

110年經濟部節能推廣研習會

UMC

FAB12A P1/P2廠

2021/09/28



報告大綱 – 基礎篇



節能改善



節能改善方針



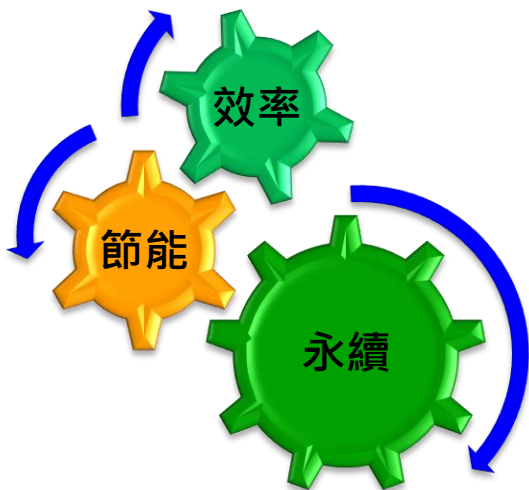
節電改善案例



1

節能改善

翻轉世界



認可

營業額

廣告費用

人事費用

水電費

否決

~~空調系統~~

~~電力系統~~

~~照明系統~~

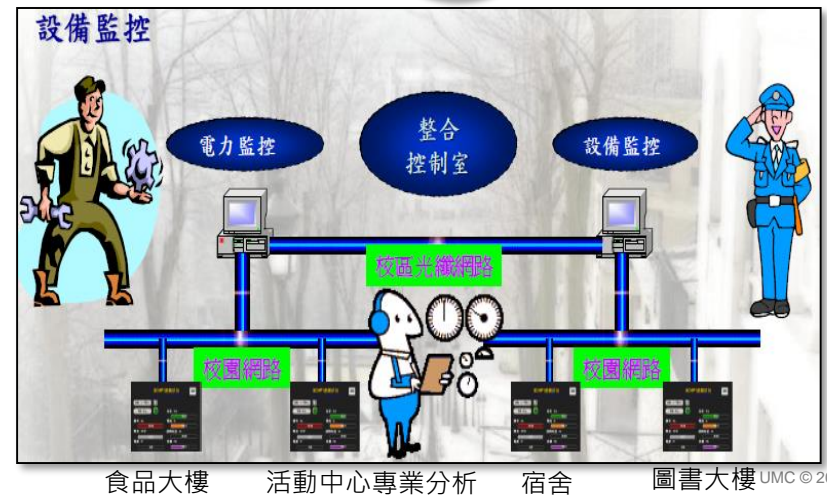
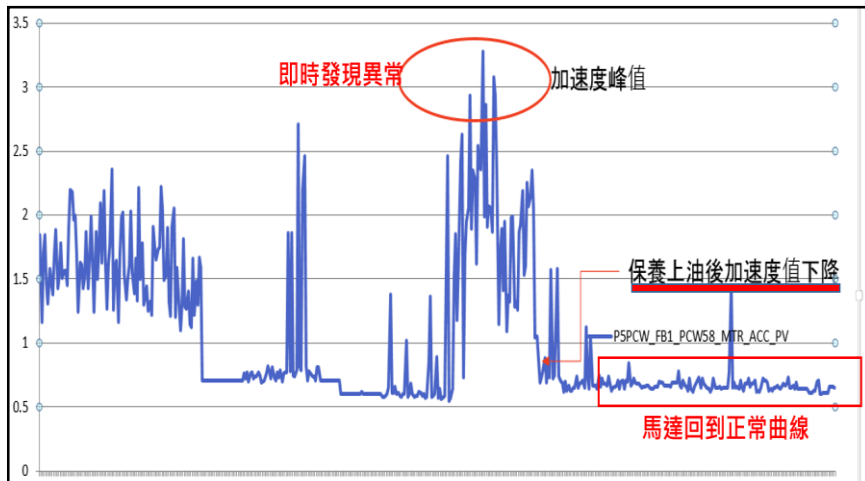
~~熱水系統~~

不再讓節電口號遙不可及

節能改善

節能效益

- 提升**企業形象&系統效率**
符合節能環保趨勢
- 故障預防、提升節能效益
- 節能**可視化分析**、提供運轉**效能最佳化**



節能改善

節能管理(1/2)

四大系統七大面向

照明



空調



電力



熱水



A. 運轉管理

B. 數據差異性分析

C. 系統效率比對管理

D. 節能分析管理

E. 季節溫度調控管理

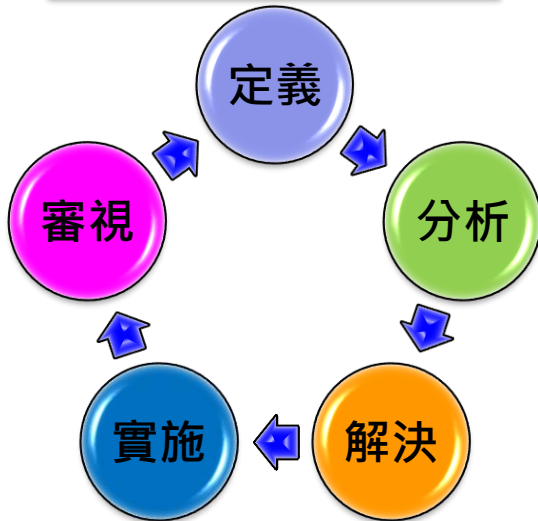
F. 故障預防管理(保養維護)

G. 設備異常管理(異音/震動/洩漏)

節能改善

節能管理(2/2)

關鍵指標管理



PDCA管理



顏色管理



節能改善

節能指標系統(1/2)

能源
指標

系統
指標

設備
指標

維護
指標

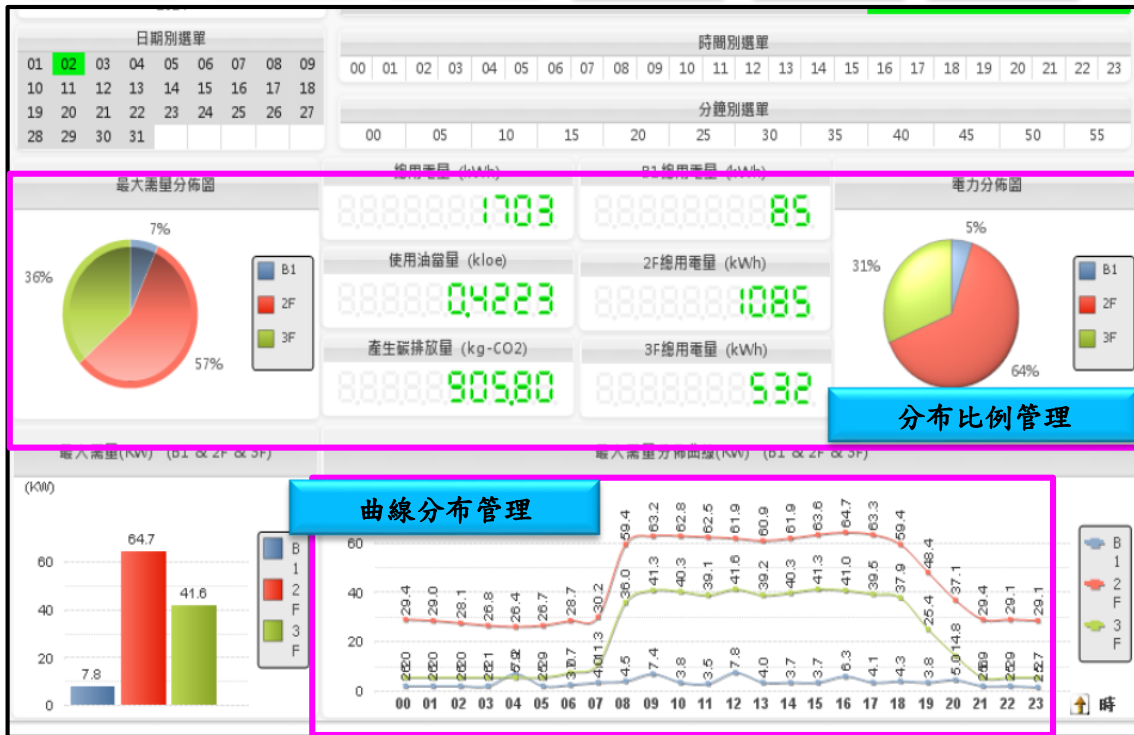
專家
指標

流向
指標

碳排
指標

能源
再生

ISO
5001

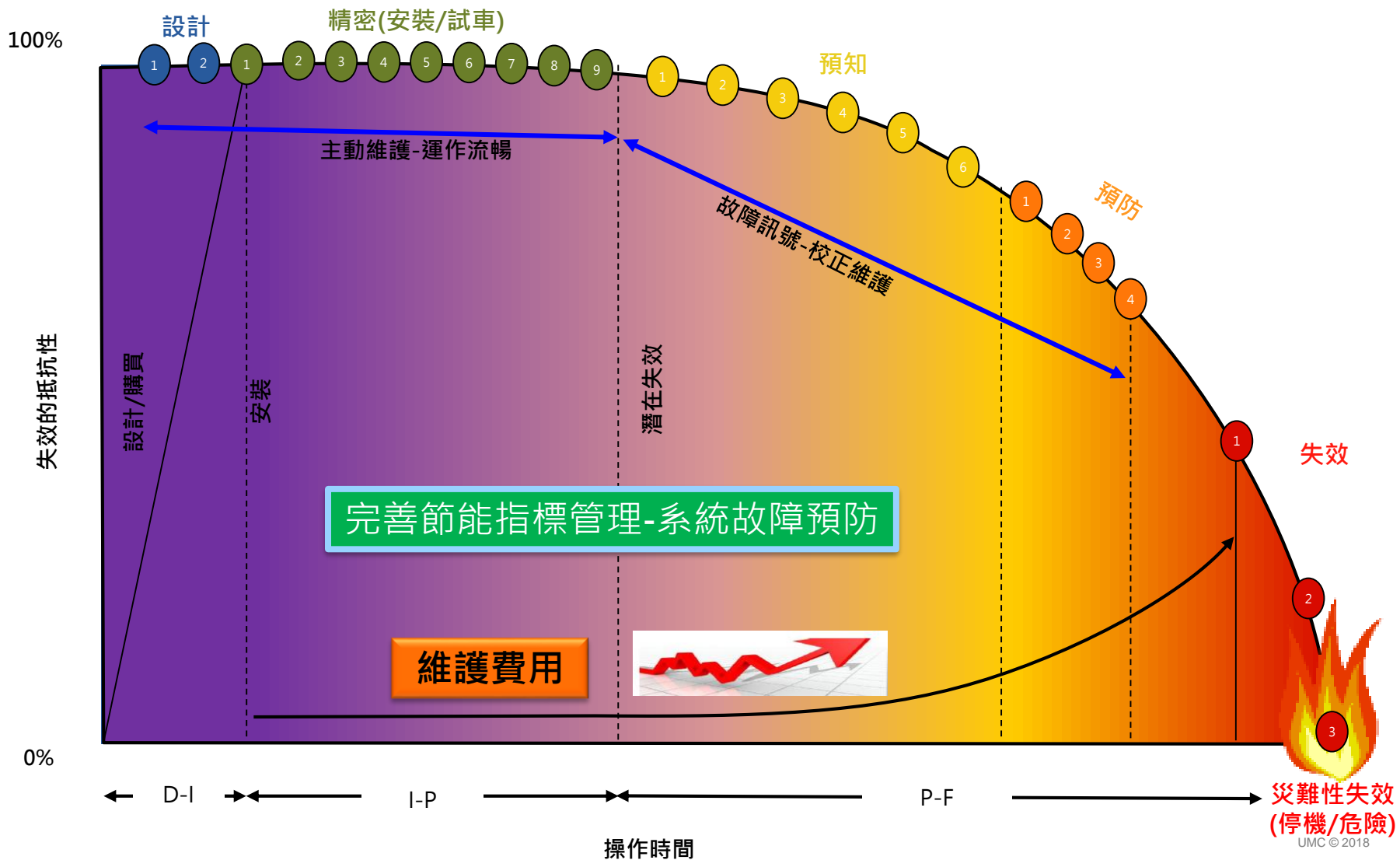


以**數字**及**圖表**展示，能夠快速、確實、清晰掌握各系統相關數據

指標達成，數據蒐集，可向相關單位申請**節能補助**

節能改善

節能指標系統(2/2)



節能改善

節能實例應用

多項專案執行-精益求精

策略

執行

成果

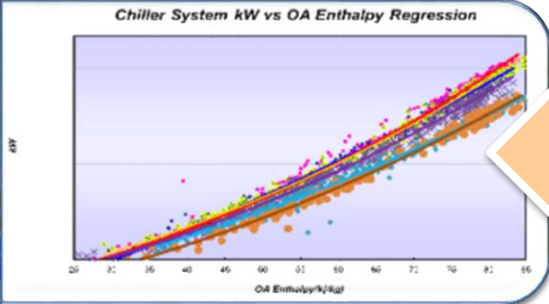
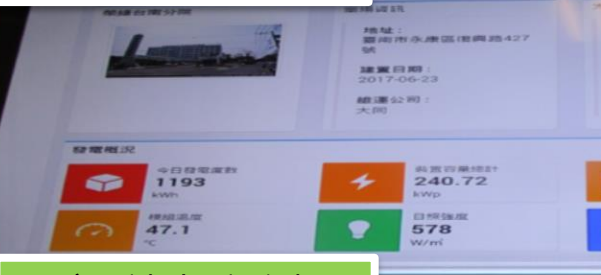
南藝大實例



措施類型	措施名稱	本項之能/資源耗用量	型式(單位)	預期/新增改善成效		降低成本(萬元/年)	投資費用(萬元)	ROI
				節/資源節約量	溫室氣體減量(tCO ₂ e/年)			
空調	CIM空調系統檢核	76.8	KW	606.192	308.55	168.52	650	
空調	冷氣設備汰換效益評估	39.774	KW	61.092	31.1	16.98	70	4-5%
空調	設計階段提供意見給空調建議							
空調	冷氣冷疑器定期保養清洗過濾網及冷疑器-省電2-5%							

現場調查-透過Data資料分析，從數據中找出線索、趨勢

榮總台南分院



設備改善，並即時數據更新，使系統最佳化運轉

南部科大實例

措施類型	措施名稱	本項之能/資源耗用量	型式(單位)	預期/新增改善成效		降低成本(萬元/年)	投資費用(萬元)	措施類型	措施名稱	本項之能/資源耗用量	型式(單位)	預期/新增改善成效		降低成本(萬元/年)	投資費用(萬元)
				節/資源節約量	溫室氣體減量(tCO ₂ e/年)							節/資源節約量	溫室氣體減量(tCO ₂ e/年)		
電力系統	建置電力資訊系統	2,520,000 kWh/年	電力(kWh/年)	126,000 kWh	70	35.2	100	空調	定頻>變頻冷氣	617,824	kWh	199,356	110,443	87.5	70

現況問題：校區目前未建立可分層能源管理系統，無法有效管理各區域使用量。
 建議改善方法：必須建置可分層能源管理控制分析管理系統之規劃設計。能源監控系統可提供建築管理人員一套強有力的管理工具
 節能潛力估計：
 1. 節能效益(kWh/年)：透過用電資訊的建立並確實用電分析落實用電管理，預計2,520,000度可達到電費降低5%的效益，預估省能效益為126,000度/年。
 2. 減碳效益(tCO₂e/年)：110,443

成果驗收，效益分析，節能補助申請



- 定期維護保養確保設備效能
- 搭配風扇使用,調整溫度設定
- 依季節變化導入free cooling
- 檢討整體系統導入變頻功能
- 設置能源監控管理系統進行能耗分析
- 電腦/電信機房採用冷熱通道分離

- 全面採用LED高效型燈具
- 增加室內採光面積
- 使用感應式自動偵測控制開關或亮度調整
- 根據需求調整燈具數量

節能管理制度

空調設備系統

電力設備系統

照明設備系統

熱水設備系統

- 定期召開節能管理會議
- 制定設備定期保養及檢點表
- 建立節能教育宣導機制
- 定期檢討設備能耗及用電情形
- 積極參與相關能源政策

- 訂定合理契約容量值
- 提高系統之功率因數
- 設置電力監控與管理系統
- 選用適當容量之設備

- 採用熱泵供應熱水
- 依季節調整熱水加熱溫度
- 提高鍋爐燃燒效率
- 加強管線/桶槽保溫

節能改善方針

現地訪視-設備診斷

運轉現況

評估改善

分析效率



設備老舊

耗電、效能低下

未妥善維護



執行之優先時序

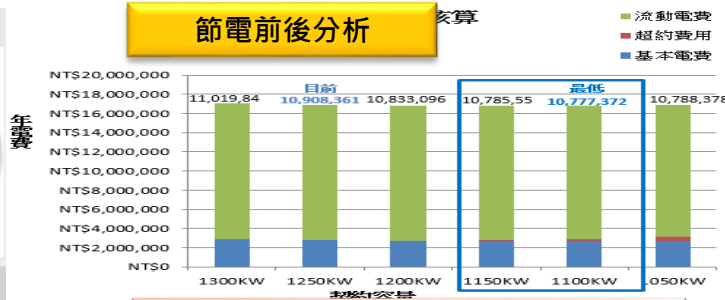
效率提升

保養維護項目



以專案方式呈報

節電前後分析



為長期節電目標奠定基礎

節能改善方針

整體節能改善建議-時序分配

短期

01

- Office 溫度調升1°C
- FCU可搭配電燈開關作連動控制
- 定期保養清洗 AHU過濾網及CT
- 契約容量、功率因數調整

中期

02

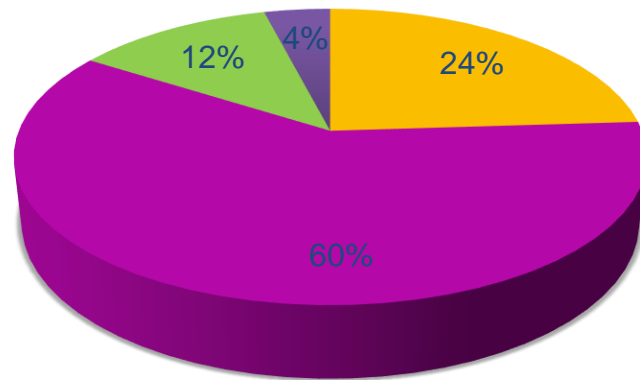
- 螢光燈管汰換LED燈管
- 少人出入卻須常亮的處所建議改用微波燈管或配置感知器

長期

03

- 冷卻水泵安裝變頻器
- AHU風車安裝變頻器
- 冰水主機溫度最適化 (提升1度)
- 監控整合，EMS系統強化

耗電量



■ 電力系統 ■ 空調系統 ■ 照明系統 ■ 熱水系統

契約
容量

冰水主機

變頻冷氣

能源
改善重點

照明燈具

節能改善方針

未配置中央監控系統也能執行節電

增加移動式EMS硬體



智慧勾表

藍芽傳輸



Gateway收集多個智慧勾表資訊

WI-FI傳輸

一目了然

智慧用電系統管理平台



自動轉成圖表，清晰可視化

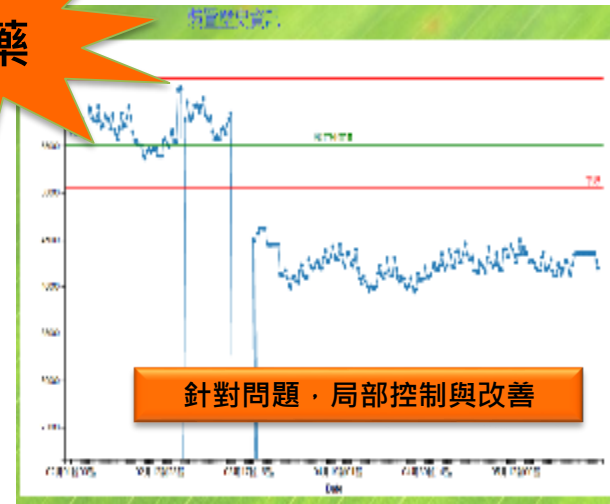
對症下藥



現場實景圖



現場實景圖



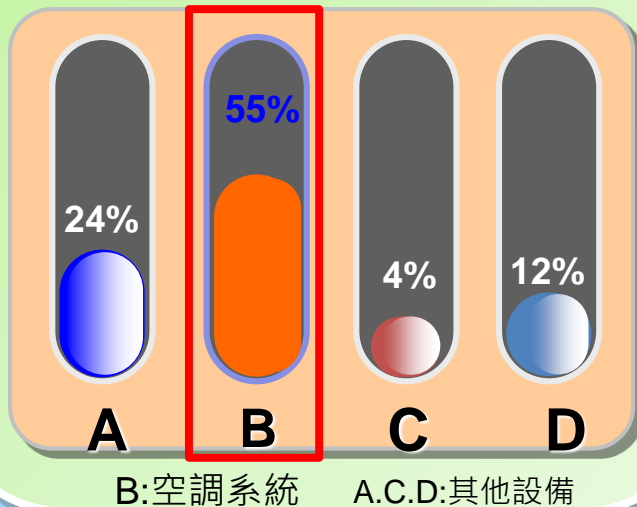
針對問題，局部控制與改善

空調系統改善(1/14)

百貨/飯店/學校/公司

現況問題

- 空調冰水設備及系統，約佔整體耗電 **55~60%**



建議改善作法

可立即改善:

- 非夏季調升冰機出口溫度1度
- 降低**冷凝溫度1度**(改善冷卻水塔)
- 加強冰水管路**保溫**

長期規劃改善:

- 冰水主機汰舊更換**高效變頻**或外掛變頻器
- 保養維護檢視，確保凝縮器與冷卻水塔**散熱效率**

※預估改善效益：

- ☑ 立即改善可節省 **15%** 耗能
- ☑ 長期改善可節省 **20~30%** 耗能



節能改善案例

空調系統改善(2/14)

冰水、冷卻水改善

百貨/飯店/學校/公司

- 以冷媒莫里爾線圖可知，在系統供應不受影響下，**蒸發器溫度提高**或是**冷凝器溫度降低**，均可以有效**提高冰水主機效能與節電**

冰機出水溫度提升 1°C，約可節省 3% 耗能

凝縮器熱交殼管&冷卻水塔確實保養維護下
冷卻水溫度下降 1°C，約可節省 2~3% 耗能

高壓壓力 ↓ 運轉電流 ↓ COP ↑



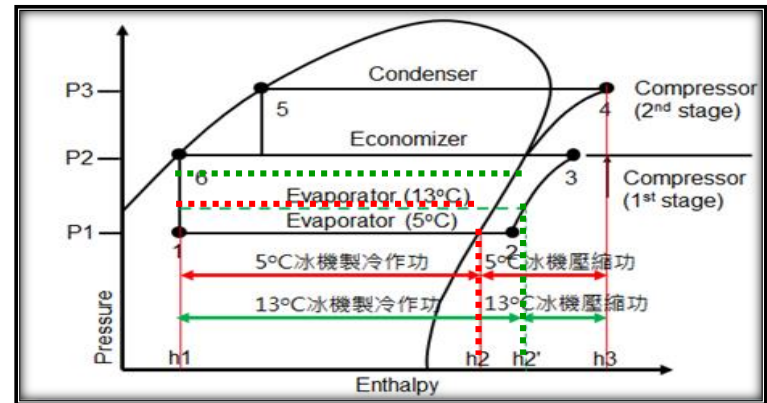
維護冷卻水塔之散熱效率



保溫材脫落，降低冰水效率



(長期規劃)選配壓縮機變頻高效機種



冰機在不同出水溫度下之莫尼爾線圖

空調系統改善(3/14)

改善效益分析

冰水、冷卻水改善

(飯店共計6台冰機)

措施類型	措施名稱	本項之能/資源耗用量	型式(單位)	預期/新增改善成效		降低成本(萬元/年)	投資費用(萬元)	回收年限
				能/資源節約量				
				節約量(kWh/年)	溫室氣體減量(tCO ₂ e/年)			
空調	冰機出水溫度提升 1°C	180,900	kWh	475,000	253	123.6	NA	NA

450RT冰水主機: 6.5°C調整溫度為7.5°C (平均每日運作20小時) 單台:冰機能耗約301.5kW

節能 $301.5\text{kW} \times 24\text{h} \times 365\text{天} \times 3\% \times 6 = 47.5$ 萬度

節省 $47.5\text{萬} \times 2.6\text{元} = 123.6$ 萬元

抑低CO2排放量 $475 \times 0.533 = 253$ 公噸(Tons)

(飯店共計6台冰機)

措施類型	措施名稱	本項之能/資源耗用量	型式(單位)	預期/新增改善成效		降低成本(萬元/年)	投資費用(萬元)	回收年限
				能/資源節約量				
				節約量(kWh/年)	溫室氣體減量(tCO ₂ e/年)			
空調	冷凝溫度降低 2°C(冷卻水塔保養)	180,900	kWh	443,000	236	115.3	25	NA

節能 $301.5\text{kW} \times 24\text{h} \times 365\text{天} \times 2.8\% \times 6 = 44.3$ 萬度

節省 $44.3\text{萬} \times 2.6\text{元} = 115.3$ 萬元

節能改善案例

空調系統改善(4/14)

冰水泵/循環泵改善

百貨/飯店/學校/公司

現況問題

- ※ 冰水泵老舊效率僅**68%**
- ※ **無變頻**設計，全載輸出耗能
- ※ 有設置變頻泵未做**末端壓差控制**
- ※ 變頻主機與變頻泵控制無最佳化，設備產生**追逐現象**



建議改善作法

可立即改善:

- ※ 協調各設備廠商，耦合變頻參數**最佳化**設定

長期規劃改善:

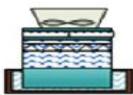
- 確認循環水迴路，冰水泵採用變流量**末端壓差**控制
- 老舊泵浦逐年更新**高效變頻泵**
- 現有泵浦逐年規劃增設**變頻器**

節能3~5%

單一設備節能：冷卻水塔

無考慮造成其他設備耗能：冰水主機

單一設備節能



整體冰水系統最佳化

節能8~17%

冰水主機

考慮各設備彼此間能耗關係

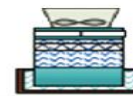
冷卻水塔



冰水泵



冷卻水泵



節能改善案例

空調系統改善(5/14)

冰水送風機改善

百貨/飯店/公司

現況問題

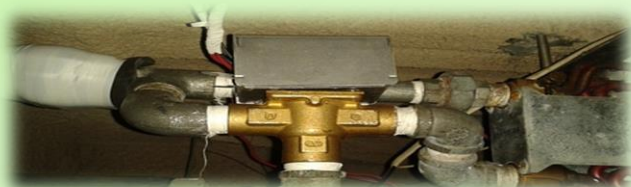
- 送風馬達為傳統手動風速調整(長期設定於強風)
- 冰水管路電磁閥老舊故障，關機後冰水仍持續流動



圖片來源:弘旭空調機械

建議改善作法

- 送風馬達更新為直流變頻
- 二次側冰水迴路健檢
- 汰換作動不良之冰水控制電磁閥



改善效益分析

飯店房間及儲藏室共計182台

措施類型	措施名稱	本項之能/資源耗用量	型式(單位)	預期/新增改善成效		降低成本(萬元/年)	投資費用(萬元)	回收年限
				能/資源節約量				
				節約量(kWh/年)	溫室氣體減量(tCO ₂ e/年)			
空調	冰水送風機改善	72,800	kWh	531,440	31.1	45	230	5年

節能改善案例

空調系統改善(6/14)

■ 現況&問題:

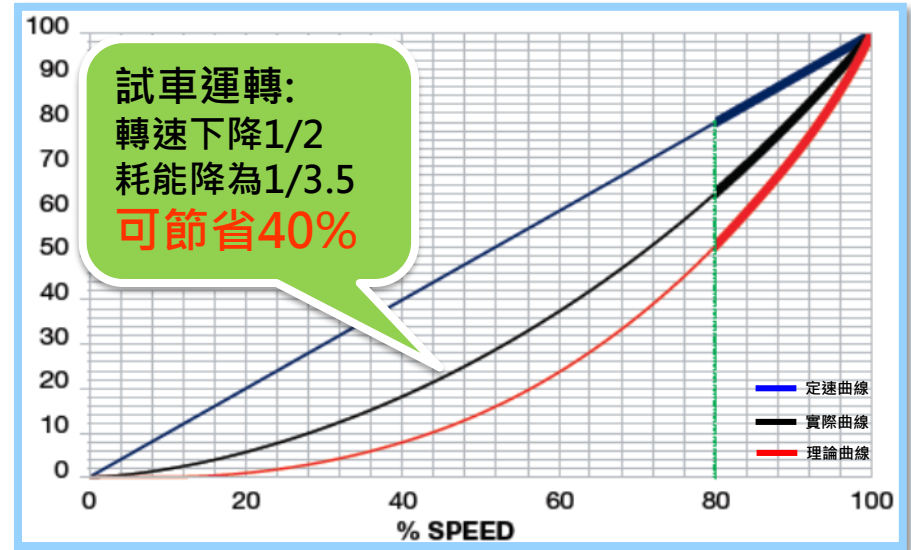
1. 百貨全棟79台空調箱/飯店全棟54台空調箱
2. 空調風車為定速馬達-全載運轉耗能

■ 建議改善作法:

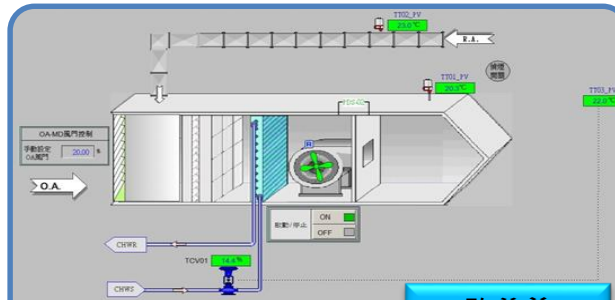
因營業及營運需求，空調箱風車逐步增設 Inverter 節能

空調箱送風馬達增設變頻器

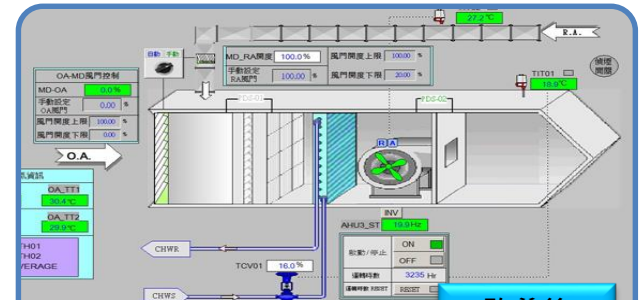
中部某百貨&飯店



中央走道及公共空間



風車全載運轉，
冰水閥控制環境溫度



1. AHU增設變頻器
2. 冰水閥控制風管出風溫度
3. 風車轉速控制環境溫度

空調系統改善(7/14)

改善效益分析

空調箱送風馬達增設變頻器

措施類型	措施名稱	本項之能/資源耗用量	型式(單位)	預期/新增改善成效		降低成本(萬元/年)	投資費用(萬元)	回收年限
				能/資源節約量				
				節約量(kWh/年)	溫室氣體減量(tCO ₂ e/年)			
空調(空調箱)	風車定頻轉為變頻	1179	kWh	434,997.7	NA	1131	1200	1.2年

百貨AHU 79台增設變頻器節能運轉

	馬力 (hp)	KW	預估增設後頻率(hz)	年節電量 kWh/年
AHU-1	10	7.46	50	27,532
AHU-2	10	7.46	50	27,532
AHU-3	20	14.92	50	55,063
AHU-4	20	14.92	50	55,063
AHU-5	20	14.92	40	91,974
AHU-6	25	18.65	40	114,967
79台(20hp)	1580	1179		434,997.7
節省電費(元)	1度 2.6元			1131萬

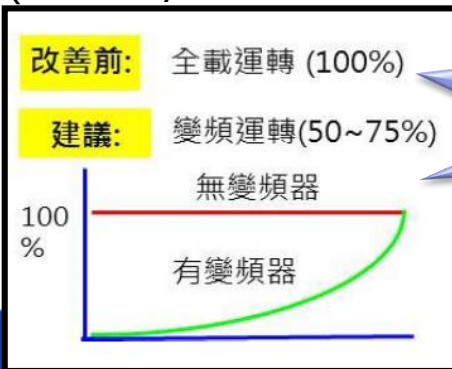
節省電力：435萬 kWh/年

節電量 $[1580-1580 \times (\text{預估風車頻率}/60)^3] \times 24 \times 365 = 434,997.7 \text{ kWh/年}$

投資成本：約1200萬元

效益 434,997.7 kWh/年 \times 2.6元/kWh = 1131萬元

ROI = 約1200萬 / 1131萬 = 1.2年
(隨季節/負載變頻變化影響)



數量越多回饋之效益越大

節能改善案例

空調系統改善(8/14)

散熱不良空調設備運轉電流高

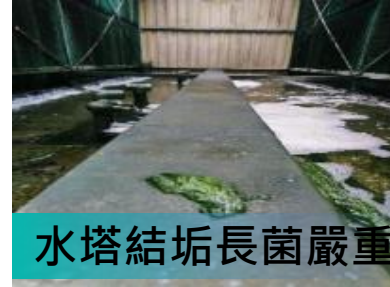
中部某自行車製造業

■ 現況&問題:

- 1.冷卻水塔散熱材及箱型機冷凝盤管因地下水質問題極易產生結垢
- 2.造成冰機及箱型機散熱不良，運轉電流上升導致跳機，影響產線生產與製程

■ 建議改善作法:

增設水質改善監控系統-加藥處理
縮短保養週期-保持設備運轉效能



RCU-F1001WSD		HITACHI			
主機狀態		冷媒系統			
開機	文字	系統1	系統2		
運轉模式: 雙壓運轉		單位	1號機	2號機	
主機控制		高壓壓力	kgf/cm ² G	6.4	7.0
制御模式(#1): 停機中		低壓壓力	kgf/cm ² G	2.5	3.2
制御模式(#2): 停機中		吐出溫度	°C	60.0	52.0
水溫模式: 出水溫度控制		水溫狀態		文字	系統
電壓: 220.0 V		冰水入水溫度	°C	15.0	
電流: 50.0 A / 43.8 A		冰水出水溫度	°C	7.0	
		冷卻水入水溫度	°C	25.0	
		冷卻水出水溫度	°C	35.0	

由運轉高低壓力、電流及出入水溫，確實掌握設備狀況

對症下藥
有效節電管理



熱交管路結垢



熱交管路清洗



空調系統改善(9/14)

改善效益分析

散熱不良空調設備運轉電流高

措施類型	措施名稱	本項之能/資源耗用量	型式(單位)	預期/新增改善成效		降低成本(萬元/年)	投資費用(萬元)	回收年限
				能/資源節約量				
				節約量(kWh/年)	溫室氣體減量(tCO ₂ e/年)			
空調	水質改善降低空調設備電流	NA (自行找廠商增設水質改善設備)	kWh	349,621	37	90.9	280	3年

● 節能潛力估計：

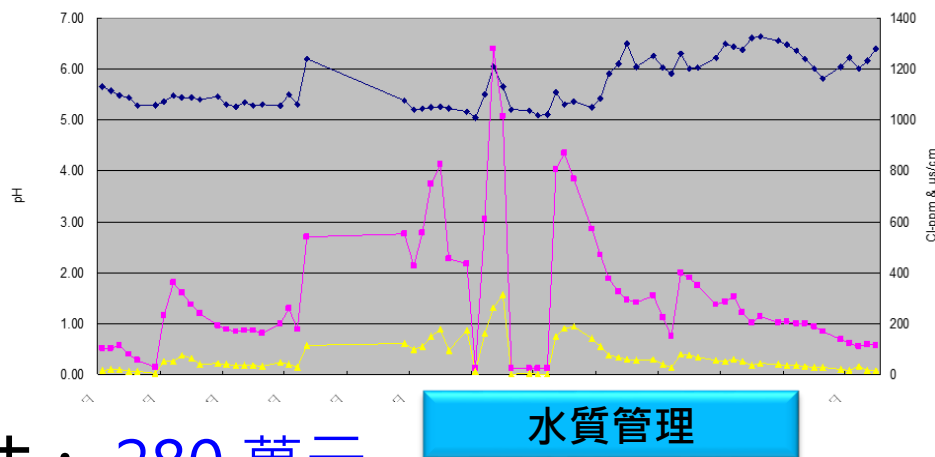
1. 節能效益: 約35萬 (kWh/年)
2. 減碳效益(tCO₂e/年) => 37
3. 經濟效益(萬元/年) => 90.9

節省電費(2.6*349,621=90.9萬)

● 保養費及增設水質改善費用評估：280 萬元

● 回收年限：280/90 ≈ 3年

● 其他說明：因其空調主機設備已採變頻機種，於低頻運轉下可再省電2~5%



節能改善案例

空調系統改善(10/14)

電腦/電信機房冷熱通道改善

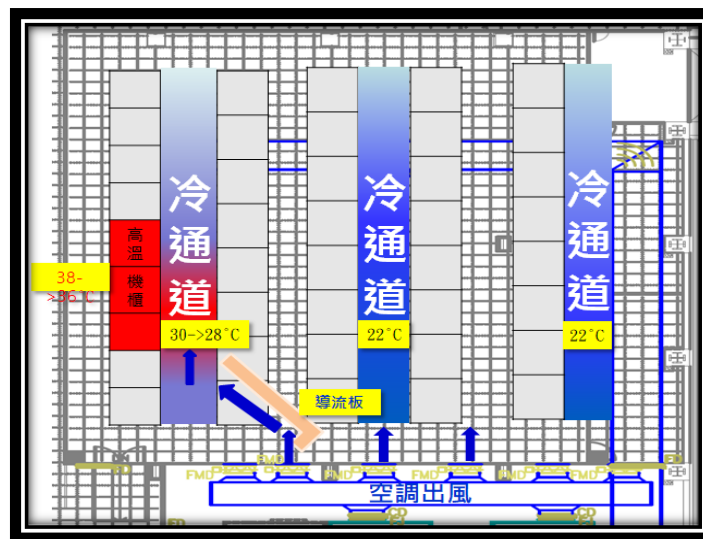
百貨/飯店/學校/公司

■ 現況&問題:

- 風管配置偏單一側，風量不平衡
- 機櫃位置不齊，通道大小不一，形成紊流，溫度分配不均

■ 建議改善作法:

1. 增設導風板
2. 增設PVC垂簾
3. 調整高架地板孔洞大小



增設垂簾，阻絕紊流



高架地板下加設導風板



風速差異0.9->1.8m/s

孔洞變更調整風壓

改善前：平均每日用電量332度

改善後：平均每日用電量283度

節省電力：(332度-283度) × 365日

=> **17.89**kWh/年

經濟效益：17.89×3.5元/度=**6.2**萬元/年

減少CO2排放量：17.89千度×0.554Kg/度
=9.91公噸/年



動巧思-人人都是節電專家

措施類型	措施名稱	本項之能/資源耗用量	型式(單位)	預期/新增改善成效		降低成本(萬元/年)	投資費用(萬元)	回收年限
				能/資源節約量				
				節約量(kWh/年)	溫室氣體減量(tCO ₂ e/年)			
空調	機房冷熱通道改善	332	kWh	17.89	9.91	6.2	8	1.2

節能改善案例

空調系統改善(12/14)

耗能分離式冷氣定頻改變頻

大學院校/社福辦公室

- 現況&問題:目前共有16台1對1定頻分離式冷氣，整體耗電量高，電費驚人
- 建議改善作法:
 - 建議整合老舊空調設備，導入VRF高能效空調系統
 - 選用一級能效、噸數符合之機種，維持低頻運轉，達到節能最大效益
 - 定溫設定26度以上，可將節能效益最大化



冷氣調高1°C，預計可節電6%

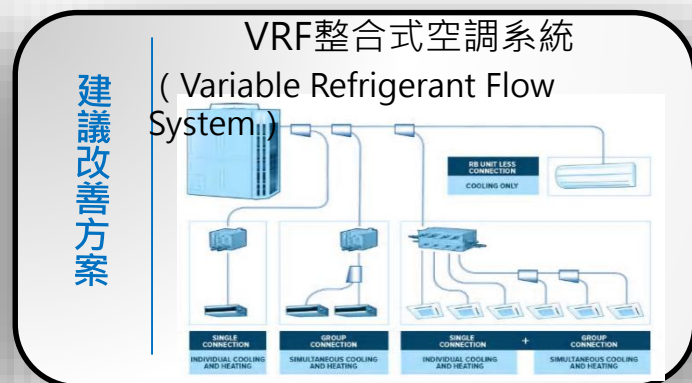


積極參與協助公益機關團體節電改善



選用一級能效

R32環保冷媒



空調系統改善(13/14)

改善效益分析

耗能分離式冷氣定頻改變頻

措施類型	措施名稱	本項之能/資源耗用量	型式 (單位)	預期/新增改善成效		降低成本 (萬元/年)	投資費用 (萬元)	回收年限
				能/資源節約量				
				節約量 (kWh/年)	溫室氣體減量(tCO ₂ e/年)			
空調	定頻機種改為一級能效變頻	39.774	kWh	61,092	31.1	16.98	70	4~5年

兩種方案:VRF系統節能效益17%，預估ROI 4~5年。若採1對1汰舊換新，節能效益16%，ROI相當

➤ 節能潛力估計：

1. 節能效益(kWh/年) => 6.1萬kWh/年
2. 減碳效益(tCO₂e/年) => 31.1tCO₂/年
3. 經濟效益(萬元/年) => 16.98萬/年

➤ 工程費用評估：70萬元

➤ 回收年限：4~5年(維持低頻運轉達到節能最大效益)

➤ 其他建議：

預計可節電2%



- ✓ 散熱鰭片通道阻塞，阻礙散熱面積，降低運轉效率。
- ✓ 管路保溫用保溫材脫落，日照升溫，效率降低。

冷氣濾網定時清洗



預計可節電2~5%

再配合溫度控管
節電可達8%
縮短回收年限



節能改善案例

空調系統改善(14/14)

■ 現況&問題:

教室無人使用時，未能隨手關閉冷氣，造成能源浪費。

■ 建議改善作法:

初期設置:現場空調系統與燈具連動
自動關閉空調，避免人員忘記關閉而
浪費能源。

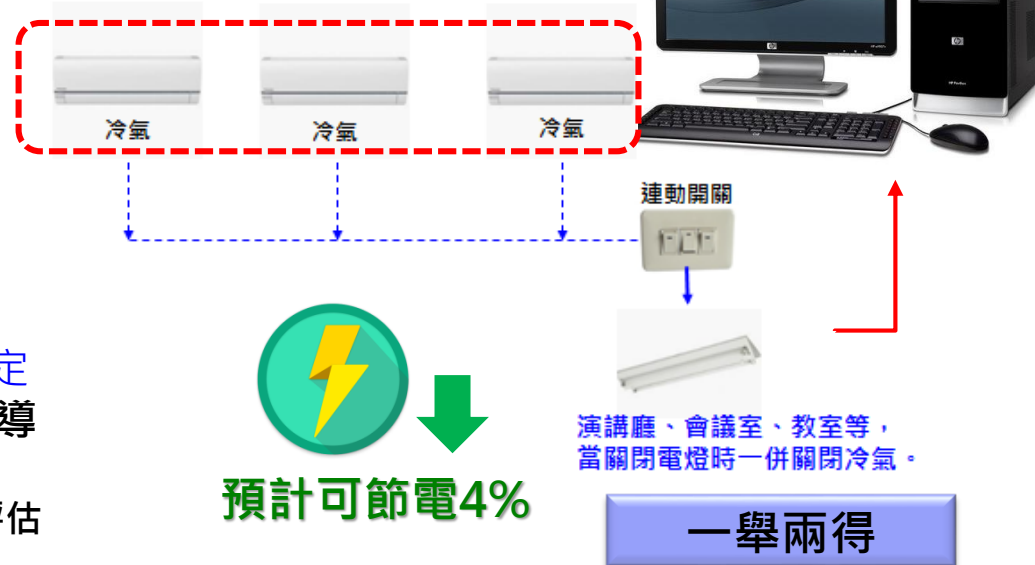
後期設置:

因人員異常開關造成空調設備故障率提高
建議與監控系統整合，並鎖定室內溫度設定
不低於26度，除節能外也可避免溫差過大導
致人員不適

因設備端與監控整合需專案處理，成本需另行評估

教室冷氣連動照明控管

大學院校



措施類型	措施名稱	本項之能/ 資源耗用 量	型式(單位)	預期/新增改善成效		降低 成本 (萬元/年)	投資 費用 (萬元)	回收 年限
				能/資源節約量				
				節約量 (kWh/ 年)	溫室氣體減量 (tCO ₂ e/年)			
空調系統 照明系統	冷氣連動管控	1,987,378	KWH/Y	79,495	48.7	22.2	150	6.8

節能改善案例

照明系統改善(1/2)

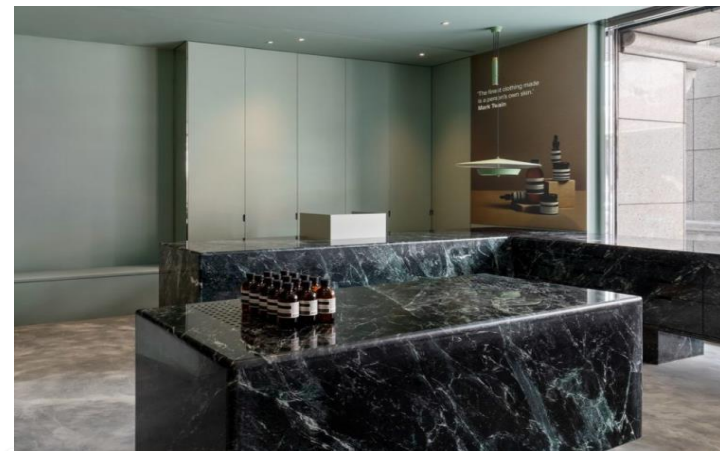
燈具汰換與照明控管

百貨/飯店/學校/公司

- 現況&問題:
校園尚有85%照明使用較耗能之傳統日光燈及複金屬燈
- 建議改善作法:
 - 更換節能燈管：辦公室/會議室/路燈/景觀燈高耗能照明，建議更換LED燈具節省用電
 - 增設感應器：戶外路燈定時控制建議改為光感應器自動控制



停車場及公共區域採光感式LED燈



百貨白日可採玻璃帷幕日光照明



T5燈管→
LED燈管



PL燈管→
LED燈管



戶外燈具
(HID氣體放
電燈)

措施類型	措施名稱	本項之能/資源耗用量	型式(單位)	預期/新增改善成效		降低成本(萬元/年)	投資費用(萬元)	回收年限
				能/資源節約量				
				節約量(kWh/年)	溫室氣體減量(tCO ₂ e/年)			
照明	照明改LED燈	28.9	kWh	134,957	74.8	37.8	117	3.1年

鹵素燈泡/PL燈/T8燈管更換LED節能照明。(耗電量約下降50%)

• 節能潛力估計：

- 1. 節能效益(kWh/年)：13.5萬
- 2. 減碳效益(tCO₂e/年)：74.8
- 3. 經濟效益(萬元/年)：37.8

- 工程費用評估：117萬元
- ROI：估算3.1年(117*37.8 ≈ 3.09)
- 其他說明：照明使用時數 1,440HR/年

鹵素燈泡更換



PL燈更換



4尺T8燈管



節能改善案例

電力系統改善(1/2)

契約容量改善最適化

百貨/飯店/學校

■ 現況&問題:台電契約容量 檢討最適化節費

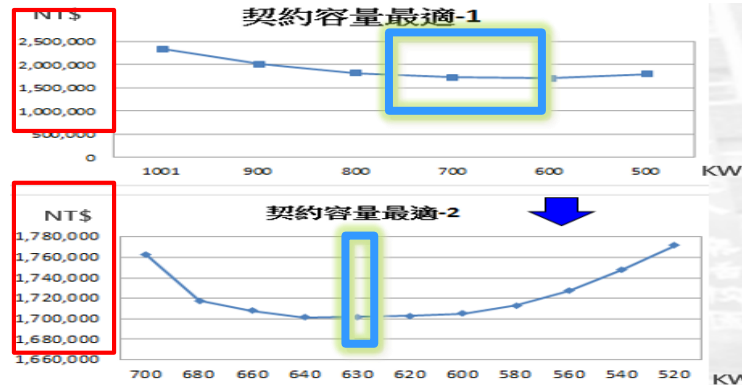
■ 建議改善作法:

台電契約2150KW調降至1600KW

長期建議:

➤ 照明/空調/電力節能改善後，預估可再調降80~200KW

➤ 近年因溫室效應氣候變化急遽，空調夏季耗能大，仍建議採"定額契約" & "年檢討調整"



月份	契約容量	修改契約調整	最高需量	剩餘契約	降低後剩餘	節省	罰款	計費度數
109/08	2150	1600	1384	766	216	122980		578000
109/07	2150	1600	1800	350	-200	122980	-89440	792400
109/06	2150	1600	1692	458	-92	91795	-30710	736800
109/05	2150	1600	1284	866	316	91795		564800
109/04	2150	1600	1268	882	332	91795		589200
109/03	2150	1600	876	1274	724	91795		357200
109/02	2150	1600	980	1170	620	91795		441200
109/01	2150	1600	1044	1106	556	91795		571000
108/12	2150	1600	1432	718	168	91795		610000
108/11	2150	1600	1652	498	-52	91795	-17358	718800
108/10	2150	1600	1644	506	-44	122980	-19677	673600
108/09	2150	1600	1392	758	208	122980	-157184	518400
節省費用						1069096		

降低550KW
可節省106.9萬/年



改善效益分析

措施類型	措施名稱	本項之能/資源耗用量	型式(單位)	預期/新增改善成效		降低成本(萬元/年)	投資費用(萬元)
				能/資源節約量			
				節約量(kWh/年)	溫室氣體減量(tCO ₂ e/年)		
契約容量	最適化調整	NA	NA	NA	NA	106.9	0

依各行業用電需求 搭配最適計電方案

節能改善案例

電力系統改善(2/2)

■ 現況&問題:

因季節溫度影響，用電量不同，功率因數會有高低起伏。

■ 建議改善作法:

1. 功因偏低月份: 投入電容器調整功因至0.95
2. 功因較高月份: 關閉電容器調整功因至0.95



- 分段保護熔絲(Fuse)
- 自動功因調整器(APFR)
- 電磁接觸器(MC)
- 電抗器(Reactor)
- 電容器(Capacitor)
- 散熱風扇(Fan)

圖片來源: 保帆企業

功率因數改善最適化

百貨/飯店/學校

月份	計費期間	基本電費(約定)	基本電費(非約定)	流動電費	功率因數調整費	加收收項金額(備註)	總額	功率因數
1月	108/12/01 ~ 108/12/31	350,490	0	1,823,455	-32,609	0	2,141,336	99
2月	109/01/01 ~ 109/01/31	350,490	0	1,043,417	-20,909	0	1,372,998	99
3月	109/02/01 ~ 109/02/29	350,490	0	753,275	-16,556	0	1,087,209	99
4月	109/03/01 ~ 109/03/31	350,490	0	1,749,284	-31,497	0	2,068,277	99
5月	109/04/01 ~ 109/04/30	350,490	60,418	1,736,035	-31,298	0	2,115,645	99
6月	109/05/01 ~ 109/05/31	350,490	252,854	2,316,785	-40,009	0	2,880,119	99
7月	109/06/01 ~ 109/06/30	469,560	357,536	3,105,437	-53,625	0	3,878,908	99
8月	109/07/01 ~ 109/07/31	447,549	293,810	1,835,695	-34,249	0	2,542,806	99
9月	109/08/01 ~ 109/08/31	469,560	0	1,460,379	-28,949	0	1,900,990	99
10月	109/09/01 ~ 109/09/30	469,560	84,968	2,452,883	-43,837	0	2,963,575	99
合計		3,959,169	1,049,586	18,276,645	-333,537	0	22,951,863	-

功因常態在0.99 · 台電只補助在0.95 · 建議停用部分電容器 · APFR調整在0.95

功率因數調整費增加扣減計算公式

功因扣減計算:
 $(基本電費 + 流動電費) * (改善後功因 - 原功因) * 0.1\%$

零成本-節電從小細節做起

改善效益分析

措施類型	措施名稱	本項之能/資源耗用量	型式(單位)	預期/新增改善成效		降低成本(萬元/年)	投資費用(萬元)
				能/資源節約量			
				節約量(kWh/年)	溫室氣體減量(tCO ₂ e/年)		
功率因數	最適化調整	調整APFR	NA	78,465	4	20.43	0

簡報大綱



(●) 節能實例 – 智能冰機

(●) 節能實例 – PCW預冷系統



UMC 冰水系統節能進程

01

2006, Chilled Water System COP control

冰水一次側冰水依現場負載變流量控制
冷卻水依冷卻水溫差進行變流量控制
冷卻水塔依外氣條件變風量運轉控制冷卻水溫

02

2011, UMC 與中山大學合作進行科學工業園區研發精進產學合作計畫科專計畫”聯華電子廠節能策略之導入與實證分析”
晶圓廠中央空調系統節能應用分析技術研究與應用

03

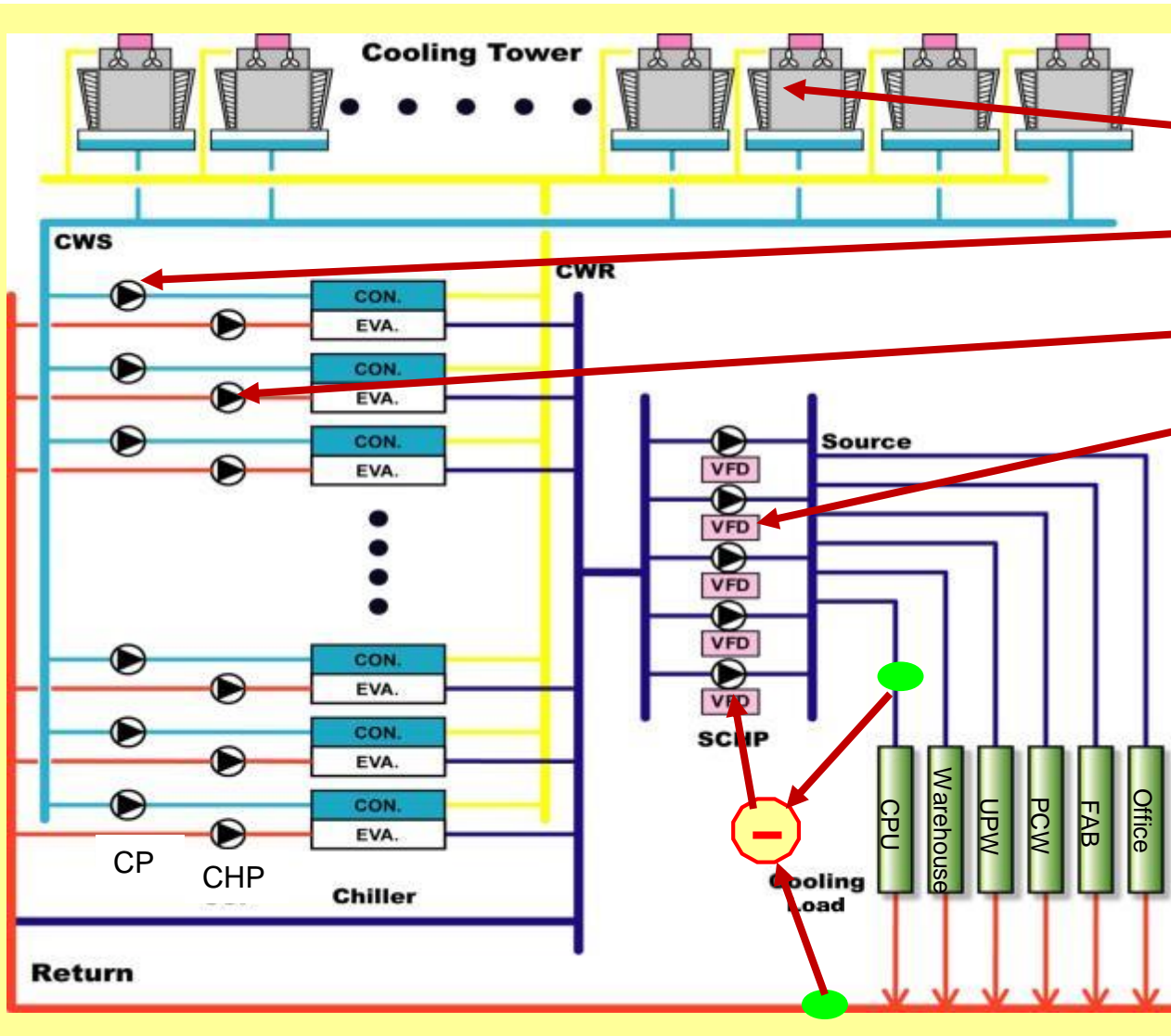
2018~, 智能冰水系統控制 [IoT, Big Data & Industrie 4.0]

Integrated Energy saving, Smart & Optimized control
Efficiency & Health diagnostic
Prediction maintenance

UMC 歷年冰水系統節能措施

Item	節能措施		導入日期	說明	節能效益
1	COP 專案	冰水主機一次冰水系統變流量控制	2006	一次冰水泵浦由全載額定流量運轉,改為依平衡管流量進行變流量變頻控制	10%
2		冰水主機冷卻水系統變流量控制		冷卻水泵浦由全載額定流量運轉,改為依冷卻水進回水溫差進行變流量變頻控制	
3		冷卻水塔出水溫外氣焓值控制		冷卻水塔風機由全載運轉,改為依外氣焓值搭配冷卻水塔性能曲線變頻控制,調整最適當出水溫度	
4	產學合作科專計畫	冰機依據單機效能制定先發策略	2011	分析冰機運轉大數據,解析各冰水主機COP性能回歸,建立冰機先發策略排序,做為開關機優先順序	3%
5		冰機依據附載高低制定運轉台數啟停最佳化策略		分析冰水系統運轉大數據,建立最適化冰機運轉負載率管控 65%~80%	3.5%
6		冷卻水塔增設筒管善短循環		冷卻水塔排出熱氣短循環,造成冷卻水塔效能變差,經CFD模擬後增設風筒降低短循環現象	2.8%
7	主機冷媒側	冰機冷媒添加Frigaid(極化冷凍油)提升冰機效能	2014	冰機冷媒添加 Frigaid 提升冷凝器與蒸發器熱傳能力,提高主機能源效益	3.2%
8	冷水水側	冰機冷卻水冷凝器增設海綿球	2016	利用海綿球 on-line 及時清潔冷卻水冷凝器,讓冷凝器維持最佳熱交換效益	1.6%
9	工業4.0	冰水系統智能控制	2018	增設 IoT sensor 依外氣與負載需求調整最適冰水供應溫度與各設備間單獨最適化控制	3%
10		i-ECO Chiller 2.0	2019 ~	運用大數據資料建模與演算法,依外氣與負載條件,優化冰水系統整體運轉最佳化控制	2%
11		i-ECO Chiller 2.0 fan-out (on-going)	2021 ~	將建模經驗標準化並fan-out至其他各廠,優化冰水系統	P12 P56

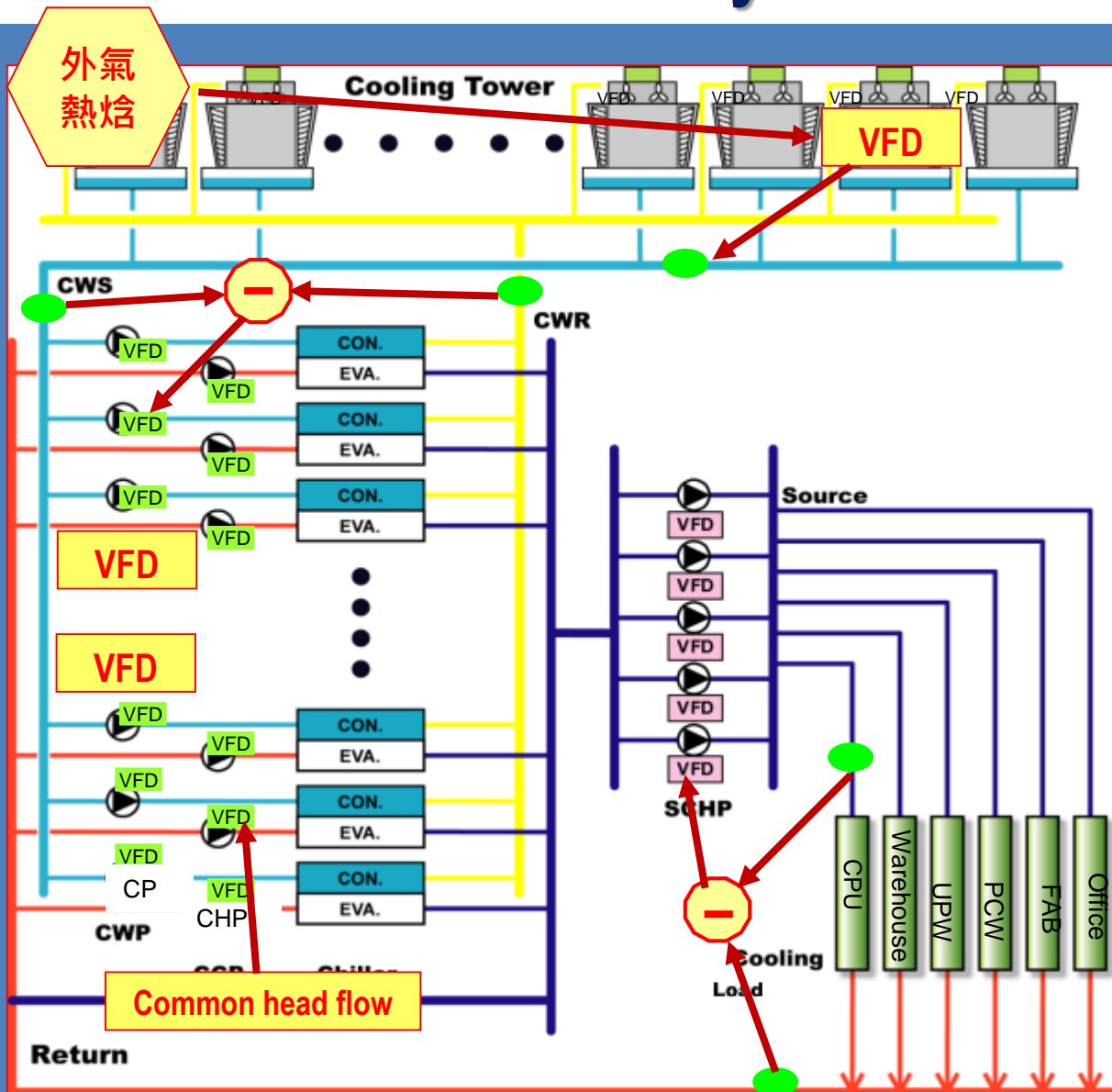
Tradition Chilled Water System Control [before 2006]



■ 傳統控制方式 [~2006]

- ▶ CT: 定溫度控制風扇運轉
- ▶ CP: 以最大功率驅動運轉
- ▶ CHP: 以最大功率驅動運轉
- ▶ SCHP: 定壓差變頻控制運轉
- ▶ Chiller: Inlet Guide Vane 負載調整

UMC Chilled Water System COP Control [since 2006]



■ COP control since 2006

- ▶ CT: 依據以外氣熱焓決定出水溫度控制
- ▶ CP: 依據以外氣熱焓決定進回水差度控制
- ▶ CHP: 以 common head 流量決定運轉頻率
- ▶ SCHP: 以末端定壓差控制運轉
- ▶ Chiller: Inlet Guide Vane 負載調整

Turbo machine
Similar Law

→ Power ~ rpm³

工業 4.0 運用於 冰水系統運轉與控制

■ UMC Intelligent Chilled Water System Control

- ▶ **Input:** IoT, precision sensors installed, data acquisition
- ▶ **Processing:** Big Data processing & analysis
- ▶ **Output:** Industrie 4.0 – Integrated Energy saving, Smart & Optimized control, Efficiency & Health diagnostic, Prediction maintenance



智能控制邏輯說明 – 系統前後比較

■ 改善前(As Is)

改善前1. 冰水主機**手動**控制溫度 2. 輔助設備由變頻器**群體**控制

■ 評估改善(To Be)

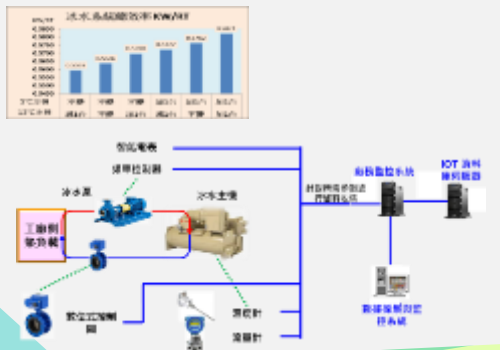
1. 藉由計算分析獲得冰水主機全系統**節能最佳化溫度設定**，並經由程式自動調整溫度。
2. 輔助設備 (含冰水泵、冷卻水泵、冷卻水塔)由**更改為單機控制**，**客製化**運轉參數，可隨設備情況變動消彌機差，使效能較佳之單機系統獲得發揮。
3. 冷卻水塔補償值原由人員手動調整，更改為**自動化判斷補償**，**降低短循環衝擊**



UMC Intelligent Chilled Water System Control

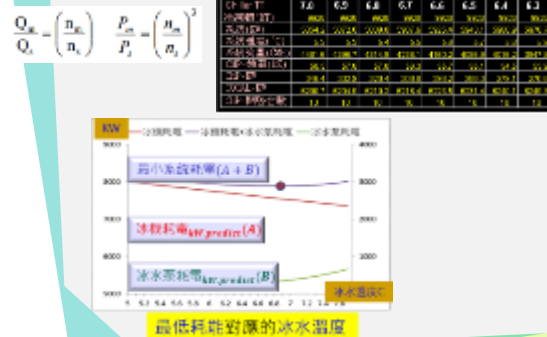
Data Input

導入IoT智能元件



Analysis & Processing

自動模擬分析



Smart Control

程式自動調整



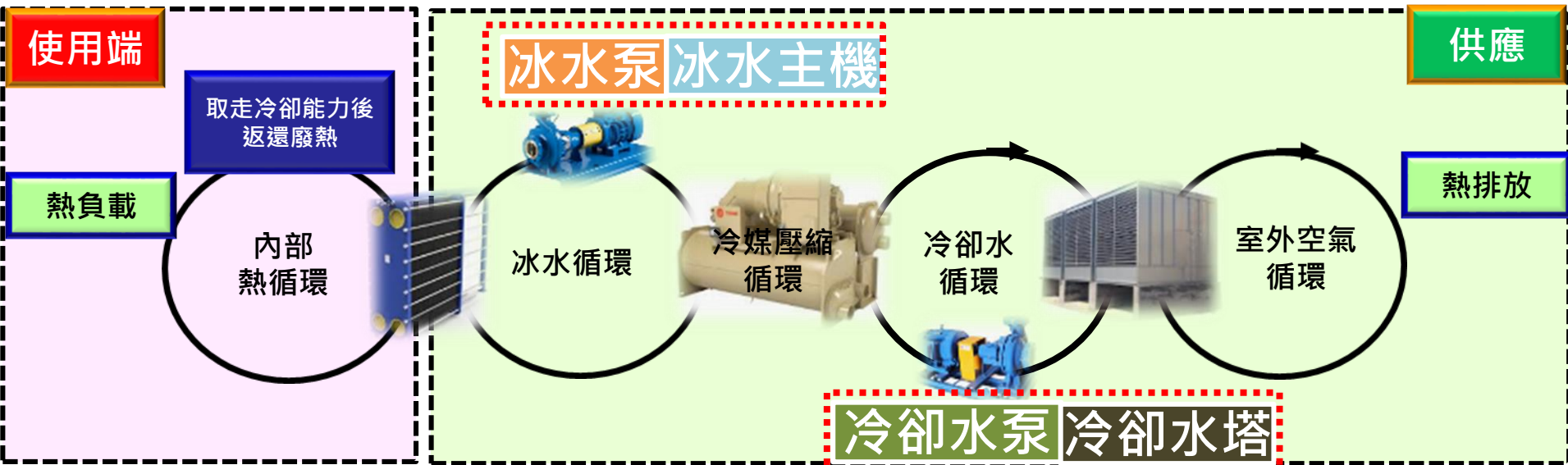
智能控制邏輯說明

冰水泵

動態冰機負載差值回饋控制演算，藉由調整流量減少冰機機差

冰水主機

建構動態最佳化溫度模擬及自動調整程式，自動保持在最節能溫度



冷卻水泵

由群體控制改為單機客製化參數控制，依實際溫差變動

冷卻水塔

由群體控制改為單機客製化參數控制，自動調整補償減少短循環影響

冰水系統控制方式差異比較表

冰水系統設備	傳統控制	UMC COP 節能控制 Since 2006	冰水系統智能控制 [1 st stage, since 2018/7]
冰水主機	人工加減機	人工加減機	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 依現場負載自動調控冰機出水溫度 ▶ 現有COP “群控” 進展到 “依據各冰機效能獨立控制” • CT: 單機出水溫度控制 • CP: 單機進回水差度控制 • CHP: 單機負載控制 • SCHP: 最適末端壓差控制 • Chiller: 最適冰水溫控制
冰水一次泵	滿載運轉	Common line 流量控制	
冰水二次泵	末端壓差控制	末端壓差控制	
冷卻水泵	滿載運轉	冷卻水 Head 管進回水溫差運轉	
冷卻水塔	滿載運轉	外氣熱焓決定出水溫度控制	



i-ECO Chiller System

廣佈感知器

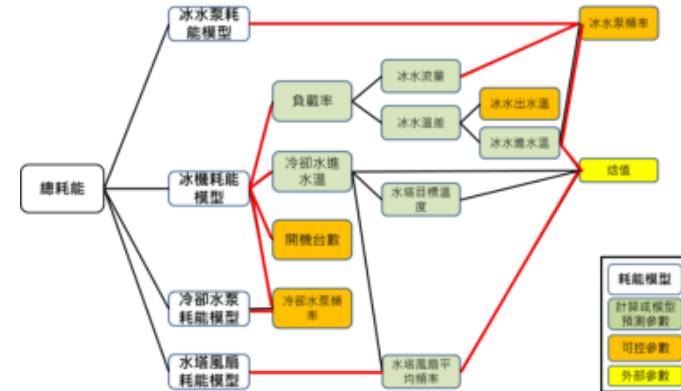
- 裝設感測器及無線智能電錶
- 廣佈IoT感測器擷取運轉參數

發展系統

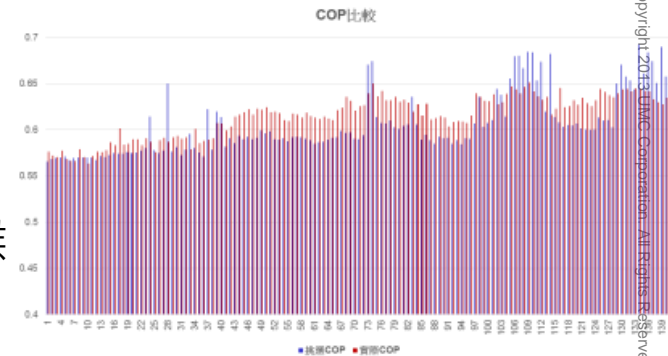
- 2018 發展智能化及優化節能控制系統
- 2019 運用「**冰水系統最佳化節能控制程式**」透過巨量資料分析建模及機器學習等演算法，找出各主要影響因子與領先指標

設備改善

- 解決機台老化、效率等問題，讓冰水主機能夠隨著外界氣候或現場負載條件**達最適化**



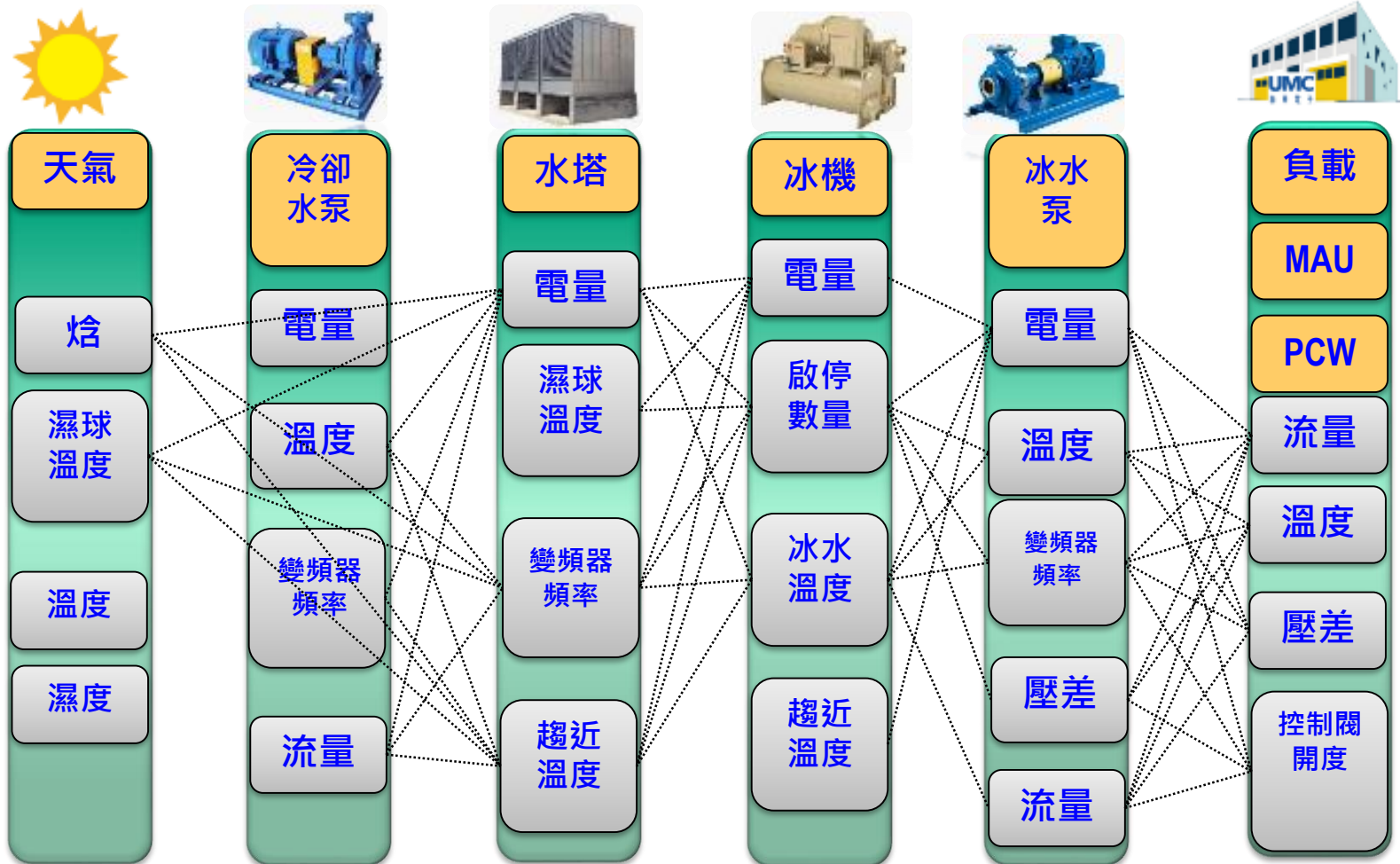
模型建立及data導入驗證檢測



理想化模型與實際值能效參數比較

i-ECO Chiller System

- 冰水系統相關設備參數交互影響，為分析設備差異並適當分配負載，需建立整體冰水系統智慧運轉模型，模擬各設備於不同負載下整體能耗



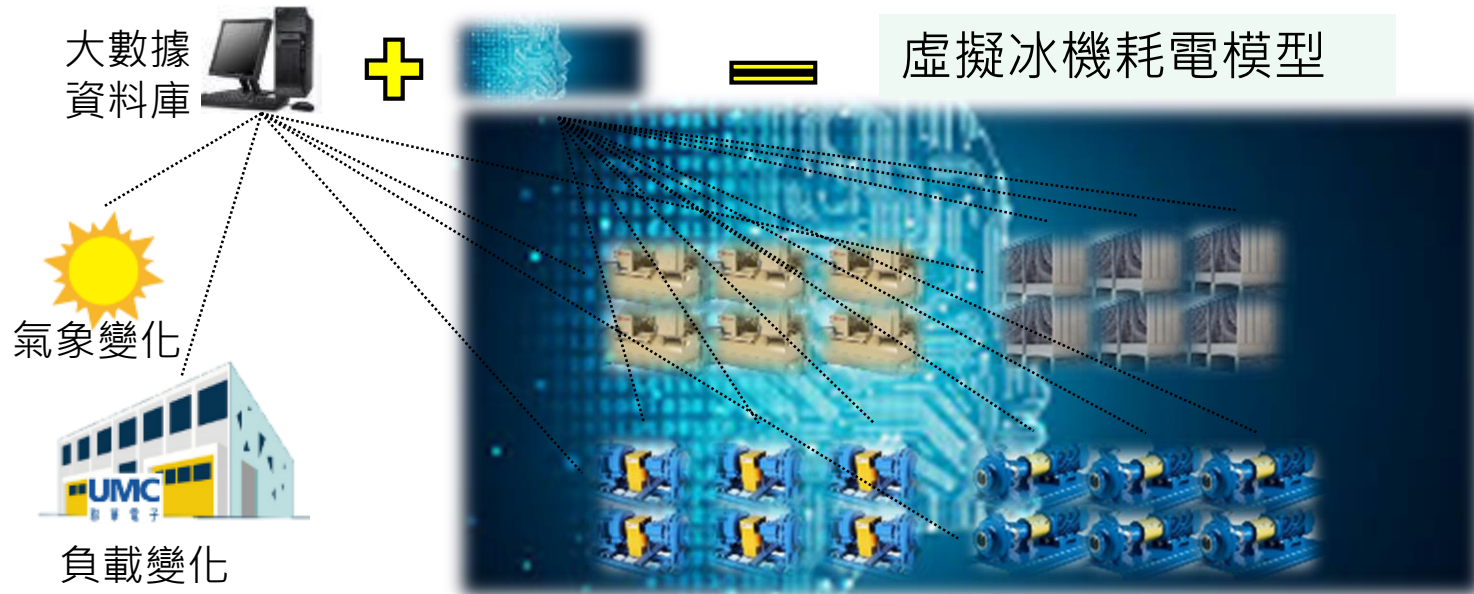
i-ECO Chiller System

- ▶ 資料收集: 以 **IOT 感知元件** 收集運轉巨量資料(Big Data)
- ▶ 建立模型: 以 **PLSR** 建立模型, 模擬各設備及整個冰水系統操作耗電情形
- ▶ 最佳化: 以 **N-M (Nelder-Mead) 演算法**, 於符合負載運轉條件中找出最節能組合
- ▶ 依此模型找出冰水系統整體運轉智慧節電控制模式

冰水系統
最佳化

$\text{kW}_{\min} =$

$$\sum_{n=1}^{15} (W_{\text{chiller}, n}) + \sum_{n=1}^{15} (W_{\text{CHP}, n}) + \sum_{n=1}^{15} (W_{\text{CP}, n}) + \sum_{n=1}^{10} (W_{\text{CT}, n})$$



i-ECO Chiller System

- 運用上述智慧節能控制模式，建立冰機決策輔助運轉平台，預測系統耗電，藉此達到最佳耗電運轉順序

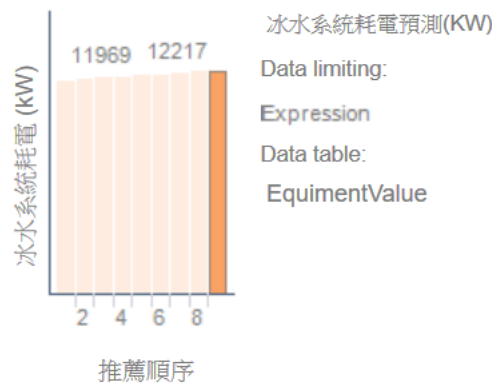
DESCRIPTION

- R1 Compressor Avg Line Volt
- R1 Compressor Bearin Temp1
- R1 Compressor Bearin Temp2
- R1 Compressor Current Draw
- R1 Comp Motor Winding T1
- R1 Comp Motor Winding T2
- R1 Comp Motor Winding T3
- R1 Compressor Power
- R1 Compressor Current L1
- R1 Chilled water Leav temp
- R1 Compressor Current L2
- R1 Compressor Current L3

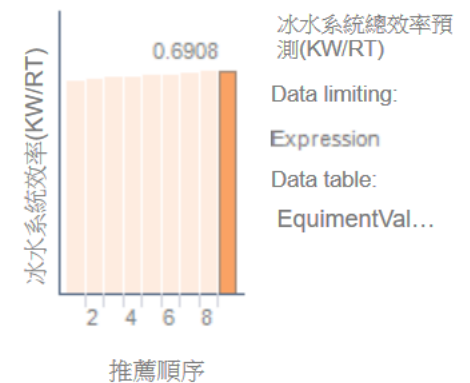
數值自動輸入，自動產出報表

推薦順序	🏆	2	3	4
系統耗電kW	11822	11947	11969	11973
系統效能kW/RT	0.6685	0.6756	0.6768	0.677
系統需求RT	17685	17685	17685	17685
5°C冰機	減一台	減一台	減一台	不變
13°C冰機	減一台	不變	加一台	減一台
冰機NO.	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF

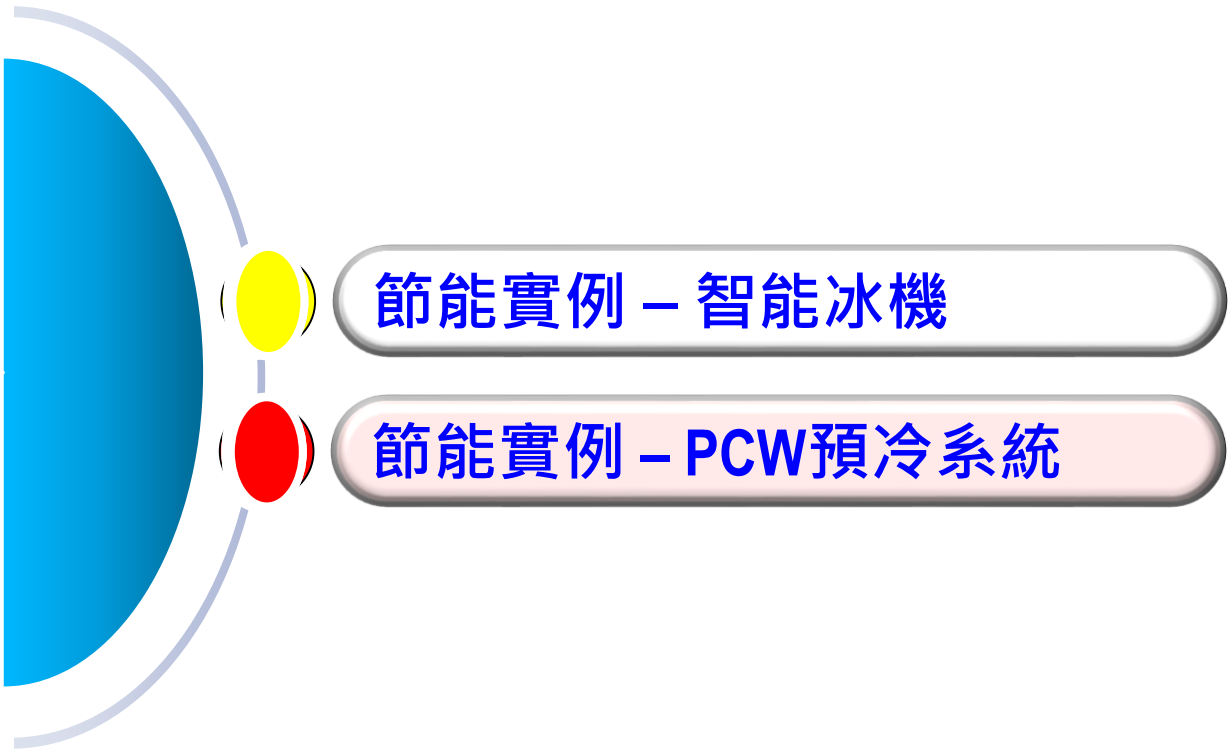
冰水系統耗電預測(KW)



冰水系統總效率預測(...)



報告大綱 – 進階篇



節能實例 – 智能冰機

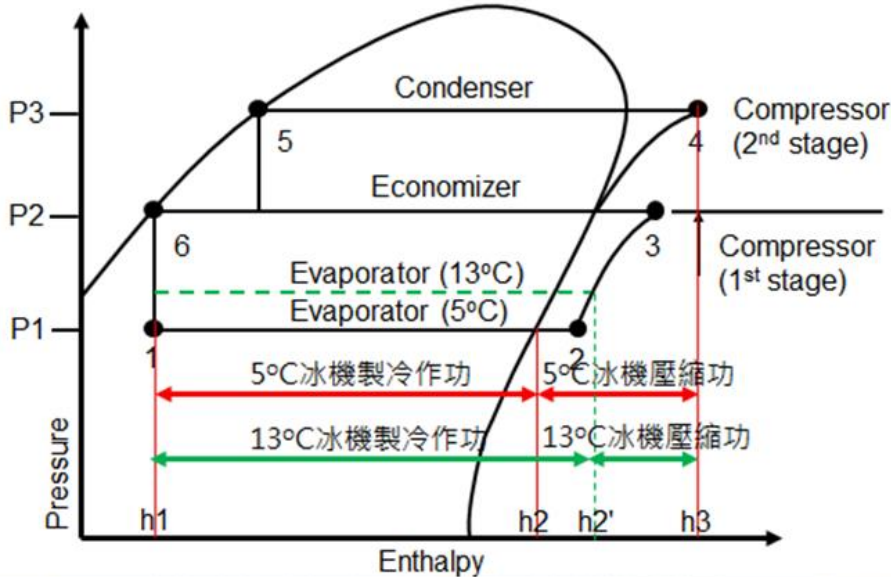
節能實例 – PCW預冷系統



PCW (製程冷卻水) 預冷系統 – 發想說明

■ 發揮既有系統最大價值：

- 採雙溫冰水系統(5度 / 13度)，根據莫里爾線圖可知冰機供應溫度越高冰機效能越佳(製冷作功多，壓縮耗能少)，且13度冰機於冬季時用量較低，故規劃使13度冰水系統獲得更佳利用之方式，作為專案突破重點。

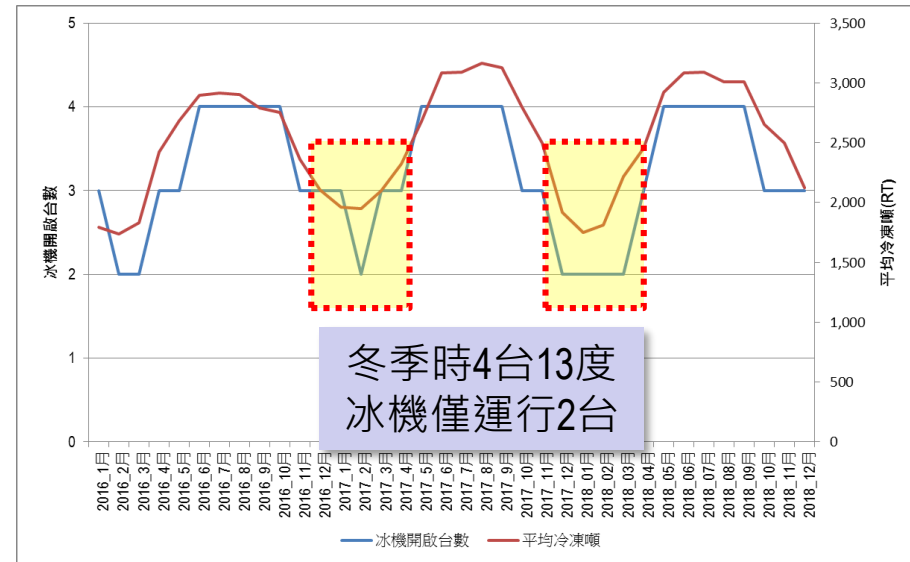


冰水主機在不同出水溫度下之莫里爾線圖

COP定義 = $h_2 - h_1 / h_3 - h_2$

分母減少，分子上升

所以出水溫度提高，效率(COP值)變佳

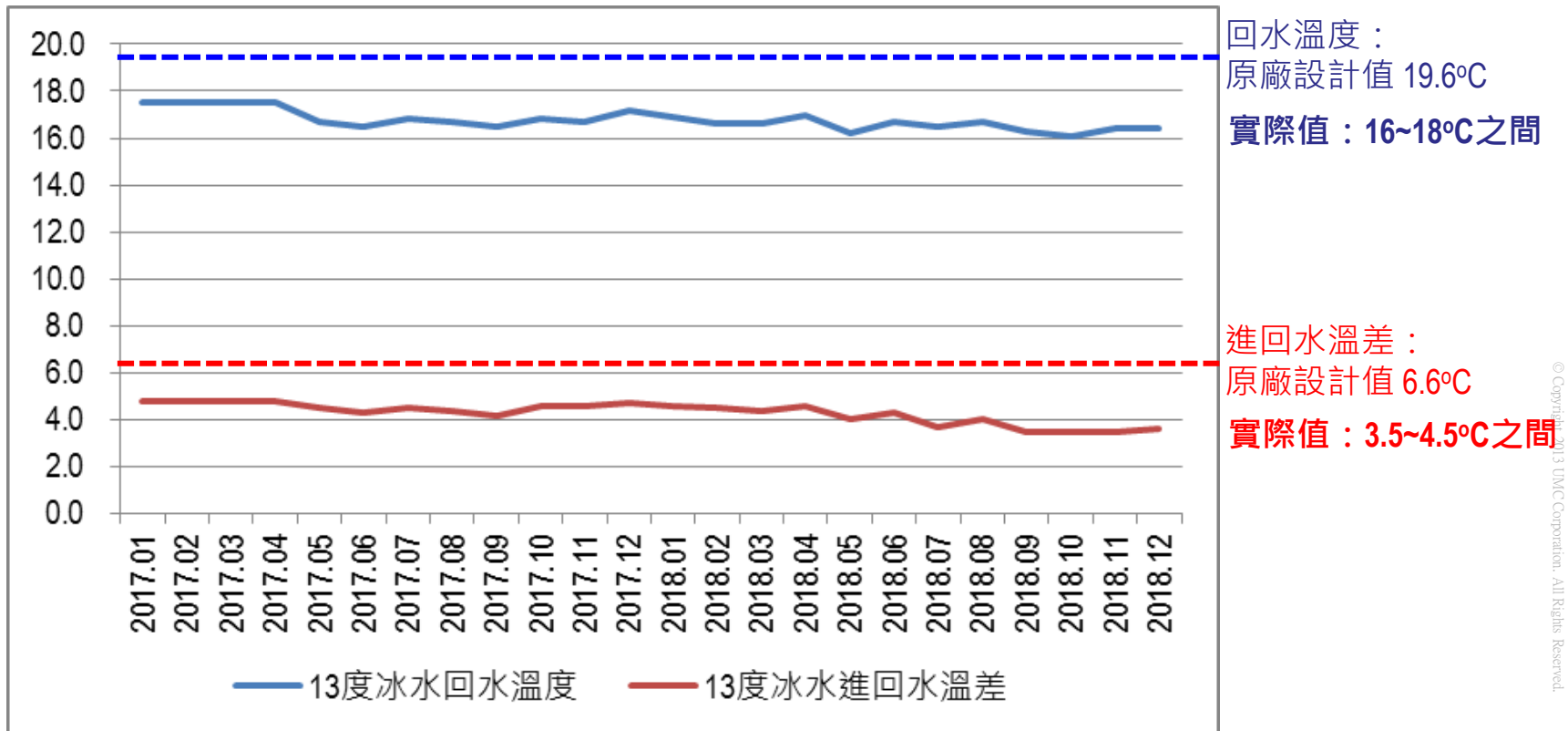


冬季時4台13度冰機僅運行2台

13度冰水系統僅供 MAU 第一道冷卻及擴充PCW使用，效能雖佳但冬季時卻無地方可運用，僅能閒置。

PCW (製程冷卻水) 預冷系統 – 發想說明

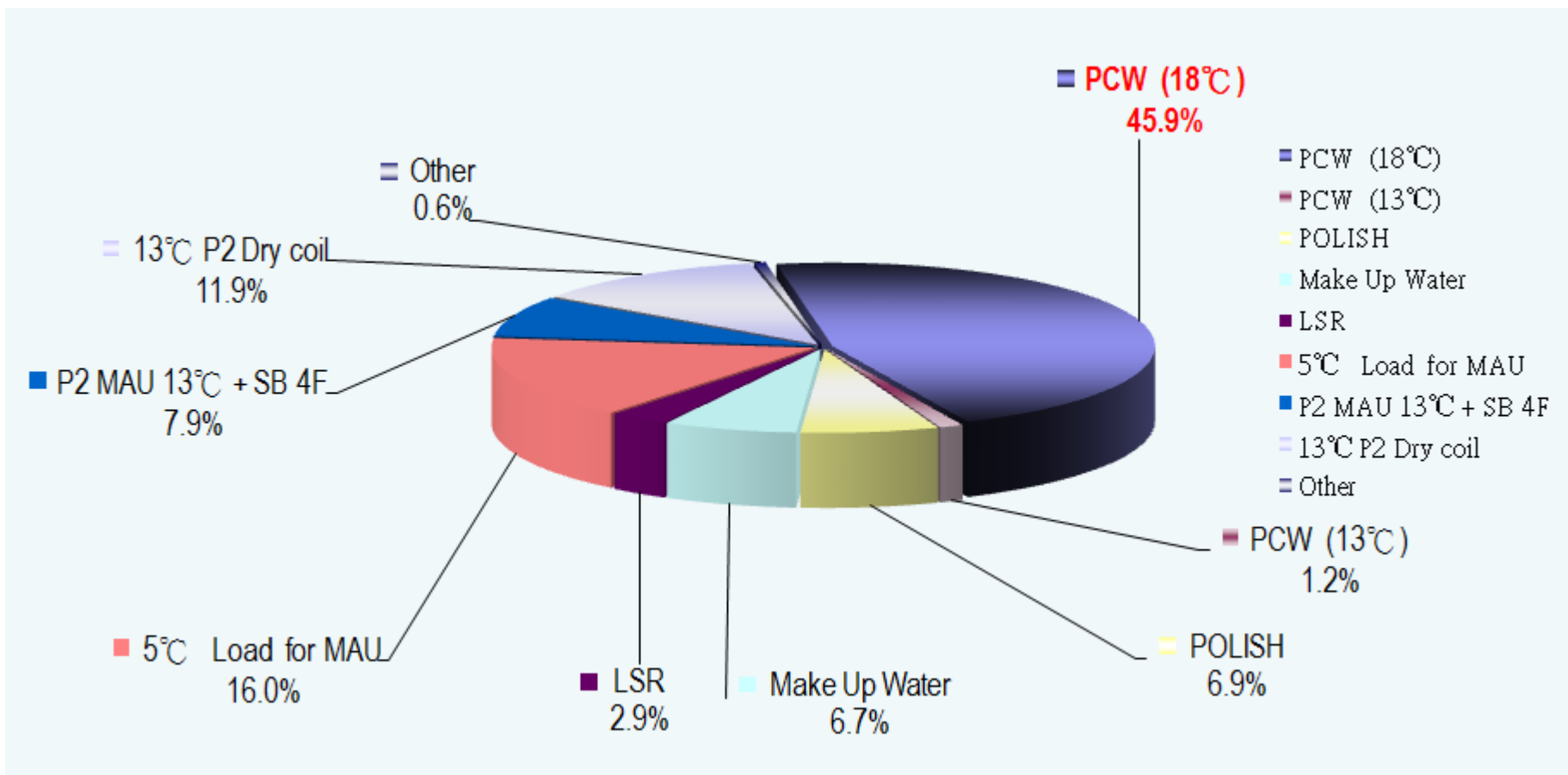
- 改善13度冰水系統既有回水溫偏低問題：
 - 13度冰水系統長期有回水溫度偏低問題，為了達到同樣的冷凍效果必須需要更多流量，導致泵浦多耗虛功，冰機系統效能不彰。利用本專案，期待能解決此系統層面之問題



PCW (製程冷卻水) 預冷系統 – 發想說明

■ 冰水系統負載distribution :

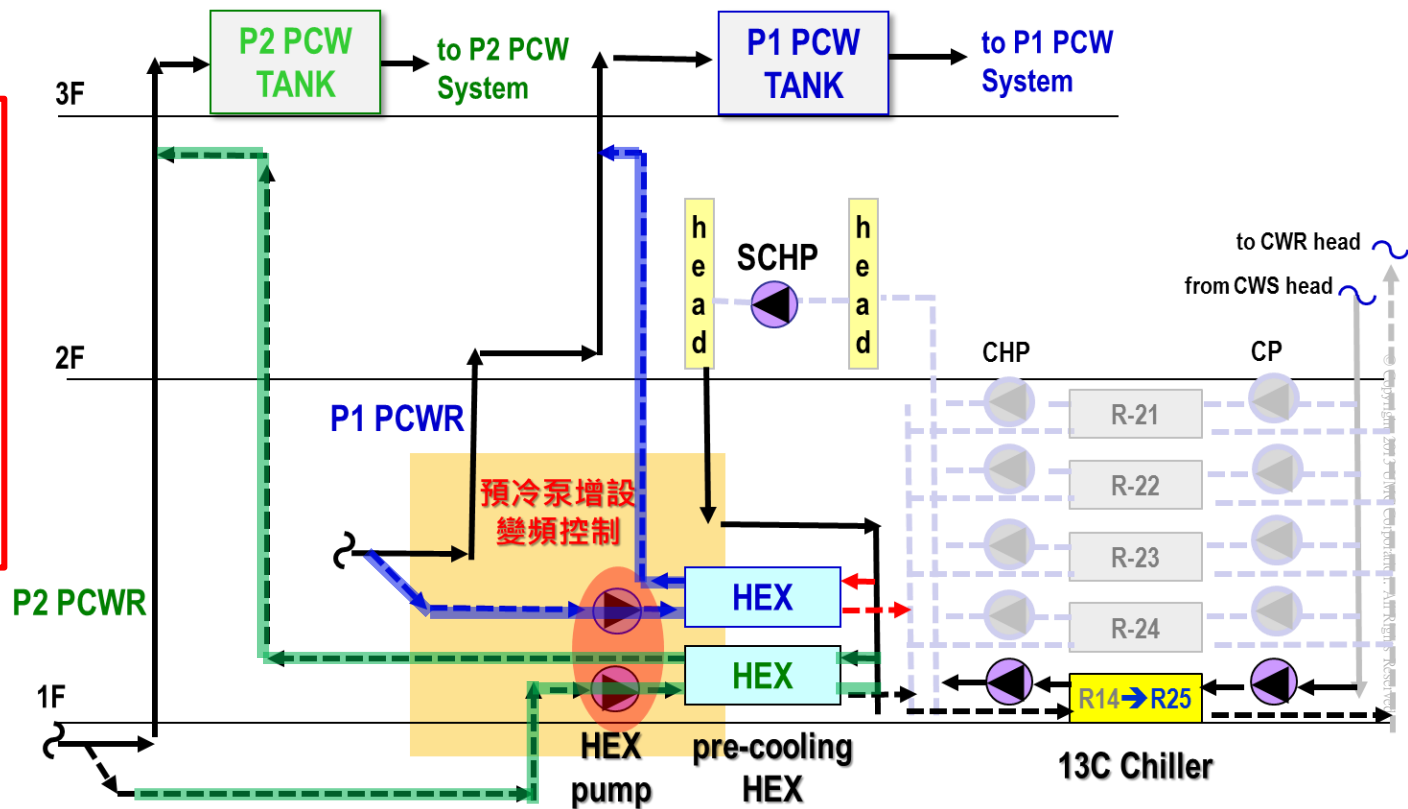
- 18度PCW 佔用冰水負載達45% , 回水溫度亦較高 , 因此針對該項進行節能改造



PCW (製程冷卻水) 預冷系統 – 工程規劃

- 為解決3項訴求(冰水節能、有效利用雙溫系統、提高13度回水溫度)，提出2項改善措施如下：

措施一、增設PCW 回水熱交換器，利用13°C冰水預冷PCW回水，轉移 5°C chiller loading。
措施二、目前為雙冰水系統，經評估使用量後擴充既有13°C冰水系統。



- 2018 第一期工程
- 2019 第二期工程
- 2020 第三期工程
預冷系統增設變頻控制

PCW (製程冷卻水) 預冷系統 – 第一期及第二期

■ PCW預冷系統第一期及第二期 – 完成預冷系統主架構



PCW-R 預冷泵浦增設變頻器 & 智能控制

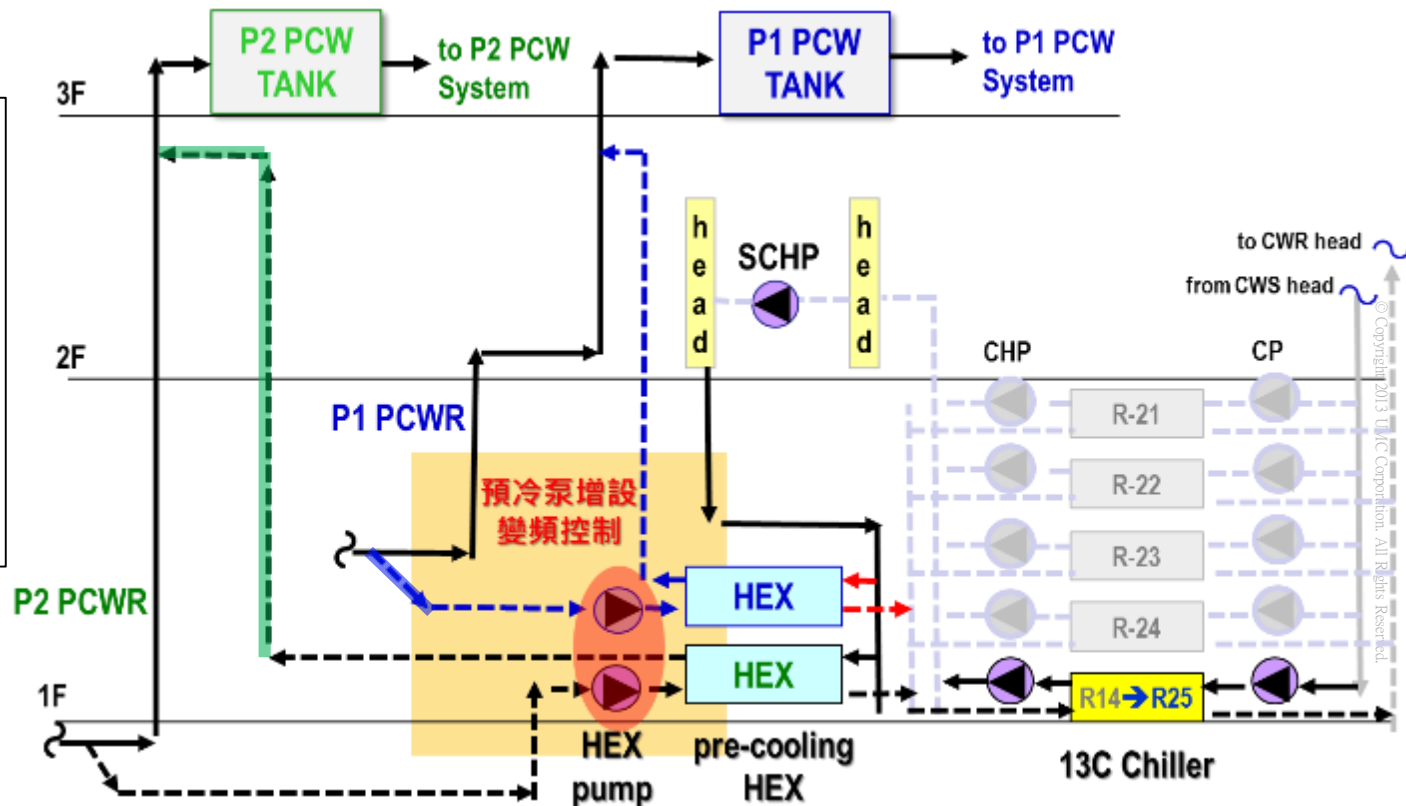
■ 專案緣由：

- 採雙溫冰水系統(5度 / 13度)，故規劃使用效能較佳的13度冰水預冷PCW回水，藉此取代部分5度冰水用量。該工程分為兩期，自2018年起施工，並於2020年2月全數上線完成。
- 由於原系統中PCW預冷增壓泵為全載運轉，僅能透過限流方式調整阻抗曲線，故本案規劃增設變頻控制取代限流，達到最佳的節能效益。

2018 第一期工程

2019 第二期工程

2020 第三期工程
預冷系統增設變頻控制



PCW-R 預冷泵浦增設變頻器 & 智能控制

■ 改善說明

AS IS

配合運轉特性曲線，利用**出口限流方式**將運轉點調整至效率較佳區段

TO BE

規劃增設變頻器，在流量不變(預冷量不變)的前提下，以**變頻降載方式**取代出口限流

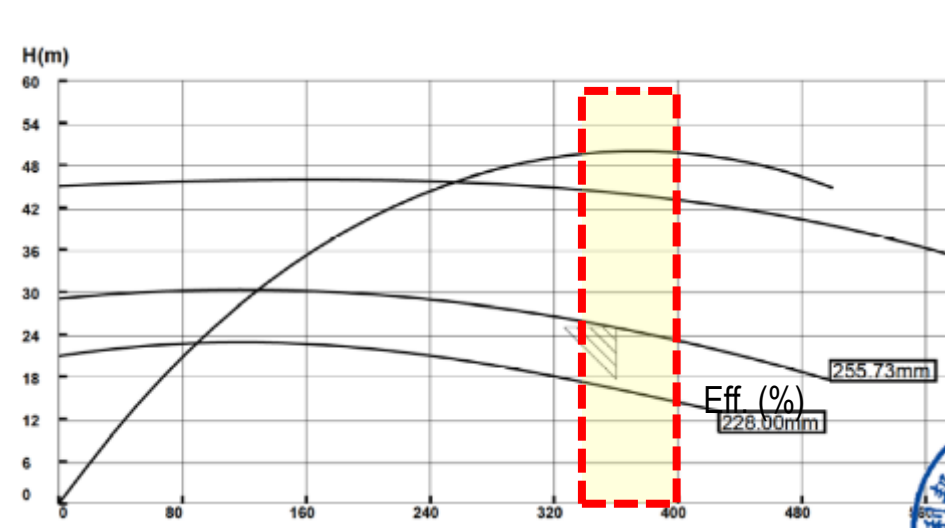


圖1、以限流方式調整至效率較佳區段

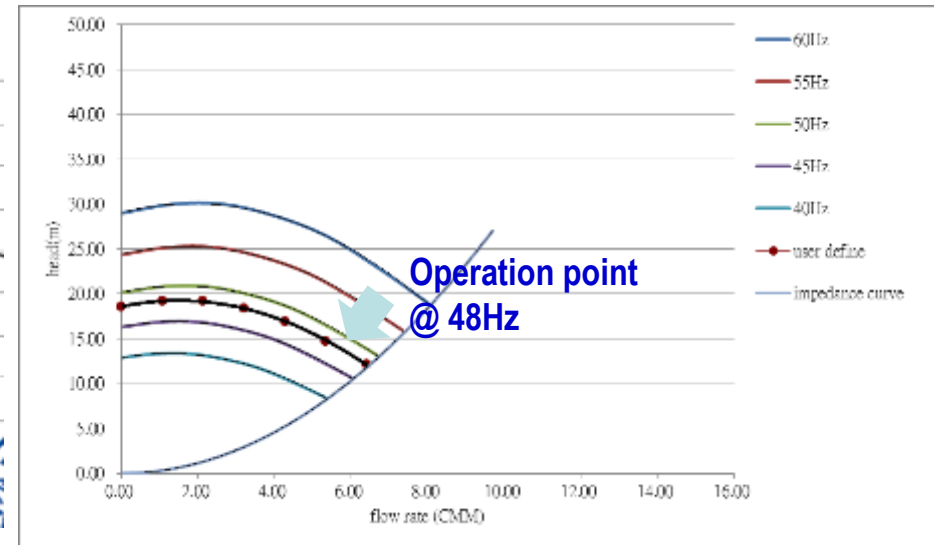


圖2、PCBP模擬變頻曲線滿足需求流量

▶ 評估單台省下 **9.55kW**，年總節電量 83,658 kWh，四台共計 336,432 kWh

PCW-R 預冷泵浦增設變頻器 & 智能控制

■ 系統併入結果及工程效益

- 上線後解除出口限流，並實際調整泵浦頻率後，確認在轉移量不降低 (即原預冷系統節電量不降低) 的前提下，總用電量降低40.3kW，略高於預期38.2kW
- 調整前後轉移量實質約提高 56RT

原設定

參數設定紀錄(原設定)		
	Phase2	Phase1
頻率設定(Hz)	60	60
HEX-A 閥開度設定(%)	39	30
HEX-B 閥開度設定(%)	39	30
出口壓力(kg/cm ²)	1.45	1.39
出口溫度(°C)	19.8	19.88
流量(CMH)	863	841
轉移量(RT)	1068	813
泵浦總耗電量(kW)	68.1	68.2



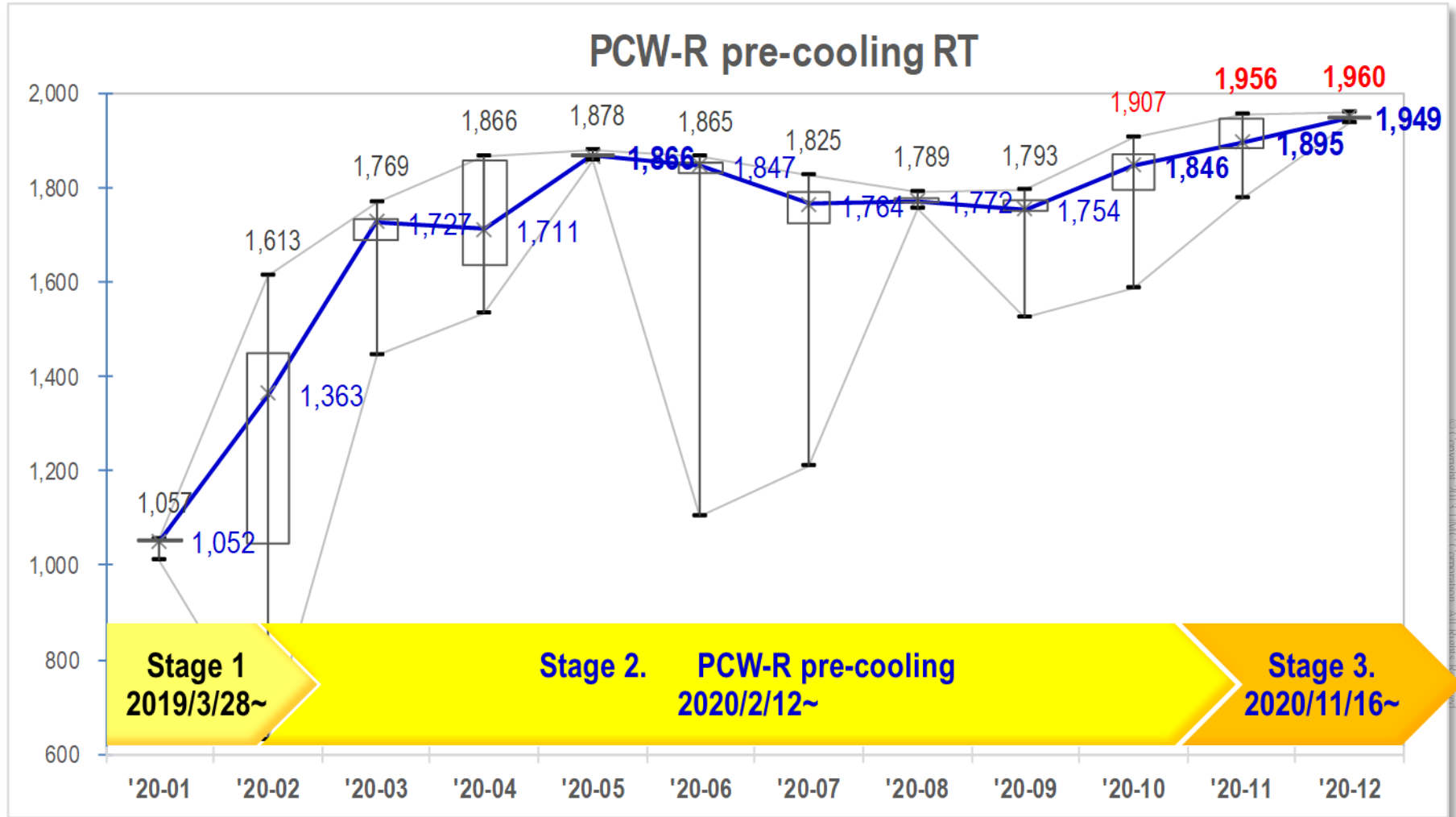
上線後

參數設定紀錄(節能預估量設定)		
	Phase2	Phase1
頻率設定(Hz)	53	53
HEX-A 閥開度設定(%)	42	33
HEX-B 閥開度設定(%)	39	30
出口壓力(kg/cm ²)	1.43	1.38
出口溫度(°C)	19.2	19.3
流量(CMH)	767	741
轉移量(RT)	1092	845
泵浦總耗電量(kW)	47.9	48.1



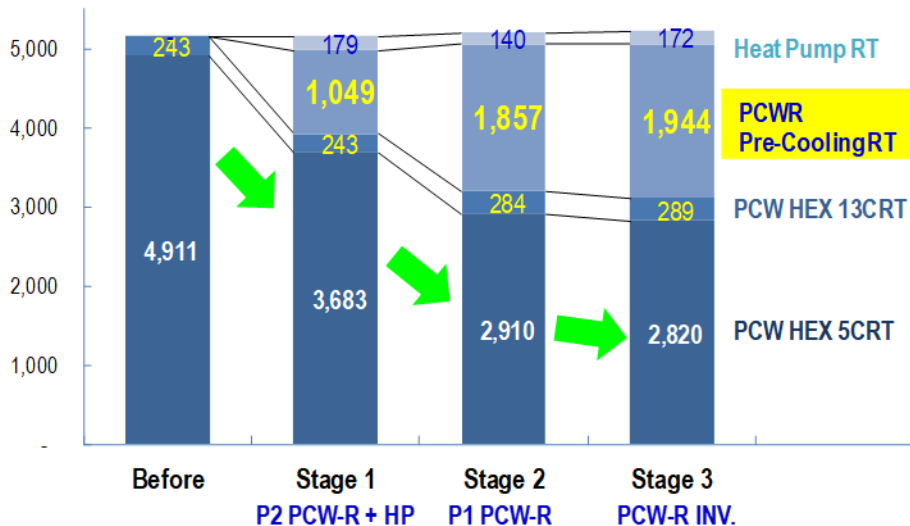
PCW-R pre-cooling RT Trend

- ▶ PCW-R pre-cooling: 1,946 RT
- ▶ Heat pump pre-cooling: 172 RT

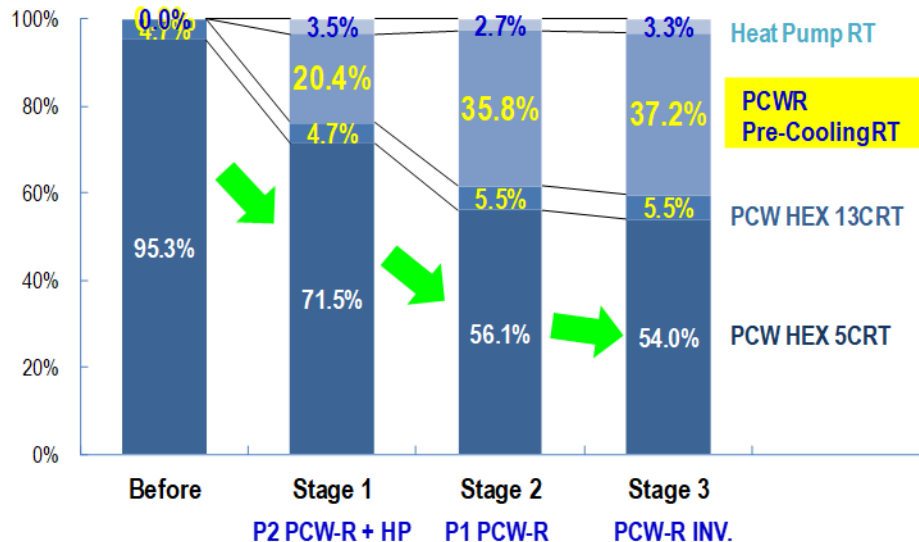


PCW RT Distribution after PCW-R pre-cooling

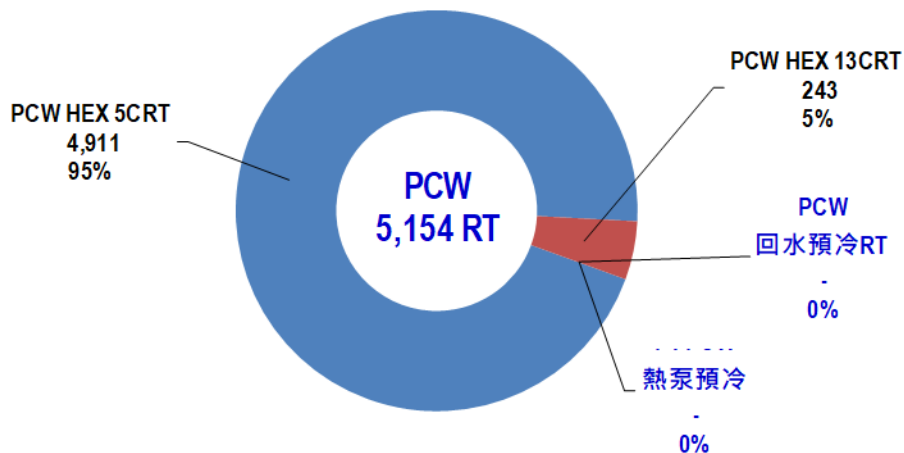
PCW RT Distribution



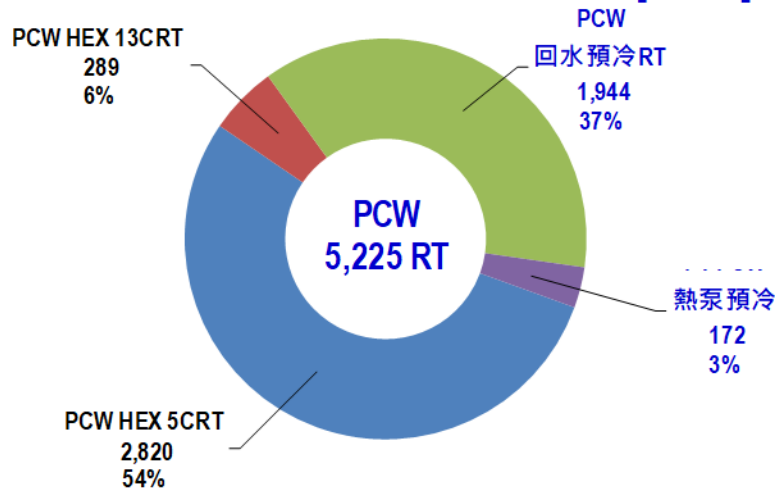
PCW RT Distribution %



PCW RT Distribution [As Was]

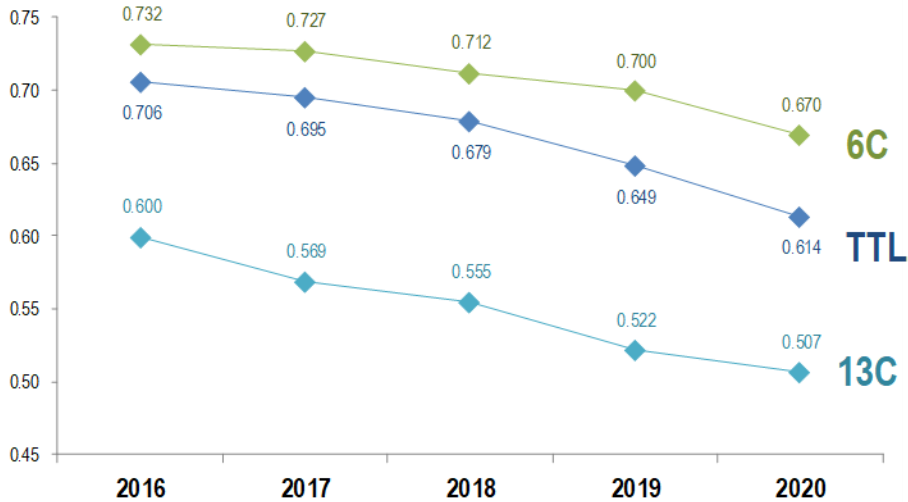


PCW RT Distribution [To Be]



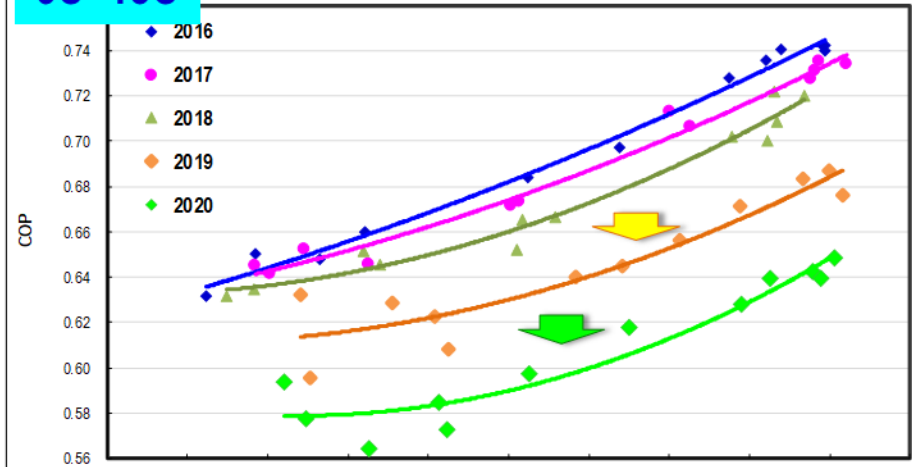
Chiller System COP Improvement

Chiller System COP Trend



6C+13C

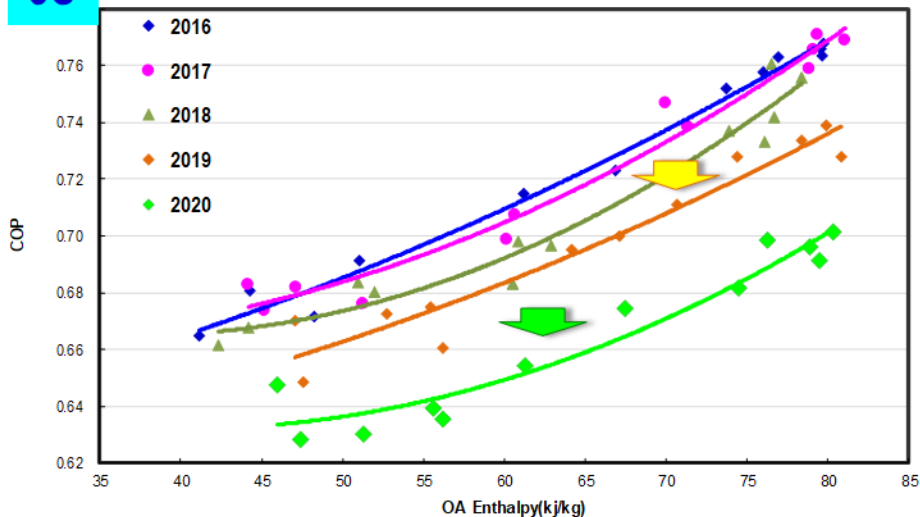
COP vs. OA Enthalpy Regression



COP(kW/RT)與OA回歸分析，同焓值下每年效能越佳

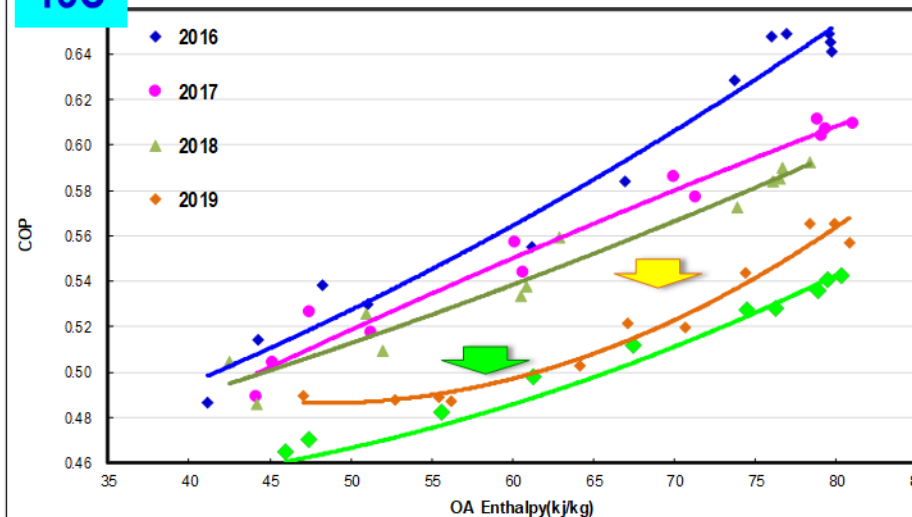
6C

6C COP vs. OA Enthalpy Regression



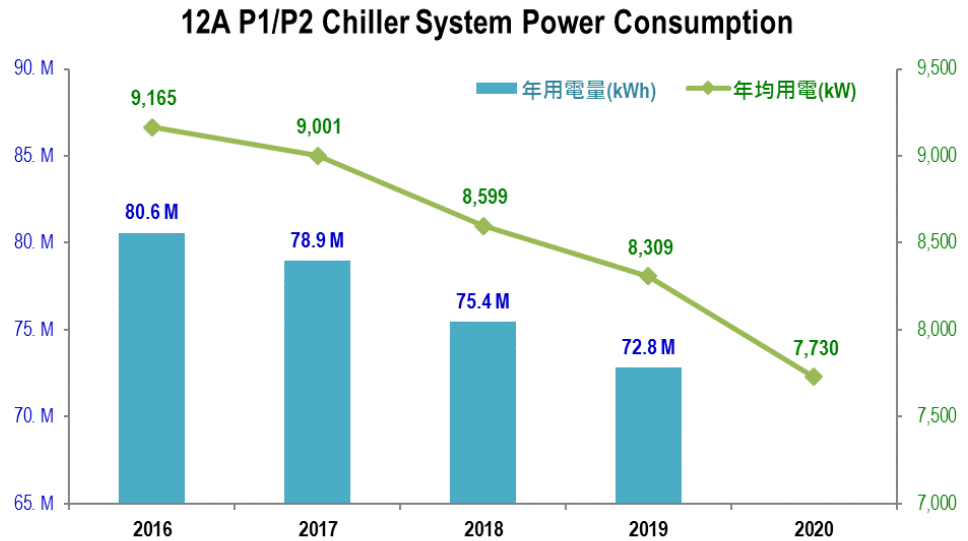
13C

13C COP vs. OA Enthalpy Regression

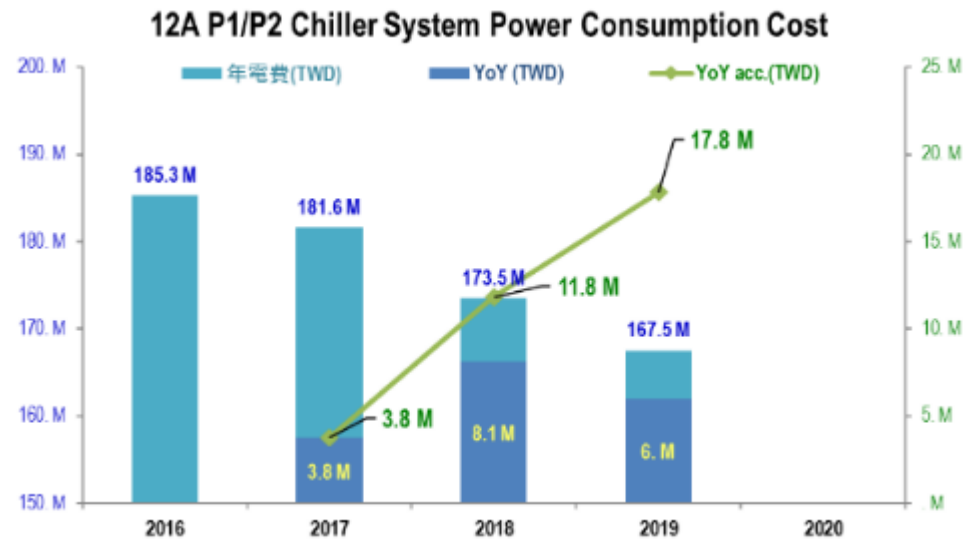


冰水系統整體節能成效

12A P1/P2 Chiller System Power Consumption



12A P1/P2 Chiller System Power Consumption Cost and Saving



智能冰水主機及預冷系統節能成效

系統	節能措施	節能成效			投資金額 (仟元/年)	回收年限 (年)
		電 (千度/年)	CO2 (公噸/年)	節省費用 (千元/年)		
空調系統	智能冰水控制系統	2,737	1,516	6,296	11,205	1.78

系統	節能措施	節能成效			投資金額 (仟元/年)	回收年限 (年)
		電 (千度/年)	CO2 (公噸/年)	節省費用 (千元/年)		
空調系統	製程冷卻水(PCW)回水預冷系統第一期	2,637	1,461	6,065	20,069	3.3
	製程冷卻水(PCW)回水預冷系統第二期	2,155	1,194	4,956	10,450	1.7
	製程冷卻水(PCW)回水預冷系統第三期	464	257	1,068	2,500	2.3
	總效益	5,256	2,912	12,089	33,019	2.7

ghs Reserved

感謝聆聽

一同為地球盡一份心力

