

省電大作戰六吋晶圓廠節能新手法



旺宏電子股份有限公司 FAB I

廠務部 電力空調課

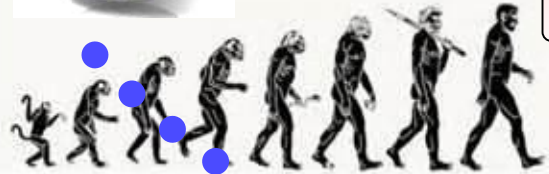
羅諺聘

Agenda

- 前言
- 緣由及目的
- 節能方向選定
- 計畫及執行
- 結果
- Q & A

前言

地球的境遇



空污

廢水

CO2

前言

人類的省思



前言



晶圓一廠大事紀

MXIC的努力



- ◎1989年 MXIC 成立
- ◎1990年 FAB1 動土興建
- ◎1994年 榮獲工業污染防治績優廠商
- ◎1995年 股票上市
- ◎1995年 榮獲優良企業獎
- ◎1995年 榮獲節約能源績優獎
- ◎1995年 榮獲第四屆企業環保獎
- ◎1995年 榮獲ISO9001認證通過
- ◎1996年 工業減廢績優獎
- ◎1996年 優良企業獎(環保組)
- ◎1997年 ISO14001驗證通過
- ◎1997年 榮獲第六屆企業環保獎
- ◎1999年 榮獲自護制度3年免減榮譽
- ◎2001年 榮獲工業減廢績優個人獎
- ◎2002年 OHSAS18001驗證通過
- ◎2002年 榮獲工業減廢績優廠商獎
- ◎2002年 榮獲企業環保獎
- ◎2003年 榮獲節水績優廠商獎
- ◎2003年 榮獲經濟部節約能源績優優等獎
- ◎2005年 榮獲「廢棄物回收再利用優良單位獎」
- ◎2005年 榮獲「科學園區環境維護競賽優選獎」
- ◎2006年 榮獲「毒性化學物質災害防救推展獎」
- ◎2006年 榮獲「科學園區環境維護競賽優勝獎」
- ◎2007年 榮獲「溫室氣體減量績優廠商」
- ◎2007年「科學園區環境維護競賽特優獎」
- ◎2008年 榮獲科學工業園區管理局頒發「科學園區綠美化競賽特優獎」
- ◎2008年榮獲環保署頒發「2007年 綠色採購績優企業獎」
- ◎2008年 榮獲 科學工業園區管理局頒發「新竹科學園區低碳企業績優廠商」
- ◎2009年 榮獲經濟部節能績優廠商競賽優等獎
- ◎2009年 榮獲科學工業園區管理局頒發「新竹科學園區低碳企業特優獎」
- ◎2010年 榮獲「全國優良水污專責技術人員」
- ◎2011年 榮獲經濟部水利署節約用水績優獎
- ◎2011年 榮獲科學工業園區優良環保專責人員

“旺宏電子” 節能服務團”



溫室氣體認證

溫室氣體減量績優廠商

綠色採購績優企業獎



經濟部 堅持節能 積極減碳

97年節能績優團體獎

MXIC 旺宏電子集團

【近年節能績效簡介】

旺宏電子為全球最大及最先進的唯讀記憶體生產製造公司，更是世界級的非揮發性記憶體領導廠商。為落實「綠色企業」的承諾，旺宏電子積極推動各項節能、節水、減廢、製程改善、污染控制、辦公室環保、資源回收再利用、生態保育與教育訓練等積極措施。在節能績效方面，旺宏多次獲得經濟部頒發之節能績優獎及年度節能績優企業獎等殊榮。

生產單位耗電指標 (EPI)：

- 94年：138 kWh/cm²
- 95年：128 kWh/cm²
- 96年：122 kWh/cm²

【未來節能措施說明】

- 無塵室空調系統耗能改善
- 廢冷空氣 (CDA) 系統節能檢討
- 無塵室排氣系統減量節能
- VOC設備爐改熱回收型
- 照明系統節能控制與照明改善節能
- 冷卻水塔塗材更新，增加熱效率計畫
- 冷卻水 pump 增設變頻器計畫

【未來節能目標說明】

旺宏電子成立公司內部「節約能源服務團」，服務範圍涵蓋的個廠區，包括力行廠、研新一廠、及研能廠等，針對公司之生產與辦公單位進行節能服務，97年至99年所訂定之節能目標為：

- 總節能：3,237公秉油當量
- CO₂減量：9,128公噸
- 節約率：佔集團總耗能之 3.8%
- 節能效益：6,844萬元

Personal Data (D)

Macronix Propriet

緣由及目的

1. 經濟部能源局規定2015-2019平均年節電率需達**1%**以上
2. 產能因素不得列入節電率計算。
3. 廠務設備節電率需提升至**1.5%**，以利廠區平均節電率達標

起始點	廠區用電(%)	廠務用電(%)	節省度數(%)	廠務設備節電率(%)	能源局目標(%)	換算廠務設備目標節電率	差異
2015	100	65	0.52	0.80	1	1.5%	-0.7%
2016	100	65	0.64	1.00	1	1.5%	-0.5%

三、 能源用戶依能源管理法第九條訂定之節約能源目標及執行計畫（以下簡稱執行計畫），其年度節電率應達百分之一以上，未達百分之一且無正當理由者，中央主管機關得就該能源用戶所報執行計畫，不予核定。

四、 能源用戶於中華民國一百零四年至一百零八年之執行計畫，其平均年節電率應達百分之一以上。

五、 能源用戶應於每年一月三十一日前，向中央主管機關申報前一年度節電措施執行情形、年度節電量、年度節電率及平均年節電率。
能源用戶當年度平均年節電率未達百分之一者，應於次年一月三十一日前向中央主管機關提出說明及改善計畫，經中央主管機關核定後執行之；違反者，依有關法令規定處理。

六、 能源用戶依前點申報之資料，應併同能源用戶應申報使用能源之種類、數量、項目、效率、申報期間及方式規定之資料，向中央主管機關辦理申報。

七、 自本規定生效日起，能源用戶於中華民國一百零三年新增之節電措施與節電量，應於一百零四年一月三十一日前併同能源用戶應申報使用能源之種類、數量、項目、效率、申報期間及方式申報之，不適用第五點之規定。

節能方向選定

節電順序評估

	2013	2015	2013-2015	
	用電比例(%)	用電比例(%)	近3年系統節電比例	節電順位
冰水系統	42.0	41.9	4.7%	B
潔淨室系統	15.3	15.8	1.3%	A
排氣系統	5.0	4.9	8.1%	C
照明系統	6.6	5.4	22.0%	C
製程冷卻水系統	3.8	4.1	0.0%	A
一般空調系統	12.8	13.5	0.1%	A
壓縮空氣系統	8.0	8.4	0.0%	A
純水系統	6.1	6.1	4.9%	B
Total	100	100		

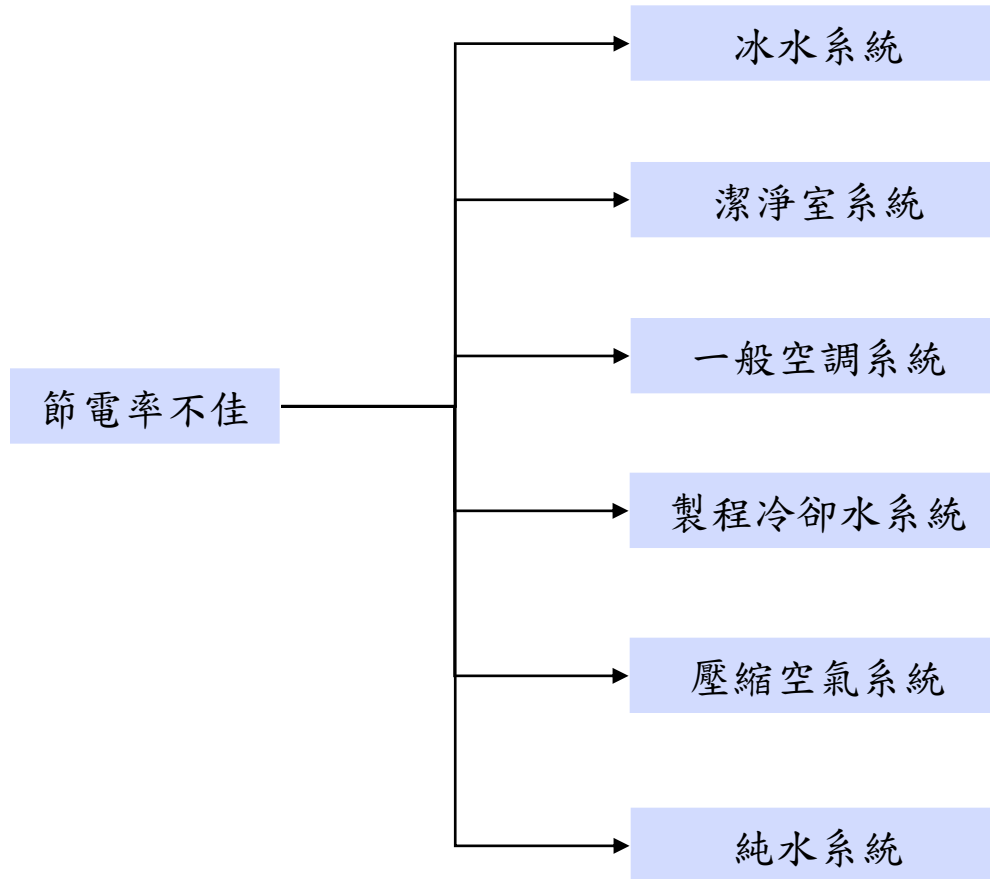
節電順位：0%-2%：A級 2-5%：B級 5%以上：C級 (依據台電節電獎勵辦法分級)

說明：

- 1.除照明、排氣系統外，共有6項系統在B級以上需進行節能評估
- 2.A級有4項，50%為未作過節能措施
- 3.B級有2項，需進行節能措施分析

節能方向選定

節電目標

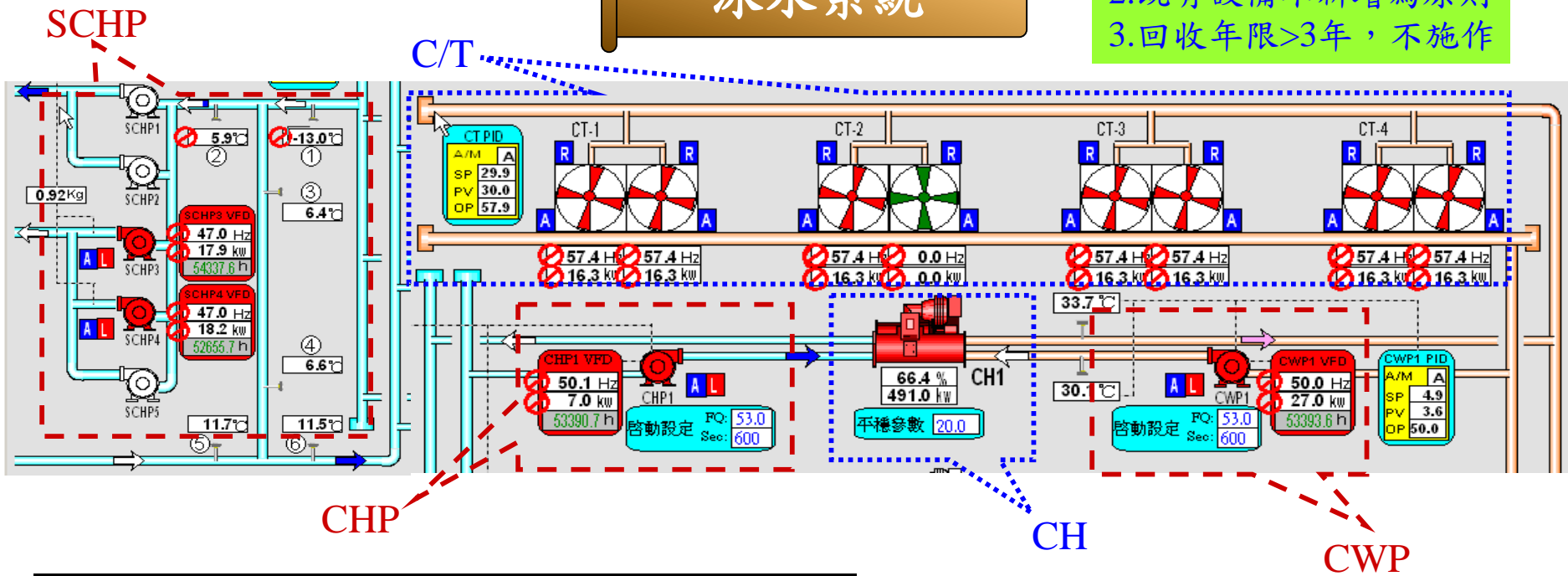


節能方向選定

冰水系統

節能考量：

1. 供應品質優先
2. 既有設備不新增為原則
3. 回收年限 > 3年，不施作



	2013 用電比例	2015 用電比例	節電比例
冰水主機	81.1%	90.0%	-8.9%
冷卻水泵	8.3%	3.0%	5.3%
一次冰水泵	2.7%	0.9%	1.7%
二次冰水泵	3.3%	1.4%	1.8%
冷卻水塔	4.7%	4.7%	0.0%
冰水系統	100.0%	100.0%	

➤ 方向：冰水主機及冷卻水塔節電不彰

節能方向選定

潔淨室系統

節能考量：

1. 供應品質優先
2. 既有設備不新增為原則
3. 回收年限>3年，不施作

➤ 潔淨室系統共分為RCF、OAC、FFU 3大主要系統

1. RCF系統：Main FAB 內部循環風車

2. OAC系統：Main FAB、E/R 2F、E/R 4F維持正壓與溫濕度控制主要設備

3. FFU系統：E/R 2F、E/R 4F 內部循環風車

➤ 節能可能性分析

	已執行節能措施	有無節能設備	平時可停機	再節能可能性	關鍵
RCF	節能停機1台	無	不可	極低	風量
OAC	低壓損HEPA更換	變頻器	60%可	高	壓損.室壓
FFU	無	無	部份區域可	中	型式.風量

➤ 方向：

1. RCF 已節能停機一台，且平時不可停機，**違反考量一。**

2. OAC 已裝有變頻器裝置，具備節能功效，如何修正壓損及室壓是影響關鍵。

3. FFU 可藉由更換形式(直流、多段式)進行節能，但**回收年限>3年，違反考量三。**

節能方向選定

一般空調系統

節能考量：

1. 供應品質優先
2. 既有設備不新增為原則
3. 回收年限>3年，不施作

➤ 一般空調系統共分為FAB、辦公大樓、化倉 3大區域

1. FAB(非無塵室)：庫房、值班室、光罩室

2. 辦公大樓：人員及電腦機房

3. 化倉：貨品及化學品倉庫

➤ 節能可能性分析

	使用空調設備	有無節能設備	現況供應溫度	已執行節能措施	再節能可能性
Fab(非無塵室)	室內送風機、冷氣機	變頻冷氣	<26	部份室內送風機停機	高
辦公大樓	室內送風機、空調箱	無	<26	部份室內送風機停機	高
化倉	室內送風機	無	<26	無	低

➤ 方向：

1. 針對辦公大樓空調箱進行節能評估。

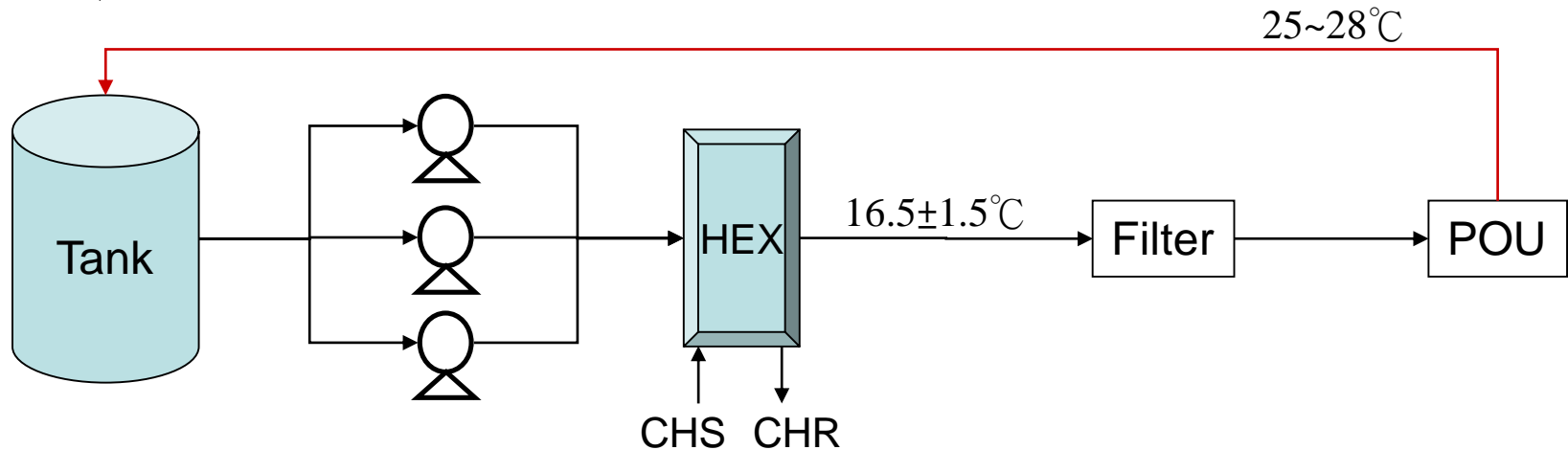
節能方向選定

製程冷卻水系統

節能考量：

1. 供應品質優先
2. 既有設備不新增為原則
3. 回收年限>3年，不施作

製程冷卻水供應現況



PCW 數據	供應溫度 (°C)	供應壓力 (kgf/cm ²)
FAC Control limit	≤18	>6.3
供應現況	16.3	6.9

方向：

1. 供應溫度及壓力與 Control limit 相比具有節能空間，但現場有部份機台已是供應壓力臨界範圍，故違反考量一。

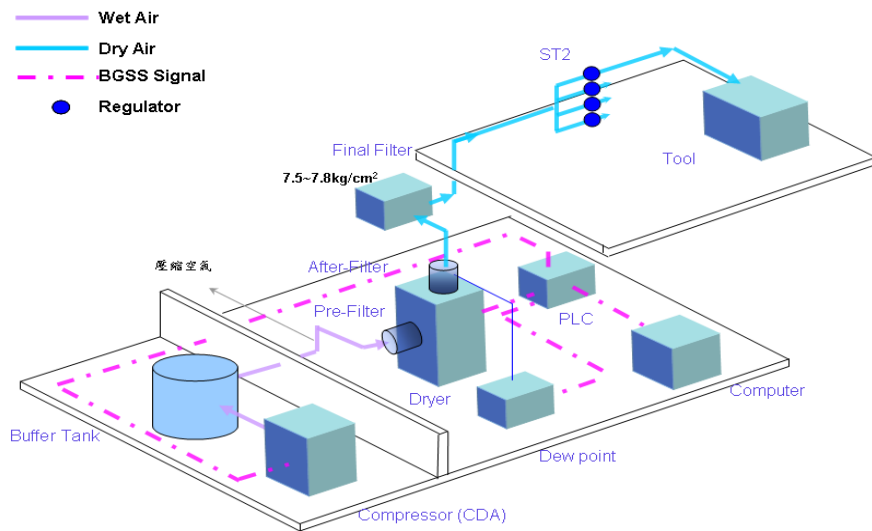
節能方向選定

壓縮空氣系統

節能考量：

1. 供應品質優先
2. 既有設備不新增為原則
3. 回收年限 > 3年，不施作

➤ 壓縮空氣供應現況



平均供應壓力 > 7.5 kg/cm²

備機啟動壓力 < 7.2 kg/cm²

Item	Control limit	現況
供應壓力 (kg/cm ²)	> 7.0	> 7.5

➤ 方向：

供應壓力變動幅度為±0.2kg，以備機啟動點計算幾乎無節能空間，且易影響供應品質，違反考量一。

節能方向選定

純水系統

節能考量：

1. 供應品質優先
2. 既有設備不新增為原則
3. 回收年限>3年，不施作

➤ 針對純水系統各單元流程耗能進行解析調查。

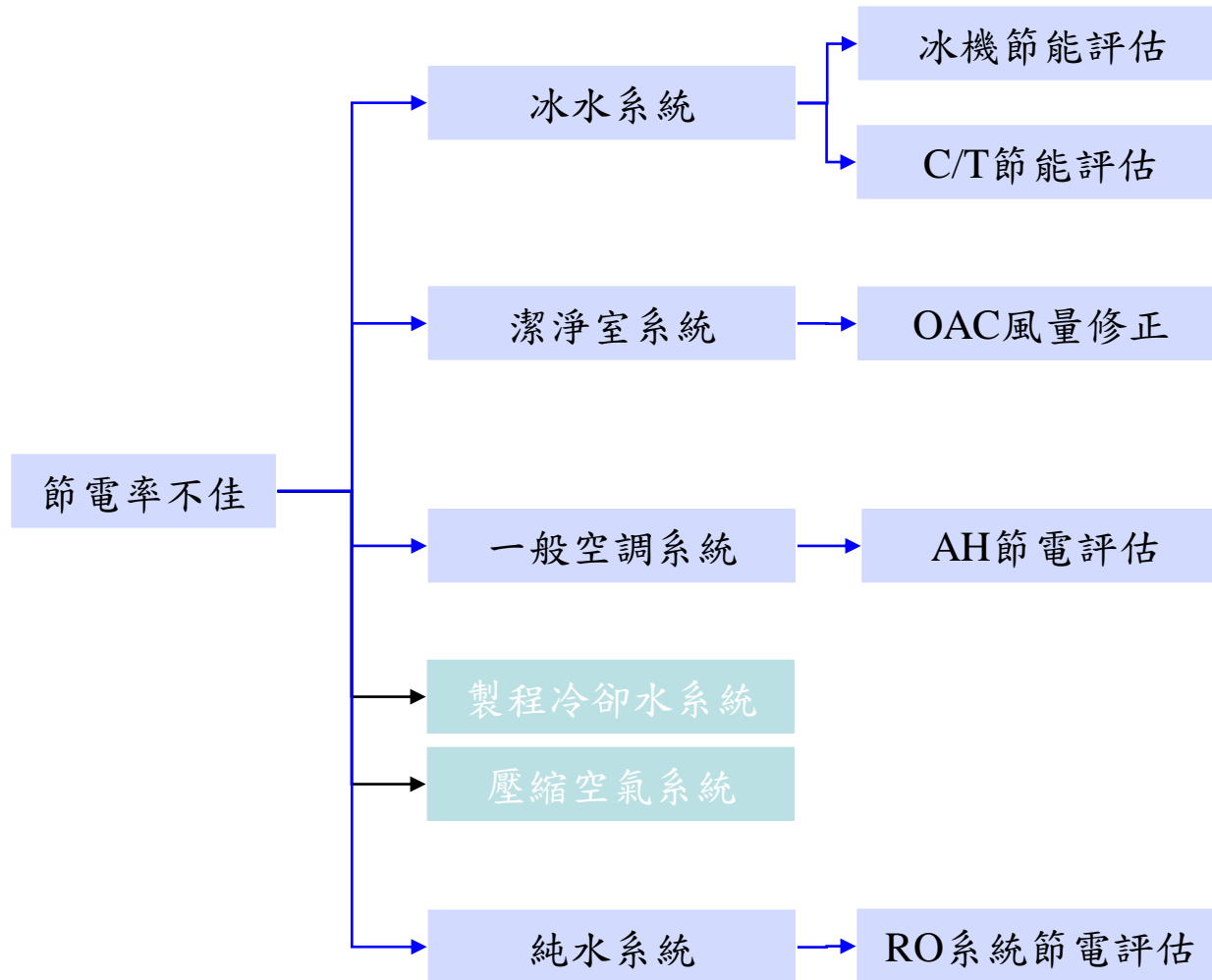
純水系統	耗能項目	單位	用量比例	運轉模式
前處理系統	原水泵	KW	2.1%	批次運轉
	其他耗能	KW	9.7%	
混床系統	產水泵	KW	2.1%	批次運轉
	滅菌系統	KW	11.2%	
	其他耗能	KW	12.9%	
RO 系統	RO 送水泵	KW	40.3%	批次/連續式運轉
	其他耗能	KW	8.4%	
循環系統	循環泵	KW	8.6%	連續式運轉
	其他耗能	KW	4.7%	

➤ 方向：

1. 調查發現RO單元用電量為純水系統中最耗能項目，列為優先改善。

節能方向選定

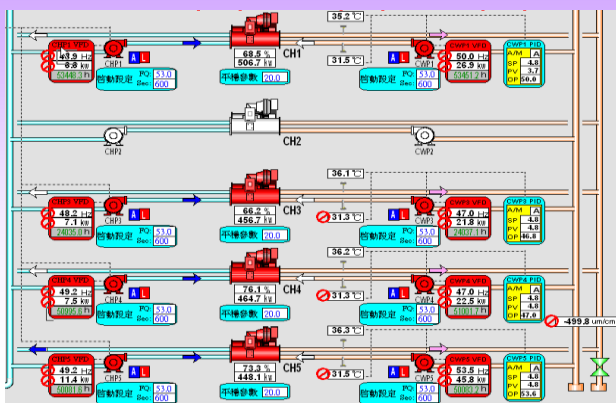
一次展開



計畫與執行

冰機節能評估

依據冰機能力及全年需求做運轉台數調查



本廠冰機共有5台，於夏季時負載達2800RT時，運轉將由3台→4台；當負載<2900RT時運轉恢復3台

2800RT



查
理
證
驗

加卸載條件與實際設計最大量差異為5%，具節能空間，選為改善目標。

CH#1.4.5冰機設計可容許最大負載總和為3010RT

冰機	冷凍能力
CH-1	890RT
CH-2	890RT
CH-3	1120RT
CH-4	1060RT
CH-5	1060RT

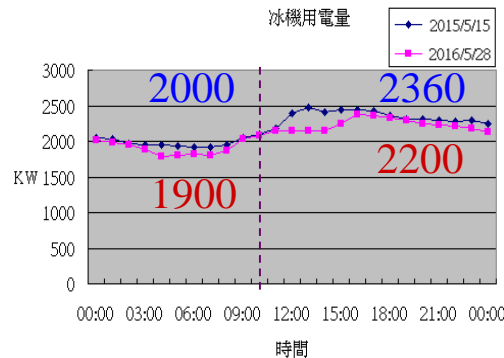
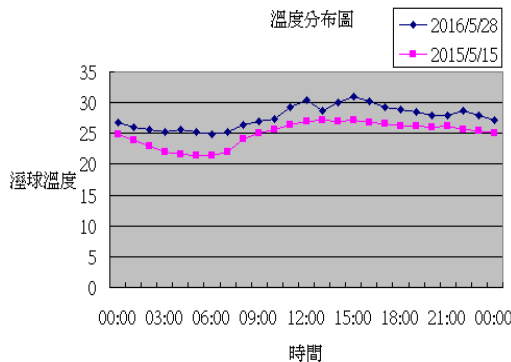
計畫與執行

冰機節能執行

提出方案

預估作法：

1. 配合C/T 散熱葉片改善測試
2. 調查2015與2016各月份冰機用電量



實際執行

1. 從溫度圖中可發現2016的外氣溼球溫度較2015約高 3°C
2. 於冰機用電量中可看出延長開啟四台冰機的用電量可節省約300KW/H
3. 2016/5/28 開始開啟四台冰機較2015/5/15延長13天

標準化

1. 重新訂定冰機加減載規則



年度	三台冰機 (KW)	四台冰機 (KW)	天數	總節能KW
2015	2000	2360	13	93,000
2016	1900	2200		

效果確認

計畫與執行

冷卻水塔節能評估

風量衰減將會造成冷卻水溫差變高及風車運轉Hz數提升，故進行兩項參數調查

廠內冷卻水塔Hz數由冷卻水溫差進行PID控制，現況溫差明顯不均

C/T	Hz數	CH	冷卻水溫差 (°C)
A1	60	1	3.29
A2			
B1		3	4.75
B2			
C1		4	4.97
C2			
D1		5	5.01
D2			

查
理
證
驗

散熱風量已低於原廠設計值8%，有節能改善空間，故選為改善目標。

實際量測風量發現C/T-A2及D2低於原廠設計風量值

C/T 編號	原廠風量設計值 (CMH)	風量實際量測值 (CMH)	差異 (CMH)
A2	200,000	199,455	545
D2	200,000	184,556	15,444

計畫與執行

冰水系統節能執行

實際執行

- 1.散熱葉片材質由金屬→FRP，不易生鏽
- 2.冰機加載條件由2800RT→2900RT



效果確認



預估作法：

- 1.散熱葉片改善-佔水塔效能70%
- 2.調整冰機加開機條件

- 1.持續改善其他C/T散熱葉片

C/T 數據		
	A	節能KWH/年
改善前	42	82,000
改善後	30	

C/T 數據	
施工費用	回收年限
\$200,000	1.35

提出方案

標準化

計畫與執行

OAC節能評估

OA供應量將影響潔淨室溫溼度、潔淨度、室壓，故進行各區域三項參數調查

- 1.本廠OAC是採露點溫度控制，供應量差異會影響現場環境相對溼度導致OAC本身參數設定偏移
- 2.室壓高低也是供應量參考依據

查
理
證
驗

OAC-2、1 露點設定偏低、室壓偏高

E/R區域OA供應室壓偏高及露點偏高應有節能修正空間，故選定為改善目標。

區域	OAC	露點溫度	室壓	有無變頻器
Main Fab	OAC-A	備載	1.0 mmAq	無
	OAC-B	11.2		
	OAC-C	11.3		
	OAC-D	11.2		
	OAC-E	11		
E/R 2F	OAC-2	10.8	1.5 mmAq	有
E/R 4F	OAC-1	10.1	5.4 mmAq	

計畫與執行

OAC節能執行

預估作法：

1. 調降OAC-1供應室壓
2. 修正變頻器輸出功率

	室壓
MAIN FAB	1.0mmAq
E/R 2F	1.5mmAq
E/R 4F	5.4mmAq

4F	調整前室壓
A TUNNEL	3.8mmAq
B TUNNEL	5mmAq
C TUNNEL	5.4mmAq
D TUNNEL	6.2mmAq
E TUNNEL	6mmAq

變頻器調整依A Tunnel為基準，最低室壓為0.5mmAq



1. 重新訂定4F 各Tunnel 室壓

4F	調整前室壓	調整後室壓
A TUNNEL	3.8mmAq	1.5mmAq
B TUNNEL	5mmAq	3mmAq
C TUNNEL	5.4mmAq	2mmAq
D TUNNEL	6.2mmAq	2.1mmAq
E TUNNEL	6mmAq	3mmAq

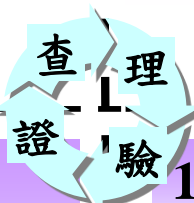
OAC-1 數據		
	運轉電流	節能KWH/年
調整前	40	170,000
調整後	18	

計畫與執行

AH節能評估

空調箱運轉模式設定調查：
辦公大樓2F~6F中央空調均有
設定自動開啟及關閉

辦公大樓中央空調設定於每日07:00
開啟，18:00關閉，每日運轉11小時，
但實際冷房需求未進行相關數據收集



停機後室內溫度上升緩慢，
中央空調製冷量明顯偏高，
運轉模式設定具有節能改善空間。

18:00關閉後，於23:00量測現場
溫度，發現溫度最高僅上升1.2°C

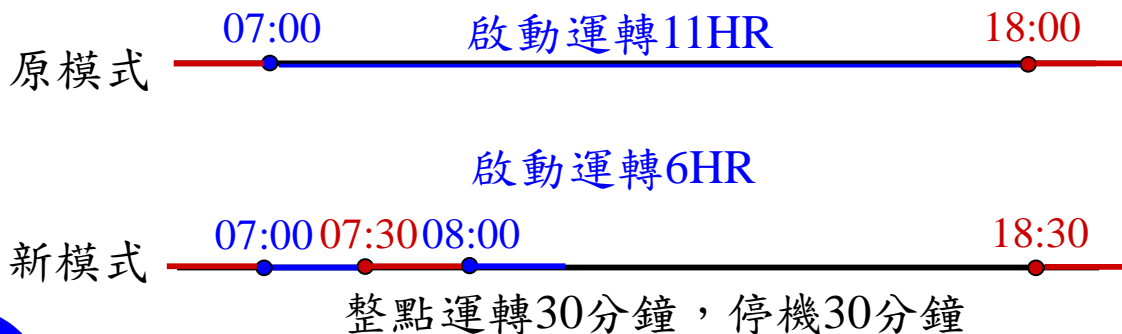
樓層	上班開啟期間	關閉後5小時	差異
2F	24.5°C	25.6°C	1.1°C
3F	24.5°C	25.7°C	1.2°C
4F	24.7°C	25.8°C	1.1°C
5F	24.6°C	25.5°C	0.9°C
6F	25.9°C	26.9°C	1°C

計畫與執行

AH節能執行

預估作法：

1. AH 啟停運轉模式變更



實際執行

1. 訂定OB 空調箱啟停模式



AH 數據						
	樓層	運轉時間(Hr)	運轉電流	KW	KWH/年	節能KWH/年
調整前	OB 2F	11	12.5	10.4	41723.9	100,000
	OB 3F	11	13	10.8	43392.8	
	OB 4F	11	16	13.3	53406.6	
	OB 5F	11	15	12.5	50068.7	
	OB 6F	11	14	11.6	46730.7	
調整後	OB 2F	6	12.5	10.4	22758.5	
	OB 3F	6	13	10.8	23668.8	
	OB 4F	6	16	13.3	29130.9	
	OB 5F	6	15	12.5	27310.2	
	OB 6F	6	14	11.6	25489.5	

效果確認

計畫與執行

RO系統節能評估

1.RO-2 現況

1-1.PUMP 兩用一備，連續運轉

1-2.出口閥件開啟30%

系統	運轉台數	產水總量	PUMP單台流量
RO-2	2	56	28

RO-2 現況產水量

$$28.0 + 27.8 = 55.8 \text{ CMH}$$

查
理
證
驗

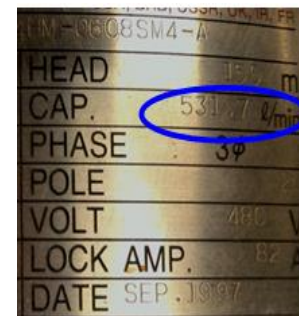
1.RO-1 PUMP運轉模式及閥件修正改善。

2.RO-2 PUMP運轉方式變更。

確認 DI SYSTEM RO-2 高壓 PUMP 規格，評估RO-2 高壓 PUMP 僅開啟一台無法滿足供應水準。

RO-2 PUMP 規格產水量

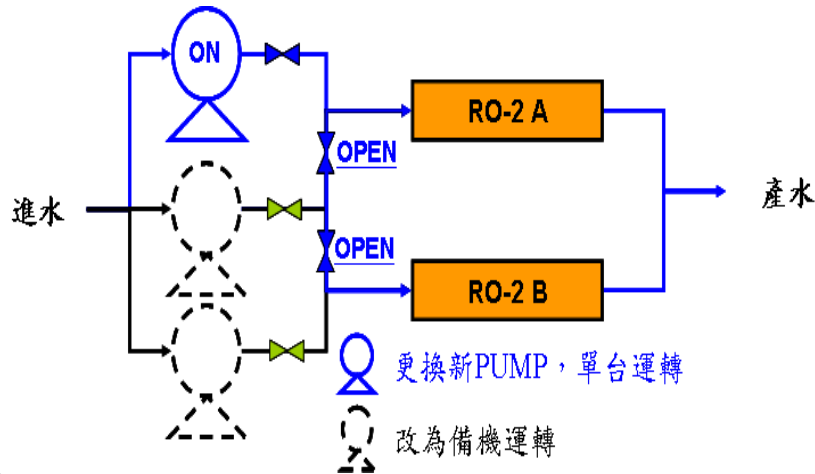
$$531.7 / 1000 \times 60 = 31.9 \text{ CMH}$$



計畫與執行

RO系統節能施行

實際執行



效果確認

提出方案

預估作法：

- a. 評估更換RO-2 PUMP 加大流量，運轉由2部→1部
- b. 確認產水流量及耗能狀況



標準化

- 1. RO-2 pump 切換SOP修改
- 2. 訂定系統切換程序

RO-2 數據			
	台數	運轉電流	節能KWH/年
改善前	2	45	270,000
改善後	1	53	

RO-2 數據	
施工費用	回收年限
\$950,000	1.96

節能方向選定

二次展開

節電率不佳

冰水系統

冰機節能評估

加減載裕度提升

C/T節能評估

散熱風量提升

潔淨室系統

OAC風量修正

OAC-1供應減量

一般空調系統

AH節電評估

中央空調運轉模式變更

製程冷卻水系統

壓縮空氣系統

純水系統

RO系統節電評估

RO PUMP運轉模式變更

結果

1. 本次目標為廠務節能效益達1.5%，距離達標差距為1.2%

起始點	廠區用電(%)	廠務用電(%)	節省度數(%)	廠務設備節電率(%)	能源局目標(%)	換算廠務設備目標節電率	差異
2015	100	65	0.52	0.80	1	1.5%	-0.7%
2016	100	65	0.64	1.00	1	1.5%	-0.5%

2. 實際節能效益如下，總節能度數 71.5萬

項次	節能系統	節能項目	節能KWH/年
1	冰水系統	冰機加減載裕度提升	93,000
2		冷卻水塔散熱風量提升	82,000
3	潔淨室系統	OAC-1 供應減量	170,000
4	一般空調系統	中央空調運轉模式變更	100,000
5	純水系統	RO PUMP運轉模式變更	270,000
Total			715,000

3. 整體節能效益計算：

能源局節電目標 2% $\rightarrow (71.5 + 0.52\% + 0.46\%) / \text{廠區用電} = 2.1\%$ 達標

廠務目標節電率 3% $\rightarrow (71.5 + 0.52\% + 0.46\%) / \text{廠務用電} = 3.3\%$ 達標

總結

節能減碳生活—減緩暖化救地球

- 愛護地球，更盡一份心力



守護孩子純真燦爛的笑容
是旺宏對環境保護的承諾及動力，
也是企業永續發展的決心

簡報完畢
敬請指教

Q & A