



# 產業常見能源設備節能診斷與改善建議

趙宏耀 技師/總經理

鈞元能源技術工程股份有限公司

<http://junyuanet.com>

# 簡歷：趙宏耀

## • 現職：

- 鈞元能源技術工程(股)公司 總經理
- 中華民國能源技術服務商業同業公會 常務理事
- 台灣能源技術服務產業發展協會 常務理事
- 中華民國冷凍空調技師公會全國聯合會 理事
- 台灣省冷凍空調工程技師公會 常務監事

## • 專業資歷：

- 冷凍空調工程技師
- AEE/EVO 節能量測驗證專業人員
- IPMVP LEVEL3, EVO/AEE 認證講師
- 能源局 能源管理人員 講師

## • 經歷：

- ASHRAE Taiwan Chapter President (2014-2015)
- (財)台灣綠色生產力基金會 經理
- (財)中技社 組長
- (財)工研院能資所 副研究員



Tel: +886-3328-3693

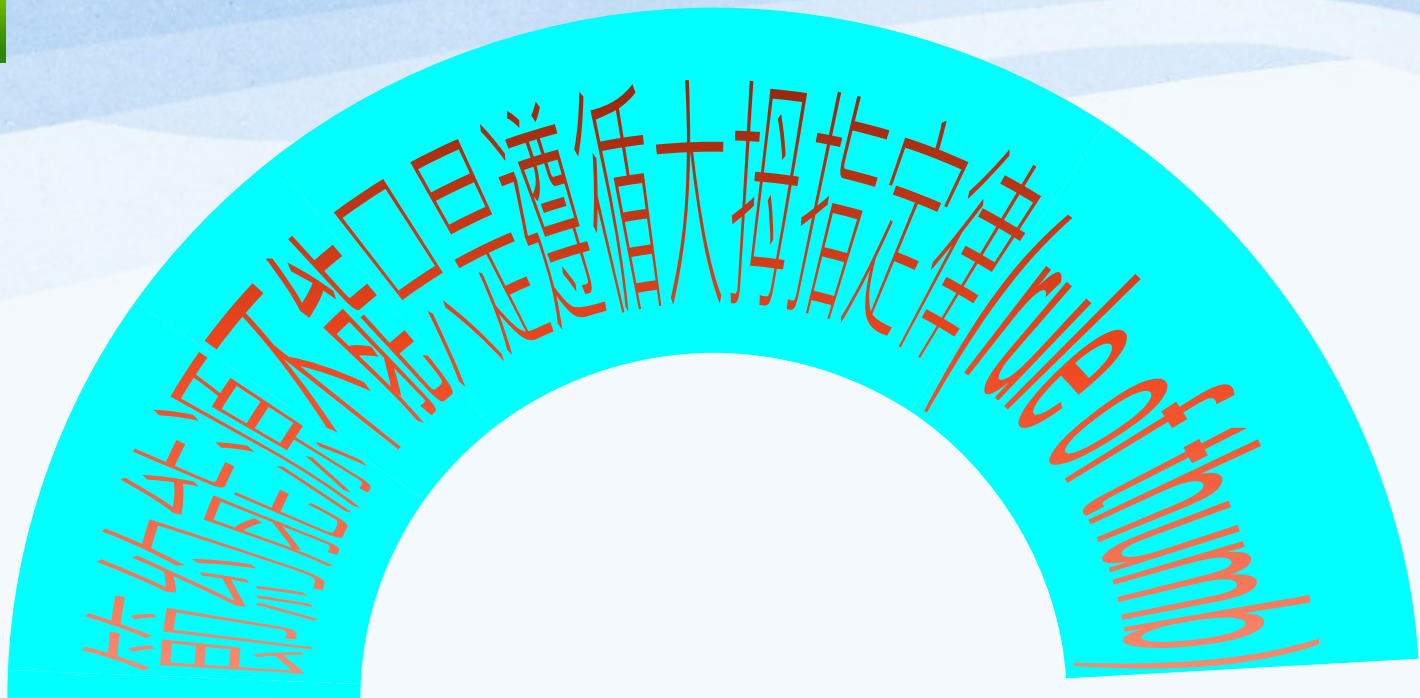
Cell Phone: +886-933-845-583

e-mail: [hy.chao@msa.hinet.net](mailto:hy.chao@msa.hinet.net)

e-mail: [hychao538@outlook.com](mailto:hychao538@outlook.com)

# 大綱

- 壹、建立能源管理組織(ISO50001)
- 貳、能源診斷改善流程
- 參、能源管理控制系統
- 肆、低成本或無成本的措施
- 伍、常見的改善建議措施
- 六、結語



Back to the basics.





# 建立能源管理組織 (ISO50001)

# 能源管理法

## 第9條

- 能源用戶使用能源達中央主管機關規定數量者，應建立**能源查核制度**，並訂定**節約能源目標及執行計畫**，報經中央主管機關核備並執行之。

## 第11條

- 能源用戶使用能源達中央主管機關規定數量者，應依其能源使用量級距，自置或委託一定名額之技師或**合格能源管理人員**負責執行第八條、第九條及第十二條中央主管機關規定之業務。

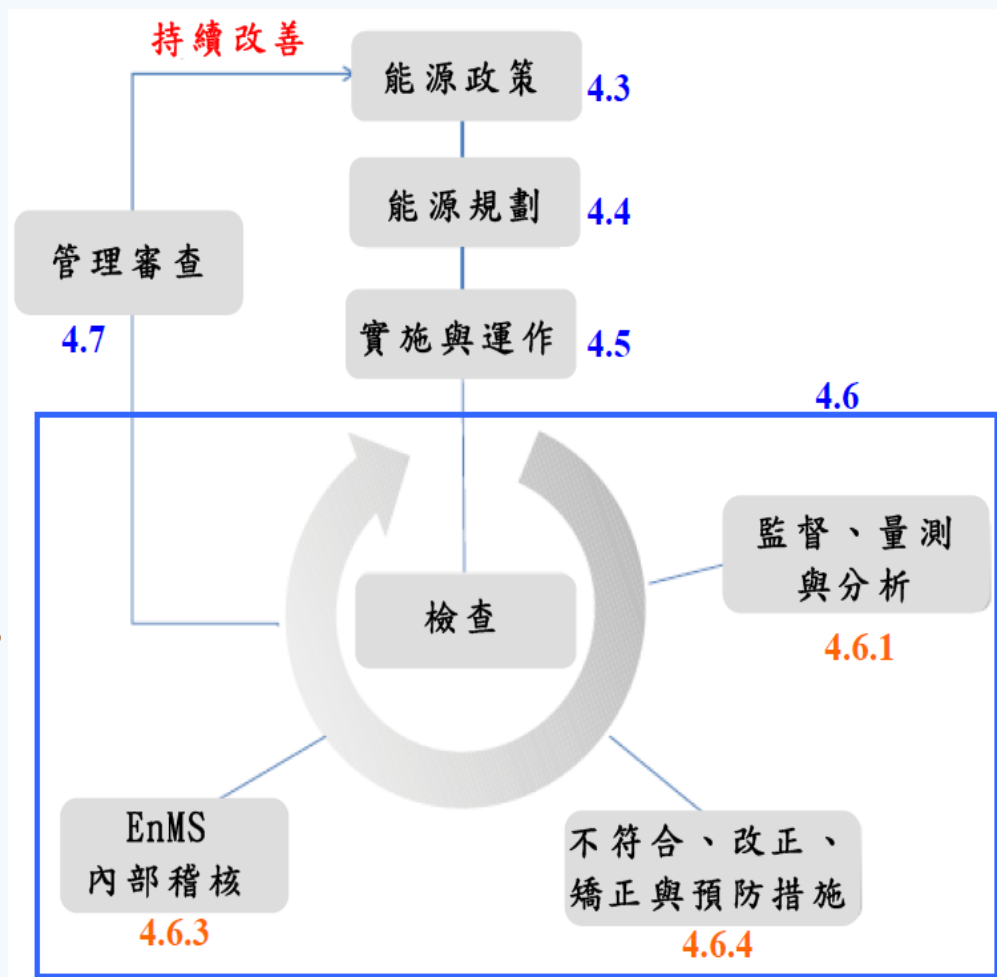
## 第12條

- 能源用戶使用能源達中央主管機關規定數量者，應向中央主管機關**申報使用能源資料**。

# 能源管理系統標準ISO 50001簡介

## ISO 50001標準運作模式

- **規劃(P)**：進行能源審查與建立基準線、能源績效指標(EnPIs)、目標、標的和行動計畫，所獲得成果得以改善能源績效，符合組織能源政策。
- **執行(D)**：實施能源管理行動計畫。
- **檢查(C)**：針對能源政策、目標，進程序程和決定能源績效作業之主要特性之監督和測量，並且報告成果。
- **行動(A)**：採取措施以持續改善能源績效與EnMS。

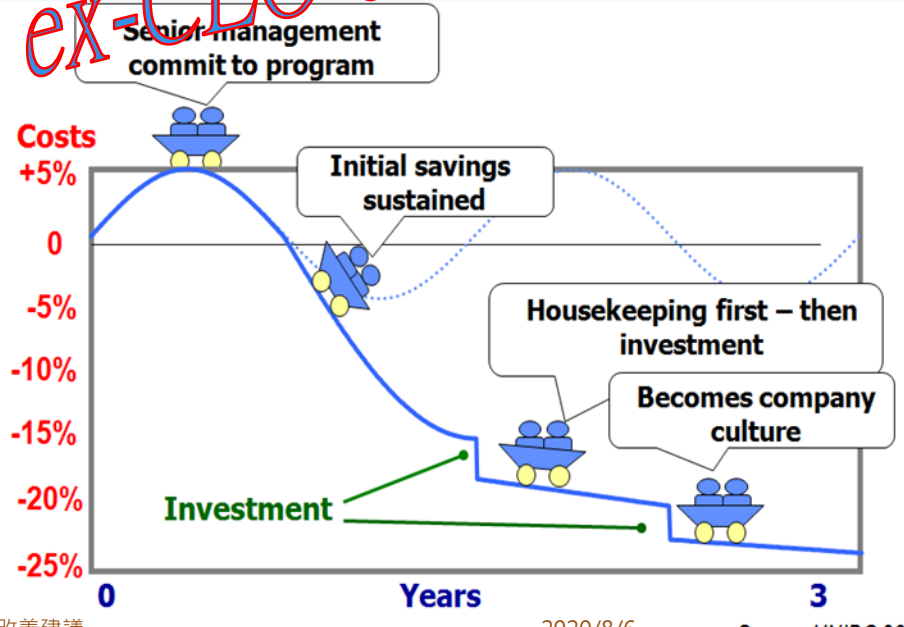




# 導入能源管理組織與建置EMS

- 建立組織與管理架構、表單流程。
- 投資能源管理系統(EMS)，分析資料成為有用的資訊，才能做為改善行動決策

*You cannot manage what you do not measure.  
by Jack Welch, ex-CEO of GE*





# 能源診斷改善流程

# 空調系統能效改善 先從汰換老舊冰水主機開始???!!!

- 冰水主機是主機系統中最大的耗能設備，其運轉性能左右整個冰水系統的表現。
- 影響主機耗能因素
  - 天氣條件
  - 空調負荷
  - 運轉條件設定
  - 設備維護狀況
  - 運轉策略
  - .....

# 冰水主機能源效率比值

空調系統冰水主機能源效率標準

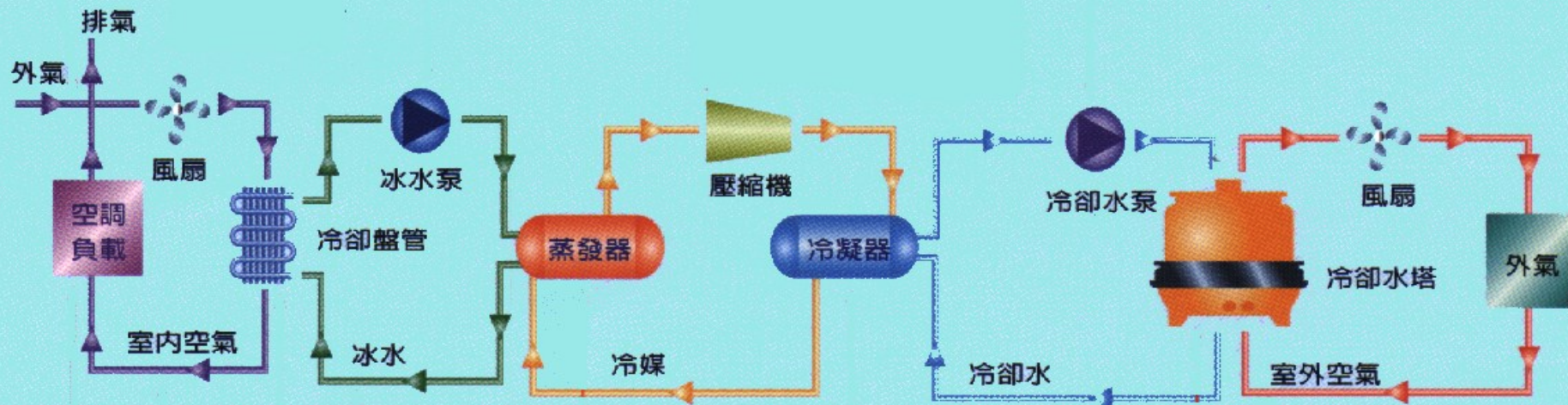
執行階段		第一階段		第二階段			
實施日期		民國九十二年一月一日		民國九十四年一月一日			
型 式	冷卻能力等級	能源效率比值 (EER)kcal/h- W	性能係數 (COP)	能源效率比值 (EER) kcal/h-W	性能係數 (COP)		
水冷式	容積式 壓縮機	<150RT	3.50	4.07	3.83	4.45	0.790 kW/RT
		≧150RT ≧500RT	3.60	4.19	4.21	4.90	0.718 kW/RT
		>500RT	4.00	4.65	4.73	5.50	0.639kW/RT
	離心式 壓縮機	<150RT	4.30	5.00	4.30	5.00	0.703kW/RT
		≧150RT <300RT	4.77	5.55	4.77	5.55	0.634kW/RT
		≧300RT	4.77	5.55	5.25	6.10	0.577kW/RT
氣冷式	全機種	2.40	2.79	2.40	2.79	1.261kW/RT	

註：

- 1.冰水機能源效率比值(EER)依CNS12575容積式冰水機組及CNS12812離心式冰水機組規定試驗之冷卻能力(Kcal/h)除以規定試驗之冷卻消耗電功率(W),測試所得能源效率比值不得小於上表標準值,另廠商於產品上之標示值與測試值誤差應在百分之五以內。
- 2.性能係數(COP)=冷卻能力(W) / 冷卻消耗電功率(W)=1.163EER。1RT(冷凍噸)=3024Kcal/h。

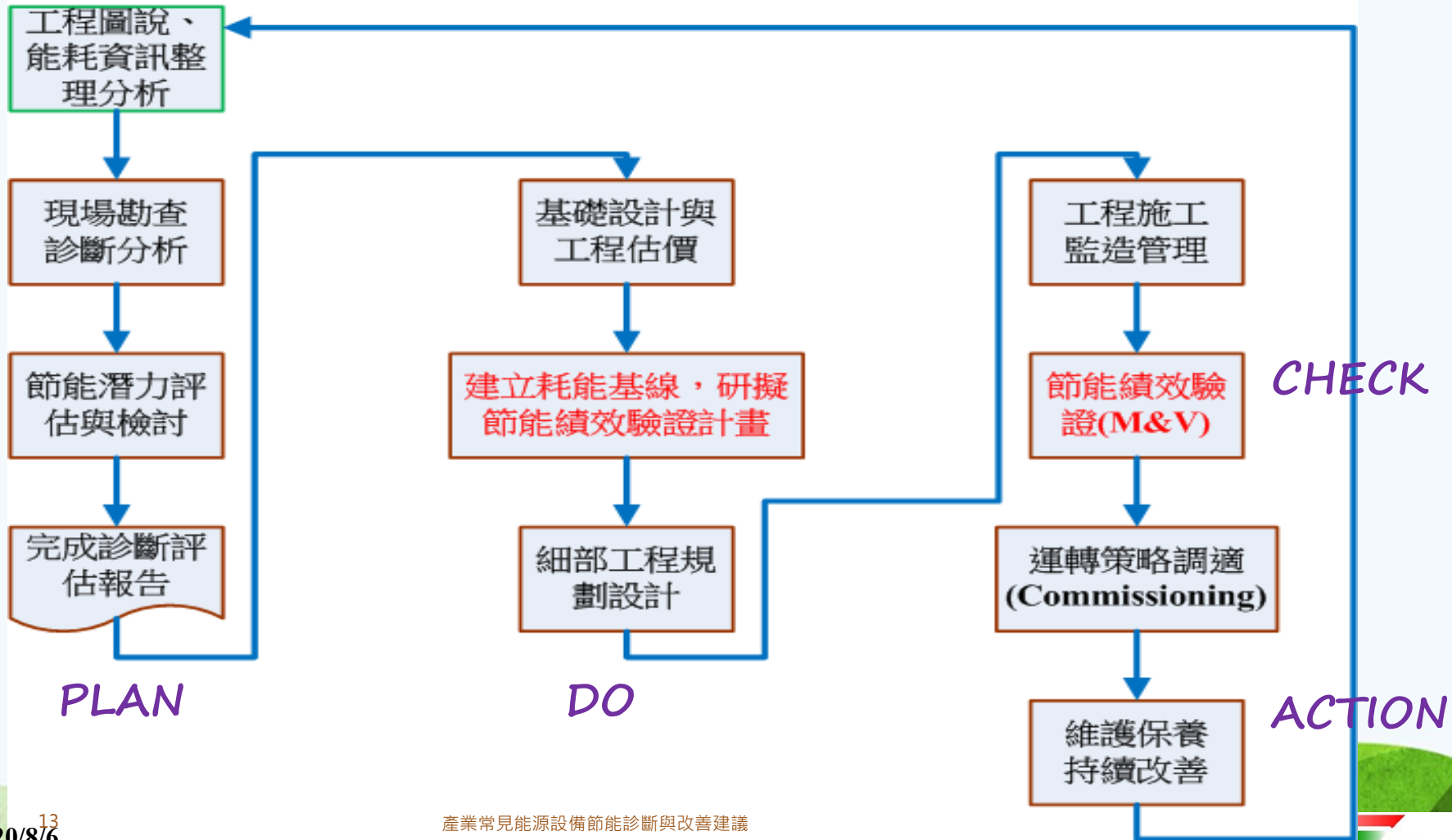


# 中央空調系統的組成





# 能源診斷改善流程



# 空調系統效率提昇改造技術

## • 設備汰舊更新

- 老舊或低效率冰水主機汰換(10~30%)
- Over size 泵浦換裝或葉輪切割(5~10%)
- 冷卻水塔散熱材整修換裝(2~5%)
- 變頻器導入—泵浦及冷卻水塔風車(15~40%)

## • 操作運轉管理

- 調高室內設定溫度(1~3%)
- 多台冰水機群組負載管理(5~10%)
- Primary-Secondary 冰水變水量系統運轉對策(3~10%)
- 水路系統平衡調整TAB(3~10%)
- 冷卻水水質管理(2~5%)
- 外氣空調箱並聯運轉(3~5%)

# 空調系統效率提昇改造技術(續)

## • 控制策略調整

- 變頻區域泵浦壓差設定(5~15%)
- 冰水機出水溫度設定重置(Reset) (2~5%)
- 冰水機配合需量管理減載運轉(1~5%)
- 空調箱再熱溫度調整(5~10%)

## • 系統整合

- 冰水管路系統修改(3~15%)
- 新舊冰水機房管路整併(3~10%)
- 冷卻水塔及冰水機最適化效率運轉對策(5~15%)
- 能源資訊管理系統(EMCS)導入
- 儲冰空調系統導入
- 熱泵或熱回收系統與空調系統整合應用(15~40%)



# 能源管理控制系統

Energy Management and Control System,  
EMCS



# 能源管理控制系統

## EMCS (Energy Management and Control System)

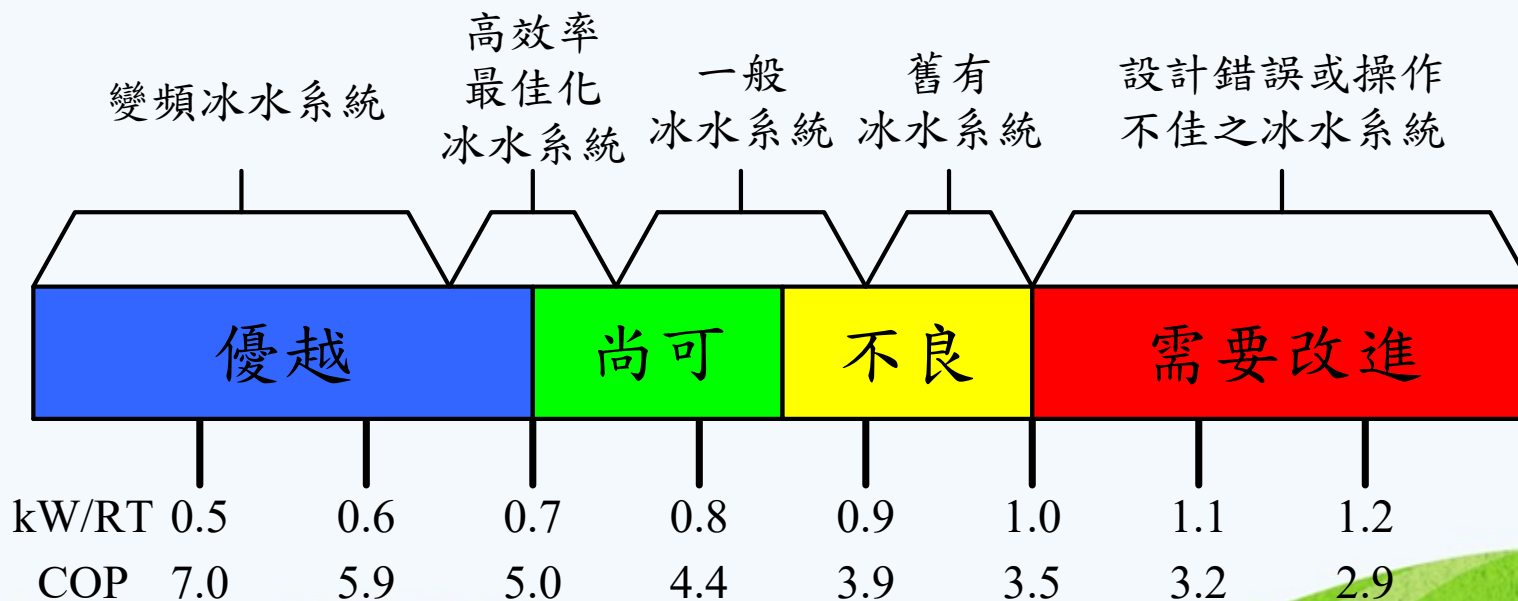
- 提供操作人員**能源效率資訊**，即時掌握系統運轉現況。
- 劃分責任區域，定期列印報表，管理操作人員績效。
- 自動**因應負載變動**，調整設備運轉或設定。
- 建立能效指標(EnPI)，**追蹤管考運轉效能**。
- 分析運轉歷史資料，作為**運轉策略最佳化調適參考**。



# 空調冰水機房能源效率指標 (kW/RT)

## • 改善冰水機房運轉效率

- 設備包括：冰水主機、冰水泵浦、冷卻水泵浦、冷卻水塔風車
- 目前國內大約介於1.15~1.50kW/RT，若能改善至0.70~0.85kW/RT，至少可以有35~60%的改善潛力。





# 低成本或無成本的措施

以空調系統為例

# 一、維護保養與節能

- 冷卻水塔水質管理與趨近溫度監測
- 冰水機冷凝器定期清洗與趨近溫度監測
- 冰水盤管(Cooling Coil)定期清洗
- 空氣濾網定期清洗或更換
- 風機皮帶定期檢查與更換
- 保溫材維護與更換



# 1、冷卻水塔水質管理

- 為防止因水塔結垢生苔而掉落水盤，再進入冷凝器及壓縮機夾層內，降低冷卻能力使冷媒高壓升高，故應進行下列的保養。
  - ✓ 加強清洗、定期排放降低導電度、自動加藥或注入殺菌劑
- 水質部分影響系統性能甚劇，包括：水流的潔淨度、PH值、離子濃度等等，都會直接或間接影響水垢的生成，另外，水中的藻類多寡也應列為檢點項目之一。

## 2、冷卻水塔效率評估

建議標準：冷卻水塔近似效率50~70%,接近值3°C以下

$$\text{冷卻水塔近似效率} = \frac{(T_i - T_o)}{(T_i - T_w)} \times 100\%$$

接近值  $T = (T_i - T_w)$

$T_i$  = 入口水溫

$T_o$  = 出口水溫

$T_w$  = 大氣濕球溫度



### 3、冰水主機熱交換器清潔

#### ➤ 冰水主機

- ✓ 日常保養、季保養與年度保養
- ✓ 追蹤紀錄冷凝器趨近溫度變化趨勢

#### ➤ 與主機能源消耗最有關係的莫過於熱交換器的是否潔淨。

- ✓ 冰水系統：屬密閉系統，通常不需要再進行清潔。
- ✓ 冷凝水路：屬開放系統(除非採用密閉式水塔)，冷凝器內的積垢則會隨著使用時數增加而增厚。
- ✓ 冰水主機散熱不良使得高壓升高，將使得冰水主機效率下降，同時冷卻水量也會因管道縮小而開始降低，主機散熱不良的問題更趨嚴重。



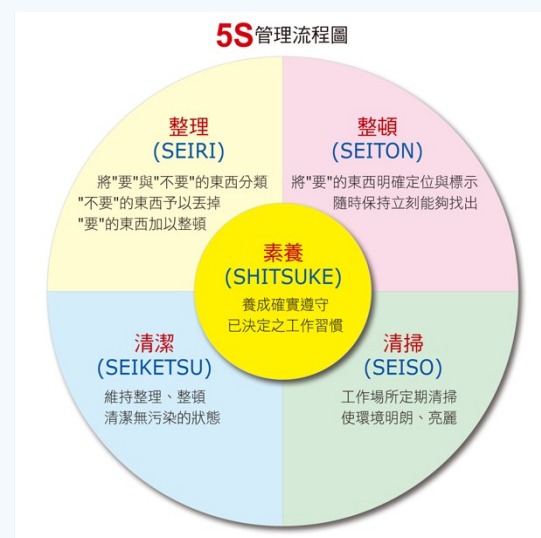
## 4、設備性能定期清潔、查驗

### ➤ 泵浦、空調箱等

- ✓ 空調系統設備的性能隨著使用日久都會有下降的趨勢，使用者除了進行必要的定期保養之外，安排適當的檢查以及性能檢測更能發揮為持設備性能的效果，使設備常保在高效率的運轉狀況節約能源。

### ➤ 泵浦保養及檢查項目

- ✓ 檢查外觀、運轉電流、進行定期加油、運轉時是否有異音、進出口壓力是否正常等。





## 5、保溫材維護與更換

### ➤ 保溫材料

- ✓ 因施工品質、安裝地點、使用年限，導致保溫材失效而產生結露現象，應立即著手更換，以減少能源在不經意的狀況下流失。
- ✓ 通常裸管與充分保溫、保冷之配管相比較，其熱能的損失相差可達五-六倍之多。

### ➤ 管路元件

- ✓ 管路或閥件影響系統耗能的部分就在於其是否有阻塞的問題，例如管路生成水垢、過濾器濾網阻塞、閥件無法全開。
- ✓ 管路系統測試、平衡與調整TAB( Test, Adjust, Balance)



## 二、運轉策略與節能(1/2)

### ➤ 適時調整設定值

- ✓ 環境設定溫度
- ✓ 冰水主機運轉設定溫度
- ✓ 冷卻塔出水設定溫度
- ✓ 區域冰水管路壓差設定值(壓差安裝的位置)
- ✓ 外氣空調箱再熱溫度

### ➤ 運轉策略調整

- ✓ 避免冰水主機低負荷運轉
- ✓ 優先運轉高效率冰水主機
- ✓ 冷卻塔(含備用)變頻運轉控制對策
- ✓ 備用空調箱並聯平行運轉
- ✓ 自動監控系統(時序控制策略)
- ✓ 全系統最佳化運轉策略調適(Cx)

## 二、節能與運轉策略(2/2)

- 降低暖通系統負載
  - ✓ 引進適量的外氣量
    - Ventilation on demand, CO<sub>2</sub>
  - ✓ 改善排氣系統的效能，避免過量排出
    - 排風罩、風管系統TAB、隔離熱源
  - ✓ 減少間隙風(Infiltration)
    - 改善建築物氣密性
- 資通訊科技(ICT)運用與節約能源



## 常見的改善建議措施

善用網路與外部資源，培養自身專業能力。



# 網站資源

- 綠基會 <https://www.tgpf.org.tw/>
- 服務業節能服務網 <https://www.ecct.org.tw/>
- 工業節能服務網 <https://emis.itri.org.tw/>
- 節約能源園區 <https://www.energypark.org.tw/>
- 經濟部工業局產業節能減碳資訊網 <https://ghg.tgpf.org.tw/>

# 善用外部資源

- 各級政府輔導或補助資源
- 委付外部專家，團體
  - 專業技師(電機、冷凍空調、化工、機械或環保)
  - 研究機構(工研院、綠基會、產基會、學校)
  - 專業法人團體
- 設備廠商

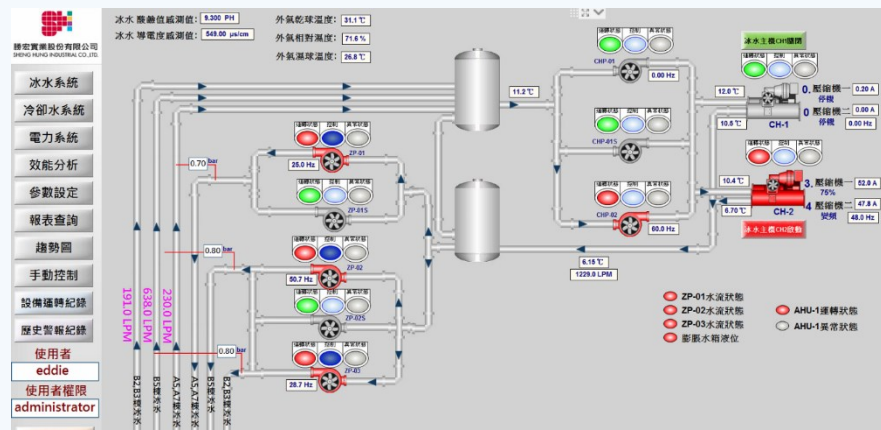


# 個案研究：工廠冰水機房整併

2017年度政府節能績效補助專案

## 背景說明

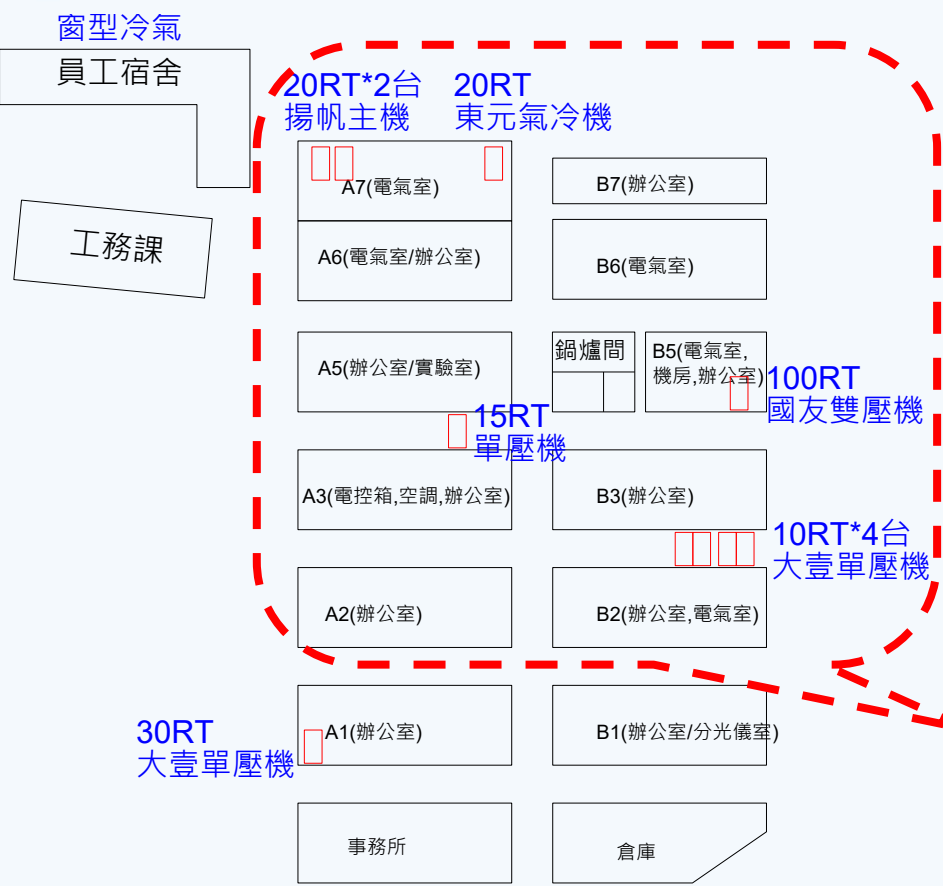
1. ISO 50001 輔導 (FY104)；協助制訂節能措施與推動策略 (FY105)，建立專業形象與互信；協助申請 ESCO 補助 (FY106)；持續合作 (後續改善與新建產線)。
2. 原有冰水系統分散於各獨立廠房，皆採用冰水混水桶供冷，造成冰水主機進出水溫差小。檢測冰水機房平均效率  $2.41 \text{ kW/RT}$ 。本案將各廠房冰水主機系統整併更新成一套中央機房，實測驗證後提高運轉能效為  $0.77 \text{ kW/RT}$ 。節約率 68%，估計每年可節約用電近 80 萬度，相當於每年可節省 220 萬元，約 6.7 年 回收。





# 勝宏大園廠空調系統介紹

大園廠區空調冰水機設備分佈位置圖



廠內冰水主機規格調查表

棟別	設備		台數	冷房能力 (RT/台)	耗電率 (kW)	製造年份	備註
	廠牌	型式					
B5	國友	雙壓螺旋機	1	100	74.0	2002	
B3	大壹	單壓機	4	10	-	-	24HR
A5	大壹	單壓機	1	15	13.5	-	
A7	揚帆	雙壓機	2	20	17.8 18.3	1993 2000	24HR
A7	東元	氣冷機	1	20	19.8	1994	電氣室
A1	大壹	雙壓全密閉	1	30	15.2	2011	

本專案能源效率提升對象

# 空調系統改善前狀況分析

- 各棟改善前冰水機房能源效率估算如下表，

棟別	冰水機容量 (RT)	設備總耗電* (kW)	冰水機房 能源效率 (kW/RT)
B3	10 x 4	55.1	1.38
B5	100	120.3	1.20
A5	15	19.9	1.33
A7	20 x 2	51.6	1.29
總計	195	246.9	1.27

\*包括主機、冰水泵浦、冷卻水泵浦、區域冰水泵浦、水塔耗電。

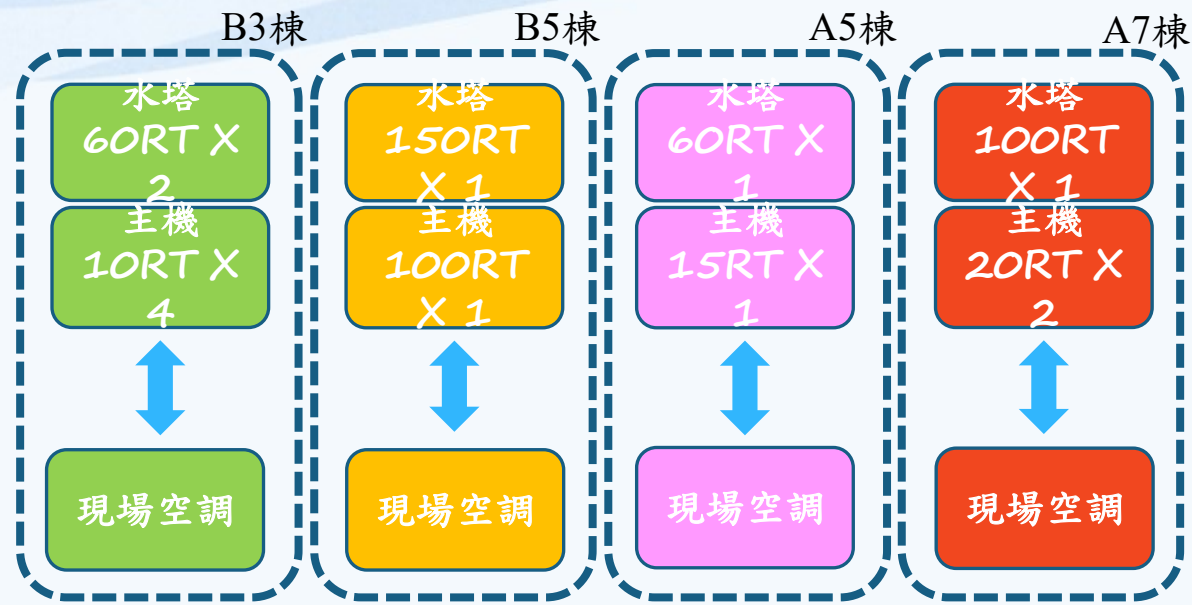
- 104年度ISO50001輔導計畫中，實測B5棟冰水主機能源效率為0.89~1.12 kW/RT。
- 相較於B5棟，其他棟別因冰機容量小，且均為渦卷式壓縮機，預估冰水系統能源效率應比B5棟低。

# 空調系統改善前狀況分析

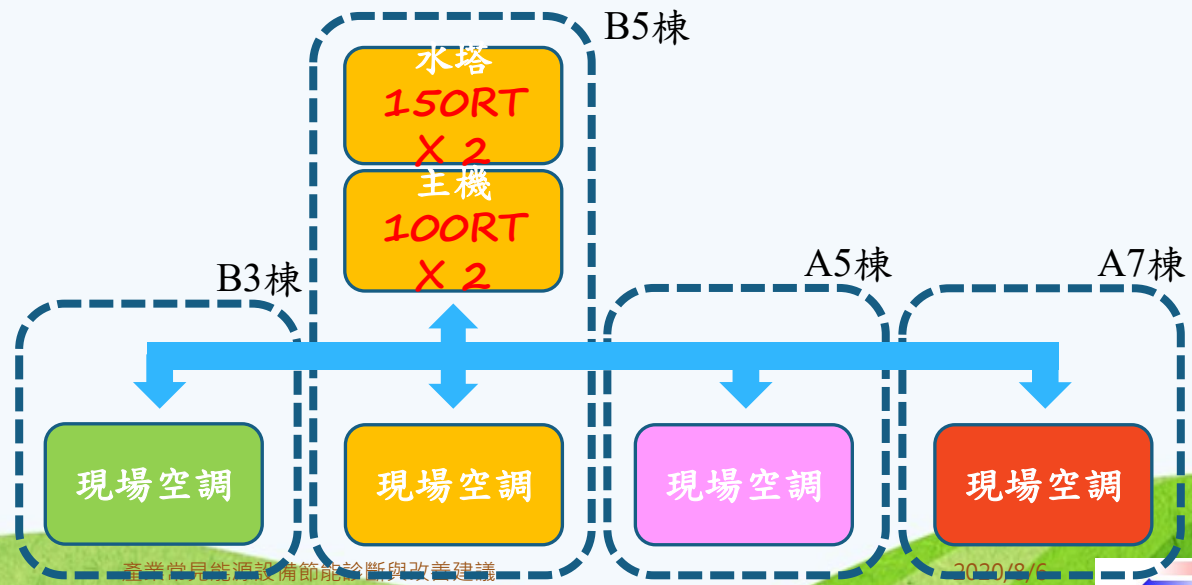
- 既有冰水系統均設置1座冰水緩衝槽，**出、回水管路於槽內混水**，冰水系統效能不佳。
- 設備皆為**定頻運轉**，未能有效節約系統用電。
- 除冰水主機採溫度控制啟停，其他設備多採**手動啟停**，操作管理不便。
- 既有系統皆使用**R22冷媒**，目前已受國際公約管制，日後設備**維護保養不易**。

# 節能方案

空調系統  
改善前示意圖  
(獨立配置)

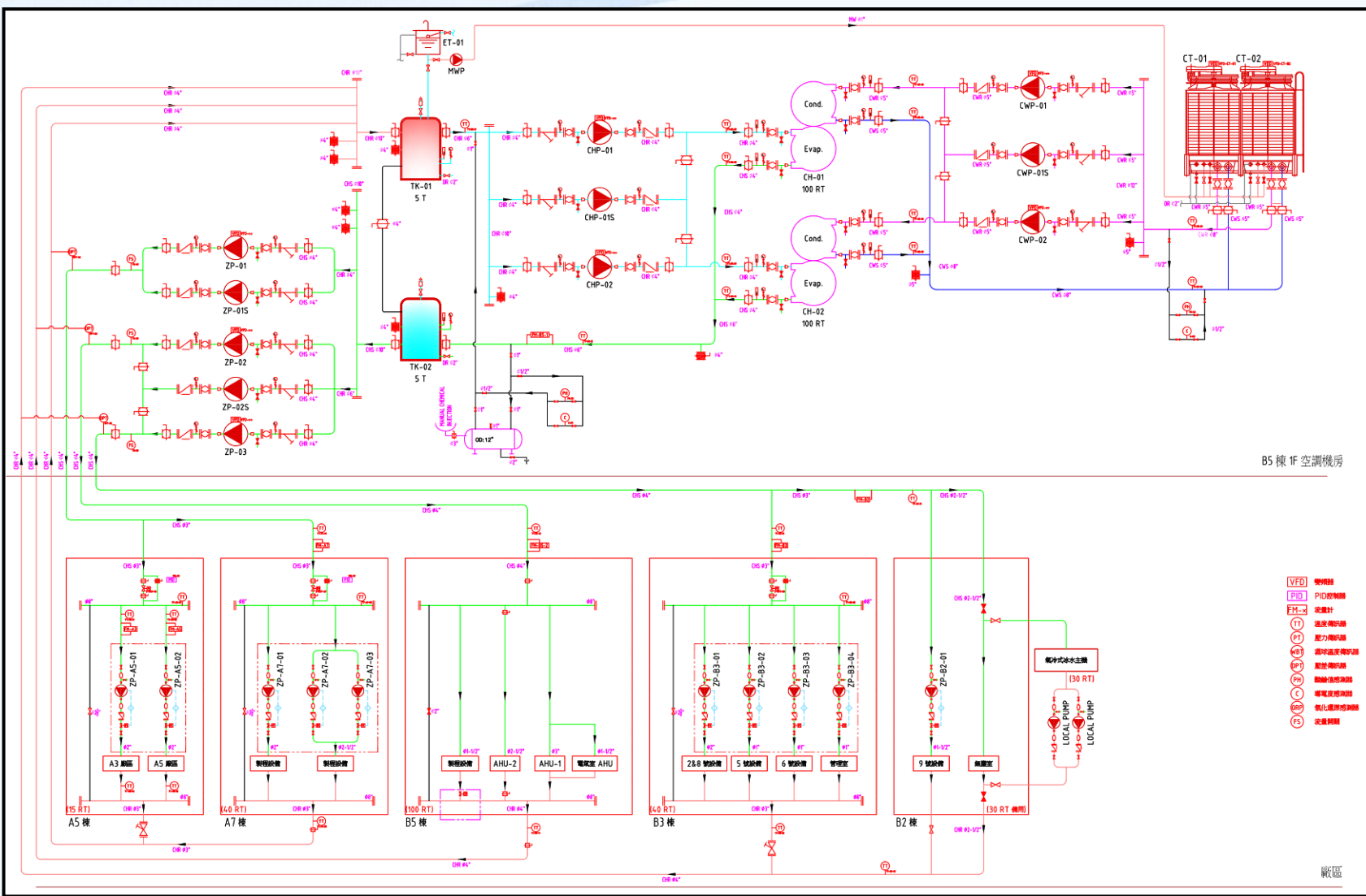


空調系統  
改善後示意圖  
(整併配置)





# 節能方案



## 空調系統水管路流程圖

產業常見能源設備節能診斷與改善建議

# 節能效益分析

項目	系統耗電 量測值 * (kWh/週期)	空調負載 量測值 * (RTh/週期)	冰水機房 能源效率 (kW/RT)	空調負載 平均值 (RT)	約定時數 (hr)	全年負載 (RTh/yr)	年耗電 (kWh/yr)	
改善前	B5	6,132.9	2,514.0	2.44	34.91	8,000	279,280	681,443
	A7	1,899.2	1,108.3	1.71	15.39	4,200	64,638	110,531
	A5	836.5	371.5	2.25	5.16	4,200	21,672	48,762
	B3	1,959.8	631.0	3.11	8.76	6,700	58,692	182,532
	總計			2.41			424,282	1,023,268
改善後	中央	10,165.8	13,237.8	0.768	36.77	8,000	294,172	225,914

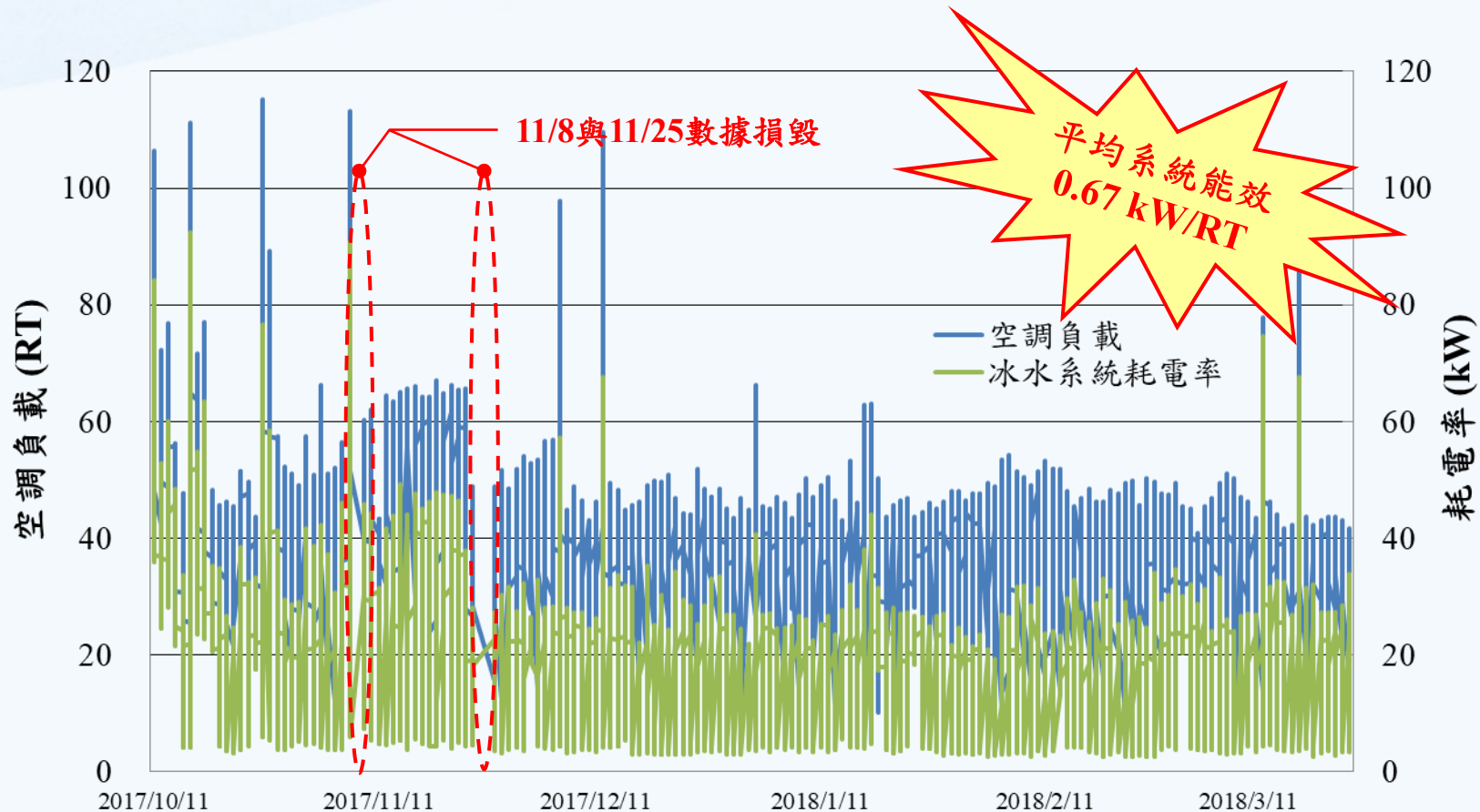
\* 改善前連續量測週期為72小時；改善後連續量測週期為360小時

- 量測驗證期間之節能效益

$$(2.41 - 0.768) / 2.41 = 68\%$$

# 節能效益分析

- 擷取2017/10/11~2018/3/25 有開機時段之運轉數據 (取樣間隔：1筆/分鐘)



- 2017/10/11~2018/3/25期間之節能效益

$$(2.41 - 0.67) / 2.41 = 72\%$$

## 結語

- 節約能源應從組織管理及高階經理人承諾開始。
- 建立管理組織與能源管理系統(EMS)，追蹤管考能效指標。
- 該用則用，該省則省(行為管理)。
- 善用外部專家團隊，持續推動改善。





# 簡報完畢

趙宏耀

鈞元能源技術工程股份有限公司

Email : [hy.chao@msa.hinet.net](mailto:hy.chao@msa.hinet.net)

[hychao538@hotmail.com](mailto:hychao538@hotmail.com)

Tel : +886-3328-3693

Fax : +886-3328-3697