

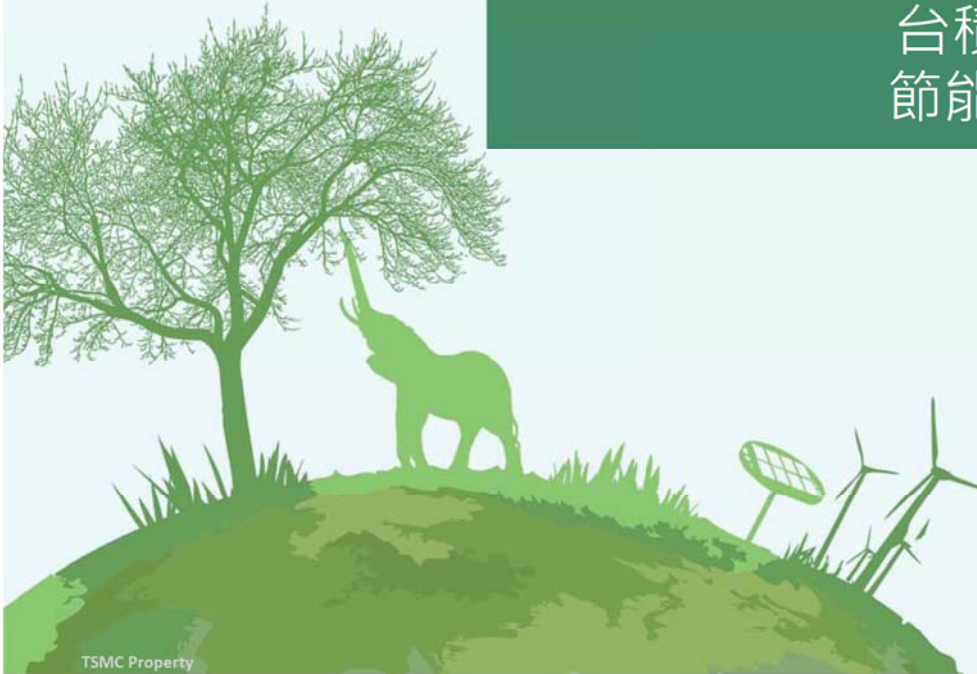
台灣積體電路製造股份有限公司

十二廠七期

節能案例分享

曾俊傑 副理

台積電F12P7 節能案例分享



簡報 Report Outline 大綱

→ 能源管理與查核制度實施情形

→ 節約能源實施案例

- 照明節能
(機械式Timer+C/R 二時段照明)
LED燈管導入
- 電梯剎車動能回收發電至電力系統
- MAU A/W濕膜板節能
- UPS ECO Mode節能
- 冰機節能自動化
『正負 2 度C』
『 AI-ML導入冰水系統之節能』
- 變頻Cryo compressor取代定頻Cryo compressor
- Green Dry Pump 取代傳統耗能的 Dry Pump
- Backup LSC Stop Running



能源管理與查核制度實施情形

一 能源管理策略: 綠建築+ISO50001

- 建廠階段: 採用高效能設備 (Design in :綠建築)
- 擴產階段: 執行延續傳承之節能措施
- 運轉階段: 以ISO50001精神, 進行能源管理



DNV 頒發ISO 50001 國際認證
TSMC Property



LEED黃金級認證



內政部綠建築鑽石級



能源管理與查核制度實施情形

一 能源管理平台: 分層呈現, 掌握能源耗量及效能指標。系統自動建立電力耗能指標, 由系統的差異點, 定期檢討找出節能機會。

tsmc Module/FAC 用電量報表系統

2019/02/28 FabA FAC System Utility 用電報表

System	Fab A		Fab B		Fab C		Fab D		Fab E	
	Group Not	Non-Matched #	Group Not	Non-Matched #	Group Not	Non-Matched #	Group Not	Non-Matched #	Group Not	Non-Matched #
ASL	4/4	0/0	4/4	0/0	4/4	0/0	4/4	0/0	4/4	0/0
CRS	1/1	0/0	1/1	0/0	1/1	0/0	1/1	0/0	1/1	0/0
Chiller	3/3	0/0	3/3	0/0	3/3	0/0	3/3	0/0	3/3	0/0
CO2	1/1	0/0	1/1	0/0	1/1	0/0	1/1	0/0	1/1	0/0
DCU	1/1	0/0	1/1	0/0	1/1	0/0	1/1	0/0	1/1	0/0
ES	1/1	0/0	1/1	0/0	1/1	0/0	1/1	0/0	1/1	0/0
ISCS	11/11	0/0	22/22	0/0	11/11	0/0	11/11	0/0	11/11	0/0

tsmc Module/FAC 用電量報表系統

2019/02/28 FabA FAC System Utility 用電報表

System	Fab A	Fab B	Fab C	F12P7	Fab E	Fab F
AEK				0.001472		
QEK				0.000337		
SEK				0.001484		
VEK				0.000778		
CDA				0.1340		
8C				0.5539		
9C						
12C				0.5613		
35C				0.000337		
MAU				0.000369		
PCW				0.1646		
UPW				2.5002		
UPS (高壓)				0.000337		

[穩定運轉] F12P7 冰機趨近溫度管理

● F12P7 冷卻水水質菌數(OOC(spec: 1e-10*/ml)) 造成冰機銅管有生物生成, 冰機趨近溫度持續升高。

● 改善作法

2013 2014 2017 2019

● 2013 冰機趨近溫度管理 (1. 冰機趨近溫度管理) (2. 冰機趨近溫度管理) (3. 冰機趨近溫度管理)

● 2014 冰機趨近溫度管理 (1. 冰機趨近溫度管理) (2. 冰機趨近溫度管理) (3. 冰機趨近溫度管理)

● 2017 冰機趨近溫度管理 (1. 冰機趨近溫度管理) (2. 冰機趨近溫度管理) (3. 冰機趨近溫度管理)

● 2019 冰機趨近溫度管理 (1. 冰機趨近溫度管理) (2. 冰機趨近溫度管理) (3. 冰機趨近溫度管理)

F12P7 節能_UPW RO內循環水量調整 (綠標)

● Description

- RO 19/3 UPW 供水量 8/2 從 13400 CMD 下降至 12858 CMD, 減少 542 CMD (佔使用水量 4%)
- 前耗用電量 37538 KWH 下降至 37292 KWH, 僅減少 246 KWH (佔 UPW 用電量 0.6%)

● ACTION

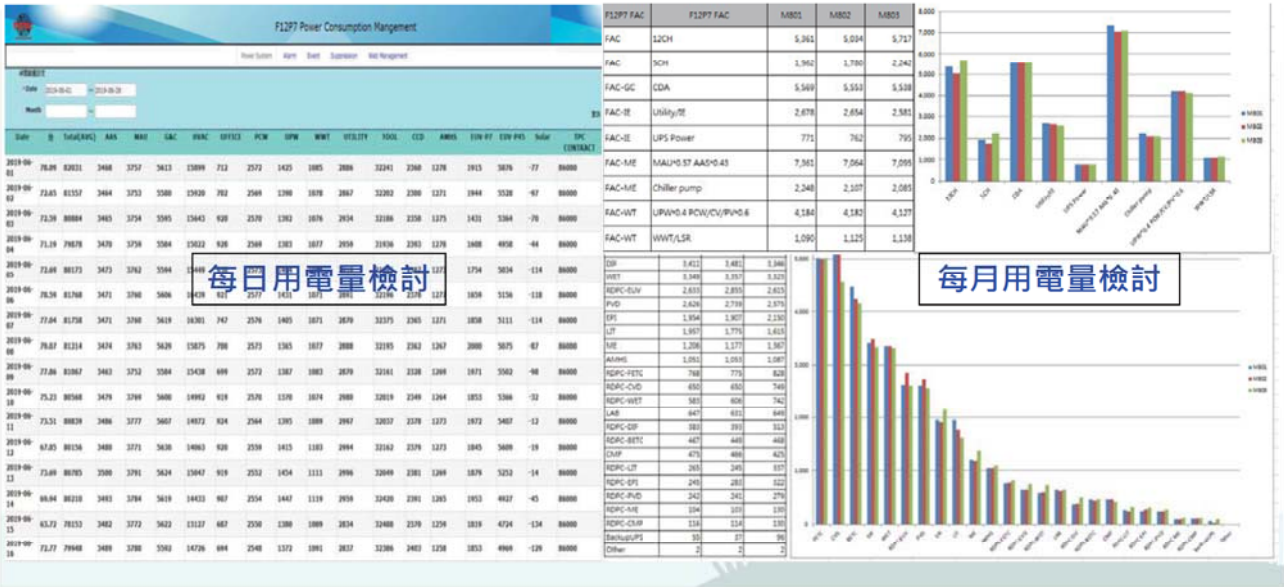
- 調整 RO 流量 (52-50 CMH), 減少內循環水量, 減少耗電
- (註: RO VFD 設計為固定流量(52CMH)時, POU 用水量減少, 則 RO 排出的循環水量)

● Energy saving: 總電流 20A, 節能: 1.732 x 480 x 20 x 1000 x 24 x 365 = 145654 KWHY

能源管理與查核制度實施情形

能源耗用量定期記錄:

- Power SCADA :即時監控全廠用電量
- PCM(Power Consumption Management)用電量負載分析及每日/每月用電量檢查



能源管理與查核制度實施情形

節約能源提案及改善

- 公司獎勵同仁對節約能源提案給予豐厚獎金鼓勵，包含：
 - 持續改善系統(CIT, Continual Improvement Team)
 - 提案系統(Suggestion System) & 提案英雄榜
 - EKM系統獎勵制度/Idea Forum創新改善論壇
 - 機台設備節能設計選拔活動
 - 廠務節能達人選拔活動

2016 300mm FD 廠務節能Workshop

2017 300mm FD 廠務節能達人選拔活動

能源管理與查核制度實施情形

設備定期檢查—設備異常耗能與故障預知

- 預防保養管理平台 (FAM) [Facility Asset Management]
- 紅外線熱像儀(IR Scan)
- 音波震動測量儀器執行馬達震動測量
- 局部放電(Partial Discharge)檢測



預防保養管理平台 (FAM)

紅外線熱像檢測

快速改善

正常

馬達震動量測

Others_AEX風車震動on-line監控系統

- 有效的線上監測：
 - 資料蒐集頻率：監測時程為15 min/次
 - 設定健康程度：設備振動頻率之Alarm、Danger
 - 記錄每天最高測量值(OA)及設備狀況趨勢圖分析。
- 如何設定Alarm & Danger
 - Over All (總量)：
 - 依據不同元件的特徵頻率，設定不同頻率分別計算OA值。
 - 根據OA值，設定Alarm及Danger，目前持清單類Data提升alarm準確性
- Phoenix-GM監控面板

部份放電(PD)檢測

變壓器部分放電檢查

- 檢測步驟與注意事項
 - 使用LDA-U2檢測三種電極配置
 - 為避免感應電場，使用磁測器導電線繞線
 - 調整感應線及電極其線外感測部分
 - 調整Y軸的距離，當距離過大時將300MHz以下之訊號造成誤判結果
- 變壓器部分放電檢查(I/3)
- 原理與訴求
 - 標準化
 - 電力設備的故障與維護應由化學師或結算師以上，對電力設備進行定期檢查與維護。
 - 對電力設備進行定期檢查與維護，應根據設備的實際狀況，制定合理的檢查與維護計劃。
 - 高壓電氣設備
 - 高壓電氣設備內電力分佈不均，易造成局部電場畸變，引起局部放電現象，而局部放電的產生是導致絕緣劣化的主要原因。
 - 標準化檢控
 - 使用了自備高壓測試的設備與儀器作為輔助控制，對電力設備進行定期檢查與維護，應根據設備的實際狀況，制定合理的檢查與維護計劃。
 - 監測標準
 - 依據法規IEC 60270(2001)所適用於電氣設備，此種和系統所產生的局部放電數量由註(C)。

簡報大綱

Report Outline

- 能源管理與查核制度實施情形
- 節約能源實施案例

- 照明節能
 - (機械式Timer+C/R 二時段照明)
 - LED燈管導入
- 電梯剎車動能回收發電至電力系統
- MAU A/W濕膜板節能
- UPS ECO Mode節能
- 冰機節能自動化
 - 『正負 2 度C』
 - 『AI-ML導入冰水系統之節能』
- 變頻Cryo compressor取代定頻Cryo compressor
- Green Dry Pump 取代傳統耗能的 Dry Pump
- Backup LSC Stop Running



節約能源實施案例

— 照明節能 (機械式Timer + 無塵室二時段照明)

- 非生產區採用4小時機械式Timer取代壁切開關，無人作業時自動關燈進行節能,可達到節能控制燈具迴路50%節約量:(4HR x 3次) / 24HR= 50%.
- 無塵室二時段照明由Timer自動控制，控制迴路18點~8點節約效益:14HR / 24HR = 58%



TSMC Property

節約能源實施案例

— LED燈管導入

- F12P7 廠務區域既有燈具修改為LED燈使用，以廠務區/Pump區/非無塵區走道優先改善
- 目前既設燈管平均耗電38W/支(安定器+燈管),導入LED燈具平均耗電為23W/支預計每支燈管節省約 38W-23W=15W
- 節能效益:15W / 38W x 100% = 39%



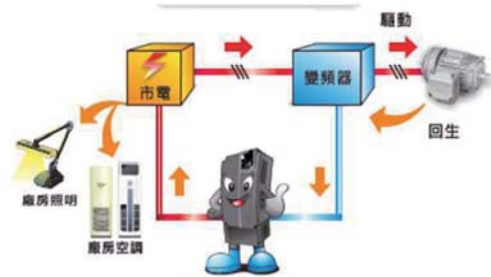
TSMC Property

節約能源實施案例

— 電梯煞車動能回收發電至電力系統

— Purpose:

- 當電梯向上運行時，馬達產生回生電力。傳統電梯以加裝煞車電阻消耗回生電力。煞車電阻缺點。
<1>產生熱能; <2>提高控盤內或機房溫度; <3>對於回生電力無法再利用。
- 電梯煞車動能回收: 使用能源回生系統，可有效將回生電力轉回市電端，供應其他設備使用。電梯不需加裝煞車電阻。

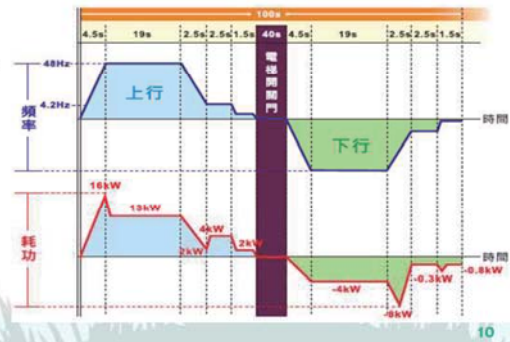


電梯煞車動能回收系統

— Benefits

- 於荷重2.5噸的客貨梯上，使用30kW的馬達，梯速為60m/min，運行樓層為B1~4F，使用電梯煞車動能回收系統，**節能效益 = 30%** [151 / 492 = 30%]

Description	能耗狀況	能耗數據
使用電梯煞車動能回收系統	能耗 (+Whr)	492
	電能回收 (-Whr)	151
使用煞車電阻	能耗 (+Whr)	483
	電能回收 (-Whr)	0



電梯車廂上下5趟的能耗及電能回收量數據

TSMC Property

節約能源實施案例

— MAU-AW濕模板節能

MAU-Air-Washer-pump採用濕模板及Spiral-Type噴水頭，在去除效率相似的情況下修改為Spiral-type順噴AW-Pump-re-sizing，可將AW-pump從50Hp降至10Hp。

— Energy Saving

MAU-AW-50HP用電量為 (37.91+37.99)/2=37.95KW，10HP用電量為 (7.43+7.69)/2=7.56

單台MAU可節省 37.95-7.56kW=30.39KW

節能效益 (37.95-7.56)/37.95=80%



Air Washer pump 用電量測數據



濕模板 & Spiral type 噴水頭



單一順噴



Before

After

節約能源實施案例

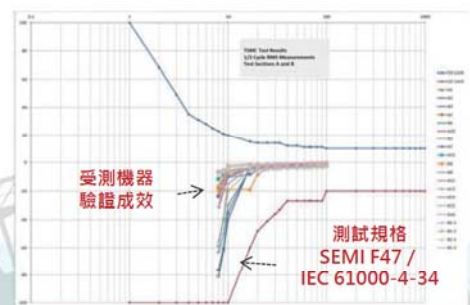
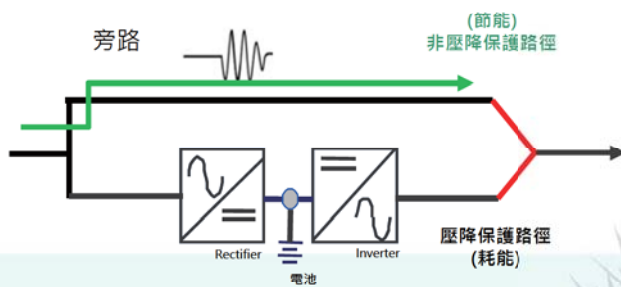
— UPS ECO Mode 節能

方法:

- 嚴謹驗證兼具壓降保護及節能模式功能，進行新版韌體 116 items 驗證。
- 經歷多次台電壓降驗證，全數成功切換INV保護模式。

節能效益:

- 年節省電力：19,125 仟度/年
- 節省電費金額：19,125(仟度/年) * 2.20 (元/度) = 42,076.91 仟元/年
- 抑制二氧化碳排放：19,125 * 0.529 = 10,117.5公噸 /年



節約能源實施案例

— UPS ECO 節能驗證例:

- UPS作用於ESS Mode時與INV Mode相較下(負載率20~90%)，效率有4~10%差異，故平均約有6%節能之空間，效能曲線如下圖。

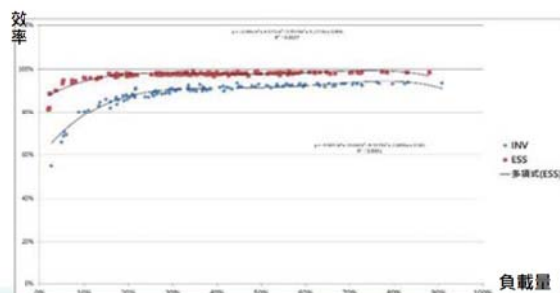
Performance base on 效能曲線					
UPS Loading(%)	20%	40%	60%	80%	90%
Performance(%)	10%	6%	5%	4%	6%

— Eaton 9395 UPS 節能效益驗證

- 改善後: $y = -3.2862X^4 + 6.5212X^3 - 4.4928X^2 + 1.2714X + 0.8561$; $R^2 = 0.8107$
- 改善前: $y = -4.9813 X^4 + 10.682X^3 - 8.1611X^2 + 2.6896X + 0.587$; $R^2 = 0.8391$

Season	Avg. ACB (kW)	Avg. UPS Loading	Eng. Saving (KWH)
Q1	161.5	34%	4,684,895
Q2	163.3	35%	4,767,833
Q3	173.3	38%	4,971,394
Q4	152.8	29%	4,701,750
Total			19,125,873

彙總表



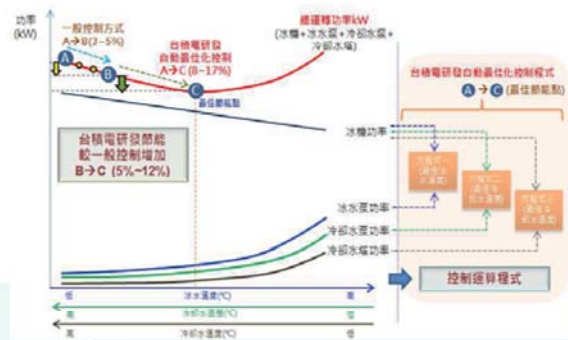
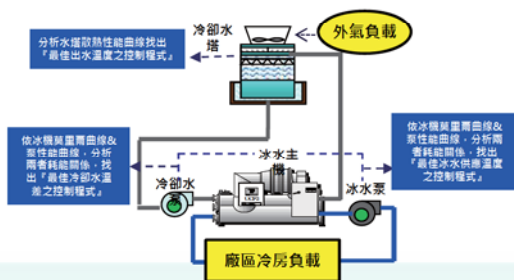
節約能源實施案例

『正負 2 度C』 - 冰機節能自動化

- 冰水系統佔廠區用電量約20%，發展一整套冰水系統自動變溫之最佳節能控制程式
- 以冰水/冷卻水pump及CT性能曲線回歸，預測pump在變溫度時的運轉頻率及功率
- 依廠區現場負載需求決定冰機最佳冰水&冷卻水溫差&冷卻水溫度(冰機+CHP+CWP+CT最低用電量)

節能效益

- Chiller ECF 改善 0.63→0.57 (kW/RT) 節能效益 = 9.5%
- 業界首創，同步申請專利(案號:P20170835TW00 / P20170835CN00).



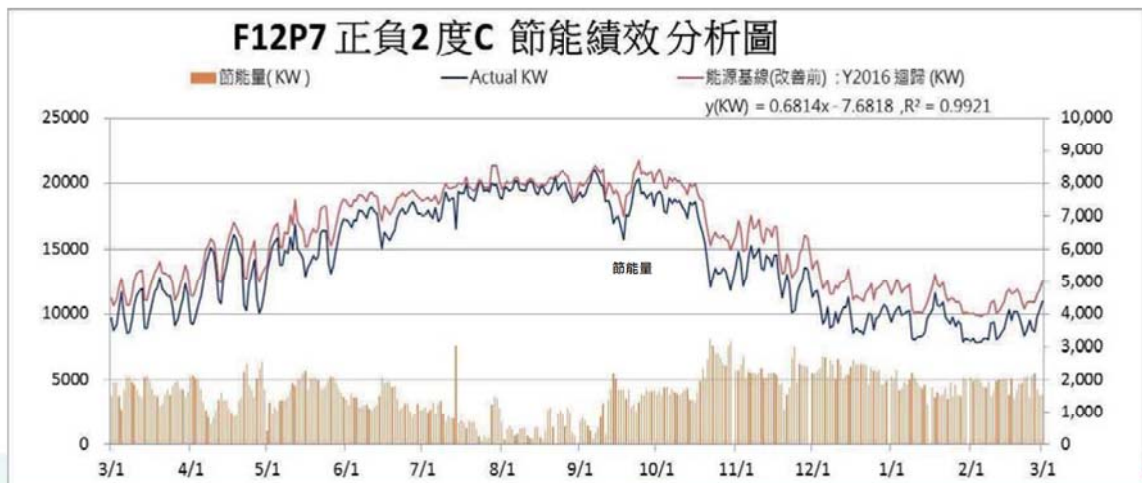
TSMC Property

14

節約能源實施案例

P7 正負 2 度C 節能績效分析

- 能源基線(改善前)：以Y2016 每10分鐘1筆資料進行用電量 y(kW) 與 冷凍噸 x (RT) 進行線性迴歸 $y(kW) = 0.6814x - 7.6818$, $R^2 = 0.9921$
- 用電量(kW) 採用 Power SCADA ACB 讀值



TSMC Property

15

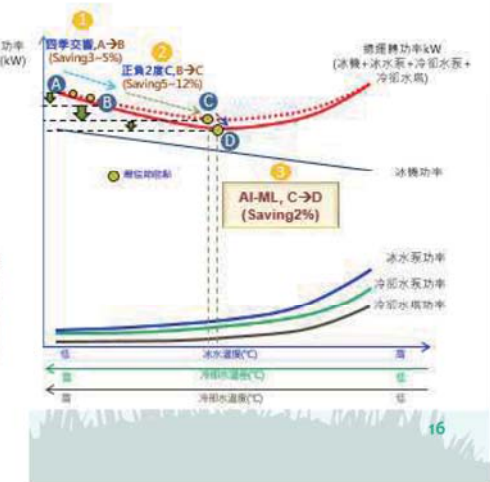
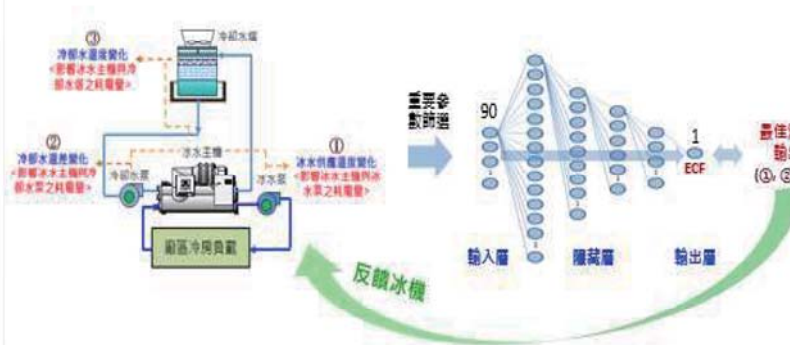
節約能源實施案例

『 AI-ML導入冰水系統之節能- 冰機節能自動化

- 冰水系統由冰水主機及冰水泵、冷卻水泵、冷卻水塔等設備所組成，各設備間的耗能會因溫度變化而相互關連，加上機台老化、管路結垢摩擦損失變大等因素，而如此高維度的複雜非線性的冰水系統難以透過傳統理論性能曲線模型找出「最佳節能點」。
- 運用AI-ML控制特性：整合+預測修正+不斷學習；即以big data修正”正負2度C“理論與實際之差異並即時預測。

AI-ML導入冰水系統之節能成效&效益

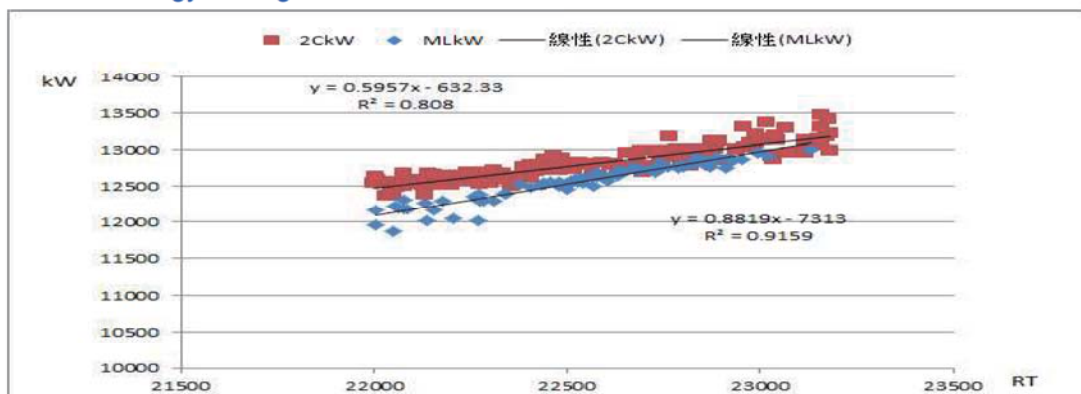
- Chiller ECF 改善 0.5713→0.5591 (kW/RT) 節能效益 2.13%



節約能源實施案例

AI-ML導入冰水系統之節能效益驗證

- 驗證方式: 以分別運轉1~2週比較其單位耗能ECF(相同機台數及機況&相同冷凍噸區間下)
- Total Energy saving = 2.13%



F12P7 AI-ML導入節能效益驗證			
冷凍噸區間：22000~23200RT			
驗證區間	2018/10/14~10/22 正負2C(kW/RT)	2018/10/23~10/31 AI-ML導入(kW/RT)	Saving %
5C	0.6963	0.6872	1.31%
12C	0.5350	0.5218	2.45%
Total	0.5713	0.5591	2.13%

節約能源實施案例

變頻Cryo compressor取代定頻Cryo compressor Project

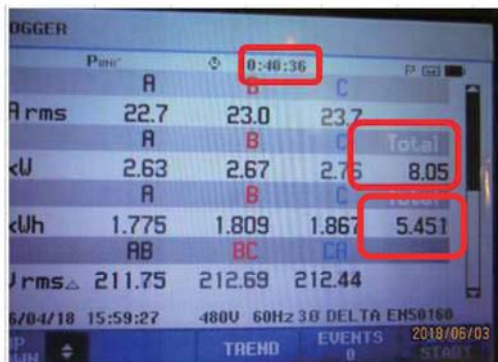
改善工程效益 (改善前後量測值比較)

- 改善前: 12.9 kWh
- 改善後: 5.451kWh / 40min x 60min = 8.17kWh
- 節能效益: 4.73kWh / 12.9kWh = 36%



Endura2(8CP) operation			
Items	Unit	OR-IS	
Energy saving Power (Stand-by)	kWh	12.9	
Power (Process)	kWh	12.9	
Cooling water	lpm	20.8	
Subtotal			

改善前: 12.9 kWh



改善後: 8.1765 kWh
(5.451kWh / 40min x 60min) = 8.17kWh





TSMC Property

18

節約能源實施案例

Green dry pump Type-B 取代傳統耗能的Type-A Dry Pump

- 使用節能Green Dry pump取代傳統的耗能pump · 節能效益61% · 每台PUMP 每年節省26,422kWh(度)

	Type-A		Type-B	
	Power Consumption	[kW]	Power Consumption	[kW]
As is:		4.9		1.9
To be:				

Pump Model		Type-A		Type-B					
構造		Vertical Single Stage Screw		Multi Stage Roots					
No	Tool ID	每台全年省電量 (kWh,度)	Qty	拆移機日期	第一年節能天數	kWh	ton CO2e	下年度起整年節能 kWh	ton CO2e
1	KEXXX-01	26422	5	2018/1/1	365	132,110	69.8862	132,110	69.8862
2	KEXXX-02	26422	5	2018/1/1	365	132,110	69.8862	132,110	69.8862
3	KEXXX-03	26422	5	2018/1/1	365	132,110	69.8862	132,110	69.8862
4	KEXXX-04	26422	4	2018/1/1	365	105,688	55.909	105,688	55.909
5	KEXXX-05	26422	5	2018/1/1	365	132,110	69.8862	132,110	69.8862
6	KEXXX-06	26422	4	2018/1/1	365	105,688	55.909	105,688	55.909
7	KEXXX-07	26422	5	2018/1/1	365	132,110	69.8862	132,110	69.8862
8	KEXXX-08	26422	4	2018/1/1	365	105,688	55.909	105,688	55.909
9	KEXXX-09	26422	4	2018/1/1	365	105,688	55.909	105,688	55.909
10	KEXXX-10	26422	4	2018/1/1	365	105,688	55.909	105,688	55.909
11	KEXXX-11	26422	4	2018/1/1	365	105,688	55.909	105,688	55.909
12	KEXXX-12	26422	5	2018/10/26	67	24,250	12.8284	132,110	69.8862
13	KEXXX-13	26422	6	2018/9/15	108	46,908	24.8144	158,532	83.8634
			60			1,365,836	723	1,585,320	839

節約能源實施案例

Backup LSC Stop Running

Local Scrubber(電熱式)獨立備機於未盡氣情況下停機至常溫，節能LSC Heater用電

- 漢X backup LSC 5.62kW(810度C)-1.11kW(idle)=4.51kW, 節能效益 : $4.51/5.62 = 80\%$
- Kxx Backup LSC 4.03kW(830度C)-0.09kW(idle)=3.94kW, 節能效益 : $3.94/4.03 = 97\%$

漢xx & Kxx Backup LSC System Stop-確效

- Purpose
 - 漢xx & Kxx Local Scrubber(電熱式)獨立備機於未進氣情況下停機降至常溫，以節能LSC Heater用電量，降低operation cost
- Benefits-確效
 - F12P7 漢xx backup LSC 81 sets
實際量測 (3,136,037.52 kWh/Y)
 - F12P7 Kxx-1xxx backup LSC 31 sets
實際量測 (1,041,105.6 kWh/Y)
 - Total Energy saving: (已扣除PM執行天數)
 $3,136,037.52 + 1,041,105.6 = 4,177,143 \text{ kWh/Y}$

漢xxWxxx-kxxx				
Benefits	數量(台)	小時	節能天數	Energy saving
4.51	1	24	261	28,251
4.51	1	24	313	33,879
4.51	2	24	349	75,552
4.51	3	24	353	114,628
4.51	22	24	357	850,117
4.51	44	24	361	1,719,284
4.51	8	24	363	314,329
Total(kWh/Y)				3,136,038

Kxx-1xxx				
Benefits	數量(台)	小時	節能天數	Energy saving
3.94	1	24	261	24,680
3.94	1	24	330	31,205
3.94	2	24	353	66,759
3.94	11	24	357	371,337
3.94	1	24	359	33,947
3.94	9	24	361	307,225
3.94	6	24	363	205,952
Total(kWh/Y)				1,041,106



簡報結束 敬請指教



廉潔 · 效能 · 便民

節能菁英 
領航創新



經濟部能源局
Bureau of Energy, MOEA



工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

新竹縣310竹東鎮中興路四段195號24館210室
Tel:(03)591-8014 Fax:(03)582-0471
<https://www.energypark.org.tw>

