

變冷媒量(VRV)空調系統於日常節能 指標 EAC 應用之研究

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 94 年 12 月

(本部計畫編號)

094-301070000G3056

變冷媒量(VRV)空調系統於日常節能 指標 EAC 應用之研究

研究主持人：陳組長瑞鈴

協同主持人：楊教授冠雄

黃助理教授瑞隆

研究助理：江慶麟

彭立德

簡瑞宏

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 94 年 12 月

目次

| | |
|----------------------------------|------|
| 目次..... | I |
| 表次..... | III |
| 圖次..... | V |
| 摘要..... | VIII |
| 第一章 緒論 | 1 |
| 第一節 研究緣起與背景..... | 1 |
| 第二節 VRV 系統特性與控制原理..... | 6 |
| 第三節 研究步驟..... | 10 |
| 第二章 研究方法 | 13 |
| 第一節各空調分區空調尖峰需求量的計算..... | 13 |
| 第二節 VRV 系統設備量的選定..... | 20 |
| 第三節 VRV 空調系統的耗電量計算..... | 24 |
| 第四節 EAC 對 VRV 系統的修正 | 28 |
| 第三章 VRV 節能效果實驗印證..... | 31 |
| 第一節 VRV 系統特性曲線之建立..... | 31 |
| 第二節 VRV 系統性能實測 | 39 |
| 第三節 實驗結果分析..... | 46 |
| 第四章 結果與討論..... | 51 |
| 第一節 模擬辦公類建築之選定 | 51 |
| 第二節 VRV 系統的設備量與全年耗電計算 | 56 |
| 第三節 主機容量效率的檢討 | 57 |
| 第四節 主機超量設計與耗電量分析 | 63 |
| 第五節 特殊節能效果 $\alpha 4$ 參數分析 | 66 |
| 第六節 EAC 公式的加權配比分析..... | 75 |
| 第五章 VRV 系統之 EAC 評估方式與範例計算..... | 77 |
| 第一節 VRV 空調系統節能評估法..... | 77 |

| | |
|--------------------------|------------|
| 第二節 實際案例一計算 | 81 |
| 第三節 實際案例二計算 | 94 |
| 第六章 結論 | 107 |
| 附錄一 | 111 |
| 附錄二 | 139 |
| 參考書目 | 163 |

表次

| | | |
|-------|---|----|
| 表 2-1 | 冷房負荷的構成與代號..... | 14 |
| 表 2-2 | 室內機單元於 19°CWB 35°CDB 時之冷氣能力選機表 ... | 21 |
| 表 2-4 | 室內機台的能力指數與總能力指數 | 21 |
| 表 2-5 | 室外機單元於 19°CWB 35°CDB 時之冷氣能力與耗電 量值..... | 22 |
| 表 2-3 | 室外機選機表 | 23 |
| 表 3-1 | A 機型性能函數的各項係數 | 33 |
| 表 3-2 | B 機型性能函數的各項係數 | 35 |
| 表 3-3 | C 機型各係數數據資料..... | 37 |
| 表 4-1 | 模擬外殼變數與 ENVLOAD 值 | 51 |
| 表 4-2 | 不同水平外遮陽的修正係數 K_i | 52 |
| 表 4-3 | 不同玻璃種類之透射率 η_i 值..... | 52 |
| 表 4-4 | 室內負荷設定 | 53 |
| 表 4-5 | 台灣地區空調設機氣象資料..... | 55 |
| 表 4-6 | PEAK 公式回歸係數..... | 57 |
| 表 4-7 | PEAK 公式回歸係數..... | 58 |
| 表 4-8 | 九種機型於室內負荷正常及 $\gamma=0.5$ 設定下 36 組 α_4 模擬 計算結果..... | 68 |
| 表 4-9 | 負載的加權係數比重..... | 72 |
| 表 5-1 | 空調系統主機性能係數標準 COP_c | 77 |
| 表 5-2 | PEAK 公式迴歸係數 a,b,c..... | 77 |
| 表 5-3 | 變頻多聯式室外機規範說明 | 79 |
| 表 5-4 | 變頻多聯式室內機規範說明 | 79 |
| 表 5-5 | 照明空間面積表 | 80 |
| 表 5-6 | 照明設備數量表 | 80 |
| 表 5-7 | 開窗面積、外遮陽係數、玻璃日射透過率與建築外殼總 面積..... | 86 |

| | | |
|--------|---|----|
| 表 5-8 | A、B、C 機型於不同製冷能力時之冷氣能力(kW)與耗電量(kW)..... | 89 |
| 表 5-9 | 變頻多聯式室外機規範說明..... | 92 |
| 表 5-10 | 變頻多聯式室內機規範說明..... | 93 |
| 表 5-11 | 照明空間面積設計表..... | 93 |
| 表 5-12 | 照明設備數量表..... | 94 |
| 表 5-13 | $A_i \times K_i \times \eta_i / A_{en}$ 計算結果..... | 98 |

圖次

| | | |
|--------|---------------------------------------|----|
| 圖 1-1 | 多聯式變冷媒 VRV 空調系統..... | 1 |
| 圖 1-2 | 依不同之空間用途來設定室內溫度 | 7 |
| 圖 1-3 | 透過精確之運轉功率調整可使室內溫度保持恆定 | 8 |
| 圖 1-4 | 某商用 VRV 系統的壓縮機組合..... | 9 |
| 圖 1-5 | 變頻主機與定頻主機多聯式組合運轉模式..... | 9 |
| 圖 1-6 | 研究流程 | 10 |
| 圖 2-1 | VRV 系統的選機流程 | 13 |
| 圖 2-2 | 輻射時間序列法 | 19 |
| 圖 2-3 | 空調主機或分離式系統(含 VRV 系統)室外機的全年耗電 | 24 |
| 圖 2-4 | VRV 系統全年耗電計算流程圖 | 27 |
| 圖 2-5 | 熱源設備、冰水泵及送風機之加權比重..... | 28 |
| 圖 2-6 | 市面上常見的室內機型式 | 29 |
| 圖 3-1 | A 機型之冷氣能力修正函數(f1)圖 | 31 |
| 圖 3-2 | A 機型之相對於 EWB、ODB 耗電修正函數(f2)圖 | 32 |
| 圖 3-3 | A 機型之耗電相對於負載率之修正函數(f3)圖 | 32 |
| 圖 3-4 | B 機型之冷氣能力修正函數(f1)圖..... | 33 |
| 圖 3-5 | B 機型之相對於 EWB、ODB 耗電修正函數(f2)圖 | 34 |
| 圖 3-6 | B 機型之耗電相對於負載率之修正函數圖 | 35 |
| 圖 3-6 | C 機型之冷氣能力修正函數(f1)圖 | 36 |
| 圖 3-8 | C 機型之相對於 EWB、ODB 耗電修正函數(f2)圖 | 36 |
| 圖 3-9 | C 機型之耗電相對於負載率之修正函數圖 | 37 |
| 圖 3-10 | 本實驗 VRV 系統現場設置情形(1) | 38 |
| 圖 3-11 | 本實驗 VRV 系統現場設置情形(2) | 39 |
| 圖 3-12 | 本實驗 VRV 系統現場設置情形(3) | 39 |
| 圖 3-13 | 本實驗 VRV 系統現場設置情形(4) | 40 |
| 圖 3-14 | 本實驗 VRV 系統現場設置情形(5) | 40 |

| | | |
|--------|------------------------------------|----|
| 圖 3-15 | 本實驗 VRV 系統現場設置情形(6) | 41 |
| 圖 3-16 | 本實驗 VRV 系統現場設置情形(7) | 41 |
| 圖 3-17 | 本實驗 VRV 系統現場設置情形(8) | 42 |
| 圖 3-18 | 本實驗 VRV 系統現場設置情形(9) | 42 |
| 圖 3-19 | 本實驗與電腦連接時的畫面 | 43 |
| 圖 3-20 | 將所有該次實驗數據予以圖表化並進行比對分析(1) | 43 |
| 圖 3-21 | 將所有該次實驗數據予以圖表化並進行比對分析(2) | 44 |
| 圖 3-22 | 室外溫度 27°C 的 PI%及 PLF 曲線圖 | 45 |
| 圖 3-23 | 室外溫度 29°C 的 PI%及 PLF 曲線圖 | 45 |
| 圖 3-24 | 室外溫度 31°C 的 PI%及 PLF 曲線圖 | 46 |
| 圖 3-25 | 室外溫度 33°C 的 PI%及 PLF 曲線圖 | 46 |
| 圖 3-26 | 室外溫度 35°C 的 PI%及 PLF 曲線圖 | 47 |
| 圖 3-27 | 室外溫度 27 至 35°C 的 PI%及 PLF 的綜合比較圖 | 47 |
| 圖 4-1 | 模擬之辦公建築平面 | 49 |
| 圖 4-2 | 模擬平面外牆開窗情況 | 50 |
| 圖 4-3 | 水平遮陽 $\tan\phi$ 的定義 | 52 |
| 圖 4-4 | 四種建築物在北部、中部和南部的 ACsc 的比較圖 | 56 |
| 圖 4-5 | 原計算方式與本研究之計算方式之 ACsc 結果 | 60 |
| 圖 4-6 | 變頻主機與定頻主機多聯式組合運轉模式 | 61 |
| 圖 4-7 | 一般定頻系統超量設計與其耗電比關係 | 63 |
| 圖 4-8 | VRV 系統超量設計與其耗電比關係 | 63 |
| 圖 4-9 | 各系統於 36 組外殼組合下的 α_4 曲線圖 | 65 |
| 圖 4-10 | A 機型之 α_4 於不同室內負荷密度設定下之變化分佈 | 66 |
| 圖 4-11 | B 機型之 α_4 於不同室內負荷密度設定下之變化分佈 | 66 |
| 圖 4-12 | C 機型之 α_4 於不同室內負荷密度設定下之變化分佈 | 67 |
| 圖 4-13 | A 機型之 α_4 於不同外周區係數設定下之變化分佈 | 69 |
| 圖 4-14 | B 機型之 α_4 於不同外周區係數設定下之變化分佈 | 70 |
| 圖 4-15 | C 機型之 α_4 於不同外周區係數設定下之變化分佈 | 70 |
| 圖 4-16 | 九組系統的 α_4 與 IPLV/COP 值之關係 | 72 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| 圖 4-17 主機空調耗電比率與主機最大供應面積關係圖 | 74 |
| 圖 5-1 空調系統控制架構圖 | 81 |
| 圖 5-2 空調系統昇位圖 | 82 |
| 圖 5-3 空調系統流程圖 | 95 |

摘要

關鍵詞：變冷媒空調系統、空調耗能評估指標、總部份負載效率、熱源節能效率 α_4

變冷媒 VRV 空調系統在空調分類上，雖不屬於中央空調型，但其多聯式系統與智慧型控制系統，功能與傳統的中央空調系統幾乎無差別。若使用原先之中央空調系統評估方式評定 VRV 系統可能造成不適用，是故有修正 EAC 公式以符合實際情況之需要。

VRV 空調系統是組合式，主機的耗電乃取決於實際主機開啟的運轉台數，本研究發現，於主機超量設計後，一般之定頻系統的耗電量會有隨之上升之趨勢但並非是倍數關係；而於 VRV 系統，主機超量設計前後之耗電量是差不多的。對於分離式系統而言，EAC 並非隨 HSC 成比例增加

主機側節能效率 α_4 值，應由實際不同空調系統節能效率之優劣決定，不應直接認定其 α_4 值為 0.2。本研究藉由空調系統之總部份負載效率 IPLV 與主機效率 COP 所建立之預測公式可精確計算出不同系統 α_4 值。

由於 VRV 系統無冰水泵，逕行採用送水系統之節能 $\alpha_{12}=0.2$ 將有失此系統之無冰水泵特性，也可能導致 EAC 評估相當程度之誤差。根據本研究分析空調系統室內機與室外機之耗電量，得知室外機與室內機各佔全系統耗電量之 90% 與 10%，故重新修正無冰水的分離式或 VRV 系統項目的加權比重為 90%，送風機加權比重應為 10%。

根據研究結果本研究建立的 VRV 空調系統節能效率 EAC 的評估方式。透過運用本研究建的評估公式與原評估公式的計算比較後，可以發現 VRV 系統於原評估方式下，即使是使用優良之 VRV 系統也難以通過評估。但是運用本研究所建立之評估方式則可以突顯優良系統的節能效率，也可以將較差的系統分辨出，而使其 EAC 評估不過關。

對於要逃避而使用定頻系統之案件也能再嚴格把關，替空調節能把關。

ABSTRACT

Keywords: VRV, EAC, IPLV, energy saving factor α_4

In Green Building Evaluation Indexes, the EAC has been adapted as the central HVAC system energy consumption criteria. However, the VRV system, which has been included under this criteria, has been assigned an energy saving factor α_4 of 0.2, despite of the actual power consumption variations existed among various systems.

In this study, the IPLV values of specific VRV systems were utilized, so that actual energy-saving factor α_4 can be evaluated. Furthermore, being lack of the chilled water distribution system, the weighting of power consumption percentages of a VRV system has also been changed into 0.9 vs 0.1 for the outdoor and indoor units respectively.

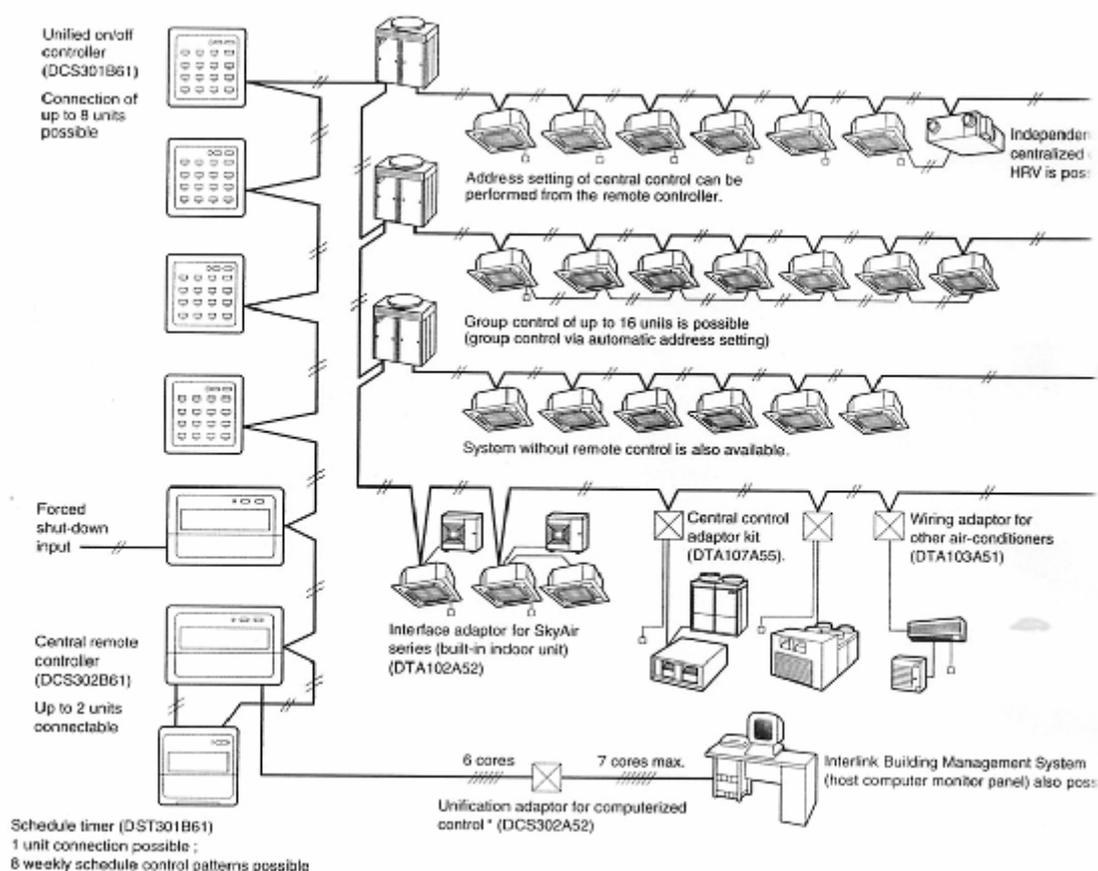
The methodology established in this study has been justified by using the actual VRV projects under commercial operations, which can successfully discriminate different energy efficiencies among various systems.

第一章 緒論

第一節 研究動機與目的

變冷媒 VRV 空調系統在空調分類上，雖不屬於中央空調型，但透過如圖 1-1 所示的 VRV 多聯式系統與其智慧型控制系統，其功能與傳統的中央空調系統幾乎無差別。故在目前的綠建築評估系統中的日常節能之評估方式中，乃將 VRV 空調系統分類為法定中央空調型建築物。

圖 1-1 多聯式變冷媒 VRV 空調系統



(資料來源：廠商型錄)

根據綠建築解說與評估手冊，對於法定中央空調型建築物的 EAC 評估方法係採 HDC 法(熱源容量密度及 COP 法 Heat Source Capacity Density & COP Method)來規範，即是以 1. 防止主機超量設計 2. 鼓勵高效率主機 3. 獎勵空調節能技術，三項因子之加權評估法來進行，其所建立的合格判斷必須同時滿足：

(一) 合理設備容量管制 HSC

$$HSC = \frac{AC_{sc}}{AC_s} \leq 1.35 \quad (1-1)$$

$$AC_{sc} = S_f \times (a_0 + a_1 \times ENVLOAD + a_2 \times g) \quad (1-2)$$

$$ENVLOAD = a \times \frac{\sum A_i \times K_i \times \eta_i \times IH_{ki}}{A_{en}} + b \quad (1-3)$$

其中

AC_s = 冰水主機設計供應面積 ($m^2/USRT$)

AC_{sc} = 冰水主機最大供應面積 ($m^2/USRT$)

S_f = 備載容量安全係數，取 0.8

γ = 該空調系統分區之外周區係數

$ENVLOAD$ = 辦公類建築物外殼耗能量 [$Wh/m^2-fl \cdot year$]

A_i : 窗面部位面積 [m^2]

K_i : 部位開窗之外遮陽係數

η_i : 部位玻璃日射透過率

IH_{ki} : i 窗面部位當在地 k 方位外殼之冷房日射時 [$Wh/m^2 \cdot year$]

A_{en} : 建築外殼總面積 [m^2]

a_0 = 常數 (m^2/RT)

$a_1、a_2 =$ 迴歸係數

$a, b :$ 迴歸係數常數

(二) 空調系統節能效率管制 EAC

$$\begin{aligned} \mathbf{EAC} = & \left[0.6 \times \mathbf{HSC} \times \frac{\sum (\mathbf{HC}_i \times \mathbf{COP}_{ci})}{\sum (\mathbf{HC}_i \times \mathbf{COP}_i)} \times \mathbf{R}_s \right. \\ & \left. + 0.2 \times \mathbf{R}_f + 0.2 \times \mathbf{R}_p \right] \times \mathbf{R}_m \\ & \leq 0.8 \end{aligned} \quad (1-4)$$

$$\mathbf{R}_s = 1.0 - \sum (\mathbf{a}_j \times \mathbf{r}_j) \quad (1-5)$$

$$\mathbf{R}_f = 1.0 - \alpha_{10} \times \mathbf{r}_{10} \quad (1-6)$$

$$\mathbf{R}_p = 1.0 - \sum (\mathbf{a}_j - \mathbf{r}_j) \quad (1-7)$$

$$\mathbf{R}_m = 1.0 - \sum \mathbf{b}_k \quad (1-8)$$

其中

$\mathbf{HC}_i =$ 各冰水主機容量包括備載容量 (USRT)

$\mathbf{COP}_i =$ 冰水主機設計性能係數

$\mathbf{COP}_{ci} =$ 冰水主機設計性能係數標準

$\mathbf{R}_s =$ 熱源節能效率

$\mathbf{R}_f =$ 送風系統節能效率

$\mathbf{R}_p =$ 送冰水系統節能效率

$\mathbf{R}_m =$ 其他總系統節能效率

$\alpha 1 \sim \alpha 12$ = 空調節能技術效率標準

$\beta 1 \sim \beta 14$ = 其他總系統節能技術效率標準

$r 1 \sim r 12$ = 空調節能技術採用率

根據綠建築評估手冊有關 VRV 的特殊節能係數有：(1) 變冷媒 VRV 熱源 $\alpha 4=0.2$ 。(2) 變冷媒量 VRV 系統因無送水泵，可同時得到熱源與送水系統之節能優惠 $\alpha 12=0.2$ 。所以根據以上所訂定之係數所計算出的熱源節能效率 R_s 值與送(冰)水節能效率 R_p 值如下

$$\text{熱源節能效率 } R_s = 1.0 - \sum(\alpha 4 \times \gamma_j) = 1.0 - 0.2 = 0.8$$

$$\text{送(冰)水節能效率 } R_p = 1.0 - \sum(\alpha 12 \times \gamma_j) = 1.0 - 0.2 = 0.8$$

一般 VRV 的室內機會搭配自動分段變速送風，所以 $\alpha 10=0.4$

$$\text{送風節能效率 } R_f = 1.0 - \sum(\alpha 10 \times \gamma_j) = 1.0 - 0.4 = 0.6$$

因此對於採用 $COP_c=COP_p$ 的 VRV 系統而言，EAC 公式可以進一步簡化為

$$\begin{aligned} EAC &= \left\{ \underbrace{0.6 \times HSC}_{R_s} \times \underbrace{0.8}_{R_f} + \underbrace{0.2 \times 0.6}_{R_p} + \underbrace{0.2 \times 0.8}_{R_p} \right\} \times R_m \\ &= \{0.48 \times HSC + 0.28\} \times R_m \end{aligned} \quad (1-9)$$

然而 EAC 合格標準為同時滿足 $EAC \leq 0.8$ 以及 $HSC \leq 1.35$ ，所以在總系統節能效率=1.0(無任何監控時)， $HSC \geq 1.08$ 時 EAC 即會大於 0.8 (不合格)；而總系統節能效率=0.90 時(有如圖一智慧型監控系統)， $HSC \geq 1.27$ ，即會大於 0.8 (不合格)，是故 $HSC \leq 1.35$ 式猶如形同虛設一般，是故修正 EAC 公式以符合實際情況之需要。本研究將以以下三個方面著手：

- (1) VRV 空調系統是組合式，主機的耗電乃取決於實際主機開啟的運轉台數，空調需求量若降低，主機開啟的台數則少；所以主

機的超大設計是增加待機時間與待機時之耗電，而不是如 EAC 公式中之 HSC 成等比例增加。

- (2) 主機側節能效率 α_4 值，應由實際不同空調系統節能效率之優劣決定，不應直接認定其 α_4 值為 0.2。事實上，於不同使用型態及空調負載變動頻繁之際，採用此定值之方式加以認定可能導致相當程度之誤差。
- (3) 由於 VRV 系統無冰水泵，對於送水系統之節能 $\alpha_{12}=0.2$ 將有失此系統之無冰水泵特性，也可能導致 EAC 評估相當程度之誤差。

第二節 VRV系統特性與控制原理

傳統式之中央空調系統設計是由冷媒壓縮機製造冰水(chilled water)，再經由區域泵輸送至建築空調區，以風機盤管(FCU)或空調器(AHU)連接風管之方式，提供冷房。此種傳統式之中央空調系統設計，為進一步因應空調負荷之變化，而衍生出兩種重要的節能系統設計，其一為可變冰水量(VWV)系統，其二則為可變風量(VAV)系統。目前國內較具規模之智慧型大樓，已有採用之先例。其主要工作原理為依據空調負荷之變化，藉由變頻器(Inverter)而改變所輸送之冰水量或通風量，而達到節能之效果。然而，近年來於日本地區，已逐漸發展出另一重要的空調節能系統設計方式。亦即，直接藉由變頻式冷媒壓縮機而直接改變冷媒流量，形成VRV(Variable Refrigerant Volume)系統。相較於傳統式而言，VRV系統由於直接以改變冷媒流量之方式，縮短了原先由冷媒至冰水再轉換至空氣側之傳熱過程，形同取代了VWV加上VAV之效果。對於約100 USRT以下冷房需求之中小型建築物而言，獲得極顯著的節能效果，極具應用潛力，並為國際間之建築省能主要發展趨勢所在。

VRV系統之應用為近年來國際間最新興起之一股潮流所在，其主要發展方向，包含：

(1) 應用變頻技術節約運轉耗電

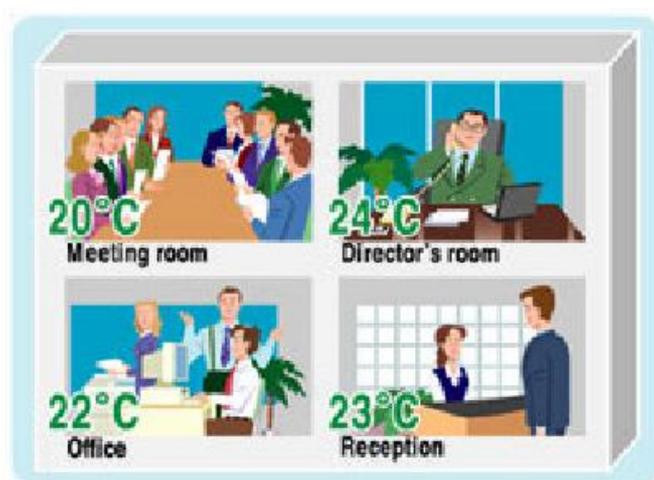
為因應不同之空調負載變化，傳統之中央空調系統節能方式皆於「冰水側」或「空氣側」進行冰水量或空氣量之變更，而形成VWV或VAV系統。而VRV系統則直接經由變頻器來改變冷媒流量，形成獨特的「主機側」之空調節能技術，具備良好的耗能節約之潛力。

然而此方向之實際節省效果，尚缺乏詳細之數量化評估。另外一方面，由於 VRV 一般採用氣冷式主機，其運轉性能與當地本土之氣候有顯著相關。

(2) 多種類室內機彈性搭配可實現分區空調節省能源

於空調建築物中，其空調方式採用一般採用全區空調。也就是不管各區域之需求或有無人員活動皆供應相同之空調溫度。因此形成極大的能源浪費，而且產生有些區域太冷或太熱之不舒適現象。若採用 VRV 系統則可依各區域之用途性質分別選用合適的室內機種，因此可以輕易的達成分區空調之目的，如圖 1-2 所示。

圖 1-2 依不同之空間用途來設定室內溫度

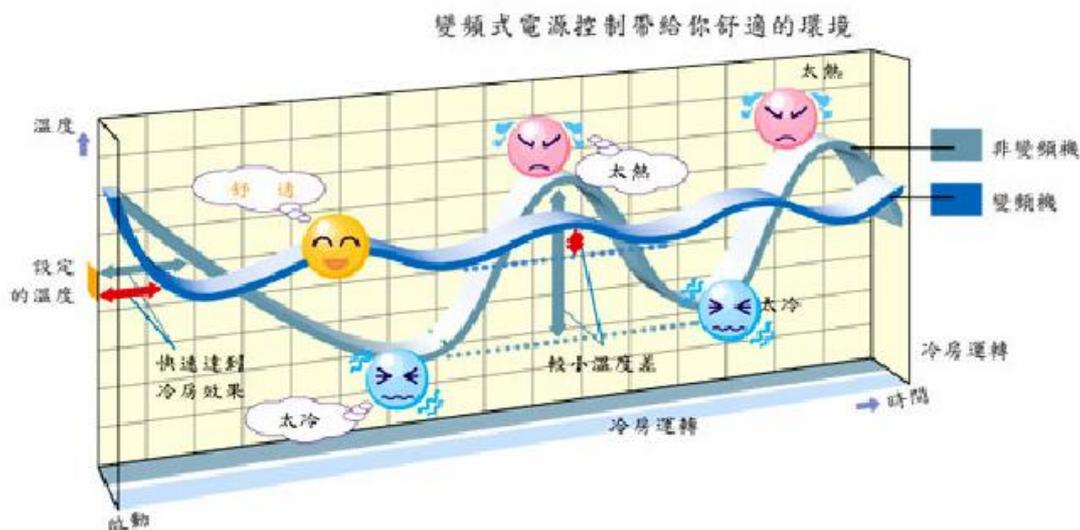


(資料來源：廠商型錄)

(3) 精確穩定控制溫度增加舒適度

目前一般傳統空調其溫度控制方式多採用 ON-OFF 模式，因此容易造成室內溫度起伏不定，嚴重影響室內之熱舒適性。而 VRV 系統則採用電子式膨脹閥可無段連續的控制冷媒流量使室溫能快速的到達設定之溫度且溫度上下變化可小於 0.5°C 之範圍，如圖 1-3 所示。

圖 1-3 透過精確之運轉功率調整可使室內溫度保持恆定



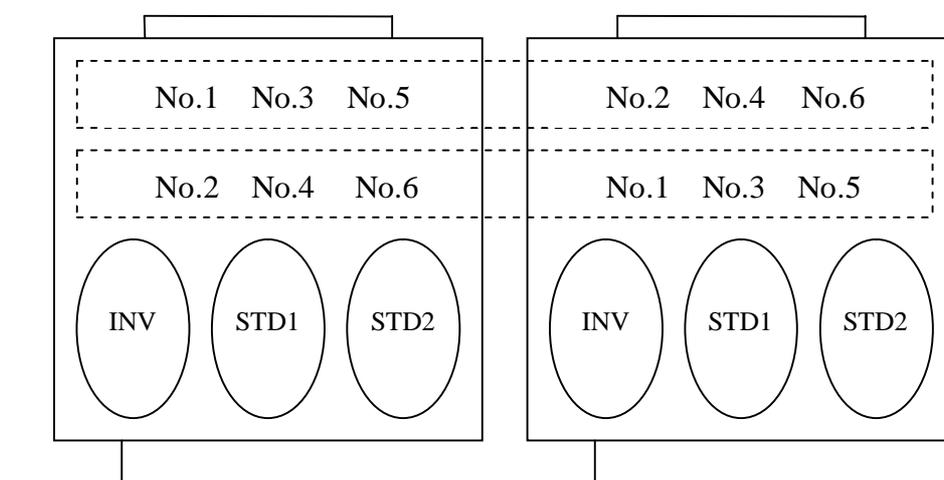
(資料來源：廠商型錄)

(4) 多聯加變頻的卸載控制

VRV 空調系統最主要之控制原理，為控制壓縮機產生冷媒之劑量，以及進入室內風機盤管之冷媒流量，並適當地滿足室內空調負荷之需求。VRV 空調系統大多採用變頻壓縮機配合多台壓縮機組合來達到壓縮機之容量控制，以及設置電子膨脹閥來控制進入室內風機盤管之冷媒流量，以實現分區空調之目的。

空調系統於環境溫度及室內負荷不斷變化之條件下運轉，且系統各元件之間、系統環境與環境之間相互影響。因此，使得VRV空調系統之運轉狀態不斷地變化，必須透過其控制系統適時地調整空調系統之容量來消除影響。圖1-4係某一商用產品的控制示意圖。該機型是由二台室外機並聯而成。每台室外機中有一台變頻壓縮機(標示INV)

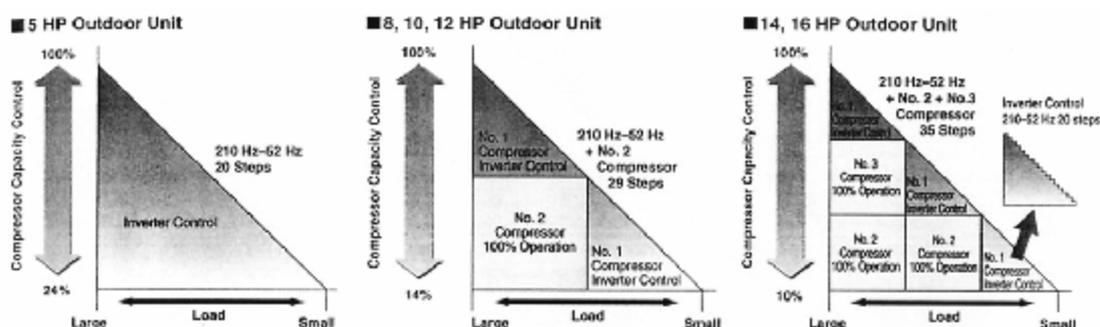
圖 1-4 某商用 VRV 系統的壓縮機組合



(資料來源：廠商型錄)

以及兩台定頻壓縮機(標示 STD1 和 STD2)。兩台室外機會輪流優先啟動，六台壓縮機的啟動順序如圖中標示。儘管在六台壓縮機中有二台是變頻，但編號 NO2 的變頻壓縮機是當定頻使用，所以可以說另外五台是定頻壓縮機。當空調負荷變化時，系統的控制功能，會依需要啟動壓機台數，並決定主機變頻器的頻率，如圖 1-5 所示。使 VRV 系統運轉於穩定且省能之最佳狀況。

圖1-5變頻主機與定頻主機多聯式組合運轉模式

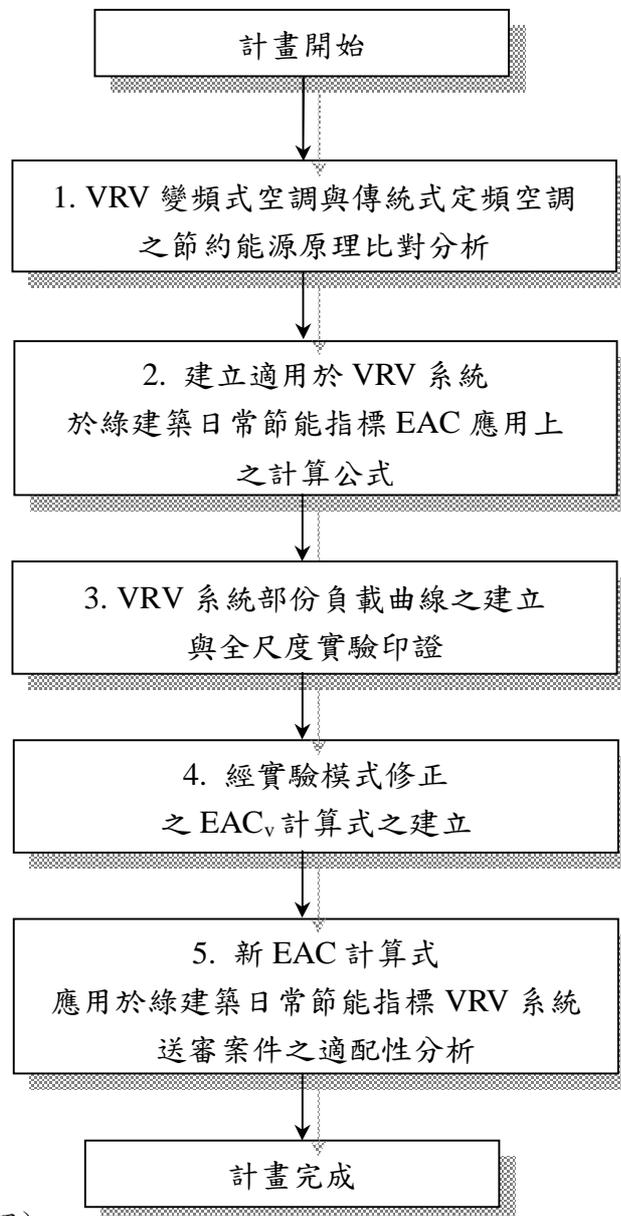


(資料來源：廠商型錄)

第三節 研究步驟

本計畫之進行採取理論分析與實驗印證並重並行之方式，其研究流程如圖1-6所示。主要工作內容如下所述：

圖1-6 研究流程



(資料來源：本研究整理)

(1)VRV變頻式空調與傳統式定頻空調之節約能源原理比對分析

目前我國VRV空調之發展主流，以日系及韓系產品系列為大宗。其主要節能技術之設計理念為於空調負載狀態下，經由冷媒壓縮機變頻降載而達到節約能源之目標。

然而，此變頻技術本身仍由於市場之競爭與沿革，而發展出MPS變頻，壓縮定頻與變頻間之台數控制，及應用PID或Fuzzy之不同控制模式。本項工作將進行此方面之比對方析，以建立VRV系統省能效益之技術基礎。

(2)建立適用於VRV系統於綠建築日常節能指標EAC應用上之計算公式

現行之EAC計算公式，主要為考量大型中央空調系統發展而來，因此其節能項目主要分為三大區塊：分列為空調主機(壓縮機)，冰水泵，及風機，且各配以60%，20%及20%之權重而成。然而，對於VRV系統而言，冰水泵並不存在，因此整個EAC計算之原始配比已先失真。所採用之變頻技術亦因廠商而異，其後續之計算結果便很難顯現出其差異性，更遑論原始計算式，一致性的以常數認定，誤差更大。原計算式在早期VRV單機變頻與傳統式單機定頻空調之比對上，有其環境與時空背景上之存在意義與貢獻。目前市場上已隨著VRV系統愈發中型化與多機化，此計算式已到最佳之修正時機。

本項工作將藉由DOE2.1程式進大量系統化之電腦模擬，以經由曲線趨合(Curve-fitting)做為於綠建築日常節能指標運用及相關審查工作上之重要工具。

(3) VRV系統部份負載曲線之建立與全尺度實驗印證

VRV系統之省能效益，主要取決其於部分負載(Partial Load)狀況下，其相對應之耗電曲線成長情形，此亦為各種不同系統廠牌之主要設計與研發之市場競爭力所在。

本項工作將藉由選取正商業運轉中之VRV系統，進行全尺度實驗量測，以獲得其於不同負載情況下之相對應部分負載曲線(kW% vs PLF%)。本曲線之獲得將為在我國本土氣象條件下之實際運轉數據，為國內首度進行，深具參與價值。

(4)經實驗模式修正之EAC_v計算式之建立

上述第(2)項工作項目中，雖已經由DOE2.1電腦模擬而建立了適用於VRV系統之EAC初步計算式，然而其精確度仍牽動於所輸入之壓縮機運轉耗電曲線之基本假設值。

今經由第(3)項工作項目，建立了實際全尺度實驗之運轉數據，可再行重新輸入於DOE2.1程式中，以進行疊代(Iteration)修正，而獲致極高之準確度。且此計算式之核心項目，將為源自於本土氣象條件下之全尺度實驗數據而來，形成高精確度之實驗模式(Experimental Model)，於實際工程應用上更為可靠。

(5)新EAC計算式應用於綠建築日常節能指標VRV系統送審案件之適配性分析

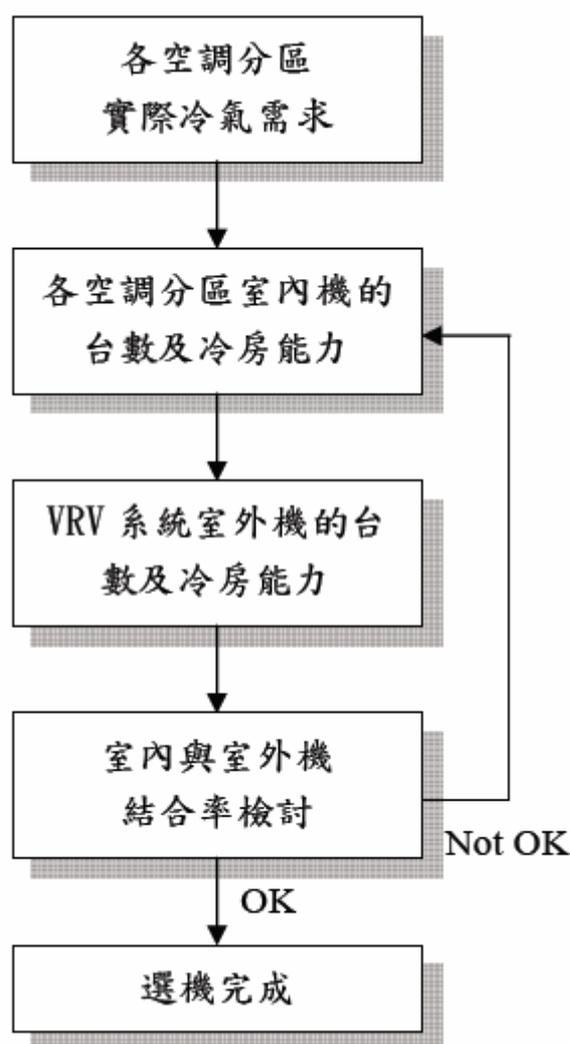
本項工作主要將新建立之EAC_v計算式，實際嘗試應用於相關VRV系統送審案件中進行試用，以詳細評估其適配性，是否可較精細的區分出VRV系統之節能效益.並進一步進行必要之修改，直至完成EAC_v計算式，以做為後續相關規範修訂與補充之重要參考依據。

第二章 研究方法

第一節 各空調分區空調尖峰需求量的計算

圖 2-1 是一般 VRV 系統建議的選機程序。室內機的選機是根據各空調分區的尖峰需求量(Peak Load)來分別選擇冷氣能力最接近但稍大於尖峰需求量的各區室內機。在室內機的單元及數量選定後，將室內機數量乘以該機型冷氣能力的結果進而選得適當的室外機型及

圖 2-1 VRV 系統的選機流程



(資料來源：本研究整理)

數量，再藉由室內機與室外機的結合效率來決定是否改變室內機單元的大小，因而產生適合建築物的 VRV 空調系統。本節將各空調區尖峰需求量的計算，其餘步驟則留待下一節說明。

空調的負荷如下表 2-1 所示，其組成包括受外在氣候以及建築物外殼性能影響的外部負荷，室內燈光照明、人員以及使用器具所產生的熱量構成之內部負荷以及為了室內空氣品質而必須引進新鮮外氣所形成的外氣負荷三大部分。另外搬運損失就是指在送風、送水管路中與因熱傳損失與漏風損失造成的額外損失量，約佔總空調顯熱負荷的 10% 左右。

表 2-1 冷房負荷的構成與代號

| 負荷種類 | | 負荷代號 | |
|----------|---------------------|---------------|----------|
| 外部負荷 | 壁體傳透熱 | Q_{wall} | 顯熱 |
| | 玻璃面傳透熱 | $Q_{win.sol}$ | 顯熱 |
| | 玻璃面輻射熱 | $Q_{win.con}$ | 顯熱 |
| | 間隙風負荷 | Q_{IS} | 顯熱 |
| | | Q_{IL} | 潛熱 |
| 內部負荷 | 人體發散熱 | Q_{HS} | 顯熱 |
| | | Q_{HL} | 潛熱 |
| | 照明發散熱 | Q_E | 顯熱 |
| | 室內機械發散熱 | Q_{MS} | 顯熱 |
| | | Q_{ML} | 潛熱 |
| | 外氣負荷 | 新鮮外氣負荷 | Q_{OS} |
| Q_{OL} | | | 潛熱 |
| 搬運損失 | 顯熱、潛熱各取以上總值的 10% 計算 | | |

(資料來源：本研究整理)

壁體熱傳透計算

經過建築外殼的熱流，由於受到壁體熱容量的影響，會產生不穩定動態熱流，計算十分複雜，非一般空調業界易於採用。所以利用熱

學理論將時滯現象簡化為單純的冷房負荷溫差 CLTD(Cooling Load Temperature Difference)計算壁體熱傳透，可以下式表示：

$$q_{\text{wall}} = U \times A \times \text{CLTD} \quad (2-1)$$

其中

q_{wall} ：特定牆面的熱傳透量

U ：建築外殼的熱傳透率

CLTD：冷房負荷溫差

A ：壁體面積

構造體之總熱傳透 q_{wall} 就等於各外牆面熱傳透量相加($\sum q_{\text{wall}}$)。

玻璃熱負荷計算

單一玻璃面之熱負荷 q_{win} 可分為室內外溫差所產生之傳透熱 $q_{\text{win.sol}}$ ，與透過玻璃之太陽輻射熱 $q_{\text{win.con}}$ 。其計算式如下：

$$q_{\text{win}} = q_{\text{win.sol}} + q_{\text{win.con}} \quad (2-2)$$

$$q_{\text{win.con}} = U \times A \times (T_o - T_i) \quad (2-3)$$

$$q_{\text{win.sol}} = A \times \text{SC} \times \text{MSHGF} \times \text{CLF} \quad (2-4)$$

其中

q_{win} ：玻璃熱負荷

$q_{\text{win.con}}$ ：玻璃面熱傳透負荷

$q_{\text{win.sol}}$ ：玻璃面日射負荷

U ：玻璃之熱傳透率

T_o ：戶外設計溫度

T_i ：室內設計溫度

MSHGF：最大太陽熱取得因子

CLF：冷房負荷因子

SC：遮蔽係數

A：玻璃面面積

式中 MSHGF 是方位、時間以及緯度的函數，另外 CLF 是建築物的蓄熱能力以及有無內遮陽設施的函數。

內部熱負荷計算

室內因照明、人體及其他發熱機器所發生的熱總稱為內部熱負荷。在商業建築辦公或研究大樓中，人員、照明和設備等發熱形成的內部熱得通常是構成該幢建築物冷房負荷的重要成分。事實上，在許多大型商業辦公建築物中，內部熱得是冷房負荷最主要的來源。因此，對於大型辦公大樓而言，常年冷房運轉，甚至在嚴冬也不例外。

人體發散熱

來自人體的熱負荷可分為顯熱部分與潛熱部分，人員的作業程度決定了總發熱量，以及顯熱與潛熱比例。顯熱部份是因為人體體溫與室內溫度之溫度差而引起，潛熱部份則是起因於人體的呼吸與排汗。雖然各種工作狀態下的顯熱與潛熱值有準確的數值可查，但是在作業人員發熱量仍會發生重大誤差，其主要原因為缺乏人員停留在室內的時間以及總人數的相關資料。大部份的場所在設計時對於其使用人數均高估很多，所以計算時要避免引用超過全職人員的數目。室內人員的顯熱與潛熱要分開算，計算式如下：

$$Q_{OCC} = Q_{OCC.S} + Q_{OCC.L} \quad (2-5)$$

$$Q_{OCC.S} = N \times Q_{OCC.S} \quad (2-6)$$

$$Q_{OCC.L} = N \times Q_{OCC.L} \quad (2-7)$$

其中

Q_{OCC} ：人體發散熱

$Q_{OCC.S}$ ：人體之顯熱負荷

$Q_{OCC.L}$ ：人體之潛熱負荷

N ：在室人員數(人)

照明負荷

因為燈光的發熱量是內部熱得的最主要成份。照明所產生的熱與由照明所消耗電力換算時的等值發熱是不相同的。雖然燈具的其他附屬設備可能產生其他額外發熱量，但是燈具的發熱源主要來自發光元件或燈泡。照明負荷之計算以各空間之照明密度乘上各照明器具每瓦數的發熱量來計算。計算式如下：

$$Q_{LIT} = \Sigma q_{LIT} \times F \quad (2-8)$$

其中

q_{LIT} ：特定照明器具之電力消費量

F ：額外的允許因數(如螢光燈的啟動器因素)

機械熱負荷

計算各項室內設備的發熱量較計算人員或燈光時更為主觀。在計

算中不論是電力設備、瓦斯設備或蒸氣設備所產生的熱都應列入考量。複雜的設備種類和，使用方式使得發熱量的計算變得相當主觀。近來辦公室電腦化後，電腦及其相關附屬設備如印表機等成為辦公室主要之機械發熱來源。辦公室內大部份的辦公桌上裝有終端機螢幕或個人電腦，以及其他如影印機、印表機等的典型設備，其室內熱得約為 $50\text{W}/\text{m}^2$ 。但是根據最近的研究指出，大部分的辦公室建築設備內的熱得為 $10\text{W}/\text{m}^2$ 。各項設備發熱量計算式如下：

$$Q_{\text{equ}} = \Sigma q_{\text{equ}} \quad (2-9)$$

其中

q_{equ} ：機器之室內熱負荷

外氣負荷計算

一般而言，因引進新鮮外氣所造成外氣負荷約佔總空調負荷的 20-30%。室內外氣量之決定取決於在室人員數多寡，外氣負荷計算式如下：

$$Q_{\text{OA}} = Q_{\text{OA.S}} + Q_{\text{OA.L}} \quad (2-10)$$

$$Q_{\text{OA.S}} = \dot{V}_{\text{OA}} \times C_p \times (T_o - T_i) \quad (2-11)$$

$$Q_{\text{OA.L}} = \dot{V}_{\text{OA}} \times h_{\text{fg}} \times (x_o - x_i) \quad (2-12)$$

其中

Q_{OA} ：外氣總負荷量

$Q_{\text{OA.S}}$ ：外氣顯熱取得量

$Q_{O.A.L}$ ：外氣潛熱取得量

\dot{V}_{OA} ：外氣量

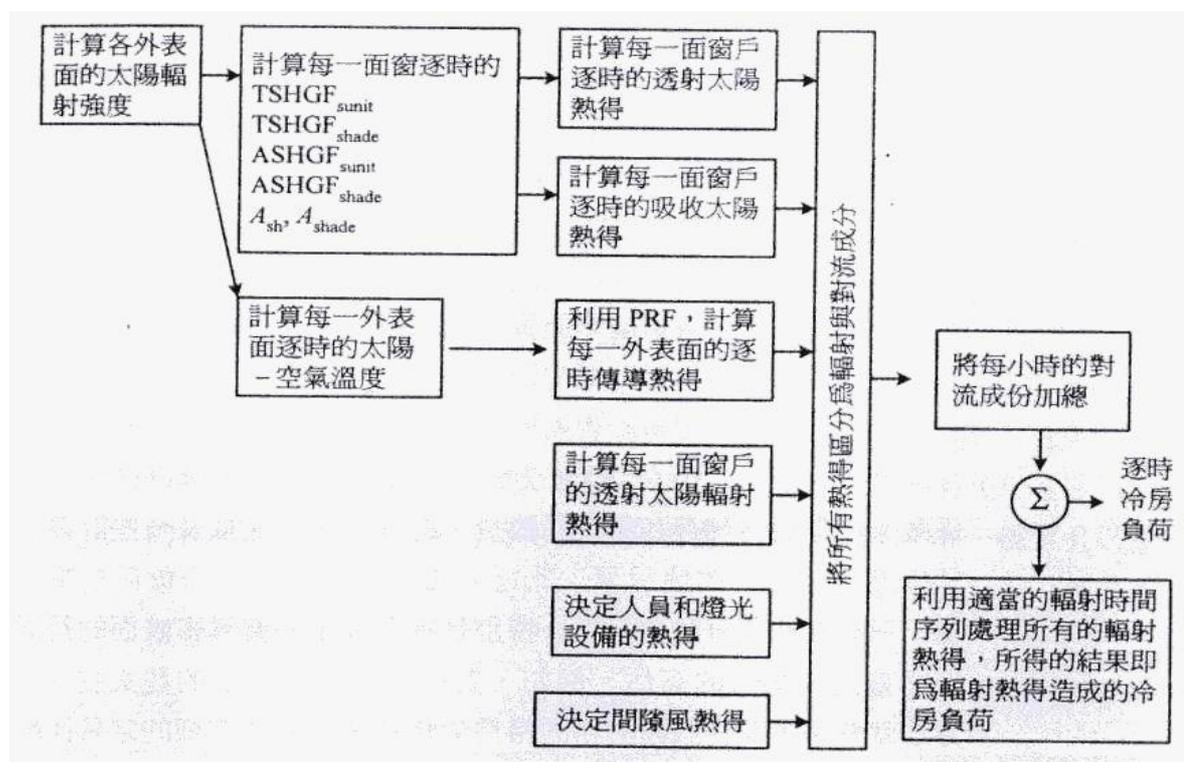
T_o 、 T_i ：分別為室外與室內氣溫($^{\circ}C$)

x_o 、 x_i ：分別為室外與室內絕對溼度(kg/kg)

hfg：水蒸氣的相變化潛熱

本節所討論的負荷計算法在應用上比精算法簡單，儘管在理論上，這兩種方法只存在些許誤差，但本研究仍舊採用精算法，有關精算法的計算步驟如圖 2-2 所示。同時藉由建築物空調耗能分析軟體 DOE2.1 程式的執行，可預達成圖 2-2 所示之精算空調負荷。

圖 2-2 輻射時間序列法



(資料來源：本研究整理)

第二節 VRV 系統設備量的選定

在這一節中，本研究透過例題的方式來解說如何藉由空調需求量選定 VRV 系統的設備量。

(一) 各空調分區冷氣需求

假設某一方案藉由前一節述及的方法求得之各空調分區之最大空調負荷為：

| | |
|------|------|
| 內周區 | 88kW |
| 東外周區 | 40kW |
| 南外周區 | 29kW |
| 西外周區 | 41kW |
| 北外周區 | 30kW |

(二) 室內機的選擇

根據表 2-2VRV 的室內機冷氣能力表選擇合適的機型。假設室內機選用最大冷氣能力的機型 Unit Z (14kW)，則核心區的室內機台數是最大空調負荷除以每台室內機的冷氣能力，即 $88/14=6.3$ ，故選擇 7 台室內機。檢查室內機冷氣能力降一級的 Unit Y 型式是否可以， $11.2 \times 7=78.4 < 88$ ，冷氣能力不足。所以確定核心區選擇的機型為 Unit Z：7 台，每台冷氣能力 14Kw。同理其他各區的機型選擇結果如下：

東外周區 Unit Z：3 台

南外周區 Unit Y：3 台

西外周區 Unit Z：3 台

北外周區 Unit Y：3 台

表 2-2 室內機單元於 19°CWB 35°CDB 時之冷氣能力選機表

| 型號 | Unit S | Unit T | Unit U | Unit V | Unit W | Unit X | Unit Y | Unit Z |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 能力指數 | 25 | 31.5 | 40 | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 |
| 冷氣能力 (kW) | 2.8 | 3.6 | 4.5 | 5.6 | 7.1 | 9.0 | 11.2 | 14.0 |
| 風扇耗電 (W) | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 120 | 120 |

(資料來源：本研究整理)

當然還有其他方式的選機結果，譬如選擇冷氣能力較低的 UnitX 機型，則內周區的室內機台數增加為 10 台。由於不同的機型選擇方式可能造成不同程度的設備量過大，例如選 Unit Z 的方案，設備過大的比例為 $98/88=1.11$ ，選擇 UnitX 的方案，設備過大的比例為 $90/88=1.02$ ，不過其結果對下一步驟的室外機選擇影響有限。

(三) 室外機的選擇

室外機的選擇係參考表 2-3 的室外機選機表。表中的總能力指數是指每台室內機能力指數的總和。每台室內機的能力指數在表 2-2 的室內機機型表中可以查得。承續上例，總能力指數的計算如表 2-4 所示。

表 2-4 室內機台的能力指數與總能力指數

| 空調分區 | 機型 | 室內機能力指數 | 室內機台數 | 總能力指數 |
|------|--------|---------|-------|----------------------|
| 核心區 | Unit Z | 125 | 7 | $125 \times 7 = 875$ |
| 東外周區 | Unit Z | 125 | 3 | $125 \times 3 = 375$ |
| 南外周區 | Unit Y | 100 | 3 | $100 \times 3 = 300$ |
| 西外周區 | Unit Z | 125 | 3 | $125 \times 3 = 375$ |
| 北外周區 | Unit Y | 100 | 3 | $100 \times 3 = 300$ |
| 合計 | | | | 2225 |

(資料來源：本研究整理)

參考表 2-3 的室外機選機表，在組合率 100%的欄位中，找出對應的室外機型即為合適的 VRV 室外機。由於在組合率 100%的欄中，最大的能力指數為 1200，並沒有這麼大的室外機可選，所以嘗試室外機台數分做為二台，所以每台室外機的總能力指數 $2225/2=1112.5$ 。再回到表 2-3 的室外機選機表，選擇能力指數最接近 1112.5 但稍大的機型，所得的室外機組合為 42HP 機型的室外機兩台。對應 42HP 室外機型的冷氣能力與運轉耗電量則可以從表 2-5 的室外機冷氣能力與耗電量表查得該機型的冷氣能力為 118kW，耗電量為 41.7kW。

表 2-5 室外機單元於 19°CWB 35°CDB 時之冷氣能力與耗電量值

| | | | | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 室外機型 | 5HP | 8HP | 10HP | 16HP | 18HP | 20HP | 24HP | 26HP | 28HP | 30HP |
| 冷氣能力 (kW) | 14 | 22.4 | 28 | 45 | 50.4 | 56 | 68 | 73 | 78.5 | 85 |
| 運轉耗電 (kW) | 4.14 | 7.49 | 9.52 | 16.1 | 17 | 19 | 24 | 25.6 | 27.1 | 30.6 |
| | | | | | | | | | | |
| 室外機型 | 32HP | 34HP | 36HP | 38HP | 40HP | 42HP | 44HP | 46HP | 48HP | |
| 冷氣能力 (kW) | 90 | 96 | 101 | 107 | 113 | 118 | 124 | 130 | 135 | |
| 運轉耗電 (kW) | 32.2 | 33.5 | 35.1 | 36.6 | 40.1 | 41.7 | 43.2 | 46.7 | 48.3 | |

(資料來源：本研究整理)

表 2-3 室外機選機表

| outdoor Unit | Indoor Unit Combination Ratio | | | | | | | |
|--------------|-------------------------------|------|-------|------|-------|-----|------|-----|
| | 130% | 120% | 110% | 100% | 90% | 80% | 70% | 60% |
| 5HP | 162.5 | 150 | 137.5 | 125 | 112.5 | 100 | 87.5 | 75 |
| 8HP | 260 | 240 | 220 | 200 | 180 | 160 | 140 | 120 |
| 10HP | 325 | 300 | 275 | 250 | 225 | 200 | 175 | 150 |
| 16HP | 520 | 480 | 440 | 400 | 360 | 320 | 280 | 240 |
| 18HP | 585 | 540 | 495 | 450 | 405 | 360 | 315 | 270 |
| 20HP | 650 | 600 | 550 | 500 | 450 | 400 | 350 | 300 |
| 24HP | 780 | 720 | 660 | 600 | 540 | 480 | 420 | 360 |
| 26HP | 845 | 780 | 715 | 650 | 585 | 520 | 455 | 390 |
| 28HP | 910 | 840 | 770 | 700 | 630 | 560 | 490 | 420 |
| 30HP | 975 | 900 | 825 | 750 | 675 | 600 | 525 | 450 |
| 32HP | 1040 | 960 | 880 | 800 | 720 | 640 | 560 | 480 |
| 34HP | 1105 | 1020 | 935 | 850 | 765 | 680 | 595 | 510 |
| 36HP | 1170 | 1080 | 990 | 900 | 810 | 720 | 630 | 540 |
| 38HP | 1235 | 1140 | 1045 | 950 | 855 | 760 | 665 | 570 |
| 40HP | 1300 | 1200 | 1100 | 1000 | 900 | 800 | 700 | 600 |
| 42HP | 1365 | 1260 | 1155 | 1050 | 945 | 840 | 735 | 630 |
| 44HP | 1430 | 1320 | 1210 | 1100 | 990 | 880 | 770 | 660 |
| 46HP | 1495 | 1380 | 1265 | 1150 | 1035 | 920 | 805 | 690 |
| 48HP | 1560 | 1440 | 1320 | 1200 | 1080 | 960 | 840 | 720 |

(資料來源：本研究整理)

第三節 VRV 空調系統的耗電量計算

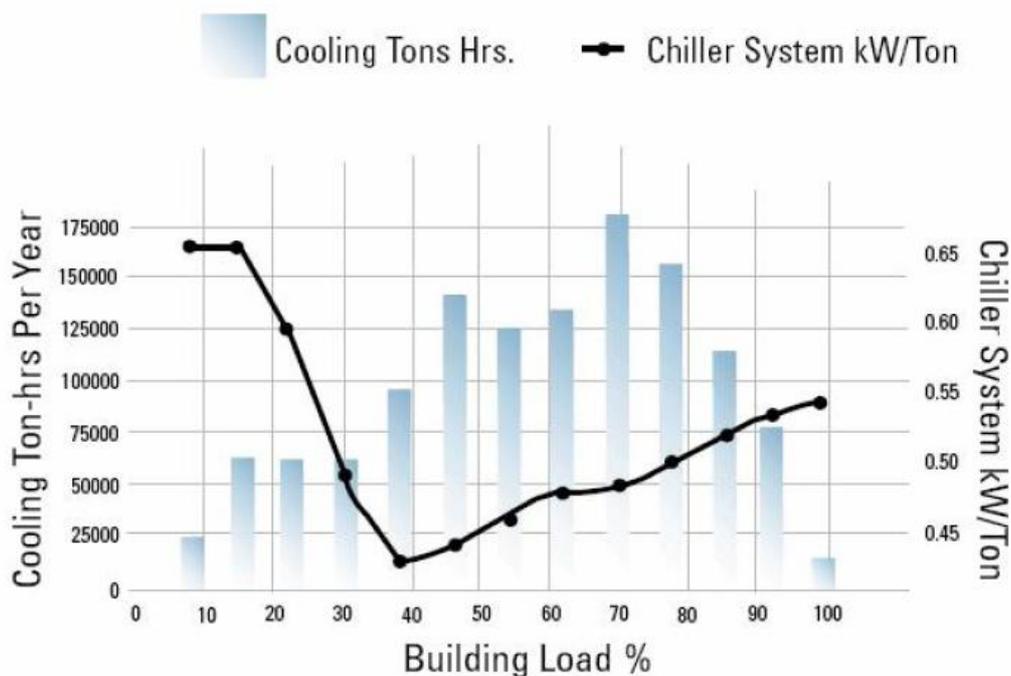
空調主機或分離式系統(含 VRV 系統)室外機的全年耗電，可用圖 2-3 表示。該圖所呈現的數學式為：

$$\text{全年耗電} = \sum (\text{Cooling Ton-hrs}) \times (\text{Chiller System kW/Ton}) \quad (2-14)$$

公式(2-14)是為了方便簡算式對能源估算方法的表達式。對於精算式的能源估算方法，由於可以確切知道逐時的建築物市調負荷(Load)以及空調系統的性能係數(Cop)，所以全年的空調主機耗電量(P_{year})可以表達為：

$$P_{\text{year}} = \sum \text{Load} \times \text{COP} \quad (2-13)$$

圖 2-3 空調主機或分離式系統(含 VRV 系統)室外機的全年耗電



(資料來源：本研究整理)

上式言簡意賅地說明全年的耗電量就是逐時的空調負荷與系統性能係數乘積的總合。其中空調負荷與建築物的外殼設計以及外氣條

件有關。而性能係數也與外氣條件以及負載率有關。

VRV 系統多採用氣冷式，所以它與一般直膨式氣冷空調機一樣，系統的性能受到外氣乾球溫度，室內機入口空氣的濕球溫度，以及系統負荷率的影響。其性能特性可以下式表示。

$$\text{COP} = \text{TC} / \text{PI} \quad (2-15)$$

$$\text{TC} = \text{TC}_{\text{rated}} \times f1(\text{IWB}, \text{ODB}) \quad (2-16)$$

$$\text{PI} = \text{PI}_{\text{rated}} \times f2(\text{IWB}, \text{ODB}) \times f3(\text{PLR}) \quad (2-17)$$

$$\text{PLR} = \text{Load} / \text{TC} \quad (2-18)$$

其中

TC：VRV可提供之全載冷氣能力

PI：VRV之耗電

TC_{rated}：額定狀況下全載冷氣能力

PI_{rated}：額定狀況下VRV之耗電

Load：冷氣需求

PLR：VRV之負載率

f1：VRV可提供之全載冷氣能力相對於入口濕球溫度與室外乾球溫度修正函數

f2：VRV之耗電相對於入口濕球溫度與室外乾球溫度之修正函數

f3：VRV之耗電相對於負載率之修正函數

IWB：室內濕球溫度

ODB：室外乾球溫度

在DOE2.1-E程式中，f1、f2及f3修正函數是以多項式迴歸式表示：

$$\begin{aligned} f1 = & A + B \times ODB + C \times ODB^2 + D \times EWB \\ & + E \times EWB^2 + F \times ODB \times EWB \end{aligned} \quad (2-19)$$

$$\begin{aligned} f2 = & A + B \times ODB + C \times ODB^2 + D \times EWB \\ & + E \times EWB^2 + F \times ODB \times EWB \end{aligned} \quad (2-20)$$

$$f3 = A + B \times PLR + C \times PLR^2 \quad (2-21)$$

因此如果能夠知道各種 VRV 系統 f1、f2 及 f3 修正函數中的系數，藉由 DOE-2.1 程式的幫忙，便可輕易地由前述公式(2-18~2-20)的組合算出 VRV 系統的全年耗電量，其計算流程圖如圖 2-4 所示。各流程說明如下：

步驟一：由DOE-2.1程式精算逐得空調負荷(Load)。

步驟二：由DOE-2.1程式輸出室內機入口溼球溫度(EWB)。

步驟三：由全年氣象資料得知室外乾球溫度(ODB)。

步驟四：將IWB及ODB代入VRV系統的制冷能力修正函數，求修正值f1。

步驟五：將IWB及ODB代入VRV系統耗電量修正函數，求修正值f2。

步驟六：利用公式(2-16)求VRV在IWB及ODB條件下的全載能力。

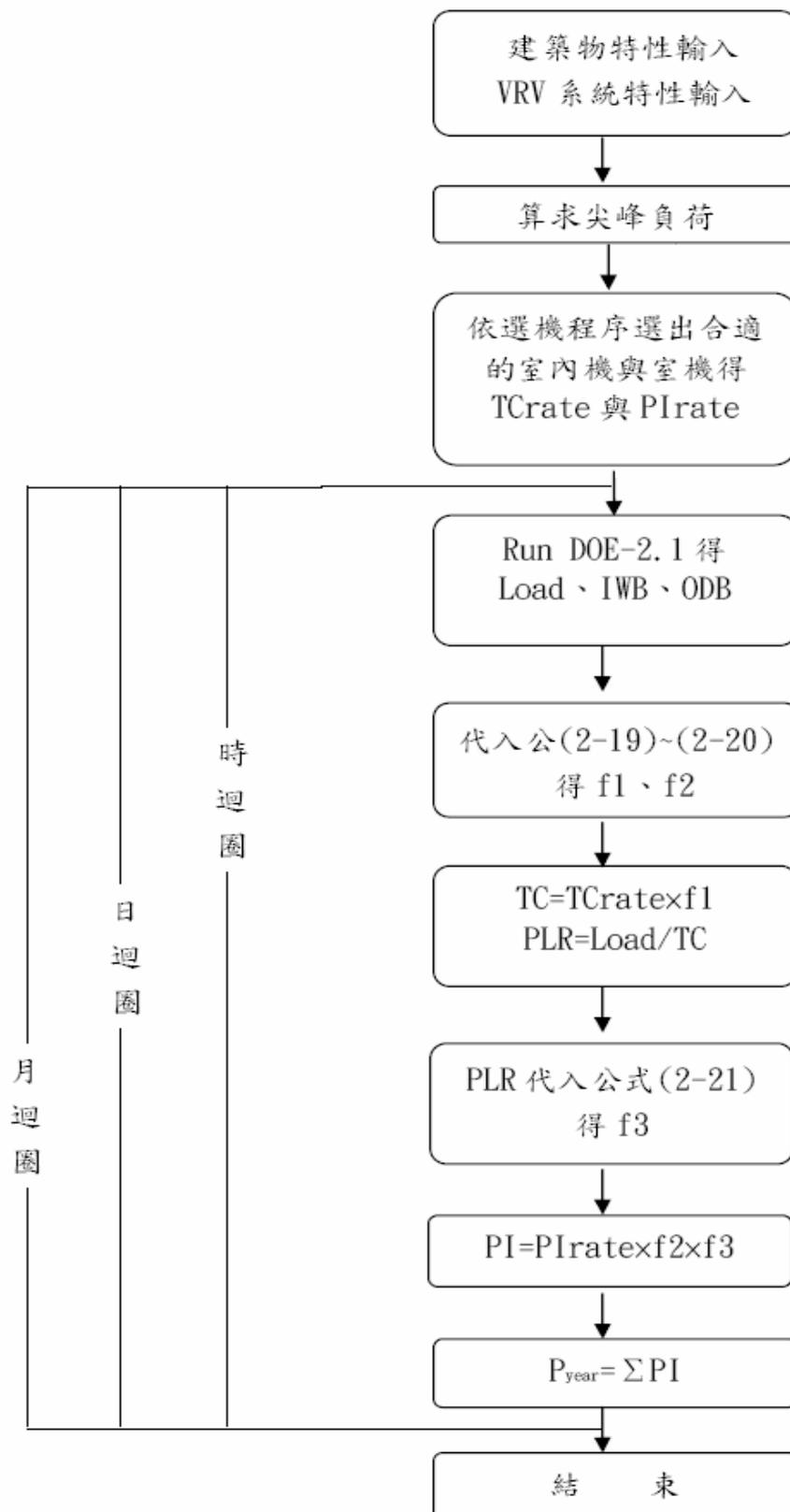
步驟七：利用公式(2-18)求VRV的實際負載率PLR。

步驟八：將PLR代入VRV系統的耗電修正函數，求修正值f3

步驟九：利用公式(2-17)算出VRV系統的實際耗電。

步驟十：重複步驟一到九，直到全年結束。

圖 2-4 VRV 系統全年耗電計算流程圖



(資料來源：本研究整理)

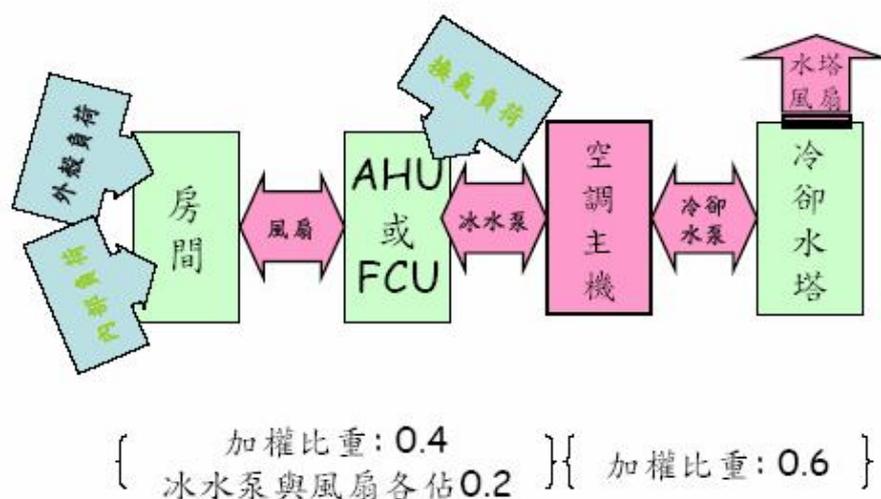
第四節 EAC 對 VRV 系統的修正

由於 EAC 評估方式中並未明確定義特殊節能效果 α_4 的比較基準，所以本研究以一般定頻分離式系統的耗電與 VRV 系統耗電比較作為比較基準，將 VRV 節能係數 α_4 定義為：

$$\alpha_4 = 1 - \frac{\text{VRV系統全年耗電量}}{\text{定頻分離式系統全年耗電量}} \quad (2-22)$$

現行之 EAC 計算公式，主要為考量大型中央空調系統發展而來，因此其節能項目主要分為三大區塊：分別為熱源設備(主要為空調冰水機)、冰水泵及送風機，且各配以 60%，20%及 20%之權重而成，如圖 2-5 所示。然而，對於分離式或者 VRV 系統而言，除了冰水泵並不存在外，加上 VRV 系統屬直膨式系統，在送風側部份多為小型風扇，並不會出現如空調箱中的大型風車。圖 2-6 是市面上常見

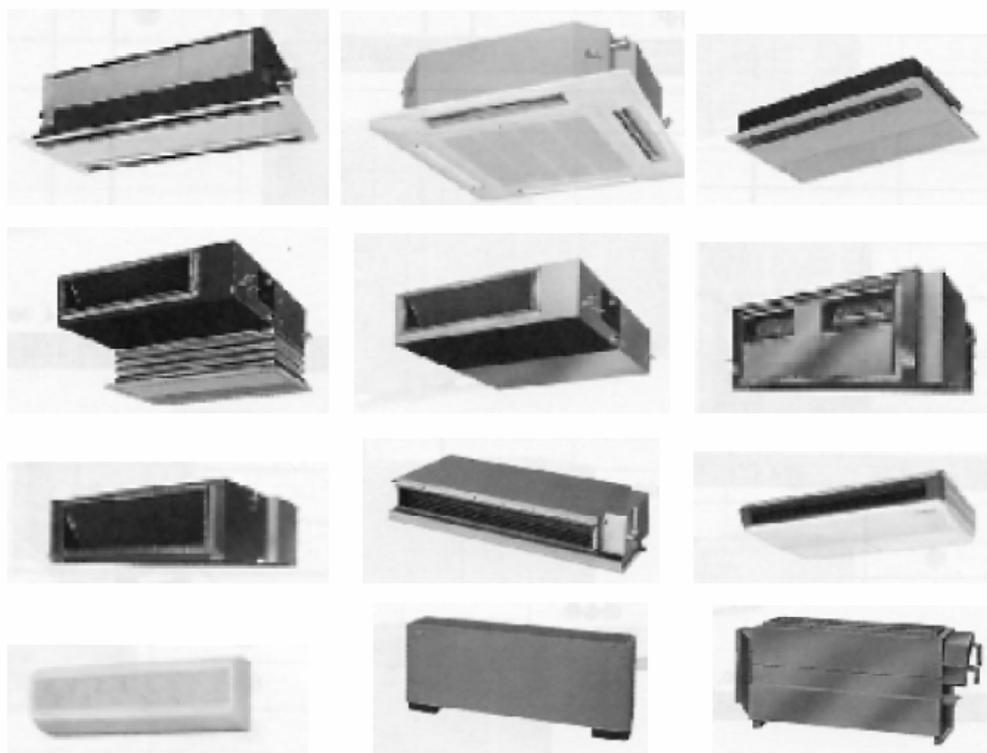
圖 2-5 熱源設備、冰水泵及送風機之加權比重



(資料來源：本研究整理)

的各種室內機型式。因此 EAC 於 VRV 系統評估時之熱源設備(室外機)與風扇(室內機)耗電加權比重有其修正之必要。

圖 2-6 市面上常見的室內機型式



(資料來源：廠商型錄)

在第二節的選機過程中，已確定各種室內機的冷氣能力，只要知道室內機的機型，便可透過廠商型錄得知室內機風扇的功率。有了室外機及室內機的功率，藉由 DOE-2.1 程式的執行便能得知室內機與室外機的全年耗電，就可以重新修正無冰水的分離式或 VRV 系統節能項目的加權比重。熱源設備(室外機)的加權比重即為：

$$\text{室外機加權比重} = \frac{\text{室外機耗電}}{\text{室外機耗電} + \text{室內機耗電}} \quad (2-23)$$

$$\text{室內機耗電比重} = 1 - \text{室外機加權比重} \quad (2-24)$$

第三章 VRV 節能效果實驗印證

第一節 VRV 系統特性曲線之建立

依照冷氣廠商型錄所提供的冷氣能力曲線以及耗電性能曲線經由迴歸計算而得到每台機器的性能特性迴歸式。本研究蒐集了五種廠牌，但其中有些性能特性是相同的，扣除後只剩三種機型，分別以 A 機型、B 機型與 C 機型稱呼。

(一)A 機型

圖 3-1 至圖 3-3 是 A 機型的冷氣能力修正以及耗電量修正圖。從圖中的曲線明顯可以了解不能單純的以第二章第三節中述及的 DOE-2.1 曲線模式描述，而必須做修正。

(A)冷房能力特性函數

從圖 3-1 的數據，可以建立冷氣能力與室內機入口空氣濕球溫度 (IWB) 及戶外乾球溫度 (ODB) 的修正函數 f_1 。由於 A 機型有一冷房能力的極限，該極限值是外氣乾球溫度與室內濕球溫度的函數，當冷房能力低於極限值時，A 機型提供的冷房能力只是室內濕球溫度的函數。其特性方程式，定義如下：

$$TC = TC_{rate} \times f_1(IWB, ODB) \quad (3-1)$$

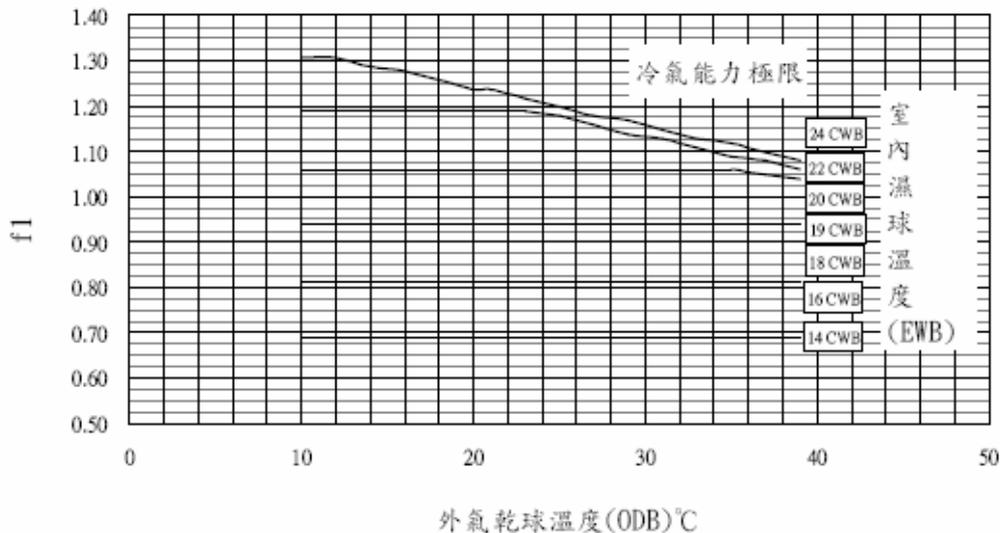
其中 f_1 是由下列方程式決定：

$$f_1 = A + D \times EWB \quad (3-2)$$

$$f_1.max = A + B \times ODB + D \times EWB \quad (3-3)$$

當 $f_1 > f_1.max$ 時， $f_1 = f_1.max$

圖 3-1 A 機型之冷氣能力修正函數(f1)圖



(資料來源：廠商型錄)

(B)耗電量特性函數

耗電量修正函數分成兩部份：(1)外氣乾球溫度及室內濕球溫度的修正函數 f2；(2)室外機負載率的修正函數 f3。由圖 3-2 的資料可以求出 f2，而由圖 3-3 的資料可以求出 f3，其中 f3 如圖 3-3 所示單純為負載率的多項式。而在圖 3-2 中，可以看出 A 機型的耗電量分成三個區域，分別是右上角的最大耗電量、左下角的最低耗電量，以及其它區域的正常耗電量，而它們都是室外乾球溫度，以及室內濕球溫度的函數。所以耗電量的特性方程式定義如下：

$$PI = PI_{rate} \times f_2(IWB, ODB) \times f_3(PLR) \quad (3-4)$$

$$f_3 = A + B \times PLR + C \times PLR^2 + D \times PLR^3 \quad (3-5)$$

$$f_{2.min} = A + B \times ODB + D \times EWB \quad (3-6)$$

$$f_2 = A + B \times ODB + D \times EWB \quad (3-7)$$

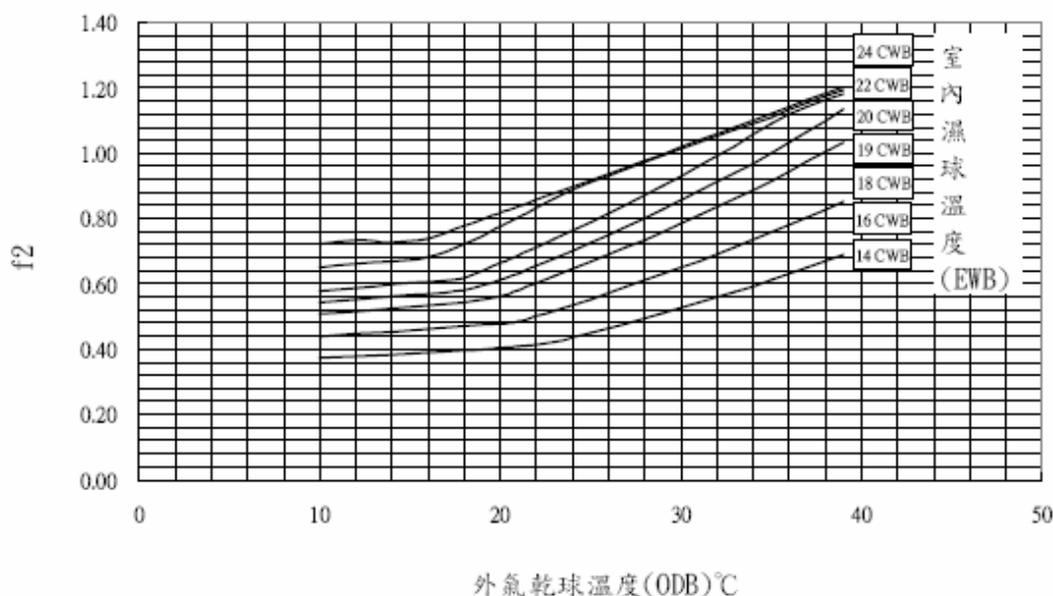
$$f_{2.max} = A + B \times ODB \quad (3-8)$$

但當 $f2 > f2.max$ 時， $f2 = f2.max$

當 $f2 < f2.min$ 時， $f2 = f2.min$

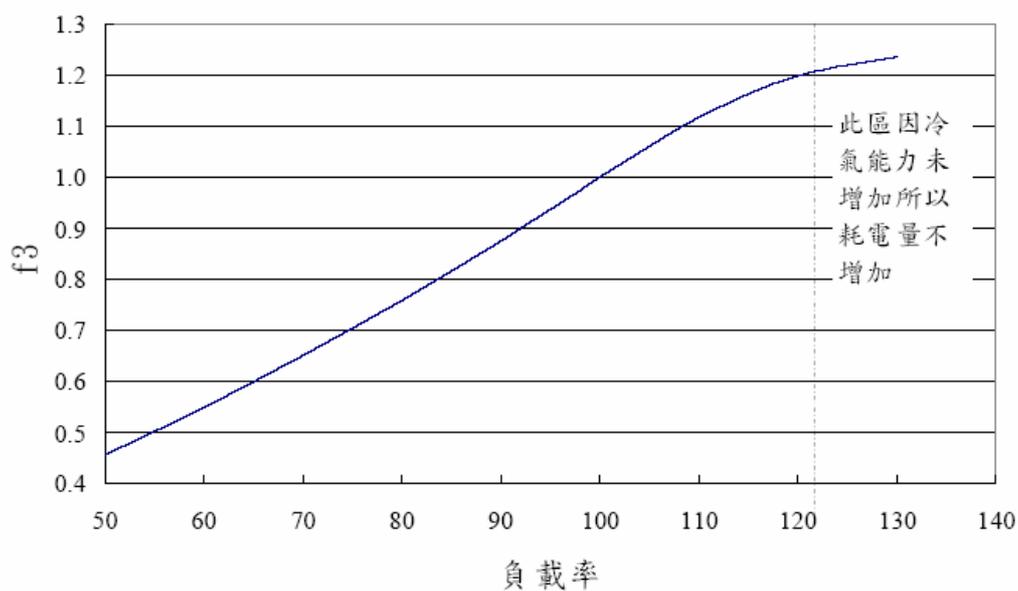
利用逐步迴歸分析方法求得各函數的係數，如表 3-1 所示

圖 3-2 A 機型之相對於 EWB、ODB 耗電修正函數($f2$)圖



(資料來源：廠商型錄)

圖 3-3 A 機型之耗電相對於負載率之修正函數($f3$)圖



(資料來源：廠商型錄)

表 3-1 A 機型性能函數的各項係數

| | | | | | |
|----------|---------|---------|---------|--------|--------|
| 冷氣能力修正函數 | | A | B | C | D |
| | f1 | -0.1727 | - | - | 0.0617 |
| 耗電量修正函數 | f1.max | 1.1345 | -0.0084 | - | 0.0114 |
| | f 2.min | -0.1680 | 0.0041 | - | 0.0353 |
| | f 2 | -1.1506 | 0.0248 | - | 0.0662 |
| | f 2.max | 0.4245 | 0.0197 | - | - |
| | f3 | 0.0501 | 0.5706 | 0.2834 | 0.0959 |

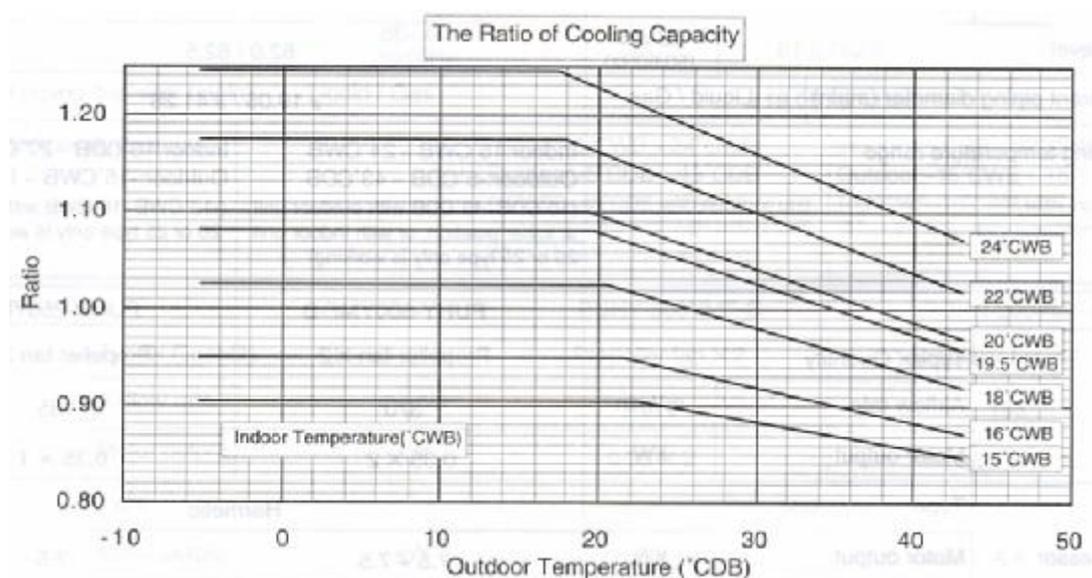
(資料來源：本研究整理)

(二)B 機型

(A)冷房能力特性函數

冷氣能力修正係數請參考圖 3-4。其特性與 A 機型不同，在圖中的左半區，冷氣能力與室內濕球溫度無關，只是外氣乾球溫度的函數。但在右區分別同時是外氣乾球溫度及室內濕球溫度的函數。其特性方程式，定義如下：

圖 3-4 B 機型之冷氣能力修正函數(f1)圖



(資料來源：廠商型錄)

$$TC = TC_{rate} \times f_1(IWB, ODB) \quad (3-9)$$

$$f_1 = A - B \times ODB + D \times EWB \quad (3-10)$$

$$f_{1.min} = A + D \times EWB \quad (3-11)$$

當 $f_1 < f_{1.min}$ 時， $f_1 = TC_1$

(B) 耗電量特性函數

耗電量修正函數請參考圖 3-5 與圖 3-6。B 機型的耗電量與溫度的修正函數也與 A 機型不同。在左右半邊與左半邊雖同是 IWB 與 ODB 的函數，但明顯分屬不同的函數表示，其耗電量的特性函數表示如下：

$$PI = PI_{rate} \times f_2 \times f_3(PLR) \quad (3-12)$$

$$f_3 = A + PLR \times B \quad (3-13)$$

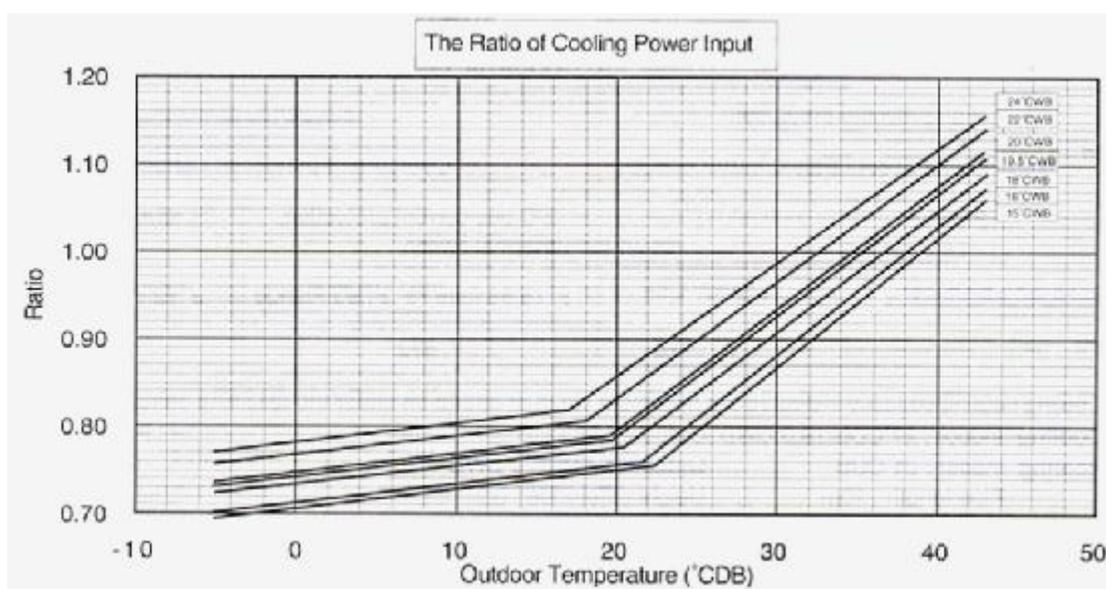
$$f_{2.min} = A + B \times ODB + D \times EWB \quad (3-14)$$

$$f_2 = A + B \times ODB + D \times EWB + F \times EWB \times ODB \quad (3-15)$$

當 $f_2 < f_{2.min}$ 時， $f_2 = f_{2.min}$

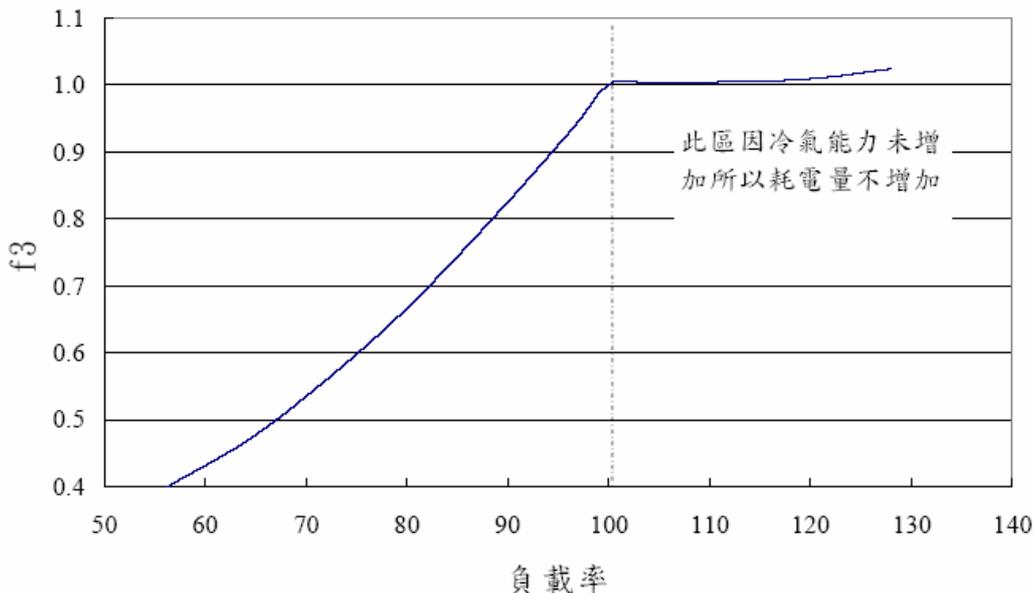
利用逐步迴歸分析方法求得的各項係數，如表 3-2 所示

圖 3-5 B 機型之相對於 EWB、ODB 耗電修正函數(f2)圖



(資料來源：廠商型錄)

圖 3-6 B 機型之耗電相對於負載率之修正函數圖



(資料來源：廠商型錄)

表 3-2 B 機型性能函數的各項係數

| | | | | | | | |
|----------|--------|---------|---------|---|--------|---|---------|
| 冷氣能力修正函數 | B 機型 | A | B | C | D | E | F |
| | f1.min | 0.3457 | - | - | 0.0376 | - | - |
| | f1 | 0.6236 | -0.0050 | - | 0.0281 | - | - |
| 耗電量修正函數 | f2.min | 0.5765 | 0.0022 | - | 0.0085 | - | - |
| | f2 | 0.1286 | 0.0177 | - | 0.0196 | - | -0.0002 |
| | f3 | -0.0279 | 1.0299 | - | | - | - |

(資料來源：本研究整理)

(三)C 機型

C 機型的冷氣能力特性與耗電量特性都與 B 機型相同，其冷氣能力修正函數與耗電量修正函數，請參考圖 3-7 至圖 3-9，其特性方程式，定義如下：

(A)冷房能力特性函數

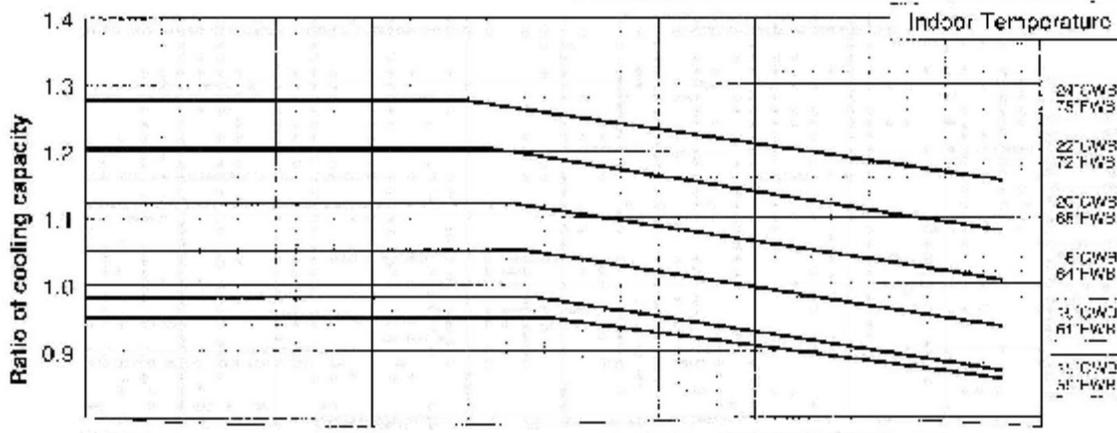
$$TC=TCrate \times f1(IWB,ODB) \tag{3-16}$$

$$f1.min = A + D \times EWB \tag{3-17}$$

$$f1 = A - B \times ODB + D \times EWB \quad (3-18)$$

當 $f1 < f1.min$ 時， $f1 = f1.min$

圖 3-7 C 機型之冷氣能力修正函數(f1)圖



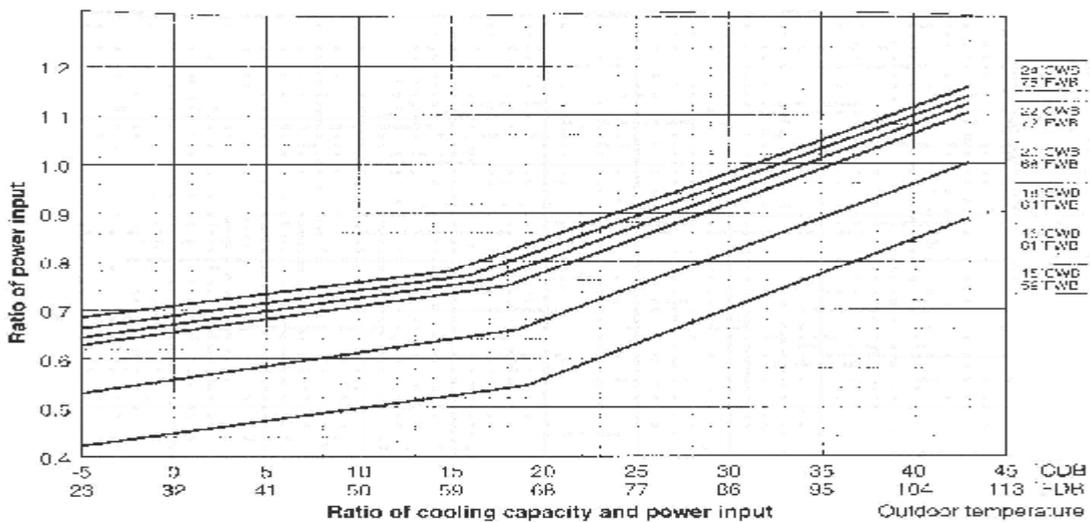
(資料來源：廠商型錄)

(B) 耗電量特性函數

$$f3 = A + B \times PLR + C \times PLR^2 \quad (3-19)$$

$$PI = PI_{rate} \times f2 \times f3(PLR) \quad (3-20)$$

圖 3-8 C 機型之相對於 EWB、ODB 耗電修正函數(f2)圖



(資料來源：廠商型錄)

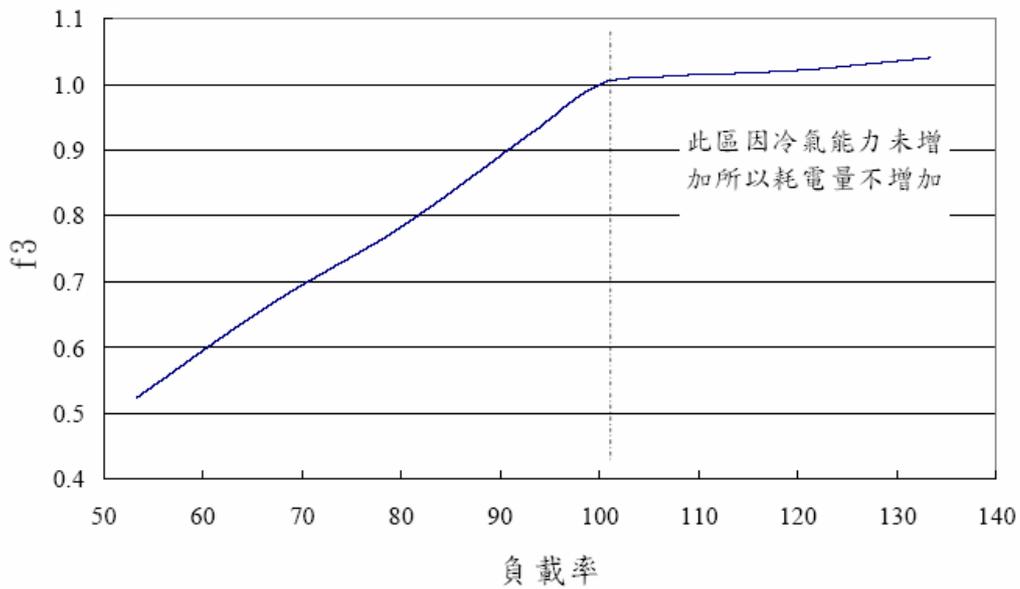
$$f2.min = A + B \times ODB + D \times EWB + E \times EWB^2 \quad (3-21)$$

$$f2 = A + B \times ODB + D \times EWB + E \times EWB^2 \quad (3-22)$$

當 $f2 < f2.min$ 時。 $f2 = f2.min$

利用迴歸分析方法求得各項係數，如表 3-3 所示

圖 3-9 C 機型之耗電相對於負載率之修正函數圖



(資料來源：廠商型錄)

表 3-3 C 機型各係數數據資料

| 冷氣能力 修正函數 | C 機型 | A | B | C | D | E |
|--------------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| | TC1 | 0.3951 | - | - | 0.0366 | - |
| TC2 | 0.5219 | -0.0047 | - | 0.0343 | - | |
| 耗電量修 正函數 | f2.min | -1.6344 | 0.0048 | - | 0.2128 | -0.0048 |
| | f2 | -1.8363 | 0.0139 | - | 0.2158 | -0.0049 |
| | f3 | 0.0522 | 0.7222 | -0.2163 | | - |

(資料來源：本研究整理)

第二節 VRV 系統性能實測

VRV 系統之省能效益，主要取決其於部分負載(Partial Load)狀況下，其相對應之耗電曲線成長情形，此亦為各種不同系統廠牌之主要設計與研發之市場競爭力所在。

本項工作將藉由選取正商業運轉中之 VRV 系統，進行全尺度實驗量測，以獲得其於不同負載情況下之相對應部分負載曲線(kW% vs PLF%)。本曲線之獲得將為在我國本土氣象條件下之實際運轉數據，為國內首度進行，深具參與價值。以下為配合實測照片來說明進行全尺度實驗之步驟照片。

(一)現場 VRV 空調系統之探勘與調查，可做以下的整理：

如圖 3-10 所示，本實驗現場右側為四組定頻空調及一組變頻空調主機(外殼已打開)。其左側為 VRV 可變冷媒量冷媒配送系統之主體所在。而最左側則為控制線路之介面。

圖 3-10 本實驗 VRV 系統現場設置情形(1)



(資料來源：本研究整理)

(二)圖 3-11VRV 可變冷媒流量系統之主要三大部分，包含變頻式壓縮機，冷媒分配器及控制系統介面。

圖 3-11 本實驗 VRV 系統現場設置情形(2)



(資料來源：本研究整理)

(三)如圖 3-12 控制介面可經由與電腦之連接，進行運轉數據之傳輸，及控制指令之下達。

圖 3-12 本實驗 VRV 系統現場設置情形(3)



(資料來源：本研究整理)

(四)經由調整不同負載率之變化，使變頻式壓縮機運轉於不同之頻率，量測其當時之運轉電流與所消耗之電功率，並加以記錄，如圖 3-13。

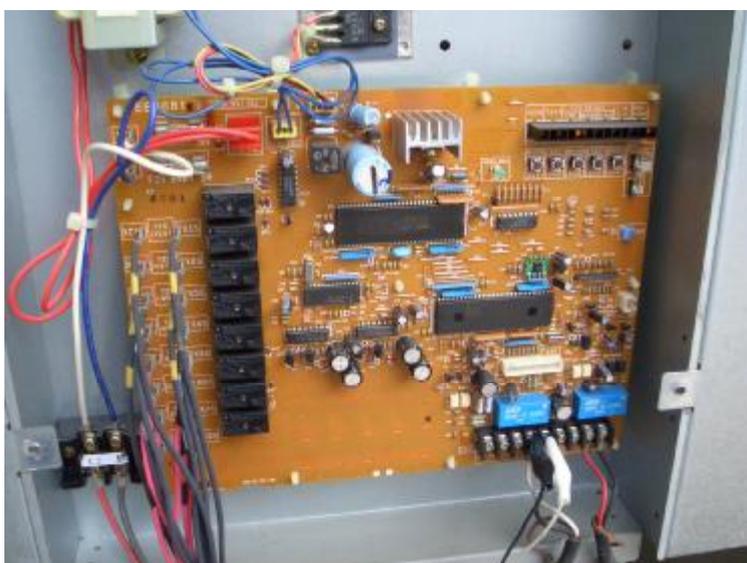
圖 3-13 本實驗 VRV 系統現場設置情形(4)



(資料來源：本研究整理)

(五)於運轉之同時，記錄其室外溫度，室內溫度其相關之冷媒壓縮機之主要參數，包含冷媒冷凝溫度與蒸發溫度等，可同時做為系統診斷與故障排除之主要依據，如圖 3-14。

圖 3-14 本實驗 VRV 系統現場設置情形(5)



(資料來源：本研究整理)

(六)經由室內溫度之變化，進行電子式冷媒膨脹閥之開度控制。一方面藉此調整所提供之冷房能力與節約能源。同時使室內之溫度之波動程度降低，如圖 3-15。

圖 3-15 本實驗 VRV 系統現場設置情形(6)



(七)為因應冷媒壓縮機長時運轉於不同負載率之下，產生之系統冷媒流量大幅變動之情況，而導致液壓縮，必須經由貯液器加以吸收，如圖 3-16。

圖 3-16 本實驗 VRV 系統現場設置情形(7)



(資料來源：本研究整理)

(八)冷凝器散熱風扇可經由兩段式之切換，調整其轉速。以便於低的負載率時，節省風扇之動力。，並將其所耗功率加以記錄，如圖 3-17。

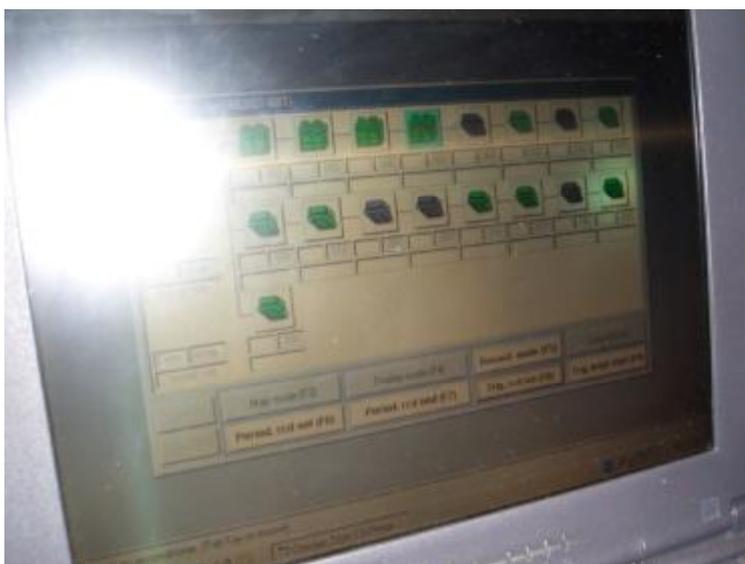
圖 3-18 本實驗 VRV 系統現場設置情形(9)



(資料來源：本研究整理)

(九)經由數據傳輸之接口，將 VRV 系統運轉數據傳輸至電腦數據存取系統並加以運算，如圖 3-18。

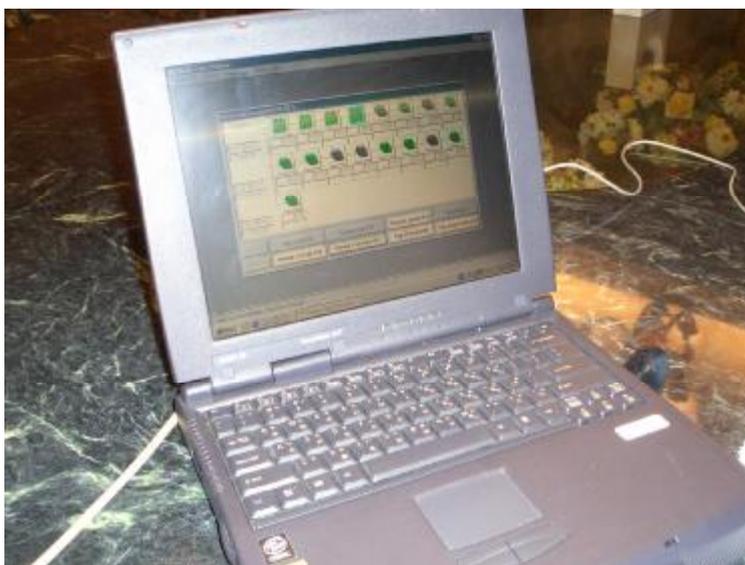
圖 3-18 本實驗 VRV 系統現場設置情形(9)



(資料來源：本研究整理)

(十)將不同負載率下所提供之冷房能力與所耗費之電量加以記錄分析，即可獲得 COP 之重要性能係數，而完成該次實驗，如圖 3-19。

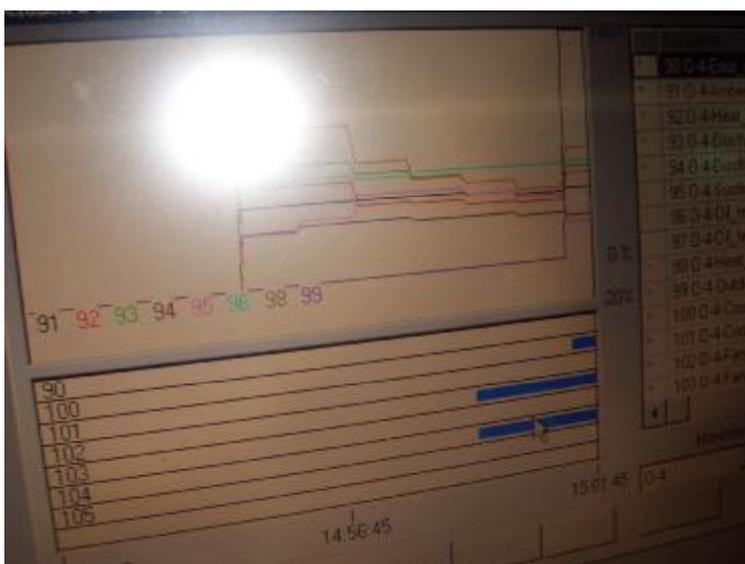
圖 3-19 本實驗與電腦連接時的畫面



(資料來源：本研究整理)

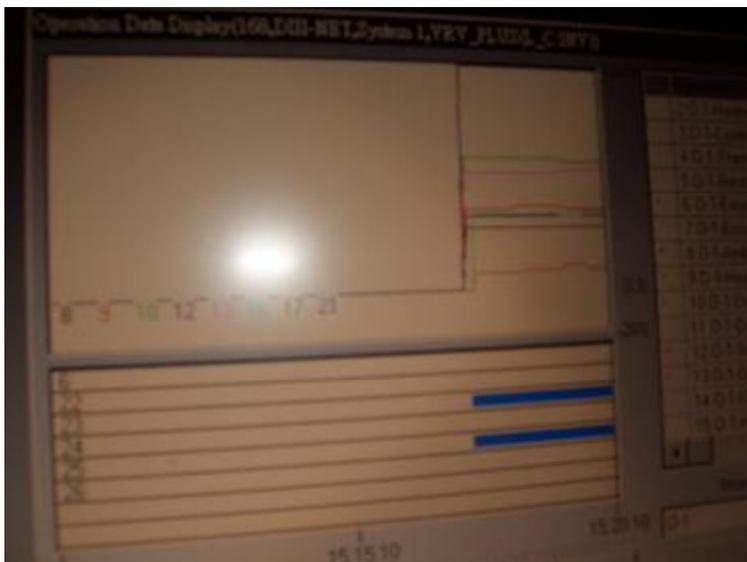
(十一)將所有實驗數據予以圖表化，並進行比對分析，如圖 3-20、3-21。

圖 3-20 將所有該次實驗數據予以圖表化並進行比對分析(1)



(資料來源：本研究整理)

圖 3-21 將所有該次實驗數據予以圖表化並進行比對分析(2)



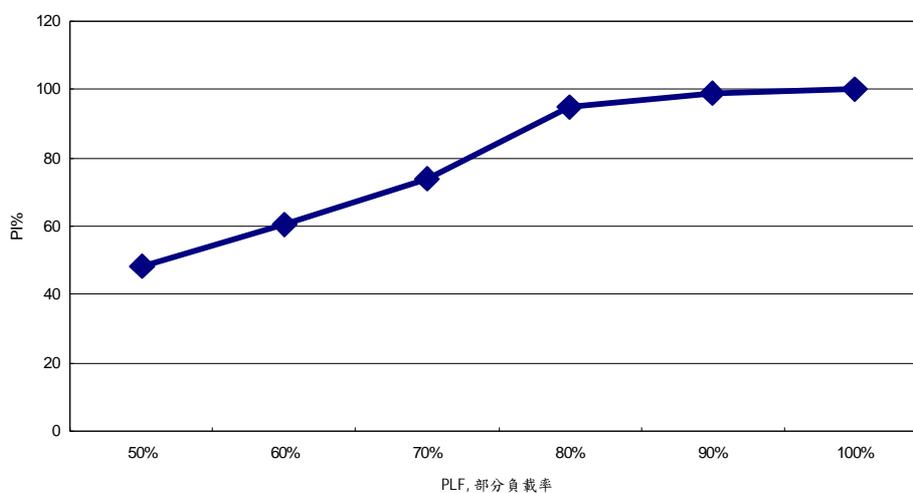
(資料來源：本研究整理)

第三節 實驗結果分析

經由上述之實驗步驟，本實驗將典型之 VRV 系統經由調整其部分負載率並量測其耗電量，其結果如下：

(1) 室外溫度 27°C，部分負載率 PLF50%~100%(參考圖 3-22)

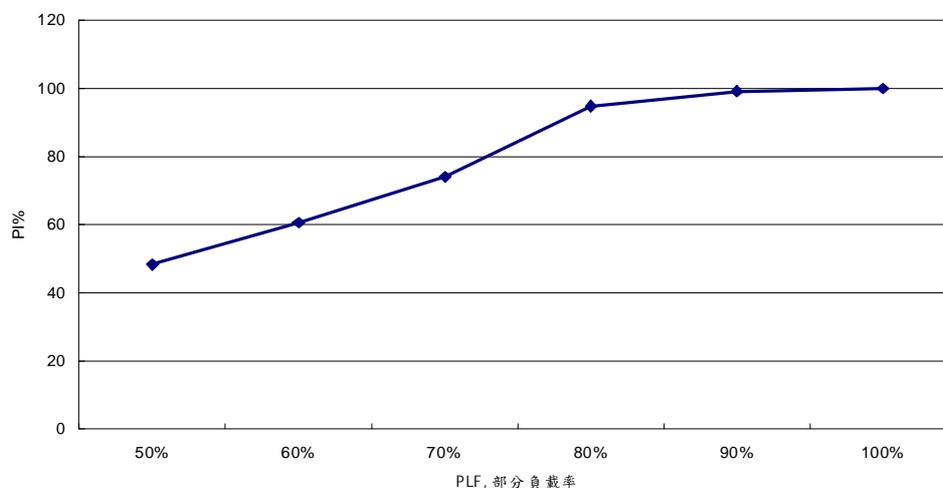
圖 3-22 室外溫度 27°C 的 PI% 及 PLF 曲線圖



(資料來源：本研究整理)

(2) 室外溫度 29°C，部分負載率 PLF50%~100%(參考圖 3-23)

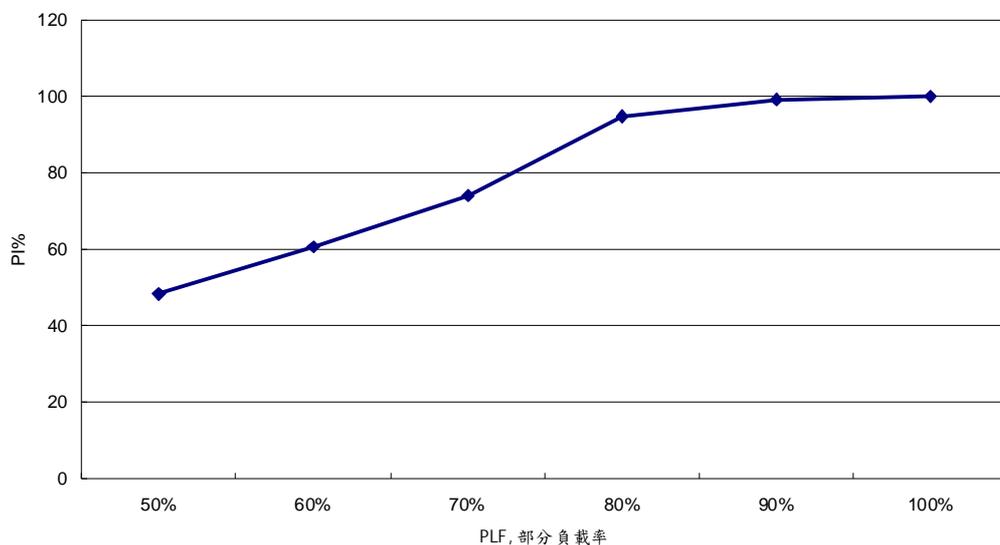
圖 3-23 室外溫度 29°C 的 PI% 及 PLF 曲線圖



(資料來源：本研究整理)

(3) 室外溫度 31°C，部分負載率 PLF50%~100%(參考圖 3-24)

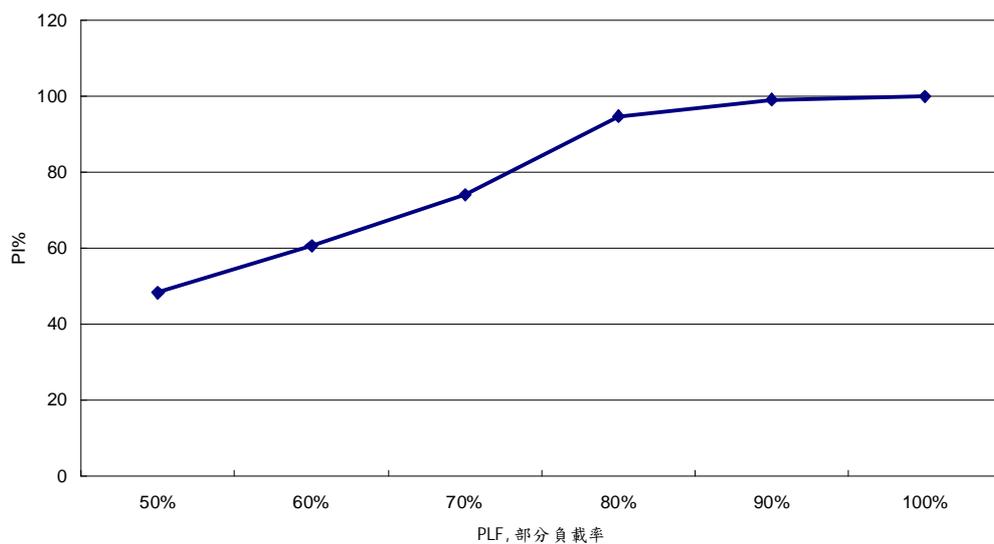
圖 3-24 室外溫度 31°C 的 PI% 及 PLF 曲線圖



(資料來源：本研究整理)

(4) 室外溫度 33°C，部分負載率 PLF50%~100%(參考圖 3-25)

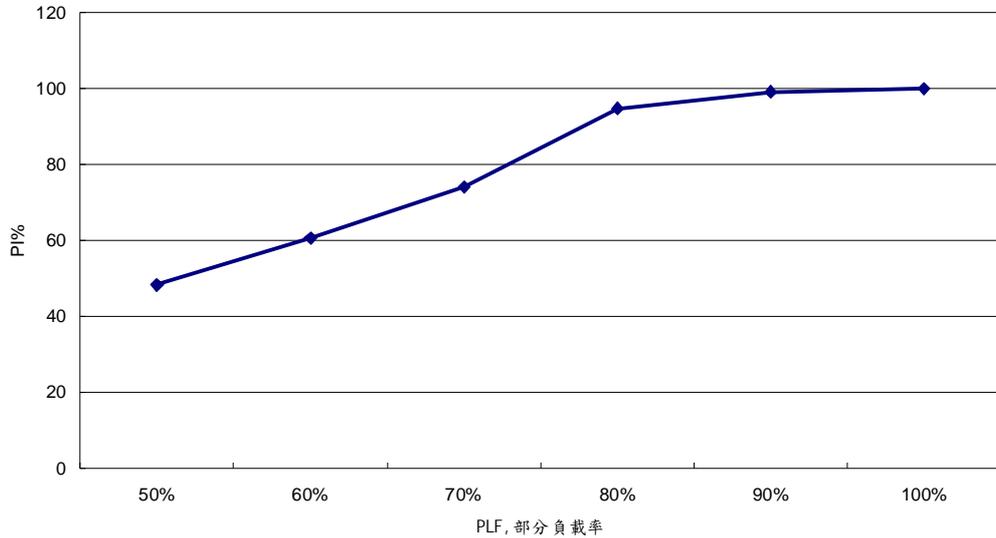
圖 3-25 室外溫度 33°C 的 PI% 及 PLF 曲線圖



(資料來源：本研究整理)

(5) 室外溫度 35°C，部分負載率 PLF50%~100%(參考圖 3-26)

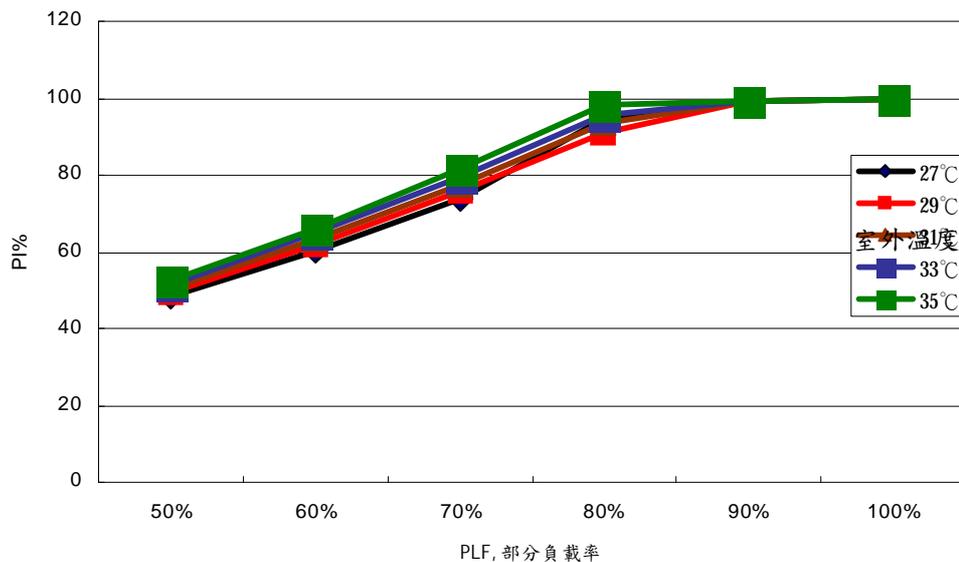
圖 3-26 室外溫度 35°C 的 PI% 及 PLF 曲線圖



(資料來源：本研究整理)

(6) 綜合上述之實驗量測結果，可繪製成不同室外溫度情況下於部分負載率 PLF50%~100%之量測結果(參考圖 3-27)

圖 3-27 室外溫度 27 至 35°C 的 PI% 及 PLF 的綜合比較圖



(資料來源：本研究整理)

此圖之結果顯示，於相同之部分負載率之下，當室外溫度升高時，耗電量隨之增加。舉例而言，當運轉於 80% 之部分負載率時，當室外溫度由 27 度增加至 35 度，則耗電量增加了 9%。

反之，於相同之室外溫度下，於較低之部分負載率下運轉，其耗電量亦同步降低，而獲得節約能源之效果。舉例而言，當外氣溫度為 29°C，當部分負載率由 90% 降至 60%，則耗電量約降低 32%。

本實驗結果亦顯示此 PLF-PI 曲線為 VRV 空調系統之最重要之特性。於各種不同廠牌之間其系統性能之良劣，將直接顯現於低負載率下之耗電情形。因此，於下一階段，本研究將擴展實驗對象至目前市場上最為廣用之二至三種不同 VRV 空調系統廠牌，以進行於我國本土氣候條件下，實際運轉之性能比對分析。此結果將可做為綠建築日常節能指標之重要參考依據。

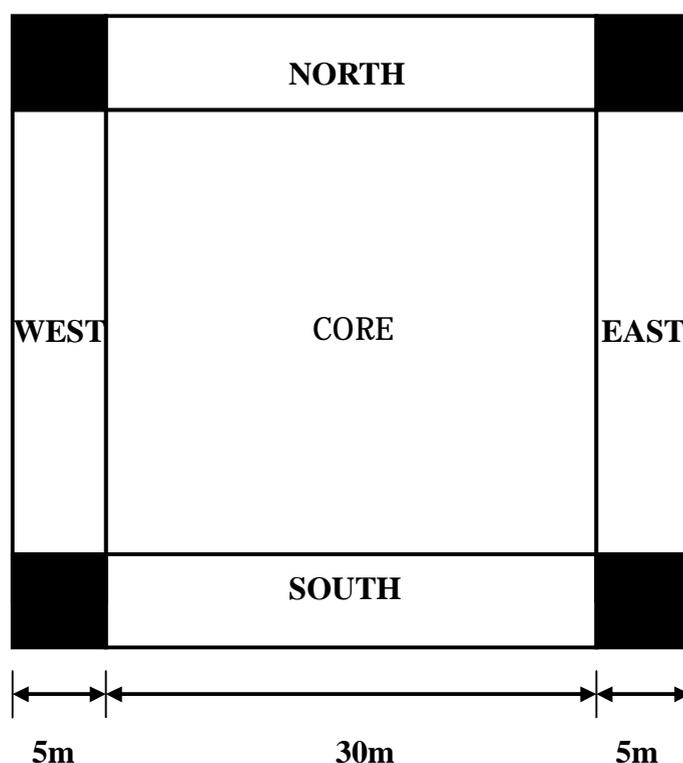
第四章 結果與討論

第一節 模擬辦公類建築之選定

根據第一章第一節敘述，空調系統評估指標 EAC，除了與系統空調特性有關外，也與建築的特性有關，建築物特性的影響在於空調主機最大供應面積受建築外殼耗能量 ENVLOAD 值與空調系統分區之外周區係數 γ 值的影響，故先從模擬建築建築物的設定開始，再進到 VRV 空調系統特性的設定，建築物的特性係藉由改變 ENVLOAD 值和 γ 值的參數來創造不同的辦公類建築模擬型式。

模擬建築物設定為 40m×40m 的正方形辦公建築平面，其建築四向立面完全正對東、南、西、北四向，並將其區分為為外周區與中央核心區，外周區則是從建築物室內緊鄰外殼區 5 公尺範圍，其餘則皆視為建築空調內周區 (core)，如圖 4-1 所示。且四面牆體材質與開窗方式

圖 4-1 模擬之辦公建築平面

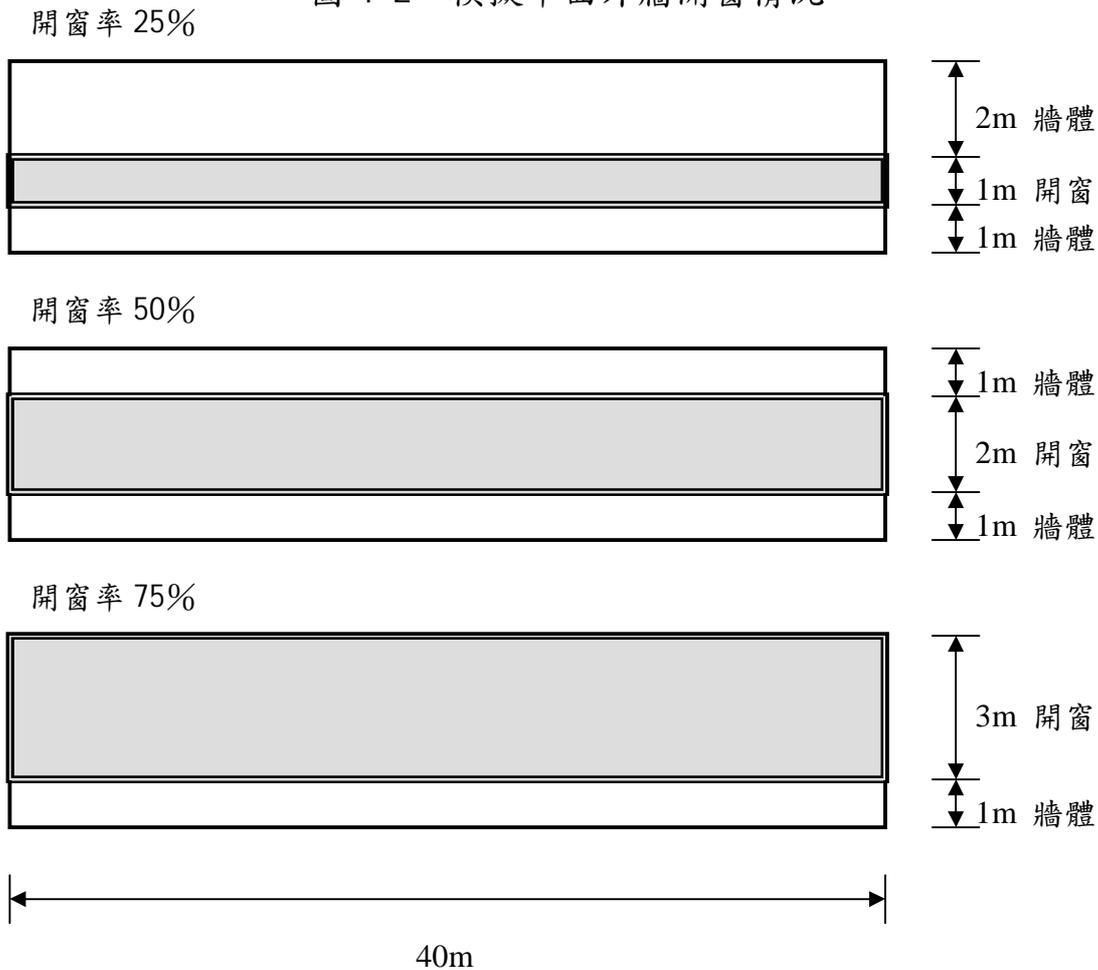


(資料來源：本研究整理)

完全相同。樓高設定為 4 米高。室內牆面為一般辦公室的框架輕隔間。四面外牆使用金屬圍幕，樓版及天花板則以一般材質附加假天花板進行設定。空調的使用則設定為每日的 8 時至 18 時，共計 10 小時（十小時辦公類空調系統）。

從 ENVLOAD 計算公式中，可以知道影響建築物外殼負荷的因子數有：窗面部位面積 (A_i)、開窗之外遮陽係數 (K_i)、玻璃日射透過率 (η_i)。所以本研究就以此三個參數的變化來設定不同建築，共總成了 36 種建築物，各種建築物的開窗率、外遮陽以及玻璃日射透過率的組合如表 4-1 所示，每個參數分別有三種水準，其中開窗率的設定分別是 25%、50%、75%，對應的窗戶高度如圖 4-2 所示。模擬

圖 4-2 模擬平面外牆開窗情況



(資料來源：本研究整理)

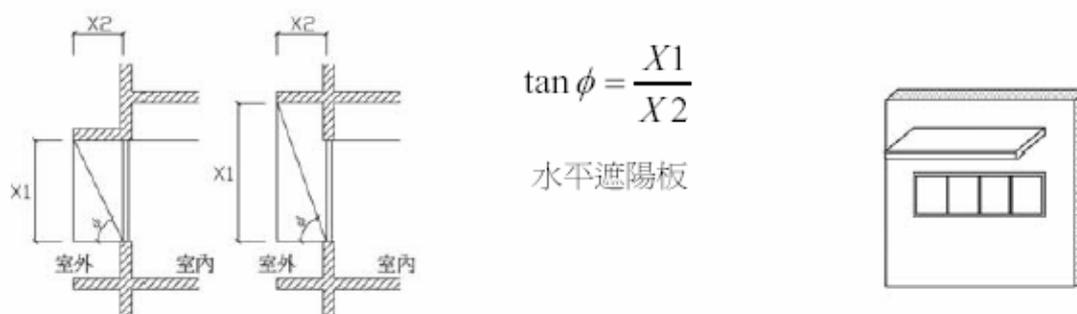
表 4-1 模擬外殼變數與 ENVLOAD 值

| 編號 | 開窗 比率 | 水平 遮陽 | 玻璃 種類 | EnvLoad(kWh/m ² yr) | | |
|----|----------|----------|----------|--------------------------------|-------|-------|
| | | | | 台北 | 台中 | 高雄 |
| | % | tanφ | | | | |
| 1 | 25 | 0 | 透明 | 75.8 | 109.2 | 140.1 |
| 2 | 25 | 0 | 棕色 | 61.2 | 88.1 | 113.3 |
| 3 | 25 | 0 | 反射 | 44.6 | 63.9 | 82.9 |
| 4 | 25 | 0 | Low-E | 71.2 | 102.7 | 131.8 |
| 5 | 50 | 0 | 透明 | 58.9 | 84.7 | 109.1 |
| 6 | 50 | 0 | 棕色 | 50.7 | 72.8 | 94.0 |
| 7 | 50 | 0 | 反射 | 41.3 | 59.2 | 76.8 |
| 8 | 50 | 0 | Low-E | 56.4 | 81.0 | 104.4 |
| 9 | 75 | 0 | 透明 | 67.4 | 97.1 | 124.8 |
| 10 | 75 | 0 | 棕色 | 56.0 | 80.5 | 103.8 |
| 11 | 75 | 0 | 反射 | 43.0 | 61.6 | 79.9 |
| 12 | 75 | 0 | Low-E | 63.9 | 91.9 | 118.2 |
| 13 | 25 | 2 | 透明 | 114.5 | 165.5 | 211.3 |
| 14 | 25 | 2 | 棕色 | 85.3 | 123.1 | 157.7 |
| 15 | 25 | 2 | 反射 | 52.1 | 74.9 | 96.7 |
| 16 | 25 | 2 | Low-E | 105.4 | 152.4 | 194.6 |
| 17 | 50 | 2 | 透明 | 80.8 | 116.5 | 149.2 |
| 18 | 50 | 2 | 棕色 | 64.3 | 92.6 | 119.0 |
| 19 | 50 | 2 | 反射 | 45.6 | 65.4 | 84.6 |
| 20 | 50 | 2 | Low-E | 75.7 | 109.1 | 139.8 |
| 21 | 75 | 2 | 透明 | 97.8 | 141.2 | 180.5 |
| 22 | 75 | 2 | 棕色 | 74.9 | 108.0 | 138.5 |
| 23 | 75 | 2 | 反射 | 48.9 | 70.2 | 90.7 |
| 24 | 75 | 2 | Low-E | 90.7 | 130.9 | 167.5 |
| 25 | 25 | 5 | 透明 | 153.2 | 221.8 | 282.4 |
| 26 | 25 | 5 | 棕色 | 109.5 | 158.2 | 202.0 |
| 27 | 25 | 5 | 反射 | 59.7 | 85.9 | 110.6 |
| 28 | 25 | 5 | Low-E | 139.6 | 202.0 | 257.4 |
| 29 | 50 | 5 | 透明 | 102.7 | 148.2 | 189.3 |
| 30 | 50 | 5 | 棕色 | 78.0 | 112.3 | 144.0 |
| 31 | 50 | 5 | 反射 | 49.8 | 71.5 | 92.4 |
| 32 | 50 | 5 | Low-E | 95.1 | 137.1 | 175.2 |
| 33 | 75 | 5 | 透明 | 128.2 | 185.3 | 236.3 |
| 34 | 75 | 5 | 棕色 | 93.9 | 135.5 | 173.3 |
| 35 | 75 | 5 | 反射 | 54.8 | 78.8 | 101.6 |
| 36 | 75 | 5 | Low-E | 117.6 | 169.9 | 216.7 |

(資料來源：本研究整理)

的遮陽型態設定為水平外遮陽，根據 ENVLOAD 計算規範，外遮陽修正係由遮陽板深度及窗戶高度的比值 $\tan\phi$ 所決定之。有關於 $\tan\phi$ 的定義方式如圖 4-3 所示。本研究所設定的 $\tan\phi$ 為無水平外遮陽時， $\tan\phi=0$ 、短遮陽板 $\tan\phi=2$ 和長遮陽板 $\tan\phi=5$ 三種。所設定的遮陽深度 $\tan\phi$ 與外遮陽修正係數 K_i 值則如表 4-2 所示。玻璃種類則為 6mm 之透明玻璃、棕色玻璃、反射玻璃與 Low-E 玻璃四種玻璃設定，四種玻璃的日射透過率 η_i 值如表 4-3 所示。

圖 4-3 水平遮陽 $\tan\phi$ 的定義



(資料來源：辦公廳類建築節約能源設計規範)

表 4-2 不同水平外遮陽的修正係數 K_i

| | 正東方位 | 正南方位 | 正西方位 | 正北方位 |
|--------------|------|------|------|------|
| $\tan\phi=0$ | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| $\tan\phi=2$ | 0.56 | 0.50 | 0.58 | 0.65 |
| $\tan\phi=5$ | 0.79 | 0.74 | 0.80 | 0.82 |

(資料來源：辦公廳類建築節約能源設計規範)

表 4-3 不同玻璃種類之透射率 η_i 值

| 玻璃種類 | 玻璃日射透過率 (η_i) |
|--------------|----------------------|
| 6mm 清玻璃 | 0.77 |
| 6mm 棕色玻璃 | 0.48 |
| 6mm 反射玻璃 | 0.15 |
| 6mm Low-E 玻璃 | 0.68 |

(資料來源：Power DOE)

將每一種組合的開窗面積、遮陽係數以及玻璃穿透率等參數帶入 ENVLOAD 計算式可以計算出各種組合建築的 ENVLOAD 值如表 4-1 所示。

模擬建築的空調需求量除了受到建築外殼負荷影響之外，也受到不同的室內負荷密度的影響，本研究設定了三種室內負荷發熱密度，分別是正常密度、減少 50% 密度及增加 50% 密度三種，如表 4-4 所示。室內發熱的設定則包含了照明密度、人員密度、設備密度、等因子。

表 4-4 室內負荷設定

| | 室內負荷密度 減少 50% | 室內負荷密度 正常 | 室內負荷密度 增加 50% |
|--------------------------|------------------|--------------|------------------|
| 照明密度 (W/m ²) | 10 | 20 | 30 |
| 人員密度 (人/m ²) | 0.1 | 0.2 | 0.3 |
| 設備密度 (W/m ²) | 5 | 10 | 15 |

(資料來源：本研究整理)

第二節 VRV 系統的設備量與全年耗電計算

藉由 DOE2.1-E 電腦程式可以求得不同的外殼、室內負荷密度以及不同內、外周區面積所組合而成的各種建築型態的尖峰負荷需求量。再根據第二章第三節的選機方式，便可選得適合各種組合建築的 VRV 系統設備量，詳如附錄 A 之表 A-1 至 A-3。

VRV 系統的全年耗電量計算是藉由將建築物外殼組合、照明、人員、事務機器的使用密度，以及 VRV 系統的設備大小與特性等等各項參數輸入程式中，透過 DOE2.1-E 的執行，可得到所有組合的全年空調耗電。附錄 A 之表 A-4 至 A-7，是利用上述流程計算而得知的定頻和三種 VRV 機型與建築組合的全年耗電量結果。

第三節 主機容量效率的檢討

防止主機超量設計是 EAC 評估合格的兩大要件之一。在 EAC 的規定中， $HSC \leq 1.35$ ，而 HSC 的計算式為

$$HSC = \frac{ACsc}{ACs} \leq 1.35 \quad (4-1)$$

$$ACsc = 0.8 \times (a_0 + a_1 \times ENVLOAD + a_2 \times r) \quad (4-2)$$

$$ACs = \frac{AFc}{\sum HCi} \quad (4-3)$$

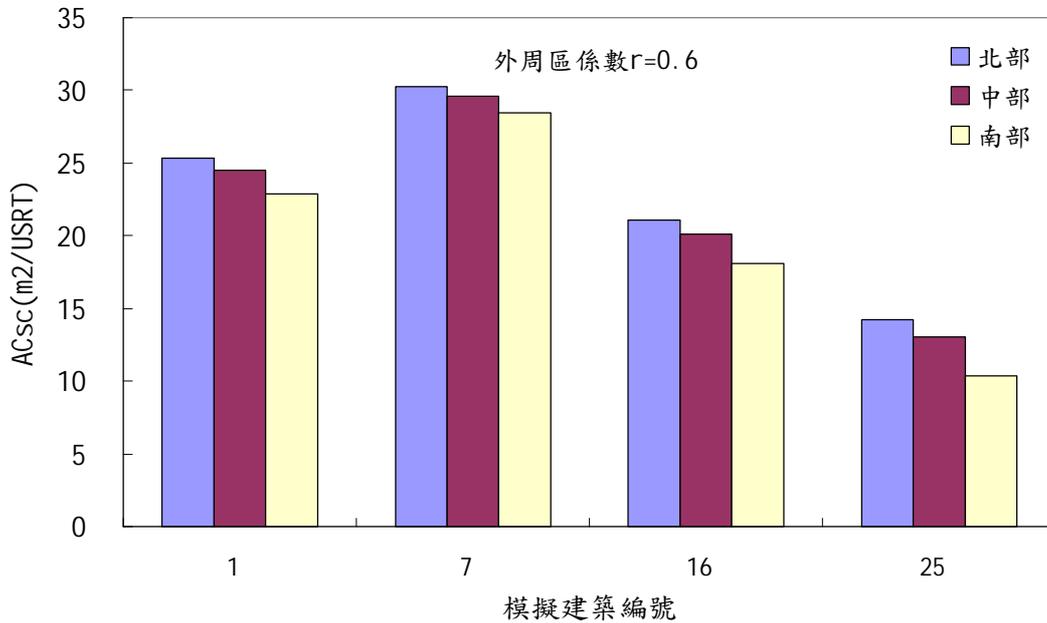
其中 ACsc 稱為主機最大供應面積。圖 4-4 是編號 1、7、16 和 25 四種建築物在北部、中部和南部的 ACsc 的比較圖。從圖中可以明顯看到在北、中、南三區有不同的 ACsc 值，但是根據 ASHRAE Handbook of Fundamentals 所提供的資料，北、中、南三區的設計資料幾乎沒有差異，如表 4-5 所示。最主要的原因是 ENVLOAD 用的氣象數據是全年的資料(北、中、南有明顯差異)，而非設計空調主機容量所用的設計日資料(北、中、南無明顯差異)。

表 4-5 台灣地區空調設計氣象資料

| | 緯度 | 經度 | 0.4% | | 1% | | 2% | |
|----|--------|---------|------|------|------|------|------|------|
| | | | DB | MWB | DB | MWB | DB | MWB |
| 高雄 | 22.58N | 120.35E | 33.1 | 26.3 | 32.4 | 26.1 | 32.1 | 26.1 |
| 台中 | 24.18N | 120.65E | 34.2 | 27.7 | 33.8 | 27.6 | 33.0 | 27.4 |
| 台北 | 25.07N | 121.55E | 34.6 | 26.8 | 33.9 | 26.7 | 33.1 | 26.6 |

(資料來源：ASHRAE Handbook of Fundamentals 2001)

圖 4-4 四種建築物在北部、中部和南部的 ACsc 的比較圖



(資料來源：本研究整理)

ACsc 的預測式還有一個問題，在設計空調主機容量時，技師考慮的負荷有三種：外殼負荷、內部負荷以及外氣負荷。根據 ASHRAE Handbook of Fundamentals，內部負荷的密度也是個變數，它會隨使用強度而變。但是 ACsc 公式只是外殼負荷的函數。圖 4-5 說明了當內部負荷密度不同時 ACsc 造成的預測誤差。

本研究從兩個方面提出了可以解決 ACsc 所面臨問題的方法。

(一)由於設計日的氣象條件相同，所以將 ACsc 單純化為建築外殼的參數，也就是在 ENVLOAD 的簡算式中

$$\text{ENVLOAD} = a + \frac{\sum A_i \times k_i \times \eta_i \times I_{hk}}{A_{en}} \times b \quad (4-4)$$

只取 $\frac{\sum A_i \times k_i \times \eta_i}{A_{en}}$ 做為參數

(二)由於內部負荷密度也是個參數，所以只要在 ACsc 的預測中增加一個代表內部負荷密度的參數即可。

是故公式於冰水主機最大供應面積計算時應將室內負荷量值計入估算，以符合於室內負荷量較大時之空調需求，以及避免於室內負荷較小時，所造成空調設備量的超大浪費。

由第二章第二節所述的 VRV 設備量的選定方法可以知道冰水主機最大供應面積 ACsc 計算方式中，應先配合不同空間的尖峰空調需求分別計算後，再據以求得室外機噸數。內周區與外周區的空調負荷大為不同，內周區由於沒有鄰接建築外殼，其空調負荷主要來自於室內負荷之變動，外周區除了室內負荷之外，因緊鄰接建築外殼而受外界氣候影響較大，而外周區又因方位的不同而有不同的空調需求，所以因應不同分區的尖峰空調需求而選用不同的室內主機，經由總冷氣能力而選得主機之設備量。本研究以室內負荷密度發熱值 G 與其空間對應的外殼開窗修正值為參數，進行迴歸分析，期望建立各區空調尖峰需求 PEAKp 之公式為

$$PEAK_i = a + b \times \frac{\sum A_i \times K_i \times \eta_i}{A_{en}} + c \times \sum G_i \quad (4-5)$$

經由迴歸之結果如下表 4-6 所示

表 4-6 PEAK 公式迴歸係數

| | a | b | c | R ² |
|------|---------|-------|-------|----------------|
| 東外周區 | 0.047 | 0.248 | 1.716 | 0.96 |
| 南外周區 | 0.035 | 0.143 | 1.515 | 0.95 |
| 西外周區 | 0.051 | 0.268 | 1.749 | 0.95 |
| 北外周區 | 0.031 | 0.107 | 1.713 | 0.97 |
| 內周區 | -0.0001 | - | 1.701 | 1.00 |

(資料來源：本研究整理)

可以發現東外周區與西外周區之迴歸係數相當的接近，北外周區與南外周區之迴歸係數相當的接近，固嘗試將東外周區與西外周區一起迴歸，北外周區與南外周區一起迴歸，其迴歸之結果如表 4-7 所示。

表 4-7 PEAK 公式迴歸係數

| | a | b | c | R ² |
|-------|---------|-------|-------|----------------|
| 東西外周區 | 0.049 | 0.258 | 1.732 | 0.95 |
| 南北外周區 | 0.033 | 0.124 | 1.614 | 0.95 |
| 內周區 | -0.0001 | - | 1.701 | 1.00 |

(資料來源：本研究整理)

本研究所欲建立之冰水主機最大供應面積 ACsc 計算方式為

$$ACsc = \frac{AFc}{\sum PEAKi \times AFi / 3.52} \quad (4-6)$$

其中

AFc=總空調面積 (m²)

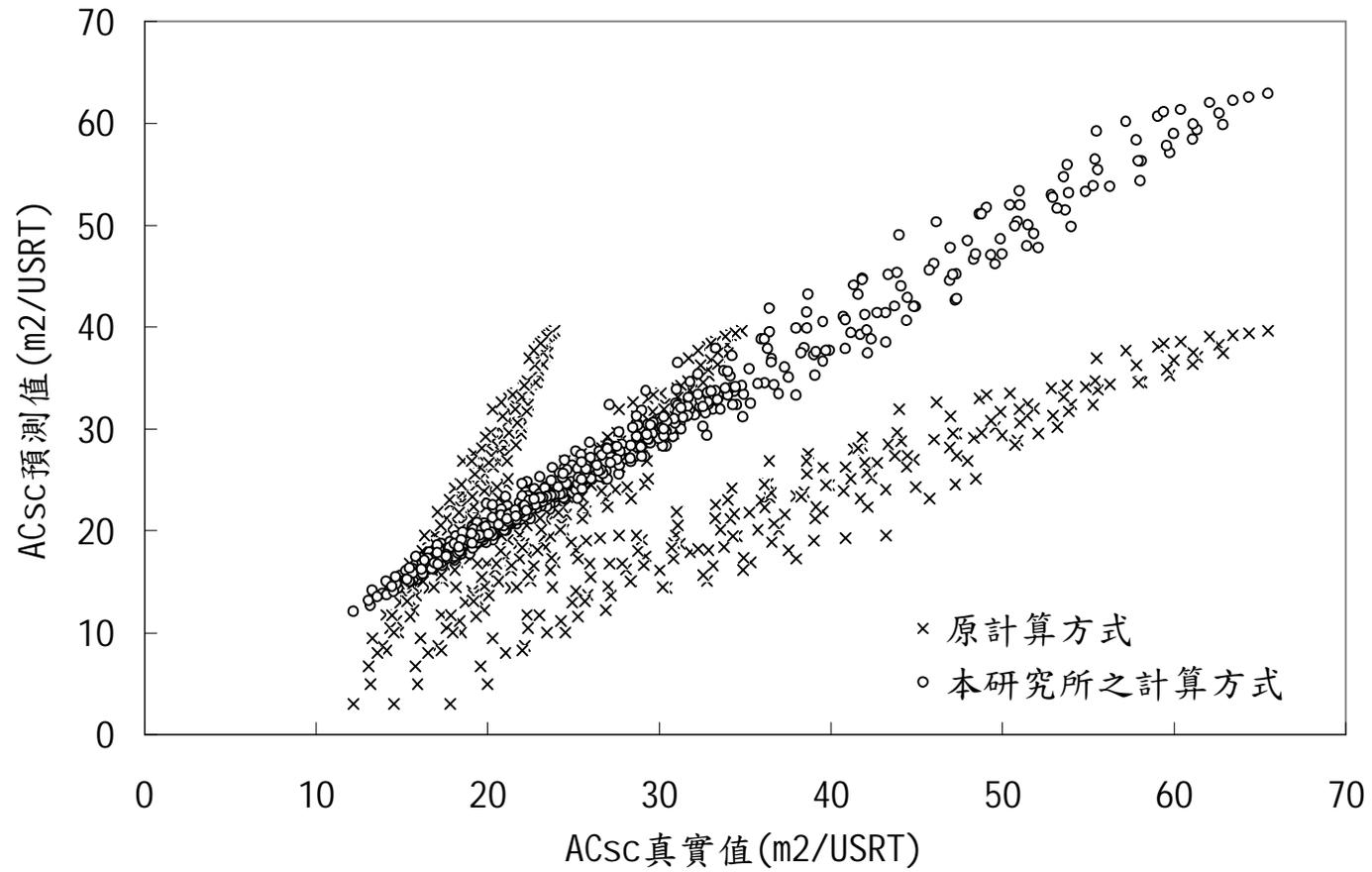
PEAKi=各區空調尖峰需求 (kW/m²)

AFi=各區空調總樓板面積 (m²)

藉由本研究所建立的 ACsc 公式(4-6)與綠建築評估手冊之 ACsc 公式 (4-2) 計算本研究所設定之模擬平面於 36 種外殼組合與五種外周區比 $\gamma=0.2$ 、 $\gamma=0.4$ 、 $\gamma=0.6$ 、 $\gamma=0.8$ 、 $\gamma=1$ 以及三種室內負荷密度於一般設定 (0.055 kW/m²)、減少 50%密度設定 (0.028 kW/ m²)、增加 50%密度設定 (0.083 kW/ m²) 的不同設定下之 ACsc 結果比較，如圖 4-5，可以發現綠建築評估手冊之 ACsc 公式 (4-2) 所計算出的結果 (稱為原計算方式)，可以發現主要可分為三區，其中接近真實值

45 度線的區域為室內負荷密度於一般設定下之結果，其預測之結果可以說是相當的準確，但是於室內負荷不同於一般設定之變動下，則較為無法精確反映出實際冰水主機最大供應面積之需求，於法規要求下，室內負荷較大時，可能造成空調主機設計量的不足；而於室內負荷較小時，可能造成空調主機設計量的過大浪費。而本研究所建立之 ACsc 預測公式則可以準確的反應此項問題，確保主機設備量的合理。

圖 4-5 原計算方式與本研究之計算方式之 ACsc 結果



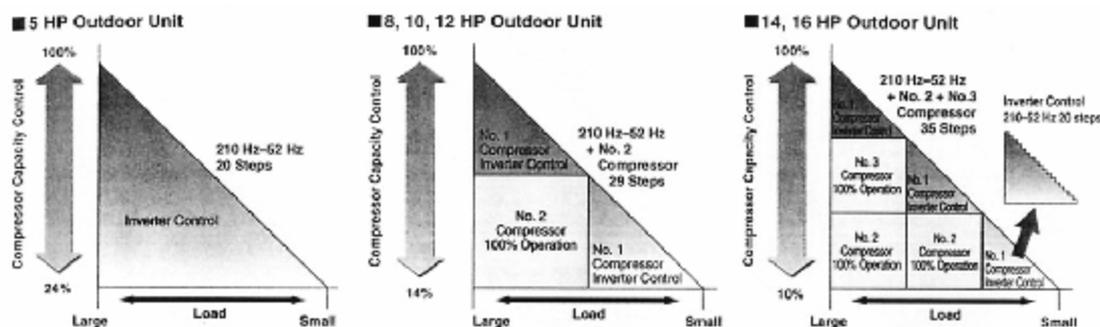
(資料來源：本研究整理)

第四節 主機超量設計與耗電量分析

根據綠建築評估方式，HSC 是針對冰水主機容量供應面積之評估，其用意在於防止超量設計，此式乃強制要求其超量設計不得大於 1.35 倍之意，亦及直接認定其冰水主機容量超量設計倍數會直接反應於空調耗能量的比率。

由於 VRV 系統有別於一般傳統定頻的中央空調系統，採用變頻主機與定頻主機多聯式組合，藉由變頻器在空調需求量不同時開關定頻主機在空調需求量少時，不需使用的定頻主機則處於待機狀態而未開啟，如下圖 4-6 所示，正方形區域為定頻系統，在空調需求量大時會開啟較多的台數，再藉由變頻系統彌補定頻系統之不足。是故系統超量設計時，會增加較多待機的定頻系統，而不影響空調主機的運轉效率導致耗電量提升。是故本章節藉由放大先前模擬中所選定的 VRV 主機設備量，探討 VRV 系統主機超量設計與耗電量值是否呈現倍數的比率關係。

圖 4-6 變頻主機與定頻主機多聯式組合運轉模式



(資料來源：本研究整理)

本研究藉由放大一般定頻空調系統、以及二種 VRV 系統的主機設備量(即 HSC)於 1.2 倍、1.4 倍、1.6 倍、1.8 倍以及 2 倍時，配合不

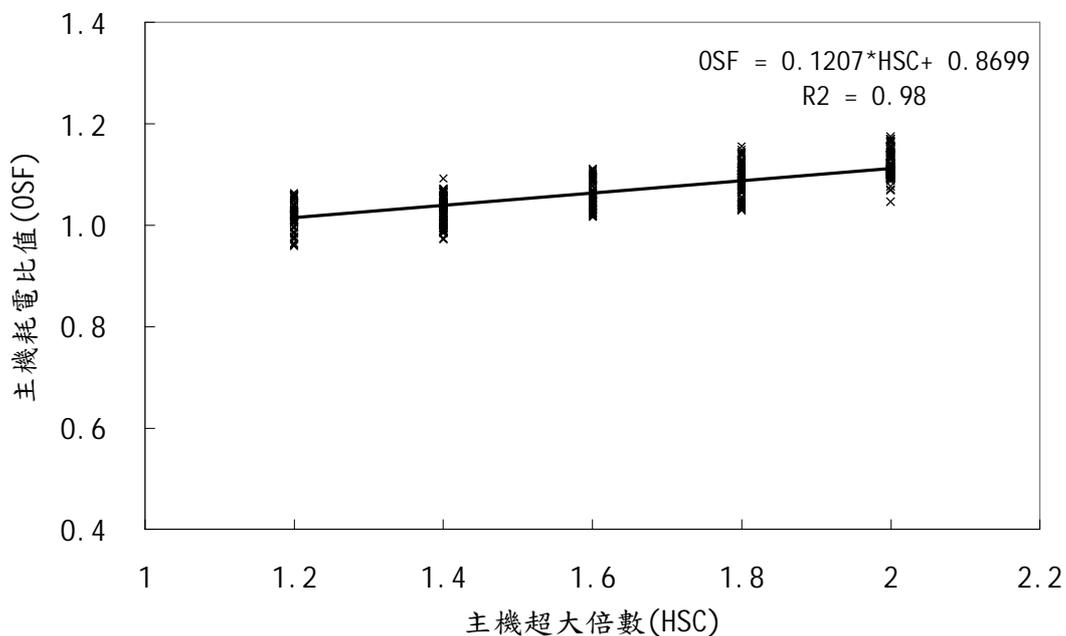
同的室內負荷設定密度設定分別模擬。圖 4-7 為一般定頻系統超大設計與無超大設計時的耗電比值結果。圖 4-8 為 VRV 機型，圖中的縱座標為各系統超大設計與無超大設計時的耗電比值。

可以由圖 4-7 發現，一般的定頻系統在超量設計後，耗電量比值有逐漸上升的趨勢，亦及代表定頻空調系統的耗電量會隨著主機超量設計而有所提升。當設備量放大 1.2 倍時，全年耗電量約增加 1.9%；當放大設備量 1.4 倍時，全年耗電量約增加 3.5%；當放大設備量 1.6 倍時，全年耗電量約增加 5.5%；當放大設備量 1.8 倍時，全年耗電量約增加 9.4%；當放大設備量至 2 倍時，全年耗電量約增加 11%。其因過大設計導致的額外耗電量修正係數(OSF)經過迴歸分析為

$$\text{OSF} = 0.1207\text{HSC} + 0.8699 \quad R^2 = 0.98 \quad (4-7)$$

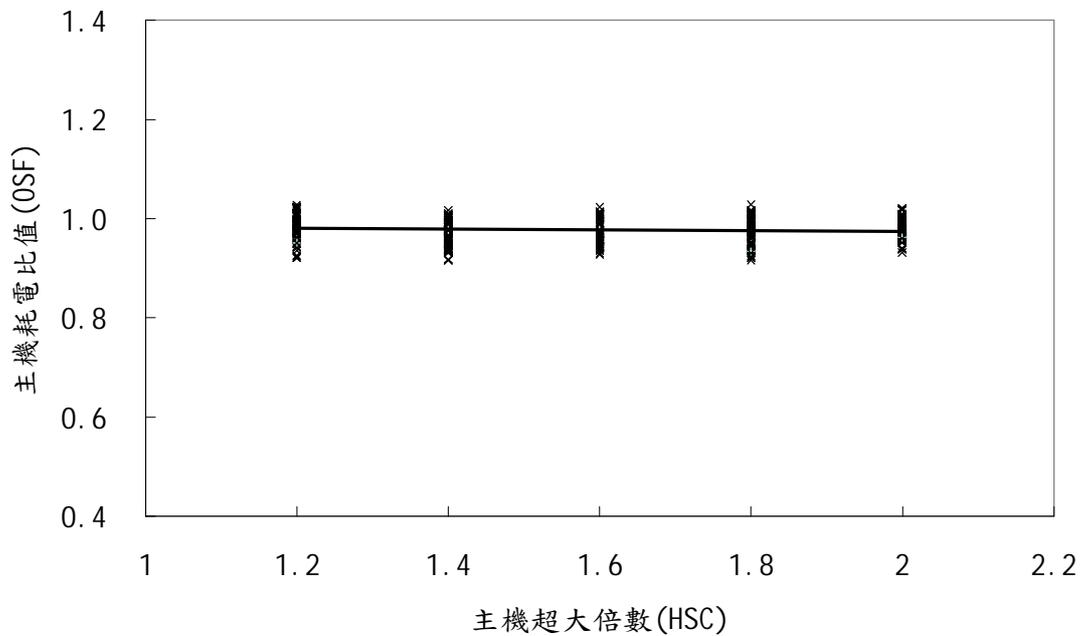
由圖 4-8 可以發現，VRV 系統並不會隨著主機的超大設計倍數而呈現出成比例提升的耗電量比值，甚至有時有略為降低的現象。當設備量 2 倍時，全年耗電量的變動範圍約為±2.5%，這顯示了 VRV 機型超量設計與耗電量是沒有關係的，亦即可以適合公式 4-7 中的 OSF=1。

圖 4-7 一般定頻系統超量設計與其耗電比關係



(資料來源：本研究整理)

圖 4-8 VRV 系統超量設計與其耗電比關係



(資料來源：本研究整理)

第五節 特殊節能效果 α_4 參數分析

由於 EAC 評估方式中並未明確定義特殊節能效果 α_4 的比較基準，所以本研究以一般定頻分離式系統的耗電與 VRV 系統耗電比較作為比較基準，比較方式如下式：

$$\alpha_4 = 1 - \frac{\text{VRV系統全年耗電量}}{\text{定頻分離式系統全年耗電量}} \quad (4-8)$$

在這一節中本研究就模擬內周負荷密度正常與外周區係數 $\gamma=0.5$ 的設定下，模擬九種機型的耗電量與定頻分離系統的耗電量，藉由式 (4-8) 中定義的 α_4 計算方式，計算出各系統在不同外殼組合下的 36 個 α_4 值，其結果如表 4-8 所示。

藉由表 4-8 將繪製各系統於 36 組外殼組合下的 α_4 曲線圖，如圖 4-9，可以發現不同的三種 VRV 空調系統，在不同的 36 個建築組合中會呈現不同的 α_4 值，說明了 VRV 系統之特殊節能效果 α_4 會隨不同的系統與建築物負荷條件而有所改變，但是各機型的改變範圍有限，其中 α_4 值越高者代表其節能效果越佳。但是特殊節能效果的良莠與否主要還是取決於其系統本身。

圖 4-10 至圖 4-12 是 A、B、C 機型於固定外周區係數 $\gamma=0.5$ 設定下，改變室內負荷密度設定， α_4 與建築外殼組合的關係圖。

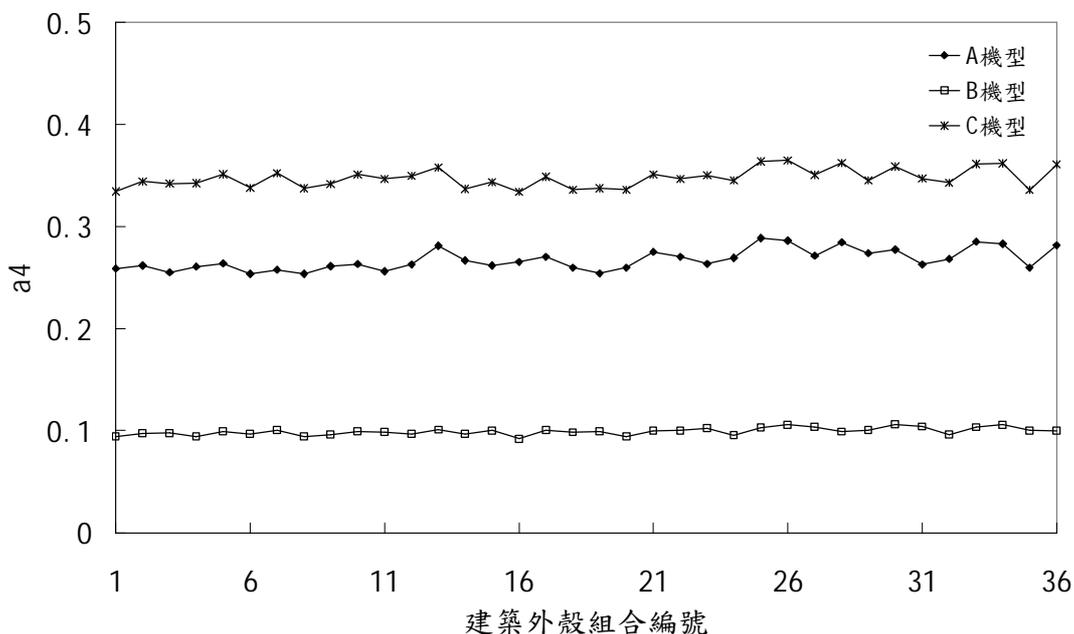
圖 4-10 顯示 A 機型於室內負荷正常設定時， α_4 的變動範圍為 0.26~0.29；於室內負荷減少 50% 設定時， α_4 的變動範圍為 0.26~0.31；於室內負荷增加 50% 設定時， α_4 的變動範圍為 0.25~0.28。圖 4-11 顯示 B 機型於室內負荷正常設定時， α_4 的變動範圍為 0.09~0.11；於室內負荷減少 50% 設定時， α_4 的變動範圍為

表 4-8 九種機型於室內負荷正常及 $\gamma=0.5$ 設定下 36 組 $\alpha 4$ 模擬計算結果

| 編號 | A 機型 | B 機型 | C 機型 | D 機型 | E 機型 | F 機型 | G 機型 | H 機型 | I 機型 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 0.26 | 0.16 | 0.36 | 0.09 | 0.31 | 0.20 | 0.33 | 0.22 | 0.12 |
| 2 | 0.26 | 0.16 | 0.37 | 0.10 | 0.32 | 0.20 | 0.34 | 0.23 | 0.12 |
| 3 | 0.26 | 0.15 | 0.36 | 0.10 | 0.32 | 0.20 | 0.34 | 0.22 | 0.12 |
| 4 | 0.26 | 0.16 | 0.37 | 0.09 | 0.32 | 0.20 | 0.34 | 0.22 | 0.12 |
| 5 | 0.26 | 0.16 | 0.37 | 0.10 | 0.33 | 0.21 | 0.35 | 0.23 | 0.12 |
| 6 | 0.25 | 0.15 | 0.36 | 0.10 | 0.31 | 0.20 | 0.34 | 0.22 | 0.12 |
| 7 | 0.26 | 0.15 | 0.37 | 0.10 | 0.33 | 0.21 | 0.35 | 0.23 | 0.12 |
| 8 | 0.25 | 0.15 | 0.36 | 0.09 | 0.31 | 0.20 | 0.34 | 0.22 | 0.12 |
| 9 | 0.26 | 0.16 | 0.37 | 0.10 | 0.32 | 0.20 | 0.34 | 0.22 | 0.12 |
| 10 | 0.26 | 0.16 | 0.37 | 0.10 | 0.33 | 0.21 | 0.35 | 0.23 | 0.12 |
| 11 | 0.26 | 0.15 | 0.37 | 0.10 | 0.32 | 0.20 | 0.35 | 0.23 | 0.12 |
| 12 | 0.26 | 0.16 | 0.37 | 0.10 | 0.33 | 0.20 | 0.35 | 0.23 | 0.12 |
| 13 | 0.28 | 0.18 | 0.39 | 0.10 | 0.33 | 0.21 | 0.36 | 0.23 | 0.13 |
| 14 | 0.27 | 0.17 | 0.37 | 0.10 | 0.31 | 0.20 | 0.34 | 0.22 | 0.12 |
| 15 | 0.26 | 0.16 | 0.37 | 0.10 | 0.32 | 0.20 | 0.34 | 0.23 | 0.12 |
| 16 | 0.27 | 0.17 | 0.37 | 0.09 | 0.31 | 0.20 | 0.33 | 0.22 | 0.12 |
| 17 | 0.27 | 0.17 | 0.38 | 0.10 | 0.33 | 0.21 | 0.35 | 0.23 | 0.12 |
| 18 | 0.26 | 0.16 | 0.36 | 0.10 | 0.31 | 0.20 | 0.34 | 0.22 | 0.12 |
| 19 | 0.25 | 0.16 | 0.36 | 0.10 | 0.31 | 0.20 | 0.34 | 0.22 | 0.12 |
| 20 | 0.26 | 0.16 | 0.36 | 0.09 | 0.31 | 0.20 | 0.34 | 0.22 | 0.12 |
| 21 | 0.28 | 0.18 | 0.38 | 0.10 | 0.33 | 0.21 | 0.35 | 0.23 | 0.12 |
| 22 | 0.27 | 0.17 | 0.38 | 0.10 | 0.32 | 0.20 | 0.35 | 0.23 | 0.12 |
| 23 | 0.26 | 0.16 | 0.37 | 0.10 | 0.33 | 0.21 | 0.35 | 0.23 | 0.12 |
| 24 | 0.27 | 0.17 | 0.38 | 0.10 | 0.32 | 0.20 | 0.35 | 0.23 | 0.12 |
| 25 | 0.29 | 0.19 | 0.40 | 0.10 | 0.34 | 0.21 | 0.36 | 0.24 | 0.13 |
| 26 | 0.29 | 0.19 | 0.40 | 0.11 | 0.34 | 0.21 | 0.36 | 0.24 | 0.13 |
| 27 | 0.27 | 0.17 | 0.38 | 0.10 | 0.33 | 0.21 | 0.35 | 0.23 | 0.12 |
| 28 | 0.28 | 0.18 | 0.40 | 0.10 | 0.34 | 0.21 | 0.36 | 0.23 | 0.13 |
| 29 | 0.27 | 0.18 | 0.38 | 0.10 | 0.32 | 0.20 | 0.35 | 0.23 | 0.12 |
| 30 | 0.28 | 0.18 | 0.39 | 0.11 | 0.34 | 0.21 | 0.36 | 0.23 | 0.13 |
| 31 | 0.26 | 0.16 | 0.37 | 0.10 | 0.33 | 0.21 | 0.35 | 0.23 | 0.12 |
| 32 | 0.27 | 0.17 | 0.37 | 0.10 | 0.32 | 0.20 | 0.34 | 0.22 | 0.12 |
| 33 | 0.29 | 0.19 | 0.40 | 0.10 | 0.34 | 0.21 | 0.36 | 0.23 | 0.13 |
| 34 | 0.28 | 0.18 | 0.40 | 0.11 | 0.34 | 0.21 | 0.36 | 0.23 | 0.13 |
| 35 | 0.26 | 0.16 | 0.36 | 0.10 | 0.31 | 0.20 | 0.34 | 0.22 | 0.12 |
| 36 | 0.28 | 0.18 | 0.39 | 0.10 | 0.34 | 0.21 | 0.36 | 0.23 | 0.12 |

(資料來源：本研究整理)

圖 4-9 各系統於 36 組外殼組合下的 α_4 曲線圖

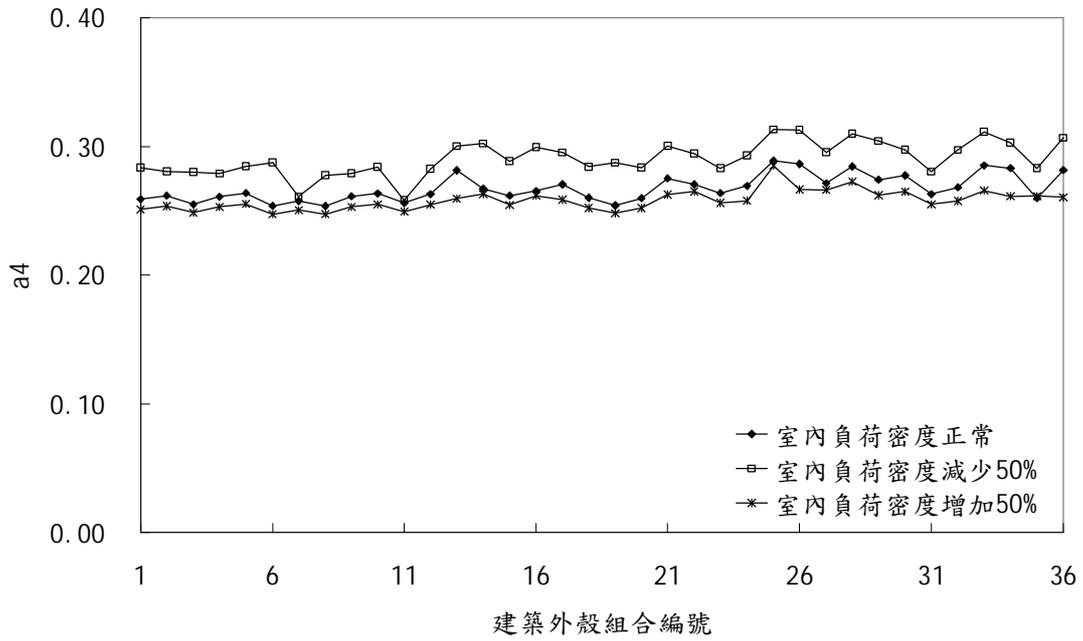


(資料來源：本研究整理)

0.10~0.12；於室內負荷增加 50% 設定時， α_4 的變動範圍為 0.09~0.11。圖 4-12 顯示 C 機型於室內負荷正常設定時， α_4 的變動範圍為 0.33~0.36；於室內負荷減少 50% 設定時， α_4 的變動範圍為 0.33~0.39；於室內負荷增加 50% 設定時， α_4 的變動範圍為 0.33~0.37，由以上結果發現，不同室內負荷設定下，A、B、C 各機型本身的節能效果並沒有太大的差異。其節能效果好壞是依機型的不同而異。

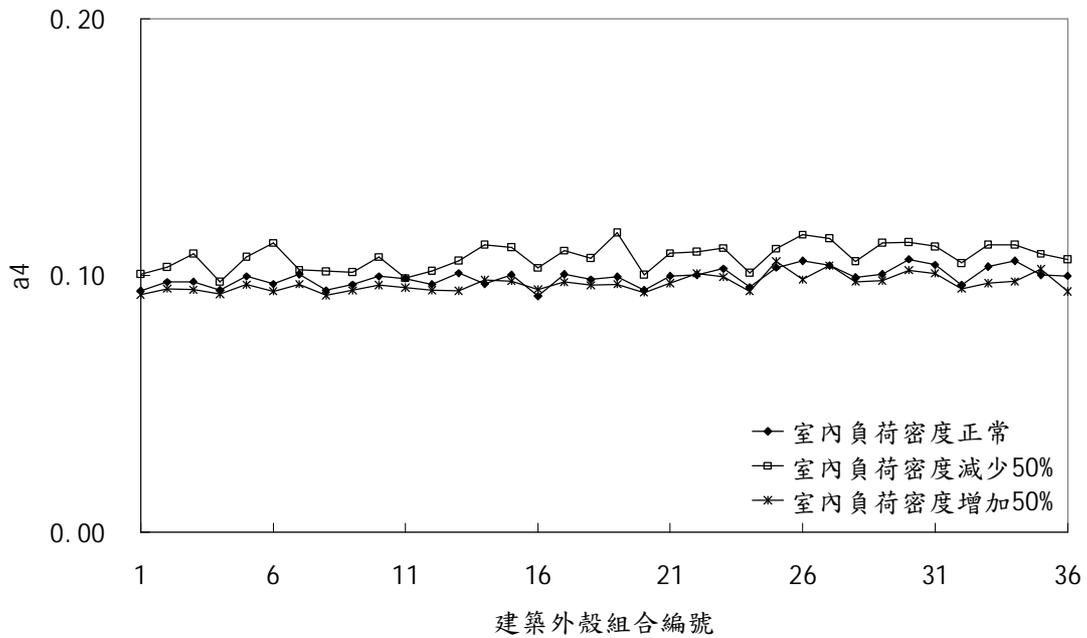
圖 4-13 至圖 4-15 是 A、B、C 機型於固定內周負荷密度於正常情況下，改變外周區係數 $\gamma=0.2、0.4、0.6、0.8、1$ 的設定下， α_4 與建築外殼組合的關係圖。

圖 4-10 A 機型之 a4 於不同室內負荷密度設定下之變化分佈



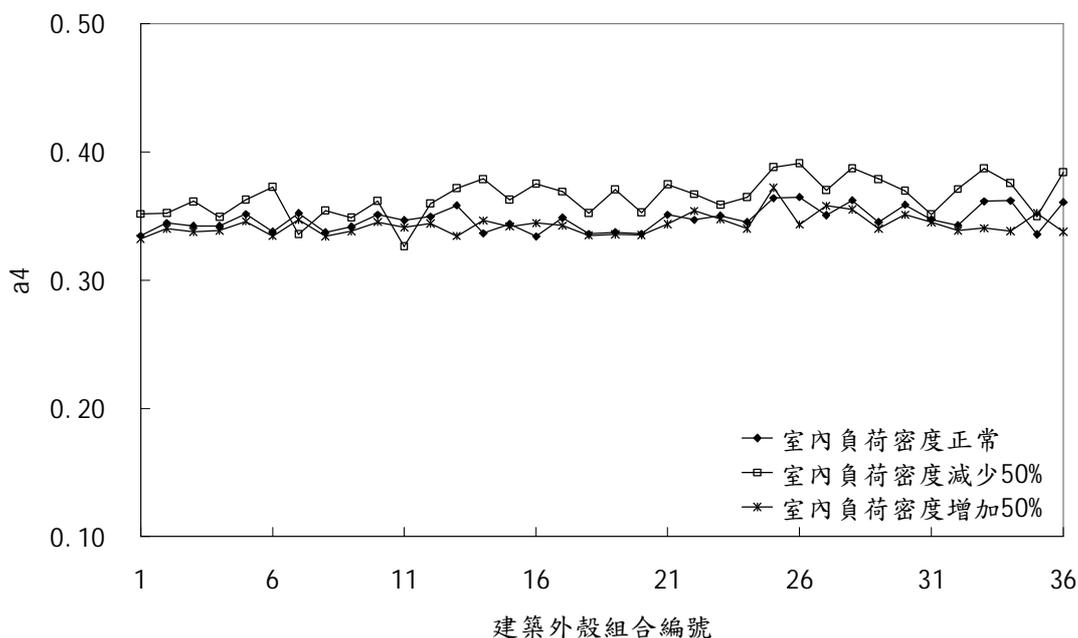
(資料來源：本研究整理)

圖 4-11 B 機型之 a4 於不同室內負荷密度設定下之變化分佈



(資料來源：本研究整理)

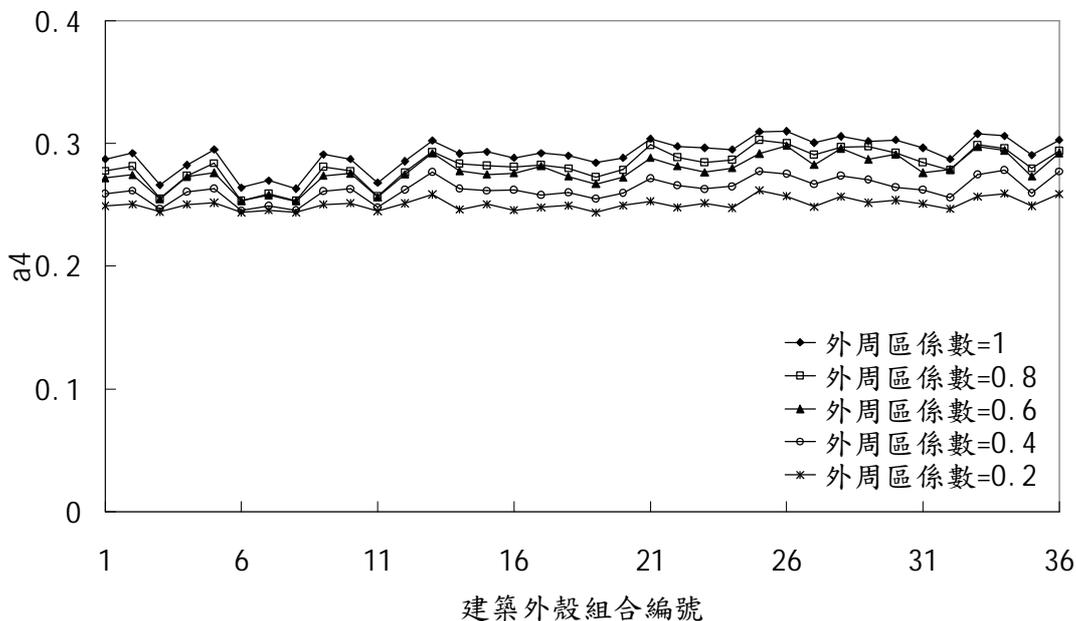
圖 4-12 C 機型之 α_4 於不同室內負荷密度設定下之變化分佈



(資料來源：本研究整理)

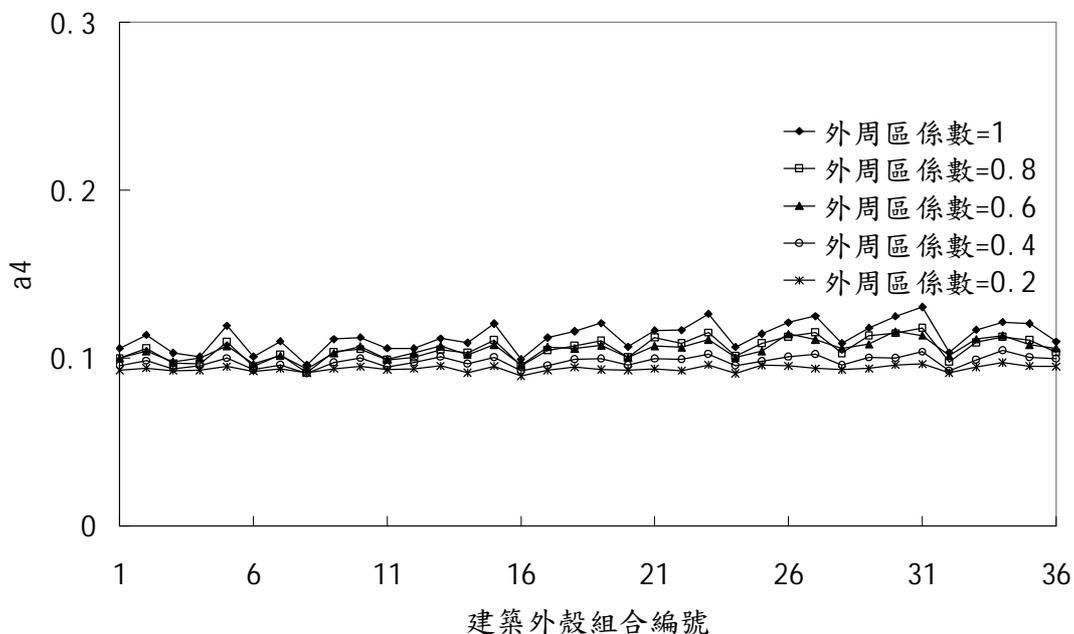
圖 4-13 顯示 A 機型於 $\gamma = 0.2$ 設定時， α_4 的變動範圍為 0.24~0.26；於 $\gamma = 0.4$ 設定時， α_4 的變動範圍為 0.25~0.28；於 $\gamma = 0.6$ 與 $\gamma = 0.8$ 設定時， α_4 的變動範圍為 0.25~0.30；於 $\gamma = 1$ 設定時， α_4 的變動範圍為 0.26~0.31。圖 4-14 顯示 B 機型於 $\gamma = 0.2$ 與 $\gamma = 0.4$ 設定時， α_4 的變動範圍為 0.09~0.10；於 $\gamma = 0.6$ 與 $\gamma = 0.8$ 設定時， α_4 的變動範圍為 0.09~0.12；於 $\gamma = 1$ 設定時， α_4 的變動範圍為 0.10~0.13。圖 4-15 顯示 C 機型於 $\gamma = 0.2$ 設定時， α_4 的變動範圍為 0.33~0.35；於 $\gamma = 0.4$ 設定時， α_4 的變動範圍為 0.33~0.36；於 $\gamma = 0.6$ 設定時， α_4 的變動範圍為 0.33~0.38；於 $\gamma = 0.8$ 設定時， α_4 的變動範圍為 0.32~0.38；於 $\gamma = 1$ 設定時， α_4 的變動範圍為 0.33~0.39。由以上結果發現，外周區係數越小時，其各系統的節能效果越平均，但是，不同外周區係數設定下，A、B、C 各機型本身的節能效果並沒有太大的差異。其節能效果好壞是依機型的不同而異。

圖 4-13 A 機型之 a4 於不同外周區係數設定下之變化分佈



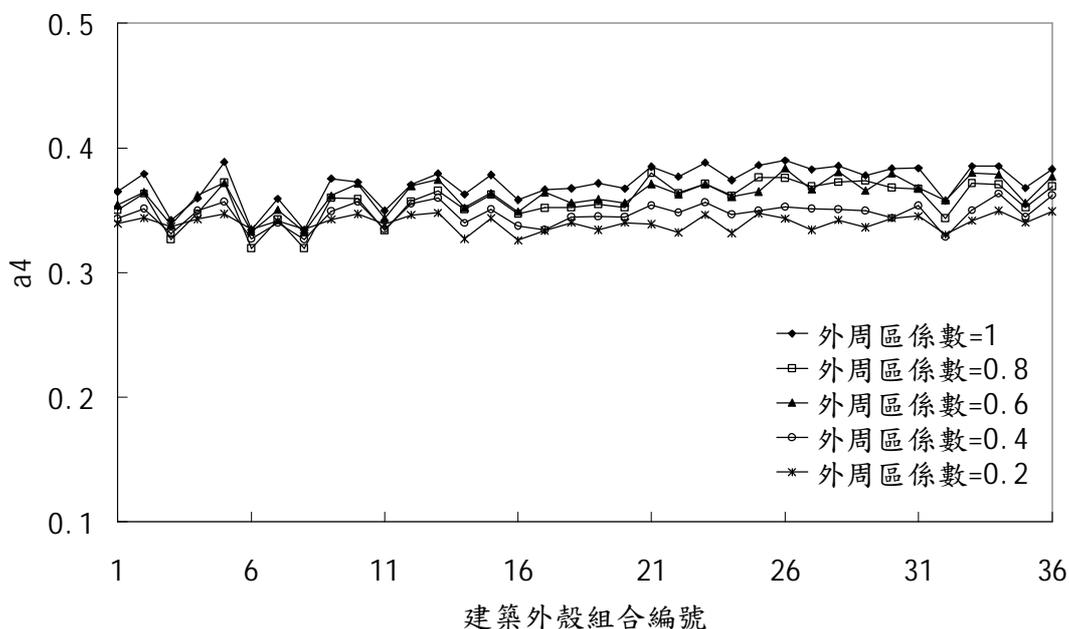
(資料來源：本研究整理)

圖 4-14 B 機型之 a4 於不同外周區係數設定下之變化分佈



(資料來源：本研究整理)

圖 4-15 C 機型之 α_4 於不同外周區係數設定下之變化分佈



(資料來源：本研究整理)

由於特殊節能效果的良莠與否主要還是取決於其系統本身。本研究藉由選擇美國 ARI Standard 550/590-1998 所訂定之總部份負載效率 (Integral Part Load Value, IPLV) 除以主機性能係數 (COP) 做為系統特性參數。期望以各 VRV 空調系統之 IPLV/COP 值得到接近該系統實際之 α_4 值。

本研究選擇以 IPLV 作為預測 α_4 值之原因乃是此評估方式將冷氣效能分別於 100%、75%、50%、25% 時作評估，能夠更準確的反映出其空調系統之優劣，藉由各系統 IPLV 評估結果之優劣預測特殊節能效果 α_4 值之高低。總部份負載效率之測定方式：

$$IPLV = 0.01A + 0.42B + 0.45C + 0.12D \quad (4-9)$$

A = 於 100% 製冷能力時之 EER 或 COP

B = 於 75% 製冷能力時之 EER 或 COP

C = 於 50% 製冷能力時之 EER 或 COP

D = 於 25% 製冷能力時之 EER 或 COP

加權係數計算基礎，是由原先的亞特蘭大都市擴展至全美 29 個都市；主機運轉時間亦由每週 5 天，每天 12 小時，再增加一模式為每週 7 天，每天 24 小時；表 4-9 為 IPLV 計算公式加權係數與測試條件。由表中可發現標準把 75%、50% 負載的加權係數加重，而把 100%、25% 減輕，最主要是希望製造商能把運轉機率最高的 75%、50% 負載效率做高一點。

表 4-9 負載的加權係數比重

| 部份負載點% (Part-load point) | 加權比重% 1998 Standard | 氣冷式空氣入口 乾球溫度 |
|-----------------------------|------------------------|-----------------|
| 100 | 1 | 35.0°C |
| 75 | 42 | 26.7°C |
| 50 | 45 | 18.3°C |
| 25 | 12 | 12.8°C |

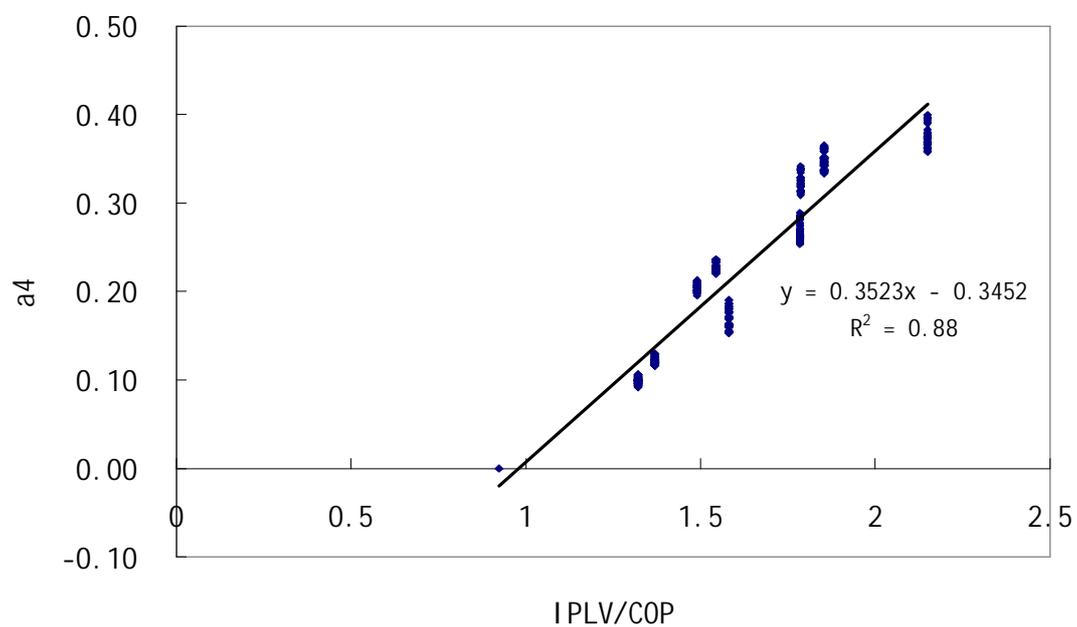
(資料來源：Standard for Water Chilling Packages Using the Vapor Compression Cycle, 1998)

藉由輸入的氣冷式空氣入口乾球溫度所計算出各系統的 IPLV 值結果如表 4-9，各系統的 IPLV/COP 值與各系統的 $\alpha 4$ 值之關係圖如圖 4-16，各系統之 IPLV 值計算結果如表，其所建立之預測回歸公式為：

$$\alpha 4 = -0.3452 + 0.3523 \times \text{IPLV/COP} \quad (4-10)$$

$$R^2 = 0.88$$

圖 4-16 九組系統的 α_4 與 IPLV/COP 值之關係



(資料來源：本研究整理)

第六節 EAC 公式的加權配比分析

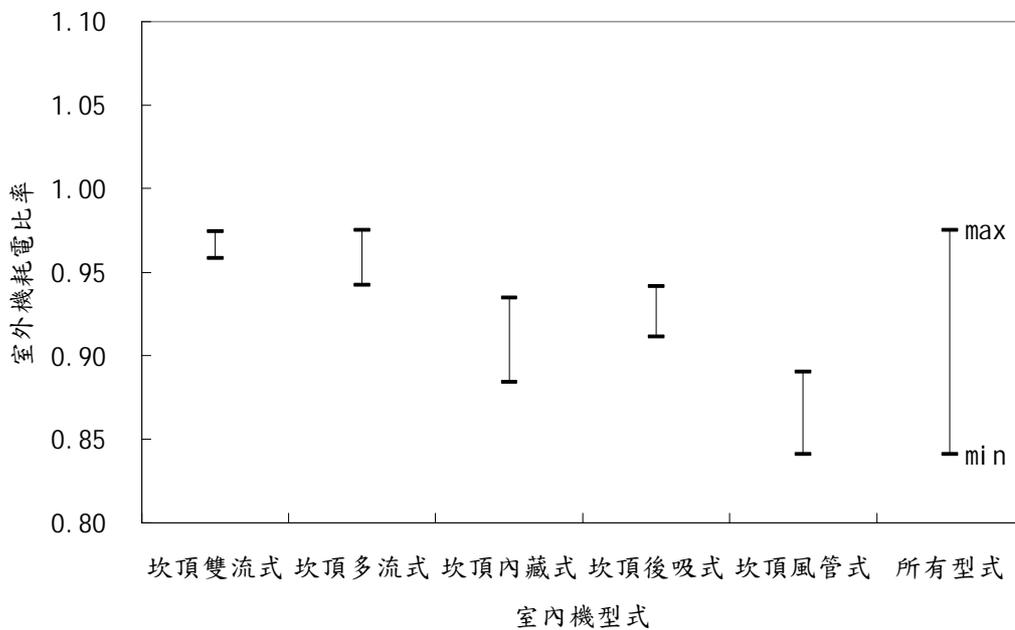
現行之 EAC 計算公式，主要為考量大型中央空調系統發展而來，因此其節能項目主要分為三大區塊：分列為空調主機(壓縮機)，冰水泵，及送風機，且各配以 60%，20% 及 20% 之權重而成。然而，對於 VRV 系統而言，冰水泵並不存在，因此整個 EAC 計算之原始配比已先失真。是故中央空調系統於 VRV 系統評估時之節能項目加權比重有其修正之必要。

於第四節中已可藉由各廠商之變頻主機的 IPLV 與 COP 值得知主機側之特殊節能效率 α_4 ，其因為 VRV 系統無冰水泵，所以主要耗能多來自於空調主機，所以利用各廠商空調系統 IPLV 與 COP 值得知更為精確的主機側節能效率。再來只要知道空調主機與送風機於空調型為時，各所佔之比重多少，就可以重新修正無冰水泵時系統節能項目的加權比重。

本研究以一般定頻系統於不同 3 種室內負荷密度設定與不同的 5 種外周區係數設定下以及不同的 36 種外殼設定下，分別模擬出不同設定下出之室外主機之全年耗電與五種不同室內機（坎頂雙流式、坎頂多流式、坎頂內藏式、坎頂後吸式以及坎頂風管式室內機）的全年耗電，兩者加總之值即為全空調系統的全年耗電量，藉由全空調系統的全年耗電量與室外主機之全年耗電量之比值即可知道室外主機於全系統之權重。其結果如圖 17 所示，可以發現主機側與全系統空調的耗電比值並不受室內負荷、外周區係數已及外殼耗能的影響。搭配坎頂雙流式室內機之主機所佔系統的權重變動範圍為 0.95~0.97；搭配坎頂多流式室內機之主機所佔系統的權重變動範圍為 0.94~0.97；搭配坎頂內藏式室內機之主機所佔系統的權重變動範圍為

0.88~0.93；搭配坎頂後吸式室內機之主機所佔系統的權重變動範圍為 0.91~0.94；搭配坎頂風管式室內機之主機所佔系統的權重變動範圍為 0.84~0.89。選用的室內機型為一般辦公室較常使用之室內機型種類，所以藉由搭個配室內機型的權重結果平均值來決定主機於 EAC 公式中之權重，其平均結果為 0.92，故空調主機與送風機於 EAC 公式之權重為：空調主機 90%之權重，送風機配以 10%之權重。

圖 4-17 主機空調耗電比率與主機最大供應面積關係圖



(資料來源：本研究整理)

第五章 VRV 系統之 EAC 評估方式與範例計算

第一節 VRV 空調系統節能評估法

根據本研究所建立的 VRV 空調系統節能效率評估方式必須同時滿足公式 5-1 與 5-2 的規定：

$$\text{HSC} = \frac{\text{ACsc}}{\text{ACs}} \leq 1.35 \quad (5-1)$$

$$\text{EAC} = [0.9 \times \text{OSF} \times \frac{\sum(\text{HCi} \times \text{COPci})}{\sum(\text{HCi} \times \text{COPi})} \times (1 - \alpha_4) + 0.1 \times \text{Rf}] \times \text{Rm} \leq 0.8 \quad (5-2)$$

公式 5-1、5-2 諸變項之計算公式如下：

$$\text{ACsc} = \frac{\text{AFc}}{\sum(\text{PEAKi} \times \text{AFi}) / 3.52} \quad (5-3)$$

$$\text{PEAKi} = a + b \times \frac{\sum \text{Ai} \times \text{Ki} \times \eta_i}{\text{Aen}} + c \times \sum \text{Gi} \quad (5-4)$$

$$\text{ACs} = \frac{\text{AFc}}{\sum \text{HCi}} \quad (5-5)$$

$$\alpha_4 = -0.3452 + 0.3523 \times \frac{\text{IPLV}}{\text{COPi}} \quad (5-6)$$

$$\text{IPLV} = 0.01\text{A} + 0.42\text{B} + 0.45\text{C} + 0.12\text{D} \quad (5-7)$$

$$\text{Rf} = 1.0 - \alpha_{10} \times r_{10} \quad (5-8)$$

$$\text{Rm} = 1.0 - \sum \beta_k \quad (5-9)$$

其中

其中 HSC：主機容量效率

ACs：冰水主機設計供應面積($m^2/USRT$)

ACsc：冰水主機最大供應面積($m^2/USRT$)

EAC：空調系統節能效率

OSF：於一般定頻式系統之 $OSF = 0.1207 \times HSC + 0.8699$

於 VRV 系統之 $OSF = 1$

HCI：各冰水主機容量包括備載容量(USRT)

COPi：冰水主機設計性能係數

COPci：冰水主機設計性能係數標準，如表 5-1 所示

α_4 ：空調系統特殊節能效率

Rf：送風系統節能效率

Rm：其他總系統節能效率

AFc：總空調面積(m^2)

AFi：各區空調面積(m^2)

PEAKi：空調尖峰需求量(kW)

Ai：空調區窗面部位面積

Ki：開窗之外遮陽係數

η_i ：玻璃日射透過率

Gi：室內發熱值(kW/m^2)

a,b,c：迴歸係數，如表 5-2 所示

IPLV：總部份負載效率

A：於 100% 製冷能力時之 EER 或 COP

B：於 75% 製冷能力時之 EER 或 COP

C：於 50% 製冷能力時之 EER 或 COP

D：於 25% 製冷能力時之 EER 或 COP

α_{10} ：空調系統節能技術效率標準

r_{10} ：空調節能技術採用率

β_k ：其他總系統節能技術效率標準

表 5-1 空調系統主機性能係數標準 COPc

| | |
|----------|------|
| 氣冷式全機種 | 2.79 |
| 分離式變頻冷氣機 | 2.73 |

(資料來源：綠建築解說與評估手冊, 2005)

表 5-2 PEAK 公式迴歸係數 a,b,c

| | a | b | c | R ² |
|-------|---------|-------|-------|----------------|
| 東西外周區 | 0.049 | 0.258 | 1.732 | 0.95 |
| 南北外周區 | 0.033 | 0.124 | 1.614 | 0.95 |
| 內周區 | -0.0001 | - | 1.701 | 1.00 |

(資料來源：本研究整理)

如上式 5-1 至 5-7 所示，計算空調系統節能效率，有以下幾個步驟：

A. 計算主機容量設計

1. 先計算不同面向之外周空調區總面積與內周區總面積 A_{Fi}
2. 計算不同面向外周空調區的開窗面積 A_i 、外遮陽係數 K_i 、玻璃日射透過率 η_i 與建築外殼總面積 A_{en}
3. 計算室內發熱值 G_i ，其中包括人員發熱、設備發熱以及照明發熱
4. 以公式 5-4 計算各區的 PEAK_i 值
5. 以公式 5-3 計算整棟建築物冰水主機設計供應面積 AC_{sc}
6. 以公式 5-5 計算冰水主機最大供應面積 AC_{sc}
7. 計算主機容量效率 $HSC = \frac{AC_{sc}}{AC_s}$ 是否小於等於 1.35

B. 計算主機效率

$$\text{計算 } \frac{\sum(\text{HCi} \times \text{COPci})}{\sum(\text{HCi} \times \text{COPi})}$$

C. 計算特殊節能效率 α_4

1. 計算總部份負載效率 IPLV

2. 由公式 5-6 計算 α_4

D. 計算送風系統節能效率

$$\text{計算 } R_f = 1.0 - \alpha_{10} \times r_{10}$$

E. 計算自然能源、再生能源、節能管理等其他節能效率。

$$\text{計算 } R_m = 1.0 - \sum \beta_k$$

F. 計算空調節能系統效率 EAC

$$\text{EAC} = [0.9 \times \text{OSF} \times \frac{\sum(\text{HCi} \times \text{COPci})}{\sum(\text{HCi} \times \text{COPi})} \times (1 - \alpha_4) + 0.1 \times R_f] \times R_m \leq 0.8$$

第二節 實際案例一計算

(一) 建築基本資料

1. 本建築位於中部地區，基地面積 1711.35m²，建築面積 933,11 m²，法定建比率為 60%，為地上四層，地下一層之建築，作郵局使用，總樓地板面積為 4341.62 m²。
2. 構造為 R C 構造，一樓外牆為 R C 牆，外以花崗石乾式工法施工，內部乾式花崗石，二、三樓外牆貼丁掛磚，屋頂為泡沫混凝土隔熱，內部隔間牆為矽酸鈣輕隔間。
3. 空調系統採用可變冷媒空調系統，以一台室外機供應多台室內分離式空調機，主機容量一共 182 噸，空調系統控制架構圖如圖 5-1 與 5-2 所示。空調系統規範說明如表 5-3 至 5-4。
4. 建築外殼耗能量(ENVLOAD)計算結果為 65.93(kWh/ m²-fl-area · Yr)。
5. 照明採用一般螢光燈設計，如表 5-5 與 5-6 所示

表 5-3 變頻多聯式室外機規範說明

| 符號 | 數量 | 說明 | 冷房能力 (kcal/hr) | 消耗電功率 (kW) |
|----------|----|-------|-------------------|---------------|
| SCH-1 | 1 | 落地上吹式 | 20000 | 8.64 |
| SCH-2~13 | 11 | 落地上吹式 | 50000 | 20.75 |

(資料來源：實際案例一)

表 5-4 變頻多聯式室內機規範說明

| 符號 | 數量 | 說明 | 冷房能力 (kcal/hr) | 消耗電功率 (kW) |
|-----|----|----------|-------------------|---------------|
| 200 | 3 | 吊掛隱蔽式室內機 | 20000 | 1.20 |
| 125 | 35 | 吊掛隱蔽式室內機 | 12500 | 0.40 |
| 100 | 18 | 吊掛隱蔽式室內機 | 10000 | 0.29 |
| 63 | 2 | 吊掛隱蔽式室內機 | 6300 | 0.22 |
| 50 | 1 | 吊掛隱蔽式室內機 | 5000 | 0.20 |
| 40 | 4 | 吊掛隱蔽式室內機 | 4000 | 0.19 |

(資料來源：實際案例一)

表 5-5 照明空間面積表

| 空間名稱編號 | 樓層 | 空間名稱 | 設計照度 (Lx) | 面積 Ai (m ²) |
|--------|----|-------|-----------|-------------------------|
| 100 | 1F | 公眾廳 | 500 | 155 |
| 101 | 1F | 營業廳 | 500 | 150 |
| 102 | 1F | 自助郵局 | 500 | 33 |
| 114 | 1F | 門廳 | 300 | 44 |
| 201 | 2F | 辦公室 | 500 | 277 |
| 202 | 2F | 休息室 | 300 | 32 |
| 203 | 2F | 休息室 | 300 | 32 |
| 213 | 2F | 門廳 | 300 | 44 |
| 215 | 2F | 郵件工作室 | 500 | 254 |
| 301 | 3F | 辦公室 | 500 | 277 |
| 302 | 3F | 休息室 | 300 | 87 |
| 311 | 3F | 門廳 | 300 | 44 |
| 313 | 3F | 郵件工作室 | 500 | 254 |
| 401 | 4F | 辦公室 | 500 | 416 |
| 404 | 4F | 門廳 | 300 | 154 |

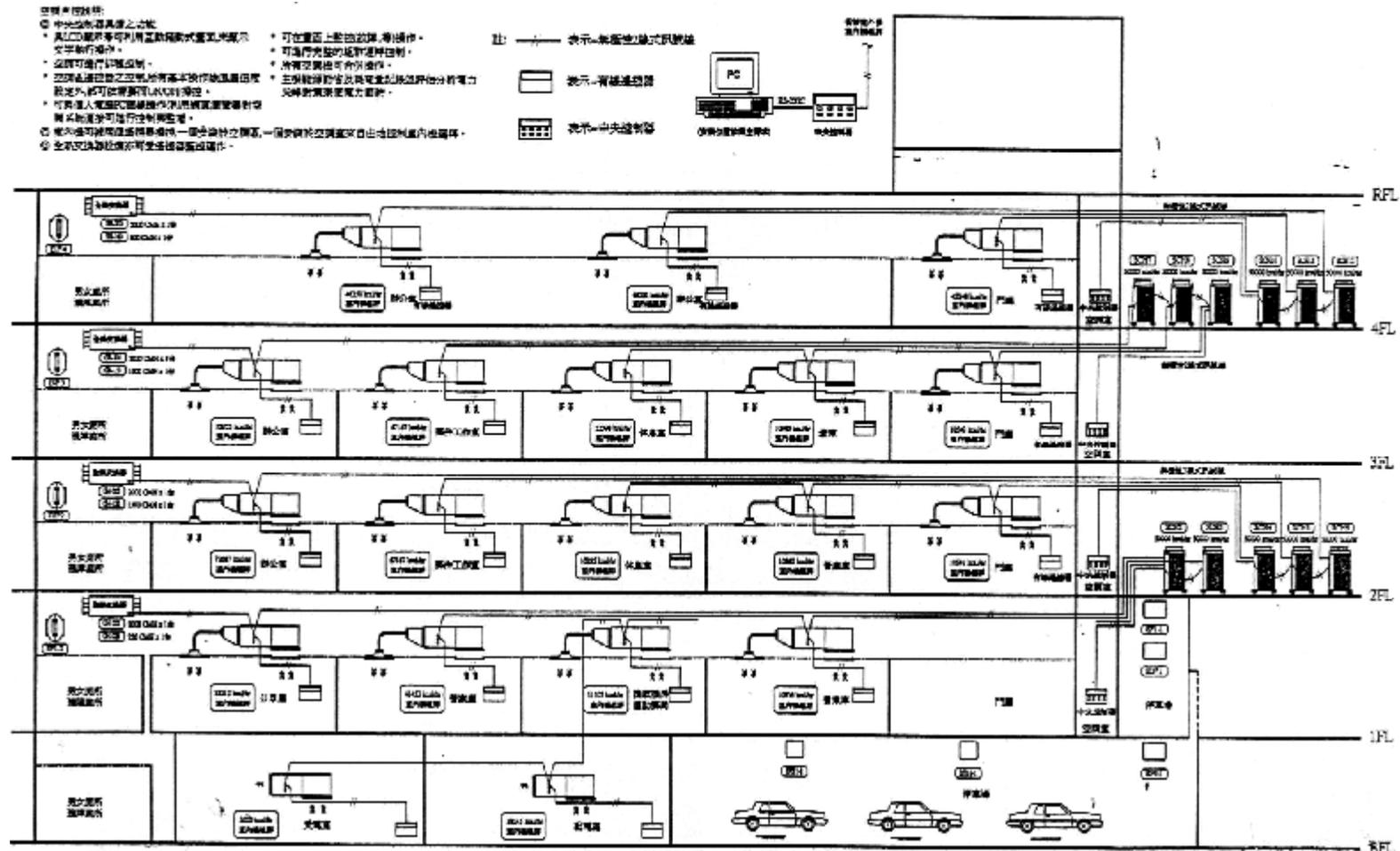
(資料來源：實際案例一)

表 5-6 照明設備數量表

| 空間名稱編號 | 燈具種類 | 光源種類 | 燈具總數量 ni | 每盞燈具之光源功率 wi | 安定器係數 Bi |
|----------|---------|---------|----------|--------------|----------|
| 1F 100 室 | T-BAR 燈 | 40W 螢光燈 | 22 | 40x3 | 0.8 |
| 1F 101 室 | T-BAR 燈 | 40W 螢光燈 | 25 | 40x3 | 0.8 |
| 1F 102 室 | T-BAR 燈 | 40W 螢光燈 | 7 | 40X2 | 0.8 |
| 1F 114 室 | T-BAR 燈 | 40W 螢光燈 | 6 | 40X2 | 0.8 |
| 2F 201 室 | T-BAR 燈 | 40W 螢光燈 | 40 | 40X3 | 0.8 |
| 2F 202 室 | T-BAR 燈 | 40W 螢光燈 | 4 | 40X2 | 0.8 |
| 2F 203 室 | T-BAR 燈 | 40W 螢光燈 | 4 | 40X2 | 0.8 |
| 2F 213 室 | T-BAR 燈 | 40W 螢光燈 | 6 | 40X2 | 0.8 |
| 2F 215 室 | T-BAR 燈 | 40W 螢光燈 | 36 | 40X3 | 0.8 |
| 3F 301 室 | T-BAR 燈 | 40W 螢光燈 | 40 | 40X3 | 0.8 |
| 3F 302 室 | T-BAR 燈 | 40W 螢光燈 | 12 | 40X3 | 0.8 |
| 3F 311 室 | T-BAR 燈 | 40W 螢光燈 | 6 | 40X2 | 0.8 |
| 3F 313 室 | T-BAR 燈 | 40W 螢光燈 | 36 | 40X3 | 0.8 |
| 4F 401 室 | T-BAR 燈 | 40W 螢光燈 | 64 | 40X3 | 0.8 |
| 4F 404 室 | T-BAR 燈 | 40W 螢光燈 | 20 | 40X2 | 0.8 |

(資料來源：實際案例一)

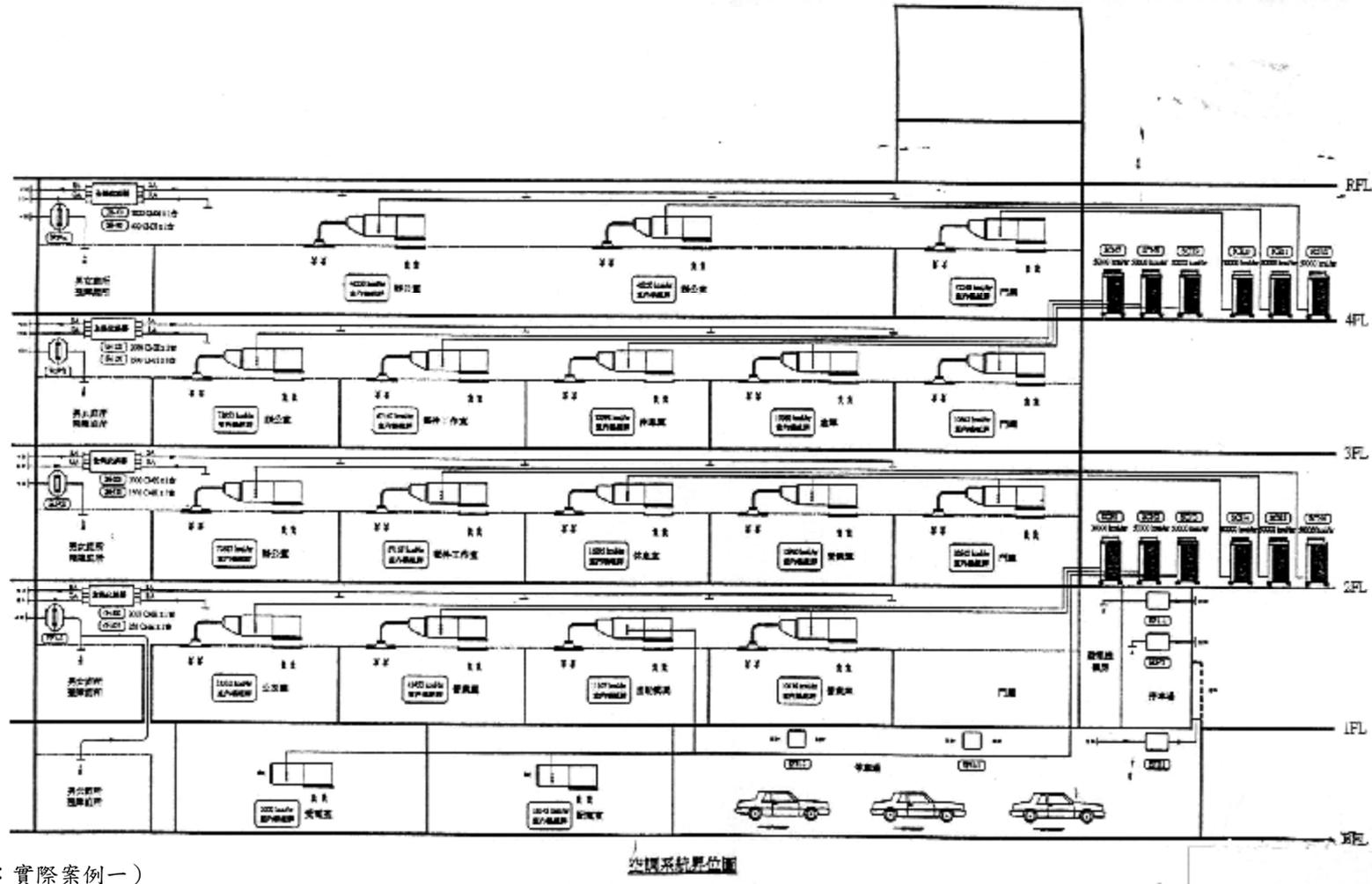
圖 5-1 空調系統控制架構圖



(資料來源：實際案例一)

空調系統控制架構圖

圖 5-2 空調系統昇位圖



(資料來源：實際案例一)

(二)使用原評估方式計算**A.主機容量設計**

- 1.先計算空調系統之外周區總面積 AFp 與空調系統之內部區總面積 AFi 以及總空調面積 AFc。

$$\text{空調系統之外周區總面積 } AFp=1616.39 \text{ m}^2$$

$$\text{空調系統之內部區總面積 } AFi=671.61 \text{ m}^2$$

$$\text{總空調面積 } AFc= AFp+AFi=1616.39+671.61=2288 \text{ m}^2$$

- 2.計算空調系統外周區係數 γ

$$\gamma = \frac{AFp - Afi/(n - 1)}{AFp + AFi} = \frac{1616.39 - 671.61/(4 - 1)}{1616.39 + 671.61} = 0.61$$

- 3.計算 ACsc

$$ACsc = sf \times ACf \times (a0 + a1 \times ENVLOAD + a2 \times \gamma)$$

$$ACsc = 0.8 \times 0.96 \times (63.4 + (-0.127) \times 67.91 + (-31.5) \times 0.61) = 27.34$$

- 4.計算 ACs

本棟大樓採用 VRV 分離式空調系統，主機容量共 182 噸。

$$ACs = \frac{2288}{182} = 12.57$$

- 5.計算主機容量效率 HSC

$$HSC = \frac{27.34}{12.57} = 2.18 \geq 1.35$$

設備量過大，不合格。假設申請單位將設備量降低至 HSC=1.35。

B.主機效率

本建築採用變冷媒量 VRV 空調系統，若使用 COPi=2.95 之 A 機

型、COPi=2.80 之 B 機型、COPi=3.59 之 C 機型則：

$$A \text{ 機型之主機效率} : \frac{182 \times 2.73}{182 \times 2.95} = 0.93$$

$$B \text{ 機型之主機效率} : \frac{182 \times 2.73}{182 \times 2.80} = 0.975$$

$$C \text{ 機型之主機效率} : \frac{182 \times 2.73}{182 \times 3.59} = 0.76$$

C. 熱源系統節能效率(Rs)

本棟建築物採用 VRV 變頻系統 $\alpha_4=0.2$

$$\text{故 } R_s = 1.0 - 0.2 = 0.8$$

D · 送風系統節能效率(Rf)

全部空調系統皆採用分段變速系統，可自動依室溫調整送風速度， $\alpha_{10}=0.4$

$$\text{故送風系統節能效率 } R_f = 1 - (0.4 \times 1) = 0.6$$

E · 送水、送冷媒系統節能效率(Rp)

本系統使用變冷媒量 VRV 系統， $\alpha_{12}=0.2$

$$\text{故送水、送冷媒系統節能效率 } R_p = 1 - 0.2 = 0.8$$

F · 自然能源、再生能源、節能管理等其他系統節能效率 Rm

本案無使用任何之自然能源、再生能源、節能管理等其他系統節能措施，故 $R_m=1.0$ 。

G · 最後代入 EAC 公式，進行 EAC 評估

$$EAC = \left[0.6 \times HSC \times \frac{\sum(HCi \times COPci)}{\sum(HCi \times COPpi)} \times Rs + 0.2 \times Rf + 0.2 \times Rp \right] \times Rm$$

$$\leq 0.8$$

A 機型

$$EAC = [0.6 \times 1.35 \times 0.93 \times 0.8 + 0.2 \times 0.6 + 0.2 \times 0.8] \times 1.0$$

$$= 0.88 > 0.8 (\text{不合格})$$

B 機型

$$EAC = [0.6 \times 1.35 \times 0.975 \times 0.8 + 0.2 \times 0.6 + 0.2 \times 0.8] \times 1.0$$

$$= 0.91 > 0.8 (\text{不合格})$$

C 機型

$$EAC = [0.6 \times 1.35 \times 0.76 \times 0.8 + 0.2 \times 0.6 + 0.2 \times 0.8] \times 1.0$$

$$= 0.77 < 0.8 (\text{合格})$$

原設計採用低效率的 B 機型 VRV 系統，EAC 評估不合格。改採用較高效率的 A 機型 VRV 系統，EAC 評估仍不合格，因某些因素而不採用 C 機型 VRV 系統。因無法符合 EAC 標準，放棄採用較節能的 VRV 系統，而改採用較不節能之定頻分離系統，逃避 EAC 評估。

(三) 使用本研究建立之評估方式計算**A. 計算主機容量設計**

1. 先計算不同面向之外周空調區總面積與內周區總面積 AF_i 。

根據本案例於綠建綠審報告書中之各層樓之平面圖可以計算出各外周區與內周區的空調面積，計算結果如下：

西外周區：296m²

北外周區：438.28m²

東外周區：209.5m²

南外周區：452.8m²

內周區： 885.42m²

$$AFc=296+438.28+209.5+452.8+885.42=2288 \text{ m}^2$$

2.計算不同面向外周空調區的開窗面積 Ai、外遮陽係數 Ki、玻璃日射透過率 η_i 與建築外殼總面積 Aen。

根據本案候選綠建築證書審查報告書的 ENVLOAD 計算表結果，並將所需要的數據節錄，並計算 $Ai \times Ki \times \eta_i / Aen$ ，結果如表 5-7 所示。

表 5-7 開窗面積、外遮陽係數、玻璃日射透過率與建築外殼總面積

| | Ai | Ki | η_i | Aen | $Ai \times Ki \times \eta_i / Aen$ |
|------|-----------|-----------|----------------------------|------------|--|
| 西外周區 | 144.52 | 0.24 | 0.38 | 346.82 | 0.038 |
| 北外周區 | 59.025 | 0.46 | 0.38 | 401.61 | 0.026 |
| 東外周區 | 85.8 | 1 | 0.38 | 240.76 | 0.135 |
| 南外周區 | 53.7 | 0.42 | 0.38 | 422.10 | 0.020 |

3. 計算室內總發熱值 Gi，其中包括人員發熱、設備發熱以及照明發熱。

其中人員發熱之計算，因為本案為郵局，應有較多的洽公人員，故室內人員之發熱量選定為一般室內人員發熱量的 1.5 倍。設備發熱量則選定一般室內發熱的參考值。照明發熱則依照綠建築證書審查報告書的照明系統節能效率評估表計算出，照明發熱之計算如下：

照明發熱：如表 5-5 與 5-6 所示，計算出總照明面積 $\Sigma A_i=2253 \text{ m}^2$ ，燈具總發熱量 $\Sigma(n_i \times w_i/B_i)=46.55 \text{ kW}$ ，故室內每米樓面積照明發熱量： $46.55 \text{ kW}/2253 \text{ m}^2=0.021 \text{ kW}/\text{m}^2$

室內的：

人員發熱： $0.038 \text{ kW}/\text{m}^2$

設備發熱： $0.010 \text{ kW}/\text{m}^2$

照明發熱： $0.021 \text{ kW}/\text{m}^2$

室內總發熱值 $G_i=0.038+0.010+0.021=0.069 \text{ kW}/\text{m}^2$

4. 以公式 5-4 計算各區的 PEAK_i 值

西外周區： $\text{PEAK} = 0.049 + 0.258 \times 0.038 + 1.732 \times 0.069 = 0.179 \text{ kW}/\text{m}^2$

北外周區： $\text{PEAK} = 0.033 + 0.124 \times 0.026 + 1.614 \times 0.069 = 0.148 \text{ kW}/\text{m}^2$

東外周區： $\text{PEAK} = 0.049 + 0.258 \times 0.135 + 1.732 \times 0.069 = 0.203 \text{ kW}/\text{m}^2$

南外周區： $\text{PEAK} = 0.033 + 0.124 \times 0.026 + 1.614 \times 0.069 = 0.147 \text{ kW}/\text{m}^2$

內周區： $\text{PEAK} = -0.0001 + 1.732 \times 0.069 = 0.118 \text{ kW}/\text{m}^2$

5. 以公式 5-3 計算整棟建築物冰水主機設計供應面積 AC_{sc}

首先計算各區之 $\text{PEAK}_i \times A_{Fi}$

西外周區： $0.179 \times 296 = 52.98 \text{ kW}$

北外周區： $0.148 \times 438.28 = 64.87 \text{ kW}$

東外周區： $0.203 \times 209.5 = 42.53 \text{ kW}$

南外周區： $0.147 \times 452.8 = 66.56 \text{ kW}$

內周區： $0.118 \times 885.42 = 104.47 \text{ kW}$

$\Sigma \text{PEAK}_i \times A_{Fi} = 331.41 \text{ kW}$

計算 AC_{sc}

$$AC_{sc} = \frac{2288}{331.41/3.52} = 24.30 \text{ m}^2/\text{USRT}$$

6. 以公式 5-5 計算冰水主機最大供應面積 AC_s

本建築使用 VRV 分離式空調系統，主機容量共 182 噸。

$$AC_s = \frac{2288}{182} = 12.57$$

7. 計算主機容量效率

$$HSC = \frac{24.30}{12.57} = 1.93 > 1.35 \text{ (不合格)}$$

設備量過大，不合格。假設申請單位將設備量降低至 HSC=1.35。

B. 計算主機效率

本建築採用變冷媒量 VRV 空調系統，若使用 COP_i=2.95 之 A 機型、COP_i=2.80 之 B 機型、COP_i=3.59 之 C 機型則：

$$\text{A 機型之主機效率} : \frac{182 \times 2.73}{182 \times 2.95} = 0.93$$

$$\text{B 機型之主機效率} : \frac{182 \times 2.73}{182 \times 2.80} = 0.975$$

$$\text{C 機型之主機效率} : \frac{182 \times 2.73}{182 \times 2.95} = 0.76$$

C. 計算特殊節能效率 α_4

1. 計算 A、B、C 機型總部份負載效率 IPLV，表 5-8 為不同製冷能力時之冷氣能力與耗電量(kW)

表 5-8 A、B、C 機型於不同製冷能力時之冷氣能力(kW)與耗電量(kW)

| | | 100% | 75% | 50% | 25% |
|------|------|------|------|------|------|
| A 機型 | 冷氣能力 | 56.0 | 42.0 | 28.0 | 14.0 |
| | 耗電量值 | 19.0 | 10.0 | 5.6 | 2.7 |
| B 機型 | 冷氣能力 | 58.2 | 43.7 | 29.1 | 14.6 |
| | 耗電量值 | 19.0 | 12.9 | 7.8 | 3.7 |
| C 機型 | 冷氣能力 | 56.0 | 42.0 | 28.0 | 14.0 |
| | 耗電量值 | 15.6 | 9.8 | 5.4 | 2.6 |

(資料來源：實際案例一)

A 機型

$$\text{於 100\% 製冷能力時之 COP : } \frac{56}{19} = 2.95$$

$$\text{於 75\% 製冷能力時之 COP : } \frac{42}{10.04} = 4.18$$

$$\text{於 50\% 製冷能力時之 COP : } \frac{28}{5.56} = 5.04$$

$$\text{於 25\% 製冷能力時之 COP : } \frac{14}{2.67} = 5.24$$

$$\text{IPLV} = 0.01 \times 2.95 + 0.42 \times 4.18 + 0.45 \times 5.04 + 0.12 \times 5.24 = 4.68$$

B 機型

$$\text{於 100\% 製冷能力時之 COP : } \frac{58.2}{19} = 3.06$$

$$\text{於 75\% 製冷能力時之 COP : } \frac{43.66}{12.92} = 3.38$$

$$\text{於 50\% 製冷能力時之 COP : } \frac{29.1}{7.8} = 3.73$$

$$\text{於 25\% 製冷能力時之 COP : } \frac{14.55}{3.68} = 3.68$$

$$\text{IPLV} = 0.01 \times 3.06 + 0.42 \times 3.38 + 0.45 \times 3.73 + 0.12 \times 3.68 = 3.44$$

C 機型

$$\text{於 100\% 製冷能力時之 COP : } \frac{56}{15.59} = 3.59$$

$$\text{於 75\% 製冷能力時之 COP : } \frac{42}{9.81} = 4.28$$

$$\text{於 50\% 製冷能力時之 COP : } \frac{28}{5.36} = 5.22$$

$$\text{於 25\% 製冷能力時之 COP : } \frac{14}{2.55} = 5.49$$

$$\text{IPLV} = 0.01 \times 3.59 + 0.42 \times 4.28 + 0.45 \times 5.22 + 0.12 \times 5.49 = 4.84$$

2. 計算 A、B、C 機型之 α_4

$$\text{A 機型之 } \alpha_4 : -0.3452 + 0.3523 \times \frac{4.68}{2.95} = 0.21$$

$$\text{B 機型之 } \alpha_4 : -0.3452 + 0.3523 \times \frac{3.44}{2.80} = 0.09$$

$$\text{C 機型之 } \alpha_4 : -0.3452 + 0.3523 \times \frac{4.84}{3.59} = 0.13$$

D. 計算送風系統節能效率

A、B、C 機型之室內機皆採自動分段變速， $\alpha_{10}=0.40$ ，採用率 $\gamma_{10}=1$

$$\text{故 } R_f = 1 - 0.40 \times 1 = 0.6$$

E. 計算自然能源、再生能源、節能管理等其他節能效率。

本案無使用任何之自然能源、再生能源、節能管理等其他系統節能措施，故 $R_m=1.0$ 。

E. 計算 EAC

使用 VRV 變頻系統

A 機型

$$\text{EAC} = [0.9 \times 1 \times 0.93 \times (1 - 0.21) + 0.1 \times 0.6] \times 1.0 = 0.72 < 0.8 (\text{合格})$$

B 機型

$$EAC=[0.9 \times 1 \times 0.975 \times (1 - 0.09) + 0.1 \times 0.6] \times 1.0 = 0.86 > 0.8 (\text{不合格})$$

C 機型

$$EAC=[0.9 \times 1 \times 0.76 \times (1 - 0.13) + 0.1 \times 0.6] \times 1.0 = 0.67 < 0.8 (\text{合格})$$

假設 EAC 評估不過關的 B 機型使用定頻系統逃避評估：

假設定頻系統之 $COP = COP_{ci} = 2.73$

$$OSF = 0.1207 \times HSC + 0.866$$

$$= 0.1207 \times 1.35 + 0.866$$

$$= 1.03$$

$$EAC = [0.9 \times 1.05 \times 1 \times 1 + 0.1 \times 0.6] \times 1.0$$

$$= 1.0 > 0.8 (\text{不合格})$$

採用本研究建立之 EAC 評估方式，除了可以區分 VRV 系統的好壞外，還可以預防申請單位採用較耗能的定頻分離式系統。

第三節 實際案例二計算

建築基本資料

1. 本建築基地面積 22506m²，建築面積 6835 m²(含單元機房、池體區及二期擴建用地。)，法定建比率為 60%。本其共興建控制中心、進流抽水站、定量抽水站以及鼓風設備室各一棟共六棟建築物。其中除了控制中心做為汙水處理廠技術及行政人員辦公操作使用屬辦公廳類，依規定應進行空調系統 EAC 之評估，其餘皆供作設備機房之用。控制中心為地上三層，地下一層之辦公類建築，建築高度 18.10m，總樓地板面積(含屋突層、地下層)為 3091 m²。
2. 空調系統採用可變冷媒空調系統，以一台室外機供應多台室內分離式空調機，主機容量共計 111 噸，空調系統控制架構圖如圖 5-3 所示。空調系統規範說明如表 5-9 至 5-10。
3. 建築外殼耗能量(ENVLOAD)計算結果為 71.35(kWh/ m²-fl-area · yr)。
4. 照明設備採用如表 5-11 與 5-12 所示

表 5-9 變頻多聯式室外機規範說明

| 符號 | 數量 | 變頻型式 | 冷房能力 (kW) | 額定輸入 (kW) | 備註 |
|-------|-----|------|-----------|-----------|---------|
| OU-20 | 1+1 | 直流變頻 | 56 | 19 | 其中一台為備台 |
| OU-28 | 1 | 直流變頻 | 78.5 | 27.1 | |
| OU-30 | 1 | 直流變頻 | 85 | 30.6 | |
| OU-40 | 1 | 直流變頻 | 113 | 40.1 | |

(資料來源：實際案例二)

表 5-10 變頻多聯式室內機規範說明

| 符號 | 數量 | 冷房能力 (kcal/hr) | 風量(Hi) (m ³ /min) | 電源輸入 (W) |
|---------|----|-------------------|---------------------------------|-------------|
| IUS-63 | 2 | 6300 | 21 | 254 |
| IUS-80 | 31 | 8000 | 27 | 315 |
| IUS-100 | 16 | 10000 | 28 | 326 |
| IUS-100 | 1 | 10000 | 25 | 199 |

(資料來源：實際案例二)

表 5-11 照明空間面積設計表

| 樓層 | 空間名稱 | 設計照度 (Lx) | 面積 Ai (m ²) |
|----|-------|--------------|----------------------------|
| 1F | 辦公室 | 500 | 126.00 |
| 1F | 辦公室 | 500 | 31.50 |
| 1F | 辦公室 | 500 | 48.75 |
| 1F | 大廳 | 300 | 225.00 |
| 1F | 會議室 | 500 | 31.50 |
| 1F | 檔案室 | 300 | 20.16 |
| 1F | 水質化驗室 | 750 | 71.50 |
| 1F | 預處理室 | 750 | 48.75 |
| 1F | 精密儀器室 | 750 | 48.75 |
| 1F | 工務室 | 500 | 48.75 |
| 1F | 工具室 | 500 | 25.50 |
| 2F | 辦公室 | 500 | 97.50 |
| 2F | 會議室 | 500 | 48.75 |
| 2F | 廠長室 | 500 | 48.75 |
| 2F | 檔案室 | 500 | 11.52 |
| 2F | 辦公室 | 500 | 48.75 |
| 2F | 貴賓室 | 500 | 39.44 |
| 2F | 簡報室 | 500 | 69.44 |
| 2F | 控制室 | 500 | 100.00 |
| 3F | 客廳 | 200 | 39.00 |
| 3F | 行政室 | 500 | 48.75 |

(資料來源：實際案例二)

表 5-12 照明設備數量表

| 燈具種類 | 光源種類 | 燈具 總數量 ni | 每盞燈具之 光源功率 wi | 安定器 係數 Bi |
|---------|-----------|-----------------|---------------------|--------------|
| T-BAR 燈 | 20W 螢光燈 | 6 | 20x2 | 0.8 |
| T-BAR 燈 | 40W 螢光燈 | 197 | 40x3 | 0.8 |
| 崁頂燈 | 27WPL 燈 | 30 | 27x1 | 0.8 |
| 崁頂燈 | 150WHID 燈 | 16 | 150x1 | 1 |

(資料來源：實際案例二)

(二) 使用原評估方式計算

A. 主機容量設計

1. 先計算空調系統之外周區總面積 AFp 與空調系統之內部區總面積 AFi 以及總空調面積 AFc。

空調系統之外周區總面積 AFp=1474.12 m²

空調系統之內部區總面積 AFi=287.92 m²

總空調面積 AFc= AFp+AFi=1474.12+287.92=1762.04 m²

2. 計算空調系統外周區係數 γ

$$\gamma = \frac{AFp - AFi / (n - 1)}{AFp + AFi} = \frac{1474.12 - 287.92 / (3 - 1)}{1474.12 + 287.92} = 0.75$$

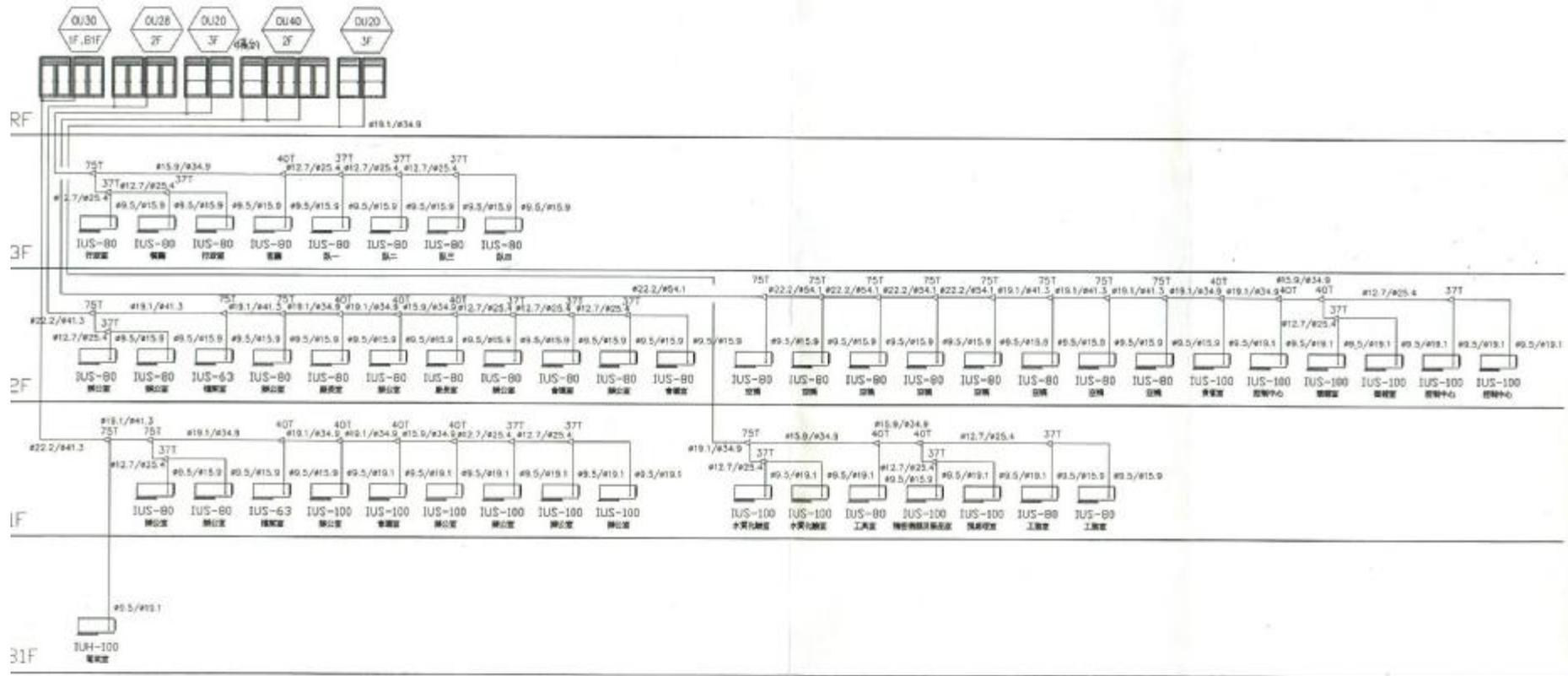
3. 計算 ACsc

$$ACsc = sf \times ACf \times (a_0 + a_1 \times ENVLOAD + a_2 \times \gamma)$$

將表 5-7 各項係數帶入計算

$$ACsc = 0.8 \times 0.96 \times (63.4 + (-0.127) \times 71.35 + (-31.5) \times 0.75) = 23.47$$

圖 5-3 空調系統流程圖



(資料來源：實際案例二)

4. 計算 ACs

本建築採用 VRV 分離式空調系統，主機容量共 111 噸。

$$ACs = \frac{1762.04}{111} = 15.87$$

5. 計算主機容量效率 HSC

$$HSC = \frac{27.89}{15.87} = 1.76 \geq 1.35 \text{ (不合格)}$$

設備量過大，不合格。假設申請單位將設備量降低至 95 噸，所以 HSC=1.27。

B. 主機效率

本建築採用變冷媒量 VRV 空調系統，若使用相同容量之主機於 A 機型、B 機型、C 機型則：

$$\text{A 機型之主機效率} : \frac{\sum(HCi \times COPci)}{\sum(HCi \times COPi)} = \frac{300.85}{315.72} = 0.95$$

$$\text{B 機型之主機效率} : \frac{\sum(HCi \times COPci)}{\sum(HCi \times COPi)} = \frac{300.3}{309.17} = 0.97$$

$$\text{C 機型之主機效率} : \frac{\sum(HCi \times COPci)}{\sum(HCi \times COPi)} = \frac{300.3}{392.04} = 0.77$$

C. 熱源系統節能效率(Rs)

本棟建築物採用 VRV 變頻系統 $\alpha_4=0.2$

$$\text{故 } Rs = 1.0 - 0.2 = 0.8$$

D. 送風系統節能效率(Rf)

全部空調系統皆採用分段變速系統，可自動依室溫調整送風速

度， $\alpha_{10}=0.4$

故送風系統節能效率 $R_f=1-(0.4 \times 1)=0.6$

E · 送水、送冷媒系統節能效率(R_p)

本系統使用變冷媒量 VRV 系統， $\alpha_{12}=0.2$

故送水、送冷媒系統節能效率 $R_p=1-0.2=0.8$

F · 自然能源、再生能源、節能管理等其他系統節能效率 R_m

本案無使用任何之自然能源、再生能源、節能管理等其他系統節能措施，故 $R_m=1.0$ 。

G · 最後代入 EAC 公式，進行 EAC 評估

$$EAC = \left[0.6 \times HSC \times \frac{\sum(HC_i \times COP_{ci})}{\sum(HC_i \times COP_{pi})} \times R_s + 0.2 \times R_f + 0.2 \times R_p \right] \times R_m \leq 0.8$$

A 機型

$$EAC = [0.6 \times 1.27 \times 0.95 \times 0.8 + 0.2 \times 0.6 + 0.2 \times 0.8] \times 1.0 = 0.85 > 0.8 (\text{不合格})$$

B 機型

$$EAC = [0.6 \times 1.27 \times 0.97 \times 0.8 + 0.2 \times 0.6 + 0.2 \times 0.8] \times 1.0 = 0.87 > 0.8 (\text{不合格})$$

C 機型

$$EAC = [0.6 \times 1.27 \times 0.77 \times 0.8 + 0.2 \times 0.6 + 0.2 \times 0.8] \times 1.0 = 0.75 \leq 0.8 (\text{合格})$$

申請單位原選擇 B 機型，EAC 評估不合格。但是申請單位並沒有選擇 C 機型，以使 EAC 評估合格，反而選擇免評估卻較耗能的定頻系統。

(三)使用本研究建立之評估方式計算

A.計算主機容量設計

1. 先計算不同面向之外周空調區總面積與內周區總面積 AF_i 。

根據本案例於綠建綠審報告書中之各層樓之平面圖可以計算出各外周區與內周區的空調面積，計算結果如下：

西外周區：280.5m²

北外周區：509.68m²

東外周區：284.5m²

南外周區：516.5m²

內周區：170.86m²

$$AF_c = 280.5 + 509.68 + 284.5 + 516.5 + 170.86 = 1762.04 \text{ m}^2$$

2. 計算不同面向外周空調區的開窗面積 A_i 、外遮陽係數 K_i 、玻璃日射透過率 η_i 與建築外殼總面積 A_{en} 。

根據本案候選綠建築證書審查報告書的 ENVLOAD 計算表結果，並將所需要的數據節錄，並計算 $A_i \times K_i \times \eta_i / A_{en}$ ，結果如表 5-13。

表 5-13 $A_i \times K_i \times \eta_i / A_{en}$ 計算結果

| | $\Sigma A_i \times K_i \times \eta_i$ | A_{en} | $A_i \times K_i \times \eta_i / A_{en}$ |
|------|---------------------------------------|----------|---|
| 西外周區 | 23.702 | 507.87 | 0.047 |
| 北外周區 | 51.132 | 290.4 | 0.176 |
| 東外周區 | 45.169 | 453.12 | 0.099 |
| 南外周區 | 68.318 | 410.4 | 0.166 |

(資料來源：實際案例二)

3. 計算室內總發熱值 G_i ，其中包括人員發熱、設備發熱以及照明發熱。

其中人員發熱之計算，因為本案為控制中心，應有較少的人員使用，故室內人員之發熱量選定為一般室內人員發熱量的 0.5 倍。設備發熱量也因人員較少而選定一般室內發熱的 0.5 倍參考值。照明發熱則依照綠建築證書審查報告書的照明系統節能效率評估表計算出，照明發熱之計算如下：

照明發熱：如表 5-11 與 5-12 所示計算出總照明面積 $\Sigma A_i = 1278.06 \text{ m}^2$ ，燈具總發熱量 $\Sigma(n_i \times w_i / B_i) = 33.26 \text{ kW}$ ，故室內每米樓面積照明發熱量： $33.26 \text{ kW} / 1278.06 \text{ m}^2 = 0.026 \text{ kW} / \text{m}^2$

室內的

人員發熱： $0.013 \text{ kW} / \text{m}^2$

設備發熱： $0.005 \text{ kW} / \text{m}^2$

照明發熱： $0.026 \text{ kW} / \text{m}^2$

室內總發熱值 $G_i = 0.013 + 0.005 + 0.026 = 0.044 \text{ kW} / \text{m}^2$

4. 以公式 5-4 計算各區的 PEAK_i 值

西外周區： $PEAK = 0.049 + 0.258 \times 0.047 + 1.732 \times 0.044 = 0.137 \text{ kW} / \text{m}^2$

北外周區： $PEAK = 0.033 + 0.124 \times 0.176 + 1.614 \times 0.044 = 0.126 \text{ kW} / \text{m}^2$

東外周區： $PEAK = 0.049 + 0.258 \times 0.099 + 1.732 \times 0.044 = 0.151 \text{ kW} / \text{m}^2$

南外周區： $PEAK = 0.033 + 0.124 \times 0.166 + 1.614 \times 0.044 = 0.124 \text{ kW} / \text{m}^2$

內周區： $PEAK = -0.0001 + 1.732 \times 0.044 = 0.075 \text{ kW} / \text{m}^2$

5. 以公式 5-3 計算整棟建築物冰水主機設計供應面積 AC_{sc}

首先計算各區之 PEAK_i × A_{Fi}

西外周區： $0.137 \times 280.5 = 38.43 \text{ kW}$

北外周區： $0.126 \times 509.68 = 64.22 \text{ kW}$

$$\text{東外周區} : 0.151 \times 284.5 = 42.96 \text{ kW}$$

$$\text{南外周區} : 0.124 \times 516.5 = 64.05 \text{ kW}$$

$$\text{內周區} : 0.075 \times 170.86 = 12.81 \text{ kW}$$

$$\Sigma \text{PEAK}_i \times \text{AF}_i = 222.47 \text{ kW}$$

計算 AC_{sc}

$$\text{AC}_{sc} = \frac{1762.04}{222.47/3.52} = 27.88 \text{ m}^2/\text{USRT}$$

6. 以公式 5-5 計算冰水主機最大供應面積 AC_s

本建築使用 VRV 分離式空調系統，主機容量共 182 噸。

$$\text{AC}_s = \frac{2288}{182} = 12.57$$

7. 計算主機容量效率

$$\text{HSC} = \frac{24.30}{12.57} = 1.93 > 1.35 \text{ (不合格)}$$

設備量過大，不合格。假設申請單位將設備量降低至 HSC=1.35。

B. 計算主機效率

本建築採用變冷媒量 VRV 空調系統，若使用相同容量之主機於

A 機型、B 機型、C 機型則：

$$\text{A 機型之主機效率} : \frac{\Sigma(\text{HC}_i \times \text{COP}_{ci})}{\Sigma(\text{HC}_i \times \text{COP}_i)} = \frac{300.85}{315.72} = 0.95$$

$$\text{B 機型之主機效率} : \frac{\Sigma(\text{HC}_i \times \text{COP}_{ci})}{\Sigma(\text{HC}_i \times \text{COP}_i)} = \frac{300.3}{309.17} = 0.97$$

$$\text{C 機型之主機效率} : \frac{\Sigma(\text{HC}_i \times \text{COP}_{ci})}{\Sigma(\text{HC}_i \times \text{COP}_i)} = \frac{300.3}{392.04} = 0.77$$

C. 計算特殊節能效率 α_4

1. 計算 A、B、C 機型總部份負載效率 IPLV

根據實際案例 2 之空調系統設備表 5-9 與 5-10 知道本案並非使用單一室外機種，故必須求出不同各室外機之 IPLV 進行加權計算，計算方式如下：

$$IPLV = \frac{\sum IPLV \times H_{Ci}}{\sum H_{Ci}}$$

A 機型

$$\begin{aligned} IPLV &= \frac{4.68 \times 15.9 \times 2 + 4.29 \times 22.3 + 4.47 \times 24.1 + 4.49 \times 32}{110.2} \\ &= 4.50 \end{aligned}$$

B 機型

由於 B 機型沒有與 OU-40 相等大小的室外機，故選擇以 OU-20 當等大小的室外機兩台取代之。

$$\begin{aligned} IPLV &= \frac{3.45 \times 15.9 \times 4 + 3.41 \times 22.3 + 3.54 \times 24.1}{110} \\ &= 3.46 \end{aligned}$$

C 機型

$$\begin{aligned} IPLV &= \frac{4.84 \times 15.9 \times 2 + 5.40 \times 22.3 + 5.25 \times 24.1 + 5.05 \times 32}{110.2} \\ &= 5.10 \end{aligned}$$

2. 計算 A、B、C 機型之 COP_i

$$COP_i = \frac{\sum COP_i \times H_{Ci}}{\sum H_{Ci}}$$

A 機型

$$\begin{aligned} \text{COP}_i &= \frac{2.95 \times 15.9 \times 2 + 2.90 \times 22.3 + 2.78 \times 24.1 + 2.82 \times 32}{110.2} \\ &= 2.86 \end{aligned}$$

B 機型

$$\begin{aligned} \text{COP}_i &= \frac{2.80 \times 15.9 \times 4 + 2.82 \times 22.3 + 2.83 \times 24.1}{110} \\ &= 2.81 \end{aligned}$$

C 機型

$$\begin{aligned} \text{COP}_i &= \frac{3.59 \times 15.9 \times 2 + 3.61 \times 22.3 + 3.37 \times 24.1 + 3.63 \times 32}{110.2} \\ &= 3.56 \end{aligned}$$

3. 計算 A、B、C 機型之 α_4

$$\text{A 機型之 } \alpha_4 : -0.3452 + 0.3523 \times \frac{4.50}{2.86} = 0.21$$

$$\text{B 機型之 } \alpha_4 : -0.3452 + 0.3523 \times \frac{3.46}{2.81} = 0.09$$

$$\text{C 機型之 } \alpha_4 : -0.3452 + 0.3523 \times \frac{5.10}{3.56} = 0.16$$

D. 計算送風系統節能效率

A、B、C 機型之室內機皆採自動分段變速， $\alpha_{10}=0.40$ ，採用率 $\gamma_{10}=1$

故 $R_f=1-0.40 \times 1=0.6$

E. 無自然能源、再生能源、節能管理等其他節能效率。 $R_m=1.0$ 。

F. 計算 EAC

A 機型

$$\text{EAC}=[0.9 \times 1 \times 0.95 \times (1 - 0.21) + 0.1 \times 0.6] \times 1.0 = 0.73 < 0.8 (\text{合格})$$

B 機型

$$EAC=[0.9 \times 1 \times 0.97 \times (1 - 0.09) + 0.1 \times 0.6] \times 1.0 = 0.86 > 0.8 (\text{不合格})$$

C 機型

$$EAC=[0.9 \times 1 \times 0.77 \times (1 - 0.16) + 0.1 \times 0.6] \times 1.0 = 0.64 < 0.8 (\text{合格})$$

由原評估的方式計算 EAC，可以發現即使使用優良的 VRV 系統也難以突顯其優良的節能效果，更遑論能通過 EAC 的評估基準小於 0.8，是故於一般之送審案件中就會出現捨棄節能效能優良之變頻 VRV 系統而採用一般定頻之空調系統，乃因評估 EAC 的方式已無法實際反映變冷媒量 VRV 系統而造成。

第六章 結論

變冷媒 VRV 空調系統在空調分類上，雖不屬於中央空調型，但其多聯式系統與智慧型控制系統，功能與傳統的中央空調系統幾乎無差別。故在目前的綠建築評估系統中的日常節能之評估方式中，乃將 VRV 空調系統分類為法定中央空調型建築物。

若使用原先之中央空調系統評估方式評定 VRV 系統可能造成不適用，是故有修正 EAC 公式以符合實際情況之需要。以下為評估方式之四個問題點與本研究之發現：

(1) 對於分離式系統而言，EAC 並非隨 HSC 成比例增加

VRV 空調系統是組合式，主機的耗電乃取決於實際主機開啟的運轉台數，空調需求量若降低，主機開啟的台數則少；所以主機的超大設計是增加待機時間與待機時之耗電，而不是如 EAC 公式中之 HSC 成等比例增加。本研究發現，於主機超量設計後，一般之定頻系統的耗電量會有隨之上升之趨勢但並非是倍數關係；而於 VRV 系統，主機超量設計前後之耗電量是差不多的。是故於 EAC 公式中應導入一變數 OSF 取代原先之 HSC 項，於一般定頻系統時，由於其多聯變頻的特性，使的主機超量設計對於 EAC 幾乎無影響，所以 $OSF=0.1207 \times HSC + 0.8699$ ，於 VRV 系統時 $OSF=1$ 。

(2) VRV 節能效率 α_4 應由系統特性決定而非定值

主機側節能效率 α_4 值，應由實際不同空調系統節能效率之優劣決定，不應直接認定其 α_4 值為 0.2。本研究藉由不同之建築外殼變動、外周區係數變動、室內負荷密度變動與使用不同機型之變動四個因子探討影響 α_4 值之因素，發現 α_4 值之變動只受使用之不同機型有顯著

影響，而其他因子之變動對於 α_4 值的影響則為很小，是故藉由本研究藉由空調系統之總部份負載效率 IPLV 與主機效率 COP 所建立之預測公式可精確計算出不同系統 α_4 值，其公式為

$$\alpha_4 = -0.3452 + 0.3523 \times \frac{\text{IPLV}}{\text{COP}_i} \quad R^2=0.88$$

(3) 對於 VRV 系統而言，室外機（主機）與室內機（風扇）的權重應調整為 0.9 : 0.1

由於 VRV 系統無冰水泵，對於送水系統之節能 $\alpha_{12} = 0.2$ 將有失此系統之無冰水泵特性，也可能導致 EAC 評估相當程度之誤差。根據本研究分析空調系統室內機與室外機之耗電量，得知室外機與室內機各佔全系統耗電量之 90% 與 10%，故重新修正無冰水的分離式或 VRV 系統項目的加權比重，結果為：主機加權比重應為 90%，送風機加權比重應為 10%。

(4) 主機最大供應面積 ACsc 應加入室內負荷計算，以符合實際需求

於原評估方式中，主機最大供應面積基準 ACsc 只受建築外殼耗能 ENVLOAD 值與建築外周區係數 γ 之影響，對於實際建築室內負荷變動卻無法反映，而造成主機設計時的過大或是不足。本研究能藉由各空調區之開窗率與室內負荷得以計算出各區之尖峰空調負荷，進而求得符合不同室內負荷變動下之主機最大供應面積、空調需求量。

(5) 修正後之 VRV 系統的 EAC 公式

根據以上四點的研究結果所建立的 VRV 空調系統節能效率評估方式必須同時滿足公式 6-1 與 6-7 的規定：

$$\mathbf{HSC} = \frac{\mathbf{ACsc}}{\mathbf{ACs}} \leq 1.35 \quad (6-1)$$

$$\mathbf{EAC} = [0.9 \times \mathbf{OSF} \times \frac{\sum(\mathbf{HCi} \times \mathbf{COPci})}{\sum(\mathbf{HCi} \times \mathbf{COPi})} \times (1 - \alpha_4) + 0.1 \times \mathbf{Rf}] \times \mathbf{Rm} \leq 0.8 \quad (6-2)$$

$$\mathbf{ACsc} = \frac{\mathbf{AFc}}{\sum(\mathbf{PEAKi} \times \mathbf{AFi}) / 3.52} \quad (6-3)$$

$$\mathbf{PEAKi} = \mathbf{a} + \mathbf{b} \times \frac{\sum \mathbf{Ai} \times \mathbf{Ki} \times \eta_i}{\mathbf{Aen}} + \mathbf{c} \times \sum \mathbf{Gi} \quad (6-4)$$

$$\mathbf{ACs} = \frac{\mathbf{AFc}}{\sum \mathbf{HCi}} \quad (6-5)$$

$$\alpha_4 = -0.3452 + 0.3523 \times \frac{\mathbf{IPLV}}{\mathbf{COPi}} \quad (6-6)$$

$$\mathbf{IPLV} = 0.01\mathbf{A} + 0.42\mathbf{B} + 0.45\mathbf{C} + 0.12\mathbf{D} \quad (6-7)$$

於第五章中，運用本研究建的評估公式與原評估公式的計算比較後，可以發現 VRV 系統於原評估方式下，即使是使用優良之 VRV 系統也難以突顯其節能之效果，更遑論能通過評估。但是運用本研究所建立之評估方式則可以突顯優良系統的節能效率，也可以將較差的系統分辨出，而使其 EAC 評估不過關。對於要逃避而使用定頻系統之案件也能再重新進行評估，再次替空調節能把關。

本研究計畫所建立適用於 VRV 空調系統之 EAC 應用上之評估公式，透過實際案例的計算，成功印證了於不同 VRV 空調系統在 EAC 之評估時，能將優良之系統突顯，並將節能效果差之系統排除，為建築於空調系統設計時提供最佳的參考依據，以期望達到最適的空調設備量以及環保節能，達成日常節能之實質意義。

附 錄 一

表 A-1 室內負荷密度正常時 36 組全年各區空調單位樓板面積尖峰負荷結果

| 編號 | 內周區 (kW/m ²) | 東外周區 (kW/m ²) | 南外周區 (kW/m ²) | 西外周區 (kW/m ²) | 北外周區 (kW/m ²) |
|----|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 | 0.095 | 0.190 | 0.133 | 0.190 | 0.147 |
| 2 | 0.095 | 0.176 | 0.128 | 0.176 | 0.140 |
| 3 | 0.095 | 0.149 | 0.117 | 0.154 | 0.127 |
| 4 | 0.095 | 0.182 | 0.125 | 0.180 | 0.138 |
| 5 | 0.095 | 0.161 | 0.130 | 0.165 | 0.133 |
| 6 | 0.095 | 0.149 | 0.125 | 0.157 | 0.128 |
| 7 | 0.095 | 0.130 | 0.116 | 0.144 | 0.119 |
| 8 | 0.095 | 0.153 | 0.122 | 0.158 | 0.125 |
| 9 | 0.095 | 0.179 | 0.132 | 0.179 | 0.140 |
| 10 | 0.095 | 0.165 | 0.127 | 0.168 | 0.134 |
| 11 | 0.095 | 0.141 | 0.117 | 0.149 | 0.123 |
| 12 | 0.095 | 0.169 | 0.124 | 0.170 | 0.132 |
| 13 | 0.095 | 0.238 | 0.167 | 0.250 | 0.168 |
| 14 | 0.095 | 0.218 | 0.152 | 0.224 | 0.159 |
| 15 | 0.095 | 0.177 | 0.131 | 0.183 | 0.143 |
| 16 | 0.095 | 0.223 | 0.151 | 0.230 | 0.158 |
| 17 | 0.095 | 0.191 | 0.152 | 0.202 | 0.156 |
| 18 | 0.095 | 0.180 | 0.145 | 0.187 | 0.148 |
| 19 | 0.095 | 0.148 | 0.128 | 0.160 | 0.130 |
| 20 | 0.095 | 0.182 | 0.138 | 0.187 | 0.142 |
| 21 | 0.095 | 0.218 | 0.159 | 0.228 | 0.162 |
| 22 | 0.095 | 0.202 | 0.147 | 0.207 | 0.155 |
| 23 | 0.095 | 0.165 | 0.129 | 0.172 | 0.136 |
| 24 | 0.095 | 0.206 | 0.143 | 0.211 | 0.151 |
| 25 | 0.095 | 0.283 | 0.199 | 0.302 | 0.185 |
| 26 | 0.095 | 0.253 | 0.179 | 0.267 | 0.176 |
| 27 | 0.095 | 0.202 | 0.142 | 0.209 | 0.153 |
| 28 | 0.095 | 0.261 | 0.176 | 0.275 | 0.172 |
| 29 | 0.095 | 0.215 | 0.173 | 0.241 | 0.172 |
| 30 | 0.095 | 0.199 | 0.160 | 0.215 | 0.163 |
| 31 | 0.095 | 0.164 | 0.139 | 0.175 | 0.141 |
| 32 | 0.095 | 0.201 | 0.153 | 0.219 | 0.156 |
| 33 | 0.095 | 0.253 | 0.188 | 0.272 | 0.178 |
| 34 | 0.095 | 0.230 | 0.170 | 0.244 | 0.169 |
| 35 | 0.095 | 0.186 | 0.140 | 0.194 | 0.148 |
| 36 | 0.095 | 0.235 | 0.166 | 0.248 | 0.164 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-2 室內負荷密度減少 50%時 36 組全年各區空調單位樓板面積尖峰負荷結果

| 編號 | 內周區 (kW/m ²) | 東外周區 (kW/m ²) | 南外周區 (kW/m ²) | 西外周區 (kW/m ²) | 北外周區 (kW/m ²) |
|----|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 | 0.047 | 0.135 | 0.094 | 0.139 | 0.095 |
| 2 | 0.047 | 0.124 | 0.085 | 0.125 | 0.090 |
| 3 | 0.047 | 0.103 | 0.074 | 0.103 | 0.081 |
| 4 | 0.047 | 0.127 | 0.085 | 0.129 | 0.089 |
| 5 | 0.047 | 0.111 | 0.086 | 0.114 | 0.087 |
| 6 | 0.047 | 0.105 | 0.081 | 0.106 | 0.083 |
| 7 | 0.047 | 0.087 | 0.072 | 0.092 | 0.074 |
| 8 | 0.047 | 0.106 | 0.079 | 0.107 | 0.080 |
| 9 | 0.047 | 0.125 | 0.089 | 0.128 | 0.091 |
| 10 | 0.047 | 0.116 | 0.083 | 0.117 | 0.087 |
| 11 | 0.047 | 0.096 | 0.073 | 0.098 | 0.078 |
| 12 | 0.047 | 0.118 | 0.081 | 0.119 | 0.086 |
| 13 | 0.047 | 0.188 | 0.131 | 0.200 | 0.115 |
| 14 | 0.047 | 0.166 | 0.116 | 0.175 | 0.108 |
| 15 | 0.047 | 0.129 | 0.089 | 0.132 | 0.093 |
| 16 | 0.047 | 0.172 | 0.115 | 0.181 | 0.107 |
| 17 | 0.047 | 0.140 | 0.113 | 0.159 | 0.106 |
| 18 | 0.047 | 0.128 | 0.101 | 0.140 | 0.100 |
| 19 | 0.047 | 0.105 | 0.085 | 0.110 | 0.086 |
| 20 | 0.047 | 0.129 | 0.098 | 0.143 | 0.096 |
| 21 | 0.047 | 0.167 | 0.123 | 0.180 | 0.110 |
| 22 | 0.047 | 0.150 | 0.110 | 0.158 | 0.104 |
| 23 | 0.047 | 0.120 | 0.086 | 0.121 | 0.090 |
| 24 | 0.047 | 0.153 | 0.108 | 0.163 | 0.101 |
| 25 | 0.047 | 0.237 | 0.165 | 0.253 | 0.135 |
| 26 | 0.047 | 0.206 | 0.144 | 0.220 | 0.124 |
| 27 | 0.047 | 0.151 | 0.105 | 0.159 | 0.104 |
| 28 | 0.047 | 0.214 | 0.142 | 0.226 | 0.121 |
| 29 | 0.047 | 0.170 | 0.139 | 0.200 | 0.122 |
| 30 | 0.047 | 0.149 | 0.123 | 0.175 | 0.114 |
| 31 | 0.047 | 0.118 | 0.095 | 0.127 | 0.096 |
| 32 | 0.047 | 0.152 | 0.119 | 0.178 | 0.109 |
| 33 | 0.047 | 0.206 | 0.155 | 0.230 | 0.128 |
| 34 | 0.047 | 0.180 | 0.135 | 0.198 | 0.118 |
| 35 | 0.047 | 0.138 | 0.100 | 0.145 | 0.100 |
| 36 | 0.047 | 0.187 | 0.133 | 0.205 | 0.115 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-3 室內負荷密度增加 50% 時 36 組全年各區空調單位樓板面積尖峰負荷結果

| 編號 | 內周區 (kW/m ²) | 東外周區 (kW/m ²) | 南外周區 (kW/m ²) | 西外周區 (kW/m ²) | 北外周區 (kW/m ²) |
|----|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 | 0.141 | 0.238 | 0.179 | 0.239 | 0.193 |
| 2 | 0.141 | 0.220 | 0.173 | 0.226 | 0.186 |
| 3 | 0.141 | 0.193 | 0.165 | 0.206 | 0.171 |
| 4 | 0.141 | 0.226 | 0.172 | 0.229 | 0.183 |
| 5 | 0.141 | 0.205 | 0.175 | 0.214 | 0.178 |
| 6 | 0.141 | 0.195 | 0.170 | 0.207 | 0.172 |
| 7 | 0.141 | 0.170 | 0.163 | 0.195 | 0.165 |
| 8 | 0.141 | 0.199 | 0.168 | 0.207 | 0.169 |
| 9 | 0.141 | 0.222 | 0.177 | 0.228 | 0.185 |
| 10 | 0.141 | 0.209 | 0.172 | 0.217 | 0.179 |
| 11 | 0.141 | 0.184 | 0.164 | 0.201 | 0.167 |
| 12 | 0.141 | 0.213 | 0.170 | 0.220 | 0.176 |
| 13 | 0.141 | 0.288 | 0.210 | 0.298 | 0.217 |
| 14 | 0.141 | 0.268 | 0.196 | 0.272 | 0.209 |
| 15 | 0.141 | 0.220 | 0.174 | 0.232 | 0.186 |
| 16 | 0.141 | 0.274 | 0.192 | 0.279 | 0.207 |
| 17 | 0.141 | 0.241 | 0.199 | 0.249 | 0.201 |
| 18 | 0.141 | 0.224 | 0.190 | 0.235 | 0.192 |
| 19 | 0.141 | 0.192 | 0.172 | 0.210 | 0.174 |
| 20 | 0.141 | 0.229 | 0.184 | 0.236 | 0.185 |
| 21 | 0.141 | 0.268 | 0.202 | 0.276 | 0.211 |
| 22 | 0.141 | 0.250 | 0.193 | 0.256 | 0.201 |
| 23 | 0.141 | 0.206 | 0.173 | 0.221 | 0.180 |
| 24 | 0.141 | 0.256 | 0.187 | 0.259 | 0.195 |
| 25 | 0.141 | 0.329 | 0.242 | 0.350 | 0.235 |
| 26 | 0.141 | 0.301 | 0.220 | 0.315 | 0.224 |
| 27 | 0.141 | 0.244 | 0.186 | 0.258 | 0.201 |
| 28 | 0.141 | 0.308 | 0.218 | 0.323 | 0.221 |
| 29 | 0.141 | 0.263 | 0.218 | 0.282 | 0.220 |
| 30 | 0.141 | 0.247 | 0.207 | 0.261 | 0.209 |
| 31 | 0.141 | 0.205 | 0.183 | 0.224 | 0.184 |
| 32 | 0.141 | 0.249 | 0.198 | 0.262 | 0.200 |
| 33 | 0.141 | 0.301 | 0.230 | 0.319 | 0.228 |
| 34 | 0.141 | 0.279 | 0.211 | 0.292 | 0.217 |
| 35 | 0.141 | 0.228 | 0.185 | 0.244 | 0.192 |
| 36 | 0.141 | 0.283 | 0.208 | 0.295 | 0.211 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-4 室內負荷正常時外周區係數 γ 與室外機選機結果

| 編號 | $\gamma = 0$ (總樓板面積：929 m ²) | | | | $\gamma = 0.2$ (總樓板面積：2787 m ²) | | | |
|----|---|------------|------------|----|--|------------|------------|----|
| | 尖峰負荷 kW | 室外機能力 kW/台 | 室外機耗電 kW/台 | 台數 | 尖峰負荷 kW | 室外機能力 kW/台 | 室外機耗電 kW/台 | 台數 |
| 1 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.109 | 113 | 40.6 | 3 |
| 2 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.107 | 113 | 40.6 | 3 |
| 3 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.103 | 107 | 36.6 | 3 |
| 4 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.107 | 113 | 40.6 | 3 |
| 5 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.105 | 113 | 40.6 | 3 |
| 6 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.104 | 107 | 36.6 | 3 |
| 7 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.101 | 107 | 36.6 | 3 |
| 8 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.104 | 107 | 36.6 | 3 |
| 9 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.107 | 113 | 40.6 | 3 |
| 10 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.106 | 113 | 40.6 | 3 |
| 11 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.102 | 107 | 36.6 | 3 |
| 12 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.106 | 113 | 40.6 | 3 |
| 13 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.117 | 124 | 43.2 | 3 |
| 14 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.114 | 113 | 40.6 | 3 |
| 15 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.107 | 113 | 40.6 | 3 |
| 16 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.114 | 113 | 40.6 | 3 |
| 17 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.111 | 113 | 40.6 | 3 |
| 18 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.109 | 113 | 40.6 | 3 |
| 19 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.104 | 107 | 36.6 | 3 |
| 20 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.108 | 113 | 40.6 | 3 |
| 21 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.114 | 118 | 41.7 | 3 |
| 22 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.111 | 113 | 40.6 | 3 |
| 23 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.106 | 113 | 40.6 | 3 |
| 24 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.111 | 113 | 40.6 | 3 |
| 25 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.124 | 130 | 46.7 | 3 |
| 26 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.120 | 124 | 43.2 | 3 |
| 27 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.111 | 113 | 40.6 | 3 |
| 28 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.120 | 124 | 43.2 | 3 |
| 29 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.116 | 118 | 41.7 | 3 |
| 30 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.113 | 118 | 41.7 | 3 |
| 31 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.107 | 113 | 40.6 | 3 |
| 32 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.112 | 113 | 40.6 | 3 |
| 33 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.121 | 124 | 43.2 | 3 |
| 34 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.117 | 124 | 43.2 | 3 |
| 35 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.109 | 113 | 40.6 | 3 |
| 36 | 0.095 | 101 | 35.1 | 1 | 0.117 | 124 | 43.2 | 3 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-4 室內負荷正常時外周區係數 γ 與室外機選機結果續

| 編號 | $\gamma=0$ (總樓板面積：929 m ²) | | | | $\gamma=0.2$ (總樓板面積：2787 m ²) | | | |
|----|---|------------|------------|----|--|------------|------------|----|
| | 尖峰負荷 kW | 室外機能力 kW/台 | 室外機耗電 kW/台 | 台數 | 尖峰負荷 kW | 室外機能力 kW/台 | 室外機耗電 kW/台 | 台數 |
| 1 | 0.123 | 96 | 33.5 | 2 | 0.137 | 73 | 25.6 | 2 |
| 2 | 0.119 | 96 | 33.5 | 2 | 0.131 | 73 | 25.6 | 2 |
| 3 | 0.112 | 85 | 30.6 | 2 | 0.120 | 124 | 43.2 | 1 |
| 4 | 0.120 | 96 | 33.5 | 2 | 0.132 | 73 | 25.6 | 2 |
| 5 | 0.116 | 96 | 33.5 | 2 | 0.127 | 73 | 25.6 | 2 |
| 6 | 0.113 | 85 | 30.6 | 2 | 0.122 | 124 | 43.2 | 1 |
| 7 | 0.108 | 85 | 30.6 | 2 | 0.115 | 124 | 43.2 | 1 |
| 8 | 0.113 | 85 | 30.6 | 2 | 0.122 | 124 | 43.2 | 1 |
| 9 | 0.120 | 96 | 33.5 | 2 | 0.133 | 73 | 25.6 | 2 |
| 10 | 0.116 | 96 | 33.5 | 2 | 0.127 | 73 | 25.6 | 2 |
| 11 | 0.110 | 85 | 30.6 | 2 | 0.118 | 124 | 43.2 | 1 |
| 12 | 0.117 | 96 | 33.5 | 2 | 0.128 | 73 | 25.6 | 2 |
| 13 | 0.140 | 113 | 40.6 | 2 | 0.162 | 90 | 32.2 | 2 |
| 14 | 0.132 | 101 | 35.1 | 2 | 0.151 | 78.5 | 27.1 | 2 |
| 15 | 0.120 | 96 | 33.5 | 2 | 0.133 | 73 | 25.6 | 2 |
| 16 | 0.133 | 101 | 35.1 | 2 | 0.153 | 78.5 | 27.1 | 2 |
| 17 | 0.127 | 96 | 33.5 | 2 | 0.144 | 78.5 | 27.1 | 2 |
| 18 | 0.123 | 96 | 33.5 | 2 | 0.137 | 73 | 25.6 | 2 |
| 19 | 0.114 | 90 | 32.2 | 2 | 0.123 | 135 | 48.3 | 1 |
| 20 | 0.122 | 96 | 33.5 | 2 | 0.136 | 73 | 25.6 | 2 |
| 21 | 0.134 | 107 | 36.6 | 2 | 0.154 | 85 | 30.6 | 2 |
| 22 | 0.128 | 101 | 35.1 | 2 | 0.145 | 78.5 | 27.1 | 2 |
| 23 | 0.117 | 96 | 33.5 | 2 | 0.129 | 73 | 25.6 | 2 |
| 24 | 0.128 | 101 | 35.1 | 2 | 0.145 | 78.5 | 27.1 | 2 |
| 25 | 0.154 | 118 | 41.7 | 2 | 0.184 | 96 | 33.5 | 2 |
| 26 | 0.145 | 113 | 40.6 | 2 | 0.170 | 96 | 33.5 | 2 |
| 27 | 0.128 | 101 | 35.1 | 2 | 0.144 | 78.5 | 27.1 | 2 |
| 28 | 0.146 | 113 | 40.6 | 2 | 0.171 | 96 | 33.5 | 2 |
| 29 | 0.137 | 107 | 36.6 | 2 | 0.159 | 85 | 30.6 | 2 |
| 30 | 0.131 | 101 | 35.1 | 2 | 0.149 | 85 | 30.6 | 2 |
| 31 | 0.119 | 96 | 33.5 | 2 | 0.131 | 73 | 25.6 | 2 |
| 32 | 0.130 | 96 | 33.5 | 2 | 0.148 | 78.5 | 27.1 | 2 |
| 33 | 0.146 | 113 | 40.6 | 2 | 0.172 | 96 | 33.5 | 2 |
| 34 | 0.139 | 113 | 40.6 | 2 | 0.161 | 90 | 32.2 | 2 |
| 35 | 0.124 | 96 | 33.5 | 2 | 0.139 | 73 | 25.6 | 2 |
| 36 | 0.139 | 113 | 40.6 | 2 | 0.161 | 90 | 32.2 | 2 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-4 室內負荷正常時外周區係數 γ 與室外機選機結果續

| 編號 | $\gamma=0.8$ (總樓板面積：697 m ²) | | | | $\gamma=1$ (總樓板面積：557 m ²) | | | |
|----|---|------------|------------|----|---|------------|------------|----|
| | 尖峰負荷 kW | 室外機能力 kW/台 | 室外機耗電 kW/台 | 台數 | 尖峰負荷 kW | 室外機能力 kW/台 | 室外機耗電 kW/台 | 台數 |
| 1 | 0.151 | 118 | 41.7 | 1 | 0.166 | 107 | 36.6 | 1 |
| 2 | 0.144 | 118 | 41.7 | 1 | 0.156 | 107 | 36.6 | 1 |
| 3 | 0.129 | 96 | 33.5 | 1 | 0.137 | 85 | 30.6 | 1 |
| 4 | 0.145 | 113 | 40.6 | 1 | 0.157 | 101 | 35.1 | 1 |
| 5 | 0.137 | 118 | 41.7 | 1 | 0.148 | 107 | 36.6 | 1 |
| 6 | 0.132 | 96 | 33.5 | 1 | 0.141 | 85 | 30.6 | 1 |
| 7 | 0.121 | 96 | 33.5 | 1 | 0.128 | 85 | 30.6 | 1 |
| 8 | 0.131 | 96 | 33.5 | 1 | 0.140 | 85 | 30.6 | 1 |
| 9 | 0.146 | 118 | 41.7 | 1 | 0.158 | 107 | 36.6 | 1 |
| 10 | 0.138 | 113 | 40.6 | 1 | 0.149 | 101 | 35.1 | 1 |
| 11 | 0.126 | 96 | 33.5 | 1 | 0.133 | 85 | 30.6 | 1 |
| 12 | 0.139 | 113 | 40.6 | 1 | 0.150 | 101 | 35.1 | 1 |
| 13 | 0.184 | 73 | 25.6 | 2 | 0.207 | 135 | 48.3 | 1 |
| 14 | 0.170 | 130 | 46.7 | 1 | 0.189 | 118 | 41.7 | 1 |
| 15 | 0.146 | 118 | 41.7 | 1 | 0.159 | 107 | 36.6 | 1 |
| 16 | 0.172 | 130 | 46.7 | 1 | 0.192 | 118 | 41.7 | 1 |
| 17 | 0.160 | 124 | 43.2 | 1 | 0.176 | 113 | 40.6 | 1 |
| 18 | 0.151 | 118 | 41.7 | 1 | 0.165 | 107 | 36.6 | 1 |
| 19 | 0.133 | 107 | 36.6 | 1 | 0.142 | 96 | 33.5 | 1 |
| 20 | 0.149 | 118 | 41.7 | 1 | 0.163 | 107 | 36.6 | 1 |
| 21 | 0.173 | 73 | 25.6 | 2 | 0.193 | 130 | 46.7 | 1 |
| 22 | 0.162 | 130 | 46.7 | 1 | 0.179 | 118 | 41.7 | 1 |
| 23 | 0.140 | 118 | 41.7 | 1 | 0.151 | 107 | 36.6 | 1 |
| 24 | 0.162 | 130 | 46.7 | 1 | 0.179 | 118 | 41.7 | 1 |
| 25 | 0.214 | 85 | 30.6 | 2 | 0.244 | 78.5 | 27.1 | 2 |
| 26 | 0.195 | 78.5 | 27.1 | 2 | 0.220 | 73 | 25.6 | 2 |
| 27 | 0.161 | 130 | 46.7 | 1 | 0.177 | 118 | 41.7 | 1 |
| 28 | 0.197 | 78.5 | 27.1 | 2 | 0.223 | 73 | 25.6 | 2 |
| 29 | 0.180 | 73 | 25.6 | 2 | 0.201 | 130 | 46.7 | 1 |
| 30 | 0.167 | 135 | 48.3 | 1 | 0.185 | 124 | 43.2 | 1 |
| 31 | 0.143 | 118 | 41.7 | 1 | 0.156 | 107 | 36.6 | 1 |
| 32 | 0.165 | 124 | 43.2 | 1 | 0.183 | 113 | 40.6 | 1 |
| 33 | 0.198 | 78.5 | 27.1 | 2 | 0.224 | 73 | 25.6 | 2 |
| 34 | 0.183 | 73 | 25.6 | 2 | 0.205 | 135 | 48.3 | 1 |
| 35 | 0.153 | 118 | 41.7 | 1 | 0.168 | 107 | 36.6 | 1 |
| 36 | 0.183 | 73 | 25.6 | 2 | 0.205 | 135 | 48.3 | 1 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-5 室內負荷正常減少 50%時外周區係數 γ 與室外機選機結果

| 編號 | $\gamma=0$ (總樓板面積：929 m ²) | | | | $\gamma=0.2$ (總樓板面積：2787 m ²) | | | |
|----|---|------------|------------|----|--|------------|------------|----|
| | 尖峰負荷 kW | 室外機能力 kW/台 | 室外機耗電 kW/台 | 台數 | 尖峰負荷 kW | 室外機能力 kW/台 | 室外機耗電 kW/台 | 台數 |
| 1 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.061 | 96 | 33.5 | 2 |
| 2 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.059 | 90 | 32.2 | 2 |
| 3 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.056 | 90 | 32.2 | 2 |
| 4 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.059 | 90 | 32.2 | 2 |
| 5 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.057 | 90 | 32.2 | 2 |
| 6 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.056 | 90 | 32.2 | 2 |
| 7 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.054 | 85 | 30.6 | 2 |
| 8 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.056 | 90 | 32.2 | 2 |
| 9 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.059 | 90 | 32.2 | 2 |
| 10 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.058 | 90 | 32.2 | 2 |
| 11 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.055 | 85 | 30.6 | 2 |
| 12 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.058 | 90 | 32.2 | 2 |
| 13 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.069 | 107 | 36.6 | 2 |
| 14 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.066 | 107 | 36.6 | 2 |
| 15 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.060 | 96 | 33.5 | 2 |
| 16 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.066 | 107 | 36.6 | 2 |
| 17 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.063 | 101 | 35.1 | 2 |
| 18 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.061 | 96 | 33.5 | 2 |
| 19 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.057 | 90 | 32.2 | 2 |
| 20 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.061 | 96 | 33.5 | 2 |
| 21 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.067 | 107 | 36.6 | 2 |
| 22 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.064 | 101 | 35.1 | 2 |
| 23 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.058 | 90 | 32.2 | 2 |
| 24 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.064 | 101 | 35.1 | 2 |
| 25 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.077 | 124 | 43.2 | 2 |
| 26 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.072 | 113 | 40.6 | 2 |
| 27 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.063 | 101 | 35.1 | 2 |
| 28 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.073 | 113 | 40.6 | 2 |
| 29 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.069 | 107 | 36.6 | 2 |
| 30 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.066 | 101 | 35.1 | 2 |
| 31 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.059 | 90 | 32.2 | 2 |
| 32 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.065 | 101 | 35.1 | 2 |
| 33 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.073 | 113 | 40.6 | 2 |
| 34 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.069 | 107 | 36.6 | 2 |
| 35 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.062 | 96 | 33.5 | 2 |
| 36 | 0.047 | 50.4 | 17 | 1 | 0.069 | 113 | 40.6 | 2 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-5 室內負荷減少 50%時外周區係數 γ 與室外機選機結果續

| 編號 | $\gamma=0.4$ (總樓板面積：1394 m ²) | | | | $\gamma=0.6$ (總樓板面積：929m ²) | | | |
|----|---|------------|------------|----|---|------------|------------|----|
| | 尖峰負荷 kW | 室外機能力 kW/台 | 室外機耗電 kW/台 | 台數 | 尖峰負荷 kW | 室外機能力 kW/台 | 室外機耗電 kW/台 | 台數 |
| 1 | 0.074 | 118 | 41.7 | 1 | 0.088 | 96 | 33.5 | 1 |
| 2 | 0.071 | 107 | 36.6 | 1 | 0.082 | 85 | 30.6 | 1 |
| 3 | 0.064 | 107 | 36.6 | 1 | 0.073 | 85 | 30.6 | 1 |
| 4 | 0.071 | 107 | 36.6 | 1 | 0.083 | 85 | 30.6 | 1 |
| 5 | 0.068 | 107 | 36.6 | 1 | 0.079 | 85 | 30.6 | 1 |
| 6 | 0.066 | 107 | 36.6 | 1 | 0.075 | 85 | 30.6 | 1 |
| 7 | 0.061 | 96 | 33.5 | 1 | 0.068 | 73 | 25.6 | 1 |
| 8 | 0.065 | 101 | 35.1 | 1 | 0.074 | 78.5 | 27.1 | 1 |
| 9 | 0.071 | 107 | 36.6 | 1 | 0.084 | 85 | 30.6 | 1 |
| 10 | 0.068 | 107 | 36.6 | 1 | 0.079 | 85 | 30.6 | 1 |
| 11 | 0.063 | 96 | 33.5 | 1 | 0.070 | 73 | 25.6 | 1 |
| 12 | 0.068 | 107 | 36.6 | 1 | 0.079 | 85 | 30.6 | 1 |
| 13 | 0.092 | 73 | 25.6 | 2 | 0.114 | 118 | 41.7 | 1 |
| 14 | 0.085 | 135 | 48.3 | 1 | 0.104 | 113 | 40.6 | 1 |
| 15 | 0.072 | 118 | 41.7 | 1 | 0.085 | 96 | 33.5 | 1 |
| 16 | 0.086 | 135 | 48.3 | 1 | 0.105 | 113 | 40.6 | 1 |
| 17 | 0.080 | 124 | 43.2 | 1 | 0.096 | 101 | 35.1 | 1 |
| 18 | 0.075 | 113 | 40.6 | 1 | 0.089 | 90 | 32.2 | 1 |
| 19 | 0.067 | 107 | 36.6 | 1 | 0.077 | 85 | 30.6 | 1 |
| 20 | 0.075 | 113 | 40.6 | 1 | 0.089 | 90 | 32.2 | 1 |
| 21 | 0.086 | 135 | 48.3 | 1 | 0.106 | 113 | 40.6 | 1 |
| 22 | 0.080 | 124 | 43.2 | 1 | 0.097 | 101 | 35.1 | 1 |
| 23 | 0.070 | 107 | 36.6 | 1 | 0.081 | 85 | 30.6 | 1 |
| 24 | 0.081 | 130 | 46.7 | 1 | 0.097 | 101 | 35.1 | 1 |
| 25 | 0.107 | 85 | 30.6 | 2 | 0.137 | 73 | 25.6 | 2 |
| 26 | 0.098 | 78.5 | 27.1 | 2 | 0.123 | 130 | 46.7 | 1 |
| 27 | 0.080 | 124 | 43.2 | 1 | 0.097 | 101 | 35.1 | 1 |
| 28 | 0.099 | 78.5 | 27.1 | 2 | 0.124 | 130 | 46.7 | 1 |
| 29 | 0.091 | 73 | 25.6 | 2 | 0.113 | 118 | 41.7 | 1 |
| 30 | 0.084 | 130 | 46.7 | 1 | 0.103 | 107 | 36.6 | 1 |
| 31 | 0.072 | 107 | 36.6 | 1 | 0.084 | 85 | 30.6 | 1 |
| 32 | 0.084 | 130 | 46.7 | 1 | 0.102 | 107 | 36.6 | 1 |
| 33 | 0.100 | 78.5 | 27.1 | 2 | 0.127 | 130 | 46.7 | 1 |
| 34 | 0.091 | 73 | 25.6 | 2 | 0.114 | 118 | 41.7 | 1 |
| 35 | 0.076 | 118 | 41.7 | 1 | 0.091 | 96 | 33.5 | 1 |
| 36 | 0.092 | 73 | 25.6 | 2 | 0.115 | 124 | 43.2 | 1 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-5 室內負荷減少 50%時外周區係數 γ 與室外機選機結果續

| 編號 | $\gamma=0.8$ (總樓板面積: 697 m ²) | | | | $\gamma=1$ (總樓板面積: 557 m ²) | | | |
|----|---|------------|------------|----|---|------------|------------|----|
| | 尖峰負荷 kW | 室外機能力 kW/台 | 室外機耗電 kW/台 | 台數 | 尖峰負荷 kW | 室外機能力 kW/台 | 室外機耗電 kW/台 | 台數 |
| 1 | 0.102 | 85 | 30.6 | 1 | 0.116 | 78.5 | 27.1 | 1 |
| 2 | 0.094 | 73 | 25.6 | 1 | 0.106 | 68 | 24 | 1 |
| 3 | 0.082 | 73 | 25.6 | 1 | 0.090 | 68 | 24 | 1 |
| 4 | 0.095 | 73 | 25.6 | 1 | 0.107 | 68 | 24 | 1 |
| 5 | 0.089 | 73 | 25.6 | 1 | 0.100 | 68 | 24 | 1 |
| 6 | 0.084 | 73 | 25.6 | 1 | 0.094 | 68 | 24 | 1 |
| 7 | 0.075 | 68 | 24 | 1 | 0.081 | 56 | 19 | 1 |
| 8 | 0.084 | 68 | 24 | 1 | 0.093 | 68 | 24 | 1 |
| 9 | 0.096 | 73 | 25.6 | 1 | 0.108 | 68 | 24 | 1 |
| 10 | 0.090 | 73 | 25.6 | 1 | 0.101 | 68 | 24 | 1 |
| 11 | 0.078 | 68 | 24 | 1 | 0.086 | 56 | 19 | 1 |
| 12 | 0.090 | 73 | 25.6 | 1 | 0.101 | 68 | 24 | 1 |
| 13 | 0.136 | 107 | 36.6 | 1 | 0.159 | 101 | 35.1 | 1 |
| 14 | 0.122 | 101 | 35.1 | 1 | 0.141 | 96 | 33.5 | 1 |
| 15 | 0.098 | 85 | 30.6 | 1 | 0.111 | 78.5 | 27.1 | 1 |
| 16 | 0.124 | 101 | 35.1 | 1 | 0.144 | 96 | 33.5 | 1 |
| 17 | 0.113 | 90 | 32.2 | 1 | 0.129 | 85 | 30.6 | 1 |
| 18 | 0.103 | 78.5 | 27.1 | 1 | 0.117 | 73 | 25.6 | 1 |
| 19 | 0.086 | 73 | 25.6 | 1 | 0.096 | 68 | 24 | 1 |
| 20 | 0.103 | 78.5 | 27.1 | 1 | 0.117 | 73 | 25.6 | 1 |
| 21 | 0.126 | 101 | 35.1 | 1 | 0.145 | 96 | 33.5 | 1 |
| 22 | 0.114 | 90 | 32.2 | 1 | 0.130 | 85 | 30.6 | 1 |
| 23 | 0.093 | 73 | 25.6 | 1 | 0.104 | 68 | 24 | 1 |
| 24 | 0.114 | 90 | 32.2 | 1 | 0.131 | 90 | 32.2 | 1 |
| 25 | 0.167 | 135 | 48.3 | 1 | 0.198 | 130 | 46.7 | 1 |
| 26 | 0.148 | 118 | 41.7 | 1 | 0.173 | 113 | 40.6 | 1 |
| 27 | 0.113 | 90 | 32.2 | 1 | 0.130 | 85 | 30.6 | 1 |
| 28 | 0.150 | 118 | 41.7 | 1 | 0.176 | 113 | 40.6 | 1 |
| 29 | 0.136 | 107 | 36.6 | 1 | 0.158 | 101 | 35.1 | 1 |
| 30 | 0.121 | 96 | 33.5 | 1 | 0.140 | 90 | 32.2 | 1 |
| 31 | 0.097 | 73 | 25.6 | 1 | 0.109 | 68 | 24 | 1 |
| 32 | 0.121 | 96 | 33.5 | 1 | 0.140 | 90 | 32.2 | 1 |
| 33 | 0.153 | 118 | 41.7 | 1 | 0.180 | 113 | 40.6 | 1 |
| 34 | 0.136 | 107 | 36.6 | 1 | 0.158 | 101 | 35.1 | 1 |
| 35 | 0.106 | 85 | 30.6 | 1 | 0.121 | 78.5 | 27.1 | 1 |
| 36 | 0.137 | 113 | 40.6 | 1 | 0.160 | 107 | 36.6 | 1 |

(資料來源: 本研究整理)

表 A-6 室內負荷增加 50%時外周區係數 γ 與室外機選機結果

| 編號 | $\gamma=0$ (總樓板面積：929 m ²) | | | | $\gamma=0.2$ (總樓板面積：2787 m ²) | | | |
|----|--|------------|------------|----|---|------------|------------|----|
| | 尖峰負荷 kW | 室外機能力 kW/台 | 室外機耗電 kW/台 | 台數 | 尖峰負荷 kW | 室外機能力 kW/台 | 室外機耗電 kW/台 | 台數 |
| 1 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.155 | 113 | 40.6 | 4 |
| 2 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.153 | 113 | 40.6 | 4 |
| 3 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.150 | 113 | 40.6 | 4 |
| 4 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.153 | 113 | 40.6 | 4 |
| 5 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.151 | 113 | 40.6 | 4 |
| 6 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.150 | 113 | 40.6 | 4 |
| 7 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.147 | 113 | 40.6 | 4 |
| 8 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.150 | 113 | 40.6 | 4 |
| 9 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.153 | 113 | 40.6 | 4 |
| 10 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.152 | 113 | 40.6 | 4 |
| 11 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.149 | 113 | 40.6 | 4 |
| 12 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.152 | 113 | 40.6 | 4 |
| 13 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.163 | 124 | 43.2 | 4 |
| 14 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.160 | 118 | 41.7 | 4 |
| 15 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.153 | 113 | 40.6 | 4 |
| 16 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.160 | 118 | 41.7 | 4 |
| 17 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.157 | 118 | 41.7 | 4 |
| 18 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.155 | 113 | 40.6 | 4 |
| 19 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.150 | 113 | 40.6 | 4 |
| 20 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.154 | 113 | 40.6 | 4 |
| 21 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.161 | 124 | 43.2 | 4 |
| 22 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.158 | 118 | 41.7 | 4 |
| 23 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.152 | 113 | 40.6 | 4 |
| 24 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.158 | 118 | 41.7 | 4 |
| 25 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.171 | 130 | 46.7 | 4 |
| 26 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.166 | 124 | 43.2 | 4 |
| 27 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.157 | 118 | 41.7 | 4 |
| 28 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.166 | 124 | 43.2 | 4 |
| 29 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.162 | 124 | 43.2 | 4 |
| 30 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.159 | 124 | 43.2 | 4 |
| 31 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.153 | 113 | 40.6 | 4 |
| 32 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.158 | 118 | 41.7 | 4 |
| 33 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.167 | 124 | 43.2 | 4 |
| 34 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.163 | 124 | 43.2 | 4 |
| 35 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.155 | 118 | 41.7 | 4 |
| 36 | 0.141 | 73 | 26.5 | 2 | 0.163 | 124 | 43.2 | 4 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-6 室內負荷增加 50%時外周區係數 γ 與室外機選機結果續

| 編號 | $\gamma=0.4$ (總樓板面積：1394 m ²) | | | | $\gamma=0.6$ (總樓板面積：929m ²) | | | |
|----|---|------------|------------|----|---|------------|------------|----|
| | 尖峰負荷 kW | 室外機能力 kW/台 | 室外機耗電 kW/台 | 台數 | 尖峰負荷 kW | 室外機能力 kW/台 | 室外機耗電 kW/台 | 台數 |
| 1 | 0.169 | 130 | 46.7 | 2 | 0.184 | 90 | 32.2 | 2 |
| 2 | 0.165 | 130 | 46.7 | 2 | 0.177 | 90 | 32.2 | 2 |
| 3 | 0.158 | 124 | 43.2 | 2 | 0.167 | 90 | 32.2 | 2 |
| 4 | 0.166 | 130 | 46.7 | 2 | 0.178 | 90 | 32.2 | 2 |
| 5 | 0.162 | 130 | 46.7 | 2 | 0.172 | 90 | 32.2 | 2 |
| 6 | 0.159 | 124 | 43.2 | 2 | 0.168 | 90 | 32.2 | 2 |
| 7 | 0.154 | 124 | 43.2 | 2 | 0.160 | 85 | 30.6 | 2 |
| 8 | 0.159 | 124 | 43.2 | 2 | 0.168 | 90 | 32.2 | 2 |
| 9 | 0.166 | 130 | 46.7 | 2 | 0.178 | 90 | 32.2 | 2 |
| 10 | 0.162 | 130 | 46.7 | 2 | 0.173 | 90 | 32.2 | 2 |
| 11 | 0.156 | 124 | 43.2 | 2 | 0.164 | 90 | 32.2 | 2 |
| 12 | 0.162 | 130 | 46.7 | 2 | 0.173 | 90 | 32.2 | 2 |
| 13 | 0.186 | 96 | 33.5 | 3 | 0.208 | 107 | 36.6 | 2 |
| 14 | 0.179 | 96 | 33.5 | 3 | 0.198 | 101 | 35.1 | 2 |
| 15 | 0.166 | 130 | 46.7 | 2 | 0.178 | 90 | 32.2 | 2 |
| 16 | 0.180 | 96 | 33.5 | 3 | 0.199 | 101 | 35.1 | 2 |
| 17 | 0.174 | 135 | 48.3 | 2 | 0.190 | 101 | 35.1 | 2 |
| 18 | 0.169 | 130 | 46.7 | 2 | 0.183 | 90 | 32.2 | 2 |
| 19 | 0.159 | 124 | 43.2 | 2 | 0.169 | 90 | 32.2 | 2 |
| 20 | 0.168 | 130 | 46.7 | 2 | 0.182 | 90 | 32.2 | 2 |
| 21 | 0.180 | 96 | 33.5 | 3 | 0.200 | 107 | 36.6 | 2 |
| 22 | 0.175 | 96 | 33.5 | 3 | 0.191 | 101 | 35.1 | 2 |
| 23 | 0.163 | 130 | 46.7 | 2 | 0.173 | 90 | 32.2 | 2 |
| 24 | 0.174 | 135 | 48.3 | 2 | 0.191 | 101 | 35.1 | 2 |
| 25 | 0.200 | 107 | 36.6 | 3 | 0.230 | 124 | 43.2 | 2 |
| 26 | 0.191 | 96 | 33.5 | 3 | 0.216 | 107 | 36.6 | 2 |
| 27 | 0.174 | 96 | 33.5 | 3 | 0.190 | 101 | 35.1 | 2 |
| 28 | 0.192 | 101 | 35.1 | 3 | 0.217 | 113 | 40.6 | 2 |
| 29 | 0.183 | 96 | 33.5 | 3 | 0.204 | 107 | 36.6 | 2 |
| 30 | 0.177 | 96 | 33.5 | 3 | 0.195 | 107 | 36.6 | 2 |
| 31 | 0.164 | 130 | 46.7 | 2 | 0.176 | 90 | 32.2 | 2 |
| 32 | 0.176 | 135 | 48.3 | 2 | 0.193 | 101 | 35.1 | 2 |
| 33 | 0.192 | 96 | 33.5 | 3 | 0.218 | 107 | 36.6 | 2 |
| 34 | 0.185 | 96 | 33.5 | 3 | 0.206 | 107 | 36.6 | 2 |
| 35 | 0.169 | 130 | 46.7 | 2 | 0.184 | 96 | 33.5 | 2 |
| 36 | 0.184 | 96 | 33.5 | 3 | 0.206 | 107 | 36.6 | 2 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-6 室內負荷增加 50%時外周區係數 γ 與室外機選機結果續

| 編號 | $\gamma=0.8$ (總樓板面積：697 m ²) | | | | $\gamma=1$ (總樓板面積：557 m ²) | | | |
|----|--|------------|------------|----|--|------------|------------|----|
| | 尖峰負荷 kW | 室外機能力 kW/台 | 室外機耗電 kW/台 | 台數 | 尖峰負荷 kW | 室外機能力 kW/台 | 室外機耗電 kW/台 | 台數 |
| 1 | 0.198 | 73 | 25.6 | 2 | 0.212 | 130 | 46.7 | 1 |
| 2 | 0.189 | 73 | 25.6 | 2 | 0.201 | 130 | 46.7 | 1 |
| 3 | 0.175 | 73 | 25.6 | 2 | 0.184 | 124 | 43.2 | 1 |
| 4 | 0.190 | 73 | 25.6 | 2 | 0.203 | 130 | 46.7 | 1 |
| 5 | 0.183 | 73 | 25.6 | 2 | 0.193 | 130 | 46.7 | 1 |
| 6 | 0.177 | 73 | 25.6 | 2 | 0.186 | 124 | 43.2 | 1 |
| 7 | 0.167 | 135 | 48.3 | 1 | 0.173 | 118 | 41.7 | 1 |
| 8 | 0.177 | 73 | 25.6 | 2 | 0.186 | 124 | 43.2 | 1 |
| 9 | 0.191 | 73 | 25.6 | 2 | 0.203 | 130 | 46.7 | 1 |
| 10 | 0.184 | 73 | 25.6 | 2 | 0.194 | 130 | 46.7 | 1 |
| 11 | 0.171 | 73 | 25.6 | 2 | 0.179 | 124 | 43.2 | 1 |
| 12 | 0.184 | 73 | 25.6 | 2 | 0.195 | 130 | 46.7 | 1 |
| 13 | 0.231 | 90 | 32.2 | 2 | 0.253 | 78.5 | 27.1 | 2 |
| 14 | 0.217 | 85 | 30.6 | 2 | 0.236 | 78.5 | 27.1 | 2 |
| 15 | 0.191 | 73 | 25.6 | 2 | 0.203 | 130 | 46.7 | 1 |
| 16 | 0.219 | 85 | 30.6 | 2 | 0.238 | 78.5 | 27.1 | 2 |
| 17 | 0.206 | 85 | 30.6 | 2 | 0.223 | 73 | 25.6 | 2 |
| 18 | 0.196 | 73 | 25.6 | 2 | 0.210 | 130 | 46.7 | 1 |
| 19 | 0.178 | 73 | 25.6 | 2 | 0.187 | 124 | 43.2 | 1 |
| 20 | 0.195 | 73 | 25.6 | 2 | 0.209 | 130 | 46.7 | 1 |
| 21 | 0.220 | 90 | 32.2 | 2 | 0.239 | 78.5 | 27.1 | 2 |
| 22 | 0.208 | 85 | 30.6 | 2 | 0.225 | 78.5 | 27.1 | 2 |
| 23 | 0.184 | 73 | 25.6 | 2 | 0.195 | 130 | 46.7 | 1 |
| 24 | 0.208 | 85 | 30.6 | 2 | 0.225 | 73 | 25.6 | 2 |
| 25 | 0.260 | 107 | 36.6 | 2 | 0.289 | 96 | 33.5 | 2 |
| 26 | 0.241 | 90 | 32.2 | 2 | 0.265 | 85 | 30.6 | 2 |
| 27 | 0.206 | 85 | 30.6 | 2 | 0.222 | 78.5 | 27.1 | 2 |
| 28 | 0.242 | 96 | 33.5 | 2 | 0.268 | 90 | 32.2 | 2 |
| 29 | 0.225 | 90 | 32.2 | 2 | 0.246 | 78.5 | 27.1 | 2 |
| 30 | 0.213 | 90 | 32.2 | 2 | 0.231 | 78.5 | 27.1 | 2 |
| 31 | 0.188 | 73 | 25.6 | 2 | 0.199 | 130 | 46.7 | 1 |
| 32 | 0.210 | 85 | 30.6 | 2 | 0.227 | 73 | 25.6 | 2 |
| 33 | 0.244 | 90 | 32.2 | 2 | 0.270 | 78.5 | 27.1 | 2 |
| 34 | 0.228 | 90 | 32.2 | 2 | 0.250 | 78.5 | 27.1 | 2 |
| 35 | 0.198 | 78.5 | 27.1 | 2 | 0.212 | 135 | 48.3 | 1 |
| 36 | 0.228 | 90 | 32.2 | 2 | 0.249 | 78.5 | 27.1 | 2 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-7 室內負荷密度正常設定，外周區係數 $\gamma=0.2$ 時室外主機與室內機之全年耗電量模擬結果 kWh

| 編號 | 室外機 | | | | 室內機 | | | | |
|----|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 定頻式 | 變頻 A | 變頻 B | 變頻 C | 雙流 式 | 多流 式 | 內藏 式 | 後吸 式 | 風管 式 |
| 1 | 261903 | 196641 | 237619 | 173062 | 7446 | 10512 | 19710 | 18396 | 35332 |
| 2 | 258446 | 193667 | 234147 | 169603 | 7446 | 10512 | 19710 | 18396 | 35332 |
| 3 | 239780 | 181196 | 217602 | 159003 | 6935 | 9198 | 19710 | 17082 | 32996 |
| 4 | 259823 | 194822 | 235713 | 170706 | 7191 | 9855 | 19710 | 18396 | 35332 |
| 5 | 256008 | 191580 | 231737 | 167167 | 7446 | 10512 | 19710 | 18396 | 35332 |
| 6 | 240926 | 182217 | 218722 | 160254 | 6935 | 9198 | 19710 | 17082 | 32996 |
| 7 | 236925 | 178735 | 214767 | 156012 | 6935 | 9198 | 19710 | 17082 | 32996 |
| 8 | 241649 | 182752 | 219608 | 160776 | 6935 | 9198 | 19710 | 17082 | 32996 |
| 9 | 259343 | 194419 | 235064 | 170495 | 7446 | 10512 | 19710 | 18396 | 35332 |
| 10 | 256220 | 191806 | 231925 | 167320 | 7191 | 9855 | 19710 | 18396 | 35332 |
| 11 | 238528 | 180109 | 216359 | 157696 | 6935 | 9198 | 19710 | 17082 | 32996 |
| 12 | 257319 | 192672 | 233221 | 168200 | 7191 | 9855 | 19710 | 18396 | 35332 |
| 13 | 267551 | 198396 | 242026 | 174490 | 8067 | 11388 | 21353 | 20367 | 39055 |
| 14 | 268874 | 202722 | 244332 | 180899 | 8067 | 11388 | 21353 | 18068 | 34967 |
| 15 | 257924 | 193327 | 233398 | 169338 | 7446 | 10512 | 19710 | 18396 | 35332 |
| 16 | 271126 | 204557 | 246890 | 182787 | 8067 | 11388 | 21353 | 18068 | 34967 |
| 17 | 264429 | 198851 | 239906 | 176174 | 7756 | 10950 | 20531 | 18232 | 35150 |
| 18 | 260169 | 195282 | 235599 | 171705 | 7446 | 10512 | 19710 | 18396 | 35332 |
| 19 | 240192 | 181624 | 217817 | 159886 | 7446 | 10512 | 19710 | 17082 | 32996 |
| 20 | 261315 | 196116 | 237049 | 172475 | 7446 | 10512 | 19710 | 18396 | 35332 |
| 21 | 266246 | 198926 | 241322 | 175992 | 8067 | 11388 | 21353 | 19382 | 37303 |
| 22 | 265060 | 199329 | 240520 | 176967 | 8067 | 11388 | 21353 | 18068 | 34967 |
| 23 | 255597 | 191330 | 231085 | 167001 | 7446 | 10512 | 19710 | 18396 | 35332 |
| 24 | 266801 | 200696 | 242566 | 178334 | 8067 | 11388 | 21353 | 18068 | 34967 |
| 25 | 287389 | 212194 | 259885 | 187556 | 8687 | 12264 | 22995 | 20696 | 39858 |
| 26 | 270203 | 200718 | 244421 | 177450 | 8067 | 11388 | 21353 | 21353 | 40807 |
| 27 | 263038 | 197687 | 238353 | 175085 | 8067 | 11388 | 21353 | 18068 | 34967 |
| 28 | 272681 | 202700 | 247329 | 179404 | 8067 | 11388 | 21353 | 21353 | 40807 |
| 29 | 267547 | 200172 | 242429 | 177592 | 8067 | 11388 | 21353 | 19382 | 37303 |
| 30 | 262112 | 195601 | 236943 | 172060 | 7756 | 10950 | 20531 | 19546 | 37486 |
| 31 | 255895 | 191699 | 231210 | 167559 | 7446 | 10512 | 19710 | 18396 | 35332 |
| 32 | 267331 | 201326 | 242959 | 178931 | 7756 | 10950 | 20531 | 18232 | 35150 |
| 33 | 271868 | 202081 | 246145 | 179043 | 8067 | 11388 | 21353 | 21353 | 40807 |
| 34 | 265088 | 196390 | 239319 | 172362 | 8067 | 11388 | 21353 | 20367 | 39055 |
| 35 | 259736 | 194998 | 235036 | 171416 | 7446 | 10512 | 19710 | 18396 | 35332 |
| 36 | 266941 | 197827 | 241611 | 173718 | 8067 | 11388 | 21353 | 20367 | 39055 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-7 室內負荷密度正常設定，外周區係數 $\gamma=0.4$ 時室外主機與室內機之全年耗電量模擬結果 kWh

| 編號 | 室外機 | | | | 室內機 | | | | |
|----|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 定頻式 | 變頻 A | 變頻 B | 變頻 C | 雙流 式 | 多流 式 | 內藏 式 | 後吸 式 | 風管 式 |
| 1 | 138696 | 102743 | 125450 | 91069 | 4344 | 6132 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 2 | 135360 | 99949 | 122061 | 87801 | 4344 | 6132 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 3 | 132970 | 100165 | 120511 | 88955 | 3833 | 4818 | 11498 | 8870 | 17301 |
| 4 | 136679 | 101044 | 123605 | 88877 | 4088 | 5475 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 5 | 133005 | 97993 | 119711 | 85521 | 4344 | 6132 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 6 | 134165 | 101240 | 121697 | 90289 | 3833 | 4818 | 11498 | 8870 | 17301 |
| 7 | 129992 | 97592 | 117517 | 85816 | 3833 | 4818 | 11498 | 8870 | 17301 |
| 8 | 134911 | 101792 | 122625 | 90815 | 3833 | 4818 | 11498 | 8870 | 17301 |
| 9 | 136221 | 100652 | 122956 | 88638 | 4344 | 6132 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 10 | 133233 | 98214 | 119916 | 85715 | 4088 | 5475 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 11 | 131664 | 99027 | 119197 | 87577 | 3833 | 4818 | 11498 | 8870 | 17301 |
| 12 | 134256 | 99026 | 121172 | 86519 | 4088 | 5475 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 13 | 156869 | 113454 | 141071 | 100405 | 4964 | 7008 | 13140 | 12155 | 23360 |
| 14 | 145075 | 106899 | 131067 | 95786 | 4964 | 7008 | 13140 | 9855 | 19272 |
| 15 | 134912 | 99636 | 121343 | 87585 | 4344 | 6132 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 16 | 147168 | 108615 | 133539 | 97508 | 4964 | 7008 | 13140 | 9855 | 19272 |
| 17 | 141138 | 104752 | 127664 | 93967 | 4654 | 6570 | 12319 | 10019 | 19455 |
| 18 | 137081 | 101457 | 123496 | 89828 | 4344 | 6132 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 19 | 132841 | 98958 | 119616 | 87024 | 4344 | 6132 | 11498 | 8870 | 17301 |
| 20 | 138125 | 102246 | 124895 | 90513 | 4344 | 6132 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 21 | 144455 | 105227 | 130051 | 93302 | 4964 | 7008 | 13140 | 11169 | 21608 |
| 22 | 141396 | 103797 | 127357 | 92157 | 4964 | 7008 | 13140 | 9855 | 19272 |
| 23 | 132670 | 97768 | 119087 | 85397 | 4344 | 6132 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 24 | 142983 | 105074 | 129330 | 93379 | 4964 | 7008 | 13140 | 9855 | 19272 |
| 25 | 165399 | 119507 | 149168 | 107541 | 5585 | 7884 | 14783 | 12483 | 24163 |
| 26 | 159630 | 115691 | 143544 | 103307 | 4964 | 7008 | 13140 | 13140 | 25112 |
| 27 | 139514 | 102317 | 125260 | 90471 | 4964 | 7008 | 13140 | 9855 | 19272 |
| 28 | 162066 | 117689 | 146538 | 105215 | 4964 | 7008 | 13140 | 13140 | 25112 |
| 29 | 145775 | 106331 | 131146 | 94810 | 4964 | 7008 | 13140 | 11169 | 21608 |
| 30 | 142522 | 104825 | 128264 | 93503 | 4654 | 6570 | 12319 | 11333 | 21791 |
| 31 | 133011 | 98116 | 119221 | 85956 | 4344 | 6132 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 32 | 143915 | 107101 | 130639 | 96603 | 4654 | 6570 | 12319 | 10019 | 19455 |
| 33 | 161317 | 117025 | 145333 | 104879 | 4964 | 7008 | 13140 | 13140 | 25112 |
| 34 | 154428 | 111470 | 138277 | 98338 | 4964 | 7008 | 13140 | 12155 | 23360 |
| 35 | 136704 | 101205 | 122953 | 89582 | 4344 | 6132 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 36 | 156202 | 112919 | 140630 | 99631 | 4964 | 7008 | 13140 | 12155 | 23360 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-7 室內負荷密度正常設定，外周區係數 $\gamma=0.6$ 時室外主機與室內機之全年耗電量模擬結果 kWh

| 編號 | 室外機 | | | | 室內機 | | | | |
|----|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 定頻式 | 變頻 A | 變頻 B | 變頻 C | 雙流 式 | 多流 式 | 內藏 式 | 後吸 式 | 風管 式 |
| 1 | 100663 | 73313 | 90609 | 64995 | 3413 | 4818 | 9034 | 7720 | 14929 |
| 2 | 97345 | 70639 | 87196 | 61851 | 3413 | 4818 | 9034 | 7720 | 14929 |
| 3 | 90242 | 67253 | 81425 | 59710 | 2902 | 3504 | 9034 | 6406 | 12593 |
| 4 | 98634 | 71705 | 88762 | 62903 | 3157 | 4161 | 9034 | 7720 | 14929 |
| 5 | 95004 | 68772 | 84831 | 59673 | 3413 | 4818 | 9034 | 7720 | 14929 |
| 6 | 91395 | 68256 | 82576 | 60970 | 2902 | 3504 | 9034 | 6406 | 12593 |
| 7 | 87379 | 64844 | 78526 | 56782 | 2902 | 3504 | 9034 | 6406 | 12593 |
| 8 | 92086 | 68782 | 83471 | 61449 | 2902 | 3504 | 9034 | 6406 | 12593 |
| 9 | 98196 | 71303 | 88096 | 62651 | 3413 | 4818 | 9034 | 7720 | 14929 |
| 10 | 95246 | 68986 | 85052 | 59886 | 3157 | 4161 | 9034 | 7720 | 14929 |
| 11 | 88985 | 66185 | 80152 | 58420 | 2902 | 3504 | 9034 | 6406 | 12593 |
| 12 | 96222 | 69782 | 86312 | 60644 | 3157 | 4161 | 9034 | 7720 | 14929 |
| 13 | 116774 | 82675 | 104248 | 73044 | 4033 | 5694 | 10676 | 9691 | 18652 |
| 14 | 106045 | 76592 | 95229 | 68726 | 4033 | 5694 | 10676 | 7391 | 14564 |
| 15 | 96958 | 70323 | 86480 | 61665 | 3413 | 4818 | 9034 | 7720 | 14929 |
| 16 | 108046 | 78250 | 97683 | 70355 | 4033 | 5694 | 10676 | 7391 | 14564 |
| 17 | 101867 | 73197 | 91004 | 64736 | 3723 | 5256 | 9855 | 7556 | 14746 |
| 18 | 99123 | 72035 | 88650 | 63824 | 3413 | 4818 | 9034 | 7720 | 14929 |
| 19 | 93472 | 68509 | 83414 | 59924 | 3413 | 4818 | 9034 | 6406 | 12593 |
| 20 | 100092 | 72825 | 90048 | 64458 | 3413 | 4818 | 9034 | 7720 | 14929 |
| 21 | 112397 | 80002 | 100351 | 70696 | 4033 | 5694 | 10676 | 8705 | 16900 |
| 22 | 102420 | 73597 | 91533 | 65275 | 4033 | 5694 | 10676 | 7391 | 14564 |
| 23 | 94736 | 68546 | 84209 | 59576 | 3413 | 4818 | 9034 | 7720 | 14929 |
| 24 | 103910 | 74830 | 93488 | 66415 | 4033 | 5694 | 10676 | 7391 | 14564 |
| 25 | 124886 | 88451 | 111871 | 79287 | 4654 | 6570 | 12319 | 10019 | 19455 |
| 26 | 117036 | 82121 | 103673 | 72156 | 4033 | 5694 | 10676 | 10676 | 20404 |
| 27 | 100625 | 72187 | 89451 | 63708 | 4033 | 5694 | 10676 | 7391 | 14564 |
| 28 | 119207 | 83948 | 106578 | 73838 | 4033 | 5694 | 10676 | 10676 | 20404 |
| 29 | 113833 | 81158 | 101517 | 72220 | 4033 | 5694 | 10676 | 8705 | 16900 |
| 30 | 108521 | 76933 | 95951 | 67342 | 3723 | 5256 | 9855 | 8870 | 17082 |
| 31 | 95132 | 68847 | 84351 | 60134 | 3413 | 4818 | 9034 | 7720 | 14929 |
| 32 | 104542 | 75385 | 93953 | 67119 | 3723 | 5256 | 9855 | 7556 | 14746 |
| 33 | 118621 | 83362 | 105416 | 73537 | 4033 | 5694 | 10676 | 10676 | 20404 |
| 34 | 114442 | 80765 | 101465 | 71101 | 4033 | 5694 | 10676 | 9691 | 18652 |
| 35 | 98791 | 71801 | 88108 | 63608 | 3413 | 4818 | 9034 | 7720 | 14929 |
| 36 | 116081 | 82147 | 103801 | 72304 | 4033 | 5694 | 10676 | 9691 | 18652 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-7 室內負荷密度正常設定，外周區係數 $\gamma=0.8$ 時室外主機與室內機之全年耗電量模擬結果 kWh

| 編號 | 室外機 | | | | 室內機 | | | | |
|----|--------|---------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 定頻式 | 變頻 A | 變頻 B | 變頻 C | 雙流 式 | 多流 式 | 內藏 式 | 後吸 式 | 風管 式 |
| 1 | 81875 | 59143 | 73704 | 53193 | 2792 | 3942 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 2 | 78552 | 56433 | 70247 | 50023 | 2792 | 3942 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 3 | 71045 | 52900 | 64170 | 47818 | 2281 | 2628 | 7391 | 4763 | 9454 |
| 4 | 81035 | 58850 | 73217 | 52885 | 2537 | 3285 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 5 | 76205 | 54570 | 67852 | 47841 | 2792 | 3942 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 6 | 72180 | 53887 | 65333 | 49118 | 2281 | 2628 | 7391 | 4763 | 9454 |
| 7 | 68208 | 50538 | 61250 | 44836 | 2281 | 2628 | 7391 | 4763 | 9454 |
| 8 | 72869 | 54426 | 66226 | 49584 | 2281 | 2628 | 7391 | 4763 | 9454 |
| 9 | 79403 | 57105 | 71159 | 50826 | 2792 | 3942 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 10 | 77568 | 56022 | 69404 | 49712 | 2537 | 3285 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 11 | 69801 | 51850 | 62888 | 46501 | 2281 | 2628 | 7391 | 4763 | 9454 |
| 12 | 78567 | 56849 | 70693 | 50493 | 2537 | 3285 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 13 | 94873 | 67048 | 84915 | 60189 | 3413 | 4818 | 9034 | 8048 | 15513 |
| 14 | 90499 | 64843 | 81166 | 58748 | 3413 | 4818 | 9034 | 5749 | 11425 |
| 15 | 78194 | 56128 | 69531 | 49862 | 2792 | 3942 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 16 | 92541 | 66546 | 83720 | 60419 | 3413 | 4818 | 9034 | 5749 | 11425 |
| 17 | 83370 | 59839 | 74659 | 54030 | 3103 | 4380 | 8213 | 5913 | 11607 |
| 18 | 80359 | 57893 | 71735 | 52044 | 2792 | 3942 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 19 | 70472 | 51265 | 62691 | 45453 | 2792 | 3942 | 7391 | 4763 | 9454 |
| 20 | 81302 | 58660 | 73138 | 52652 | 2792 | 3942 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 21 | 90267 | 63285 | 80139 | 55972 | 3413 | 4818 | 9034 | 7063 | 13761 |
| 22 | 86753 | 61692 | 77299 | 55178 | 3413 | 4818 | 9034 | 5749 | 11425 |
| 23 | 75973 | 54347 | 67232 | 47767 | 2792 | 3942 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 24 | 88257 | 62941 | 79331 | 56330 | 3413 | 4818 | 9034 | 5749 | 11425 |
| 25 | 109172 | 76131 | 97276 | 68074 | 4033 | 5694 | 10676 | 8377 | 16316 |
| 26 | 96487 | 67506 | 85607 | 60217 | 3413 | 4818 | 9034 | 9034 | 17265 |
| 27 | 84931 | 60217 | 75128 | 53588 | 3413 | 4818 | 9034 | 5749 | 11425 |
| 28 | 98625 | 69314 | 88480 | 61892 | 3413 | 4818 | 9034 | 9034 | 17265 |
| 29 | 91695 | 64434 | 81293 | 57431 | 3413 | 4818 | 9034 | 7063 | 13761 |
| 30 | 87857 | 62165 | 77783 | 55500 | 3103 | 4380 | 8213 | 7227 | 13943 |
| 31 | 76401 | 54660 | 67386 | 48356 | 2792 | 3942 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 32 | 86055 | 62110 | 77645 | 56497 | 3103 | 4380 | 8213 | 5913 | 11607 |
| 33 | 98051 | 68763 | 87341 | 61603 | 3413 | 4818 | 9034 | 9034 | 17265 |
| 34 | 92602 | 65163 | 82183 | 58266 | 3413 | 4818 | 9034 | 8048 | 15513 |
| 35 | 80050 | 57663 | 71191 | 51846 | 2792 | 3942 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 36 | 94192 | 66499 | 84468 | 59439 | 3413 | 4818 | 9034 | 8048 | 15513 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-7 室內負荷密度正常設定，外周區係數 $\gamma=1$ 時室外主機與室內機之全年耗電量模擬結果 kWh

| 編號 | 室外機 | | | | 室內機 | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|
| | 定頻式 | 變頻 A | 變頻 B | 變頻 C | 雙流式 | 多流式 | 內藏式 | 後吸式 | 風管式 |
| 1 | 67975 | 48440 | 60773 | 43153 | 2482 | 3504 | 6570 | 5256 | 10220 |
| 2 | 64802 | 45871 | 57430 | 40234 | 2482 | 3504 | 6570 | 5256 | 10220 |
| 3 | 61451 | 45095 | 55115 | 40422 | 1971 | 2190 | 6570 | 3942 | 7884 |
| 4 | 66868 | 47993 | 60124 | 42826 | 2227 | 2847 | 6570 | 5256 | 10220 |
| 5 | 62571 | 44115 | 55115 | 38236 | 2482 | 3504 | 6570 | 5256 | 10220 |
| 6 | 62626 | 46088 | 56311 | 41703 | 1971 | 2190 | 6570 | 3942 | 7884 |
| 7 | 58544 | 42751 | 52112 | 37505 | 1971 | 2190 | 6570 | 3942 | 7884 |
| 8 | 63296 | 46626 | 57231 | 42155 | 1971 | 2190 | 6570 | 3942 | 7884 |
| 9 | 65611 | 46511 | 58311 | 40971 | 2482 | 3504 | 6570 | 5256 | 10220 |
| 10 | 63579 | 45312 | 56440 | 39890 | 2227 | 2847 | 6570 | 5256 | 10220 |
| 11 | 60173 | 44049 | 53796 | 39130 | 1971 | 2190 | 6570 | 3942 | 7884 |
| 12 | 64502 | 46087 | 57686 | 40607 | 2227 | 2847 | 6570 | 5256 | 10220 |
| 13 | 85043 | 59327 | 75536 | 52775 | 3103 | 4380 | 8213 | 7227 | 13943 |
| 14 | 77378 | 54813 | 68938 | 49323 | 3103 | 4380 | 8213 | 4928 | 9855 |
| 15 | 64514 | 45594 | 56740 | 40097 | 2482 | 3504 | 6570 | 5256 | 10220 |
| 16 | 79321 | 56451 | 71448 | 50904 | 3103 | 4380 | 8213 | 4928 | 9855 |
| 17 | 74192 | 52521 | 65881 | 46984 | 2792 | 3942 | 7391 | 5092 | 10038 |
| 18 | 66591 | 47278 | 58869 | 42103 | 2482 | 3504 | 6570 | 5256 | 10220 |
| 19 | 60507 | 43307 | 53200 | 38009 | 2482 | 3504 | 6570 | 3942 | 7884 |
| 20 | 67427 | 47987 | 60224 | 42653 | 2482 | 3504 | 6570 | 5256 | 10220 |
| 21 | 80505 | 56057 | 71131 | 49510 | 3103 | 4380 | 8213 | 6242 | 12191 |
| 22 | 73731 | 51779 | 65135 | 45942 | 3103 | 4380 | 8213 | 4928 | 9855 |
| 23 | 62404 | 43910 | 54518 | 38179 | 2482 | 3504 | 6570 | 5256 | 10220 |
| 24 | 75137 | 52974 | 67131 | 47024 | 3103 | 4380 | 8213 | 4928 | 9855 |
| 25 | 93312 | 64420 | 82622 | 57289 | 3723 | 5256 | 9855 | 7556 | 14746 |
| 26 | 86581 | 59751 | 76082 | 52831 | 3103 | 4380 | 8213 | 8213 | 15695 |
| 27 | 72004 | 50363 | 63004 | 44457 | 3103 | 4380 | 8213 | 4928 | 9855 |
| 28 | 88653 | 61544 | 78997 | 54459 | 3103 | 4380 | 8213 | 8213 | 15695 |
| 29 | 81982 | 57238 | 72314 | 50990 | 3103 | 4380 | 8213 | 6242 | 12191 |
| 30 | 74218 | 51735 | 64958 | 45752 | 2792 | 3942 | 7391 | 6406 | 12374 |
| 31 | 62864 | 44226 | 54667 | 38729 | 2482 | 3504 | 6570 | 5256 | 10220 |
| 32 | 76909 | 54802 | 68958 | 49417 | 2792 | 3942 | 7391 | 5092 | 10038 |
| 33 | 88137 | 60996 | 77841 | 54176 | 3103 | 4380 | 8213 | 8213 | 15695 |
| 34 | 82807 | 57454 | 72751 | 50904 | 3103 | 4380 | 8213 | 7227 | 13943 |
| 35 | 66334 | 47062 | 58346 | 41932 | 2482 | 3504 | 6570 | 5256 | 10220 |
| 36 | 84330 | 58783 | 75079 | 52042 | 3103 | 4380 | 8213 | 7227 | 13943 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-7 室內負荷密度減少 50% 設定，外周區係數 $\gamma=0.2$ 時室外主機與室內機之全年耗電量模擬結果 kWh

| 編號 | 室外機 | | | | 室內機 | | | | |
|----|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 定頻式 | 變頻 A | 變頻 B | 變頻 C | 雙流 式 | 多流 式 | 內藏 式 | 後吸 式 | 風管 式 |
| 1 | 137341 | 101246 | 123983 | 89799 | 4344 | 6132 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 2 | 136953 | 102114 | 123868 | 90970 | 3833 | 4818 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 3 | 131203 | 97205 | 118116 | 85228 | 3833 | 4818 | 11498 | 9855 | 19053 |
| 4 | 138209 | 103134 | 125316 | 92032 | 3833 | 4818 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 5 | 134703 | 100154 | 121626 | 88721 | 3833 | 4818 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 6 | 132442 | 98238 | 119339 | 86501 | 3833 | 4818 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 7 | 128932 | 96465 | 116325 | 84860 | 3723 | 5256 | 9855 | 9198 | 17666 |
| 8 | 133007 | 98690 | 120088 | 86844 | 3833 | 4818 | 11498 | 9527 | 18469 |
| 9 | 137817 | 102848 | 124761 | 91820 | 3833 | 4818 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 10 | 134935 | 100359 | 121845 | 88953 | 3833 | 4818 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 11 | 130439 | 97763 | 117833 | 86383 | 3723 | 5256 | 9855 | 9198 | 17666 |
| 12 | 135883 | 101106 | 122984 | 89711 | 3833 | 4818 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 13 | 147859 | 107776 | 133450 | 96521 | 4709 | 6351 | 13140 | 11826 | 22776 |
| 14 | 142115 | 103098 | 127611 | 91042 | 4453 | 5694 | 13140 | 11826 | 22776 |
| 15 | 134192 | 98695 | 120586 | 86949 | 4344 | 6132 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 16 | 143920 | 104545 | 129801 | 92487 | 4453 | 5694 | 13140 | 11826 | 22776 |
| 17 | 139941 | 102367 | 125876 | 90637 | 4453 | 5694 | 13140 | 10512 | 20440 |
| 18 | 136338 | 100543 | 122714 | 89039 | 3997 | 5256 | 11589 | 10275 | 19236 |
| 19 | 132365 | 98270 | 119088 | 86605 | 3833 | 4818 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 20 | 137138 | 101156 | 123809 | 89508 | 4088 | 5475 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 21 | 143393 | 104111 | 128952 | 92208 | 4453 | 5694 | 13140 | 11826 | 22776 |
| 22 | 140434 | 102802 | 126344 | 91120 | 4453 | 5694 | 13140 | 10512 | 20440 |
| 23 | 134995 | 100522 | 121732 | 89211 | 3833 | 4818 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 24 | 141857 | 103843 | 128125 | 92248 | 4307 | 5694 | 12410 | 11096 | 20805 |
| 25 | 162612 | 115813 | 145981 | 103118 | 5585 | 7884 | 14783 | 13140 | 25331 |
| 26 | 159104 | 114789 | 143126 | 102753 | 5329 | 7227 | 14783 | 11498 | 22411 |
| 27 | 139188 | 101859 | 124947 | 90052 | 4453 | 5694 | 13140 | 10512 | 20440 |
| 28 | 161296 | 116536 | 145800 | 104466 | 5329 | 7227 | 14783 | 11498 | 22411 |
| 29 | 145389 | 105716 | 130802 | 94318 | 4709 | 6351 | 13140 | 11826 | 22776 |
| 30 | 142257 | 104323 | 128026 | 93125 | 4453 | 5694 | 13140 | 11169 | 21608 |
| 31 | 135930 | 101454 | 122544 | 90349 | 3833 | 4818 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 32 | 143086 | 104868 | 129246 | 93560 | 4453 | 5694 | 13140 | 11169 | 21608 |
| 33 | 160722 | 116071 | 144825 | 104232 | 5329 | 7227 | 14783 | 11498 | 22411 |
| 34 | 146192 | 106434 | 131571 | 95112 | 4709 | 6351 | 13140 | 11826 | 22776 |
| 35 | 136549 | 100759 | 122820 | 89397 | 4344 | 6132 | 11498 | 10184 | 19637 |
| 36 | 155509 | 111891 | 139957 | 98969 | 5019 | 6789 | 13961 | 11662 | 22594 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-7 室內負荷密度減少 50% 設定，外周區係數 $\gamma=0.4$ 時室外主機與室內機之全年耗電量模擬結果 kWh

| 編號 | 室外機 | | | | 室內機 | | | | |
|----|--------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|-------|
| | 定頻式 | 變頻 A | 變頻 B | 變頻 C | 雙流式 | 多流式 | 內藏式 | 後吸式 | 風管式 |
| 1 | 81324 | 58476 | 73121 | 52517 | 2792 | 3942 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 2 | 75065 | 54899 | 67669 | 49635 | 2281 | 2628 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 3 | 69623 | 50420 | 62144 | 44338 | 2281 | 2628 | 7391 | 5749 | 11206 |
| 4 | 76232 | 55855 | 69053 | 50617 | 2281 | 2628 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 5 | 72926 | 53081 | 65512 | 47531 | 2281 | 2628 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 6 | 70790 | 51338 | 63313 | 45486 | 2281 | 2628 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 7 | 68012 | 50241 | 61016 | 44557 | 2172 | 3066 | 5749 | 5092 | 9819 |
| 8 | 72289 | 53107 | 65267 | 47707 | 2281 | 2628 | 7391 | 5420 | 10622 |
| 9 | 75881 | 55576 | 68528 | 50432 | 2281 | 2628 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 10 | 73149 | 53276 | 65722 | 47748 | 2281 | 2628 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 11 | 69458 | 51458 | 62486 | 46007 | 2172 | 3066 | 5749 | 5092 | 9819 |
| 12 | 74017 | 53975 | 66808 | 48434 | 2281 | 2628 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 13 | 94452 | 66547 | 84571 | 59603 | 3157 | 4161 | 9034 | 7720 | 14929 |
| 14 | 90092 | 63821 | 80540 | 57207 | 2902 | 3504 | 9034 | 7720 | 14929 |
| 15 | 78227 | 55985 | 69671 | 49771 | 2792 | 3942 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 16 | 91912 | 65303 | 82829 | 58664 | 2902 | 3504 | 9034 | 7720 | 14929 |
| 17 | 83274 | 59586 | 74615 | 53700 | 2902 | 3504 | 9034 | 6406 | 12593 |
| 18 | 81560 | 59180 | 73232 | 53685 | 2446 | 3066 | 7483 | 6169 | 11388 |
| 19 | 70769 | 51363 | 63083 | 45616 | 2281 | 2628 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 20 | 82359 | 59795 | 74368 | 54166 | 2537 | 3285 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 21 | 91407 | 64881 | 81951 | 58391 | 2902 | 3504 | 9034 | 7720 | 14929 |
| 22 | 83770 | 60019 | 75088 | 54181 | 2902 | 3504 | 9034 | 6406 | 12593 |
| 23 | 73251 | 53425 | 65625 | 48024 | 2281 | 2628 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 24 | 87935 | 62481 | 79037 | 55850 | 2756 | 3504 | 8304 | 6990 | 12958 |
| 25 | 109114 | 75814 | 97476 | 67814 | 4033 | 5694 | 10676 | 9034 | 17484 |
| 26 | 96652 | 67423 | 86061 | 60179 | 3778 | 5037 | 10676 | 7391 | 14564 |
| 27 | 82568 | 59091 | 73686 | 53166 | 2902 | 3504 | 9034 | 6406 | 12593 |
| 28 | 98615 | 69024 | 88629 | 61702 | 3778 | 5037 | 10676 | 7391 | 14564 |
| 29 | 92009 | 64533 | 81846 | 57498 | 3157 | 4161 | 9034 | 7720 | 14929 |
| 30 | 88474 | 63019 | 78960 | 56764 | 2902 | 3504 | 9034 | 7063 | 13761 |
| 31 | 74171 | 54283 | 66418 | 49131 | 2281 | 2628 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 32 | 89217 | 63537 | 80206 | 57141 | 2902 | 3504 | 9034 | 7063 | 13761 |
| 33 | 98166 | 68619 | 87707 | 61492 | 3778 | 5037 | 10676 | 7391 | 14564 |
| 34 | 92834 | 65236 | 82641 | 58267 | 3157 | 4161 | 9034 | 7720 | 14929 |
| 35 | 80627 | 58011 | 71960 | 52191 | 2792 | 3942 | 7391 | 6077 | 11790 |
| 36 | 94289 | 66304 | 84704 | 59337 | 3468 | 4599 | 9855 | 7556 | 14746 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-7 室內負荷密度減少 50% 設定，外周區係數 $\gamma=0.6$ 時室外主機與室內機之全年耗電量模擬結果 kWh

| 編號 | 室外機 | | | | 室內機 | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|
| | 定頻式 | 變頻 A | 變頻 B | 變頻 C | 雙流式 | 多流式 | 內藏式 | 後吸式 | 風管式 |
| 1 | 61386 | 43245 | 54840 | 38700 | 2227 | 2847 | 6570 | 4599 | 9052 |
| 2 | 59491 | 42649 | 53330 | 38609 | 1716 | 1533 | 6570 | 4599 | 9052 |
| 3 | 53832 | 38022 | 47492 | 33312 | 1716 | 1533 | 6570 | 4271 | 8468 |
| 4 | 60676 | 43626 | 54786 | 39593 | 1716 | 1533 | 6570 | 4599 | 9052 |
| 5 | 57254 | 40771 | 51047 | 36485 | 1716 | 1533 | 6570 | 4599 | 9052 |
| 6 | 55041 | 38973 | 48723 | 34444 | 1716 | 1533 | 6570 | 4599 | 9052 |
| 7 | 49350 | 35784 | 43928 | 31833 | 1606 | 1971 | 4928 | 3614 | 7081 |
| 8 | 53055 | 38226 | 47683 | 34430 | 1716 | 1533 | 6570 | 3942 | 7884 |
| 9 | 60338 | 43358 | 54238 | 39414 | 1716 | 1533 | 6570 | 4599 | 9052 |
| 10 | 57490 | 40967 | 51269 | 36703 | 1716 | 1533 | 6570 | 4599 | 9052 |
| 11 | 50789 | 36963 | 45411 | 33240 | 1606 | 1971 | 4928 | 3614 | 7081 |
| 12 | 58356 | 41675 | 52410 | 37382 | 1716 | 1533 | 6570 | 4599 | 9052 |
| 13 | 75851 | 52907 | 67842 | 47662 | 2592 | 3066 | 8213 | 6242 | 12191 |
| 14 | 71060 | 49296 | 62989 | 43943 | 2336 | 2409 | 8213 | 6242 | 12191 |
| 15 | 58430 | 40851 | 51426 | 36148 | 2227 | 2847 | 6570 | 4599 | 9052 |
| 16 | 72802 | 50740 | 65287 | 45327 | 2336 | 2409 | 8213 | 6242 | 12191 |
| 17 | 64228 | 45139 | 57162 | 40605 | 2336 | 2409 | 8213 | 4928 | 9855 |
| 18 | 61823 | 44116 | 55170 | 40095 | 1880 | 1971 | 6661 | 4690 | 8651 |
| 19 | 55076 | 39017 | 48489 | 34597 | 1716 | 1533 | 6570 | 4599 | 9052 |
| 20 | 62565 | 44682 | 56307 | 40552 | 1971 | 2190 | 6570 | 4599 | 9052 |
| 21 | 72354 | 50333 | 64414 | 45069 | 2336 | 2409 | 8213 | 6242 | 12191 |
| 22 | 64723 | 45559 | 57637 | 41070 | 2336 | 2409 | 8213 | 4928 | 9855 |
| 23 | 57649 | 41143 | 51175 | 37005 | 1716 | 1533 | 6570 | 4599 | 9052 |
| 24 | 65998 | 46570 | 59385 | 42043 | 2190 | 2409 | 7483 | 5512 | 10220 |
| 25 | 87273 | 59605 | 77524 | 53090 | 3468 | 4599 | 9855 | 7556 | 14746 |
| 26 | 80987 | 55739 | 71811 | 49825 | 3212 | 3942 | 9855 | 5913 | 11826 |
| 27 | 63575 | 44658 | 56237 | 40118 | 2336 | 2409 | 8213 | 4928 | 9855 |
| 28 | 82968 | 57383 | 74483 | 51368 | 3212 | 3942 | 9855 | 5913 | 11826 |
| 29 | 73424 | 50891 | 65090 | 45568 | 2592 | 3066 | 8213 | 6242 | 12191 |
| 30 | 65755 | 45968 | 58196 | 41319 | 2336 | 2409 | 8213 | 5585 | 11023 |
| 31 | 58653 | 42065 | 52024 | 38151 | 1716 | 1533 | 6570 | 4599 | 9052 |
| 32 | 66376 | 46436 | 59374 | 41637 | 2336 | 2409 | 8213 | 5585 | 11023 |
| 33 | 82540 | 56978 | 73532 | 51154 | 3212 | 3942 | 9855 | 5913 | 11826 |
| 34 | 74255 | 51598 | 65895 | 46340 | 2592 | 3066 | 8213 | 6242 | 12191 |
| 35 | 60806 | 42828 | 53705 | 38433 | 2227 | 2847 | 6570 | 4599 | 9052 |
| 36 | 74787 | 51549 | 66774 | 45807 | 2902 | 3504 | 9034 | 6077 | 12009 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-7 室內負荷密度減少 50% 設定，外周區係數 $\gamma=0.8$ 時室外主機與室內機之全年耗電量模擬結果 kWh

| 編號 | 室外機 | | | | 室內機 | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|
| | 定頻式 | 變頻 A | 變頻 B | 變頻 C | 雙流式 | 多流式 | 內藏式 | 後吸式 | 風管式 |
| 1 | 53580 | 37228 | 47574 | 33145 | 1971 | 2738 | 5384 | 4070 | 7665 |
| 2 | 48410 | 34371 | 43234 | 31128 | 1460 | 1424 | 5384 | 4070 | 7665 |
| 3 | 42963 | 29904 | 37540 | 26121 | 1460 | 1424 | 5384 | 3741 | 7081 |
| 4 | 49537 | 35308 | 44652 | 32061 | 1460 | 1424 | 5384 | 4070 | 7665 |
| 5 | 46248 | 32560 | 41005 | 29107 | 1460 | 1424 | 5384 | 4070 | 7665 |
| 6 | 44123 | 30828 | 38737 | 27181 | 1460 | 1424 | 5384 | 4070 | 7665 |
| 7 | 40422 | 28329 | 35210 | 24604 | 1351 | 1862 | 3741 | 3084 | 5694 |
| 8 | 44674 | 31723 | 39921 | 28428 | 1460 | 1424 | 5384 | 3413 | 6497 |
| 9 | 49225 | 35058 | 44121 | 31895 | 1460 | 1424 | 5384 | 4070 | 7665 |
| 10 | 46478 | 32748 | 41222 | 29314 | 1460 | 1424 | 5384 | 4070 | 7665 |
| 11 | 41833 | 29442 | 36706 | 25870 | 1351 | 1862 | 3741 | 3084 | 5694 |
| 12 | 47290 | 33421 | 42331 | 29951 | 1460 | 1424 | 5384 | 4070 | 7665 |
| 13 | 64163 | 44201 | 57106 | 39631 | 2336 | 2957 | 7026 | 5712 | 10804 |
| 14 | 59323 | 40651 | 52257 | 36119 | 2081 | 2300 | 7026 | 5712 | 10804 |
| 15 | 50618 | 34816 | 44051 | 30631 | 1971 | 2738 | 5384 | 4070 | 7665 |
| 16 | 60956 | 42024 | 54479 | 37417 | 2081 | 2300 | 7026 | 5712 | 10804 |
| 17 | 56459 | 39141 | 49895 | 35044 | 2081 | 2300 | 7026 | 4398 | 8468 |
| 18 | 50304 | 35494 | 44628 | 32210 | 1624 | 1862 | 5475 | 4161 | 7264 |
| 19 | 44193 | 30881 | 38514 | 27341 | 1460 | 1424 | 5384 | 4070 | 7665 |
| 20 | 50978 | 36021 | 45729 | 32631 | 1716 | 2081 | 5384 | 4070 | 7665 |
| 21 | 60556 | 41640 | 53638 | 37174 | 2081 | 2300 | 7026 | 5712 | 10804 |
| 22 | 56968 | 39565 | 50385 | 35509 | 2081 | 2300 | 7026 | 4398 | 8468 |
| 23 | 46664 | 32928 | 41136 | 29617 | 1460 | 1424 | 5384 | 4070 | 7665 |
| 24 | 58219 | 40584 | 52176 | 36462 | 1935 | 2300 | 6296 | 4982 | 8833 |
| 25 | 79398 | 53547 | 70105 | 47424 | 3212 | 4490 | 8669 | 7026 | 13359 |
| 26 | 70105 | 47698 | 61809 | 42483 | 2957 | 3833 | 8669 | 5384 | 10439 |
| 27 | 55830 | 38659 | 48944 | 34578 | 2081 | 2300 | 7026 | 4398 | 8468 |
| 28 | 71994 | 49293 | 64436 | 43961 | 2957 | 3833 | 8669 | 5384 | 10439 |
| 29 | 61862 | 42285 | 54437 | 37669 | 2336 | 2957 | 7026 | 5712 | 10804 |
| 30 | 57698 | 39766 | 50641 | 35583 | 2081 | 2300 | 7026 | 5055 | 9636 |
| 31 | 47660 | 33832 | 41970 | 30726 | 1460 | 1424 | 5384 | 4070 | 7665 |
| 32 | 58265 | 40227 | 51835 | 35880 | 2081 | 2300 | 7026 | 5055 | 9636 |
| 33 | 71611 | 48903 | 63505 | 43752 | 2957 | 3833 | 8669 | 5384 | 10439 |
| 34 | 62663 | 42956 | 55220 | 38395 | 2336 | 2957 | 7026 | 5712 | 10804 |
| 35 | 53064 | 36818 | 46411 | 32905 | 1971 | 2738 | 5384 | 4070 | 7665 |
| 36 | 67409 | 45851 | 59847 | 40493 | 2646 | 3395 | 7848 | 5548 | 10622 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-7 室內負荷密度減少 50% 設定，外周區係數 $\gamma=1$ 時室外主機與室內機之全年耗電量模擬結果 kWh

| 編號 | 室外機 | | | | 室內機 | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|
| | 定頻式 | 變頻 A | 變頻 B | 變頻 C | 雙流式 | 多流式 | 內藏式 | 後吸式 | 風管式 |
| 1 | 45754 | 31504 | 40354 | 27865 | 1862 | 2628 | 4928 | 3614 | 7081 |
| 2 | 43021 | 30146 | 38092 | 27010 | 1351 | 1314 | 4928 | 3614 | 7081 |
| 3 | 37638 | 25784 | 32374 | 22225 | 1351 | 1314 | 4928 | 3285 | 6497 |
| 4 | 44115 | 31066 | 39517 | 27907 | 1351 | 1314 | 4928 | 3614 | 7081 |
| 5 | 40872 | 28376 | 35850 | 25069 | 1351 | 1314 | 4928 | 3614 | 7081 |
| 6 | 38780 | 26686 | 33574 | 23231 | 1351 | 1314 | 4928 | 3614 | 7081 |
| 7 | 33116 | 23341 | 28897 | 20543 | 1241 | 1752 | 3285 | 2628 | 5110 |
| 8 | 39197 | 27064 | 34338 | 23533 | 1351 | 1314 | 4928 | 2957 | 5913 |
| 9 | 43830 | 30818 | 38982 | 27747 | 1351 | 1314 | 4928 | 3614 | 7081 |
| 10 | 41101 | 28559 | 36069 | 25267 | 1351 | 1314 | 4928 | 3614 | 7081 |
| 11 | 34469 | 24447 | 30330 | 21798 | 1241 | 1752 | 3285 | 2628 | 5110 |
| 12 | 41877 | 29219 | 37184 | 25876 | 1351 | 1314 | 4928 | 3614 | 7081 |
| 13 | 59547 | 40659 | 52676 | 36232 | 2227 | 2847 | 6570 | 5256 | 10220 |
| 14 | 53992 | 36539 | 47082 | 32169 | 1971 | 2190 | 6570 | 5256 | 10220 |
| 15 | 42988 | 29233 | 36982 | 25540 | 1862 | 2628 | 4928 | 3614 | 7081 |
| 16 | 55569 | 37891 | 49310 | 33421 | 1971 | 2190 | 6570 | 5256 | 10220 |
| 17 | 51041 | 34930 | 44652 | 30971 | 1971 | 2190 | 6570 | 3942 | 7884 |
| 18 | 45448 | 31688 | 39954 | 28521 | 1515 | 1752 | 5019 | 3705 | 6680 |
| 19 | 38891 | 26737 | 33351 | 23392 | 1351 | 1314 | 4928 | 3614 | 7081 |
| 20 | 46081 | 32210 | 41072 | 28927 | 1606 | 1971 | 4928 | 3614 | 7081 |
| 21 | 55205 | 37509 | 48465 | 33186 | 1971 | 2190 | 6570 | 5256 | 10220 |
| 22 | 51549 | 35347 | 45145 | 31422 | 1971 | 2190 | 6570 | 3942 | 7884 |
| 23 | 41326 | 28734 | 35984 | 25566 | 1351 | 1314 | 4928 | 3614 | 7081 |
| 24 | 52647 | 35868 | 46480 | 31504 | 1825 | 2190 | 5840 | 4526 | 8249 |
| 25 | 73983 | 49388 | 64809 | 43425 | 3103 | 4380 | 8213 | 6570 | 12775 |
| 26 | 65538 | 44092 | 57269 | 38963 | 2847 | 3723 | 8213 | 4928 | 9855 |
| 27 | 50451 | 34458 | 43700 | 30530 | 1971 | 2190 | 6570 | 3942 | 7884 |
| 28 | 67392 | 45687 | 59938 | 40417 | 2847 | 3723 | 8213 | 4928 | 9855 |
| 29 | 57254 | 38744 | 49965 | 34295 | 2227 | 2847 | 6570 | 5256 | 10220 |
| 30 | 53403 | 36412 | 46432 | 32370 | 1971 | 2190 | 6570 | 4599 | 9052 |
| 31 | 42355 | 29621 | 36824 | 26641 | 1351 | 1314 | 4928 | 3614 | 7081 |
| 32 | 53928 | 36878 | 47652 | 32658 | 1971 | 2190 | 6570 | 4599 | 9052 |
| 33 | 67044 | 45292 | 58991 | 40210 | 2847 | 3723 | 8213 | 4928 | 9855 |
| 34 | 58063 | 39415 | 50761 | 35014 | 2227 | 2847 | 6570 | 5256 | 10220 |
| 35 | 45321 | 31120 | 39243 | 27657 | 1862 | 2628 | 4928 | 3614 | 7081 |
| 36 | 58635 | 39518 | 51709 | 34661 | 2537 | 3285 | 7391 | 5092 | 10038 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-7 室內負荷密度增加 50% 設定，外周區係數 $\gamma=0.2$ 時室外主機與室內機之全年耗電量模擬結果 kWh

| 編號 | 室外機 | | | | 室內機 | | | | |
|----|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 定頻式 | 變頻 A | 變頻 B | 變頻 C | 雙流 式 | 多流 式 | 內藏 式 | 後吸 式 | 風管 式 |
| 1 | 377929 | 289535 | 345052 | 258710 | 10238 | 14454 | 27101 | 25130 | 48290 |
| 2 | 374232 | 286169 | 341314 | 254659 | 10238 | 14454 | 27101 | 25130 | 48290 |
| 3 | 367965 | 280573 | 335055 | 247579 | 9928 | 14016 | 26280 | 25295 | 48472 |
| 4 | 375761 | 287434 | 342998 | 256016 | 10238 | 14454 | 27101 | 25130 | 48290 |
| 5 | 371684 | 283862 | 338771 | 251856 | 10238 | 14454 | 27101 | 25130 | 48290 |
| 6 | 369101 | 281609 | 336167 | 248897 | 9928 | 14016 | 26280 | 25295 | 48472 |
| 7 | 364609 | 277660 | 331714 | 243699 | 9618 | 13578 | 25459 | 25459 | 48655 |
| 8 | 369951 | 282251 | 337172 | 249523 | 9928 | 14016 | 26280 | 25295 | 48472 |
| 9 | 375127 | 286962 | 342230 | 255629 | 10238 | 14454 | 27101 | 25130 | 48290 |
| 10 | 371977 | 284125 | 339051 | 252178 | 10238 | 14454 | 27101 | 25130 | 48290 |
| 11 | 366591 | 279350 | 333688 | 246061 | 9928 | 14016 | 26280 | 25295 | 48472 |
| 12 | 373192 | 285095 | 340420 | 253195 | 10238 | 14454 | 27101 | 25130 | 48290 |
| 13 | 379755 | 286345 | 345177 | 253702 | 10859 | 15330 | 28744 | 26773 | 51429 |
| 14 | 378337 | 287756 | 344587 | 256611 | 10549 | 14892 | 27923 | 26937 | 51611 |
| 15 | 372358 | 284608 | 339244 | 253078 | 10238 | 14454 | 27101 | 25130 | 48290 |
| 16 | 380709 | 289705 | 347238 | 258622 | 10549 | 14892 | 27923 | 26937 | 51611 |
| 17 | 373856 | 283754 | 340117 | 251746 | 10549 | 14892 | 27923 | 25952 | 49859 |
| 18 | 375172 | 287248 | 342040 | 256249 | 10238 | 14454 | 27101 | 25130 | 48290 |
| 19 | 367532 | 280351 | 334400 | 247581 | 9928 | 14016 | 26280 | 25295 | 48472 |
| 20 | 376506 | 288212 | 343623 | 257161 | 10238 | 14454 | 27101 | 25130 | 48290 |
| 21 | 374972 | 282117 | 340408 | 248812 | 10859 | 15330 | 28744 | 26773 | 51429 |
| 22 | 374460 | 284257 | 340700 | 252481 | 10549 | 14892 | 27923 | 26937 | 51611 |
| 23 | 369884 | 282363 | 336766 | 250363 | 10238 | 14454 | 27101 | 25130 | 48290 |
| 24 | 376257 | 285718 | 342772 | 253779 | 10238 | 14454 | 27101 | 27101 | 51794 |
| 25 | 402958 | 301863 | 365790 | 267943 | 11479 | 16206 | 30386 | 29401 | 56320 |
| 26 | 381908 | 288271 | 347109 | 256565 | 11479 | 16206 | 30386 | 25787 | 49896 |
| 27 | 371856 | 282068 | 337941 | 249956 | 10549 | 14892 | 27923 | 26937 | 51611 |
| 28 | 384701 | 290441 | 350308 | 258979 | 11479 | 16206 | 30386 | 27101 | 52232 |
| 29 | 375681 | 282858 | 340902 | 249907 | 10859 | 15330 | 28744 | 26773 | 51429 |
| 30 | 370243 | 278160 | 335440 | 244384 | 10859 | 15330 | 28744 | 26773 | 51429 |
| 31 | 370160 | 282824 | 336881 | 250993 | 10238 | 14454 | 27101 | 25130 | 48290 |
| 32 | 376306 | 285850 | 342700 | 254095 | 10238 | 14454 | 27101 | 27101 | 51794 |
| 33 | 383544 | 289735 | 348784 | 258113 | 11169 | 15768 | 29565 | 26280 | 50662 |
| 34 | 376584 | 283682 | 341766 | 250827 | 10859 | 15330 | 28744 | 26773 | 51429 |
| 35 | 368568 | 279236 | 334657 | 246280 | 10238 | 14454 | 27101 | 26116 | 50042 |
| 36 | 378658 | 285299 | 344226 | 252353 | 10859 | 15330 | 28744 | 26773 | 51429 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-7 室內負荷密度增加 50% 設定，外周區係數 $\gamma=0.4$ 時室外主機與室內機之全年耗電量模擬結果 kWh

| 編號 | 室外機 | | | | 室內機 | | | | |
|----|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 定頻式 | 變頻 A | 變頻 B | 變頻 C | 雙流 式 | 多流 式 | 內藏 式 | 後吸 式 | 風管 式 |
| 1 | 201012 | 150785 | 182401 | 133631 | 5895 | 8322 | 15604 | 13633 | 26317 |
| 2 | 197296 | 147591 | 178654 | 129832 | 5895 | 8322 | 15604 | 13633 | 26317 |
| 3 | 185019 | 139158 | 167618 | 122101 | 5585 | 7884 | 14783 | 13797 | 26499 |
| 4 | 198780 | 148793 | 180336 | 131091 | 5895 | 8322 | 15604 | 13633 | 26317 |
| 5 | 194731 | 145410 | 176106 | 127227 | 5895 | 8322 | 15604 | 13633 | 26317 |
| 6 | 186125 | 140128 | 168697 | 123329 | 5585 | 7884 | 14783 | 13797 | 26499 |
| 7 | 181785 | 136454 | 164397 | 118584 | 5274 | 7446 | 13961 | 13961 | 26682 |
| 8 | 186916 | 140727 | 169669 | 123896 | 5585 | 7884 | 14783 | 13797 | 26499 |
| 9 | 198190 | 148340 | 179571 | 130737 | 5895 | 8322 | 15604 | 13633 | 26317 |
| 10 | 195029 | 145658 | 176386 | 127524 | 5895 | 8322 | 15604 | 13633 | 26317 |
| 11 | 183686 | 138014 | 166291 | 120699 | 5585 | 7884 | 14783 | 13797 | 26499 |
| 12 | 196192 | 146577 | 177753 | 128457 | 5895 | 8322 | 15604 | 13633 | 26317 |
| 13 | 208169 | 154159 | 188307 | 136755 | 6515 | 9198 | 17246 | 15275 | 29456 |
| 14 | 201966 | 148993 | 182013 | 130660 | 6205 | 8760 | 16425 | 15440 | 29638 |
| 15 | 195504 | 146112 | 176587 | 128375 | 5895 | 8322 | 15604 | 13633 | 26317 |
| 16 | 204185 | 150798 | 184628 | 132455 | 6205 | 8760 | 16425 | 15440 | 29638 |
| 17 | 202118 | 150611 | 182727 | 133144 | 6205 | 8760 | 16425 | 14454 | 27886 |
| 18 | 198345 | 148617 | 179395 | 131357 | 5895 | 8322 | 15604 | 13633 | 26317 |
| 19 | 184663 | 138960 | 166990 | 122132 | 5585 | 7884 | 14783 | 13797 | 26499 |
| 20 | 199579 | 149528 | 180969 | 132176 | 5895 | 8322 | 15604 | 13633 | 26317 |
| 21 | 203391 | 150108 | 183509 | 132066 | 6515 | 9198 | 17246 | 15275 | 29456 |
| 22 | 198131 | 145802 | 178161 | 126959 | 6205 | 8760 | 16425 | 15440 | 29638 |
| 23 | 193021 | 143994 | 174104 | 125855 | 5895 | 8322 | 15604 | 13633 | 26317 |
| 24 | 204484 | 152521 | 185422 | 135096 | 5895 | 8322 | 15604 | 15604 | 29821 |
| 25 | 215052 | 156498 | 193583 | 138256 | 7136 | 10074 | 18889 | 17903 | 34347 |
| 26 | 210330 | 155928 | 190203 | 139380 | 7136 | 10074 | 18889 | 14290 | 27923 |
| 27 | 195656 | 143817 | 175437 | 124738 | 6205 | 8760 | 16425 | 15440 | 29638 |
| 28 | 212436 | 155960 | 192060 | 137907 | 7136 | 10074 | 18889 | 15604 | 30259 |
| 29 | 204165 | 150801 | 184019 | 133140 | 6515 | 9198 | 17246 | 15275 | 29456 |
| 30 | 198771 | 146332 | 178530 | 127905 | 6515 | 9198 | 17246 | 15275 | 29456 |
| 31 | 193385 | 144444 | 174230 | 126483 | 5895 | 8322 | 15604 | 13633 | 26317 |
| 32 | 204569 | 152647 | 185356 | 135420 | 5895 | 8322 | 15604 | 15604 | 29821 |
| 33 | 211979 | 157361 | 191919 | 140954 | 6826 | 9636 | 18068 | 14783 | 28689 |
| 34 | 205079 | 151602 | 184888 | 134025 | 6515 | 9198 | 17246 | 15275 | 29456 |
| 35 | 197419 | 147829 | 178295 | 130668 | 5895 | 8322 | 15604 | 14618 | 28069 |
| 36 | 207039 | 153172 | 187343 | 135450 | 6515 | 9198 | 17246 | 15275 | 29456 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-7 室內負荷密度增加 50% 設定，外周區係數 $\gamma=0.6$ 時室外主機與室內機之全年耗電量模擬結果 kWh

| 編號 | 室外機 | | | | 室內機 | | | | |
|----|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 定頻式 | 變頻 A | 變頻 B | 變頻 C | 雙流 式 | 多流 式 | 內藏 式 | 後吸 式 | 風管 式 |
| 1 | 141090 | 105938 | 128273 | 95538 | 4344 | 6132 | 11498 | 9527 | 18469 |
| 2 | 137427 | 102768 | 124526 | 91686 | 4344 | 6132 | 11498 | 9527 | 18469 |
| 3 | 131242 | 97558 | 118307 | 85224 | 4033 | 5694 | 10676 | 9691 | 18652 |
| 4 | 138897 | 103968 | 126201 | 92941 | 4344 | 6132 | 11498 | 9527 | 18469 |
| 5 | 134892 | 100603 | 121980 | 89065 | 4344 | 6132 | 11498 | 9527 | 18469 |
| 6 | 132381 | 98519 | 119420 | 86445 | 4033 | 5694 | 10676 | 9691 | 18652 |
| 7 | 128515 | 96365 | 116076 | 84323 | 3723 | 5256 | 9855 | 9855 | 18834 |
| 8 | 133158 | 99118 | 120415 | 86992 | 4033 | 5694 | 10676 | 9691 | 18652 |
| 9 | 138308 | 103510 | 125443 | 92599 | 4344 | 6132 | 11498 | 9527 | 18469 |
| 10 | 135189 | 100850 | 122260 | 89361 | 4344 | 6132 | 11498 | 9527 | 18469 |
| 11 | 129878 | 96422 | 116941 | 83839 | 4033 | 5694 | 10676 | 9691 | 18652 |
| 12 | 136339 | 101763 | 123620 | 90282 | 4344 | 6132 | 11498 | 9527 | 18469 |
| 13 | 147721 | 107921 | 133319 | 96679 | 4964 | 7008 | 13140 | 11169 | 21608 |
| 14 | 143640 | 105665 | 129591 | 94595 | 4654 | 6570 | 12319 | 11333 | 21791 |
| 15 | 135670 | 101296 | 122470 | 90244 | 4344 | 6132 | 11498 | 9527 | 18469 |
| 16 | 145836 | 107485 | 132193 | 96395 | 4654 | 6570 | 12319 | 11333 | 21791 |
| 17 | 139279 | 102079 | 125201 | 90277 | 4654 | 6570 | 12319 | 10348 | 20039 |
| 18 | 138461 | 103770 | 125281 | 93276 | 4344 | 6132 | 11498 | 9527 | 18469 |
| 19 | 130942 | 97359 | 117670 | 85287 | 4033 | 5694 | 10676 | 9691 | 18652 |
| 20 | 139676 | 104689 | 126842 | 94060 | 4344 | 6132 | 11498 | 9527 | 18469 |
| 21 | 143066 | 104067 | 128595 | 92164 | 4964 | 7008 | 13140 | 11169 | 21608 |
| 22 | 139847 | 102518 | 125739 | 90841 | 4654 | 6570 | 12319 | 11333 | 21791 |
| 23 | 133222 | 99198 | 119989 | 87711 | 4344 | 6132 | 11498 | 9527 | 18469 |
| 24 | 141510 | 103899 | 127825 | 92091 | 4344 | 6132 | 11498 | 11498 | 21973 |
| 25 | 161741 | 115468 | 144867 | 102568 | 5585 | 7884 | 14783 | 13797 | 26499 |
| 26 | 149827 | 109600 | 135153 | 99152 | 5585 | 7884 | 14783 | 10184 | 20075 |
| 27 | 137420 | 100576 | 123024 | 88629 | 4654 | 6570 | 12319 | 11333 | 21791 |
| 28 | 160343 | 116131 | 144770 | 103815 | 5585 | 7884 | 14783 | 11498 | 22411 |
| 29 | 143862 | 104674 | 129110 | 93222 | 4964 | 7008 | 13140 | 11169 | 21608 |
| 30 | 138635 | 100477 | 123709 | 88226 | 4964 | 7008 | 13140 | 11169 | 21608 |
| 31 | 133600 | 99653 | 120126 | 88387 | 4344 | 6132 | 11498 | 9527 | 18469 |
| 32 | 141622 | 103975 | 127769 | 92411 | 4344 | 6132 | 11498 | 11498 | 21973 |
| 33 | 151442 | 110965 | 136867 | 100721 | 5274 | 7446 | 13961 | 10676 | 20842 |
| 34 | 144760 | 105457 | 129965 | 94076 | 4964 | 7008 | 13140 | 11169 | 21608 |
| 35 | 134554 | 99287 | 120700 | 87743 | 4344 | 6132 | 11498 | 10512 | 20221 |
| 36 | 146602 | 106999 | 132364 | 95413 | 4964 | 7008 | 13140 | 11169 | 21608 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-7 室內負荷密度增加 50% 設定，外周區係數 $\gamma=0.8$ 時室外主機與室內機之全年耗電量模擬結果 kWh

| 編號 | 室外機 | | | | 室內機 | | | | |
|----|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 定頻式 | 變頻 A | 變頻 B | 變頻 C | 雙流 式 | 多流 式 | 內藏 式 | 後吸 式 | 風管 式 |
| 1 | 109439 | 81364 | 99313 | 73705 | 3723 | 5256 | 9855 | 7227 | 14162 |
| 2 | 105867 | 78362 | 95633 | 70008 | 3723 | 5256 | 9855 | 7227 | 14162 |
| 3 | 99851 | 73461 | 89546 | 63896 | 3413 | 4818 | 9034 | 7391 | 14345 |
| 4 | 107281 | 79520 | 97274 | 71201 | 3723 | 5256 | 9855 | 7227 | 14162 |
| 5 | 103393 | 76322 | 93134 | 67509 | 3723 | 5256 | 9855 | 7227 | 14162 |
| 6 | 100965 | 74369 | 90639 | 65055 | 3413 | 4818 | 9034 | 7391 | 14345 |
| 7 | 98323 | 73212 | 88458 | 63922 | 3103 | 4380 | 8213 | 7556 | 14527 |
| 8 | 101694 | 74948 | 91612 | 65563 | 3413 | 4818 | 9034 | 7391 | 14345 |
| 9 | 106724 | 79060 | 96533 | 70881 | 3723 | 5256 | 9855 | 7227 | 14162 |
| 10 | 103684 | 76557 | 93409 | 67790 | 3723 | 5256 | 9855 | 7227 | 14162 |
| 11 | 98525 | 72386 | 88206 | 62589 | 3413 | 4818 | 9034 | 7391 | 14345 |
| 12 | 104782 | 77442 | 94740 | 68657 | 3723 | 5256 | 9855 | 7227 | 14162 |
| 13 | 125119 | 90140 | 112469 | 80873 | 4344 | 6132 | 11498 | 8870 | 17301 |
| 14 | 119300 | 86323 | 107031 | 77234 | 4033 | 5694 | 10676 | 9034 | 17484 |
| 15 | 104198 | 76935 | 93620 | 68647 | 3723 | 5256 | 9855 | 7227 | 14162 |
| 16 | 121500 | 88157 | 109725 | 79017 | 4033 | 5694 | 10676 | 9034 | 17484 |
| 17 | 114825 | 82700 | 102487 | 72963 | 4033 | 5694 | 10676 | 8048 | 15732 |
| 18 | 106920 | 79270 | 96383 | 71561 | 3723 | 5256 | 9855 | 7227 | 14162 |
| 19 | 99617 | 73259 | 88927 | 63978 | 3413 | 4818 | 9034 | 7391 | 14345 |
| 20 | 108059 | 80174 | 97907 | 72285 | 3723 | 5256 | 9855 | 7227 | 14162 |
| 21 | 120285 | 86156 | 107515 | 76293 | 4344 | 6132 | 11498 | 8870 | 17301 |
| 22 | 115402 | 83152 | 103032 | 73499 | 4033 | 5694 | 10676 | 9034 | 17484 |
| 23 | 101816 | 74965 | 91184 | 66234 | 3723 | 5256 | 9855 | 7227 | 14162 |
| 24 | 117056 | 84533 | 105209 | 74752 | 3723 | 5256 | 9855 | 9198 | 17666 |
| 25 | 130781 | 92027 | 116396 | 81495 | 4964 | 7008 | 13140 | 11498 | 22192 |
| 26 | 127335 | 91986 | 114366 | 83353 | 4964 | 7008 | 13140 | 7884 | 15768 |
| 27 | 112966 | 81207 | 100220 | 71328 | 4033 | 5694 | 10676 | 9034 | 17484 |
| 28 | 127025 | 90766 | 114252 | 81061 | 4964 | 7008 | 13140 | 9198 | 18104 |
| 29 | 121162 | 86824 | 108063 | 77381 | 4344 | 6132 | 11498 | 8870 | 17301 |
| 30 | 115771 | 82487 | 102402 | 72353 | 4344 | 6132 | 11498 | 8870 | 17301 |
| 31 | 102232 | 75380 | 91326 | 66911 | 3723 | 5256 | 9855 | 7227 | 14162 |
| 32 | 117205 | 84602 | 105156 | 75080 | 3723 | 5256 | 9855 | 9198 | 17666 |
| 33 | 129015 | 93409 | 116181 | 84975 | 4654 | 6570 | 12319 | 8377 | 16535 |
| 34 | 122101 | 87621 | 108960 | 78248 | 4344 | 6132 | 11498 | 8870 | 17301 |
| 35 | 104819 | 76344 | 93430 | 67618 | 3723 | 5256 | 9855 | 8213 | 15914 |
| 36 | 123932 | 89172 | 111464 | 79582 | 4344 | 6132 | 11498 | 8870 | 17301 |

(資料來源：本研究整理)

表 A-7 室內負荷密度增加 50% 設定，外周區係數 $\gamma=1$ 時室外主機與室內機之全年耗電量模擬結果 kWh

| 編號 | 室外機 | | | | 室內機 | | | | |
|----|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 定頻式 | 變頻 A | 變頻 B | 變頻 C | 雙流 式 | 多流 式 | 內藏 式 | 後吸 式 | 風管 式 |
| 1 | 94516 | 69113 | 85319 | 62255 | 3103 | 4380 | 8213 | 6242 | 12191 |
| 2 | 90869 | 66145 | 81544 | 58645 | 3103 | 4380 | 8213 | 6242 | 12191 |
| 3 | 82009 | 59906 | 73249 | 52077 | 2792 | 3942 | 7391 | 6406 | 12374 |
| 4 | 92272 | 67296 | 83225 | 59802 | 3103 | 4380 | 8213 | 6242 | 12191 |
| 5 | 88351 | 64152 | 78983 | 56217 | 3103 | 4380 | 8213 | 6242 | 12191 |
| 6 | 83110 | 60775 | 74335 | 53208 | 2792 | 3942 | 7391 | 6406 | 12374 |
| 7 | 79827 | 58670 | 71276 | 50660 | 2482 | 3504 | 6570 | 6570 | 12556 |
| 8 | 83810 | 61352 | 75301 | 53692 | 2792 | 3942 | 7391 | 6406 | 12374 |
| 9 | 91740 | 66834 | 82467 | 59494 | 3103 | 4380 | 8213 | 6242 | 12191 |
| 10 | 88647 | 64382 | 79264 | 56488 | 3103 | 4380 | 8213 | 6242 | 12191 |
| 11 | 80704 | 58871 | 71919 | 50811 | 2792 | 3942 | 7391 | 6406 | 12374 |
| 12 | 89722 | 65264 | 80627 | 57325 | 3103 | 4380 | 8213 | 6242 | 12191 |
| 13 | 103635 | 74191 | 92960 | 66756 | 3723 | 5256 | 9855 | 7884 | 15330 |
| 14 | 97699 | 69268 | 86745 | 61209 | 3413 | 4818 | 9034 | 8048 | 15513 |
| 15 | 89240 | 64727 | 79483 | 57329 | 3103 | 4380 | 8213 | 6242 | 12191 |
| 16 | 99702 | 70955 | 89328 | 62809 | 3413 | 4818 | 9034 | 8048 | 15513 |
| 17 | 94502 | 67554 | 84069 | 59880 | 3413 | 4818 | 9034 | 7063 | 13761 |
| 18 | 92026 | 67042 | 82320 | 60180 | 3103 | 4380 | 8213 | 6242 | 12191 |
| 19 | 81821 | 59686 | 72637 | 52177 | 2792 | 3942 | 7391 | 6406 | 12374 |
| 20 | 93106 | 67937 | 83876 | 60867 | 3103 | 4380 | 8213 | 6242 | 12191 |
| 21 | 99004 | 70339 | 88172 | 62396 | 3723 | 5256 | 9855 | 7884 | 15330 |
| 22 | 94018 | 66320 | 82905 | 57859 | 3413 | 4818 | 9034 | 8048 | 15513 |
| 23 | 86822 | 62799 | 76987 | 54988 | 3103 | 4380 | 8213 | 6242 | 12191 |
| 24 | 96636 | 69302 | 86723 | 61589 | 3103 | 4380 | 8213 | 8213 | 15695 |
| 25 | 116250 | 81028 | 102945 | 71637 | 4344 | 6132 | 11498 | 10512 | 20221 |
| 26 | 110851 | 78277 | 98380 | 69783 | 4344 | 6132 | 11498 | 6899 | 13797 |
| 27 | 91787 | 64518 | 80208 | 55931 | 3413 | 4818 | 9034 | 8048 | 15513 |
| 28 | 112904 | 79170 | 100600 | 69705 | 4344 | 6132 | 11498 | 8213 | 16133 |
| 29 | 99874 | 71030 | 88707 | 63445 | 3723 | 5256 | 9855 | 7884 | 15330 |
| 30 | 94735 | 66833 | 83238 | 58689 | 3723 | 5256 | 9855 | 7884 | 15330 |
| 31 | 87314 | 63201 | 77138 | 55670 | 3103 | 4380 | 8213 | 6242 | 12191 |
| 32 | 96792 | 69409 | 86675 | 61916 | 3103 | 4380 | 8213 | 8213 | 15695 |
| 33 | 107381 | 77395 | 96541 | 70673 | 4033 | 5694 | 10676 | 7391 | 14564 |
| 34 | 100779 | 71787 | 89574 | 64272 | 3723 | 5256 | 9855 | 7884 | 15330 |
| 35 | 91036 | 65645 | 80683 | 58336 | 3103 | 4380 | 8213 | 7227 | 13943 |
| 36 | 102486 | 73239 | 91986 | 65522 | 3723 | 5256 | 9855 | 7884 | 15330 |

(資料來源：本研究整理)

附 錄 二

期初簡報審查會議記錄及處理情形

期中簡報審查會議記錄及處理情形

期末簡報審查會議記錄及處理情形

期初簡報審查會議記錄及處理情形

研究計畫：變冷媒量(VRV)空調系統於日常節能指標 EAC 應用之研究

會議日期：94 年 月 日

| 專家學者審查意見與建議 | | 意見回覆及處理情形 |
|-------------|---|-----------|
| 王副組長榮進 | | |
| 1.1 | 本研究有關 VRV 空調系統在部分負載下的耗能狀況分析對於未來推廣 VRV 系統應有相當的助益。 | 敬悉 |
| 1.2 | 如何提昇空調系統的能源使用效益，是國內未來建築物節約能源政策推動的重點，本研究成果可做為未來相關政策推動的參考。 | 敬悉 |
| 王主任文伯 | | |
| 2.1 | 以往空調節能研究均只對中央空調系統做研究，而目前小型的窗型與分離式空調使用數也日漸增加，對其節能研究有需求。 | 敬悉 |
| 2.2 | 許多工業廠房由於規模不大時，不考慮使用大型中央空調機組而改用分離式空調(不使用冷卻水塔，冷卻水運送 PUMP)，會有靈活運用的好處，因此對其系統整體效率做研究可對中小型系統的採用者供參考，本計畫的研究方向非常符合現在節能研究需求。 | 敬悉 |
| 胡組長耀祖 | | |
| 3.1 | 計畫目標需求正確。 | 敬悉 |
| 3.2 | 對全尺度實驗，宜說明如何控制環境來達到 PARTIAL LOAD(部分負載)之運轉條件，而符合 VRV 系統之運轉特性。 | 敬悉 |
| 3.3 | 實驗量測之樣品及數量，宜做適當說明。 | 敬悉 |
| 3.4 | 測試方法之國家標準制定，宜深入研究。 | 敬悉 |
| 陳理事長國英 | | |
| 4.1 | 變冷媒量(VRV)空調機，目前已由導入期進入成長期，市場使用量將有大幅度之成長。因此，本研究計劃有其價值性和必要性。 | 敬悉 |
| 4.2 | 本計劃預定研究進度工作項目(3) VRV 系統部份負載曲線之建立與全尺度實驗印證原進 | 敬悉 |

| | | |
|--------|--|----|
| | 行期程為第3月至第6月(約為本年3月至6月)。由於台灣夏天最高溫之月份為7月及8月，希望其期程能延長2個月，以利設計者對每年最高負荷時期有依循之數據。 | |
| 4.3 | 若能進行VRV系統排熱對都市溫升之影響，並藉鼓勵廠商進行熱回收(例如給予租稅優惠)，以降低熱污染(溫升)之影響。 | 敬悉 |
| 陳教授寒濤 | | |
| 5.1 | 實驗數據經由曲線趨合後之標準差如何？ | 敬悉 |
| 5.2 | 建議本計劃之研究結果能和較具可靠性的結果相比較 | 敬悉 |
| 5.3 | 實驗數據的靈敏度如何？ | 敬悉 |
| 黃理事長銘津 | | |
| 6.1 | 審查通過。 | 敬悉 |
| 6.2 | 冷凍空調業管理條例總統於93.4.14明令頒佈主管機關經濟部將本業列為節能產業重點輔導工作，故貴所對於冷凍空調系統研究發展計畫案，本會予以支持感謝。 | 敬悉 |
| 6.3 | 變冷媒量(VRV)空調系統，近年來由於日韓廠商的行銷策略成功，空調技師規劃推廣於公共工程(採多機式)及商用、家用中小型空調系統日趨普遍，打破傳統空調系統模式，目前台灣市場以日本大金、三菱、日立、東芝、韓國LG廠牌為主，台灣廠牌雖有個案取代，但技術尚未成熟，應予加速研發針對日、韓系產品應予全面性詳盡評估。 | 敬悉 |
| 6.4 | 中央空調系統冰水主機能源效率標準，推動驗證制度，始由大電力中心推動，近年來繼由工研院能資所接手，已有顯著成效，國內10幾家製造業已設置20餘座標準測試站。 | 敬悉 |
| 6.5 | VRV變頻空調系統已嚴重影響打擊本土空調製造業及工程服務業，建議針對VRV變頻空調系統及中央空調系統其能源效率日常節能指標EAC應用研究之比較有詳盡研究計畫實為迫切需要。 | 敬悉 |
| 陳組長瑞鈴 | | |
| 7.1 | 本計畫案主要是探討市面上常見之變冷媒量VRV分離式空調系統，在不同使用型態及空調 | 敬悉 |

| | | |
|--------|--|----|
| | 負載變動下，其 EAC 值為何？以建立基本數據，供相關單位參用。 | |
| 7.2 | 在報告書中第 2 頁提到針對變冷媒量之 VRV 分離式空調系統，「綠建築評估體系」直接認定其 EAC 值為 0.8 之定值評估方式，恐影響整個體系評估之結果，請修正為可能影響個案評估結果。 | 敬悉 |
| 何副所長明錦 | | |
| 8.1 | 期望本計畫案與實際能結合，以提昇空調系統的能源使用效益，並藉由執行單位對國內外各類空調研討評估，以利國內相關產業研發。 | 敬悉 |
| 8.2 | VRV 系統排熱是否對都市產生增溫作用，請執行單位在研究過程中探討並說明。 | 敬悉 |

期中簡報審查會議記錄及處理情形

研究計畫：變冷媒量(VRV)空調系統於日常節能指標 EAC 應用之研究

會議日期：94 年 7 月 20 日

| 專家學者審查意見與建議 | | 意見回覆及處理情形 |
|-------------|--|---|
| 王副組長榮進 | | |
| 1.1 | 本案至目前為止，研究進度與方向均控制得相當好，而且已獲得具體的初步成果。 | 敬悉 |
| 1.2 | 尚無其他建議事項。 | 敬悉 |
| 周教授鼎金 | | |
| 2.1 | 建立之評估或應用於日常節能指標 EAC，建議應提出如何達成及格之重點說明 | 遵照辦理 詳期末報告中第六章 |
| 胡組長耀祖 | | |
| 3.1 | 符合期中計畫目標與進度。 | 敬悉 |
| 3.2 | 期中報告第 10 頁中所描述之商用 VRV 系統，壓縮機應有 2 個是變頻控制的，而非 1 個，請修正(2 機組，共 6 台壓縮機，而分 2 組中應是各有 1 台變頻)。 | 遵照辦理 並於期末報告中更改 |
| 3.3 | 有關第 4 章之 VRV 實驗驗證部份，幾點建議如下： a. 空調負荷曲線(Load Profile)與外氣溫度，在不同因表之條件下，各種品牌之 VRV 之反應不會相同，如何評估出符合規範之建議可多加以分析。 b. 第 58 頁中之 Data 圖，部份負載只做 50~100%，但是實驗機組可否設定在 50% 以下，應加以說明。 c. 可否有固定外氣溫度，尋求比較 VRV 變頻與定頻在不同負載(如 20%~100%)之耗能比較。 | 遵照辦理 本研究採用 IPLV 做為參數，便可以區分各種不同品牌的特性。 由於 VRV 變頻多聯的特性，所以不同負載率對 COP 的影響遠不及外氣溫度的影響，所以 ARI 的重點擺在外氣溫度的變化。 |
| 3.4 | 未來在評析建議 VRV 在建築技術規則或綠建築規範中之加權或評分時，應避免以品牌為評比標準，而應以平均之政策考量較佳。 | 遵照辦理 以各機種的 IPLV 做為平品參數 |

| | | |
|----------------------|--|-----------------------------|
| 陳理事長國英 | | |
| 4.1 | 本研究總模擬件數達 1296 件，函括範圍甚廣，有其客觀性，應予肯定。 | 敬悉 |
| 4.2 | VRV 為將來中、小型空調之趨勢，針對各廠牌效率之資料搜集，訂定有利於國內廠商發展及提升技術層次之評估標準。 | 敬悉 |
| 陳教授海曙 | | |
| 5.1 | 本研究進度符合要求，已有相當成果。 | 敬悉 |
| 5.2 | 實驗設備案例如時間經費許可下，因節能技術不同，可多做幾個案例(不同廠牌及不同容量)。 | 敬悉 |
| 蔡教授尤溪 | | |
| 6.1 | VRV 是註冊商標，建議對於 1 對多變冷媒量系統給予一個通稱。 | 敬悉 |
| 6.2 | 建議建立比較基準，如比較 VRV 與氣冷式空調機，比較定頻與變頻下不同之耗能。 | 遵照辦理 詳期末報告第五章 |
| 6.3 | EAC 計算公式可先以辦公室類建築之空調特性計算之。 | 敬悉 |
| 中華民國建築師公會全國聯合會王建築師立信 | | |
| 7.1 | 本計劃主要針對國、內外 VRV 系統主機於台灣氣候條件下進行效能比對，以建立重要本土化數據，值得肯定。 | 敬悉 原 EAC 公式中即有全熱交換器的評估方式 |
| 7.2 | 可否運用空調系統加裝熱交換機等變通方式，使空調系統效能符合綠建築日常節能指標，請執行單位補充說明。 | 原 EAC 公式中即有全熱交換器的評估方式。 |
| 陳組長瑞鈴 | | |
| 8.1 | 目前我國「綠建築評估體系」針對變冷媒空調系統直接認定其 EAC 值為 0.8;事實上不同氣候條件、使用型態及空調負載變動頻繁之際，如採用定值可能會導致相當程度誤差，有必要藉由本計劃提供適當修正與建議，建立本土化日常節能指標 EAC 值。 | 遵照辦理 詳期末報告第五章,有各種參數的分析 |
| 8.2 | 有關主機超量設計問題，請納入修正之 EAC 計算式內，避免造成日後評估 VRV 系統送審案件日常節能指標審查之盲點。 | 遵照辦理 詳期末報告第四章 |
| 8.3 | 期望藉由本計劃針對各類廠牌 VRV 系統比對分析評估，避免國外性能不佳產品行銷國內，訂定有利於國內廠商發展及提升國內相關產 | 敬悉 |

| | | |
|--------|---|---------------------|
| | 業技術層次之評估標準。 | |
| 何副所長明錦 | | |
| 9.1 | 本案應注意實驗對象是否有納入國內廠牌之 VRV 主機，以免將來公佈之實測數據或指標值管制範圍均呈現僅對外國品牌有利之偏頗情況。 | 以 IPLV 為參數,是最客觀的方法. |

期末簡報審查會議記錄及處理情形

研究計畫：變冷媒量(VRV)空調系統於日常節能指標 EAC 應用之研究

會議日期：94 年 11 月 17 日

| 專家學者審查意見與建議 | | 意見回覆及處理情形 |
|-------------|---|---|
| 陳理事長國英 | | |
| 1.1 | 本案係採理論分析與實驗印證並重並行之方式，藉由對正在商業運轉中之 VRV 系統進行全尺度實驗量測，做成在本地氣象條件下之部分負載曲線，在設計 VRV 系統時極具參考價值。 | 敬悉 |
| 1.2 | PLF-PI 曲線為 VRV 空調系統之最重要特性，此乃低負載時之系統耗電情形，可決定產品性能之優劣。依研究結果分析，當部分負載率為 50% 時，VRV 之耗電率約為 50%；部分負載率為 80% 時，VRV 耗電率約 95%。為彌補此種效率變化現象，於實務設計時均會加入備用容量，但此方式是否將導致選機時超量設計，而無法達到省電之目的？ | 主機設計時仍應按實際需求計算。由於全年中全載的時間不多，而多數的時間的負載率在 50%~90% 之間，恰可落在最佳效率區。若超量設計反使負載率降更低，而未能落在此區域中。 |
| 1.3 | 使用本案之 EAC 評估方式，除可區分不同品牌 VRV 產品之好壞，亦可凸顯優良 VRV 系統之節能效率。 | 敬悉 |
| 1.4 | 本案所建立之適用於 VRV 空調系統 EAC 評估公式，有助於空調系統之設計工作朝向節能、舒適、健康之方向發展。 | 敬悉 |
| 1.5 | 本案結果內容充實，電腦耗能模擬總件數達 3,240 件，且係在本地氣象條件下完成，成果值得肯定。 | 敬悉 |
| 何副所長明錦 | | |
| 2.1 | 本案最後章節係利用曾經申請綠建築標章日常節能指標之實際案例，進行本 VRV 系統 | 敬悉，依會議結論辦理，列入明年後續研究 |

| | | |
|-------|--|---|
| | EAC 修正簡算式之範例計算，是否能以實測方式印證該計算結果之正確性？ | |
| 2.2 | 本案於研究過程中均採用外國品牌之 VRV 產品進行實驗，但期中審查時曾有委員提出應兼顧國內、外 VRV 產品市場競爭之平衡，以促進國內相關產業發展並維護其權益。故請本案提供具體可行建議以達上開目標。 | 國內目前並無國產之 VRV 系統商用產品。 |
| 周技師瑞法 | | |
| 3.1 | 目前法規要求空調系統不得超量設計，但未來如果空調能力不足，相關責任該由誰負責？ | 綠建築標章所規範內容屬於一種簡算式，主要提供主管機關於設計完畢後進行再檢查用途，空調技師設計時仍應依循正規之設計程序，亦即透過電腦程式進行精算，方可決定正確之設備容量，而非直接使用 EAC 等簡算式來決定設備容量。 |
| 3.2 | 本案提及 VRV 系統效率與廠牌有直接關係，過程中以目前市面上 3 種市佔率較高之廠牌為主要研究對象。研究結果顯示部分廠牌於修正後 EAC 評估式中可以過關，部分廠牌則無法通過，未來如果以這種廠牌產品之分析結果作為 EAC 公告修正依據，是否有涉及綁標之疑慮？ | 未來公告之 VRV 空調系統 EAC 評估公式，將採性能式指標，廠牌機型之特徵將不會出現在修正公式內，亦不會有綁標之疑慮。 |
| 3.3 | 本案研究內容以廠商型錄提供之性能曲線作為計算分析之主要依據，是否具有實務上之代表性？ | 本案研究初始階段雖利用設備廠商提供之性能曲線做為簡算式推導之依據，但隨即利用大量之電腦模擬 (3,240 件)，及全尺度實測進行交互印證，結果顯示準確率高達近 9 成左右，雖仍有進步之空間，但已具有實務上 |

| | | |
|----------|--|---|
| | | 之代表性。 |
| 建築從業-莊先生 | | |
| 4.1 | 本案結果顯示室外機於 VRV 系統整體耗能結構中佔有極大之權重 (Weighting)，因此是否可提供業界有關室外機最佳設置位置之具體建議。 | 以個人曾經實際執行之改善案例而言，空調系統室外機並無明確之最佳設置位置，主要應透過流場分析軟體進行電腦模擬後方可判定。 |

期 初 會 議 記 錄

五、主席致詞：(略)

六、承辦單位報告：(略)

七、研究計畫簡報：(略)

八、出(列)席人員發言要點：

(一)「變冷媒量(VRV)空調系統於日常節能指標 EAC 應用之研究」案

王副組長榮進：

- 1 本研究有關 VRV 空調系統在部分負載下的耗能狀況分析對於未來推廣 VRV 系統應有相當的助益。
- 2 如何提昇空調系統的能源使用效益，是國內未來建築物節約能源政策推動的重點，本研究結果可做為未來相關政策推動的參考。

王主任文伯

- 1 以往空調節能研究均只對中央空調系統做研究，而目前小型的窗型與分離式空調使用數也日漸增加，對其節能研究有需求。
- 2 許多工業廠房由於規模不大時，不考慮使用大型中央空調機組而改用分離式空調(不使用冷卻水塔，冷卻水運送 PUMP)，會有靈活運用的好處，因此對其系統整體效率做研究可對中小型系統的採用者供參考，本計畫的研究方向非常符合現在節能研究需求。

胡組長耀祖：

- 1 計畫目標需求正確。
- 2 對全尺度實驗，宜說明如何控制環境來達到 PARTIAL LOAD(部分負載)之運轉條件，而符合 VRV 系統之運轉特性。
- 3 實驗量測之樣品及數量，宜做適當說明。
- 4 測試方法之國家標準制定，宜深入研究。

陳理事長國英：

- 1 變冷媒量(VRV)空調機，目前已由導入期進入成長期，市場使用量將有大幅度之成長。因此，本研究計劃有其價值性和必要性。
- 2 本計劃預定研究進度工作項目(3) VRV 系統部份負載曲線之建立

與全尺度實驗印證原進行期程為第 3 月至第 6 月(約為本年 3 月至 6 月)。由於台灣夏天最高溫之月份為 7 月及 8 月，希望其期程能延長 2 個月，以利設計者對每年最高負荷時期有依循之數據。

3 若能進行 VRV 系統排熱對都市溫升之影響，並藉鼓勵廠商進行熱回收(例如給予租稅優惠)，以降低熱污染(溫升)之影響。

陳教授寒濤

- 1 實驗數據經由曲線趨合後之標準差如何？
- 2 建議本計劃之研究結果能和較具可靠性的結果相比較
- 3 實驗數據的靈敏度如何？

黃理事長銘津(書面意見)

- 1 審查通過。
- 2 冷凍空調業管理條例總統於 93.4.14 明令頒佈主管機關經濟部將本業列為節能產業重點輔導工作，故 貴所對於冷凍空調系統研究發展計畫案，本會予以支持感謝。
- 3 變冷媒量(VRV)空調系統，近年來由於日韓廠商的行銷策略成功，空調技師規劃推廣於公共工程(採多機式)及商用、家用中小型空調系統日趨普遍，打破傳統空調系統模式，目前台灣市場以日本大金、三菱、日立、東芝、韓國 LG 廠牌為主，台灣廠牌雖有個案取代，但技術尚未成熟，應予加速研發針對日、韓系產品應予全面性詳盡評估。
- 4 中央空調系統冰水主機能源效率標準，推動驗證制度，始由大電力中心推動，近年來繼由工研院能資所接手，已有顯著成效，國內 10 幾家製造業已設置 20 餘座標準測試站。
- 5 VRV 變頻空調系統已嚴重影響打擊本土空調製造業及工程服務業，建議針對 VRV 變頻空調系統及中央空調系統其能源效率日常節能指標 EAC 應用研究之比較有詳盡研究計畫實為迫切需要。

陳組長瑞鈴

- 1 本計畫案主要是探討市面上常見之變冷媒量 VRV 分離式空調系統，在不同使用型態及空調負載變動下，其 EAC 值為何？以建立基本數據，供相關單位參用。
- 2 在報告書中第 2 頁提到針對變冷媒量之 VRV 分離式空調系統，「綠建築評估體系」直接認定其 EAC 值為 0.8 之定值評估方式，恐影響整個體系評估之結果，請修正為可能影響個案評估結果。

何副所長明錦

- 1 期望本計畫案與實際能結合，以提昇空調系統的能源使用效益，並藉由執行單位對國內外各類空調研討評估，以利國內相關產業研發。
- 2 VRV 系統排熱是否對都市產生增溫作用，請執行單位在研究過程中探討並說明。

(二) 「單一建築材料隔熱性能資料庫之建立」案

王副組長榮進：

- 1 國內建築材料隔熱性能資料庫的建立，是建築外殼耗能係數計算的基礎，值得配合加速建立。
- 2 未來相關資料可提供作為修正建築物節約能源設計技術規範建材性能資料的依據。

王主任文伯

- 1 本計劃將針對綠建築送審資料，做單一建材隔熱性性能的測試並建立資料庫，對綠建築節能的推動有正面的意義。

期 中 會 議 記 錄

五、主席致詞：(略)

六、承辦單位報告：(略)

七、研究計畫簡報：(略)

八、出(列)席人員發言要點：

(一)「變冷媒量(VRV)空調系統於日常節能指標 EAC 應用之研究」案

王副組長榮進：

- 1 本案至目前為止，研究進度與方向均控制得相當好，而且已獲得具體的初步成果。
- 2 尚無其他建議事項。

周教授鼎金

- 1 建立之評估或應用於日常節能指標 EAC，建議應提出如何達成及格之重點說明。

胡組長耀祖：

- 1 符合期中計畫目標與進度。
- 2 期中報告第 10 頁中所描述之商用 VRV 系統，壓縮機應有 2 個是變頻控制的，而非 1 個，請修正(2 組機組，共 6 台壓縮機，而分 2 組中應是各有 1 台變頻)
- 3 有關第 4 章之 VRV 實驗驗證部分，幾點建議如下：
 - a. 空調負荷曲線(Load Profile)與外氣溫度，在不同因素之條件下，各種品牌之 VRV 之反應不會相同，如何評估出符合規範之建議可多加分析。
 - b. 第 58 頁中之 Data 圖，部分負載只做 50%~100%，但是實驗機組可否設定在 50%以下，應加以說明。
 - c. 可否有固定外氣溫度，尋求比較 VRV 變頻與定頻在不同負載(如 20%~100%)之耗能比較。
- 4 未來在評析建議 VRV 在建築技術規則或綠建築規範中之加權或

評分時，應避免以品牌為評比標準，而應以平均之政策考量較佳。

陳理事長國英：

- 1 本研究業總模擬件數達 1296 件，函括範圍甚廣，有其客觀性，應予肯定。
- 2 VRV 為將來中、小型空調之趨勢，針對各廠牌效率之資料搜集，訂定有利於國內廠商發展及提升技術層次之評估標準。

陳教授海曙

- 1 本研究進度符合要求，已有相當成果。
- 2 實測設備案例如時間經費許可下，因節能技術不同，可多做幾個案例(不同廠牌及不同容量)。

蔡教授尤溪

- 1 VRV 是註冊商標，建議對於 1 對多變冷煤量系統給予一個通稱。
- 2 建議建立比較基準，如比較 VRV 與氣冷式空調機，比較定頻與變頻下不同之耗能。
- 3 EAC 計算公式可先以辦公類建築之空調特性計算之。

中華民國建築師公會全國聯合會 王建築師立信

- 1 本計劃主要針對國、內外 VRV 系統主機於台灣氣候條件下進行效能比對，以建立重要本土化數據，值得肯定。
- 2 可否運用空調系統加裝熱交換機等變通方式，使空調系統效能符合綠建築日常節能指標，請執行單位補充說明。

陳組長瑞鈴

- 1 目前我國「綠建築評估體系」針對變冷煤空調系統直接認定其 EAC 值為 0.8；事實上不同氣候條件、使用型態及空調負載變動

- 頻繁之際，如採用定值可能會導致相當程度誤差，有必要藉由本計劃提供適當修正與建議，建立本土化日常節能指標 EAC 值。
- 2 有關主機超量設計問題，請納入修正之 EAC 計算式內，避免造成日後評估 VRV 系統送審案件日常節能指標審查之盲點。
- 3 期望藉由本計劃針對各類廠牌 VRV 系統比對分析評估，避免國外性能不佳產品行銷國內，訂定有利於國內廠商發展及提升國內相關產業技術層次之評估標準。

何副所長明錦

- 1 本案應注意實驗對象是否有納入國內廠牌之 VRV 主機，以免將來公佈之實測數據或指標值管制範圍均呈現僅對外國品牌有利之偏頗情況。

(二) 「單一建築材料隔熱性能資料庫之建立」案

王副組長榮進：

- 1 本研究之研究方向建議應以建築外殼之構造材料為主要研究對象。
- 2 有關建築節約能源設計技術規範建材隔熱性能資料部份，建議於期末報告時能提出具體的修正建議。

周教授鼎金

- 1 對於測試材料樣本、基本性能建議能說明之，例如密度、含水率、粒徑等。
- 2 建議量測玻璃之隔熱性能與光學性能。

胡組長耀祖：

- 1 符合計畫期中目標與進度。
- 2 有關玻璃光學量測研究方面，下列幾點建議，提供參考：
 - a. 美國(ANSI)是否有標準可供參考研究？

期 末 會 議 記 錄

內政部建築研究所 函

機關地址：台北市敦化南路 2 段 333 號 13

樓

承辦單位：內政部建築研究所

聯絡人：王佑萱

聯絡電話：(02) 27362389 轉 276

傳真電話：(02) 23774634

電子信箱：youhsuan@abri.gov.tw

受文者：王國防訓儲研究員佑萱

發文日期：中華民國 94 年 11 月 25 日

發文字號：建研環字第 0940006034 號

速別：速件

密等及解密條件或保密期限：無

附件：會議紀錄

主旨：檢送本所 94 年度建築研究計畫聯合研討會「變冷媒量(VRV)空調系統於日常節能指標 EAC 應用之研究」期末審查會議紀錄如附件，請 查照。

正本：陳理事長國英、楊教授冠雄、黃助理教授瑞隆

副本：何副所長明錦、陳組長瑞鈴、本所環境控制組、王國防訓儲研究員佑萱

內政部建築研究所 94 年度建築研究計畫聯合研討會「變冷媒量(VRV)空調系統應用於日常節能指標 EAC 應用之研究」期末審查會議紀錄

一、時間：94 年 11 月 17 日（星期四）下午 1 時 10 分整

二、地點：台北科技大學設計館八樓會議廳

三、主持人：陳組長瑞鈴

記錄：王國防訓儲研究員佑萱

四、與談人：胡組長耀祖（請假）、陳理事長國英（按姓氏筆劃順序）

五、主席致詞：（略）。

六、研究計畫簡報：（略，詳會議資料）

七、出（列）席人員發言要點：

陳理事長國英

- 1 本案係採理論分析與實驗印證並重並行之方式，藉由對正在商業運轉中之 VRV 系統進行全尺度實驗量測，做成在本土氣象條件下之部分負載曲線，在設計 VRV 系統時極具參考價值。
- 2 PLF-PI 曲線為 VRV 空調系統之最重要特性，此乃低負載時之系統耗電情形，可決定產品性能之優劣。依研究結果分析，當部分負載率為 50% 時，VRV 之耗電率約為 50%；部分負載率為 80% 時，VRV 耗電率約 95%。為彌補此種效率變化現象，於實務設計時均會加入備用容量，但此方式是否將導致選機時超量設計，而無法達到省電之目的？
- 3 使用本案之 EAC 評估方式，除可區分不同品牌 VRV 產品之好壞，亦可凸顯優良 VRV 系統之節能效率。

- 4 本案所建立之適用於 VRV 空調系統 EAC 評估公式，有助於空調系統之設計工作朝向節能、舒適、健康之方向發展。
- 5 本案結果內容充實，電腦耗能模擬總件數達 3,240 件，且係在本地氣象條件下完成，成果值得肯定。

何副所長明錦

- 1 本案最後章節係利用曾經申請綠建築標章日常節能指標之實際案例，進行本 VRV 系統 EAC 修正簡算式之範例計算，是否能以實測方式印證該計算結果之正確性？
- 2 本案於研究過程中均採用外國品牌之 VRV 產品進行實驗，但期中審查時曾有委員提出應兼顧國內、外 VRV 產品市場競爭之平衡，以促進國內相關產業發展並維護其權益。故請本案提供具體可行建議以達上開目標。

周技師瑞法

- 1 目前法規要求空調系統不得超量設計，但未來如果空調能力不足，相關責任該由誰負責？
- 2 本案提及 VRV 系統效率與廠牌有直接關係，過程中以目前市面上 3 種市佔率較高之廠牌為主要研究對象。研究結果顯示部分廠牌於修正後 EAC 評估式中可以過關，部分廠牌則無法通過，未來如果以這種廠牌產品之分析結果作為 EAC 公告修正依據，是否有涉及綁標之疑慮？
- 3 本案研究內容以廠商型錄提供之性能曲線作為計算分析之主要依據，是否具有實務上之代表性？

建築從業-莊先生

- 1 本案結果顯示室外機於 VRV 系統整體耗能結構中佔有極大之權重 (Weighting)，因此是否可提供業界有關室外機最佳設置位置之具體建議。

楊教授冠雄回應

- 1 回應陳理事長國英：針對空調設計通常須加入安全備載容量問題，可藉由合於 ASHRAE 規定之「不保證率理論」解決，只要於設計階段採用較低之不保證率，即可在符合國際規範前提下增加設備之設計容量，進而滿足提升備載容量需求。

- 2 回應何副所長明錦：

- (1) 本案目前雖已有全尺度實測結果，但未來仍會利用 貴所台南實驗群即將建置完成之多套 VRV 系統，進行為期 1 年之後續實測與追蹤，屆時可能會擬定更精確之修正式。
- (2) 目前國內廠商生產之相關產品以定頻為大宗，如有變頻機型，亦僅止於小型分離式空調機，其系統容量規模尚無法符合國際上認定之 VRV 空調系統，本案之性能實測結果恰可提供國內相關廠商極佳之效能比對參考，進而促使其加速研發符合 VRV 系統規模之產品，以提昇國際競爭力。

- 3 回應周技師法瑞：

- (1) 綠建築標章所規範內容屬於一種簡算式，主要提供主管機關於設計完畢後進行再檢查 (Re-check) 用途，空調技師設計時仍應依循正規之設計程序，亦即透過電腦程式 (例如 DOE、Tracer700 等) 進行精算，方可決定正確之設備容量，而非直接使用 EAC 等簡算式來決定設備容量。

(2)未來公告之 VRV 空調系統 EAC 評估公式，將採性能式指標，廠牌機型之特徵將不會出現在修正公式內，亦不會有綁標之疑慮。

(3)本案研究初始階段雖利用設備廠商提供之性能曲線做為簡算式推導之依據，但隨即利用大量之電腦模擬（3,240 件），及全尺度實測進行交互印證，結果顯示準確率高達近 9 成左右，雖仍有進步之空間，但已具有實務上之代表性。

4 回應建築從業-莊先生：以個人曾經實際執行之改善案例而言，空調系統室外機並無明確之最佳設置位置，主要應透過流場分析軟體進行電腦模擬後方可判定。

八、會議結論：

- 1 本案有關全尺度實測印證方面，除目前已完成之部分外，請利用本所台南實驗群刻正建置之 VRV 空調系統設備進行至少 1 年之後續追蹤與性能印證，以確保相關研究成果之嚴謹性。
- 2 本案期末審查原則通過，各與談人提供之意見，請計畫主持人參採並納入成果報告回應。

九、散會（下午 2 時 30 分整）

參考書目

1. American Society of Heating, refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., “ASHRAE Handbook FUNDAMENTALS”, 2001.
2. 黃瑞隆、陸紀文、黃建民、謝文健和謝建新，“空調工程與設計—含供暖與通風”，民國 92 年。
3. 內政部建築研究所，“綠建築解說與評估手冊”，2005 年。
4. 林憲德，“建築節約能源設計技術規範與實例”，2003 年。