

台灣電力公司  
104年度空調運用技術研討會  
ISO 50001雲端智慧  
能源管理系統與案例分析

---

主 講 人：陳 輝 俊

中華民國冷凍空調技師公會全聯會 理事長

新北市綠色能源產業聯盟 理事長

地點：台中市自由路二段86號

時間：2015年07月23日

# 大綱

---

- 各國ESCO產業發展現況
- ESCO產業升級挑戰
- 雲端能源管理系統架構與介紹
- 能源管理 – 以空調系統為例
- 大數據(Big Data)創新商機
- 案例分析
- 結語

# 各國ESCO發展近況

		美國	德國	南韓	日本	中國大陸	台灣
主管機關		能源部	聯邦經濟及技術部	知識經濟部	經濟產業省	發改委	能源局
專責推動單位		FEMP	能源效率聯邦辦公室(BfEE)	KEMCO	NEDO 日本節能中心	EMCA	ESCO 推動辦公室(註2)
節能(循環)基金		有	有(EKF)	有(KEMCO管理)	有(由NEDO管理)	有(WB/GEF)	無
平均電價 (新台幣/度)	住宅	3.47	10.37	2.90**	7.69	2.22*	2.79**
	工業	2.05	4.63	2.30**	5.28	2.89*	2.52**
進口能源依存度(%)		24.9	61.5	81.7	80.4	12.8	87.6
市場產值		71~73億美金 (2110~2170億新台幣)	17~24億歐元 (686~968億新台幣)	5.53億美元 (164.4億新台幣)	300億日元 (90億新台幣) (註4)	278.5億人民幣 (1361.9億新台幣)	105億台幣 (註4)

➤ 註1：電價資料來源：台電網站；\*為2010年資料；\*\*為2012年已調漲電價資料。

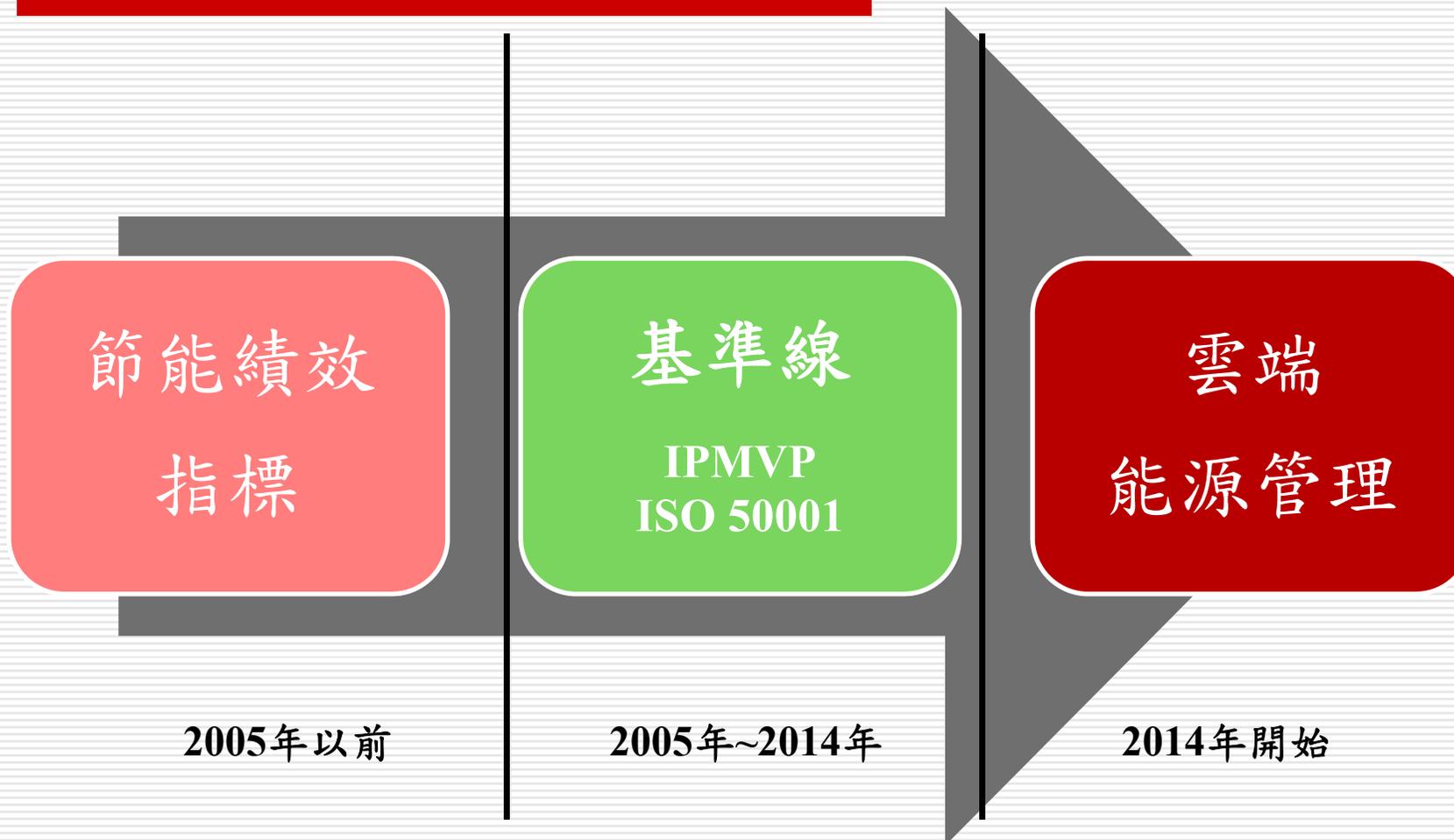
➤ 進口能源依存度為2009年資料，IEA/ Energy Balances of OECD & Non-OECD Countries (2011)

➤ 註2：由能源局委託綠基會執行。

➤ 註3：美元匯率29.73元；歐元匯率40.37元；日元匯率0.30元；人民幣匯率4.89元

➤ 註4：日本資料僅為JAESCO會員產值；台灣僅為ESCO公會產值。

# 能源技術服務業之發展變革

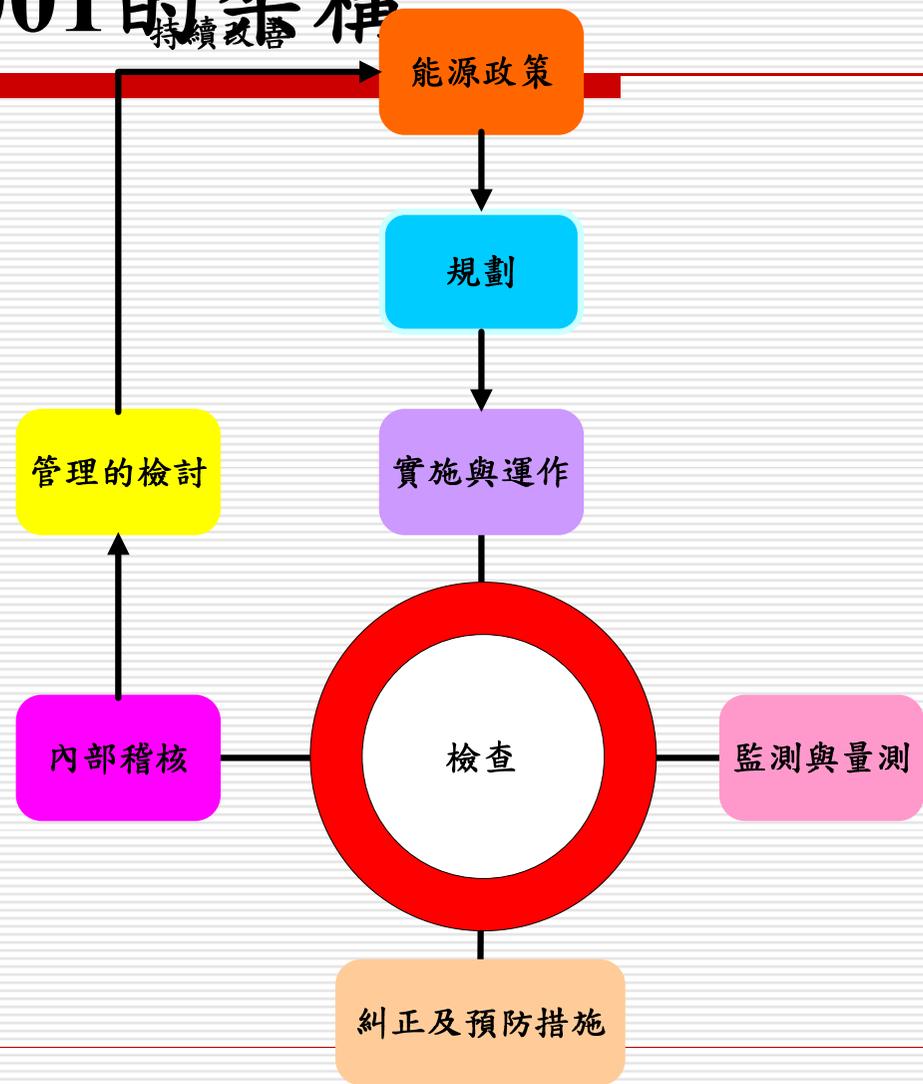


# 能源管理系統(ISO 50001)的原則

---

- ISO 50001是基於P-D-C-A持續改善的原則，以及將能源管理併入日常組織實務，方法簡述如下：
  - 規劃(P)：依據改善能源績效及組織政策的機會，建立目標與必要的過程以達成結果。
  - 執行(D)：實現這些過程。
  - 檢查(C)：針對政策、目標及其作業關鍵特性之監督與量測過程，並報告結果。
  - 行動(A)：採取措施以持續改善管理績效。

# ISO 50001的架構



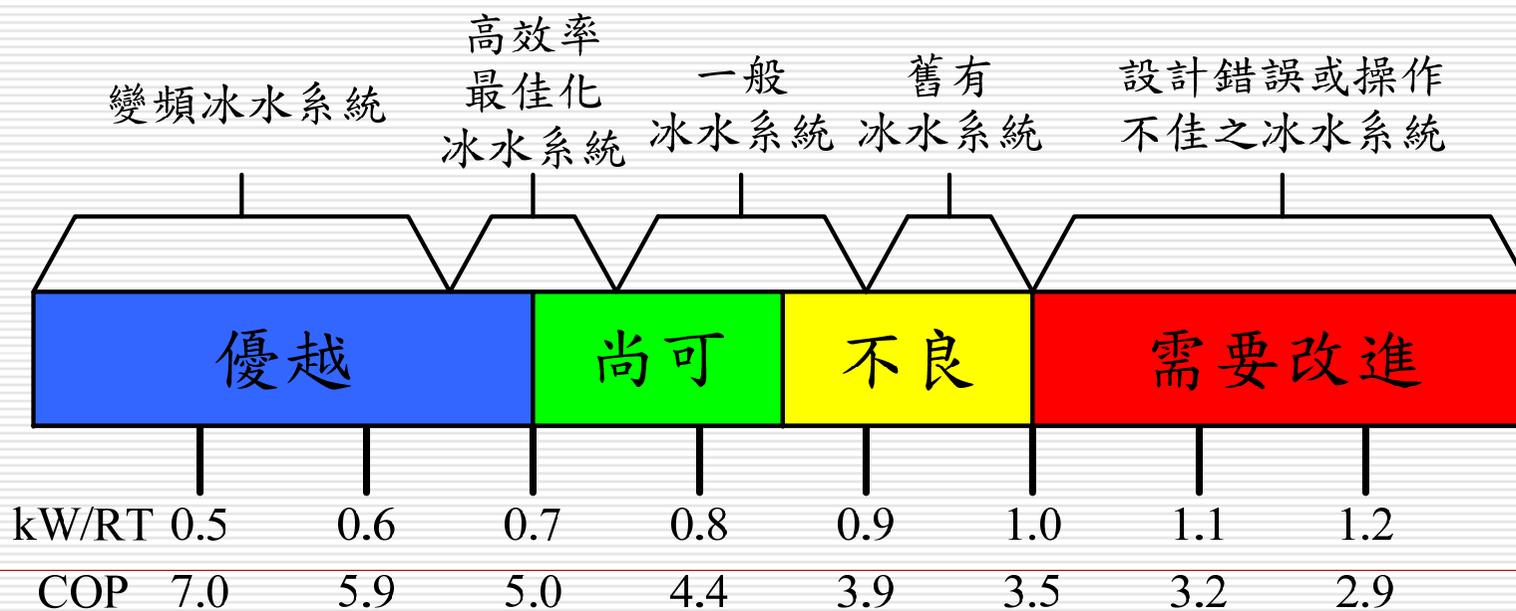
# 能源績效指標 (Energy Performance Indicator, EnPI)

---

- 能源績效指標：作為能源管理依據的量化值，  
可以簡單量度、比值或複雜的模式予以表示。
- 能源績效指標(EnPI)
  - ◆ 單位面積耗能量(Mcal/m<sup>2</sup>)
  - ◆ 單位產量耗能(LOE/Ton) or (kW/產量)
  - ◆ 年度單位面積耗電量EUI[kWh/(m<sup>2</sup> · yr)]
  - ◆ PUE = 全區耗能率/主要設備耗能率 (kW/kW)

# 我國冰水主機性能指標

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



➤ 不同冰水系統之性能指標

# 我國冰水主機能效標準

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

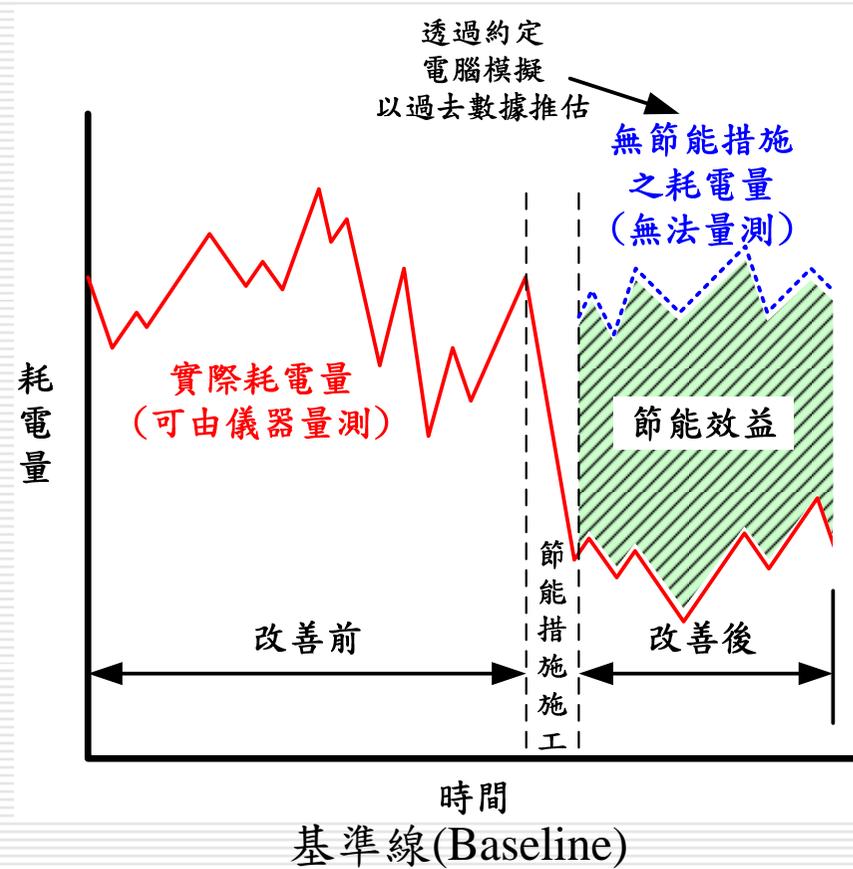
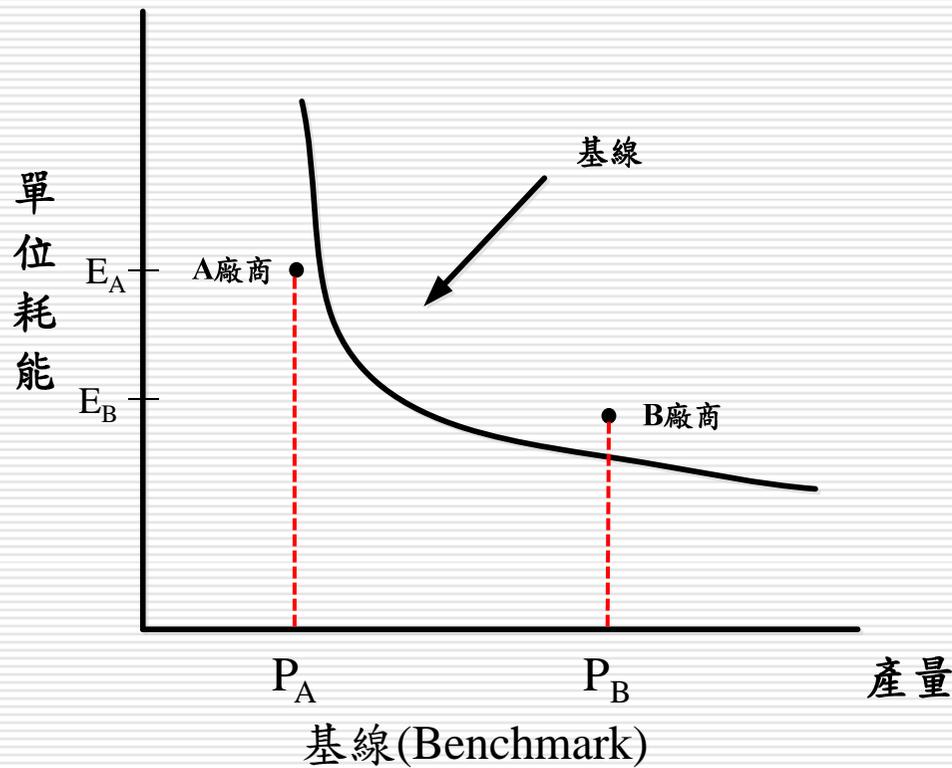
資料來源：經濟部能源局

# 基線(單位耗能指標) VS. 基準線

(Benchmark VS. Baseline)

$$E = AP + B$$

$$E/P = A + B/P$$



基準線 = 改善前能耗 - 改善後能耗 ± 調整量

# 傳統節能計算與IPMVP之差異

## □ 傳統節能計算方式：

節能量 = 基準線的耗能量 - 改善後的耗能量

- 未將系統或設備於基準線（改善前）之操作狀態調整到與改善後的操作狀態一致。

## □ IPMVP節能計算方式：

節能量 = 基準線的耗能量 - 改善後的耗能量 ± 調整量  
調整量即是將系統或設備於基準線與改善後的操作狀態調整為一致之修正量。

# ESCO產業升級的挑戰

---

□ ESCO業者執行節能績效保證專案(ESPC)遭遇的問題，說明如下：

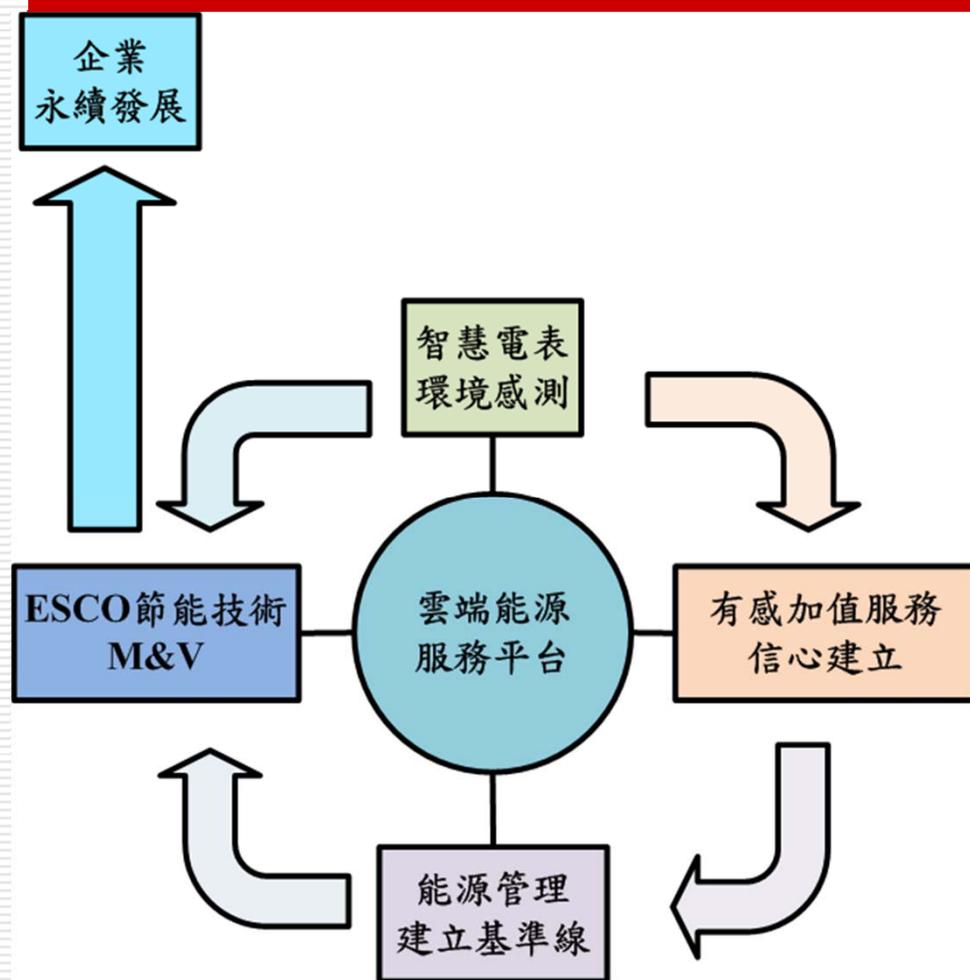
- 基準線建立困難。(需長期掛表或掛表困難)
- 每年量測與驗證後才可收款，且績效不佳時產生糾紛。→ (驗證難易度難以掌握，且時效低)
- 若無持續維護保養，節能績效難以維持。
- ESCO業者與能源用戶間的信任感難建立。

# ESCO產業升級的機會

---

- 結合智慧電網提出ESCO創新商業模式，可執行的相關業務：
  - 能源管理、可視化基準線建立及有感服務。(了解能源流向，初步行為模式改善並透過有感服務增加能源用戶的信任感)
  - ESCO節能減碳技術。(系統整合節能改善)
  - 能源安全，預測損壞。
  - 用戶群代表或能源仲介公司(如Aggregator)。

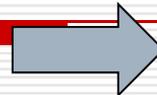
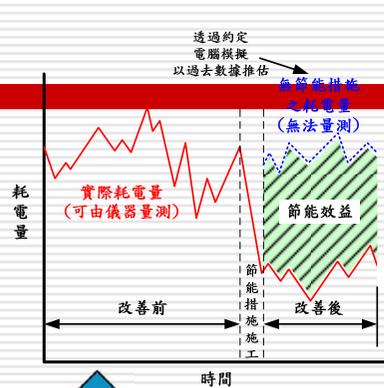
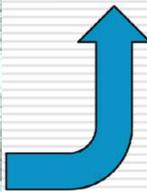
# ESCO雲端能源管理服務模式



- ESCO創新服務商業模式是以**雲端能源服務平台**為核心價值。
- 透過**有感增值服務**建立**客戶信心**及**基準線**
- 結合各種**ESCO節能技術**及**M&V量測與驗證技術**，使企業永續發展，產業競爭力提升。

# 結合能源資通訊技術ESCO創新應用

溫室氣體  
能源數據



①

## Smart Grid (總表或分表)

1. 即時耗能數據收集
2. 即時監控

②

## IPMVP及ISO 50001 (ESCO模式)

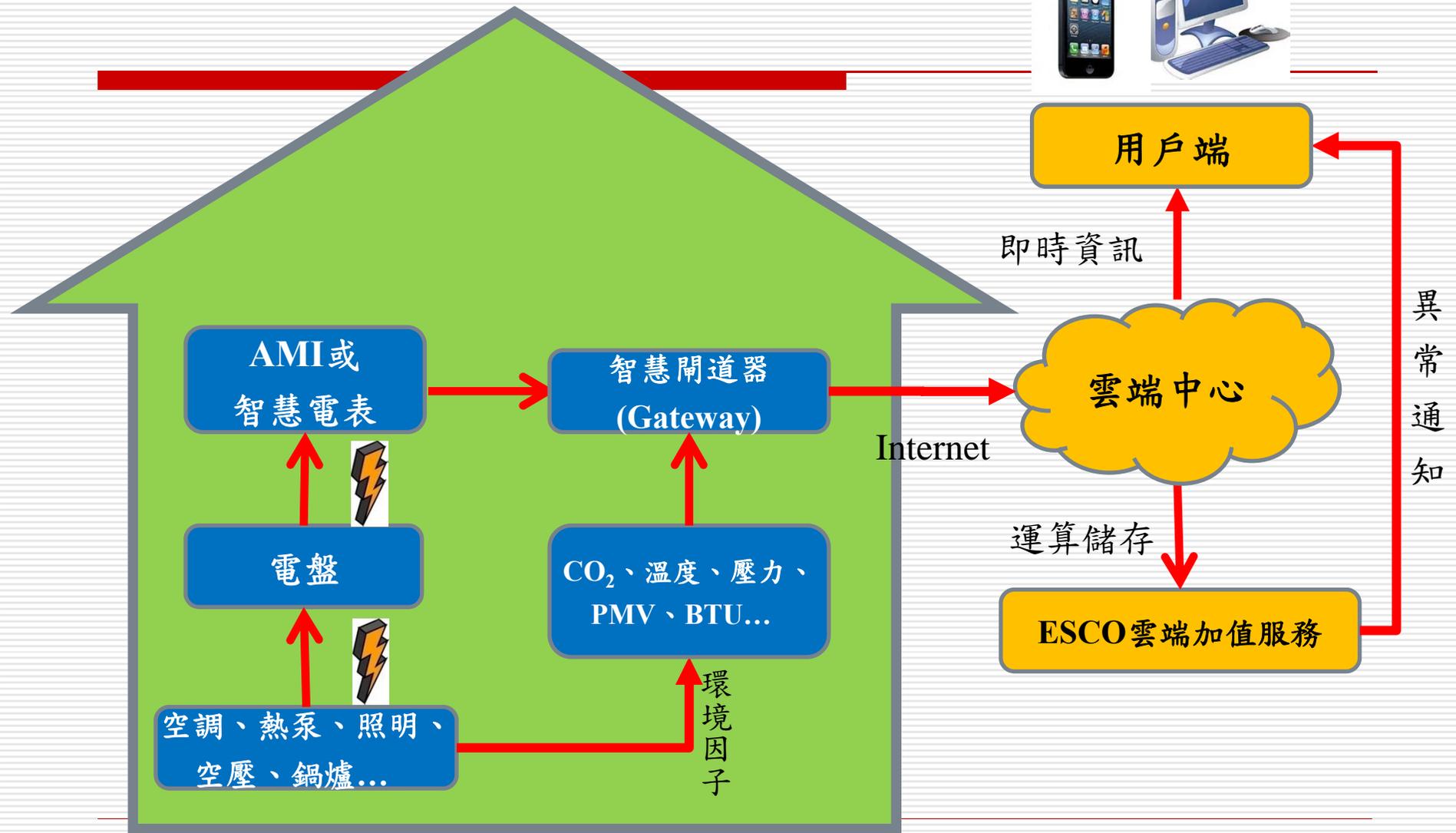
1. 量測與驗證
2. 基準線訂定
3. 實際節能量
4. 碳排放交易
5. 收銀機

③

## 系統最佳化 (製程或流程) (Optimal Total Solution)

1. 能源使用率提升  
(最低耗能)
2. 良率最高
3. 系統整合

# 雲端能源資通訊技術架構



# 雲端能源資通訊ESCO增值服務內容

## ☐ 用電流向行為分析與診斷。

- 用電異常警告。
- 定期報表。



## ☐ 即時提供新電價方案因應對策。

## ☐ 調查產生最高需量的原因和用電設備

## ☐ 開機策略與運轉效率提升。

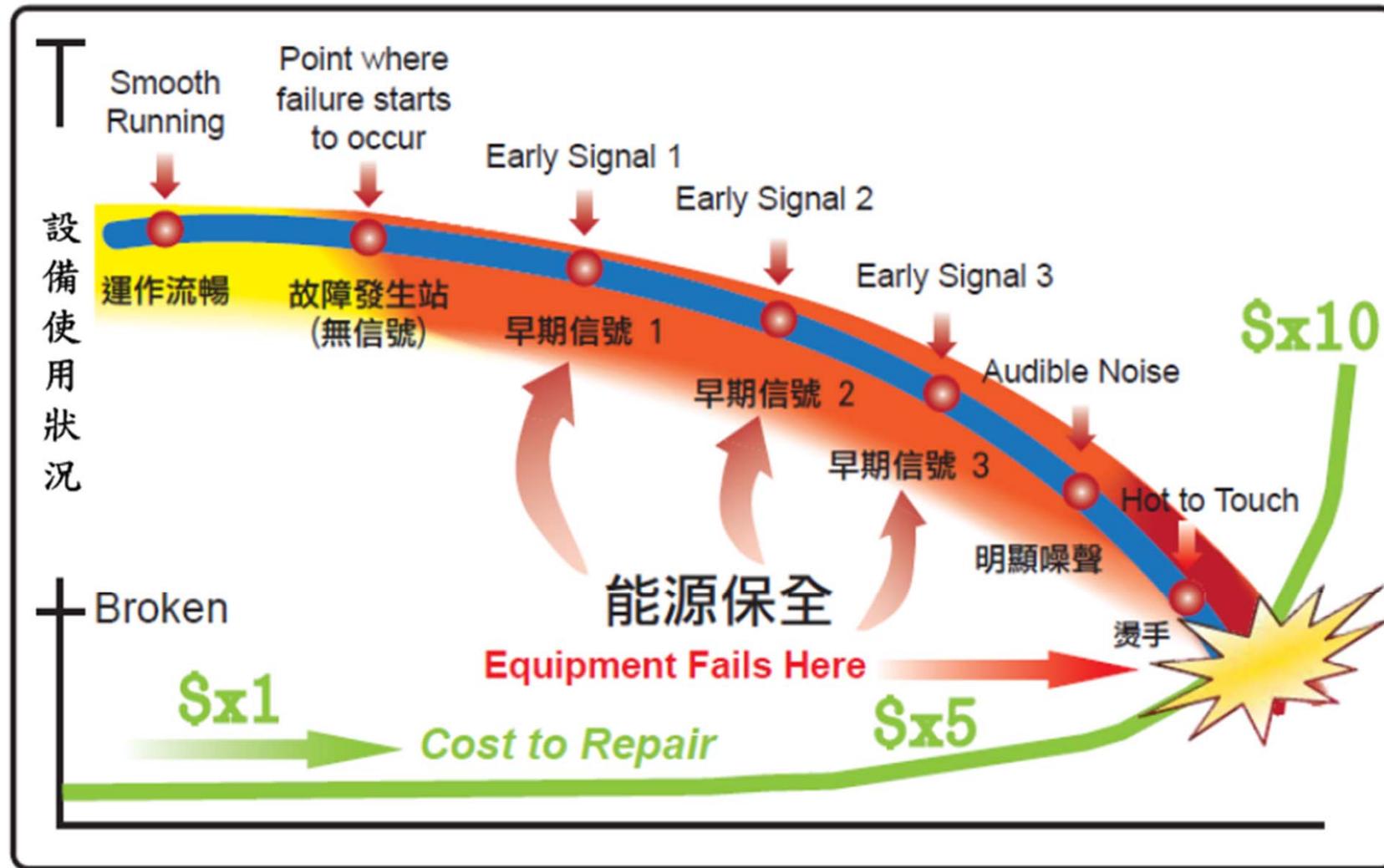
## ☐ 耗能設備效能改善。

## ☐ 用電異常預防保全。

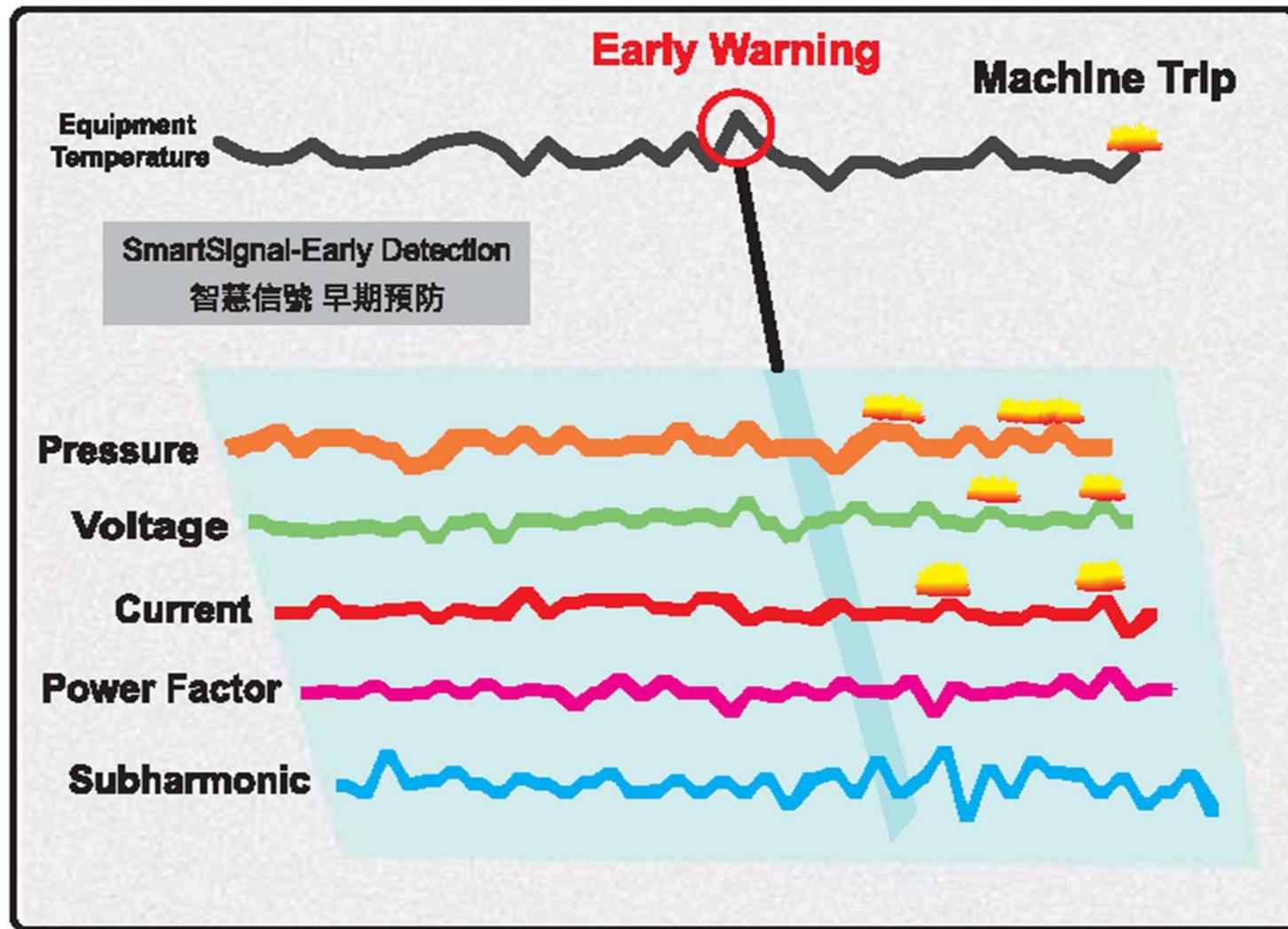
## ☐ 設備維護、校正。



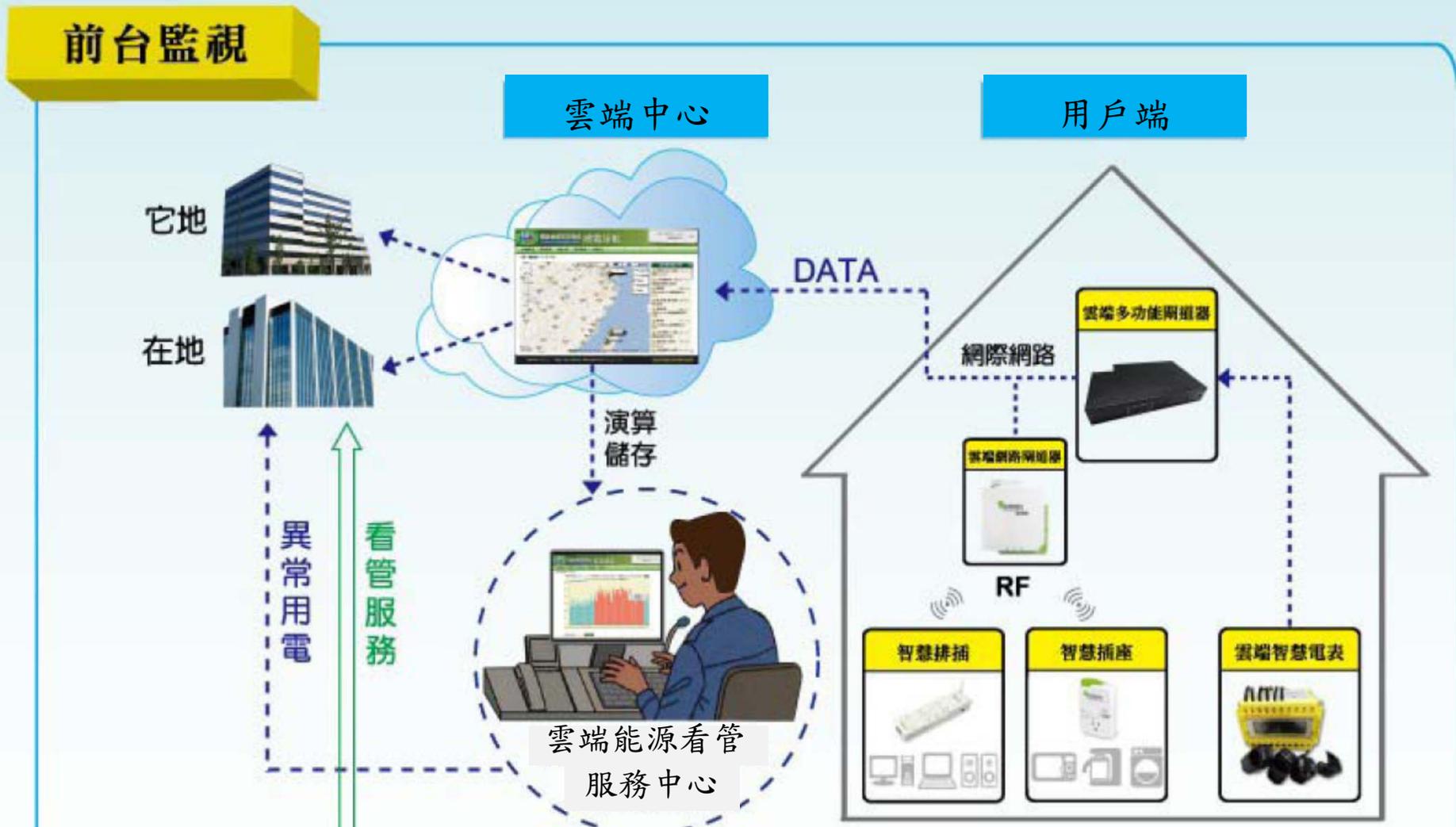
# 預防保全 – 設備關鍵零組件損壞預測



# 能源安全預知曲線示意圖



# 服務工具：前台監管



# 服務工具：後台分析

## 後台分析



# 數據收集與分析

---

## □ 常規數據收集與分析

- ① 數據觀察與診斷。
- ② 圖表觀察與分析。
- ③ 針對上述異常進行調整(Tuning)，不需花費大量人力與經費即可輕鬆節能(電、油、水)。
- ④ 國內外同業單位耗能指標值(Benchmark)比較。
- ⑤ 迴歸分析(建立Baseline)。
- ⑥ 系統最佳化分析

# 能源管理－以空調系統為例

## □ 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

## 能源管理量測項目(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

## 能源管理量測項目(冷卻水側)

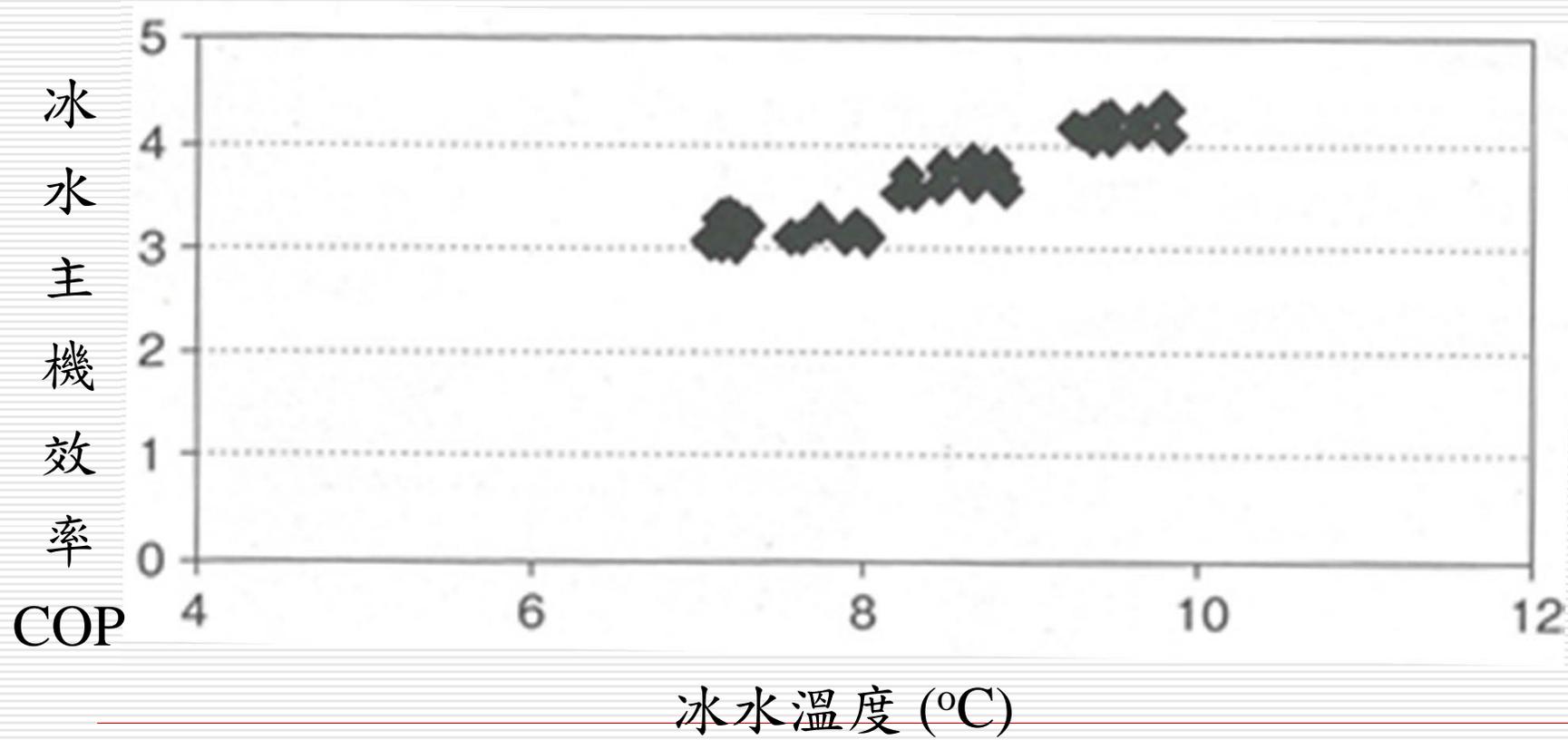
項目	單位	頻率
冷卻水塔設定溫度	°C	每日
冷卻水出、回水溫度	°C	每日
外氣溫濕度	°C	每日
冷卻水流量	LPM	每日
冰水主機耗電率	kW	每日
冰水主機效率	-	每日

# 能源管理基準值

---

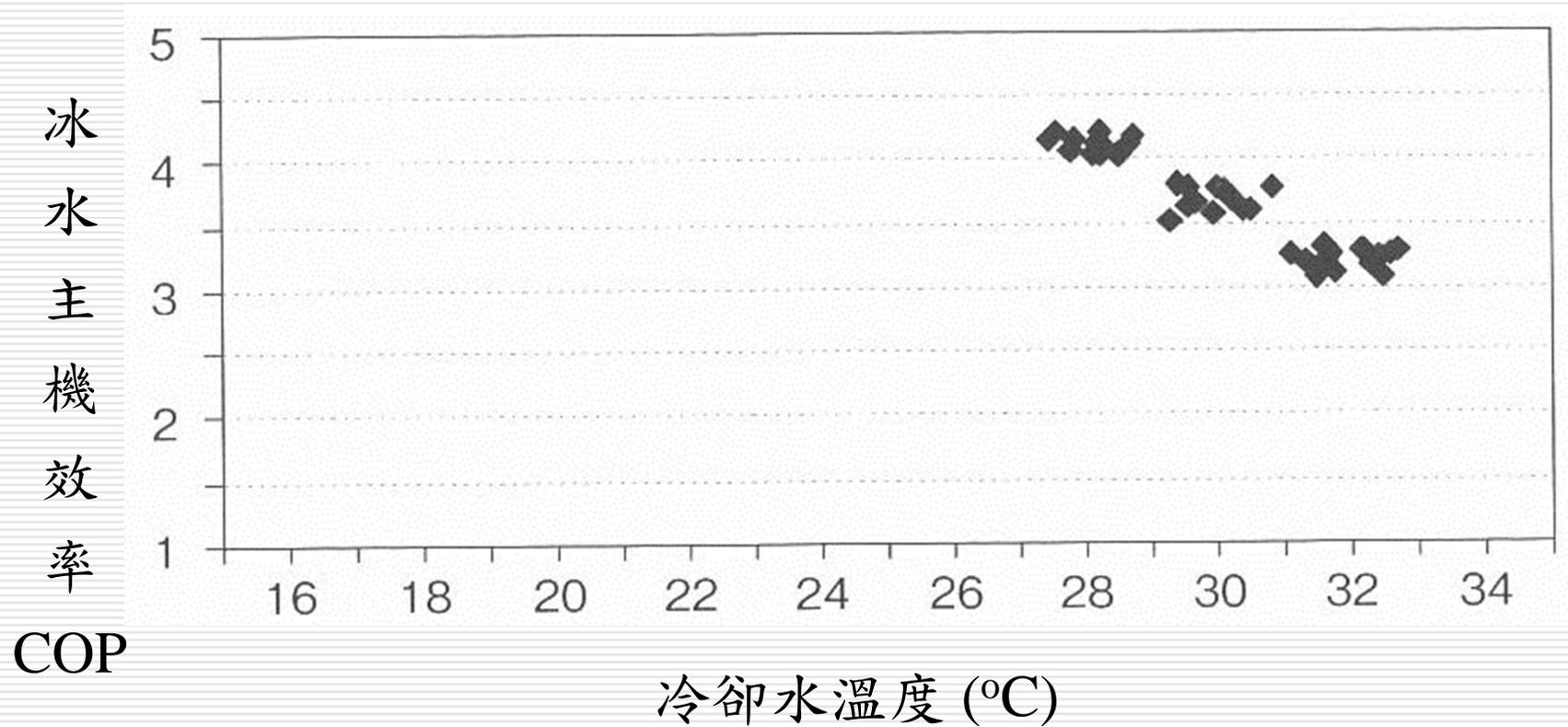
季節	空調負載	冰水溫度	冷卻水溫度
夏季	80%以上	7°C	32 °C
春秋季	40~60%	9 °C	28 °C
冬季	50%以下	12°C	25 °C

# 能源管理基準線



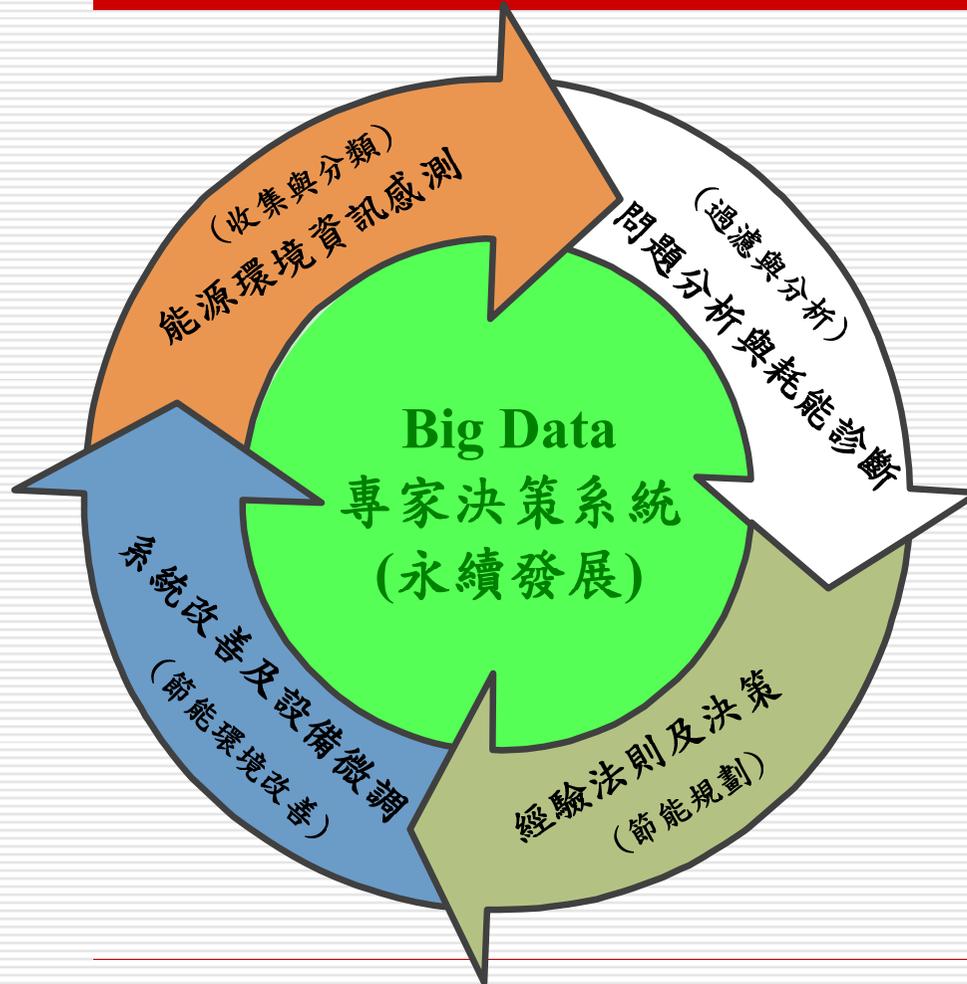
# 能源管理基準線

---



# 巨量資料(Big Data)的應用

## 專家決策系統找出商業模式



### □ 專家決策系統

- 資料收集與事件分類
- 盤查診斷與耗能預估。
- 自動趨勢分析與決策。
- 耗能系統節能改善與設備微調。

### □ 商業模式

- 預測能耗及操作運轉保養。
- 動態能源管理。

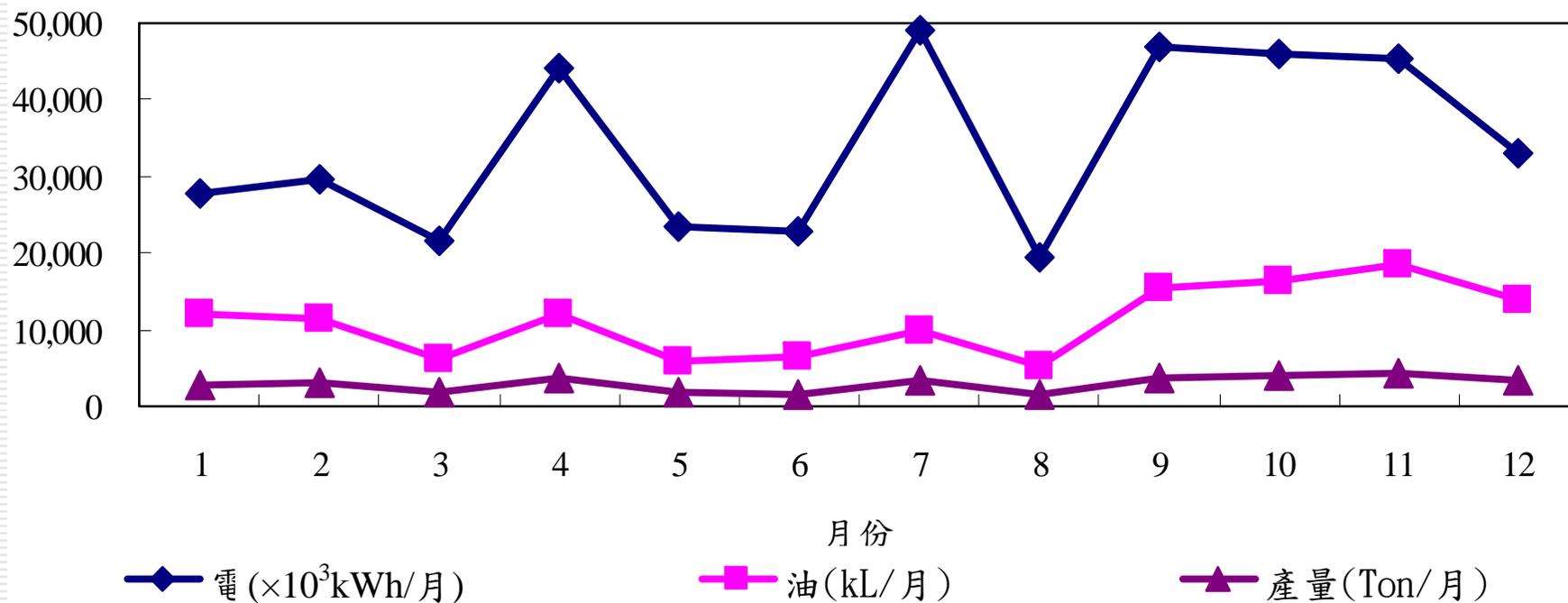
# 案例1、某企業生產製程產量與能源消耗數據 收集與分析

項 目 月 份	電 ( $\times 10^3$ kWh/月) )	油 (kL/月)	產量 (Ton/月)
1	27,930	11,970	2,850
2	29,700	11,286	2,970
3	21,645	6,240	1,950
4	44,250	12,150	3,750
5	23,400	5,850	1,950
6	22,770	6,435	1,650
7	48,990	10,005	3,450
8	19,440	5,328	1,440
9	46,875	15,375	3,750
10	46,020	16,380	3,900
11	45,288	18,648	4,440
12	33,000	13,794	3,300

某企業生產製程產量與能源耗用情形

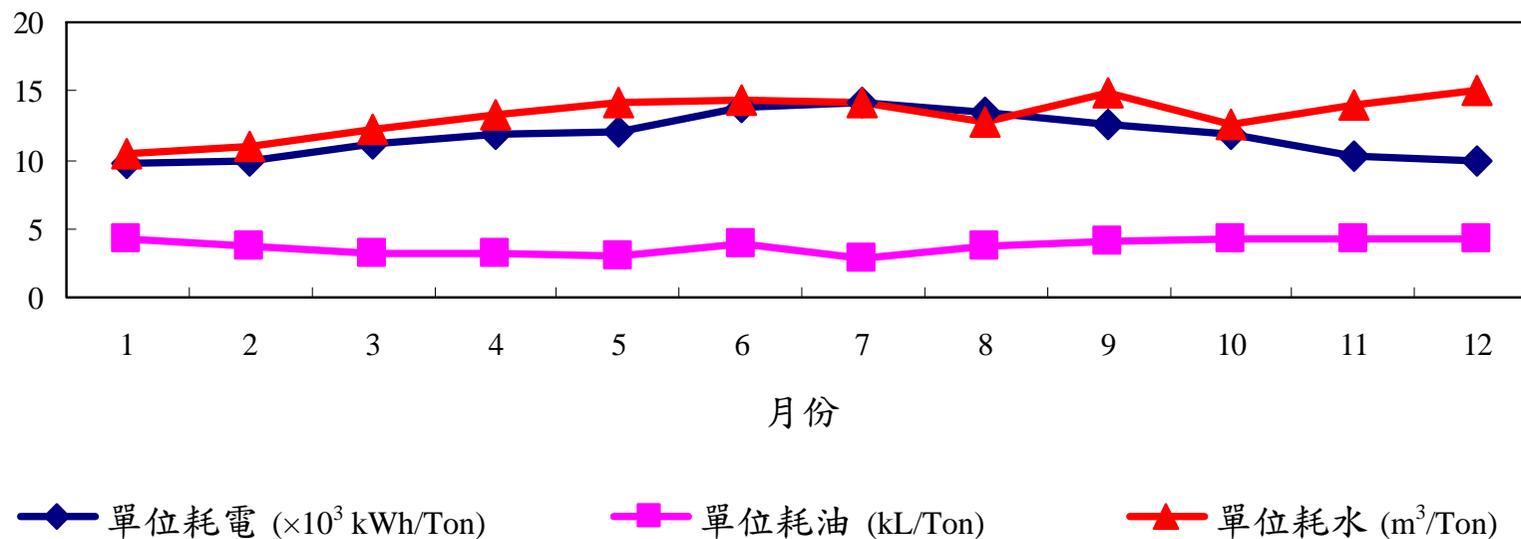
# 圖1、生產總耗能數據逐月變化情形

- 由圖中可簡單的分析出，每月的**能源消耗量**以及**產量**較低的月份(如3月、5月、6月及8月)，可能是因為企業例行維護保養或停工所造成的產量減少。



## 圖2、生產單位耗能數據逐月變化情形

- 單位耗油波動較小，反映在生產過程中，油消耗的控制和管理相對比較好
- 單位耗電在夏季是最大的，冬季是最小的，這是因為夏天必須使用大量的空調系統所造成；
- 單位耗水在10、11及12月有逐月上升的趨勢，此時建議企業應針對用水的相關設備進行詳細的盤查診斷，以進一步的找出其用水耗能的原因。



- 單位耗能與國內外同業比較可看出耗能狀況及節能潛力。

## 案例2、廢熱回收效益計算

- 某企業收集了24個月的用電消耗與生產產量間的歷史資料，如下表所示。其中，在第二年一開始，企業安裝了廢熱回收節能設備。該廢熱回收節能設備對於能源的使用是否產生了作用？如果發揮了作用，其節能量為何？

月份	耗電( $\times 10^3$ kWh/月)	產量(Ton/月)	月份	耗電( $\times 10^3$ kWh/月)	產量(Ton/月)
1	1,930	1,610	13	1,615	1,260
2	1,925	1,820	14	1,710	1,470
3	1,550	1,120	15	1,885	1,680
4	2,040	1,820	16	1,920	1,890
5	1,430	840	17	1,410	980
6	2,180	2,170	18	1,540	1,080
7	2,140	2,100	19	1,530	1,025
8	2,040	1,960	20	1,743	1,430
9	1,865	1,540	21	2,050	1,905
10	1,940	1,750	22	1,680	1,500
11	1,930	1,690	23	2,260	1,950
12	1,870	1,830	24	1,330	1,300

# 某企業生產製程單位耗能數據

月份	耗電 ( $\times 10^3$ kWh/月)	產量 (Ton/月)	單位耗電	月份	耗電 ( $\times 10^3$ kWh/月)	產量 (Ton/月)	單位耗電
1	1,930	1,610	1.199	13	1,615	1,260	1.282
2	1,925	1,820	1.058	14	1,710	1,470	1.163
3	1,550	1,120	1.384	15	1,885	1,680	1.122
4	2,040	1,820	1.121	16	1,920	1,890	1.016
5	1,430	840	1.702	17	1,410	980	1.439
6	2,180	2,170	1.005	18	1,540	1,080	1.426
7	2,140	2,100	1.019	19	1,530	1,025	1.493
8	2,040	1,960	1.041	20	1,743	1,430	1.219
9	1,865	1,540	1.211	21	2,050	1,905	1.076
10	1,940	1,830	1.060	22	1,680	1,500	1.120
11	1,930	1,720	1.122	23	2,260	1,950	1.159
12	1,870	1,830	1.022	24	1,330	1,300	1.023
總計	22,840	20,360	1.122	總計	20,673	17,470	1.183

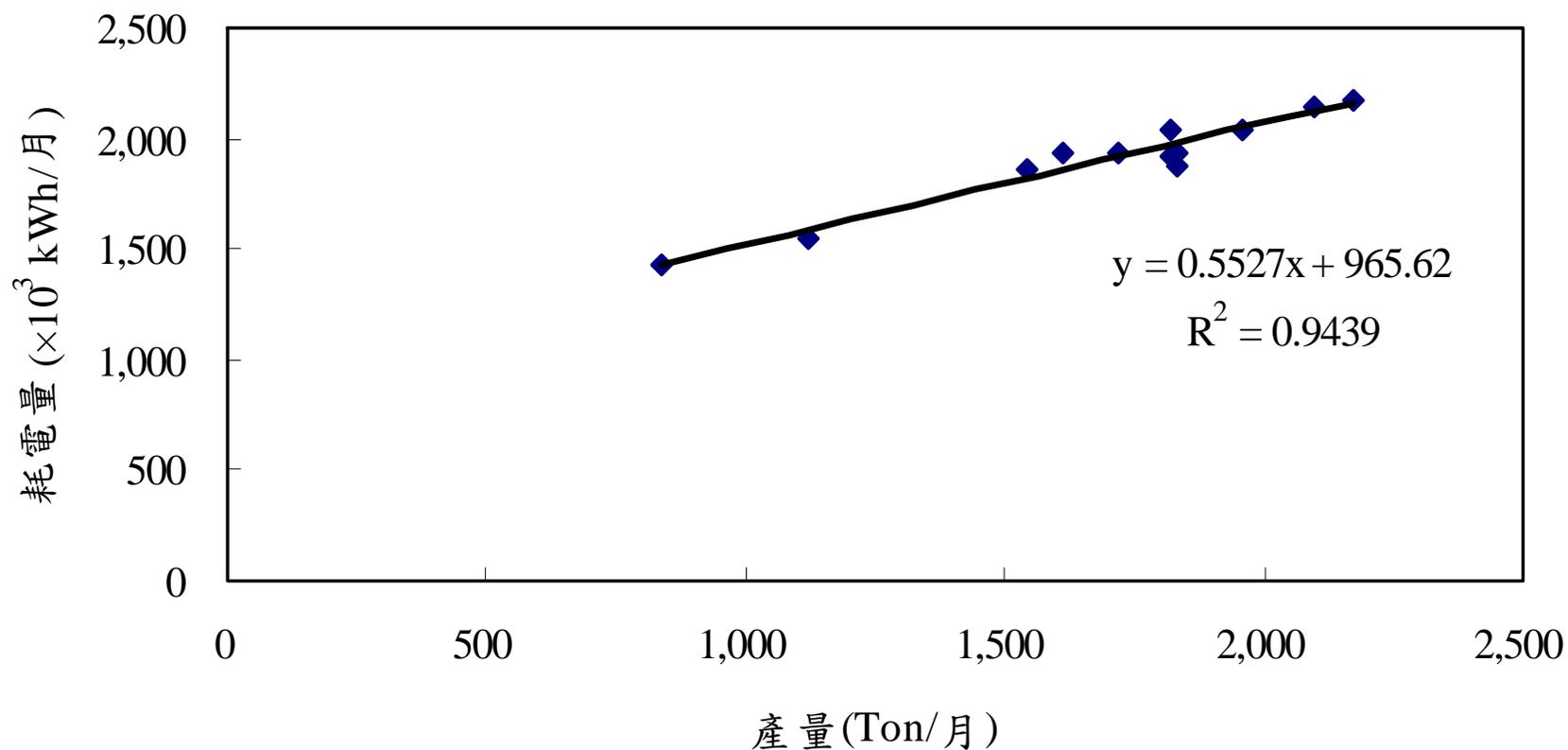
□ 單位耗能的比較，改善後反而比改善前耗能。

# 建立基準線/迴歸分析

---

- 上述的方法，是利用**傳統的比較**方式進行數據的分析，然而，這種數據分析並無法真正的反映出節能績效的成果，這是由於改善前、後操作條件不一致所造成的。
- 有效節能績效分析模式，應利用迴歸分析，建立**改善前的基準線**，利用**改善後的條件代入**，以確定其加裝的設備是否有節能效益。

# 某企業加裝廢熱回收改善前基準線建立



# 調整量的計算

- 將改善後的產量代入基準線方程式，並與改善前實際耗電量比較，計算調整量。

月份	改善後的產量	改善後的耗電量	基準線(改善前)的耗電量	調整量
	Ton/月	10 <sup>3</sup> kWh/月	10 <sup>3</sup> kWh/月	10 <sup>3</sup> kWh/月
1	1,260	1,662	1,930	268
2	1,470	1,778	1,925	147
3	1,680	1,894	1,550	-344
4	1,890	2,010	2,040	30
5	980	1,507	1,430	-77
6	1,080	1,563	2,180	617
7	1,025	1,532	2,140	608
8	1,430	1,756	2,040	284
9	1,905	2,018	1,865	-153
10	1,500	1,795	1,940	145
11	1,950	2,043	1,930	-113
12	1,300	1,684	1,870	186
總計				1,597

## ➤ 節能效益的計算

月份	產量 (Ton)	基準線(改善前)的耗電量 (10 <sup>3</sup> kWh)	改善後實際耗電量 (10 <sup>3</sup> kWh)	調整量 (10 <sup>3</sup> kWh)	節能量 (10 <sup>3</sup> kWh)
1	1,260	1,930	1,615	268	47
2	1,470	1,925	1,710	147	68
3	1,680	1,550	1,885	-344	9
4	1,890	2,040	1,920	30	90
5	980	1,430	1,410	-77	97
6	1,080	2,180	1,540	617	23
7	1,025	2,140	1,530	608	2
8	1,430	2,040	1,743	284	13
9	1,905	1,865	2,030	-153	-32
10	1,500	1,940	1,500	145	115
11	1,950	1,930	1,950	-113	-217
12	1,300	1,870	1,300	186	354
總計	17,470	22,840	20,673	1,597	<b>570</b>

➤ 註：節能量 = 基準線的耗電量 - 改善後的耗電量 ± 調整量

## 案例3、二次冰水泵變頻控制

---

- 本工廠之空調負荷受設備機台數以及員工人數影響，機台數以及員工人數越多，則空調負荷越大，二次冰水泵越耗電。影響空調負荷之參數不僅止於機台數與人數，若能提供更詳細之資訊，例如外氣條件、工作時間行程表、工作人員班次等，將有助於進行更精準的節能績效驗證。
- 若使用傳統的節能計算模式，將會有許多的變數沒有計算到(操作條件不一致)。影響節能效益的原因，除了二次冰水泵變頻控制的這項節能措施之外，還有因為設備機台數以及員工人數的變動而造成之影響！

---

□ 因此，正確的節能效益計算方式應該為

節能效益=改善前耗電 - 改善後耗電±調整量

或者

節能效益=調整後之基準線耗電 - 改善後耗電

□ 建立基準線之目的，則是為了考慮影響冰水泵耗電的各項參數變動時，所導致的偏移量。

# 某工廠二次側冰水泵改善前

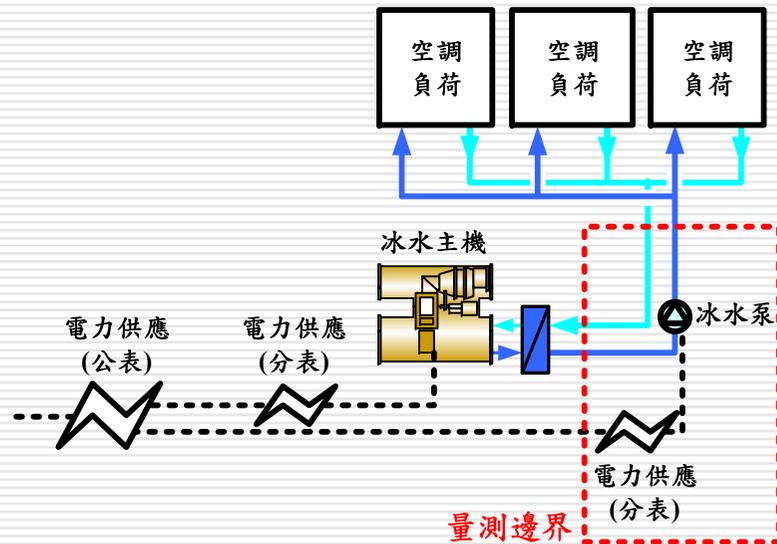
- 改善前空調系統二次側冰水泵定頻運轉，在空調負荷降低時，僅以閥開口度控制冰水流量。

## 節能改善前之耗能資料

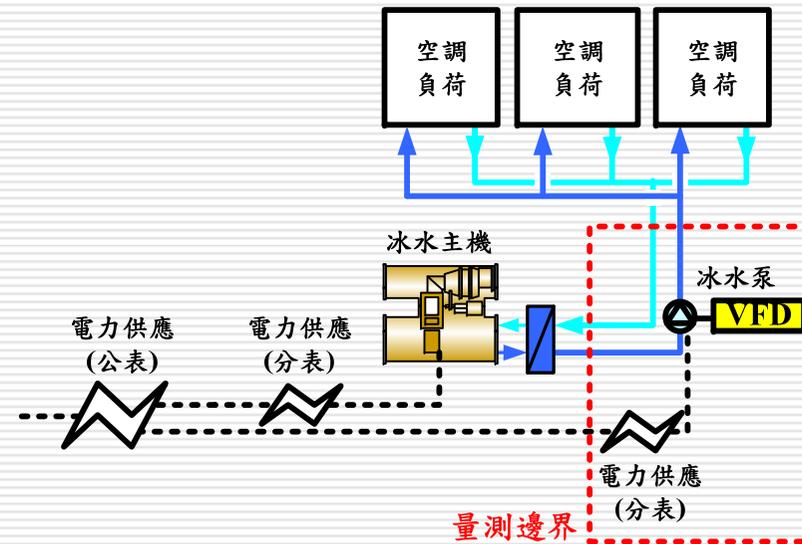
日期	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
設備機台數	73	62	67	75	67	82	85	77	75	82	83	86	81	80	80	82
員工人數	330	313	351	339	288	296	338	344	296	290	321	309	288	312	354	260
泵耗電度數	118.8	118.2	119.1	119.0	117.7	118.2	119.2	119.2	118.1	118.1	118.8	118.6	118.1	118.6	119.5	117.5
日期	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
設備機台數	77	76	77	78	77	78	79	74	69	66	67	66	62	57	56	
員工人數	278	266	333	321	288	366	348	278	300	365	299	287	312	313	289	
泵耗電度數	117.7	117.5	118.9	118.7	118.0	119.7	119.3	117.7	118.1	119.4	118.0	117.7	118.2	118.1	117.5	

二次側冰水泵總共耗電3671.1度

# 二次側冰水泵改善前、後示意圖



改善前



改善後

# 某工廠二次側冰水泵改善方案

- 改善後空調系統二次側冰水泵變頻運轉，在空調負荷降低時，利用變頻的方式控制冰水泵的轉速，以達到降載的目的。

## 節能改善後之耗能資料

日期	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
設備機台數	67	65	59	66	70	73	74	70	76	81	82	73	73	74	73	69
員工人數	313	345	299	310	287	278	265	312	321	289	266	333	321	288	366	348
泵耗電度數	82.9	89.5	78.1	82.0	77.9	76.6	74.0	83.3	86.6	80.7	75.9	88.6	86.0	79.0	95.8	91.0
日期	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
設備機台數	64	63	82	82	77	74	82	67	68	67	67	60	68	59	65	
員工人數	278	277	299	322	276	333	332	300	365	299	287	266	300	288	312	
泵耗電度數	74.6	74.2	83.1	88.1	77.0	88.8	90.3	80.1	94.5	79.9	77.2	71.1	80.3	75.7	82.3	

# 基準線之建立

日期	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
設備機台數	73	62	67	75	67	82	85	77	75	82	83	86	81	80	80	82
員工人數	330	313	351	339	288	296	338	344	296	290	321	309	288	312	354	260
泵耗電度數	118.8	118.2	119.1	119.0	117.7	118.2	119.2	119.2	118.1	118.1	118.8	118.6	118.1	118.6	119.5	117.5
日期	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
設備機台數	77	76	77	78	77	78	79	74	69	66	67	66	62	57	56	
員工人數	278	266	333	321	288	366	348	278	300	365	299	287	312	313	289	
泵耗電度數	117.7	117.5	118.9	118.7	118.0	119.7	119.3	117.7	118.1	119.4	118.0	117.7	118.2	118.1	117.5	

- 利用節能改善前之歷史資料，迴歸出二次泵耗電度數( $z_1$ )與機台數( $x$ )、員工人數( $y$ )之間的曲線方程式，



$$z_1 = 0.0214748x + 0.0216385y + 110.084$$

# 基準線耗能量之建立

- 將節能改善後之機台數(x)與員工人數(y)帶入基準線方程式後，即能獲得節能改善後若未進行節能措施時的耗電量，即為**基準線耗電量**！

日期	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
設備機台數	67	65	59	66	70	73	74	70	76	81	82	73	73	74	73	69
員工人數	313	345	299	310	287	278	265	312	321	289	266	333	321	288	366	348
基準線耗電度數	118.3	118.9	117.8	118.2	117.8	117.7	117.4	118.3	118.7	118.1	117.6	118.9	118.6	117.9	119.6	119.1
日期	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
設備機台數	64	63	82	82	77	74	82	67	68	67	67	60	68	59	65	
員工人數	278	277	299	322	276	333	332	300	365	299	287	266	300	288	312	
基準線耗電度數	117.5	117.4	118.3	118.8	117.7	118.9	119.0	118.0	119.4	118.0	117.7	117.1	118.0	117.6	118.2	

總共耗電3664.7度

## 節能效益計算

- 本案例之選項A量測驗證模式，經ESCO廠商與能源使用者雙方同意之約定內容如下：
  - 短期量測一天的二次冰水泵耗電量，再將此耗電量乘以約定操作時間。
  - 短期量測之耗電量採用1月1日之耗電量。
  - 約定操作時間為一月份的天數，計31天。
- 基準線耗電=118.3 kWh/day × 31/day = 3667.2 kWh
- 改善後耗電= 82.9 kWh/day × 31/day = 2570.2 kWh
- 因此透過選項A之量測驗證模式，一月份所獲得的節能效為1097 kWh！

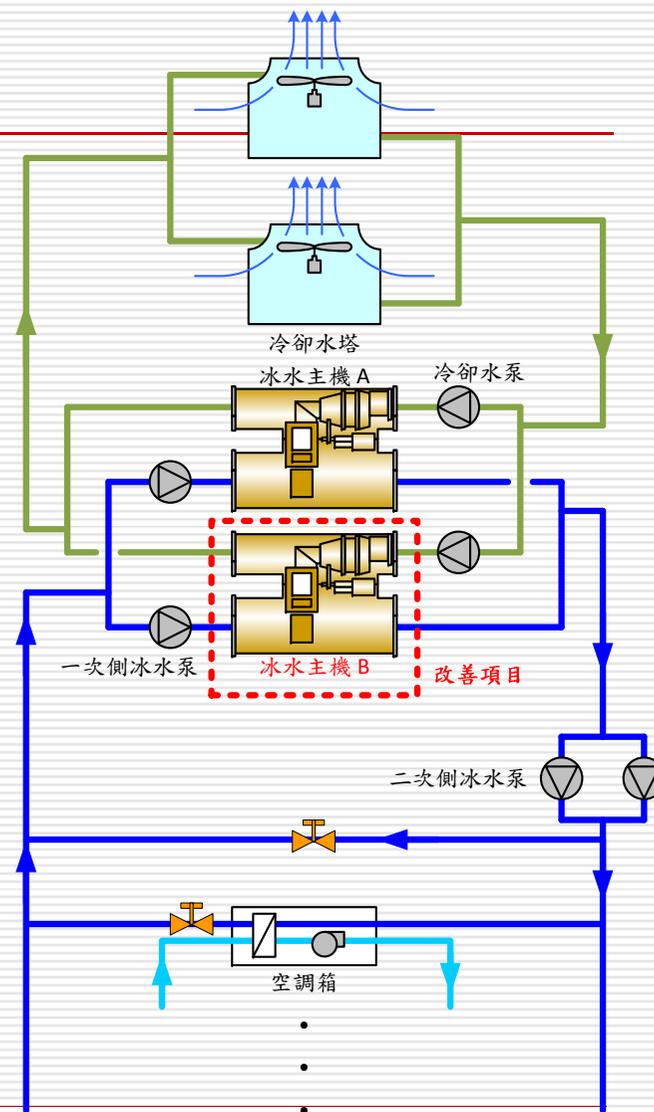
## 案例4、冰水主機汰換(採用IPMVP選項D)

---

- 台北市某商業大樓，有2台350RT冰水主機，該商業大樓每日使用時間為上午8:00至晚上20:00，共計12小時，年運轉天數為255天。冰水主機中，已有1台運轉年數超過10年，經初步盤查診斷，其性能COP不佳。業主為降低運轉能源費用，針對COP不佳之冰水主機，採汰舊換新節能措施。

# 系統描述

設備	原設備規格	數量
冰水主機	350 RT(1,230 kW)	2
冷卻水塔	450 RT(1,587 kW)	2
一次側冰水泵	流量：0.0588 m <sup>3</sup> /s 揚程：147 kPa	2
二次側冰水泵	流量：0.0588 m <sup>3</sup> /s 揚程：294 kPa	2
冷卻水泵	流量：0.0735 m <sup>3</sup> /s 揚程：196 kPa	2

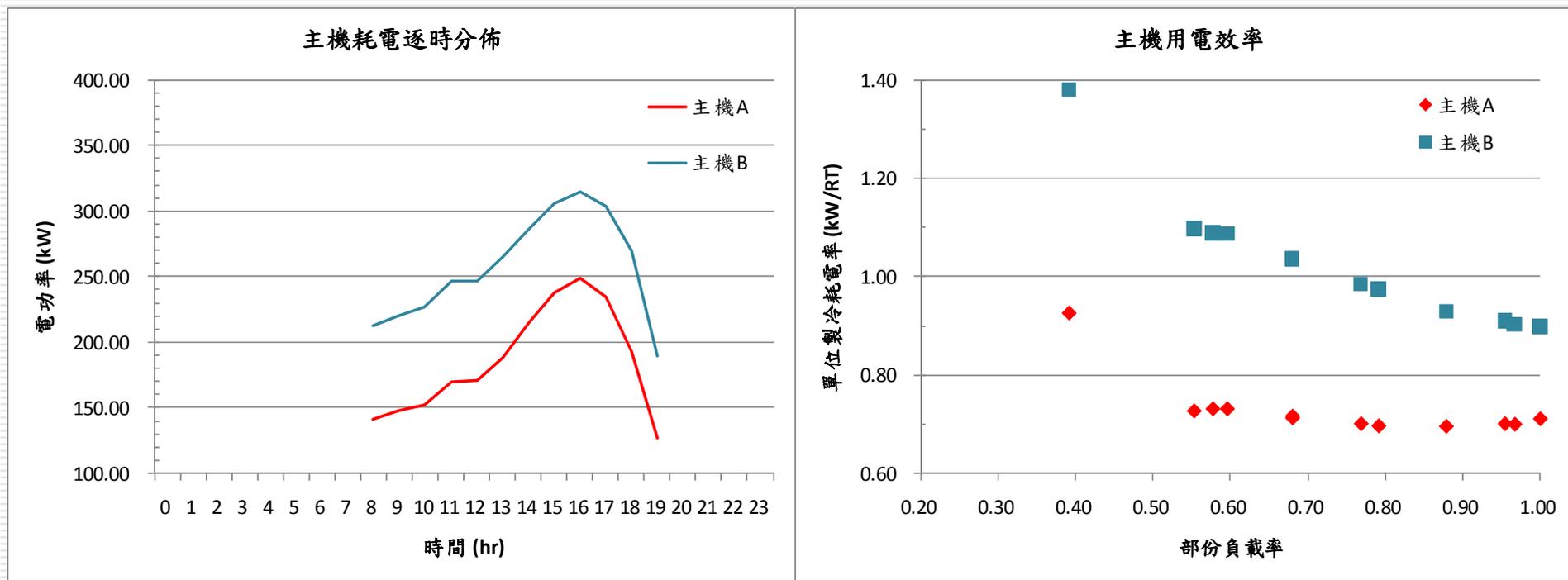


註：冰水側入出水水溫為**12 °C進/7 °C出**；冷卻水則為**32 °C進/37 °C出**

# 改善前冰水主機性能

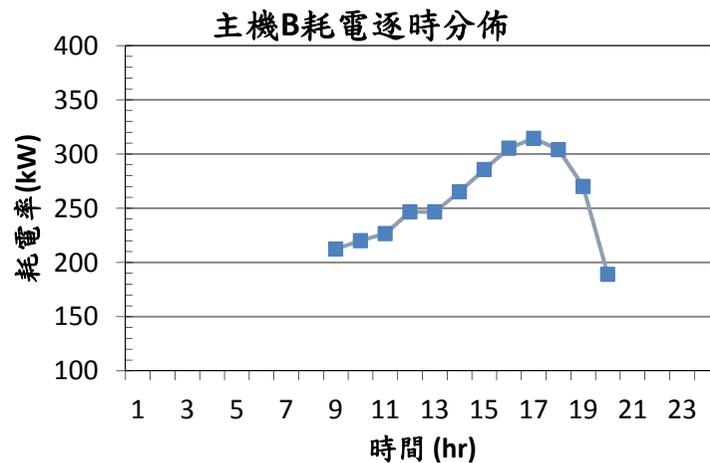
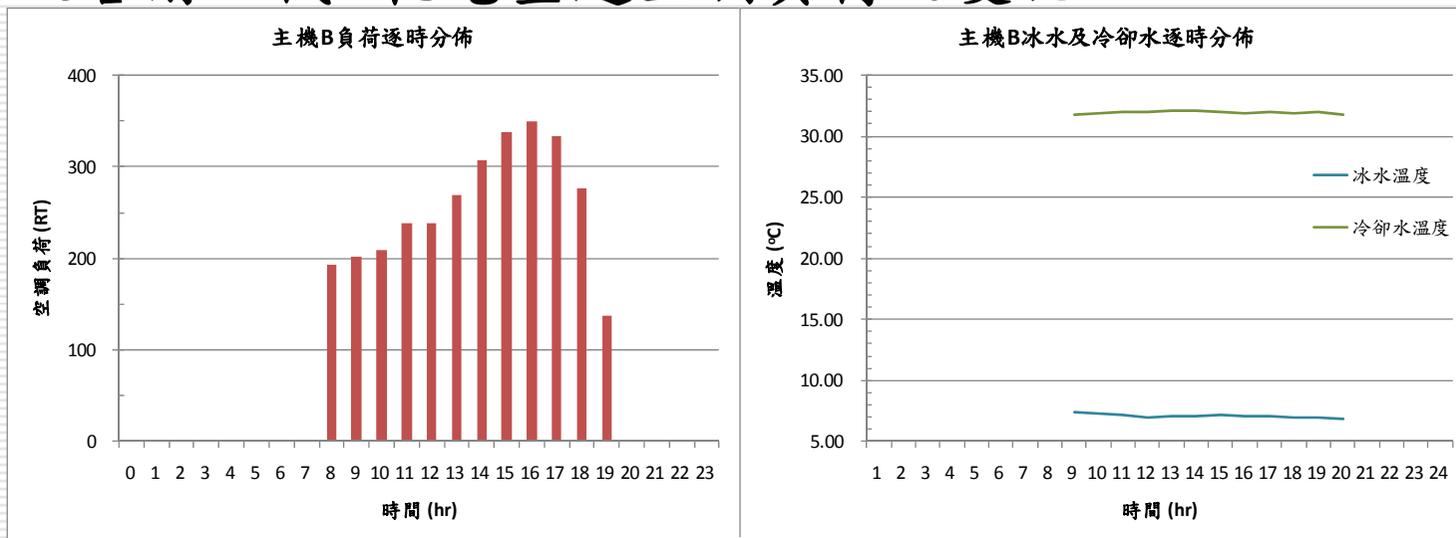
## □ 主機耗電比較

- 經比較主機逐時耗電率後可發現，主機 B 的輸入電功率皆高於主機 A；再比較單位製冷耗電率，主機 B 亦較主機 A 高  $0.2\sim 0.4$  kW/RT



# 改善前原系統耗能

## 改善前主機B耗電量隨空調負荷之變化



# 改善前原系統基準線建立

## □ 基準線建立

■ 主機之耗電率與蒸發器出口水溫、冷凝器入口水溫以及實際負荷有關

■ 利用短期或長期量測之冰水溫、冷卻水溫與主機負荷等數據，以迴歸分析方式建立主機 B 的耗電率計算模型 (基準線)

■ 基準線型式為

$$\dot{W} = a_0 + a_1 \cdot (T_{cwr} - T_{chs}) + a_2 \cdot (T_{cwr} - T_{chs})^2 + a_3 \cdot \dot{Q}_{ch} + a_4 \cdot \dot{Q}_{ch}^2 + a_5 \cdot (T_{cwr} - T_{chs}) \cdot \dot{Q}_{ch}$$

$T_{chs}$  為蒸發器出口水溫

$T_{cwr}$  為冷凝器入口水溫

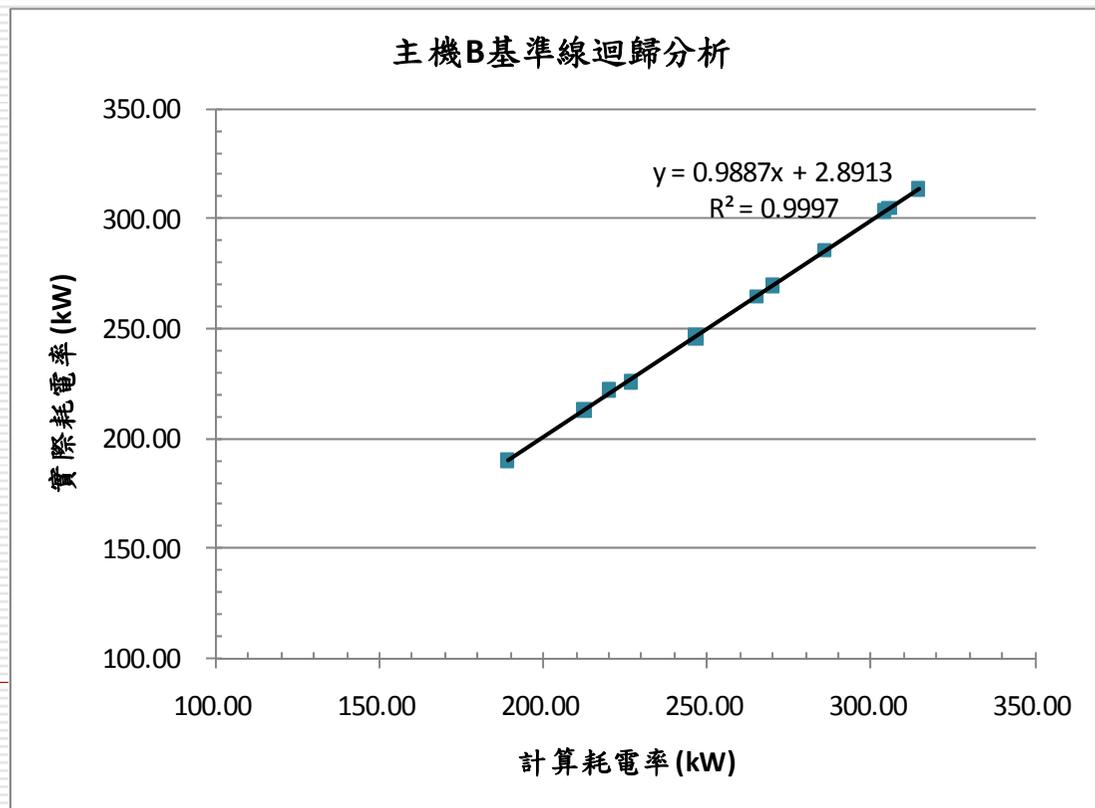
$\dot{Q}_{ch}$  為主機實際負載

	主機 B
$a_0$	0.036619
$a_1$	-5.905113
$a_2$	0.375990
$a_3$	0.053503
$a_4$	0.000024
$a_5$	0.002916

# 改善前原系統基準線建立

## ■ 基準線迴歸分析結果

- 主機 B :  $R^2 = 0.9997$
- 符合  $R^2 \geq 0.75$  之標準



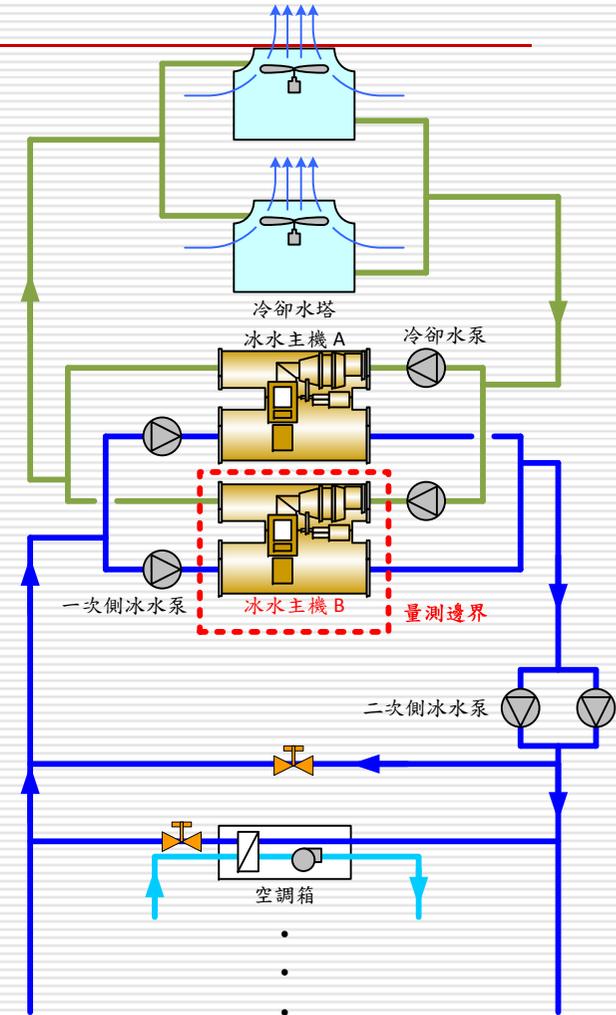
# 改善方案

## □ 工程內容

- 針對運轉效率較差之主機 B，汰換為效率較佳的新型主機
- 工程費用 3,000,000 元
- 新主機的耗電率，依據**設備商提供之測試數據**，可建立其耗電率計算模型

$$\dot{W} = a_0 + a_1 \cdot (T_{cwr} - T_{chs}) + a_2 \cdot (T_{cwr} - T_{chs})^2 + a_3 \cdot \dot{Q}_{ch} + a_4 \cdot \dot{Q}_{ch}^2 + a_5 \cdot (T_{cwr} - T_{chs}) \cdot \dot{Q}_{ch}$$

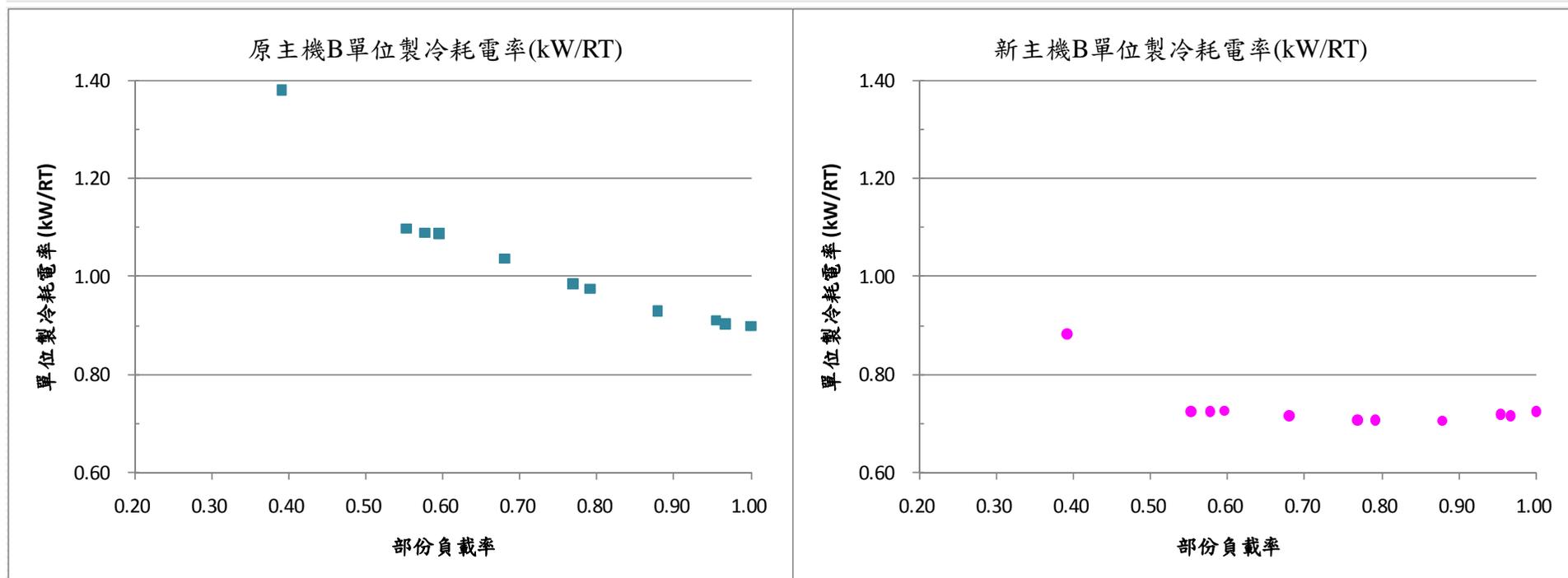
	新主機 B
$a_0$	0.035828
$a_1$	-1.905113
$a_2$	0.175990
$a_3$	-0.081936
$a_4$	0.000105
$a_5$	0.003201



# 改善方案

## 改善前後主機 B 效率比較

- 新主機的運轉效率，在各種負載率下，均較舊主機高；即原主機的單位製冷率皆高於新主機。



改善前

改善後

# 節能效益之計算參數說明

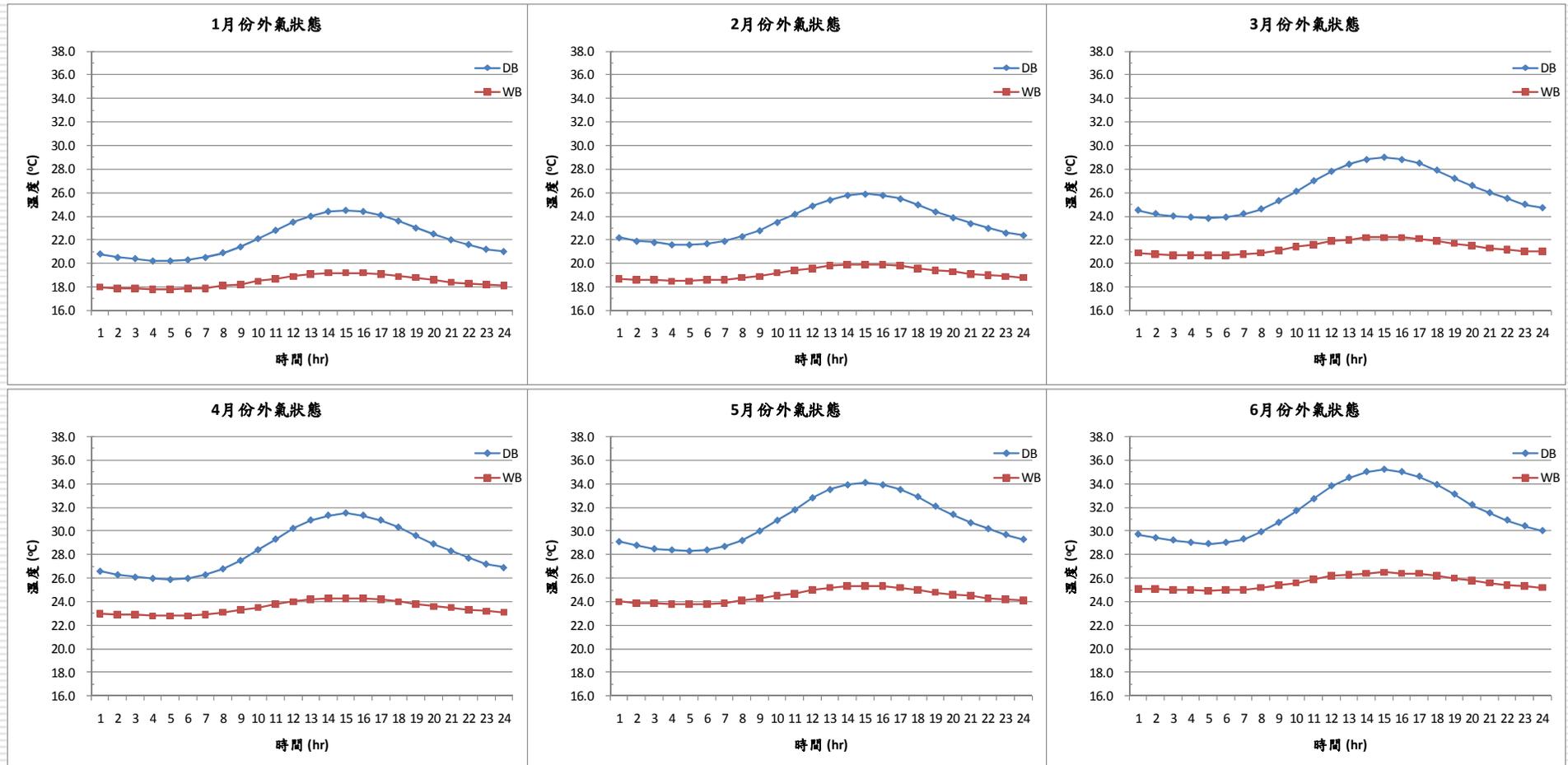
## □ 計算參數

- 計算用之空調負荷與外氣條件如次4頁所示
- 主機冰水溫度：7°C
- 主機冷卻水溫度：32°C
- 耗電量計算日數：

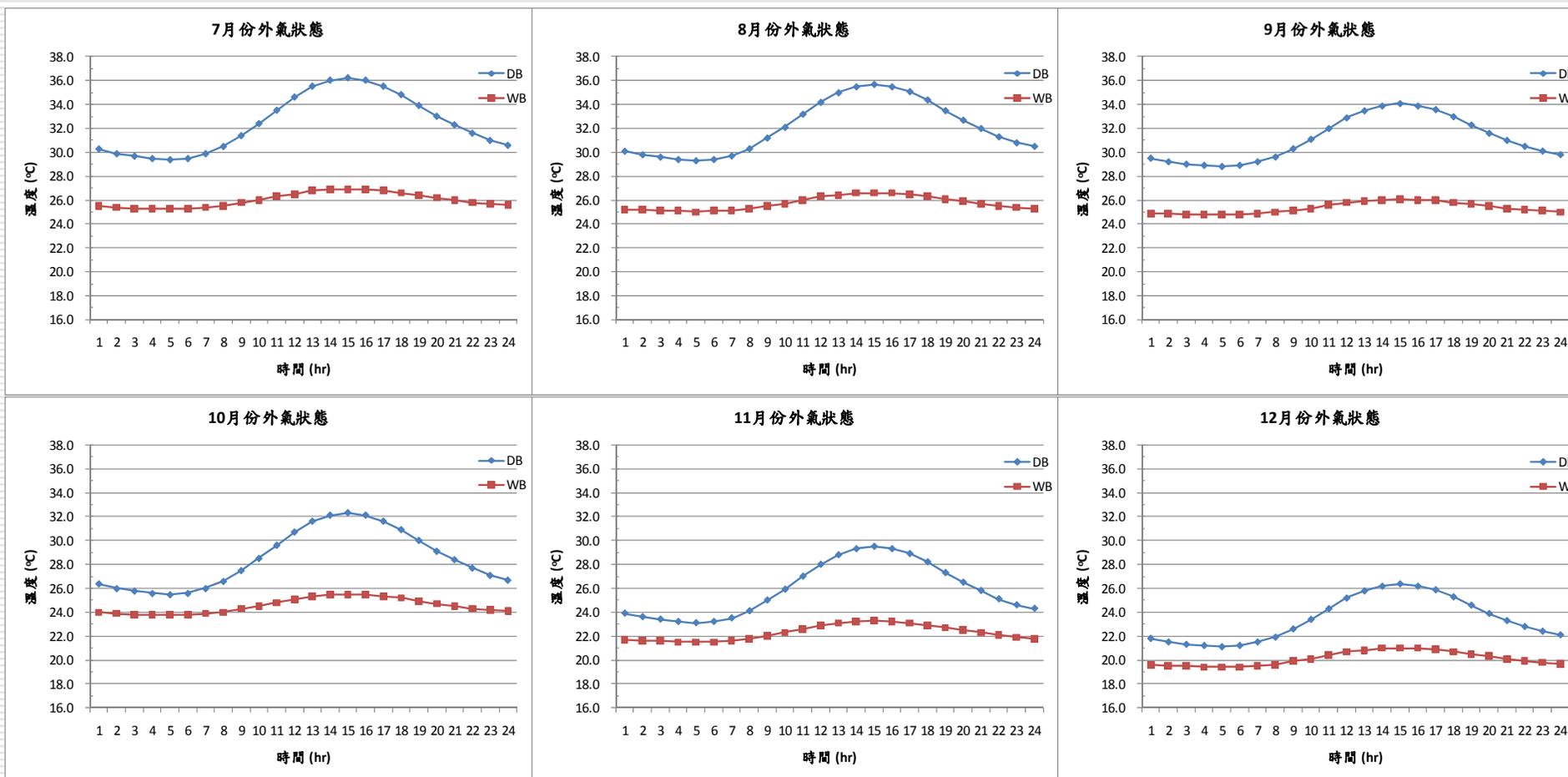
1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
22	15	22	21	22	21	22	23	21	22	22	22	255

- 流動電費單價：1.8元/kW-h
- 物價年增率：2%
- 年利率：1%

# 外氣條件(由氣象局取得)

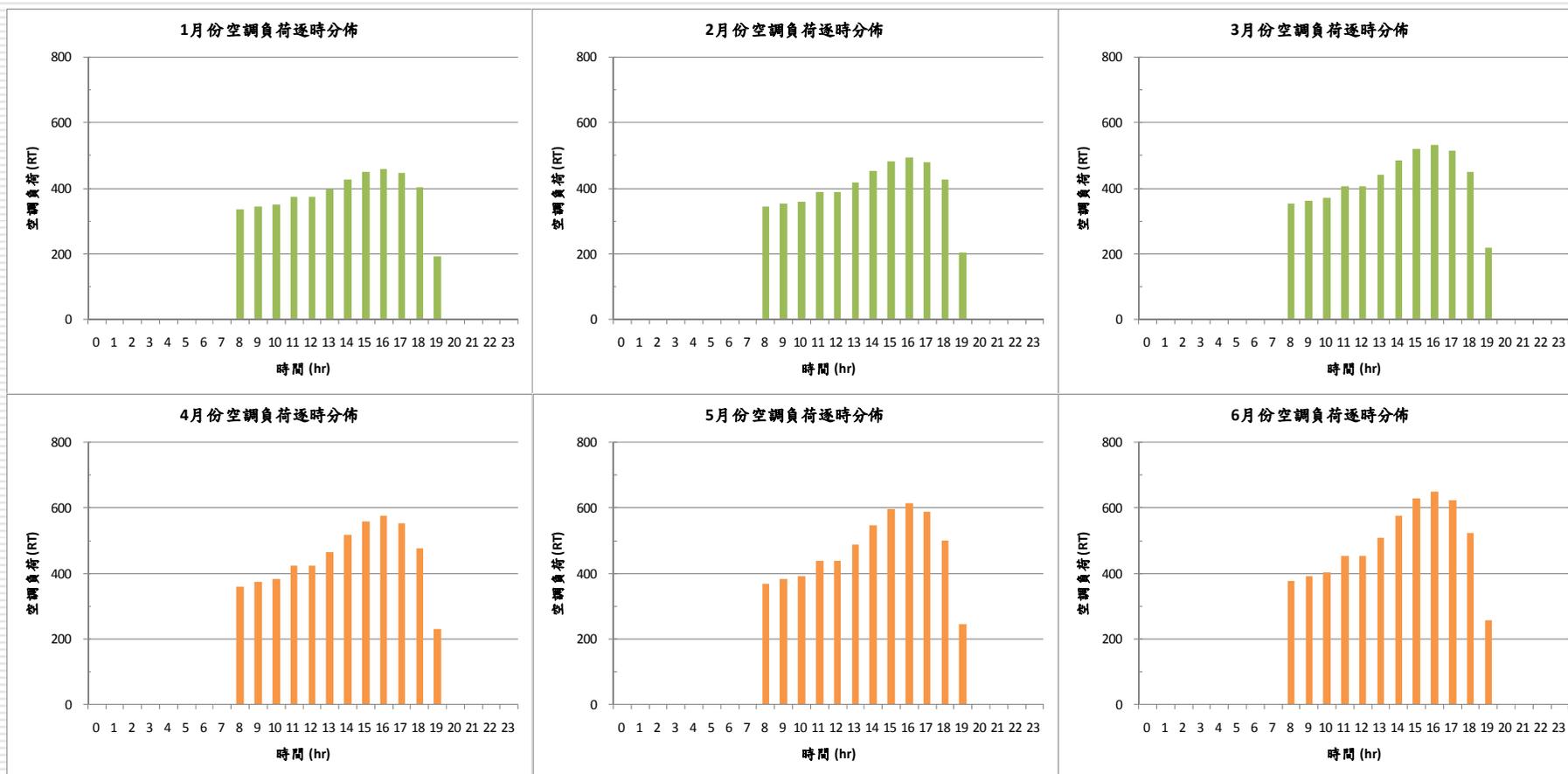


# 外氣條件(由氣象局取得)



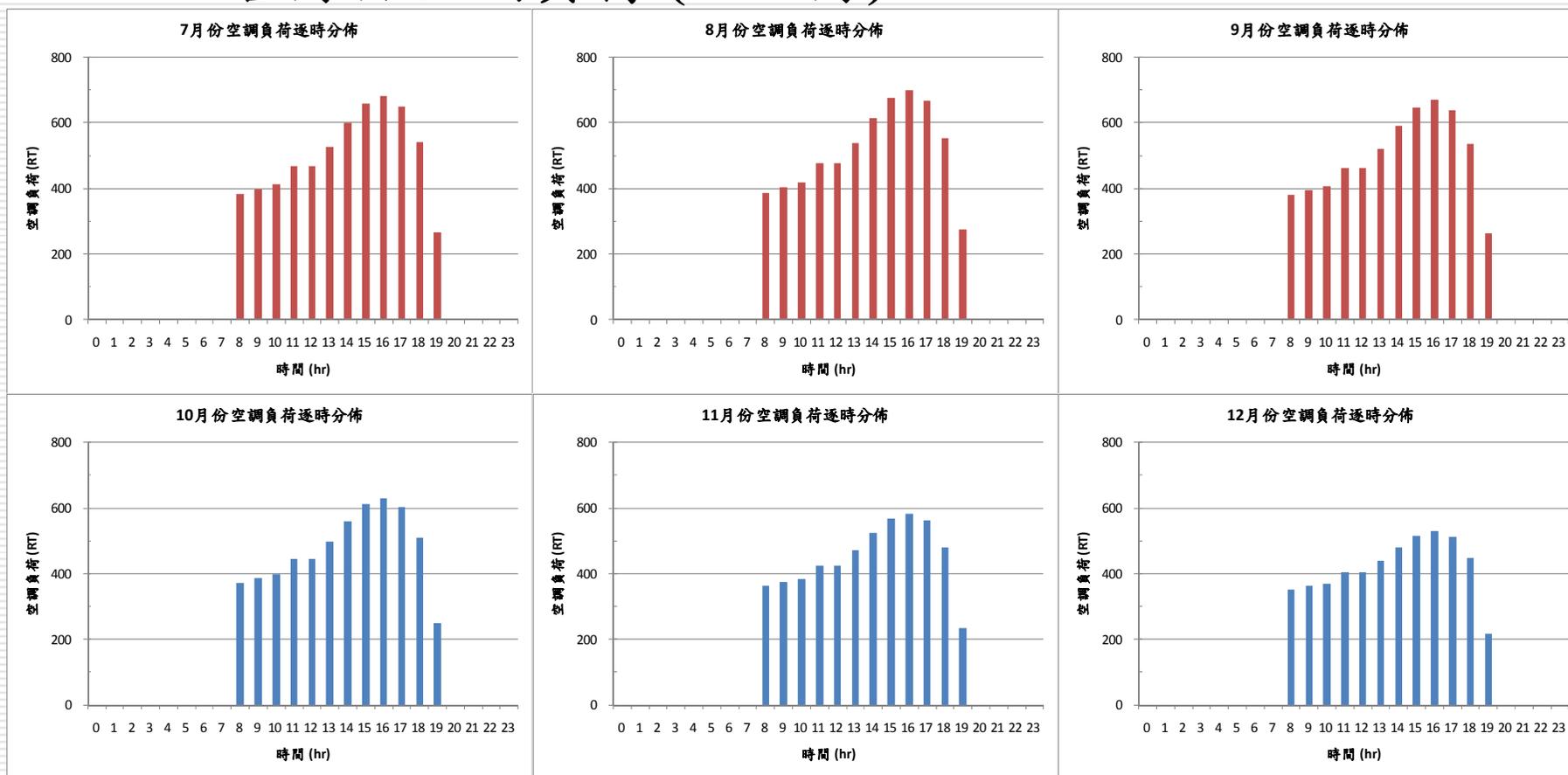
# 空調負載的計算

## ■ 各月份空調負荷 (1~6月)



# 空調負載的計算

## ■ 各月份空調負荷 (7~12月)



# 節能效益的計算

## □ 改善前、後冰水主機全年用電分析

- 此案例無基準年之實測數據，故採選項D方式計算節能效益
- 改善前之舊主機與改善後之新主機，已建立其耗能計算模型，兩者皆輸入前述相同之計算參數，以獲得改善前後之用電量比較

設備別		用電量 (MW-h)												
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	小計
改善前	主機B (舊)	57.9	40.5	61.1	60.1	64.7	63.2	67.7	71.7	64.1	65.4	63.3	60.9	740.4
改善後	主機B (新)	38.3	27.1	41.4	41.3	45.2	44.8	48.6	51.9	45.8	45.9	43.7	41.2	515.1
節電率		33.8%	33.1%	32.3%	31.2%	30.2%	29.1%	28.2%	27.6%	28.6%	29.7%	31.0%	32.3%	30.4%

# 節能效益

## □ 效益驗證計算

方案	指標	改善前		改善後		節能量		節能效益
		MW-h / 年	元 / 年	MW-h / 年	元 / 年	MW-h / 年	元 / 年	%
更換主機 B	耗能	740.4	1,332,727	515.1	927,248	225.3	405,479	30.4
	CO <sub>2</sub> 排放量	471 Ton / 年		328 Ton / 年		減少CO <sub>2</sub> 排放量		
		143 Ton / 年						
	SO <sub>x</sub> 排放量	0.414 Ton / 年		0.288 Ton / 年		減少SO <sub>x</sub> 排放量		
		0.126 Ton / 年						
	NO <sub>x</sub> 排放量	0.395 Ton / 年		0.275 Ton / 年		減少NO <sub>x</sub> 排放量		
		0.120 Ton / 年						

# 節能效益

## □ 回收年限

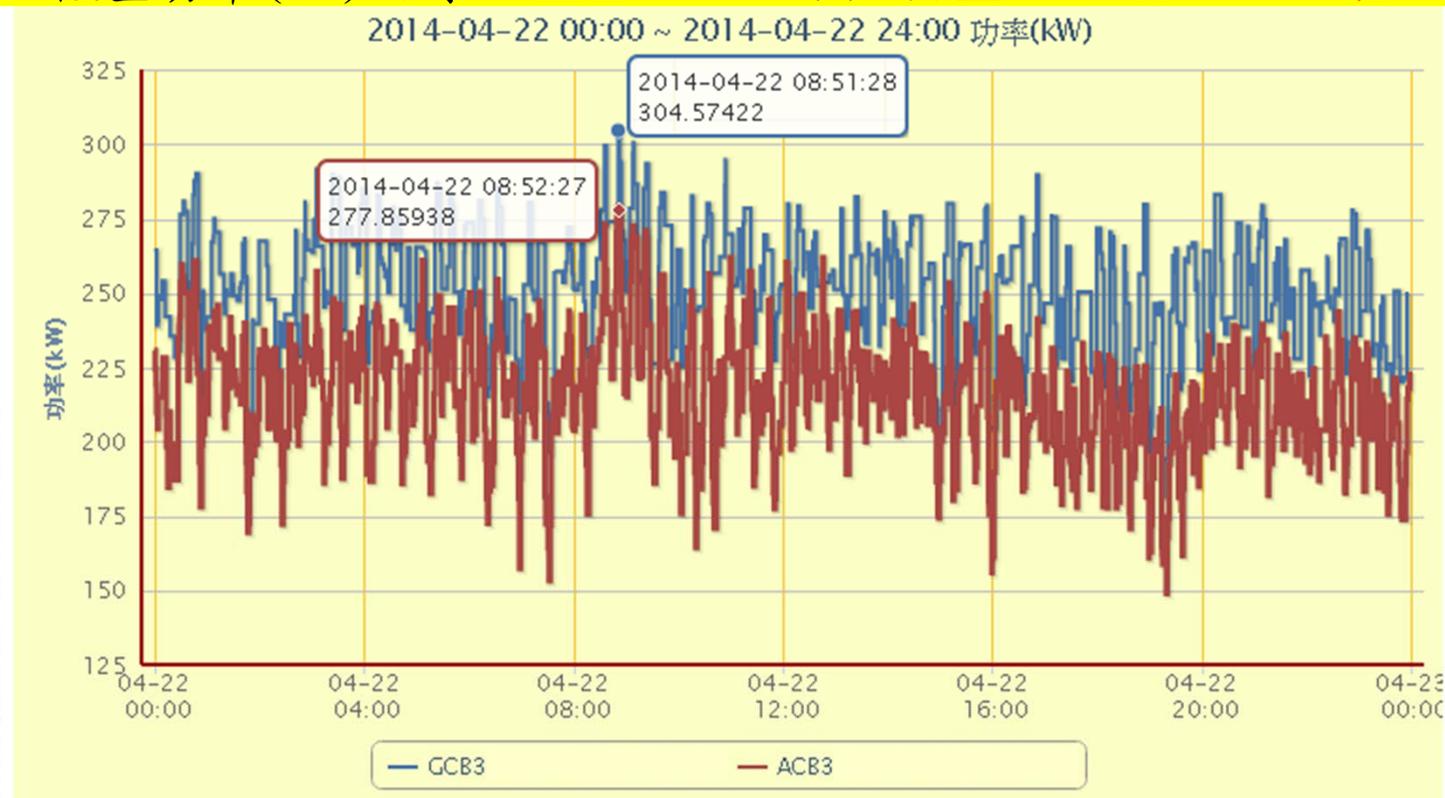
■ 依生命週期成本概念計算回收年限，第8年即可回收

年度	舊主機運轉預期支出電費	新主機運轉預期支出電費	節省支出電費	業主獲利
0				- 3,000,000
1	1,332,727	927,248	405,479	- 2,624,521
2	1,359,381	945,793	413,588	- 2,237,178
3	1,386,569	964,709	421,860	- 1,837,690
4	1,414,300	984,003	430,297	- 1,425,770
5	1,442,586	1,003,683	438,903	- 1,001,125
6	1,471,438	1,023,757	447,681	- 563,455
7	1,500,867	1,044,232	456,635	- 112,455
8	1,530,884	1,065,117	465,767	352,188
9	1,561,502	1,086,419	475,083	830,793
10	1,592,732	1,108,147	484,585	1,323,686

## 案例5、變壓器低效率、高損失

依據雲端電力功率曲線發現，電力高壓經變壓器轉為低壓後，兩者功率曲線堆疊比較後落差甚大，精算後每月損失**12.6%**之用電量，變壓器在合理轉換損失應為是**<3%**。

高、低壓功率(KW)曲線：藍色：GCB3高壓分盤 紅色：ACB3低壓分盤

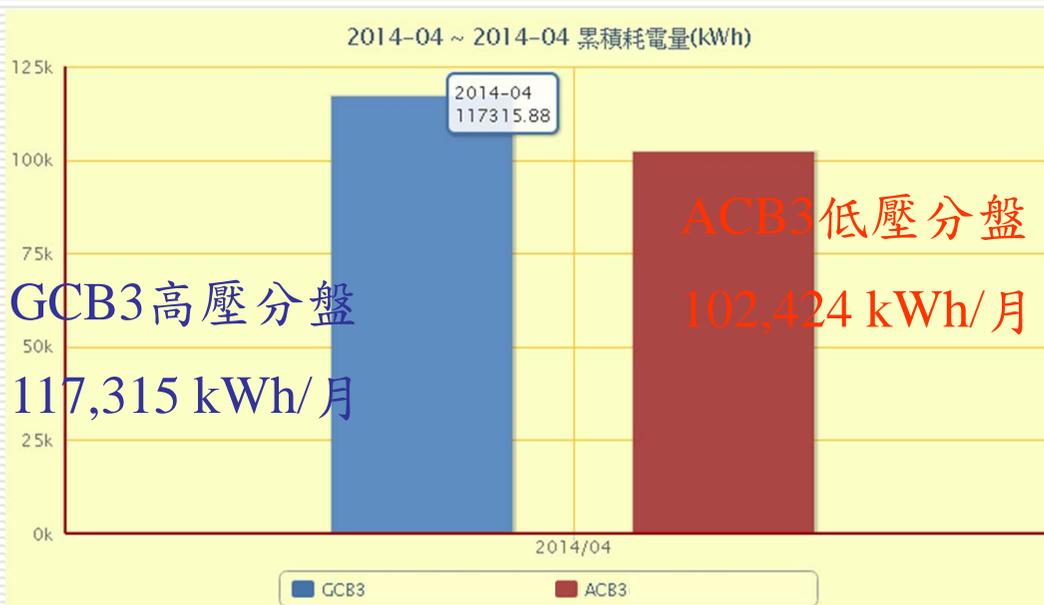


# 變壓器損失效益計算

- ◆損失效率: $(117,315\text{kWh}-102,424\text{kWh})/117,315\text{kWh}=12.6\%$
- ◆損失用電量: $(12.6\%-3\%)\times 117,315\text{kWh}/\text{月}=11,262\text{ kWh}/\text{月}$ (扣除正常耗損3%)
- ◆損失金額: $11,262\text{ kWh}\times 2.89\text{元}/\text{度}$ (電費單價) $=32,547\text{元}/\text{月}$
- ◆預估年損失金額：約400,000元/年

實景圖

高、低壓電量(kWh)圖表



高、低壓用電量損失：14,891 kWh

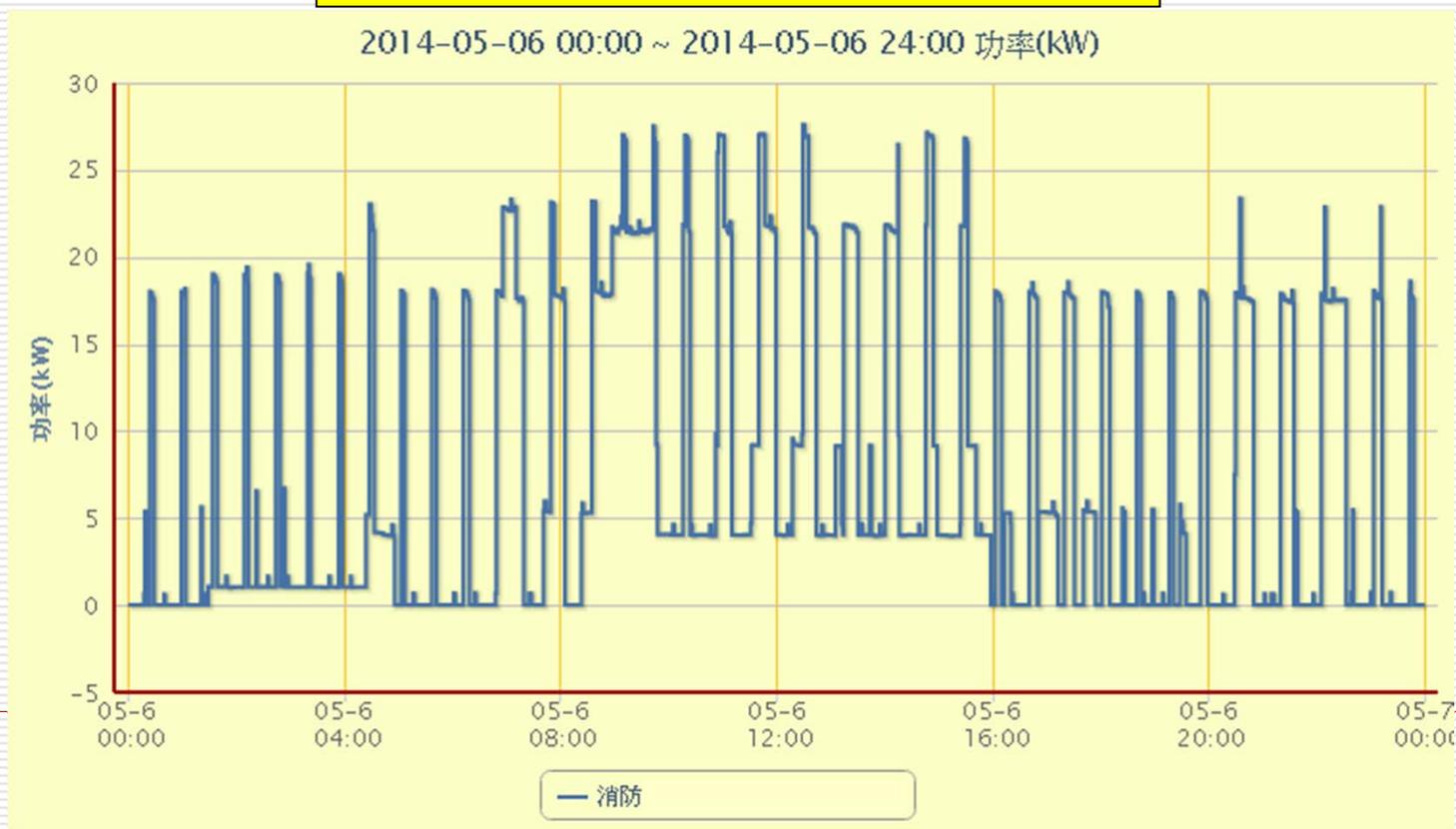
ACB3 低壓盤

GCB3 高壓盤

## 案例6、消防水泵異常發現

消防設備應為發生火災或緊急事件時才會使用，其他時段不會使用，更不會有耗電狀態，從雲端數據分析發現消防水泵有異常用電曲線，是為消防水池漏水導致消防水泵有耗電情況。

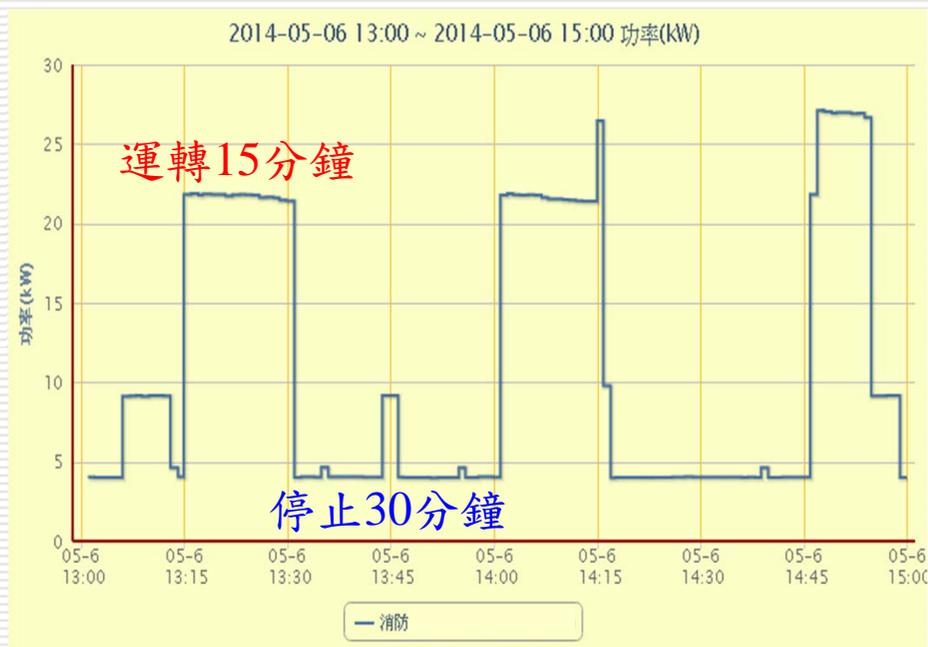
### ► 消防水泵一日24hr之電力曲線



# 消防水泵異常效益分析

- 消防水泵耗電量：5,654kWh/月
- 改善後能節省效益：RMB 5,428元/月
- (計算式：5,654kWh x 0.96kWh/元(電費單價) = RMB 5,428元/月)
- 節能效益：RMB 65,136元/年。

## ➤ 消防水泵電力曲線圖



## ➤ 用電量(kWh)圖表

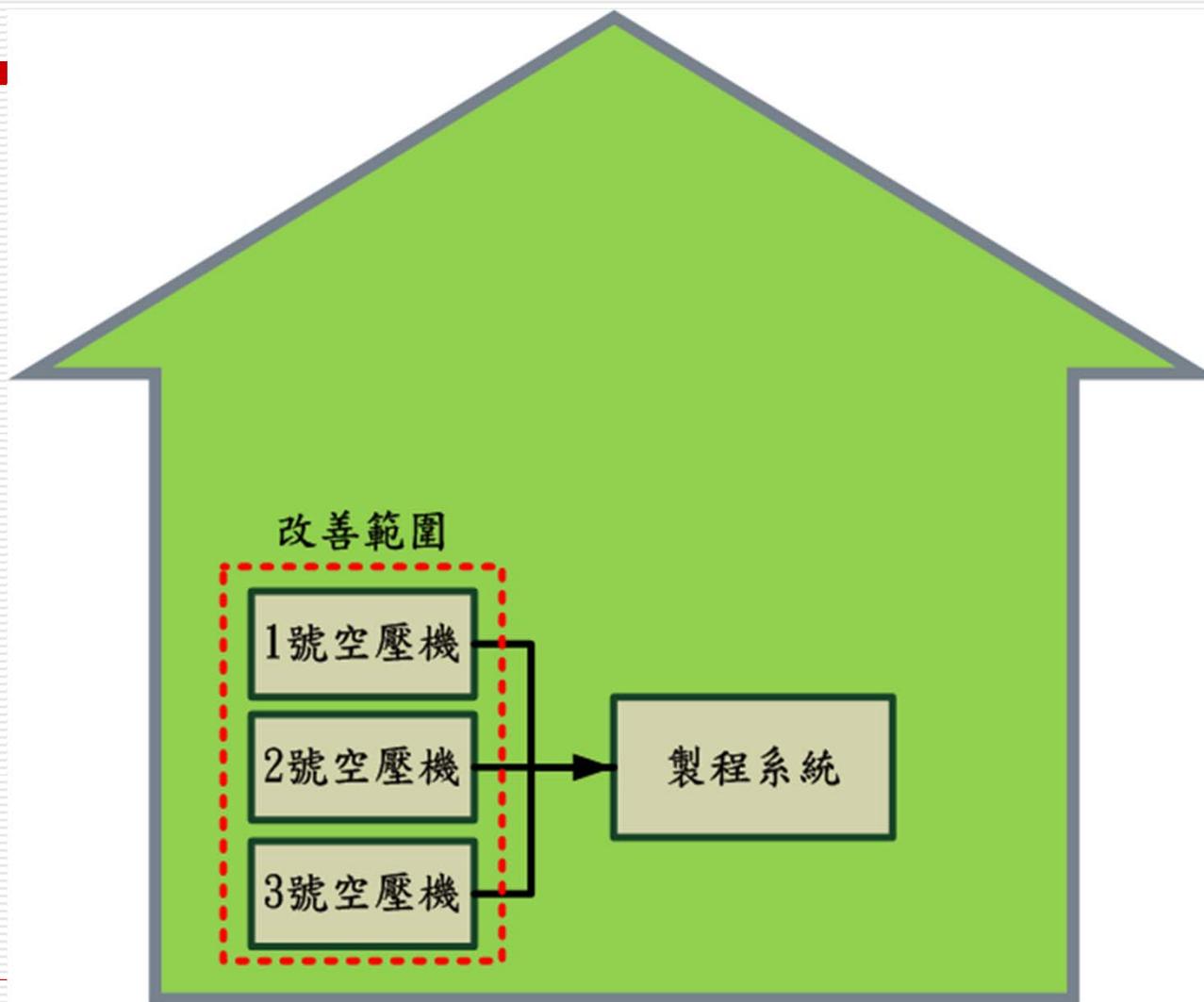


## 案例7、空壓設備雲端管理

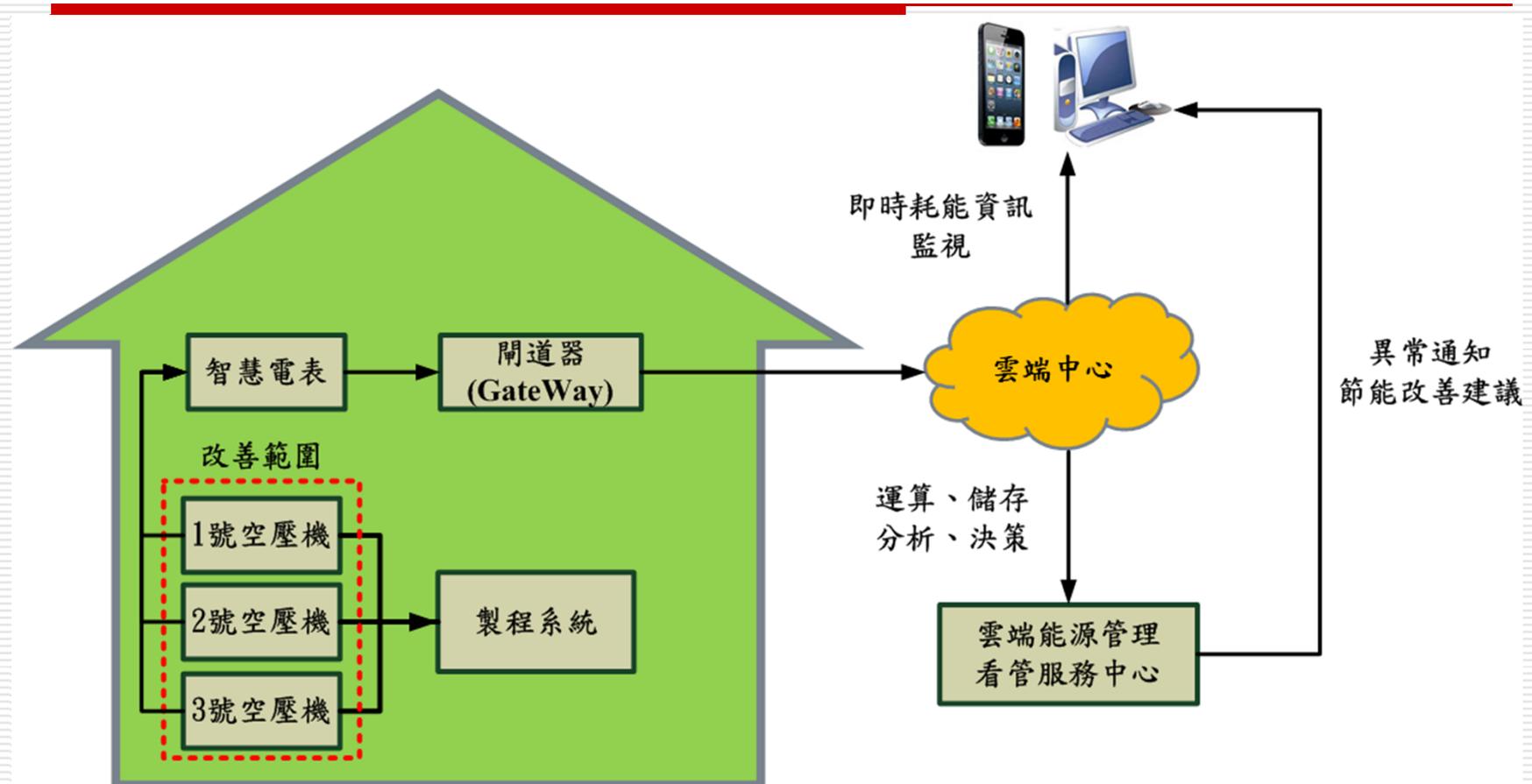
---

- 某工廠共有3台空壓機設備，其規格分別為100HP(一號空壓機)、50HP(二號空壓機)及100HP(三號空壓機)，能源用戶並未採取任何節能措施，僅定期的維護保養，對於空壓設備能源使用情形完全不了解。

# 改善前系統圖



# 改善後系統圖



# 空壓機逐時運轉分析

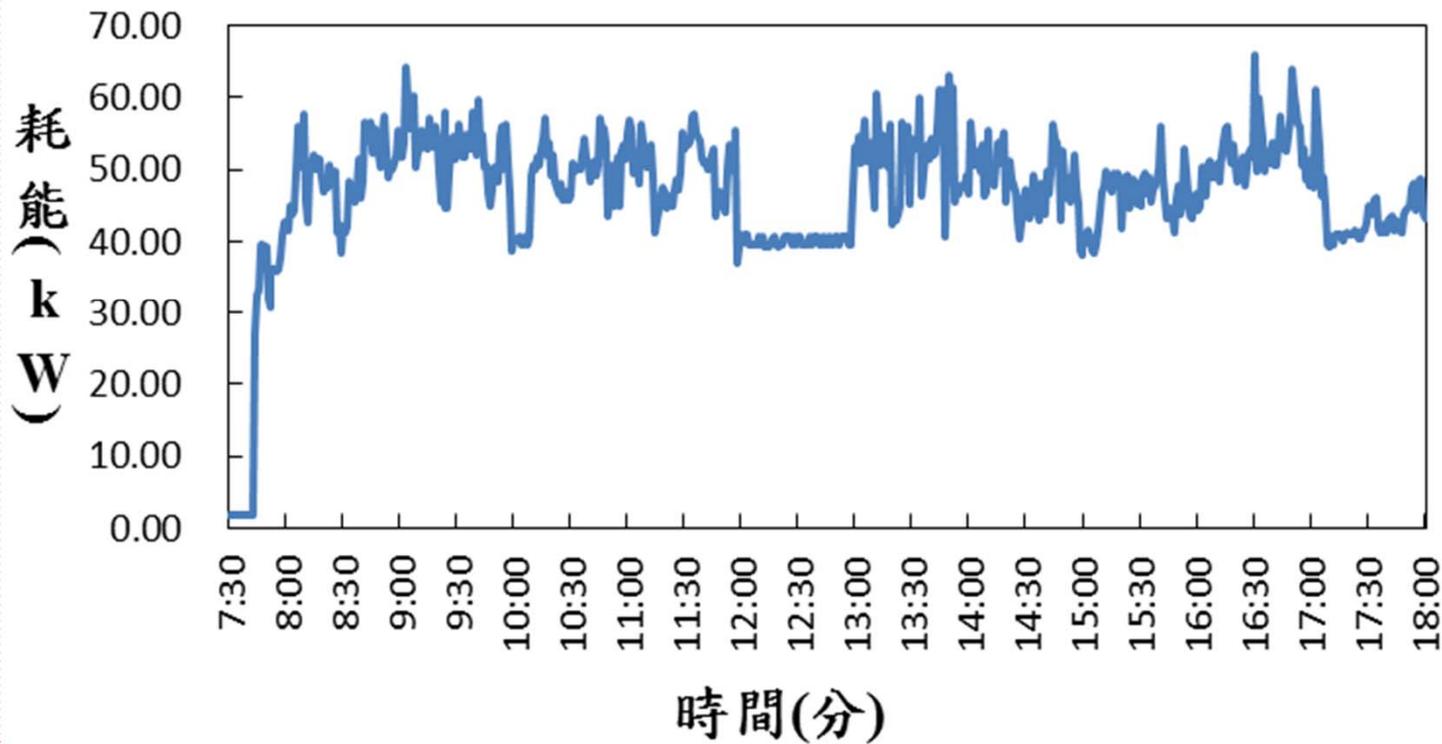
---

- 分析三台空壓機的逐時運轉情況後，發現一號空壓機從開機後，即有啟停頻繁(空重車)的問題，另一方面，三號空壓機則呈現開機後就空車運轉，二號空壓機則是一直都是重車運轉。
- 可針對實際運轉情況進一步的分析開機順序及相關的負載分配。

# 空壓機逐時運轉圖(一號空壓機)

一號空壓機：空/重車運轉

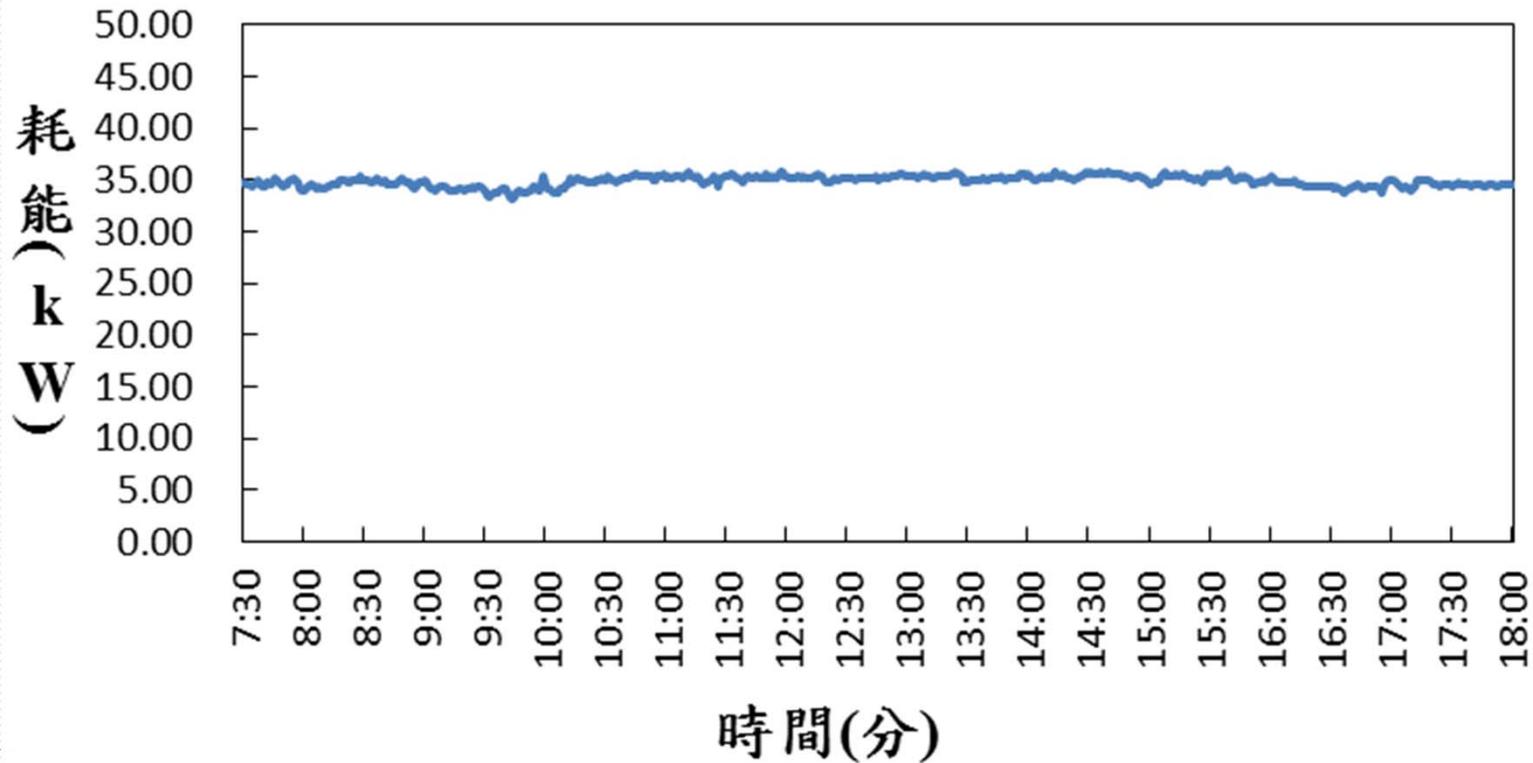
## 100HP空壓機耗功(一號空壓機)



# 空壓機逐時運轉圖(二號空壓機)

二號空壓機：重車(滿載)運轉

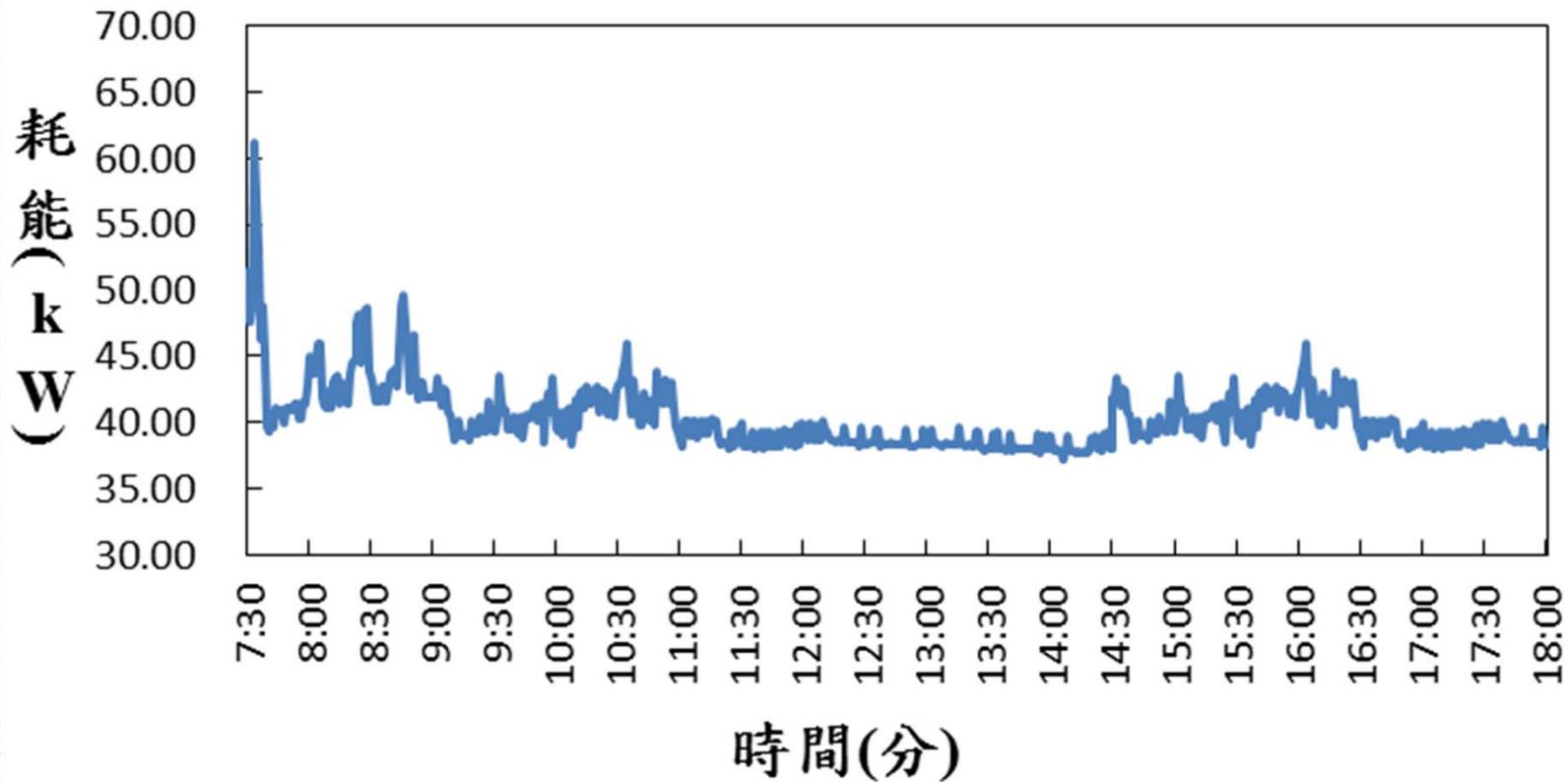
## 50HP空壓機耗功(二號空壓機)



# 空壓機逐時運轉圖(三號空壓機)

三號空壓機：空車運轉

## 100HP空壓機耗功(三號空壓機)



# 改善建議

---

- 經分析比較後，並與能源用戶了解實際的使用情況，建議改善項目如下：
  - 建議將三號空壓機關機，減少上述3台壓縮機無法有效運轉的情況發生。
  - 同時針對現場管路送氣不平衡的問題，減少管路損失。

## 改善效益

---

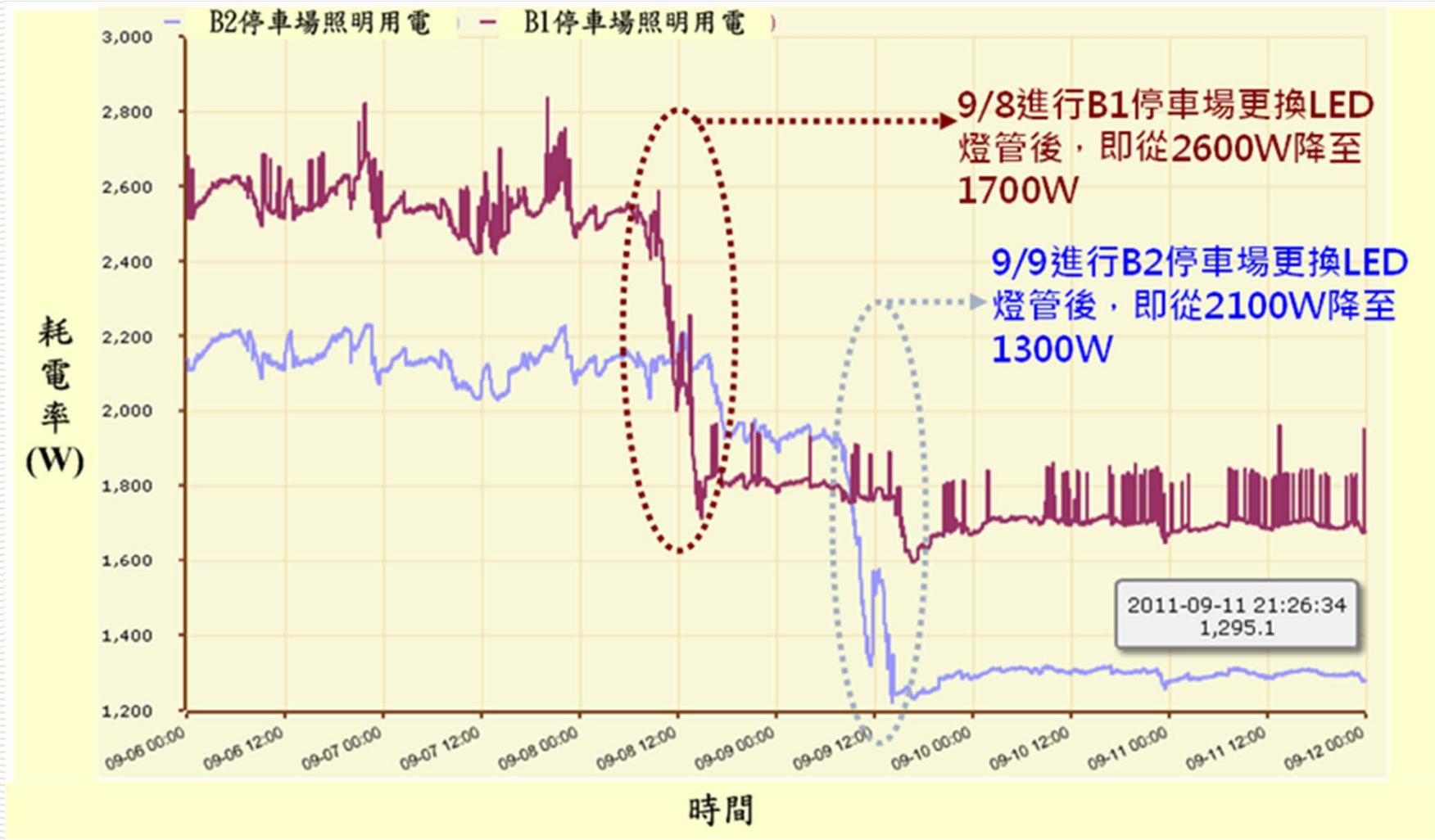
- 將三號空壓機改為備用機同時改善管路送氣平衡問題，整體節電率為73.2kW，因該工廠為24小時製程，根據能源用戶提供實際運轉時數為6750小時/年，且能源單價(依約定值為3.7元/度)的情況下，節能效益為1,828,170元/年。

## 案例8、某社區照明改善

---

- 某社區已裝置雲端能源管理系統，其B1及B2停車場照明系統原採用T8燈，為落實節能減碳措施，將照明系統改採LED燈。本案例之ESCO廠商與業主約定，改善前、後耗能數據量測2天作為平均耗電率。本案例分析過程，是透過雲端能源管理系統進行改善前基準線及改善後節能效益的計算。

# 改善前、後耗能數據量測



## 節能效益

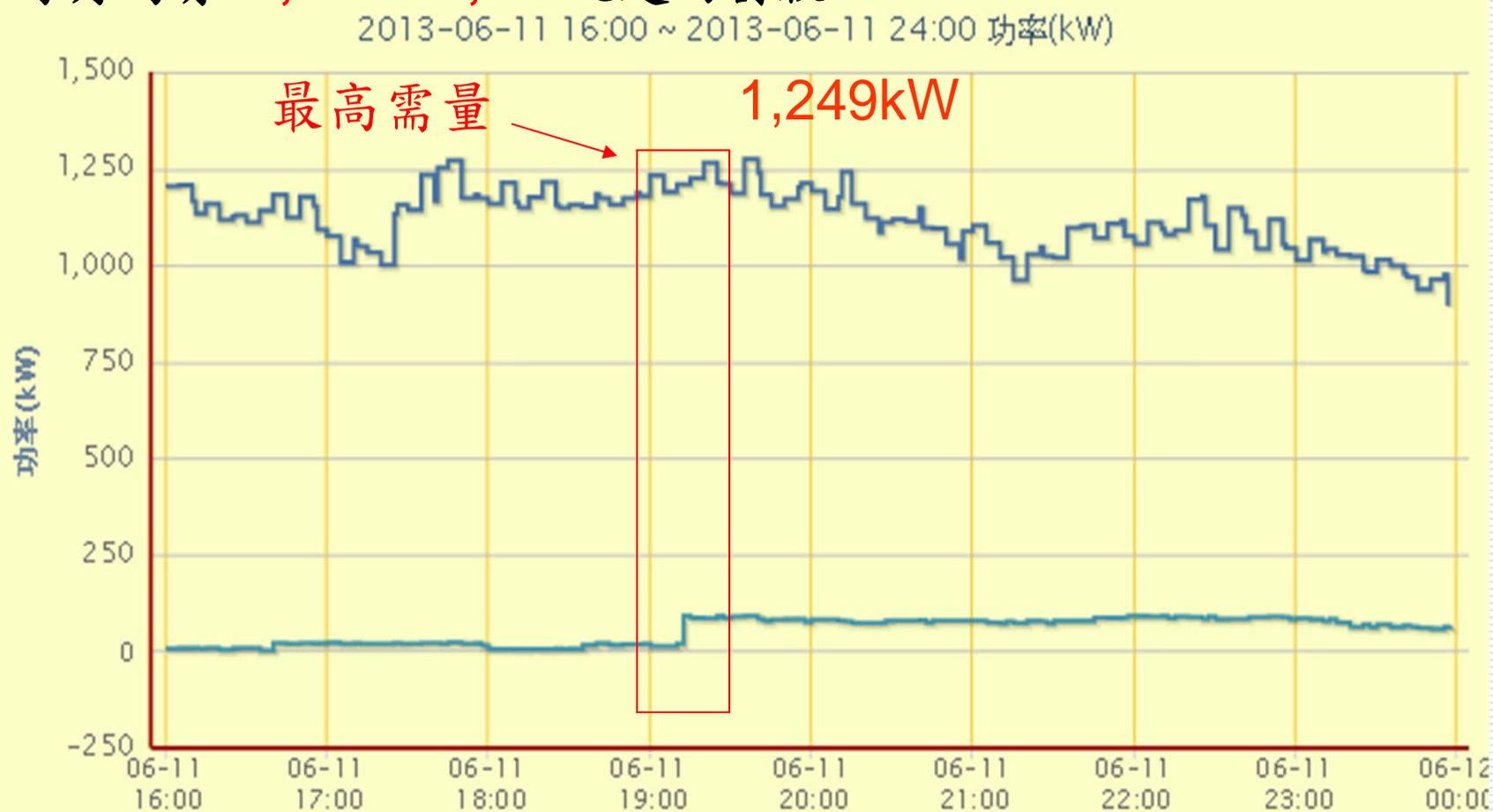
---

- 根據量測結果得知，改善前B1及B2停車場平均耗電率分別為2600W及2100W。改善後B1及B2停車場平均耗電率分別降為1700W及1300W。
- 在改善效益部分，與業主約定年使用時數為8760小時及能源單價(約定以改善前平均單價為3.36元/度)。
- 根據上述的量測值與約定值計算可得節能效益為50,037元/年。

# 案例9、尖峰轉移改善成效

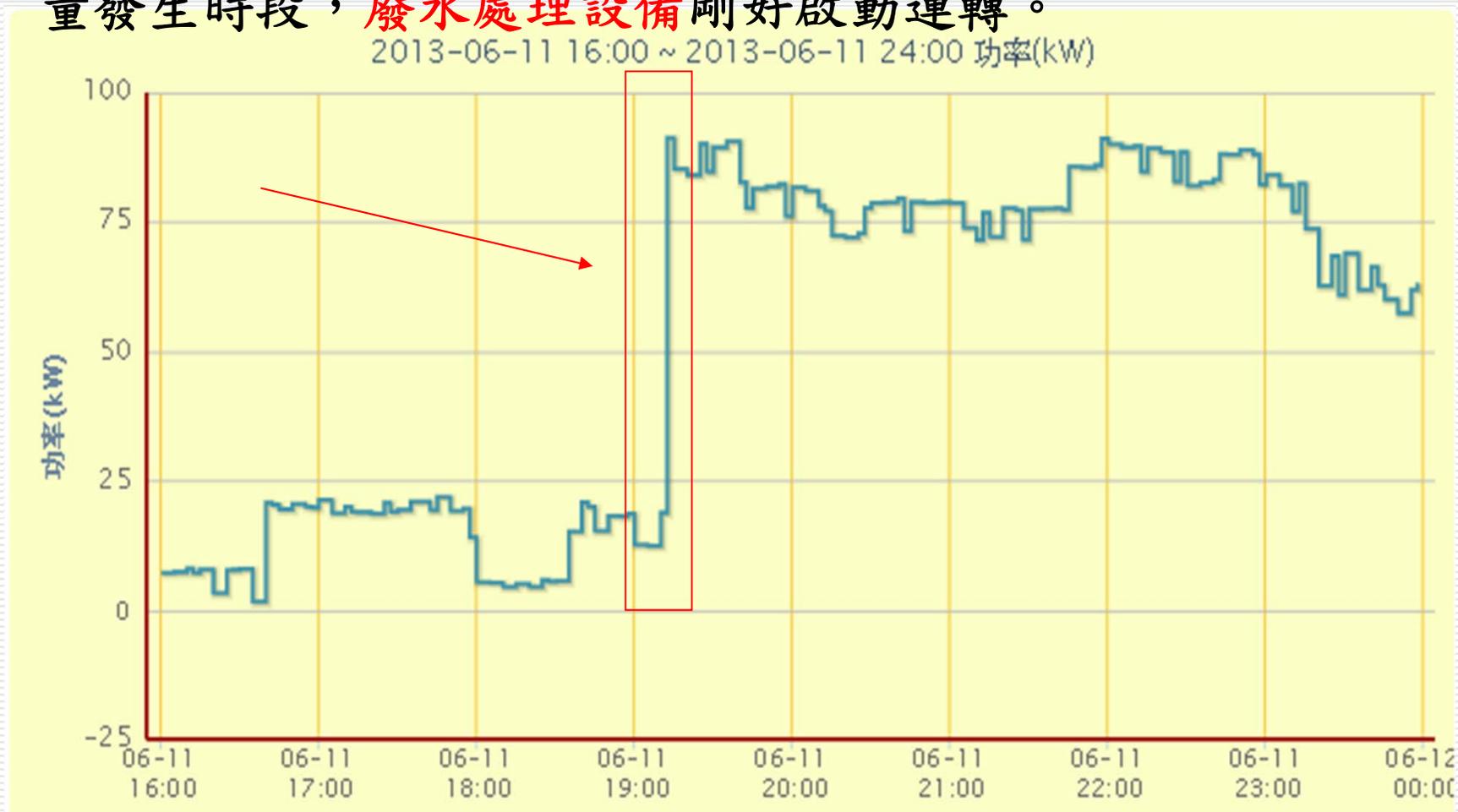
某工廠契約容量：**1200kW**。

每月均有**20,000~40,000**元超約罰款。

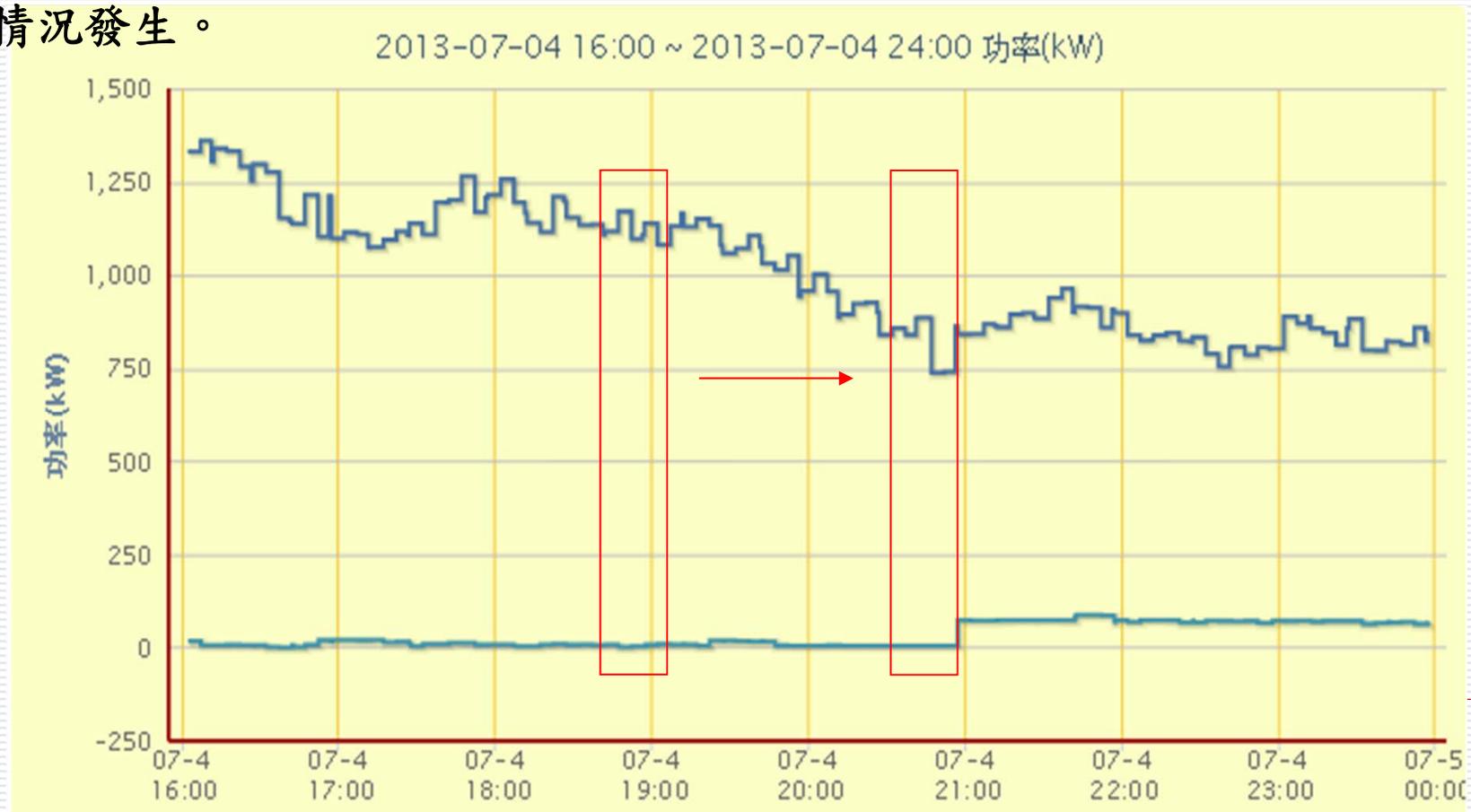


# 尖峰轉移改善成效

從雲端能源管理系統，透過看管服務中心發現，在最高需  
量發生時段，**廢水處理設備**剛好啟動運轉。

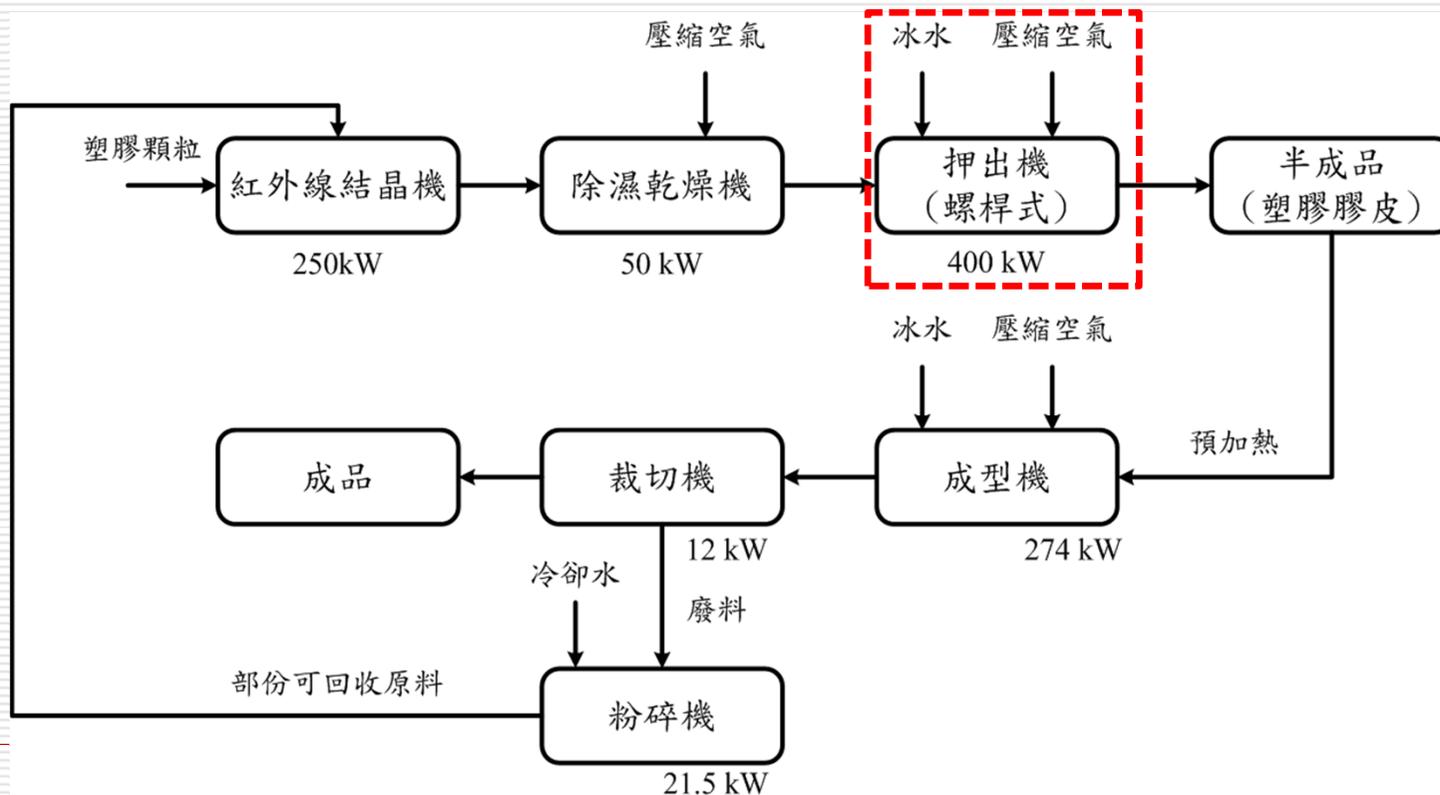


從雲端能源管理系統電力曲線分析，該工廠在PM19:30~PM20:00用電量開始下降，看管服務中心建議**廢水處理設備**於**PM20:30**啟動運轉，可避開超約情況發生。



# 案例10、某真空成型包裝製程耗能改善

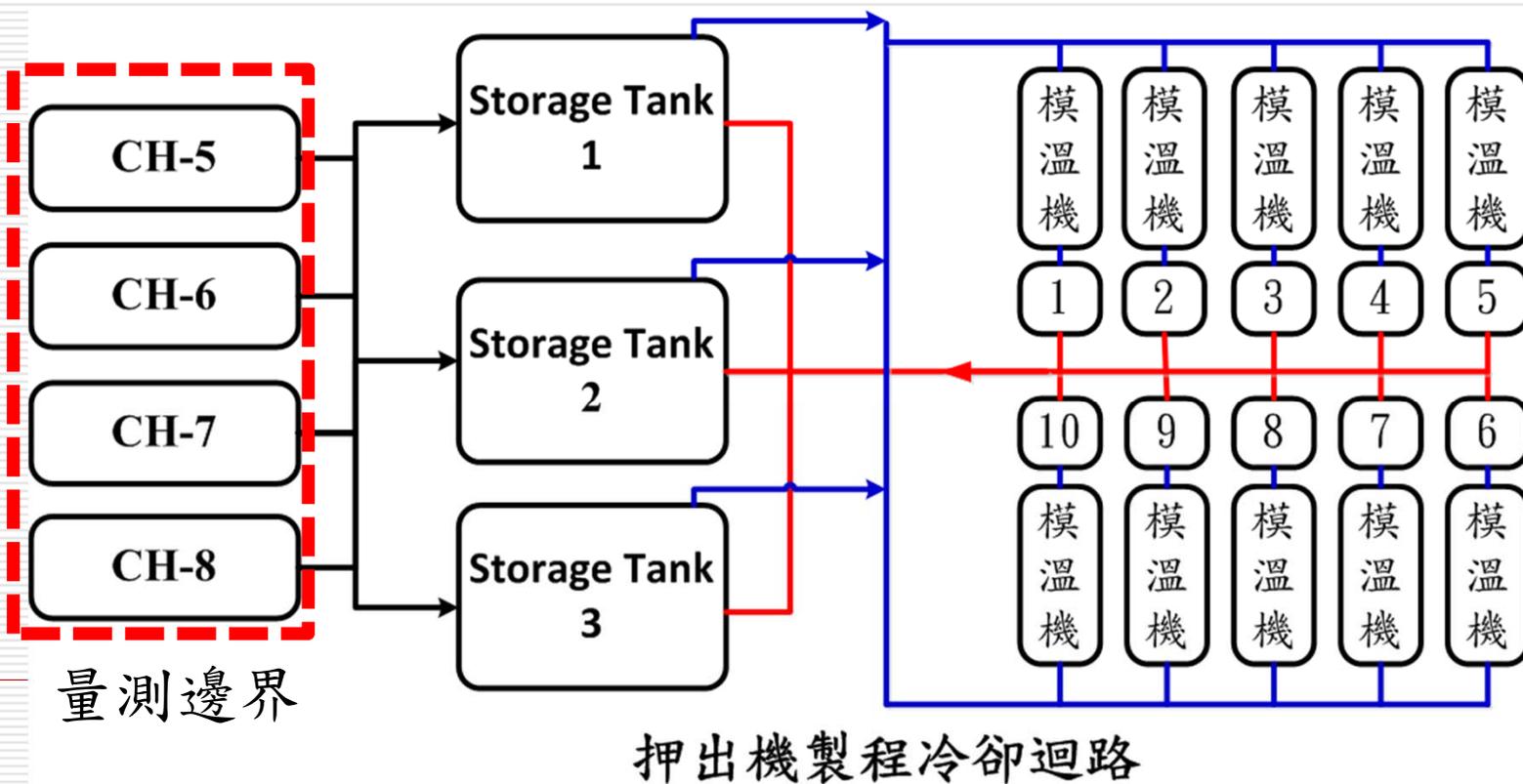
- 某真空原型包裝工廠，主要耗能為製程生產設備、製程冷卻系統及空壓系統等。



製程流程圖

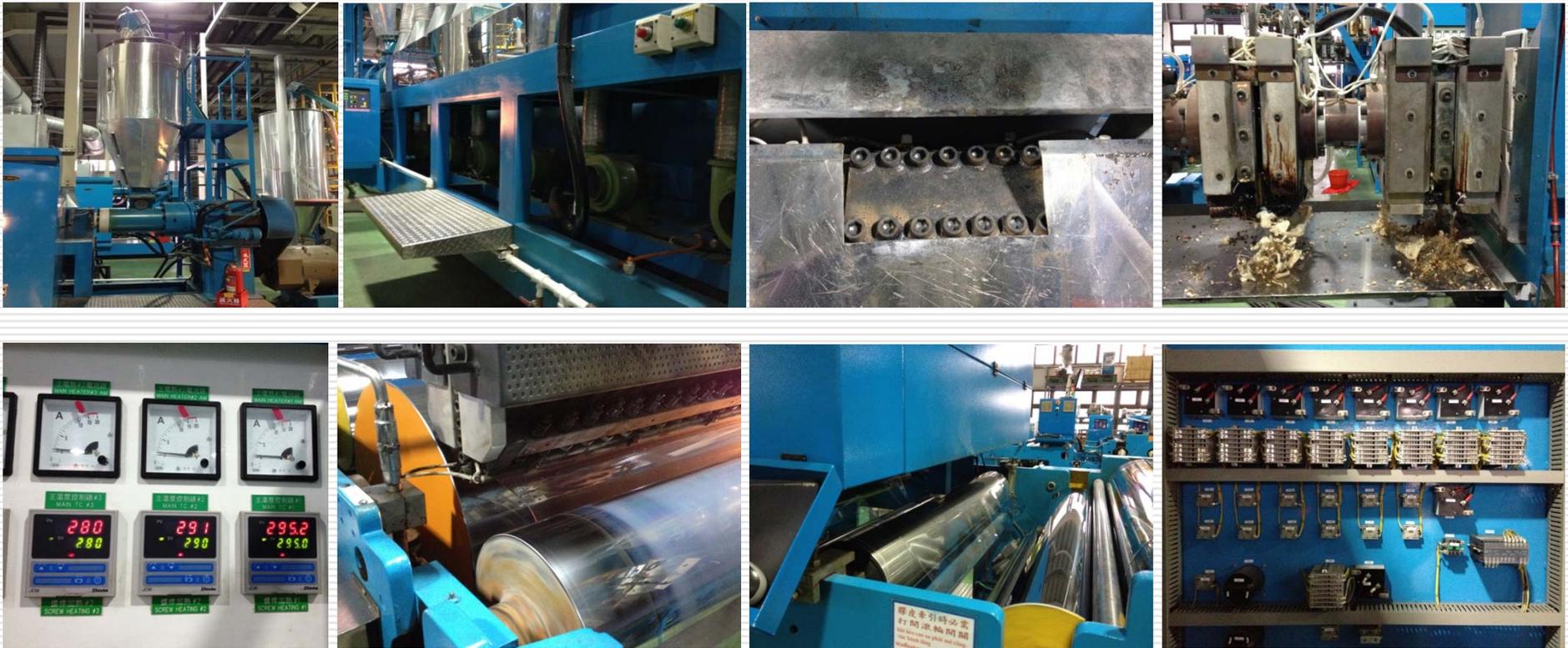
## 押出機製程冷卻系統流程圖

- 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

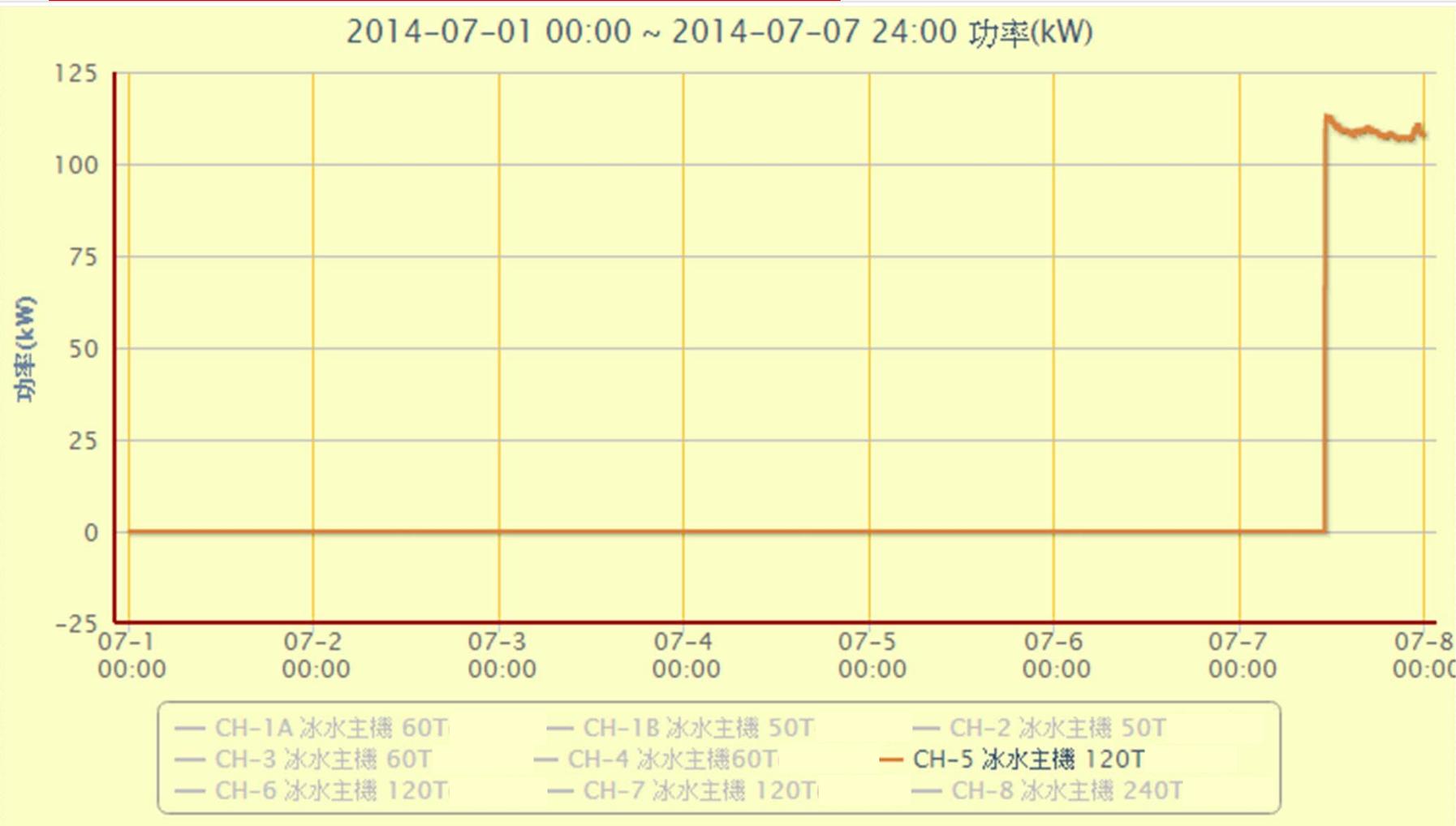
- 押出機主要是將塑膠顆粒經過加熱(最終溫度約 $275^{\circ}\text{C}$ )，使之變高溫液體狀態，最後再冷卻變成塑膠膠片。



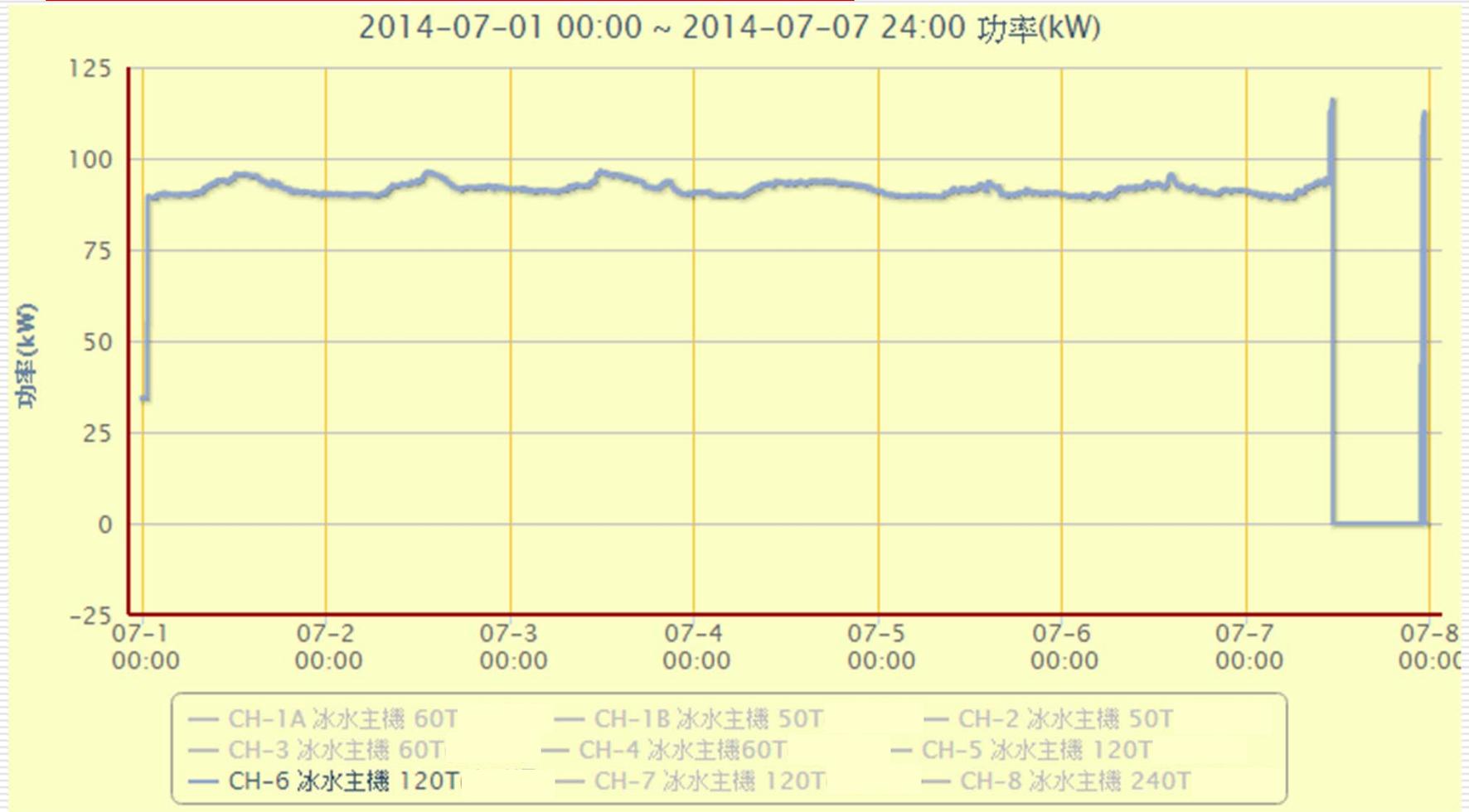
## 押出機製程冰水主機規格表

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

# 押出機製程冷卻迴路 冰水主機逐時耗電(CH-5 120 RT)

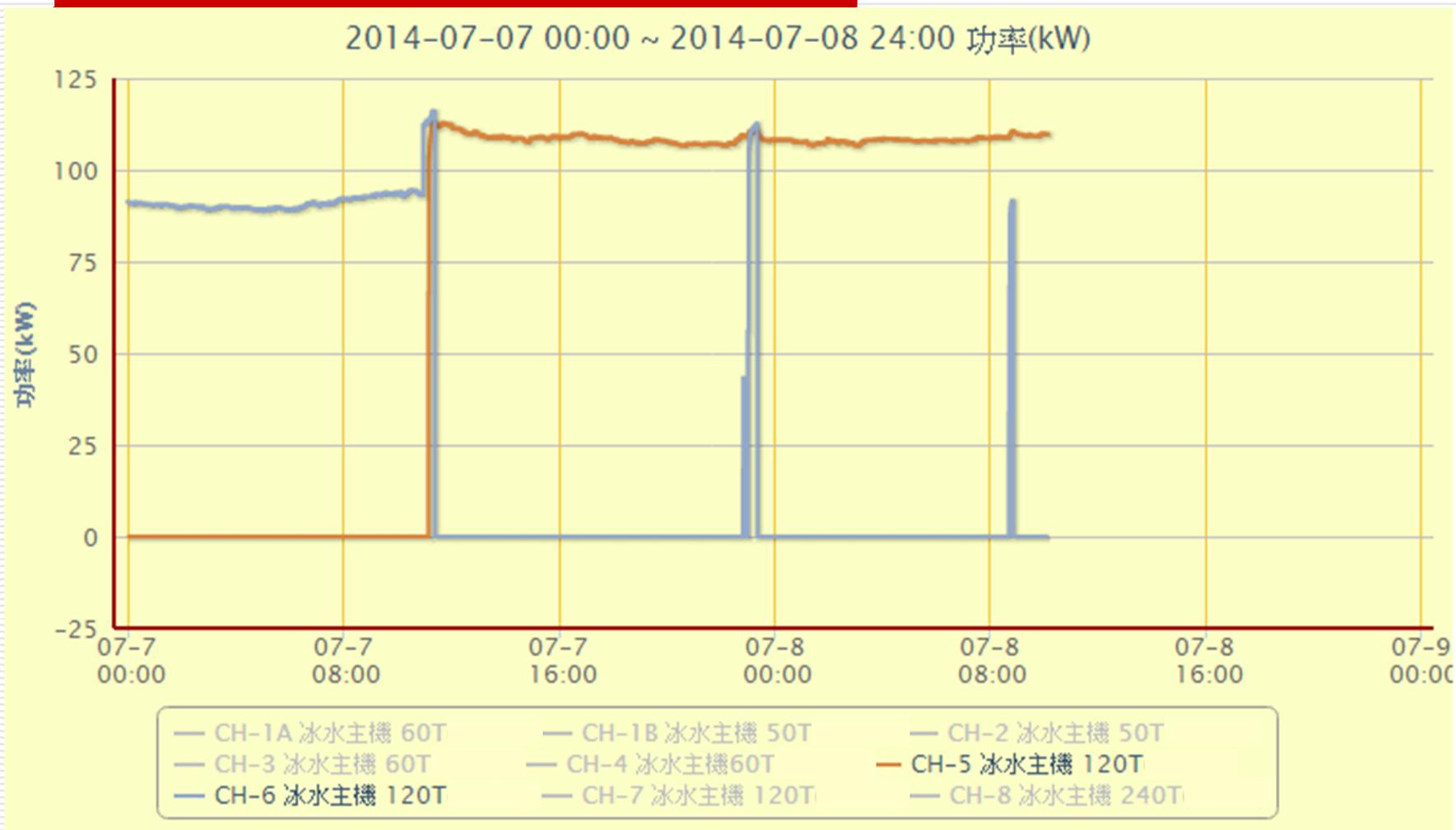


# 押出機製程冷卻迴路 冰水主機逐時耗電(CH-6 120 RT)

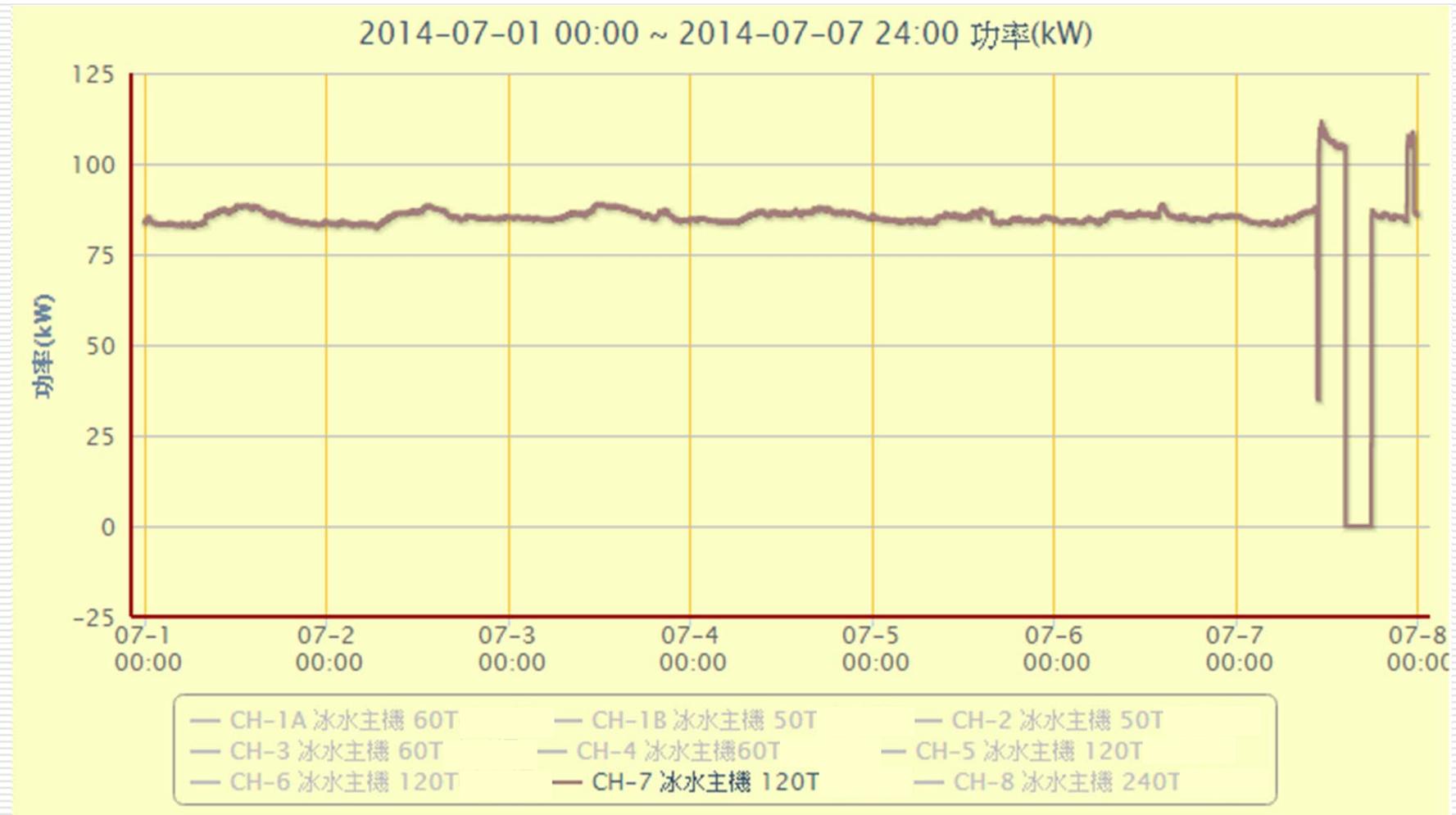


# 押出機製程冷卻迴路

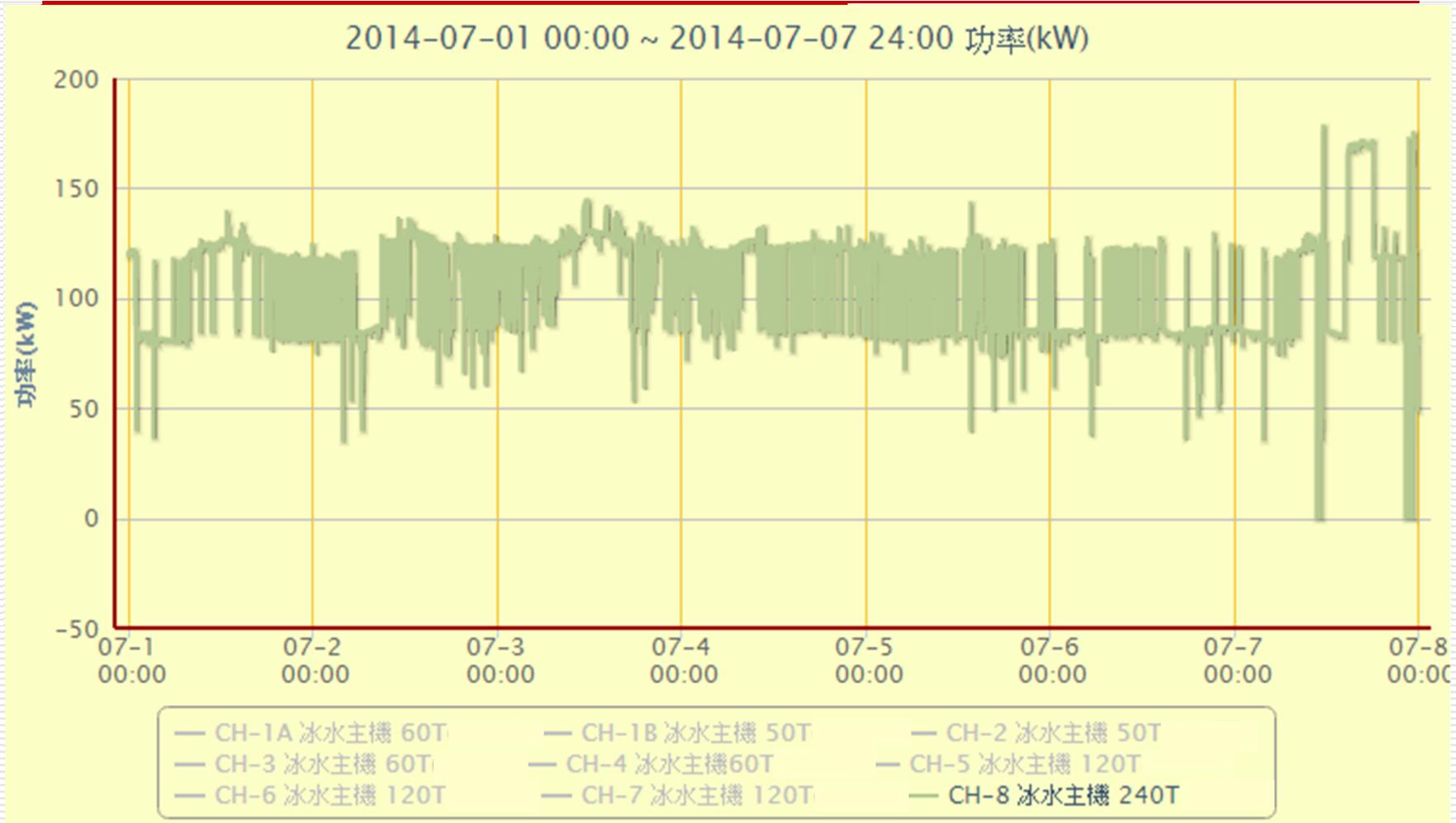
## 冰水主機逐時耗電(CH-5及CH-6 120 RT)



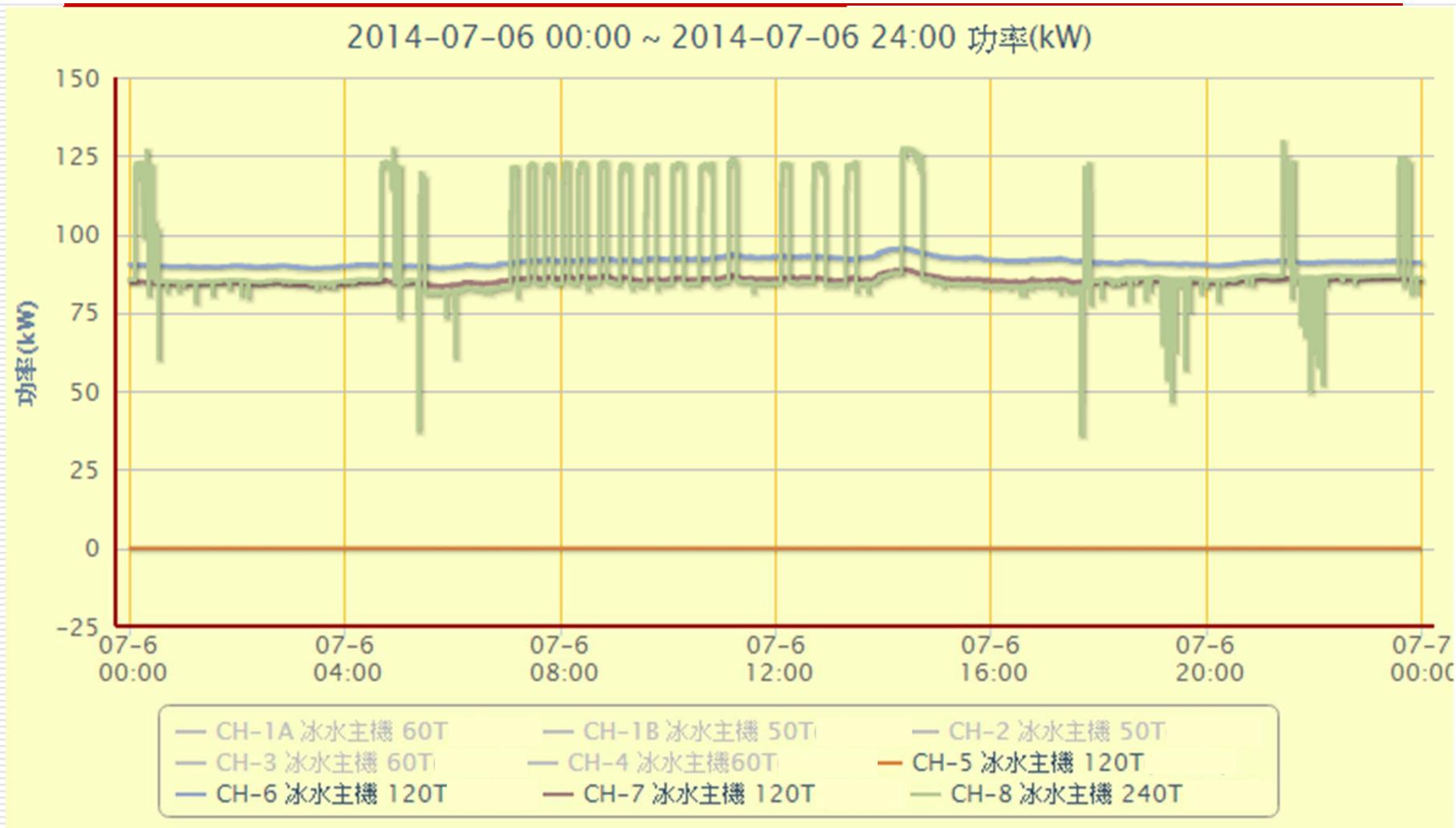
# 押出機製程冷卻迴路 冰水主機逐時耗電(CH-7 120 RT)



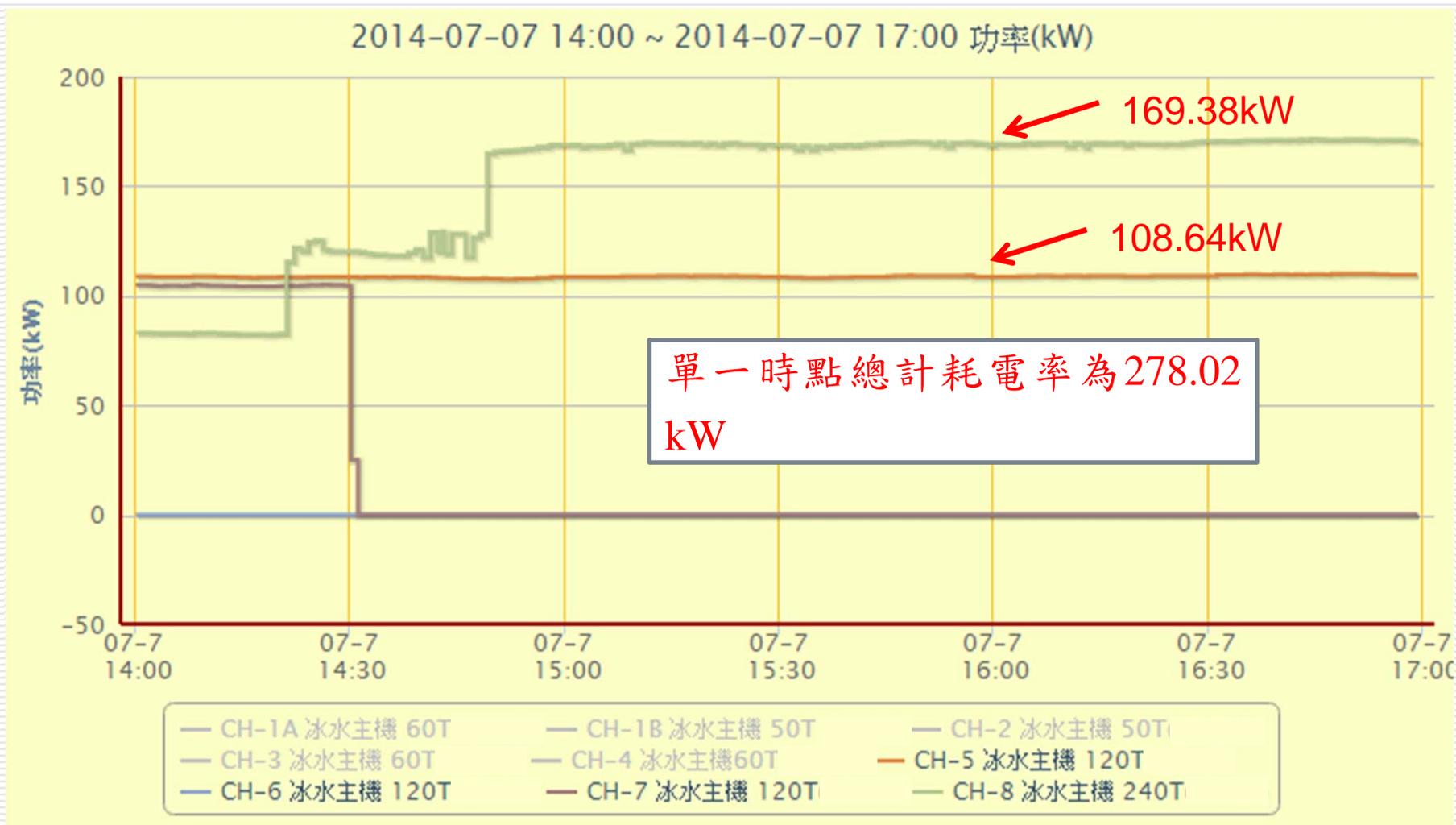
# 押出機製程冷卻迴路 冰水主機逐時耗電(CH-8 240 RT)



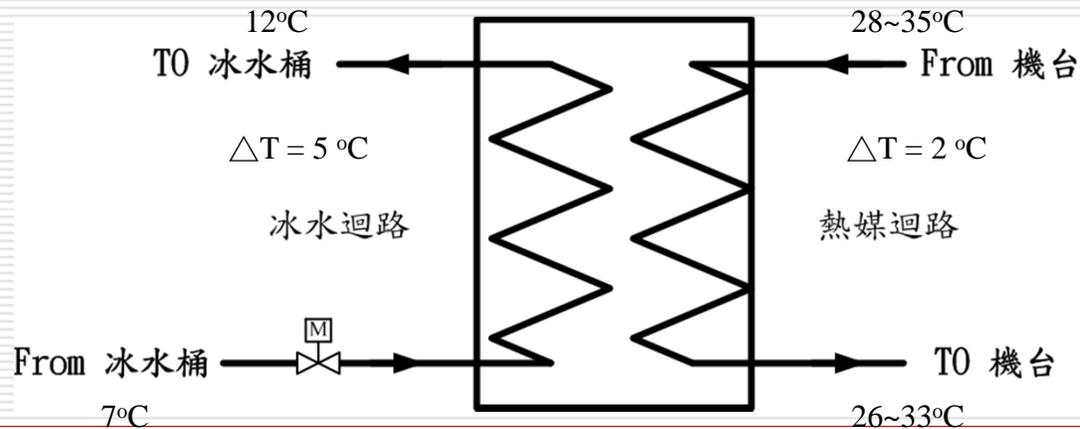
# 押出機製程冷卻迴路24小時運轉情形



# 押出機製程冷卻迴路瞬時功率

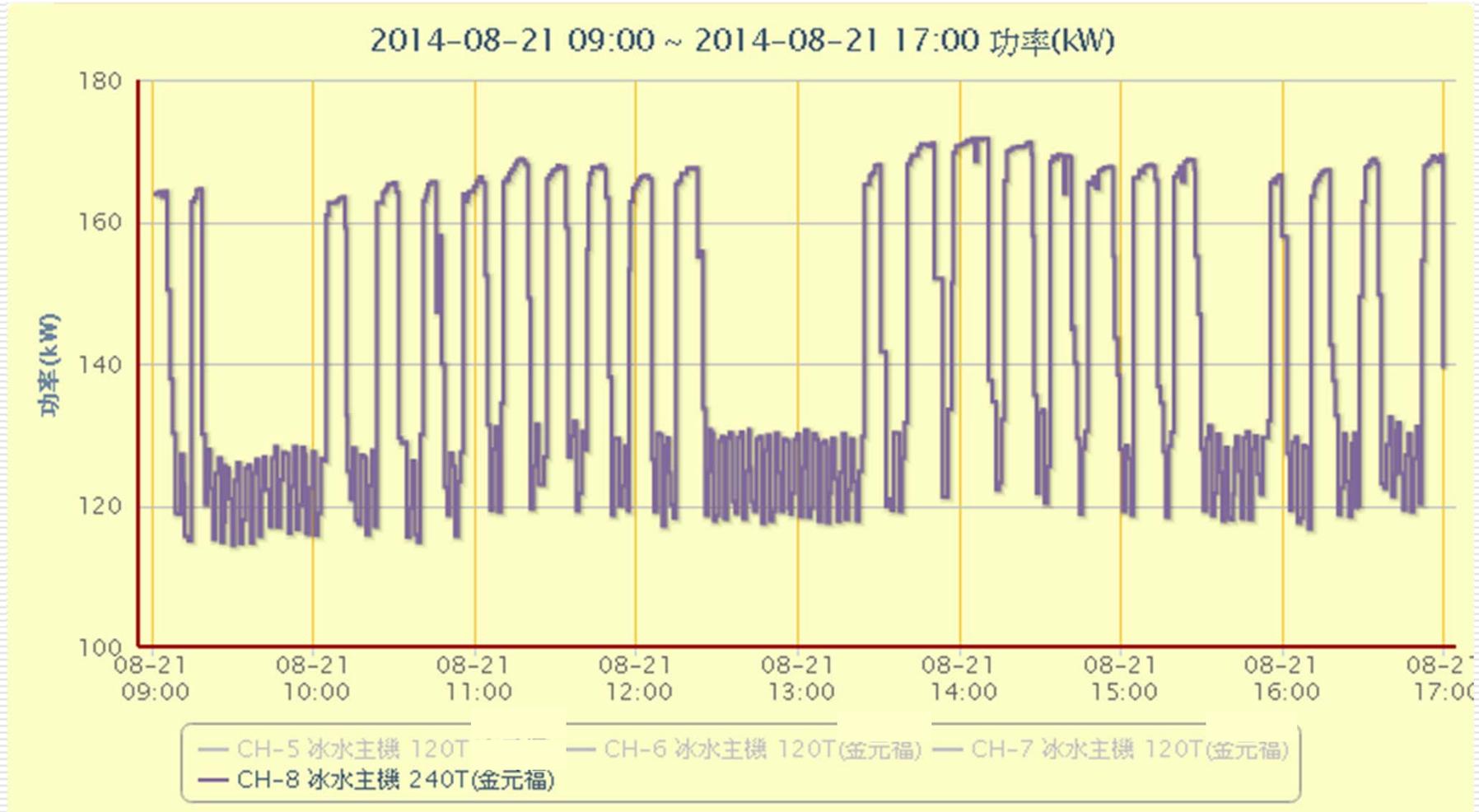


# 模溫機操作模式與溫度

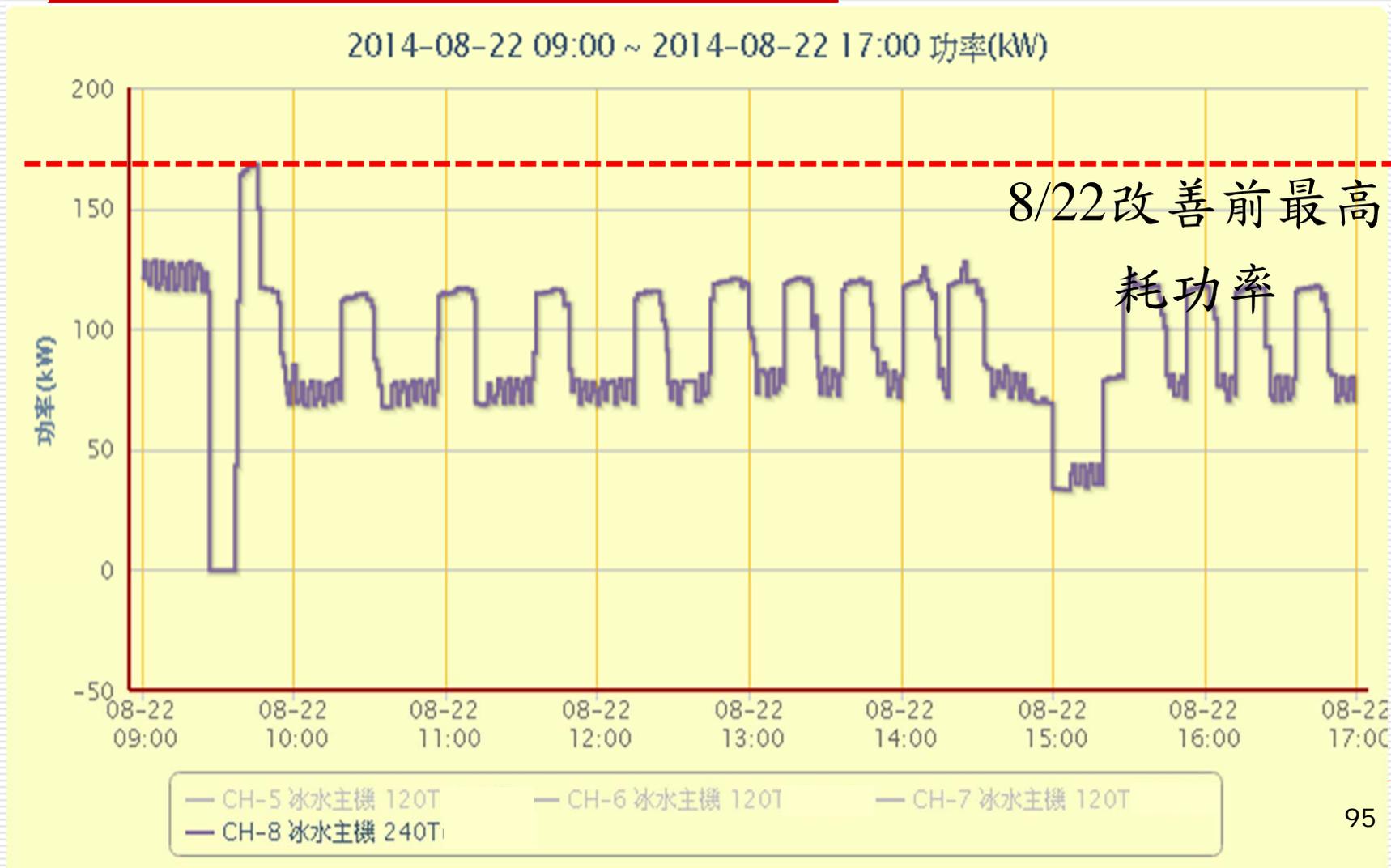


➤ 改善前

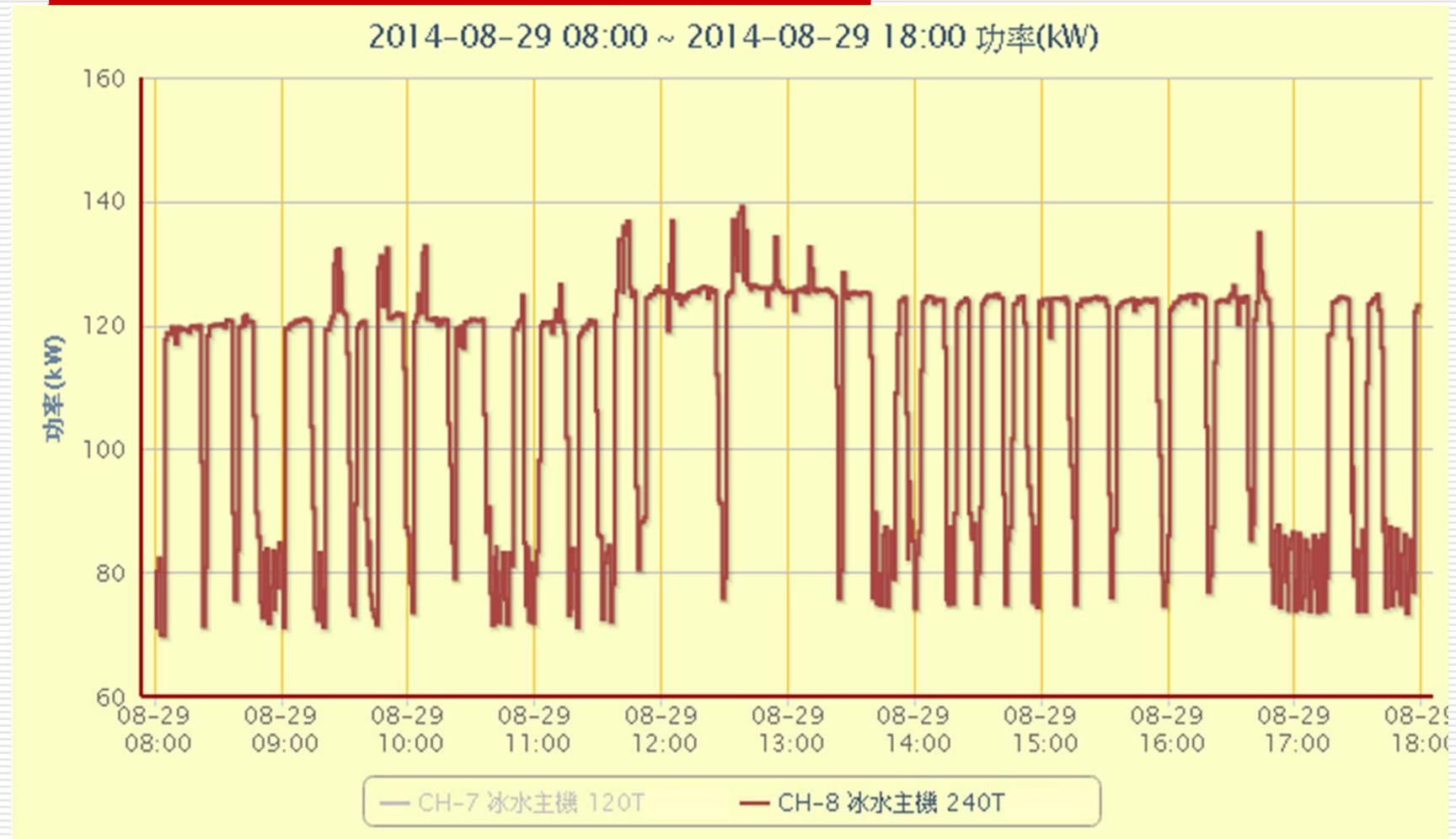
# CH-8冰水主機改善前逐時功率



# CH-8冰水主機改善後逐時耗電功率



# CH-8冰水主機改善前逐時功率



# 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)



## 結語

---

- 節能技術的演進從過去的節能指標漸漸的轉變為與國際接軌的節能績效量測與驗證，隨著雲端資通訊技術的進步，ESCO雲端能源管理服務是創新的商業模式。
- ESCO雲端能源管理服務是透過可視化與有感加值的服務將過去單一ESCO技術導向轉型為系統整合之服務導向，使能源用戶受益，同時又可透過雲端系統建置基準線，最終落實節能改善措施，亦解決ESCO產業財務面與技術面的問題，使企業永續發展。
- 雲端技術所帶來的巨量資料Big Data，使能源管理達到動態分析，可依照巨量資料進行製程可靠度及相關預測及性能分析，進而衍生出創新商業模式，協助能源用戶不僅僅是能源成本降低，製程良率提升，獲得最佳效益。