

台灣電力公司
106年度空調運用技術研討會
冷凍空調政策、技術
與管理節能案例分析

主 講 人：陳 輝 俊

地點：新北市新莊區化成路135號

時間：2017年05月25日 AM 10:10~12:00

大綱

1. 冷凍空調產業概況

2. 節能策略

2-1、政策節能

2-2、技術節能

2-3、管理節能

3. 結語

1、冷凍空調產業概況

1-1、冷凍空調產業產值

❑ 冷凍空調業含相關

製造設備、工程、設計規劃、系統管理及研究開發等，產值超過**1,000**億。

❑ 從事冷凍空調廠商達**1443**家，就業人口約**1.9萬**人，每年需求冷凍空調人才約**1400~2000**人。

冷凍空調設備產值

■ 銷售值(百萬元)



1-2、冷凍空調的核心技術(改變氣候、創造環境) 冷凍空調的核心價值(跨領域)

- ❑ 冷凍空調可改變氣候與創造環境，成為相關產業的核心技術。
- ❑ 冷凍空調的核心價值，即是跨領域提高各產業附加價值，為基礎工業。



1-2、冷凍空調的跨領域附加價值

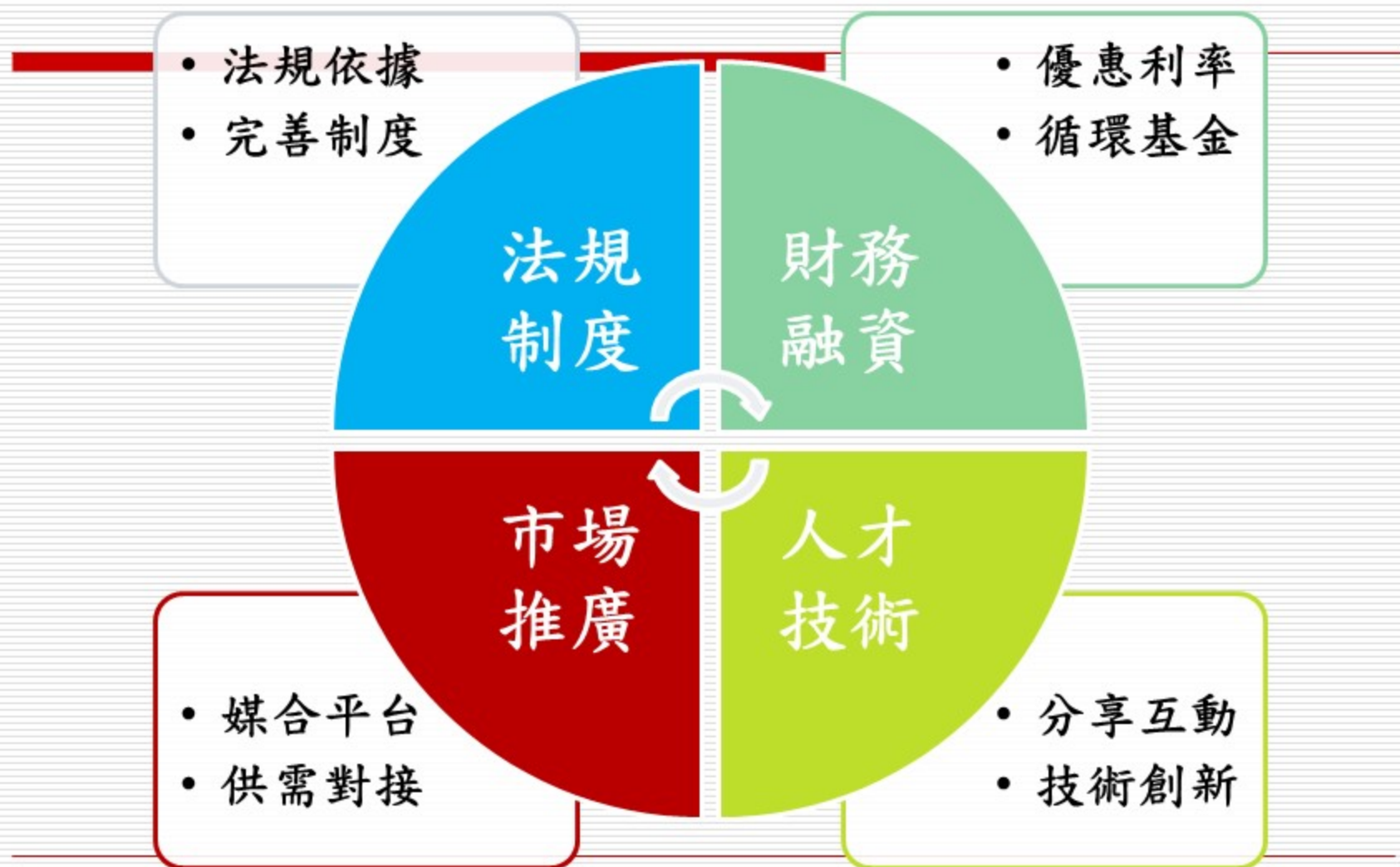
以食品冷凍業為案例(味蕾溫度)

- 溫度與食品味道的關係，30°C的食物敏感度最高
- 啤酒
 - 夏天：6~8°C最好
 - 冬天：10~12°C最好
- 酸的食物：10~40°C味道不變
- 甜的食物：37°C最甜
- 苦、鹹的食物溫度越高，味道越淡。

1-2、冷凍空調的跨領域附加價值 以食品冷凍業為案例

- ☐ 喜涼食物：10°C
- ☐ 冷食：0~6°C之間
- ☐ 喜熱食物：60~65°C之間
- ☐ 涼開水：12~15°C冷感最好
- ☐ 冰淇淋6°C吃最痛快
- ☐ 汽水5°C最好喝
- ☐ 冰咖啡6°C最好喝
- ☐ 熱牛奶、熱咖啡65~70°C最好喝

1-3、產業發展機制



1-4、冷凍空調產業產值為1000億？

- 產值並非指營業收入，產值在成本會計學領域中稱為製成品成本，但在實務上都會取完工入庫成本，完工入庫成本包含兩個方面，半成品及製成品，所以我們會取這兩樣完工入庫成本作為「產值」。
- 根據中華民國統計資訊網公佈之2015年國內生產毛額(GDP)為16,759,016百萬元，同時該年度排除住宅部門之全國總電力消費為164,295百萬度，由於冷凍空調設備占全國總電力消費至少超過20%，則保守預估冷凍空調產業的產值至少超過3.35兆元。

2、節能策略

政策節能

1. 提高節能法規的位階
2. 第三公正單位及執行機制建立
3. 財務融資機制
4. 財務補助政策

技術節能

1. 電信網路機房
 - 氣流設計
 - 自然冷卻
2. 紡織業
 - 焓值控制
 - 混風溫度控制
 - 冷凝水回收
3. 電機電子業
 - 冰水溫度隨負載調整
 - 5°C及12°C雙冰水溫度系統設計
 - 調低潔淨室送風溫度

管理節能

1. 冰水主機能源管理
2. 雲端智慧能源管理
3. 儲冰空調系統
4. 空調卸載(需量競價)

2-1-1、強制立法 能源法規分類

能源法規	法 律	法規命令	行政規則
綜合類	1	8	3
石油類	1	19	21
汽體燃料類	0	0	1
天然氣類	1	18	2
電力類	1	18	7
再生能源類	1	14	25
節約能源類	0	7	100

節約能源強制立法的重要性

- 能源管理法是一切能源相關法律之母法，惟石油類(石油管理法)、天然氣類(天然氣事業法)、電力類(電業法)、再生能源(再生能源發展條例)均有法律位階之特別法(專法)作為其母法，以利各該類別事業之發展。
- 汽體燃料類及節約能源類尚缺法律位階之母法，且就節約能源類而言，能源管理法中提及「節約能源」之條文不過6條而已(唯能源管理法第8條、第9條、第17條、第23條、第24條、第26條等規定)。
- 對於節能減碳因沒有規範及依據，故節能減碳工作的執行僅是透過配合行政政策，而非具有強制性，致相關產業及節能政策無法推廣落實。

案例、我國冷凍空調設備能效標準

-冷氣機能效分級

類型	製冷量 Cooling capacity, kW	EER (W/W)				
Class 級數		5	4	3	2	1
窗型機 Integral- type	<2.2	<2.95	2.95-3.1	3.1-3.25	3.25-3.4	>3.4
	2.2-4.0					
	4.0-7.1					
	7.1-10					
分離式 Split-type	< 4.0	<3.45	3.45-3.69	3.69-3.93	3.93-4.17	>4.17(最高5.7)
	4.0-7.1	<3.2	3.2-3.42	3.42-3.65	3.65-3.87	>3.87(最高5.2)
	>7.1	<3.15	3.15-3.37	3.37-3.59	3.59-3.81	>3.81

- 民眾於舊機更新時，購買最頂級節能產品(EER=5.7)，與第5級相比，節電達**60%**。

空調設備強制節能之節電潛力分析 與經費預估

項目	分離式、窗型 (住商部門)	冰水主機 (工業部門、辦公大樓)
節電潛力	0.5kW/台	0.22kW/RT(預估約163.2萬RT)
	9億度/年 (1500小時/年)	16.15億度/年 (4500小時/年)
可汰換數量	120萬台/年 (每台補助5000元)	300台/年 (每台補助工程款之1/3，上限 最高500萬/家)

- 住商部門採用分離式或窗型系統，預估可節電9億度/年；工業部門及商辦大樓則是採用冰水主機，預估可節電16.15億度/年，總計每年可節電25.15億度，10年節電251.5億度。

2-1-2、第三公證單位機制建立

- 節能計量必須是「嚴謹」、「透明」、「一致性」的公證單位執行，即節能績效量測驗證效益之估算涉量測方法、儀器精準度及量測驗證人員之專業能力等。
- 用戶缺乏專業人才，無法評估量測驗證計畫合理性及確認節能改善效益，導致專案糾紛或導入意願不高。
- 於節能成效產生糾紛時僅能尋求調解或商業仲裁等，國內目前缺乏相關之專業機構，訴諸司法程序則由產業同業公會、協會等單位鑑定，鑑定除曠日廢時外，亦將增加額外成本。

第三方公證制度參考文件

- 目前國內能源技術服務業(ESCO)在節能績效保證專案(ESPC)中針對節能量計量之方法學，皆採用**國際節能績效量測與驗證規範(IPMVP)或參採綠基會公告21項量測驗證文件**。另國內目前因ESCO市場尚未成熟，現行ESCO第三方驗證單位主要由**綠色生產力基金會**擔任。
- 國際ISO組織為強化節能成效確認之方法學於2016年05月公告ISO17741，此文件可做為ESCO業者執行專案提供節能或減碳之指引。
- 可依據ISO17741引入民間查證機構，並委由全國認證基金會認證第三方審查能量，打造完整第三方制度。

ISO 17741相關章節

章節	標題
第一章	適用範圍
第二章	參考規範標準
第三章	名詞定義
第四章	節能量計算概念
第五章	M&V之規劃程序
第六章	M&V量測與驗證之規劃內容 量測邊界、基準期、報告期、節能量計算方式、 量測數據收集規範、模擬、不確定度之評估
第七章	規範節能報告書內容 節能報告書內容應包含節能減碳目標、能源績效 改善措施等12個項目

國內外降低ESPC專案糾紛的作法

政策措施	美國	中國	日本	台灣
合約範本制定	聯邦能源管理計畫(FEMP)訂定政府部門採行之合約範本	中國標準合同能源管理技術通則附錄(適用全國各部門)	經濟產業省公布合約範本(參考性質)	101年公共工程委員會公告政府機關節能績效保證專案工程採購契約範本
量測驗證標準文件	參採IPMVP國際能效量測驗證協議，制訂本國量測驗證指導文件，公布9項技術文件。(非強制性)	制定國家標準(GB/T)文件10項以上，陸續增訂。(納入國家標準(GB/T推薦性標準)，非強制性)	遵循IPMVP國際能效量測驗證協議，無另行公布本國標準。(非強制性)	參照IPMVP國際能效量測驗證協議，公布本土化19項量測文件，且詳敘量測參數、驗證步驟、節能效益計算。(非強制性)
第三方節能績效驗證	因市場具規模已由民間顧問機構投入(承作商如、Mesa Point energy、Econoler等)	頒布獎勵補助於其規定下指定特定機構驗證節能量，以做為撥付補助款依據	無相關措施	於節能績效保證示範推廣補助，委託台灣綠色生產力基金會，審核專案節能效益

2-1-3、財務融資機制

節能專案之資金需求

- 產業多屬中小企業自有資金不足，向銀行辦理融資常因**營授比過高**及**擔保品不足**，致使融資成數及利率無法滿足需求。
- 經調查103年ESCO業者向銀行取得融資**平均利率為4.2%**、向租賃**平均取得利率5.67%**。
- ESCO融資常為合約貸款，因此銀行對於ESCO合約常熟悉與否，常為專案融資成功的關鍵因素。

C 部分：偏好合作金融機構原因								
	比例	利率較低	貸款額度較高	對ESCO較了解	較易取得授信	無須擔保品	提供額外服務	其他
偏好銀行	38.10	81.25	6.25	18.75	18.75	6.25	6.25	6.25
偏好租賃公司	14.29	16.67	0.00	83.33	66.67	33.33	16.67	0.00
從未合作或借款	47.62	--	--	--	--	--	--	--

D 部份：平均融資/融物年限							
	1 (含) - 3 年	3 (含) - 5 年	5 (含) - 7 年	7 (含) - 10 年	10 年以上	合計	
銀行	46.15	30.77	7.69	0.00	15.38	100.00	
租賃公司	25.00	25.00	0.00	50.00	0.00	100.00	

E 部份：平均利率							
	平均	標準差	最小值	第 25 分位	中位數	第 75 分位	最大值
銀行	4.20	1.67	3.00	3.00	3.50	4.75	8.00
租賃公司	5.67	2.08	4.00	4.50	5.00	6.50	8.00

F 部分：預估投資規模							
	所佔比例	1 仟萬以下	1-5 仟萬	5 仟萬-1 億	1 億-10 億	10 億以上	合計
不變	20.93	--	--	--	--	--	--
增加	74.42	25.00	43.75	12.50	15.63	3.13	75.00
減少	4.65	50.00	50.00	0.00	0.00	0.00	50.00

廠商名稱	ESPC 專案合約金額	資本額
	萬元	
K公司	4000	2800萬
J公司	2200	5000萬
C公司	1525	1000萬
D公司	2500	1000萬
A公司	800	1億元
F公司	4439	2100萬
H公司	4700	2500萬
E公司	1200	25億
N公司	20000	3億
I公司	10000	3億元
B公司	812	4.08億元
L公司	5800	6億
M公司	9800	775億
G公司	1458	9000萬

2-1-4、各國財務補助政策

- 各國政府協助產業資金政策計有**信保制度**、**循環基金**、**政策搭配款**及**低利貸款**等，政策推動意涵均為協助業者取得資金，其中泰國因產業於發展初期，由政府特種基金提供搭配款，擴大銀行投入產業融資之意願。
- 我國目前已有**信保機制**，參採國際間循環基金作法，需進行修法及設立公法人執行基金管理及發放，短期仍建議可朝向利息補貼搭配現有信保機制等方式，長期則朝向研擬循環基金。

中國(信保制度)	韓國(循環基金)	泰國(融資搭配款)	日本(低利貸款)
<u>一期計畫</u>：世界銀行與全球環境基金分別提供1,500萬美元及6,300萬美元之資金，主要內容是成立三個示範節能服務公司。 <u>二期計畫</u>：以世界銀行所提供之2,200萬美元提供貸款擔保給能源服務公司。 <u>成效</u>：2004-2009年完成擔保專案148案，擔保總額5.1億元人民幣	<u>資金來源</u>：合理能源基金(油品進口及銷售稅) <u>管理單位</u>：韓國能源管理公司 <u>貸款用途</u>：安裝成本及營運資金 <u>貸款利率</u>：3.5%-5%(約市場利率一半) <u>還款期限</u>：最高15年。 <u>貸款上限</u>：50億韓元。 <u>成效</u>：共計核貸2兆8,000億韓圓，節約666.4萬公噸油當量。	<u>資金來源</u>：ENCON Fund(油品銷售稅) <u>管理單位</u>：泰國替代能源研發暨能效部 <u>貸款用途</u>：提升能源效率、減少能源損失... <u>貸款利率</u>：基金0.5%; 銀行2-5% <u>貸款上限</u>：5,000萬泰銖 <u>成效</u>：共計核貸72.3億，銀行投入由6家增加至13家。	<u>資金來源</u>：三井住友銀行 <u>貸款用途</u>：76類低碳物品 <u>貸款利率</u>：：貸款期間五年以上(1.55%)、貸款期間五年內(0.9%)(J-CDM) <u>貸款上限</u>：設備資金7.2億日圓 <u>還款期限</u>：最高15年。

重置購置節能設備租稅優惠

- 各國政府為推動節約能源及低碳建築等，均針對企業或個人購置節能設備等，給予租稅優惠。
- 依中經院以經濟模型保守推估，在電價微幅上漲及較低的節能設備租稅優惠下，約可創造47.91億~58.72億ESCO潛在產值，可有效增加產業效益。

國別	租稅措施
美國	● 對於購置節能設備的企業給予10%-30%或特定金額的減稅優惠 ● 並非所有能源之星的產品都列為補助對象
日本	● 2011年6月30日至2014年3月31日期間，購置特定的節能設備可以取得30%的特別折舊 ● 中小企業則是可獲得7%的免稅額度
韓國	● 法人或個人至2009年12月31日止，投資(除舊貨商品投資)節能設施，從徵稅年的所得稅和法人稅中減免該年投資金額20%
英國	● 自2007年10月~2012年9月新建房屋，須符合高隔熱標準，搭配具能源節約的設備和技術 ● 房屋建造成本少於50萬英鎊，則免除所有的稅額，若房屋建造成本超過50萬英鎊，則免除15,000英鎊的稅額

2-2、技術節能

2-2-1、電信網路機房

2-2-2、紡織化纖業

2-2-3、電機電子業

2-2-1、電信網路機房技術節能

- 電信網路機房能源消費量
- 電信網路機房各系統耗能占比
- 電信網路機房空調系統架構
- 電信網路機房溫濕度設計參考
- 案例：
 - 氣流設計
 - 自然冷卻
 - 機房實際改善案例

電信網路機房能源消費量

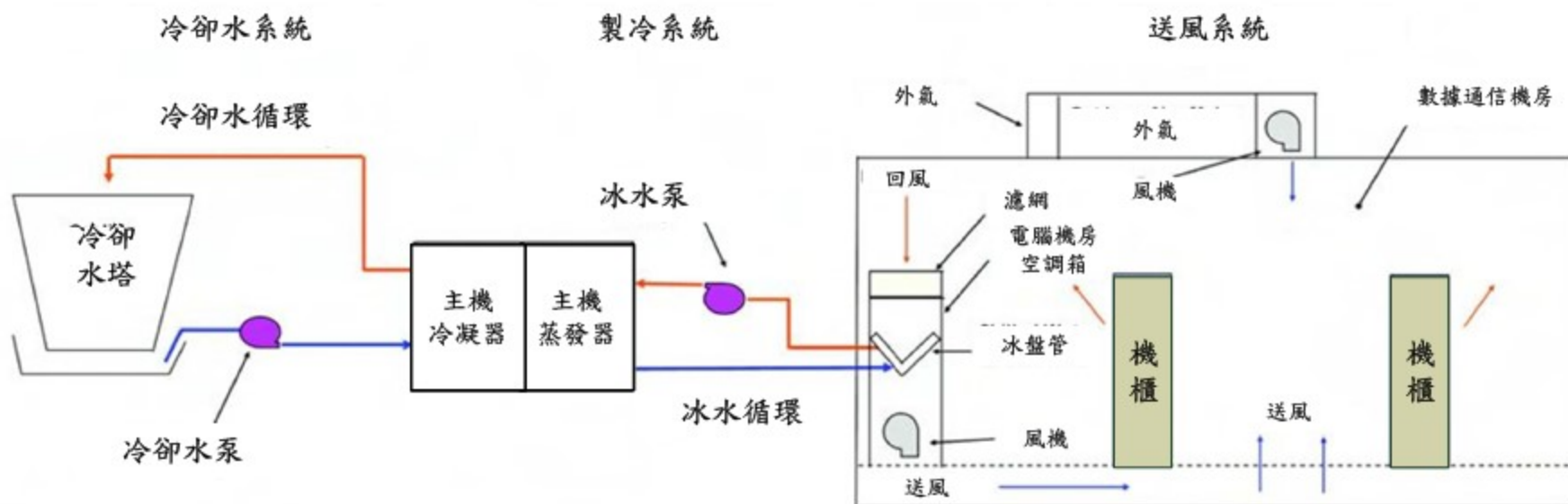
年份	電力	燃料油	液化石油氣	天然氣	汽油	柴油	合計
	(千度)	(公秉)	(公噸)	(千立方公尺)	(公秉)	(公秉)	(千公秉油當量)
2007	701,886	0	0	0	230	277	175
2008	760,370	0	0	5	400	274	190
2009	850,696	0	0	12	449	218	212
2010	897,971	0	0	0	6	227	223
2011	889,021	0	0	18	0	182	221
2012	891,988	5	0	39	0	130	222
2013	944,538	0	0	15	0	152	235
2014	1,022,341	6	0	26	0	258	254
2015	1,002,461	0	0	25	0	200	249

電信網路機房各系統耗能占比

(單位：%)

年份	空調設備	照明設備	冷凍冷藏設備	事務設備	送排風設備	給水污水設備	電梯設備	其它設備
2007	40.84	10.18	0.04	11.93	1.60	1.55	2.06	31.80
2008	38.66	10.47	0.04	9.63	1.55	1.36	1.91	36.39
2009	38.37	10.22	0.07	10.14	1.67	1.39	1.96	36.18
2010	37.86	9.87	0.07	11.88	1.74	1.45	1.94	35.20
2011	37.74	9.87	0.05	11.64	1.73	1.45	1.99	35.54
2012	37.45	9.54	0.08	11.41	1.66	1.38	1.90	36.59
2013	37.45	9.44	0.03	10.81	1.65	1.36	1.93	37.34
2014	37.87	7.98	0.07	5.77	1.18	1.27	1.72	44.15
2015	36.68	7.17	0.15	6.96	1.04	1.08	1.94	44.97

電信網路機房空調系統架構



電信網路機房溫濕度設計參考

設備環境設定

等級	設備啟用時							設備關閉時		
	乾球溫度 (°C)		相對濕度 (%)		最高 露點溫度 (°C)	最大 高度 (m)	溫度 變化率 (°C/h)	乾球溫度 (°C)	相對濕度 (%)	最高 露點溫度 (°C)
	容許 值	建議 值	容許 值	建議值						
1	15-32	18-27	20-80	DP : 5.5°C~15°C & 60%RH	17	3050	5/20	5-45	8-80	27
2	10-35	18-27	20-80	DP : 5.5°C~15°C & 60%RH	21	3050	5/20	5-45	8-80	27
3	5-35	無	8-80	無	24	3050	5/20	5-45	8-80	29
4	5-40	無	8-80	無	24	3050	5/20	5-45	8-80	29

➤ 溫度變化率：5°C/hr for data centers employing tape drives and 20°C/h for data centers employing disk drives.

電信網路機房溫濕度設計參考

- 等級1：屬於室內空調狀況(如乾球溫度、濕球溫度、相對濕度)需控制較嚴謹者，通常使用在**企業營運伺服器或儲存用資料庫**等。
- 等級2：屬於IT設備、辦公室、圖書館等區域須作部分環境控制者(如乾球溫度、濕球溫度、相對濕度)，通常使用在**小型伺服器、小型儲存用資料庫、個人電腦工作群組**等。
- 等級3：屬於辦公室、居家、交通運輸等區域具備簡單控制者(僅溫度控制)，通常使用在**個人電腦群組、筆記型電腦、影印機**等。
- 等級4：屬於照明工廠、重點照明等區域須維持場地環境溫度不受外氣嚴重影響者，如冬天加溫排氣，通常使用在**照明設備、電腦、手機**等。

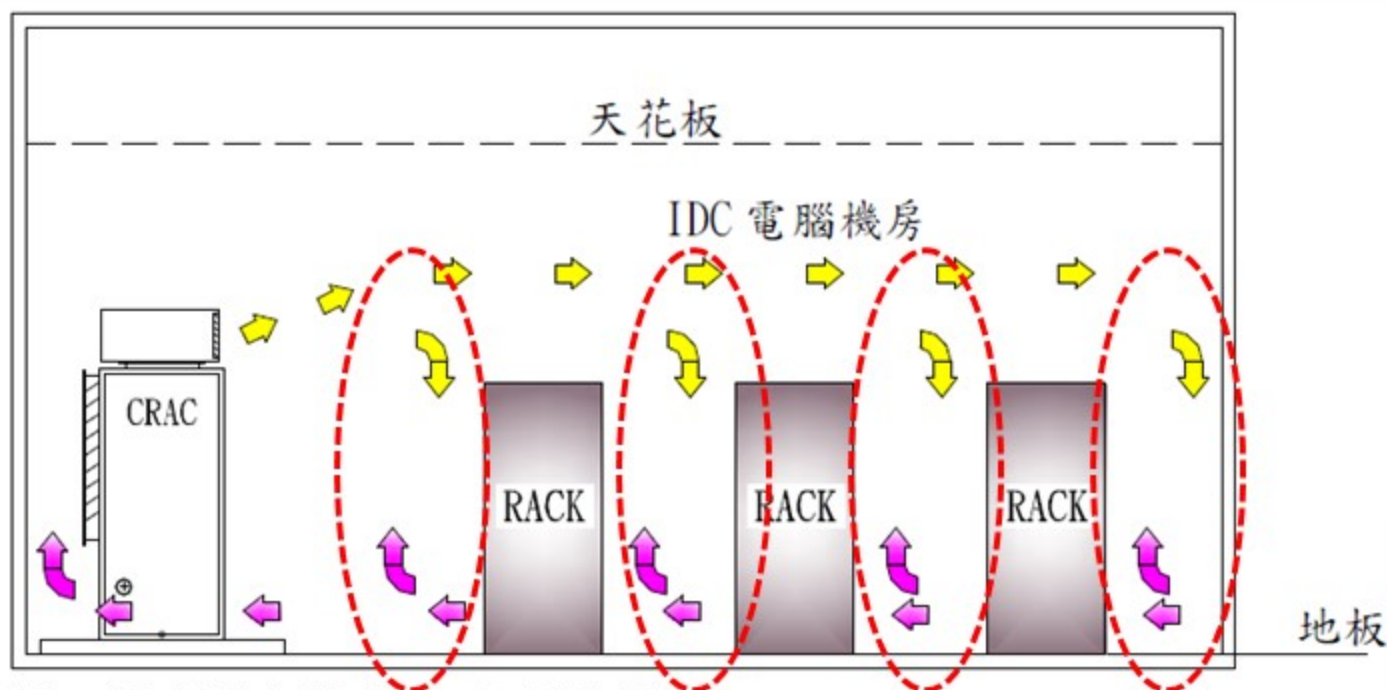
電信網路機房溫濕度設計參考

- 環境條件的設定標準必須使電子設備維持於**高度可靠與安全**之運轉，通常須注意下列幾點：
 - **相對溼度較高**時會對電子元件產生不良影響，如**腐蝕**，限制高相對濕度乃是為了排除這些損害。
 - 電子設備對於靜電效應傷害非常敏感，室內**相對濕度過低**時容易產生**靜電效應**，**限制低相對濕度**是為了避免這類型損害。
 - **設備溫度過高**會影響作業可靠度以及**設備本身工作壽命**，限制溫度不至過高是為了避免這些影響因素。
 - 而**過低的室內溫度**會導致更多的**空調系統耗能**，限制環境溫度不至過低是為了避免多餘的能源消耗。

案例1：氣流設計

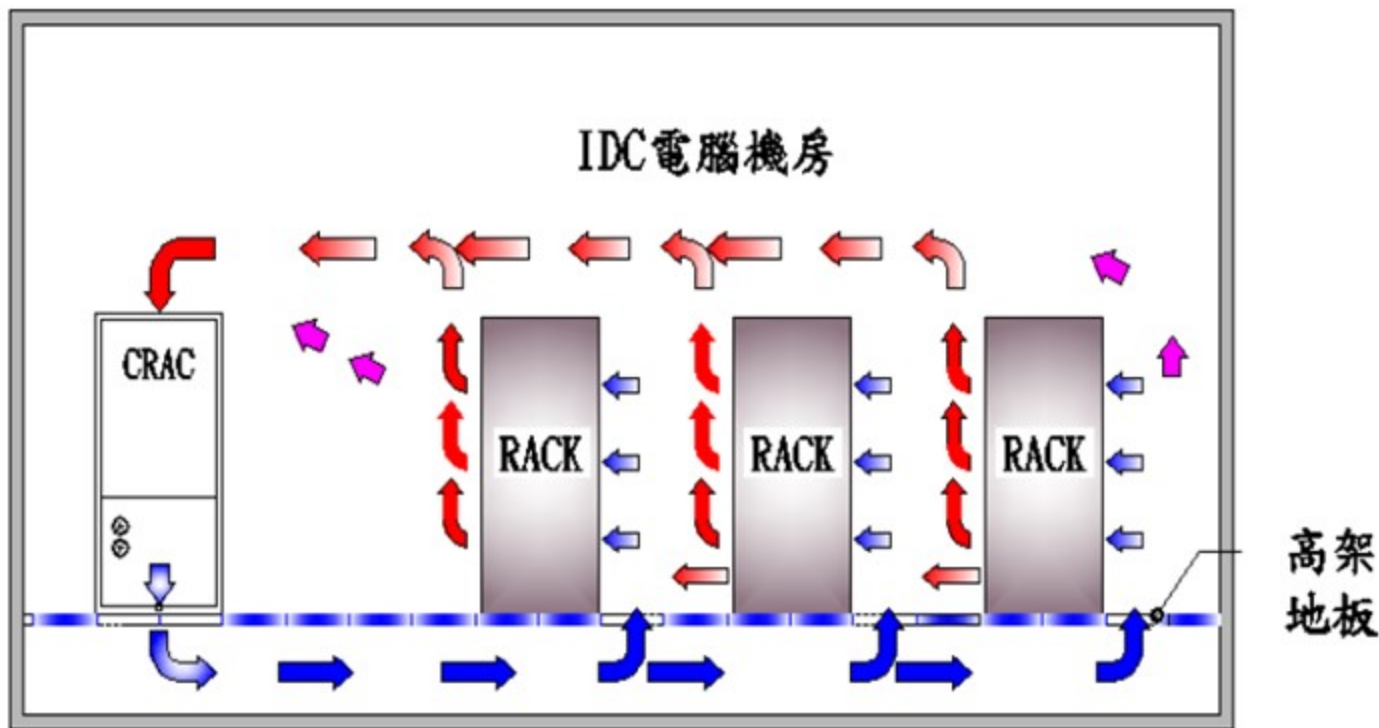
氣流落地直吹型

- 優點：建置及維護成本較低。
- 缺點：其運轉操作時會有嚴重**混風的現象**，電腦機房及機櫃本身會有較多莫名熱點產生，機櫃常於不穩態的情況運轉，且造成空調系統耗能嚴重，因此並不建議設計使用



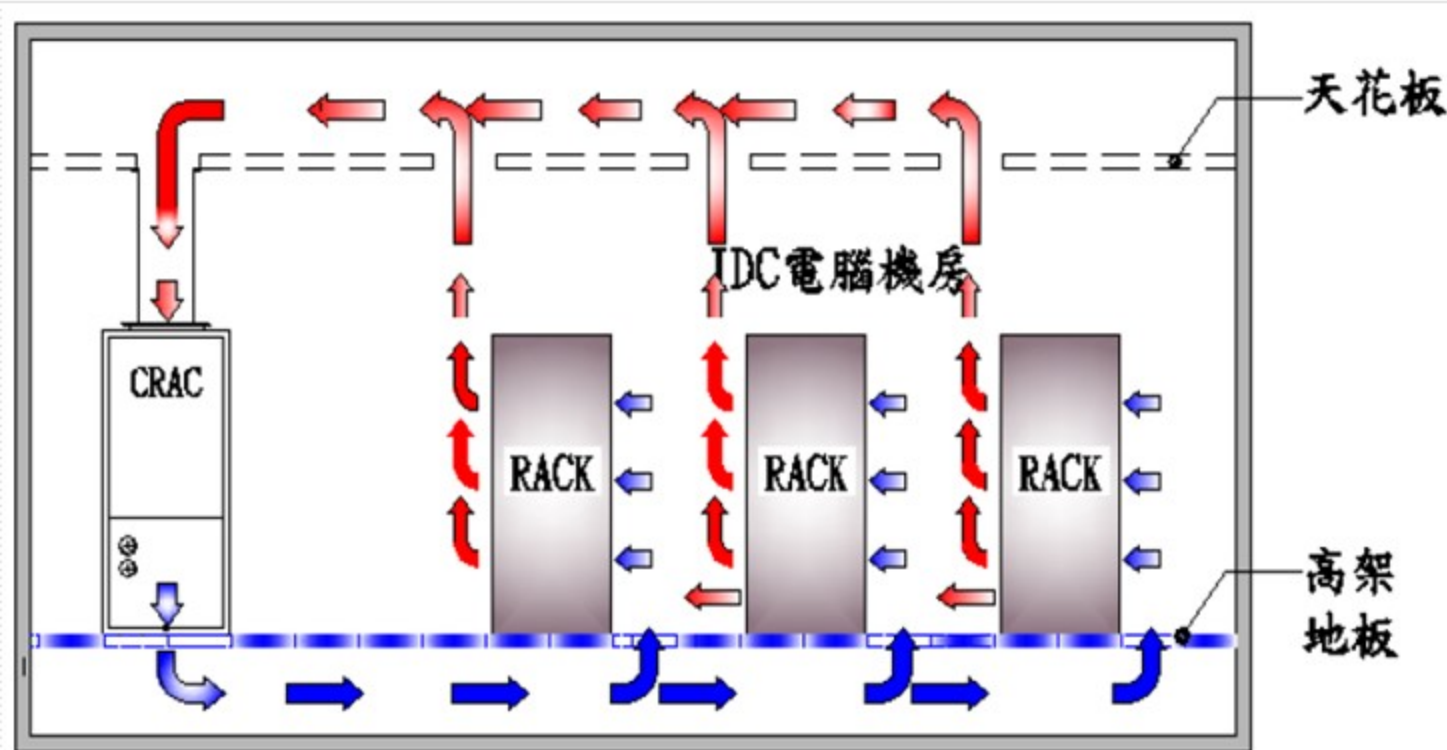
架地板送風自然回風型

- ❑ 優點：成本較低。
- ❑ 缺點：熱空氣氣流較難掌握，回風不易



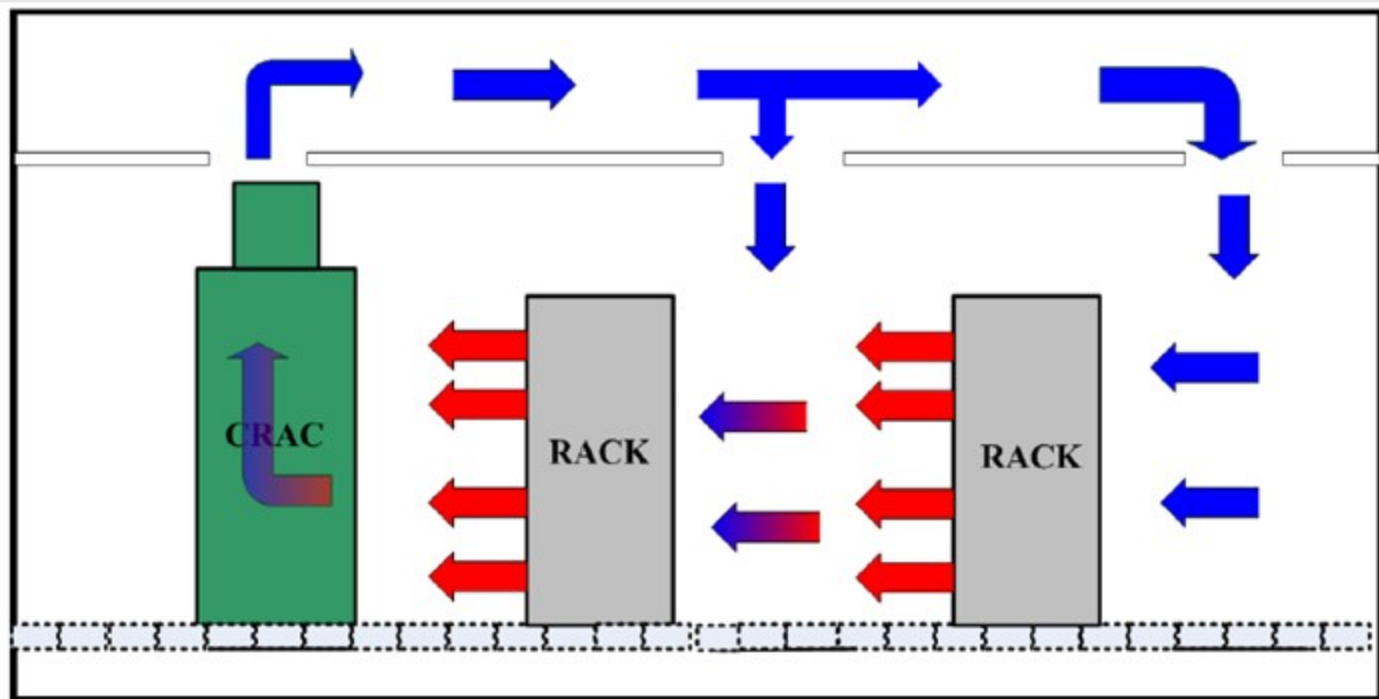
高架地板送風天花板回風型

- 特色：熱空氣氣流較能掌握，回風效率較高。



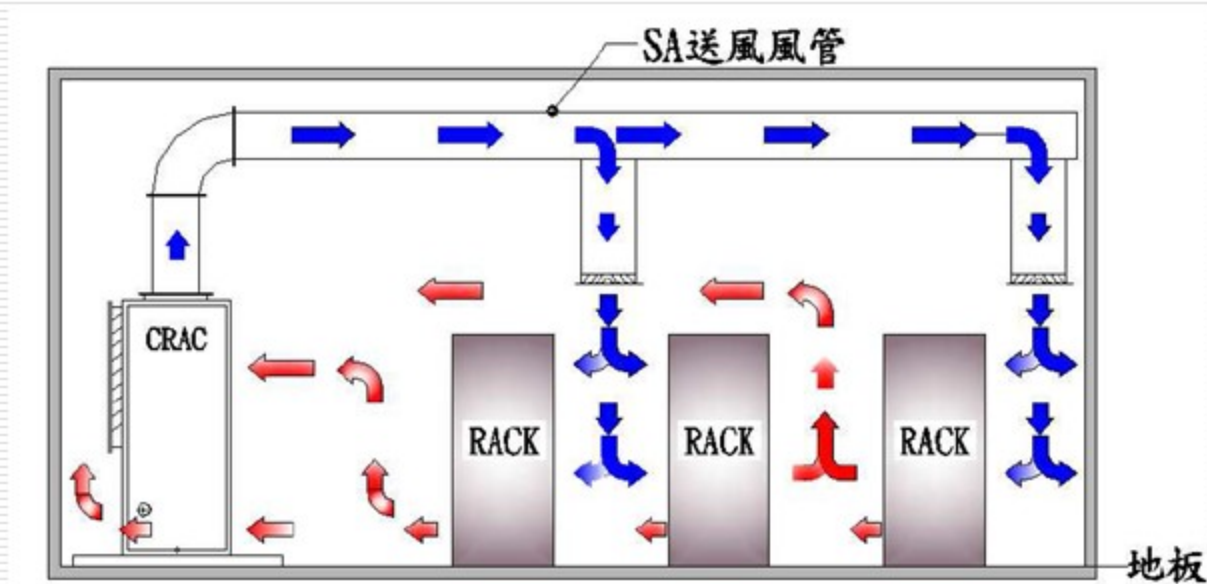
天花板上送風型(無風管)

- 特色：此系統缺點為當IT設備負載分配不公平、供氣不能集中，或採用上出風系統的機櫃時會受到限制。



天花板上送風型(有風管)

- 空調設備CRAC 送出低溫空氣經由天花板下風管及空氣閥門調整出風口風量，進而入IDC 設備空間，冷空氣出風口需盡可能的低，高度略高於機櫃高，讓冷空氣能順利進入IDC 設備前冷通道，減少不必要混風與熱點發生。

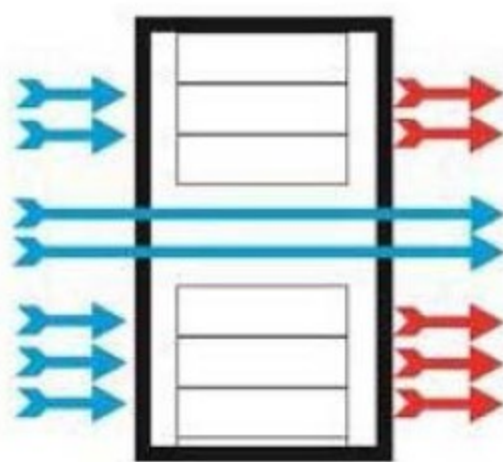


氣流設計比較

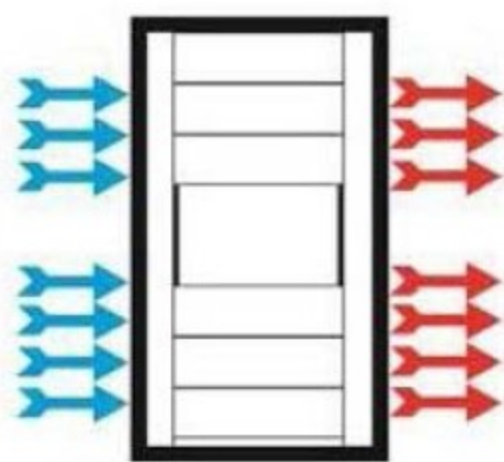
- 針對上述氣流設計方式比較：
 - 利用高架地板出風而自然回風設計方式
 - 利用高架地板出風而天花板回風方式
 - 天花板下出風而自然回風方式
- 其結果顯示以自然回風方式雖然成本較低，但是熱空氣氣流較難掌控回風較不易。
- 利用高架地板出風而天花板回風方式則為較佳的設計方式。但通常為了確保出風口能與房間的空氣能有效地混合，設計前對機櫃型式、擺設方式、空調設備出口的型式、出風口佈置方式等參數皆需要釐清，以得出最佳IDC 電腦機房的空調配置方式。

盲板設計

- 當機櫃內有空的位置時，由於空間的開放，冷空氣可能直接從空位流出，使得短循環問題發生，造成冷源的浪費。針對這種問題，可在機櫃內空餘位置空間安裝阻隔空氣的盲板。

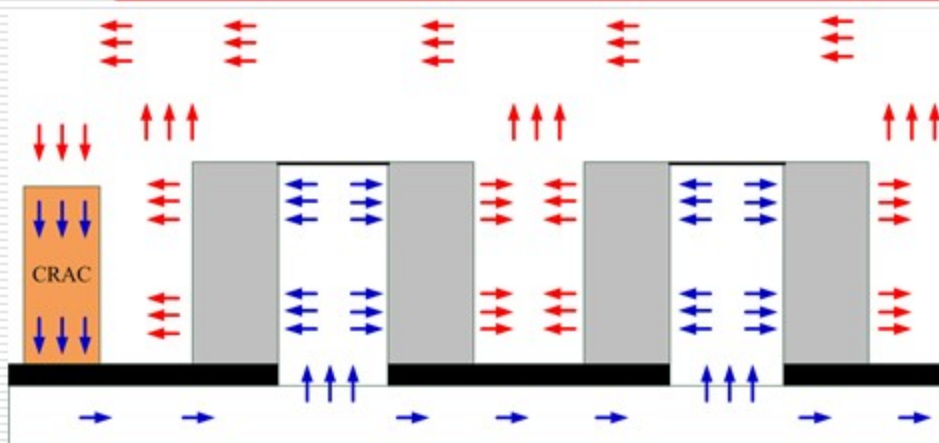


未導入盲板

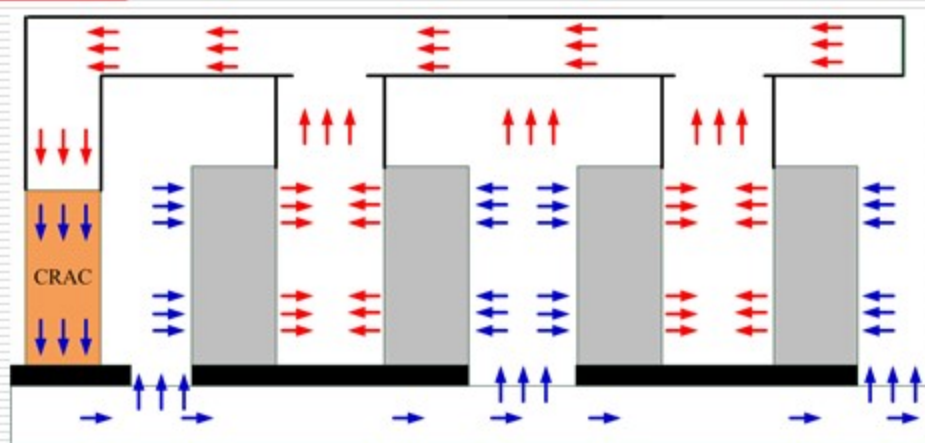


導入盲板

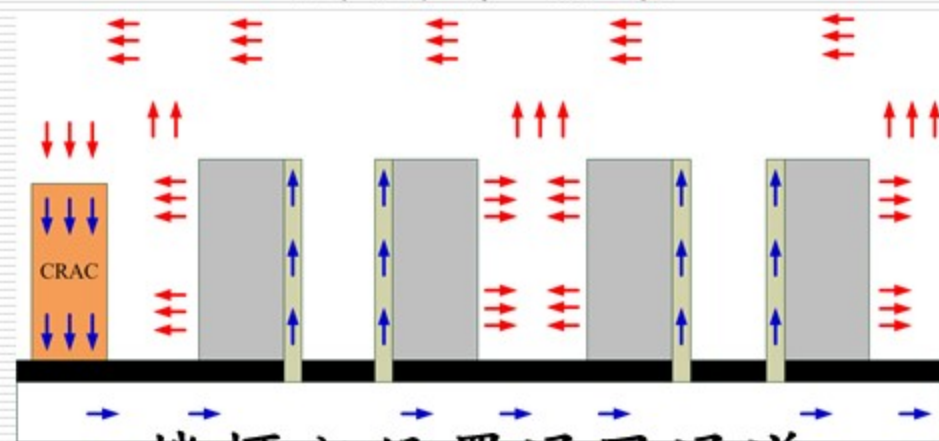
機房氣流設置節能策略



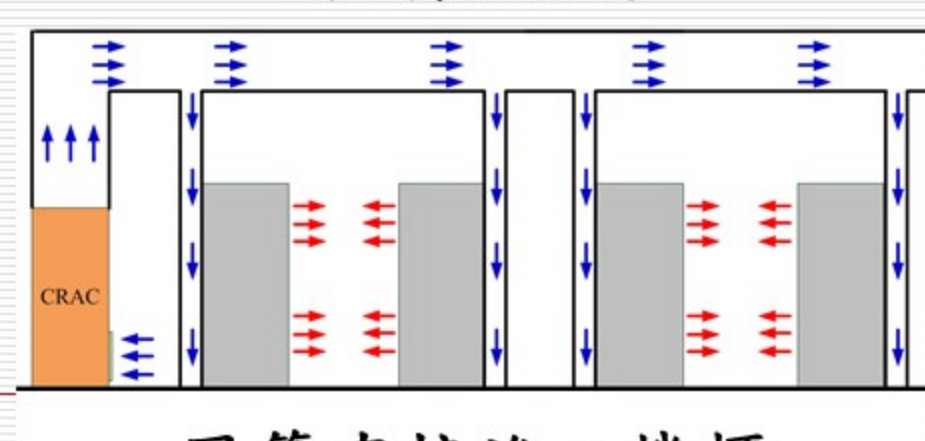
封閉冷通道



封閉熱通道



機櫃內設置通風通道

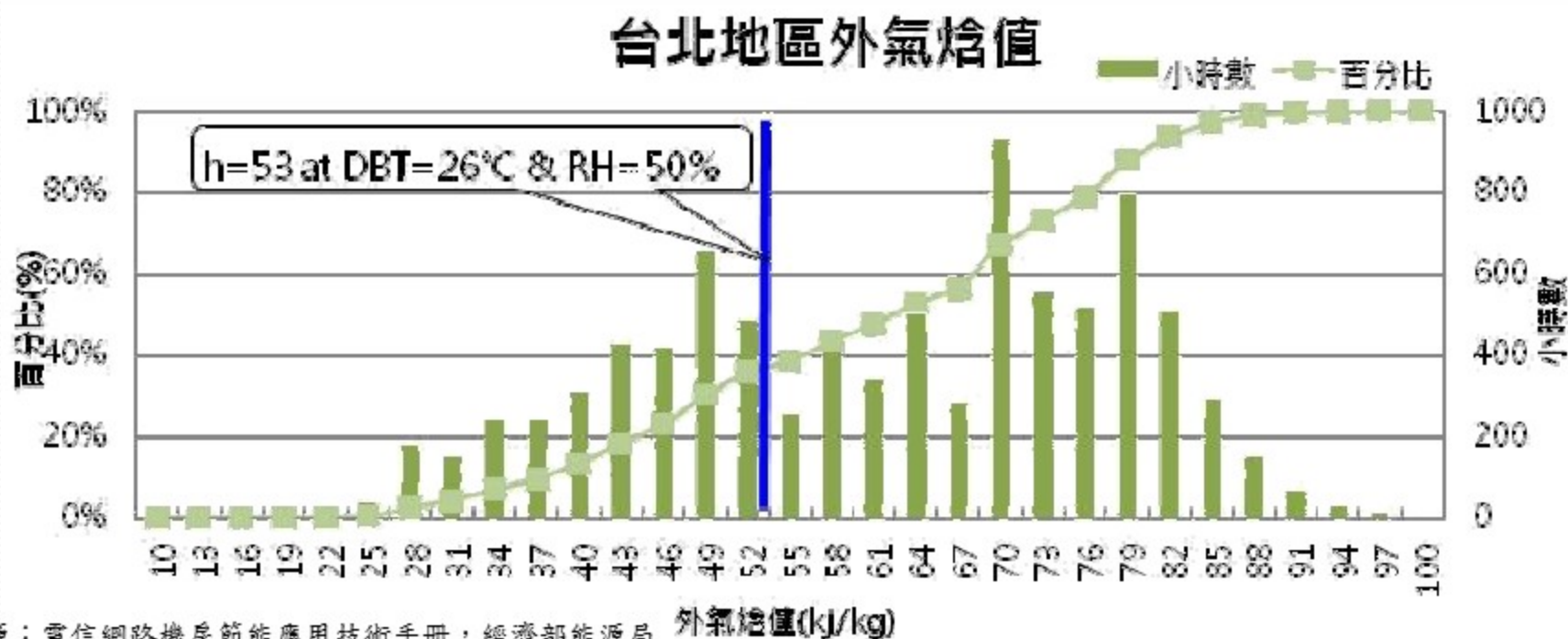


風管直接進入機櫃

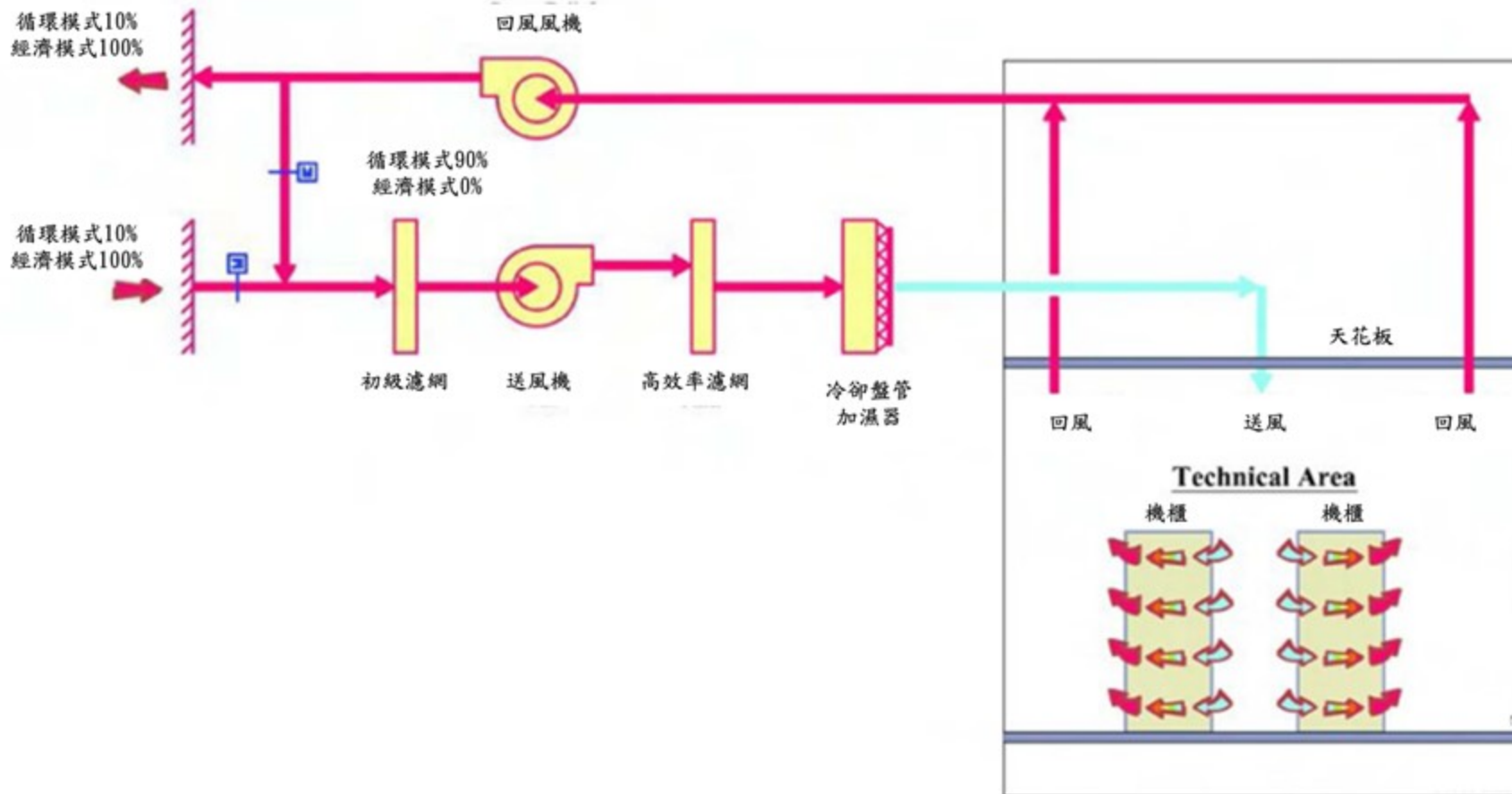
案例2、自然冷卻

台北地區採用空氣側自然冷卻的潛力

- 以台北為例，外氣焓值低於 53kJ/kg 的時間約有40%，因此可利用來自於自然大氣環境之低能量源作為電信設備之冷源，以減少空調製冷主機之運轉時間，達到節能之目的。

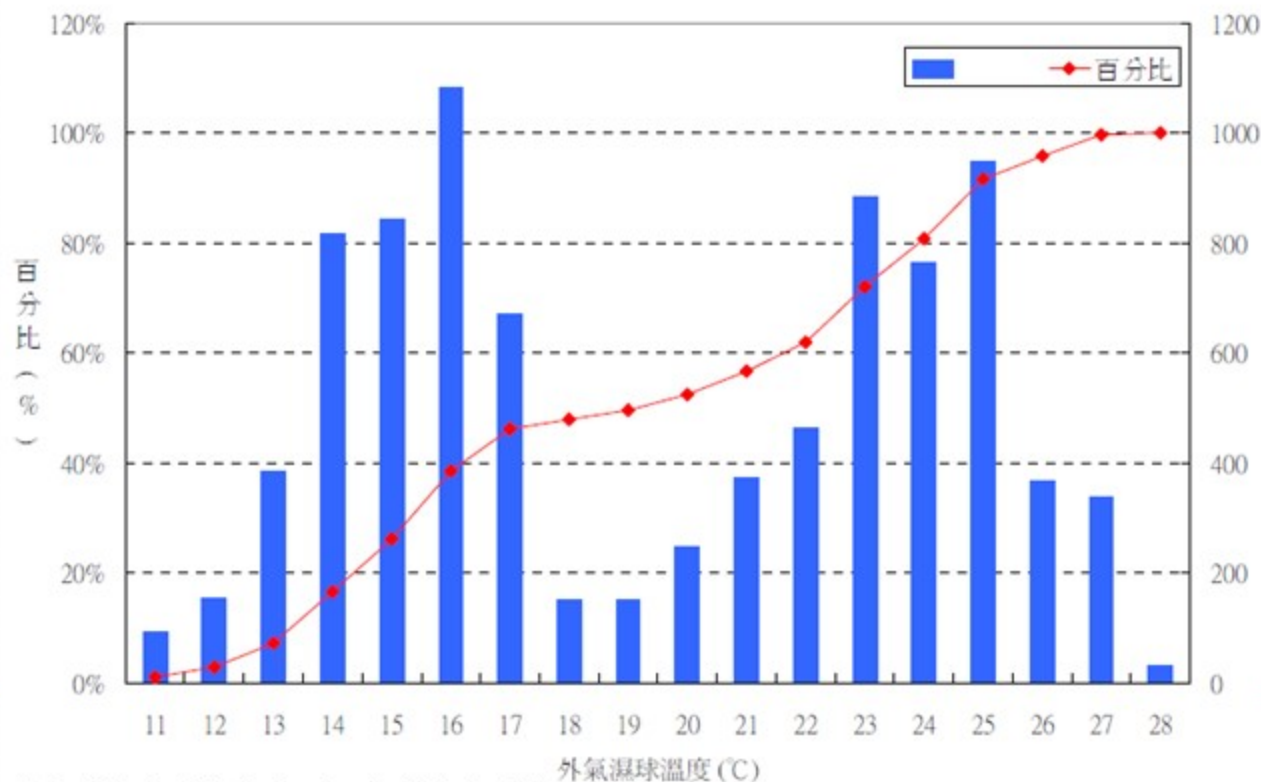


空氣側自然冷卻流程圖



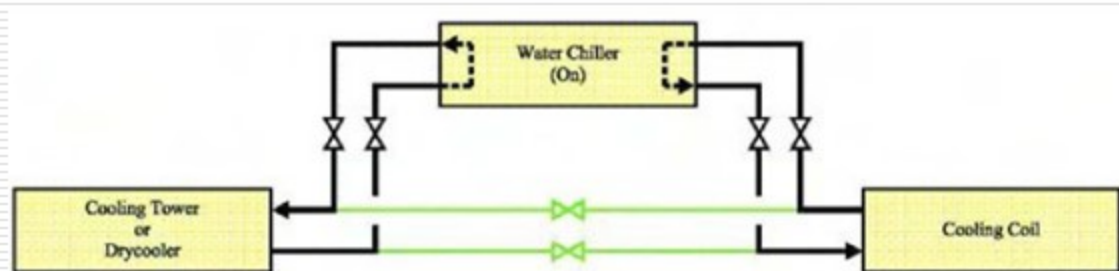
台北地區採用水側自然冷卻的潛力

- 水側自然冷卻節能系統是利用低乾球溫度或低濕球溫度之外氣，將冷卻水降溫至可符合機房冷卻之條件，以提供機房冷卻所需，部分取代或全部取代製冷主機之冷卻量，而達到節省製冷主機之耗能。

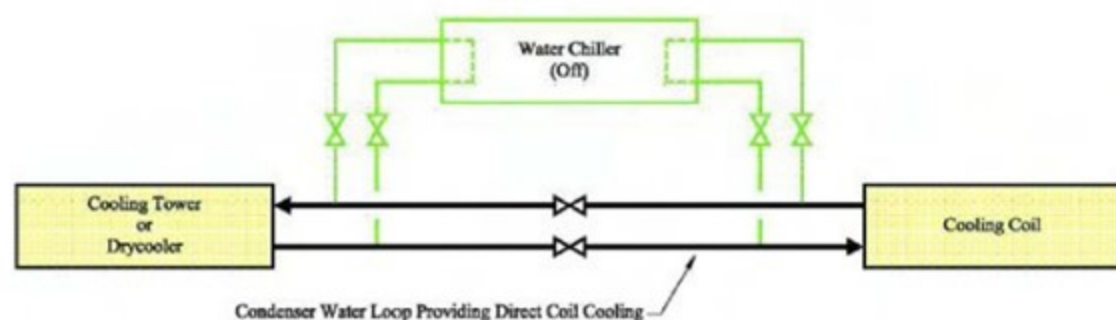


水側直接自然冷卻流程圖

- 當外氣濕球溫度夠低到足以將冷卻水降溫至符合機房之冷卻負荷需求時，直接將低溫之冷卻水循環至空調箱之冷卻管排。但需注意若採用直接自然冷卻時，建議採用密閉式冷卻水塔，以避免造成管排之結垢與清潔之問題。



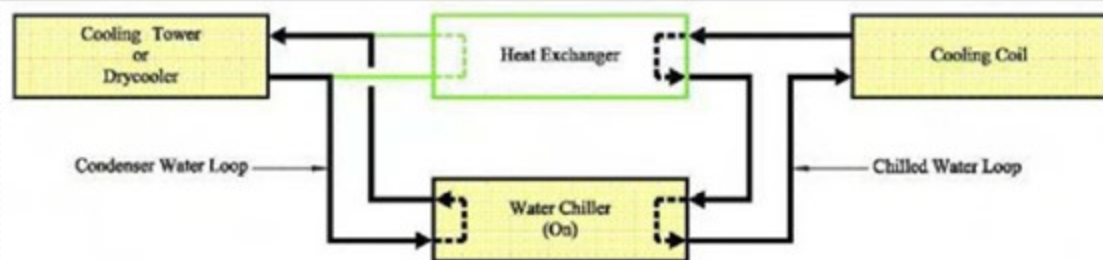
外氣濕球溫度高，冰水主機開啟



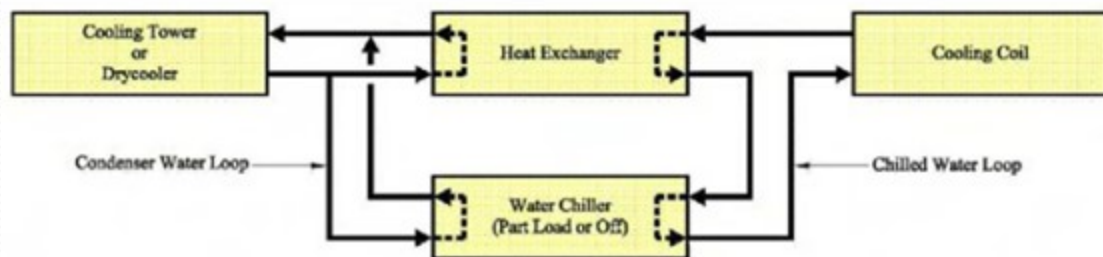
外氣濕球溫度低，冰水主機關閉

水側間接自然冷卻流程圖

- 雖然直接自然冷卻節能系統之可利用時間與節能空間較大，但因為會有管排之結垢與清潔之問題，故一般而言，建議採用間接自然冷卻節能系統。



外氣濕球溫度高，冰水主機開啟



外氣濕球溫度低，冰水主機關閉

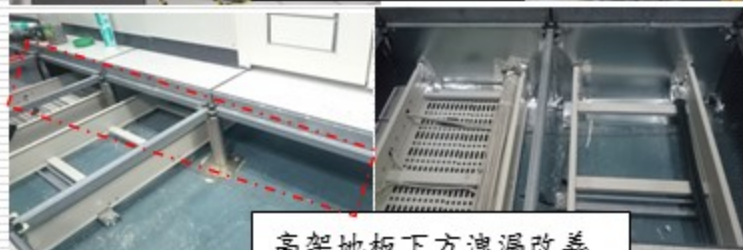
案例3：某機房節能改善

施作前

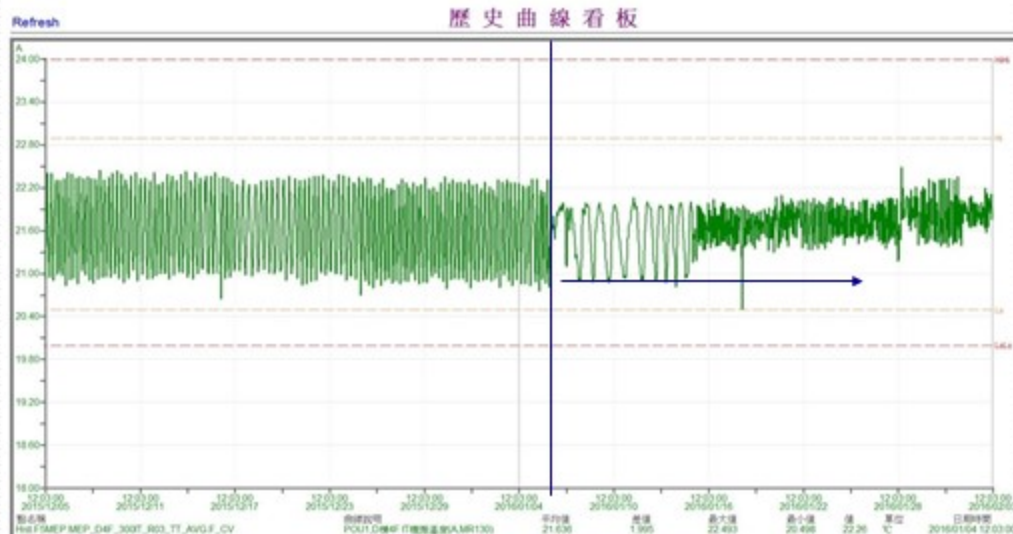
施作後



裝設熱通道迴風板



高架地板下方洩漏改善



$$PUE = \frac{\text{資料中心總耗電 (Total Facility Power)}}{\text{IT設備總耗電 (IT Equipment Power)}}$$

機房總用電量 UPS (年)	冰水成本(年)	空調運轉成本	總用電量	PUE
256,333	364,240	121,585	742,158	2.90
256,333	74,504	121,585	452,422	1.76

Benchmark	PUE
Platinum	< 1.25
Gold	1.25~1.43
Silver	1.43~1.67
Bronze	1.67~2
Recognized	2~2.5
Not recognized	> 2.5

> 銅級

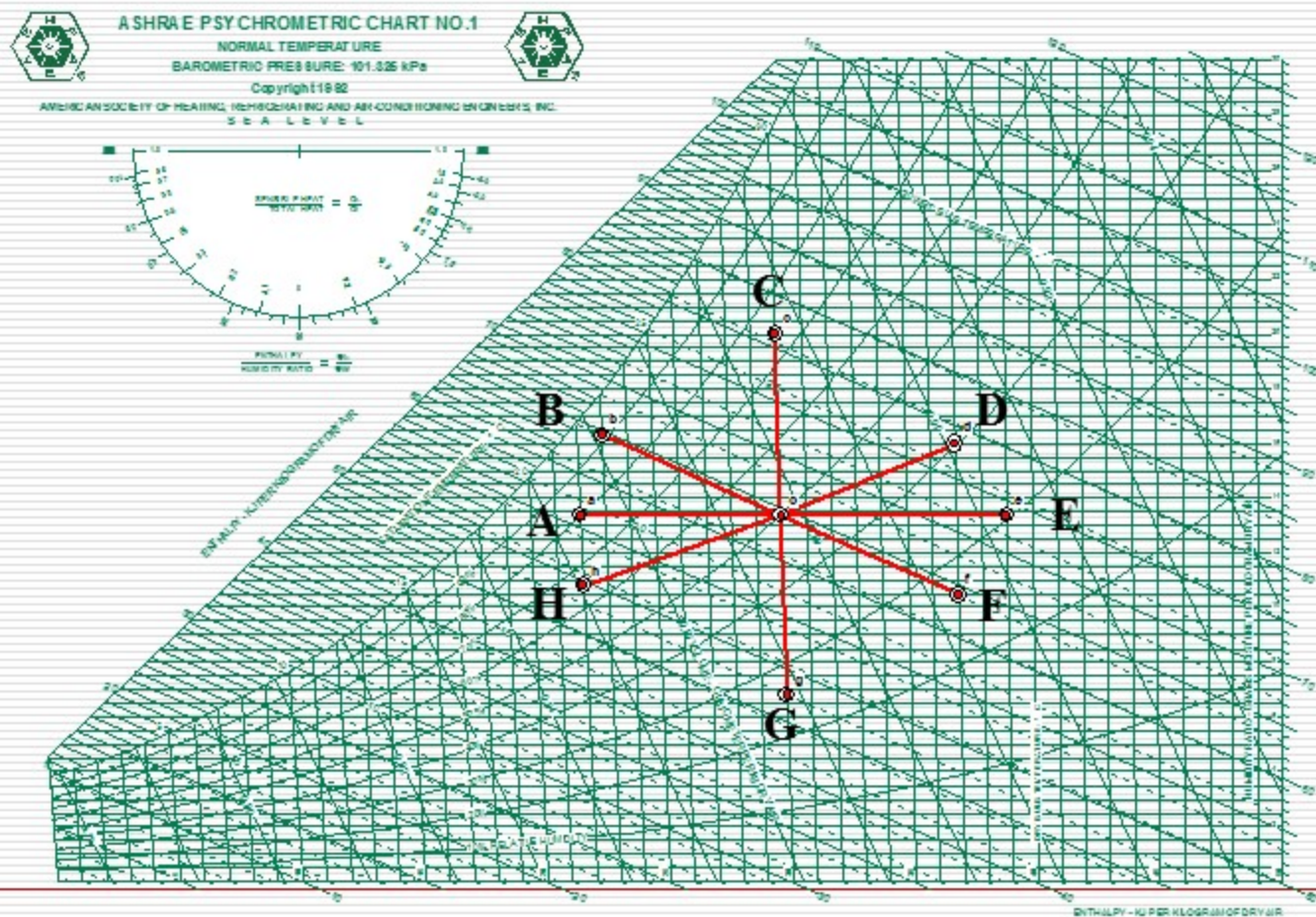
> 不節能

本項措施節能效益: 節電量: **289,736** 度/年
 抑低二氧化碳: **152.98** 公噸/年
 節能效益: **811** 仟元/年

2-2-2、紡織化纖業技術節能

- 空調過程分析
- 紡織化纖空調系統架構(定風量與變風量)
- 案例：
 - 外氣風門焓值控制
 - 外氣與回風混合點溫度設定
 - 冰水盤管冷凝水及蒸汽冷凝水回收至水洗室

空調過程分析



空調過程分析

編號	名稱	乾球溫度	濕球溫度	露點溫度	相對濕度	絕對濕度	熱焓
A	純減熱	—	—	※	+	※	—
B	蒸發性冷卻	—	※	+	+	+	※
C	純增濕	※	+	+	+	+	+
D	加熱增濕	+	+	+	?	+	+
E	純加熱	+	+	※	—	※	+
F	化學減濕	+	※	—	—	—	※
G	純減濕	※	—	—	—	—	—
H	減熱減濕	—	—	—	?	—	—

++：增加

—：減少

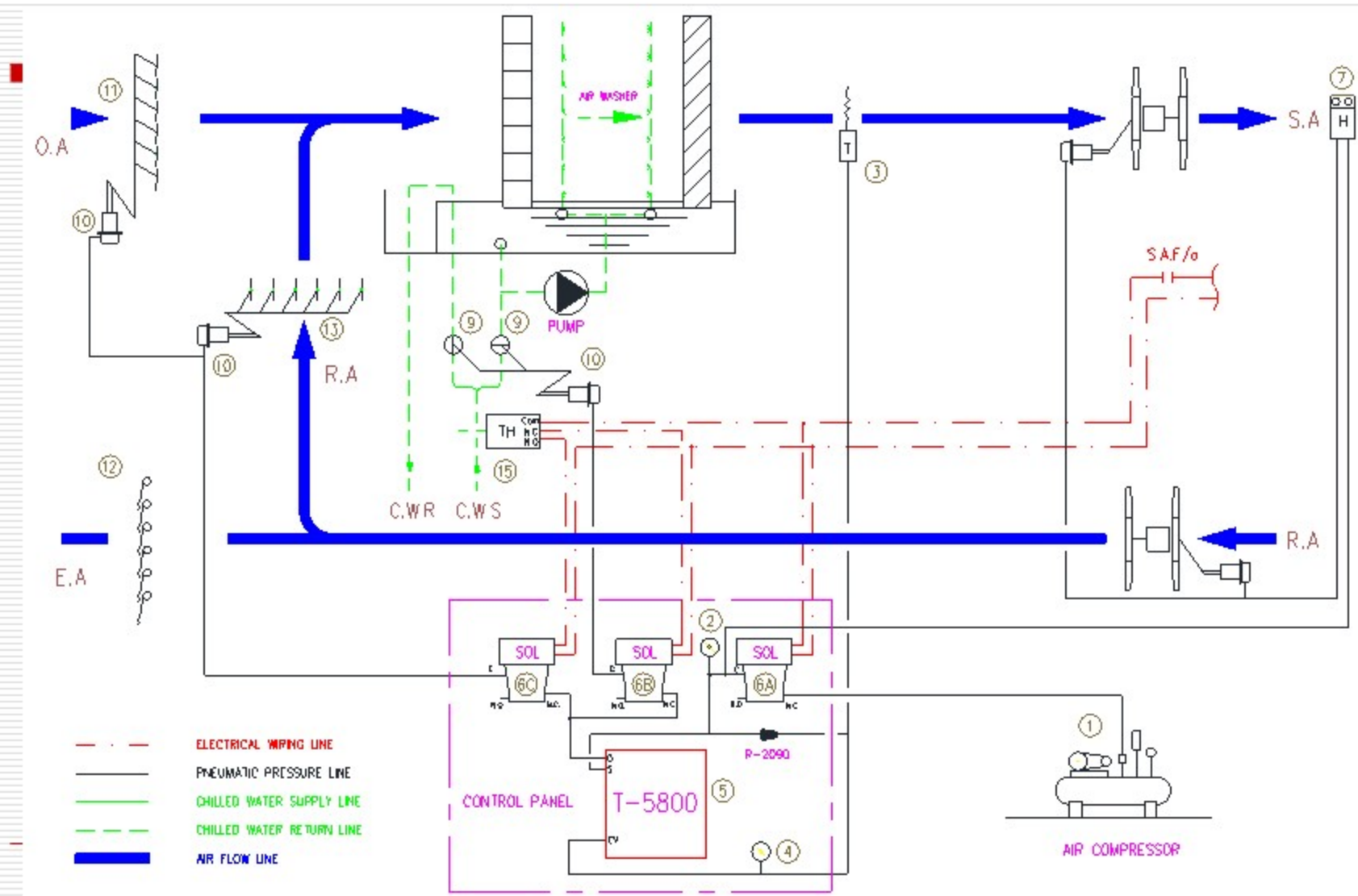
※：不變

？：不定

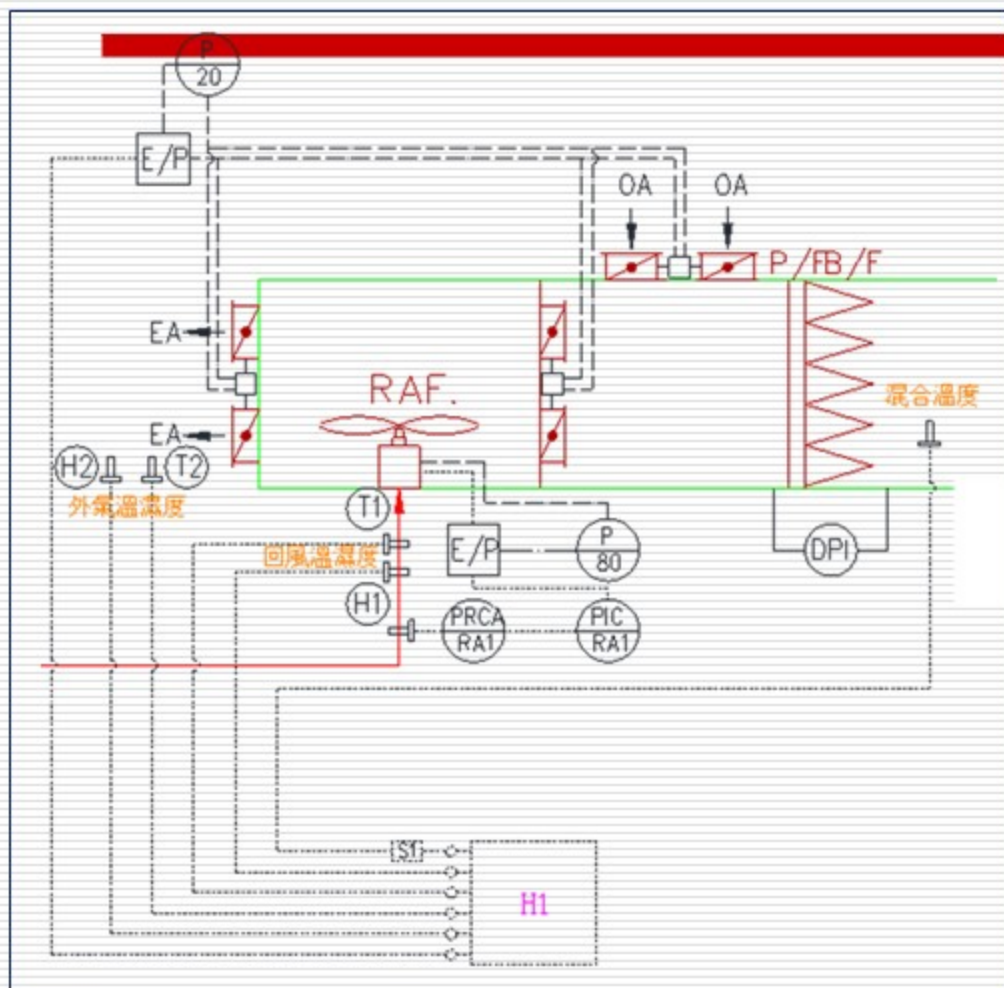
濕球溫度變化與熱焓成正比。

露點溫度變化與絕對濕度成正比。

紡織空調系統架構(變風量系統)



案例1、外氣風門焓值控制



焓值傳訊器



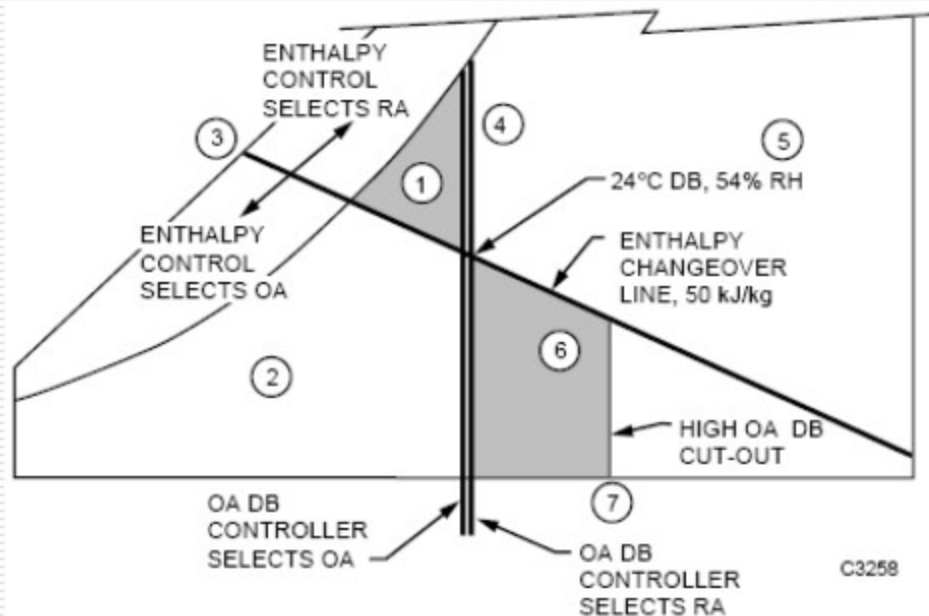
風門驅控器



- 以外氣及回風溫濕度感測，在控制器中轉換為外氣及回風的焓值，並加以比較決定是否啟動焓值控制程序。
- 混合溫度感測外氣與回風於空調設備混合後之狀態，在控制器與設定值比較後，輸出訊號調整外氣及回風最佳比例的引進量。

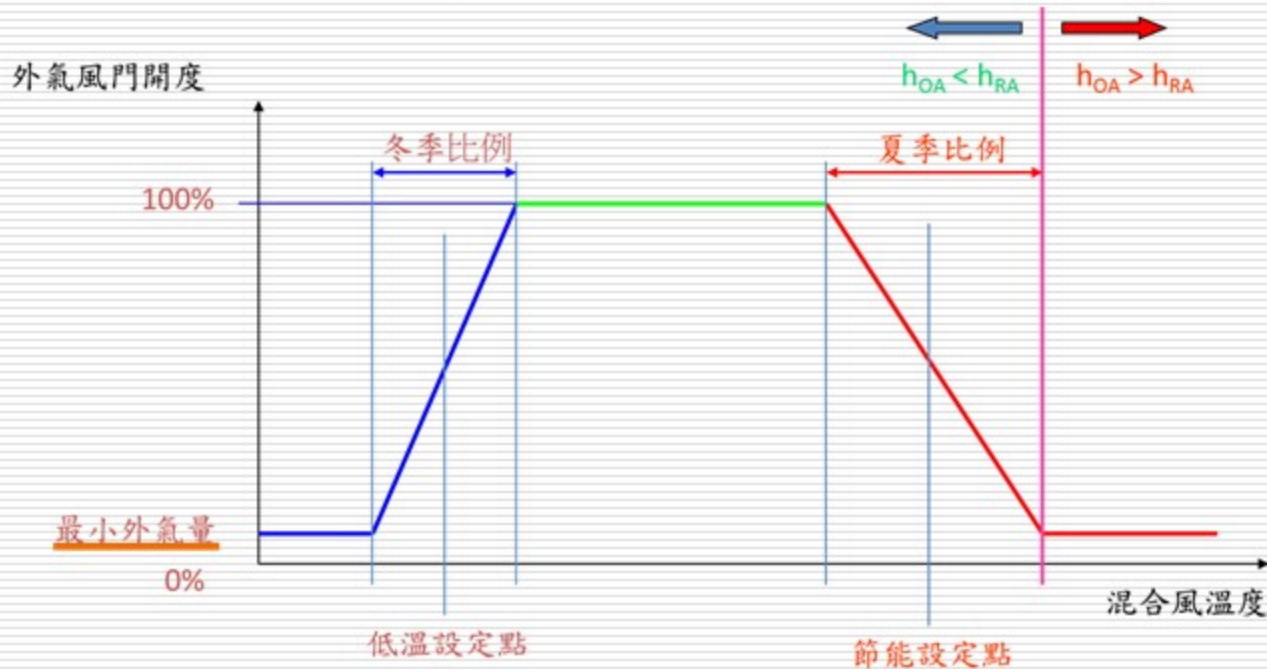
焓值與乾球溫度控制的比較

1. 以乾球溫度控制外氣引入量的節能系統，若設定溫度如④為 24°C ，則於圖①-②區會引進全外氣，⑤-⑥區會引進90%回收及10%外氣。
2. 以 24°CDB 、 $54\%\text{RH}$ 時的焓值為 50kJ/kg 如③為控制設定，則圖②-⑥區會引進全外氣，①-⑤會引進90%回風及10%外氣。
3. 兩者比較可發現以焓值控制時，原引進全外氣的①區改成引進焓值較高的回風，造成冰水能源的浪費，但與原引進回風的⑥區，改成焓值控制後改引進焓值較低的全外氣，所節省的冰水能源相比，焓值控制較省能。



案例2、外氣與回風混合風溫度控制

- 節能設定點是希望引進最佳化的外氣與回風比例，達到焓值控制節能的目的。而低溫設定點是在避免冬季引進過多低溫外氣，反而造成再加熱的熱源消耗，影響整體節能效果。
- 節能設定點大都設定為空調區域的溫度點，未考慮水洗室及風機靜壓對空氣溫度的影響，並無法達到最佳化的控制。

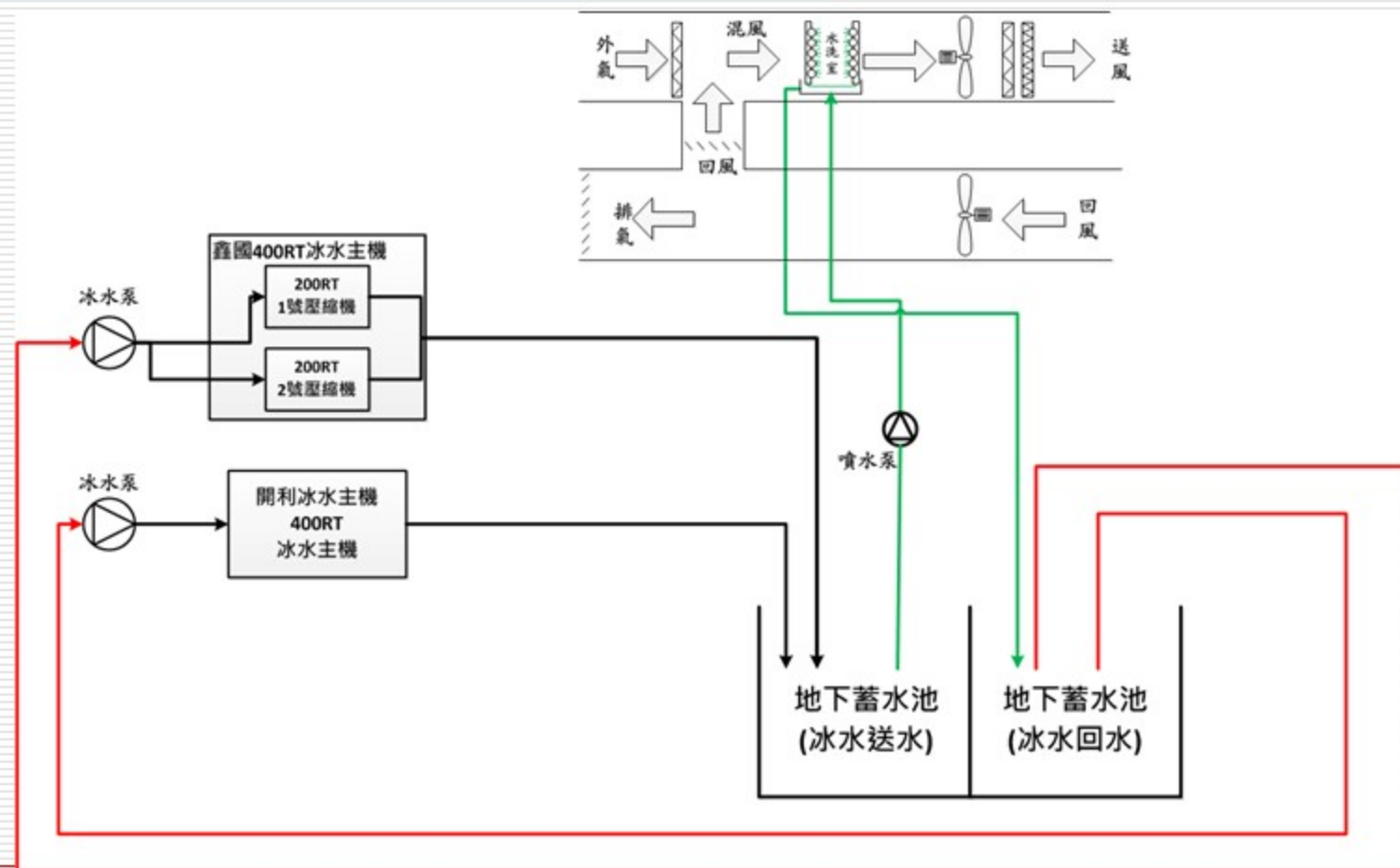


案例3、冷凝水回收利用

- 夏天冷房負載高峰製程與一般空調冷卻盤管產生大量低溫冷凝水，若將其導入水洗室可以達到對空氣預冷，節省後續降溫的冷源消耗，及降低補給水量消耗，達到雙重節能效能。
- 冬天暖房需求較大加熱盤管若採用蒸氣或熱水為介質，也可將其導入水洗室同樣可達到節省熱源與補給水消耗的雙重節能效能，甚至如估算熱回收量充足也可以取消水洗室前的預熱盤管設置。
- 在採用此節能模式時須注意室內的顯熱量是否能充分吸收回收的冷(熱)能量，避免空調空間溫溼度失控，尤其在部份生產機台停機或超量運轉時。



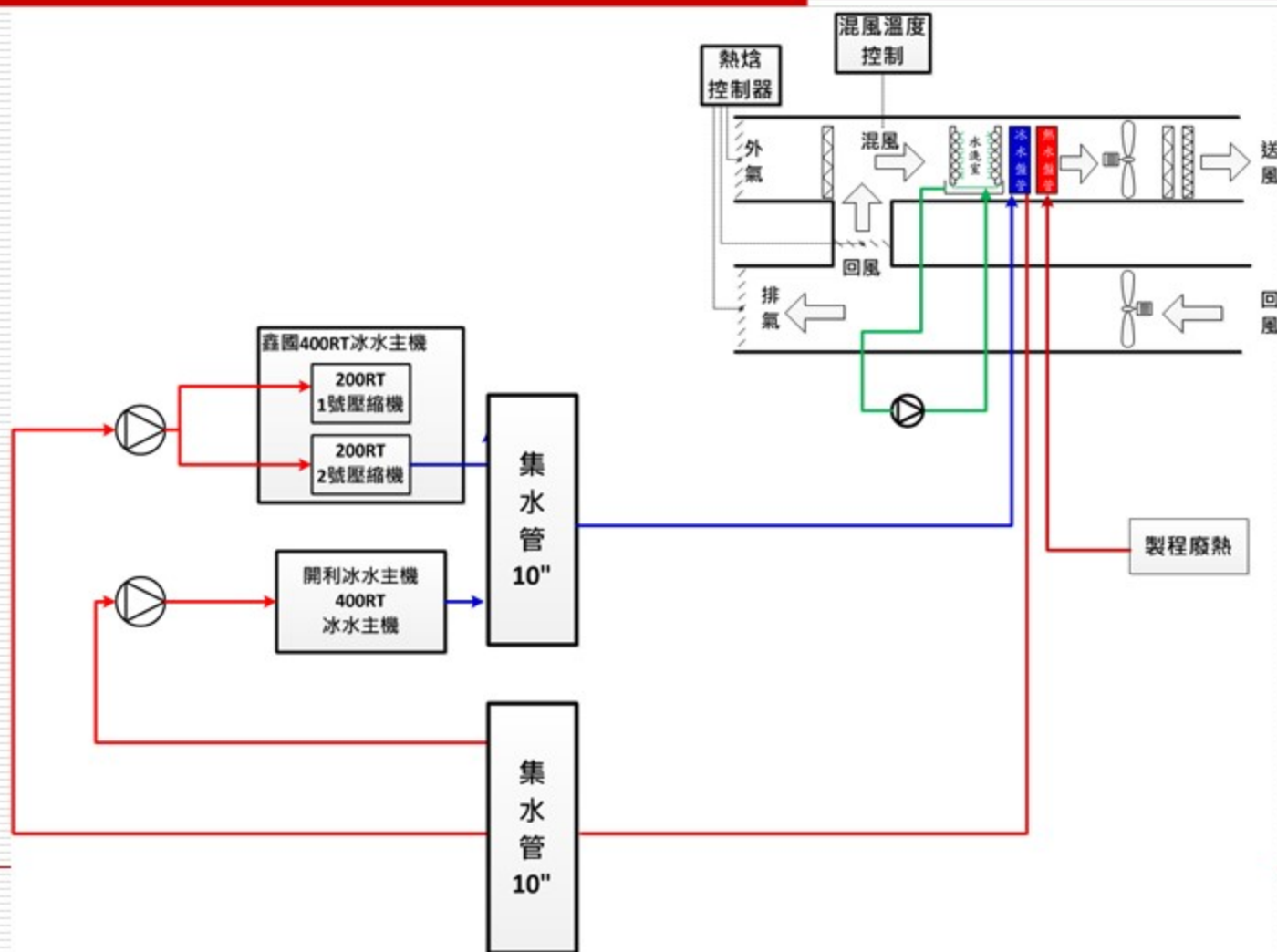
案例4：傳統紡織化纖廠空調系統架構 (改善前)



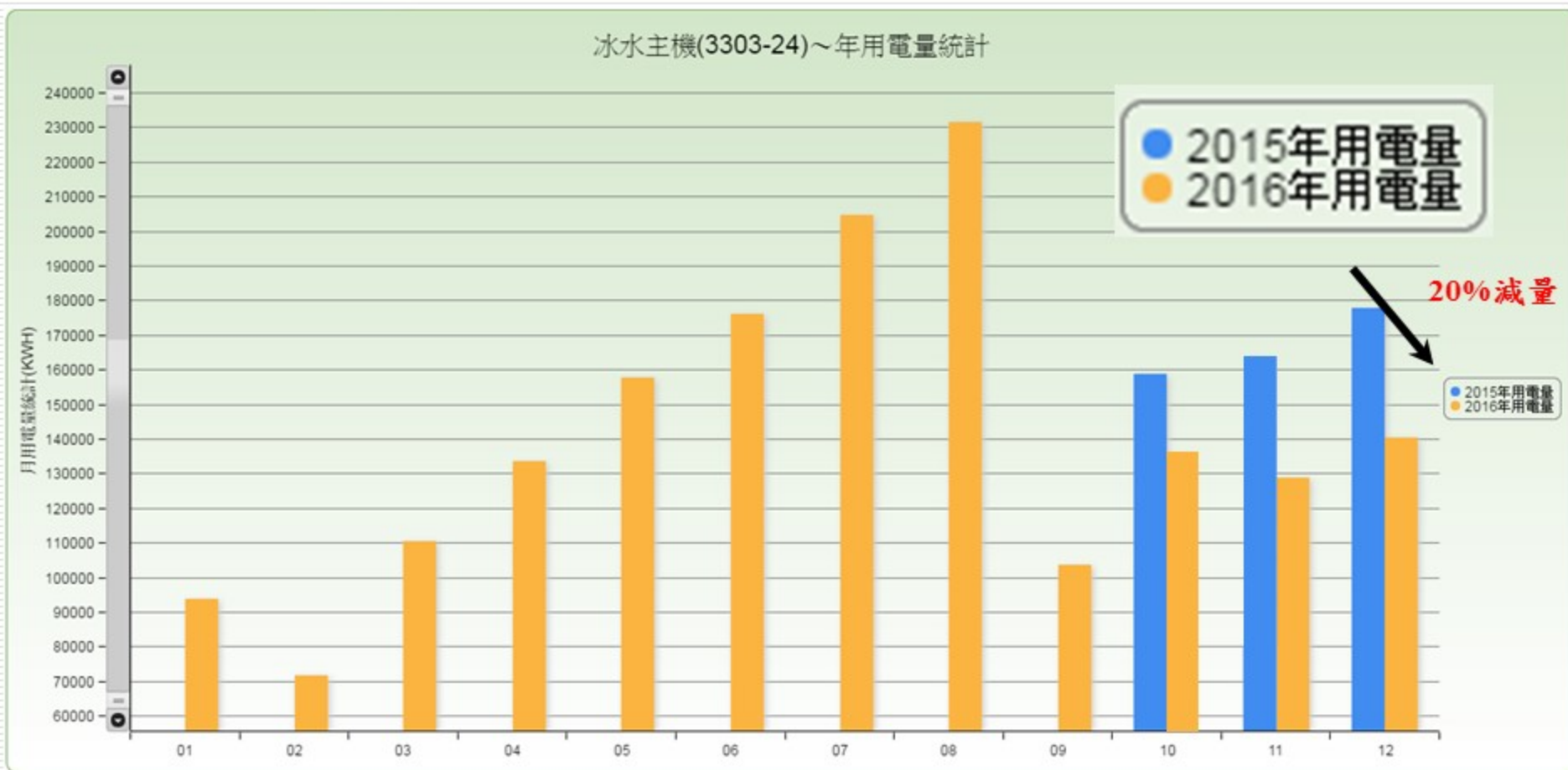
某紡織化纖廠節能改善建議

- 冰水泵及噴水泵迴路由開放式改為密閉式迴路。
- 原水洗室直接熱交換，改由冰水盤管間接熱交換，使混合後的空氣含有較低的絕對濕度，使現場供風條件達成製程需求。
- 加裝外氣熱焓控制系統，當外氣條件低於室內供風條件時大量引進外氣，以減少冰水主機的開啟，降低製程冷卻系統的耗能。
- 外氣與回風混風溫度控制。

某紡織化纖廠空調系統架構(改善後)



節能效益計算



節能效益： 節電量：**371,200** 度/年
抑低二氧化碳：**196** 公噸/年
節能效益：**1,176** 仟元/年

2-2-3、電機電子業技術節能

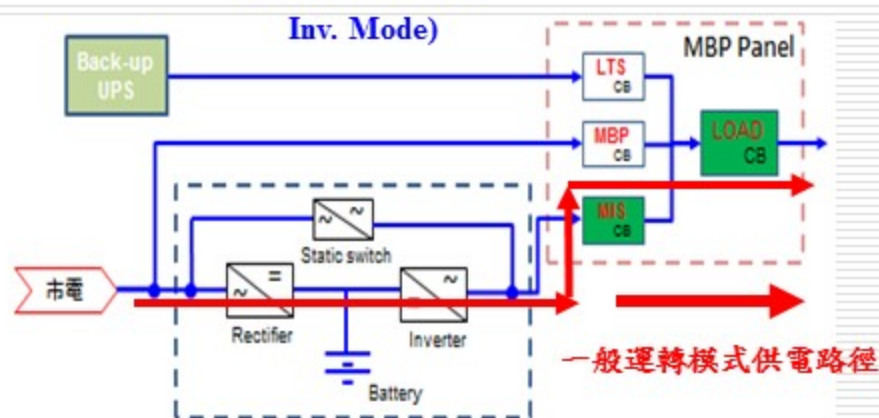
□ 案例：

- 大型不斷電系統節能措施
- 冰水溫度隨負載調整供應
- 雙冰水溫度系統設計
- 調低外氣空調箱送風溫度

案例1：大型不斷電系統節能措施

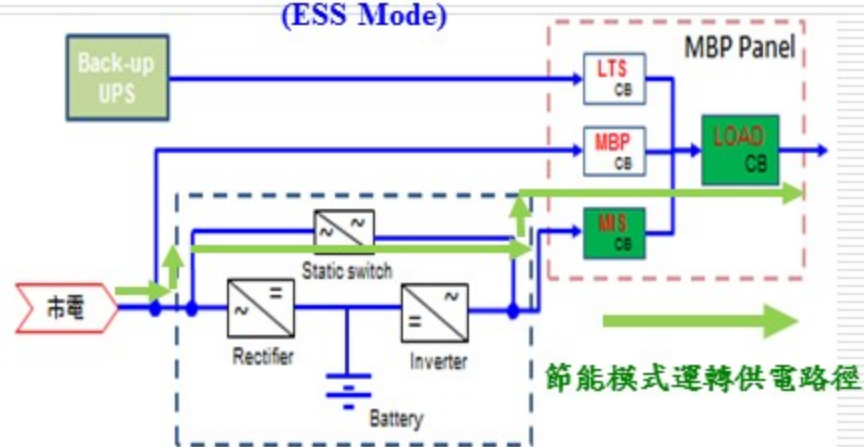
- 節能措施描述：開啟UPS節能運轉模式功能，使UPS供電路徑不經過**整流器**(Rectifier)與**逆流器**(Inverter)，且關閉散熱風扇，達到降低電能消耗與熱負荷，進而節省電費與空調供應之目的。

非節能運轉模式



節能運轉模式

(ESS Mode)



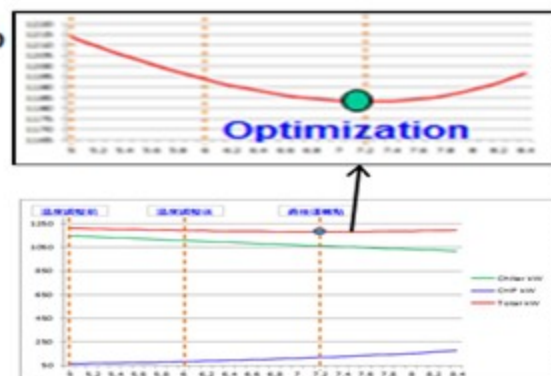
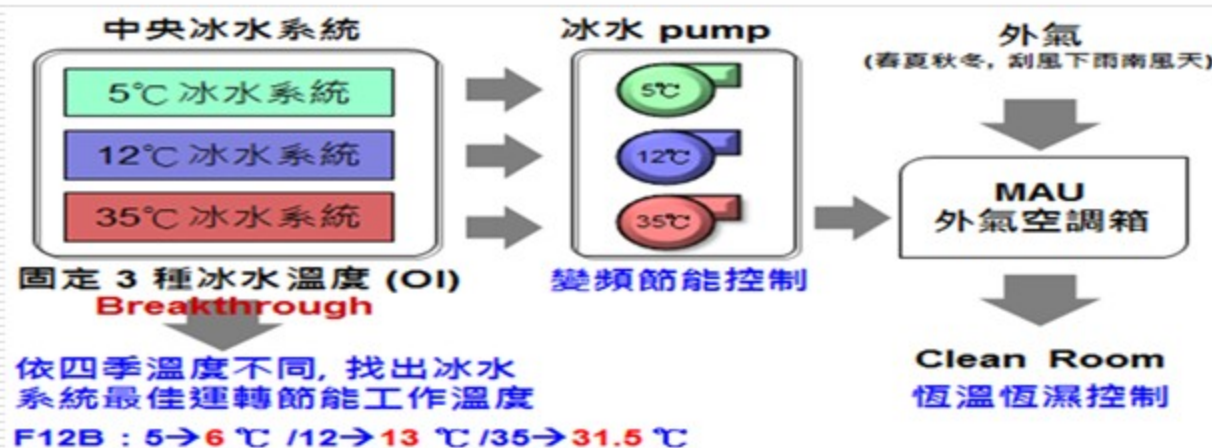
本項措施節能效益： 節省公乘油當量：**1,632.42** 公乘油當量/年

抑低二氧化碳：**3,429.40** 公噸/年

節能效益：**16,441.56** 仟元/年

案例2：冰水溫度隨負載調整供應

- 節能措施描述：隨季節外氣變化，調整冰、溫水系統供應溫度，在不新增或修改任何硬體的情況下，計算冰水主機與水泵間的最佳運轉點（即最低耗電率），使冰（溫）水系統可運轉穩定 同時又可節省能源的使用。共針對冰水5°C、12°C及冷卻水35°C進行調整。



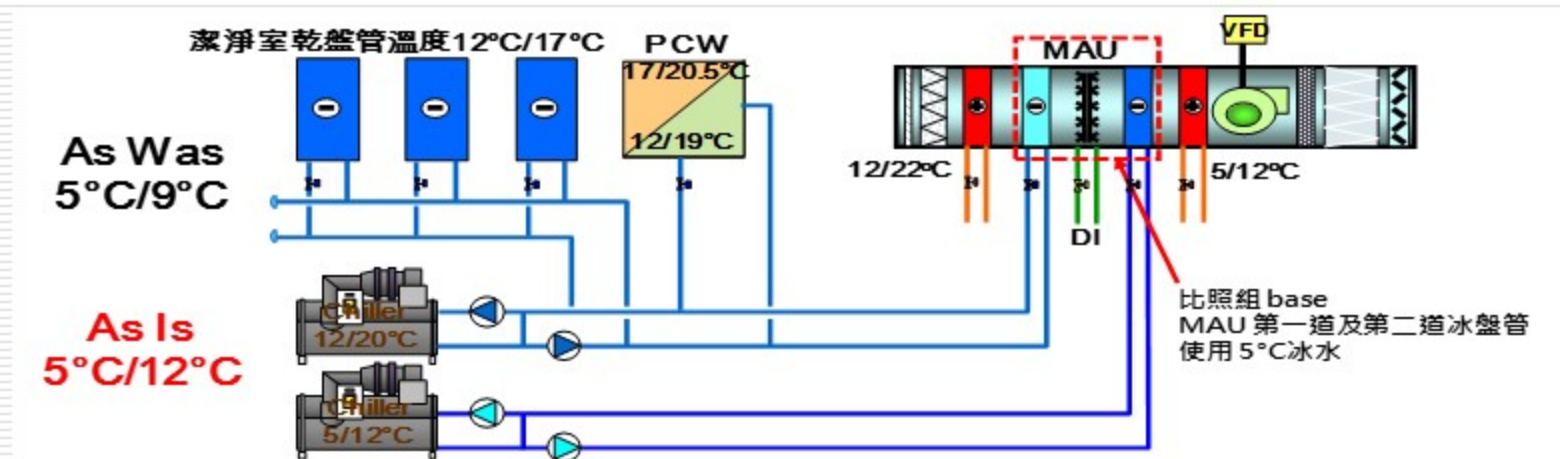
本項措施節能效益: 節省公秉油當量: **1,543.11** 公秉油當量/年

抑低二氧化碳: **3,241.78** 公噸/年

節能效益: **15,542** 仟元/年

案例3：雙冰水溫度系統設計

- 5°C 冰機單溫系統，單位冷凍噸耗能高 COP(kW/RT): 0.631
- 5°C+12°C 冰機雙溫系統，12°C 冰機單位冷凍噸耗能低 COP(kW/RT): 0.508
- 運轉費用每年節省 1,292 萬度電。(與單溫冰機比較)



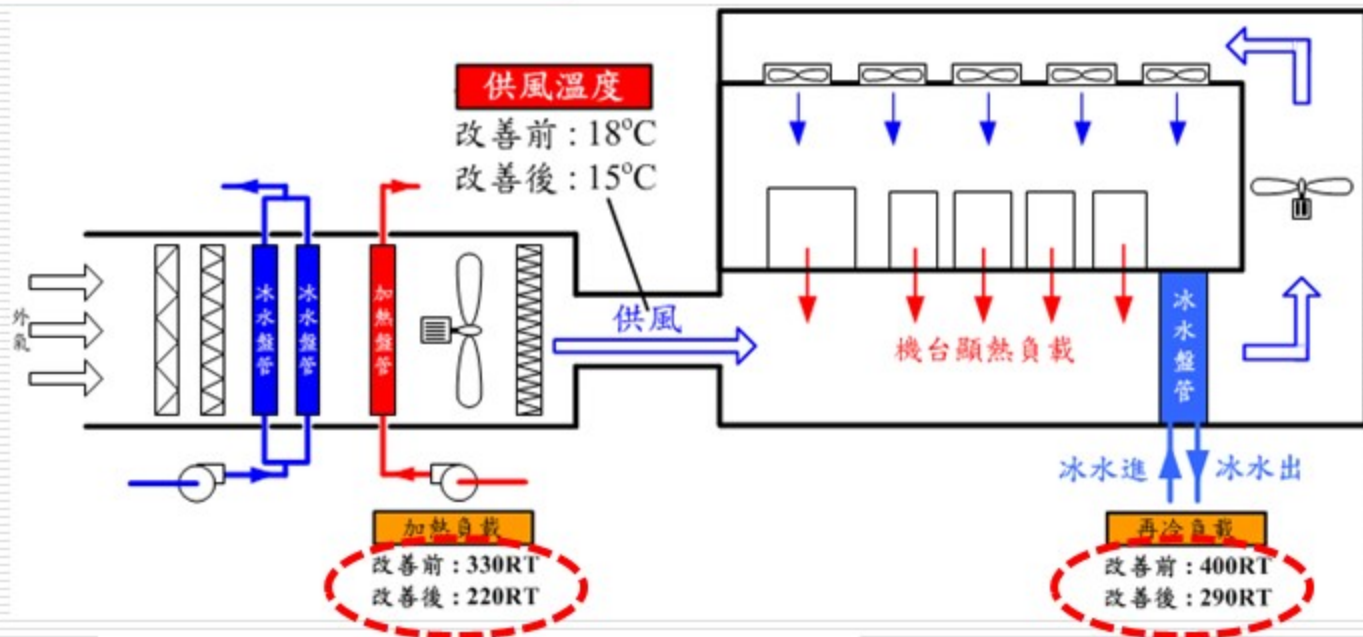
System	Characteristic	Total RT (base on 2014)	COP (kW/RT)	Total KWH	Energy saving KWH/Y	Cost saving 仟元/年 (@2.5元/度)
單溫系統	5℃	18,097	0.631	100,032,253	12,918,985	32,297
雙溫系統	5℃	6,107	0.631	87,113,268		
	12℃	11,990	0.508			

本項措施節能效益:

節省用電量：**12,918,985** 度/年
 抑低二氧化碳：**6,821.22** 公噸/年
 節能效益：**32,297** 仟元/年

案例：調低外氣空調箱送風溫度

- 由18 °C降為15 °C一方面降低外氣空調箱熱盤管的熱水需求量同時也減少潔淨室內乾排管的冰水量達到節能要求。



本項措施節能效益：

節省用電量：770,880 度/年

節省瓦斯量：323,770 m³/年

抑低二氧化碳：407.02公噸/年

節能效益：6,377仟元/年

2-3、管理節能

□ 案例：

- 冰水主機能源管理
- 某生醫製藥廠雲端能源管理
- 真空成型包裝廠冰水系統雲端能源管理
- 儲冰系統(尖離峰轉移)
- 冰水主機卸載(需量競價)

案例1：冰水主機能源管理

□ 管理架構



□ 管理對象

- 冷水、冷卻水溫度
- 冰水主機的效率(COP)
- 空調負載

冰水主機能源管理(冰水側)

項目	單位	頻率
冰水製造設定溫度	°C	每月
冰水送、回水溫度	°C	每日
冰水流量	LPM	每日
冰水主機耗電率	kW	每日
冰水主機效率	-	每日

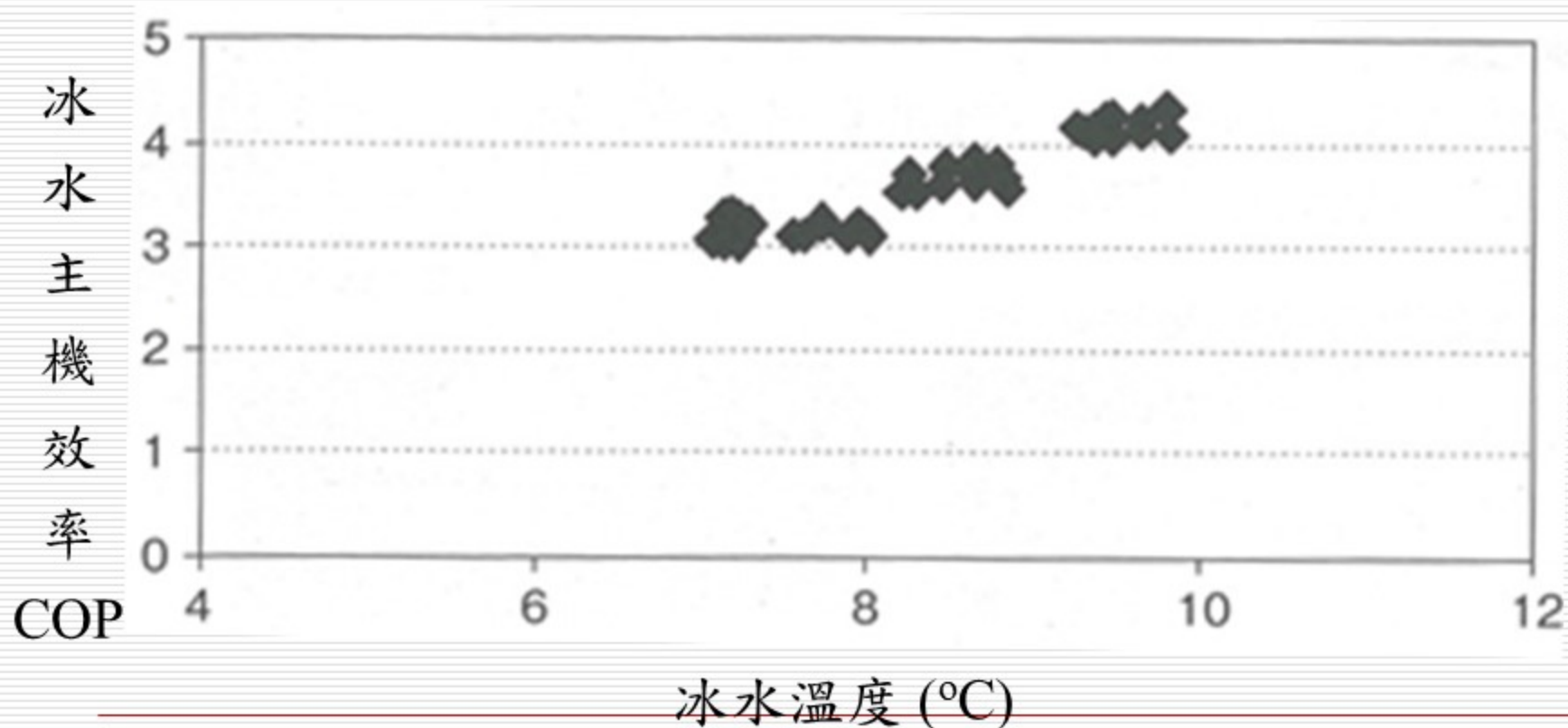
冰水主機能源管理(冷卻水側)

項目	單位	頻率
冷卻水塔設定溫度	°C	每日
冷卻水出、回水溫度	°C	每日
外氣溫濕度	°C	每日
冷卻水流量	LPM	每日
冰水主機耗電率	kW	每日
冰水主機效率	-	每日

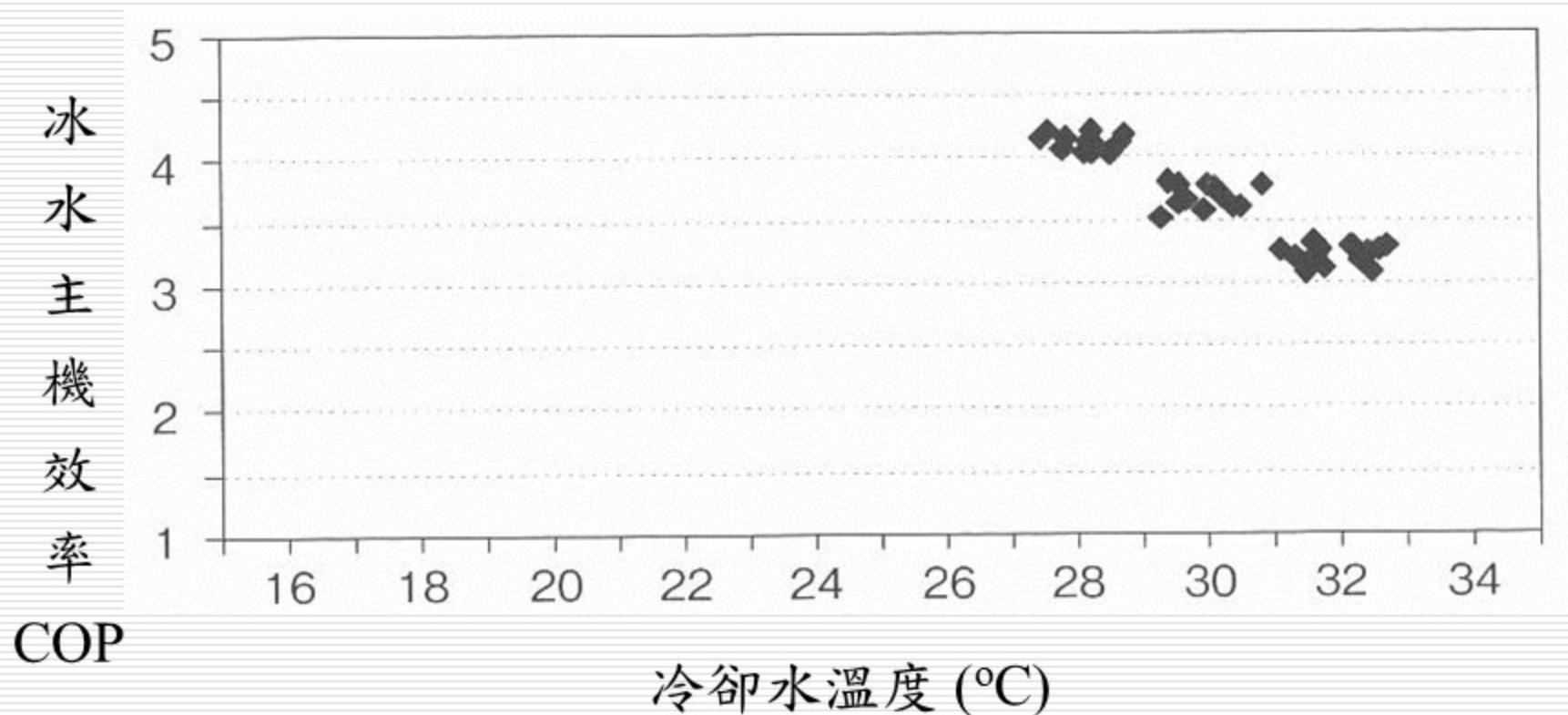
冰水主機能源管理基準值

季節	空調負載	冰水溫度	冷卻水溫度
夏季	80%以上	7°C	32 °C
春秋季	40~60%	9 °C	28 °C
冬季	50%以下	12°C	25 °C

冰水主機能源管理基準線 (COP與冰水溫度)

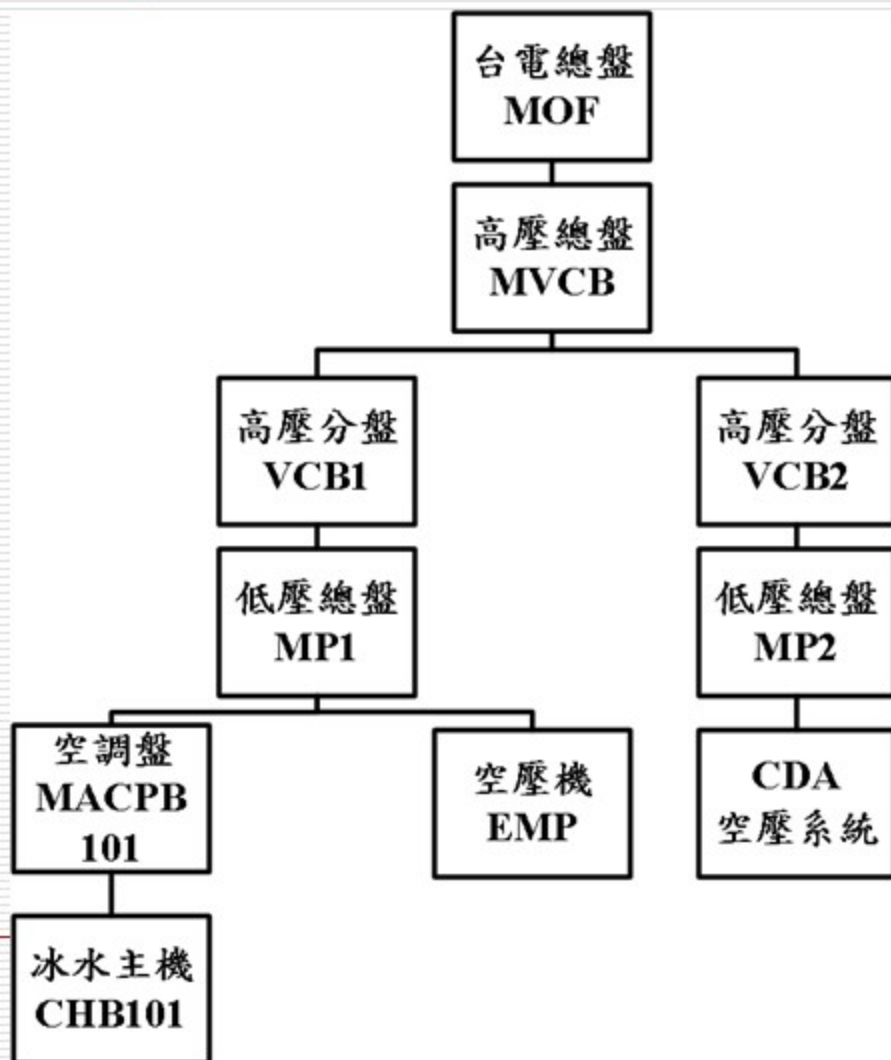


冰水主機能源管理基準線 (COP與冷卻水溫度)



案例2、某生醫製藥廠雲端能源管理

- 某生醫製藥廠生產相關藥品，製程中較重要之設備為空調系統，整廠用電架構如右圖所示。
- 本案例針對雲端耗能診斷情況進行詳細說明，並提出相關改善建議。

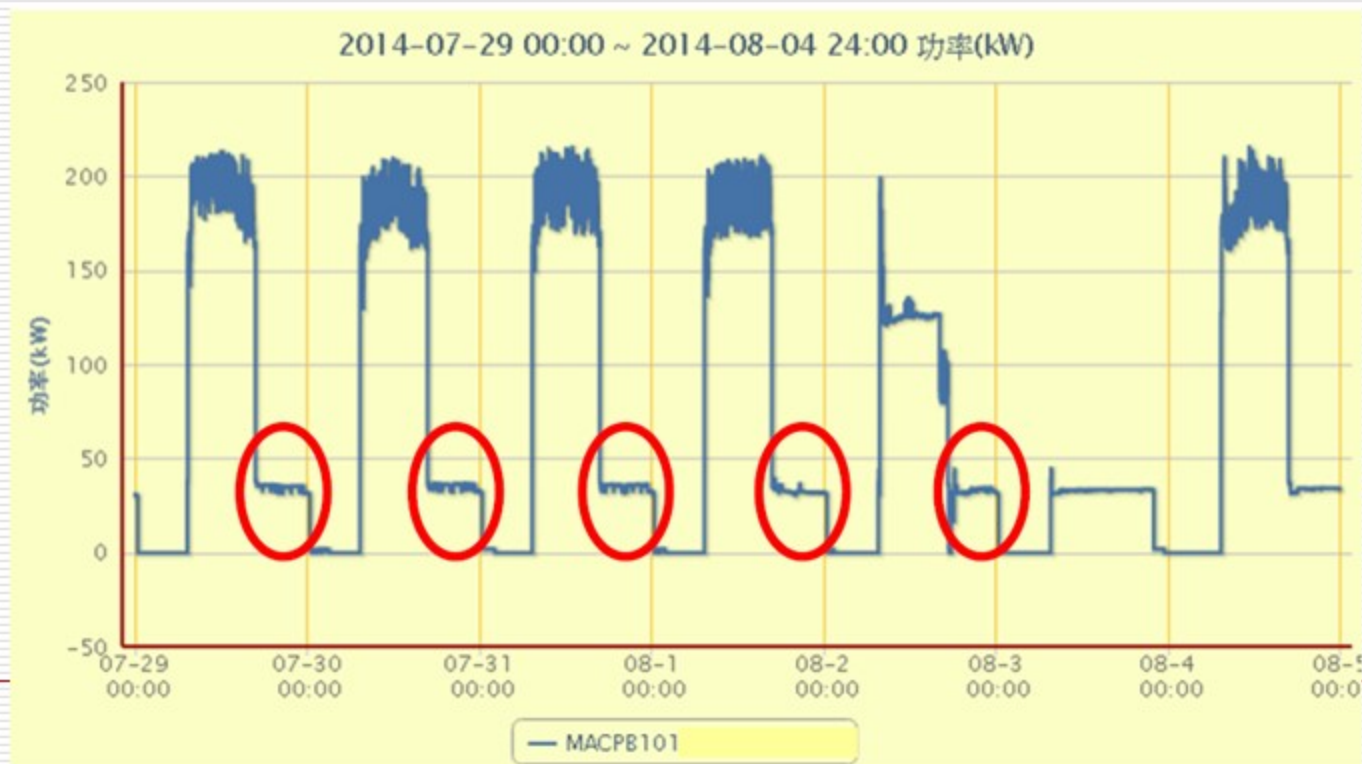


某生醫製藥廠實際掛表情況



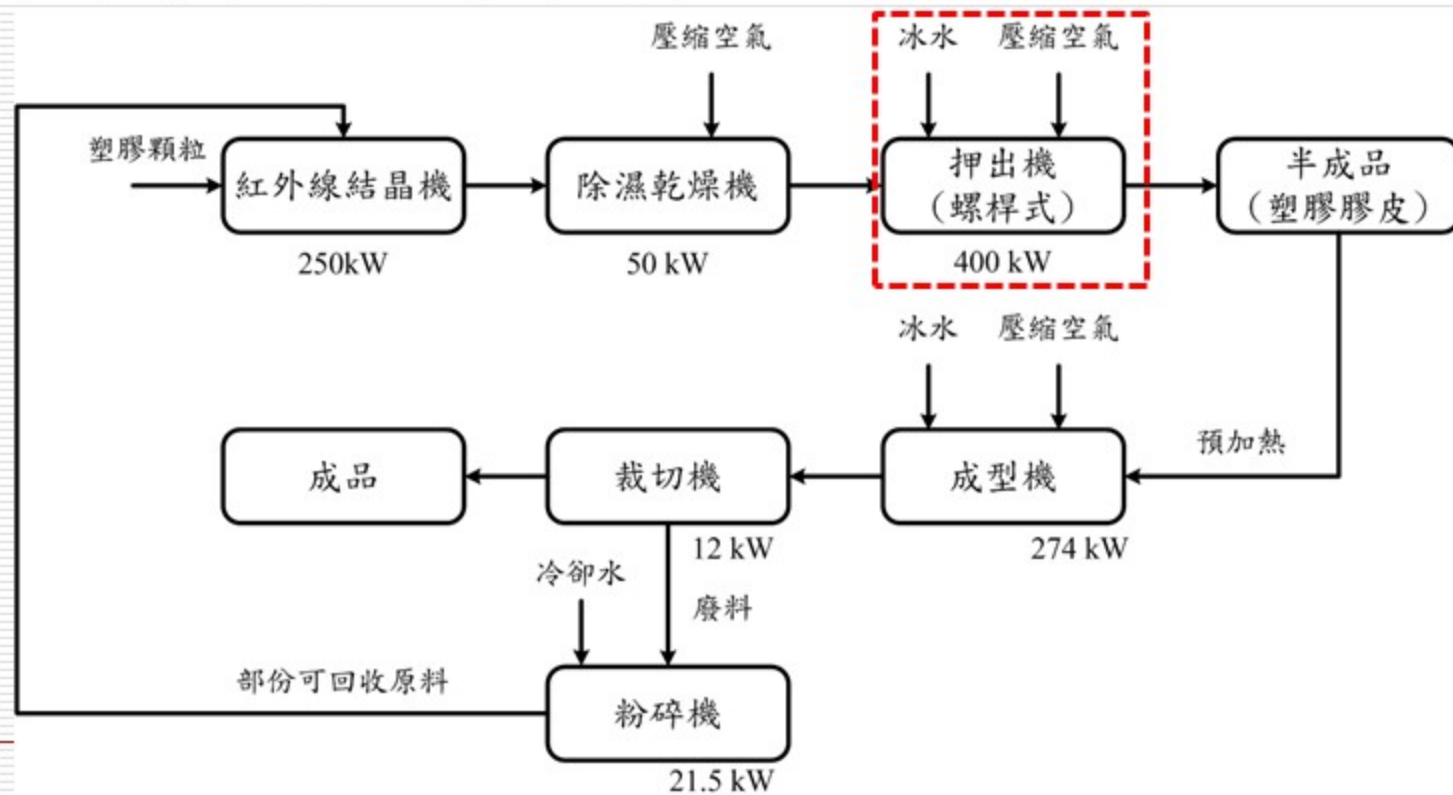
冰水系統耗能診斷分析

- 分析空調總盤用電曲線，當冰水主機關閉時，其附屬設備如水泵、冷卻水泵、FFU等相關設備沒有關閉，造成每日200kWh的用電浪費，透過服務建議改善後可減少16.13萬元的能源費用。



案例3、某真空成型包裝廠冰水系統改善 採用雲端能源管理系統

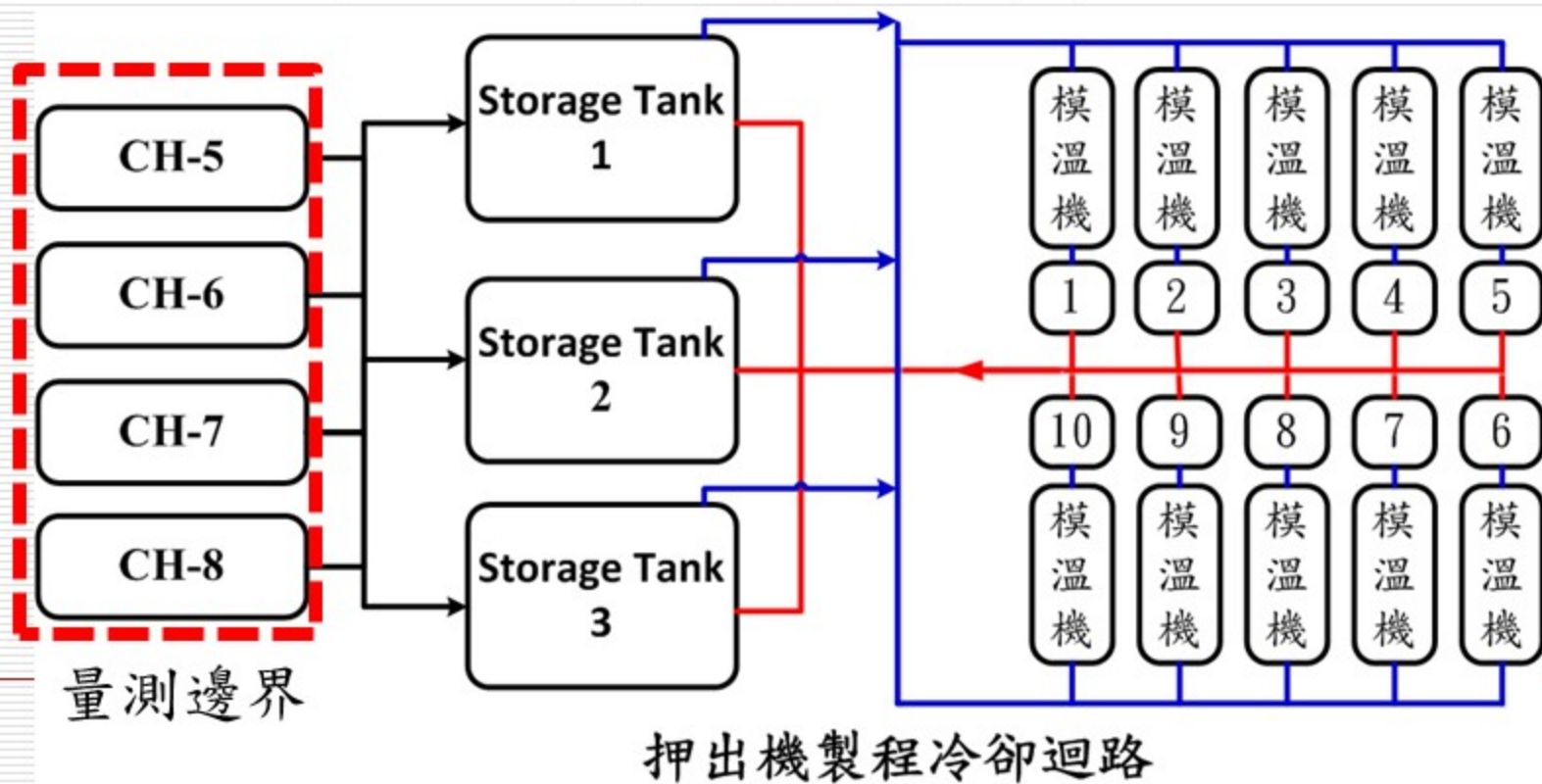
- 某真空原型包裝工廠，主要耗能為製程生產設備、製程冷卻系統及空壓系統等。



製程流程圖

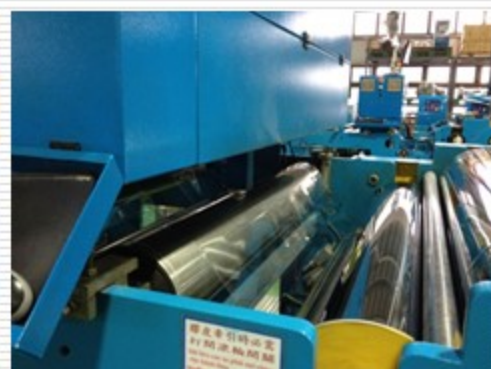
押出機製程冷卻系統流程圖

- 押出機製程冷卻系統共有4台冰水主機，冰水主機製造出冰水後，送至儲水桶與押出機製程冷卻回水混合，再將混合後的冰水送至模溫機，以進行押出機機台冷卻降溫。



押出機(螺桿式)製程

- 押出機主要是將塑膠顆粒經過加熱(最終溫度約 275°C)，使之變高溫液體狀態，最後再冷卻變成塑膠膠片。

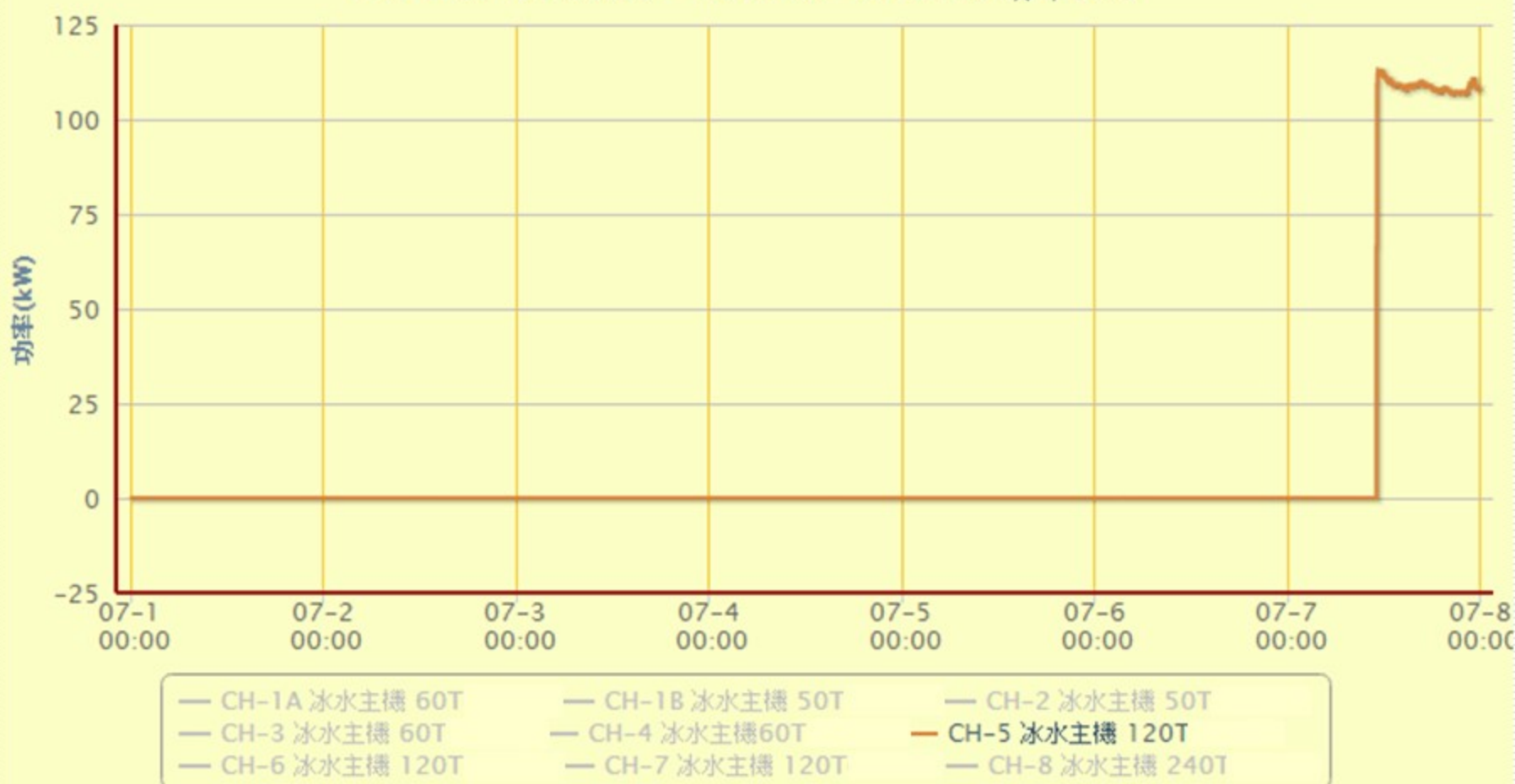


押出機製程冰水主機規格表

序號	編號	名稱	標稱噸數	備註
1	CH-5	冰水主機5	120	供應押出機
2	CH-6	冰水主機6	120	供應押出機
3	CH-7	冰水主機7	120	供應押出機
4	CH-8	冰水主機8	240	供應押出機

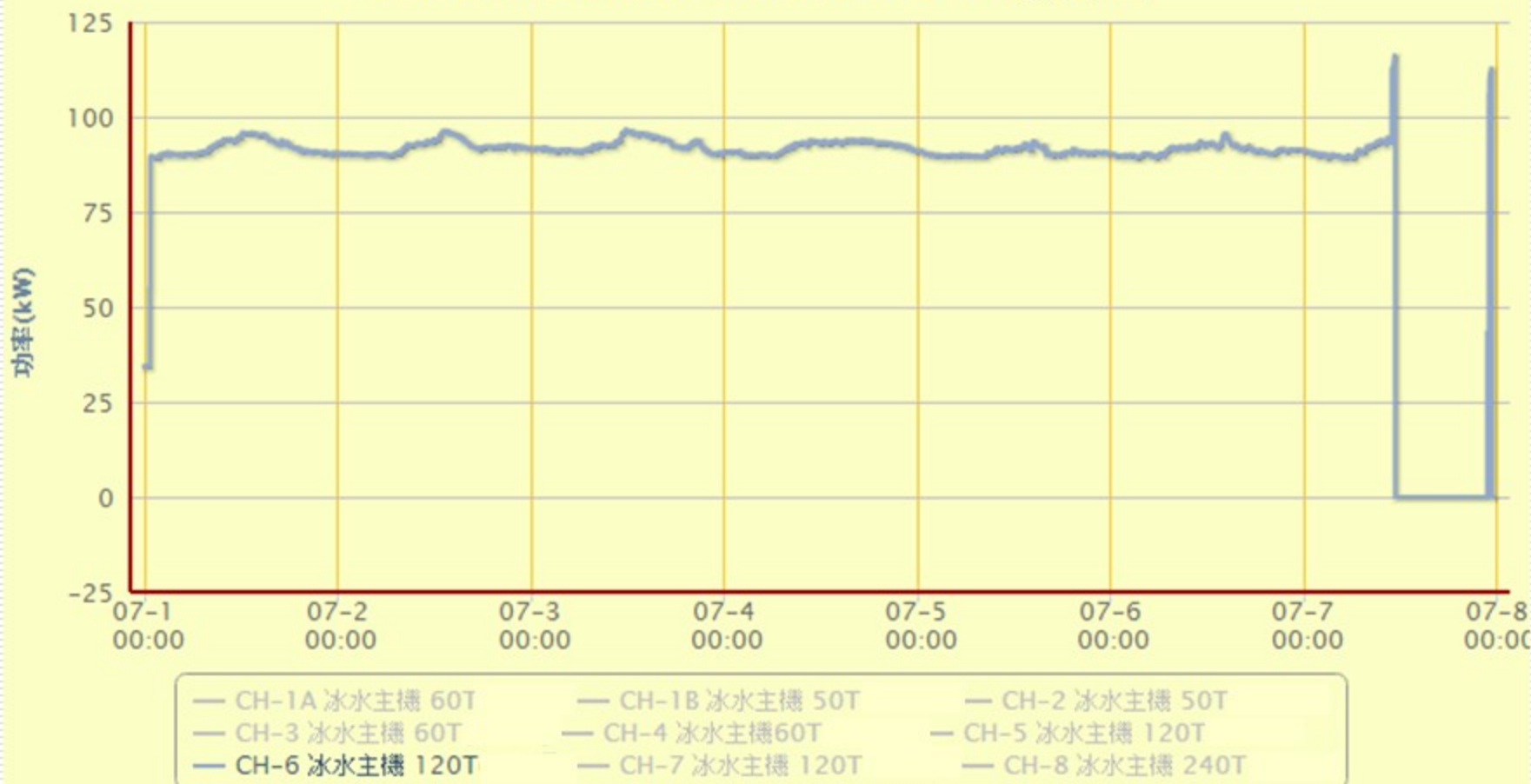
冰水主機逐時耗電(CH-5 120 RT)

2014-07-01 00:00 ~ 2014-07-07 24:00 功率(kW)



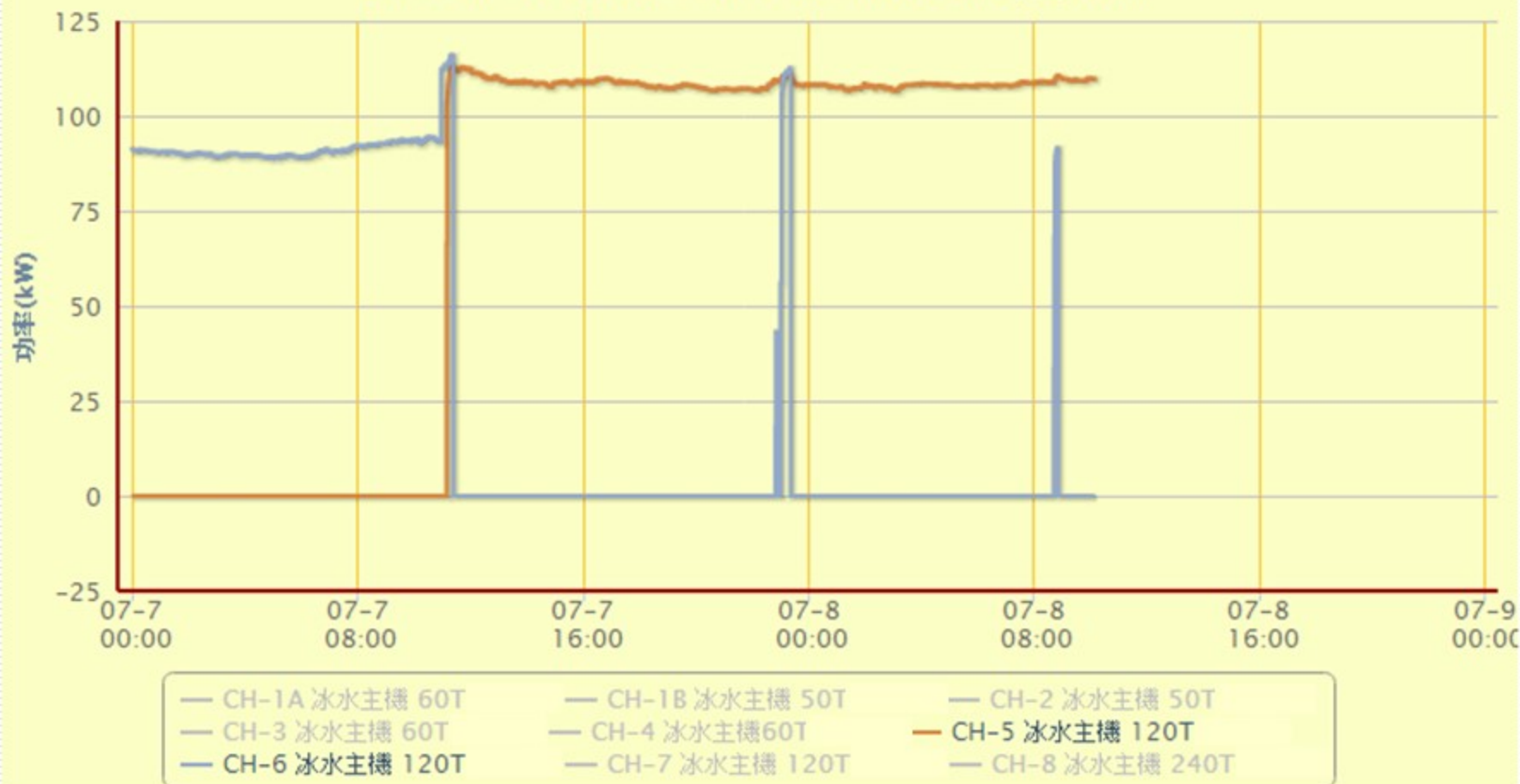
冰水主機逐時耗電(CH-6 120 RT)

2014-07-01 00:00 ~ 2014-07-07 24:00 功率(kW)



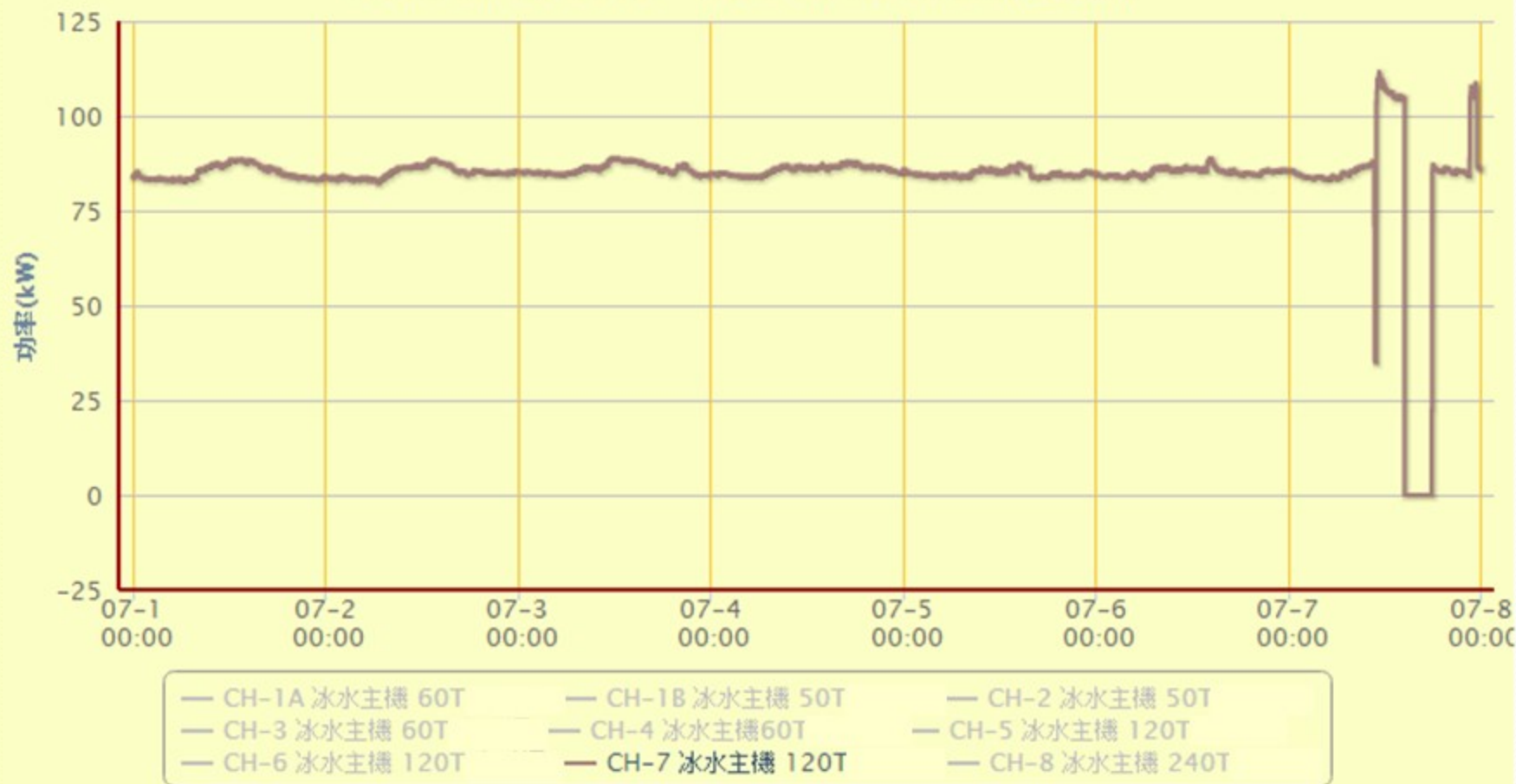
冰水主機逐時耗電(CH-5及CH-6 120 RT)

2014-07-07 00:00 ~ 2014-07-08 24:00 功率(kW)



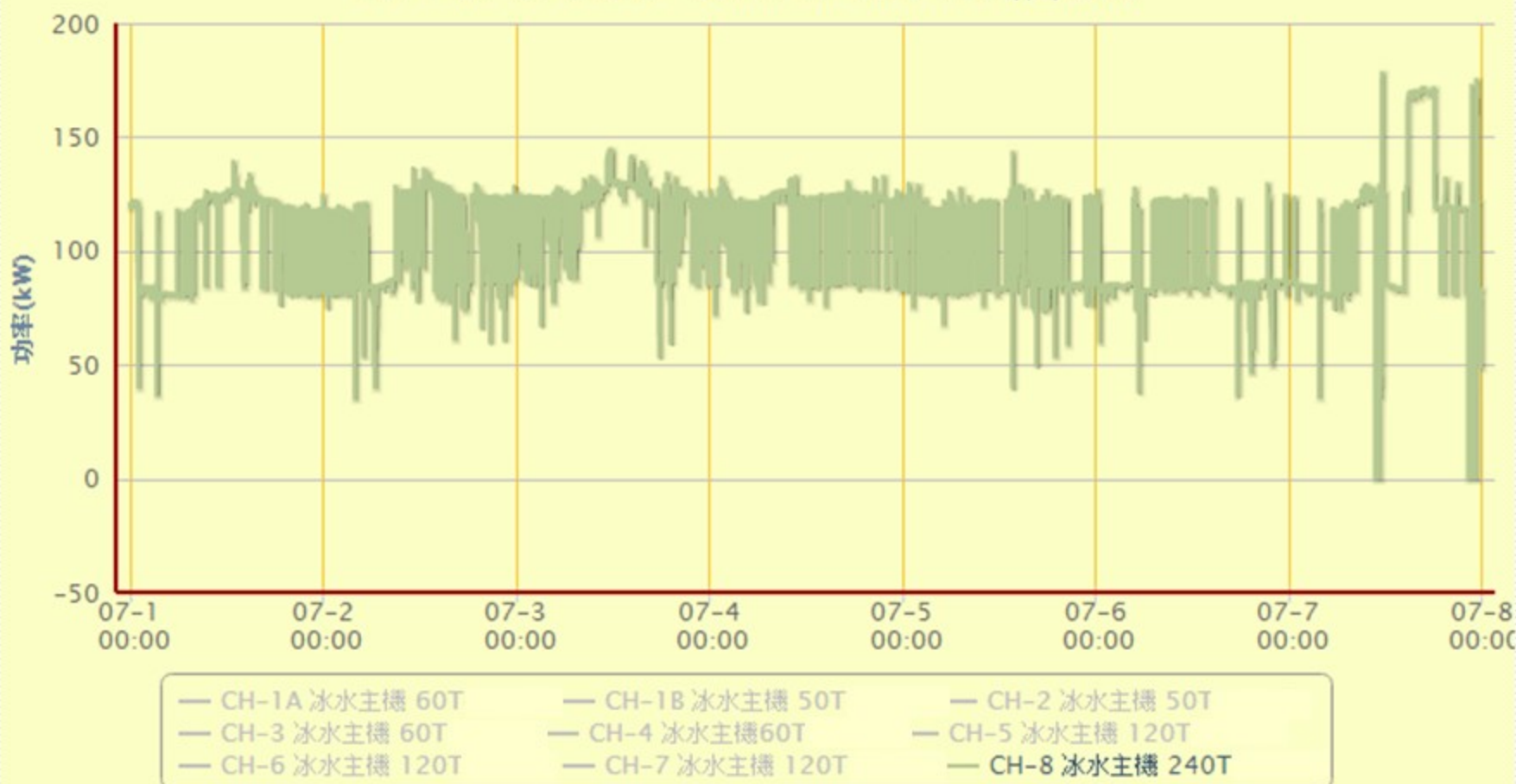
冰水主機逐時耗電(CH-7 120 RT)

2014-07-01 00:00 ~ 2014-07-07 24:00 功率(kW)



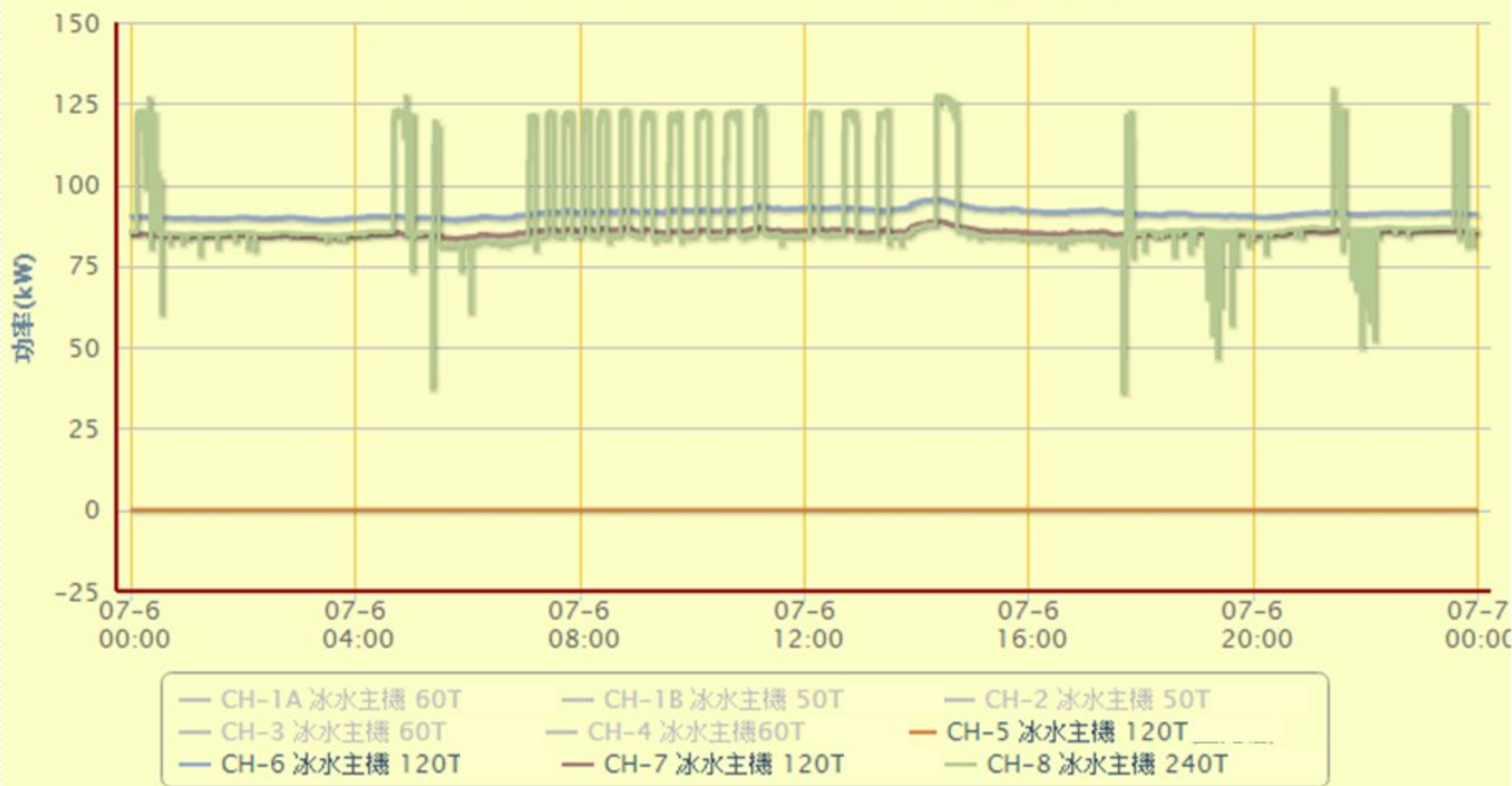
冰水主機逐時耗電(CH-8 240 RT)

2014-07-01 00:00 ~ 2014-07-07 24:00 功率(kW)



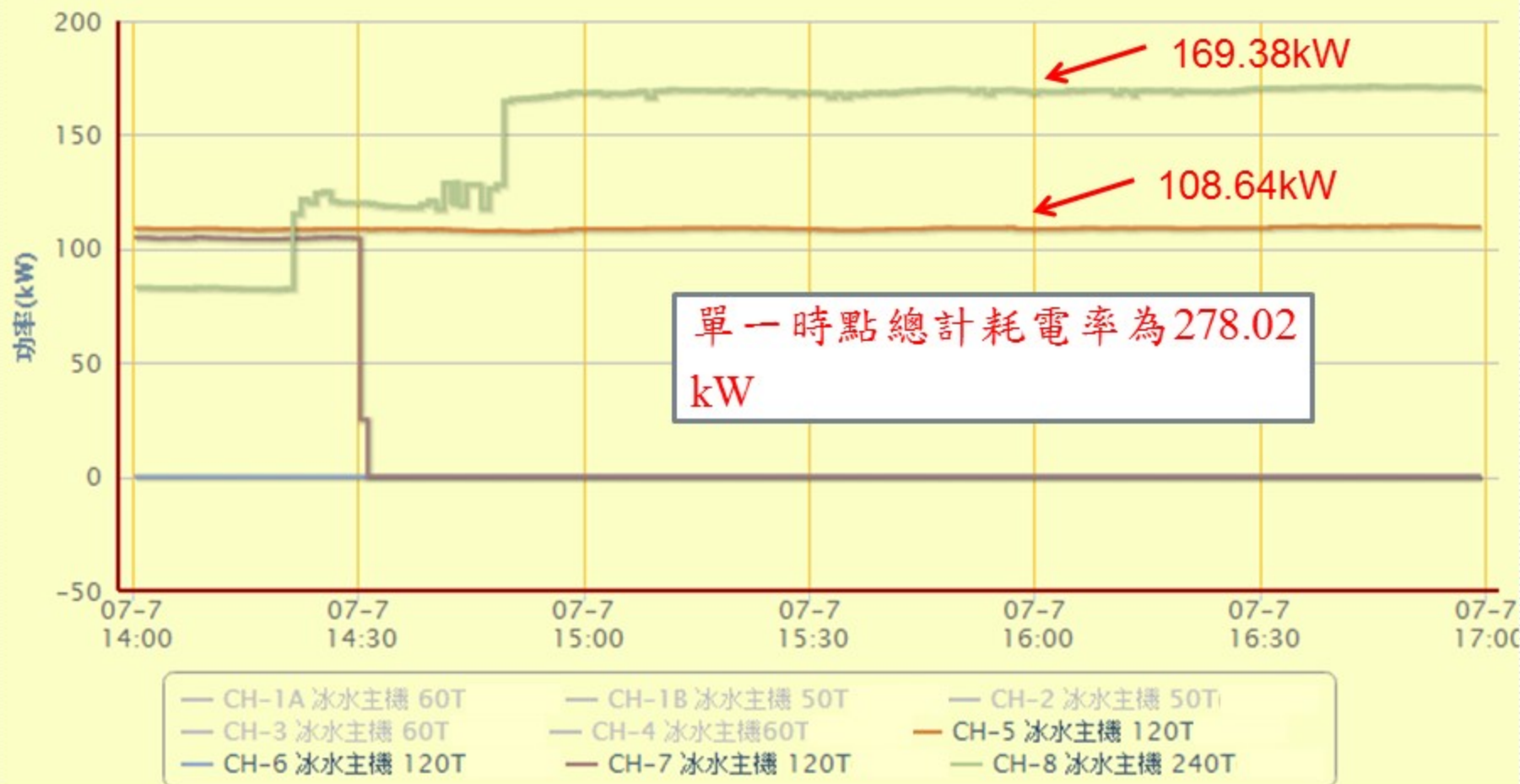
押出機製程冷卻迴路24小時運轉情形

2014-07-06 00:00 ~ 2014-07-06 24:00 功率(kW)

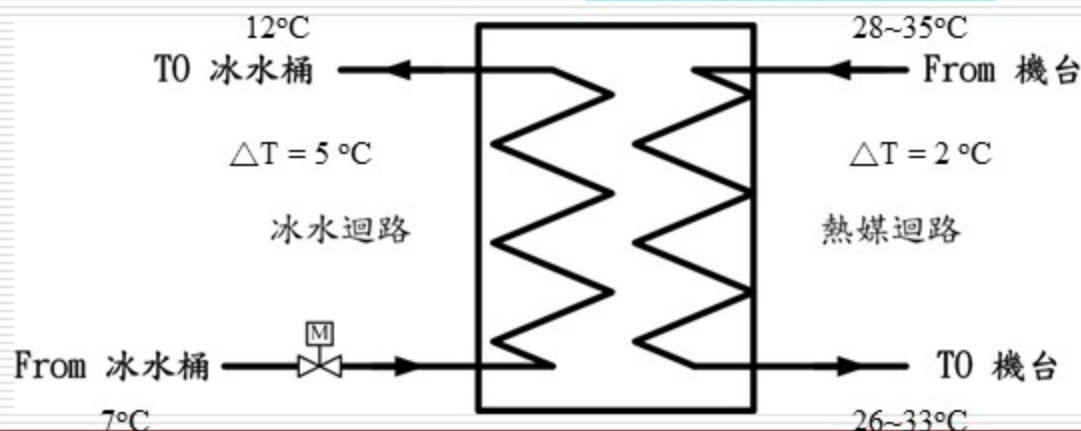


押出機製程冷卻迴路瞬時功率

2014-07-07 14:00 ~ 2014-07-07 17:00 功率(kW)



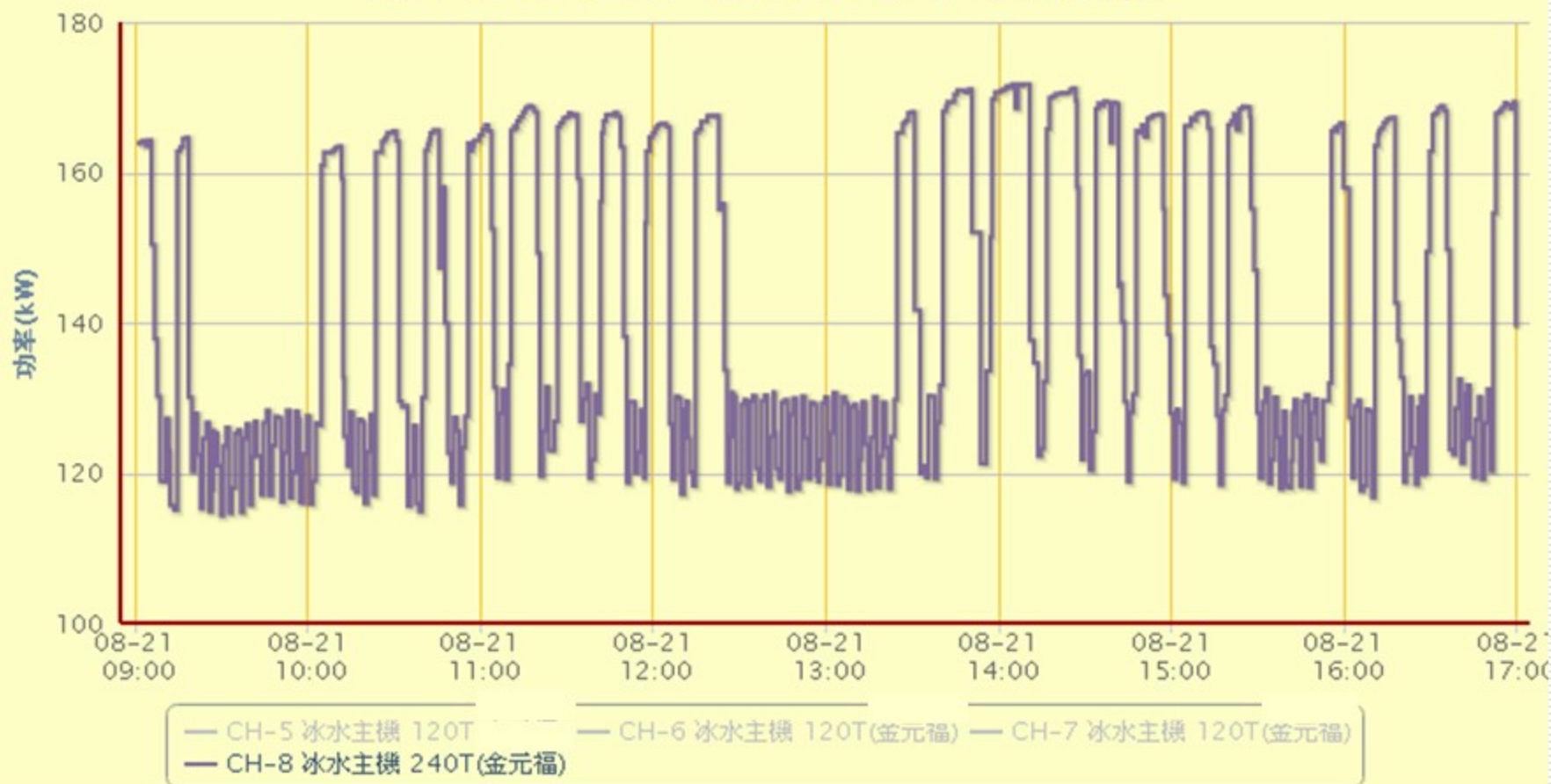
模溫機操作模式與溫度



➤ 改善前

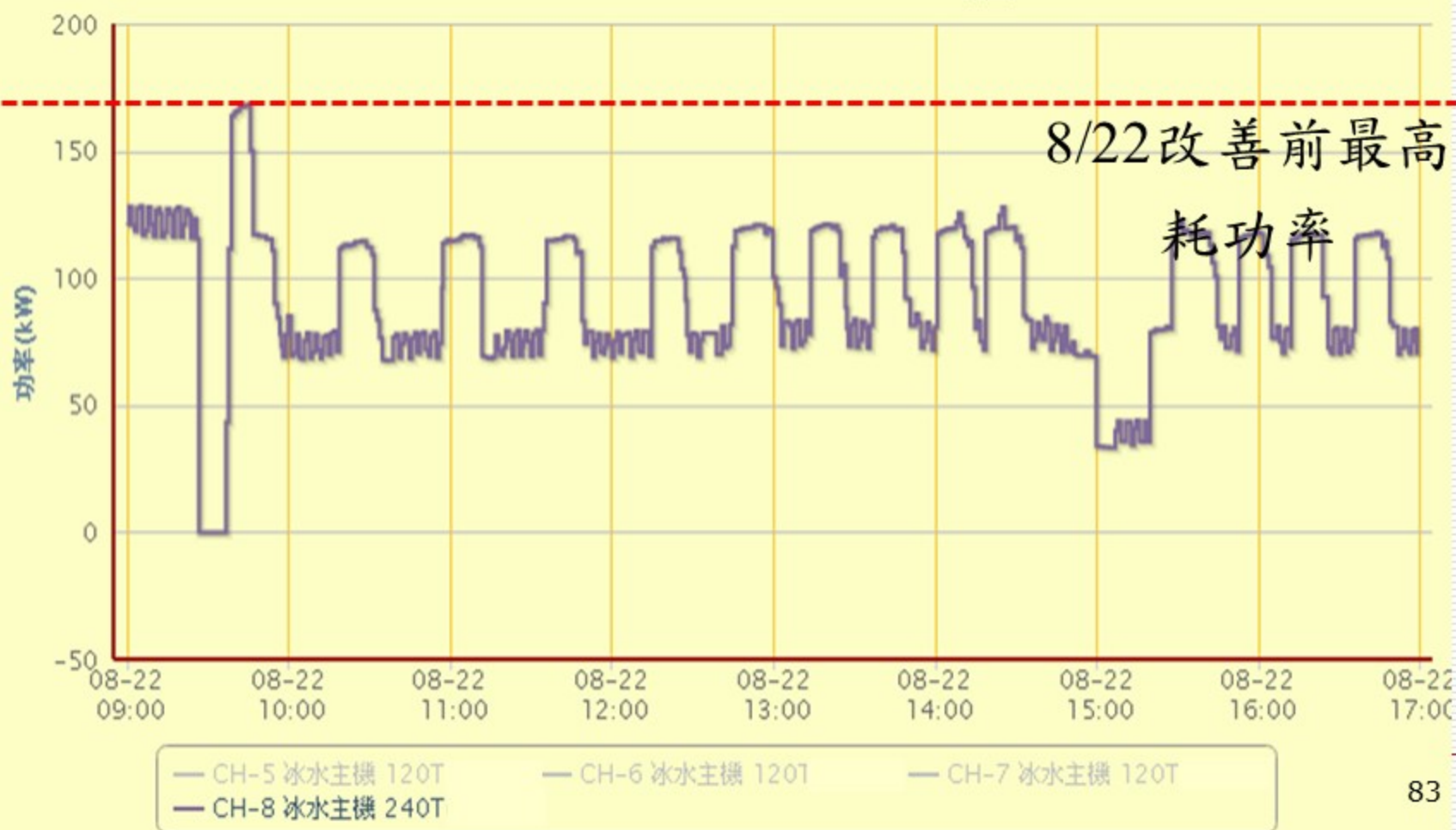
CH-8冰水主機改善前逐時功率

2014-08-21 09:00 ~ 2014-08-21 17:00 功率(kW)



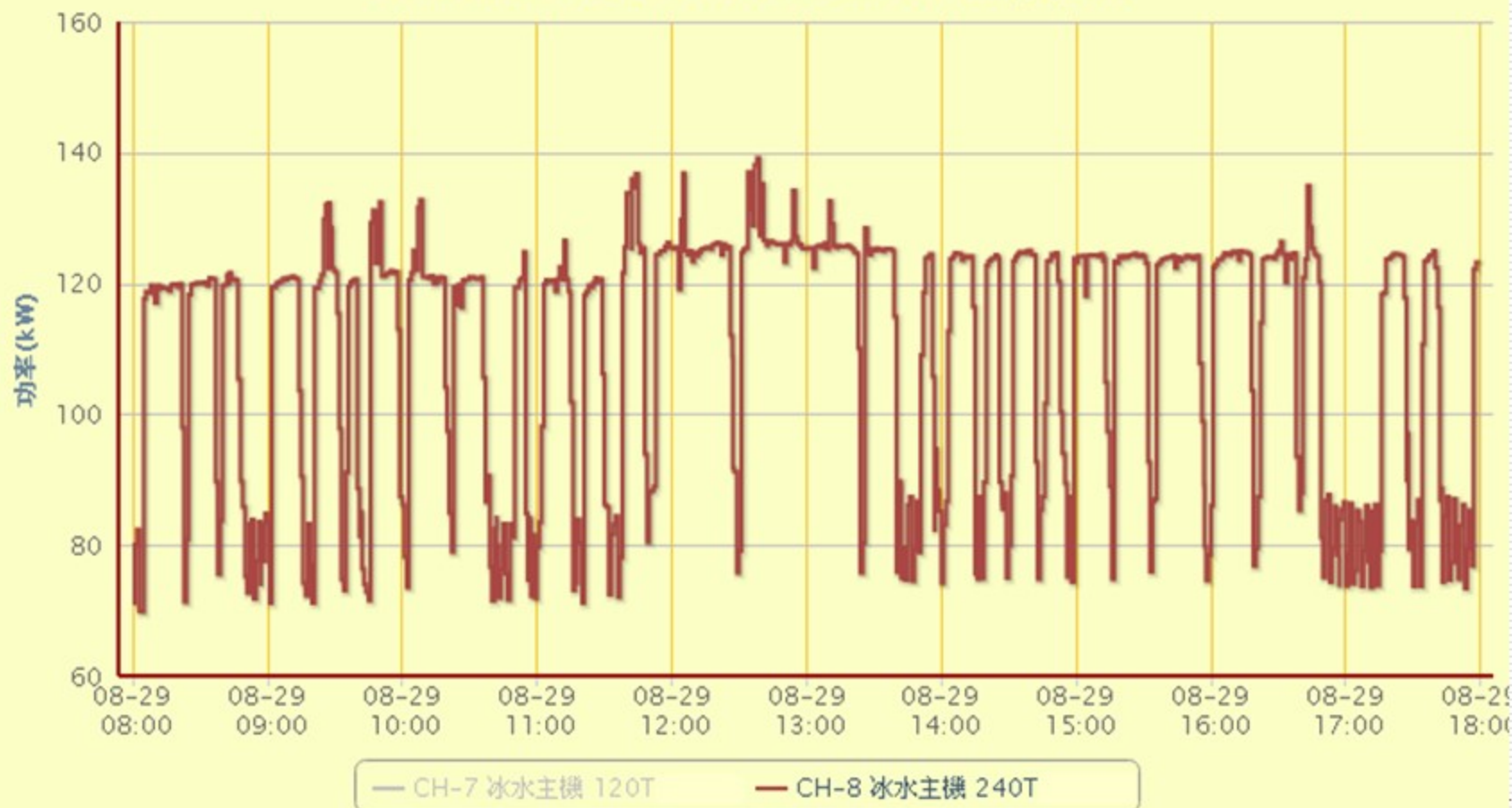
CH-8冰水主機改善後逐時耗電功率

2014-08-22 09:00 ~ 2014-08-22 17:00 功率(kW)



CH-8冰水主機改善前逐時功率

2014-08-29 08:00 ~ 2014-08-29 18:00 功率(kW)



CH-8冰水主機改善後逐時功率

2014-08-30 08:00 ~ 2014-08-30 18:00 功率(kW)



案例4：儲冰空調(尖離峰轉移)

- 本案例以某大學行政大樓的空調系統設計為例，比較該案例在採用傳統冰水系統及**分量儲冰與主機優先**系統設計下的設計結果。
- 並針對不同設計下的設備選用規格、購置成本、工程施工成本、系統總耗電量、全年電費以及回收年限進行分析，藉此說明儲冰空調系統的優勢。
- 本案例亦針對該大樓空調系統的逐時操作狀況進行電腦模擬(採用IPMVP選項D)並加以探討。

某大學行政大樓-水管系統

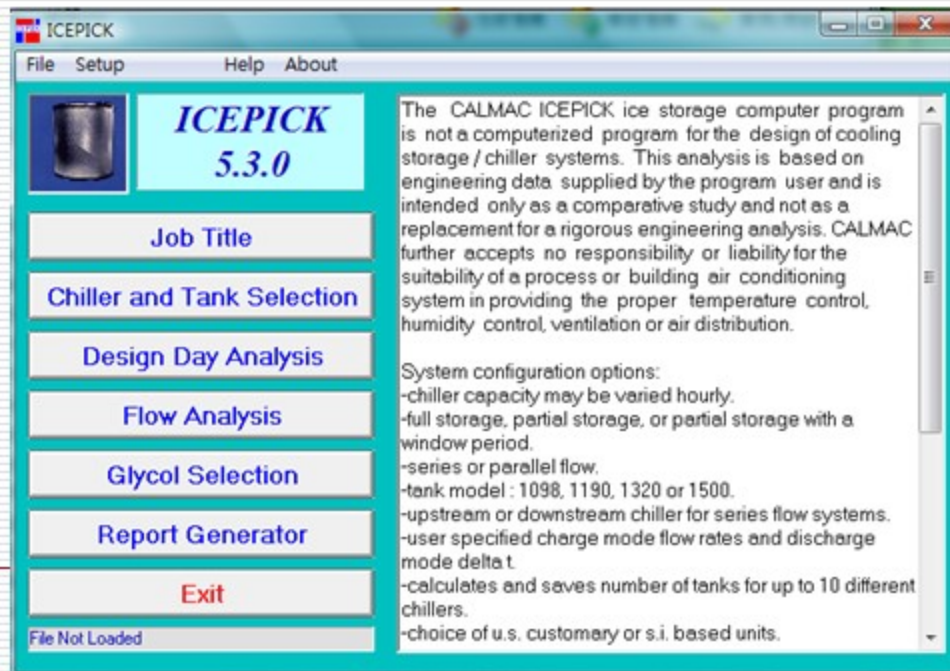


某大學行政大樓-儲冰槽



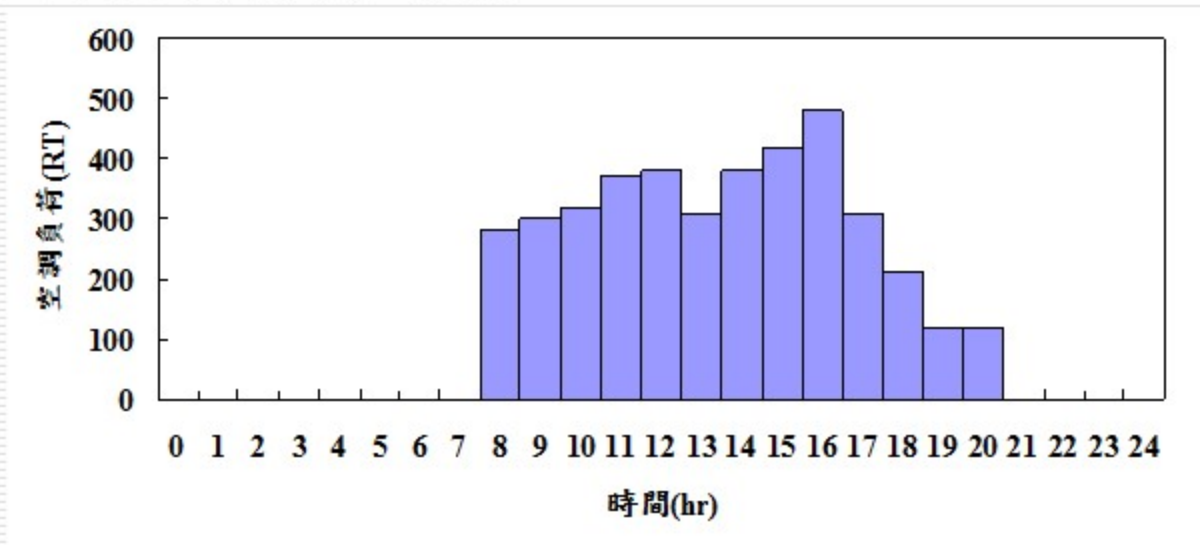
評估模擬軟體

- 本案例以CALMAC所開發的Icepick為模擬軟體，輸入參數為主機供水溫度及回水溫度、空調逐時負荷等參數。



已知設計條件

□ 某館的空調負荷曲線



- 最高空調負荷發生在16:00，其值為480RT。
- 空調負荷需求共為4000 RT-hr。

已知設計條件

- 本大樓的空調系統的二段式用電儲冰空調系統，儲冰時段為當晚22:30至隔日的7:30，共9個小時。
- 空調系統全年運轉200天，其中夏日運轉122天，非夏日運轉78天。

模擬軟體操作過程-輸入主機狀態

CHILLER AND TANK SELECTION PARAMETERS		
Tank Model		1190
Chiller Cooling Capacity	(% of nominal)	100
Chiller Icemaking Capacity	(% of nominal)	65
System Supply Temperature	(F)	40
System Return Temperature	(F)	54
System Type		Chiller Upstream

Menu Help

模擬軟體操作過程-輸入空調負荷

DESIGN DAY LOAD PROFILE DATA

File Print

HOUR	TONS LOAD	TYPE	CHILLER %	HOUR	TONS LOAD	TYPE	CHILLER %
1	0	I	65	13	310	P	100
2	0	I	65	14	380	P	100
3	0	I	65	15	420	P	100
4	0	I	65	16	480	P	100
5	0	I	65	17	310	P	100
6	0	I	65	18	213	P	50
7	0	I	65	19	118	F	0
8	281	P	50	20	118	F	0
9	300	P	100	21	0	F	0
10	320	P	100	22	0	F	0
11	370	P	100	23	0	I	65
12	380	P	100	24	0	I	65

← Menu Help Print →

模擬軟體之結果-選機結果

CHILLER AND TANK SELECTION SUMMARY

ICEBANK TANK MODEL		1190
DESIGN LOAD	(TONS)	480
SYSTEM SUPPLY TEMPERATURE	(F)	40
SYSTEM RETURN TEMPERATURE	(F)	54
DEFAULT CHILLER COOLING CAPACITY	(% OF NOMINAL)	100
DEFAULT CHILLER ICEMAKING CAPACITY	(% OF NOMINAL)	65
NUMBER OF COOLING HOURS		13
NUMBER OF ICE-MAKING HOURS		9
TOTAL COOLING LOAD	(TONHRS)	4000

NOM CHLR TONS	COOL CAP TONS	ICE CAP TONS	STRG DIV	ESTMTD TONHRS	STRG INLET F	STRG OUT F	PEAK STRG TONS	MIN # TANKS	MAX # TANKS
252.37	252.37	164.04	0.43	148.14	46.64	40.00	227.63	9.97	9.97
260.00	260.00	169.00	0.42	146.74	46.42	40.00	220.00	9.54	10.37

模擬軟體之結果

FLOW ANALYSIS

260 TONS CHILLER
10 STORAGE TANKS MODEL 1190
25 PERCENT ETHYLENE GLYCOL

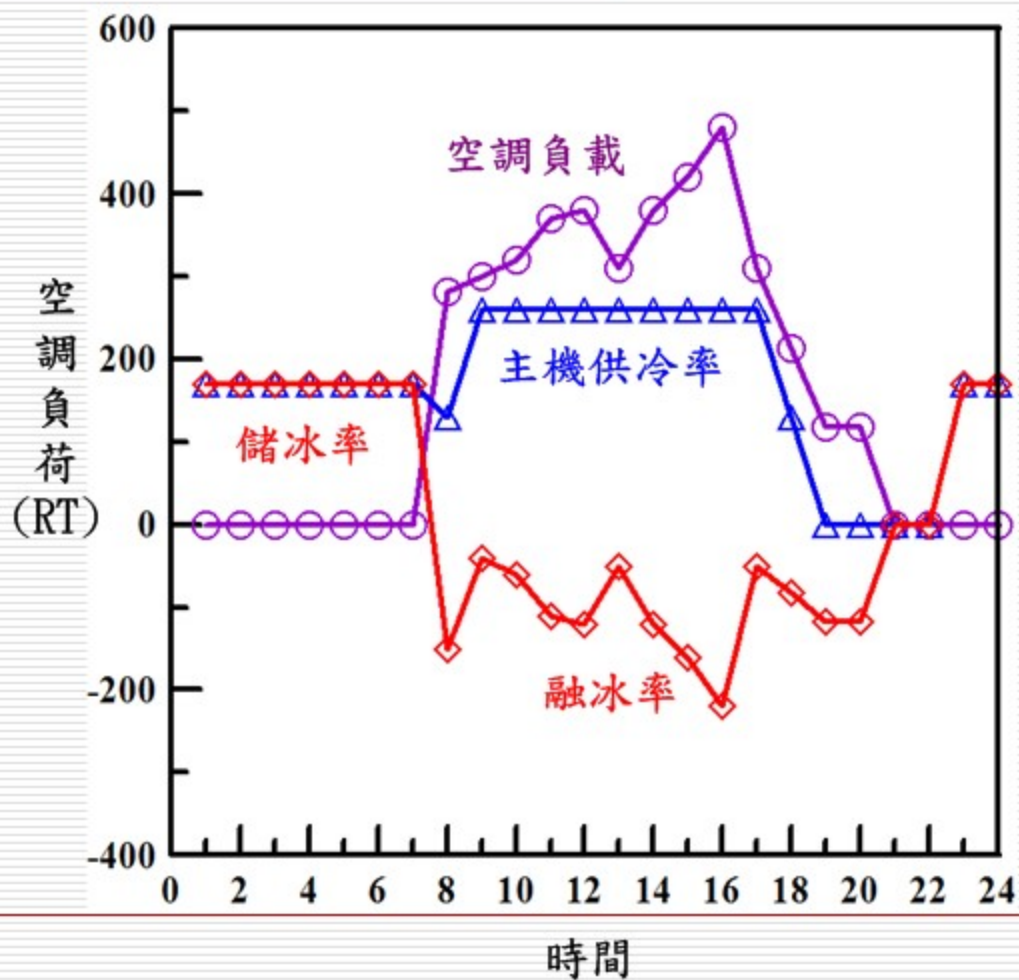
CHG dT =====	CHG GPM =====	GPM/TANK =====	dP (PSI) =====	AVG LCWT =====	MIN LCWT =====
3.0	1455.9	145.6	*****	*****	*****
4.0	1091.9	109.2	24.3	25.1	21.9
5.0	873.6	87.4	16.9	24.4	21.5
6.0	728.0	72.8	12.8	23.7	21.0
7.0	624.0	62.4	10.2	23.1	20.6
8.0	546.0	54.6	8.5	22.2	20.1
9.0	485.3	48.5	7.2	21.5	19.7
10.0	436.8	43.7	6.3	20.7	19.3
DIS dT =====	DIS GPM =====	GPM/TANK =====	dP (PSI) =====		
8.0	1550.7	155.1	*****		
9.0	1378.4	137.8	*****		
10.0	1240.6	124.1	*****		
11.0	1127.8	112.8	*****		
12.0	1033.8	103.4	18.4		
13.0	954.3	95.4	16.1		
14.0	886.1	88.6	14.3		
15.0	827.0	82.7	12.9		

模擬軟體之結果-24小時系統模擬情形

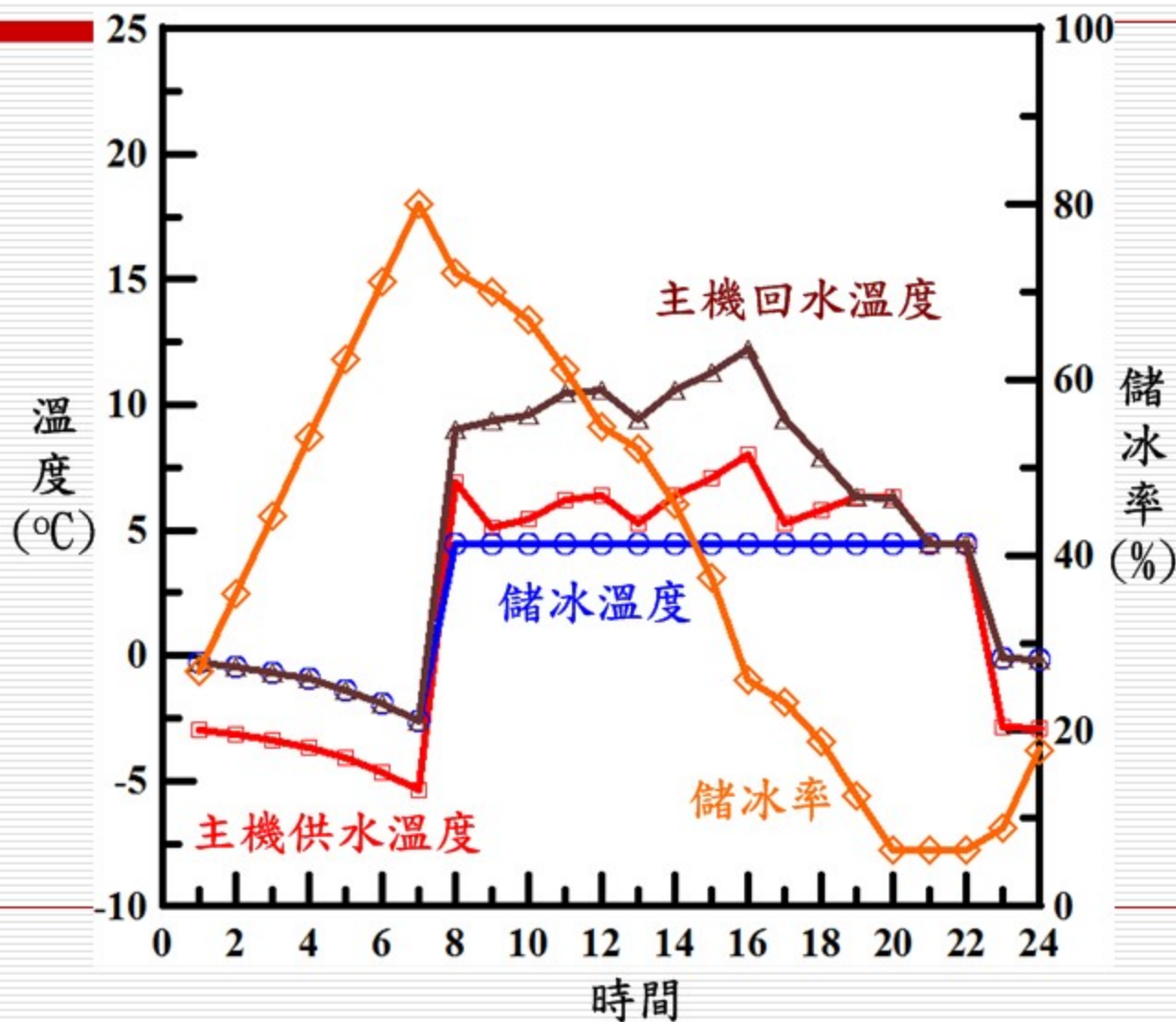
DESIGN DAY SYSTEM ANALYSIS

CHILLER UPSTREAM - SERIES FLOW								NOMINAL CHILLER SIZE = 260					
SYSTEM SUPPLY TEMPERATURE (F) = 40.0								NUMBER OF TANKS = 10 MODEL 1190					
SYSTEM RETURN TEMPERATURE (F) = 54.0								PERCENT ETHYLENE GLYCOL = 25.0					
FLOW (GPM) : DISCHARGE = 886								DELTA P (PSI) : DISCHARGE = 15.5					
CHARGE = 886								CHARGE = 17.3					
HOUR					TONHRS	TONHRS			REQD	AVLB		GPM	PD F
&	LOAD	CHLR	STRG	TANK		PER	%	CHLR	STRG	MIN	RTRN	PER	L
TYPE	TONS	TONS	TONS	TONS	TOTAL	TANK	CHRG	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	TANK	PSI G
1 I	0	169	169	16.9	507	50.7	26.7	26.6	31.5	31.5	31.5	88.6	17.2
2 I	0	169	169	16.9	676	67.6	35.6	26.3	31.2	31.2	31.2	88.6	17.2
3 I	0	169	169	16.9	845	84.5	44.5	25.9	30.8	30.8	30.8	88.6	17.3
4 I	0	169	169	16.9	1014	101.4	53.4	25.4	30.3	30.3	30.3	88.6	17.3
5 I	0	169	169	16.9	1183	118.3	62.3	24.6	29.5	29.5	29.5	88.6	17.4
6 I	0	169	169	16.9	1352	135.2	71.2	23.6	28.5	28.5	28.5	88.6	17.5
7 I	0	169	169	16.9	1521	152.1	80.1	22.3	27.3	27.3	27.3	88.6	17.6
8 P	281	130	-151	-15.1	1370	137.0	72.1	44.4	40.0	32.8	48.2	33.7	4.2
9 P	300	260	-40	-4.0	1330	133.0	70.0	41.2	40.0	32.3	48.8	11.7	1.2
10 P	320	260	-60	-6.0	1270	127.0	66.8	41.8	40.0	32.5	49.3	16.7	1.8
11 P	370	260	-110	-11.0	1160	116.0	61.1	43.2	40.0	32.9	50.8	27.7	3.3
12 P	380	260	-120	-12.0	1040	104.0	54.7	43.5	40.0	33.3	51.1	30.5	3.7
13 P	310	260	-50	-5.0	990	99.0	52.1	41.5	40.0	32.8	49.0	15.0	1.6
14 P	380	260	-120	-12.0	870	87.0	45.8	43.5	40.0	33.7	51.1	31.7	3.9
15 P	420	260	-160	-16.0	710	71.0	37.4	44.7	40.0	35.7	52.3	46.0	6.3
16 P	480	260	-220	-22.0	490	49.0	25.8	46.4	40.0	39.2	54.0	78.3	13.1
17 P	310	260	-50	-5.0	440	44.0	23.2	41.5	40.0	34.7	49.0	19.0	2.1
18 P	213	130	-83	-8.3	357	35.7	18.8	42.4	40.0	35.2	46.2	29.6	3.6
19 F	118	0	-118	-11.8	239	23.9	12.6	43.4	40.0	35.8	43.4	40.0	5.2
20 F	118	0	-118	-11.8	121	12.1	6.4	43.4	40.0	37.2	43.4	49.0	6.8
21 F	0	0	0	.0	121	12.1	6.4	40.0	40.0	39.4	40.0	.0	.0
22 F	0	0	0	.0	121	12.1	6.4	40.0	40.0	39.4	40.0	.0	.0
23 I	0	169	169	16.9	169	16.9	8.9	26.9	31.8	31.8	31.8	88.6	17.2
24 I	0	169	169	16.9	338	33.8	17.8	26.8	31.7	31.7	31.7	88.6	17.2

儲冰空調運轉情形模擬



儲冰空調運轉情形模擬



系統成本分析

- 電力申請費用為2000元/kW。
- 97年10月1日起實施之高壓供電二段式時間電價如下

分類				夏月	非夏月
基本電費	經常契約		元/瓩月	236.20	173.20
流動電費	週一至週五	尖峰	元/度	3.22	3.13
		離峰	元/度	1.52	1.42

- 台電公司除了擴大尖離峰電力價差之外，自98年1月1日以後，對於採用儲冰空調系統用戶並給予離峰電價6折的優惠。

系統成本分析

□ 空調系統設備成本

設備名稱	設備單價	價格單位
冰水主機	10,000	元/RT
冷卻水塔	1,500	元/RT
冷卻水泵	2,000	元/HP
冰水泵	2,000	元/HP
製冰鹵水泵	2,250	元/HP
熱交換鹵水泵	3,000	元/HP
儲冰槽	1,600	元/RT-hr
板式熱交換器	1,200	元/RT
乙烯乙二醇	300,000	元/式

設計結果比較與效益評估

設備名稱	傳統式			分量儲冰		
	設備容量	設備價格	設備耗電	設備容量	設備價格	設備耗電
冰水主機	260RT×2	5,200,000	416kW	130RT×2	2,600,000	208kW
冷卻水塔	300RT×2	900,000	14.6kW	300RT×1	450,000	7.3kW
冷卻水泵	25HP×3	150,000	37kW	20HP×3	120,000	30kW
冰水泵	20HP×3	120,000	30kW	20RT×3	120,000	30kW
製冰水泵	-	-	-	15HP×2	270,000	22kW
熱交換泵	-	-	-	25HP×2	180,000	37kW

設計結果比較與效益評估

設備名稱	傳統式			分量儲冰		
	設備容量	設備價格	設備耗電	設備容量	設備價格	設備耗電
冷風機	-	7,000,000	60kW	-	7,000,000	60kW
儲冰槽	-	-	-	1900RT-hr	3,040,000	-
乙二醇	-	-	-	-	200,000	-
熱交換器	-	-	-	150RT×2	360,000	-
風管工程	-	7,000,000	-	-	7,000,000	-
水管工程	-	9,200,000	-	-	9,000,000	-
配電工程	-	5,200,000	-	-	5,200,000	-

設計結果比較與效益評估

設備名稱	傳統式			分量儲冰		
	設備容量	設備價格	設備耗電	設備容量	設備價格	設備耗電
控制工程	-	2,500,000	-	-	3,000,000	-
安裝工程	-	1,900,000	-	-	2,500,000	-
相關工程	-	1,800,000	-	-	2,500,000	-
管理費	-	2,038,500	-	-	2,184,500	-
契約容量	558 kW	-	-	394 kW	-	-
電力申請	558 kW	1,116,000	-	394 kW	788,000	-
工程費用	-	44,124,500	-	-	46,512,500	-
造價差額	46,512,500 - 44,124,500 = 2,388,000 (增加5.4%)					

設計結果比較與效益評估

設備名稱	傳統式			分量儲冰		
	設備容量	設備價格	設備耗電	設備容量	設備價格	設備耗電
日間耗電	542 kW	-	-	397 kW	-	-
夜間耗電	0	-	-	269.6 kW	-	-
基本電費	-	756,144	-	-	728,226	-
夏月用電	-	2,690,586	-	-	2,254,110	-
非夏月用電	-	2,596,028	-	-	2,068,922	-
全年電費	-	6,042,758	-	-	5,051,258	-
電費差額	6,042,758 - 5,051,258 = 991,500 (減少16.41%)					
回收年限	2,388,000 / 991,500 = 2.4 年					

案例5、冰水主機卸載(需量競價)

- 某大樓有850RT及300RT二台冰水主機，設計耗電功率分別為570及214kW，總和784kW，根據評估約可降載70kW。

項目	850RT	300RT	總和
耗電功率(kW)	570	214	784
容許最低負載率	60%	75%	-
容許最低負載量(kW)	342	160	502
目標負載量	530	181	711
預計卸載量(kW)			73

參與方案	參加時數	參加日數	每度報價	效益(元/月)
經濟型	4	3	8.8	7,392
可靠型	4	3	8.8	10,752

三、結語

- 冷凍空調節能技術主要的核心技術是改變氣候、創造環境，並以跨領域整合成為各相關產業不可或缺的關鍵技術，提升產業的附加價值。
- 節能應從政策、技術及管理面向著手：
 - 政府應建立強制性的節能法規，落實節能減碳的工作，進而提升各產業的競爭力。
 - 目前空調已建立相當成熟的節能技術，從電機電子、紡織及電信網路機房業都有值得投入的相關案例，尤其空調占整體用電的比例高，因此針對各空調系統進行技術導入，將會獲得可觀的節能效益。
 - 管理節能主要是從數據的分析進一步的找出問題或浪費，並透過管理及調整的方式，達到降低耗能之目的。
 - 後續應朝向大數據分析，並找出數據的特徵值，進而創造創新商業模式，提升永續的競爭力。