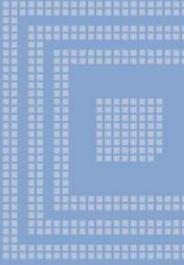




ASE GROUP



冰水機系統運轉效率提升 大數據分析引擎之建構

Sakanal_Hung
ASEKH
UTI_HVAC
2th Mar., 2017

簡報大綱

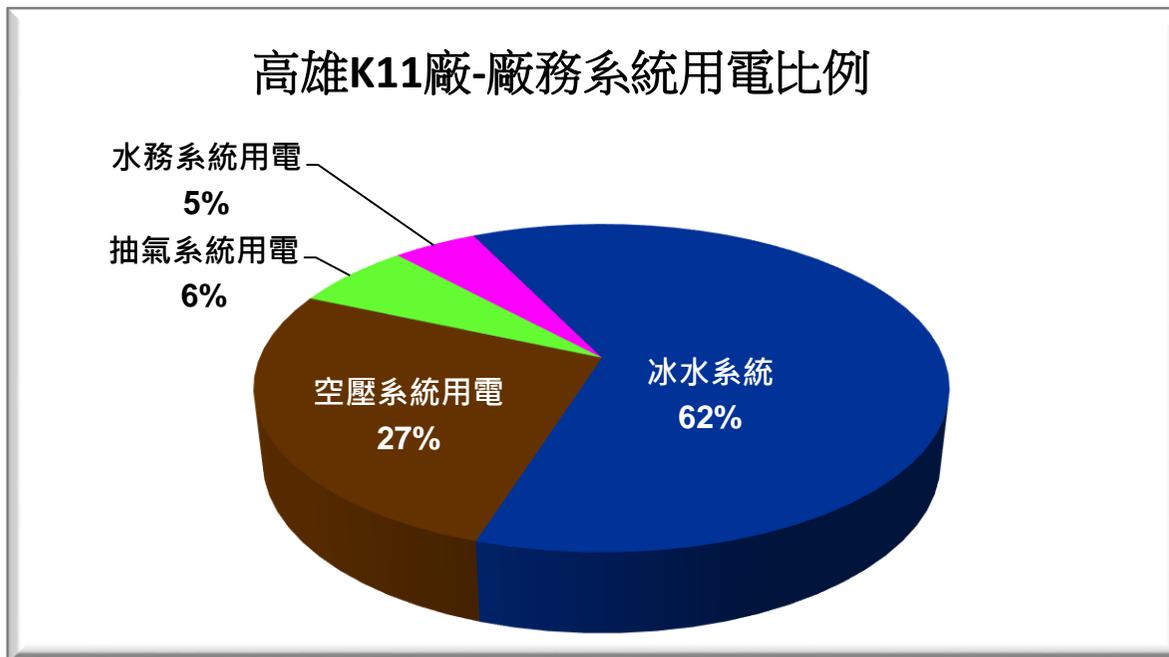


- 前言
- 大數據引擎建立
- 冰水系統說明
- 系統各設備元件可節能因子
- 冰水系統能效計算&數學模式
- 各節能策略說明
- 冰水節能要因分析圖
- 系統最佳化節能運轉成果

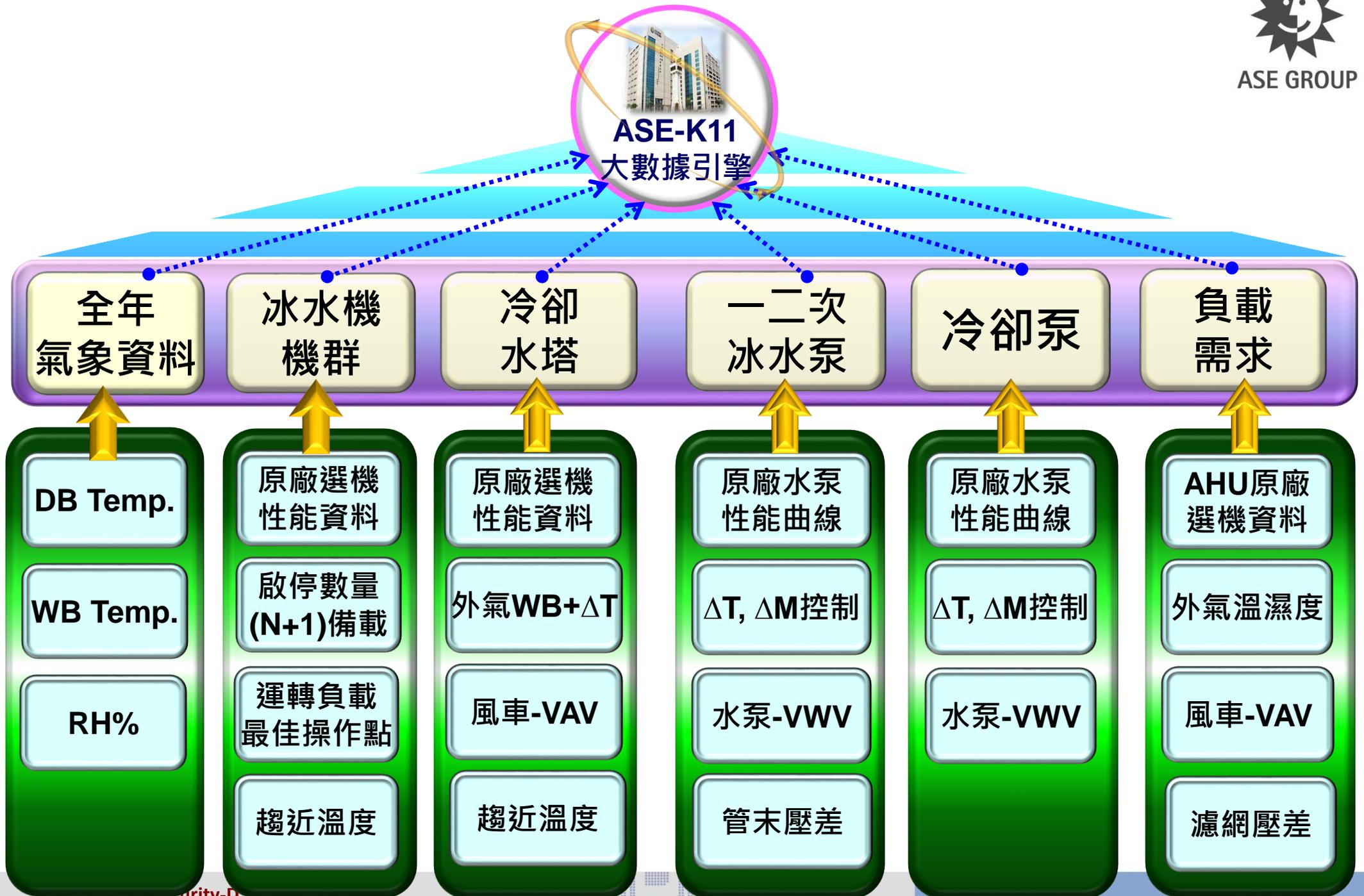


前言

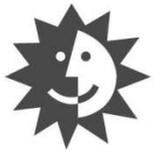
1. 高雄K11廠之冰水系統佔總廠務系統，用電百分比**62%**。
2. 針對冰水系統使用各節能策略，建構**大數據分析引擎**。
3. **監控系統建置&軟體操作客製化**。
4. 冰水系統各部元件，**節能最佳化數學模式建立**。



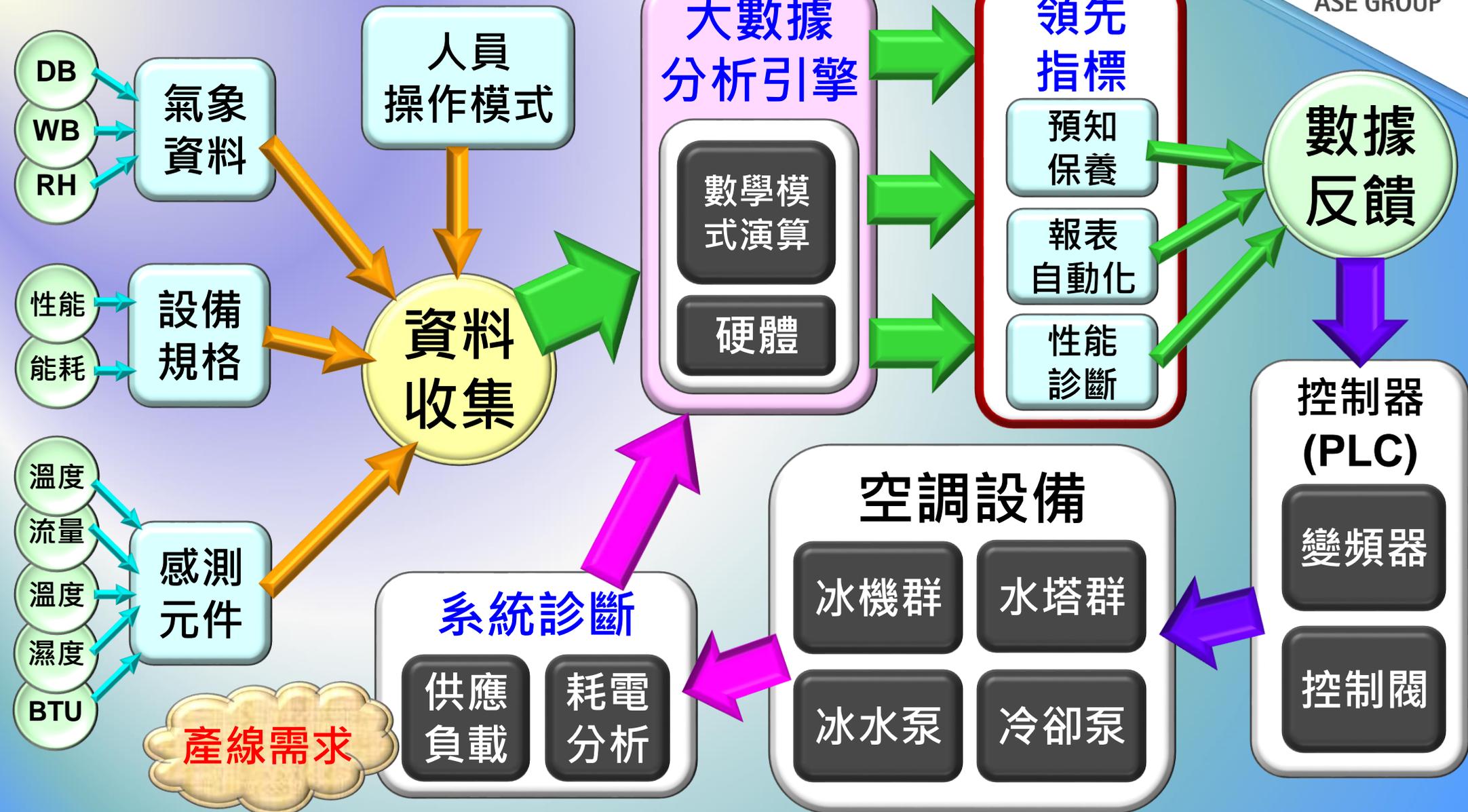
大數據引擎資料庫-ASE-K11廠



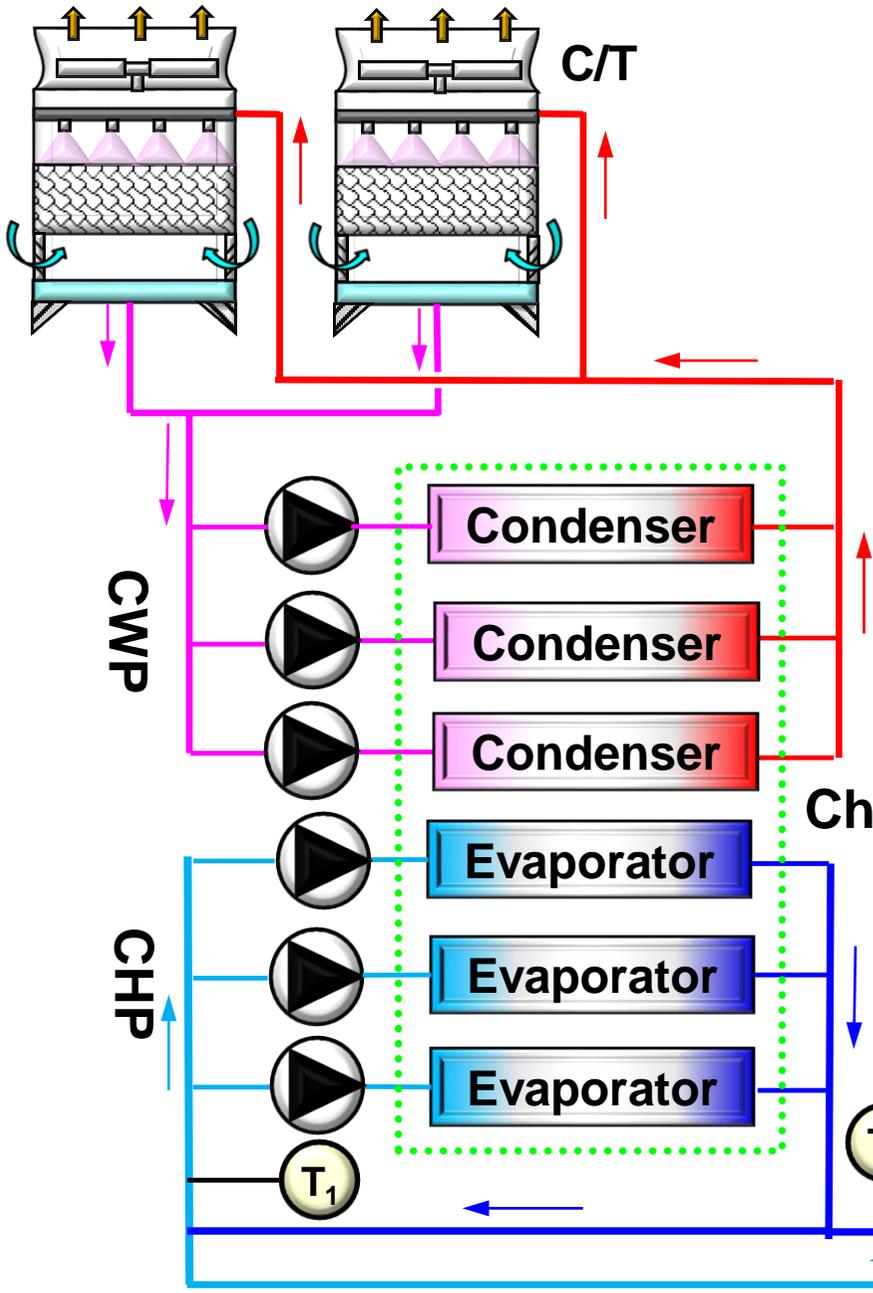
大數據引擎運轉機制-ASE-K11廠



ASE GROUP



冰水系統供應端循環管路

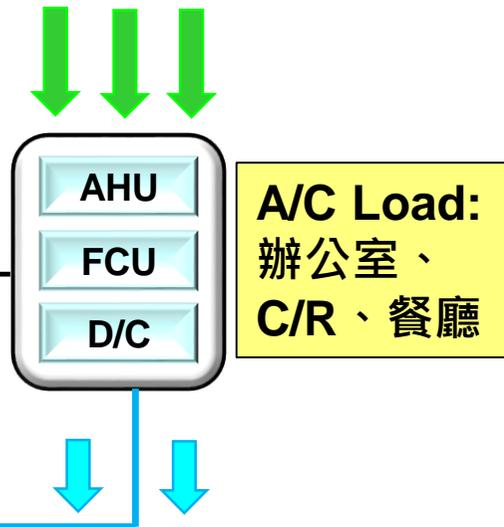


- 冰水系統組成：
- 1. C/T × m 個
 - 2. Chiller × n 台
 - 3. CWP × n 個
 - 4. CHP × n 個
 - 5. ZP × k 個

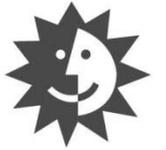
$$M_t = M_1 + M_2 + \dots + M_z$$

$$Q_{sys} = M_t \times C_p \times (T_2 - T_1)$$

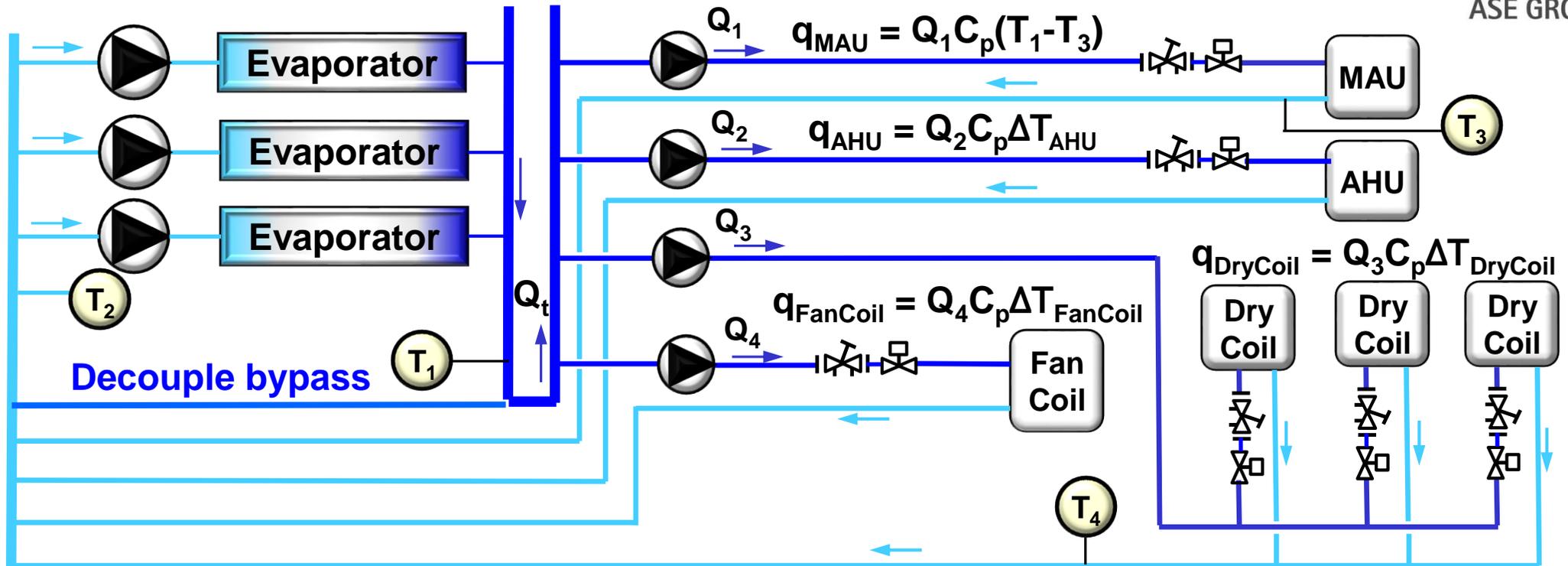
OA : 10~38°C ;
25~100%RH變動



冰水系統負載端循環管路



ASE GROUP

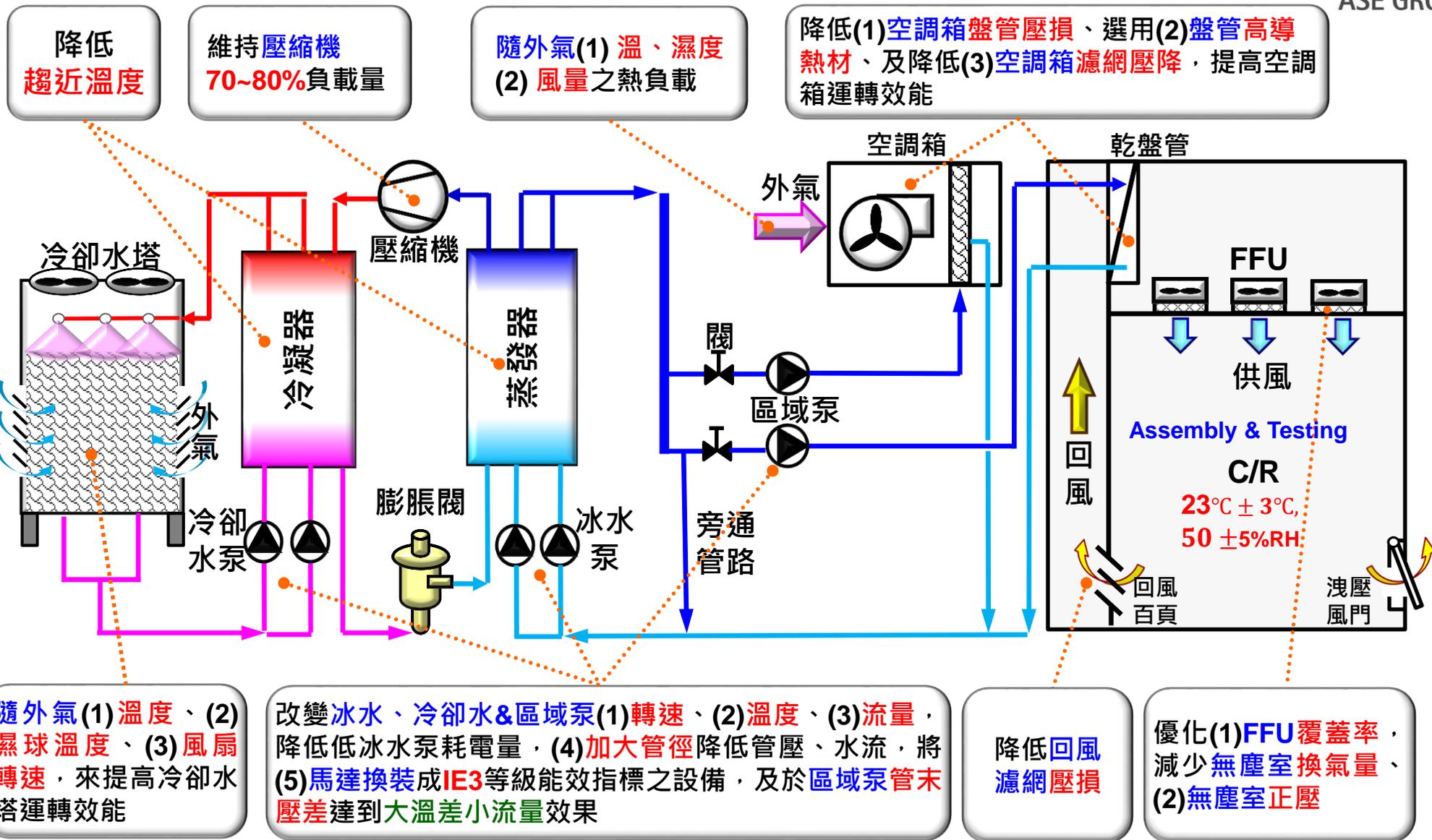


$$\begin{aligned}
 q_{\text{Sys.}} &= Q_t \times c_p (T_2 - T_1) = Q_t \times c_p \times \Delta T_{\text{Sys.}} \\
 &= q_{\text{MAU}} + q_{\text{AHU}} + q_{\text{Dry Coil}} + q_{\text{Fan Coil}} + \sum q_{\text{Pump2}} \\
 q_{\text{Chiller}} &= q_{\text{SYSTEM}} + \sum q_{\text{Pump1}} \\
 &= \sum (Q_{e.i} \times C_p \times \Delta T_{e.i})
 \end{aligned}$$

冰水系統可節能因子



ASE GROUP



冰水系統之節能潛力



ASE GROUP

| STAGE | 空調箱&MAU | 冰水&冷卻水泵 | 冰水機 | 冷卻水塔 | 其他 |
|-----------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------|---|
| 設計 Design | 1.高能效風車--80% | 1.高效率IE-3馬達--94% | 1.雙溫冰水機 --12 & 7 °C 選用 | 1.低趨近溫度 --降低冰機能耗 | 1.流體管路優化--最低壓損優化設計 2.冰水機選機最佳化--NPLV最佳操作點 |
| | 2.VAV控制--設置INV. | 2.高效率泵浦--84% | | | |
| | 3.高傳導盤管選用--高U值 | 3.大溫差低流量--降低能耗 | 2.能效on-line檢視 --即時呈現COP. | 2.可變風量VAV --降低能耗 | |
| | 4.選用低發熱電氣設備 --將低空間冷房負荷 | 4.VWV控制--設置INV. 5.加大管徑減少--管損 | | | |
| 節能潛力 | 12% | 28% | 16% | 8% | |
| 操作 Operating | 1.盤管定期清洗--維持U值 | 1.陶瓷塗佈 --降低流道損失 | 1.70~80%運轉 --冰機最佳COP | 出水溫隨濕球溫度變動--降低能耗 | 1.TAB調整--水、氣側供應平衡 2.Sensor校正--降低能耗 |
| | 2.濾網壓差管控--降低壓損 | | | | |
| | 3.適當溫濕度及正壓--10~15Pa | 2.管末壓差控制 --合理控制INV.運轉 | 2.低趨近溫度管理 --增進傳導效率 | | |
| | 4.節能管控及宣導--使用者管理 | | | | |
| 節能潛力 | 8% | 10% | 15% | 3% | |

冰水系統能效計算



1. 系統製冷能力 (RT)

$$= \Sigma[\text{冰水}(\text{密度} * \text{流量} * \text{比熱} * \text{出回水溫差})] / 3024$$

2. 系統總耗電 (kW)

$$= \Sigma[\text{CH}(\text{kW}) + \text{CHP}(\text{kW}) + \text{CWP}(\text{kW}) + \text{CT}(\text{kW}) + \text{ZP}(\text{kW})]$$

3. 系統COP

$$= \text{耗電}(\text{kW}) / \text{製冷能力} * 3.516(\text{kW})$$

4. 系統節能效益比較

$$= (\text{改善前COP} - \text{改善後COP}) / \text{改善前COP}$$

註：

CH : Chiller, CHP : Chiller Water Pump, CWP : Cooling Water Pump, CT : Cooling tower,
ZP : Zone Pump



冰水系統數學模式建立



□ 冰水機熱交換器之製冷端 & 散熱端，兩者處理的熱量是否達熱平衡狀態。

➤ 冰水端

$$Q_c = \dot{m} * C_p * (T_{CHWR} - T_{CHWS}) + \text{Comp.} - \text{kW} * 0.6$$

註： Q_c : 製冷量、 T_{CHWR} : 冰水回水溫、 T_{CHWS} : 冰水出水溫

➤ 散熱端

$$Q_e = \dot{m} * C_p * (T_{CWS} - T_{CWR})$$

註： Q_e : 製冷量、 T_{CWS} : 冷卻水出水溫、 T_{CWR} : 冷卻水回水溫

➤ $Q_c = Q_e \rightarrow$ 能量守恆

冰水系統數學模式建立(續)

□ Total Power Function Eq.

Minimum power consumption(kW) =

$$\sum_{i=1}^n [P_{Chiller,i}] + \sum_{i=1}^n [P_{Chp,i}] + \sum_{i=1}^n [P_{Cwp,i}] + \sum_{j=1}^k [P_{Zp,i}] + \sum_{s=1}^m [P_{tower,i}]$$

Subject to:

- 1. Heat flow balance**
- 2. Mass flow balance**
- 3. Running with parameter boundaries**

其中：由中央監控軟體顯示冰水系統流量、溫度&設備運轉動力數據記錄值。
✓ 應用線性回歸法推估設備運轉性能數據。

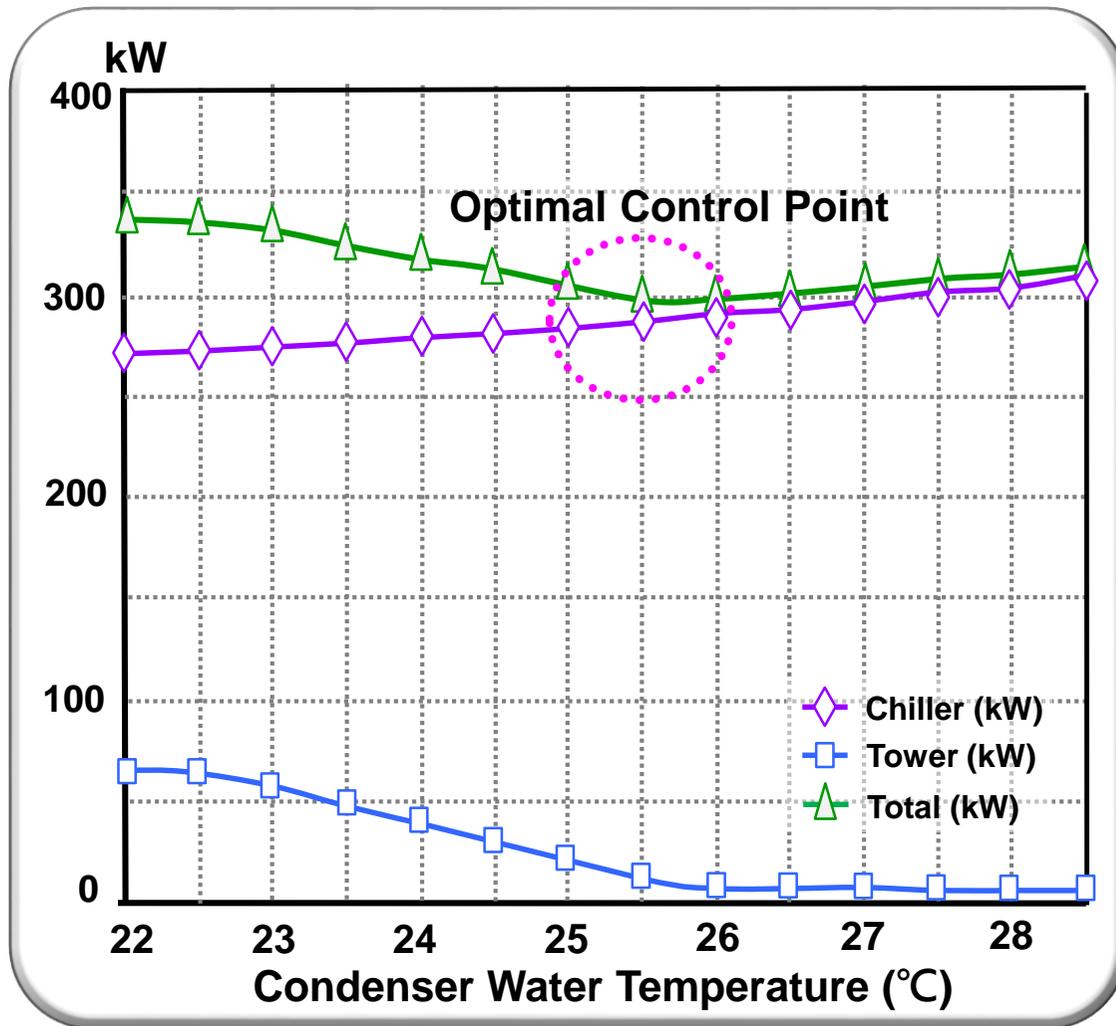
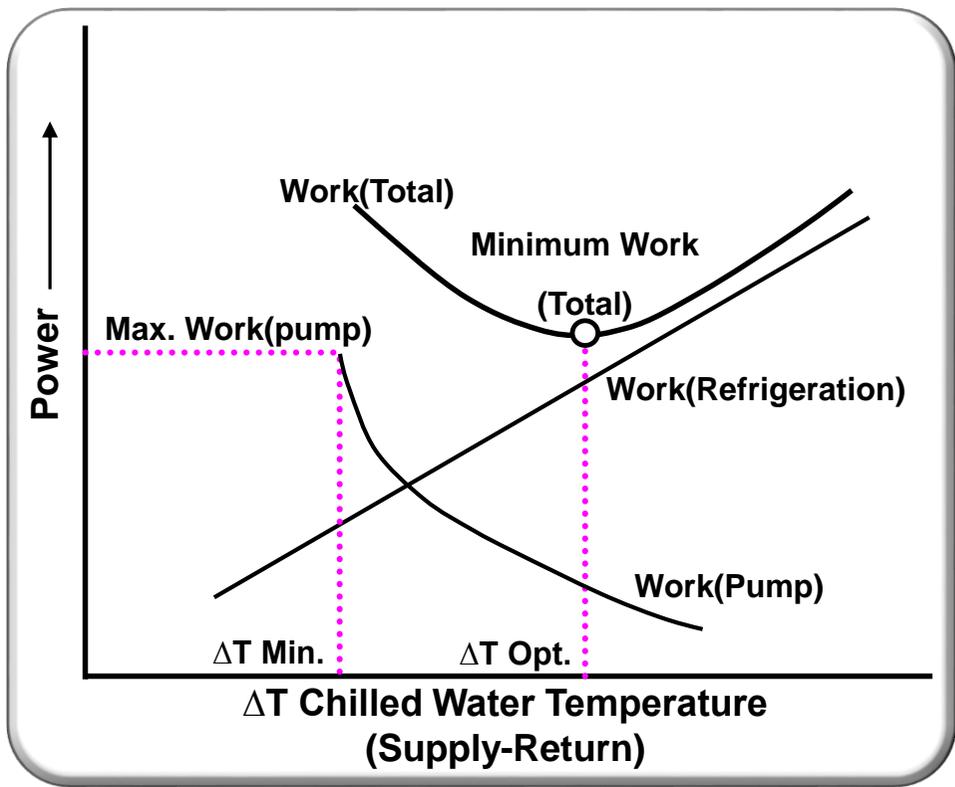
即：

$$\sum_{k=1}^n kW_{base} = F[T_{CWS}, T_{CWR}, PLR]$$

冰水系統溫差最佳化

系統溫差最佳化：泵浦 + 冰水主機
 能耗 = Min.

水塔溫度最佳化：水塔風扇 + 冰水主機
 能耗 = Min.

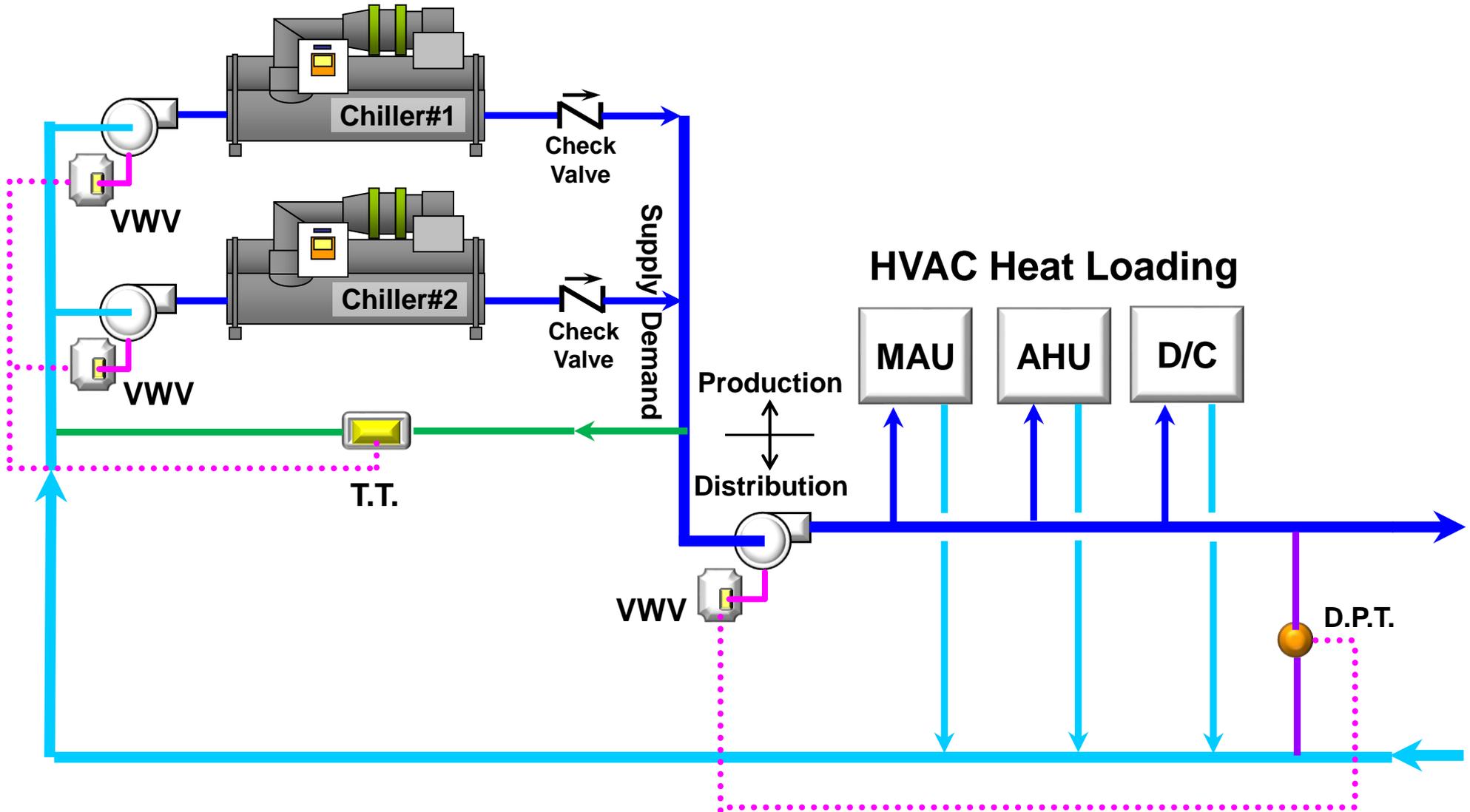


高雄K11廠，冰水一次泵系統，裝設 Inv.，以達到VWV控制，產生低流量、高溫差效果，取得最佳操作點。

冰水流量最佳化控制



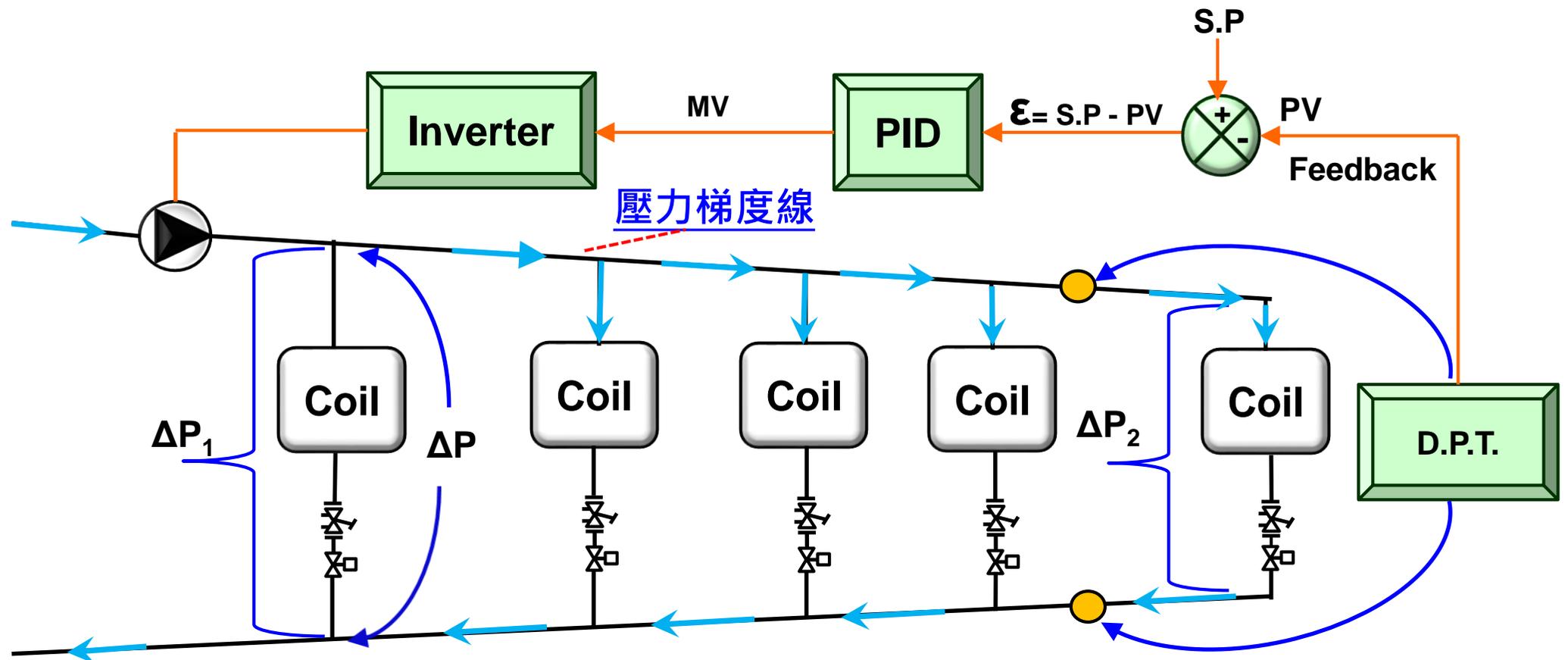
流量最佳化控制：一次側+二次側變流量



區域泵管末壓差控制



- 高雄K11廠之二次(區域)泵系統，採用壓差法，將壓力Sensor設置管末端，來維持管末水流最小壓力需求，達到各分支管路均流效果。

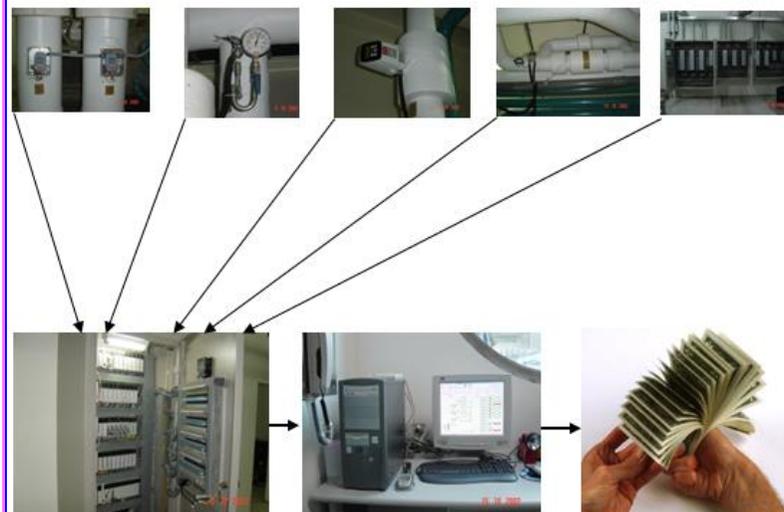


影響冰水系統耗能因子

決定能耗因數：

- ① 設備性能、管路設置、控制程序
- ② 感測器位置 & 精確度
- ③ 依功能區分空調設計及設備
- ④ 正確溫溼度及C/R正壓設定
- ⑤ 維護保養的落實
- ⑥ 正確有效的能源管控

正確有效能源管控



感測器的精確度

IMPACT OF $\pm 10\%$ ERROR AT SITE

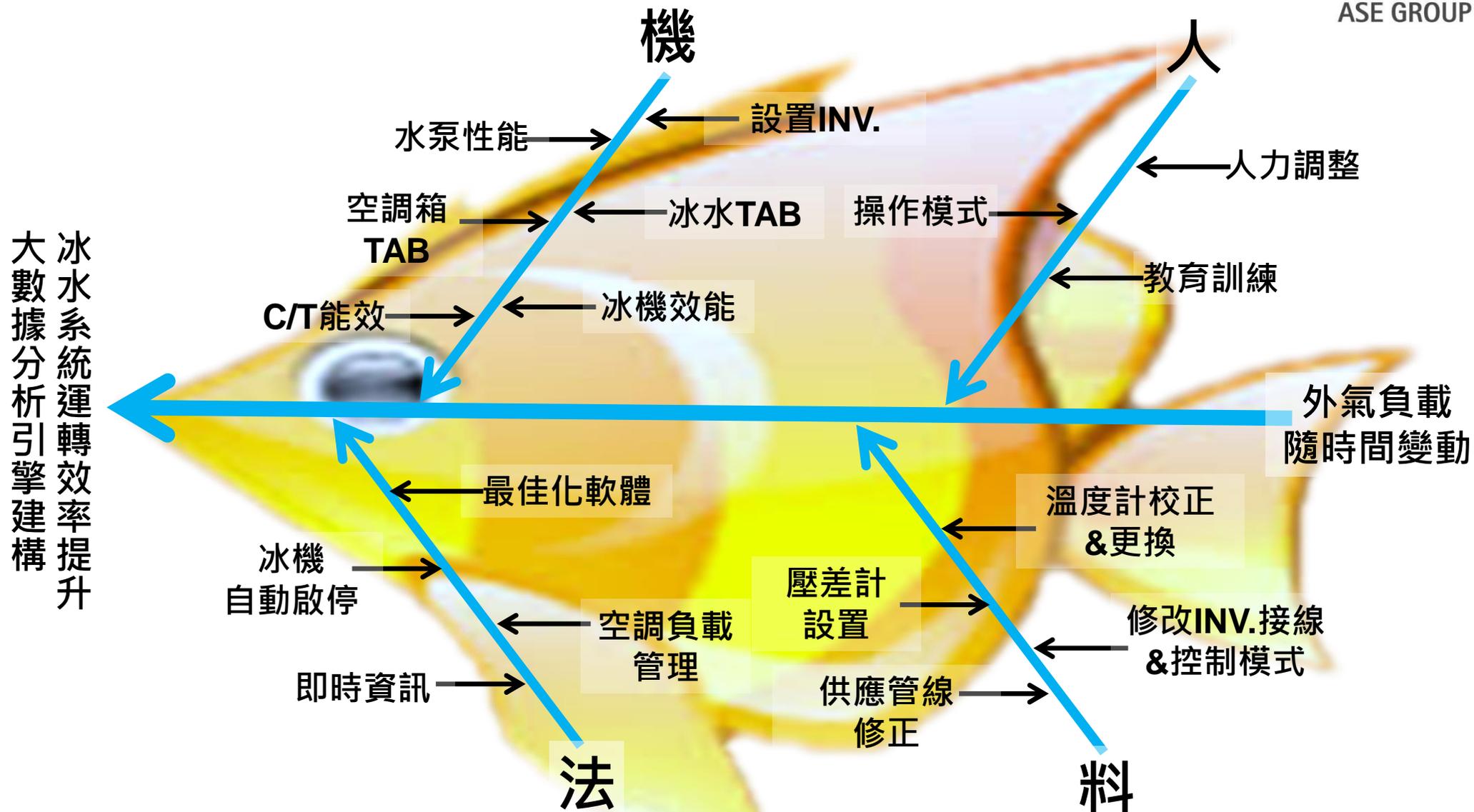
| | | KW/TON | | |
|------------------|---|--------------|---------|-------|
| | | ----- | | |
| | | - 10% | Nominal | + 10% |
| Existing Chiller | | 0.765 | 0.85 | 0.935 |
| New Chiller | | 0.54 | 0.60 | 0.66 |
| Savings | | 0.225 | 0.25 | 0.275 |
| | | 90% | 100% | 110% |
| Worst Case | = | 0.765 - 0.66 | | |
| | = | 0.105 | | |
| Savings | = | 42% | | |

感測器的精確度

IMPACT OF $\pm 5\%$ ERROR AT SITE

| | | KW/TON | | |
|------------------|---|---------------|---------|--------|
| | | ----- | | |
| | | - 5% | Nominal | + 5% |
| Existing Chiller | | 0.8075 | 0.85 | 0.8925 |
| New Chiller | | 0.57 | 0.60 | 0.63 |
| Savings | | 0.2375 | 0.25 | 0.2625 |
| | | 95% | 100% | 105% |
| Worst Case | = | 0.8075 - 0.63 | | |
| | = | 0.1775 | | |
| Savings | = | 71% | | |

ASE-K11廠之冰水系統魚骨圖分析



節能最佳化軟體建置



Input

外氣
溫濕度

冰水設備
運轉特性

冰水溫度
& 流量

空調負載
需求

Processing

冰水操作
最佳化控制

數學模式
演算法

設備耗能即
時監控管理

Output

節能、節費

設備最佳化
運轉管理

人力精簡



冰水系統節能策略實際調整-ASE_K11廠為例

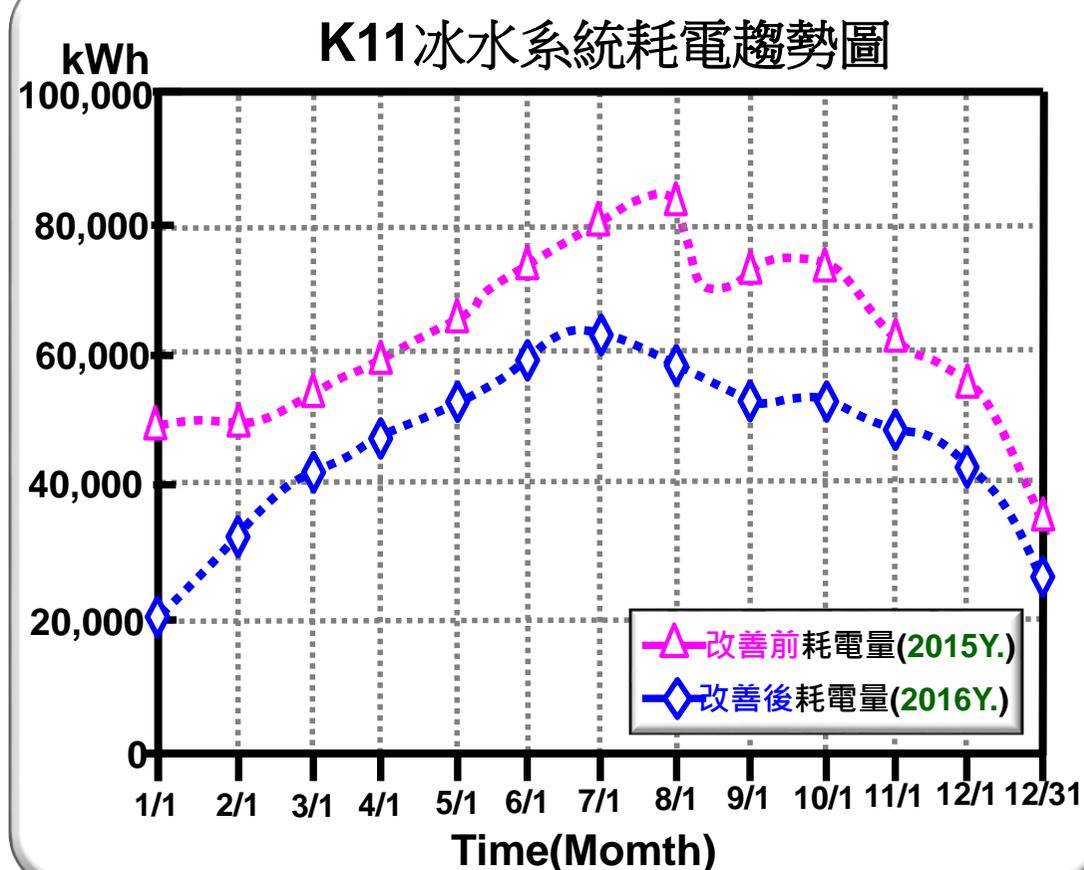
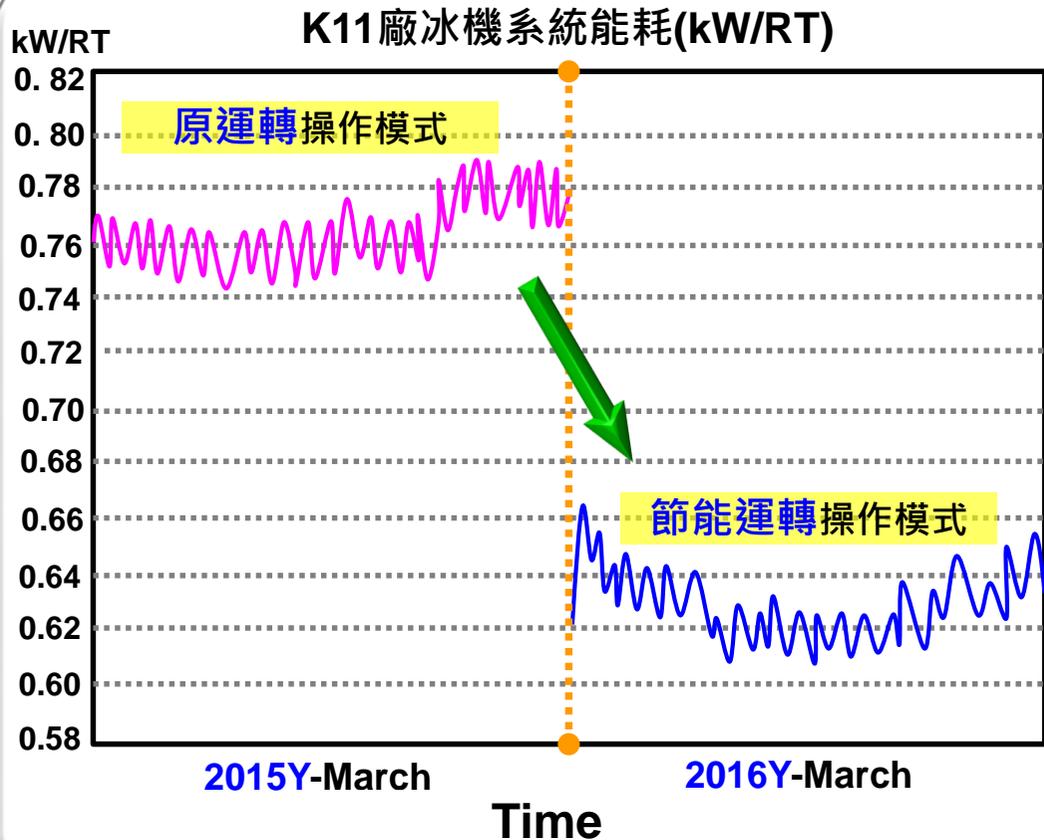


| Item | Before | After | Remark |
|-----------------|---|--|--|
| CHW pipe | In.=7.9°C Out =6.1°C | In.=10.75°C Out.=7.01°C | CHW $\Delta T=1.8^{\circ}\text{C}\rightarrow 3.74^{\circ}\text{C}$ |
| Chiller | Run 4, loading variable 63.4%,75.3%,3.7%,63.1% | Run 3, loading variable 70.5%,73%,61.4% | One set less |
| CWP | parallel Run 5, f=54Hz common pipe | Run 3, f=54~57Hz(VFD) one to one | Two set less , According chiller Loading adj. freq. |
| CHW ZP | Parallel Run 5, f=52Hz common pipe | Parallel run 4, f=auto VFD | Two set less , use ΔP tech. in pipe end |
| CHP | Parallel run 5, f=54Hz common pipe | Run 3, f=51~56Hz(VFD) one to one | Two set less |
| C/T | Run 6, f=54Hz | Run 6, f=40Hz | F=54Hz \rightarrow 40Hz |
| Operating model | Manual | Auto | |



冰水系統運轉耗電量分析-ASE_K11廠為例

- 系統導入各節能策略運轉後，K11冰水系統全年節電率可節省**17.6%**。
相當於 **4,855,628kWH/Year.**、金額 **NTD. 13,352,977/Year.**、**ROI≈1.5Year.**



K11廠專屬手控模式資料庫建立



□ 手控模式資料庫建立流程

1 資料庫間距設定：

| 類別 | 影響因素 | 歷史數據 | | 分組區間 |
|---------|------|-----------|-----------|---------|
| | | Min. | Max. | |
| 負載端(RT) | 冷凍噸 | 2,000(RT) | 8,000(RT) | 300(RT) |
| 散熱端(°C) | 濕球溫度 | 9(°C) | 27(°C) | 1(°C) |

3 輸出系統需求結果：

1. Twb(°C)
2. RT
3. SYSkW
4. COP

2 資料庫之密碼表建立：

| RT\Twb1 | Twb1 | Twb2 | Twb3 | Twb19 | Twb20 |
|---------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| RT1 | Twb1,RT1 | Twb2,RT1 | Twb3,RT1 | Twb19,RT1 | Twb20,RT1 |
| RT2 | Twb1,RT2 | Twb2,RT2 | Twb3,RT2 | Twb19,RT2 | Twb20,RT2 |
| RT3 | Twb1,RT3 | Twb2,RT3 | Twb3,RT3 | Twb19,RT3 | Twb20,RT3 |
| RT18 | Twb1,RT18 | Twb2,RT18 | Twb3,RT18 | Twb19,RT18 | Twb20,RT18 |
| RT19 | Twb1,RT19 | Twb2,RT19 | Twb3,RT19 | Twb19,RT19 | Twb20,RT19 |
| RT20 | Twb1,RT20 | Twb2,RT20 | Twb3,RT20 | Twb19,RT20 | Twb20,RT20 |

資料庫→[ASE Data]=[A_{twb1,RT}]_{20×20}，共400組對應密碼。

- 建立資料庫之密碼表，得到空調系統各設備單元最佳化運轉操作點，由自動化調控切換人員手控模式。
- 讓設備操作人員學習各設備單元運轉&調整，設備操作最佳化運轉設定點。

THANK FOR YOUR ATTENTION

Q & A

