

# 「效能優化與永續綠能： 115年度空調系統運維技術研討」

主講人：程健生  
冷凍空調技師



# 課程大綱

01 空調設備簡介

02 維護保養簡介

03 節能改善方法

04 節能案例分享

# 前言

# 國營事業的核心宗旨與目標

**穩定國家經濟**：配合政府政策，負責穩定民生物價，如 sugar、油脂、石油、燃氣等銷售。

**增加國庫收入**：依企業方式經營，追求盈餘以挹注國庫。

**發展國家資本**：透過公有資金投資經營關鍵領域。

**履行企業社會責任**：推動綠色永續、提供地方睦鄰補助、配合長照或社會住宅用地需求。

「以專業的空調維運，  
支撐國家的穩定發展。」

國營事業是政府穩定社會與經濟的重要工具，兼具

「政策責任」與「企業化經營」雙重特性。



Smart Power,  
Creating Sustainability Together

# 台電使命

以友善環境及合理成本的方式  
提供社會多元發展所需的穩定電力

Excellence

Trustworthiness

A World-Class  
Power Group

## 台電願景

成為卓越且值得信賴的世界級電力事業集團

Integrity



Caring



Service



Growth



## 經營理念

誠信·關懷·服務·成長



# 課程大綱

01 空調設備簡介

02 維護保養簡介

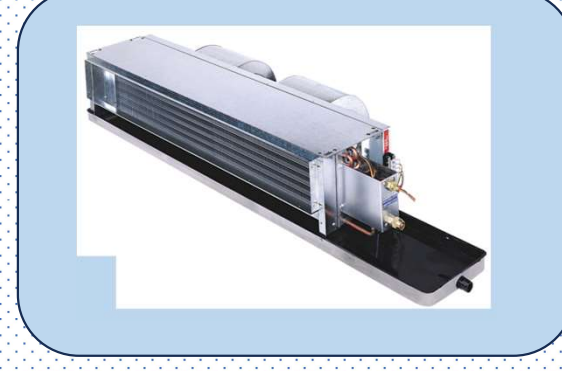
03 節能改善方法

04 節能案例分享

**01 系統核心：空調架構與運作原理**

# 不同系統大小與壓縮機型式說明

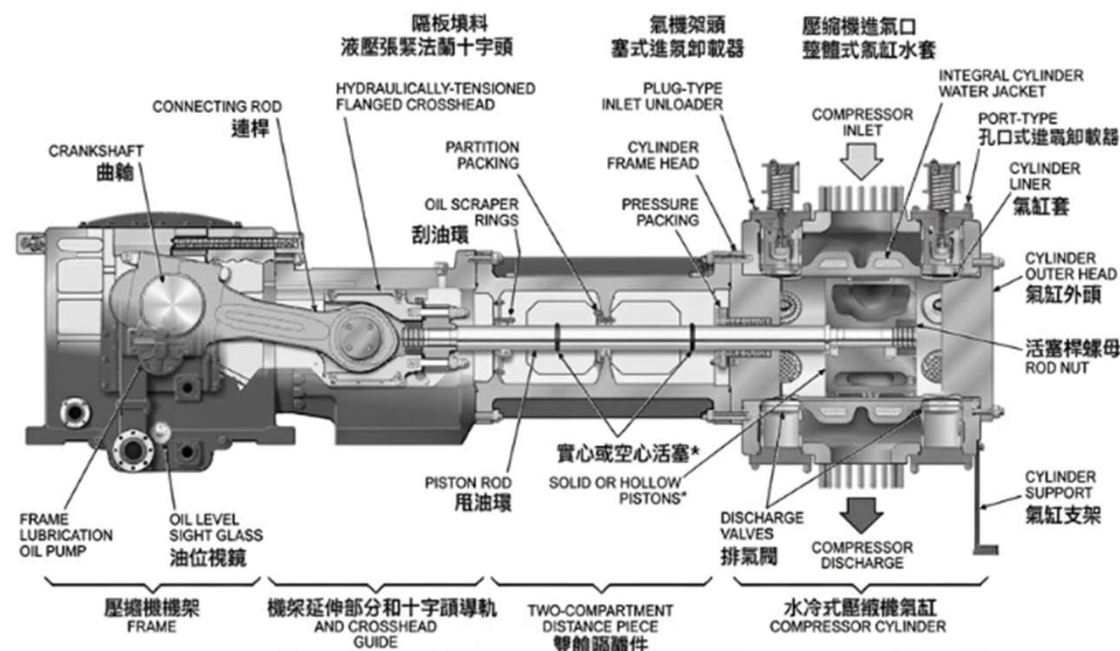
規模	系統種類	壓縮機型式	建議使用場所	冷房能力範圍
小型 (Small)	窗型 / 分離式 (一對一)	迴轉式 (Rotary) 或 渦卷式 (Scroll)	一般住家、小套房、 小型店鋪	1 ~ 10 kW (約 1~4 噸)
中小型 (Mid-Small)	一對多分離式 / 吊隱式	迴轉式 (Rotary) 或 渦卷式 (Scroll)	公寓、透天厝、 一般辦公室	5 ~ 25 kW (約 2~10 噸)
中大型 (Mid-Large)	VRV / VRF 變頻多聯式	高效率渦卷式 (Scroll) (多為變頻式)	豪宅、整層辦公空間、 商務旅館	15 ~ 150 kW (約 5~60 噸)
大型 (Large)	螺桿式冰水機系統	螺桿式 (Screw)	醫院、百貨公司、 飯店、中型工廠	100 ~ 1,500 kW (約 30~500 噸)
極大型 (Extra Large)	離心式冰水機系統	離心式 (Centrifugal)	機場、捷運站、 大型購物中心、晶圓廠	> 1,000 kW (> 300 噸)





往復式壓縮機 ⊕ 通常是往復活塞式，並且是唯一能將氣體壓縮到極高壓力的壓縮機。

### 往復式工藝壓縮機組件



#### 運作原理簡述：

- **吸氣行程：** 活塞向下移動，氣缸內壓力降低，吸氣閥受壓差作用開啟，冷媒蒸氣進入氣缸。
- **壓縮行程：** 活塞向上移動，閥門關閉，氣體體積縮小、壓力升高。
- **排氣行程：** 當壓力高於排氣管路壓力時，排氣閥開啟，高壓冷媒排出。

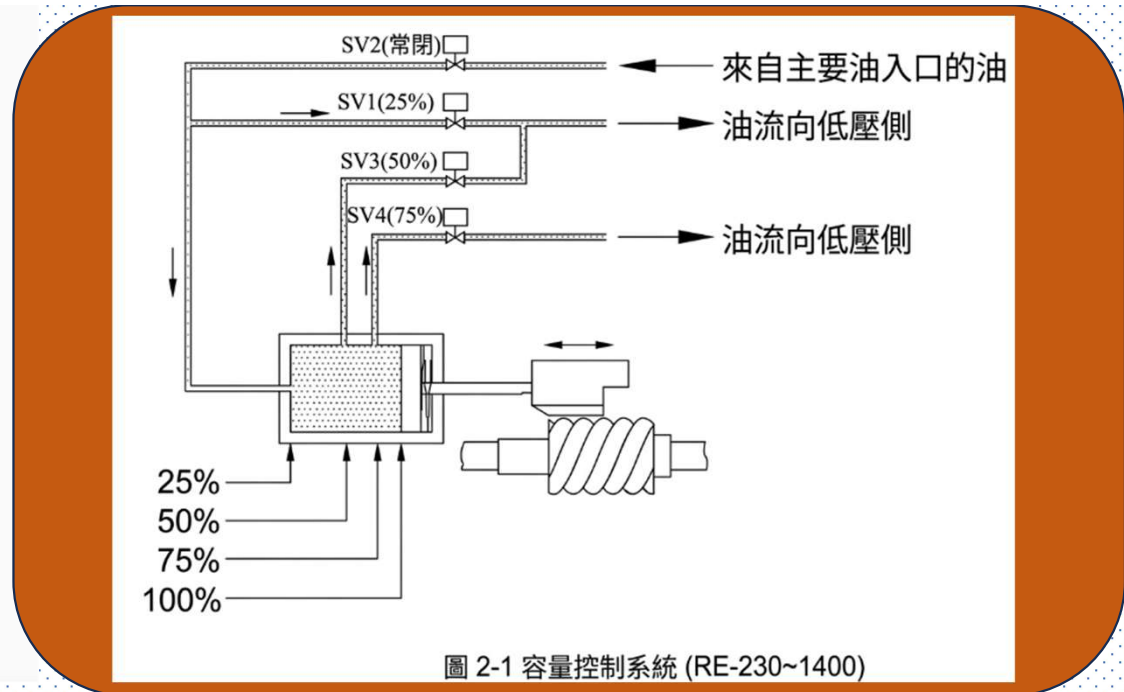


圖 2-1 容量控制系統 (RE-230~1400)

壓縮機內部有一對互相嚙合的螺旋形轉子，  
**吸氣**：當轉子旋轉時，齒間容積逐漸擴大，從蒸發器吸入低壓低溫的氣態冷媒。  
**壓縮**：隨著轉子進一步旋轉，嚙合的齒口將冷媒密封在空間內並向排氣端移動，此時容積不斷縮小，將冷媒壓縮成**高溫高壓**的氣體。

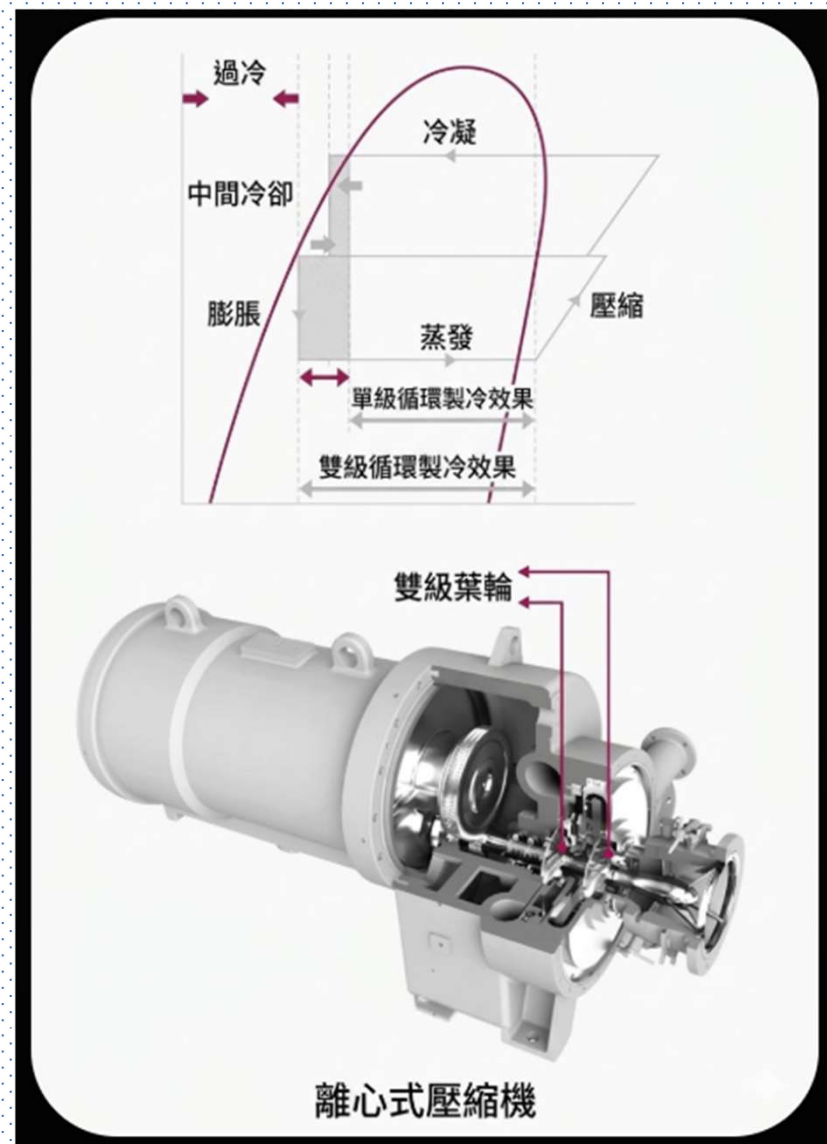
### 螺旋式主機的主要特點

- **無段容量調節**：透過滑閥（Slide Valve）控制轉子的有效壓縮長度，可實現 25%–100% 的無段容量調節，節能效果佳。
- **結構簡單**：相較於往復式壓縮機，螺旋式的零件較少（無進排氣閥片），運轉震動小且噪音較低。
- **高效率**：適合中大型負載需求，運作穩定性極高。



### 主要構造

- **葉輪 (Impeller)**：核心組件，負責傳遞能量給氣體。
- **擴散器 (Diffuser)**：將動能轉換為壓力能的關鍵通道。
- **蝸殼 (Volute)**：收集由擴散器流出的氣體並送往出口。
- **進氣導向葉片 (Inlet Guide Vanes, IGV)**：位於吸氣口，用來調節進入葉輪的氣流量，是節能控制的重要手段。
- **軸承與密封系統**：支撐高速轉子並防止冷媒或氣體洩漏。





TT300  
磁浮壓縮機剖面

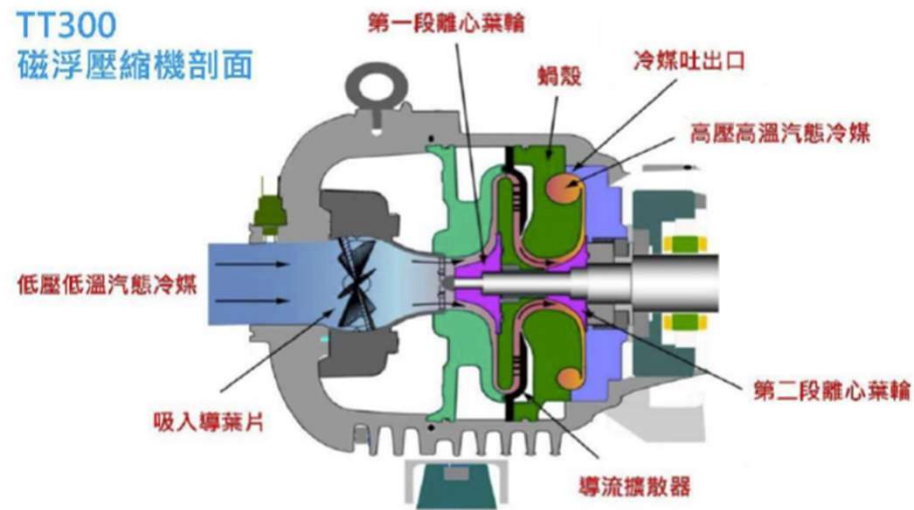


圖1 壓縮機機剖面圖



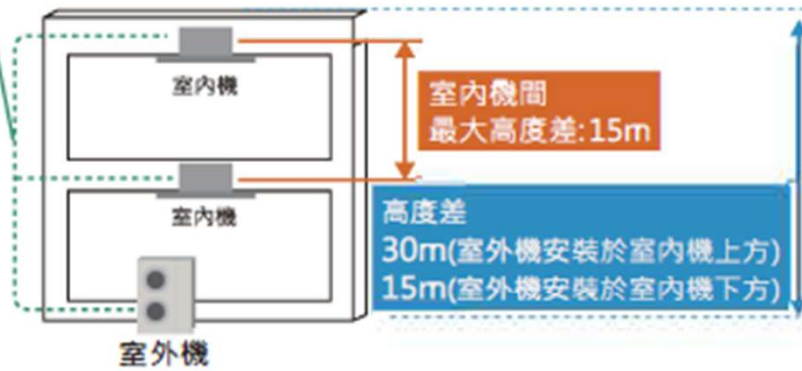
特性	傳統定頻離心機	磁浮離心機
潤滑系統	複雜油路、油泵、加熱器	無 (Oil-Free)
軸承	巴氏合金或滾動軸承	電磁懸浮軸承
傳動方式	增速齒輪箱	馬達直驅 (Direct Drive)
部分負載效率	較差 (仰賴 IGV 調節)	極佳 (變頻調節)
使用壽命	磨損件較多, 需大修	磨損件極少, 壽命長

# 空調概念介紹與分享

多連變頻介紹

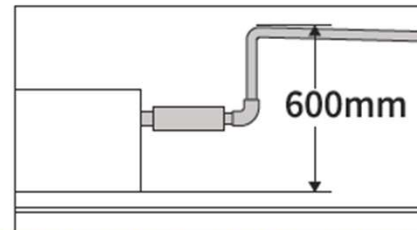
## 配管長度

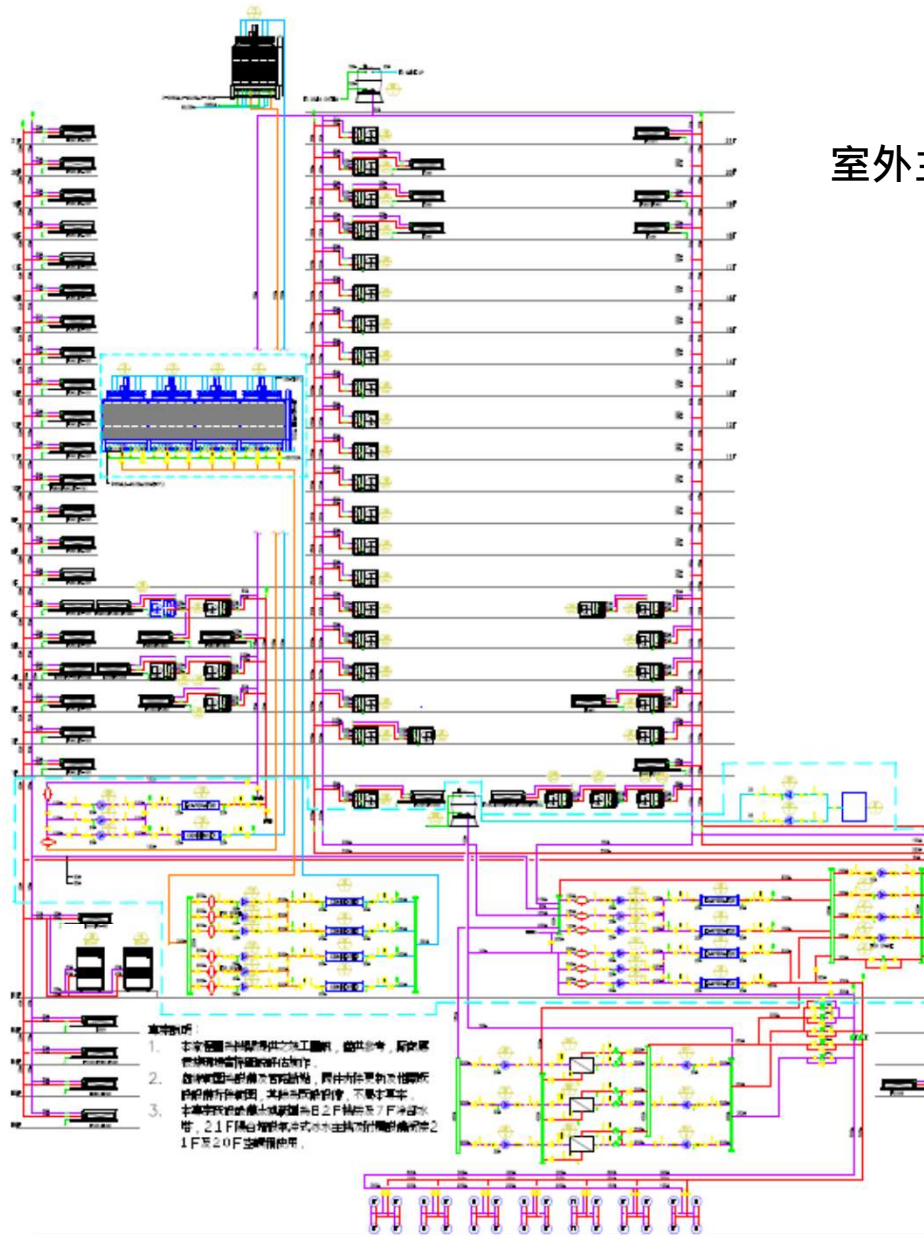
配管總長 100m



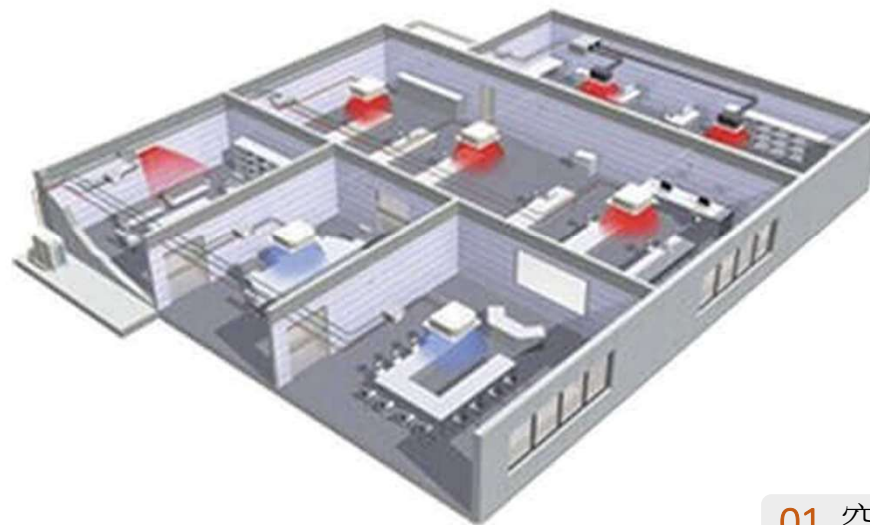
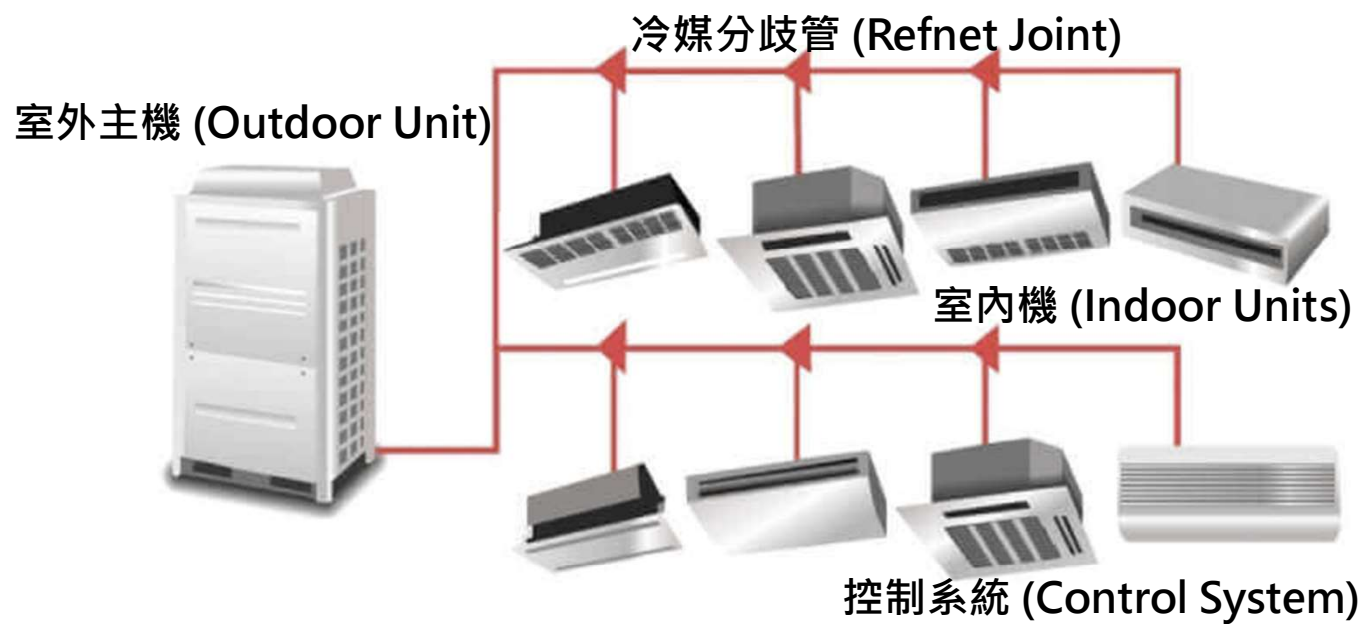
## 安裝使用更彈性

FDUM室內機全系列標配排水泵，  
可將冷凝水抬升600mm，  
排水系統便於安裝隱藏於天花板內。





## Advantages of installing VRV system



# 選型決策心法

類型	環境空間	建置費與設備位置	電力需求	管制措施(能源申報)
窗型或分離式	小空間、各自獨立	窗台或陽台	1 $\phi$ 電力	無
多聯變頻	大樓，常分區使用	屋頂或露臺	3 $\phi$ 電力	無
螺旋冰水主機	大樓，統一使用	地下室或屋頂	3 $\phi$ 電力	主機群合計 ≥1,000RT
永磁螺旋冰水主機	大樓，統一使用	地下室或屋頂	3 $\phi$ 電力	主機群合計 ≥1,000RT
磁浮離心冰水主機	大樓，統一使用	地下室或屋頂	3 $\phi$ 電力	主機群合計 ≥1,000RT



# 課程大綱

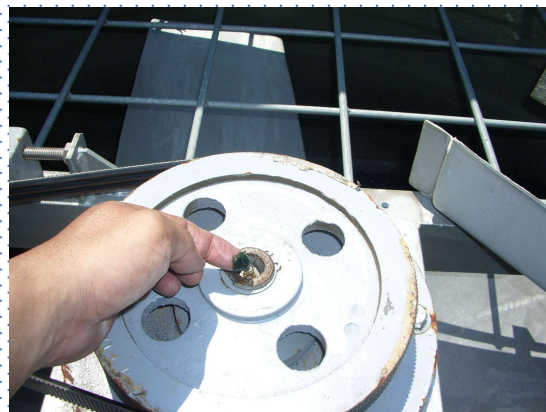
01 空調設備簡介

02 維護保養簡介

03 節能改善方法

04 節能案例分享

**02 守護穩定：高效率維護管理實務**



- 價值維護的三大支柱
1. 確保空調系統高效運行、
  2. 延長使用壽命
  3. 維持室內空氣品質



# 空調大保養標準作業程序 (SOP)



1. 作業前檢查與準備



2. 拆解與清洗作業



3. 電氣系統檢查



4. 冷媒系統與  
機械性能檢查



5. 完工測試與驗收

佑發空調工程服務有限公司

## 水冷式冰水主機大保養的核心作業項目與標準流程核心架構：

階段	作業重點 (核心項目)
1. 準備階段	機組性能初測、工具耗材準備、安全鎖定 (LOTO)
2. 熱交換系統	熱交換效率優化工程 冷凝器炮管物理刷洗、水箱蓋防蝕處理、墊片更換
3. 油系統維護	冷凍油排放/充填、油濾網更換、乾燥過濾器核心更換
4. 電氣安全	壓縮機/馬達絕緣測量 (Megger)、接線端子緊固
5. 系統校正	冷媒探漏、感測器精度校對、保護開關測試
6. 驗收階段	真空抽除(必要時)、油加熱預熱、全系統運轉參數動態校調與紀錄

**第一階段：啟動準備  
(Preparation & Safety)**

重點在於「溝通」與「安全」，展現專業技師對工安的堅持。

聯繫通知：雙方確認作業範圍與時間。

現場確認：掌握系統現況與環境風險。

工安防護與 LOTO：落實上鎖掛牌 (Lockout-Tagout)，確保作業絕對安全。

**「趨近溫度」 ( Approach Temperature )**

是衡量空調或冷卻系統熱交換效率的關鍵指標，指冷卻水出水溫度與理論最低溫度之間的差值。

趨近溫度數值越小，代表系統熱交換效率越高、節能效果越好。

**冷凝器趨近溫度**：冷媒冷凝溫度 - 冷卻水出水溫度。

**節能效益**：當趨近溫度每升高 1°C，冰水主機的耗電量通常會增加約 1.5% 至 3%。

**第二階段：精準維護  
(Precision Maintenance)**

核心技術展現，強調「清潔、檢點、強化」

熱交換強化：主機與熱交換器深度清潔 (如銅管刷洗)。

電氣系統檢點：控制盤與馬達電性測試、緊固。

機械性能優化：軸承潤滑、過濾網更換與各組件校正。

**第三階段：效能驗證  
(Performance Verification)**

重點「數據」與「復原」，給最安心的保證。

運轉測試：系統啟動進行全負載/部分負載測試。

參數診斷：記錄趨近溫度、溫差、電流等數據並進行診斷。

完工交付：環境復原，撰寫專業維護報告。



冷凝壓力	751 kPa
冷凝器飽和溫度	33.5 °C
冷凝器端溫差	4.5 °C
冷凝器進水溫度	27.0 °C
冷凝器出水溫度	29.0 °C
冷凝器水流開關	ON
冷卻塔風機組1	OFF
冷卻塔風機組2	OFF
冷卻側水泵	ON

冰水主機冷凝器的趨近溫度

### 冷凝器熱交換管的傳熱效能

在水冷式冰水主機中，趨近溫度是指

$$\text{趨近溫度} = \text{冷媒飽和冷凝溫度} - \text{冷凝器離開水溫}$$

如果趨近溫度異常升高（例如超過 3 °C），通常代表銅管內壁有水垢或雜質積聚，阻礙了熱傳導。

蒸發器進水溫度	8.9 °C
蒸發器出水溫度	7.3 °C
冷凝器進水溫度	27.0 °C
冷凝器出水溫度	29.0 °C


趨近溫度每升高 1 °C，主機的壓縮機耗電量大約會增加 2% 至 3%。

**正常範圍：** 對於設計良好的新主機，趨近溫度通常在 0.5 °C 至 2 °C 之間。

**節能診斷：** 透過監測趨近溫度，可以得知何時該進行化學清洗或機械刷洗銅管，避免電力浪費。

# 👉 大保養效益

## 1. 降低設備耗電成本



智慧能源管理、优化效率

Lightbulb icon with a green arrow pointing down and a percentage sign, symbolizing energy cost reduction.

## 2. 預防突發停機風險



成備監控

條件監控  
早期故障檢測

Shield icon with a checkmark and a warning sign with a gear, symbolizing risk prevention and early detection.

## 3. 延長主機使用年限



延年

1年 2年 3年 10年

正常維持，組件長壽命

Icon of a gear and a calendar, symbolizing maintenance and longevity.

## 4. 提升空調系統穩定性



一致溫度，性能可靠性

Thermometer icon and a graph showing a stable temperature wave, symbolizing system stability.



# 課程大綱

01 空調設備簡介

02 維護保養簡介

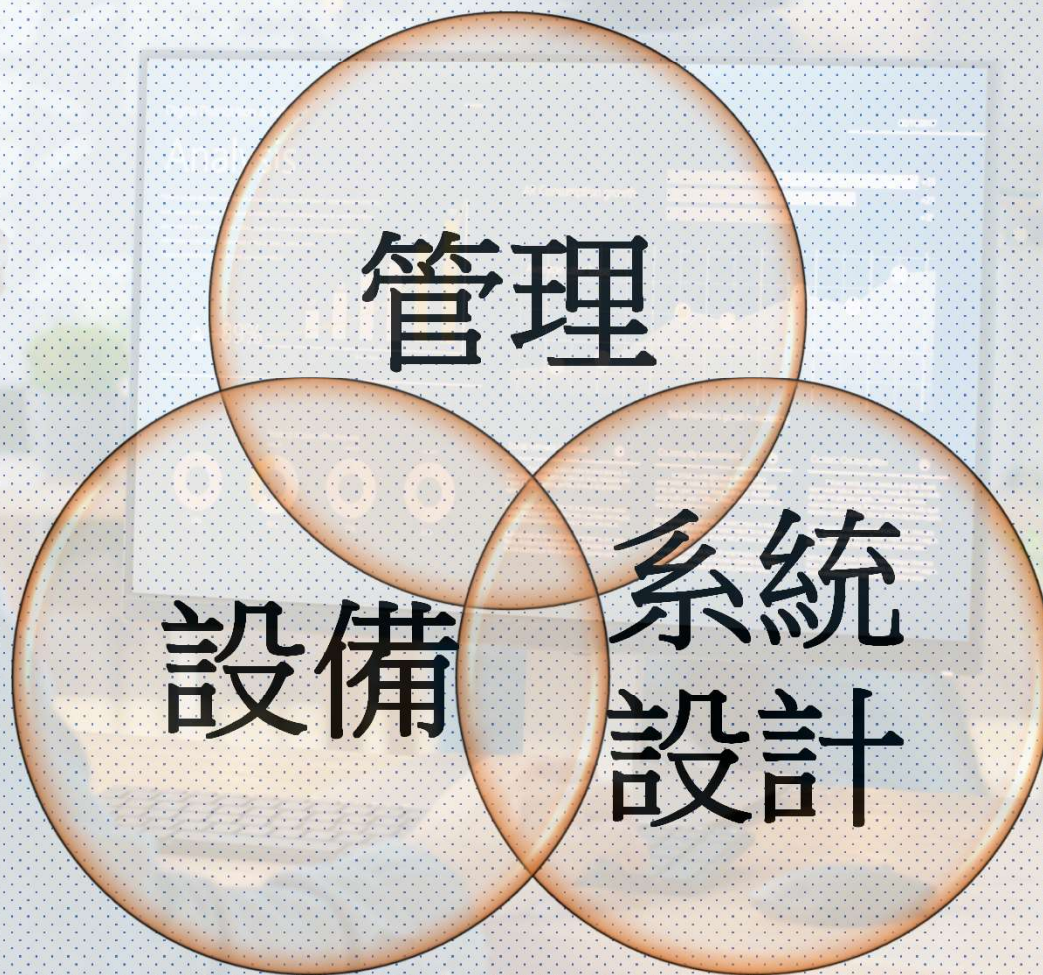
**03 節能改善方法**

04 節能案例分享

**03 極致節能：優化策略與診斷技術**

# 永續綠能空調系統 節能改善策略

## 全面優化



核心目標：確保既有設備發揮最大效能，減少人為浪費。

管理面  
(Management)  
---數據驅動與  
日常維護

### EMS

#### 能源管理統導入：

即時監測各項設備耗電量  
( kWh ) 與效率指標  
( kW/RT ) 。

透過數據分析找出能耗異常點，設定需量控制避免超約罰款。

#### 環境參數優化：

夏季辦公室溫度設定於  
26°C-28°C，並配合風扇  
循環。

精準排程：根據人員活動  
時段與空間使用率，彈性  
調整空調啟停時間。

#### 預防性維護計畫：

定期清洗：冷卻水塔散熱  
材與室內機濾網，維持熱  
交換效率。

管路除垢：冰水主機冷凝  
器自動清洗裝置 ( Ball  
Cleaning )，防止結垢導  
致主機功耗上升。

核心目標：提升熱交換轉換率，降低基礎能耗 ( Base Load )

設備面  
(Equipment)  
---汰弱留強與  
硬體升級

高效率離心式/  
螺桿式主機：

汰換老舊主機，選用具備一級能效、全載  $\text{COP} > 6.0$  的高能效變頻設備。

全面變頻化 (VFD)：

冰水泵/冷卻水泵：安裝變頻器，依據溫差動態調整轉速。

冷卻水塔風扇：根據冷卻水溫回饋調整轉速，而非僅有啟停控制。

全熱交換器 (ERV) 應用：

回收排氣中的冷能 (Sensible & Latent Heat)，減輕外氣引入導致的熱負荷負擔。

核心目標：降低輸送過程損失，實現「按需分配」。

系統設計面  
(System Design)

--- 結構優化與  
智慧平衡

變水流量 (VPV)

系統設計：

- 採用二向閥控制，透過壓差平衡與變頻泵配合，降低輸送動力消耗。

變風量 (VAV)

系統優化：

- 依空間實際二氧化碳濃度或溫度負荷，自動調節風量避免無人區過度供冷

外氣直接冷卻  
(Free Cooling)：

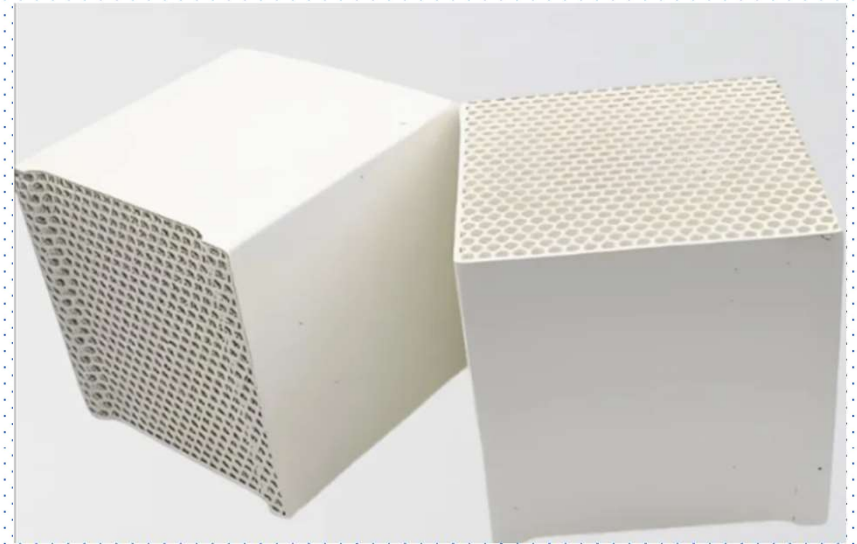
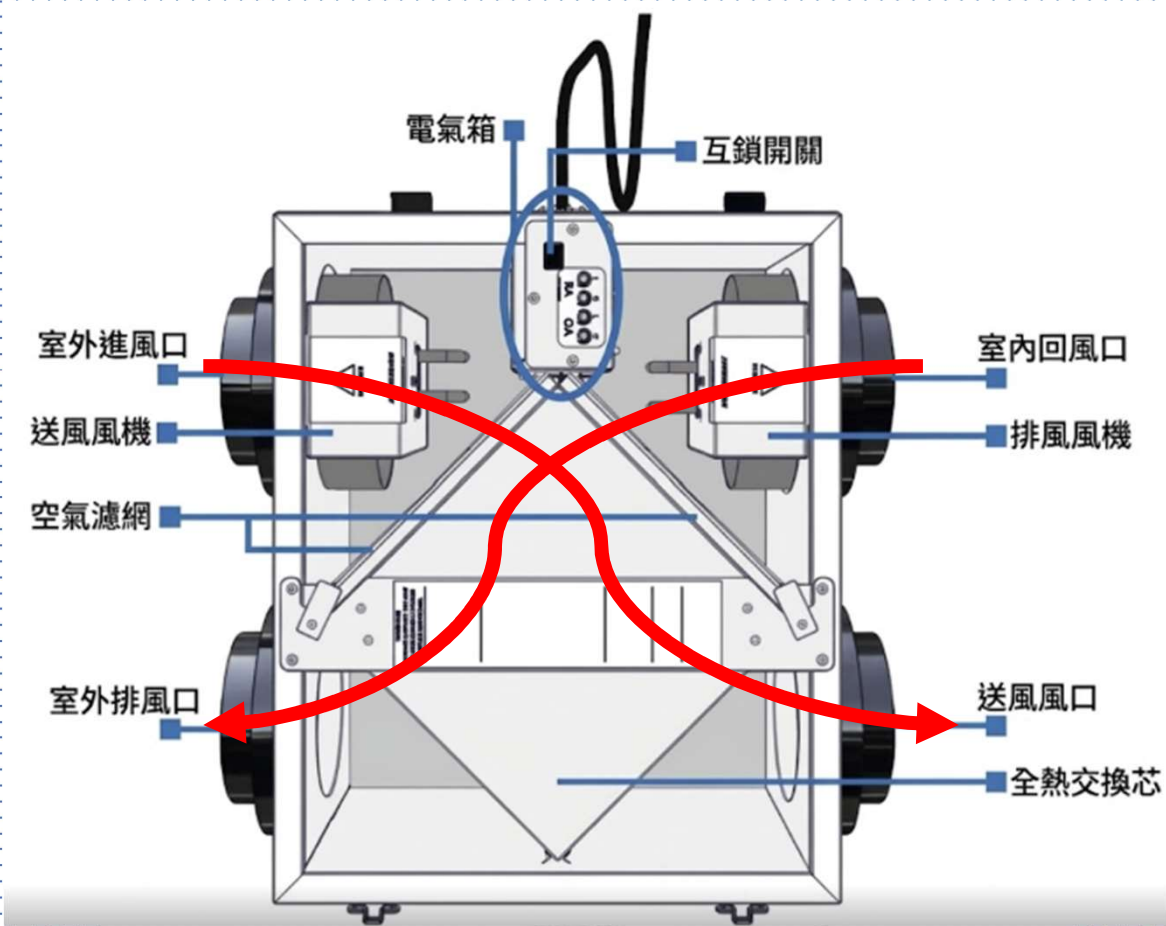
- 在過渡季節（春、秋）或夜間低溫時，直接引進外氣進行降溫，減少主機運轉時數

管路隔熱與氣密工程：

- 加強冷媒管與冰水管隔熱，減少輸送損耗；優化建築氣密，降低冷熱空氣滲透。

## 濾網清洗的四大核心重要性：

<b>1. 提升室內空氣品質 (IAQ)</b>	<p>濾網的首要功能是攔截空氣中的粉塵、過敏原與懸浮微粒 (PM2.5)。</p> <p><b>防止二次污染：</b> 長期不清洗的濾網會堆積大量灰塵與有機物，在台灣潮濕的氣候下，容易成為細菌、黴菌與塵蟎的滋生溫床，隨風管散布至室內。</p> <p><b>健康影響：</b> 清潔的濾網能有效降低呼吸道疾病、過敏反應及「病態建築症候群 (SBS)」的發生率。</p>
<b>2. 優化能源效率與節能 (Energy Efficiency)</b>	<p>這對營運成本有最直接的影響。濾網堵塞會增加系統的<b>阻力 (Pressure Drop)</b>。</p> <p><b>降低風機負載：</b> 濾網積塵過多，風機必須提高轉速或消耗更多電力才能維持設計風量。</p> <p><b>提升熱交換效率：</b> 若濾網失效導致灰塵進入後端的蒸發器 (冷盤管)，會形成一層隔熱層，降低熱交換效率，使壓縮機運轉時間拉長。</p> <p><b>數據參考：</b> 根據研究，髒污的濾網可能導致冷氣耗電量增加 <b>5% 至 15%</b>。</p>
<b>3. 延長設備使用壽命 (Equipment Longevity)</b>	<p>濾網是保護精密空調組件的第一道防線。</p> <p><b>防止盤管結霜：</b> 濾網堵塞導致風量不足，蒸發器內的冷媒無法充分吸熱，可能導致盤管結霜，甚至引起冷媒液擊 (Liquid Slugging) 損壞壓縮機。</p> <p><b>減少零件磨損：</b> 清潔的濾網能防止微塵進入馬達與軸承，降低機械磨損與噪音。</p> <p><b>保護電子元件：</b> 對於精密機房 (如 UPS 室或機房) 而言，乾淨的濾網能防止灰塵附著在電路板上，避免因靜電或短路導致設備故障。</p>
<b>4. 降低維護與清洗成本 預防性維護：</b>	<p>定期清洗或更換濾網成本，遠低於清洗後端盤管 (Coil Cleaning) 或維修壓縮機費用。</p> <p><b>避免溢水問題：</b> 灰塵若穿透濾網掉落至集水盤，容易堵塞排水孔，造成冷氣漏水或天花板毀損。</p>



全熱交換芯（**蜂巢式結構**）的特點：  
**材質：**  
 具有良好的透濕性與隔絕空氣混合的能力。  
**運作原理：**  
 兩股氣流（室外新風與室內排風）在這些微小的蜂巢通道中**交錯流過，但不直接混合**。**熱量與水分**會透過薄膜通道進行傳導，從而達到節能效果。



# 課程大綱

01 空調設備簡介

02 維護保養簡介

03 節能改善方法

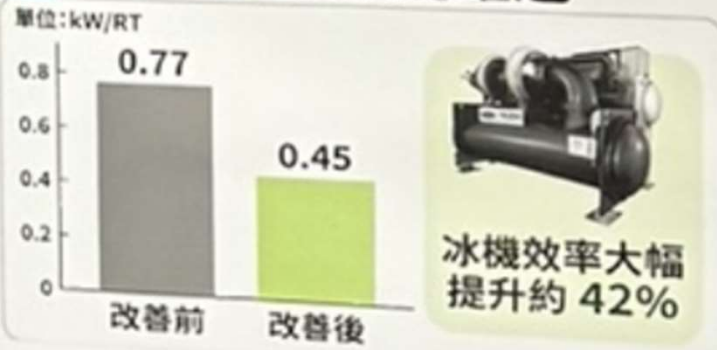
**04 節能案例分享**

**04 實戰見證：卓越案例與數據解析**

# 整體節能績效 超標達成!

整體節能率: **41.56%**  
(高於合約約定之37.2%)

## 1 冰水主機效能躍進



## 2 年度能源指標顯著下降



## 3 社會責任與減碳成果

限公司

抗節能無憂  
您打造高效未來

金寶級用電大戶進行節能改善與淨零研

商服務補助結核補助  
5500萬

臺北市政府產業發展局  
5500萬

特色福利

火 田 路  
Extinguisher



## 佑發空調工程服務有限公司



## 佑發空調工程服務有限公司

我們將自己定位為「能源服務業」的專業先鋒，我們不只修補設備與工程運作，更致力於能源效率的極大化。我們秉持著「Once a customer, a friend forever」的精神，將每一位客戶視為終身好友，提供最貼心的專業守護。

### 聯絡資訊

☎ 02-89215770  
✉ kentcheng620@yoshg.com  
📍 新北市中和區安平路81號1樓

### 專業技術

- 中央空調維修及保養
- 空調專業駐地服務
- 空調節能改善工程規劃及施工
- AI水冷機房建置規劃及施工
- BSL實驗室空調系統建置

### 專業證照

- 冷凍空調工程技師
- 電機工程技師
- PMP國際專案管理師
- 公共工程品質管理工程師
- 職業安全衛生管理師
- 甲級空調技術士
- 乙級空調技術士

### 節能專案實績

- 臺北國山大飯店
- 國立臺灣大學資訊工程學系-德田館
- 新北市林口區公所
- 臺北醫學大學-醫學綜合大樓
- 臺北醫學大學-教學研究大樓
- 臺北醫學大學-實驗動物中心
- 遠碁集團-群分公司
- 禮仁通商大樓管理委員會
- 三晉大樓管理委員會

### 公司證照

- 甲級空調承裝業
- 甲級電器承裝業
- 甲級自來水管承裝業

### 節能證照

- 節能診斷工程師  
Energy Diagnostic Engineer
- 節能績效量測與驗證工程師  
Measurement and Verification Engineer
- 經濟部商業發展署-節能績效量測驗證專家團隊-委員  
Member of the M&V Expert Team, Administration of Commerce, MOEA



## 專業領航節能無憂 共同與您打造高效未來

政府持續投入補助金費鼓勵用電大戶進行節能改善與淨零碳排

<p><b>ESCO節能績效保證專案</b> \$500萬/集團1500萬</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 一級能效設備</li> <li>• 空調系統效率提升</li> <li>• 建置能源管理系统</li> </ul>	<p><b>商業服務業節能設備補助</b> \$500萬</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 一級能效設備</li> <li>• 風機系統效率改善</li> <li>• 建置能源管理系统</li> </ul>	<p><b>臺北市政府產業發展局</b> \$300萬</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 一級能效設備</li> <li>• 空調系統效率改善</li> <li>• 水機組變頻控制系統最佳化</li> </ul>
--	---	--

### 智慧投資，預約綠色獲利

現在投入一點點改善成本，就能大幅降低未來的營運能源負擔。透過專業的節能規劃與設備汰換，我們協助您將固定支出轉化為長期的省錢動能。搭配各項政府補助專案，能有效壓縮投資週期，讓您的改善工程「省得有處，快速回本」，實現經濟與ESG的雙贏。



節能診斷專家/空調工程技師  
0930-853-251



→ 本部新聞

2026-03-30 11:15 能源署

## 北醫大榮獲節能標竿金獎 智慧校園節電逾180萬度成亮點

點閱數：152



響應全球淨零轉型浪潮，經濟部能源署3月27日舉辦「115年節能標竿觀摩研討會」，邀請節能標竿獎金獎得主—臺北醫學大學，分享打造全場域智慧節能校園的轉型歷程，吸引逾百位產學界人士熱烈參與。

能源署今（30）日表示，「深度節能行動計畫」自113年啟動至今成效顯著，持續帶動產業升級轉型。截至114年，累計節電量已突破108.9億度，相當於全臺262萬戶家庭年用電量。為進一步推動各界投入，能源署啟動跨部會合作機制，組成節能輔導團隊，建立系統化的節能改善模式，並引進能源技術服務業（ESCO）參與節能輔導，協助企業有效落實節能措施。

榮獲節能標竿金獎的臺北醫學大學於會中分享實務經驗，包括建置能源管理系統，整合空調、高效冰水主機、智慧水電、電梯電力回生、太陽能發電與雨水再利用等措施，成功取得ISO 14064-1與ISO 50001雙認證。校方亦推動「綠色實驗室」專案，將能源永續策略深化至實驗室，展現邁向淨零排放的決心與執行力。相較於基準年，校園年用電量減少逾180萬，不僅減少851公噸的二氧化碳排放，能源總節約量更達154公噸油當量，成效斐然。

相關圖片



(1) 改善前狀況說明：

現場設有3台冰水主機，分別為定頻離心式主機850RTx2台與定頻離心式主機600RTx1台，其主機設備使用年限已屆齡，能源效率已明顯低落，故進行汰舊換新改善，期提升能源使用效率。

冰水主機開機模式為全年常開啟一台850RT冰水主機，夏季時則多啟用1台600RT，使600RT與850RT同時運轉，提供冰水給學校內部空調使用。

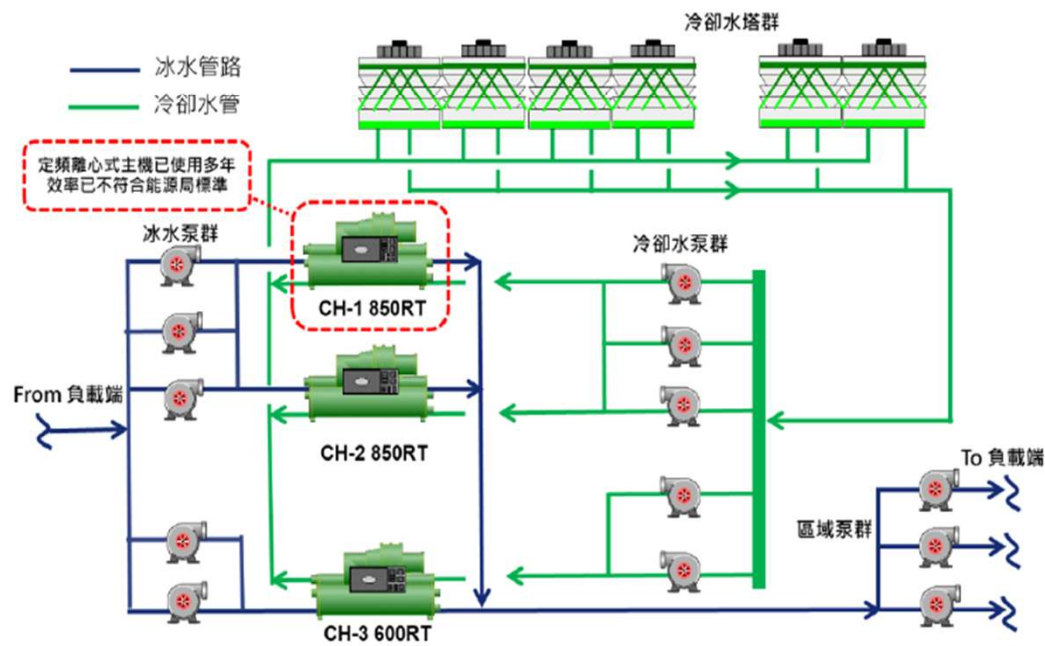


圖1 空調系統配置圖改善前

D.能源流向：空調(60%)+照明(20%)+動力(15%)+插座(5%)

表2 能源流向分佈

能源分類	占比(%)	使用電量(度)
整體耗電	100%	16,816,800
空調	60%	10,090,080
照明	20%	3,363,360
動力	15%	2,522,520
插座	5%	840,840

表3 主要公用設備規格

設備名稱	型號	廠牌	設備容量		現有數量 (台)
			容量	單位	
冰水主機	CH1~2	YORK	850	RT	2
冰水主機	CH3	YORK	600	RT	1
冰水泵浦	CHP1~3	PACO	30	HP	3
冰水泵浦	CHP4~5	PACO	25	HP	2
冷卻水泵浦	CWP1~3	PACO	100	HP	3
冷卻水泵浦	CWP4~5	PACO	60	HP	2
區域泵浦	ZP1~3	PACO	75	HP	3
冷卻水塔	CT1	良機	2,000	RT	1

## (2) 改善措施之結果：

經過規劃後，預計汰換一台850RT 定頻離心式冰水主機，更新為 800 RT 陶瓷軸承變頻離心主機，符合能源局一級能效 (COP>7.1) 之變頻陶瓷軸承離心式冰水主機，並採用環保冷媒 R-1233zd。經檢討過往最大噸數需求，將850RT 冰水主機下修至800RT 冰水主機，有效減少不必要的耗電。

冷媒選用環保冷媒 **R-1233zd** 冷媒，低可燃性與低毒性的冷媒，安全係數為 A1 等級，且 GWP 值（全球變暖潛勢）值趨近為 1，符合 ESG 永續經營的理念，兼具節能與環保，運行上可大幅減少二氧化碳的產生。

### 表 4 改善前後設備規格比較

設備名稱	規格	冷媒	GWP (全球暖化趨勢)	容量
				RT
原冰水主機	定頻離心機	R-134a	1,430	850
新冰水主機	變頻陶瓷軸承離心	R-1233zd	1	800

改善地點	改善措施	改善前狀況說明 (設備型式及數量)	改善後狀況說明 (設備型式及數量)
台北醫學大學	優先項目：能源效率 分級標示 1 級之蒸氣 壓縮式冰水機組	改善標的(拆除/汰換) 850RT 定頻冰水主機*1台  既有標的(不更動) 850RT 定頻冰水主機*1台 600RT 定頻冰水主機*1台	改善後新設標的(新) 800RT 變頻陶瓷軸承離心式 冰水主機*1台  既有標的(不更動) 850RT 定頻冰水主機*1台 600RT 定頻冰水主機*1台

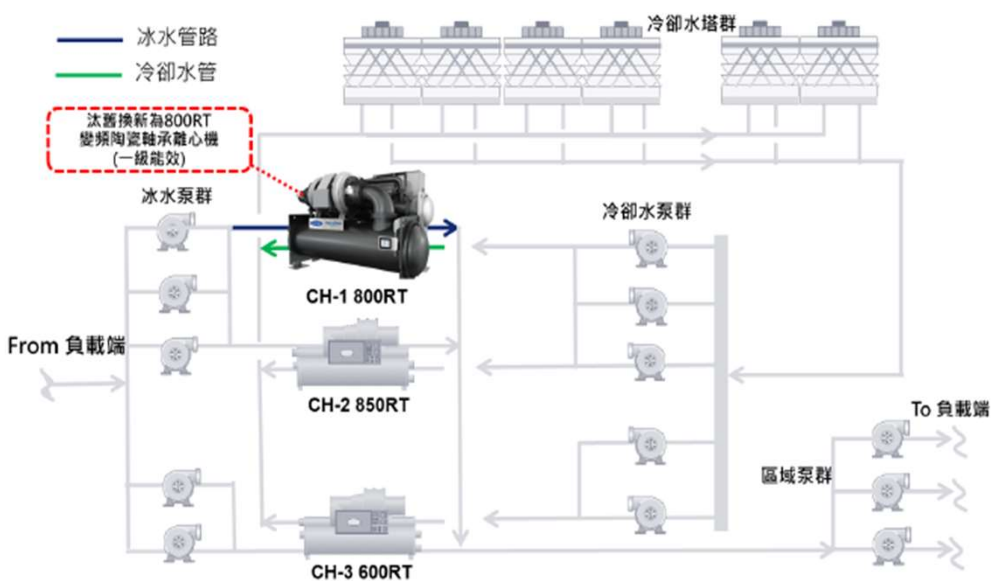


圖3 空調系統配置圖改善後

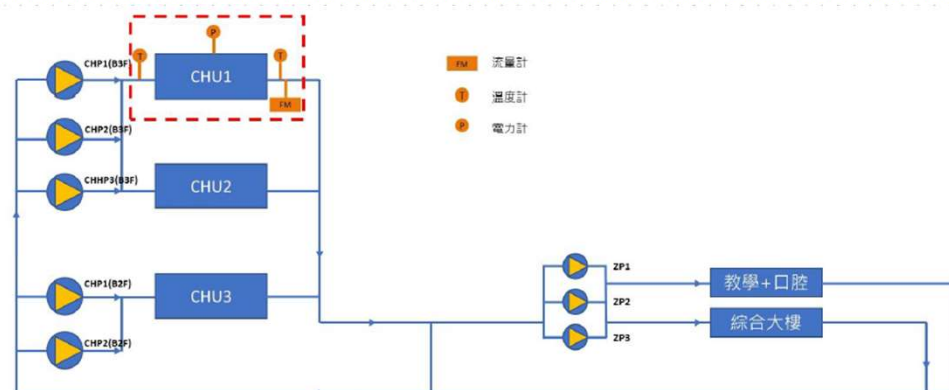


圖3 改善前、後各參數之量測位置示意圖

#### (4) 節能量計算說明

節能量(kWh) = 改善前能源耗用量(kWh) - 改善後能源耗用量(kWh)

#### (5) 計算公式

$$\text{節能率(\%)} = \frac{\text{改善前能源耗用量(kWh)} - \text{改善後能源耗用量(kWh)}}{\text{改善前能源耗用量(kWh)}}$$

$$\text{改善前能源耗用量(kWh)} = \text{約定年需求冷凍噸數(RTh)} \times \text{改善前主機效率} \left( \frac{\text{kW}}{\text{RT}} \right)$$

$$\text{改善前主機效率} \left( \frac{\text{kW}}{\text{RT}} \right) = \frac{\sum \text{冰水主機(kW)}}{\text{冷凍能力(RT)}}$$

$$\text{改善後能源耗用量(kWh)} = \text{約定年需求冷凍噸數(RTh)} \times \text{改善後主機效率} \left( \frac{\text{kW}}{\text{RT}} \right)$$

$$\text{改善後主機效率} \left( \frac{\text{kW}}{\text{RT}} \right) = \frac{\sum \text{冰水主機(kW)}}{\text{冷凍能力(RT)}}$$

其中冷凍能力如下計算：

$$\text{冷凍能力(RT)} = \frac{\text{流量(LPM)} \times (\text{進水溫度} - \text{出水溫度})^{\circ}\text{C} \times 1 \frac{\text{kg}}{\text{L}} \times 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{h}}}{3,024 \frac{\text{kcal}}{\text{RT}}}$$

(1)改善前主機量測數據：

日期	冰水流量(LPM)	冰水回水(°C)	冰水出水(°C)	冰水溫差(°C)	製冷能力(kW)	製冷能力(RT)	冰機用電量(kW)
2024/5/7	7,212.65	14.01	10.27	3.74	1,882.61	535.44	397.26
2024/5/8	7,214.00	13.95	10.34	3.61	1,815.07	516.23	384.62
2024/5/9	7,214.89	13.25	10.30	2.95	1,482.95	421.77	304.50
2024/5/10	7,213.14	13.68	10.33	3.35	1,686.93	479.79	360.01
2024/5/11	7,211.85	13.62	10.37	3.25	1,632.93	464.43	360.54
2024/5/12	7,213.86	13.38	10.35	3.03	1,525.83	433.97	343.44
2024/5/13	7,210.46	13.14	10.36	2.78	1,396.41	397.16	288.19
2024/5/14	7,212.26	13.25	10.40	2.85	1,433.68	407.76	301.96
2024/5/15	7,215.65	13.19	10.35	2.85	1,432.78	407.50	302.25
2024/5/16	7,212.29	13.11	10.31	2.80	1,407.12	400.20	296.43
2024/5/17	7,212.34	13.64	10.34	3.30	1,658.06	471.58	360.21
2024/5/18	7,213.44	13.83	10.37	3.46	1,741.39	495.28	385.47
2024/5/19	7,211.85	13.71	10.39	3.32	1,669.60	474.86	378.35
2024/5/20	7,211.43	14.47	10.42	4.05	2,039.29	580.00	451.12
2024/5/21	7,212.54	14.85	10.74	4.11	2,068.65	588.35	461.26
2024/5/22	7,213.15	14.45	10.52	3.93	1,978.87	562.82	445.73
2024/5/23	7,211.41	14.61	10.57	4.03	2,029.45	577.21	455.96
2024/5/24	7,215.21	14.69	10.63	4.07	2,047.16	582.24	461.98
2024/5/25	7,213.42	15.10	11.02	4.08	2,055.04	584.48	468.97
2024/5/27	7,212.92	16.39	12.16	4.23	2,129.52	605.67	472.68
2024/5/28	7,212.06	14.10	10.39	3.70	1,863.94	530.13	395.88
日期	冰水流量(LPM)	冰水回水(°C)	冰水出水(°C)	冰水溫差(°C)	製冷能力(kW)	製冷能力(RT)	冰機用電量(kW)
2024/5/29	7,212.83	13.75	10.36	3.39	1,706.27	485.29	361.43
2024/5/30	7,211.37	15.15	11.01	4.15	2,086.28	593.37	461.92
2024/5/31	7,214.63	15.53	11.39	4.14	2,084.51	592.86	464.06
2024/6/1	7,214.97	15.04	11.00	4.04	2,032.42	578.05	454.61
2024/6/2	7,214.31	13.97	10.76	3.21	1,615.09	459.35	353.15
2024/6/3	7,212.16	13.47	10.34	3.14	1,577.49	448.66	329.38
2024/6/4	7,212.57	13.74	10.37	3.37	1,694.70	482.00	364.13
2024/6/5	7,214.20	14.08	10.38	3.69	1,859.41	528.84	398.53
2024/6/6	7,213.47	14.15	10.44	3.71	1,868.18	531.34	401.66
2024/6/7	7,215.21	14.32	10.38	3.94	1,984.77	564.50	433.81
2024/6/8	7,213.53	14.20	10.48	3.72	1,874.14	533.03	417.92
2024/6/9	7,212.87	15.56	11.55	4.01	2,018.11	573.98	445.28
2024/6/10	7,212.52	14.81	10.84	3.97	1,998.36	568.36	444.39
2024/6/11	7,211.43	17.08	12.63	4.44	2,235.92	635.93	479.85
平均	7,213.14	14.19	10.59	3.60	1,813.71	515.84	396.60

$$\text{改善前冰水主機效率(kW/RT)} = \frac{\text{冰水主機耗電量(kWh)}}{\text{冰水主機製冷量(RTh)}}$$

日期	冰水主機耗電量(kWh)	冰水主機製冷量(RTh)	冰水主機效率(kW/RT)
2024/5/7	3,211.17	4,328.14	0.74
2024/5/8	4,967.97	6,667.99	0.75
2024/5/9	3,730.17	5,166.71	0.72
2024/5/10	4,686.18	6,245.22	0.75
2024/5/11	4,687.02	6,037.56	0.78
2024/5/12	4,510.50	5,699.43	0.79
2024/5/13	2,166.25	2,985.32	0.73
2024/5/14	2,923.95	3,948.46	0.74
2024/5/15	3,682.38	4,964.74	0.74
2024/5/16	3,399.07	4,589.01	0.74
2024/5/17	4,664.75	6,106.91	0.76
2024/5/18	5,017.55	6,446.85	0.78
2024/5/19	4,924.92	6,181.08	0.80
2024/5/20	6,060.07	7,791.36	0.78
2024/5/21	6,273.17	8,001.61	0.78
2024/5/22	5,824.18	7,354.14	0.79
2024/5/23	5,190.38	6,570.52	0.79
2024/5/24	5,982.65	7,540.01	0.79
2024/5/25	6,065.30	7,559.31	0.80
2024/5/27	4,908.02	6,288.83	0.78
2024/5/28	5,331.20	7,139.09	0.75
2024/5/29	4,837.08	6,494.75	0.74
2024/5/30	6,382.23	8,198.36	0.78
2024/5/31	6,527.80	8,339.62	0.78
2024/6/1	5,917.47	7,524.29	0.79
2024/6/2	3,378.47	4,394.48	0.77
2024/6/3	4,062.35	5,533.48	0.73
2024/6/4	4,588.00	6,073.16	0.76
2024/6/5	5,068.00	6,725.10	0.75
2024/6/6	5,060.97	6,694.86	0.76
2024/6/7	5,610.67	7,300.84	0.77
2024/6/8	5,272.82	6,725.07	0.78
2024/6/9	3,072.45	3,960.45	0.78
2024/6/10	4,999.37	6,394.07	0.78
2024/6/11	679.78	900.90	0.75
平均	163,664.31	212,871.72	0.77

$$\text{改善後冰水主機效率(kW/RT)} = \frac{\text{冰水主機耗電量(kWh)}}{\text{冰水主機製冷量(RTh)}}$$

日期	冰機用電量(kWh)	製冷能力(RTh)	效率(kW/RT)
10/9	2,604	6,758	0.39
10/10	288	727	0.40
10/11	2,088	5,766	0.36
10/12	2,256	5,524	0.41
10/13	1,607	3,656	0.44
10/14	3,391	7,768	0.44
10/15	4,611	9,376	0.49
10/16	4,659	9,501	0.49
10/17	4,870	9,734	0.50
10/18	4,798	9,661	0.50
10/19	4,362	8,906	0.49
10/20	2,277	5,569	0.41
10/21	4,173	8,765	0.48
10/22	4,145	8,844	0.47
10/23	2,508	6,404	0.39
10/24	2,719	6,699	0.41
10/25	4,597	9,222	0.50
10/26	3,702	7,555	0.49
10/27	3,638	7,071	0.51
10/28	3,452	7,846	0.44
10/29	2,800	6,900	0.41
10/30	3,096	7,363	0.42
10/31	2,907	6,659	0.44
11/1	3,017	6,981	0.43
11/2	1,577	3,876	0.41
11/3	251	586	0.43
11/4	2,897	6,968	0.42
11/5	2,009	4,997	0.40
11/6	167	391	0.43
11/7	157	368	0.43
11/8	1,422	3,470	0.41
11/9	1,958	4,808	0.41
11/10	1,338	3,349	0.40
合計/平均	90,341	202,068	0.45

整體節能率為**41.56%**大於合約書約定之節能率37.2%。

項目		能源效率分級標示 1 級 之蒸氣壓縮式冰水機組	合計
約定參數	能源單價(元/kWh)	2.99	-
	年需求冷凍噸數(RTh/年)	5,584,500	-
改善前	改善前冰機效率(kW/RT)	0.77	-
	改善前用電量(kWh/年)	4,300,065	4,300,065
	改善前用電費(元/年)	12,857,194	12,857,194
	總用能量(kLOE/年)	411.1	411.1
	總碳排放量(tCO2e/年)	2,124.2	2,124.2
改善後	改善後冰機效率(kW/RT)	0.45	-
	改善後用電量(kWh/年)	2,513,025	2,513,025
	改善後用電費(元/年)	7,513,945	7,513,945
	總用能量(kLOE/年)	240.2	240.2
	總碳排放量(tCO2e/年)	1,241.4	1,241.4
節能效益	節電量(kWh/年)	1,787,040	1,787,040
	節費量(元/年)	5,343,249	5,343,249
	節能量(kLOE/年)	170.9	170.9
	節碳量(tCO2e/年)	882.8	882.8
	節電率(%)	41.56	<b>41.56</b>
	節費率(%)	41.56	<b>41.56</b>

簡報完畢