



113年空調應用技術研討會

空調系統節能及案例分享

台電公司雲林區營業處

臺中市冷凍空調技師公會
冷凍空調工程技師 / 陳緯中

2024.04.11



臺中市冷凍空調技師公會理事長 騏鋹冷凍空調技師事務所

技 師：陳緯中 冷凍空調工程科

學 歷：國立勤益科技大學冷凍空調與能源研究所

論文題目：變頻離心式冰水主機於台灣氣候條件下運轉效益分析

獎 項：台灣冷凍空調學會工程論文獎

第十屆海峽兩岸冷凍空調學術暨技術交流會優異獎

證書字號：(102)專高技字第000531號

專 長：空調系統與節能技術規劃

專業證照：國家高考冷凍空調工程技師←

教育部審定大學講師←

國立勤益科技大學冷凍空調與能源系兼任專技助理教授←

勞動部冷凍空調職類監評委員←

勞動部全國技能競賽冷凍空調職類裁判←

冷凍空調甲級技術士←

冷凍空調乙級技術士←

公共工程品管工程師←

內政部建築研究所既有建築能效評估專家培訓合格技師←

ISO 50001 能源管理系統主導稽核員←

ISO 14067 碳足跡查證主導查證員←

病態建築 SICK HOUSE 二級診斷士合格←

經 歷：臺中市冷凍空調技師公會 理事長(現任)←

中華民國冷凍空調技師公會全國聯合會 理事(現任)←

台灣冷凍空調學會 理事←

美國冷凍空調工程師協會(ASHRAE) 會員←

國立勤益科技大學冷凍空調與能源系系友會 第四屆理事長←

中區冷凍空調技師聯誼會 會長(105Y)←

中台灣節能巡邏隊 副隊長←



臺中市冷凍空調技師公會

113年空調應用技術研討會

簡報內容

01 2050淨零轉型政府政策

02 空調系統節能技術

03 空調系統節能案例分析

04 Q & A



1. 2050淨零轉型政府政策

2050 淨零轉型 化危機為轉機並掌握商機

臺灣與世界共同邁向淨零

氣候緊急全球挑戰

全球暖化將在20年內升溫1.5°C

淨零碳排國際趨勢

全球已有136個國家宣示淨零排放目標

綠色供應鏈與碳關稅

我國為出口導向國家

2021年出口總值達4,463億美元

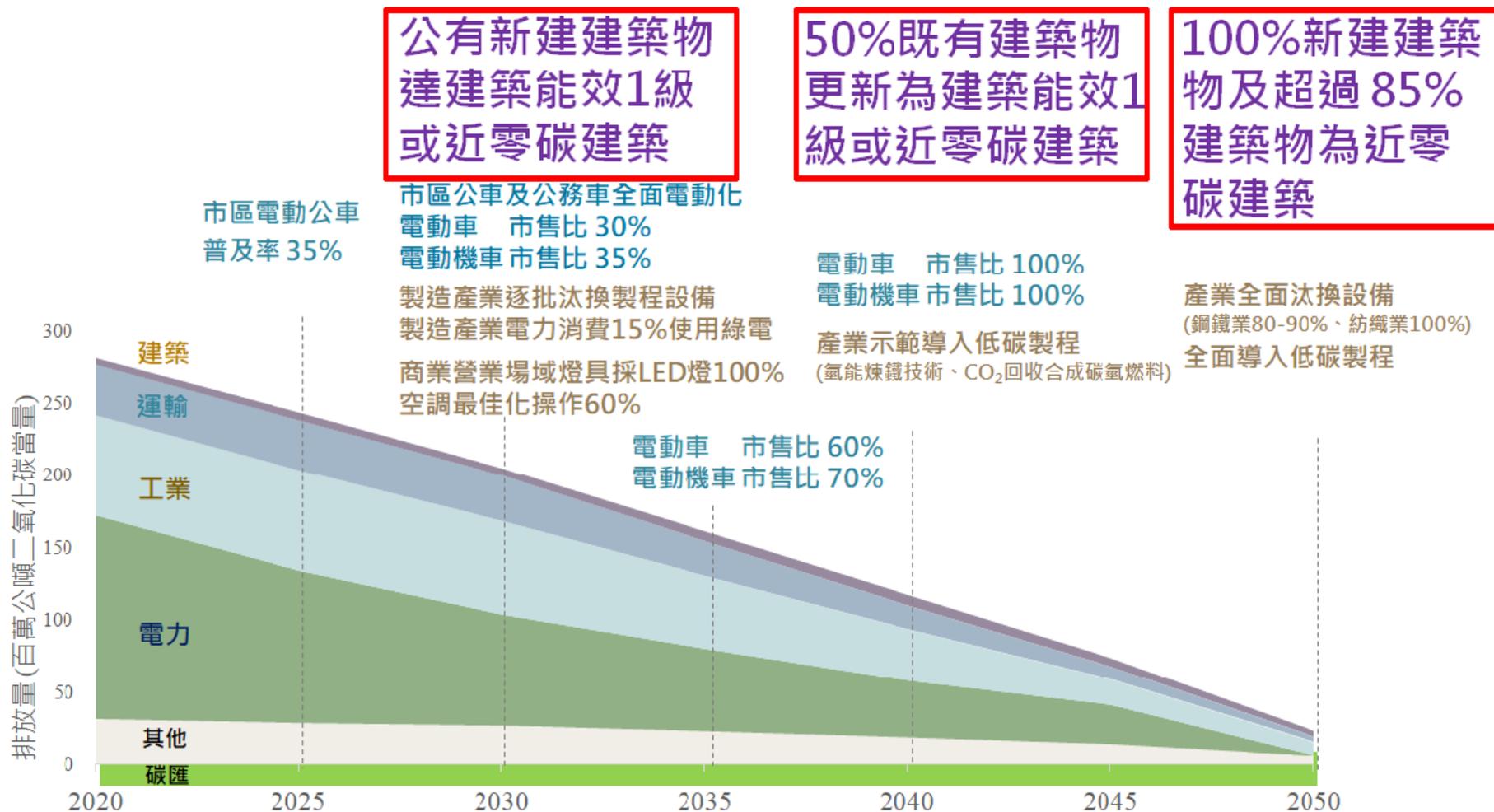
約佔GDP之57%



1. 2050淨零轉型政府政策



1. 2050淨零轉型政府政策



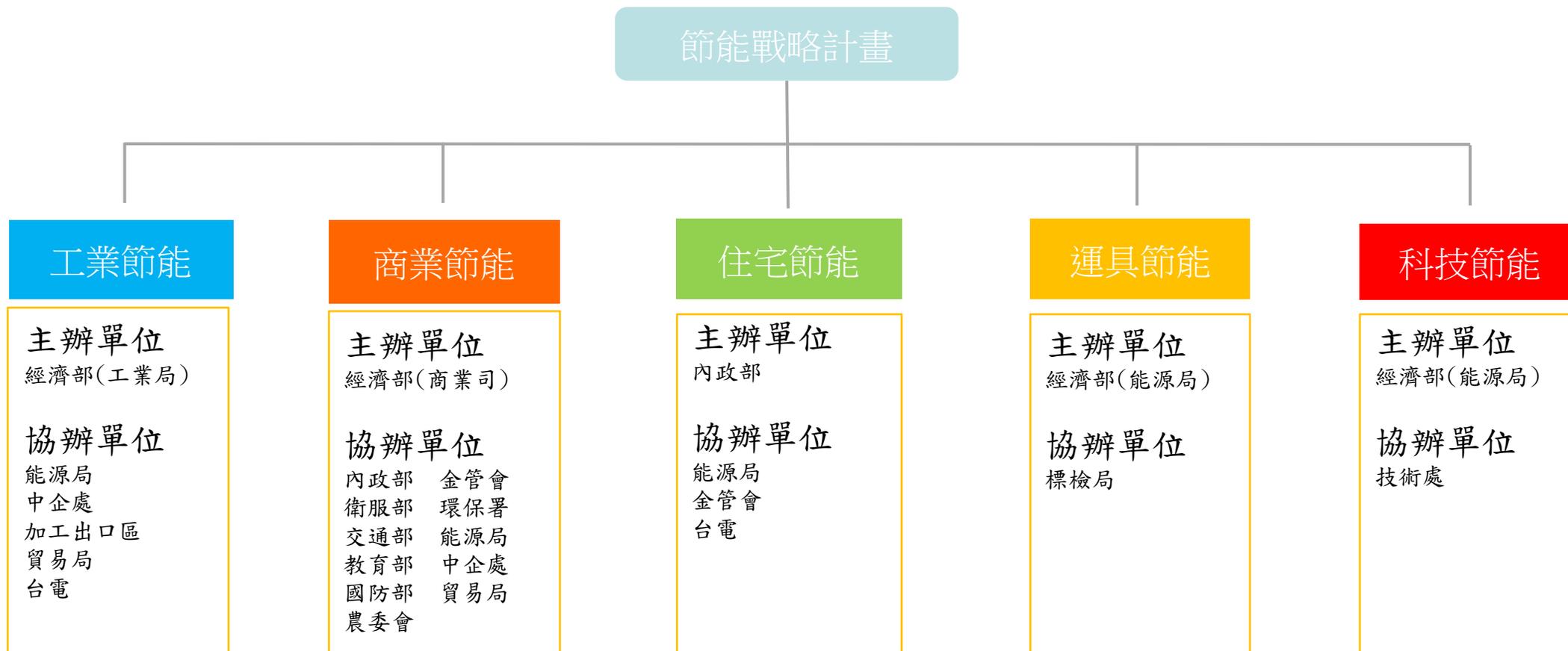
1. 2050淨零轉型政府政策

十二項關鍵戰略



1. 2050淨零轉型政府政策

政府節能戰略計畫



1. 2050淨零轉型政府政策

政府節能戰略計畫

- 1.綠建築標章推廣，鼓勵申請綠建築標章
- 2.既有建築拚轉型，補助改善既有建築能效
- 3.新建築推淨零，強化建築法規，建立建築能效分級

由公先有，由新到舊

1. 2050淨零轉型政府政策

政府節能戰略計畫 – 工業節能

工業節能

1. 推動動力設備補助，以提升馬達與空壓機運轉能效
2. 規劃感應馬達、變頻馬達導入IE3、同步馬達導入IE5、並將泵浦、風機等高用電量占比設備納入管制
3. 推動能源大用戶空調系統及空壓系統之能源效率管理

1. 2025年馬達MEPS提升1%，空壓機提升4~6%

2. 2023年大用戶空調與空壓系統效率監測

3. 2030年馬達全面IE4(提高1.5%)

4. 2030年大用戶空調與空壓系統效率分別達1.0kW/RT與8.0kW/CMM

1. 2050淨零轉型政府政策

政府節能戰略計畫 – 商業節能

商業節能

1. 推動大用戶空調系統效率申報制度
2. 搭配ESCO 示範補助，推動空調系統水側效率達1.0kW/RT
3. 透過政府設備汰換補助，推動商業部門汰換老舊照明及空調設備
4. 補助業者導入高效能節能減碳系統設備
5. 推動商業服務業低碳轉型輔導

1. 2024年實施冷凍櫃節能標章基準

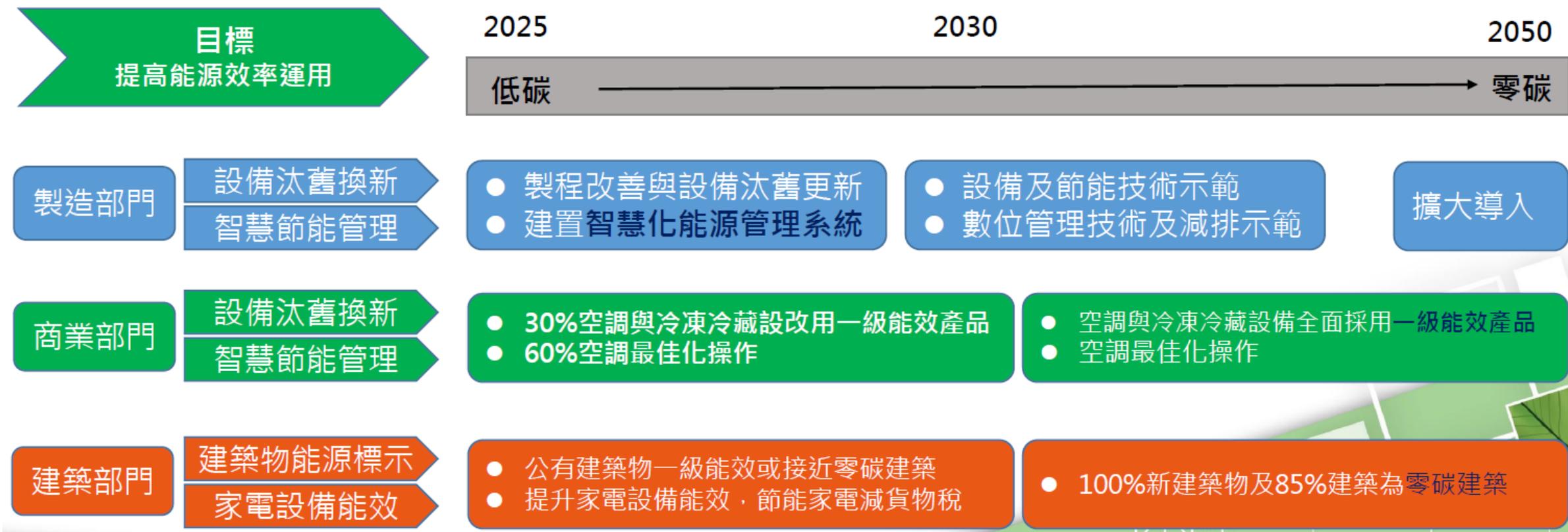
2. 2030年冷氣機MEPS提升至現行3級基準

3. 2030年大用戶空調水側效率達1.0kW/RT

4. 擴大採用能源效率1級之空調、具節能標章之冷凍冷藏設備、汰換燈具為LED

1. 2050淨零轉型政府政策

政府推動淨零措施



1. 2050淨零轉型政府政策

政府推動淨零建築措施

淨零建築
推動措施



2050年

100%新建建築
超過85%建築
近零碳建築

提高新建建築物能源效率

1. 建立建築能效評估及標示制度及推動淨零轉型
2. 鼓勵建築物申請綠建築標章
3. 強化建築物節約能源相關設計規定

改善既有建築物能源效率

1. 鼓勵民間以都市更新提升既有建築能效
2. 推動節能家電貨物稅減徵
3. 補助節能績效保證專案(ESCO)
4. 補助公有既有建築物及緊急避難空間能效改善
5. 鼓勵企業將建築能效納入企業社會責任(CSR)報告

提升家電產品能源效率

1. 提高家電能效基準
2. 修正公寓大廈管理條例

建築節能減碳新技術及工法研發與推廣應用

1. 2050淨零轉型政府政策

政府推動淨零建築措施

建築能效等級：
由高至低 依序分為**第1+至7級**。

近零碳建築

1+級
約節能50%

近零建築

剩餘用電量靠
再生能源碳中
和至零排放

新建建築能效標示系統

建物名稱		 近零能建築
坐落地址		
認證總樓地板面積Afe [m ²]		
認證編號		
發證日期：○○○○年○○月○○日		
認證範圍概述：		
<p>本標示系統適用於新建非住宅建築之能效揭露，其揭露之空間範圍包含所有活動使用空間；但排除少部分「免評估空間」，其揭露之耗能項目為空調、照明、插座電器等三項設備系統之耗電量，不含電梯、熱水、揚水、烹飪等雜項耗電量。本評量尺度乃是專為本案量身訂做的標示，不同平面或規模的申請案件有不同的尺度。本標示之4等級、1+等級之基準分別為綠建築標準合格基準(50分)、近零能住宅基準(90分)，乃標示相對於2000年該平面形式建築母體之平均耗電量分別有節能20%、50%之水準。本評估以該類建築物之人員密度、室內環境條件、營運時程、設備效率之標準情境模擬而成，可明確評估該建築與設備系統能效設計的優劣，但因實際情境有所差異，該模擬耗電量與實際耗電量有某程度的誤差，特此聲明。</p>		
耗電密度 kWh/(m ² .yr)	得分	耗電密度指標 EUI kWh/(m ² .yr)
≤ 100.0	≥ 90 ~ 100 1+	96.0
≤ 120.0	≥ 80 ~ < 90 1	100.0
≤ 140.0	≥ 70 ~ < 80 2	120.0
≤ 160.0	≥ 60 ~ < 70 3	140.0
≤ 180.0	≥ 50 ~ < 60 4	180.0
≤ 200.0	≥ 40 ~ < 50 5	200.0
≤ 240.0	≥ 20 ~ < 40 6	240.0
> 240.0	0 ~ < 20 7	> 240.0
空調耗電密度 AEUI [kWh/(m ² .yr)]		
照明耗電密度 LEUI [kWh/(m ² .yr)]		
插座電器耗電密度 EEUI [kWh/(m ² .yr)]		
耗電密度指標 EUI* [kWh/(m ² .yr)]		
BERS_n 2022		

1. 2050淨零轉型政府政策

「淨零建築節能減碳技術」節能關鍵



1. 2050淨零轉型政府政策

既有建築淨零改造方案規畫及評估需達下列標準的改善策略：

空調系統節能效率改善至 $EAC \leq 0.5$

照明系統節能效率改善至 $EL \leq 0.5$



lution



臺中市冷凍空調技師公會

1. 2050淨零轉型政府政策

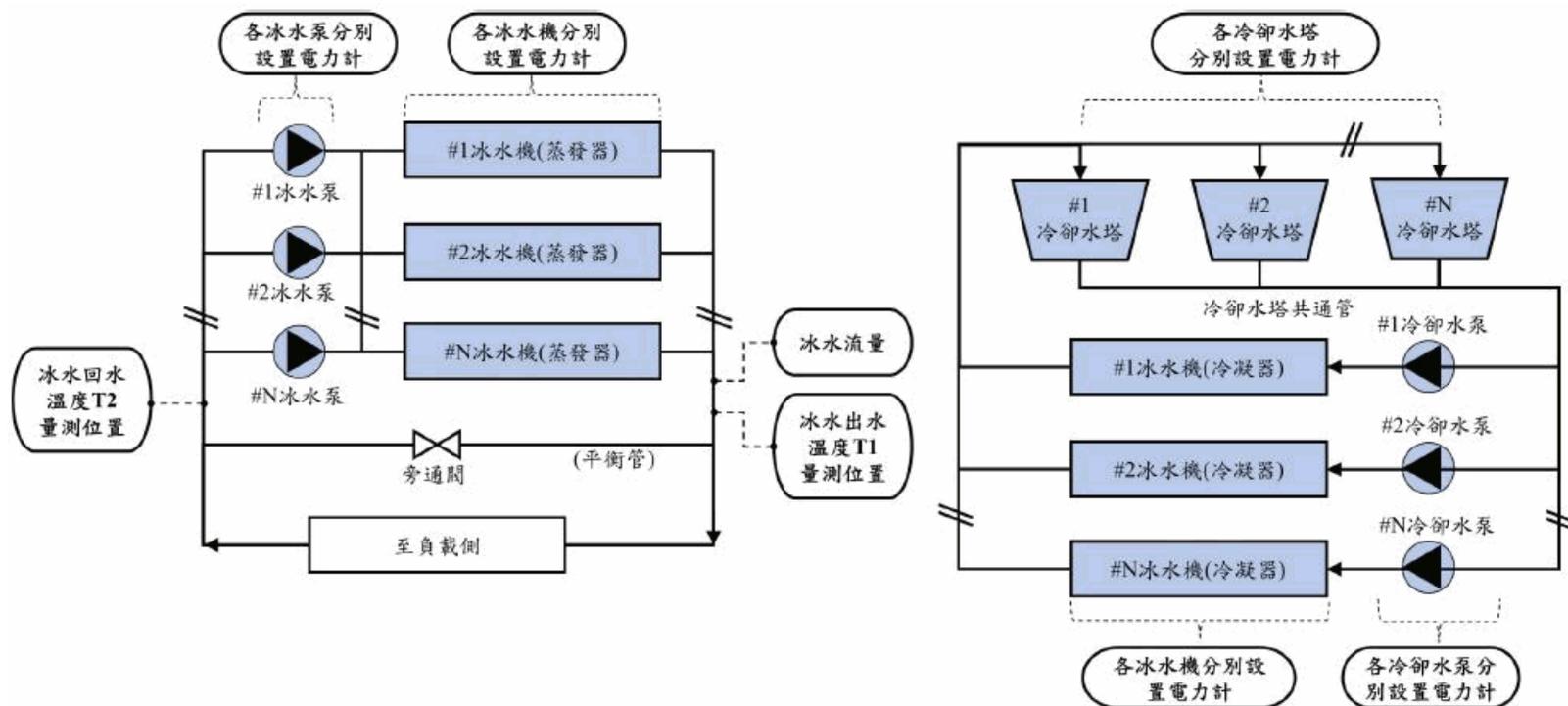
能源使用申報

能源用戶 (冰水機群組系統總容量達1000冷凍噸以上) 於111年間設置必要之裝置進行量測，並應於112年起逐年申報前一年冰水機群組系統之能源效率。

需建置之量測設備含

1. 流量計(量測冰水出水流量)
2. 溫度sensor(量測冰水進出水溫)
3. 瓦時計(量測冰水機、冰水泵、冷卻水泵與冷卻水塔每小時用電)。

統計月耗電量，並計算冰水機群組系統負荷(RTh)與效率值(kW/RT)，於每年一月底前上網申報。



113年空調應用技術研討會

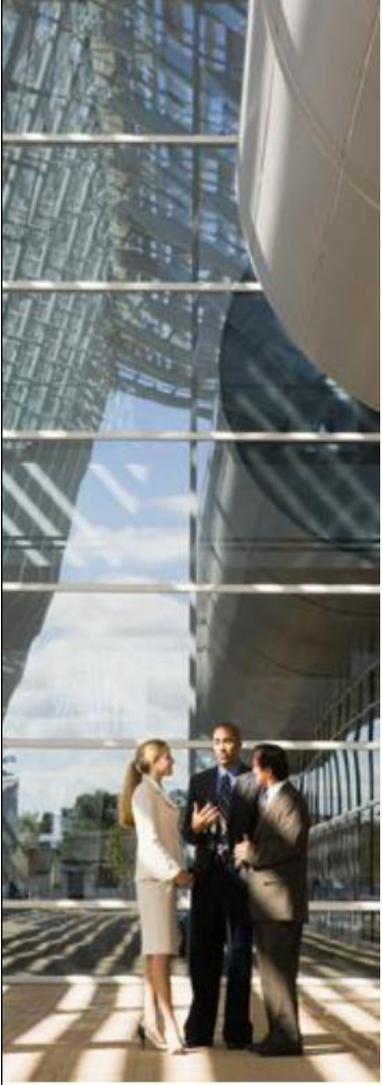
簡報內容

01 2050淨零轉型政府政策

02 空調系統節能技術

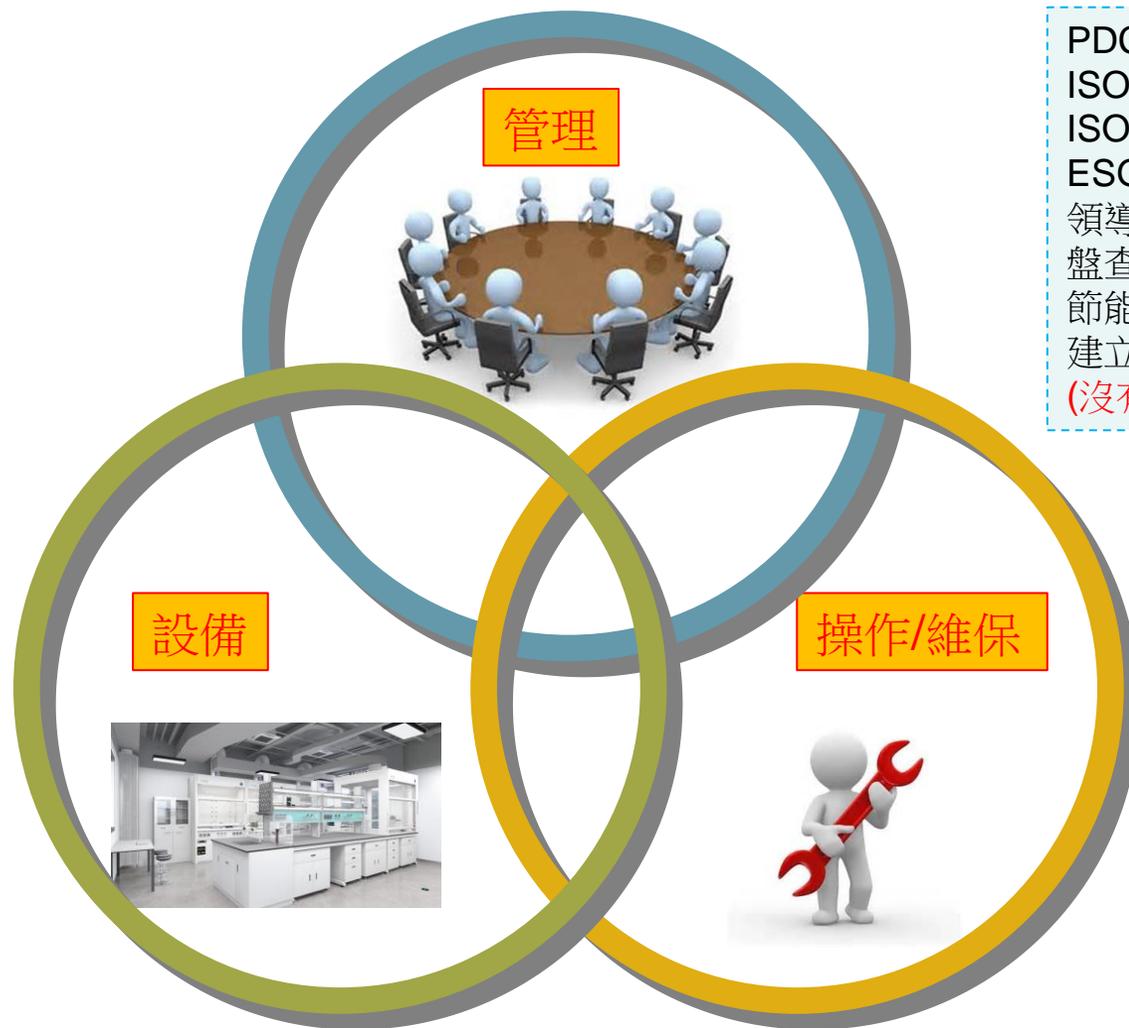
03 空調系統節能案例分析

04 Q & A



2. 空調系統節能技術

節能的三大途徑



PDCA
ISO 50001
ISO 14001
ESG
領導者承諾
盤查
節能改善及減量管理
建立可視化能源管理
(沒有紀錄就無法有效管理)

空壓
空調
泵浦
風機
鍋爐
熱回收
變壓器
燈具
其他馬達類設備

維護保養手冊及記錄值
專業技術人員
重視異常數據分析
無調耗損
假性需求

2. 空調系統節能技術

基本名詞解釋

COP

性能係數

(Coefficient of Performance)

定義：
$$\frac{\text{製冷能力 (kW)}}{\text{輸入電力 (kW)}}$$

EER

能源效率比

(Energy Efficiency Ratio)

定義：
$$\frac{\text{製冷能力 (Kcal/Hr)}}{\text{輸入電力 (W)}}$$

EUI

單位面積年耗電量

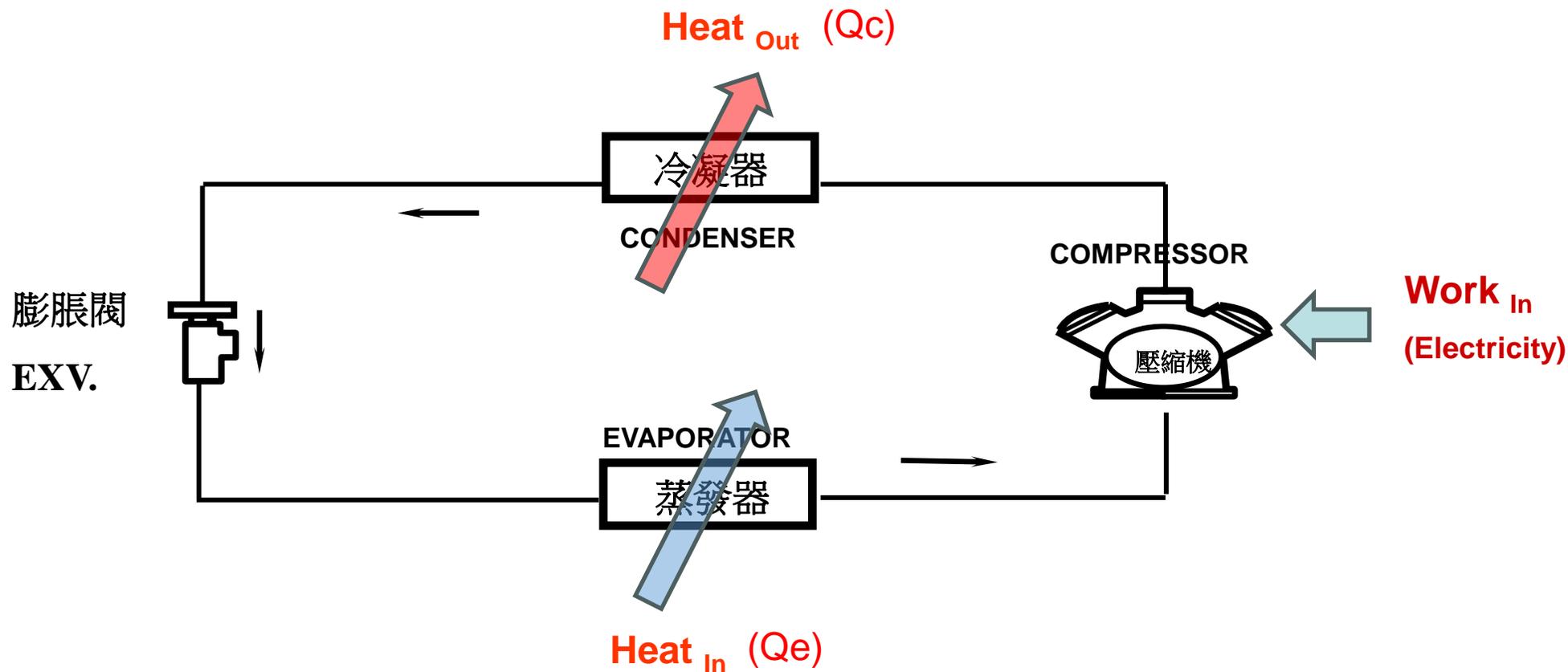
(Energy Utility Intensity)

單位：kWh / m²yr



2. 空調系統節能技術

蒸氣壓縮冷凍循環及四大元件



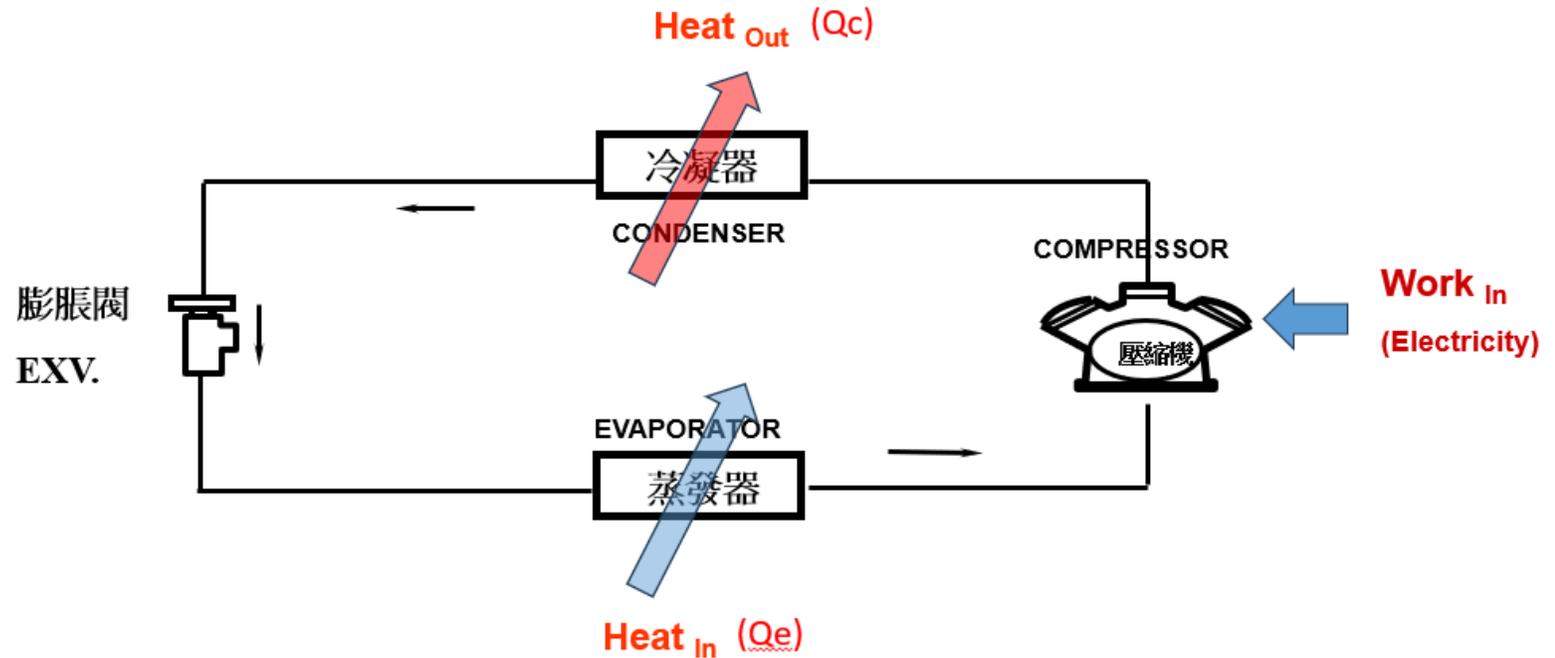
2. 空調系統節能技術

蒸氣壓縮冷凍循環及四大元件

性能係數 COP

(Coefficient of Performance)

$$\begin{aligned} \text{COP} &= \frac{\text{製冷能力 (kW)}}{\text{輸入電力 (kW)}} \\ &= \frac{Q_e \text{ (kW)}}{W_{in} \text{ (kW)}} \end{aligned}$$



2. 空調系統節能技術

壓縮機耗能決定因數

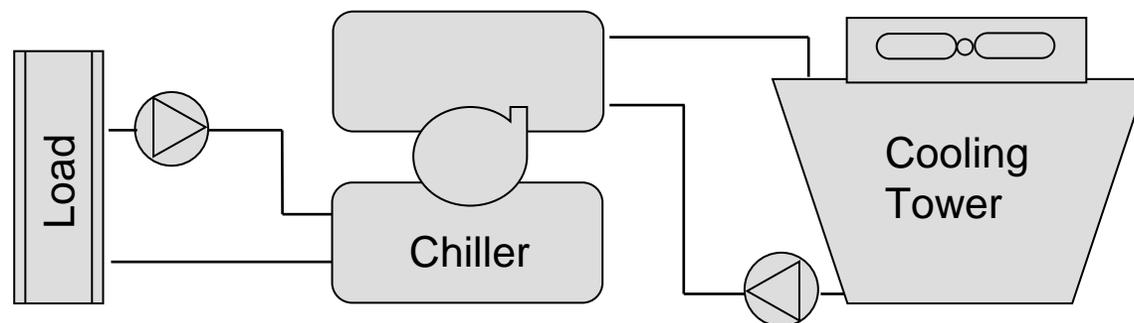
決定於負載需求
Building Load (tons)

決定於冷卻水進水溫度
ECWT

$$\text{Compressor HP} = \frac{\text{Mass Flow} \times \text{Lift}}{\text{Compressor/Cycle Efficiency}}$$

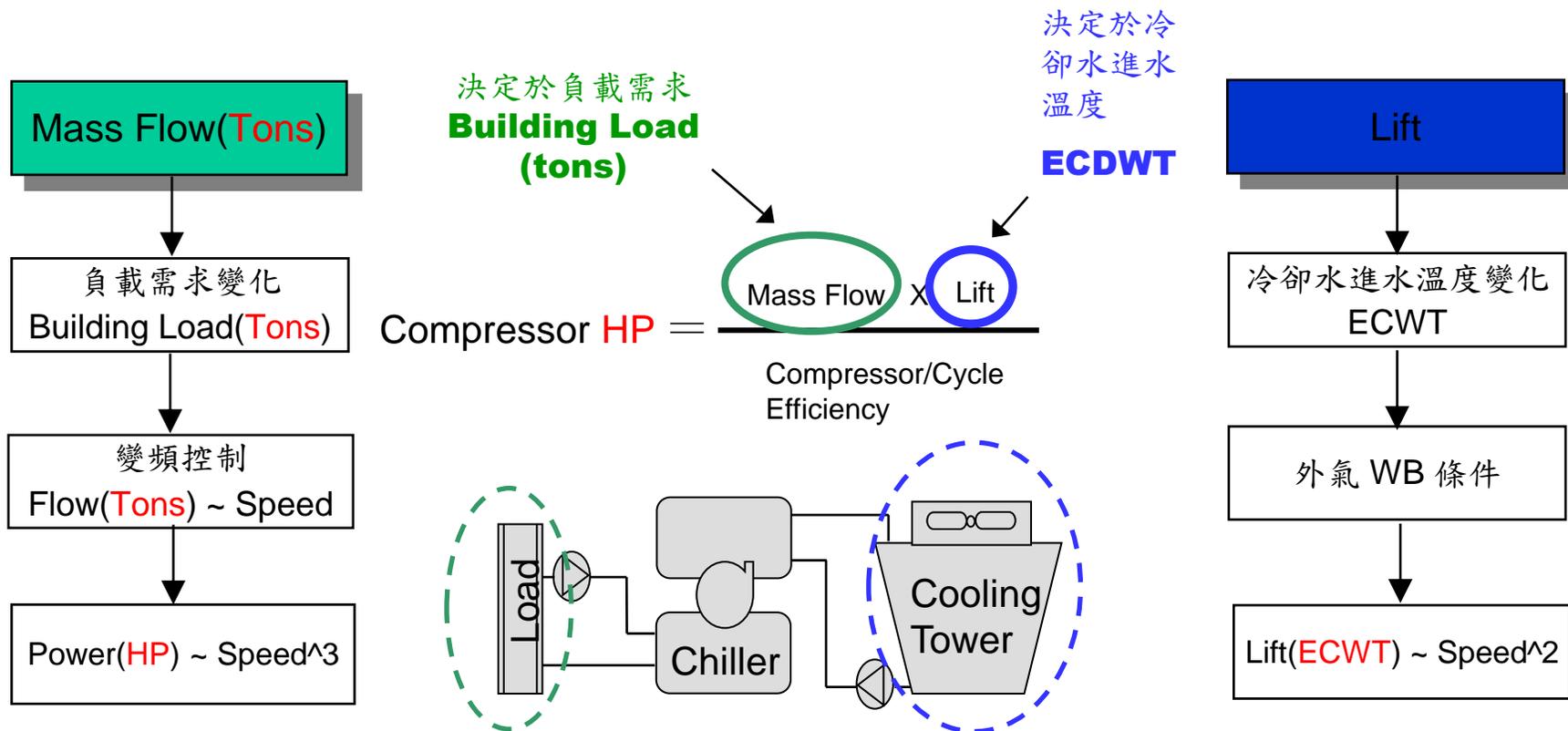
壓縮機型式:

離心式
螺旋式
往復式
渦捲式
迴轉式



2. 空調系統節能技術

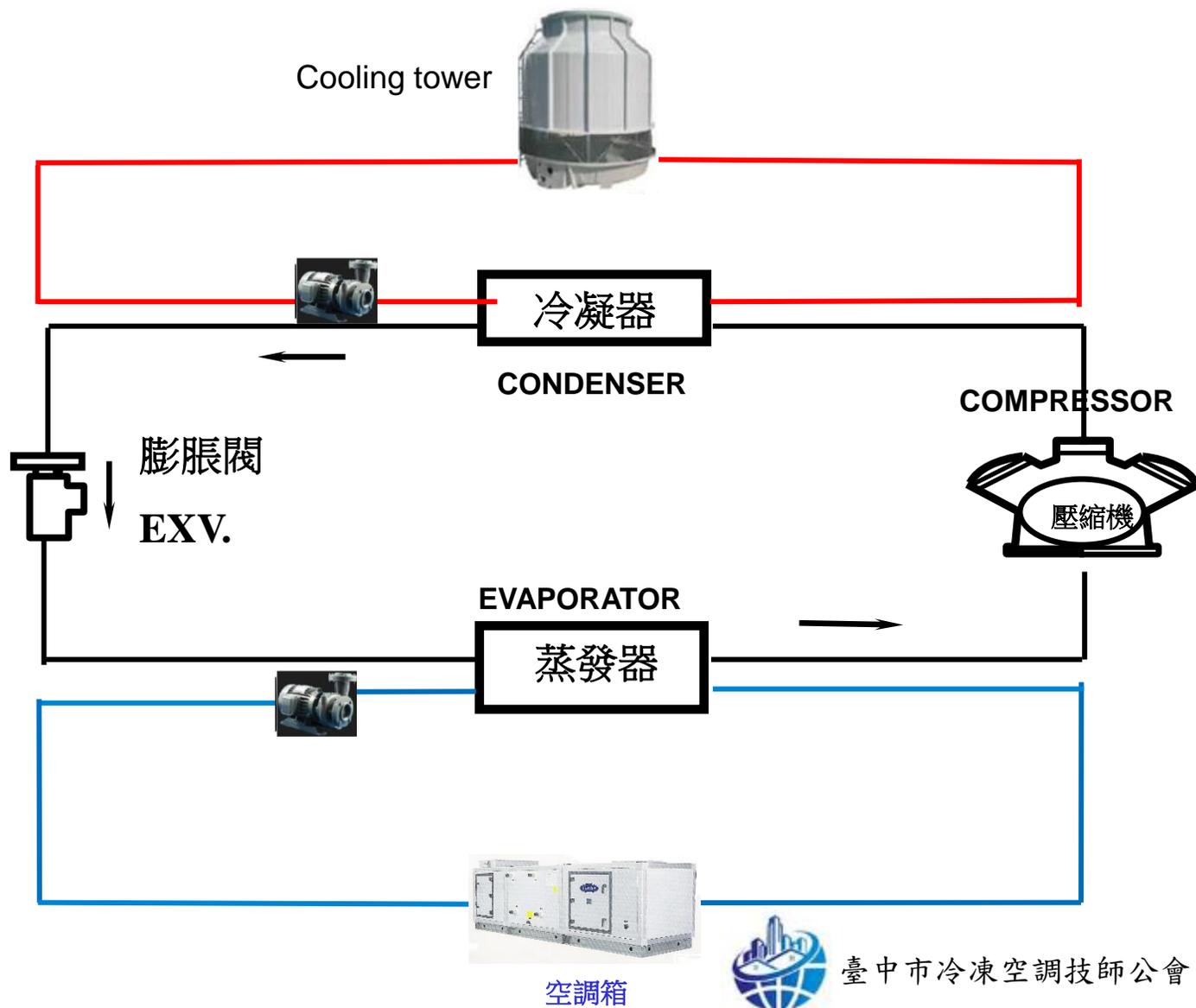
壓縮機耗能決定因數 - 負載需求及冷卻水溫



2. 空調系統節能技術

冰水系統設備與規範條件

標準	CNS12575	CNS12812(已廢止)	ARI550/590
壓縮機形式	容積式	離心式	蒸氣壓縮式
全載測試條件	1.冰水進水溫 $12(\pm 0.5^{\circ}\text{C})$ 冰水出水溫 $7(\pm 0.5^{\circ}\text{C})$ 2.冷卻水進水溫 $30(\pm 0.5^{\circ}\text{C})$ 冷卻水出水溫 $35(\pm 0.5^{\circ}\text{C})$ 3.水流量 $10.0\text{L}/\text{min}/\text{RT}\pm 5\%$	同CNS12575	1.冰水流量 $2.4\text{GPM}/\text{RT}$ ， 出水溫 $6.7(\pm 0.3^{\circ}\text{C})$ 2.冷卻水流量 $3.0\text{GPM}/\text{RT}$ ， 進水溫出水溫 $29.4(\pm 0.3^{\circ}\text{C})$ 3.水流量額定值 $\pm 5\%$ 內



2. 空調系統節能技術

冰水系統設備與規範條件 - 冰水主機能源效率分及基準

經濟部能源局109.7.1最新規定空調系統冰水主機性能係數標準COPc					
冰水機組類型		標示額定製冷能力	製冷能源效率分級基準		
			性能係數(COP)		
			3級	2級	1級
水冷式	容積式	< 528kW	4.45	4.80	5.15
		≥528kW <1758kW	4.90	5.30	5.70
		≥1758kW	5.50	5.90	6.35
	離心式	< 528kW	5.00	5.40	5.80
		≥528kW <1055kW	5.55	5.95	6.40
		≥1055kW	6.10	6.60	7.10
氣冷式		全機種	2.79	3.00	3.20

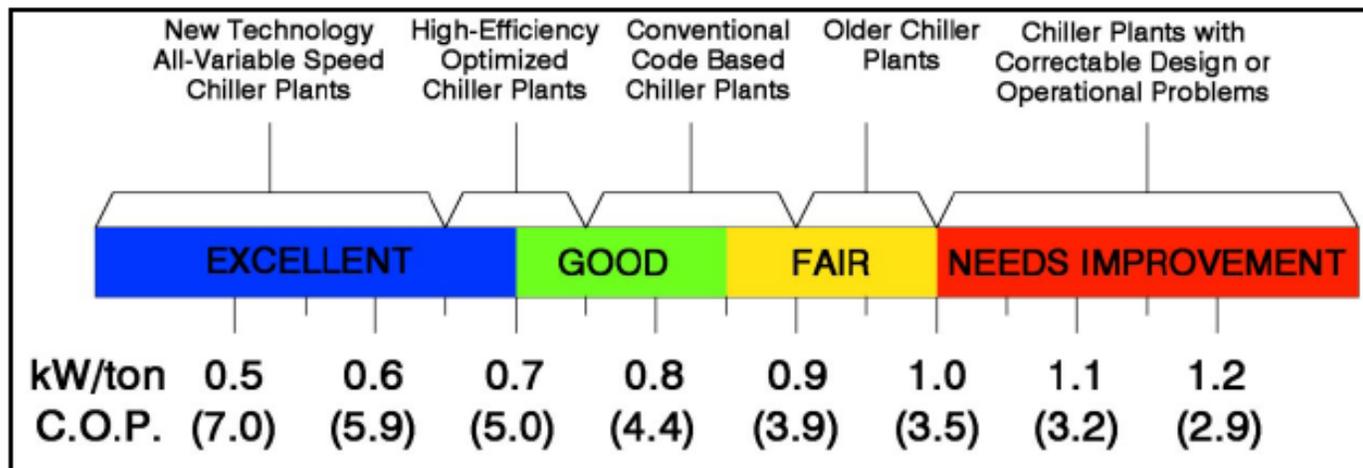
註：

- 1.冰水機組性能係數(COP)依CNS 12575 (96年版) 「蒸氣壓縮式冰水機組」於全載標準試驗條件，及各積垢容許值皆為零值下，實測所得之額定製冷能力除以額定製冷消耗電功率，採四捨五入計算至小數點後第二位，須符合附表一規定。
- 2.實測所得之額定製冷能力及性能係數應大於產品標示值95%以上。
- 3.經中央主管機關審核具有CNS 12575中所述熱回收功能之冰水機組，不適用本表分級基準。



2. 空調系統節能技術

冰水主機房耗能參考基準



2. 空調系統節能技術

直膨主機設備與規範條件 - 冷氣季節性能因數(CSPF)

經濟部104年8月11日正式公告(經能字第10404603780號)將「無風管冷氣機」及「窗(壁)型及箱型冷氣機」能源耗用量與其能源效率分級標示事項、方法及檢查方式，名稱合併修正為「無風管空氣調節機容許耗用能源基準與能源效率分級標示事項、方法及檢查方式」，並自中華民國一百零五年一月一生效。EER舊機型給予一年之銷售緩衝期，至106年12月31日止。

CSPF = 冷氣季節性能因數



冷氣四季不同運轉條件



冷氣季節的總冷氣負載(kW-h)
CSPF = $\frac{\text{冷氣季節的總冷氣負載(kW-h)}}{\text{冷氣季節的總消耗電量(kW-h)}}$

EER = 能源效率比



額定運轉條件



額定冷氣能力(kcal/h)
EER = $\frac{\text{額定冷氣能力(kcal/h)}}{\text{額定消耗電功率(W)}}$



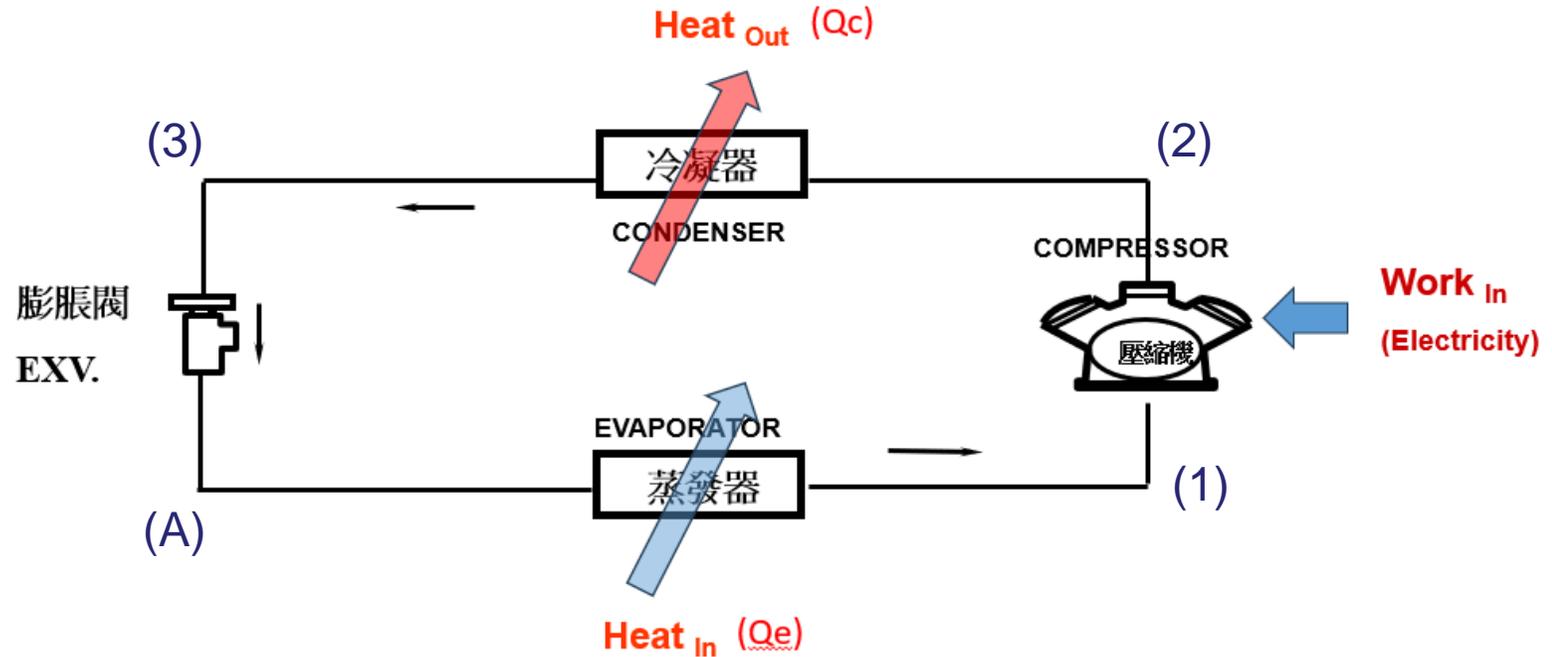
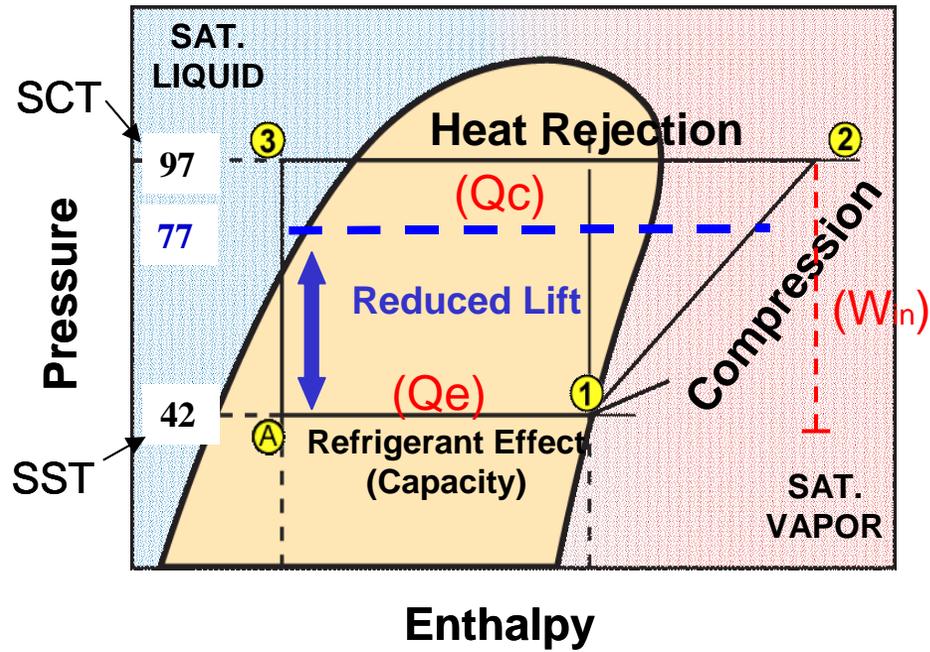
2. 空調系統節能技術

直膨主機設備與規範條件 - 冷氣季節性能因數(CSPF)

無風管空氣調節機能源效率分級基準表							
機種	額定冷氣能力 分類 (kW)	各等級基準(kWh/kWh)					
		5 級	4 級	3 級	2 級	1 級	
氣冷式	單體式	2.2 以下	3.40 以上， 低於 3.64	3.64 以上， 低於 3.88	3.88 以上， 低於 4.11	4.11 以上， 低於 4.35	4.35 以上
		高於 2.2， 4.0 以下	3.45 以上， 低於 3.69	3.69 以上， 低於 3.93	3.93 以上， 低於 4.17	4.17 以上， 低於 4.42	4.42 以上
		高於 4.0， 7.1 以下	3.25 以上， 低於 3.48	3.48 以上， 低於 3.71	3.71 以上， 低於 3.93	3.93 以上， 低於 4.16	4.16 以上
		高於 7.1， 71.0 以下	3.15 以上， 低於 3.37	3.37 以上， 低於 3.59	3.59 以上， 低於 3.81	3.81 以上， 低於 4.03	4.03 以上
	分離式	4.0 以下	3.90 以上， 低於 4.41	4.41 以上， 低於 4.91	4.91 以上， 低於 5.42	5.42 以上， 低於 5.93	5.93 以上
		高於 4.0， 7.1 以下	3.60 以上， 低於 4.03	4.03 以上， 低於 4.46	4.46 以上， 低於 4.90	4.90 以上， 低於 5.33	5.33 以上
		高於 7.1， 10.0 以下	3.45 以上， 低於 3.86	3.86 以上， 低於 4.28	4.28 以上， 低於 4.69	4.69 以上， 低於 5.11	5.11 以上
		高於 10.0， 71.0 以下	3.40 以上， 低於 3.81	3.81 以上， 低於 4.22	4.22 以上， 低於 4.62	4.62 以上， 低於 5.03	5.03 以上
水冷式	全機種	4.50 以上， 低於 4.77	4.77 以上， 低於 5.04	5.04 以上， 低於 5.31	5.31 以上， 低於 5.58	5.58 以上	

2. 空調系統節能技術

蒸氣壓縮冷凍循環及四大元件與莫里爾線圖



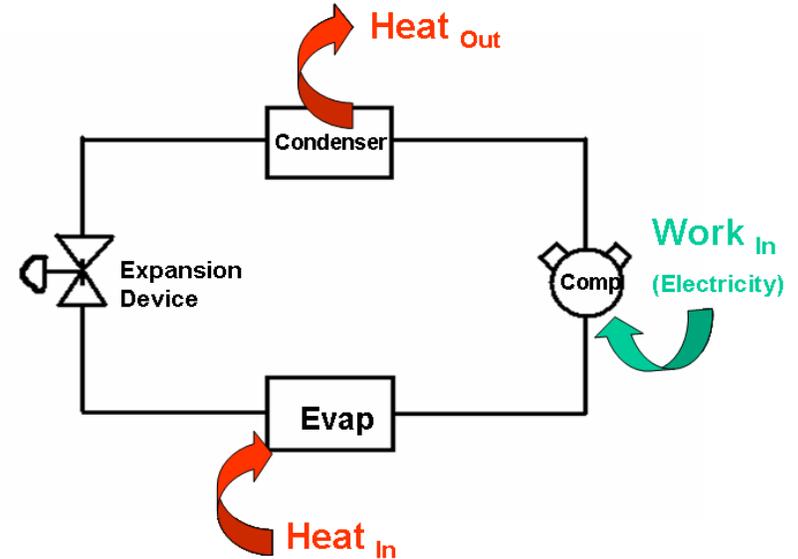
2. 空調系統節能技術

COP與熱平衡

$$\text{COP}_{\text{heating}} = \frac{\text{Heat}_{\text{out}}}{\text{Work}_{\text{in}}}$$

$$\text{COP}_{\text{cooling}} = \frac{\text{Heat}_{\text{in}}}{\text{Work}_{\text{in}}}$$

$$\text{COP}_{\text{total}} = \frac{\text{Heat}_{\text{out}}}{\text{Work}_{\text{in}}} + \frac{\text{Heat}_{\text{in}}}{\text{Work}_{\text{in}}} = \text{energy savings !}$$

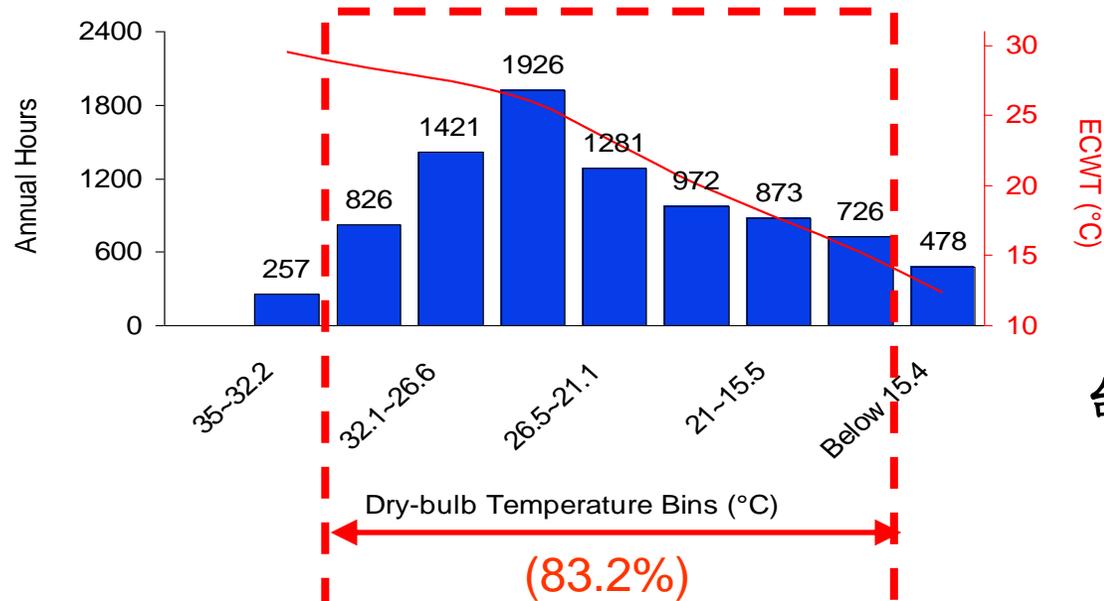


熱平衡：
$$\text{Heat}_{\text{in}} + \text{Work}_{\text{in}} = \text{Heat}_{\text{out}}$$

2. 空調系統節能技術

外氣溫度(乾、溼球溫度)條件影響

台中地區全年氣象資料及分佈(全年)



(北緯24.14度)

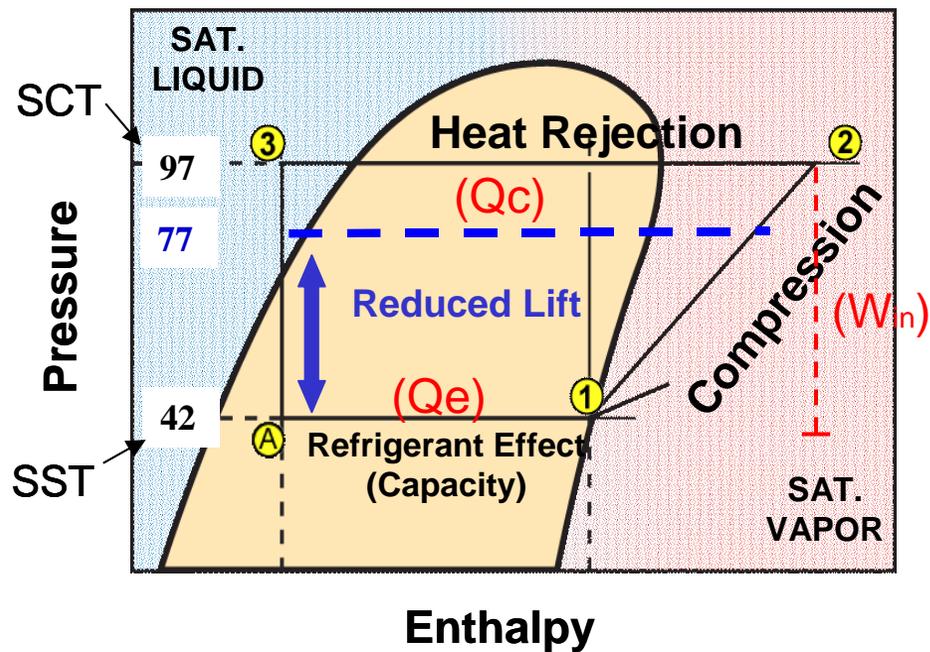
台中/Taichung



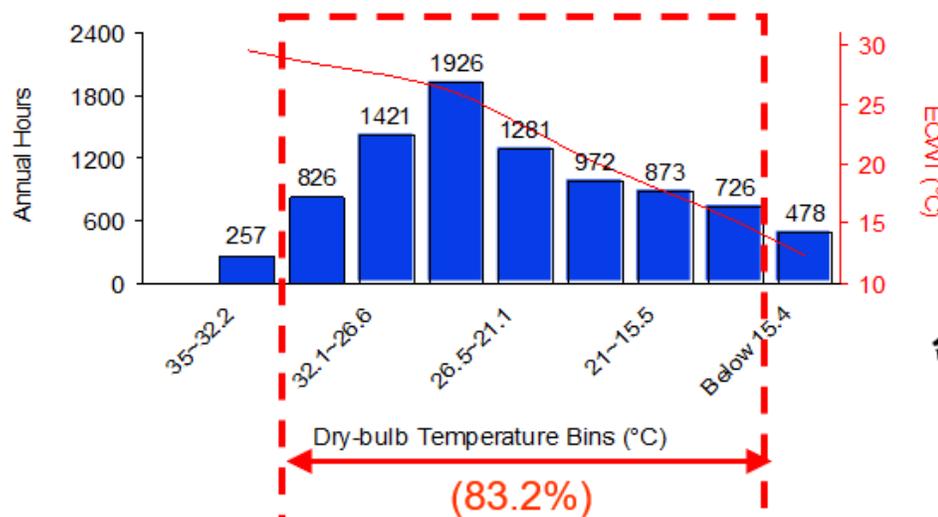
Bin Temp(°C)	35~32.2	32.1~26.6	26.5~21.1	21~15.5	15.4~
MCWB(°C)	26.6	25.4~24.4	23~20	17.1~14.6	12.2
EDCWT	29.6	28.4~27.4	26~23	20.1~17.6	15.2
%	2.9	25.6	36.6	21	13.9

2. 空調系統節能技術

外氣溫度(乾、溼球溫度)條件影響



台中地區全年氣象資料及分佈(全年)



(北緯24.14度)



台中/Taichung

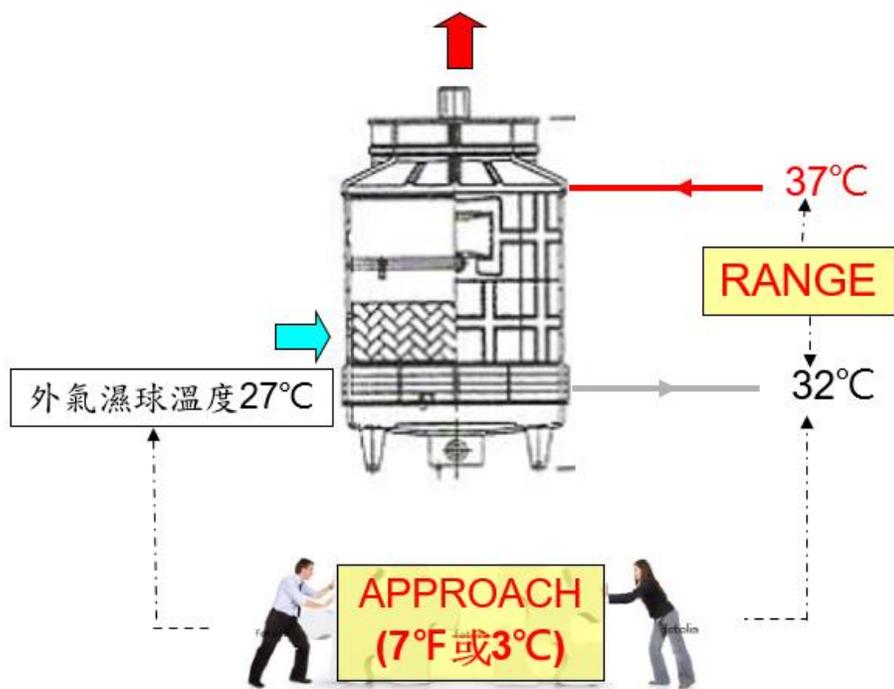
Bin Temp(°C)	35~32.2	32.1~26.6	26.5~21.1	21~15.5	15.4~
MCWB(°C)	26.6	25.4~24.4	23~20	17.1~14.6	12.2
EDCWT	29.6	28.4~27.4	26~23	20.1~17.6	15.2
%	2.9	25.6	36.6	21	13.9



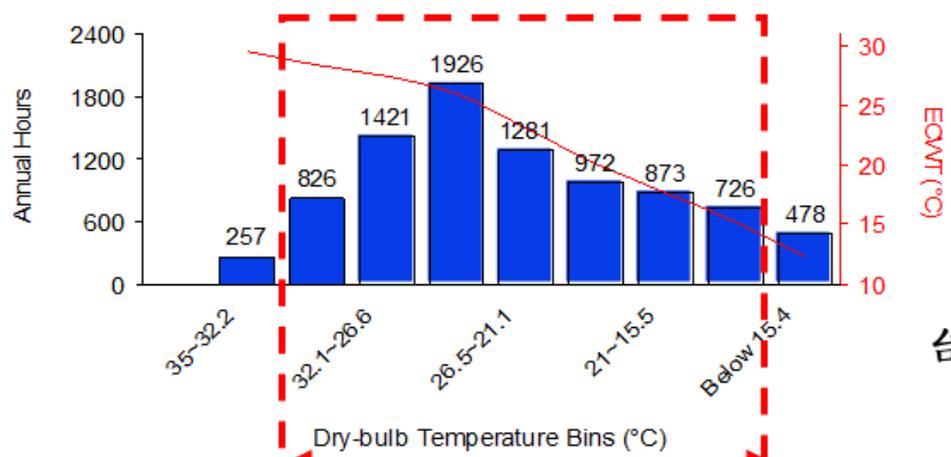
臺中市冷凍空調技師公會

2. 空調系統節能技術

冷卻水塔溼球溫度與趨近溫度值



台中地區全年氣象資料及分佈(全年)



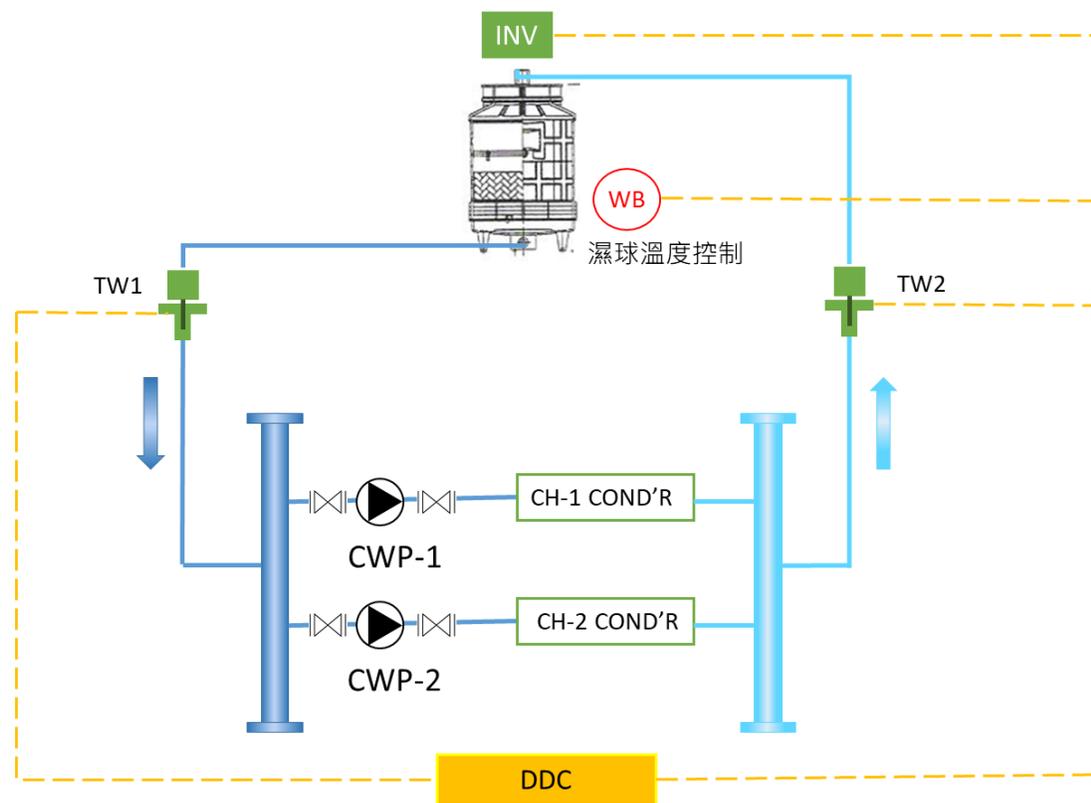
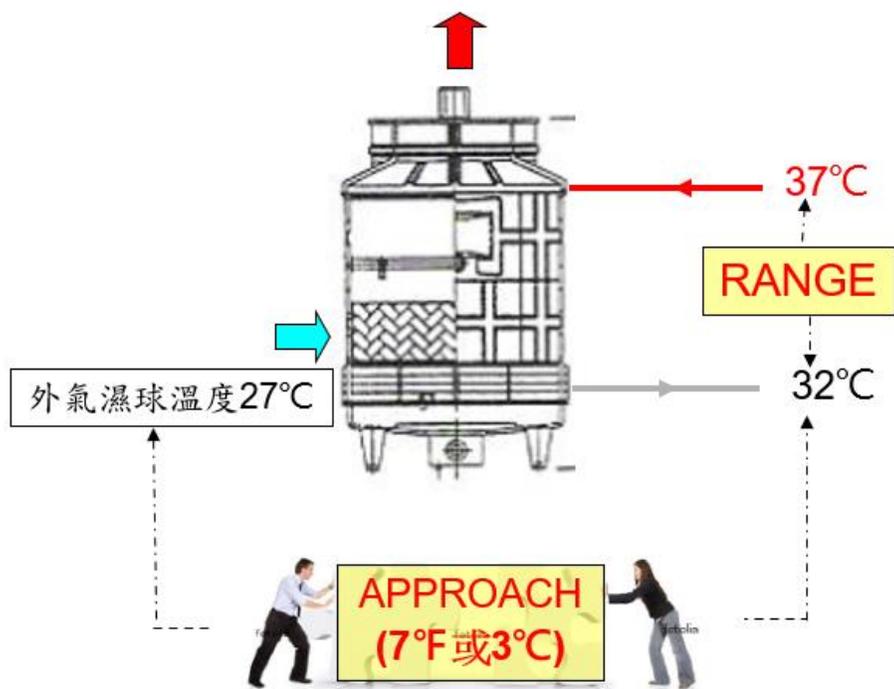
(北緯24.14度)



Bin Temp(°C)	35~32.2	32.1~26.6	26.5~21.1	21~15.5	15.4~
MCWB(°C)	26.6	25.4~24.4	23~20	17.1~14.6	12.2
EDCWT	29.6	28.4~27.4	26~23	20.1~17.6	15.2
%	2.9	25.6	36.6	21	13.9

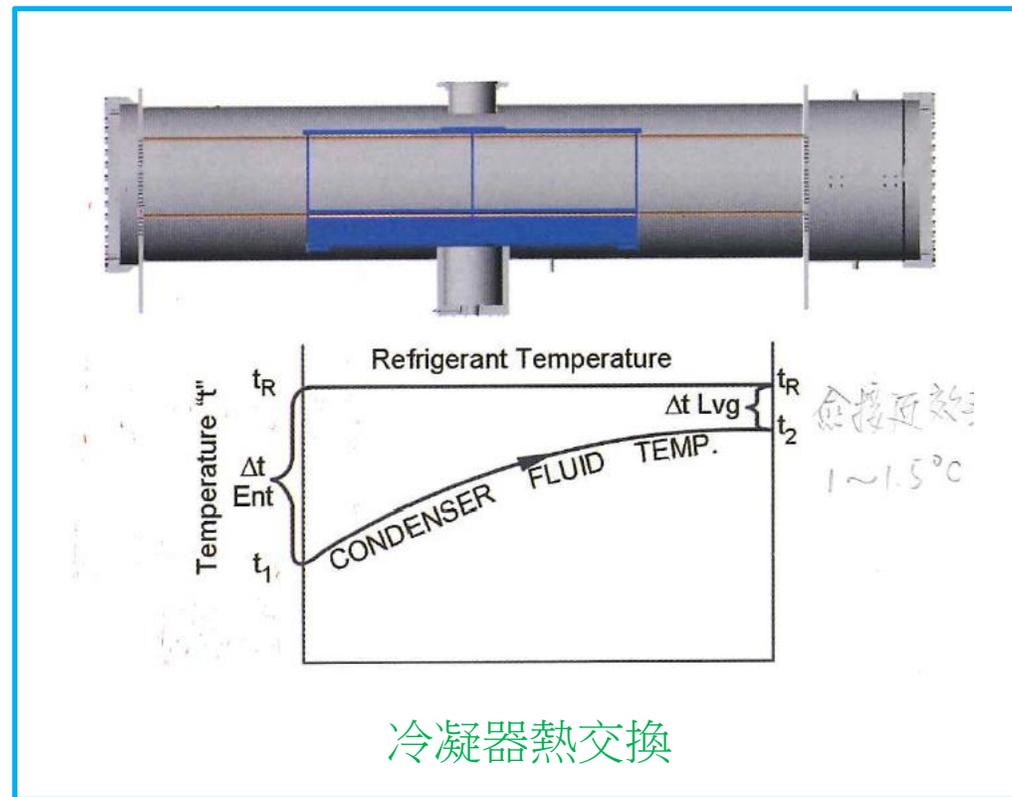
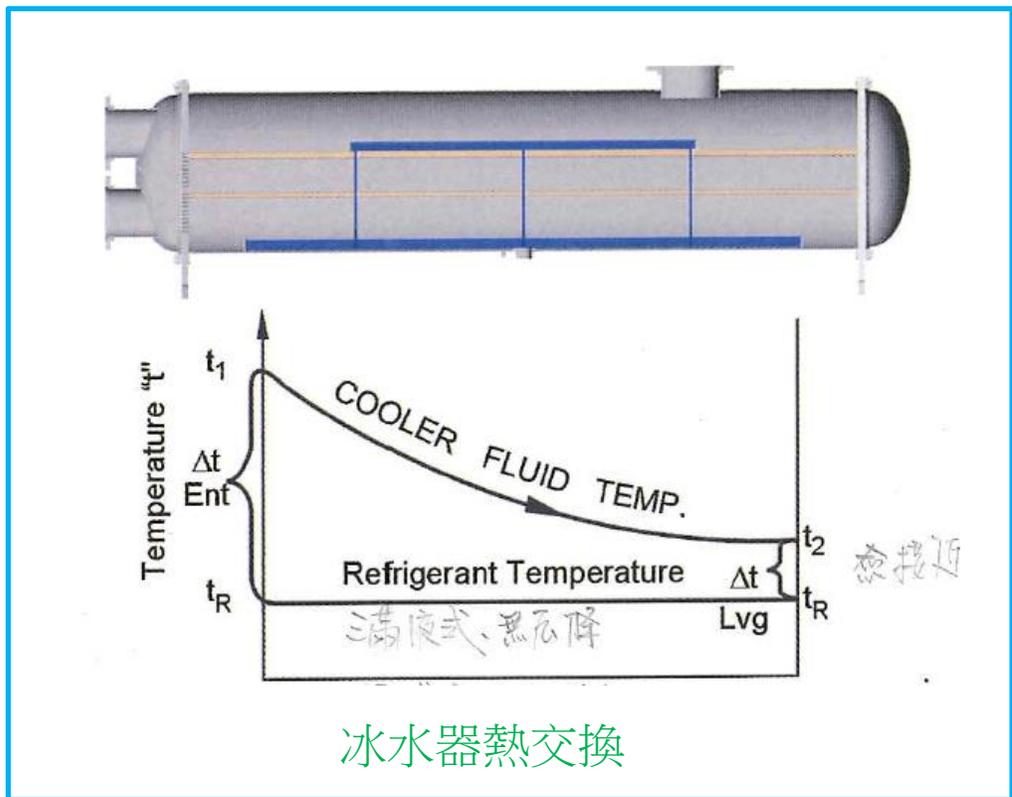
2. 空調系統節能技術

冷卻水塔溼球溫度控制



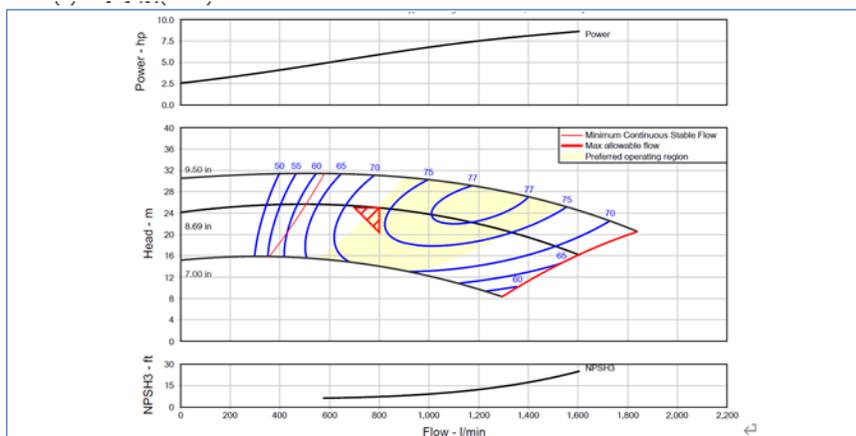
2. 空調系統節能技術

冰水主機熱交換器趨近溫度值

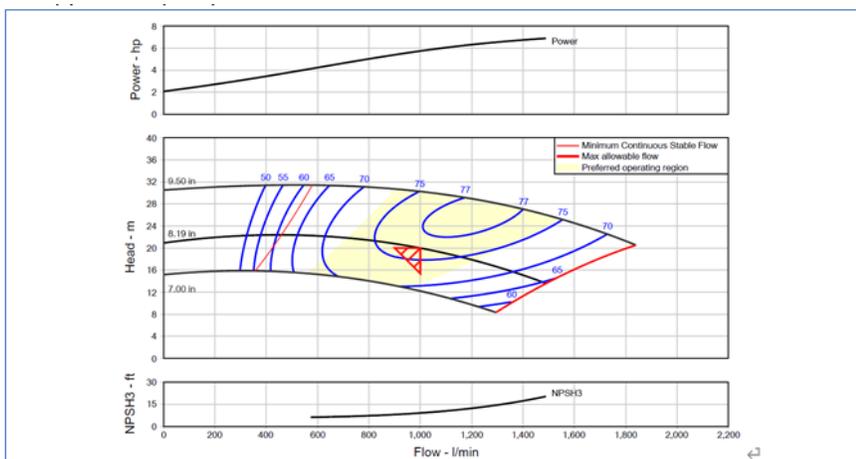


2. 空調系統節能技術

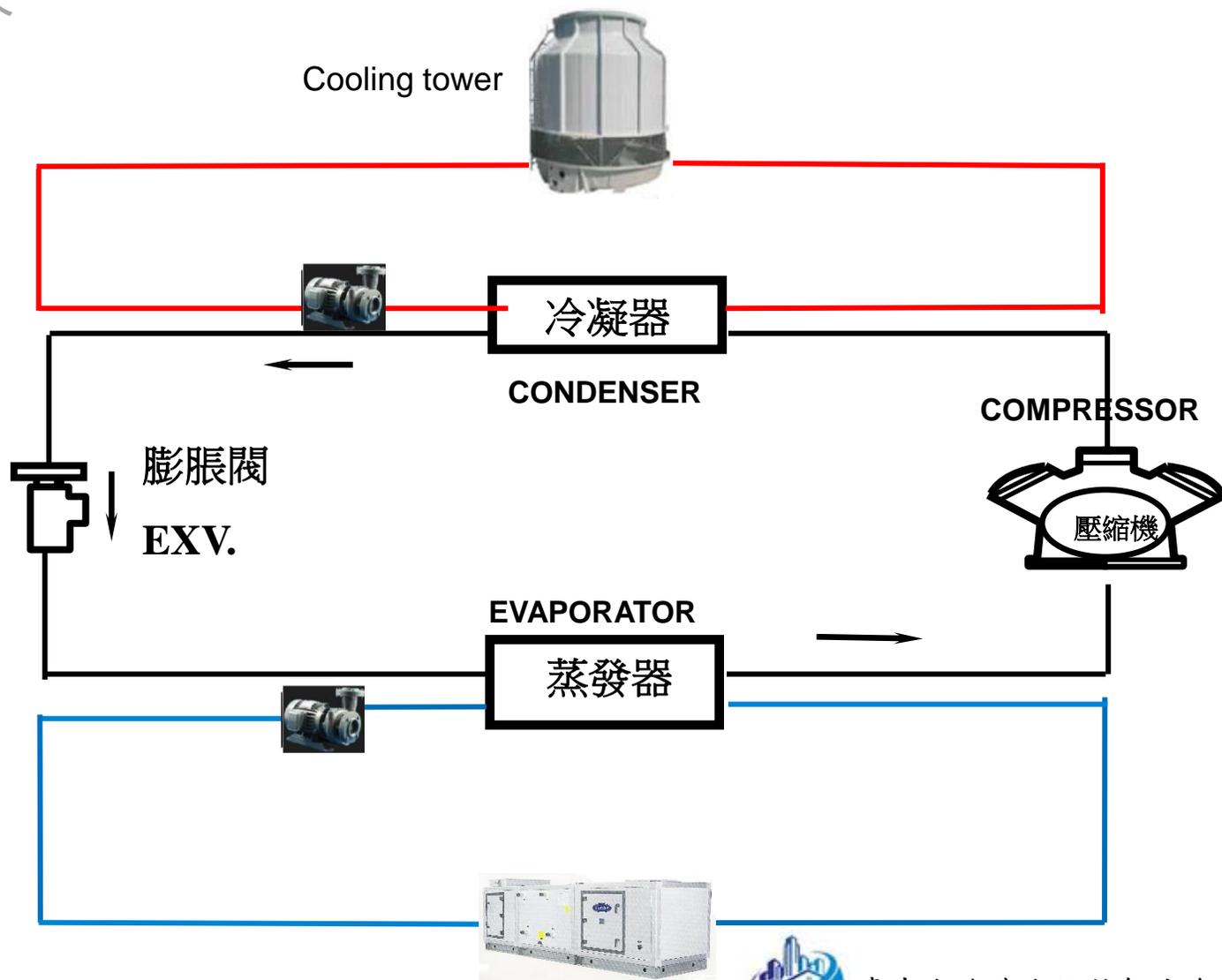
水泵節能 - 選用高效能水泵



設備編號:CHP(冰水泵) 流量:800LPM 揚程:25M 馬力:10HP 效率:74.06%



設備編號:CWP(冷卻水泵) 流量:1000LPM 揚程:20M 馬力:7.5HP 效率:76.18%



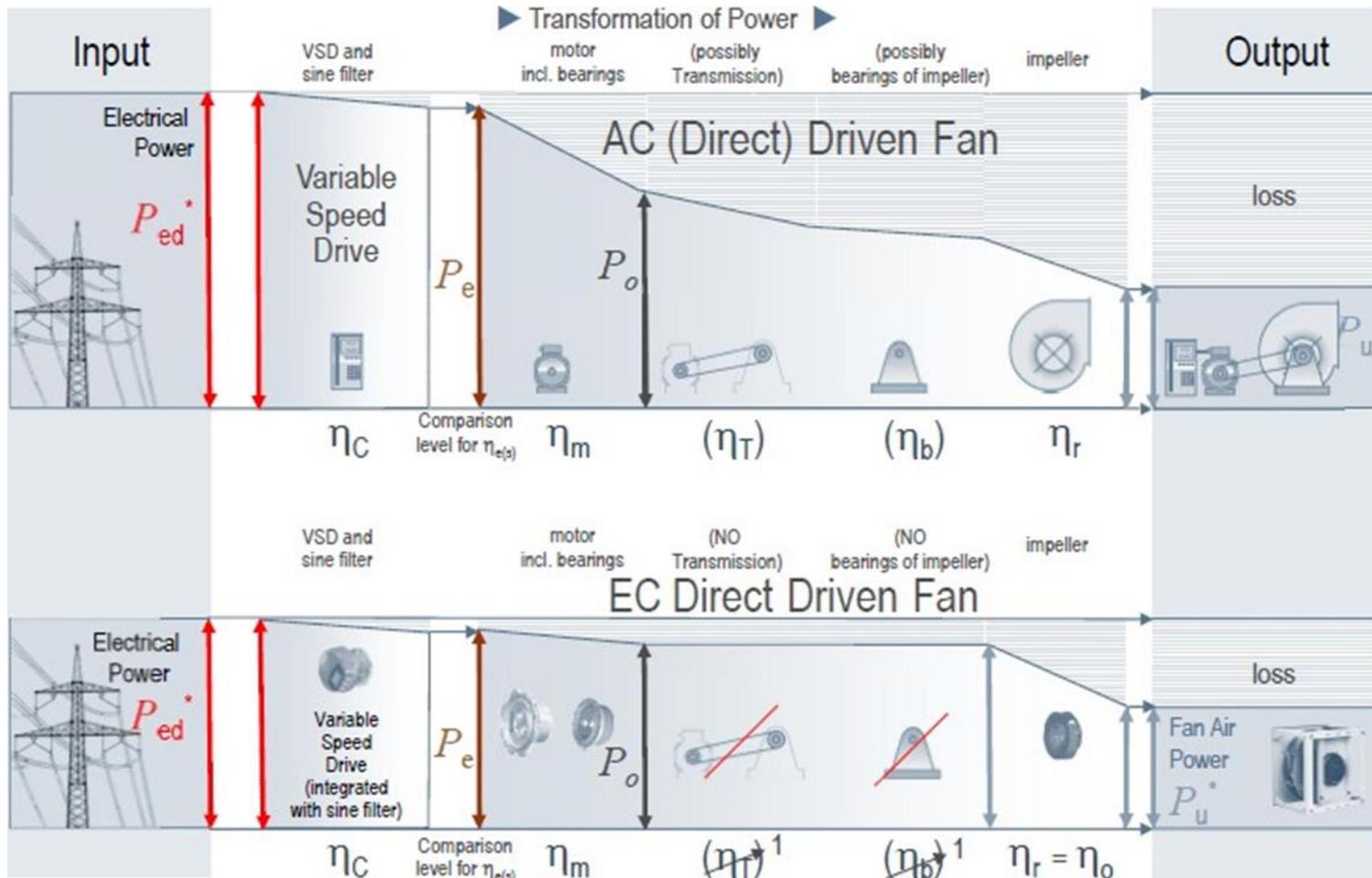
空調箱



臺中市冷凍空調技師公會

2. 空調系統節能技術

空氣側設備節能 - 高效能EC風機導入(風牆)



Belt drive fan



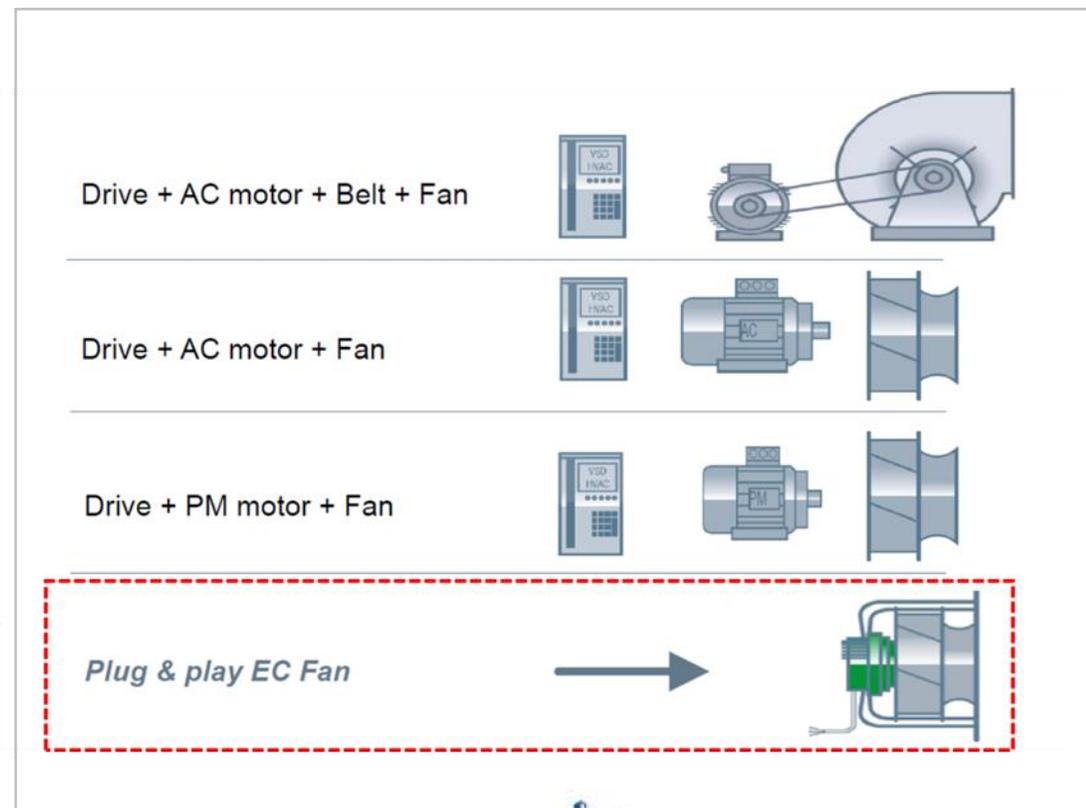
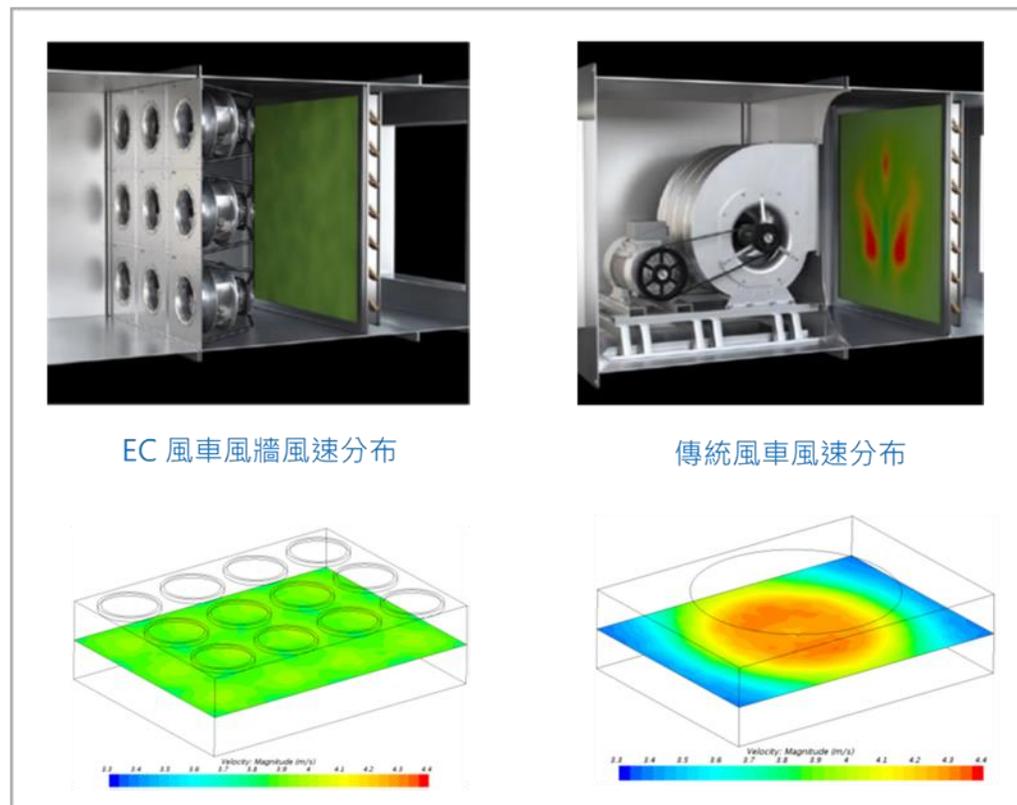
EC fan



2. 空調系統節能技術

空氣側設備節能 - 高效能EC風機導入(風牆)

空氣側空調箱系統智能最佳化設計--EC智能風機優點



2. 空調系統節能技術

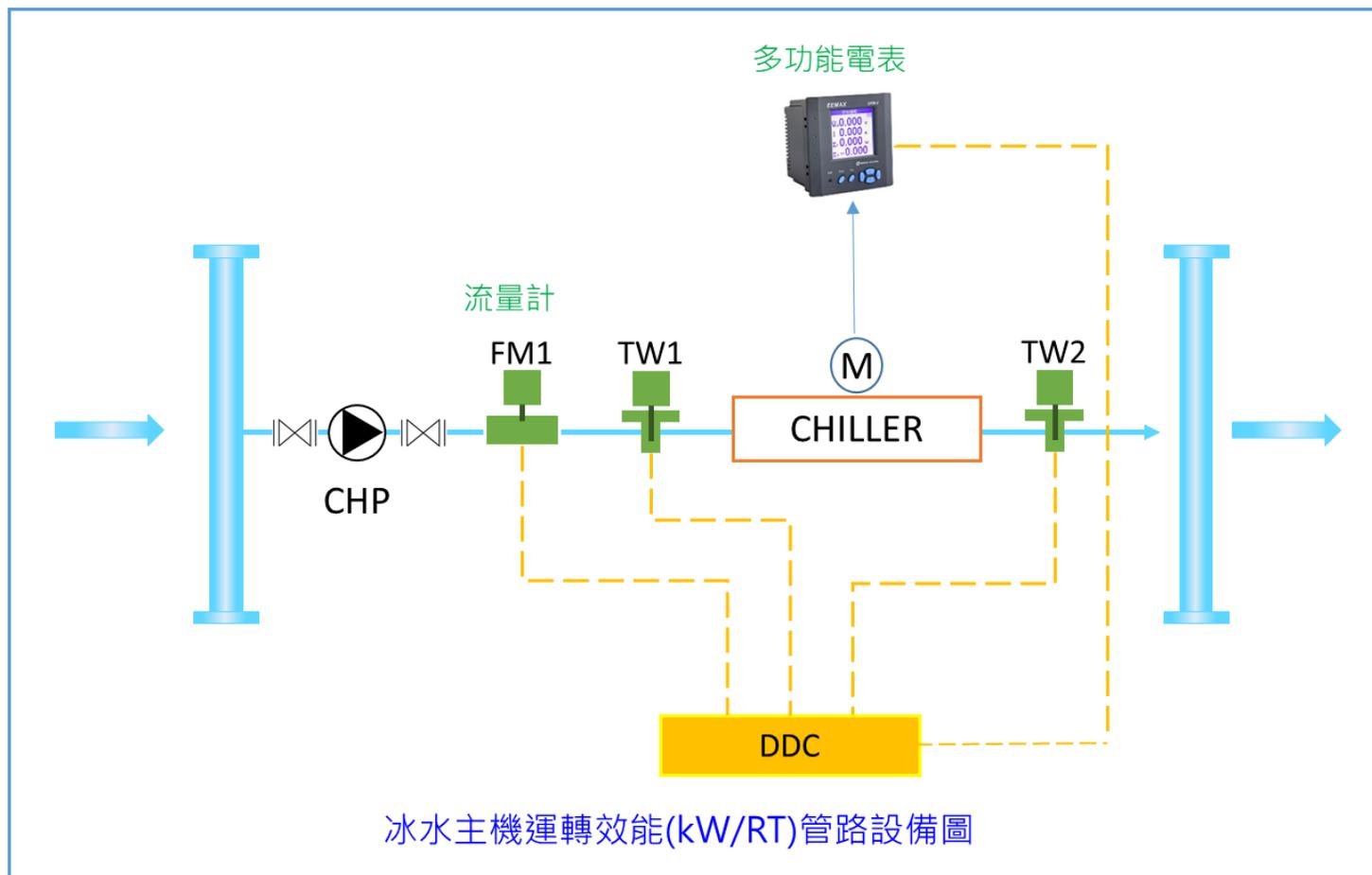
歷史數據紀錄及檢視

冰機能力(RT)

$$kW = m \times C_p \times \Delta T$$

冰機耗能(kW)

多功能電表量測值



2. 空調系統節能技術

測試、平衡、調整(TAB)

項次↵	設備/系統↵	項目↵	參數名稱↵	單位↵
1↵	空調系統↵	電力資訊↵	瞬間功率↵	kW↵
		↵	耗電量↵	kWh↵
2↵	冰水主機↵	運轉狀態↵	冰水冷凍能力(冰水機種)↵	RT↵
			主機冰水出水溫度↵	°C↵
			主機冰水回水溫度↵	°C↵
			主機冷卻水出水溫度↵	°C↵
			主機冷卻水回水溫度↵	°C↵
			主機冰水流量↵	LPM↵
			主機冷卻水流量↵	LPM↵
			性能系數 COP↵	
		冰水主機熱平衡比值↵	%↵	
		電力資訊↵	瞬間功率↵	kW↵
	耗電量↵	kWh↵		
3↵	泵浦↵	電力資訊↵	變頻器頻率↵	Hz↵
			瞬時功率↵	kW↵
			耗電量↵	kWh↵
			流量↵	LPM↵

2. 空調系統節能技術

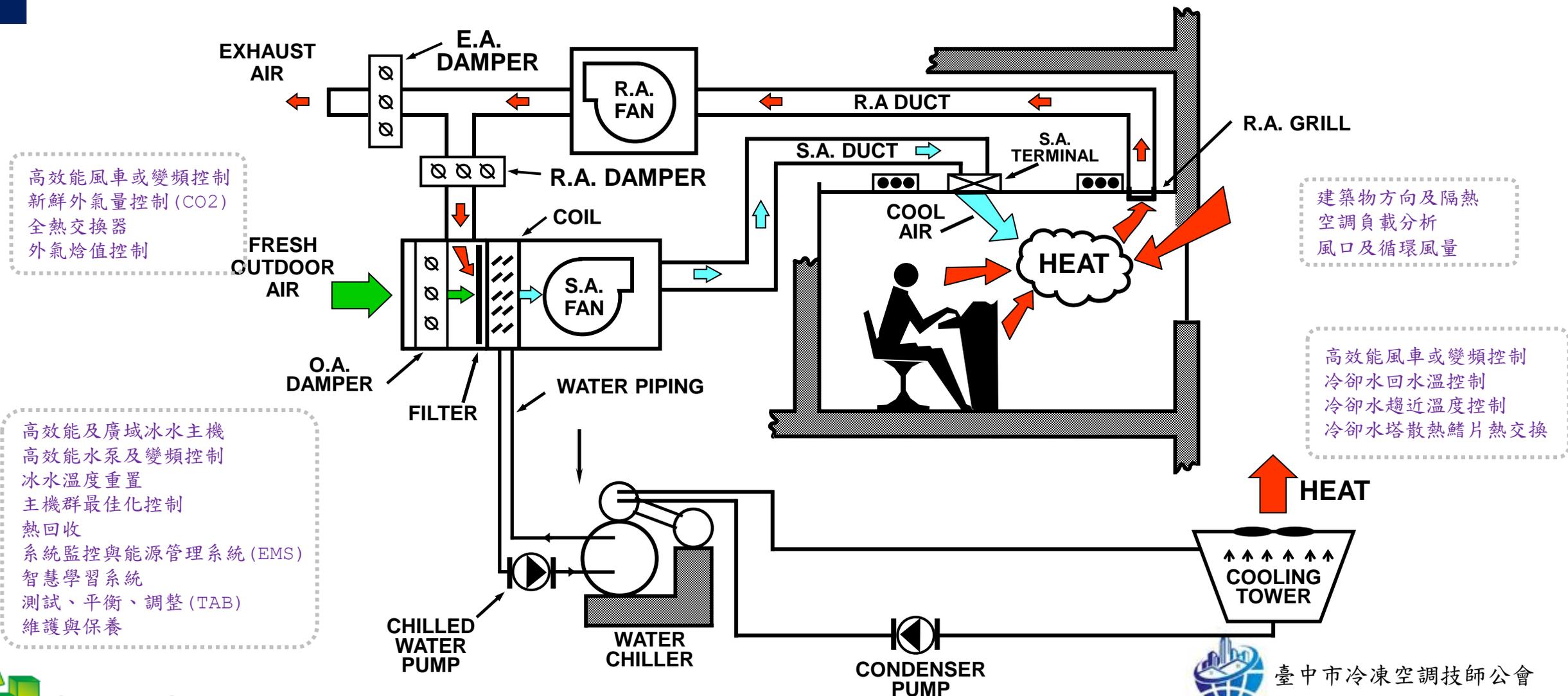
建立能源管理系統(EMS)

能源管理(EMS)
Energy Management System



3. 空調系統節能案例分析

空調系統節能方向整理



113年空調應用技術研討會

簡報內容

01 2050淨零轉型政府政策

02 空調系統節能技術

03 空調系統節能案例分析

04 Q & A

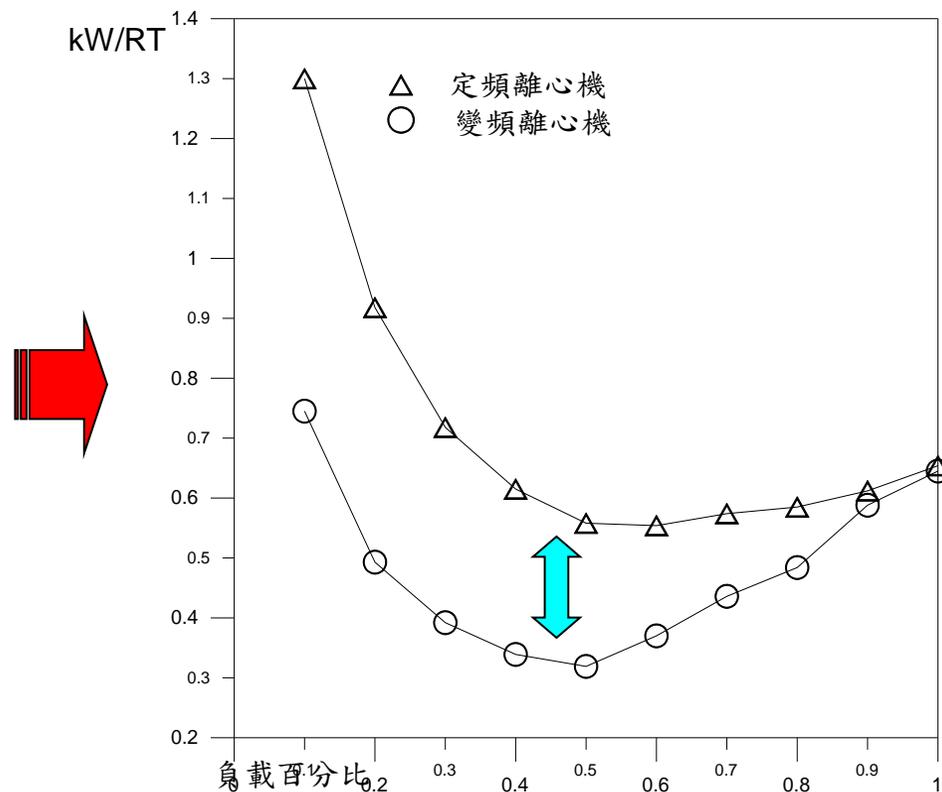


3. 空調系統節能案例分析

冰水主機AHRI Turn Down條件

條件一 / 500RT AHRI標準條件

部分負載 (%)	冷凍能力 (RT)	冷卻進水溫度 (°C)	定頻輸入功率 (KW)	變頻輸入功率 (KW)	耗電節省 (KW)
100	500	32	328	322	6
90	450	29.27	275	251	24
80	400	26.53	234	194	40
70	350	23.8	201	153	48
60	300	21.07	166	111	55
50	250	18.33	(140)	(80)	60
40	200	18.33	123	68	55
30	150	18.33	108	59	49
20	100	18.33	92	49	43
10	50	18.33	72	41	31

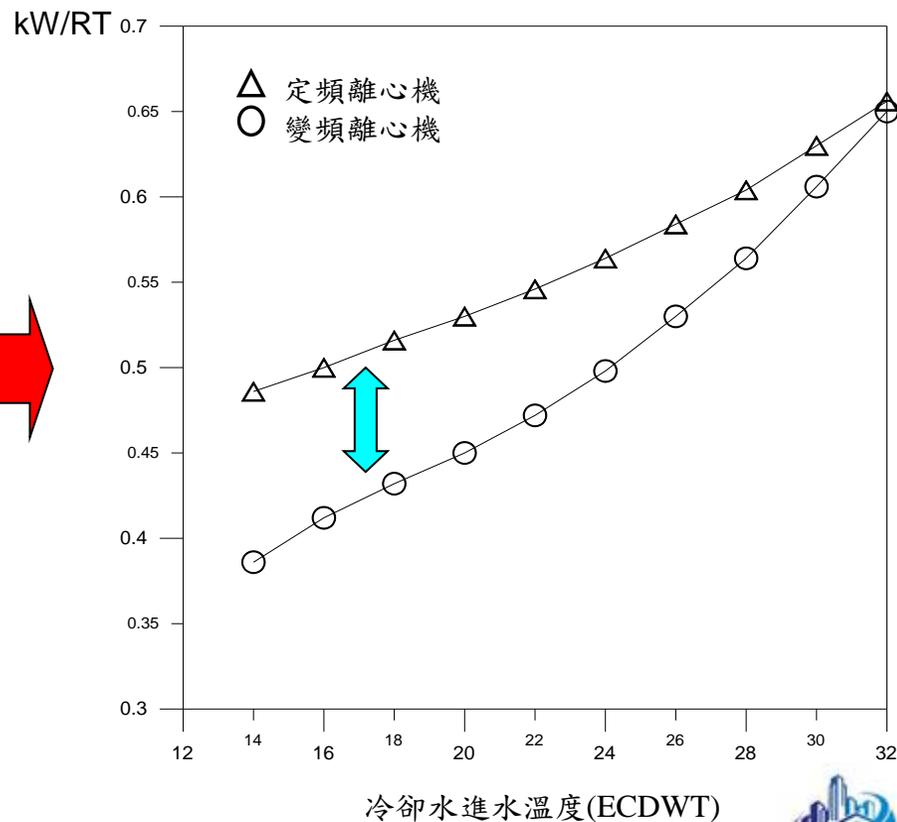


3. 空調系統節能案例分析

冰水主機冷卻水進水溫度下降條件

條件二 / 500RT 滿載及冷卻水進水溫度變化條件

冷凍能力 (RT)	冷卻進水溫度 (°C)	定頻輸入功率 (KW)	定頻耗電變化 (%)	變頻輸入功率 (KW)	變頻耗電變化 (%)	耗電節省 (KW)
500	32	328	(0%)	325	(0%)	3
500	30	315	-4%	303	-6%	12
500	28	302	-8%	282	-13%	20
500	26	292	-11%	265	-18%	27
500	24	282	-14%	249	-23%	33
500	22	273	-17%	236	-27%	37
500	20	265	-19%	225	-31%	40
500	18	(258)	(-21%)	(216)	(-33%)	33
500	16	250	-23%	206	-36%	44



3. 空調系統節能案例分析

AHRI NPLV 冷卻水溫度條件Turn Down

Calculation: Loadline 3-32C 下降溫度

Percentage of Full Load	Cooling Capacity	Input Power	Power Input per Capacity	COP.R	Evaporator				Condenser				Weighting Factor	IPLV/NPLV/CPLV
					EEFT	ELFT	Flow Rate	Fluid Pressure Drop	CEFT	CLFT	Flow Rate	Fluid Pressure Drop		
	Tons	kW	kW/Ton	kW/kW	°C	°C	L/s	kPa	°C	°C	L/s	kPa	-	kW/kW
100.0 %	360.0	215.7	0.5992	5.868	12.03	7.00	60.00	58.4	32.00	36.72	75.00	61.9	0	0.000
90.0 %	324.0	166.8	0.5149	6.829	11.53	7.00	60.00	58.6	29.27	33.43	75.00	62.7	0	
80.0 %	288.0	126.8	0.4404	7.984	11.02	7.00	60.00	58.8	26.53	30.16	75.00	63.5	0	
70.0 %	252.0	94.02	0.3731	9.424	10.52	7.00	60.00	59.0	23.80	26.92	75.00	64.4	0	
60.0 %	216.0	67.11	0.3107	11.32	10.02	7.00	60.00	59.1	21.07	23.70	75.00	65.3	0	
50.0 %	180.0	45.83	0.2546	13.81	9.51	7.00	60.00	59.3	18.33	20.49	75.00	66.3	0	
40.0 %	144.0	37.08	0.2575	13.65	9.01	7.00	60.00	59.5	18.33	20.06	75.00	66.3	0	
30.0 %	108.0	29.47	0.2729	12.88	8.51	7.00	60.00	59.7	18.33	19.63	75.00	66.3	0	
20.0 %	72.00	22.60	0.3139	11.20	8.00	7.00	60.00	59.9	18.33	19.20	75.00	66.3	0	
10.0 %	36.00	15.78	0.4383	8.021	7.50	7.00	60.00	60.1	18.33	18.78	75.00	66.3	0	

COP

冷卻水進水溫度

3. 空調系統節能案例分析

冷卻水溫度條件恆定30°C

Calculation: Loadline 2-30C 恆定入水溫

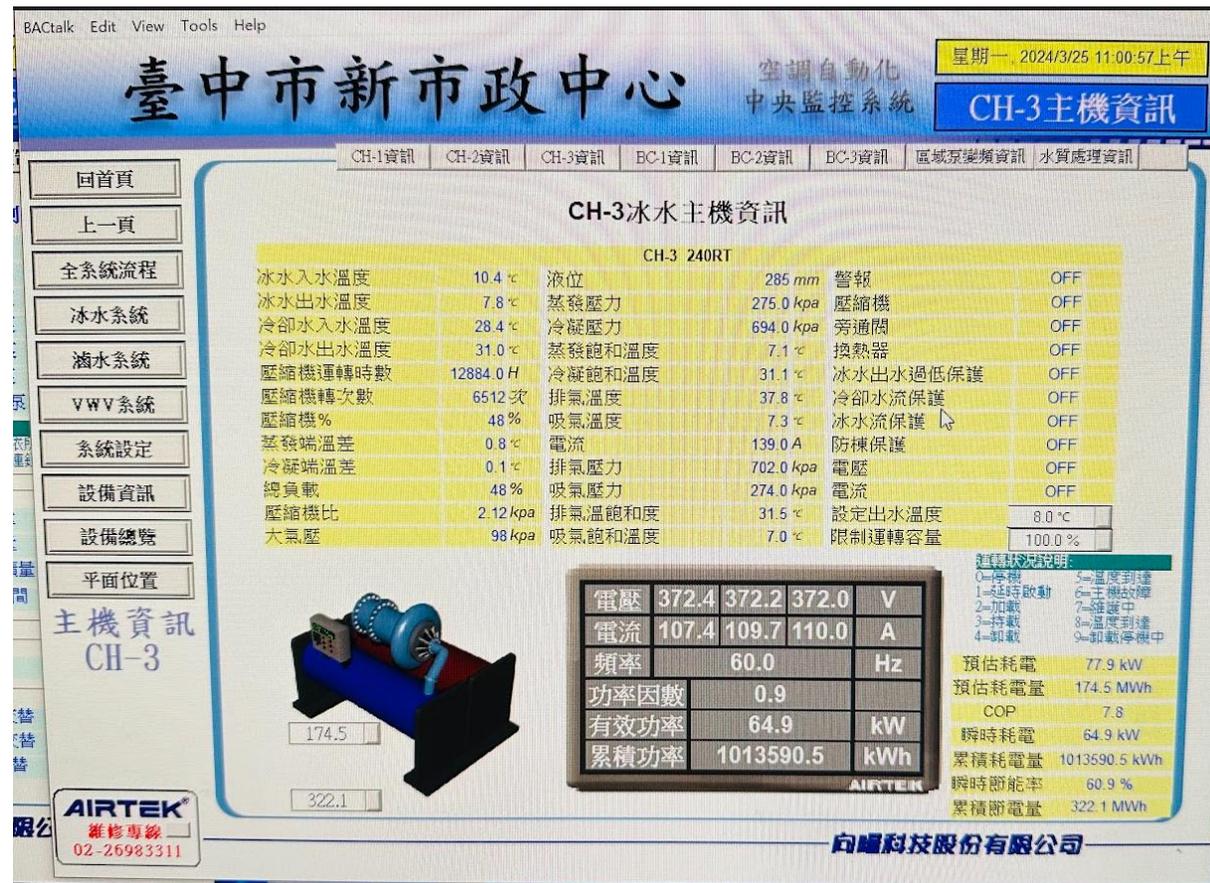
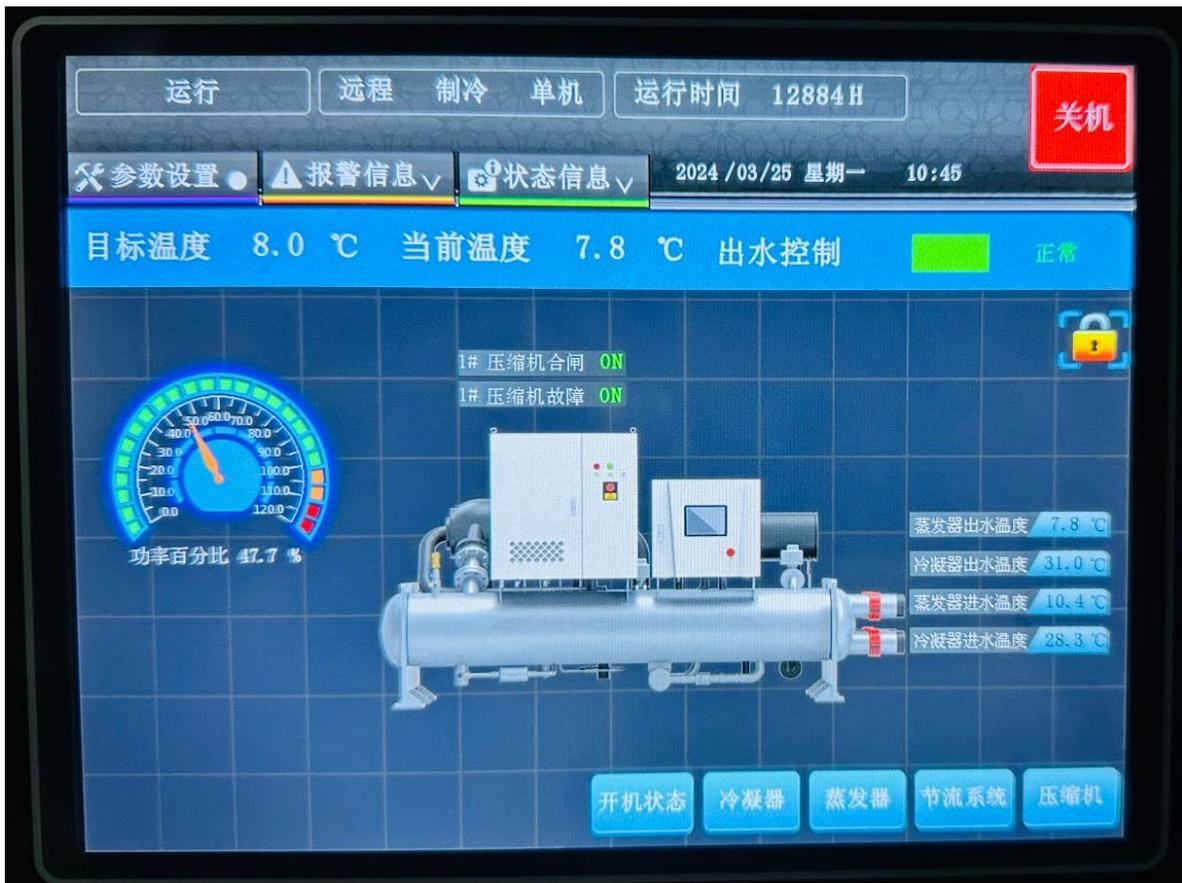
COP

冷卻水進水溫度

Percentage of Full Load	Cooling Capacity	Input Power	Power Input per Capacity	COP.R	Evaporator				Condenser				Weighting Factor	IPLV/NPLV/CPLV
					EEFT	ELFT	Flow Rate	Fluid Pressure Drop	CEFT	CLFT	Flow Rate	Fluid Pressure Drop		
	Tons	kW	kW/Ton	kW/kW	°C	°C	L/s	kPa	°C	°C	L/s	kPa	-	kW/kW
100.0 %	360.0	202.0	0.5611	6.266	12.03	7.00	60.00	58.4	30.00	34.68	75.00	62.5	0	0.000
90.0 %	324.0	171.2	0.5284	6.654	11.53	7.00	60.00	58.6	30.00	34.18	75.00	62.5	0	
80.0 %	288.0	145.6	0.5056	6.955	11.02	7.00	60.00	58.8	30.00	33.69	75.00	62.5	0	
70.0 %	252.0	124.5	0.4939	7.118	10.52	7.00	60.00	59.0	30.00	33.22	75.00	62.5	0	
60.0 %	216.0	106.6	0.4933	7.127	10.02	7.00	60.00	59.1	30.00	32.76	75.00	62.5	0	
50.0 %	180.0	91.14	0.5064	6.944	9.51	7.00	60.00	59.3	30.00	32.31	75.00	62.5	0	
40.0 %	144.0	77.38	0.5374	6.543	9.01	7.00	60.00	59.5	30.00	31.86	75.00	62.5	0	
30.0 %	108.0	64.94	0.6013	5.848	8.51	7.00	60.00	59.7	30.00	31.41	75.00	62.5	0	
20.0 %	NA	NA	NA	NA	NA	7.00	60.00	NA	30.00	NA	75.00	NA	0	
10.0 %	NA	NA	NA	NA	NA	7.00	60.00	NA	30.00	NA	75.00	NA	0	

3. 空調系統節能案例分析

現況運轉條件分析說明



3. 空調系統節能案例分析

現況運轉條件分析說明(歷史紀錄值)

1月16日中午12~1點(秋冬季中午)

8月18日中午12~1點(夏季中午)

3月22日上午3~4點(秋冬季凌晨)

時間	CH-3 COP值 (no units)	CH-3冷卻出入 (no units)	CH-3冰水入水 (no units)	CH-3冰水出水 (no units)	CH-3冷卻水入 (no units)	CH-3蒸發飽和 (no units)	CH-3冷凝飽和 (no units)
2024/1/16 下午 12:04:43	7.6	31.2	10.4	7.7	28.5	6.9	31.5
2024/1/16 下午 12:08:43	7.4	31.2	10.4	7.7	28.3	7.0	31.5
2024/1/16 下午 12:14:43	7.3	31.3	10.5	7.7	28.9	7.0	31.6
2024/1/16 下午 12:19:43	7.6	31.4	10.5	7.6	29.0	6.8	31.6
2024/1/16 下午 12:24:43	7.6	31.4	10.5	7.6	29.1	6.7	31.9
2024/1/16 下午 12:29:43	9.6	28.0	10.4	7.4	25.6	6.3	28.5
2024/1/16 下午 12:34:43	10.0	26.7	10.4	7.4	24.3	6.6	27.0
2024/1/16 下午 12:38:43	10.0	26.8	10.4	7.4	24.5	6.4	27.5
2024/1/16 下午 12:44:43	8.9	27.9	10.4	7.5	25.6	6.4	28.4
2024/1/16 下午 12:49:43	9.2	27.7	10.4	7.5	25.4	6.4	28.4
2024/1/16 下午 12:54:43	9.1	28.4	10.4	7.6	26.0	6.7	28.8
2024/1/16 下午 12:59:43	9.2	28.6	10.4	7.5	26.2	6.6	29.0
2024/1/16 下午 01:04:43	8.5	28.7	10.4	7.5	26.4	6.8	29.2
2024/1/16 下午 01:09:43	8.6	29.0	10.4	7.6	26.7	6.7	29.4
2024/1/16 下午 01:14:43	8.5	29.2	10.5	7.7	27.0	6.7	29.8
2024/1/16 下午 01:19:43	8.5	29.4	10.5	7.7	27.1	6.8	29.8
2024/1/16 下午 01:24:43	8.3	29.8	10.5	7.6	27.4	6.8	30.3
2024/1/16 下午 01:29:43	8.1	29.9	10.5	7.6	27.5	6.6	30.4
2024/1/16 下午 01:34:43	7.7	30.1	10.5	7.6	27.7	6.6	30.6
2024/1/16 下午 01:39:43	8.1	30.3	10.6	7.7	27.9	7.0	30.7
2024/1/16 下午 01:44:43	7.7	30.4	10.6	7.7	28.1	6.9	30.9
2024/1/16 下午 01:49:43	8.0	30.6	10.7	7.8	28.2	6.8	31.1
2024/1/16 下午 01:54:43	7.2	30.8	10.7	7.7	28.4	6.8	31.3
2024/1/16 下午 01:59:43	7.9	30.9	10.7	7.7	28.4	6.7	31.4
2024/1/16 下午 02:04:43	7.8	31.0	10.7	7.8	28.6	6.8	31.5
2024/1/16 下午 02:09:43	7.7	31.2	10.7	7.7	28.7	6.8	31.8
2024/1/16 下午 02:14:43	7.6	31.3	10.6	7.6	28.8	6.5	31.9

時間	CH-3 COP值 (no units)	CH-3冷卻出入 (no units)	CH-3冰水入水 (no units)	CH-3冰水出水 (no units)	CH-3冷卻水入 (no units)	CH-3蒸發飽和 (no units)	CH-3冷凝飽和 (no units)
2023/8/18 下午 12:02:59	6.3	35.4	11.7	7.3	30.2	6.1	36.8
2023/8/18 下午 12:07:59	6.3	35.5	11.8	7.5	30.2	6.5	36.6
2023/8/18 下午 12:12:59	6.4	35.5	11.8	7.4	30.3	6.2	36.7
2023/8/18 下午 12:17:59	6.6	35.6	11.7	7.4	30.4	6.2	36.8
2023/8/18 下午 12:22:59	6.2	35.6	11.7	7.4	30.4	6.3	36.9
2023/8/18 下午 12:27:59	6.4	35.6	11.8	7.4	30.4	6.0	36.8
2023/8/18 下午 12:32:59	6.5	35.5	11.7	7.4	30.3	6.2	36.7
2023/8/18 下午 12:37:59	5.8	35.6	11.7	7.4	30.4	6.3	36.7
2023/8/18 下午 12:42:59	6.2	35.6	11.7	7.4	30.4	6.1	36.9
2023/8/18 下午 12:47:59	6.6	35.7	11.7	7.4	30.5	6.2	36.9
2023/8/18 下午 12:52:59	6.6	35.7	11.6	7.3	30.5	6.0	36.9
2023/8/18 下午 12:57:59	6.2	35.6	11.6	7.3	30.4	6.0	36.8
2023/8/18 下午 01:02:59	6.8	35.9	11.6	7.4	30.5	6.2	36.7
2023/8/18 下午 01:07:59	6.2	35.5	11.6	7.5	30.5	6.3	36.7
2023/8/18 下午 01:12:59	5.4	35.7	11.7	7.6	30.7	6.3	36.9
2023/8/18 下午 01:17:59	6.8	35.7	11.8	7.6	30.7	6.3	36.9
2023/8/18 下午 01:22:59	6.3	35.7	11.8	7.7	30.7	6.7	36.9
2023/8/18 下午 01:27:59	6.6	35.7	11.8	7.7	30.8	6.7	36.9
2023/8/18 下午 01:32:59	6.2	35.9	11.9	7.6	30.8	6.5	37.0
2023/8/18 下午 01:37:59	6.4	35.9	11.9	7.6	30.8	6.6	37.0
2023/8/18 下午 01:42:59	6.4	35.9	11.9	7.6	30.8	6.5	37.3
2023/8/18 下午 01:47:59	6.9	36.2	11.9	7.6	31.0	6.5	37.4
2023/8/18 下午 01:52:59	6.2	35.6	11.9	8.2	31.0	7.3	36.4
2023/8/18 下午 01:57:59	6.7	36.3	11.9	8.3	31.0	7.3	36.2
2023/8/18 下午 02:02:59	6.8	35.1	11.9	8.3	30.9	7.3	36.0
2023/8/18 下午 02:07:59	6.8	35.0	11.9	8.4	30.7	7.5	35.7
2023/8/18 下午 02:12:59	7.1	35.0	11.9	8.3	30.7	7.3	35.8

時間	CH-3 COP值 (no units)	CH-3冷卻出入 (no units)	CH-3冰水入水 (no units)	CH-3冰水出水 (no units)	CH-3冷卻水入 (no units)	CH-3蒸發飽和 (no units)	CH-3冷凝飽和 (no units)
2024/3/22 上午 02:57:31	281.7	25.1	10.6	10.5	25.1	10.5	10.3
2024/3/22 上午 03:02:31	310.4	24.8	10.9	10.8	24.8	10.7	10.5
2024/3/22 上午 03:07:31	4.5	25.2	11.1	10.2	24.7	7.6	26.7
2024/3/22 上午 03:12:31	9.2	27.1	10.7	7.7	24.7	6.8	27.3
2024/3/22 上午 03:17:31	9.7	26.8	10.3	7.6	24.6	6.8	27.2
2024/3/22 上午 03:22:31	9.2	27.3	9.8	7.6	25.3	6.9	27.3
2024/3/22 上午 03:27:31	6.6	27.2	9.4	7.8	25.7	7.2	27.1
2024/3/22 上午 03:32:31	6.3	27.6	9.2	7.5	26.0	6.8	27.5
2024/3/22 上午 03:37:31	6.3	27.7	9.0	7.1	26.0	6.4	27.7
2024/3/22 上午 03:42:31	6.5	27.7	8.9	7.0	26.1	6.4	27.6
2024/3/22 上午 03:47:31	265.6	26.4	8.9	8.9	26.4	8.9	8.8
2024/3/22 上午 03:52:31	335.3	26.4	9.1	9.0	26.4	9.0	8.9
2024/3/22 上午 03:57:31	314.1	25.9	9.3	9.3	25.9	9.3	9.1
2024/3/22 上午 04:02:31	402.3	25.8	9.6	9.6	25.8	9.6	9.3
2024/3/22 上午 04:07:31	340.3	25.6	9.9	9.9	25.6	9.8	9.5
2024/3/22 上午 04:12:31	443.6	25.2	10.2	10.2	25.2	10.1	9.8
2024/3/22 上午 04:17:31	566.6	25.0	10.4	10.4	25.0	10.3	10.0
2024/3/22 上午 04:22:31	197.7	25.0	10.7	10.6	25.0	10.5	10.3
2024/3/22 上午 04:27:31	309.8	24.9	10.9	10.9	24.8	10.8	10.5
2024/3/22 上午 04:32:31	9.7	26.0	11.2	9.3	24.6	8.4	26.2
2024/3/22 上午 04:37:31	9.8	26.3	10.8	7.8	24.5	6.8	27.3
2024/3/22 上午 04:42:31	9.8	26.9	10.4	7.5	24.7	6.8	27.3
2024/3/22 上午 04:47:31	9.2	27.4	9.9	7.6	25.5	6.9	27.6
2024/3/22 上午 04:52:31	6.6	27.0	9.4	7.9	25.7	7.3	26.9
2024/3/22 上午 04:57:31	9.0	27.2	9.2	7.7	25.9	7.0	27.2
2024/3/22 上午 05:02:31	6.4	27.8	9.0	7.2	26.1	6.4	27.8
2024/3/22 上午 05:07:31	6.0	28.0	8.8	6.6	26.1	6.7	28.2

3. 空調系統節能案例分析

EC風機實測案例(改善前、後)

改善前條件(量測):

風量:112,234 CMH
散熱能力:1092.5kW
散熱風扇耗電:7.6kW

改善後條件(量測):

風量:122,939 CMH(50%)
散熱能力:1133.9kW
散熱風扇耗電:2.375kW

二、量測表格(改善前)

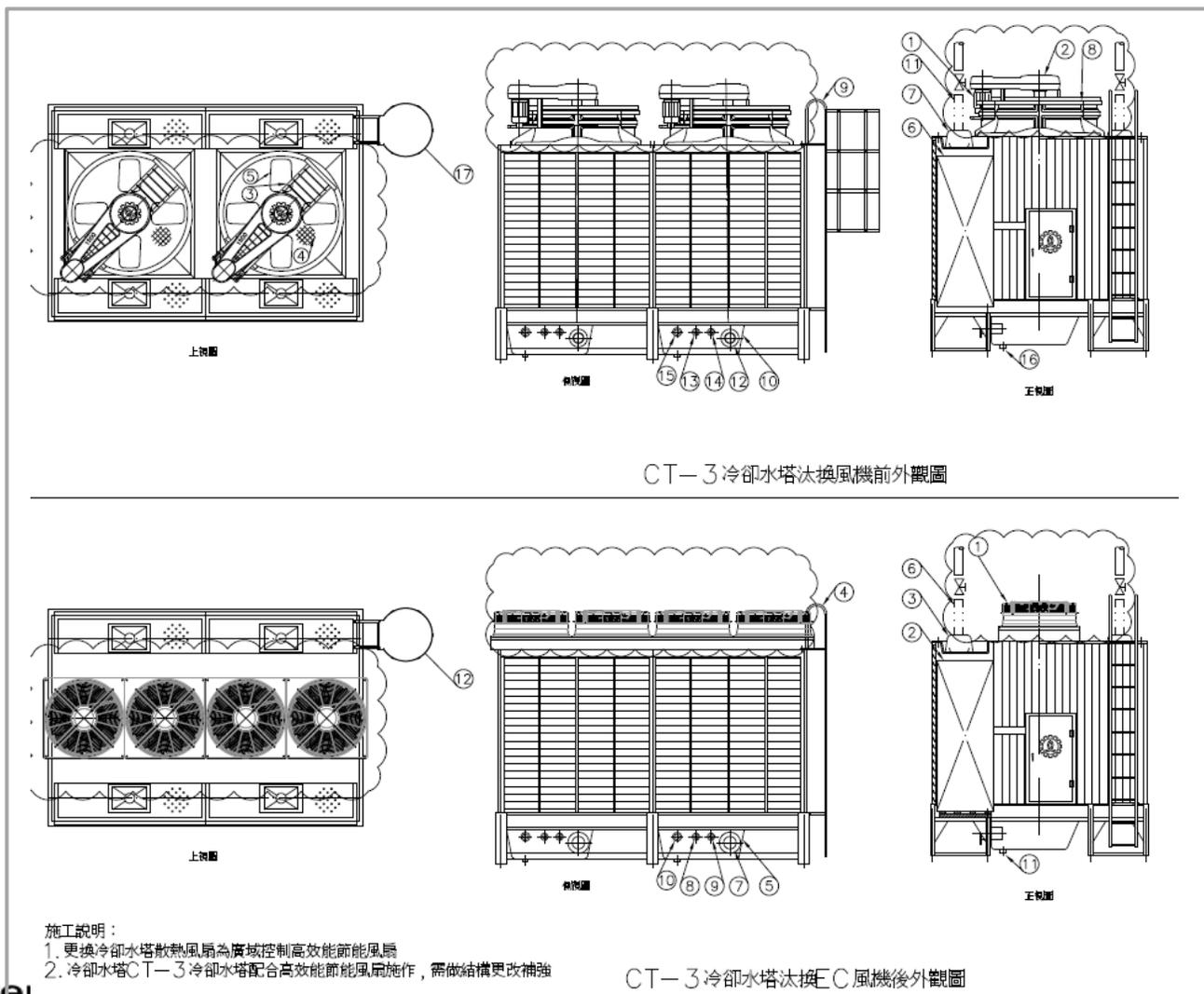
工程名稱：臺中市政府臺灣大道市政大樓空調冷卻水塔空調監控設備汰換及節能風機裝設		測試日期：111年01月27日	
測試單位：王國宗冷凍空調技師事務所		外氣溫度：24.4℃	
測試位置：臺中市政府臺灣大道市政大樓 RF		外氣相對濕度：60.3%	
測試設備編號：CT-3(改善前)		外氣濕球溫度：19.3℃	
項目		單位	設備銘牌資料
冷卻水塔規格	廠牌	—	良機 製造日期：N
	型號	—	LRC-H-150-C2 電壓：380V
	額定散熱能力	kW	150RT*2 電流：8A*2
	額定消耗電力	kW	4.2kW*2
流體種類	—	水	
設備負載率(%)		紀錄數值	
測試項目	物理量	單位	銘牌設計值 / 實際測量值
流量數據	冷卻風量	CMH	112234 (平均風速:5.09m/s) (面積:6.125m ²)
	冷卻水流量	LPM	2796.4
溫度數據	入風溫度	℃	24.4℃
	出風溫度	℃	28.6℃
	冷卻水入水溫度	℃	20.6℃
	冷卻水出水溫度	℃	26.2℃
電力側	運轉電流三相	A	14.130 A
	運轉電壓三相	V	367.41 V
	消耗電力	kW	7.637 kW
	功率因數	%	0.8493
性能分析	散熱能力 1092.535 kW		
備註： 1.依照冷卻水塔設定出廠條件進行測試 2.改善前現場測試可利用末端送風機啟停數量或系統設有旁通閥進行卸載控制 3.請廠商判斷，狀況容許之下，建議請量測 100%運轉狀態 4.廠商量測空調冷卻水塔時，請確認數值正確性、合理性，數據至少為±15%以內。 5.散熱能力(kW)=流量(LPM)×ρ(kg/L×4.186(kJ/kg·℃)×ΔT(℃)×1/60(min/s) C _p ：水比熱=4.186(kJ/kg·℃) ΔT：進出水溫差(℃)			

量測表格(改善後)-運轉 50%

工程名稱：臺中市政府臺灣大道市政大樓空調冷卻水塔空調監控設備汰換及節能風機裝設		測試日期：111年02月22日	
測試單位：王國宗冷凍空調技師事務所		外氣溫度：17.3℃	
測試位置：臺中市政府臺灣大道市政大樓 RF		外氣相對濕度：79.1%	
測試設備編號：CT-3(改善後)-運轉 50%		外氣濕球溫度：15.1℃	
項目		單位	設備銘牌資料
冷卻水塔規格	廠牌	—	良機 製造日期：N
	型號	—	LRC-H-150-C2 電壓：380V
	額定散熱能力	kW	150RT*2 電流：8A*2
	額定消耗電力	kW	4.2kW*2
流體種類	—	水	
設備負載率(%)		紀錄數值	
測試項目	物理量	單位	銘牌設計值 / 實際測量值
流量數據	冷卻風量	CMH	122939 (平均風速:2.55m/s) (面積:13.392m ²)
	冷卻水流量	LPM	2110.9
溫度數據	入風溫度	℃	17.2℃
	出風溫度	℃	21.0℃
	冷卻水入水溫度	℃	18.4℃
	冷卻水出水溫度	℃	26.1℃
電力側	運轉電流三相	A	5.088A
	運轉電壓三相	V	370.97 V
	消耗電力	kW	2.375 kW
	功率因數	%	0.7264
性能分析	散熱能力 1133.98 kW		
備註： 1.依照冷卻水塔設定出廠條件進行測試 2.改善前現場測試可利用末端送風機啟停數量或系統設有旁通閥進行卸載控制 3.請廠商判斷，狀況容許之下，建議請量測 100%運轉狀態 4.廠商量測空調冷卻水塔時，請確認數值正確性、合理性，數據至少為±15%以內。 5.散熱能力(kW)=流量(LPM)×ρ(kg/L×4.186(kJ/kg·℃)×ΔT(℃)×1/60(min/s) C _p ：水比熱=4.186(kJ/kg·℃) ΔT：進出水溫差(℃) 6.運轉百分比依據風車轉速比例作為運轉百分比比例分配。			

3. 空調系統節能案例分析

EC風機實測案例(改善前、後)



	說明	改善後冷卻水流量		說明	改善後冷卻水塔風速
	說明	改善後冷卻水塔風速		說明	改善後冷卻水進出溫度
	說明	改善後冷卻水塔耗電量		說明	
		改善後監控 sensor 比對			改善後 ECF 風車

3. 空調系統節能案例分析

耗能指標參考基準

- 1 水側系統耗能指標低於**0.75kW/RT**
- 2 空氣側系統耗能標低於**0.25kW/RT**
- 3 資料中心能源效率指標(PUE)低於**1.5**
- 4 建置能源管理系統(EMS)

3. 空調系統節能案例分析

耗能指標參考基準

5

壓縮空氣耗能指標低於6.8kW/CMM

6

使用能效一級蒸氣壓縮式冰水主機

THANK YOU

臺中市冷凍空調技師公會

理事長:陳緯中 / 冷凍空調工程技師

連絡電話:**04-23825123 / 0928-527826**