

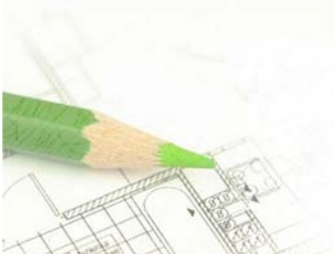
ISO50001能源管理系統

# ISO50001能源管理系統 前言

報告人：EKC冠呈能源環控有限公司  
王獻堂

## 大綱

- ISO 50001精神及企業建置能管系統實質收益
- ISO 50001能源管理系統簡介
- ISO 50001 條文彙整
- ISO 50001 認證流程
- 技術面認證重點分析



# 王獻堂

## 第一屆華人十大傑出專案經理人

### 證照:

冷凍空調技師、消防設備師、  
國際專案管理師PMP、國際量測驗證師 CMVP  
ITIL v3 認證、ATD 國際Tier設計師  
ISO 50001內部稽核員

Wilson@ekc.com.tw

### 現職:

冠呈能源環控有限公司 總經理  
川昱永續環控有限公司 能源顧問

### 專長:

空調工程及規劃  
消防設備排煙設計  
消防性能式設計

Commissioning 功能驗證專業人員



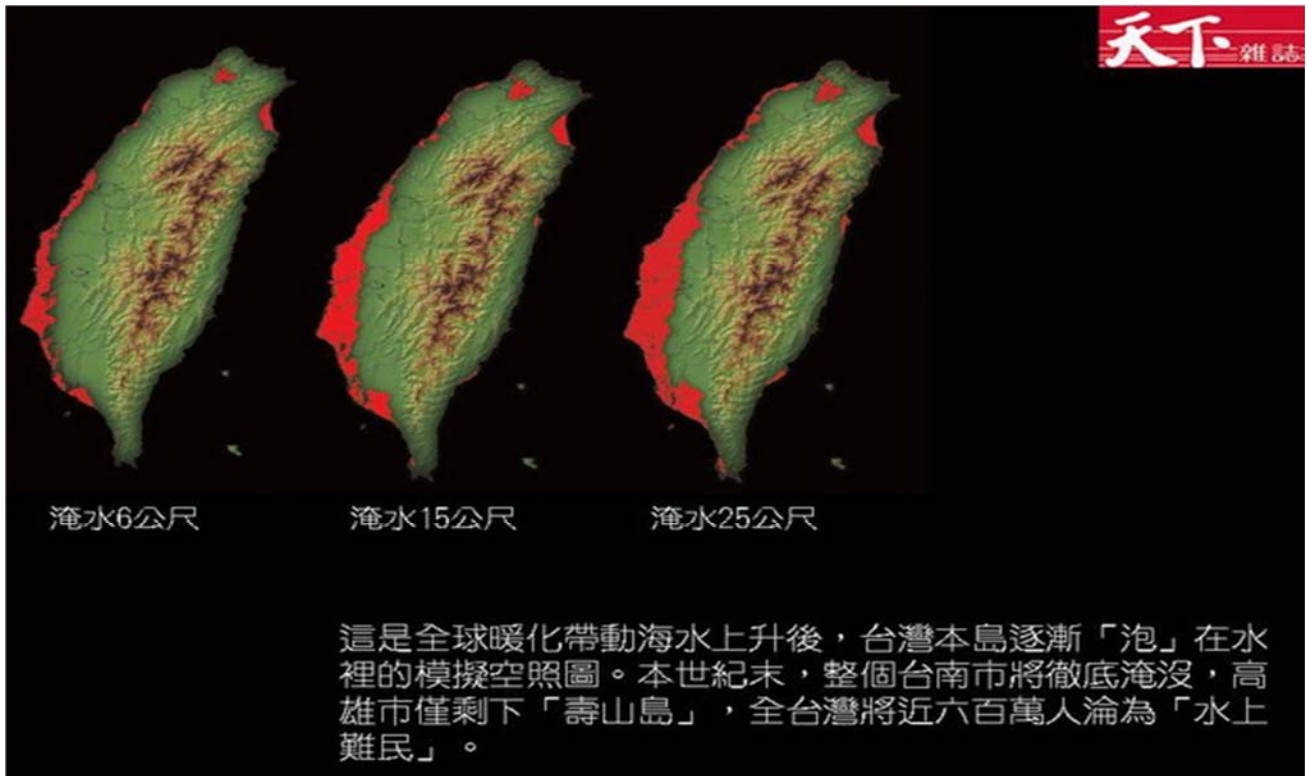
## 氣候變遷

美國阿拉斯加 Portage冰河



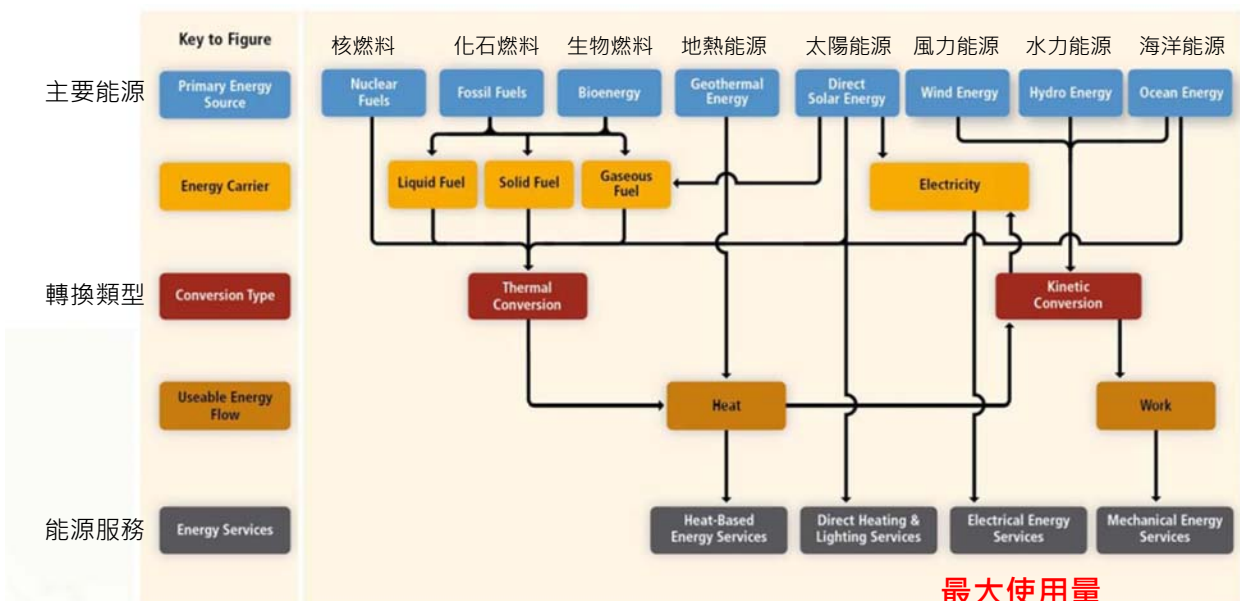
Source : <http://worldviewofglobalwarming.org/>

# 溫室效應下：台灣的環境變遷



5

## 能源使用生命週期



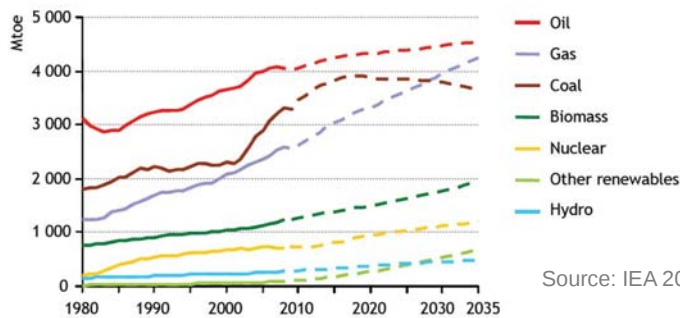
**Figure TS.1.6 | Illustrative paths of energy from source to service.** All connected lines indicate possible energy pathways. The energy services delivered to the users can be provided with differing amounts of end-use energy. This in turn can be provided with more or less primary energy from different sources, and with differing emissions of CO<sub>2</sub> and other environmental impacts.

[Figure 1.16]

Source: IPCC2011 Report

# 全球能源使用趨勢

Figure 1.1 ▸ World primary energy demand by fuel in the GAS Scenario



全球能源需求  
不斷增加

CO<sub>2</sub>產量?



Figure 1.6 | Global CO<sub>2</sub> emissions from fossil fuel burning, 1850 to 2007. Gas fuel includes flaring of natural gas. All emission estimates are expressed in Gt CO<sub>2</sub>. Data Source: (Boden and Marland, 2010).

## 進退兩難的能源困境

我國CO<sub>2</sub>減量目標：2020年回到2005年排放量，2025年回到2000年排放量

未來需求面

× 2

能源需求 到2050時  
電力需求 到2030時

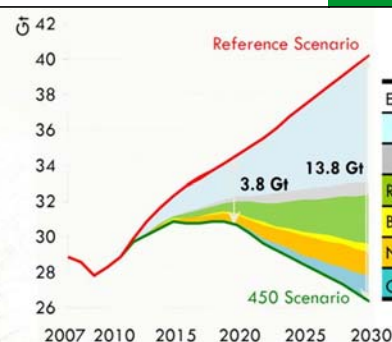
資料來源: IEA 2011

現實挑戰面

÷ 2

CO<sub>2</sub> 排放量  
避免劇烈的氣候變遷

資料來源: IPCC 2007, figure (vs. 1990 level)



Share of abatement %

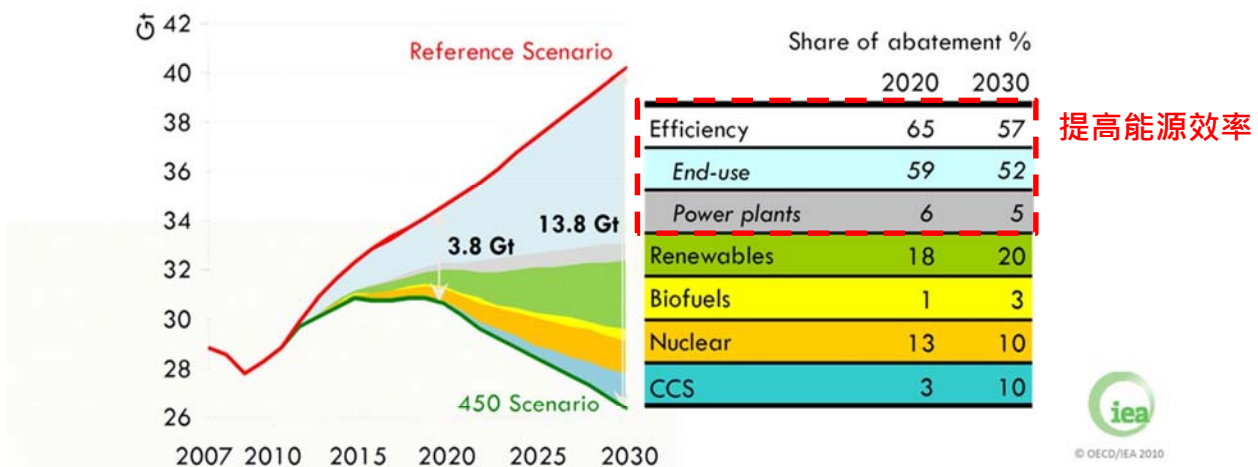
|              | 2020 | 2030 |
|--------------|------|------|
| Efficiency   | 65   | 57   |
| End-use      | 59   | 52   |
| Power plants | 6    | 5    |
| Renewables   | 18   | 20   |
| Biofuels     | 1    | 3    |
| Nuclear      | 13   | 10   |
| CCS          | 3    | 10   |



© OECD/IEA 2010

# 改變溫室氣體濃度的機會

## 2010年IEA(國際能源總署) 報告推估降低CO2之關鍵技術



2020年提高效率的措施佔減排3.8億噸的三分之二，與可再生能源的貢獻接近五分之一。

Efficiency measures account for two-thirds of the 3.8 Gt of abatement in 2020, with renewables contributing close to one-fifth

能源管理將成為最大關鍵課題

## ISO 系統架構

彙整現行企業常用ISO / PAS / OHSAS 認證系統



PAS : BSI發展出版

OHSAS : BSI會同全球標準制定機構發展出版

# ISO 50001背景介紹

此標準已在2011/6/15正式發行IS國際標準版，  
將成為國際間能源管理的共同標準。



11

## ISO 50001能源管理系統標準

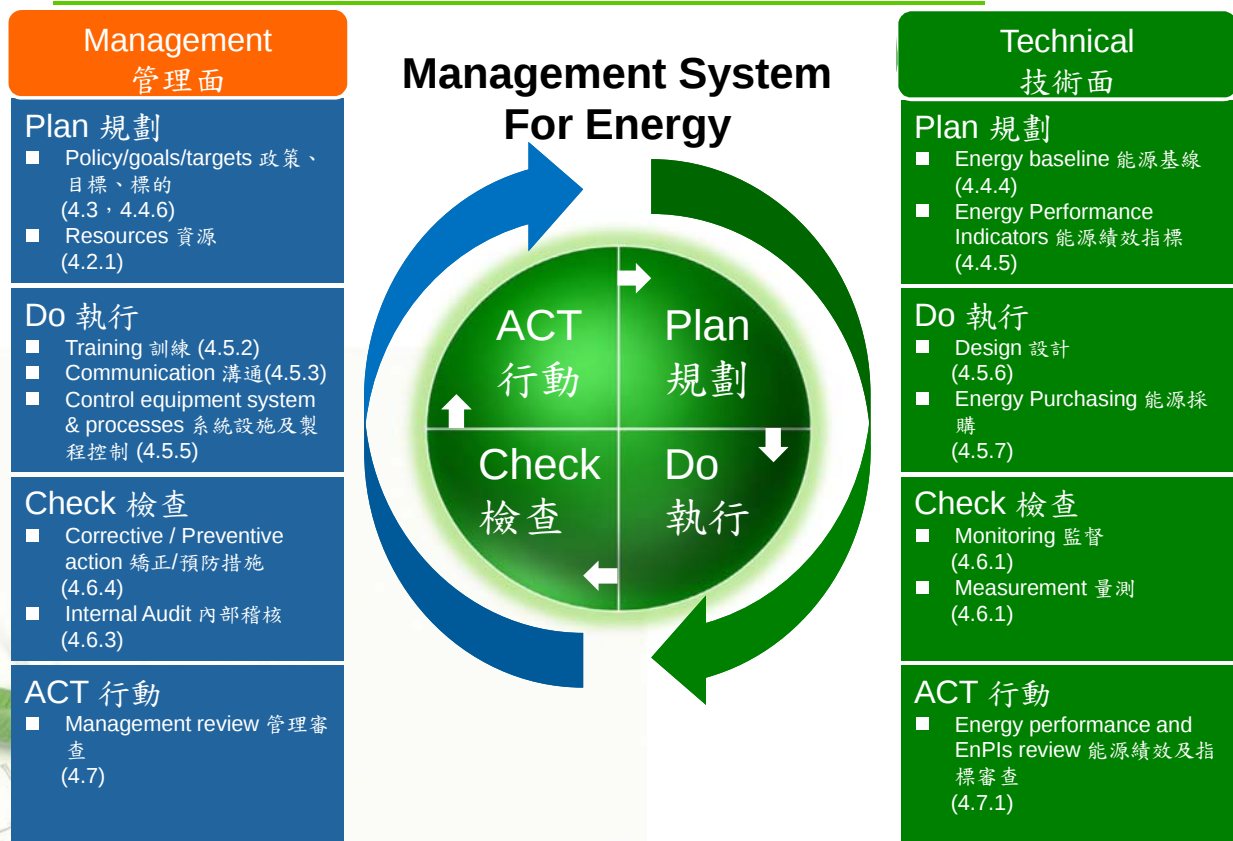
### 目的

- 藉由一些**準則與方法的建立**，提供組織、企業一個必要程序的架構，讓組織、企業等能有依循的方式
- 在**不影響現有運作下**，將自身的能源使用效率，提升到最佳狀態，並與**組織運作之策略和目標密切配合**，再輔以**PDCA (Plan-Do-Check-Action)**的機制，進行組織能源運用方式持續性的改善
- 藉由**能源成本的降低、溫室氣體排放的減少**，進而達到永續經營與環境友善的目標。

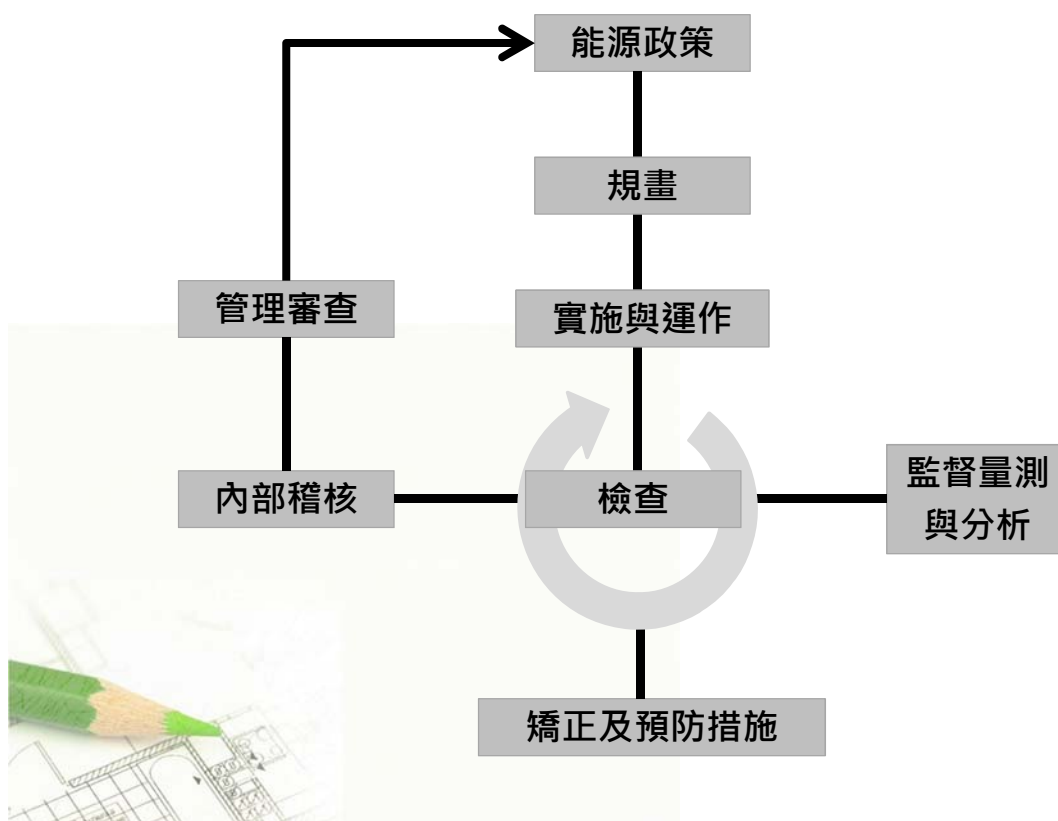
# ISO 50001 能源管理系統核心價值

- 節省能源消耗，降低經營成本，提高企業競爭力
- 落實法規政策，達成節能減碳目標
- 社會責任及企業形象
- 符合上下游供應鏈要求
- 提昇企業對能源使用的認知及透明度
- 找出外顯及內隱的能源問題，有效改善並良好管理
- 導入EnMS 並定期分析改善，使其長期有效
- 管理面、技術面、程序面及文件化整合
- 最高管理層至執行單位，完整性通盤考量

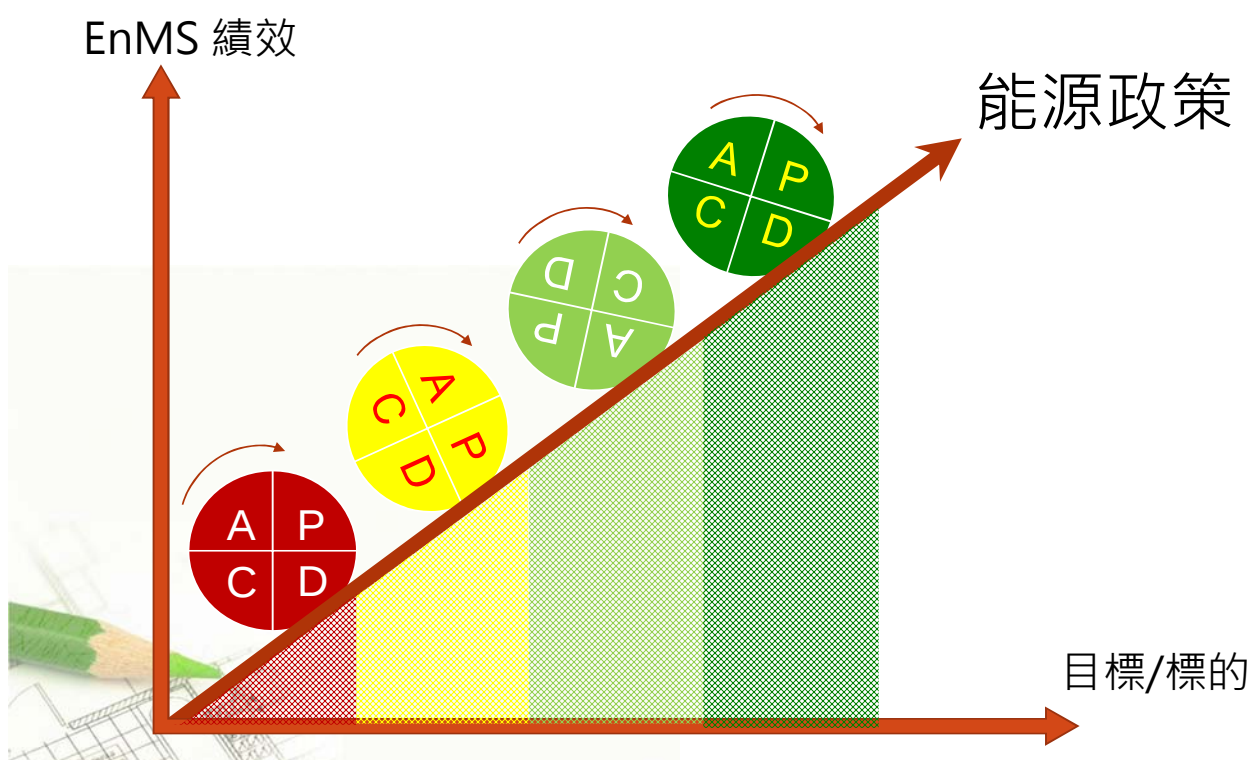
## ISO 50001 能源管理系統架構



# ISO 50001 能源管理模式



## 能源政策



# ISO 50001 條文架構

## 4.1 一般要求

## 4.2 管理責任

### 4.2.1 總則

### 4.2.2 角色、責任及職權

## 4.3 能源政策

## 4.4 能源規畫 (Energy Planning)

### 4.4.1 總則

### 4.4.2 法規與其他要求事項

### 4.4.3 能源審查

### 4.4.4 能源基線

### 4.4.5 能源績效指標

### 4.4.6 目標、標的及行動計畫

## 4.5 實施與運作 (Implementation and operation)

### 4.5.1 總則

### 4.5.2 能力、訓練與認知

## 4.5.3 溝通

## 4.5.4 文件化

## 4.5.5 作業管制

## 4.4.6 設計

## 4.5.7 能源服務、產品、設備及能源採購

## 4.6 檢查績效 (Checking performance)

### 4.6.1 監督、量測與分析

### 4.6.2 法規與其他守規性之評估

### 4.6.3 能源管理系統的內部稽核

### 4.6.4 不符合事項、修正、矯正及預防措

### 4.6.5.紀錄管制

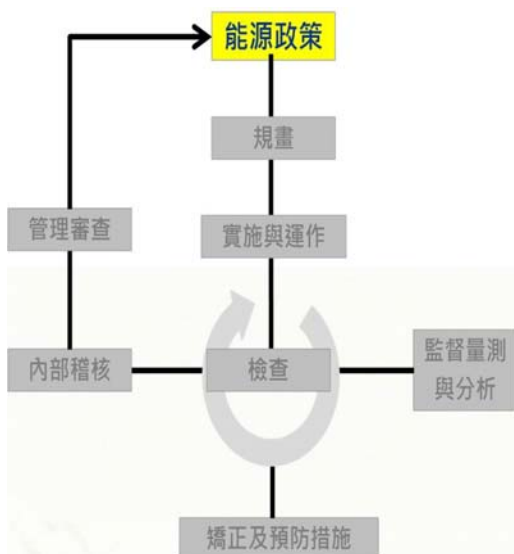
## 4.7 管理審查

### 4.7.1 總則

### 4.7.2 管理審查的投入

### 4.7.3 管理審查的產出

## 能源政策

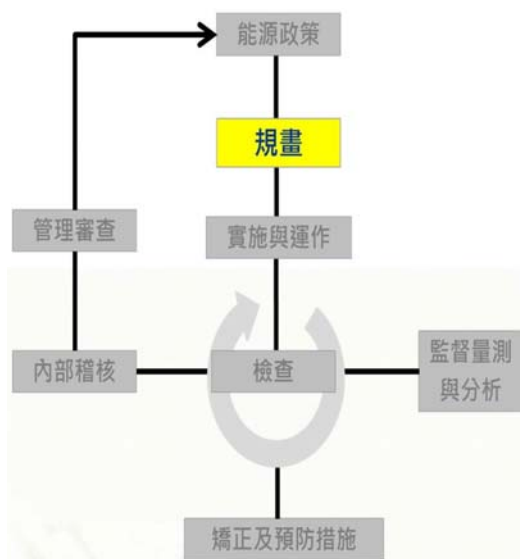


## 4.3 能源政策

- 能源政策應宣告組織的承諾以達成能源績效改善，最高管理階層應確保該能源政策

- 對組織的性質、規模及能源使用的衝擊是合宜的
- 持續改善能源績效的承諾
- 確保資訊及所需資源取得的承諾以達成能源目標與標的
- 遵守適用的法規及組織關於其能源使用簽訂的其它要求事項的承諾
- 提供架構以設定與審查能源目標與標的
- 支持能源效率產品及服務的採購
- 文件化、溝通為組織內所了解
- 定期審查以及需要時加以更新

# 能源規劃階段條款



## 4.4.1 總則



## 4.4.2 法規與其他要求事項



## 4.4.3 能源審查



## 4.4.4 能源基線



## 4.4.5 能源績效指標

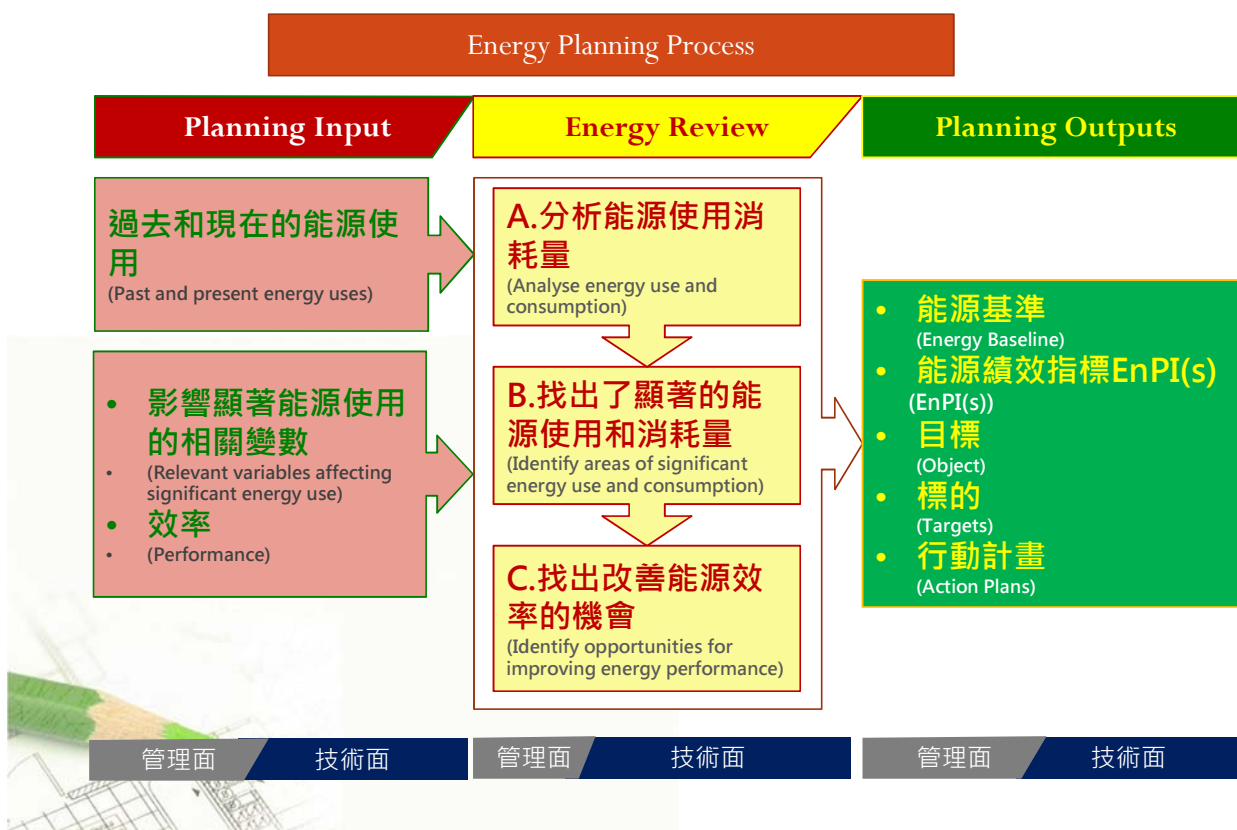


## 4.4.6 目標、標的及行動計畫

目的:了解組織能源使用內外環境現況及鑑別改善機會



# 能源規畫流程概念圖(1S版)



## ISO 50001 4.4 能源規畫

### 4.4.3 能源審查

#### 組織應

- 發展、紀錄及維持能源審查
- 用於發展能源審查的方法學與準則文件化
- 能源審查應於所界定的期間內更新，以反應組織場所、設備、系統、流程之主要改變



## ISO 50001 4.4 能源規畫

### 4.4.3 能源審查

#### 組織應

#### a) 依據量測及其他資料，分析能源使用情形

鑑別目前能源來源

評估過去及現在能源使用及耗用情形

推估未來能源使用及耗用情形

#### b) 依據能源使用分析，鑑別顯著能源使用及耗用的區域

鑑別組織場所、設備、系統、流程與為組織或代表組織工作的人員，影響其顯著能源使用與耗用

鑑別其他影響顯著能源使用與耗用之相關變數

訂定出與鑑別顯著能源使用相關之組織場所、設備、系統、流程的目前績效

#### c) 鑑別、優先化並紀錄能源績效改善的機會，適用於，包括潛在能源來源、使用再生能源或其他替代性能源



# ISO 50001 4.4 能源規畫

## 4.4.4 能源基線 —

### 能源基線

- 應由於先期能源審查階段所使用的資訊所建立的
- 考量適合組織能源使用的數據期間
- 應被維持與紀錄

### 能源績效的變化

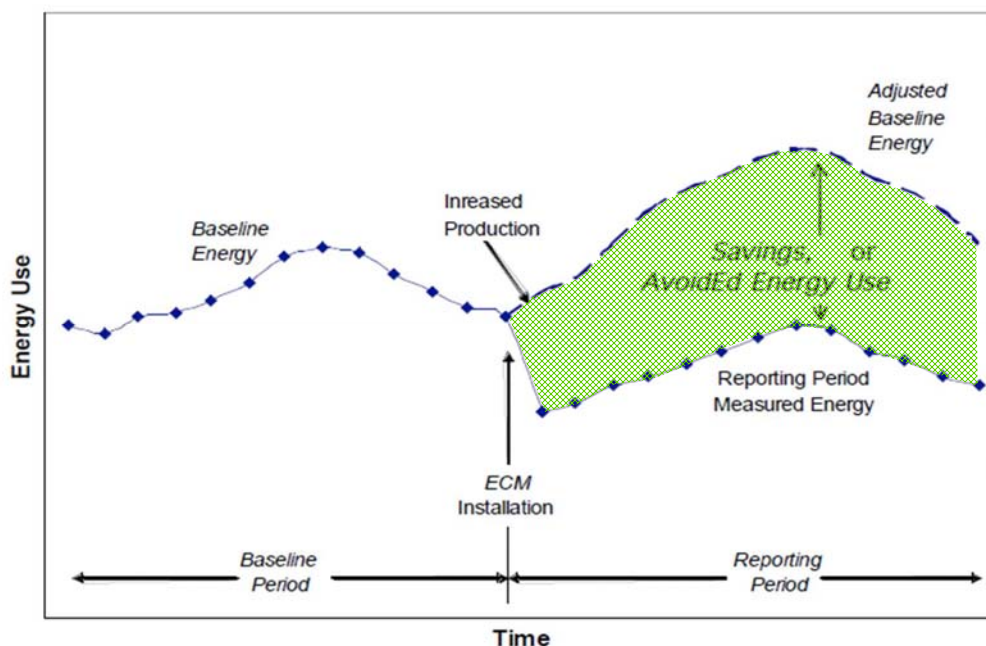
- 應依據能源基線進行量測

### 能源基線調整的時機

- 當能源績效指標無法反應組織的能源使用時;
- 當流程、運作型態、或能源系統、或依據預先訂定的方法，有重大改變時



## 能源基線的概念

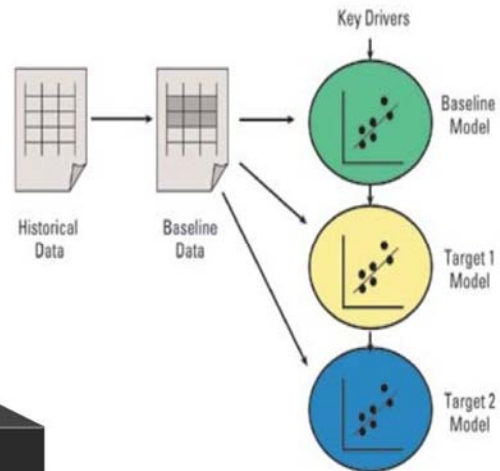


IPMVP Basic Equation:

$$\text{Savings reported for any period} = \text{Baseline Period Energy} - \text{Reporting Period Energy} \pm \text{Adjustments}$$

(Ref.: IPMVP Volume I, 2007, Chapter 4.1)

## 能源基線的概念



IPMVP Basic Equation:

Savings reported for any period

= Baseline Period Energy – Reporting Period Energy +/- Adjustments

(Ref.: IPMVP Volume I, 2007, Chapter 4.1)

## ISO 50001 4.4 能源規畫

### 4.4.5 能源績效指標(EnPI) ∞

組織應

- 鑑別可適當監督與量測能源績效的能源績效指標
- 訂定與更新能源績效指標的方法應被紀錄與定期審查

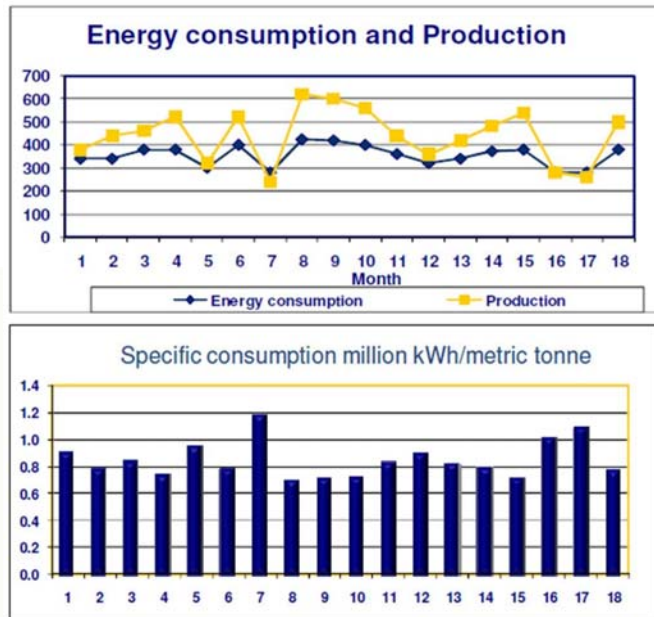
能源績效指標EnPIs

- 應定期審查並與能源基線相比較



# 能源績效指標 (EnPI)

- 能源耗用
- 能源效率
- 能源強度
- 能源使用
- 單位耗電量
- PUE
- ....



## 能源績效指標範列

### 「政府機關及學校全面節能減碳措施」 績效評鑑方式

- 名詞定義

$$EUI = \frac{\text{年度用電度數}}{\text{建築物總樓地板面積}} \quad (\text{單位: kWh/m}^2\cdot\text{year})$$

- **EUI基準值**：將各單位用電指標依據用電屬性分類後排序，取排序中間的EUI值(中位數)，做為同類型機關學校之EUI基準值。

# 能源績效指標範列

## 「EUI基準值」

- 台灣綠色生產力基金會依據機關學校的屬性不同分出辦公機關、業務機關、研究訓練機關、醫療機關、學校及其他等六大分類，再由六大分類分出個別小分類，分別選取其對照的EUI基準值。

| 編號   | 屬性     | 類別         | EUI基準值<br>(kWh/m <sup>2</sup> .year) |
|------|--------|------------|--------------------------------------|
| 1-6  | 辦公機關   | 地方一般行政機關   | 107.2                                |
| 2-19 | 業務機關   | 直(省)轄市立圖書館 | 116.2                                |
| 3-2  | 研究訓練機關 | 科技技術研究機關   | 189.5                                |
| 4-1  | 醫療機關   | 醫學中心       | 220.7                                |
| 5-1  | 學校     | 大學         | 98.2                                 |
| 5-2  | 學校     | 科技大學       | 120.8                                |
| 5-3  | 學校     | 師範大學與教育大學  | 80.5                                 |
| 5-4  | 學校     | 餐旅、戲曲、藝術等  | 71.8                                 |

機關學校用電指標(EUI)基準值(節錄)

## ISO 50001 4.4 能源規畫

### 4.4.6 能源目標、能源標的和能源管理行動計畫

#### 組織應

- 組織於內部相關部門、階層、流程或場所，應建立、實施及維持其文件化之能源目標與標的
- 在建立與審查能源目標與標的時，組織應將法規要求事項和組織所簽訂的其它要求事項、其顯著能源使用及能源績效納入考量
- 亦應考量其財務、作業及業務情況、技術面取舍等要求事項，以及利害相關者的觀點。
- 為達成其目標與標的，組織應建立、實施並維持一個或多個能源管理行動計畫

#### 能源目標與標的

- 應可具體量測
- 與能源政策一致
- 應建立可達成的時程
- 標的應與目標一致



# ISO 50001 4.4 能源規畫

## 4.4.6 能源目標、能源標的和能源管理行動計畫



行動計畫應包括:

- a) 責任分派;
- b) 個別目標其達成目標與標的之方法和時程;
- c) 能源績效改善方法的聲明應被驗證
- d) 驗證行動計畫成果方法的聲明

能源管理行動計畫  
於界定期間應文件化與更新



## 實施運作階段條款

### 4.5.1 總則

### 4.5.2 能力、訓練與認知

### 4.5.3 溝通

### 4.5.4 文件化

### 4.5.5 作業管制

### D 4.4.6 設計

### 4.5.7 能源服務、產品、設備 及能源採購



# ISO 50001 4.5 實施與運作

## 4.5.6 設計 D

### 組織應

- 組織應針對可能對能源績產生重大衝擊的**新設計、修改及更新的設施、設備、系統及過程**，考慮其能源績效改善的機會及作業管制
- 能源績效評估的結果應適當地納入規範、相關專案的設計和採購活動
- 設計活動審查的結果應加以記錄

### 節能始於設計規劃



# ISO 50001 4.5 實施與運作

## 4.5.6 設計 D

### 組織應

- 考量的問題包括：
  - 為何使用該能源來源？
  - 正確的能源來源有哪些？
  - 技術選擇有哪些？
  - 後續”誰”將維持這個設計？
  - 現有程序將如何做修改？
  - 能源基線將受何影響？
  - 這將導引至永續或再生能源的機會嗎？
  - 這些改變會影響到EnMS嗎？



# ISO 50001 4.5 實施與運作

## 4.5.6 能源產服務、產品、設備及能源採購



### 組織應

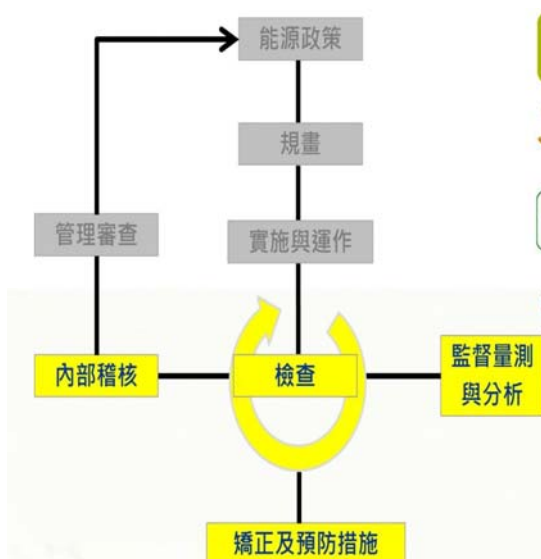
- 在採購能源服務、產品及設備時，若對顯著能源使用具有或可能具有衝擊時，組織應通知**供應商能源績效為採購評估的要項之一**
- 對採購用能的產品、設備及服務，其預期會對組織能源績效產生顯著影響者，組織應**建立和實施評估在計畫或預期操作生命期間能源使用、消耗和效率的標準**

註：組織應備有與偶發及緊急情況以及潛在災難有關，且具有重大能源使用的設備，並訂定組織如何因應這些情況做出之**應變措施**

### 綠色採購及綠色供應鏈



## 檢查階段條款



### 4.6.1 監督、量測與分析



### 4.6.2 法規與其他守規性之評估



### 4.6.3 能源管理系統的內部稽核



### 4.6.4 不符合事項、修正、矯正及預防措



### 4.6.5.紀錄管制



# ISO 50001 4.6 檢查

## 4.6.1 監督、量測與分析

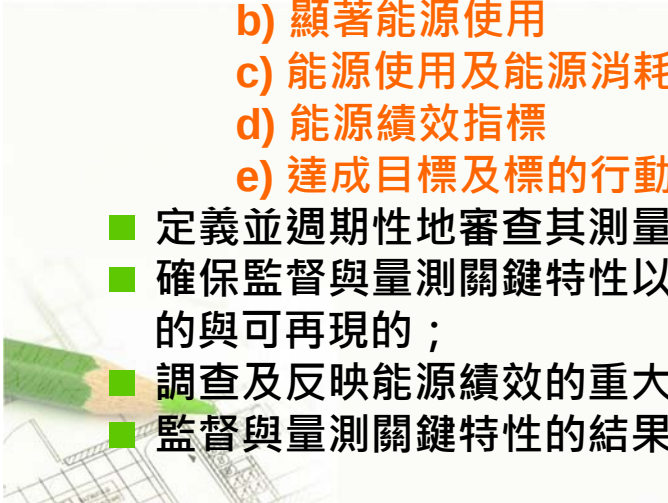


### 組織應

- 在所規劃的期間**監督、量測與分析**決定能源績效作業的關鍵特性：

- a) 能源審查的輸出
- b) 顯著能源使用
- c) 能源使用及能源消耗、相關變數之間的關係
- d) 能源績效指標
- e) 達成目標及標的行動計畫的效率

- 定義並週期性地審查其測量的需求；
- 確保監督與量測關鍵特性以提供資料的設備是準確的與可再現的；
- 調查及反映能源績效的重大偏差；
- 監督與量測關鍵特性的結果應加以**紀錄**



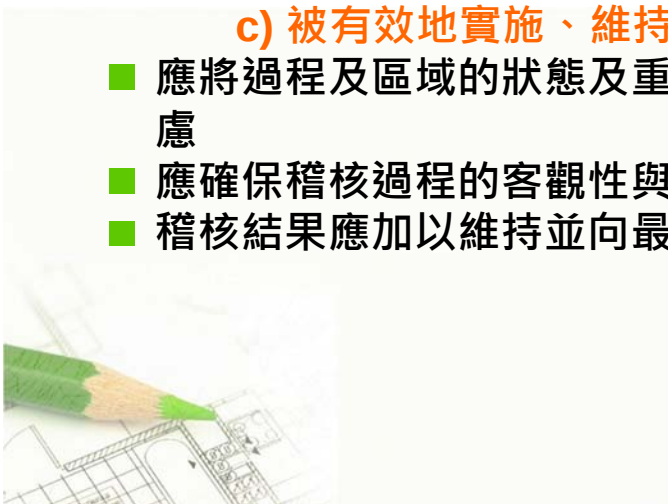
# ISO 50001 4.6 檢查

## 4.6.3 能源管理系統內部稽核

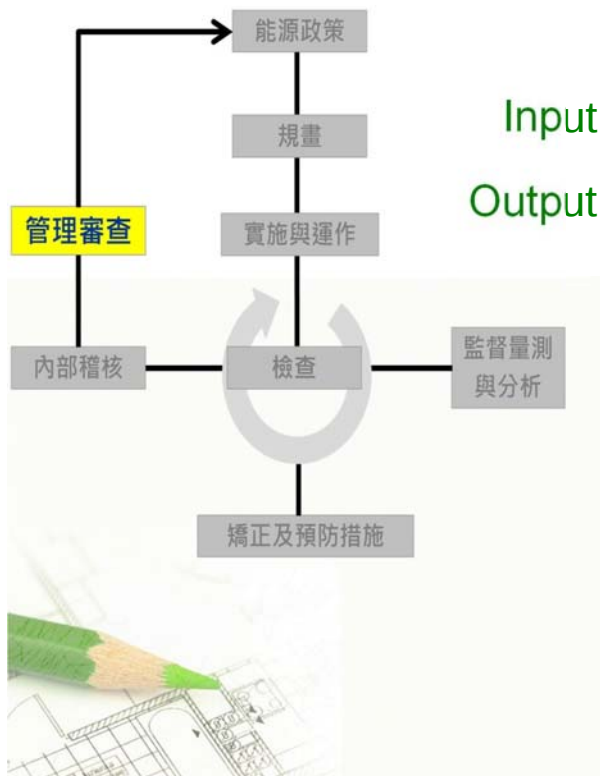


### 組織應

- 規劃的期間內實行內部稽核，以確保能源管理系統：
  - a) 符合能源管理計畫的安排，包括本國際標準的要求
  - b) 符合能源目標及標的的建立
  - c) 被有效地實施、維持與提升能源績效
- 應將過程及區域的狀態及重要性以及先前稽核結果納入考慮
- 應確保稽核過程的客觀性與公平性
- 稽核結果應加以維持並向最高管理階層報告



## 管理審查階段條款



### 4.7.1 總則

### 4.7.2 管理審查的投入

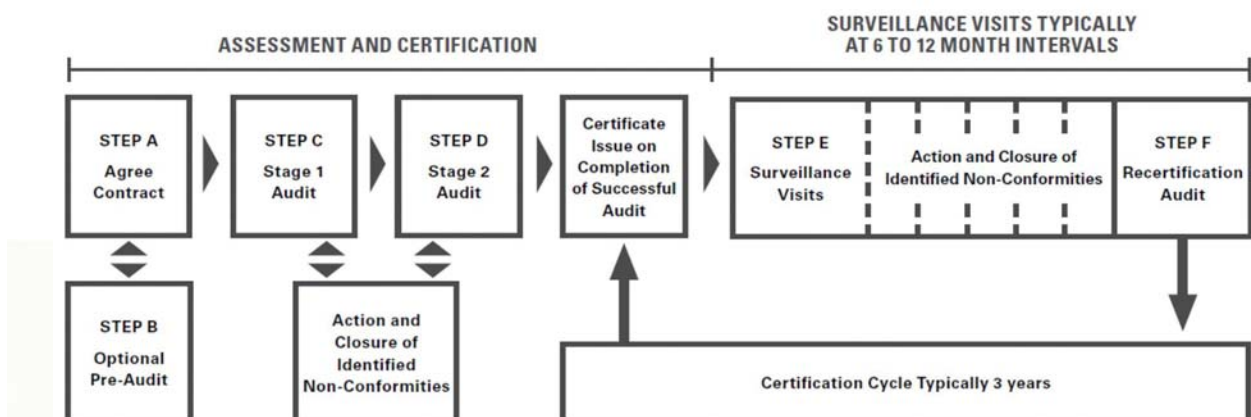
### 4.7.3 管理審查的產出



## 申請認證流程

評估和認證階段

監督訪察通常約6~12個月



初審

審查

認證週期3年

## 何時可以申請認證

- 所有文件、程序已發展完成且符合標準之要求
- 能源管理系統執行達到以下程度：
  - 已完成全員認知訓練或宣導
  - 依訓練需求鑑別結果建立訓練計畫，並提供相關人員專業技能訓練
  - 完成能源審查、基線、績效指標、能源目標、標的及行動計畫
  - 各程序、改善方案等已有三個月以上的執行紀錄
  - 至少執行過一次內部稽核及管理審查



## 緣木求魚、沒有找到對的人

- 找到真正的問題  
(The real problem)
- 將事情作對  
(Do the thing right)
- 做對的事情  
(Do the right thing)



**找錯團隊比找貴團隊更浪費**



## ARCH-建築外殼節能

王獻堂

<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust



## 能源系統未來篇

- 次世代建築外殼設計
- 次世代空調系統設計
- 次世代照明系統設計
- 次世代電力系統設計
- 次世代熱水系統設計
- 次世代綠能系統選擇

<http://www.ekc.com.tw>

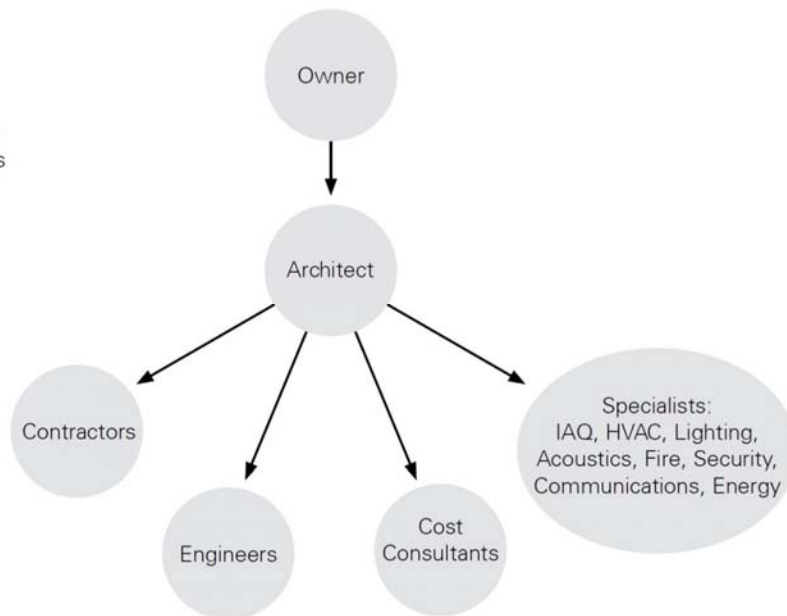
協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust



## 傳統建築設計執行方式

### Traditional

Hierarchical Organization  
Owner - Architect - Engineer  
Transactional Design Process  
Boundaries / Boxes  
Percentage Based Fees



<http://www.ekc.com.tw>

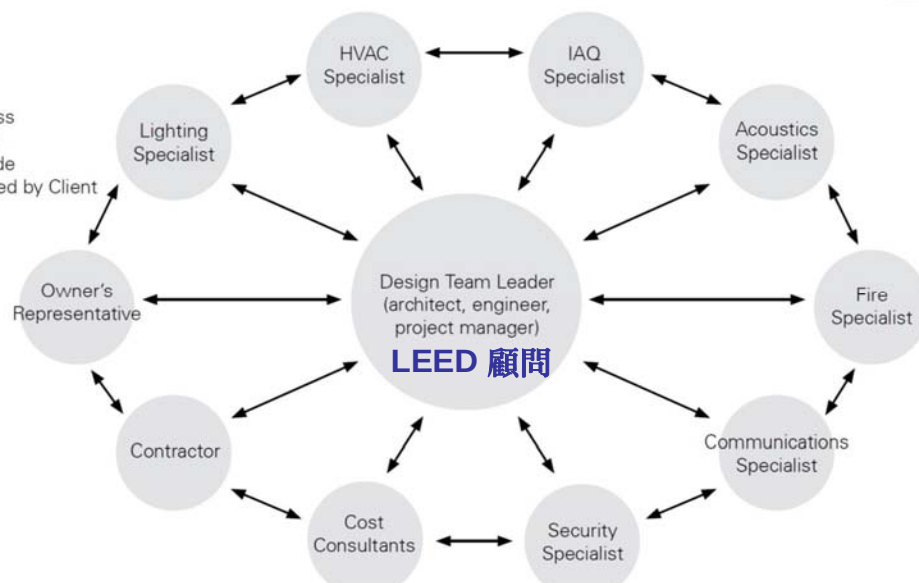
協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust



## LEED建築設計執行方式

### Integrated

Holistic Thinking  
Team Based  
Organic design Process  
Larger Inclusive Team  
Users, Operators, Code  
Innovations Encouraged by Client

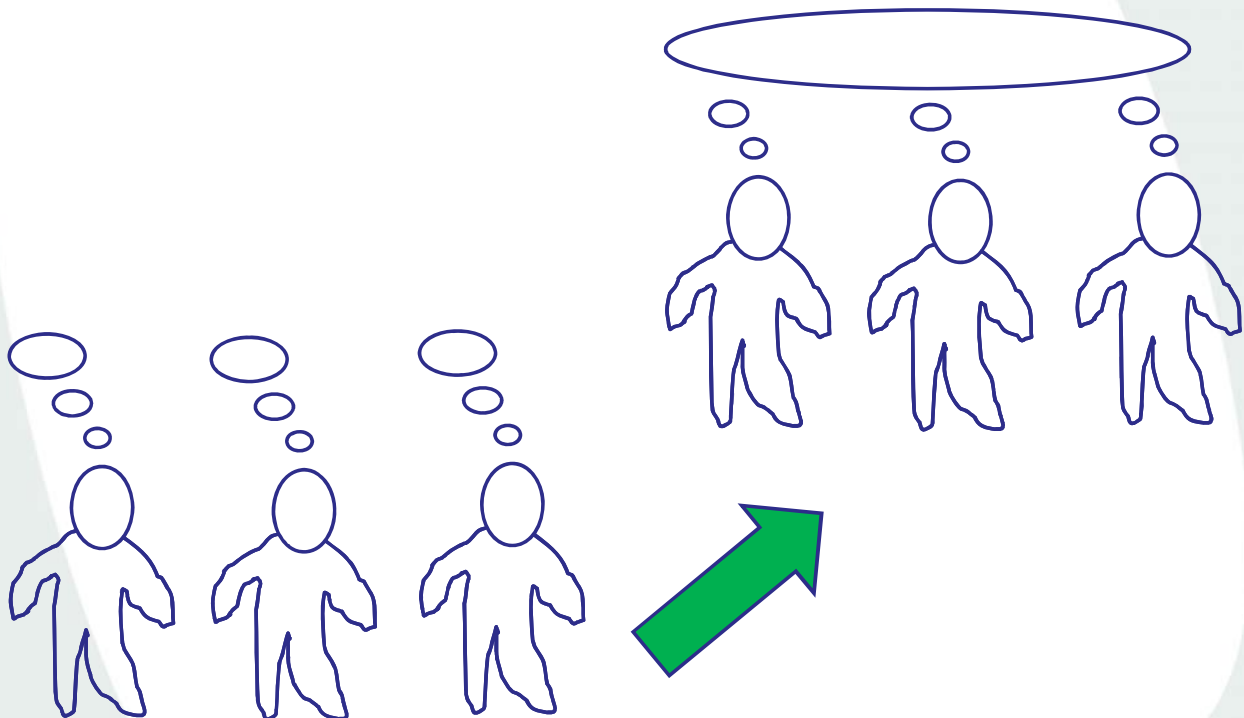


<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust



## 綠色競爭力的整合思維



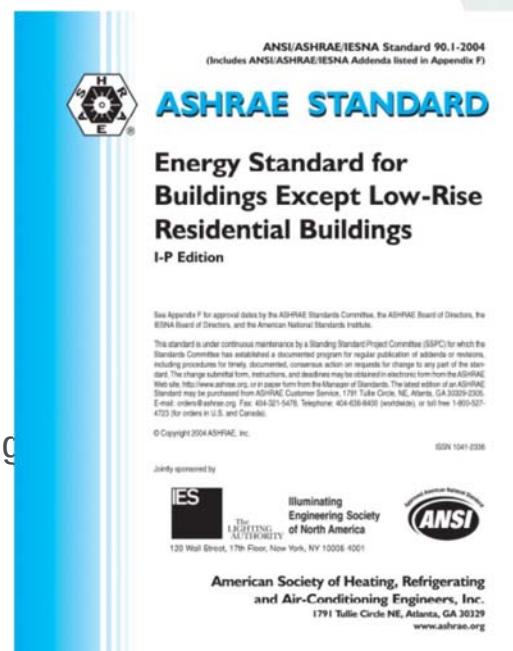
<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust



### ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2007 Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings

- 4 – Administration and enforcement
- 5 – Building envelope
- 6 – HVAC
- 7 – Service Water Heating
- 8 – Power
- 9 – Lighting
- 10 – Other equipment
- Appendix G – Performance Rating Method

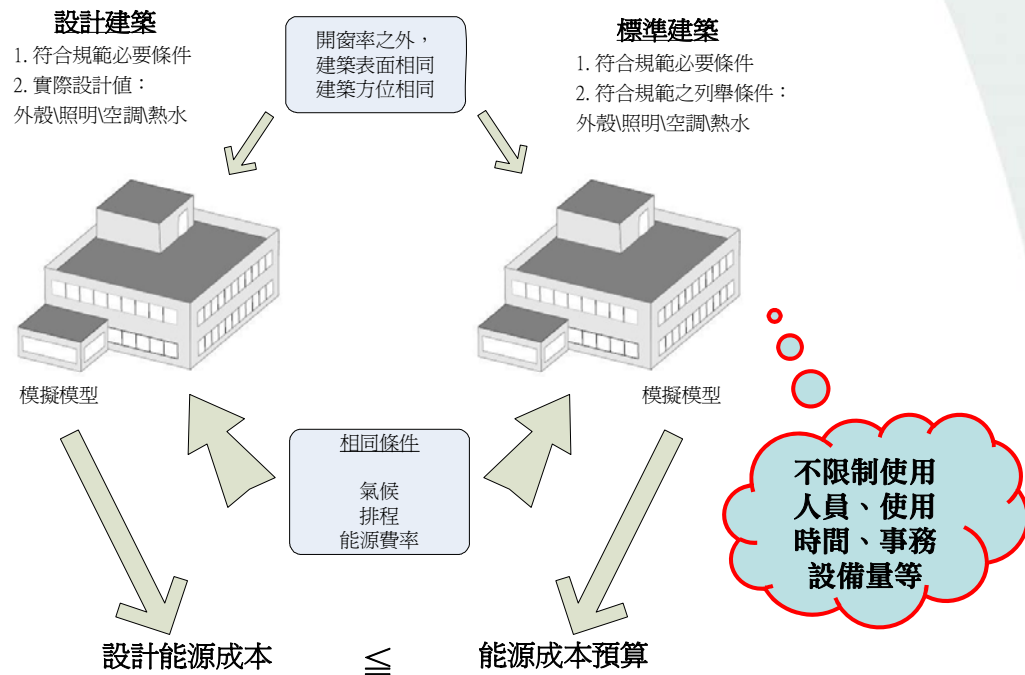


<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust



## 建築性能設計模擬評估



<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust



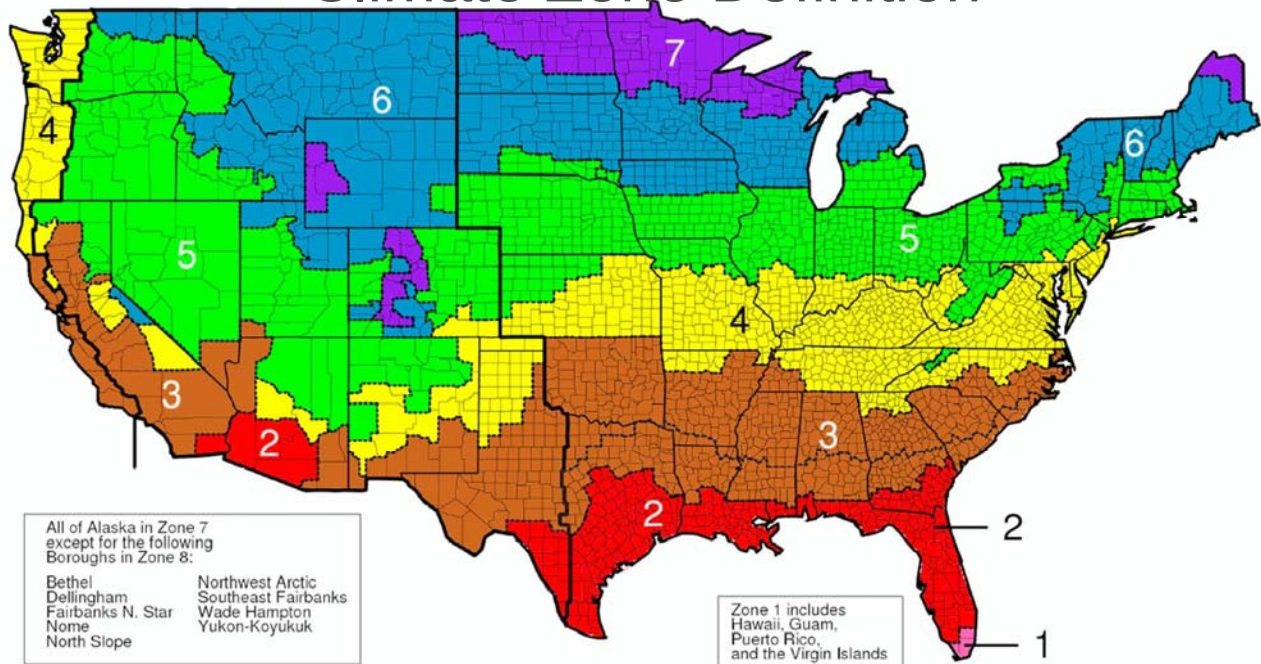
## Envelope

<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust



## Climate Zone Definition



<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust



## 氣候區2之ASHRAE外殼標準值

TABLE 5.5-1 Building Envelope Requirements for Climate Zone 1 (A, B)\*

| Opaque Elements                | Nonresidential   |                         | Residential          |                         | Semiheated       |                         |
|--------------------------------|------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|
|                                | Assembly Maximum | Insulation Min. R-Value | Assembly Maximum     | Insulation Min. R-Value | Assembly Maximum | Insulation Min. R-Value |
| <b>Roofs</b>                   |                  |                         |                      |                         |                  |                         |
| Insulation Entirely above Deck | U-0.360          | R-2.6 c.i.              | U-0.273              | R-3.5 c.i.              | U-1.240          | R-0.7 ci                |
| Metal Building                 | U-0.369          | R-3.3                   | U-0.369              | R-3.3                   | U-7.268          | NR                      |
| Attic and Other                | U-0.192          | R-5.3                   | U-0.153              | R-6.7                   | U-0.459          | R-2.3                   |
| <b>Walls, Above-Grade</b>      |                  |                         |                      |                         |                  |                         |
| Mass                           | U-3.293          | NR                      | U-0.857 <sup>a</sup> | R-1.0 c.i. <sup>a</sup> | U-3.293          | NR                      |
| Metal Building                 | U-0.642          | R-2.3                   | U-0.642              | R-2.3                   | U-6.700          | NR                      |
| Steel-Framed                   | U-0.705          | R-2.3                   | U-0.705              | R-2.3                   | U-1.998          | NR                      |
| Wood-Framed and Other          | U-0.504          | R-2.3                   | U-0.504              | R-2.3                   | U-1.660          | NR                      |
| <b>Walls, Below-Grade</b>      |                  |                         |                      |                         |                  |                         |
| Below-Grade Wall               | C-6.473          | NR                      | C-6.473              | NR                      | C-6.473          | NR                      |
| <b>Floors</b>                  |                  |                         |                      |                         |                  |                         |
| Mass                           | U-1.825          | NR                      | U-1.825              | NR                      | U-1.825          | NR                      |
| Steel-Joist                    | U-1.986          | NR                      | U-1.986              | NR                      | U-1.986          | NR                      |
| Wood-Framed and Other          | U-1.599          | NR                      | U-1.599              | NR                      | U-1.599          | NR                      |
| <b>Slab-On-Grade Floors</b>    |                  |                         |                      |                         |                  |                         |
| Unheated                       | F-1.264          | NR                      | F-1.264              | NR                      | F-1.264          | NR                      |
| Heated                         | U-1.766          | R-1.3 for 300 mm        | F-1.766              | R-1.3 for 300 mm        | F-1.766          | R-1.3 for 300 mm        |
| <b>Opaque Doors</b>            |                  |                         |                      |                         |                  |                         |
| Swinging                       | U-3.975          |                         | U-3.975              |                         | U-3.975          |                         |
| Nonswinging                    | U-8.233          |                         | U-8.233              |                         | U-8.233          |                         |

R-value: M2-K/W = 0.17611 \* HR-SQFT-F/BTU

U-Factor & C-Factor: W/M2-K = 5.678260 \* BTU/HR-SQFT-F

F-Factor: W/M-K = 1.729600 \* BTU/HR-FT-F

<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust



## 氣候區2之ASHRAE窗戶標準值

| Fenestration                                           | Assembly<br>Max. U      | Assembly Max.<br>SHGC     | Assembly<br>Max. U      | Assembly Max.<br>SHGC     | Assembly<br>Max. U      | Assembly Max.<br>SHGC   |
|--------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Vertical Glazing, 0%–40% of Wall                       |                         |                           |                         |                           |                         |                         |
| Nonmetal framing (all) <sup>b</sup>                    | U-6.81                  |                           | U-6.81                  |                           | U-6.81                  |                         |
| Metal framing<br>(curtainwall/storefront) <sup>c</sup> | U-6.81                  | SHGC-0.25 all             | U-6.81                  | SHGC-0.25 all             | U-6.81                  | SHGC-NR all             |
| Metal framing (entrance door) <sup>c</sup>             | U-6.81                  |                           | U-6.81                  |                           | U-6.81                  |                         |
| Metal framing (all other) <sup>c</sup>                 | U-6.81                  |                           | U-6.81                  |                           | U-6.81                  |                         |
| Skylight with Curb, Glass, % of Roof                   |                         |                           |                         |                           |                         |                         |
| 0%–2.0%                                                | U <sub>all</sub> -11.24 | SHGC <sub>all</sub> -0.36 | U <sub>all</sub> -11.24 | SHGC <sub>all</sub> -0.19 | U <sub>all</sub> -11.24 | SHGC <sub>all</sub> -NR |
| 2.1%–5.0%                                              | U <sub>all</sub> -11.24 | SHGC <sub>all</sub> -0.19 | U <sub>all</sub> -11.24 | SHGC <sub>all</sub> -0.16 | U <sub>all</sub> -11.24 | SHGC <sub>all</sub> -NR |
| Skylight with Curb, Plastic, % of Roof                 |                         |                           |                         |                           |                         |                         |
| 0%–2.0%                                                | U <sub>all</sub> -10.79 | SHGC <sub>all</sub> -0.34 | U <sub>all</sub> -10.79 | SHGC <sub>all</sub> -0.27 | U <sub>all</sub> -10.79 | SHGC <sub>all</sub> -NR |
| 2.1%–5.0%                                              | U <sub>all</sub> -10.79 | SHGC <sub>all</sub> -0.27 | U <sub>all</sub> -10.79 | SHGC <sub>all</sub> -0.27 | U <sub>all</sub> -10.79 | SHGC <sub>all</sub> -NR |
| Skylight without Curb, All, % of Roof                  |                         |                           |                         |                           |                         |                         |
| 0%–2.0%                                                | U <sub>all</sub> -7.72  | SHGC <sub>all</sub> -0.36 | U <sub>all</sub> -7.72  | SHGC <sub>all</sub> -0.19 | U <sub>all</sub> -7.72  | SHGC <sub>all</sub> -NR |
| 2.1%–5.0%                                              | U <sub>all</sub> -7.72  | SHGC <sub>all</sub> -0.19 | U <sub>all</sub> -7.72  | SHGC <sub>all</sub> -0.19 | U <sub>all</sub> -7.72  | SHGC <sub>all</sub> -NR |

\*The following definitions apply: c.i. = continuous insulation (see Section 3.2), NR = no (insulation) requirement.

<sup>a</sup>Exception to Section A3.1.3.1 applies.

<sup>b</sup>Nonmetal framing includes framing materials other than metal with or without metal reinforcing or cladding.

<sup>c</sup>Metal framing includes metal framing with or without thermal break. The "all other" subcategory includes operable windows, fixed windows, and non entrance doors.

R-value: M2-K/W= 0.17611\* HR-SQFT-F/BTU

U-Factor & C-Factor: W/M2-K= 5.678260 \* BTU/HR-SQFT-F

F-Factor: W/M-K= 1.729600 \* BTU/HR-FT-F

<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust



## 大陸標準

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50189 - 2005

### 公共建筑节能设计标准

Design standard for energy efficiency of public buildings



2005 - 04 - 04 发布

2005 - 07 - 01 实施

中华人民共和国建设部 联合发布  
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust



## 大陸氣候分區

表 4.2.1 主要城市所处气候分区

| 气候分区     | 代表性城市                                                                                                 |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 严寒地区 A 区 | 海伦、博克图、伊春、呼玛、海拉尔、满洲里、齐齐哈尔、富锦、哈尔滨、牡丹江、克拉玛依、佳木斯、安达                                                      |
| 严寒地区 B 区 | 长春、乌鲁木齐、延吉、通辽、通化、四平、呼和浩特、抚顺、大柴旦、沈阳、大同、本溪、阜新、哈密、鞍山、张家口、酒泉、伊宁、吐鲁番、西宁、银川、丹东                              |
| 寒冷地区     | 兰州、太原、唐山、阿坝、喀什、北京、天津、大连、阳泉、平凉、石家庄、德州、晋城、天水、西安、拉萨、康定、济南、青岛、安阳、郑州、洛阳、宝鸡、徐州                              |
| 夏热冬冷地区   | 南京、蚌埠、盐城、南通、合肥、安庆、九江、武汉、黄石、岳阳、汉中、安康、上海、杭州、宁波、宜昌、长沙、南昌、株洲、永州、赣州、韶关、桂林、重庆、达县、万州、涪陵、南充、宜宾、成都、贵阳、遵义、凯里、绵阳 |
| 夏热冬暖地区   | 福州、莆田、龙岩、梅州、兴宁、英德、河池、柳州、贺州、泉州、厦门、广州、深圳、湛江、汕头、海口、南宁、北海、梧州                                              |

<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust



## 外殼

表 4.2.2-5 夏热冬暖地区围护结构传热系数和遮阳系数限值

| 围护结构部位                                                         |                               | 传热系数 $K$ $W/(m^2 \cdot K)$    |                          |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 屋面                                                             |                               | $\leq 0.90$ ASHRAE 0.36       |                          |
| 外墙 (包括非透明幕墙)                                                   |                               | $\leq 1.5$                    |                          |
| 底面接触室外空气的架空或外挑楼板                                               |                               | $\leq 1.5$                    |                          |
| 外窗 (包括透明幕墙)                                                    |                               | 传热系数 $K$<br>$W/(m^2 \cdot K)$ | 遮阳系数 $SC$<br>(东、南、西向/北向) |
| 单一朝向<br>向外窗<br>(包括透明幕墙)                                        | 窗墙面积比 $\leq 0.2$              | $\leq 6.5$                    | —                        |
|                                                                | $0.2 < \text{窗墙面积比} \leq 0.3$ | $\leq 4.7$                    | $\leq 0.50/0.60$         |
|                                                                | $0.3 < \text{窗墙面积比} \leq 0.4$ | $\leq 3.5$                    | $\leq 0.45/0.55$         |
|                                                                | $0.4 < \text{窗墙面积比} \leq 0.5$ | $\leq 3.0$                    | $\leq 0.40/0.50$         |
|                                                                | $0.5 < \text{窗墙面积比} \leq 0.7$ | $\leq 3.0$                    | $\leq 0.35/0.45$         |
| 屋顶透明部分                                                         |                               | $\leq 3.5$                    | $\leq 0.35$              |
| 注：有外遮阳时，遮阳系数 = 玻璃的遮阳系数 $\times$ 外遮阳的遮阳系数；无外遮阳时，遮阳系数 = 玻璃的遮阳系数。 |                               |                               |                          |

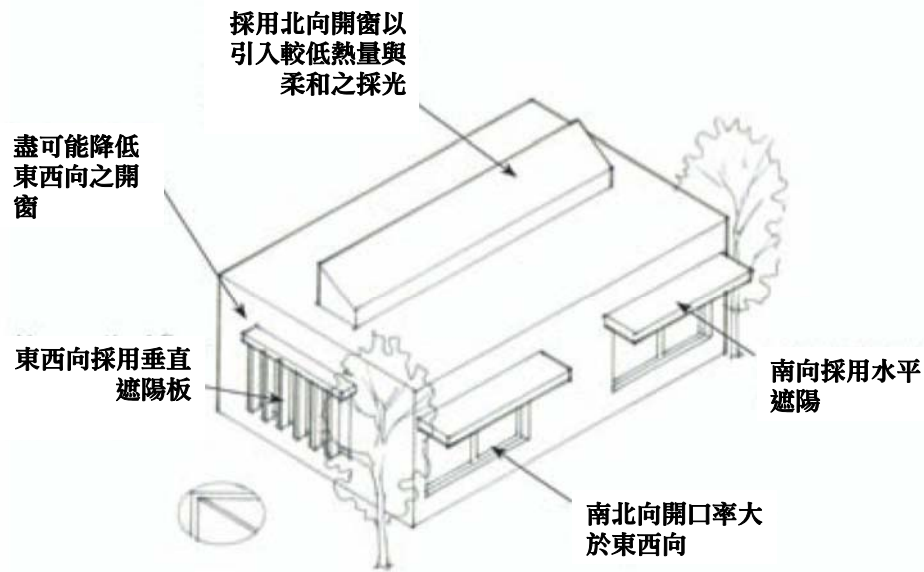
ASHRAE 0.25

<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust



## 建築外殼節能設計開窗策略



<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust



## 建築外殼節能設計

建築外殼節能設計之重點在於：

1. 降低開口面積及遮陽，建議開口率20~40%
2. 隔溫及阻擋太陽輻射熱



<http://www.ekc.com.tw>

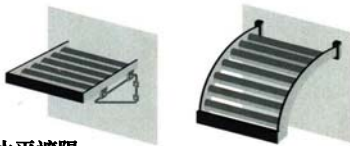
協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust



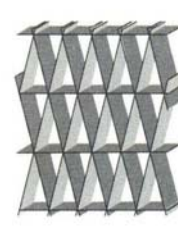
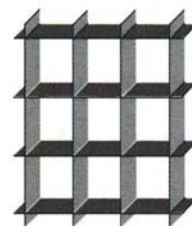
## 建築外殼節能設計-遮陽



水平遮陽



垂直遮陽



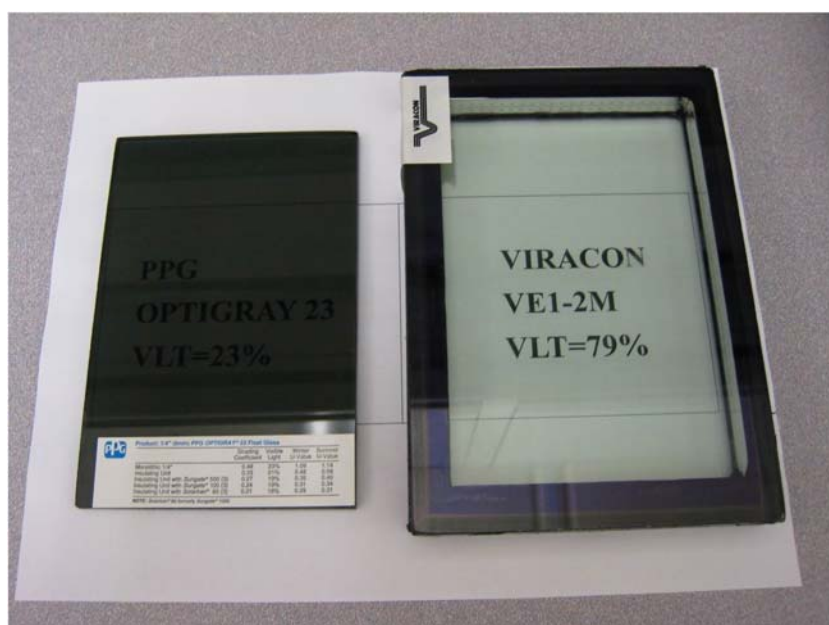
格子遮陽

<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust



## VLT Comparison



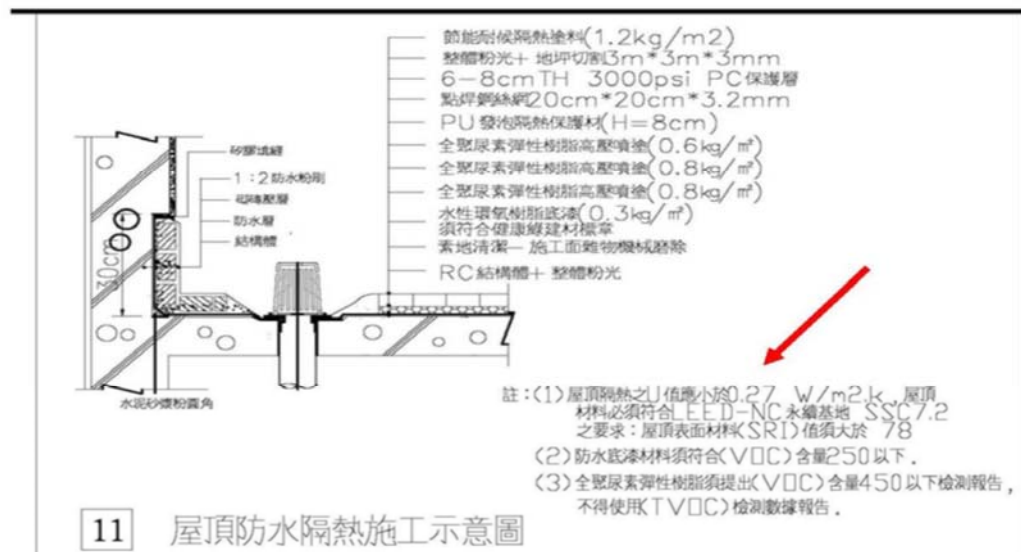
<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust



## 外殼參數1/4(施工詳圖及材料審查)

附件A 屋頂平均熱傳透率Uar Roofs



<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust



## 外殼參數2/4(施工詳圖及材料審查)

### □Glass Wall Detail

| 附件B 牆體平均熱傳透率Uar評估計算表 Wall, Above Ground |        |         |                  | 第 / 頁            |                         |                       |
|-----------------------------------------|--------|---------|------------------|------------------|-------------------------|-----------------------|
| 構造編號                                    | 構造大樣簡圖 | 厚度d (m) | 熱阻係數 1/k (m.k/W) | 熱阻 r=d/k (m.k/W) | 不透光部位 Uri=1/R (W/(m.k)) | 透光部位 Ugi=Ui (W/(m.k)) |
|                                         |        |         |                  |                  |                         |                       |
|                                         | 外氣膜    |         | 1 / 23.000       |                  |                         |                       |
|                                         | 玻璃     | 0.1000  | 1 / 0.780        |                  |                         |                       |
|                                         | 空氣層    |         | 0.086            |                  |                         |                       |
|                                         | 矽酸鈣板   | 0.1200  | 1 / 0.310        |                  |                         |                       |
|                                         | 空氣層    |         | 0.086            |                  |                         |                       |
|                                         | 岩棉     | 0.0500  | 1 / 0.370        |                  |                         |                       |
|                                         | 空氣層    |         | 0.086            |                  |                         |                       |
|                                         | 矽酸鈣板   | 0.1200  | 1 / 0.310        |                  |                         |                       |
|                                         | 內氣膜    |         | 1 / 9.000        |                  |                         |                       |
|                                         |        |         |                  |                  | 0.6896                  |                       |

<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust



## 外殼參數3/4(施工詳圖及材料審查)

### Structure Wall Detail

附件C 牆體平均熱傳透率Uar評估計算表 Wall, Above Grade

第 / 頁

| 構造編號 | 構造大樣簡圖 | 厚度d (m) | 熱阻係數 1/k (m.k/W) | 熱阻 r=d/k (m.k/W) | 不透光部位 Uri=1/R (W/(m.k)) | 透光部位 Ugi=Ui (W/(m.K)) |
|------|--------|---------|------------------|------------------|-------------------------|-----------------------|
|      |        |         |                  |                  |                         |                       |
|      | 外氣膜    |         | 1 / 23.000       |                  |                         |                       |
|      | 面材塗料   | 0.0003  | 1 / 0.094        |                  |                         |                       |
|      | rc     | 0.1000  | 1 / 1.400        |                  |                         |                       |
|      | 防火塗料   | 0.0009  | 1 / 0.094        |                  |                         |                       |
|      | 鋼板     | 0.0023  | 1 / 45.000       |                  |                         |                       |
|      | 空氣層    |         | 0.086            |                  |                         |                       |
|      | 鋼板     | 0.0023  | 1 / 45.000       |                  |                         |                       |
|      | 防火塗料   | 0.0009  | 1 / 0.094        |                  |                         |                       |
|      | rc     | 0.1000  | 1 / 1.400        |                  |                         |                       |
|      | 面材塗料   | 0.0003  | 1 / 0.094        |                  |                         |                       |
|      | 內氣膜    |         | 9.000            |                  |                         |                       |
|      |        |         |                  |                  | 2.4445                  |                       |

<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust



## 外殼參數4/4(施工詳圖及材料審查)

### Metallic Curtain Wall Detail

附件D 牆體平均熱傳透率Uar評估計算表 Wall, Above Grade

第 / 頁

| 構造編號 | 構造大樣簡圖 | 厚度d (m) | 熱阻係數 1/k (m.k/W) | 熱阻 r=d/k (m.k/W) | 不透光部位 Uri=1/R (W/(m.k)) | 透光部位 Ugi=Ui (W/(m.K)) |
|------|--------|---------|------------------|------------------|-------------------------|-----------------------|
|      |        |         |                  |                  |                         |                       |
|      | 外氣膜    |         | 1 / 23.000       |                  |                         |                       |
|      | 金屬包版/鋁 | 0.0040  | 1 / 210.000      |                  |                         |                       |
|      | 岩棉     | 0.1000  | 1 / 0.042        |                  |                         |                       |
|      | 空氣層    |         | 0.086            |                  |                         |                       |
|      | 矽酸鈣板   | 0.0120  | 1 / 0.310        |                  |                         |                       |
|      | 內氣膜    |         | 9.000            |                  |                         |                       |
|      |        |         |                  |                  | 0.3759                  |                       |

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust



## 玻璃參數3/4(施工詳圖及材料審查)

6+6mm

D. 玻璃品項: 6mm + 0.76PVB + 6mm 淺灰色金屬反射膠合雙強化玻璃  
 玻璃組合: 6mm CL T. Glass With LGY50#2 + 0.76mm PVB + 6mm CL T. Glass  
 其光學特性需符合下列之條件  
 1. Visible Trans 可視光透過率:  $\geq 53\%$   
 2. Visible Reflec 可視光反射率:  $\leq 10\%$   
 3. UV Trans 紫外線透過率:  $\leq 1\%$   
 4. Shading Coefficient 遮蔽係數:  $\leq 0.68$   
 5. U-Value U-值:  $U_s: \leq 4.88W/m^2K$  ,  $U_w: \leq 5.38W/m^2K$

8+0.76PVB+8mm

I. 玻璃品項: 8mm + 0.76PVB + 8mm 透明膠合雙強化玻璃  
 玻璃組合: 8mm CL T. + 0.76mm PVB + 8mm CL T. Glass  
 其光學特性需符合下列之條件  
 1. Visible Trans 可視光透過率:  $\geq 85\%$   
 2. Visible Reflec 可視光反射率:  $\leq 9\%$   
 3. UV Trans 紫外線透過率:  $\leq 1\%$   
 4. Shading Coefficient 遮蔽係數:  $\leq 0.85$   
 5. U-Value U-值:  $U_s: \leq 4.74W/m^2K$  ,  $U_w: \leq 5.21W/m^2K$

<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust



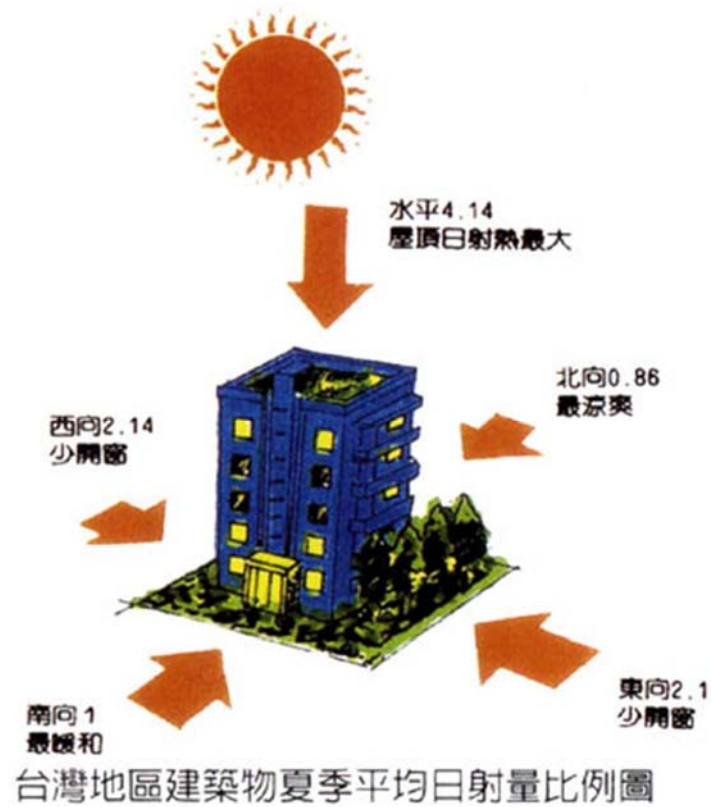
## 玻璃參數4/4(施工詳圖及材料審查)

8+8mm

G. 玻璃品項: 8mm + 0.76PVB + 8mm 淺灰色金屬反射膠合雙強化玻璃  
 玻璃組合: 8mm CL T. Glass With LGY50#2 + 0.76mm PVB + 8mm CL T. Glass  
 其光學特性需符合下列之條件  
 1. Visible Trans 可視光透過率:  $\geq 51\%$   
 2. Visible Reflec 可視光反射率:  $\leq 10\%$   
 3. UV Trans 紫外線透過率:  $\leq 1\%$   
 4. Shading Coefficient 遮蔽係數:  $\leq 0.64$   
 5. U-Value U-值:  $U_s: \leq 4.74W/m^2K$  ,  $U_w: \leq 5.21W/m^2K$

<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust





# LEED-CX-ELEC

王獻堂

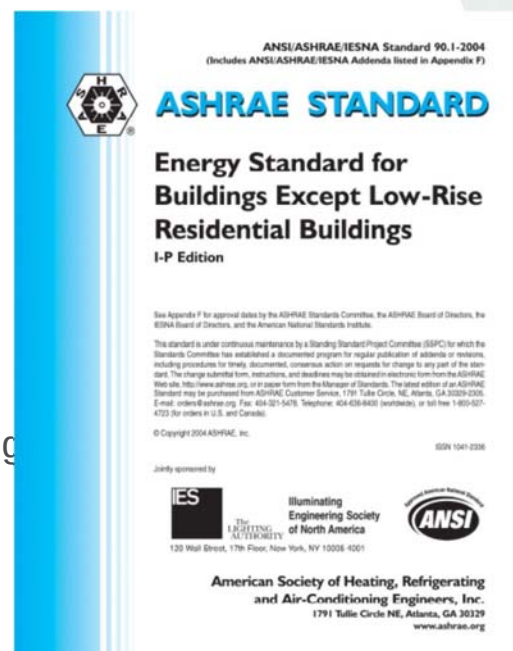
<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust



## ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2007 Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings

- 4 – Administration and enforcement
- 5 – Building envelope
- 6 – HVAC
- 7 – Service Water Heating
- 8 – Power
- 9 – Lighting
- 10 – Other equipment
- Appendix G – Performance Rating Method



<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust



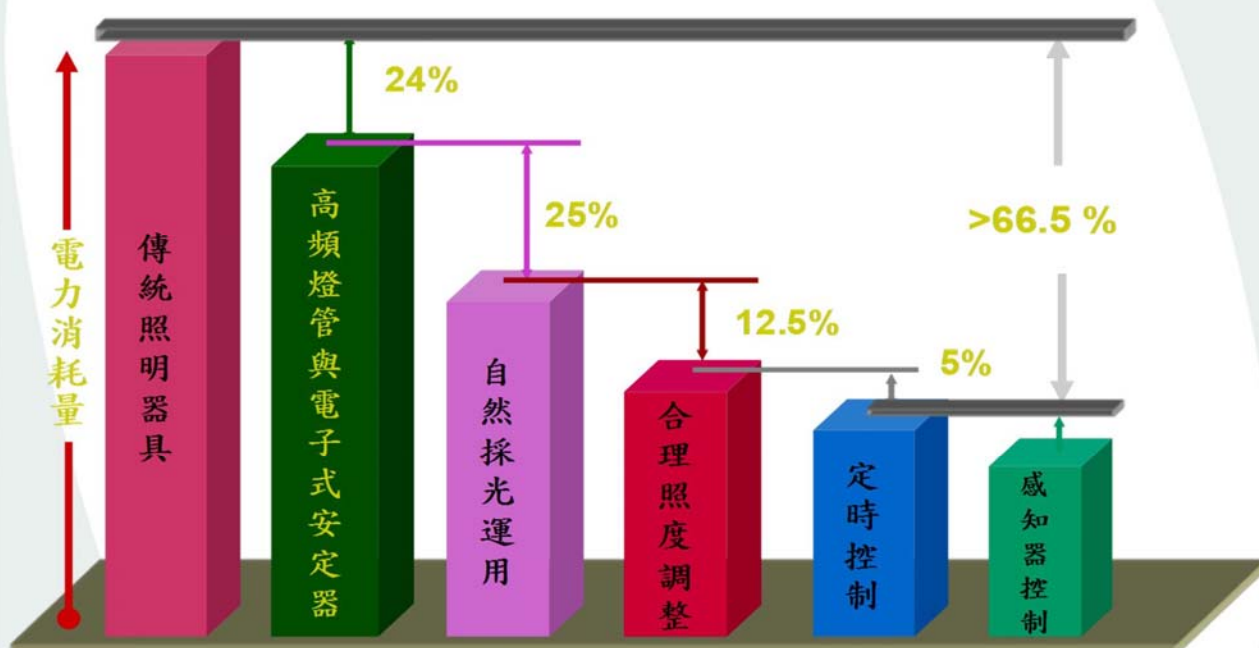
## Lighting System

<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust



## 照明系統管理與自然光運用之整體節能效



<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust



# Reduce Lighting Power Density

TABLE 9.5.1 Lighting Power Densities  
Using the Building Area Method

| Building Area Type <sup>a</sup> | LPD<br>(W/m <sup>2</sup> ) |
|---------------------------------|----------------------------|
| Automotive facility             | 10                         |
| Convention center               | 13                         |
| Courthouse                      | 13                         |
| Dining: bar lounge/leisure      | 14                         |
| Dining: cafeteria/fast food     | 15                         |
| Dining: family                  | 17                         |
| Dormitory                       | 11                         |
| Exercise center                 | 11                         |
| Gymnasium                       | 12                         |
| Health care clinic              | 11                         |
| Hospital                        | 13                         |
| Hotel                           | 11                         |
| Library                         | 14                         |
| Manufacturing facility          | 14                         |
| Motel                           | 11                         |
| Motion picture theater          | 13                         |
| Multifamily                     | 8                          |
| Museum                          | 12                         |
| Office                          | 11                         |

<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust



## Interior Lighting Power Densities of Baseline Building -Using the Space-by-Space Method

TABLE 9.6.1 Lighting Power Densities Using the Space-by-Space Method

| Common Space Types <sup>a</sup> | LPD, W/<br>m <sup>2</sup> | Building-Specific Space Types          | LPD, W/<br>m <sup>2</sup> |
|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------|---------------------------|
| Office—Enclosed                 | 12                        | Gymnasium/Exercise Center              |                           |
| Office—Open Plan                | 12                        | Playing Area                           | 15                        |
| Conference/Meeting/Multipurpose | 14                        | Exercise Area                          | 10                        |
| Classroom/Lecture/Training      | 15                        | Courthouse/Police Station/Penitentiary |                           |
| For Penitentiary                | 14                        | Courtroom                              | 20                        |
| Lobby                           | 14                        | Confinement Cells                      | 10                        |
| For Hotel                       | 12                        | Judges' Chambers                       | 14                        |
| For Performing Arts Theater     | 36                        | Fire Stations                          |                           |
| For Motion Picture Theater      | 12                        | Engine Room                            | 9                         |

### Lighting Control of Baseline Building:

#### No automatic lighting controls

(e.g., programmable controls or automatic controls for daylight utilization)

#### Manufacturing

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| Low Bay (<25 ft Floor to Ceiling Height)  | 13 |
| High Bay (>25 ft Floor to Ceiling Height) | 18 |
| Detailed Manufacturing                    | 23 |
| Equipment Room                            | 13 |
| Control Room                              | 5  |

<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust



## Energy Saving Credit by Lighting Control

TABLE G3.2 Power Adjustment Percentages for Automatic Lighting Controls

| Automatic Control Device(s)                         | Non-24-h and<br>$\leq 460 \text{ m}^2$ | All Other |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------|
| 1. Programmable timing control                      | 10%                                    | 0%        |
| 2. Occupancy sensor                                 | 15%                                    | 10%       |
| 3. Occupancy sensor and programmable timing control | 15%                                    | 10%       |

Note: The  $460 \text{ m}^2$  condition pertains to the total conditioned floor area of the building.

<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust



## Daylighting+Artificial Lighting

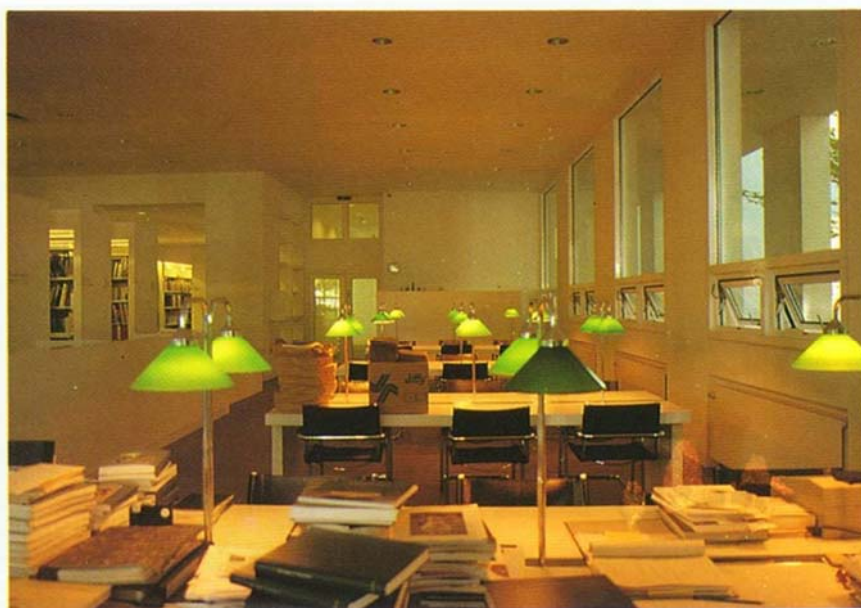


圖 5-40 工作照明可區劃個人領域(德國法蘭克福 Museum of Applied Arts)

<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

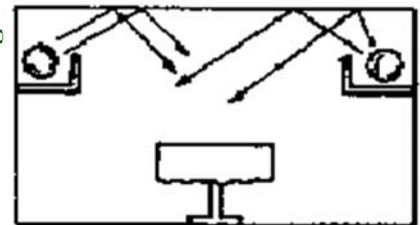


## 自然採光效率

| LIGHT SOURCE                    | EFFICACY<br>(lumens/watt) | SOURCE |
|---------------------------------|---------------------------|--------|
| Sun (altitude = 7.5 degrees)    | 90 lm/w                   | (a)    |
| Sun (altitude > 25 degrees)     | 117 lm/w                  | (a)    |
| Sun (suggested mean altitude)   | 100 lm/w                  | (a)    |
| Sky (clear)                     | 150 lm/w                  | (a)    |
| Sky (average)                   | 125 lm/w                  | (a)    |
| Global (average of sky and sun) | 115 lm/w                  | (a)    |
| Incandescent (150 w)            | 16-40 lm/w                | (b)    |
| Fluorescent (40 w, CWX)         | 50-80 lm/w                | (b)    |
| High Pressure Sodium            | 40-140 lm/w               | (b)    |

<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust



利用窗面百葉導光  
及天花板金屬板漫  
射原裡，使書背很  
清楚，更利於搜尋。

Source:綠建築設計技術彙編

<http://www.ekc.com.tw>

ense of Carbon Trust



## Daylighting



將自然光自然導入後，可得室內照度均勻分佈，戶外雖有裝設遮陽百葉裝置，但室內的視野亦非常良好且室內明暗對比的差異不大。

Source:綠建築設計技術彙編

<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust



## Power Sysetm

<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust



## POWER

- 8.4 Mandatory Provisions
  - 8.4.1 Voltage Drop
    - 8.4.1.1 Feeders. Feeder conductors shall be sized for a maximum voltage drop of 2% at design load.
    - 8.4.1.2 Branch Circuits. Branch circuit conductors shall be sized for a maximum voltage drop of 3% at design load.

<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust



## Other Equipment

<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust



# Motor Efficiency of Baseline Building

TABLE 10.8 Minimum Nominal Efficiency for General Purpose Design A and Design B Motors<sup>a</sup>

| Number of Poles ⇒         | Minimum Nominal Full-Load Efficiency (%) |      |      |                 |      |      |
|---------------------------|------------------------------------------|------|------|-----------------|------|------|
|                           | Open Motors                              |      |      | Enclosed Motors |      |      |
|                           | 2                                        | 4    | 6    | 2               | 4    | 6    |
| Synchronous Speed (RPM) ⇒ | 3600                                     | 1800 | 1200 | 3600            | 1800 | 1200 |
| Motor Kilowatts           |                                          |      |      |                 |      |      |
| 0.8 kW                    | —                                        | 82.5 | 80.0 | 75.5            | 82.5 | 80.0 |
| 1.1 kW                    | 82.5                                     | 84.0 | 84.0 | 82.5            | 84.0 | 85.5 |
| 1.5 kW                    | 84.0                                     | 84.0 | 85.5 | 84.0            | 84.0 | 86.5 |
| 2.2 kW                    | 84.0                                     | 86.5 | 86.5 | 85.5            | 87.5 | 87.5 |
| 3.7 kW                    | 85.5                                     | 87.5 | 87.5 | 87.5            | 87.5 | 87.5 |
| 5.6 kW                    | 87.5                                     | 88.5 | 88.5 | 88.5            | 89.5 | 89.5 |
| 7.5 kW                    | 88.5                                     | 89.5 | 90.2 | 89.5            | 89.5 | 89.5 |
| 11.1 kW                   | 89.5                                     | 91.0 | 90.2 | 90.2            | 91.0 | 90.2 |
| 14.9 kW                   | 90.2                                     | 91.0 | 91.0 | 90.2            | 91.0 | 90.2 |
| 18.7 kW                   | 91.0                                     | 91.7 | 91.7 | 91.0            | 92.4 | 91.7 |
| 22.4 kW                   | 91.0                                     | 92.4 | 92.4 | 91.0            | 92.4 | 91.7 |
| 29.8 kW                   | 91.7                                     | 93.0 | 93.0 | 91.7            | 93.0 | 93.0 |
| 37.3 kW                   | 92.4                                     | 93.0 | 93.0 | 92.4            | 93.0 | 93.0 |
| 44.8 kW                   | 93.0                                     | 93.6 | 93.6 | 93.0            | 93.6 | 93.6 |
| 56.0 kW                   | 93.0                                     | 94.1 | 93.6 | 93.0            | 94.1 | 93.6 |
| 74.6 kW                   | 93.0                                     | 94.1 | 94.1 | 93.6            | 94.5 | 94.1 |
| 93.3 kW                   | 93.6                                     | 94.5 | 94.1 | 94.5            | 94.5 | 94.1 |
| 111.9 kW                  | 93.6                                     | 95.0 | 94.5 | 94.5            | 95.0 | 95.0 |
| 149.2 kW                  | 94.5                                     | 95.0 | 94.5 | 95.0            | 95.0 | 95.0 |

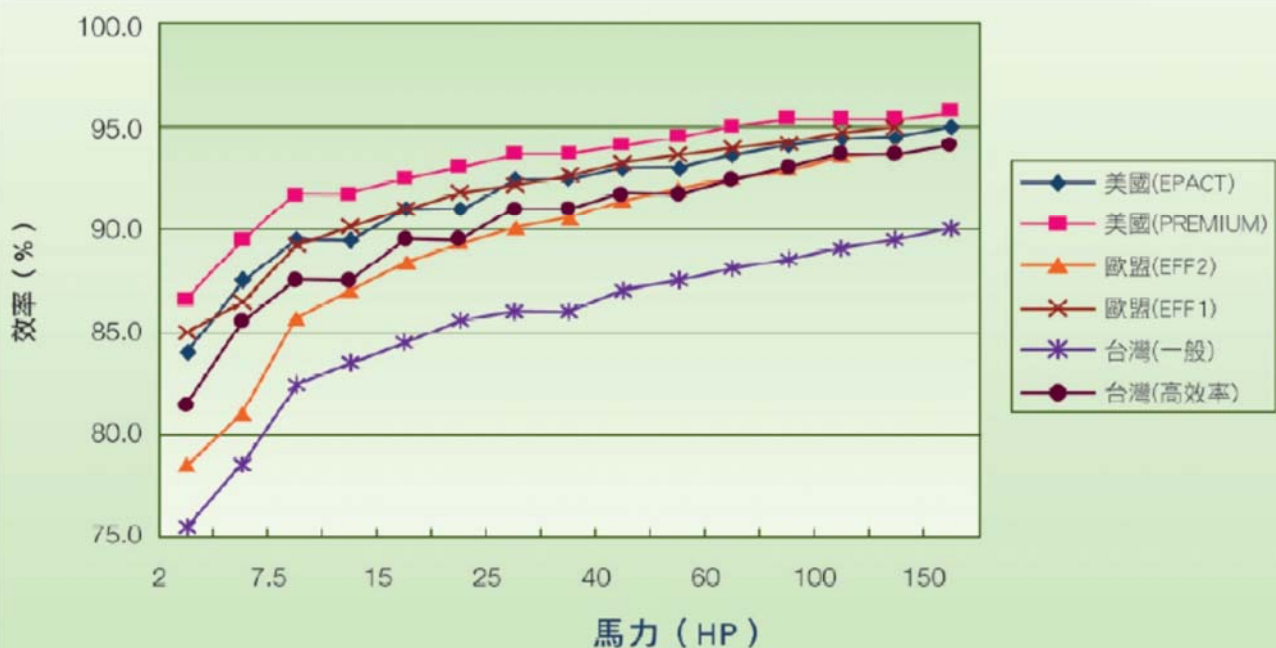
<sup>a</sup>Nominal efficiencies shall be established in accordance with NEMA Standard MG1. Design A and Design B are National Electric Manufacturers Association (NEMA) design class designations for fixed frequency small and medium AC squirrel cage induction motors.

<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust



# Motor Efficiency Comparison

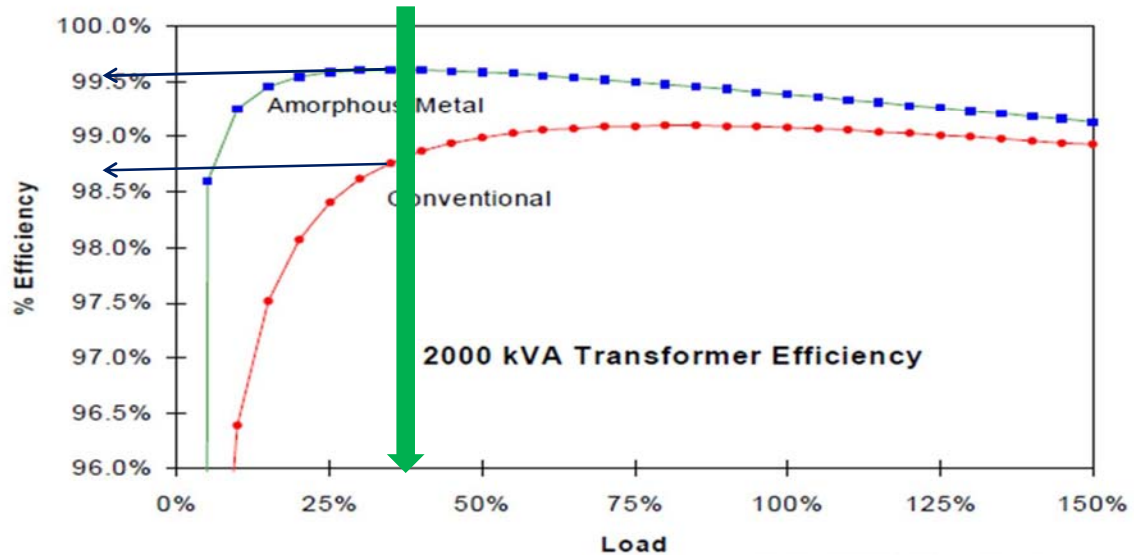

<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust



## 電力節能技術指標

### TRANSFORMER EFFICIENCY



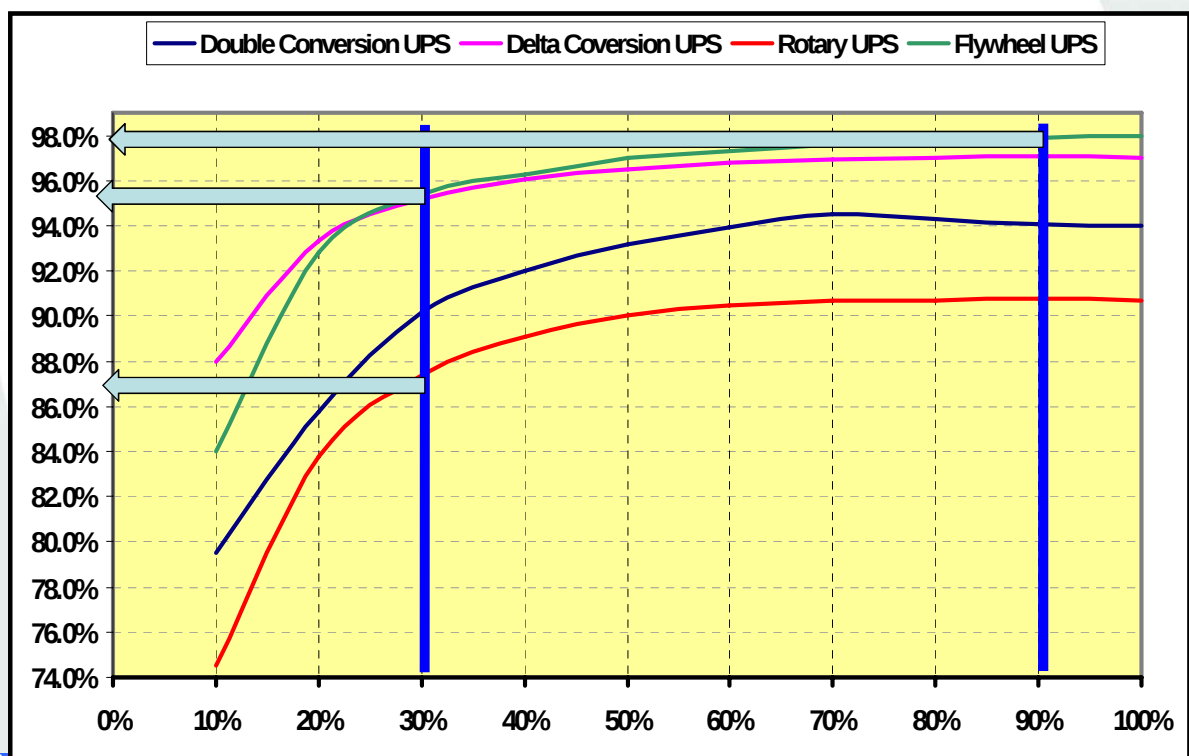
<http://www.ekc.com.tw>

協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust



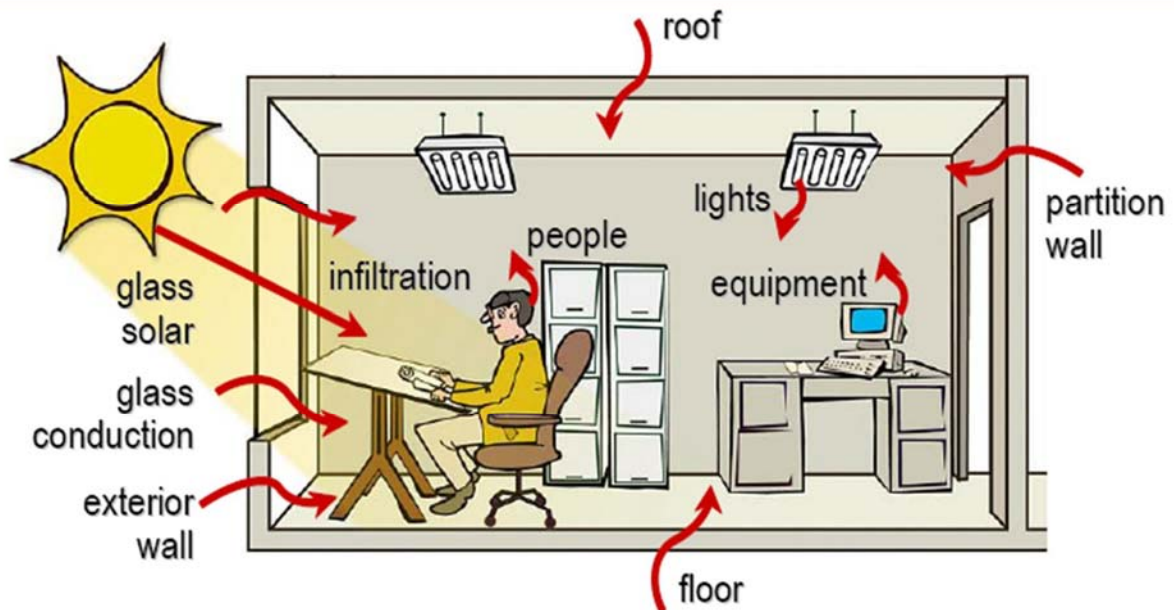
## 電力節能技術指標

效率與節能



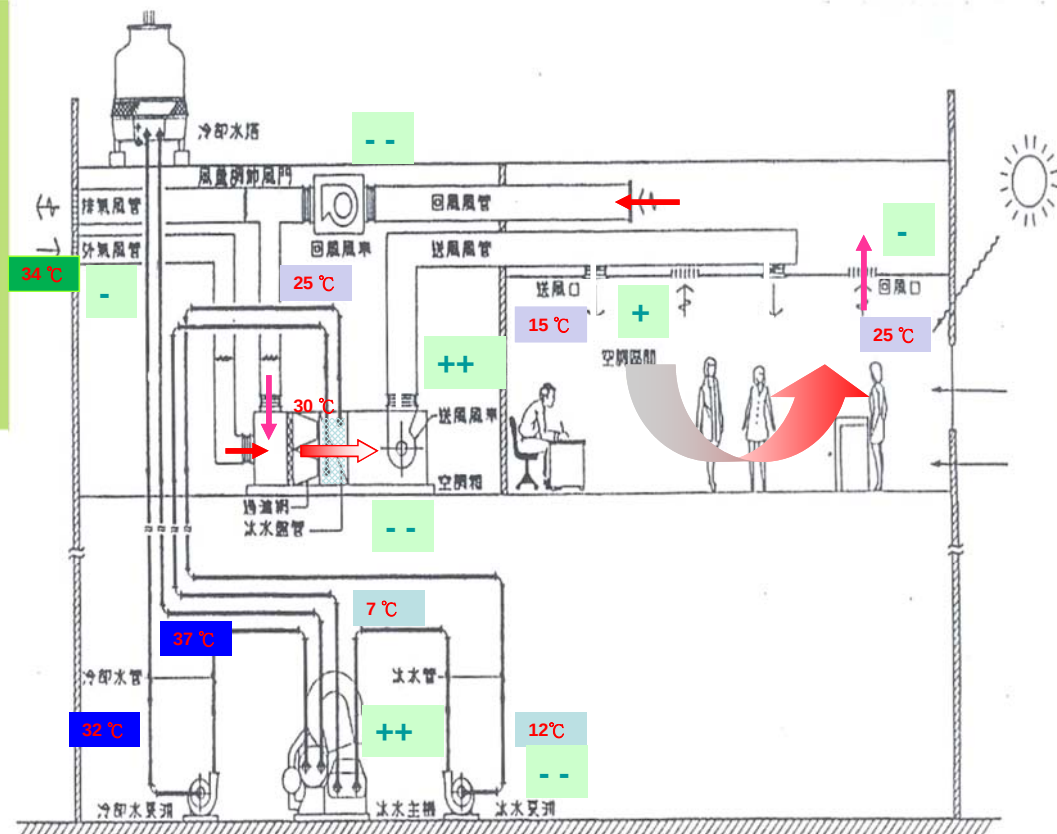
協助企業建立節能減碳標準 Making Business Sense of Carbon Trust

## 負載計算



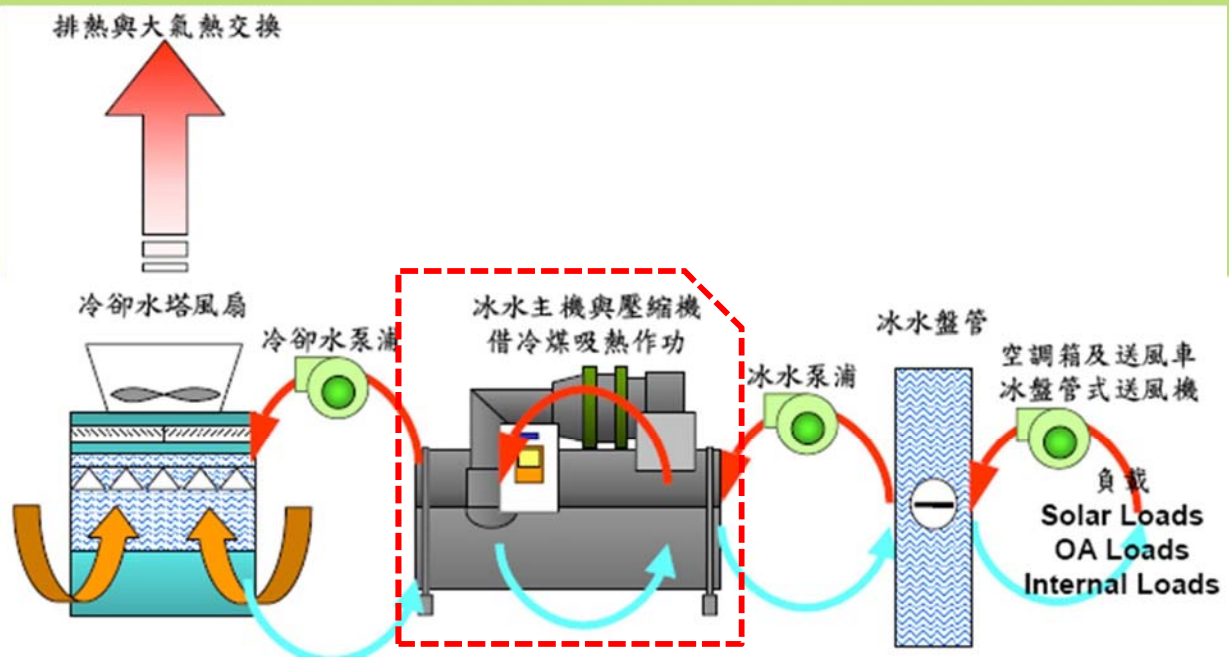
協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 空調系統概要圖



協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

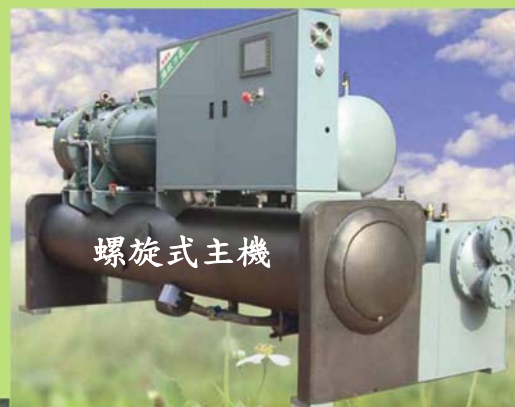
## 空調系統



3

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

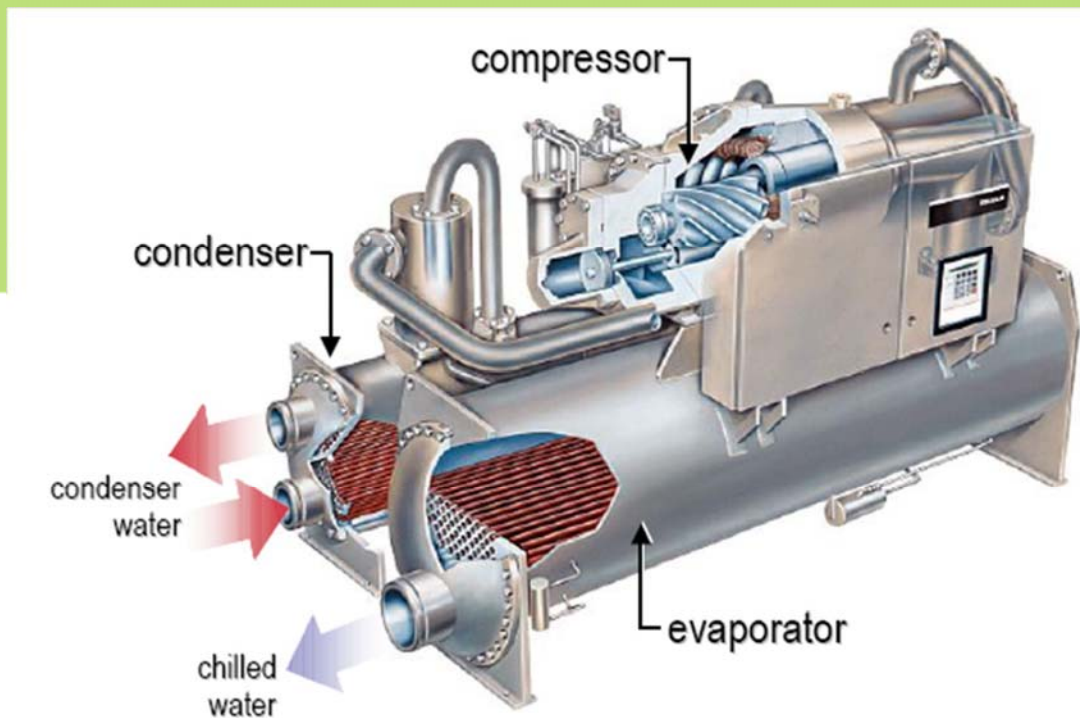
## 冰水主機



4

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 冰水主機



協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 熱交換器\_殼管式



協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 熱交換器\_殼管式



7

7

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 板式熱交換器



協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

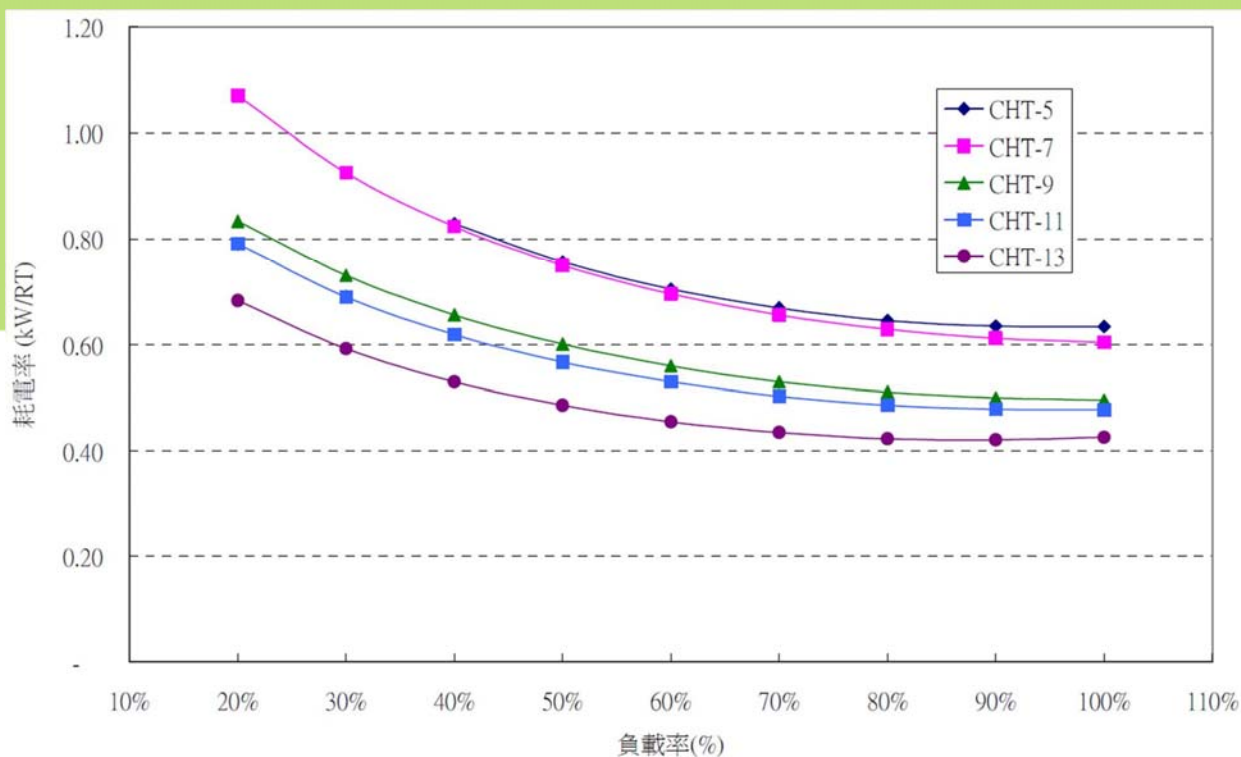
## 氣冷式冰水主機



9

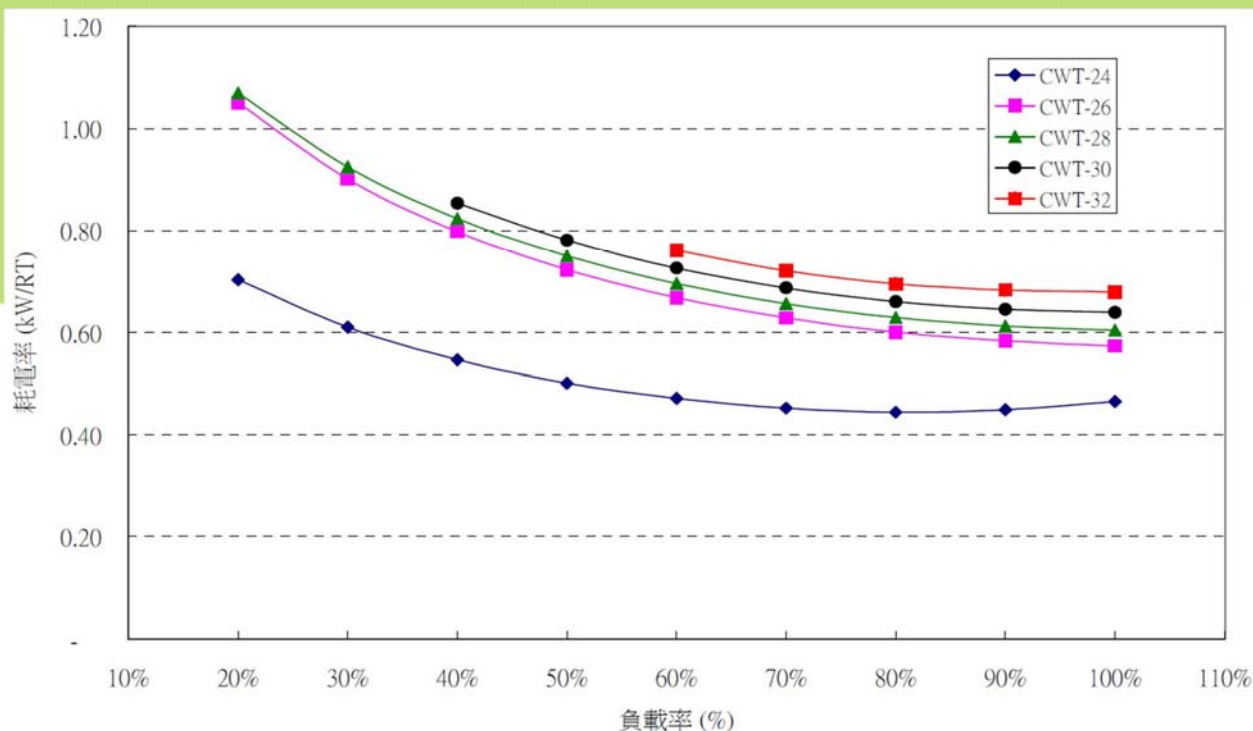
協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 冰水主機供水溫度與主機耗電率(kW/RT)之關係



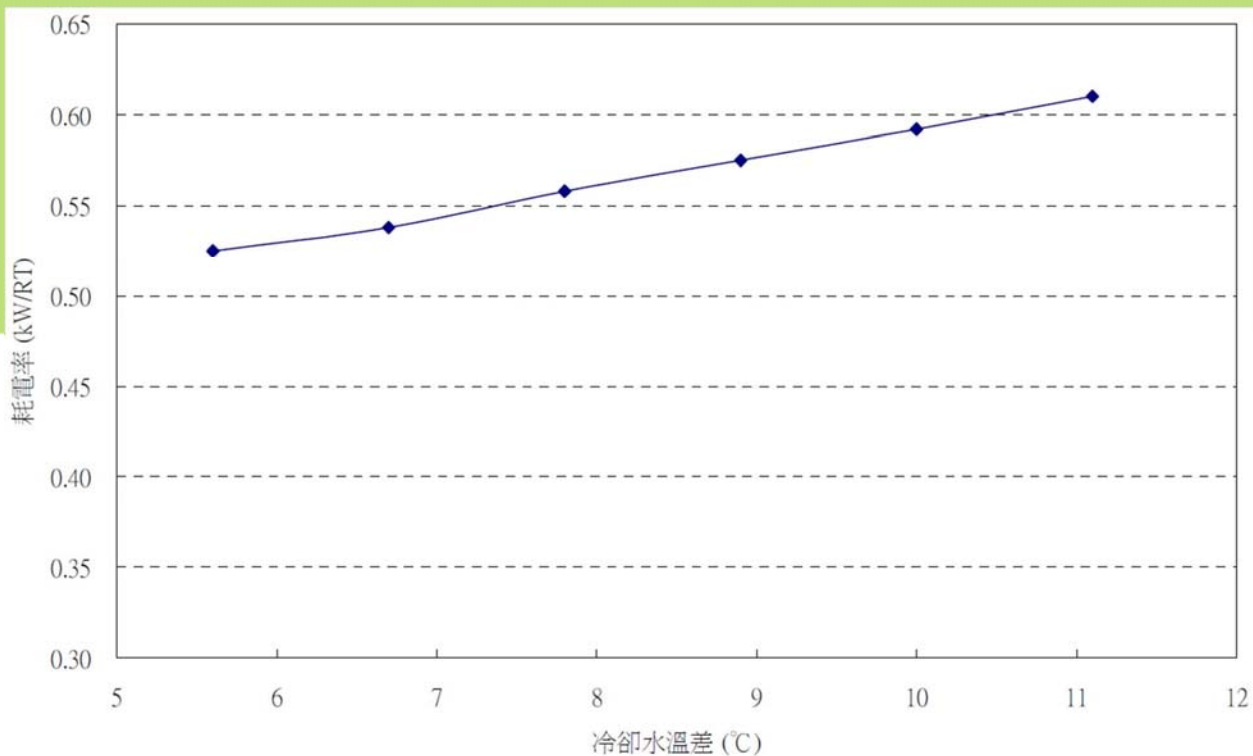
協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 冷卻水入口溫度與主機耗電率(kW/RT)之關係



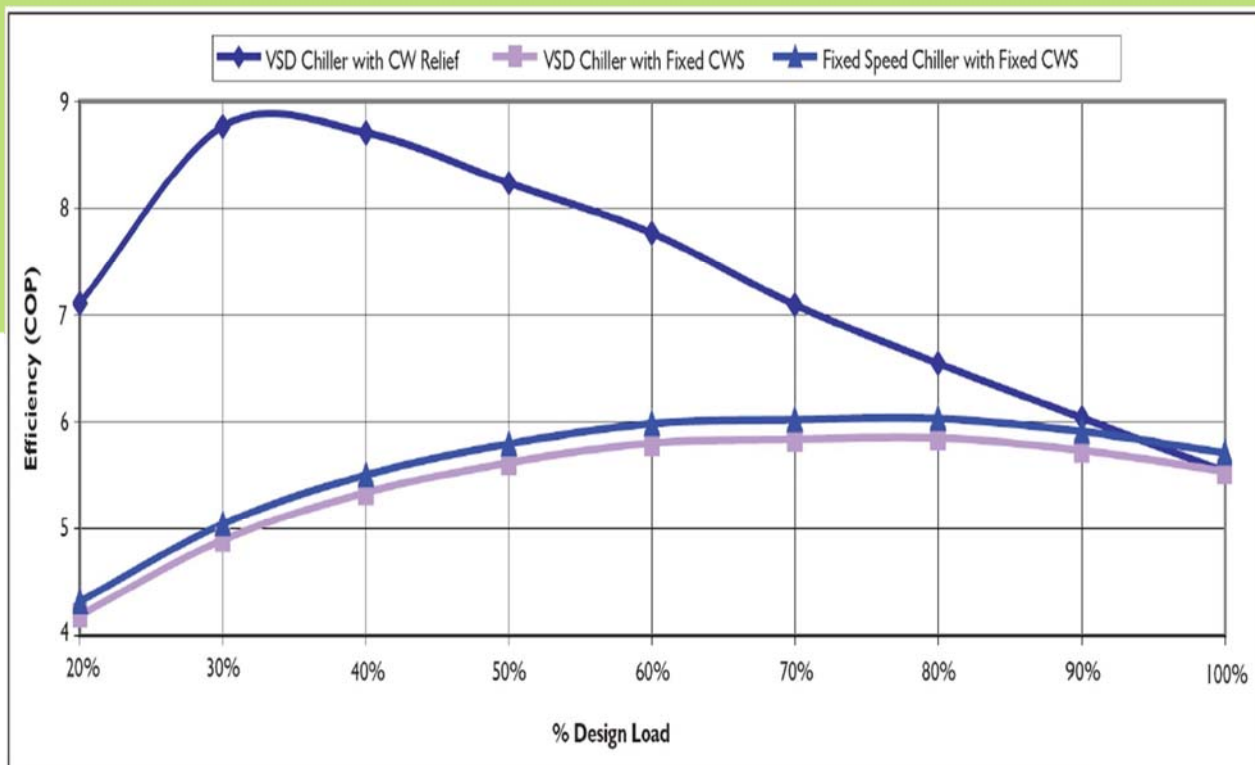
協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 冷卻水溫差與主機耗電率(kW/RT)之關係



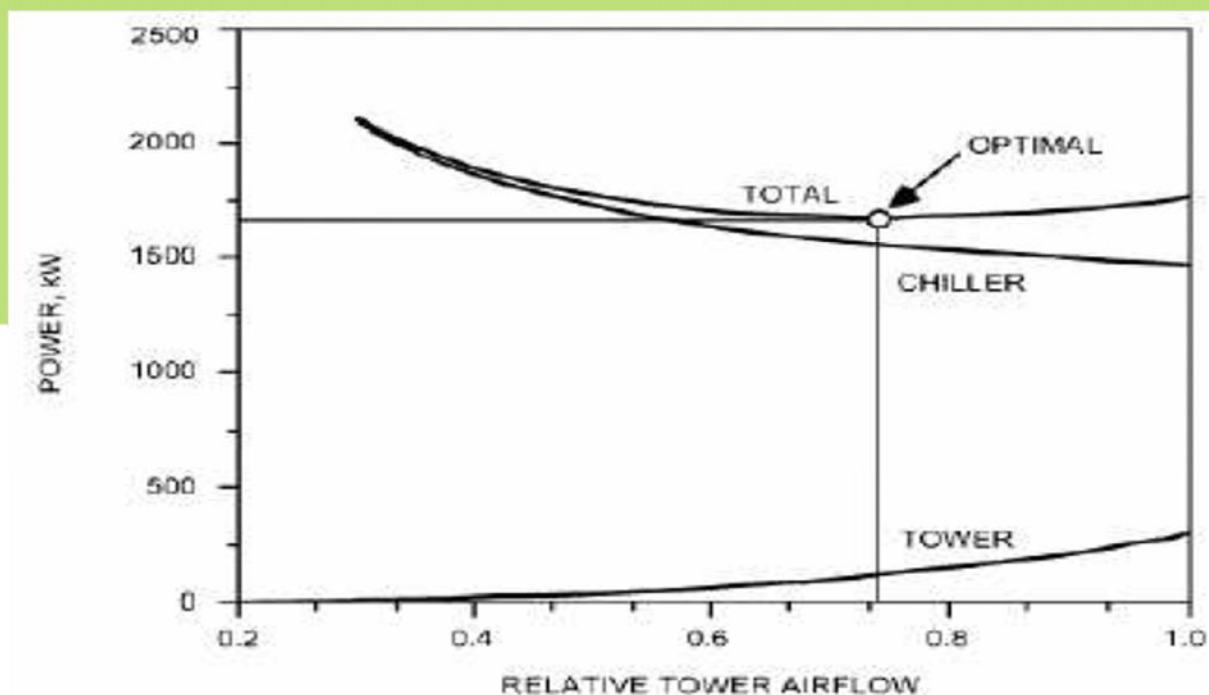
協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 變頻壓縮機與定頻壓縮機之冰水主機效率比較



協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 冷卻水塔耗能與冰水主機耗能之關係



摘自 1999 ASHRAE Applications Handbook pp.40.10

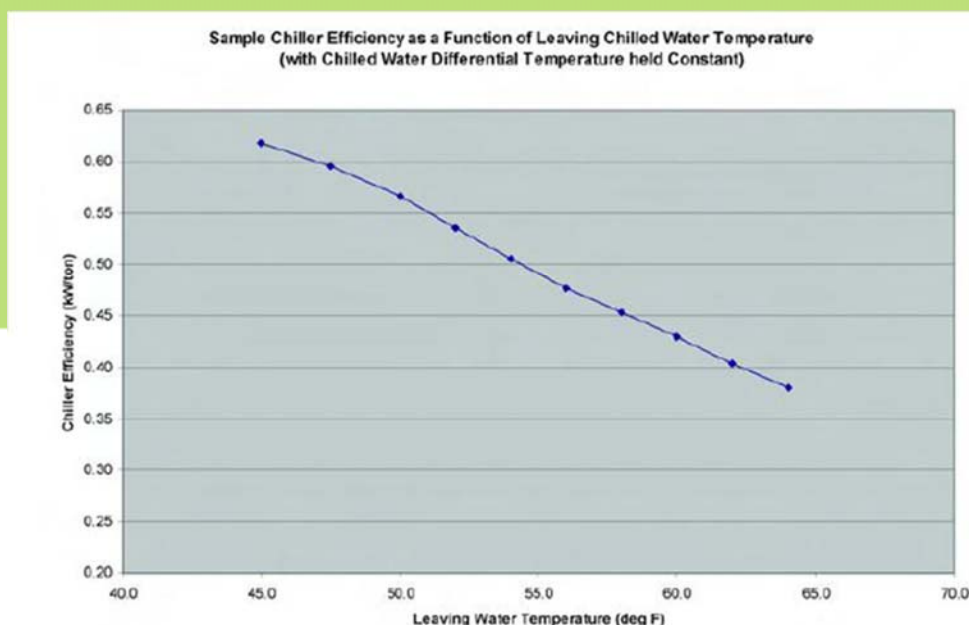
協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 氣冷 vs 水冷

| 執行階段 |            |         | 第一階段                    |           | 第二階段                     |           |
|------|------------|---------|-------------------------|-----------|--------------------------|-----------|
| 實施日期 |            |         | 民國九十二年一月一日              |           | 民國九十四年一月一日               |           |
| 型 式  |            | 冷卻能力等級  | 能源效率比值(EER)<br>kcal/h-W | 性能係數(COP) | 能源效率比值<br>(EER) kcal/h-W | 性能係數(COP) |
| 水冷式  | 容積式<br>壓縮機 | <150RT  | 3.50                    | 4.07      | 3.83                     | 4.45      |
|      |            | ≥ 150RT | 3.60                    | 4.19      | 4.21                     | 4.90      |
|      |            | ≤ 500RT |                         |           |                          |           |
|      |            | >500RT  | 4.00                    | 4.65      | 4.73                     | 5.50      |
|      | 離心式<br>壓縮機 | <150RT  | 4.30                    | 5.00      | 4.30                     | 5.00      |
|      |            | ≥ 150RT | 4.77                    | 5.55      | 4.77                     | 5.55      |
|      |            | <300RT  |                         |           |                          |           |
|      |            | ≥ 300RT | 4.77                    | 5.55      | 5.25                     | 6.10      |
| 冷氣式  | 全機種        | 2.40    | 2.79                    | 2.40      | 2.79                     |           |

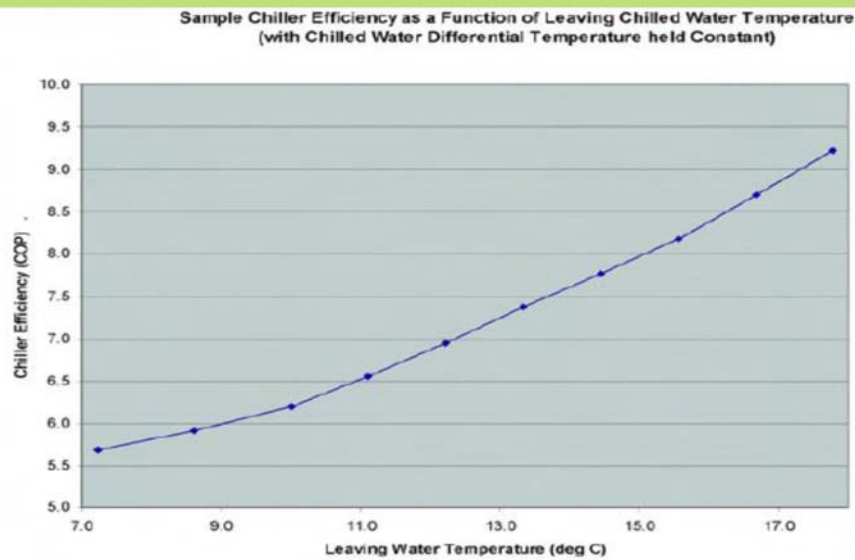
協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 冰機出水溫度與耗電關係



**Figure 3.5a** Sample chiller efficiency as a function of leaving chilled-water temperature, units of kW/ton (with all other parameters held essentially constant).

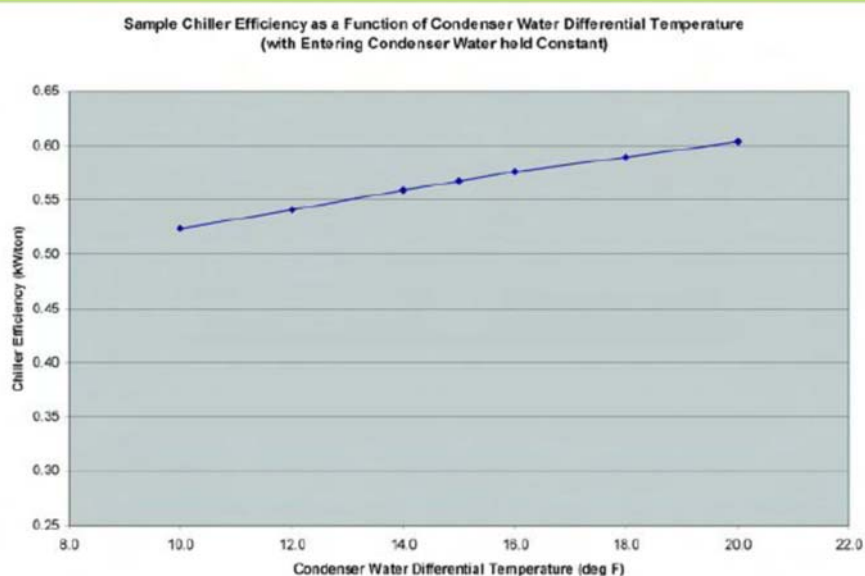
## 冰機出水溫度與COP關係



**Figure 3.5b** Sample chiller efficiency as a function of leaving chilled-water temperature, units of COP (with all other parameters held essentially constant).

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

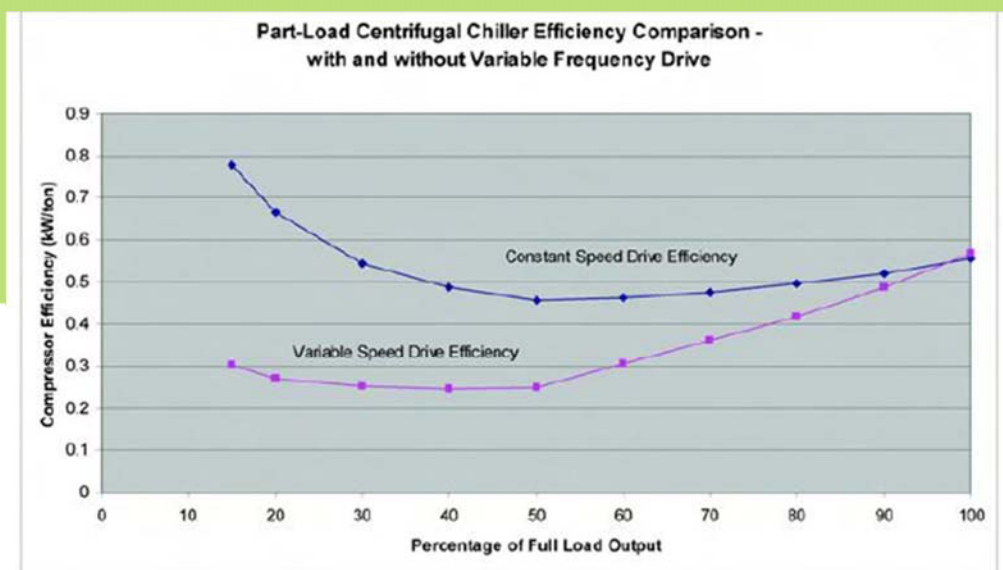
## 冰機冷卻水溫與耗電關係



**Figure 3.7** Sample chiller efficiency as a function of condenser-water differential temperature (with other parameters held essentially constant).

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 變頻離心機部分負載效率



**Figure 3.8** Sample part-load centrifugal chiller efficiency with and without VFD.

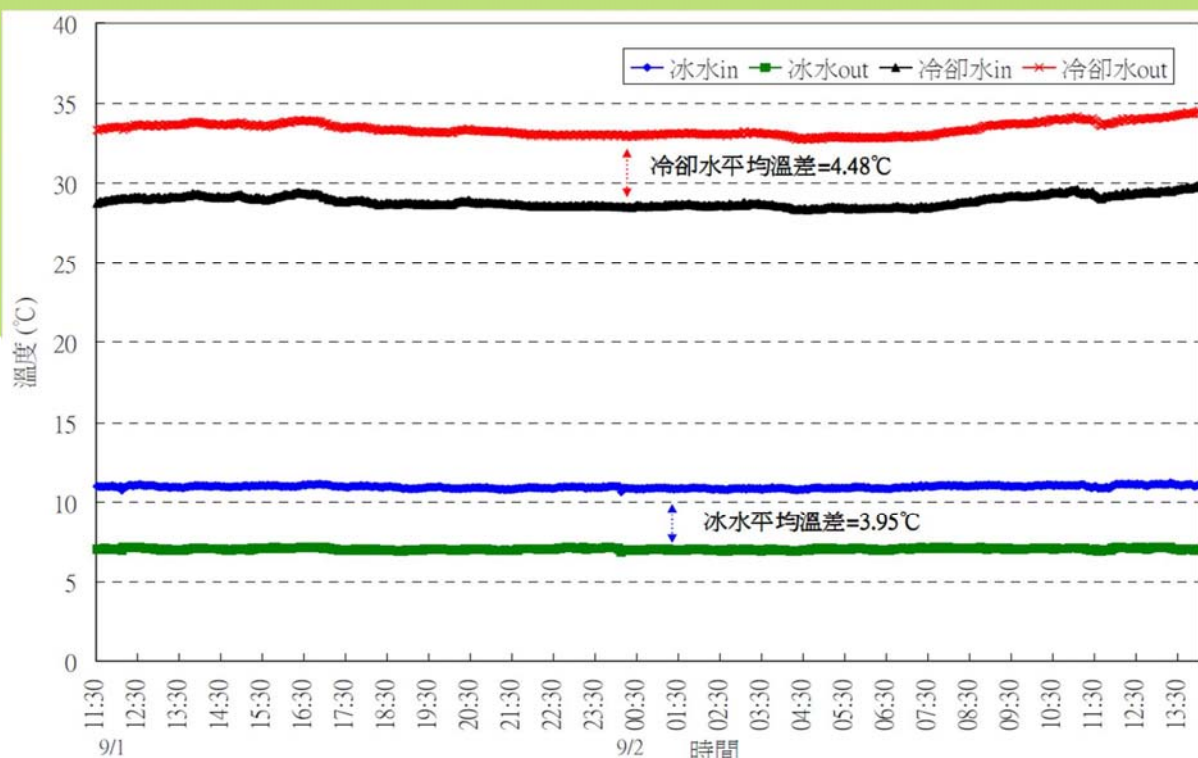
協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 冰水主機冷凍能力及耗電曲線圖(CH1-10、11F)



協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 冰水主機冰水與冷卻水進出溫度曲線圖(CH1-10、11F)



協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

### 節能措施 調整主機運轉模式

空調系統

改善措施

因機房外加之箱型冷氣、分離式冷氣機整體運轉效率(kW/RT)較差，且為避免冰水主機因負載低切換頻繁導致效率低落，應排除外加冷氣機之使用，以提高冰水主機負載率。

改善前

1. 機房空調系統除由 2 台 240RT 螺旋式冰水主機供應外，為解決機房內局部區域熱點之產生，加裝了許多箱型、分離式冷氣等，導致冰水主機負載率偏低。測試期間主機負載率在 24~31%與 41~51%兩區段內，冰水主機在開啟單壓縮機與雙壓縮機間切換頻繁，導致冰水主機運轉效率偏低，平均約 0.93kW/RT。
2. 一般機櫃背部為熱氣排出口，溫度通常是整個機房內最高的地方，為了降低此區溫度，目前除了增加地板出風口外，亦將箱型機與分離式冷氣的出風口設置於此，如此非但無法有效帶走機櫃內部的熱，反而會因混風情形而降低空調系統的冷卻效率。

改善後

1. 在靠近機櫃前端吸入口設置地板出風口，減少機櫃出風端與無機櫃處之地板出風板塊，避免冷熱氣流混合情形發生。
2. 在改善機房冷熱氣流分布狀況後，排除外加冷氣機之使用，以提高冰水主機負載率。

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 節能措施 調整主機運轉模式

### 空調系統

#### 節能成效

- 節能效益：
  1. 改善前冰水系統耗電：  
 $240\text{RT} \times (0.93 + 0.15 + 0.05 + 0.3) \text{kW/RT} \times 8,760 \text{ 小時} \times 41.7\%$   
 $= 1,253,682 \text{ kWh/年}$
  2. 改善前外加空調耗電： $110 \text{ kW} \times 8,760 \text{ 小時} = 963,600 \text{ kWh/年}$
  3. 改善後 9F 總空調耗電：  
 $240\text{RT} \times (0.83 + 0.15 + 0.05 + 0.3) \text{kW/RT} \times 8,760 \text{ 小時} \times 67\%$   
 $= 1,873,449 \text{ kWh/年}$
  4. 節省空調耗電： $343,833 \text{ kWh/年}$
  5. 節約金額： $343,833 \text{ kWh/年} \times 2.38 \text{ 元/kWh} = 81.8 \text{ 萬元/年}$
- 投資費用：無。
- 回收年限：立即。

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 節能措施 提高主機負載率

### 空調系統

#### 改善措施

新增一台 150RT 螺旋式冰水主機，提高冰水主機之負載率。

#### 改善前

1. 貴單位有離心式冰水主機 280RT×3 台，平常運轉模式以開啟一台為主，由於負載偏低，冰水主機起停頻繁，測試期間冰水主機平均負載僅約 78RT，平均耗電率約 1.06kW/RT。
2. 冰水主機於低負載率下運轉，除可能降低其機器壽命外，因耗電率偏高且起停頻繁，更會造成無謂的電力浪費。

#### 改善後

目前已拆除一台 280 離心式冰水主機，並預計以 150RT(0.79kW/RT)之螺旋式冰水主機替代。

#### 節能成效

- 節能效益：
  1. 改善前主機耗電：  
 $280\text{RT} \times 1.06 \text{ kW/RT} \times 8,760 \text{ 小時} \times 28\% = 727,991 \text{ kWh/年}$
  2. 改善後主機耗電：  
 $150\text{RT} \times 0.79 \text{ kW/RT} \times 8,760 \text{ 小時} \times 53\% = 550,172 \text{ kWh/年}$
  3. 節省耗電： $(727,991 - 550,172) \text{ kWh/年} = 177,819 \text{ kWh/年}$
  4. 節約金額： $177,819 \text{ kWh/年} \times 2.38 \text{ 元/kWh} = 42.3 \text{ 萬元/年}$
- 投資費用：購置 150RT 螺旋式冰水主機費用約 180 萬元。
- 回收年限：4.3 年。

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 節能措施 調整冰水主機冰水出水溫度

### 空調系統

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 改善措施 | 在不影響機房要求之溫、溼度條件下，適度調升冰水出水溫度，並提高空調箱出風溫度。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 改善前  | <ol style="list-style-type: none"> <li>貴單位有離心式冰水主機 1000RT×9 台，夏季最多開啟六台冰水主機，春、秋、冬季則維持開啟五台冰水主機，檢測當日開啟六台主機，依實測主機散熱噸數與耗電量計算，六台冰水主機耗電率約 0.69~1.01kW/RT。</li> <li>網路機房內部溫、濕度要求為 22℃±2℃、50%±10%，目前冰水主機冰水出水溫度為 6.1~6.4℃，冰水回水溫度為 10.3~10.7℃，機房內部實測出風溫度約 9.5℃，環境溫度約 21~22℃，濕度約 45~49%，冰水出水溫度略微偏低。</li> <li>冰水出水溫度偏低，容易造成環境中露點溫度低於出風溫度，除濕能力增加，空調箱為維持現場溼度要求進行加濕，導致電力浪費。</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                        |
| 改善後  | <ol style="list-style-type: none"> <li>在不影響機房要求之溫、溼度條件下，適度調升冰水出水溫度，並提高空調箱出風溫度，以減少冰水主機耗電。</li> <li>冰水出水溫度每提高 1℃，主機的耗電量約可降低 2%(依實測案例分析)，目前冰水出口溫度約 6℃，可調整冰水出水溫度至 7℃。</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 節能成效 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 節能效益： <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 節約耗電：<br/> <math>(7^{\circ}\text{C}-6^{\circ}\text{C}) \times 2\% / ^{\circ}\text{C} \times 1000 \text{ RT} \times 6 \text{ 台} \times 0.81 \text{ kW/RT} \times 60\% = 58.3 \text{ kW}</math><br/> <math>(7^{\circ}\text{C}-6^{\circ}\text{C}) \times 2\% / ^{\circ}\text{C} \times 23,371,133 \text{ kWh/年} = 467,423 \text{ kWh/年}</math> </li> <li>2. 節約金額：<br/> <math>467,423 \text{ kWh/年} \times 2.17 \text{ 元/kWh} = 101.4 \text{ 萬元/年}</math> </li> </ol> </li> <li>● 投資費用：無。</li> <li>● 回收年限：立即。</li> </ul> |

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 水泵浦類型

直結式泵浦

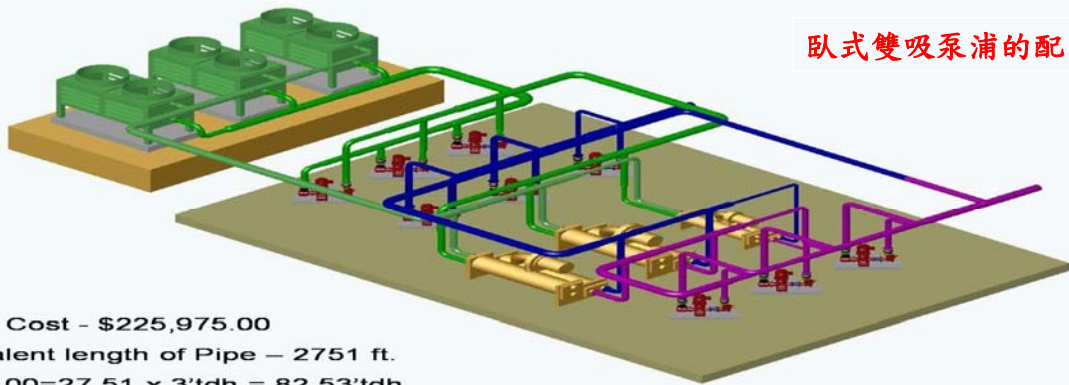


連軸式泵浦



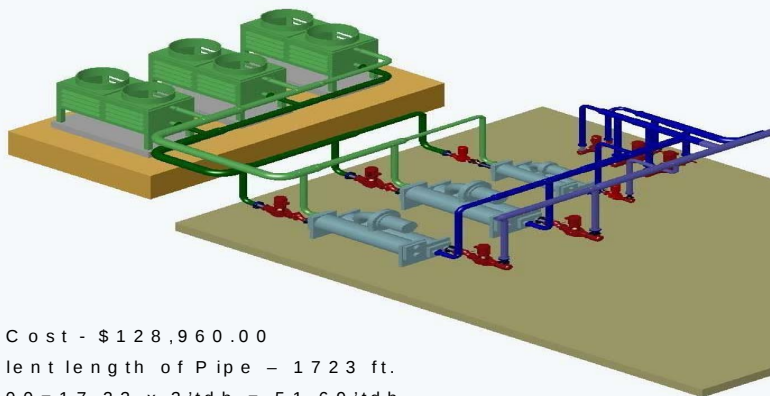
立式泵浦





臥式雙吸泵浦的配置

Piping Cost - \$225,975.00  
 Equivalent length of Pipe - 2751 ft.  
 $2751/100 = 27.51 \times 3' \text{tdh} = 82.53' \text{tdh}$

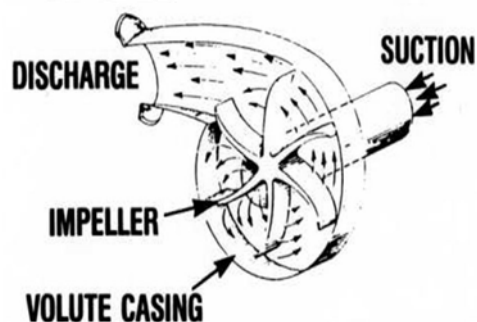


直立式In-Line的配置

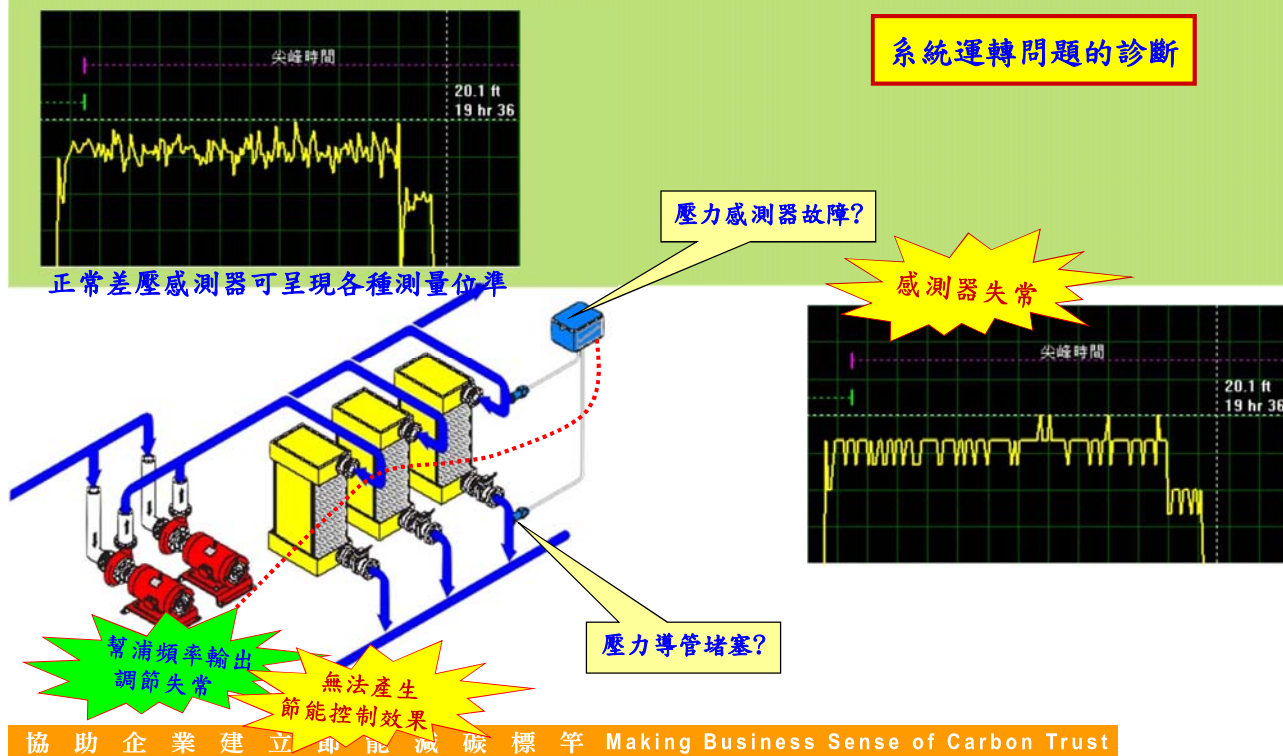
減少管路長度  
 降低摩擦損失  
 減少耗電

Piping Cost - \$128,960.00  
 Equivalent length of Pipe - 1723 ft.  
 $1723/100 = 17.23 \times 3' \text{tdh} = 51.69' \text{tdh}$

## 離心泵浦



## 區域冰水幫浦運轉問題的診斷



### 節能措施 汰換低效率之冰水泵

空調系統

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 改善措施 | 目前空調系統之冰水泵實測效率偏低，若以 240RT 冰水主機需求流量 2,140LPM 選擇，可更換為 15hp(流量 2000LPM、揚程 20m)之冰水泵，以減少泵浦耗電。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 改善前  | 空調系統由 2 台 240RT 螺旋式冰水主機供應，兩台主機互為備援，平時皆開啟一台。測試期間開啟 9 樓冰水主機與一台 25hp 之冰水泵，冰水泵實測流量 2,506LPM，揚程 14m，耗電 18.8kW，泵浦效率約 34%，運轉效率偏低。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 改善後  | 更換為 15hp 之冰水泵，可減少泵浦耗電。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 節能成效 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 節能效益： <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 冰水泵耗電：<math>P_{chp9F}=18.3 \text{ kW}</math></li> <li>2. 用電度數：<math>18.3 \text{ kW} \times 4,380 \text{ hr/年} = 80,154 \text{ kWh/年}</math></li> <li>3. 改善後耗電：<math>P_{chp-9F}=11.2 \text{ kW}</math></li> <li>4. 節省耗電：<math>(18.3-11.2) \text{ kW} \times 4,380 \text{ hr/年} = 31,098 \text{ kWh/年}</math></li> <li>5. 節約金額：<math>31,098 \text{ kWh/年} \times 2.38 \text{ kWh/元} = 7.4 \text{ 萬元/年}</math></li> </ol> </li> <li>● 投資費用：更換 2 台 15hp 冰水泵費用約 10 萬元。</li> <li>● 回收年限：1.4 年。</li> </ul> |

## 節能措施 選用最佳操作點之泵

### 空調系統

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 改善措施 | 更換舊有之冰水泵與冷卻水泵，減少泵浦耗電。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 改善前  | <ol style="list-style-type: none"> <li>目前 貴單位預計新設一台 150RT 螺旋式冰水主機替代，並沿用舊有之冰水泵(流量 2,544LPM，揚程 28m)與冷卻水泵(流量 3,180LPM，揚程 25m)。</li> <li>由測試結果得知冰水泵與冷卻水泵實測流量約 3,583LPM、4,103LPM，以 150RT 冰水主機需求冰水與冷卻水流量 1,500LPM 與 1,875LPM 來看，若沿用舊有冰水泵與冷卻水泵，將有流量過大的問題，冰水與冷卻水進、出水溫差將變小，熱交換效果降低。</li> </ol>                                                                                                              |
| 改善後  | 水流量過大容易導致冷卻水與冰水進、出水溫差變小，溫度不易控制，建議未來可將 150RT 冰水主機對應之冰水泵與冷卻水泵更換為 10hp(流量 1,500 LPM、揚程 15m)、15hp(流量 1,875 GPM、揚程 18m)之水泵，使冰水與冷卻水溫差維持合理 4~5℃溫差，並減少泵浦之耗電。                                                                                                                                                                                                                                               |
| 節能成效 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 節能效益： <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 節省泵浦耗電：<math>[(14.9-7.5)\text{kW}+(19.7-11.2)\text{kW}]\times 8,760\text{ hr/年}=139,284\text{ kWh/年}</math></li> <li>2. 節約金額：<math>139,284\text{ kWh/年}\times 2.38\text{ 元/kWh}=33.1\text{ 萬元/年}</math></li> </ol> </li> <li>● 投資費用：更換 1 台 10hp 與 1 台 15hp 泵浦費用約 20 萬元。</li> <li>● 回收年限：0.6 年。</li> </ul> |

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 節能措施 泵運轉合理化

### 空調系統

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 改善措施 | 開啟一台冰水主機時，僅開啟一台冰水泵，使冰水溫差拉開到 4℃ 以上，以減少冰水泵耗電。                                                                                                                                                                                                                              |
| 改善前  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 空調僅開啟 1 台 500RT 冰水主機，卻開啟兩台 60hp 冰水泵(額定流量 4,582LPM、揚程 35m)。因開啟兩台冰水泵，泵浦揚程增加，冰水總流量僅約 6,125LPM，雖然增加部份冰水流量，但造成冰水進出水溫差縮小，約 2.8℃。</li> <li>2. 因冰水主機側之空調噸數不變，因此增加冰水流量對於增加遠端之空調負載(空調箱、小型送風機)並無幫助，只會縮小其進出水溫差。</li> </ol>                 |
| 改善後  | 關閉一台冰水泵，維持冰水溫差 4℃ 以上。                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 節能成效 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 節能效益： <p>冰水泵耗電：<math>35\text{ kW}\times 8760\text{ hr/年}=306600\text{ kWh/年}</math><br/> 節約電費：<math>306,600\text{ kWh/年}\times 2.52\text{ 元/kWh}=77.3\text{ 萬元/年}</math></p> </li> <li>● 投資費用：無。</li> <li>● 回收年限：立即。</li> </ul> |

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 節能措施 區域泵加裝變頻器

### 空調系統

改善  
措施

區域泵加裝變頻器，減少二次側混水情形，並減少泵浦耗電。

改善  
前

1. 空調開啟一台 280RT 冰水主機與一台 20hp 冰水泵，冰水泵實測流量 3,583LPM，冰水出水溫度約 7.7℃；二次側開啟兩台 30hp 區域泵，冰水量合計約 5,429LPM，二次側冰水出水溫度約 8.4℃。二次側總水量遠大於一次側水量，且二次冰水出水溫度亦提高約 0.7℃，有混水現象產生。
2. 因系統二次側流量偏大，二次側高溫回水經共通管與冰水主機產生之低溫冰水混合，導致冰水溫度上升，主機產生之空調冰水無法直接供應至負載端。

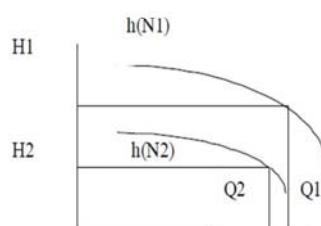
協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 節能措施 區域泵加裝變頻器

### 空調系統

改善  
後

1. 於區域泵裝設變頻器，並利用遠端壓差控制，降低區域泵浦流量，減少二次側之混水情形產生。
2. 變頻器之原理如下圖所示，在葉輪運轉固定於 N1，如假設效率在此略成一定值時，軸動力因與 H(揚程)、Q(流量)成比例，故其變化量只為流量之減少率與揚程之增加率之乘積部份而已。若是改變葉輪轉速由 N1 降低至 N2，流量由 Q1 至 Q2，則此時 Q-H 特性曲線由 h(N1) 變至 h(N2)，揚程則由 H1 減至 H2，軸動力則為流量 Q1 時之 (N1/N2) 之三次方倍，換句話說，以變頻器控制轉速調整流量至 1/2 時，理論上軸動力則僅需 1/2 三次方，亦即只要 12.5% 之軸動力就夠了，實際上考慮變頻轉變效率(約 6% 全載損失)，約需 20% 軸動力，由此可知其節省電力之功效。



泵浦之 Q-H 特性曲線圖

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 節能措施 區域泵加裝變頻器

空調系統

節能成效

- 節能效益：
  1. 改善後揚程： $22\text{m} \times (0.7)^2 = 10.9\text{m}$ ， $27\text{m} \times (0.7)^2 = 13.2\text{m}$
  2. 改善後耗電： $P_{zp1} = 2,018 \text{ LPM} \times 10.9 \text{ m} \div (6,120 \times 57.6\% \times 90\%) = 6.9 \text{ kW}$   
 $P_{zp3} = 1,784 \text{ LPM} \times 13.2 \text{ m} \div (6,120 \times 58.9\% \times 90\%) = 7.3 \text{ kW}$
  3. 節省耗電： $360,912 \text{ kWh/年} \times [1 - (14.2 \div 41.2) \times 100\% - 6\%]$   
 $= 214,865 \text{ kWh/年}$
  4. 節約金額： $214,865 \text{ kWh/年} \times 2.38 \text{ kWh/元} = 51.1 \text{ 萬元/年}$
- 投資費用：無。
- 回收年限：立即。

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 節能措施 冷卻水泵加裝變頻器

空調系統

改善措施

因現場實際揚程低於設備額定揚程，導致冷卻水泵性能曲線之流量點往右偏移，流量變大，造成冷卻水溫差變小。因此建議於冷卻水泵裝設變頻器，調配適當之流量後，使變頻器維持固定之頻率。

改善前

機房開啟一台 7.5hp 冷卻水泵(額定流量 908LPM，揚程 18m)，主機冷卻水進、出水溫差平均約  $3^{\circ}\text{C}$ ，冷卻水流量 1,250LPM，揚程約 14m。因現場實際揚程低於設備額定揚程，導致冷卻水泵性能曲線之流量點往右偏移，流量變大，造成冷卻水溫差變小。

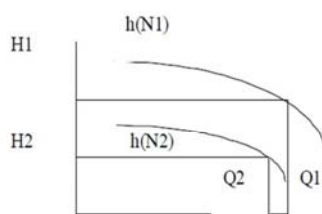
協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 節能措施 冷卻水泵加裝變頻器

空調系統

改善後

- 變頻器之原理如下圖所示，在葉輪運轉固定於  $N_1$ ，如假設效率在此略成一定值時，軸動力因與  $H$ (揚程)、 $Q$ (流量)成比例，故其變化量只為流量之減少率與揚程之增加率之乘積部份而已。若是改變葉輪轉速由  $N_1$  降低至  $N_2$ ，流量由  $Q_1$  至  $Q_2$ ，則此時  $Q$ - $H$  特性曲線由  $h(N_1)$  變至  $h(N_2)$ ，揚程則由  $H_1$  減至  $H_2$ ，軸動力則為流量  $Q_1$  時之  $(N_1/N_2)$  之三次方倍，換句話說，以變頻器控制轉速調整流量至  $1/2$  時，理論上軸動力則僅需  $1/2$  三次方，亦即只要  $12.5\%$  之軸動力就夠了，實際上考慮變頻轉變效率(約  $6\%$  全載損失)，約需  $20\%$  軸動力，由此可知其節省電力之功效。



泵浦之 Q-H 特性曲線圖

- 以變頻器調整適當之水量，調配適當之流量後，使變頻器維持固定之頻率，節省泵浦耗電。

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 節能措施 冷卻水泵加裝變頻器

空調系統

節能成效

### ● 節能效益：

- 冷卻水泵用電： $5.9\text{kW} \times (8,760\text{hr}/\text{年} \times 1\text{台} + 2,190\text{hr}/\text{年} \times 1\text{台}) = 64,605\text{kWh}/\text{年}$
- 泵效率： $\eta = 14\text{m} \times 1,250\text{LPM} \div (6,120 \times 5.9\text{kW}) \div 88.5\% = 55\%$
- 改善後耗電： $P' = 950\text{LPM} \times 9.8\text{m} \div (6,120 \times 54.7\% \times 88.5\%) = 3.1\text{kW}$
- 節省耗電： $64,605\text{kWh}/\text{年} \times [1 - (3.1 \div 5.9) \times 100\% - 6\%] = 26,784\text{kWh}/\text{年}$
- 節約金額： $26,784\text{kWh}/\text{年} \times 2.18\text{kWh}/\text{元} = 5.8\text{萬元}/\text{年}$

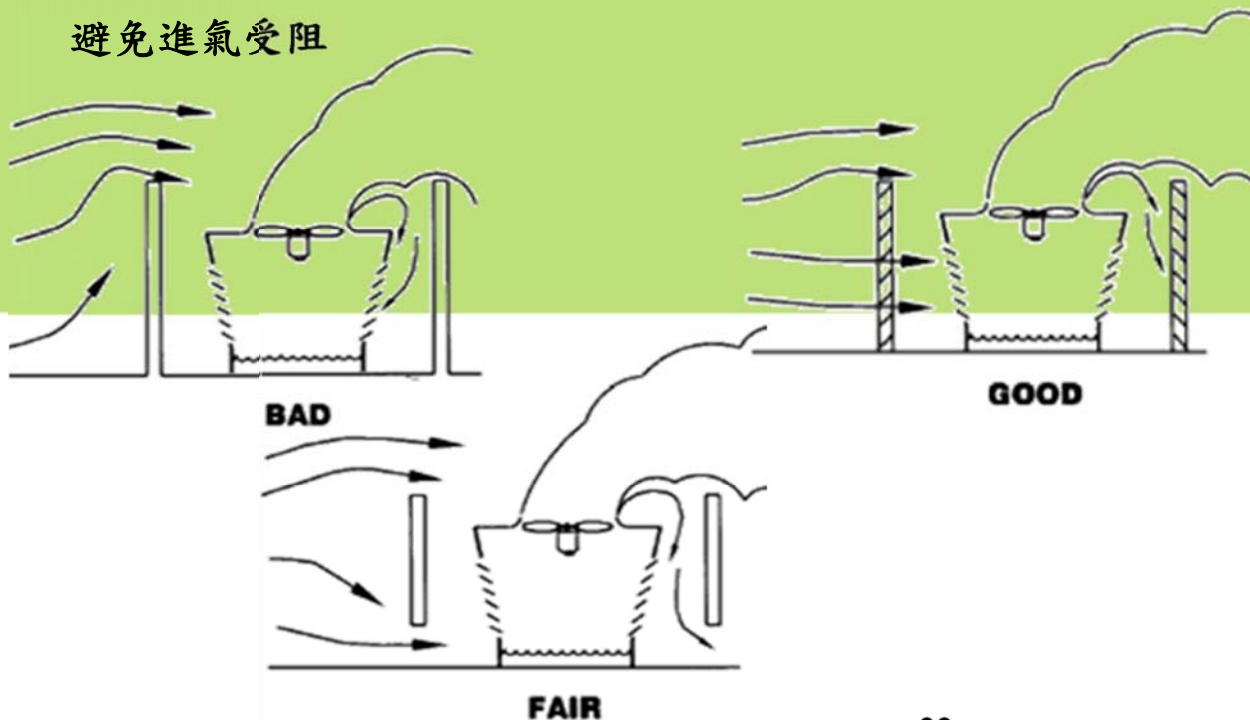
### ● 投資費用：約 10.6 萬。

### ● 回收年限：1.8 年。

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

# 冷卻水塔\_安裝注意事項

避免進氣受阻



39

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 節能措施 改善熱交換器結垢現象

空調系統

改善措施

進行冷凝器清洗，提升熱交換能力。

改善前

- 貴單位有螺旋式冰水主機 240RT×4 台，供應大樓辦公室與網路機房所需空調。全年皆開啟 3 台冰水主機，24 小時運轉，4 台主機每天輪流開啟。冰水主機機齡皆逾 10 年，選擇#1~#3 冰水主機進行暫態量測，耗電率約 1.13~1.26kW/RT。
- #1 冰水主機冷卻水入出水溫度 31.4℃、34.7℃，簡易查看冷媒高壓約 15.6 kg/cm<sup>2</sup>、冷凝溫度 43.4℃，冷凝器 LMTD 高達 10.2℃。LMTD(冷媒與冷卻水的平均對數溫差)若高於 5℃，顯示熱交換器的效果不佳，可能有結垢產生。此外#2、#3 冰水主機之冷凝器亦有 LMTD 過高的現象，應進行冷凝器之清洗，以提升主機運轉效率。

$$LMTD = \frac{(t_c - t_o) - (t_c - t_i)}{\ln[(t_c - t_o)/(t_c - t_i)]}$$

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 節能措施 改善熱交換器結垢現象

### 空調系統

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 改善後  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 進行蒸發器與冷凝器清洗，熱交換能力提升。</li> <li>2. 如果水中溶解的離子與雜質含量高，容易在熱交換器之管壁上沉積附著成水垢。水垢的形成除了增加管壁厚度，減少管內部截面積，增加驅動水泵之耗電外，最嚴重的莫過於降低熱傳導效率，因為水垢之成分主要為鹽類或泥沙等雜質，皆非良好之導熱材料，因此附著於管壁後，會因增加熱傳壁厚度及降低整體熱傳導係數兩項因素，而導致冷媒與水之間之熱交換效率降低，這點可由熱交換器之間兩流體溫度差的變化發現。</li> <li>3. 冷凝溫度每降低 1℃，冰水主機效率可以提升 1.5~2% 左右，進行熱交換器清洗後可降低 LMTD 至 5℃，冰水主機效率約可提升至 0.98 左右。</li> </ol> |
| 節能成效 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 節能效益： <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 抑低尖峰：240RT×3 台×(1.18-0.98)kW/RT=144kW。</li> <li>2. 節約用電：240RT×3 台×(1.18-0.98)kW/RT×8,760 小時×57%=719,021 kWh/年。</li> <li>3. 節約金額：719,021 kWh/年×2.44 元/kWh=175.4 萬元/年。</li> </ol> </li> <li>● 投資費用：約 32 萬。</li> <li>● 回收年限：0.2 年。</li> </ul>                                      |

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 節能措施 冷卻水泵加裝變頻器

### 空調系統

|      |                                                                                                                                   |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 改善措施 | 因現場實際揚程低於設備額定揚程，導致冷卻水泵性能曲線之流量點往右偏移，流量變大，造成冷卻水溫差變小。因此建議於冷卻水泵裝設變頻器，調配適當之流量後，使變頻器維持固定之頻率。                                            |
| 改善前  | 機房開啟一台 7.5hp 冷卻水泵(額定流量 908LPM，揚程 18m)，主機冷卻水進、出水溫差平均約 3℃，冷卻水流量 1,250LPM，揚程約 14m。因現場實際揚程低於設備額定揚程，導致冷卻水泵性能曲線之流量點往右偏移，流量變大，造成冷卻水溫差變小。 |

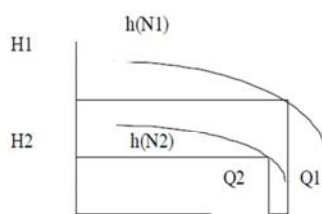
協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 節能措施 冷卻水泵加裝變頻器

空調系統

改善後

- 變頻器之原理如下圖所示，在葉輪運轉固定於  $N_1$ ，如假設效率在此略成一定值時，軸動力因與  $H$ (揚程)、 $Q$ (流量)成比例，故其變化量只為流量之減少率與揚程之增加率之乘積部份而已。若是改變葉輪轉速由  $N_1$  降低至  $N_2$ ，流量由  $Q_1$  至  $Q_2$ ，則此時  $Q$ - $H$  特性曲線由  $h(N_1)$  變至  $h(N_2)$ ，揚程則由  $H_1$  減至  $H_2$ ，軸動力則為流量  $Q_1$  時之  $(N_1/N_2)$  之三次方倍，換句話說，以變頻器控制轉速調整流量至  $1/2$  時，理論上軸動力則僅需  $1/2$  三次方，亦即只要  $12.5\%$  之軸動力就夠了，實際上考慮變頻轉變效率(約  $6\%$  全載損失)，約需  $20\%$  軸動力，由此可知其節省電力之功效。



泵浦之  $Q$ - $H$  特性曲線圖

- 以變頻器調整適當之水量，調配適當之流量後，使變頻器維持固定之頻率，節省泵浦耗電。

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 節能措施 冷卻水泵加裝變頻器

空調系統

節能成效

### ● 節能效益：

- 冷卻水泵用電： $5.9\text{kW} \times (8,760\text{hr}/\text{年} \times 1\text{台} + 2,190\text{hr}/\text{年} \times 1\text{台}) = 64,605\text{kWh}/\text{年}$
- 泵效率： $\eta = 14\text{m} \times 1,250\text{LPM} \div (6,120 \times 5.9\text{kW}) \div 88.5\% = 55\%$
- 改善後耗電： $P' = 950\text{LPM} \times 9.8\text{m} \div (6,120 \times 54.7\% \times 88.5\%) = 3.1\text{kW}$
- 節省耗電： $64,605\text{kWh}/\text{年} \times [1 - (3.1 \div 5.9) \times 100\% - 6\%] = 26,784\text{kWh}/\text{年}$
- 節約金額： $26,784\text{kWh}/\text{年} \times 2.18\text{kWh}/\text{元} = 5.8\text{萬元}/\text{年}$

### ● 投資費用：約 10.6 萬。

### ● 回收年限：1.8 年。

協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 節能措施 冷卻水塔風扇加裝變頻器

### 空調系統

|      |                                                                                                                                                                                           |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 改善措施 | 於水塔風扇裝設變頻器，以外氣濕球溫度為設定值，據以估計其負載之大小。                                                                                                                                                        |
| 改善前  | 空調系統冷卻水塔有 100RT(水塔風車 3hp×1 台)×3 台，冷卻水塔併聯，供應 3 台冰水主機使用。冷卻水塔有裝設溫度控制，測試期間開啟 2 台水塔風車，但因天候不佳，外氣濕球溫度約 20.9~23°C，水塔第一台風車維持運轉，但因第二台風車啟停頻繁，冷卻水出水溫度也隨著上下起伏。雖然測試期間負載穩定，但因冷卻水溫度變化頻繁，導致冰水主機耗電率也隨之變化。   |
| 改善後  | 1. 目前 3 台冷卻水塔有併聯，且全年僅有夏季期間會開啟 2 台 80RT 冰水主機，水塔散熱噸數充足，因此建議冷卻水塔風車馬達 3hp×3 台應作最適當的控制方式運轉，在冷卻水塔風扇馬達加裝變頻器，讓水塔風扇轉速可依外氣濕球溫度設定值，據以估計其負載之大小。如此一來，空調主機也可因冷卻水溫隨季節變動調低而使耗電減少，冷卻水塔風扇也可全力運轉，但不至於浪費過多電力。 |

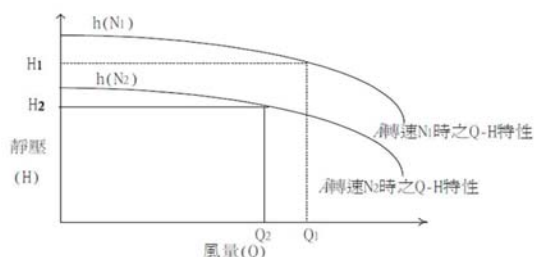
協助企業建立節能減碳標竿 Making Business Sense of Carbon Trust

## 節能措施 冷卻水塔風扇加裝變頻器

### 空調系統

改善後

- 變頻器之原理如下圖所示，在風扇運轉固定於  $N_1$ ，如假設風扇效率在此略成一定值時，軸動力因與  $H$ 、 $Q$  成比例，故其變化量只為風量之減少率與靜壓之增加率之乘積部份而已。若是將節氣閥全開，而改變風扇轉速由  $N_1$  降低至  $N_2$ ，風量由  $Q_1$  至  $Q_2$ 。則此時  $Q$ - $H$  特性曲線由  $h(N_1)$  變至  $h(N_2)$ ，靜壓則由  $H_1$  減至  $H_2$ ，軸動力則為風量  $Q_1$  時之  $(N_1/N_2)$  之三次方倍，換句話說，以變頻器控制轉速調整風量至 1/2 時，理論上軸動力則僅需 1/2 三次方，亦即只要 12.5% 之軸動力就夠了，實際上考慮變頻轉變效率(約 5% 全載損失)，約需 20% 軸動力，由此可知其節省電力之功效。



水塔風扇之 Q-H 特性曲線

- 水塔風扇配合變頻器，正常運轉時由外氣濕球溫度感測器來調整至一定接近溫度(Approach Temp.，通常可取 3~5°C)，即控制冷卻水塔出水溫度與外氣濕球溫度差至此接近溫度，唯出水溫度不要低於 17°C(依主機廠商建議而定)，不但可維持主機正常運轉，也可充份降低風扇耗電量。此外，在較低之散熱負載之下關閉其水塔電源，利用自然對流

協助企

## 節能措施 冷卻水塔風扇加裝變頻器

### 空調系統

#### 節能成效

進行冷卻水散熱，其控制可結合變頻器之負載率進行可程式控制，當持續低負載時，可自動關閉水塔電源。

#### ● 節能效益：

1. 改善前水塔耗電：44,457 kWh/年

| 編號         | CT-1   | CT-2   | CT-3  | 合計     |
|------------|--------|--------|-------|--------|
| 額定馬力(hp)   | 3.0    | 3.0    | 3.0   | -      |
| 實際耗功(kW)   | 2.9    | 2.9    | 2.9   | -      |
| 全年使用時數(hr) | 8,760  | 4,380  | 2,190 | -      |
| 全年耗電(kWh)  | 25,404 | 12,702 | 6,351 | 44,457 |

2. 改善後節能效益：27,042 kWh/年、5.9 萬元/年。

| 編號          | CT-1   | CT-2  | CT-3  | 合計     |
|-------------|--------|-------|-------|--------|
| 春秋季負載率(%)   | 65%    | 65%   | 0%    | -      |
| 夏季負載率(%)    | 80%    | 80%   | 80%   | -      |
| 冬季負載率(%)    | 55%    | 55%   | 0%    | -      |
| 春秋季使用時數(hr) | 2,190  | 2,190 | -     | -      |
| 夏季使用時數(hr)  | 2,190  | 2,190 | 2,190 | -      |
| 冬季使用時數(hr)  | 2,190  | 2,190 | -     | -      |
| 改善後總耗電(kWh) | 6,935  | 6,935 | 3,546 | 17,415 |
| 節省耗電(kWh)   | 18,469 | 5,767 | 2,805 | 27,042 |
| 抑低需量(kW)    |        |       |       | 3.8    |
| 節約金額(萬元/年)  |        |       |       | 5.9    |

註1：變頻器損失

6%

註2：平均電價(元/kWh)

2.18

● 投資費用：加裝 3 台 3hp 變頻器費用約 6.5 萬元。

● 回收年限：1.1 年。

ISO50001能源管理系統

# ISO50001能源改善 行動計畫撰寫實務

報告人：EKC冠呈能源環控有限公司  
王獻堂

## 大綱

- ISO50001能源審查實務
- ISO50001基線建立說明
- 影響能耗因子說明
- 顯著能耗盤查分析
- 行動計畫撰寫範例



分析能  
源使用

重大能  
源使用

改善  
機會

- 目前能源
  - 評估 過去/目前 能源使用/消耗
    - 能源趨勢
    - 生產數據
- 未來能源使用消耗之估算
  - 圖解
  - 曲線圖
  - 表格
  - 試算表

# 能源 審查

冠呈能源環控有限公司

分析能  
源使用

重大能  
源使用

改善  
機會

- 鑑別
  - 設施、設備、系統、過程、人員及其他相關變因
  - 重大能源消耗區域(部門)
  - 法規要求
- 決定 目前績效
  - 設施、設備、系統、過程
- 能源績效指標/Sankey 圖
  - 表格/曲線/調查
  - 能源總表

# 能源 審查

冠呈能源環控有限公司



## 能源審查方法介紹

- 1 讀錶-Meter readings.
- 2 估計-Estimations.
- 3 執行時間-Hours run.
- 4 銘牌數據-Name plate data.
- 5 每月帳單的編列-Compiled monthly bills.
- 6 每月帳單收費結構分析(契約容量、超約罰款....等)-Monthly bill analysis for penalties/correct tariff structure.

# 能源審查概念

1 廠房

2 辦公室

3 一般環境



能源管理系統部門權責清查表

部門名稱(部門代碼)：資訊部

填表日期(yyyy/mm/dd)：20XX/XX/XX

| 權責說明     | 耗能相關資訊   |      |          |          |      |                |       |
|----------|----------|------|----------|----------|------|----------------|-------|
|          | 設施名稱     | 設備名稱 | 系統名稱     | 過程名稱     | 能源種類 | 文件名稱<br>(文件編號) | 區域/地點 |
| IT機房照明控制 | 燈管<br>開關 | 燈具   | IT機房照明系統 | IT機房照明控制 | 電力   |                | IT機房  |
| ....     | ...      | ...  | ...      | ...      | ...  |                | ...   |
|          |          |      |          |          |      |                |       |

審查：

填表：

- 1.鑑別ISO 50001 範疇內各部門能源使用來源
- 2.鑑別設施、設備、系統、過程和為組織工作或其代表的人員



### 能源管理系統能源審查表

部門名稱(部門代碼): 資訊部

填表日期(yyyy/mm/dd): 20XX/XX/XX

| 設施/設備/系統/過程名稱 | 每年運轉時數 | 每小時能源耗用或影響量  |        |     |     | 單一設施/設備/系統/過程每年能耗價(kWh) | 同型數量 | 每年總能耗價(kWh) | 列入能源使用鑑別評估 |
|---------------|--------|--------------|--------|-----|-----|-------------------------|------|-------------|------------|
|               |        | 直接-電力用量(kWh) | 間接-... | ... | ... |                         |      |             |            |
| IT機房照明控制      | 8760   | 0.06         | 0      | 0   | 0   | 526                     | 30   | 15,768      |            |
| ...           | ...    | ...          | ...    | ... | ... | ...                     | ...  | ...         |            |
|               |        |              |        |     |     |                         |      |             |            |

審查:

填表:

- 1.能源管理系統部門權責清查表100%包含
- 2.評估過去及現在能源使用及消耗
- 3.鑑別顯著能源使用的領域



### 能源使用現況鑑別評估表

部門名稱(部門代碼): 資訊部

填表日期(yyyy/mm/dd): 20XX/XX/XX

| 登錄編號      | 設施/設備/系統/過程名稱 | 作業步驟 | 影響耗能因素說明    | 能源耗用或影響說明           |                          |        |     |                                           |          |                           | 目前節能管制措施勾選及說明       |     |     |             |             |
|-----------|---------------|------|-------------|---------------------|--------------------------|--------|-----|-------------------------------------------|----------|---------------------------|---------------------|-----|-----|-------------|-------------|
|           |               |      |             | 每年<br>時<br>影響<br>運轉 | 直接-<br>電力<br>用量<br>(kWh) | 間接---- | ... | 單一設施/<br>設備/系統/<br>過程每年影<br>響能耗價<br>(kWh) | 同型<br>數量 | 每年<br>影響總<br>能耗價<br>(kWh) | 標示<br>/<br>作業<br>規範 | ... | ... | 管制文<br>件... | 改善方<br>案... |
| IT-En-001 | IT機房照明控制      | 運轉   | 運轉耗電        | 8760                | 0.06                     | 0      | 0   | 526                                       | 30       | 15,768                    | 無                   | 無   | 無   |             |             |
|           |               | 運轉   | 平常無人進出應關閉照明 | 2920                | 0.06                     | 0      | 0   | 175                                       | 30       | 5,256                     | 無                   | 無   | 無   |             |             |
|           |               | 運轉   | 無人使用區域應照明控制 | 3893                | 0.06                     | 0      | 0   | 234                                       | 20       | 4,672                     | 無                   | 無   | 無   |             |             |
|           |               | ...  | ...         | ...                 | ...                      | ...    | ... | ...                                       | ...      | ...                       |                     |     |     |             |             |
|           |               |      |             |                     |                          |        |     |                                           |          |                           |                     |     |     |             |             |
|           |               |      |             |                     |                          |        |     |                                           |          |                           |                     |     |     |             |             |

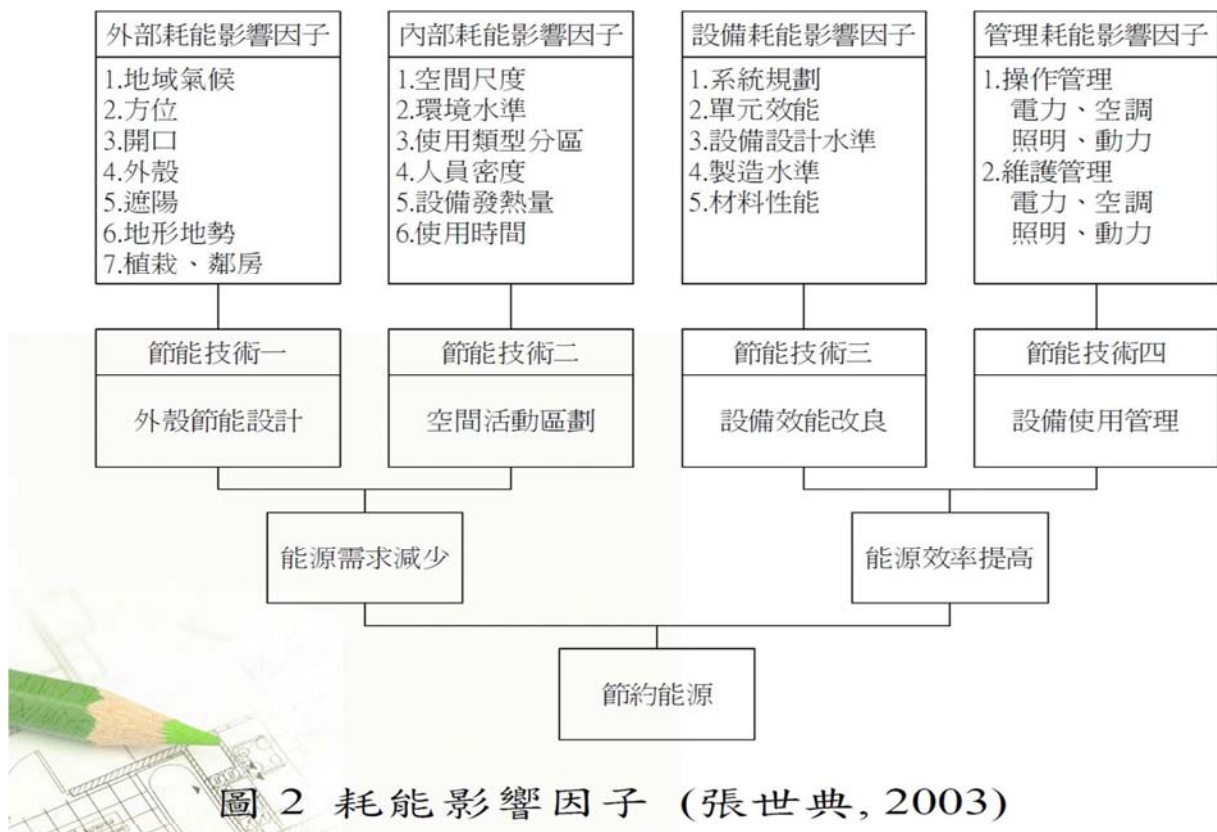
審查:

填表:

- 1.能源管理系統能源審查表100%包含
- 2.鑑別影響顯著能源使用及消耗的相關性
- 3.鑑別影響顯著能源使用的其它相關變數



## 影響能耗因子範列



## 影響能耗因子

| 項次 | 設備   | 子系統 | 能源系統 | 能耗因子類別 | 說明      | 備註 |
|----|------|-----|------|--------|---------|----|
| 1  | 冰水主機 | 設備  | 空調系統 | 設備效率   | LEED效率  |    |
| 2  | 冰水主機 | 設備  | 空調系統 | 設備效率   | CNS效率   |    |
| 3  | 冰水主機 | 設備  | 空調系統 | 設備效率   | 現況效率    |    |
| 4  | 冰水主機 | 設備  | 空調系統 | 設備效率   | 壓縮機型式   |    |
| 5  | 冰水主機 | 設備  | 空調系統 | 設備效率   | 冷媒型式    |    |
| 6  | 冰水主機 | 設備  | 空調系統 | 設備效率   | 氣冷式     |    |
| 7  | 冰水主機 | 設備  | 空調系統 | 設備效率   | 水冷式     |    |
| 8  | 冰水主機 | 設備  | 空調系統 | 控制操作   | 冰水設定方式  |    |
| 9  | 冰水主機 | 設備  | 空調系統 | 控制操作   | 冷卻水設定方式 |    |
| 10 | 冰水主機 | 設備  | 空調系統 | 控制操作   | 重置條件    |    |
| 11 | 冰水主機 | 設備  | 空調系統 | 維護管理   | 保養週期    |    |
| 12 | 冰水主機 | 設備  | 空調系統 | 維護管理   | 保溫      |    |
| 13 | 冰水主機 | 設備  | 空調系統 | 維護管理   | 環境條件    |    |
| 14 | 冰水主機 | 設備  | 空調系統 | 維護管理   | 操作手冊    |    |
| 15 | 冰水主機 | 設備  | 空調系統 | 維護管理   | 維護手冊    |    |
| 16 | 冰水主機 | 設備  | 空調系統 | 其他     | TAB     |    |
| 17 | 冰水主機 | 設備  | 空調系統 | 其他     | CX      |    |
| 18 | 冰水主機 | 設備  | 空調系統 | 其他     | 教育訓練    |    |

# 能源審查範例 (影響耗能分析)

- 基本模型及參數條件
- Case 1 設備效率的能耗影響
- Case 2 不同系統(氣冷與水冷)能耗影響分析
- Case 3 溫差設定對系統的能耗影響(水冷5°C、8°C)



## 設施、設備、系統、過程

## 設備效率能耗分析 (Case 1)

相同的環境條件，選擇較佳效率設備能耗分析

| 設備編號 |       |             | CHP3-501 |       |             | Language             |       |        |
|------|-------|-------------|----------|-------|-------------|----------------------|-------|--------|
| 用途   |       |             | 冰水泵      |       |             | Chinese              |       |        |
| old  |       |             | new      |       |             | ASHRAE 90.1          |       |        |
| 循環水量 | LPS   | 221.57      | 循環水量     | LPS   | 221.57      | 需求馬力                 |       | 效率要求   |
|      | GPM   | 3512.29     |          | GPM   | 3512.29     | kW                   | Hp    |        |
| 揚程   | M     | 50.0        | 揚程       | M     | 50.0        | >149.2               | >200  | >94.5  |
| 機械效率 | %     | 80          | 機械效率     | %     | 90          | CNS                  |       |        |
| 軸馬力  | kW    | 156.0       | 軸馬力      | kW    | 127.0       | 馬力                   | kW    | 200    |
|      | HP    | 209.0       |          | HP    | 170.2       |                      | HP    | 215    |
| 輸入馬力 | kW    | 200.0       | 輸入馬力     | kW    | 200.0       | 冰水系統節能改善範例           |       |        |
|      | HP    | 268.0       |          | HP    | 268.0       | 運轉時數                 | 3500  | 平均電費   |
| 耗電參數 | W/GPM | 44.4        | 耗電參數     | W/GPM | 36.2        | 改善前                  |       | 改善後    |
| 馬達效率 | %     | 87          | 馬達效率     | %     | 95          | kW                   |       | 156.0  |
| 馬達型態 |       | Open Motors | 馬達型態     |       | Open Motors | 節能效益                 | kWh/Y | 101529 |
| 馬達轉速 | RPM   | 1800        | 馬達轉速     | RPM   | 3600        |                      | 元/Y   | 355352 |
| 泵浦形式 |       | 連軸式         | 泵浦形式     |       | 連軸式         | CO <sub>2</sub> kg/Y |       | 63253  |
| 控制模式 |       | Variable    | 控制模式     |       | Variable    | 建議事項                 |       |        |
| 備註   |       |             | 備註       |       |             |                      |       |        |

# 系統參數表(耗能因子)

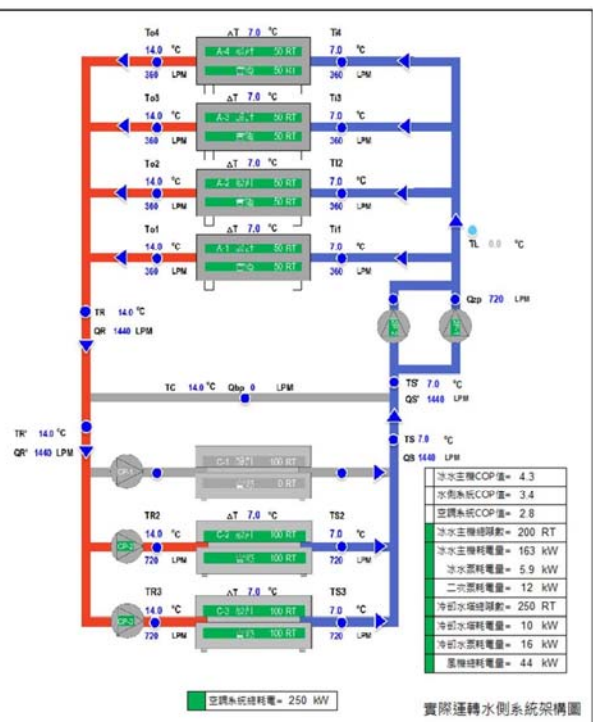
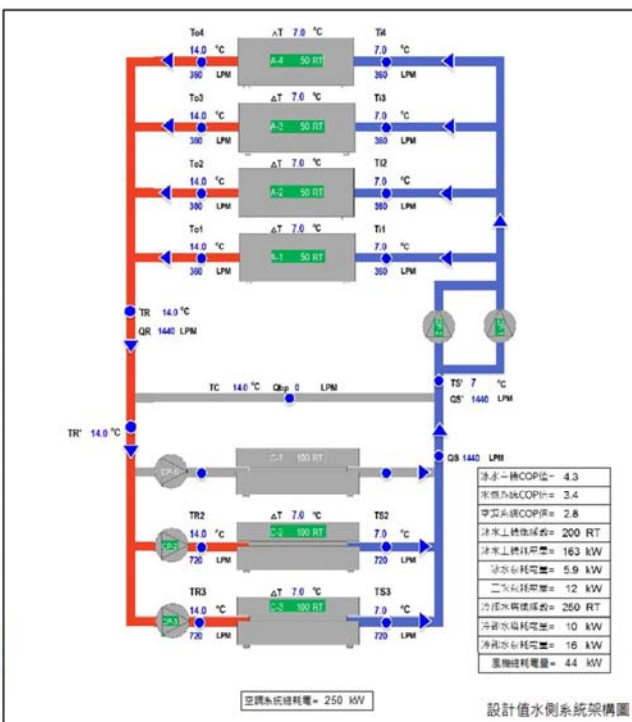
設計段(模型組)

| 設計段參數 |        |      |      |      |                    |                    |                    |     |      |       |
|-------|--------|------|------|------|--------------------|--------------------|--------------------|-----|------|-------|
| 設備編號  | 設備名稱   | 設備型式 | 是否啟動 | 設備容量 | 冰水系統-水側-設計值        |                    |                    |     |      | 設計ΔT  |
|       |        |      |      |      | RT                 | 冰水出水溫度<br>TS<br>°C | 冰水回水溫度<br>TR<br>°C | °C  | °C   |       |
| C-1   | 冰水主機-1 | 水冷   | N    | 100  | TS1                | 7                  | TR1                | 14  | 7    |       |
| C-2   | 冰水主機-2 | 水冷   | Y    | 100  | TS2                | 7                  | TR2                | 14  | 7    |       |
| C-3   | 冰水主機-3 | 水冷   | Y    | 100  | TS3                | 7                  | TR3                | 14  | 7    |       |
| 設備編號  | 設備名稱   | 設備型式 | 是否啟動 | 設備容量 | 負載系統-水側-設計值        |                    |                    |     |      | 設計ΔT  |
|       |        |      |      |      | 負載進水溫度<br>Ti<br>°C | 負載出水溫度<br>To<br>°C | °C                 | °C  | °C   |       |
| A-1   | 負載-1   |      | Y    | 50   | Ti1                | 7                  | To1                | 14  | 7    |       |
| A-2   | 負載-2   |      | Y    | 50   | Ti2                | 7                  | To2                | 14  | 7    |       |
| A-3   | 負載-3   |      | Y    | 50   | Ti3                | 7                  | To3                | 14  | 7    |       |
| A-4   | 負載-4   |      | Y    | 50   | Ti4                | 7                  | To4                | 14  | 7    |       |
| 設備編號  | 設備名稱   | 設備型式 | 是否啟動 | 設備容量 | 冷卻水塔-水側-設計值        |                    |                    |     |      | 單位耗量  |
|       |        |      |      |      | RT                 | °C                 | °C                 | °C  | °C   | KW/RT |
| CT-1  | 冷卻水塔-1 | 開放式  | N    | 125  | 32                 | 37                 | 5                  | 3   | 0.04 |       |
| CT-2  | 冷卻水塔-2 | 開放式  | Y    | 125  | 32                 | 37                 | 5                  | 3   | 0.04 |       |
| CT-3  | 冷卻水塔-3 | 開放式  | Y    | 125  | 32                 | 37                 | 5                  | 3   | 0.04 |       |
| 設備編號  | 設備名稱   | 變頻   | 是否啟動 | 設計流量 | Pump-水側-設計值        |                    |                    |     |      | 管路損失  |
|       |        |      |      |      | LPM                | mWG                | %                  | °C  | °C   |       |
| CP-1  | 冰水泵-1  | N    | N    | 0    | 15                 | 60%                | 7                  |     |      |       |
| CP-2  | 冰水泵-2  | N    | Y    | 720  | 15                 | 60%                | 7                  |     |      |       |
| CP-3  | 冰水泵-3  | N    | Y    | 720  | 15                 | 60%                | 7                  |     |      |       |
| CTP-1 | 冷卻水泵-1 | N    | N    | 1241 | 23                 | 60%                | 5                  |     |      |       |
| CTP-2 | 冷卻水泵-2 | N    | Y    | 1241 | 23                 | 60%                | 5                  |     |      |       |
| CTP-3 | 冷卻水泵-3 | N    | Y    | 1241 | 23                 | 60%                | 5                  |     |      |       |
| 2P-1  | 二次泵-1  | Y    | Y    | 720  | 30                 | 60%                | 7                  | 0   |      |       |
| 2P-2  | 二次泵-2  | Y    | Y    | 720  | 30                 | 60%                | 7                  | 0   |      |       |
| 設備編號  | 設備名稱   | 設備型式 | 是否啟動 | 設備容量 | 負載系統-水側-設計值        |                    |                    |     |      | 顯熱比   |
|       |        |      |      |      | RT                 | SH                 | Pa                 | CMH | %    |       |
| F-1   | 風機-1   |      | Y    | 200  |                    | 500                | 191782             | 60% | 11   | 100   |

實際運轉(對照組)

| 實際執行參數 |        |      |      |      |       |             |        |      |      |      |     |       |    |
|--------|--------|------|------|------|-------|-------------|--------|------|------|------|-----|-------|----|
| 設備編號   | 設備名稱   | 設備型式 | 是否啟動 | 設計容量 | 實際容量  | 冰水系統-水側-實際值 |        |      |      |      |     |       |    |
|        |        |      |      |      |       | RT          | RT     | TS   | °C   | TR   | °C  | 實際ΔT  | °C |
|        |        |      |      |      |       |             |        |      |      |      |     |       |    |
| C-1    | 冰水主機-1 | 水冷   | N    | 100  | 0.0   | TS1         | 7      | TR1  | 14.0 | 7.0  |     |       |    |
| C-2    | 冰水主機-2 | 水冷   | Y    | 100  | 100.0 | TS2         | 7      | TR2  | 14.0 | 7.0  |     |       |    |
| C-3    | 冰水主機-3 | 水冷   | Y    | 100  | 100.0 | TS3         | 7      | TR3  | 14.0 | 7.0  |     |       |    |
| 設備編號   | 設備名稱   | 設備型式 | 是否啟動 | 設計容量 | 實際容量  | 負載系統-水側-實際值 |        |      |      |      |     |       |    |
|        |        |      |      |      |       | 負載進水溫度      | 負載出水溫度 | 實際ΔT | °C   | °C   | °C  |       |    |
|        |        |      |      |      |       |             |        |      |      |      |     |       |    |
| A-1    | 負載-1   |      | Y    | 50   | 50    | Ti1         | 7      | To1  | 14   | 7    |     |       |    |
| A-2    | 負載-2   |      | Y    | 50   | 50    | Ti2         | 7      | To2  | 14   | 7    |     |       |    |
| A-3    | 負載-3   |      | Y    | 50   | 50    | Ti3         | 7      | To3  | 14   | 7    |     |       |    |
| A-4    | 負載-4   |      | Y    | 50   | 50    | Ti4         | 7      | To4  | 14   | 7    |     |       |    |
| 設備編號   | 設備名稱   | 設備型式 | 是否啟動 | 設計容量 | 實際容量  | 負載系統-水側-實際值 |        |      |      |      |     |       |    |
|        |        |      |      |      |       | 設計溫度        | 設計ΔT   | 逼近溫度 | 單位耗電 | °C   | °C  | kW/RT |    |
|        |        |      |      |      |       |             |        |      |      |      |     |       |    |
| CT-1   | 冷卻水塔-1 | 開放式  | N    | 125  | 125   | 32          | 37     | 5    | 3    | 0.04 |     |       |    |
| CT-2   | 冷卻水塔-2 | 開放式  | Y    | 125  | 125   | 32          | 37     | 5    | 3    | 0.04 |     |       |    |
| CT-3   | 冷卻水塔-3 | 開放式  | Y    | 125  | 125   | 32          | 37     | 5    | 3    | 0.04 |     |       |    |
| 設備編號   | 設備名稱   | 變頻   | 是否啟動 | 設計流量 | 實際流量  | Pump-水側-實際值 |        |      |      |      |     |       |    |
|        |        |      |      |      |       | 揚程          | 效率     | 設計ΔT | 管路損失 | °C   | °C  |       |    |
|        |        |      |      |      |       |             |        |      |      |      |     |       |    |
| CP-1   | 冰水泵-1  | N    | N    | 720  | 720   | 15          | 60%    | 7    |      |      |     |       |    |
| CP-2   | 冰水泵-2  | N    | Y    | 720  | 720   | 15          | 60%    | 7    |      |      |     |       |    |
| CP-3   | 冰水泵-3  | N    | Y    | 720  | 720   | 15          | 60%    | 7    |      |      |     |       |    |
| CTP-1  | 冷卻水泵-1 | N    | N    | 1241 | 1241  | 23          | 60%    | 5    |      |      |     |       |    |
| CTP-2  | 冷卻水泵-2 | N    | Y    | 1241 | 1241  | 23          | 60%    | 5    |      |      |     |       |    |
| CTP-3  | 冷卻水泵-3 | N    | Y    | 1241 | 1241  | 23          | 60%    | 5    |      |      |     |       |    |
| 2P-1   | 二次泵-1  | Y    | Y    |      |       | 30          | 60%    | 7    | 0    |      |     |       |    |
| 2P-2   | 二次泵-2  | Y    | Y    |      |       | 30          | 60%    | 7    | 0    |      |     |       |    |
| 設備編號   | 設備名稱   | 設備型式 | 是否啟動 | 設計容量 | 實際容量  | 負載系統-水側-設計值 |        |      |      |      |     |       |    |
|        |        |      |      |      |       | 單熱量         | 靜壓     | 風量   | 效率   | 設計ΔT | 單熱比 | °C    | °C |
|        |        |      |      |      |       |             |        |      |      |      |     |       |    |
| F-1    | 風機-1   |      | Y    | 200  | 200   | SH          | Pa     | CMH  | %    | 11   | 100 |       |    |

# 系統標準模型(能源審查)



## Case 2 氣冷 & 水冷能耗影響分析

冰水主機型式：

設計段(模型組)：氣冷、實際執行(對照組)：水冷

其餘參數不變

設計段參數

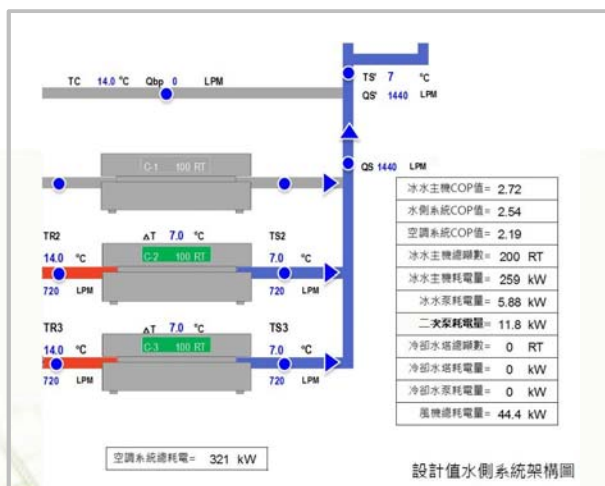
| 設備編號 | 設備名稱   | 設備型式 | 是否啟動 | 設備容量<br>RT | 冰水系統-水側-設計值 |    |        |    |               |
|------|--------|------|------|------------|-------------|----|--------|----|---------------|
|      |        |      |      |            | 冰水出水溫度      |    | 冰水回水溫度 |    | 設計 $\Delta T$ |
|      |        |      |      |            | TS          | °C | TR     | °C | °C            |
| C-1  | 冰水主機-1 | 氣冷   | N    | 0          | TS1         | 7  | TR1    | 14 | 7             |
| C-2  | 冰水主機-2 | 氣冷   | Y    | 100        | TS2         | 7  | TR2    | 14 | 7             |
| C-3  | 冰水主機-3 | 氣冷   | Y    | 100        | TS3         | 7  | TR3    | 14 | 7             |

實際執行參數

| 設備編號 | 設備名稱   | 設備型式 | 是否啟動 | 實際容量<br>RT | 冰水系統-水側-實際值 |    |        |      |               |
|------|--------|------|------|------------|-------------|----|--------|------|---------------|
|      |        |      |      |            | 冰水出水溫度      |    | 冰水回水溫度 |      | 實際 $\Delta T$ |
|      |        |      |      |            | TS          | °C | TR     | °C   | °C            |
| C-1  | 冰水主機-1 | 水冷   | N    | 0.0        | TS1         | 7  | TR1    | 14.0 | 7.0           |
| C-2  | 冰水主機-2 | 水冷   | Y    | 100.0      | TS2         | 7  | TR2    | 14.0 | 7.0           |
| C-3  | 冰水主機-3 | 水冷   | Y    | 100.0      | TS3         | 7  | TR3    | 14.0 | 7.0           |

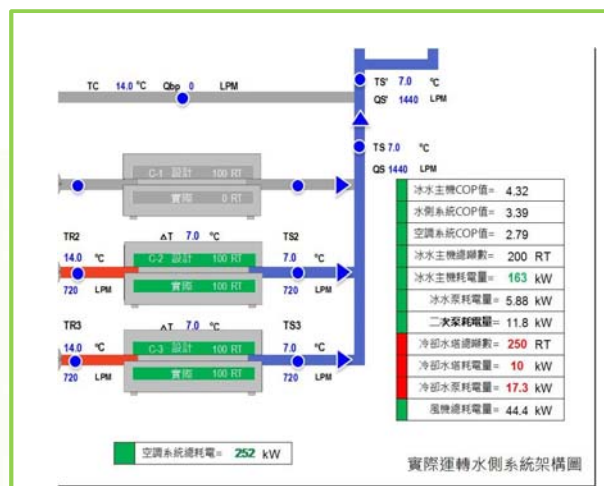
## Case 2 氣冷 & 水冷能耗影響分析

### 氣冷式設計段(模型組)



系統耗能 321kW

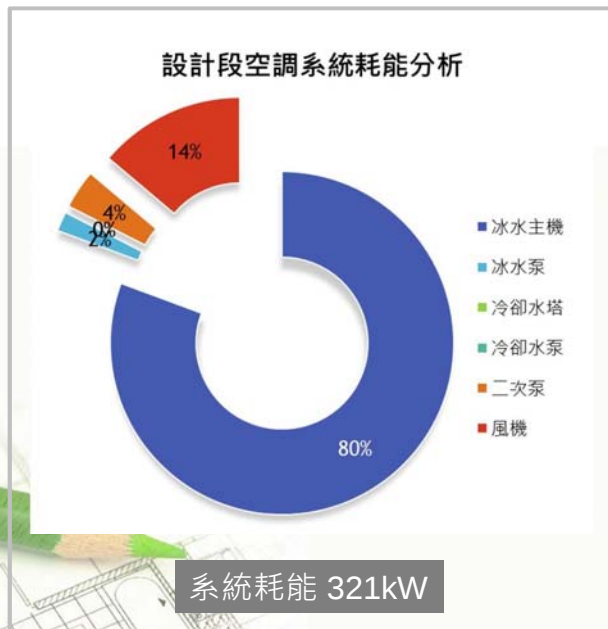
### 水冷式實際運轉(對照組)



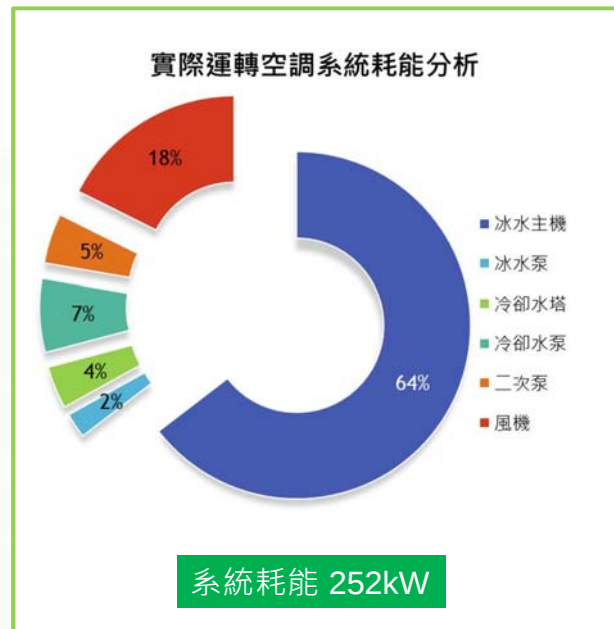
系統耗能 252kW

## Case 2 氣冷 & 水冷能耗影響分析

氣冷式設計段(模型組)

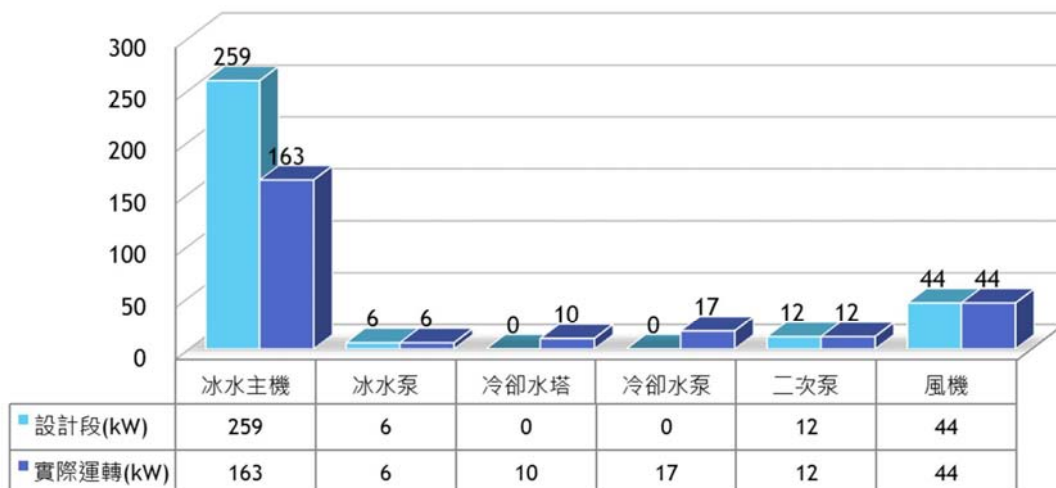


水冷式實際運轉(對照組)



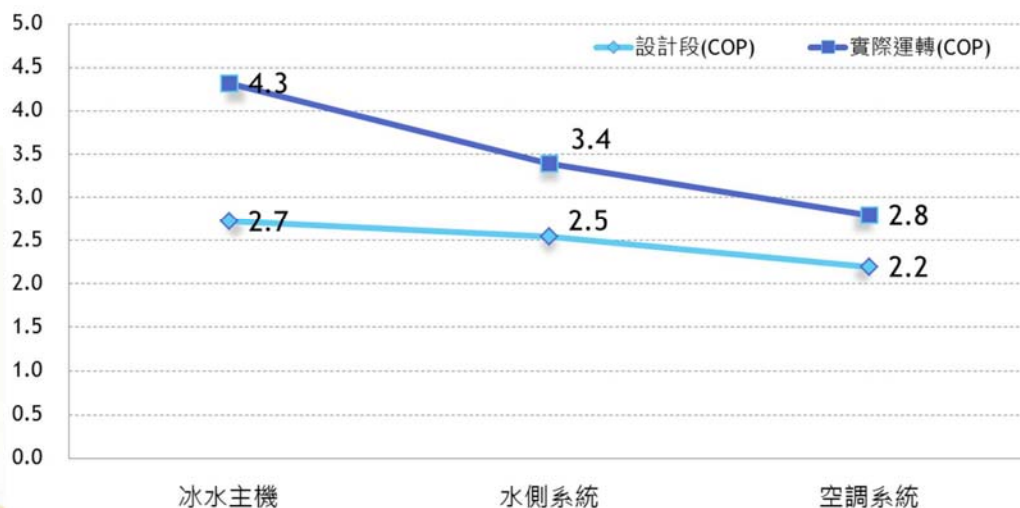
## Case 2 氣冷 & 水冷能耗影響分析

空調系統耗能分析



## Case 2 氣冷 & 水冷能耗影響分析

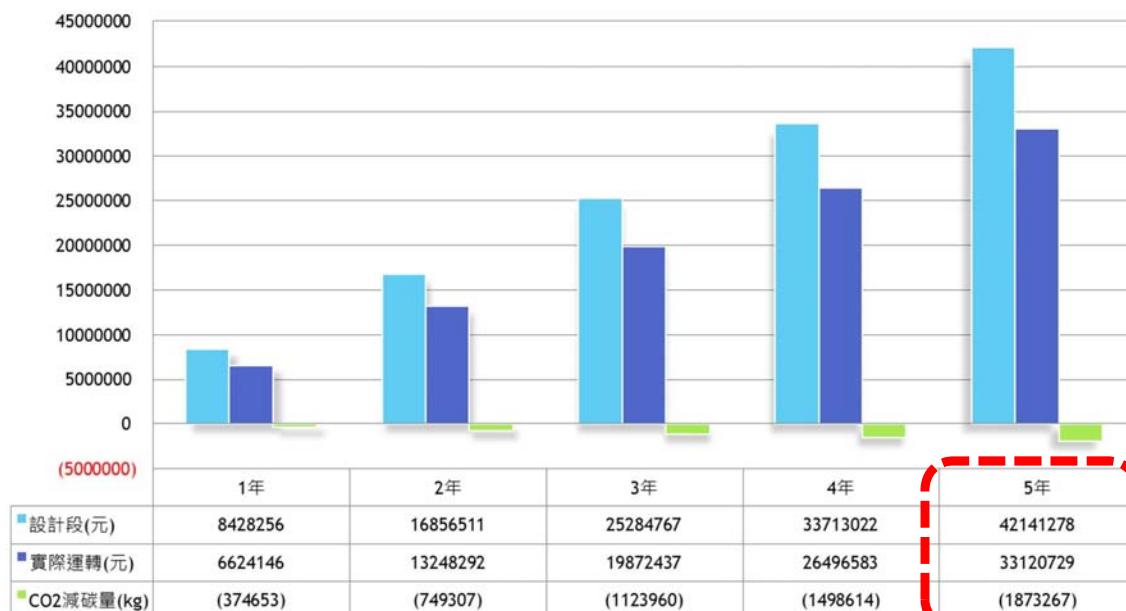
各方案空調COP分析



## Case 2 氣冷 & 水冷能耗影響分析

5年節省9,020,549元，減少CO<sub>2</sub>排放量1,873,267kg

空調系統5年電費(3元/度)及減碳量分析



## Case 3 溫差設定對系統的能耗影響 (水冷5°C、8°C)

冰水主機型式：

設計段(模型組)：5°C、實際執行(對照組)：8°C

其餘參數不變

設計段參數

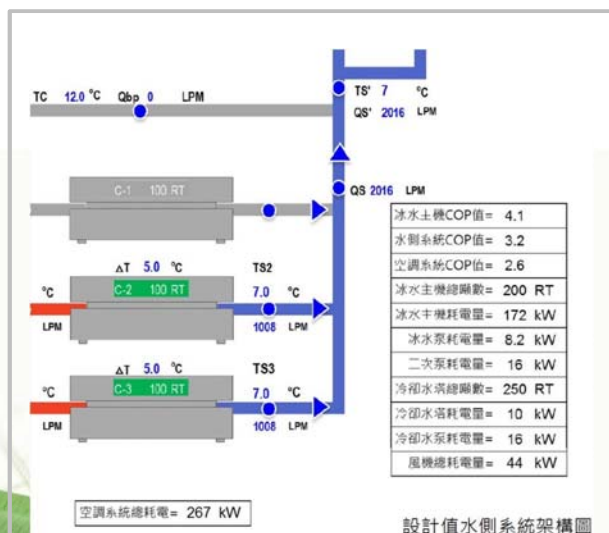
| 設備編號 | 設備名稱   | 設備型式 | 是否啟動 | 設備容量<br>RT | 冰水系統-水側-設計值 |    |        |    |      |
|------|--------|------|------|------------|-------------|----|--------|----|------|
|      |        |      |      |            | 冰水出水溫度      |    | 冰水回水溫度 |    | 設計ΔT |
|      |        |      |      |            | TS          | °C | TR     | °C |      |
| C-1  | 冰水主機-1 | 水冷   | N    | 0          | TS1         | 7  | TR1    | 12 | 5    |
| C-2  | 冰水主機-2 | 水冷   | Y    | 100        | TS2         | 7  | TR2    | 12 | 5    |
| C-3  | 冰水主機-3 | 水冷   | Y    | 100        | TS3         | 7  | TR3    | 12 | 5    |

實際執行參數

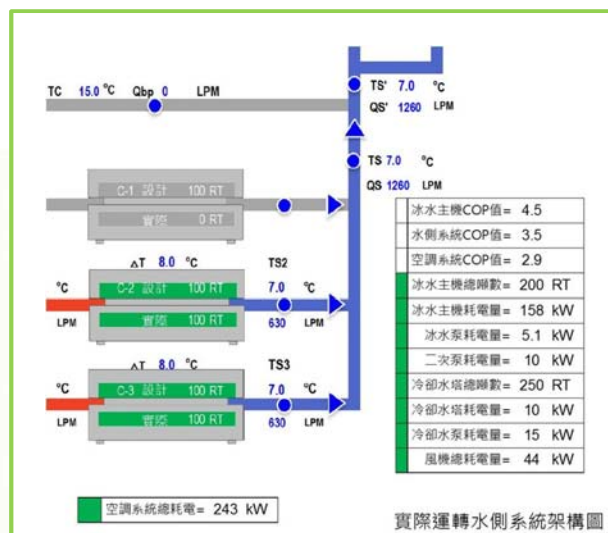
| 設備編號 | 設備名稱   | 設備型式 | 是否啟動 | 實際容量<br>RT | 冰水系統-水側-實際值 |    |        |      |      |
|------|--------|------|------|------------|-------------|----|--------|------|------|
|      |        |      |      |            | 冰水出水溫度      |    | 冰水回水溫度 |      | 實際ΔT |
|      |        |      |      |            | TS          | °C | TR     | °C   |      |
| C-1  | 冰水主機-1 | 水冷   | N    | 0.0        | TS1         | 7  | TR1    | 15.0 | 8.0  |
| C-2  | 冰水主機-2 | 水冷   | Y    | 100.0      | TS2         | 7  | TR2    | 15.0 | 8.0  |
| C-3  | 冰水主機-3 | 水冷   | Y    | 100.0      | TS3         | 7  | TR3    | 15.0 | 8.0  |

## Case 3 溫差設定對系統的能耗影響 (水冷5°C、8°C)

設計段(模型組)



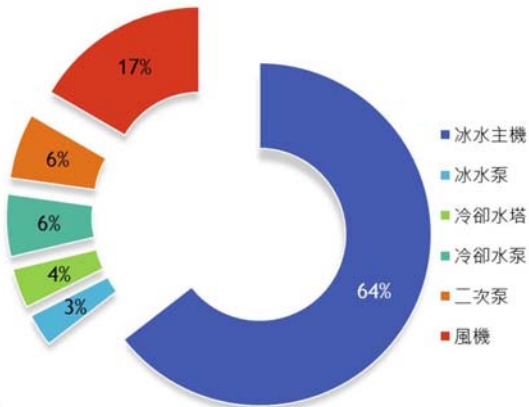
實際運轉(對照組)



## Case 3 溫差設定對系統的能耗影響 (水冷5°C、8°C)

設計段(模型組)

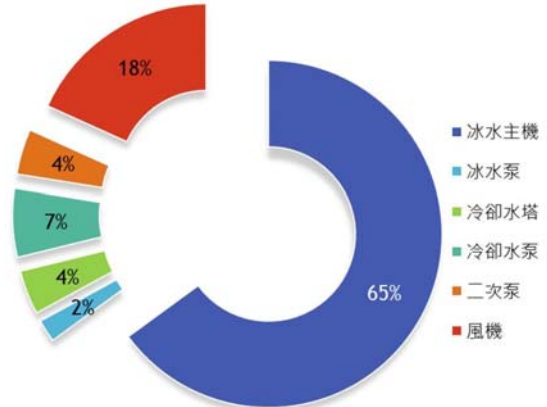
設計段空調系統耗能分析



系統耗能 267kW

實際運轉(對照組)

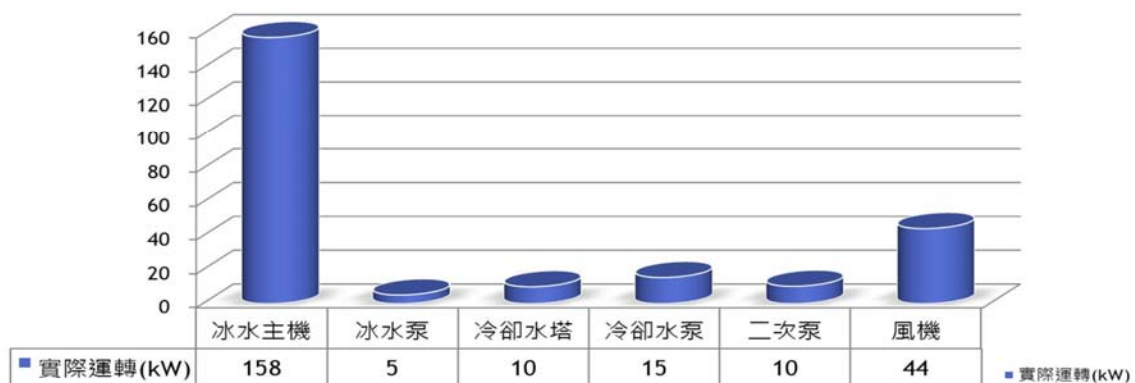
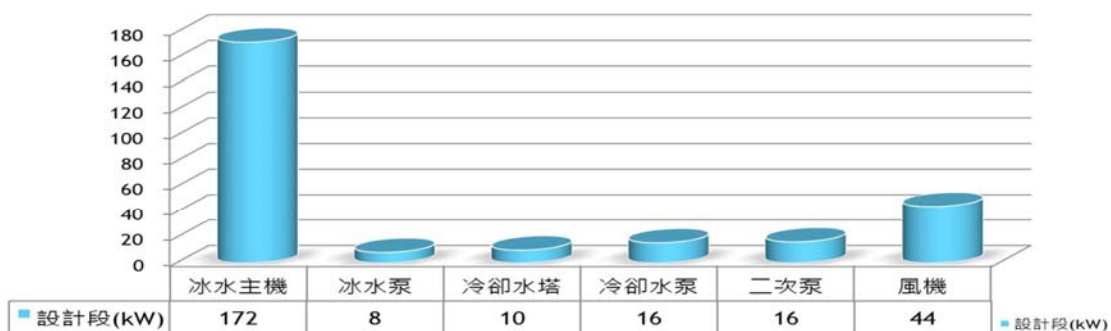
實際運轉空調系統耗能分析



系統耗能 243kW

## Case 3 溫差設定對系統的能耗影響 (水冷5°C、8°C)

設計段空調系統耗能分析



# ISO 50001 4.4 能源規畫

## 4.4.4 能源基線 —

### 能源基線

- 應由於先期能源審查階段所使用的資訊所建立的
- 考量適合組織能源使用的數據期間
- 應被維持與紀錄

### 能源績效的變化

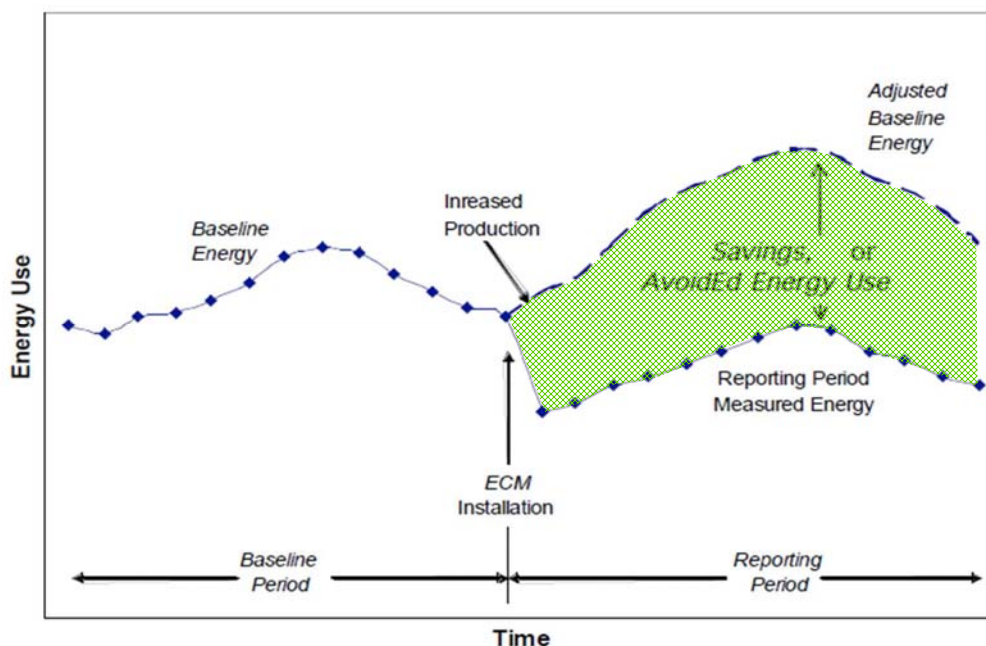
- 應依據能源基線進行量測

### 能源基線調整的時機

- 當能源績效指標無法反應組織的能源使用時;
- 當流程、運作型態、或能源系統、或依據預先訂定的方法，有重大改變時



## 能源基線的概念

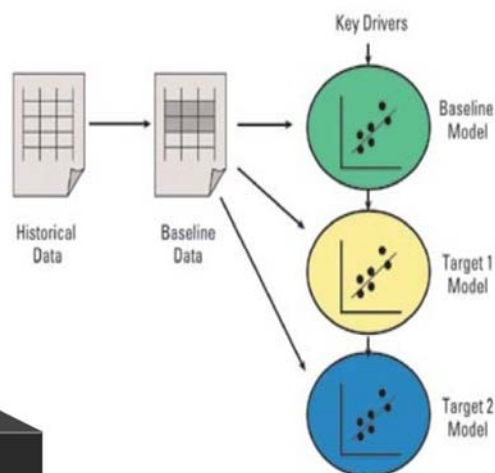


IPMVP Basic Equation:

$$\text{Savings reported for any period} = \text{Baseline Period Energy} - \text{Reporting Period Energy} \pm \text{Adjustments}$$

(Ref.: IPMVP Volume I, 2007, Chapter 4.1)

## 能源基線的概念



IPMVP Basic Equation:

Savings reported for any period

= Baseline Period Energy – Reporting Period Energy +/- Adjustments

(Ref.: IPMVP Volume I, 2007, Chapter 4.1)

## 調整量

- 性能量測驗證必須 “蘋果比蘋果” 的比較。



基準期



改善報告期

我們調整基準期與改善報告期的耗能至相同條件之下, 如此才能作出有根據的比對。

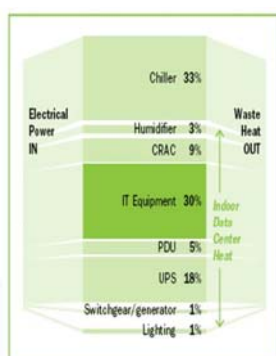
## 基線因子範例

- 照明系統 - 瓦特/平方公尺 ( W/m<sup>2</sup>)
- 冰水主機 - 千瓦/冷凍噸(kW/RT)
- 資訊機房- PUE(kW/kW)
- 區域能耗- EUI (kW/m<sup>2</sup>-year)



31

## PUE



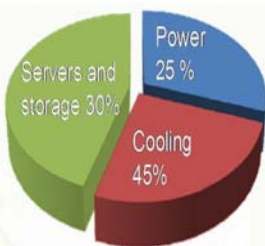
### Power Usage Effectiveness (PUE) and Datacenter Efficiency (DCE)

The PUE is defined as follows:

$$PUE = \frac{\text{Total Facility Power}}{\text{IT Equipment Power}}$$

and its reciprocal, the DCE is defined as,

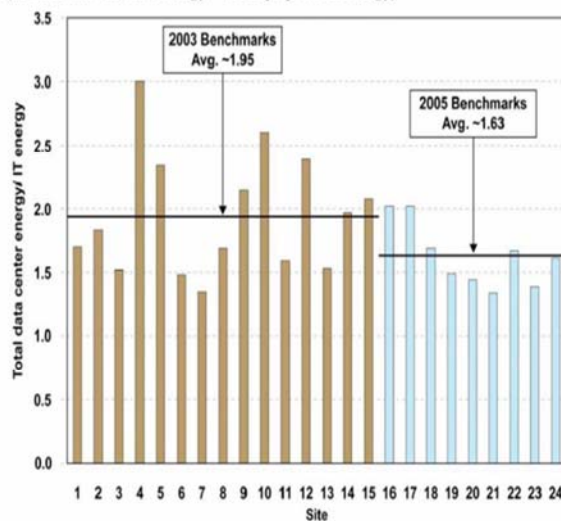
$$DCE = \frac{\text{IT Equipment Power}}{\text{Total Facility Power}}$$



Data Source : Green Grid

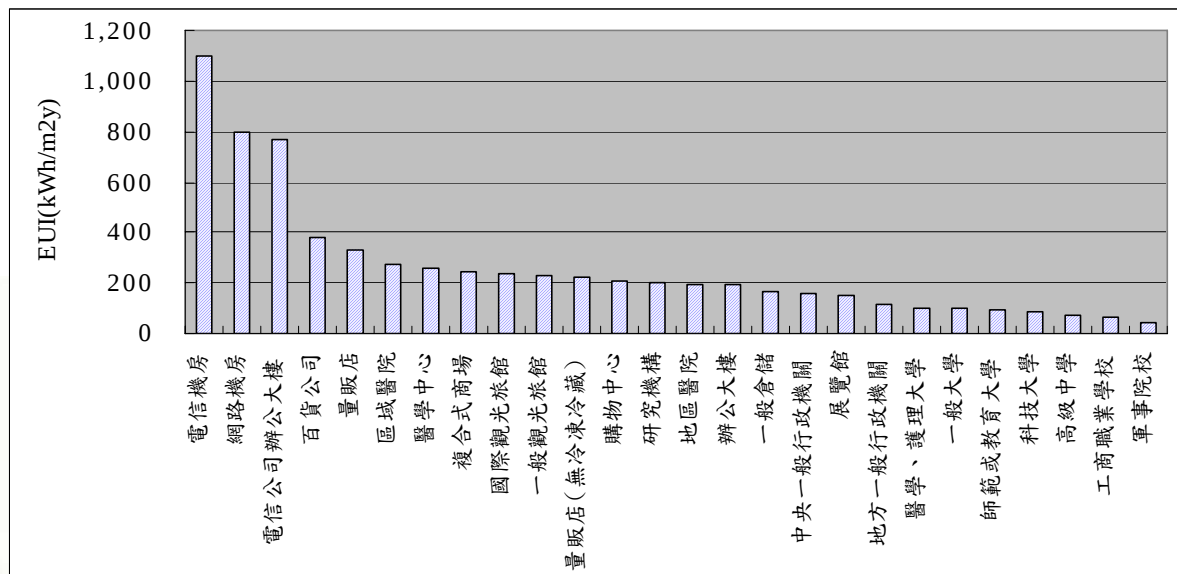


Figure 1-2. Data Center Energy Benchmarking Results for 24 sites  
(Total Data Center Energy ÷ IT Equipment Energy)



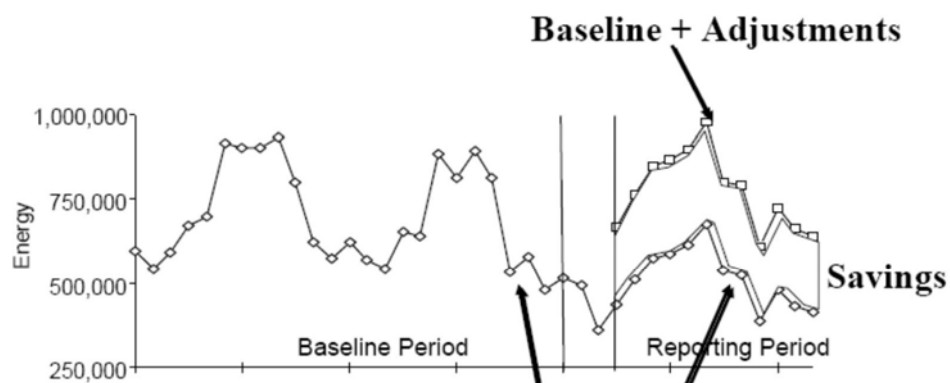
Source: (Greenberg et al. 2006, LBNL 2006)

# 國內能源使用EUI分析



Source: 李魁鵬, 2009, 綠基會. 能源局委託研究

## A Notional Baseline



Metered Energy

$$\text{Savings} = \text{"Baseyear" Energy} - \text{Post-retrofit energy} \pm \text{Adjustments}$$

顯著能源使用管制表

部門名稱(部門代碼): 資訊部

填表日期(yyyy/mm/dd): 20XX/XX/XX

| 顯著能源使用設施/設備/系統/流程資料 |               |      |             |               | 目標設定評估 |        |     |        |      |      |      |        |         |        | 預計改善/控制方式(勾選後再填編號) |            |        |         |         |         |     |     |  |  | 預計改善控制方式符合變更管理範圍 |
|---------------------|---------------|------|-------------|---------------|--------|--------|-----|--------|------|------|------|--------|---------|--------|--------------------|------------|--------|---------|---------|---------|-----|-----|--|--|------------------|
| 管制編號                | 設施/設備/系統/過程名稱 | 作業步驟 | 影響耗能因素說明    | 每年影響總耗電量(kWh) | 來源(全否) |        |     | 改善技術可行 |      |      |      | 決議設定目標 | 標示/作業規範 | 節能程式運作 | 專用能耗儀表量測           | 管制文件編號(必填) | 改善方案編號 | ...     | ...     |         |     |     |  |  |                  |
|                     |               |      |             |               | 主管要求改善 | 法規要求改善 | ... | 操作調整   | 控制調整 | 設備更新 | 工程改善 |        |         |        |                    |            |        |         |         | ...     |     |     |  |  |                  |
| IT-En-001           | IT機房照明控制      | 運轉   | 運轉耗電        | 15,768        | N      | N      | N   | N      | N    | N    | N    | N      | N       | N      | N                  | N          | N      | En-C001 |         | ...     | ... |     |  |  |                  |
|                     |               | 運轉   | 平常無人進出應關閉照明 | 5,256         | Y      | N      | N   | Y      | N    | N    | N    | N      | N       | Y      | Y                  | N          | N      | Y       | En-C002 | En-M001 | ... | ... |  |  |                  |
|                     |               | 運轉   | 無人使用區域應照明控制 | 4,672         | Y      | N      | N   | Y      | Y    | N    | Y    | N      | N       | Y      | N                  | Y          | Y      | Y       | En-C003 | En-M002 | ... | ... |  |  |                  |
|                     |               | ...  | ...         | ...           | ...    | ...    | ... | ...    | ...  | ...  | ...  | ...    | ...     | ...    | ...                | ...        | ...    | ...     | ...     | ...     | ... | ... |  |  |                  |
|                     |               |      |             |               |        |        |     |        |      |      |      |        |         |        |                    |            |        |         |         |         |     |     |  |  |                  |

審查:

填表:

- 1.能源使用現況鑑別評估表100%包含
- 2.估計未來的能源使用和消耗影響量
- 3.鑑別能源目標與標的
- 4.鑑別及優先順序化並紀錄持續改善能源績效的機會

## ISO 50001 4.4 能源規畫

### 4.4.6 能源目標、能源標的和能源管理行動計畫

#### 組織應

- 組織於內部相關部門、階層、流程或場所，應建立、實施及維持其文件化之能源目標與標的
- 在建立與審查能源目標與標的時，組織應將法規要求事項和組織所簽訂的其它要求事項、其顯著能源使用及能源績效納入考量
- 亦應考量其財務、作業及業務情況、技術面取舍等要求事項，以及利害相關者的觀點。
- 為達成其目標與標的，組織應建立、實施並維持一個或多個能源管理行動計畫

#### 能源目標與標的

- 應可具體量測
- 與能源政策一致
- 應建立可達成的時程
- 標的應與目標一致



# ISO 50001 4.4 能源規畫

## 4.4.6 能源目標、能源標的和能源管理行動計畫



行動計畫應包括：

- a) 責任分派；
- b) 個別目標其達成目標與標的之方法和時程；
- c) 能源績效改善方法的聲明應被驗證
- d) 驗證行動計畫成果方法的聲明

能源管理行動計畫  
於界定期間應文件化與更新



## 行動計畫範本

能源管理行動計畫規劃表

方案編號：  
權責單位：  
目標：

填表日期：  
節約能源措施代碼：

版次：

| 工作項目           | 主辦人員         | 協辦單位 | 進度規劃與管制                                                                     |  |  |  |  |  |          |  |  |  |  |  |
|----------------|--------------|------|-----------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|----------|--|--|--|--|--|
|                |              |      |                                                                             |  |  |  |  |  |          |  |  |  |  |  |
|                |              |      |                                                                             |  |  |  |  |  |          |  |  |  |  |  |
|                |              |      |                                                                             |  |  |  |  |  |          |  |  |  |  |  |
|                |              |      |                                                                             |  |  |  |  |  |          |  |  |  |  |  |
|                |              |      |                                                                             |  |  |  |  |  |          |  |  |  |  |  |
|                |              |      |                                                                             |  |  |  |  |  |          |  |  |  |  |  |
|                |              |      |                                                                             |  |  |  |  |  |          |  |  |  |  |  |
| 經費預估           | 績效指標名稱（計量單位） |      | 數據來源與頻率（表單名稱/編號）                                                            |  |  |  |  |  | 績效指標計算公式 |  |  |  |  |  |
|                |              |      |                                                                             |  |  |  |  |  |          |  |  |  |  |  |
| 改善前狀況          |              |      | 預期成果                                                                        |  |  |  |  |  |          |  |  |  |  |  |
|                |              |      |                                                                             |  |  |  |  |  |          |  |  |  |  |  |
| 附件：共__件，另附__頁。 |              |      | 階段性目標： <input type="checkbox"/> 無，依進度管制。 <input type="checkbox"/> 有：月，月，月，月 |  |  |  |  |  |          |  |  |  |  |  |

核准（管理代表）：

審查（權責主管）：

填表：

## 緣木求魚、沒有找到對的人

- 找到真正的問題  
(The real problem)
- 將事情作對  
(Do the thing right)
- 做對的事情  
(Do the right thing)

找錯團隊比找貴團隊更浪費

39

## 範例一 電能平衡圖



## 範例三、熱能平衡圖

| 廠(場)別(註1):    |             | 熱能設備名稱 | 燃料別<br>年使用燃料量 | 占比(%)<br>(註2) | 製程設備名稱 | 占比(%)<br>(註2) |
|---------------|-------------|--------|---------------|---------------|--------|---------------|
| 外購蒸汽:         | 公噸·壓力 KG/cm |        |               |               |        |               |
| 外售蒸汽:         | 公噸          |        |               |               |        |               |
| 燃料年使用量        |             | 汽電共生   | 外售            |               |        |               |
| 燃料煤:          | 公噸          |        | 內用            |               |        |               |
| 燃料油:          | 公秉          | 蒸汽鍋爐   |               |               |        |               |
| 天然氣:          | 立方公尺        | 熱媒鍋爐   |               |               |        |               |
| LPG:          | 公斤          | 加熱爐    |               |               |        |               |
| 柴油:           | 公升          | 熱處理爐   |               |               |        |               |
| 燃料氣:          | 千立方公尺       | 裂解爐    |               |               |        |               |
| 總熱值           | Mcal        | 窯爐     |               |               |        |               |
| 熱值換算表(註3)     |             | 其他     |               |               |        |               |
| 燃料煤高發熱值 1公噸 = |             |        |               |               |        |               |
| 燃料煤低發熱值 1公噸 = |             |        |               |               |        |               |
| 燃料油 1公秉 =     |             |        |               |               |        |               |
| 天然氣 1千立方公尺 =  |             |        |               |               |        |               |
| 液化石油氣 1公噸 =   |             |        |               |               |        |               |
| 燃料氣 1千立方公尺 =  |             |        |               |               |        |               |
| 普通柴油 1公秉 =    |             |        |               |               |        |               |