季使用開機方法
(2)空調系統之維護保養	(1)箱型機之正常保養維護 (2)中央空調系統正常之保養維護
(3)水質管理	(1)冷卻水水質處理 (2)冰水水質處理 (3)熱源(鍋爐)用水水質處理

(4)空調系統管線之修補	(1)隔熱的修補 (2)風管洩漏的修補 (3)電路絕緣測試及調整
--------------	--

3.4 輸送系統之管理

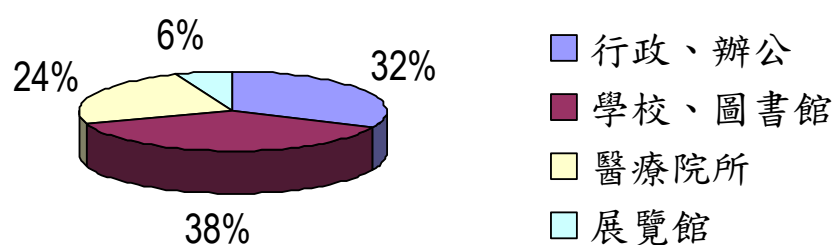
(1)送風系統省能方式	(1)選用高效率送風機 - a.選擇性能曲線優良的產品—即風量風壓要適當選擇 - b.依用途選擇適當之送風機 - c.同靜壓下，選擇動壓及軸出力較小之送風機 (2)空氣阻力之減少—依用途適當選擇送風機型式與規格、風量及控制等 - a.風量控制—導風門、渦行風門 - b.翼控制— - 入口導流翼之靜翼片控制 - 自動可變角度之動翼片控制 - c.速度控制— - 機械式—流體控制 - 電動式—變頻控制
(2)風管系統	(1)風管摩擦損失適當的規劃選擇與詳細計算—通風阻抗之減少 (2)送風口選擇適當位置，主、支風管適當分佈—風管長度之減少 (3)風管製作形式與走向順暢之設計與施工 (4)增大出回風溫差，以減少回風量 (5)適當選用可變風量(VAV)系統 (6)風管保溫與保冷材質選用與正確安裝施工 (7)風口風量正確之分佈及防止風管洩漏

(3)水泵浦省能方式	(1)選用高效率型泵浦與電動機 (2)正確選擇揚程與機型
(4)水管系統	(1)管路系統摩擦損耗之降低 a.管徑之正確設定—阻抗之降低 b.管線走向適當規劃— 長度減少 彎頭減少 避免同層上下波動施工 (2)水量、水壓之自動平衡及自動調整裝置 (3)管線中空氣完全排除 (4)多用途綜合型建築，分區供應之規劃 (5)增大出回水溫差，以減少流量 (6)適當選用可變水量(VWV)系統 (7)保溫保冷隔熱材質正確設計與施工 (8)維持良好水質及預防水垢 (9)汰換老舊、空蝕與過大過小知管路配件

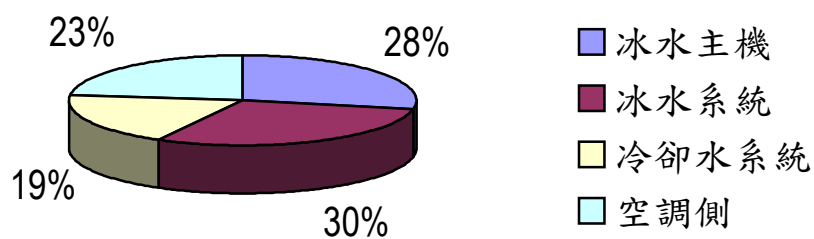
第四章 空調設備效率之改善辦法

此部份以「九十二年度中央廳舍暨院校空調節能改善計劃」中 28 個案例，規納整理出國內空調系統汰換之原因並建議空調系統設備效率改善之辦法。

(a) 建築使用情形



(b) 空調設備改善比例



4.1 空調設備效率之改善辦法

4.1.1 冰水主機部分

(a) 選用冰水主機應注意事項

選擇冰水主機除應考慮滿載效率之外，還應檢討主機在部分負載的運轉效率。為獲得較高的運轉效率，可考慮選擇有變頻控制轉速的功能，而非使用傳統改變進口導流葉片角度來配合負載的方式。同時因應 CFC 冷煤停產，也應考慮採用非 CFC 冷煤的新冰水主機。

(b) 提高冰水主機運轉效率

因為冰水主機佔中央空調系統中所有動力設備的耗能相當的比例，所以其運轉效率的維持也就顯得特別的重要，評估冰水主機效率通常用 kW/RT 來比較。對壓縮式冰水主機增進效率的基本上都是相同的，也就是降低冷凝器與蒸發器之間的高低壓力差。此壓力差一般會隨主機負載的不同而改變，但為求方便常用冰水出口溫度與冷卻水入口溫度之差作為指示壓力差(Indicated Refrigerant Head)。欲降低冷凝器與蒸發器間壓力差不外乎提高冰水出口溫度與降低冷卻水入口溫度。通常清淨室必須維持穩定的冰水供應溫度，這種方式並不適合使用。至於冷卻水入口溫度應符合冰水主機特性及外氣施求溫度的限制下，儘可能地降低來節約冰水主機用電。冷卻水與冰水水質的管理，避免熱交換器結垢影響熱傳效率，定期清洗熱交換器，也是降低高低壓差的手法之一。

此外適當地調配冰水主機運轉台數來適應空調負載變化，避免啟動過多的冰水主機而使得冰水主機反而在低負載下運轉。

4.1.2 冰水系統部分

(a) 冰水系統節能運轉

空調箱的冷卻盤管應使用二通閥控制冰水流量，而不要使用三通閥。因為使用二通閥的盤管是變流量、定溫差；三通閥則是定流量、變溫差，因此流經兩個閥的冰水量較少而有省能的機會。當然，同時冰水泵要以變頻器控制轉速，來因應隨空調負載改變的冰水量。

一般中大型中央空調系統都傾向於 P-S 系統(Primary-Secondary System)。使用這系統必須遵循以下三原則：

- 1.全載共通管必須完全沒有阻抗，也就是說該管的壓損必須接近於零。此管的管徑在全流量時應介於 10~15 fps，其長度必須足夠而不至於發生送回水產生混合，通常至少需要 5~10 倍管徑的長度。
- 2.二次側負載端必須使用二通閥控制流量，這樣的設計才能使分離水路系統發揮功效。而它的好處再於二次側的水量可隨負載改變，只要送出足夠的冰水量即可，因此可省下泵浦的耗電；其次同一時間不同負載端不會同時達到尖峰負載，因此若和三通閥控制來比冰水流量亦較少；最後在所有的負載所設計的回水溫度可保持固定，因此可使得冰水主機所產製的冷能完全得以發揮。
- 3.多台主機並聯時所有冰水主機必須設定在相同的出水溫度，並且有相同的冰水溫差。通常冰水主機都是個別對應一冰水泵浦，若是使用並聯冰水泵浦所有冰水主機的壓損必須一致或是使用一些水量平衡的方法。

儘管這些水路系統在水力方面都是分離的(Decoupled)，但在熱力方面卻是耦合的(Coupled)。通常希望設計的冰水溫差和負載端的溫差相同，使得一次側的冰水流量大於二次側的冰水流量，多餘的冰水將自共通管與回水混合後流回冰水主機。然而如果設計錯誤或是操作不當使得二次側的冰水流量大於一次側，冰水自共通管逆流而回，將使二次側送到負載端的冰水溫度升高，造成冷卻能力不足。

這樣的情況將使得現場空調負載無法有效的利用冰水系統帶回主機，大大的降低了系統的能力。為了避免這樣的情況，當共通管冰水發生逆流時，即應啟動一組冰水主機和冰水泵浦，使一次側的冰水流量加大；而當共通管的冰水流量大於一組冰水主機的流量時，才停止一組冰水主機的運轉。換言之，務必保持共通管的冰水流動方向才能確保冰水系統能力的發揮。

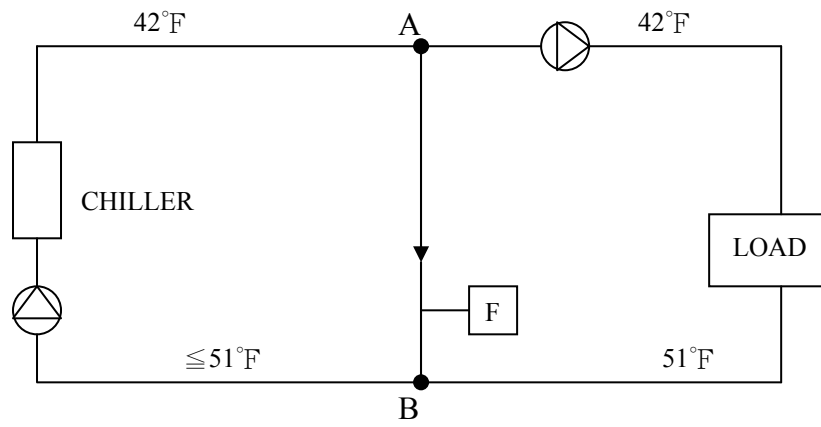


圖 4-1 一次側/二次側冰水輸送系統(正常狀況)

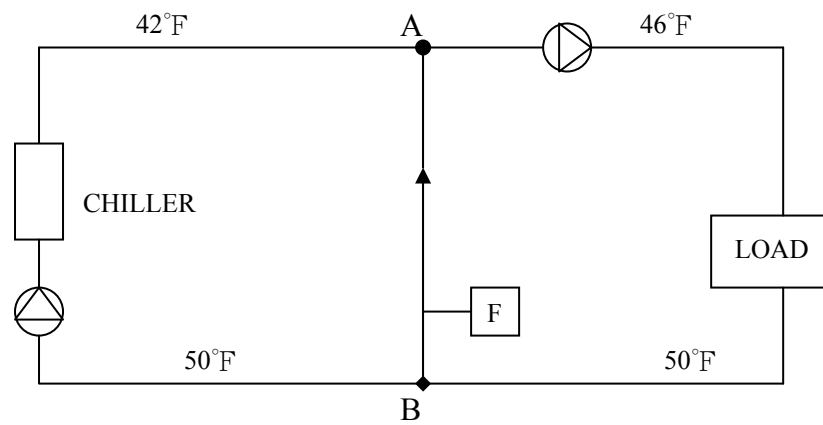


圖 4-2 一次側/二次側冰水輸送系統(異常狀況)

4.1.3 冷卻水系統部分

(a) 維持冷卻水塔的運轉效率

冷卻水塔的座落位置應留有充足的空間，使得空氣得以自由的進入冷卻水塔；排出的溼熱空氣避免形成再循環而被抽回進風口。多台冷卻水塔並聯運轉時，水量必須要能平均分配至各水塔。

冷卻水塔再安置妥當後保持其效率的方法，必須經常檢視灑水管灑水情形是否正常均勻，下方四面進入水塔內的空氣是否均勻，塔內散熱材有無受損引起水流氣流不均勻，及塔側上方檢視孔蓋是否脫落，致使部分空氣走短路等。另外，為防止冷卻水塔結垢、生苔，而掉落水盤內，再進入冷凝器或主壓縮機夾層內，降低冷凝或冷卻效果，使冷媒高壓升高而耗用較多電能，亦應加強清洗、定期排放、自動加藥或注入防苔劑，以保持冷卻水質，而避免生垢生苔，影響冷凝冷卻效果。

(b) 冷卻水塔節省能源控制

傳統冷卻水溫度的控制方法有 1.冷卻水塔風車啟停控制 2.冷卻水塔風車變速控制改變風量 3.多組冷卻水塔輪流停止風車轉動，以及 4.冷卻水流量三通閥旁通控制。但這些方式對節能的幫助有限，目前較較好的方式是以多組冷卻水塔並聯運轉，並由冷卻水送水溫度回饋至變頻器控制冷卻水塔風車轉速。

常態設計的冷卻水塔多半會有備分，以備萬一有一組故障時可切換使用，而不致影響整個系統的運作。然而冷卻水塔的散熱能力在其他條件不變的情況下與風扇量大約呈正比關係，在完全沒有風量時因為自然對流的散熱效果仍有 5~10%。如果讓所有冷卻水塔連同備用水塔同時一起運轉，在相同負載下每個冷卻水塔的風量可以減少。因此根據風車定律每一個冷卻水塔的風車耗電量也會隨風量的三次方減少。降低風速還有其他好處包括減少水量的吹飛損失(Drift Loss)、延長設備壽命、減少震動及噪音等

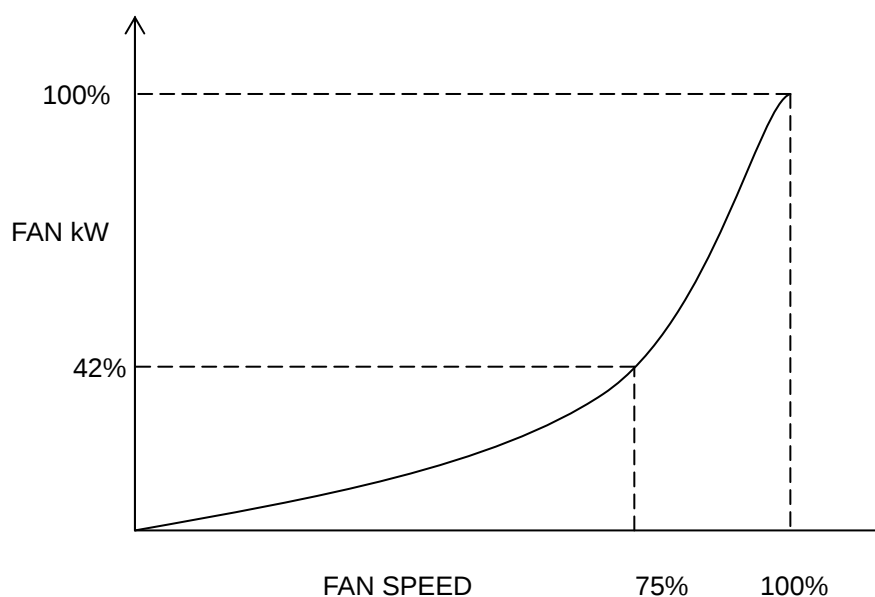


圖 4-3 風車消耗功率與轉速的關係

(c) 協調冰水主機與冷卻水塔以獲得最佳的運轉方式

冷卻水塔應與冰水主機的運轉一併考慮，才得使系統整體效率提昇，如下圖所示。在較低的冷卻水溫下冰水主機耗電降低，但冷卻水塔耗電反而上升，合併二者耗電存在一最佳效率運轉點。欲達成最佳化控制，冷卻水設定溫度應隨外氣濕球溫度重置(Reset)。一般冷卻水塔合理的接近溫度為 3°C ，設定溫度亦應以此為基準，其目的在使冷卻水塔的散熱能力完全發揮，同時避免接近溫度低而消耗太多的風車耗電。而且冷卻水溫也不可以無限制的降低，最低設定溫度應諮詢冰水主機製造廠的意見，一般離心式冰水主機應可低至 18°C 。冷卻水塔當然要全數投入運轉，並依前述以變頻控制風扇轉速。

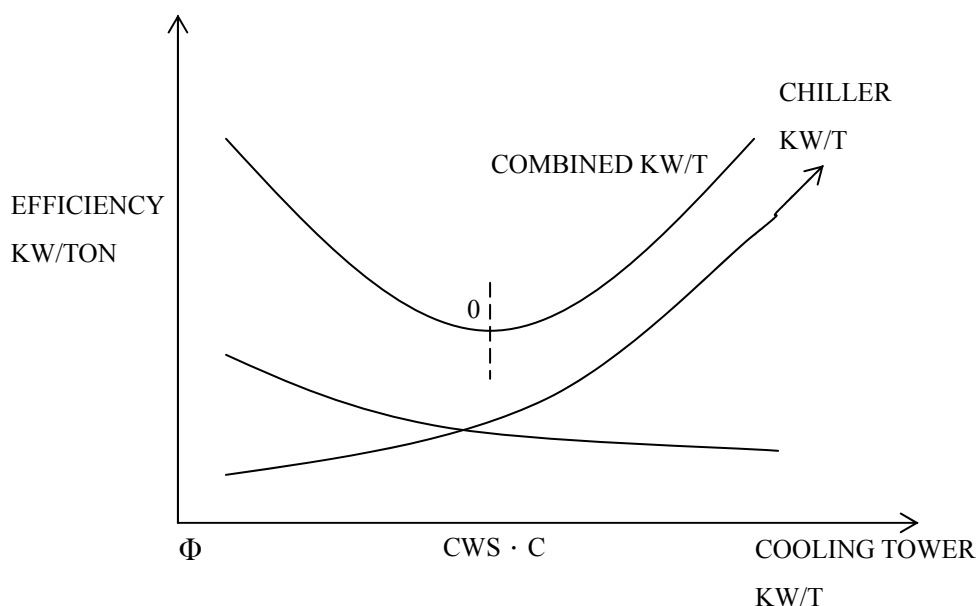


圖 4-4 冰水主機和冷卻水塔操作系統效率

4.1.4 空氣側部分

(a) 使用備用外氣空調箱加入運轉

通常為確保清淨室空調系統的可靠度，某些設備都會有備用單元，以便故障發生時可以隨時接替加入運轉，而不致使清淨室的環境條件受到影響。若能使備用單元加入系統運轉，有時也會有省能的機會，以外氣空調箱而言，將風車改用變頻控制，加入備用單元運轉後，每一空調箱的風量即可按比例降低。根據風車定律，風車耗電與風量三次方成正比，因此整體外氣空調箱的風車耗電將可減少。如以三組外氣空調箱，其中一組為備用而言，整體耗電將可節省 44%。除了省電外，原來送風洩漏至備用外氣空調箱的能源損失也可以避免；過濾器的壽命也可以延長；盤管的熱交換面積相對增大冷卻效率增加，在極端惡劣的氣候條件下仍可確保送風品質。

(b) 外氣空調箱冷凝水的回收利用

因為清淨室引用的外氣量相當大，故經由冷卻盤管冷凝的凝結水也相當可觀，其溫度接近露點，溫度低且水質良好。若外氣空調箱本身有水洗室可引至水洗室作為補充水或是用泵送至冷卻水塔作為補充水降低冷卻水溫。

4.2 可變風量(VAV)系統

4.2.1 傳統VAV系統

在傳統的VAV設計中，AHU中都安裝了進氣風門、排氣風門或進氣導向葉輪片（IGV）以調節風機的容量，這些裝置的作用在於增加進氣管中阻力或使風機的效能減少。隨著系統中越來越多VAV箱接近最低流量狀態時，AHU的風門隨之關閉，以保持風管恒定壓力不變和建築物內的正向壓力不變。用於供風和回風風機的風門或IGV一般由各自控制器進行控制。這些控制器保持了位於供風機後的供風管的壓力不變以及供風和回風系統的流量差不變。然而，這些設備本在調節過程中，會產生額外的能耗。

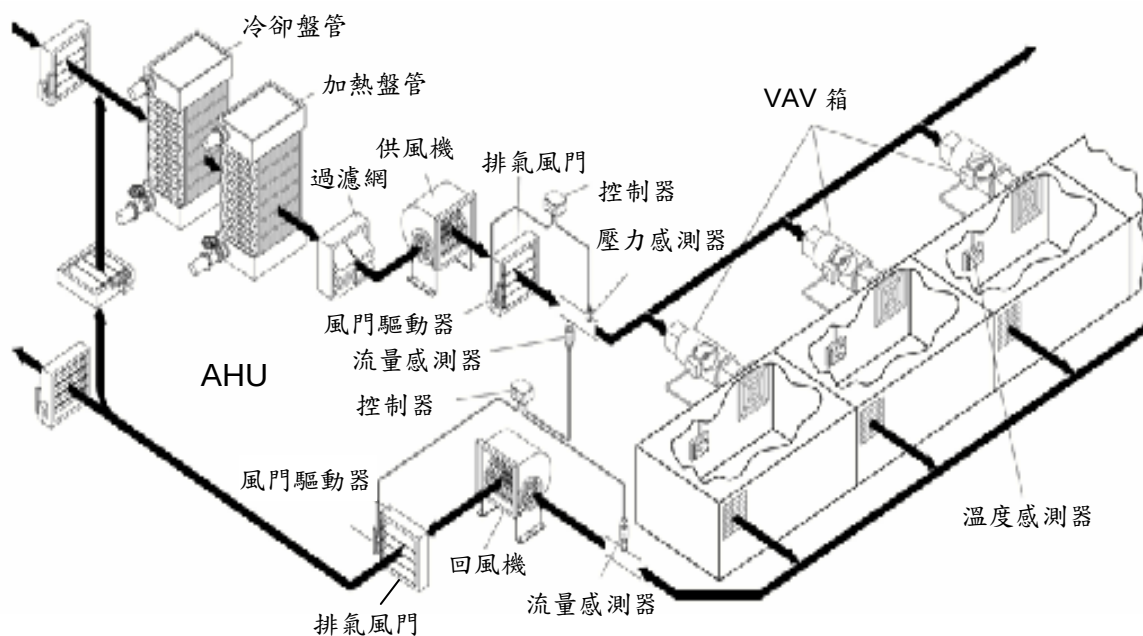


圖4-5 傳統VAV通風系統

4.2.2 變頻VAV系統

採用變頻器的VAV系統不但可以減少系統的複雜性，改進系統控制狀況，更可大大的節約能源。變頻器不會如風門般產生額外的壓降，或如IGV 般導致風機效率降低，而是直接地控制風機的轉速。透過改變供風和回風機馬達的轉速，以準確達到所需要的空氣流量和壓力，從而滿足整個系統的需要。在使用排氣風門或IGV時，風機效率會明顯下降。而採用變頻器卻可以保持風機的高效率，因而節省額外的能源。

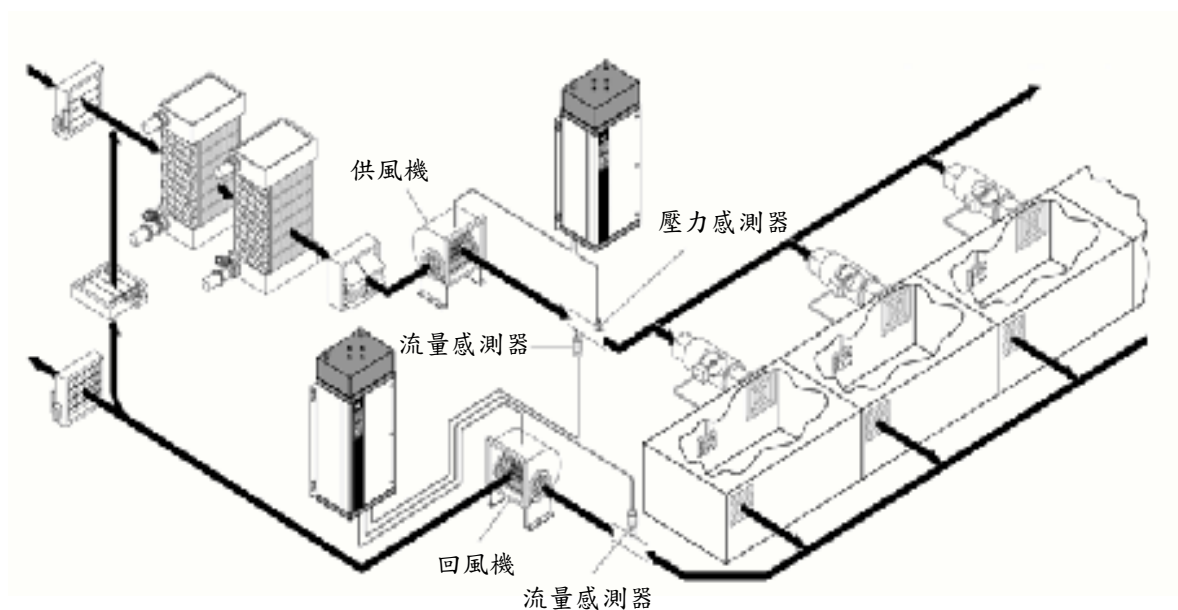


圖4-6 採用變頻調速器的VAV系統

4.2.3 傳統與變頻VAV系統之差異

下圖表示為採用排氣風門並以定轉速運行和採用變頻器運行之間的區別。最大設計運行A點一般只是部分時段才需要，而大部分時段所需流量則較小。當系統的流量降至流量2時，固定運轉的系統曲線使風機曲線上移至B點。風機在該運行點所產生的壓力P2則遠高於系統所需。該壓力差必須由風門加以吸收。而按可變轉速運行時，風機曲線沿著系統曲線移動，從而建立起新的運行點C。所產生的壓力P3正好是系統所需要的。由於風機能耗正比例流量乘壓力再除以風機效率，所以B點和C點的壓力差就產生了明顯的能源節省。

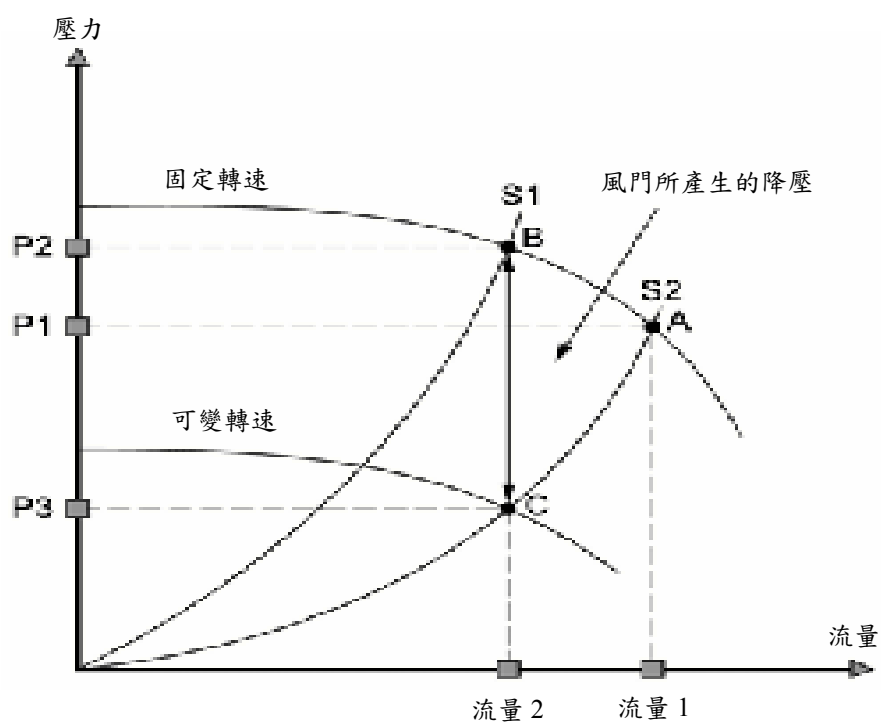


圖4-7 定速與變速比較

4.3 變水量(VWV)系統

4.3.1 變水量(VWV)系統簡介

一般定水量系統流經空調主機的水量是固定的，其利用三通閥來改變流經管排的水量，但負載低時，減少流通水量以降低冷卻能力。這樣不但不會改變搬運的阻力，泵浦的耗能也是不變。然而，這種設計方式只考慮到調節冷氣能力，並沒有考慮到節能。變水量系統(Variable Water Volume)其將主機與負載側之送水系統分開控制，控制介面為一共通管(Common Pipe)。以共通管為分別，主機側為主迴路(Primary loop)，主機各有一泵浦負責送定量的水給冰水機制冷，所以其循環量為開啟主機水量的總和。主機開啟依負載之多寡決定，負載多時開啟台數較多。在負載側方面，又稱二次迴路(Second loop)，迴路中亦有泵浦做為動力，因為負載側送水距離長，也是耗能最主要的地方，所以VWV的應用更有其節能的效益。

4.3.2 VWV系統操作原理

VWV 系統係利用溫度或水壓控制二次側之送水量，並在負載處(例如 Fan Coil)以二通閥控制流量，不需旁通管路，只送所需之水量至管排。而二通閥之開度依管排之出水溫度而定。當二次側冰水需求量減少時，主機側之循環水量會增大，多餘的冰水會經過共通管流回主機，共通管阻力很小，所造成的耗能微乎其微。當共通管路水量多時，流經主機的冰水溫度會降低，溫度訊息將使主機啟動台數依需求減少，同時減少一次側之循環水量。當二次側水量過大時，二次側就有部分水會經共通管反向流到負載側，而提高供水溫度，然而溫度過高會啟動多台空調主機以應付負載，已達最佳節能效果。

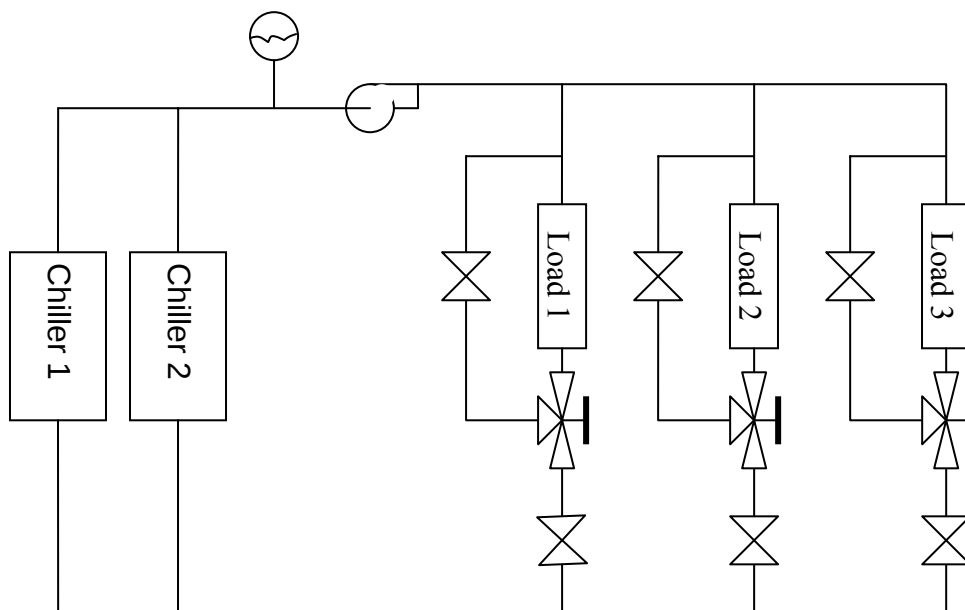


圖4-8 定水量系統

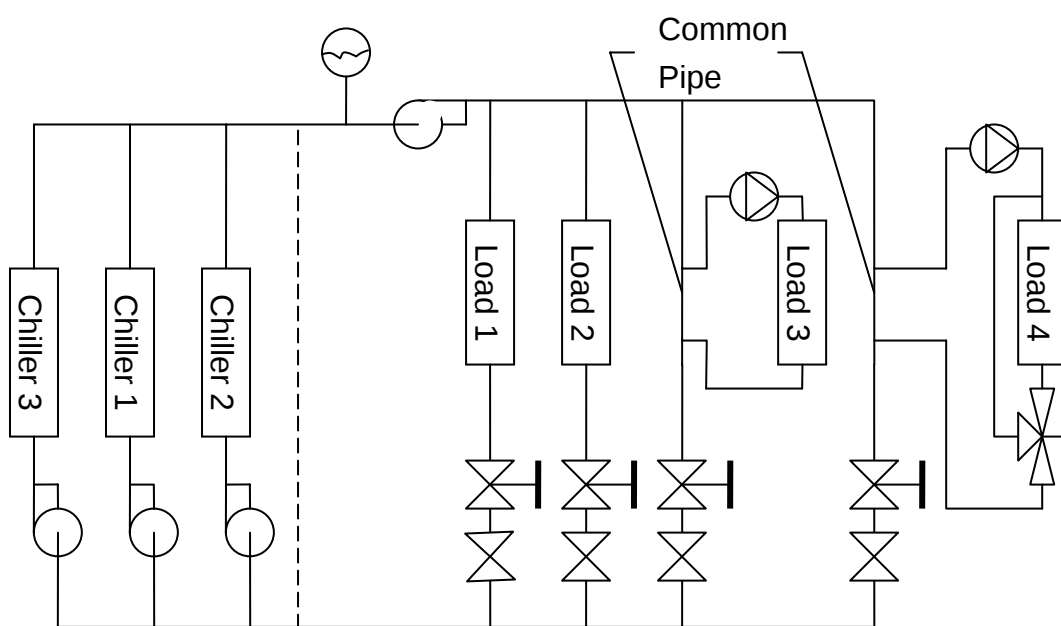


圖4-9 變流量系統

4.4 儲冰式空調系統

4.4.1 儲冰系統之簡介

儲冰式空調系統，亦簡稱「熱能儲存」系統(Thermal Energy Storage System，或 TES 系統)。儲冰系統是利用電力需求非高峰期的低廉電力來製冰，然後在電力需求高峰期將冰融化，釋放冷量以提供空調所需的冷凍水。常規的空調系統，冰水在主機和熱交換器之間進行循環，這種冷凍空調系統的主機容量必須滿足建築物的最大冷凍負荷(尖峰負載 peak load)。相反地，儲冰系統只需要較低的主機容量在電力需求非高峰期持續在製冰模式下運行，便能製造和儲存冷能，當第二天需要空調時即進行融冰供冷，滿足建築物的冷凍負荷。

4.4.2 儲冰系統之分類

(A)全負荷儲冰系統(全量儲存)

「全負荷儲冰系統」的製冷機在電力需求高峰期停止運行，由儲冰裝置通過融冰提供冷量，滿足所有冷凍負荷。

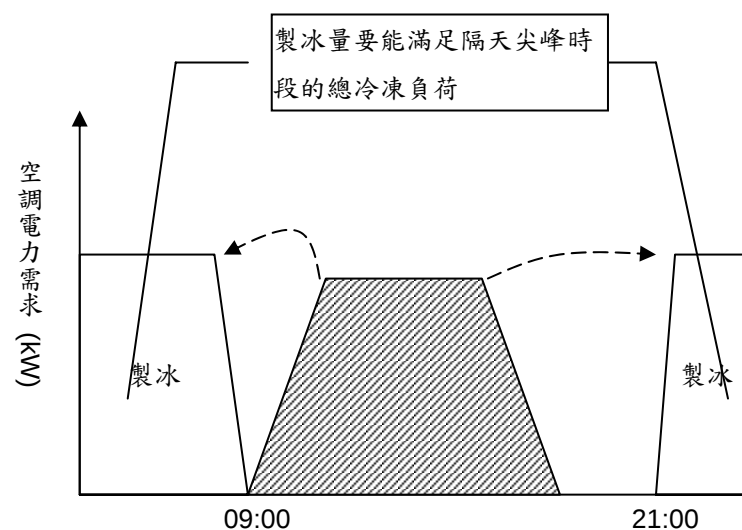


圖 4-10 全負荷儲冰系統

(B)部分負荷儲冰系統(分量儲存)

部分或全部製冷機在電力需求高峰期仍需要運行，以補充融冰冷量的不足部分。「部分負荷儲冰系統」能減少儲冰桶和製冷機的容量，降低設備的投資成本。但是，因為「部分負荷儲冰系統」在電力需求高峰期仍需要運行製冷機，因此可節省的电費比「全負荷儲冰系統」較少。若能將設備投資成本減至最少，同時又能節省最多的電費，便可達至最佳的儲冰負荷比例。

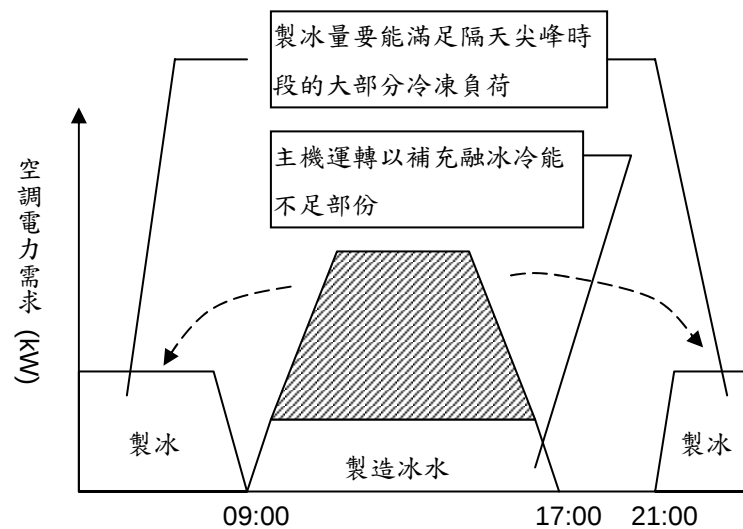


圖 4-11 部分負荷儲冰系統

4.4.3 儲冰系統之優缺點

優點：

1. 因為儲冰系統能使用較低容量的主機，以減低成本。
2. 充分利用電力需求非高峰期的低廉電力，減低運轉成本。保持主機在滿載下運轉及利用夜間較低冷凝溫度，均可提高主機的運轉效率。
3. 因為儲冰系統於日間主機停機期間仍能供應冷氣，所以可以在一般辦公時間內進行維修保養。
4. 減少供電系統的最大電力負荷，因而減低發電機組的數目，長遠有助調低電價。

缺點：

1. 增加儲冰槽之安裝費用及空間
2. 保冷材料厚度增加
3. 夜間管理費用增加
4. 需加強自動控制管理系統

4.5 氣對氣(Air-to-Air)熱交換器

4.5.1 氣對氣熱交換器簡介

氣對氣熱交換器型式或種類甚多，但主要區分為固定板式(Fixed Plate)、螺旋轉輪式(Rotary Wheel)、熱管式(Heat Pipe)、循環迴路盤管(Runaround Coil Loop)、熱虹吸管式(Thermosiphon)，性能以熱交換有效性(The effectiveness of heat transfer)評量並規範之，但在國內尚無性能測試標準或設置建議，若以國內常見引用之國際性組織建議標準，如 NFPA 45/Appendix 6-4.2、ASHRAE 84 及 ARI 1060 等，則甚適合現階段空調設計。ASHRAE Standard 84 定義熱交換之有效性如下

$$\varepsilon = \frac{\text{實際質量或能量熱傳遞}}{\text{二氣流間最大可能熱傳遞}} = \frac{w_s(x_2 - x_1)}{w_{\min}(x_3 - x_1)} = \frac{w_e(x_3 - x_4)}{w_{\min}(x_3 - x_1)}$$

式中

ε = 水氣質量，顯熱或全熱有效性

X = 溼度比或乾球溫度或焓值

W_s = 供風質量流率

W_e = 排氣質量流率

$W_{\min}$ = 供風與排氣較小之質量流率

4.5.2 全熱交換器

所謂全熱交換器系統，乃利用交叉型透溼透熱交換器(稱為全熱交換器)將空調回風即新鮮外氣交叉穿透其上，進行熱焓量交換而降低空調外氣負荷之效，另外也配合熱調整器操作風門，調製馬達控制空氣流量。當排氣之熱焓量比外氣更接近室內空調條件時，外氣可透過全熱交換器中熱濕量之交換而節約空調耗能量。採用全熱交換器時可減少空調外氣負荷量以降低空調熱源設備的耗能量，是對熱源機器的良好節約能源方式。

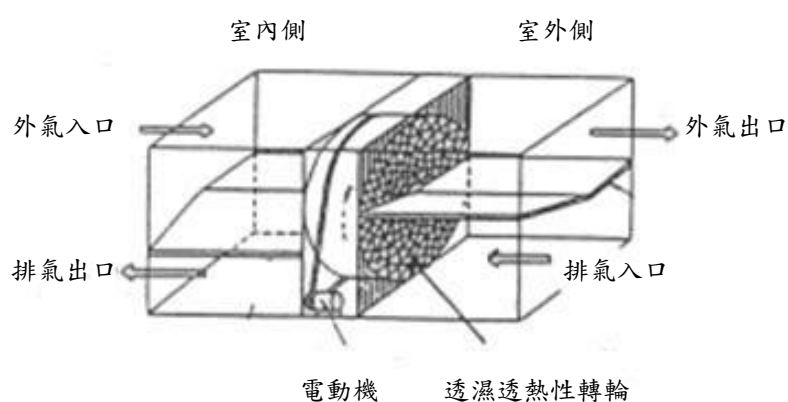


圖 4-12 轉輪式全熱交換器

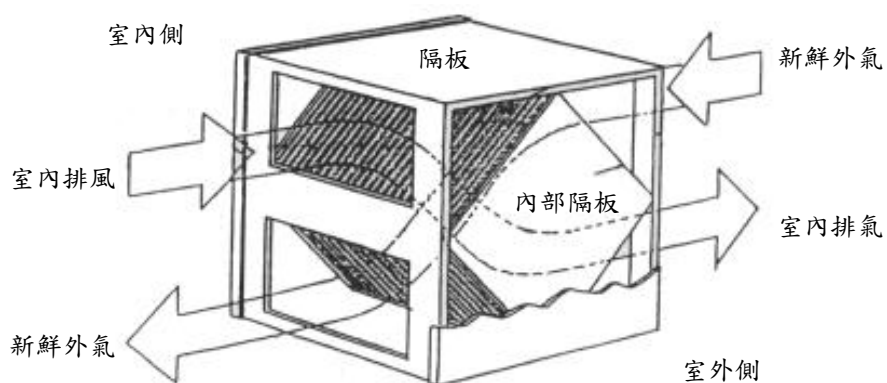


圖 4-13 固定板式全熱交換器

4.5.3 熱管熱交換器

熱管熱交換器其內部為多排的鰭狀管路，中間部分則是一道密封的隔牆，主要目的是為了防止外氣與回風在熱交換器內發生混合的情形，而達到只有純粹的能量交換。當兩道不同氣流通過熱管時，熱管溫度較高的一端其作用如同蒸發器一樣，而溫度較低的一端則像是冷凝器一般作用，因而能產生最大的熱交換。

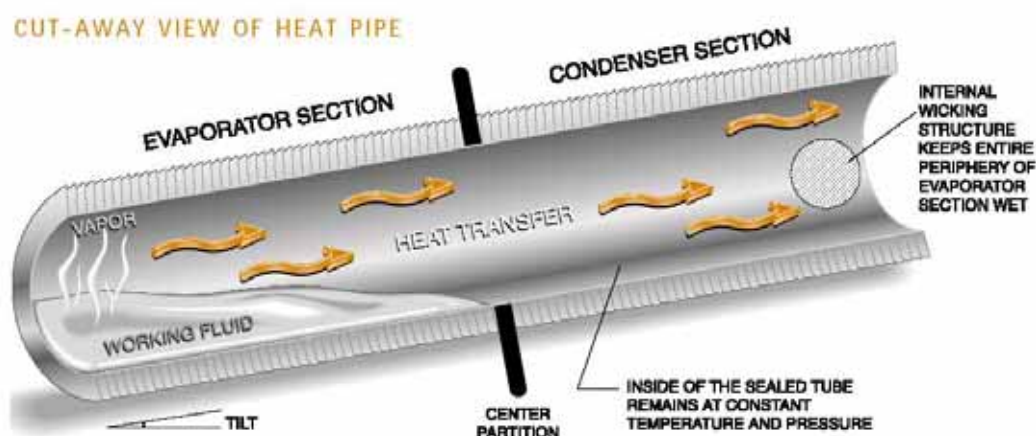


圖 4-14 熱管熱交換器作用原理

優點：

1. 體積可變化

熱管熱交換器的體積要比其他的熱交換器來的小，並且可以根據現場環境來改變熱管長度與管排的數目，以配合不同的需求。

2. 更換和維護容易

由於熱管熱交換器體積的可變性，在更換上要比其他型式的熱交換器更為方便，而且因為設備內部沒有需運動的部分，所以維護保養的費用低廉。

第五章 空調系統效率之量測

5.1 冰水主機之性能測試標準

美國冷凍空調學會的冰水主機標準 ARI 550/590，是以 ARI 550-92 與 ARI 590-92 為基礎加以修訂與合併，為適用所有冷媒蒸氣壓縮式冰水主機之標準。

表 5-1 ARI 550/590-1998 標準測試條件

	水冷式	蒸發冷卻式	氣冷式
冷卻水			
入口溫度	85°F [29.4°C]		
水流量	3.0 gpm/ton [0.054L/s per kW]		
冷凝器積垢容許			
水側	0.00025 h ft ² °F/Btu [0.000044 m ² °C/W]		
空氣側		0.000 h ft ² °F/Btu [0.000 m ² °C/W]	0.000 h ft ² °F/Btu [0.000 m ² °C/W]
空氣入口條件			
乾球			95°F [35.0°C]
濕球		75°F [23.9°C]	
冰水			
出口溫度	44°F [6.7°C]		
水流量	2.4 gpm/ton [0.043 L/s per kW]		
蒸發器積垢容許			
水側	0.0001 h ft ² °F/Btu [0.000018 m ² °C/W]		
無冷凝器機種			
	水冷式或蒸發冷卻式	氣冷式	
壓縮機冷媒飽和吐出溫度	105°F [40.6°C]	125°F [51.7°C]	
冷凝液態冷媒溫度	98°F [36.6°C]	105°F [40.6°C]	

1. 大氣壓力- 29.92 in. of Hg [101 kPa]
2. 冷卻水溫必須進行積垢容許之水溫修正

(1) 主要測試：

$$q_{ev} = mXc_pX(t_e - t_o)$$

q_{ev} = 淨製冷能力 Btuh (Watts)

C_p = 水的比熱，Btu/lb/F (J/kg/°C)

m = 水的質量流率，lb/hr (kg/s)

t_e = 水進入冰水主機的溫度，F(°C)

t_o = 水離開冰水主機的溫度，F(°C)

(2) 確認測試：

$$q_{ev} = q_c - W_{input} - q_a$$

q_{ev} = 淨冷卻能力，Btuh(Watts)

q_c = 排至冷凝器冷卻水中的熱量，Btuh(Watts)

q_a = 由環境傳入冰水器的熱量，若冰水器的絕熱足以避免結露，則環境空氣的損失可忽略不計

a.密封式的主機中，馬達是以冷媒、冰水或冷凝水來冷卻馬達，冷卻負載將被包含在冷凝器的負載中，因此

$input$ = 壓縮機馬達的輸入電力 Btuh(Watts)

b.採用開放式壓縮機，以原動機與外加齒輪驅動的冰水主機：

$input = q_{motor} - q_{drive}$

q_{motor} = 由馬達傳輸之能量，Btuh(Watts)

q_{drive} = 齒輪箱與皮帶傳動機構的摩擦損失，Btuh(Watts)

(3) 熱平衡測試：

對大部份的狀況而言，熱之散失或獲得大多由輻射、對流、軸承摩擦及油冷卻器等所引起，其值相當的小，可以或可以不要列入整體熱平衡的考慮。忽略上述很小的熱散失或熱獲得的影響，總熱平衡的公式如下，

$$q_{ev} + W_{input} = q_c$$

熱平衡百分比的定義如下：

$$\frac{q_{ev} + W_{input} - q_c}{q_c} \times 100$$

任何可被接受的液體冷卻式冰水主機測試，熱平衡(百分比)值必須介於依測試條件所計算出的允差百分比中。

(4) 允差百分比：

$$\text{允差百分比} = 10.5 - 0.07 \times \%FL + (1500 / (DTFL \times \%FL))$$

(US 標準單位，DTFL 為°F)

$$= 10.5 - 0.07 \times \%FL + (833.3 / (DTFL \times \%FL))$$

(SI 標準單位，DTFL 為°C)

FL = 負載百分比

DTFL = 於全負載時冰水出口與入口之溫度差，°F(°C)

ARI 標準規定測得之冰水機全負載冷凍噸與標稱冷凍噸的差值，不得小於標稱值減允差比例。

(5) 總部份負載效率之測定：

- a.總部份負載效率 (Integral Part Load Value, IPLV)：根據標準試驗條件測得。
- b.非標準條件部份負載效率 (Non-Standard Part Load Value, NPLV)：由於冰水機的用途非常廣泛，應用的溫度常常與標準條件不同，因此標準條件以外的部分負載測試也很重要。

無段加卸載的冰水機而言，要做到 100%、75%、50%、25%的容量調整並不成問題，但是有段卸載甚至無卸載裝置的冰水機，要求出四段卸載的效率值就比較複雜了。當主機無法依要求做出 100%、75%、50%、25%能力時，必須將該機部分負載的效率值描點繪圖，點跟點之間再連成直線，再於線上內插求出標準負載點。

$$\begin{aligned}\text{IPLV 允差百分比} &= 6.5 + 35/\text{DTFL} \text{ (DTFL為}^{\circ}\text{F)} \\ &= 6.5 + 19.4/\text{DTFL} \text{ (DTFL為}^{\circ}\text{C)}\end{aligned}$$

$$\text{DTFL} = \text{於全負載時冰水出口與入口之溫度差，}^{\circ}\text{F}(^{\circ}\text{C})$$

表 5-2 IPLV 計算公式

公 英 制	單 位	1998 標 準
I-P	KW/RT	$IPLV = \frac{1}{\frac{0.01}{A} + \frac{0.42}{B} + \frac{0.45}{C} + \frac{0.12}{D}}$
S-I	EER or COP	$IPLV = 0.01A + 0.42B + 0.45C + 0.12D$
其中：	A = 於 100% 製冷能力時之 kW/ton [EER 或 COP] B = 於 75% 製冷能力時之 kW/ton [EER 或 COP] C = 於 50% 製冷能力時之 kW/ton [EER 或 COP] D = 於 25% 製冷能力時之 kW/ton [EER 或 COP]	

表 5-3 IPLV 測試條件

%負載	S-I			I-P		
	水冷式 冷凝器 入水溫	氣冷式空 氣入口乾 球溫度	蒸發冷卻 式空氣入 口濕球溫 度	水冷式冷 凝器入水 溫	氣冷式空 氣入口乾 球溫度	蒸發冷卻 式空氣入 口濕球溫 度
100%	29.4	35.0	23.9	85	95	75.0
75%	23.9	26.7	20.4	75	80	68.75
50%	18.3	18.3	17.0	65	65	62.5
25%	18.3	12.8	13.5	65	55	56.25

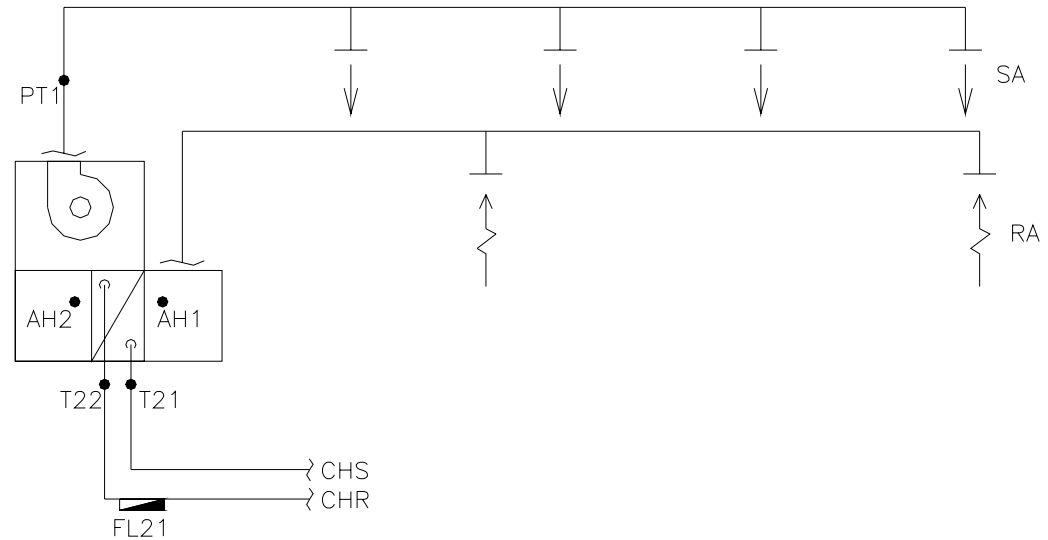
為了要確定系統已達穩定狀態，必須抓取 3 組資料，每組間隔 5 分鐘以上，來確認三組資料之個別熱平衡百分比皆在額定的誤差之內，然後將此三個測試點的資料平均，來計算被測機的能力與性能係數。

同時，由於 R-22 冷媒受到蒙特婁議定書的管制，已有越來越多的廠商開始生產 HFC 混合冷媒冰水機，且這些冷媒多具有非共沸 (Zeotropic) 特性，例如 R-407C 即是屬於非共沸混合冷媒，因此若採用非共沸混合冷媒時，所謂的冷媒飽和溫度是指非共沸混合冷媒的露點 (dew point) 溫度與起泡 (bubble point) 溫度兩者的平均值。

對於氣冷式與蒸發冷卻式冰水機而言，其冷凝器散熱皆與空氣流量與焓值有關，不易測得，故無法進行熱平衡計算。對於此問題，標準中提出解決方法是：使用兩套不同儀器來測量冰水側的主機能力及耗電量，若兩組結果的差值百分比在允差以內，且耗電量誤差在 2% 以內，則取平均值作為該機的測試結果。

5.2 送風系統

(1) 量測位置：



SA：各個出風口之送風量

RA：回風口風量

OA：外氣進風口、風量

T21：冰水進水溫度

T22：冰水出水溫度

FL21：冰水流量

AH1：冷卻盤管進風溫濕度

AH2：冷卻盤管出風溫濕度

PT1：立風管送風動壓或風速測量

(2) 空調箱之性能量測：

首先量測空調箱運轉時之耗電量，供應能力之風量量測(出、回風及外氣之風量及溫、溼度)、冰水量量測(冰水進水與回水之水量及溫度)。並於測試後依據設備製造商之風車特性曲線，計算其馬力、耗電量及靜壓，據以分析其效能。

(3) 送風機(FCU)之性能量測：

首先量測送風機運轉時之耗電量，供應能力之風量量測(出、回風及外氣之風量及溫、溼度)、冰水量量測(冰水進水與回水之水量及溫度)。

(4) 水量與溫度之量測：

依據冰水系統量測程序，測量進出水溫與水量測量。

(5) VAV 系統至量測：

利用變頻器將風量降低(參考 AHU 製造廠風車曲線圖)，使其送風量達設計值之 50%，再依據 100%風量，量測程序相同方式辦理。此部份只做風量量測不再做任何調整。(利用 PT1 及各個風口風量)。

(6) 各出、回風口之量測視風口種類而定：

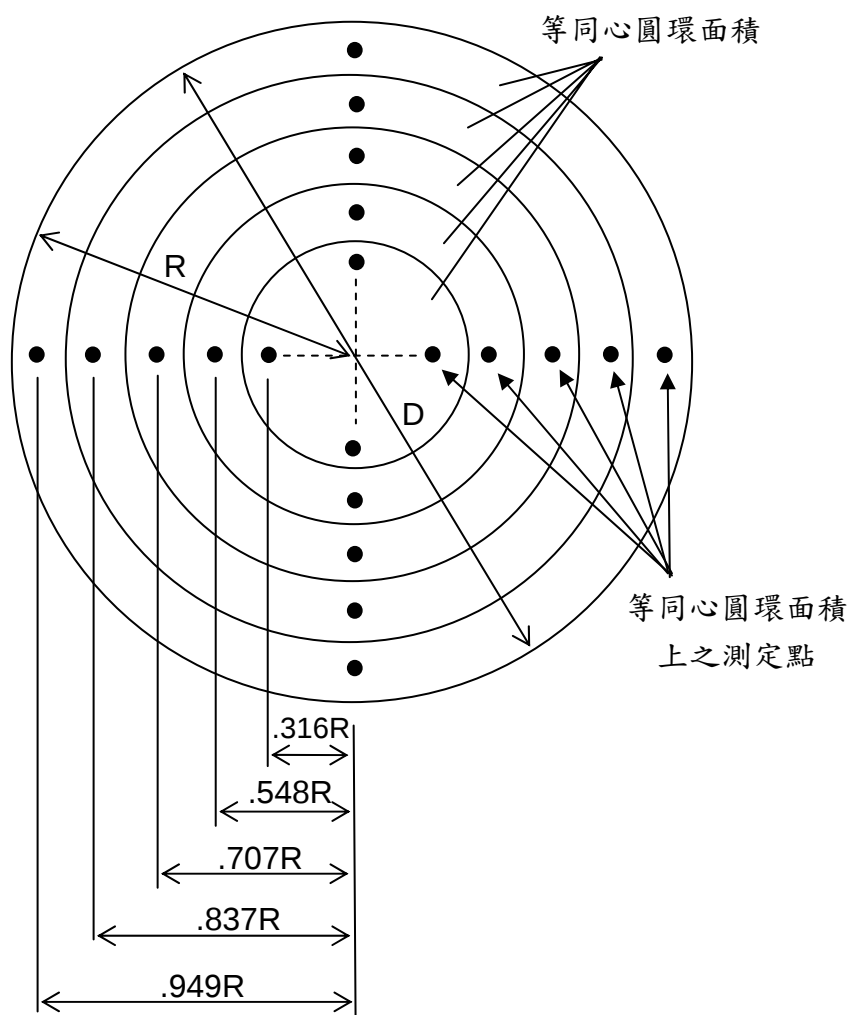
各出、回風口採用 VANE-TYPE 測量，離風口格柵或葉片 25 mm~50 mm之間，並劃分量測區域，Vane 尺寸為 d 時則 Vane 邊與框邊不得大於 $1/2d$ ，Vane 與 Vane 之間距離不得大於 d ，如果距離無法調整好則要重疊測量，

注意排風、回風口則需緊靠風口格柵或葉片，間距不得大於 10 mm。若以 pitot tube 或熱球式測量風管內之風速時，則應參考量測位置區分圖。

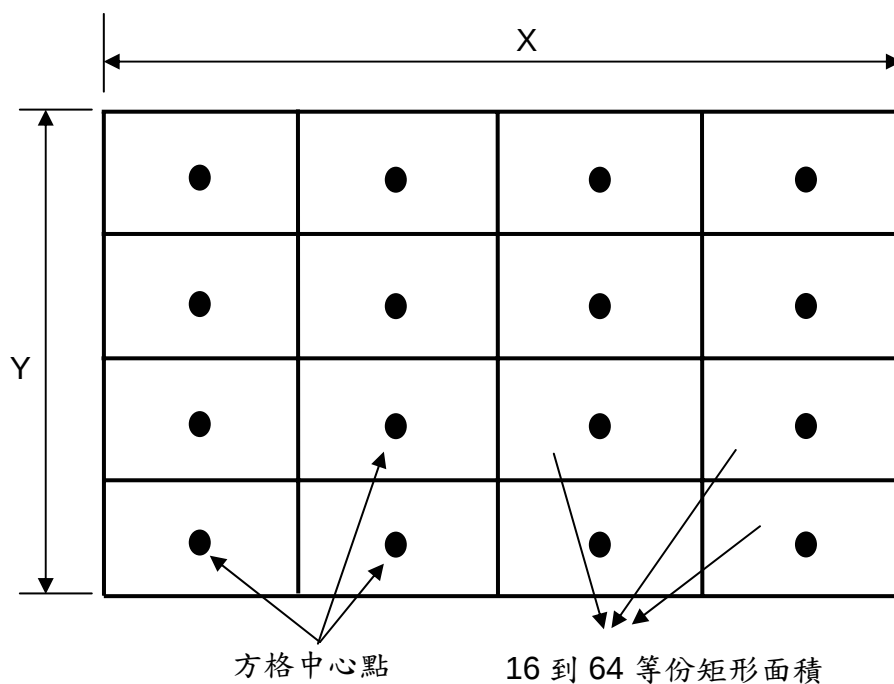
依據上述數據可測得空調機風側之性能，並與水側能量互相比較，再核對電力消耗，可計算出風管系統全年能量計算，並核算盤管所發揮之效能。

使用 pitot tube 或熱球式測量風管內之風速時，分佈在風管截面積上各點的風速並不均一，所以在測定時必須把此截面劃分為許多部份，取個部份適當點之風速加以平均。以下分圓形風管與矩形風管來探討。

(A) 圓形風管：圓形風管其測定點依風管大小決定，圓形管徑 8~15cm (3~6 英吋) 者測定六點，管徑 12~120cm (5~48 英吋) 者測定十點，管徑 110cm (44 英吋) 以上按照 CNS2726 規定自風管中心線取 20 點，如下圖所示。



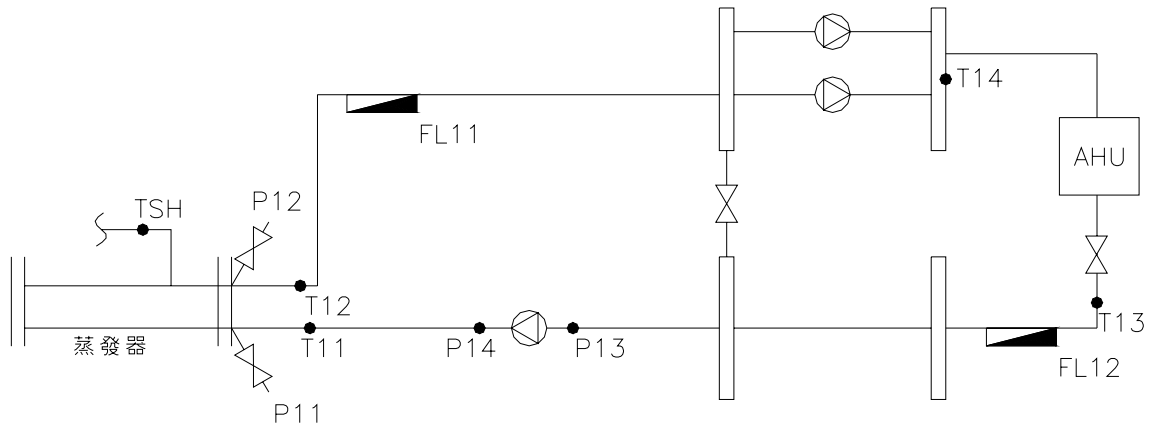
(B) 矩形風管：方形及矩形風管可將風管截面積等分為 16~64 等面積方格，每方格之寬度不得大於 15cm (6 英吋)，量各方格中心之風速，在求其平均值，如下圖所示。



測定時為避免擾流之影響，通常在擾動位置下游 7.5D 或上游 1.5D 處作為測定點（D 為風管之直徑）。

5.3 冰水系統

(1) 量測位置：



P11：量測蒸發器進水管壓力(位置儘量靠近蒸發器端蓋板上最佳)

P12：量測蒸發器出水管壓力(位置儘量靠近蒸發器端蓋板上最佳)

P13：冰水泵進水管之壓力(位置儘量靠近水泵吸入口在水泵本體上最佳)

P14：冰水泵出水管之壓力(位置儘量靠近水泵出水口在水泵本體上最佳)

FL11：一次側水管系統測試均必須做水量 100%狀況時之測試，

FL12：二次側系統則必須做 100%水量及 50%水量之流量測量。

T11：冰水進入蒸發器之溫度

T12：冰水出蒸發器之溫度

T13：二次測冰水回水溫度

T14：二次測冰水出水溫度

(2) 泵浦之性能量測：

首先量測泵浦運轉時之耗電量，量測泵浦進水及出水端之流量、壓力(位置盡量靠近水泵本體，再由兩端之壓差、流量，對照原廠資料)判斷其流量及揚程是否正確。並於測試後參考設備製造商之泵浦特性曲線，計算其揚程、流量及耗電量，據以分析其效能。

(3) VAV 系統之量測：

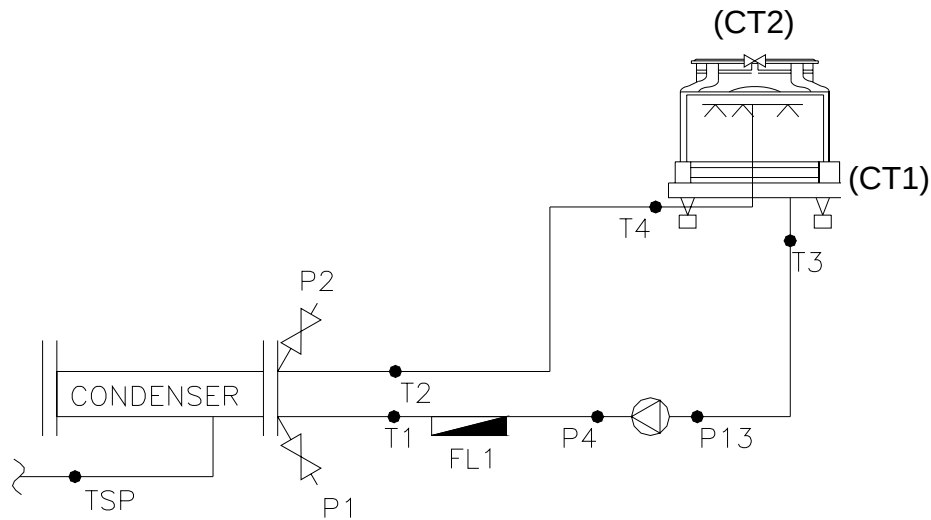
水管系統可分為一次側(全水量)系統及 VAV(合二次側系統)，如果系統不是 VAV，但必須做冰水機效能測試，則需做一次測系統。一次側冰水均應為定流量系統，但二次側冰水系統必須做 100%流量與 50%二種流量之測試。

測試方式：二次側流量為 100%時，必須由原施工廠商配合將水管系統調整好，並將控制閥旁通打開，使水泵流量能達到設計流量（此時稱之為 100%），再利用控制閥調整使其流量在 50%狀態下測試溫度。T11、T12、T13、T14 每 10 秒讀取一次數據至少 5 分鐘(100%及 50%)

依據上述數據參考電力消耗值，探討一次側之製冷能力與二次側熱能之關係，並分析因為水量不同而造成效能上的差異。

5.4 散熱系統

(1) 量測位置：



P1：量測冷凝器進水管之壓力(位置儘量靠近冷凝器，端蓋板上最佳)

P2：量測冷凝器出水管之壓力(位置儘量靠近冷凝器，端蓋板上最佳)

P3：冷卻水泵進水管之壓力(位置儘量靠近水泵吸入口，在水泵本體上最佳)

P4：冷卻水泵出水管之壓力(位置儘量靠近水泵出水口，在水泵本體上最佳)

FL1：此位置只是示意圖，由於超音波流量器測定條件要求嚴格，必須找無亂流區，如果找不到百分之百適當的位置，也必須在可能範圍內找到最適當位置。

T1：冷卻水進入冷凝器之溫度(T3：冷卻水塔出水處)

T2：冷卻水出冷凝器之溫度(T4：冷卻水塔進水處)

CT1：冷卻水塔進風位置，測量風量與溫濕度

CT2：冷卻水塔出風位置，測量風量與溫濕度

(2) 測量程序

- (a) 原有系統必須在正常狀態下運轉，並在大負荷狀況下運轉一段時間才可開始測量。
- (b) 冷卻水塔部份與冰水主機冷凝器必須分開量測(但如果無 By-pass 系統流量量測可採用同一數據)。
- (c) 所有數據取得必須同一環境下取得。

(3) 量測說明

散熱系統係指冷卻水塔系統，首先必須搭配主機量測，量測包含冷凝器進、出水溫度及壓力(量測時因靠近冷凝器)，冷卻水泵浦進、出水壓力，冷卻水塔風量及溫溼度。冷卻水塔風扇若為變頻風扇則必須先量測 100%時之設計風量，再量測 50%狀態時之風量。

依據上述數據找出流量(L)與風量(G)之關係，參考電力消耗，並分析其風量為 100%及 50%時之散熱效果。

5.5 電力分析、量測

現場電力量測可分為二類：一種為定時利用電壓表、電流表、功率因數表做定時之量測，另一採用記錄器記錄電壓、電流，並利用電腦與軟體取較長時間之數據分析。如果為變風量與變流量，則需做 100%及 50%容量測試。

第六章 空調系統之保養維護

6.1 箱型機之保養維護

故障現象	可能原因	處理辦法
1.風扇與壓縮機皆 不轉動	(1)停電	(1)用三用電錶量之
	(2)電源配接不良(單向電源)	(2)同上
	(3) a.電源保險絲燒毀 b.電源之 N.F.B.有無跳脫	(3) a.更換保險絲 b.檢修或更換
	(4)低壓開關故障	(4)檢查接點是否通路
	(5)溫度開關故障	(5)同上
	(6)系統在泵集狀態	(6)打開冷凝器出液閥
	(7)控制箱內保險絲燒毀或接觸不良	(7)用三用電錶測量或更換保險絲
	(8)內部控制線路故障(斷路)	(8)重新檢查線路
	(9)冷媒太少(低壓開關動作)	(9)充加冷媒
	(10)電磁開關之過負載器跳脫即斷路(接點、線圈、過負載器損壞)	(10)修理或更換
	(11)操作開關損壞(接點不良或鬆線)	(11)同上
	(12)高壓開關故障(接點未 Reset)	(12)修理或 Reset
	(13)壓縮機馬達與風扇馬達燒毀	(13)更換馬達或重繞線

風扇轉動但壓縮機不轉動	(1)溫度開關跳脫(RA 溫度太低)	(1)待溫度回升後即恢復正常
	(2)溫度開關設定位置不對	(2)轉向較冷位置即可
	(3)電磁開關接點或線圈故障	(3)修理或更換
	(4)壓縮機馬達故障或燒毀	(4)更換壓縮機或修理之
	(5)壓縮機束心或嗡嗡聲	(5)同上
	(6)溫度開關接點故障	(6)檢查電路
	(7)溫度開關感溫球漏氣	(7)同上
	(8)壓縮機馬達控制線路故障	(8)檢查電路
	(9)壓縮機馬達為單相電源供電	(9)同上
	(10)壓縮機電磁開關過負載器跳脫或損壞	(10)重新接 Reset 或更換新品
	(11)電壓降太大	(11)檢查壓降過大原因，如電源線太細
二台並聯壓縮機第二台不轉動	(1)同前第一、二項故障	(1)同上
	(2)限時開關(Timer)故障	(2)檢修或更換新品
風扇壓縮機都轉動，但不久壓縮機即停止	(1)無冷卻水	(1)設法補充冷卻水
	(2)冷卻水量不夠	(2)增加水量
	(3)冷卻水溫太高	(3)設法降低水溫
	(4)水冷式冷凝器太髒	(4)清潔冷凝器
	(5)冷卻風扇或水泵未轉動	(5)檢修或更換之
	(6)氣冷式冷凝器風扇倒轉	(6)更換正轉方向
	(7)氣冷式冷凝器太髒	(7)清潔之
	(8)水冷式冷凝器水泵倒轉	(8)更換正轉方向

	(9)冷卻風扇馬達鬆脫斷損	(9)調整或更換之
	(10)冷媒過多(致 HPS 動作)	(10)洩放過多冷媒
	(11)系統中有不凝結氣體如空氣	(11)洩放空氣
	(12)高壓開關調整不當或失靈	(12)重新調整或更換
	(13)各過負載器調整不良或低壓開關動作	(13)重新調整之
	(14)電壓過低致使電流過大	(14)設法提高電壓
	(15)系統之出液閥未打開	(15)打開修理閥
	(16)乾燥過濾器堵塞(前後有溫差)	(16)泵集後更換乾燥劑
	(17)膨脹閥故障(阻塞)或感溫球漏氣	(17)更換新品
	(18)冷媒不夠(造成低壓過低)	(18)充加冷媒
	(19)低壓開關調整不良(太高)	(19)重新調整之
	(20)電磁止閥失效(液管)	(20)檢修或更換
風扇壓縮機都轉動，但冷度不夠	(1)冷房負荷過大	(1)設法減低負荷或關閉門窗
	(2)出風口裝設方向不良	(2)修正出風口
	(3)出風口有障礙物	(3)移開障礙物
	(4)風管保溫不良	(4)增加保溫
	(5)乾燥過濾器堵塞(但未致低壓開關動作)	(5)清潔之

	(6)膨脹閥故障： a.調整不良 b.感溫球漏氣 c.感溫球裝置不良	(6) a.調整之 b.更換新品 c.修正固定方向
	(7)冷煤不夠	(7)充加冷媒
	(8)冷凝器 a.冷卻水量不夠或水溫過高 b.冷卻管太髒 c.氣冷式鰭片太髒 d.氣冷式風量不夠	(8) a.增加水量降低水溫 b.清洗 c.同上 d.增加風量
	(9)風量不夠 a.風扇倒轉(三相馬達) b.出風口葉片未全開 c.風管擋板開度不夠	(9) a.更換風扇任意兩線 b.全開出風口 c.修正之
	(10)風扇皮帶鬆弛或打滑	(10)調整或修正
	(11)空氣過濾網太髒	(11)清洗之
冷度夠，但產生振動噪音	(1)送風機 a.葉輪破損 b.軸或軸承磨損 c.葉輪固定不牢 d.異物進入風鼓內	(1) a.修理或更換 b.同上 c.固定之 d.清理異物
	(2)皮帶 a.因太鬆或太緊產生振動 b.皮帶與皮帶輪寬度不合 c.皮帶與皮帶輪裝配不良沒對正有歪斜	(2) a.調整鬆緊度 b.更換之 c.修正之

	(3)冷煤系統 a.壓縮機因膨脹閥調整不良而發生液鎚現象 b.冷凍油太多 c.內部機件故障	(3) a.調整之 b.洩放過多冷凍油 c.更換壓縮機或修理
	(4)避震管不良	(4)更換新品
	(5)電磁開關 a.各不接觸不良 b.接點不良 c.接點生鏽或有灰塵或異物夾入而產生交流聲 d.按鈕開關(P.B.)不良	(5) a.上緊螺絲 b.檢修或更換 c.修理或清潔之 d.更換新品
	(6)其他 a.安裝不良 b.壓縮機固定片沒卸下 c.外殼螺絲鬆弛或脫落 d.風扇馬達台裝置不良 e.管路間與外殼或機器碰觸	(6) a.設法修正 b.卸下 c.上緊或補充之 d.修正之 e.同上
漏水(機外漏水)	(1)冷卻水管裝配不良或破損	(1)修正之
	(2)出入口水套凸緣未上緊	(2)上緊之
	(3)襯墊破損	(3)更換之
	(4)機內排水管裝配不良	(4)重新裝配
	(5)排水管或接頭堵塞	(5)清潔之
	(6)排水管破損	(6)更換之

6.2 中央空調系統之故障檢修

故障現象	可能原因	檢修對策
馬達不能運轉	1.電源不通 2.啟動開關損壞 3.各項控制機件損壞	1.檢查電源開關 2.檢查電磁閥開關接觸點及電磁閥是否損壞 3.檢查各控制機件及線路
壓縮機不能啟動	1.電源不通 2.啟動開關損壞 3.各項控制機件損壞	同上
油溫不能降低	1.油循環泵浦故障 2.蒸發器溫度過高	1.檢查由泵浦並修復之 2.調整膨脹閥
壓縮機瞬時開車及停車	高低壓自動切斷開關及油壓自動保護開關調整不正確	調整上項開關
高壓過高	1.管路未全開 2.冷媒管路閉塞 3.冷媒過量 4.冷卻水溫度過高 5.冷凝器積垢太多 6.冷媒管路內空氣存在	1.開放管路開關 2.清理過濾乾燥器 3.減少冷媒 4.檢查冷卻水塔散熱情況及循環水泵浦是否正常 5.清洗冷凝器 6.排出管路中空氣
低壓過低	1.冷煤系統漏氣 2.冷煤不足 3.膨脹閥堵塞	1.檢查並修復之 2.加灌冷媒 3.清洗膨脹閥
油壓過低	1.潤滑油系統堵塞 2.油泵浦故障	1.清洗油路 2.檢修油泵浦
高壓過低	1.冷煤不足 2.壓縮機閥片損壞	1.加灌冷媒 2.換閥片

低壓過高	1.冷煤過多 2.膨脹閥開放太大 3.壓縮機閥片損壞	1.減少冷媒 2.調整膨脹閥 3.換閥片
油壓過高	1.低壓太高 2.油泵浦出口堵塞	1.與前項同 2.清理油泵浦
室溫過高	1.風量不足 2.冰水溫度過高 3.冰水量不足	1.調整送風量 2.調整膨脹閥 3.調整冰水量

6.3 中央空調系統之保養維護

冰水主機之保養項目	每月	每季	年度
1. 機房檢視			
啟動冰水主機	※	※	※
復查歷史診斷	※	※	※
油氣泵功能測試		※	※
記錄主機運轉情形	※	※	※
過冷度檢測			※
油過濾器壓降檢測			※
2. 停機	※	※	※
3. 隔離供應電源(上鎖,掛牌)	※	※	※
4. 冷媒回收(視情況而定)			※
以冷媒回收機回收現有系統冷媒並記錄回收量			※
5. 冷凝器			※
冷凝器排水			※
冷凝器清洗			※
用藥水及機械清洗冷凝器			※
6. 啟動器			
啟動器及控制盤檢測	※	※	※
檢測及鎖附所有馬達電源端子	※	※	※
鎖附所有之電源端子	※	※	※

檢查馬達起動器所有其它裝置	※	※	※
檢測電磁接觸器線路端子	※		
對馬達起動箱除垢			
檢測電磁接觸器接點			
清潔電磁接觸器接點			
7. 壓縮機馬達			
量測壓縮機馬達絕緣阻抗			
馬達線組之絕緣阻抗測試			
檢測馬達內溫度感測器歐姆值			
檢測馬達接線端子溫度			
8. 更換(油)濾網			
更換壓縮機潤滑油			
冷凍油取樣			
以測試劑測試冷凍油品質			
更換油濾網			
9. 保護電路校正			
檢測及校正低溫感知器			
油槽加熱器檢測			
檢測油溫加熱器電阻及絕緣			
冷凍油流量壓差開關檢測			
冷媒壓差開關檢測			
高壓開關檢測			

高壓開關 - 有頂針 檢測			
高壓開關 - 無頂針 檢測			
低壓保護			
10. 升壓查漏(視情況而定)			
加氮氣查漏(視情況而定)			
拆除探漏處保溫材			
檢查及報告主機洩漏狀況			
11. 系統抽真空-站空試漏(視情況而定)			
12. 充填冷媒(視情況而定)			
13. 復原電力(拆鎖,拆除掛牌)			
14. 控制系統			
控制面板設定檢測			
校正及調整主機設定參數			
膨脹閥動作測試			
油流量檢測(光學)			
檢測光學感知器開關			
流量開關檢測 (蒸發器)			
流量開關檢測 (冷凝器)			
檢測及調整冷卻水及冰水流量開關			
控制及保護電路			
檢測水側流量轉換器			
拆清流量轉換器之濾網			

UCP 校準檢測			
檢測冷媒飽和溫度感知器 (冷凝器)			
檢測冷媒飽和溫度感知器 (蒸發器)			
檢測冷媒飽和壓力感知器 (冷凝器)			
檢測冷媒飽和壓力感知器 (蒸發器)			
出水溫度感知器檢測			
檢測冷卻水及冰水溫度感知器			
油位檢測			
15. 運轉測試			
記錄主機運轉情形			
主機運轉實際電流值記錄			
主機實際高低壓力記錄			
測量並紀錄油過濾器壓差			
檢測及設定膨脹閥步進馬達			
試漏測試 (中-高壓 機器設備)			
檢查冷媒系統是否洩漏			
量測馬達出線端子溫度			
量測電磁接觸器接點溫度			
檢查保養報告			
檢測及校正低溫感知器			
檢測及校正高壓感知器			
檢測壓縮機吐出端溫度			

檢測壓縮機吐出端過熱度			
過冷度檢測			
檢測水及冷媒之溫度 (冷凝器)			
檢測水及冷媒之溫度 (蒸發器)			
檢測馬達線圈溫度感知器			
檢測加卸載閥塊及電磁線圈之功能			
檢測冷媒過濾器溫差 (開機運轉測試)			
檢視異常噪音,振動及高溫 (開機運轉測試)			
檢查及報告損壞之零件 (開機運轉測試)			
檢測及報告其操作狀況 (開機運轉測試)			
16. 環境清潔保養			
清潔並完成維修工作			
對生銹處除銹補漆 (主機機體除鏽噴漆)			
17. 重新試車並紀錄之			

循環水泵浦之保養項目	每月	每季	年度
1.檢查馬達運轉是否正常	※	※	※
2.檢查並紀錄馬達之電壓及電流	※	※	※
3.檢查出水溫及水壓	※	※	※
4.檢查潤滑油	※	※	※
5.檢查襯墊是否良好或漏水	※	※	※
6.檢查循環水污染情形		※	※
7.絕緣測試		※	※
8.泵浦輪葉、連軸器及軸封檢查與校正			※
9.清潔與除銹			※

冷卻水塔之保養項目	每月	每季	年度
1.檢查補給水、管路及開關是否正常	※	※	※
2.檢查存水水質，清洗及換水	※	※	※
3.檢查風扇馬達運轉及電壓、電流情形	※	※	※
4.檢查潤滑油	※	※	※
5.檢查散水頭、散水管是否正常，若異常則校正之		※	※
6.檢查散熱片及出水過濾網		※	※
7.絕緣測試，配線安全檢查及固定		※	※
8.清潔與除銹			※

送風機之保養項目	每月	每季	年度
1.清洗過濾網，必要時更換	※	※	※
2.檢查節氣風門是否正常	※	※	※
3.出、回風口清潔	※	※	※
4.檢查軸承及潤滑油	※	※	※
5.量測並記錄馬達電壓及電流		※	※
6.檢查並清洗風車及散熱鰭片等		※	※
7.檢查及修護保溫部份		※	※
8.檢查馬達及線路絕緣		※	※
9.清潔盤管			※
10.校正軸心使運轉平穩			※
11. 清潔與除銹			※

配電箱及啟動器之保養項目	每月	每季	年度
1.檢查配電箱及啟動器之供電電壓是否正常	※	※	※
2.檢查各馬達之電流受否過載	※	※	※
3.檢查各開關之接點是否接觸良好	※	※	※
4.檢查及調校定時器、繼電器及超載保護器等		※	※
5.絕緣及接地安全測試		※	※
6.清潔箱內外組件		※	※

第七章 經濟效益評估

7.1 經濟效益評估模式

在傳統的經濟效益評估中，大多只著重於對成本有立即性影響的費用，如設備、初期施工等費用，然而對空調系統超過10年以上的使用壽命來說，設備等初期費用只不過佔總成本的三成到四成左右，而剩餘的大部份則為維持系統運作所需之花費，例如能源費用...等。

因此空調系統的經濟效益評估大致可分為三個部份，第一個部分是一開始所購入空調系統設備(冰水主機、冷卻水塔...等)的費用，第二個部分則為空調系統在所有運作期間所需負擔之開銷(電力及維護保養費用)，最後是設備在汰換後所剩餘之價值，其評估模式如下：

$$C = IC + \sum [OC + MC]_N \pm SV$$

C=空調系統總成本

IC=初期設置成本

OC=運轉成本

MC=維護成本

N=運轉年限

SV=剩餘價值

(a) 初期設置成本(Initial Cost, IC)

初期設置成本是指空調系統各單元購入時所需的費用，主要有冰水主機、冰水泵、冷卻水塔及空氣側設備等。設計者依據不同的考量而選擇適當能力的設備來決定所使用的系統，而造成整體設備成本的不同。一般而言，選用效率愈好的設備價格也愈高，也就表示此空調系統會有一較高的初期成本，但若考慮到系統在運轉期間所需之運轉成本時，則高效率的設備能節省較多的費用。

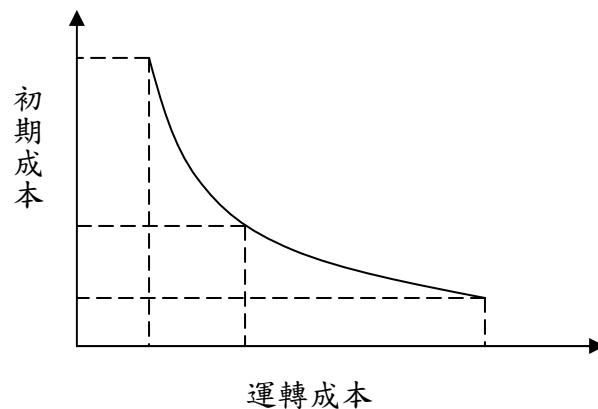


圖7-1 初期成本與運轉成本之關係

此外在選用空調系統時，考慮到政府的電價策略或其他補助計畫而選用某些特定系統（如儲冰系統於離峰時製冰，可節省電費開銷），因場所限制而選用較小型系統而改變設備等級差異，因為管路複雜而使用較大的水泵以及室內送風機性能差異等都會造成成本增加或減少。

(b) 運轉成本(Operating Cost，OC)

空調系統的運轉成本即是為了使系統能夠正常運作，而所需使用之能源成本，一般而言主要是利用電力或天然氣等燃料，但是由於台灣地區的空調系統大多數只使用電力，所以在此只討論電力系統的部分，而運轉成本也可視為空調系統的耗電成本。

台灣電力公司現行之高壓、特高壓供電可區分為二段式和三段式時間電價模式，其如下表示：

(1) 二段式

分 類			高壓供電		特高壓供電	
			夏 月	非夏月	夏月	非夏月
基本電費	經常契約	每瓩每月	223.60	166.90	217.30	160.60
	離峰契約		44.70	33.30	43.40	32.10
流動電費	尖峰時間	每度	2.058	1.984	2.047	1.974
	離峰時間		0.808	0.745	0.798	0.735

(2) 三段式

基本電費					
分 類		高壓供電		特高壓供電	
		夏 月	非夏月	夏月	非夏月
經常契約	每瓩每月	223.60	166.90	217.30	160.60
半尖峰契約		166.90	166.90	160.60	160.60
離峰契約		44.70	33.30	43.40	32.10

流動電費									
尖峰時間固定	週一至週五	尖峰時間	夏 月	10:00~12:00 13:00~17:00	每度	3.213	—	3.192	—
		半尖峰時間	夏 月	07:30~10:00 12:00~13:00 17:00~22:30		1.932	—	1.921	—
			非夏月	07:30~22:30		—	1.869	—	1.858
		離峰時間	00:00~07:30 22:30~24:00			0.735	0.682	0.724	0.672
	週六	半尖峰時間	07:30~22:30			1.155	1.092	1.050	0.987
		離峰時間	00:00~07:30 22:30~24:00			0.735	0.682	0.724	0.672
	週日及離峰日	離峰時間	全 日			0.735	0.682	0.724	0.672

尖峰時間可變動	週一至週五	尖峰時間	夏 月 (指定30天)	10:00~12:00 13:00~17:00	每度	5.628	—	5.586	—
		半尖峰時間	夏 月 (指定30天)	07:30~10:00 12:00~13:00 17:00~22:30		1.932	—	1.921	—
			夏 月 (指定以外日期)	07:30~22:30		—	1.869	—	1.858
			非夏月	07:30~22:30					
		離峰時間	00:00~07:30 22:30~24:00			0.735	0.628	0.724	0.672
	週 六	半尖峰時間	07:30~22:30			1.155	1.092	1.050	0.987
		離峰時間	00:00~07:30 22:30~24:00			0.735	0.682	0.724	0.672
	週日及離峰日	離峰時間	全 日			0.735	0.682	0.724	0.672

- I. 時間電價 — 依不同供電時間之供電成本分別訂價之電價制度。現行電價表依時段劃分為二段式時間電價(離峰、尖峰時間)與三段式時間電價(離峰、半尖峰、尖峰時間)。
- II. 非時間電價 — 依夏月、非夏月之供電成本差異，而分別訂價之電價制度。
- III. 尖峰時間 — 係指電力系統供電承受負載較高的時段。
- IV. 半尖峰時間 — 三段式時間電價供電時間劃分之一種。
- V. 離峰時間 — 離峰時間係指電力系統供電承受負載較少的時段。
- VI. 離峰日 — 電價表所列示全日適用離峰時間之國定假日。

中華民國開國紀念日	1月 1日
春節	農曆除夕 ~ 1月 5日
和平紀念日	2月28日
民族掃墓節	4月 4日 或 4月 5日
勞動節	5月 1日
端午節	農曆 5月 5日
中秋節	農曆 8月15日
國慶日	10月10日

- VII. 契約容量 — 用戶與台電公司約定之用電容量，作為基本電費計算之依據，依用戶用電種類不同可分為裝置契約容量與需量契約容量兩類。
- VIII. 裝置契約容量 — 裝置契約容量為用戶以其用電設備之總裝置容量訂定契約容量。
- IX. 需量契約容量 — 需量契約容量為用戶與本公司雙方約定15分鐘平均之最高需量值為契約容量。
- X. 基本電費 — 依用戶申請之契約容量每月計收之電費。
- XI. 流動電費 — 依用戶實際用電度數計收之電費。

由於空調系統隨著使用時間的增加，會造成設備的老化及耗損而使得系統效能逐漸下滑，可想而知的是系統運轉成本勢必會跟著增加。根據各案例之數據分析可歸納出一公式計算空調系統於使用年限之總運轉成本。

$$OC_N = OC \times \left(1 + \frac{1.19^N - 1}{1.19 \cdot N} \right)$$

OC：年運轉能源成本(元/年)

N：使用年限

(c) 維護成本(Maintenance Cost，MC)

在長時間經濟效益評估中，維護保養的部份就顯得非常的重要，維護成本的差異除了會直接影響到系統的運轉效率之外，其對空調系統的使用年限也會造成一定影響，例如一台冰水主機原本的壽命可能為 10 年，但是如果在缺乏適當的維護下，使用 7、8 年可能就已經不堪使用，相對地，如果所有維護保養步驟都有確實做到，其使用年限可能為 12 年甚至 15 年。此部分雖然無法以量化計算，但是可列入評估之中，以供決策者參考。

根據「九十二年度中央廳舍暨院校空調節能改善計劃」案例中空調系統維護費使用情形，可歸納出以設備容量為基準之空調系統年度保養費用表，以供經濟效益評估時維護成本之參考依據。

表 7-1 空調系統之年保養費用

冷凍容量	主機型式	主要保養項目	年度保養費	運轉時間與保養費用關係
800RT以下	離心式	冷凍油、油濾網、乾燥蕊 冷凝器、蒸發器清洗 冷煤量、流量開關校正 各項保護開關、 控制系統檢查校正	\$80,000	主機需視實際運轉 狀況判定，如污垢生 成速度等外在運轉 條件導致保養費用 增加
350RT以下	螺旋式	冷凍油、乾燥蕊 內、外油濾網 冷凝器蒸發器清洗 冷煤量、流量開關校正 各項保護開關、 控制系統檢查校正。	\$70,000	
300RT以下	冷卻水塔	水盤清洗(清水刷洗)	\$7,000	
	冷卻水塔	藥水散熱材清洗	150元/RT	

與運轉成本相同的是空調系統之維護保養費用亦會隨著使用年限的增加而增加。根據各案例中空調系統在維護保養上花費的情形，可平均求得維護成本與系統使用年限之關係。

$$MC_N = MC_{base} \times (1 + 0.013 \cdot N)$$

MC_{base} ：基本維護成本 (元/年)

N：使用年限

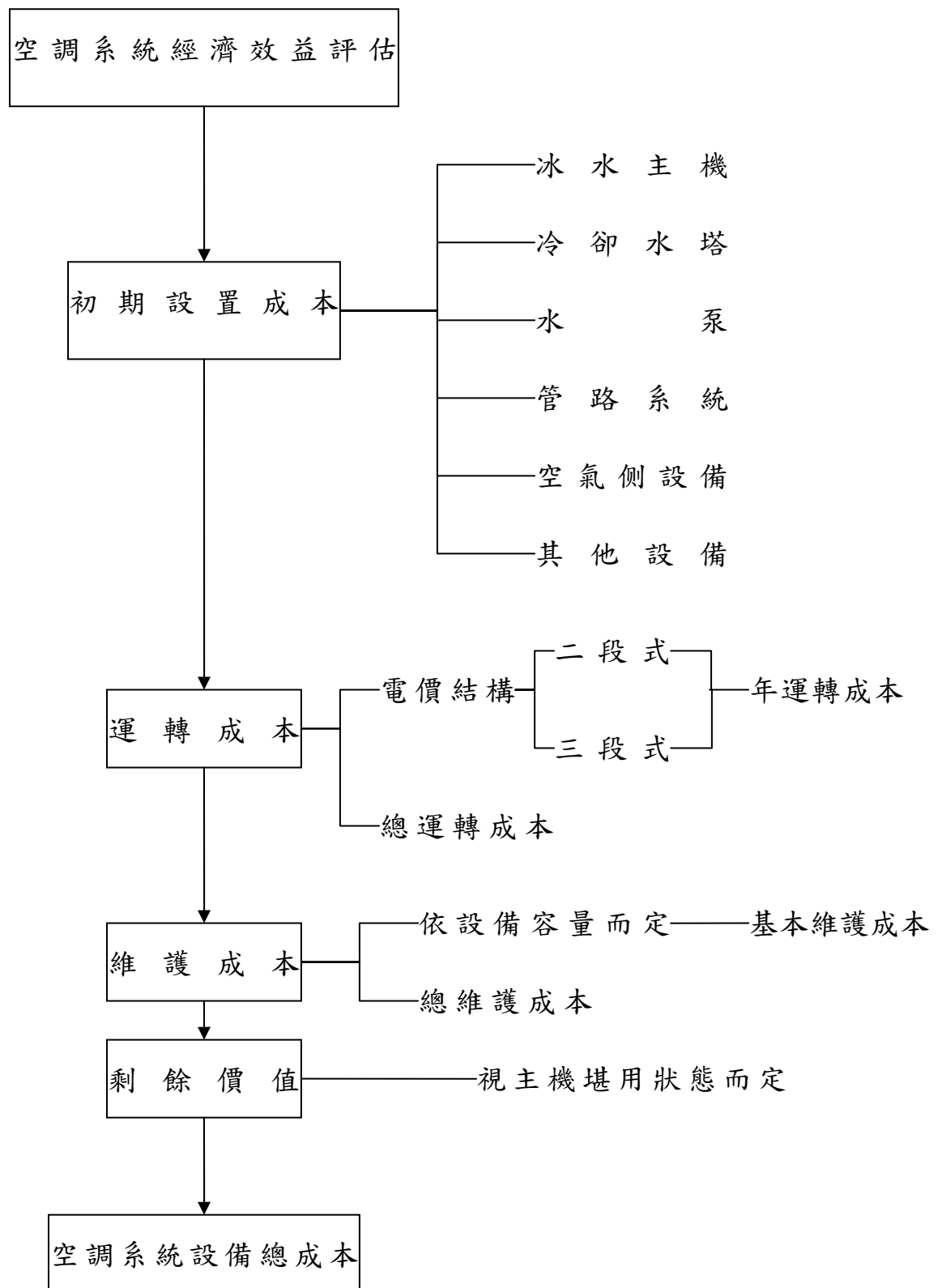
(d) 剩餘價值(Surplus Value，SV)

冰水主機在汰換時之移除費用，主要是依據移除時出入的動線(是否須拆機...)和施工是否有何限制(如夜間施工，逐台分日更換...)，所以在考慮人工和吊運之機具租金下,舊主機販賣回收之費用是否還有其價值,則必須視冰水主機當時的狀況而定。

表 7-2 剩餘價值

堪用下 (10 年以上機組)	1. 回收商依堪用程度，估價約 2~8 萬元/部 2. 若需拆解運出，則無殘餘價值 (拆解費>>殘餘價值) 3. 噸位越大，愈無回收商肯回估，中古市場接受度低
不堪用	1. 拆除費依拆除程度不同，約 3~6 萬/部 2. 冷煤回收處理費 1~2 萬/部 3. 廢鐵販費 10~16 元/kg

7.2 計算流程



7.3 電價計算方式

(1) 每月電費為基本電費與流動電費之總和。

(2) 基本電費按下式計算：

(a) 二段式

夏 月：經常契約電價×經常契約容量＋離峰契約電價×[離峰契約容量－(經常契約容量＋非夏月契約容量) ×0.5]；
惟後項計得之值為負時，則按零計算。

非夏月：經常契約電價×經常契約容量＋非夏月契約電價×非夏月契約容量＋離峰契約電價×[離峰契約容量－(經常契約容量＋非夏月契約容量) ×0.5]；惟最後一項計得之值為負時，則按零計算。

案例	經常契約 (瓩)	非夏月契約 (瓩)	離峰契約 (瓩)	夏月每月基本電費 (元)	非夏月每月基本電費 (元)
一	100	0	0	$223.6 \times 100 = 22360$	$166.9 \times 100 = 16690$
二	0	100	0	0	$166.9 \times 100 = 16690$
三	0	0	100	$44.7 \times 100 = 44700$	$33.3 \times 100 = 3330$
四	100	20	0	$223.6 \times 100 = 22360$	$166.9 \times (100 + 20) = 20028$
五	100	0	60	$223.6 \times 100 + 44.7 \times (60 - 50) = 22807$	$166.9 \times 100 + 33.3 \times (60 - 50) = 17023$

(b) 三段式

尖峰時間固定：

經常契約電價×經常契約容量＋半尖峰契約電價×半尖峰契約容量＋離峰契約電價×[離峰契約容量－(尖峰契約容量＋半尖峰契約容量)×0.5]；惟最後一項計得之值為負時，則按零計算。

尖峰時間可變動：

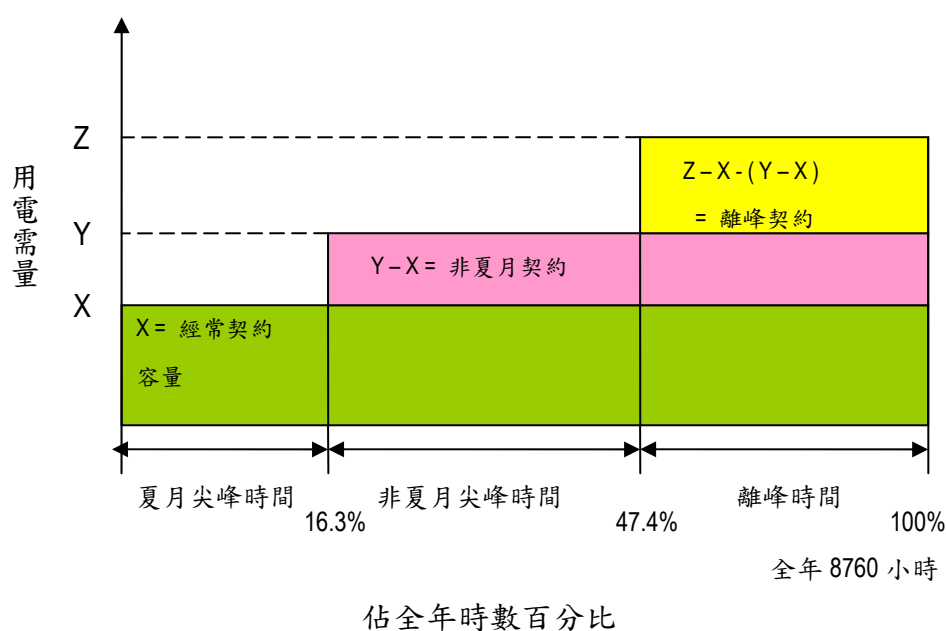
比照「尖峰時間固定之時間電價」供電時間之劃分訂定契約容量，並計算基本電費。

案例	經常契約 (瓩)	半尖峰契約 (瓩)	離峰契約 (瓩)	夏月每月基本電費 (元)	非夏月每月基本電費 (元)
一	100	0	0	$223.6 \times 100 = 22360$	$166.9 \times 100 = 16690$
二	0	100	0	$166.9 \times 100 = 16690$	$166.9 \times 100 = 16690$
三	0	0	100	$44.7 \times 100 = 4470$	$33.3 \times 100 = 3330$
四	100	20	0	223.6×100 $+ 166.9 \times 20 = 25698$	166.9×100 $+ 166.9 \times 20 = 20028$
五	100	0	60	$223.6 \times 100 + 44.7$ $\times (60 - 50) = 22807$	$166.9 \times 100 + 33.3 \times (60 -$ $50) = 17023$

7.4 需量契約容量之訂定原則

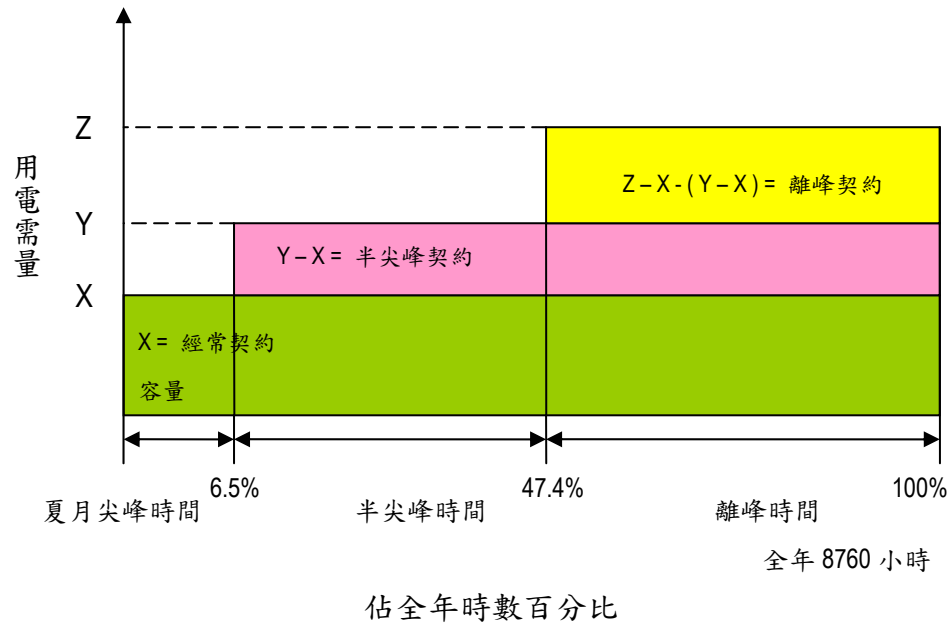
(a) 二段式

二段式時間電價之經常契約容量係以雙方約定之夏月尖峰時間用電最高需量訂定，非夏月尖峰時間用電需量超出經常契約容量部分應另訂非夏月契約容量，離峰時間用電需量超出經常契約容量與非夏月契約容量之和部分，則另定訂離峰契約容量。



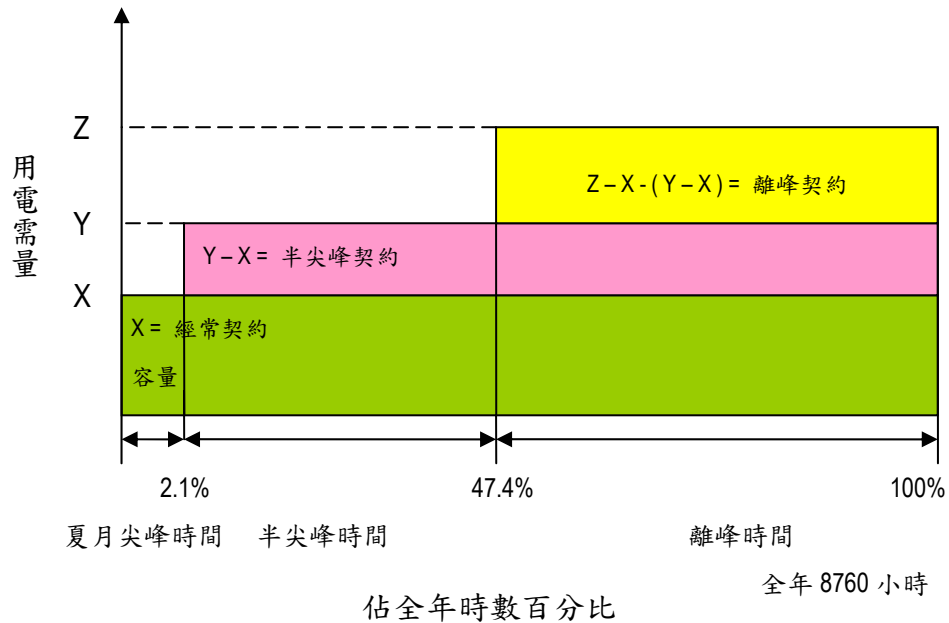
(b) 三段式(尖峰時間固定)

經常契約容量係以雙方約定之尖峰時間用電最高需量訂定，半尖峰時間用電需量超出經常契約容量部分另訂半尖峰契約容量，離峰時間用電需量超出經常契約容量與半尖峰契約容量之和，則另訂離峰契約容量



(c) 三段式(尖峰時間可變動)

比照「尖峰時間固定之時間電價」供電時間之劃分，惟尖峰時間與夏月半尖峰時間係屬變動，尖峰時間為夏月經台電公司指定日期之上午10時至12時，下午1時至5時止，尖峰時間全年共計30日，180小時



(d) 最低契約容量

- (1) 高壓二段式「時間電價」用電之經常契約容量、非夏月契約容量與離峰契約容量之和不低於100瓩
- (2) 高壓三段式「時間電價」用電之經常契約容量、半尖峰契約容量與離峰契約容量之和不低於 100 瓩。

7.5 超約用電

- (1) 「需量契約容量」超約用電：當用戶之最高需量超出其所申請的契約容量時稱之。超出部分在契約容量 10%以下，按二倍計收基本電費(即超約附加費)，超出部分在契約容量 10%以上，按三倍計收基本電費。
- (2) 「裝置契約容量」超約用電：當用戶之實際裝置的器具總容量超出其所申請的契約容量時稱之，超出部分概依竊電處理。

第八章 評估案例

8.1 前言

由於換氣系統設計為防範氣流供排路徑循環分佈形成空氣傳播污染與交叉污染(Cross Contamination)，全外氣或大量補給外氣系統，大量應用於特定之生化實驗室、手術房、隔離病房等空調系統中，然而往往處理外氣引入所產生之冷熱負載(Gains)以維繫運轉之空調設施，普遍花費總運行管理預算之 50% 以上，尤其以台灣地區溼熱的外氣條件，更是耗費驚人。

傳統的解決方案係將可變風量系統概念(Variable Air Volume)應用於供排氣風系統上，當空氣進入室內前，將經過可變風量再熱終端箱，供風量受控於排氣櫃之瞬變排氣量，使供風與排氣間能夠提供維持一恆定負壓差之安全環境。雖然可變風量系統提供了操作安全與能源管理功能，但對於舒適性與熱效率之平衡卻造成負面影響，甚至衍生出能源不當支出現象，其原因歸納如下：

- (a)夏季期間大量外氣提供了空調冷房循環來源，逾 2/3 的東方國家在高溼度地理環境條件下，往往外氣引入量造成之空調負載為空調再循環式負載的 3 倍。
- (b)經由空調箱冷卻盤管所供應之供風溫度，將冷卻至 11°C 左右，以適當地對外氣作除濕處理，假使供風量須配合排氣量時，則通常供風量將導致提供相當過度冷卻於冷房需求，因此在供風氣流進入冷房環境之前，必須經再熱過程以達舒適或環境控制需求，因而產生大量能耗。
- (c)當夏季環境下供風量須配合並等於排氣量時，但由於不足以匹配室內冷房負載，外氣之高熱能會加諸於供風能量並進入冷房環境，然後已經過處理之乾淨空氣，則直接被排出至大氣。

(d)當冬季時大量的外氣進入實驗室環境前，首先需加熱至 20°C 左右，以供應室內環境有益的熱能源，但此設置相較於採空調再循環式負載的系統，輸入熱負載將高出 5~10 倍。

上述原因造成能源效率與系統性能之間失衡，亦顯現了大部分的空氣調節系統較著眼於功能性需求，而設計者將外氣補給與舒適環境分開考量所致，當然在特定條件下此種分離法的設計改善了熱環境性能、提供較彈性的系統配置、建化了控制組合模式、降低風管造價與初設成本。

8.2 環境條件

本案例為位於建築物內部之 69 平方公尺的負壓生物實驗室，而為了降低通風耗能所以採用了熱回收系統。

由於實驗室之通風應用將受限於生物安全法規建議，故供風路徑模式區隔為單獨(Individual)換氣與共用氣室(Plenum)換氣，並採用室內盤管風機作實驗室內冷暖房舒適空調系統，運行方式如圖一~圖四。

- 實驗室面積：69 m²
- 工作日使用時間：每週 5 日(星期一至星期五)，每日 9 小時
- 每座排氣櫃排氣率：1530 CMH，計 4 座
- 工作日排氣櫃使用時間及排氣櫃總排氣率：4,080 CMH(每工作日工作使用時間 3 小時期間)，1360 CMH(每工作日未工作使用時間 6 小時期間)，考慮 HOOD 使用率及 SASH 開度條件下
- 非工作日持續排氣率：1020 CMH
- 室內設計條件：22°C DB / 50%RH
- 外氣設計條件：34°C DB / 81.6 KJ/Kg

8.3 系統説明

圖一為最常見之空氣調節換氣方式，第一段加熱盤管主要為冬季低溫或可能逾凍結點之外氣環境所需作動之加熱設施，室內裝置之加熱器為此系統因應冷卻盤管過冷卻條件下控制溫度與相對溼度之顯熱輔助來源，當供風為溫度 20°C DB 及熱焓 39.2KJ/Kg 條件下，冷卻盤管負載佔空氣調節總能源輸出比率之 85%，末端再熱裝置佔空氣調節總能源輸出比率之 15%。

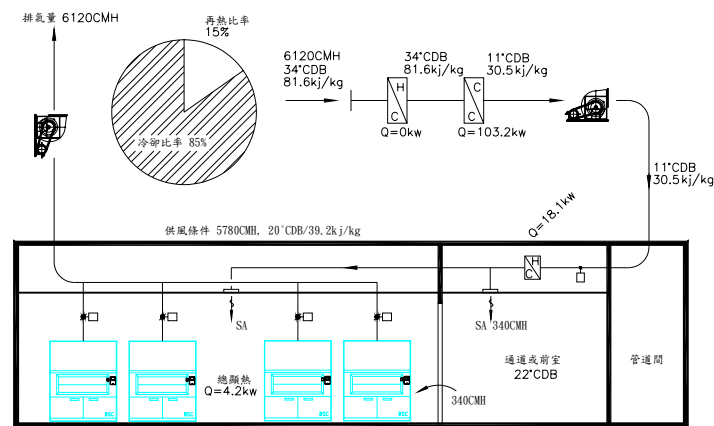


圖 8-1 全外氣末端再熱空調系統

為了改善空氣平衡過程中所發生過冷卻現象之能耗，而採用圖二之單段顯熱熱回收，此系統利用外氣與室內排氣作第一段熱交換，使引入之外氣溫度及熱焓降低，減輕冷卻盤管之熱負荷，但由於冷卻盤管過冷卻狀態依然存在，且室內溫度與相對溼度控制需求不變下，末端將需維持再熱系統，當供風為溫度 20°C DB 及熱焓 39.2KJ/Kg 條件下，冷卻盤管負載佔空氣調節總能源輸出比率之 74%，末端再熱裝置佔空氣調節總能源輸出比率之 15%，採此系統設置可回收能源率佔 11%。

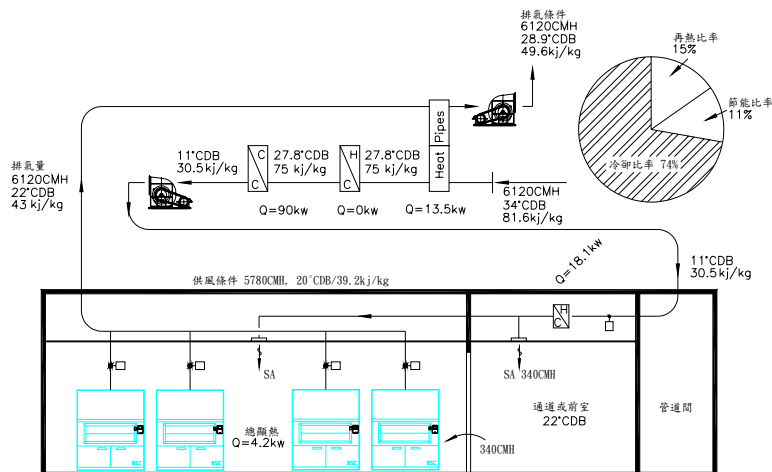


圖 8-2 採單段顯熱熱回收之全外氣末端再熱空調系統

綜合圖一與圖二之系統，發現若於末端在熱裝置前，增設一段顯熱熱回收設施，則可更有效降低冷卻盤管之熱負荷及同時分擔末端加熱裝置之輸入功率，此種設計如圖三。當供風為溫度 20.5°CDB 及熱焓 40KJ/Kg 條件下，冷卻盤管負載佔空氣調節總能源輸出比率之 67%，再熱裝置佔空氣調節總能源輸出比率之 5%，採此系統設置可回收能源率佔 28%。

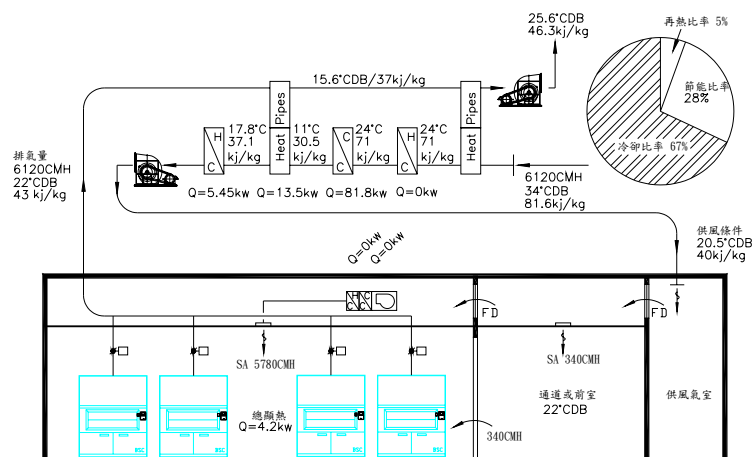


圖 8-3 採双段顯熱熱回收之全外氣末端再熱空調系統

圖四為採雙段顯熱加全熱熱回收之全外氣空調系統，將第一段改採全熱交換器做冷卻及除濕調節控制，第二段依然保持顯熱回收，形成再熱裝置，並補給合適之較低濕度供風量予實驗室內，由於第一段熱回收設置，已明顯發現取代了原冷卻盤管之大部分熱負載，且在室內輔助顯熱控制端，因顯熱段熱回收，供風前產生了加熱效益，提供了室內節能舒適兼顧之優勢條件，在不考慮顯熱熱交換器之除濕再生條件與全熱熱回收裝置組成效率變動，當供風為溫度 19.5°CDB 及熱焓 36.9KJ/Kg 條件下，冷卻盤管負載僅佔空氣調節總能源輸出比率之 35% ，再熱裝置佔空氣調節總能源輸出比率之 0% ，採此系統設置可回收能源率佔 65% ，但由於此種系統與圖三所呈現之系統皆屬共用氣室(Plenum)換氣設計，故亦需考量區室間氣室之氣流路徑及控制系統可靠度形成之潛在交叉污染風險，或以當地衛生安全法規之建議設置為主。

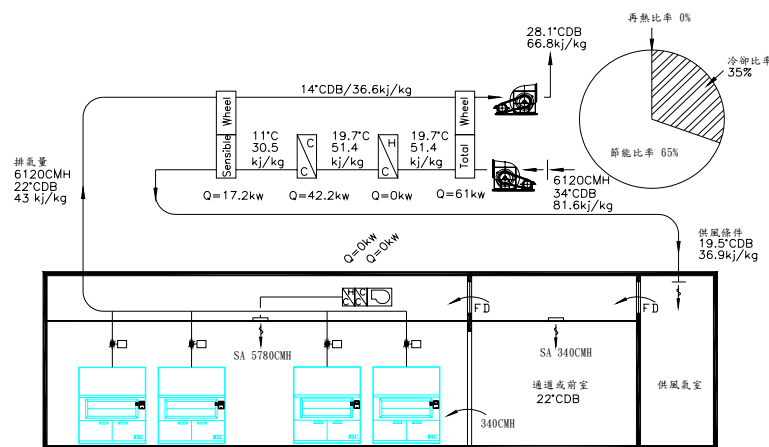


圖 8-4 採雙段顯熱加全熱熱回收之全外氣空調系統

8.4 經濟效益評估

	案例區分	初期設置成本	年運轉成本	年維護成本
1	全外氣末端再熱空調系統	2,100,000	457,373	120,000
2	採單段顯熱熱回收之全外氣末端再熱空調系統	2,300,000	386,724	120,000
3	採雙段顯熱熱回收之全外氣末端再熱空調系統	2,550,000	256,598	120,000
4	採雙段顯熱加全熱熱回收之全外氣空調系統	2,680,000	152,580	180,000

註：冰水主機設為 1.1Kw/Ton

	案例區分	15 年設備總成本
1	全外氣末端再熱空調系統	9,463,596
2	採單段顯熱熱回收之全外氣末端再熱空調系統	8,762,567
3	採雙段顯熱熱回收之全外氣末端再熱空調系統	7,352,992
4	採雙段顯熱加全熱熱回收之全外氣空調系統	6,921,601

第九章 結論與建議

本研究的目的是在於藉由案例之分析來探討空調設備之經濟效益評估相關參數並建立其評估模式，綜合上述可以歸納出下列幾項結論：

- (1) 本研究將「九十二年度中央廳舍暨院校空調節能改善補助計劃」中北、中、南各案例之改善結果歸納整理出空調系統汰換原因與其使用之年限。
- (2) 將改善案例所得之數據導入經濟效益評估與使用年限的概念。
- (3) 歸納整理出空調系統設備之維護保養應注意事項及其步驟。
- (4) 醫療院所之實驗室、手術房、隔離病房等為了防範氣流形成交叉污染而使用全外氣或大量補給外氣系統，但這也使得空調耗能急遽增加，因此在這類特定空間之空氣側節能部分，還可有很大的改善空間。
- (5) 空調系統如採用全外氣設計時，建議建築物外牆採用複壁設計，以減少空調主機容量。
- (6) 設計簡易計算表格之空調設備經濟效益評估手冊供相關單位參考。

參考文獻

中文部份

1. 林憲德、楊冠雄等，「建築節約能源基本教材」，內政部建築研究所專題研究計劃成果報告，民國 85 年。
2. 「冷凍空調節能技術應用」，中國冷凍空調雜誌二十四期，民國 81 年，頁 45-77。
3. 「節約能源技術手冊」，經濟部能源委員會，民 84 年。
4. 陳錦賜、張世典，「建築節約能源綜合指標研究」，內政部建築研究所專題研究計劃成果報告，民國 88 年。
5. 賴榮平、張衍，「辦公建築空調設備使用管理系統與能源效率關聯性之研究」，內政部建築研究所專題研究計劃成果報告，民國 87 年

英文部份

1. Peter Chan, James McMahon, R.V. Buskirk, 2002, "Consumer Life-Cycle Cost Impacts of Energy-Efficiency Standards for Residential-Type Central Air Conditioners and Heat Pumps", ASHRAE Transactions 2002.
2. ASHRAE Handbook Fundamentals, 1981, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, Ga.,
3. Chris Scheuer, G.A. Keoleian, 2002, "Whole Building Life Cycle Energy and Environmental Impacts: The Significance of Energy and Water Services Burdens in a New University Building", Sustainable Building 2002 International Conference Summary Book, pp.351.
4. K. Adalberth, 1997, "Energy use during the Life Cycle of Buildings: a Method", Building and Environment, Vol. 32, No. 4, pp. 317-320.

5. Environment Management Life Cycle Assessment-Principles and Framework, ISO/FDIS 14040 ISO/TC 207/SC5, 1997.
6. R.J. Cole and P.C. Kernan, 1996,"Life-Cycle Energy Use in Office Buildings", Building and Environment, Vol. 31,No. 4,pp. 307-317
7. Matjaz Prek, 2002,"Environmental Impact and Life Cycle Assessment of Heating Systems", Sustainable Building 2002 International Conference Summary Book, pp.360.
9. 2001 ASHRAE HANDBOOK FUNDAMENTALS CH.9-8
10. ASHRAE Standard 62-1989,1989,"Ventilation for acceptable indoor air quality", American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers. Inc., Atlanta, Ga.

附錄一

期中審查回覆意見辦理情形

內政部建築研究所九十三年度「建築物空調設備主機運轉效率與經濟
效益評估技術手冊研究」期中審查意見辦理情形

評審委員	審查意見	辦理情形
王主任文伯	1.本期中報告將 2003 年「中央廳舍暨院校空調節能改善計劃」28 案例之空調系統汰換設備及原因做了整理分析，具有參考價值。	1.將會繼續完成手冊的製作。
	2.第四章(P. 43)所提供之經濟效益評估模式主體為建築物總成本，似乎與本研究計畫主題「建築物空調設備主機運轉效率與經濟效益評估」不符，請說明或修正。	2.已做適當之修正。
李理事長汝殷	1.研究內相當完整，惟應增加系統方面之效率評估，較為完整。	1.將依意見辦理。
	2.醫院空調方面確實尚有改善空間，惟應先訂定醫院空調之設置標準，以避免誤導。	2.將依意見辦理。
	3.經濟效益評估以 15 年進行似較為太長。	3.因各案例使用年限介於 10~20 之間，因此取其平均之值。
	4.離心機等效率較高之主機，未能列入考慮較為可惜	4.由於案例中無離心機之使用較少，將在收集相關數據與以探討。

周教授鼎金	1.期望研究內容能以手冊形式呈現。	1.將依意見辦理。
	2.期望研究成果亦可供建築設計相關人員參考，若能與ENVLOAD 數值結合更佳。	2.將陸續收集相關資料與以討論。
黃教授瑞隆	1.本案以實際案列作為空調系統生命週期之經濟評估與效益解說，甚具實用推廣效果。	1.將會繼續完成手冊之製作。
	2.建議在手冊中增加生命週期評估的相關公式與流程圖，以力推廣及業界參考。	2.將依意見辦理。
楊副組長秉純	1.冷卻水塔進行效率評估時，宜將水質對冰水主機性能之影響納入評估項目之一；同時也可對水資源使用狀況一併考量。	1.冷卻水塔會有定期之清洗與加藥等處理，此部份即屬於維護成本討論之範疇。
	2.在經濟評估模式中，似乎宜將設備更換後廢棄物處理成本列為參考指標，以充分反應Life Cycle 之成本結構。	2.將依意見辦理。
	3.回收年限應和系統之Capacity 有必然之關係，因此建議在評估及計算經濟效益時納入參數之一。	3.將依意見辦理。

陳組長瑞玲	1.請將空調系統設備主機使用年限與建築物減廢概念等因素納入經濟效益評估模式內。	1.將依意見辦理。
葉主任秘書世文	1.經濟效益評估模式中 IC、OC、MC 間是否存在相關性，請說明。	1.設備效率的高低與品質的好壞決定了初設成本，而高效率之主機運轉費用較低，設備品質愈好，所需之維護成本愈低。

附錄二

期末審查回覆意見辦理情形

內政部建築研究所九十三年度「建築物空調設備主機運轉效率與經濟效益評估技術手冊研究」期末審查意見辦理情形

評審委員	審查意見	辦理情形
林教授憲德	1.經濟評估技術手冊尚未完成，期待能有好結果。	1.將繼續完成手冊之製作。
	2.主機更換之汰舊換新，經濟評估應該有一般通則其結論應具體判斷基準。	2.遵照辦理。
	3.經濟評估之基礎數據與公式，應有樣本資料來源，預測精準度之交代。	3.已附上樣本資料，如附件三。
李理事長汝殷	1.經濟效益評估應明確量化。	1.遵照辦理。
	2.內容偏重生命週期及費用之計算，較少實際之經濟評估方法。	2.將依意見辦理，做適當修正。
	3.經濟效益評估應涵蓋像綠建築日常節能 EAC 內系統效率之改善因素。	3.遵照辦理。
	4.圖 9 維護成本對空調系統使用年限之影響，似有問題，與說明內容不同。	4.以作適當之修正。
黃教授瑞隆	1.本案的研究結果除了適用於新設系統的節能效果比較亦可以擴展舊有系統是否應該淘汰的判斷。	1.將依意見辦理，納入舊有系統之評估。

	2.中央廳舍改善案列資料庫的建立，期望在成果報告書中有更完整的資料。	2.將依意見辦理。
	3.案例解說期望除原有熱交換器節能案例外，亦能增加主機汰換的經濟效益分析案例，更能契合本研究案主題。	3.已在報告中加入主機更換之節能分析。92 年度資料顯示，主機更換平均節能大約在 15% 左右
陳組長瑞玲	1.「中央廳舍暨院校空調節能補助計畫」主要是透過補助方式進行改善空調系統耗能情形，以符合國家推動綠建築之政策，自九十一年度起至今(九十三)年已持續推動三年了，其中九十一年度執行時原則上由申請補助案件中篩選出已使用 15 年以上之老舊空調主機或容量噸數較大空調主機，且經評估可改善整體空調系統節能效益 30% 以上者，進行更換，而九十二、九十三年度補助案例評選基準因時空因素變化有所不同，請執行單位補充說明如何判定本計劃補助案例空調系統已達汰換年限？及預測精準度為何。	1.92 年及 93 年所評估案例中，主機更換大約可有 15% 之節能效益，而水側及空氣側之改善大約可達 8% 到 10 % 之節效率，因此整體空調系統節能效益大約在 25% 上下。

	2.請執行單位針對建築空調系統過量設計問題 (Oversize Design) 建立本土數據資料庫，供業界參考應用；如以醫療院所為例，在考量院規模、預估流動人數等參數下如何設計適當容量之空調系統，以合乎經濟效益。	2.已在第八章針對醫院常用空調系統進行經濟效益評估。
葉主任秘書 世文	1.空調系統的經濟效益評估主要根據期末報告書第六十六頁評估模式： $C=IC+ \sum [OC_i+MC_i] \pm SV$ ，其中 IC 為固定初期設置成本，SV 該項影響不大，因空調主機系統與建築物空間大小、使用年限、機型等因素有關，若採用總成本 (C) 作為判斷空調主機是否具有經濟效益較為不妥，建議採用各機型 OC_i 、 MC_i 平均成本及邊際成本做為經濟效益評估指標，並期望以手冊方式呈現。	1.已加強補助單位之運轉成本(OC)及維護成本(MC)之資料收集並放入線性迴歸指標內進行分析，如 67-73 頁所述。
新建工程處 楊副總新乾	1.簡報中提到目前國內部份空調主機有過量設計情形而研究團隊以小容量主機汰換改善，請補充說明何時汰換主機為適當時機，以符合經濟效益。	1.本研究之目的可提供使用者判斷空調主機運轉是否符合經濟效益之參考依據。

	2. 空調主機設計時若考慮夏日與非夏日期間用電因素，有哪些主機適合採用儲冰系統。	2. 儲冰系統的優點是可轉移尖峰時段的用電以達到降低成本之目的，但其缺點是必須要有足夠空間才能安置及維護費用之增加。
	3. 空調系統如採用全外氣設計時，建議建築物外牆採用複壁設計，減少空調主機容量。	3. 已在結論中加入。

附錄三

分析所用資料庫

經濟部標準檢驗局冰水主機運轉資料

改善前/後資料

主機改善後資料													主機改善前資料			
時間	主機 出水 溫度 (℃)	主機 入水 溫度 (℃)	冷卻水 出水溫 度(℃)	冷卻水 出水溫 度(℃)	主機 流量 (GPM)	主機進 出溫差 (℃)	電壓 (V)	電流 (I)	功率 因素	主機能力 (RT)	主機耗電 (kW)	單位耗電 (kW/RT)	主機耗電 (kW)	主機能力 (RT)	單位耗電 (kW/RT)	92 標準
13:10	8.16	6.2	26.8	24.7	547.4	1.96	216	175	0.94	80.5	61.3	0.76				0.86
13:15	8.09	6.1	27.4	25.1	545.3	1.99	217	172	0.94	81.4	60.6	0.75				0.86
13:20	8.1	5.9	27.2	25	550	2.2	217	171	0.93	90.8	59.9	0.66				0.86
13:25	8.2	6.1	26.9	24.7	551	2.1	216	171	0.93	86.8	59.8	0.69				0.86
13:30	8.1	6	27.8	25.3	544	2.1	216	174	0.93	85.7	60.7	0.71				0.86
13:35	8.1	6.1	27.4	25	543	2	216	174	0.94	81.5	61.5	0.75				0.86
13:40	8	5.8	26.6	24.4	541	2.2	215	172	0.94	89.3	60.1	0.67				0.86
13:45	8.1	6	27.3	25	537	2.1	215	174	0.94	84.6	61.0	0.72				0.86
13:50	8	5.5	27.2	24.4	534	2.5	215	218	0.95	100.1	77.0	0.77				0.86
13:55	7.6	5.3	28.3	25	535	2.3	215	174	0.94	92.3	60.6	0.66				0.86
14:00	7.5	5.1	26.9	24.8	537	2.4	215	170	0.94	96.7	59.5	0.62				0.86
14:05	7.4	5	27.7	25	534	2.4	215	174	0.93	96.1	60.3	0.63				0.86
14:10	7.4	5.1	27.8	25.1	536	2.3	215	181	0.94	92.5	63.4	0.69				0.86

附註:主機改善前已損毀

經濟部標準檢驗局二次泵運轉資料

	ZP1			ZP2			ZP3	
	未裝變頻器	裝設變頻器		未裝變頻器	裝設變頻器		未裝變頻器	裝設變頻器
頻率	耗電量(kW)	耗電量(kW)	頻率	耗電量(kW)	耗電量(kW)	頻率	耗電量(kW)	耗電量(kW)
60	17.5	17.5	60	17.3	17.3	60	17.9	17.9
55	17.5	15.1	55	17.3	14.2	55	17.9	14.6
50	17.5	12.2	50	17.3	11.6	50	17.9	11.6
45	17.5	8.9	45	17.3	8.9	45	17.9	9
40	17.5	6.9	40	17.3	6.8	40	17.9	7.1
35	17.5	4.9	35	17.3	5	35	17.9	5
30	17.5	3.4	30	17.3	3.3	30	17.9	3.4

經濟部標準檢驗局冷卻水塔運轉資料

	修改前				修改後			
	電壓(V)	電流(I)	功率因素	耗電量(KW)	電壓(V)	電流(I)	功率因素	耗電量(KW)
一號冷卻水塔(CT1)	217	20.4	0.907	4.0	217	18.5	0.907	3.6
二號冷卻水塔(CT2)	217	21	0.891	4.1	217	19.1	0.891	3.7
一號冰水泵(CHP1)	215	69.9	0.878	13.2	217	50.9	0.878	9.7

中正紀念堂空調箱改善前後運轉資料

	舊機	新機	舊機	新機	舊機	新機
耗電量(KW)	耗電量(Kw)/ 單位風量 (CMS)	耗電量(Kw)/ 單位風量 (CMS)	耗電量(Kw)	耗電量(Kw)	風量(CMS)	風量(CMS)
空調箱 AHU-N1	2.40	0.84	12.45	15.03	5.19	17.94
空調箱 AHU-N2	2.65	0.97	11.16	13.02	4.21	13.44
空調箱 AHU-N3	5.81	0.71	5.46	5.49	0.94	7.73
空調箱 AHU-N4	4.84	1.12	5.32	6.59	1.1	5.91

中正紀念堂泵浦改善前後運轉資料

		裝變頻器	未裝變頻器
區域泵浦	頻率	耗電量(kW)	耗電量(kW)
ZP1-1	30	3.1	22.4
	35	4.7	22.4
	40	6.9	22.4
	45	11.0	22.4
	50	14.5	22.4
	55	17.9	22.4
	60	22.4	22.4
ZP2-2	30	3.3	20.0
	35	4.9	20.0
	40	6.8	20.0
	45	9.3	20.0
	50	12.5	20.0
	55	15.8	20.0
	60	20.0	20.0
ZP3-1	30	0.9	20.7
	35	4.0	20.7
	40	6.0	20.7
	45	9.8	20.7
	50	13.0	20.7
	55	16.3	20.7
	60	20.7	20.7

國家圖書館空調箱改善前後運轉資料

	AH-28A			AH-30			AH-24	
	未裝變頻器	裝設變頻器		未裝變頻器	裝設變頻器		未裝變頻器	裝設變頻器
頻率	耗電量(kW)	耗電量(kW)	頻率	耗電量(kW)	耗電量(kW)	頻率	耗電量(kW)	耗電量(kW)
30	2.82	1.03	30.00	3.41	1.05	30.00	8.66	2.09
35	2.82	1.30	35.00	3.41	1.25	35.00	8.66	2.80
40	2.82	1.52	40.00	3.41	1.51	40.00	8.66	3.51
45	2.82	1.81	45.00	3.41	1.95	45.00	8.66	4.80
50	2.82	2.13	50.00	3.41	2.43	50.00	8.66	5.57
55	2.82	2.21	55.00	3.41	2.93	55.00	8.66	6.75
60	2.82	2.82	60.00	3.41	3.41	60.00	8.66	8.66

	AH-25			AH-10				
	未裝變頻器	裝設變頻器		未裝變頻器	裝設變頻器			
頻率	耗電量(kW)	耗電量(kW)	頻率	耗電量(kW)	耗電量(kW)			
30	2.00	0.65	30.00	7.38	1.77			
35	2.00	0.77	35.00	7.38	2.17			
40	2.00	0.94	40.00	7.38	2.79			
45	2.00	1.18	45.00	7.38	3.72			
50	2.00	1.34	50.00	7.38	4.92			
55	2.00	1.64	55.00	7.38	5.91			
60	2.00	2.00	60.00	7.38	7.38			

國家圖書館冷卻水塔改善前後運轉資料

	改善前				改善後			
	電壓(V)	電流(I)	功率因素	耗電量(KW)	電壓(V)	電流(I)	功率因素	耗電量(KW)
一號冷卻水塔(CT1)	381	26.2	0.833	14.4	382	20	0.866	11.5
二號冷卻水塔(CT2)	382	24.1	0.891	14.2	383	19.5	0.836	10.8
三號冷卻水塔(CT3)	382	27.5	0.822	15.0	382	20.2	0.836	11.2

國家圖書館泵浦改善前後運轉資料

		裝變頻器	未裝變頻器			裝變頻器	未裝變頻器
泵浦	頻率(HZ)	耗電量(kW)	耗電量(kW)	泵浦	頻率(HZ)	耗電量(kW)	耗電量(kW)
P-10-1	40	6.0	20.9	P-10-2	40.0	5.6	16.0
	45	8.4	20.9		45.0	7.7	16.0
	50	11.3	20.9		50.0	10.3	16.0
	55	14.8	20.9		55.0	13.6	16.0
	60	20.9	20.9		60.0	16.0	16.0
P-10-3	40	6.0	18.4	P-10-4	40.0	4.8	15.8
	45	7.3	18.4		45.0	6.5	15.8
	50	10.5	18.4		50.0	8.9	15.8
	55	13.4	18.4		55.0	11.8	15.8
	60	18.4	18.4		60.0	15.8	15.8
P-10-5	40	5.3	18.5	P-11-1	40.0	3.5	11.2
	45	7.8	18.5		45.0	5.1	11.2
	50	10.3	18.5		50.0	6.8	11.2
	55	13.7	18.5		55.0	8.6	11.2
	60	18.5	18.5		60.0	11.2	11.2
P-11-2	40	3.8	10.4	P-11-3	40.0	3.5	11.8
	45	4.8	10.4		45.0	5.2	11.8
	50	6.2	10.4		50.0	6.9	11.8
	55	8.0	10.4		55.0	9.0	11.8
	60	10.4	10.4		60.0	11.8	11.8
P-13-2	40	3.1	8.4	P-13-1	40.0	3.2	8.7
	45	4.1	8.4		45.0	4.2	8.7
	50	5.3	8.4		50.0	5.4	8.7
	55	6.6	8.4		55.0	6.7	8.7
	60	8.4	8.4		60.0	8.7	8.7
P-12-2	40	2.1	5.0	P-12-1	40.0	1.7	4.7
	45	2.5	5.0		45.0	2.3	4.7
	50	3.2	5.0		50.0	3.0	4.7
	55	3.9	5.0		55.0	3.6	4.7
	60	5.0	5.0		60.0	4.7	4.7

內政部警政署警察廣播電台冰水主機改善前後之運轉資料表

一號機																
一號機改善後資料													一號機改善前資料			
時間	主機 出水 溫度 (℃)	主機 入水 溫度 (℃)	冷卻水 出水溫 度(℃)	冷卻水回 水溫度 (℃)	主機 流量 (GPM)	主機 進出 溫差 (℃)	電壓 (V)	電流 (I)	功率 因素	主機 能力 (RT)	主機 耗電 (kW)	單位 耗電 (kW/RT)	主機 耗電 (kW)	主機 能力 (RT)	單位 耗電 (kW/RT)	92 標準
02:15	7.73	10.3	27.6	24.9	395	2.57	207	187	0.88	76.1	59.0	0.77	167	150	1.11	0.86
02:20	6.77	9.78	28.5	25.3	394	3.01	206	210	0.87	88.9	64.9	0.73	165	150	1.10	0.86
02:25	6.21	9.22	29.1	26	397.6	3.01	206	215	0.87	89.8	66.4	0.74	177	150	1.18	0.86
02:30	9.81	11.51	24.2	22.7	388.7	1.7	206	130	0.87	49.6	40.2	0.81	168	150	1.12	0.86
02:35	9.37	11.08	25	23.4	384.4	1.71	207	129	0.87	49.3	40.1	0.81	172	150	1.15	0.86
02:40	9.79	11.05	24.6	23.5	392.2	1.26	207	92.1	0.84	37.1	27.9	0.75	167	150	1.11	0.86
02:45	9.89	11.14	24.3	23.2	393.5	1.25	208	91.1	0.82	36.9	27.0	0.73	174	150	1.16	0.86
02:50	10.01	11.28	24.1	23.1	387.4	1.27	207	90.9	0.82	36.9	26.8	0.73	172	150	1.15	0.86
02:55	9.56	11.27	24.6	23.1	391.8	1.71	207	130	0.87	50.2	40.3	0.80	175	150	1.17	0.86
03:00	9.6	10.8	24.7	23.4	393	1.2	206	92.2	0.82	35.4	27.1	0.77	173	150	1.15	0.86
03:05	9.7	10.95	24.4	23.3	389.6	1.25	207	92.6	0.82	36.5	27.3	0.75	168	150	1.12	0.86
03:10	9.82	11.05	24.3	23.2	392.2	1.23	206	91.6	0.82	36.2	26.9	0.74	167	150	1.11	0.86
03:15	9.84	11.08	24.2	23.1	391.9	1.24	208	92	0.82	36.4	27.2	0.75	170	150	1.13	0.86
03:20	10.01	11.23	24.1	23	393	1.22	207	91.4	0.82	36.0	26.8	0.75	172	150	1.15	0.86

二號機																
二號機改善後資料													二號機改善前資料			
時間	主機 出水 溫度 (°C)	主機 入水 溫度 (°C)	冷卻水 出水溫 度(°C)	冷卻水回 水溫度 (°C)	主機 流量 (GPM)	主機 進出 溫差 (°C)	電壓 (V)	電流 (I)	功率 因素	主機 能力 (RT)	主機 耗電 (kW)	單位 耗電 (kW/RT)	主機 耗電 (kW)	主機 能力 (RT)	單位 耗電 (kW/RT)	92 標準
04:20	9.67	11.1	24.5	26.1	379.5	1.43	203	94	0.87	40.70	28.62	0.70				0.86
04:25	9.55	11.02	24.2	26.3	378.7	1.47	203	94	0.88	41.75	28.92	0.69				0.86
04:30	9.67	11.12	24.4	26.2	378.2	1.45	205	91	0.87	41.13	28.05	0.68				0.86
04:35	9.55	11.02	23.8	26.3	380.9	1.47	203	92	0.87	41.99	28.14	0.67				0.86
04:40	9.7	11.05	23.7	26.3	381.9	1.35	203	91	0.88	38.67	28.00	0.72				0.86
04:45	9.78	11.11	23.6	26.4	379.5	1.33	203	94	0.87	37.86	28.69	0.76				0.86
04:50	9.67	11.23	23.5	26.1	377.8	1.56	205	93	0.87	44.20	28.73	0.65				0.86
04:55	9.95	11.51	23.7	26.3	376.8	1.56	203	95	0.89	44.09	29.76	0.68				0.86
05:00	9.71	11.02	24.1	26.1	378.4	1.31	204	92	0.87	37.18	28.28	0.76				0.86
05:05	9.81	11.14	24	25.9	377.2	1.33	204	91.4	0.86	37.63	27.87	0.74				0.86
05:10	9.84	11.14	23.8	25.8	374.5	1.3	205	91	0.88	36.51	28.27	0.77				0.86
05:15	9.84	11.19	23.7	25.7	378.6	1.35	205	91.3	0.87	38.33	28.14	0.73				0.86
05:20	9.9	11.27	23.5	25.7	378.3	1.37	208	90.3	0.88	38.87	28.46	0.73				0.86

附註:二號機改善前已損毀

內政部警政署警察廣播電台空調箱及冷卻水塔改善前後之運轉資料表

	修改前				修改後			
	電壓(V)	電流(I)	功率 因素	耗電量 (KW)	電壓(V)	電流(I)	功率 因素	耗電量 (KW)
一號冷卻水塔(CT1)	207	11.2	0.9	3.6	208	8.2	0.7	2.1
二號冷卻水塔(CT2)	207	13.3	0.88	3.9	207	8	0.77	2.2
一號冷卻水泵(CWP1)	206	39.2	0.895	12.5	206	40.3	0.801	11.5
二號冷卻水泵(CWP2)	0	0	0	故障	206	33.1	0.87	10.3
一號冰水泵(CHP1)	203	44.8	0.775	12.2	206	39	0.83	11.5
二號冰水泵(CHP2)	0	0	0	故障	206	35.9	0.8	10.2
空調箱(AH-9)	206	7.7	0.93	2.6	206	4.5	0.8	1.3
空調箱(AH-10)	206	3.5	0.9	1.1	205	3.02	0.6	0.6
空調箱(AH-11)	206	6.3	0.9	2.0	205	4.4	0.78	1.2
空調箱(AH-12)	206	4.2	0.71	1.1	206	3.2	0.73	0.8

中央健康保險局冰水主機改善前後之運轉資料

CH-1																
一號機改善後資料													一號機改善前資料			
時間	主機 出水 溫度 (°C)	主機入 水溫度 (°C)	冷卻 水出 水溫 度 (°C)	冷卻 水回 水溫 度 (°C)	主機流 量 (GPM)	主機 進出 溫差 (°C)	電壓 (V)	電流 (I)	功率 因素	主機能 力 (RT)	主機耗 電 (kW)	單位耗電 (kW/RT)	主機 耗電 (kW)	主機 能力 (RT)	單位耗電 (kW/RT)	92 標準
12:30	8.85	12.14	31.8	27.3	754.9	3.29	374	207	0.91	186.3	122.2	0.66				0.86
12:35	8.82	12.14	29.8	26.4	755.2	3.32	374	205	0.91	188.0	120.8	0.64				0.86
12:40	8.89	12.15	32.3	28.9	751.6	3.26	374	209	0.91	183.8	123.5	0.67				0.86
12:45	8.76	12.06	31.8	27.9	753	3.3	374	207	0.91	186.4	122.2	0.66				0.86
12:50	8.78	12.13	30.4	26.1	755.4	3.35	373	204	0.91	189.8	120.1	0.63				0.86
12:55	8.77	12.07	31.8	26.5	750.6	3.3	373	206	0.91	185.8	121.4	0.65				0.86
13:00	8.72	12.01	32.2	28.8	755	3.29	372	211	0.91	186.3	124.3	0.67				0.86
13:05	8.66	11.99	31	26.6	751.6	3.33	371	208	0.92	187.7	122.3	0.65				0.86
13:10	8.53	11.88	29.8	25.9	752.9	3.35	369	206	0.91	189.2	120.1	0.63				0.86
13:15	8.62	11.95	30.1	25.8	756.6	3.33	370	206	0.92	189.0	120.9	0.64				0.86
13:20	8.55	11.78	30.8	26.9	755	3.23	371	204	0.91	182.9	119.4	0.65				0.86
13:25	9.15	11.86	31.2	27.7	755.6	2.71	371	175	0.9	153.6	101.5	0.66				0.86
13:30	9.04	11.84	30.2	27.2	754.5	2.8	371	174	0.9	158.4	101.0	0.64				0.86

附註:一號機改善前已損毀

中央健康保險局空調箱改善前後之運轉資料

AH-7N1	耗電量(KW)	風量(CMS)	KW/CMS
改善前	0.74	0.48	1.54
改善後	3.66	7.36	0.50
AH-7N2	耗電量(KW)	風量(CMS)	KW/CMS
改善前	2.32	0.95	2.44
改善後	3.94	4.88	0.81
AH-8	耗電量(KW)	風量(CMS)	KW/CMS
改善前	1.67	0.96	1.73
改善後	2.53	4.44	0.57

中央健康保險局泵浦改善前後之運轉資料

		裝變頻器	未裝變頻器			裝變頻器	未裝變頻器
泵浦	頻率(HZ)	耗電量(kW)	耗電量(kW)	泵浦	頻率(HZ)	耗電量(kW)	耗電量(kW)
P-8-1	30	1.84	11.25	P-9-1	30	1.93	12.37
	35	2.89	11.25		35	2.93	12.37
	40	3.95	11.25		40	3.97	12.37
	45	5.32	11.25		45	5.34	12.37
	50	6.83	11.25		50	7.38	12.37
	55	9.01	11.25		55	9.69	12.37
	60	11.25	11.25		60	12.37	12.37
P-11	30	2.62	15.67	P-12-2	30	2.91	17.34
	35	3.99	15.67		35	4.25	17.34
	40	5.38	15.67		40	5.73	17.34
	45	7.02	15.67		45	7.52	17.34
	50	9.29	15.67		50	10.20	17.34
	55	12.23	15.67		55	13.44	17.34
	60	15.67	15.67		60	17.34	17.34
P-9-2	30	2.19	13.63				
	35	3.33	13.63				
	40	4.30	13.63				
	45	5.84	13.63				
	50	7.92	13.63				
	55	10.52	13.63				
	60	13.63	13.63				

國軍桃園總醫院改善前各設備規格

設備名稱	設備編號	電壓(V)	電流(A)	耗電(KW)	KW	運轉模組
冰水主機	CH-B1-01	440	264	191.1	420	ON
冰水主機	CH-B1-02	440	-	-	420	OFF
冰水主機	CH-B1-03	440	-	-	420	OFF
冰水主機	CH-B1-04	440	-	-	245	OFF
冰水泵	CHP-B1-01	440	-	-	15	OFF
冰水泵	CHP-B1-03	440	28	20.3	22	ON
冰水泵	CHP-B1-04	440	29	21	22	ON
冰水泵	CHP-B1-05	440	-	-	22	OFF
冷卻水塔	CT-2-01	440	21	15.2	15	ON
冷卻水塔	CT-2-02	440	-	-	15	ON
冷卻水塔	CT-2-03	440	-	-	15	ON
冷卻水塔	CT-2-04	440	-	-	11	ON
總耗電量				247.6		

國軍桃園總醫院改善後各設備規格

設備名稱	設備編號	電壓(V)	電流(A)	耗電(KW)	KW	運轉模組
冰水主機	CH-B1-01	440	264	191.1	420	ON
冰水主機	CH-B1-02	440	-	-	420	OFF
冰水主機	CH-B1-03	440	-	-	420	OFF
冰水主機	CH-B1-04	440	-	-	245	OFF
冰水泵	CHP-B1-01	440	-	-	15	OFF
冰水泵	CHP-B1-03	440	28	20.3	22	ON
冰水泵	CHP-B1-04	440	0	0	22	ON
冰水泵	CHP-B1-05	440	-	-	22	OFF
冷卻水塔	CT-2-01	440	21	15.2	15	ON
冷卻水塔	CT-2-02	440	-	-	15	ON
冷卻水塔	CT-2-03	440	-	-	15	ON
冷卻水塔	CT-2-04	440	-	-	11	ON
總耗電量				226.6		

國立台北護理學院冰水主機改善前後運轉資料表-1

一號機改善後資料													一號機改善前資料			
時間	主機出水溫度(℃)	主機入水溫度(℃)	冷卻水出水溫度(℃)	冷卻水出水溫度(℃)	主機流量(GPM)	主機進出溫差(℃)	電壓(V)	電流(I)	功率因素	主機能力(RT)	主機耗電(kW)	單位耗電(kW/RT)	主機耗電(kW)	主機能力(RT)	單位耗電(kW/RT)	92 標準
02:15	10.24	15.53	27.9	24.4	271	5.29	383	127	0.89	107.5	75.2	0.70	138	100	1.38	0.86
02:20	8.84	13.82	29.4	26.7	271.2	4.98	382	123	0.89	101.3	72.4	0.72	139	100	1.39	0.86
02:25	7.94	12.96	30	26.9	267.5	5.02	382	125	0.89	100.7	73.9	0.73	137	100	1.37	0.86
02:30	7.69	12.69	30.1	26.9	266	5	381	126	0.89	99.8	74.2	0.74	138	100	1.38	0.86
02:35	7.37	12.24	29.8	27.3	267.6	4.87	382	125	0.89	97.7	73.8	0.75	138	100	1.38	0.86
02:40	7.17	12.03	29.9	27	266.7	4.86	381	124	0.89	97.2	73.1	0.75	136	100	1.36	0.86
02:45	7.01	11.87	30	27.1	269.6	4.86	382	124	0.89	98.3	73.3	0.75	138	100	1.38	0.86
02:50	6.92	11.71	29.5	27.2	269.5	4.79	381	123	0.9	96.8	72.7	0.75	139	100	1.39	0.86
02:55	6.77	11.6	29.8	26.9	270.3	4.83	381	123	0.89	97.9	72.6	0.74	138	100	1.38	0.86
03:00	6.68	11.47	29.7	26.8	268.7	4.79	382	123	0.89	96.5	72.6	0.75	137	100	1.37	0.86
03:05	6.22	11.59	29.5	26.4	240.8	5.37	382	123	0.89	97.0	72.7	0.75	138	100	1.38	0.86
03:10	6.17	11.54	29.4	26.6	240	5.37	381	123	0.89	96.7	72.4	0.75	139	100	1.39	0.86
03:15	6.08	11.46	29.3	26.3	242	5.38	382	122	0.89	97.6	72.2	0.74	138	100	1.38	0.86
03:20	6.73	11.68	28.6	25.8	240.5	4.95	381	120	0.89	89.3	70.6	0.79	138	100	1.38	0.86

國立台北護理學院冰水主機改善前後運轉資料表-2

二號機改善後資料													二號機改善前資料			
時間	主機 出水 溫度 (°C)	主機入 水溫度 (°C)	冷卻 水出 水溫度 (°C)	冷卻 水出 水溫度 (°C)	主機 流量 (GPM)	主機 進出 溫差 (°C)	電壓 (V)	電流 (I)	功率 因素	主機 能力 (RT)	主機 耗電 (kW)	單位耗電 (kW/RT)	主機 耗電 (kW)	主機 能力 (RT)	單位耗電 (kW/RT)	92 標準
04:00	8.67	13.22	29.9	26	292	4.55	382	122	0.91	99.65	73.13	0.73				0.86
04:05	7.69	12.14	31	27.3	289.1	4.45	382	118	0.9	96.49	70.42	0.73				0.86
04:10	7.45	11.87	31.3	27.6	288.6	4.42	382	118	0.91	95.67	70.65	0.74				0.86
04:15	7.13	11.62	31.4	27.9	287.4	4.49	381	121	0.91	96.78	72.26	0.75				0.86
04:20	7.32	11.25	31	27.7	285.3	3.93	381	103	0.9	84.09	61.17	0.73				0.86
04:25	7.12	11.53	30.9	28	284.8	4.41	382	121	0.91	94.20	72.45	0.77				0.86
04:30	7.22	11.35	30.4	27.5	286.2	4.13	382	105	0.9	88.65	62.45	0.70				0.86
04:35	7.25	11.45	30.5	27.3	285.5	4.2	381	103	0.91	89.93	61.51	0.68				0.86
04:40	6.97	11.46	30.2	27.4	247.2	4.49	382	119	0.9	83.24	71.10	0.85				0.86
04:45	6.35	11.52	31.2	27.4	246.8	5.17	382	126	0.9	95.70	75.03	0.78				0.86
04:50	6.57	11.09	30.5	27.6	245.3	4.52	387	108	0.89	83.16	64.50	0.78				0.86
04:55	7	11.27	30	27.2	253.3	4.27	386	108	0.89	81.12	63.97	0.79				0.86
05:00	7.11	11.43	29.7	26.7	256.1	4.32	387	108	0.89	82.98	64.21	0.77				0.86
05:05	6.38	11.35	30.9	26.7	257.1	4.97	387	111	0.89	95.83	65.92	0.69				0.86

附註:二號機改善前已損毀

國立台北護理學院空調主機改善前後運轉資料表

	AH1			AH2			AH3	
	未裝變頻器	裝設變頻器		未裝變頻器	裝設變頻器		未裝變頻器	裝設變頻器
頻率	耗電量(kW)	耗電量(kW)	頻率	耗電量(kW)	耗電量(kW)	頻率	耗電量(kW)	耗電量(kW)
59.9	16.4	16.5	59.8	3.8	3.8	59.8	18.2	18.2
53.4	16.4	11.4	54	3.8	2.8	53.9	18.2	13.7
44.5	16.4	7.2	36.4	3.8	0.8	46	18.2	9.6
40.4	16.4	6.2				44.5	18.2	4.2

國立台北護理學院冷卻水塔改善前後運轉資料表

	修改前				修改後			
	電壓(V)	電流(I)	功率因素	耗電量(KW)	電壓(V)	電流(I)	功率因素	耗電量(KW)
一號冷卻水塔(CT1)	381	9	0.833	2.9	382	5.2	0.866	1.7
二號冷卻水塔(CT2)	382	8.1	0.891	2.8	383	3.6	0.836	1.2
一號冷卻水泵(CWP1)	382	16.7	0.822	5.2	382	15.1	0.836	4.8
二號冷卻水泵(CWP2)	381	16.3	0.82	5.1	381	15.3	0.833	4.9
一號冰水泵(CHP1)	380	13.4	0.85	4.3	382	10.6	0.866	3.5
二號冰水泵(CHP2)	382	14.1	0.834	4.5	381	10.5	0.862	3.4

內政部營建署中區工程處之冰水主機改善前後資料

測試天數原 設備施工前	記錄日期	時 間	外氣溫溼度		室內溫溼度		記錄瓦時數*120	本日與前日差值 (實用瓦時數)	備註
			溫度℃	溼度%	溫度℃	溼度%			
1	2003.9.17	17 : 00	33	70	26	60	8983KW		
2	2003.9.18	17 : 00	35	75	30	75	8994.9KW	1428KW	
3	2003.9.19	17 : 00	35	72	29	65	9006.6KW	1404KW	
4	2003.9.22	17 : 00	33	73	31	86	9018.5KW	1428KW	
5	2003.9.23	17 : 00	30	72	30	86	9030KW	1380KW	
6	2003.9.24	17 : 00	31	72	29	85	9042KW	1440KW	
7	2003.9.25	17 : 00	32	70	26	65	9052KW	1200KW	
8	2003.9.26	17 : 00	33	72	25	65	9063KW	1320KW	
9	2003.9.29	17 : 00	32	73	25	65	9081KW	2160KW	
10	2003.9.30	17 : 00	32	73	24	83	9093.5KW	1500KW	
11	2003.10.1	17 : 00	31	72	24	83	9104.5KW	1320KW	
12	2003.10.2	17 : 00	31	72	24	83	9116KW	1380KW	
13	2003.10.3	17 : 00	31	72	24	83	9127.9KW	1728KW	
14	2003.10.6	17 : 00	32	73	24	83	91433KW	1848KW	
15	2003.10.7	17 : 00	28	85	25.5	76	9152.3KW	1080KW	

測試天數原 設備施工後	記錄日期	時 間	外氣溫溼度		室內溫溼度		記錄瓦時數*120	本日與前日差值 (實用瓦時數)	備註
			溫度℃	溼度%	溫度℃	溼度%			
1	2003.11.03	17 : 00	28	85	25	64	1311KW	445KW	
2							1756KW		
3	2003.11.4	17 : 00	27	72	25	64	2313KW	557KW	
4	2003.11.5	17 : 00	28.5	85	25	70	2817KW	504KW	
5	2003.11.6	17 : 00	30	88	26	63	3346KW	529KW	
6	2003.11.7	17 : 00	28	85	25	70	3844KW	498KW	
7	2003.11.10	17 : 00	27	82	25	70	4600KW	756KW	
8	2003.11.11	17 : 00	27	82	25	70	5080KW	480KW	
9	2003.11.12	17 : 00	26	81	24	76	5440KW	360KW	
10	2003.11.13	17 : 00	26	81	24	80	5884KW	444KW	
11	2003.11.14	17 : 00	27	82	24	81	6280KW	396KW	
12	2003.11.17	17 : 00	27	76	25	68	6890KW	610KW	
13	2003.11.18	17 : 00	26	75	25	64	7422KW	532KW	
14	2003.11.19	17 : 00	27	76	25	68	7910KW	488KW	
15	2003.11.20	17 : 00	29	86	24	64	8456KW	546KW	

內政部營建署中區工程處之冷卻水塔改善前後資料

	修改前				修改後			
	電壓(V)	電流(I)	功率因素	耗電量(KW)	電壓(V)	電流(I)	功率因素	耗電量(KW)
冷卻水塔(CT)	381	13.3	0.833	7.2	382	7.85	0.866	4.5
一號冷卻水泵(CWP1)	382	16.7	0.822	18.5	382	17.7	0.836	9.8
二號冷卻水泵(CWP2)	***	***	***	***	381	17.7	0.833	9.8
一號冰水泵(ChP1)	380	13.4	0.85	14.7	382	6.8	0.866	3.9
二號冰水泵(ChP2)	***	***	***	***	381	6.8	0.862	3.9
一號區域冰水泵(CHZP1)	***	***	***	***	382	11.8	0.866	6.8
二號區域冰水泵(CHZP2)	***	***	***	***	381	11.8	0.862	6.8

行政院國軍退除役官兵輔導委員會台中榮民總醫院冰水主機之改善前後資料

時間	主機出水溫度(℃)	主機入水溫度(℃)	冷卻水出水溫度(℃)	冷卻水出水溫度(℃)	主機進出溫差(℃)	電壓(V)	電流(I)	主機耗電(kW)
04:00	11.5	16.5	30	26	5	462	258	185.8
04:05	10.5	15.5	31	27.5	5	462	258	185.8
04:10	10.5	15	31.5	27.5	4.5	461	255	183.2
04:15	10.5	15.5	31.5	28	5	459	257	183.9
04:20	10.5	15.5	31	28	5	460	252	180.5
04:25	10.5	15.5	31	28	5	461	252	181
04:30	10.5	15.5	31	27.5	5	463	250	180.4
04:35	10	15	30.5	27.5	5	465	253	183.5
04:40	9.5	14	30.5	27.5	4.5	459	250	169
04:45	9.5	14	31.5	27.5	4.5	459	248	168
04:50	9.5	14	30.5	27.5	4.5	461	245	165.3
04:55	9.5	14	30	27.5	4.5	461	251	170.5
05:00	10	13.5	30	26.5	3.5	462	243	162.5
05:05	9.5	14	31	26.5	4.5	465	252	167

系統改善後資料												
時間	主機出水溫度(℃)	主機入水溫度(℃)	冷卻水出水溫度(℃)	冷卻水出水溫度(℃)	主機流量(GPM)	主機進出溫差(℃)	電壓(V)	電流(I)	功率因素	主機能力(RT)	主機耗電(kW)	單位耗電(kW/RT)
04:00	8.67	13.22	27.9	24	604	4.55	464	177	0.91	206.12	129.44	0.63
04:05	7.69	12.14	29	25.3	598	4.45	457	165	0.9	199.58	117.54	0.59
04:10	7.45	11.87	29.3	25.6	590	4.42	458	165	0.91	195.59	119.11	0.61
04:15	7.13	11.62	29.4	25.9	588	4.49	467	174	0.91	198.01	128.07	0.65
04:20	7.32	11.25	29	25.7	587	3.93	466	165	0.9	173.02	119.86	0.69
04:25	7.12	11.53	28.9	26	585	4.41	460	168	0.91	193.49	121.80	0.63
04:30	7.22	11.35	28.4	25.5	583	4.13	454	171	0.9	180.58	121.02	0.67
04:35	7.25	11.45	28.5	25.3	580	4.2	460	165	0.91	182.70	119.63	0.65
04:40	6.97	11.46	28.2	25.4	589	4.49	458	174	0.9	198.35	124.22	0.63
04:45	6.35	11.52	29.2	25.4	582	5.17	460	177	0.9	225.67	126.92	0.56
04:50	6.57	11.09	28.5	25.6	579	4.52	458	174	0.89	196.28	122.84	0.63
04:55	7	11.27	28	25.2	576	4.27	458	165	0.89	184.46	116.49	0.63
05:00	7.11	11.43	27.7	24.7	575	4.32	457	165	0.89	186.30	116.24	0.62
05:05	6.38	11.35	28.9	24.7	578	4.97	460	171	0.89	215.45	121.25	0.56

時間	熱回收出水溫度(℃)	熱回收出水溫度(℃)	熱回收流量(GPM)	主機進出溫差(℃)	電壓(V)	電流(I)	功率因素	回收能力(RT)	回收能率(kW)	輸入功率(kW)
10:40	30	30	409		462	172	0.91			125.24
10:50	31	32	405	1	462	172	0.9	30.5	107.2	123.87
11:00	33	34	405	1	461	172	0.91	30.5	107.2	124.97
11:10	34	36	407	2	459	172	0.91	61.05	214.65	124.43
11:20	38	40	398	2	460	156	0.9	59.7	210	111.86
11:30	40	42	399	2	461	156	0.91	59.85	210.4	113.35
11:40	41	43	398	2	463	156	0.9	59.7	210	112.59
11:50	43	45	387	2	465	160	0.91	58.05	204	117.26
12:00	45	46.5	380	1.5	459	160	0.9	42.75	150.3	114.48
12:10	46	48	381	2	459	152	0.9	57.15	201	108.75
12:20	47	49	380	2	461	152	0.89	57	200.4	108.01
12:30	48.5	50.5	375	2	461	148	0.89	56.25	197.8	105.17
12:40	50	52	370	2	462	156	0.89	55.5	195	111.10
12:50	51	53	365	2	465	156	0.89	54.75	192.5	111.82
13:00	52	54	348	2	462	160	0.9	52.2	183.5	115.23
13:10	53	55	348	2	461	164	0.9	52.2	183.5	117.85
13:20	54	56	387	2	462	184	0.89	58.05	204	131.04

備註：熱回收循環水泵採水溫信號變頻控制

行政院國軍退除役官兵輔導委員會台中榮民總醫院循環水泵之改善前後資料

	修改前				修改後			
	電壓(V)	電流(I)	功率因素	耗電量(KW)	電壓(V)	電流(I)	功率因素	耗電量(KW)
一號冷卻水泵(CWP1)	460	22.7	0.83	14.3	460	12.5	0.84	8.4
二號冷卻水泵(CWP2)	461	22.3	0.82	14.2	461	16.4	0.84	11.1
一號冰水泵(CHP1)	459	16.5	0.85	11.2	459	7.8	0.87	5.4
二號冰水泵(CHP2)	459	16.5	0.84	11.2	459	10.5	0.87	7.2
一號區域冰水泵(CHZP1)	459	22.2	0.82	14.5	459	15.1	0.85	10.2
二號區域冰水泵(CHZP2)	462	21.9	0.85	14.2	462	15	0.86	10.2

行政院衛生署豐原醫院之冰水主機改善前後資料

時間	主機出水溫度(℃)	主機入水溫度(℃)	冷卻水出水溫度(℃)	冷卻水入水溫度(℃)	主機進出溫差(℃)	電壓(V)	電流(I)	主機耗電(kW)
13:30	10.5	14	31.5	29	3.5	222	666	205
13:35	10.5	13.5	32	28	3	222	648	212
13:40	11	14.5	33	28.5	3.5	221	645	210
13:45	11.5	14.5	33	30	3	220	673	218
13:50	11	14.5	32.5	29	3.5	220	642	208
13:55	11	14	33	30	3	221	648	211
14:00	11.5	14.5	32.5	29.5	3	220	654	212
14:05	13	16	32	29	3	221	633	206
14:10	11.5	14.5	32	29	3	220	673	218
14:15	11	14	33	30	3	220	663	215
14:20	10.5	12.5	32.5	30.5	2	220	663	215
14:25	12.5	14.5	35	31.5	2	221	466	210
14:30	13	16	35.5	31.5	3	220	677	219
14:35	13.5	16.5	35	32.5	3	220	685	222

系統改善後資料												
時間	主機出水溫度 (°C)	主機入水溫度 (°C)	冷卻水出水溫度 (°C)	冷卻水入水溫度 (°C)	主機流量 (LPM)	主機進出溫差 (°C)	電壓 (V)	電流 (I)	功率 因素	主機能力 (RT)	主機耗電 (kW)	單位耗電 (kW/RT)
13:30	7.8	12.3	30	26	2016	4.5	221	366	0.92	180	129	0.72
13:35	7.5	12.4	30	26	2010	4.9	220	385	0.95	195	139	0.71
13:40	7.3	11.7	31	26.5	2013	4.4	220	360	0.94	176	129	0.73
13:45	7.1	11.2	31	27	2005	4.1	220	340	0.94	163	122	0.75
13:50	7.2	11.5	30.5	27	2011	4.3	222	345	0.95	172	126	0.73
13:55	7.2	11.3	31	28	2012	4.1	221	340	0.93	164	121	0.74
14:00	7.5	11.5	30.5	27.5	2008	4	221	316	0.95	159	115	0.72
14:05	6.5	11.5	30	27	2014	5	222	390	0.94	200	141	0.71
14:10	6.9	11.6	30	27	2006	4.7	220	385	0.93	187	136	0.73
14:15	6.5	11.2	31	28	2009	4.7	220	380	0.93	187	135	0.72
14:20	7	11.9	30.5	28.5	2005	4.9	220	385	0.93	195	136	0.70
14:25	7	11.7	33	29	2018	4.7	219	373	0.95	188	134	0.71
14:30	7.3	11.3	33.5	29	2013	4	220	320	0.95	160	116	0.73
14:35	6.38	11.5	31	28	2007	5.12	220	395	0.95	204	143	0.70

行政院衛生署豐原醫院之空調箱改善前後資料改善前後資料

	AH1	AH1	AH2	AH2
	更新前	更新後	更新前	更新後
出風溫度℃	22.5	17.2	21.5	17.5
室內溫度℃	26.8	24.3	26.8	24.3

	AH3	AH3	AH4	AH4
	更新前	更新後	更新前	更新後
出風溫度℃	23.6	17.1	26.5	16.7
室內溫度℃	27.1	24.3	27.1	24.3

備註：量測時間 14：30

行政院衛生署豐原醫院之冷卻水塔改善前後資料

	修改前				修改後			
	電壓 (V)	電流 (I)	功率因 素	耗電量 (HP)	電壓 (V)	電流(I)	功率因 素	耗電量 (HP)
一號冷卻水塔(CT1)	220	11.9	0.83	5	220	6.3	0.93	3
一號冷卻水泵(CWP1)	221	23.9	0.82	10	221	15.8	0.93	7.5
一號冰水水泵(CHP1)	222	23.7	0.82	10	222	16.1	0.91	7.5
一號區域冰水泵 (CHP1)	222	24.3	0.8	10	222	21.2	0.92	7.5

行政院農委會台中區農業改良場之冰水主機改善前後資料

時間	主機出水溫度(℃)	主機入水溫度(℃)	冷卻水出水溫度(℃)	冷卻水入水溫度(℃)	主機進出溫差(℃)	電壓(V)	電流(I)	主機耗電(kW)
13:30	11.5	15.5	31.5	28	3.5	442	334	225
13:35	11	15.5	32	28	4	438	333	222
13:40	11	15.5	33	28.5	4.5	438	345	230
13:45	11.5	15	33	29	4	441	339	228
13:50	11	15.5	32.5	29	3.5	441	339	228
13:55	10.5	14.5	33	30	3	441	344	231
14:00	12.5	15.5	32.5	29.5	3	440	331	222
14:05	12	16	32	29	3	442	335	226
14:10	11.5	15.5	32	29	3	441	324	218
14:15	11	15.5	33	30	3	440	336	225
14:20	10.5	15	32.5	30.5	2	440	336	225
14:25	12.5	14.5	35	31.5	2	441	327	220
14:30	13	16	35.5	31.5	3	440	341	229
14:35	13.5	16.5	35	32.5	3	440	346	232

系統改善後資料

時間	主機出水溫度(℃)	主機入水溫度(℃)	冷卻水出水溫度(℃)	冷卻水入水溫度(℃)	主機流量(GPM)	主機進出溫差(℃)	電壓(V)	電流(I)	功率因素	主機能力(RT)	主機耗電(kW)	單位耗電(kW/RT)
13:30	8.67	13.22	29.5	26	622	4.55	442	249	0.91	212.3	156	0.73
13:35	7.69	12.14	30	26	621	4.45	438	247	0.9	207.3	152	0.73
13:40	7.45	11.87	31	26.5	621	4.42	438	247	0.91	205.9	149	0.72
13:45	7.13	11.62	31	27	620	4.49	441	243	0.91	208.8	148	0.71
13:50	7.32	11.25	30.5	27	622	3.93	441	240	0.9	183.3	140	0.76
13:55	7.12	11.53	31	28	621	4.41	441	238	0.91	205.4	149	0.73
14:00	7.22	11.35	30.5	27.5	620	4.13	440	242	0.9	192	147	0.77
14:05	7.25	11.45	30	27	619	4.2	442	239	0.91	195	147	0.75
14:10	6.97	11.46	30	27	622	4.49	441	235	0.9	209.5	148	0.71
14:15	6.35	11.52	31	28	622	5.17	440	231	0.9	241.2	171	0.71
14:20	6.57	11.09	30.5	28.5	622	4.52	440	227	0.89	210.9	148	0.70
14:25	7	11.27	33	29.5	622	4.27	441	226	0.89	199.2	145	0.73
14:30	7.11	11.43	33.5	29.5	621	4.32	440	228	0.89	201.2	149	0.74
14:35	6.38	11.35	33	30.5	621	4.97	440	231	0.89	231.5	168	0.73

行政院農委會台中區農業改良場之空調箱改善前後資料

	AH1	AH1	AH2	AH2
	更新前	更新後	更新前	更新後
出風溫度℃	22.5	17.2	21.5	17.5
室內溫度℃	26.8	24.3	26.8	24.3

	AH3	AH3	AH4	AH4
	更新前	更新後	更新前	更新後
出風溫度℃	23.6	17.1	26.5	16.7
室內溫度℃	27.1	24.3	27.1	24.3

備註：量測時間 14：30

行政院農委會台中區農業改良場之冷卻水塔改善前後資料

	修改前				修改後			
	電壓(V)	電流(I)	功率因素	耗電量 (KW)	電壓(V)	電流(I)	功率因素	耗電量 (KW)
一號冷卻水塔(CT1)	440	11.48	0.833	7.2	440	9.7	0.866	6.5
一號冷卻水泵(CWP1)	441	32.7	0.822	20.5	441	27.3	0.836	17.4
一號冰水水泵(CHP1)	443	33.1	0.82	21	441	11.4	0.833	7.2
一號區域冰水泵(CHP1)	***	***	***	***	440	8.7	0.866	5.8

內政部役政署之冰水主機改善前後資料

時間	主機出水溫度(°C)	主機入水溫度(°C)	主機流量(GPM)	主機進出溫差(°C)	電壓(V)	電流(I)	功率因素	主機能力(RT)	主機耗電(kW)	單位耗電(kW/RT)
02:00	8.67	13.22	205	4.55	220	176.5	0.91	69.96	58.2	0.83
02:05	7.69	12.14	206	4.45	221	172.7	0.9	68.75	56.5	0.82
02:10	7.45	11.87	205	4.42	220	173.4	0.91	67.96	56.8	0.84
02:15	7.13	11.62	208	4.49	221	179.9	0.91	70.04	58.7	0.84
02:20	7.32	11.25	208	3.93	223	154.3	0.9	61.31	50.7	0.83
02:25	7.12	11.53	205	4.41	218	174.6	0.91	67.8	56.2	0.83
02:30	7.22	11.35	208	4.13	220	166.2	0.9	64.43	53.1	0.82
02:35	7.25	11.45	201	4.2	220	161.5	0.91	63.32	52.1	0.82
02:40	6.97	11.46	201	4.49	223	174.2	0.9	67.69	55.3	0.82
02:45	6.35	11.52	206	5.17	224	200.1	0.9	79.88	64.9	0.81
02:50	6.57	11.09	205	4.52	223	174.9	0.89	69.5	55.8	0.80
02:55	7	11.27	208	4.27	220	169.9	0.89	66.61	54.1	0.81
03:00	7.11	11.43	208	4.32	222	174.2	0.89	67.39	54.8	0.81
03:05	6.38	11.35	205	4.97	221	192	0.89	76.41	62.5	0.82

國立花蓮師範學院之冰水主機改善前後資料

時間	主機出水溫度(°C)	主機入水溫度(°C)	冷卻水出水溫度(°C)	冷卻水入水溫度(°C)	主機進出溫差(°C)	電壓(V)	電流(I)	主機耗電(kW)
10:00	11.5	15.5	29.5	26	3.5	382	446	242
10:05	11	15.5	30	26	4	382	453	246
10:10	11	15.5	31	26.5	4.5	382	465	252
10:15	11.5	15	31	27	4	381	458	248
10:20	11	15.5	30.5	27	3.5	381	458	248
10:25	10.5	14.5	31	28	3	382	465	252
10:30	12.5	15.5	30.5	27.5	3	382	439	238
10:35	12	16	30	27	3	381	447	242
10:40	11.5	15.5	30	27	3	382	430	233
10:45	11	15.5	31	28	3	382	437	238
10:50	10.5	15	30.5	28.5	2	387	431	237
10:55	12.5	14.5	33	29.5	2	386	425	233
11:00	13	16	33.5	29.5	3	387	453	249
11:05	13.5	16.5	33	30.5	3	387	452	248

系統改善後資料

時間	主機出水溫度 (°C)	主機入水溫度 (°C)	冷卻水出水溫度 (°C)	冷卻水入水溫度 (°C)	主機流量 (GPM)	主機進出溫差 (°C)	電壓 (V)	電流 (I)	功率因素	主機能力 (RT)	主機耗電 (kW)	單位耗電 (kW/RT)
10:00	8.67	13.22	27.5	24	612	4.55	382	261	0.91	208.85	157	0.75
10:05	7.69	12.14	28	24	615	4.45	382	257	0.9	205.26	153	0.75
10:10	7.45	11.87	29	24.5	612	4.42	382	251	0.91	202.88	151	0.74
10:15	7.13	11.62	29	25	610	4.49	381	250	0.91	205.42	150	0.73
10:20	7.32	11.25	28.5	25	610	3.93	381	236	0.9	179.80	140	0.78
10:25	7.12	11.53	29	26	612	4.41	382	247	0.91	202.42	149	0.74
10:30	7.22	11.35	28.5	25.5	612	4.13	382	247	0.9	189.57	147	0.78
10:35	7.25	11.45	28	25	612	4.2	381	245	0.91	192.78	147	0.76
10:40	6.97	11.46	28	25	611	4.49	382	252	0.9	205.75	150	0.73
10:45	6.35	11.52	29	26	612	5.17	382	289	0.9	237.30	172	0.72
10:50	6.57	11.09	28.5	26.5	615	4.52	387	250	0.89	208.49	149	0.71
10:55	7	11.27	31	27.5	612	4.27	386	245	0.89	195.99	146	0.74
11:00	7.11	11.43	31.5	27.5	612	4.32	387	250	0.89	198.29	149	0.75
11:05	6.38	11.35	31	28.5	612	4.97	387	282	0.89	228.12	168	0.74

國立花蓮師範學院之空調箱改善前後資料

AH1	AH1	AH2	AH2	AH3	AH3
未裝變頻器	裝設變頻器	未裝變頻器	裝設變頻器	未裝變頻器	裝設變頻器
耗電量(kW)	耗電量(kW)	耗電量(kW)	耗電量(kW)	耗電量(kW)	耗電量(kW)
5.5	5.2	11	9.35	15	12.75

AH4	AH4	AH5	AH5	AH6	AH6
未裝變頻器	裝設變頻器	未裝變頻器	裝設變頻器	未裝變頻器	裝設變頻器
耗電量(kW)	耗電量(kW)	耗電量(kW)	耗電量(kW)	耗電量(kW)	耗電量(kW)
15	12.75	15	12.75	15	12.75

備註：耗電量係為單位時間內之平均耗電量

國立花蓮師範學院之冷卻水塔改善前後資料

	修改前				修改後			
	電壓(V)	電流(I)	功率因素	耗電量(KW)	電壓(V)	電流(I)	功率因素	耗電量(KW)
一號冷卻水塔(CT1)	381	13.3	0.833	7.2	382	11.3	0.866	6.5
一號冷卻水泵(CWP1)	382	37.9	0.822	20.5	382	31.6	0.836	17.4
一號冰水水泵(CHP1)	381	38.3	0.82	21	381	13.2	0.833	7.2
一號區域冰水泵(CHP1)	***	***	***	***	382	10.1	0.866	5.8

備註：耗電量係為單位時間內之平均耗電量

國立雲林科技大學之冰水主機改善前後資料

時間	大氣溫度 (°C)	相對濕度 (%)	大氣氣象	冰水送水 溫度(°C)	冰水回水 溫度(°C)	冰水流量 (m3/hr)	冰水熱負 荷量 (Kcal/hr)	冰水冷凍 噸(RT)	實測功率 值(w)	效率 (kw/RT)
8:30	31.3	66.0	晴	19.09	21.94	177.75	506.59	167.5	100640	0.601
9:00	32.0	64.5	晴	12.44	16.49	177.38	718.39	237.6	230880	0.972
9:30	32.7	63.0	晴	11.57	15.6	177.5	715.33	236.5	230720	0.975
10:00	33.0	62.0	晴	11.33	15.34	177.38	711.29	235.2	231680	0.985
10:30	33.3	61.0	晴	11	15.01	177.63	712.3	235.5	231200	0.982
11:00	33.3	60.5	晴	10.74	14.73	177.63	708.74	234.4	230400	0.983
11:30	33.2	60.0	晴	10.52	14.54	177.38	713.07	235.8	227680	0.966
12:00	33.6	58.5	晴	10.4	14.36	177.5	702.9	232.4	231680	0.997
12:30	34.0	57.0	晴	10.42	14.37	177.38	700.65	231.7	234080	1.010
13:00	34.0	58.5	晴	10.43	14.38	177.5	701.13	231.9	232640	1.003
13:30	33.9	60.0	晴	11.49	15.13	177.38	645.66	213.5	0	0.000
14:00	33.4	60.0	晴	11.54	15.54	177.38	709.52	234.6	0	0.000
14:30	32.9	60.0	晴	11.55	15.58	177.5	715.33	236.5	236320	0.999
15:00	32.6	60.0	晴	11.21	15.17	177.5	702.9	232.4	236320	1.017
15:30	32.3	60.0	晴	10.92	14.89	177.5	704.68	233.0	235040	1.009
16:00	32.0	61.0	晴	10.63	14.6	177.63	705.19	233.2	233760	1.002
16:30	31.6	62.0	晴	10.91	13.91	177.5	532.5	176.1	140160	0.796
17:00	31.3	62.5	晴	11.46	14.51	0	0	0.0	0	0.000
17:30	31.0	63.0	晴	11.46	14.51	0	0	0.0	0	0.000

國立雲林科技大學之冷卻水塔改善前後資料

	修改前				修改後			
	電壓(V)	電流(I)	功率因素	耗電量(KW)	電壓(V)	電流(I)	功率因素	耗電量(KW)
冷卻水塔(CT1)	381	11	0.833	5.5	382	9	0.866	4.1
冷卻水塔(CT2)	381	11	0.833	5.5	382	9	0.866	4.1
一號冷卻水泵(CWP1)	382	20.5	0.822	11	382	16.7	0.836	8.5
二號冷卻水泵(CWP2)	382	20.5	0.822	11	381	16.7	0.833	8.5
一號冰水泵(CHP1)	380	14.2	0.85	7.5	382	11.6	0.866	6.3
二號冰水泵(CHP2)	380	14.2	0.85	7.5	381	11.6	0.862	6.3
一號區域冰水泵(CHZP1)	382	58	0.86	30	382	47.4	0.866	18
二號區域冰水泵(CHZP2)	381	58	0.86	30	381	47.4	0.862	18