

內政部建築研究所



研究計畫成果報告

辦公類建築耗能總量調查之研究

計畫主持人：黃教授漢泉

研究單位：財團法人中華建築中心

委託單位：內政部建築研究所

計畫編號：MOIS891013

執行期程：八十八年十月至八十九年十月

中華民國八十九年十月五日

內政部建築研究所研究計畫成果報告

辦公類建築耗能總量調查之研究

計畫主持人：黃教授漢泉

顧問：林教授憲德

研究人員：陳聖仙

研究助理：潘健全、駱世鴻、雷志文

研究單位：財團法人中華建築中心

委託單位：內政部建築研究所

計畫編號：MOIS891013

執行期程：八十八年十月至八十九年十月

ARCHITECTURE & BUILDING RESEARCH
INSTITUTE
MINISTRY OF INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT

**The Research for the Investigation of Total
Energy Consumption of Office Buildings**

BY
HAN-CHUAN HUANG
Otc 5, 2000

摘 要

關鍵詞：辦公類建築、用電消費量、耗能、節約能源

為了瞭解台灣地區辦公類建築之電力消費量情況、乃針對台北市、台中市及高雄市辦公大樓各單元用戶電力消費量加以調查，並分析各單元用戶之年平均單位面積用電量，計算其建築物外殼耗能量，並且施行問卷調查，取得建物屬性，用戶屬性等相關資料後，統計整理並針對相關理論進行分析，以了解各單元用戶之用電特性與各耗能影響要素間之關係並進行預測與管制。以期提供政府對往後辦公大樓能源消費管理與節能政策制擬時參考。

具體而言，本研究預期目標與成果如下：

- 一、建立台北市、台中市及高雄市辦公大樓耗能量之基本資料，包括建物屬性、當地氣候記錄、用戶屬性資料及其電力消耗量等相關資料。解析出影響用電消費量之建築因子，最為未來能源管制的參考。
- 二、分析辦公大樓用電消費量及其組成結構、消費特性、消費型態、由用戶基本屬性、建物屬性等各方面，探討其與用電消費量之關係。
- 三、藉由氣候因子對台北市、台中市及高雄市用電消費量作分析，以氣候資料來預測台灣地區辦公大樓電力消費量情形，以作為未來能源預測之參考。
- 四、藉由建立台北市、台中市、高雄市辦公大樓用電量資料，建立用電消費量等級，並建立淘汰率，預測其節能效果，期能作為耗能分析與預測之基礎，並提供相關單位節能政策之參考。

ABSTRACT

Keywords: Office Building, Electricity Power Consumption, Energy Consumption, Energy Saving

In order to understand the status of Electricity Consumption of office building in Taiwan, the study are focus on total electricity power consumption of every unit in office buildings in Taipei, Taichung and Kaoshung, analyzing the average electricity consumption of every unit by SQM, examining the classification of the building and the classification of consumers, all the statistic data are gathered and cross studied with related theories to find out the relationship between the uniqueness of the electricity power consumption of every unit and the factors which influence the consumption of energy. And, according to forecast and controlling the result of the research could be provided as a reference to the government to manage the energy consumption of office building and to make policies for controlling the energy consumption in the future.

The estimated targets and results of the research are as followed:

1. Establishing the data base for the energy consumption of office buildings in Taipei, Taichung and Kaoshung includes the classification of the buildings, local weather record the classification of the consumers, and the electricity power consumption. To find out the factors which influence the electricity power consumption as the control points in the future energy policy.
2. Analysing the relationship between the electricity power consumption and all the constituents and types of the consumption by studying every aspect of the classification of the buildings and the classification of consumers.
3. By using climate factor to analyzing the electricity power consumption of Taipei, Taichung and Kaoshung, means, using climate data to forecast the electricity power consumption of office building in Taiwan, and could be the reference of energy forecast in the future.
4. Using the electricity power consumption data of office building in Taipei, Taichung, and Kaoshung to establish couple levels in electricity power consumption; building the standard of elimination; and forecasting energy saving, to be the basis of energy analyzing and forecasting a reference to make energy control policies.

目 次

摘要

表目錄

圖目錄

第一章 緒論

第一節 研究動機	1-1
第二節 研究目的	1-2
第三節 研究方法與流程	1-3
第四節 相關文獻回顧	1-6
第五節 研究範圍與內容	1-9

第二章 辦公建築耗能論說

第一節 國內能源使用情形	2-1
第二節 建築耗能探討	2-1
第三節 國內外節能管理	2-10

第三章 辦公室單元用電消費量研究調查

第一節 調查方法	3-1
第二節 調查作業及問卷	3-3
第三節 辦公大樓樣本之建物屬性分析	3-4
第四節 電力資料分析	3-12
第五節 問卷用戶基本資料分析	3-15

第四章 電力消費量分析

第一節 電力消費量與氣候要素分析	4-1
第二節 建築物屬性與電力消費量分析	4-18
第三節 辦公類建築電力消費預測與管制	4-25

第五章 結論與建議

第一節 結論	5-1
第二節 建議	5-5

附錄一：參考文獻.....	X-1
---------------	-----

附錄二：審查會議記錄及處理情形（期初諮詢回應表）.....	X-2
-------------------------------	-----

附錄三：審查會議記錄及處理情形（期中諮詢回應表）.....	X-4
-------------------------------	-----

附錄四：審查會議記錄及處理情形（期末諮詢回應表）.....	X-6
-------------------------------	-----

圖 目 錄

圖 1-1. 研究架構流程圖	1-4
圖 2-1. 建築節能計畫	2-8
圖 3-1. 調查作業流程圖	3-4
圖 3-2. 各地區用戶室內面積統計圖	3-6
圖 3-3. 各地區建物樓層高度統計圖	3-7
圖 3-4. 各地區開口面數統計圖	3-8
圖 3-5. 各地區開窗率統計圖	3-8
圖 3-6. 各地區外牆熱傳透率統計圖	3-9
圖 3-7. 各地區外周區所佔比率統計圖	3-10
圖 3-8. 年總用電量解析圖	3-12
圖 3-9. 各地區年總用電量分佈情形	3-14
圖 3-10. 各地區行業別分佈情形	3-16
圖 3-11. 各地區電腦數量分佈情形	3-17
圖 4-1. 台北市、台中市及高雄月平均單位用電消費量之年變化	4-3
圖 4-2. 氣溫變動與用電量關係	4-6
圖 4-3. 台北市辦公室用電量與氣溫變化圖	4-7
圖 4-4. 台北市辦公室用電量與氣溫變化之迴歸分析圖	4-8
圖 4-5. 台中市辦公室用電量與氣溫變化圖	4-9
圖 4-6. 台中市辦公室用電量與氣溫變化之迴歸分析圖	4-9
圖 4-7. 高雄市辦公室用電量與氣溫變化圖	4-10
圖 4-8. 高雄市辦公室用電量與氣溫變化之迴歸分析圖	4-11
圖 4-9. 台北市辦公室用電量與水平日射量變化圖	4-12
圖 4-10. 台北市辦公室用電量與水平日射量迴歸分析圖	4-12

圖 4-11. 台中市辦公室用電量與水平日射量變化圖	4-13
圖 4-12. 台中市辦公室用電量與水平日射量迴歸分析圖	4-14
圖 4-13. 高雄市辦公室用電量與水平日射量變化圖	4-14
圖 4-14. 高雄市辦公室用電量與水平日射量迴歸分析圖	4-15
圖 4-15. 各地區辦公類建築年平均單位面積電力消費分佈圖	4-26
圖 4-16. 各地區辦公類建築年電力消費單一管制示意圖	4-27
圖 4-17. 各地區辦公類建築年電力消費分區管制示意圖	4-29

表 目 錄

表 2-1. 建築物生命週期各階段之耗能說明及其百分比	2-3
表 2-2. 住宅與辦公類型生命週期單位樓地板面積耗能量表	2-4
表 2-3. 單體商業建築消費種類單位面積能源消耗量表	2-6
表 2-4. 辦公建築各季節用電組成分析表	2-6
表 2-5. 經濟成長率與電力負載關係表	2-7
表 2-6. 各國節能管理項目比較表	2-11
表 2-7. 實施建築設備管理國家之比較表	2-12
表 2-8. 目前我國之能源法規表	2-14
表 2-9. 建築技術規則設計施工編第四十五條之一有關建築物節約能源 部份條文修正（八十六年一月十七日研修完成）	2-15
表 3-1. 台北市各樣本分區表	3-5
表 3-2. 台中市各樣本分區表	3-5
表 3-3. 高雄市各樣本分區表	3-5
表 3-4. 建築物屬性特性	3-11
表 3-5. 年平均單位面積用電消費量等級	3-14
表 4-1. 各地區月平均溫度統計表	4-1
表 4-2. 各地區月水平日射量統計表	4-2
表 4-3. 各地區風速統計表	4-2
表 4-4. 各地區月相對濕度統計表	4-3
表 4-5. 各地區月平均用電統計表	4-4
表 4-6. 氣候要素資料應用於建築設計關係表	4-5
表 4-7. 各地區年間用電量與風速變化迴歸方程式與決判係數表	4-16
表 4-8. 各地區年間用電量與濕度變化迴歸方程式與決判係數表	4-17
表 4-9. 各地區用戶中間層與屋頂層統計表	4-18

表 4-10. 辦公室外殼設計因素對空調耗能之影響率.....	4-18
表 4-11. 各地區各等級年總用電量其建物屬性差異表	4-19
表 4-12. 各地區屋頂層與中間層年總用電量分析表.....	4-20
表 4-13. 各地區冷氣冷卻形式與年平均單位面積用電消費量關係表	4-22
表 4-14. 各地區單元用戶開窗率與年平均單位用電消費量關係表	4-23
表 4-15. 各地區各行業年平均單位用電消費量差異表	4-23
表 4-16. 各地區各行業年總用電量、面積與人數關係表	4-24

第一章 緒論

第一節 研究動機

隨著兩次能源危機發生對全球政經所產生的影響與衝擊,以及對環保要求、地球有限能源的意識高漲下,有關能源問題已成為當前全球性的重要議題,其中節約能源更是各國致力發展的方向。而未來隨著經濟發展對於能源的需求將益形殷切,但我國本身之能源資源並不豐富,依據經濟部能委會調查資料,國內 95.75%的能源需求須仰賴進口,如此更凸顯了節約能源工作,對國內經濟發展政策的重要性。

由經濟部能源委員會「能源統計年報」中,更可發現商業辦公部門的電力消耗量,自 1976 年至今 1995 年成長了 10.6 倍,為各使用類型之冠。另一方面,由「建築生命週期能源消費與溫室氣體排放量分析」的研究中得知,辦公大樓自建材生產,運輸營建,日常使用等過程中,能源之消耗量更高達 1254264[kcal / m²],為住宅之 1.2 倍。故欲了解辦公大樓之能源消費量為本研究動機之一。

再者,隨國內經濟迅速的發展,對辦公商業用途之建築物的使用需求亦相對增加,而且隨著辦公大樓國際化、資訊化、智慧化、高層化的發展趨勢,為了滿足辦公環境內舒適、便捷、高效率的需求下相配合的設備量亦大幅增加,致使其對能源需求更形殷切。而由經濟部能委會「台灣能源平衡表」中可發現,有關辦公大樓之能源消耗結構中 95% 以上為電力消費。所以探討設備量與用電量間之關係為本研究動機之二。

台灣地區位處於亞熱帶氣候區,且四周環海,氣候特徵為高溫、高濕且多雨。以台灣中部之台中地區為例,近五年來在夏季期間(五月至九月)之平均氣溫為 27.5 ,水平日射量為 557.8[MJ / m².mon.],相對濕度為 76.2%,為了維持室內舒適的環境品質,因此建築物使用空調設備以調節室內溫濕度之情形已甚為普遍。又在都市化下建築物漸趨向高層、密集的發展,相對的生活空間環境則日趨惡化,而隨經濟的

發展對環境舒適的要求亦相對提高，遂此利用空調設備來調節氣候對環境的影響，已成為不可或缺的設備，而探討氣候要素與住戶之用電關係為本研究動機之三。

而由台灣電力公司「能源經濟統計」調查中，了解空調用電佔了辦公大樓用電量之 40% 至 60% 更為台灣地區尖峰用電量之 20%，由建築外殼特性研究與能源委員會的統計資料中，發現不同外殼設計下之辦公大樓，其空調耗電量之差距高達四倍以上，可見外殼設計差異的影響，也因此欲研究建物設計因子、外殼耗能因素與空調用電量間之關係，此乃本研究動機之四。

第二節 研究目的

因此，為了了解辦公大樓其能源消費量、能源消費特性、消費種類，及其受季節變化差異，使用特性的影響，乃利用實際的調查工作，與問卷操作分析，配合相關單位提供之電力消費資料進行統計分析，探討各用戶年間用電分佈趨勢，電力消費量及使用模式，以期了解各耗能因子與耗能量間之關係，提供相關單位對節能政策與能源消費管理參考。

而本研究之目的，是希望能建立台北市、台中市及高雄市地區辦公大樓耗能量的基本資料，調查建物屬性與用戶屬性，並對調查所得資料與耗能量間進行分析，以期了解台北市、台中市及高雄市地區耗能量之分析特性、消費趨勢，掌握耗能影響因子等。具體而言，本研究預期目標與成果如下：

- 一、建立台北市、台中市及高雄市辦公大樓耗能量之基本資料，包括建物屬性、當地氣候記錄、用戶屬性資料及其電力消耗量等相關資料。解析出影響用電消費量之建築因子，做為未來能源管制的參考。
- 二、分析辦公大樓用電消費量及其組成結構、消費特性、消費型態、由用戶基本屬性、建物屬性等各方面，探討其與用電消費量之關係。
- 三、藉由氣候因子對台北市、台中市及高雄市用電消費量作分析，以氣

候資料來預測台灣地區辦公大樓電力消費量情形，以作為未來能源預測之參考。

- 四、藉由建立台北市、台中市、高雄市辦公大樓用電量資料，建立用電消費量等級，並建立淘汰率，預測其節能效果，期能作為耗能分析與預測之基礎，並提供相關單位節能政策之參考。

第三節 研究方法與流程

本研究為了解台北市、台中市及高雄市辦公大樓各單元用戶屬性、建築屬性，與年度總用電量間之關係，採用實地調查的方式，將台北市、台中市及高雄市辦公大樓，透過統計上的抽樣方式，對各抽樣用戶進行問卷調查與統計，並調查抽樣用戶以往一年中每月的用電消費量，探討其每月用電量的組成結構、使用者屬性、建築物屬性、建物本身外殼耗能量等相關因子之關係。而操作方法係將調查所得之用戶年總用電量，統計其分佈的情形，與實際的氣候記錄、使用者屬性、建築物外殼耗能等相關因子間做分析，藉此掌握各影響耗能的因子，了解其影響程度，並建立能源消費分析與耗能量資料的基礎，再探討節能問題以尋求節約能源的方法。而各階段研究流程分述於下(圖 1-1)：

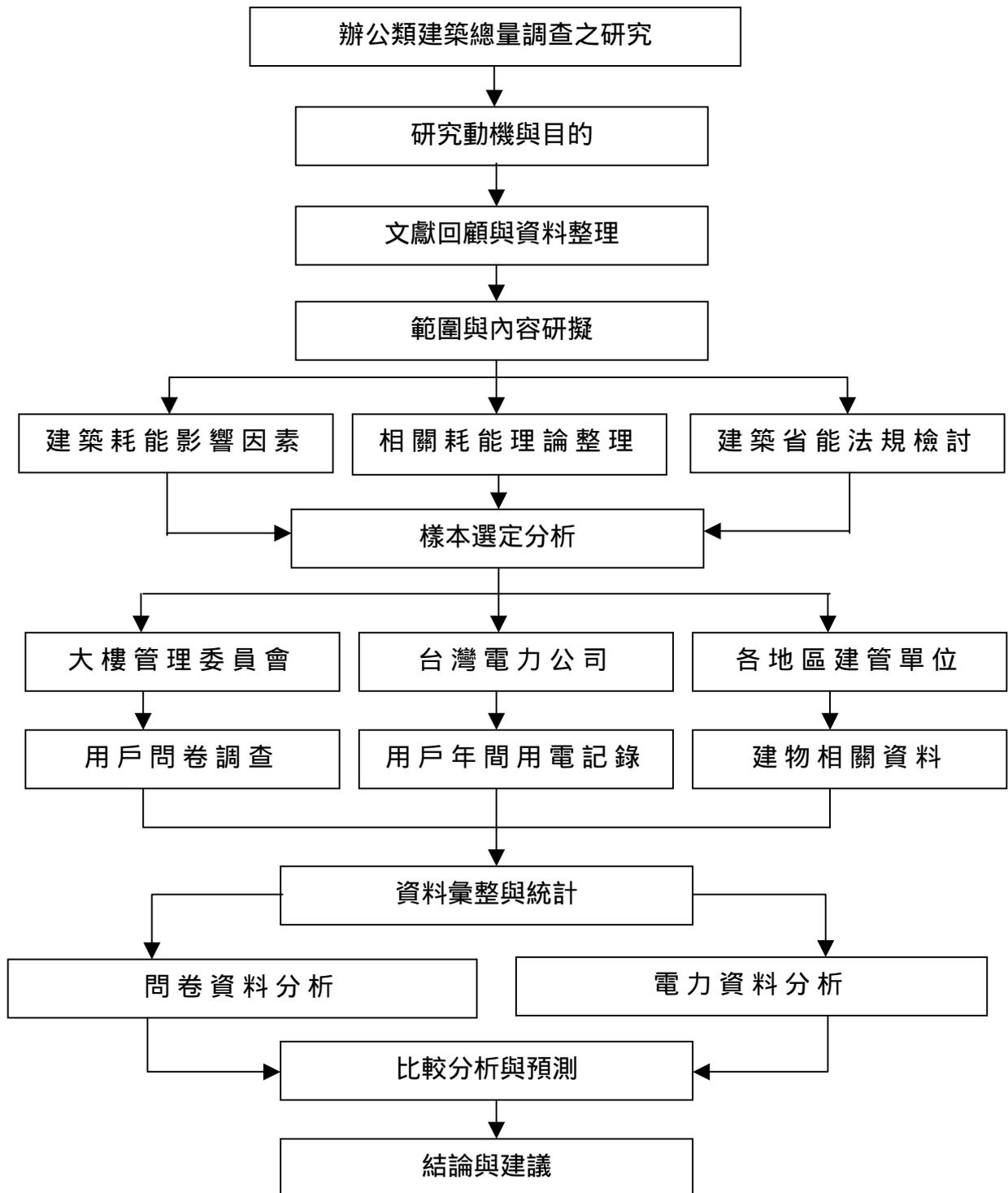


圖 1-1 研究架構流程圖

- 一、 題目界定及工作流程之確定
 - a. 蒐集有關耗能問題之相關研究文獻
 - b. 分析並整理相關文獻
 - c. 界定題目與研究範圍及方向
 - d. 確定研究架構與流程和預期目標
- 二、 理論整理及模擬方式確立
 - a. 辦公大樓耗能相關問題整理
 - b. 分析方式與假設條件確立
 - c. 辦公大樓耗能相關因子整理與分析
- 三、 電力消費量調查
 - a. 選定調查對象
 - b. 調查方法與流程確立
 - c. 資料歸納整理，用電、用戶特性、建物特性整理
 - d. 耗能分佈分析
 - e. 建築型態與外殼耗能分析
- 五、 用電屬性分析
 - a. 氣候因子與用電量
 - b. 建物型態與用電量
 - c. 電力消費量預測與管制
- 六、 結論與建議

第四節 相關文獻回顧

將國內關於能源消費量之相關調查資料，以及辦公大樓耗能量之相關研究整理如下：

一、能源消費調查文獻

- (一) 經濟部能委會，「台灣地區能源統計手冊」，1996 年。
- (二) 台灣電力公司，「台灣地區電器普及狀況調查研究報告 1993 年。
- (三) 台灣電力公司，「能源經濟統計年報」，1996。

上述由電力公司及經濟部能委會，針對國內各項能源的供給狀況、各部門需求量、歷年演變趨勢、組成結構、價格等，以及電器使用狀況所進行的調查，有助於本研究對能源供給現況、使用需求等各項能源指標演變趨勢，有進一步的了解。

- (四) 中村慎，「東京都地區省能可能性之檢討」，1995 年。

日本建築學會論文集針對建築物外殼隔熱材、照明密度、省能型事務機器、外氣處理、空調熱輸送方式、熱源機器等方面以省能手法進行修改，再比較修改前後之差距。由此研究中，可了解上述各省能手法使用的效率，值得於建議選擇節能方式時之參考。

- (五) 和田真佐人，「事務所空調方式及能源消費量關係實態調查」 1994 年，日本建築學會論文集。

此研究針對日本福岡市事務所使用空調設備形式，與其能源消費量年變化，冷房、熱房能源消費需求關係進行研究。如此可了解空調設備形式使用差異對能源消費量之影響。

- (六) 赤林伸一，「事業所能源消費量實態調查」，1996 年，日本建築學會論文集。

此研究針對日本新潟市事務所，用途別、規模、設備容量、冷暖房全負荷運轉相當時間與二次能源消費量關係進行研究。

- (七) 澤地孝男,「用途別單位能源消費量推算式研究」,1994年,日本建築學會論文集。

將能源消費量以二次能源表示,按各能源消費用途依冷房、暖房、給水、調理、照明等探討其影響因素,導出推算式。此研究有助於了解影響因子與推算式推導之操作。

二、辦公大樓耗能相關文獻

- (一) 劉漢卿,「建築生命週期能源消費分析與溫室氣體排放量分析」,1994年,成大碩論。

本研究內容乃針對台灣地區建築產業在能源消費上所造成地球溫暖化的影響,利用調查與統計的方法來估算生命週期各階段溫室氣體的排放量,以瞭解各階段所造成的影響程度,並建立環境負荷模型以供推算與評估。

- (二) 林憲德等,「建築節約能源設計的指標與基準」,內政部建築研究所籌備處 1991.4。

- (三) 林憲德,「建築及空調節能設計規範的解說與實例」,詹氏書局,1995.4。

係依據「林氏簡算法」的熱空調負荷解析理論及修正負荷頻度法,研究外殼熱特性,擬定外殼耗能量與空調系統耗能係數規範。此研究有助於了解本土化建築節能規範之依據。

- (四) 游義琦,「遮陽、晝光利用與空調的綜合省能效果評估」成大碩論,1990。

本研究以月平均氣溫、日射量來解析全年空調耗能情形,探討建築外牆開口部(1)遮陽設計(2)鄰棟建築(3)晝光利用等因素對建築耗能的影響。藉此研究,有助於對開口部條件影響耗能程度分析時之參考。

- (五) 涂金榮,「辦公建築空調系統能源使用效率評估」,成大碩論,1991.6。

本研究利用修正負荷平度法中,外氣溫度與空調負荷成正比之觀念,逐步推演,建立 PACS 簡算法(10小時使用時間)評估系統中之各項基準值。藉此研究可提供我們於分析

空調設備耗能量時之參考。

- (六) 林韋旭，「建築物空調系統之特殊節約能源設備節能效率之研究」，成大碩論，1992.6

此研究乃針對特殊節約能源空調系統節能效率進行分析，使 PACS 指標能夠更廣泛地評估各種空調系統的耗能效率。有助於研究時對特殊節能設備的瞭解與掌握。

- (七) 陳聖仙，「建築節能設計經濟效益評估」，成大碩論，1993.6。

此研究乃針對節能設計之建築物，由其節能觀點進行經濟效益評估，探討各項措施節能其增加設備費用與節省之能源支出費用做比較。因此可藉此研究對研擬之各項省能手法加以考量其適切性與效益。

- (八) 陳文政，「智慧化辦公室作業環境使用滿意度評估之研究」，中原碩論，1996。

本研究以使用者的觀點，建構辦公室作業環境滿意度評估項目，調查辦公室作業人員對於作業環境的滿意程度，進行比較分析。藉此可提供我們分析符合其滿意度時，所需之設備量及其能源消耗量。

- (九) 楊煦照，「建築物之耗能與環境衝擊解析」，成大碩論，1996。

此研究乃針對台灣建築中，建築物的建材生產、營建運輸、日常使用等階段的能源消費量與溫室氣體排放量進行解析。由此可了解各階段能源消費量所佔之比重，以期有效掌握節能控制之方向與效率。

由上述相關文獻研究之整理與探討，可了解目前能源消費的情況、能源供應的探討，並未對辦公大樓用戶實際之用電消費量、使用模式、設備量與建物設計因子間之關係加以研究。

有鑑於此，本研究擬針對辦公大樓單元用戶實際用電量，與其使用模式、用戶特性、設備量、外殼耗能因子間關係進行研究。此外，與其使用模式、用戶特性、設備量、外殼耗能因子間關係進行研究。

第五節 研究範圍與內容

本研究乃是針對辦公大樓各用戶為調查單元，以實地調查的方式，收集各用戶電力耗能量的資料，探討各用戶間其建築物屬性、使用者特性與其耗能量間關係進行研究。因此為充分了解影響耗能量的各項因素並收集各用戶耗能資料，遂針對辦公大樓中辦公使用用戶其建築屬性、使用者屬性及其各項耗能資料進行調查，進而進行有關外殼熱性能等的評估與分析，而關於研究範圍對象的界定以及問卷設計等調查相關內容如下：

一、範圍界定

- a. 以台北市、台中市及高雄市之辦公大樓為範圍。
- b. 為免受周圍特殊環境影響，導致誤差，樓層以 12 樓以上為主。
- c. 辦公大樓單元，使用率達 50% 以上。
- d. 各單元使用達 1 年以上。

二、辦公大樓單元用戶之屬性

- a. 各單元辦公室使用人數。
- b. 經營業種。

三、建築物屬性。

- a. 辦公室面積。
- b. 辦公室各向開窗率。
- c. 外殼使用材料與建物構造別。
- d. 辦公室內使用的電腦量。
- e. 冷氣型式及使用與管理情形。

四、能源消耗量之調查。

- a. 空調形式的耗能分析。
- b. 年總用電量與各月用電消費量調查。

第二章 辦公建築耗能概說

第一節 國內能源使用情形

自 1973 至 1974 之中東戰爭和 1979 至 1980 年伊朗革命，引發之兩次世界性的石油危機，甚至最近之波斯灣戰爭，使得各國受石油價格上漲和經濟衰退之衝擊，感覺到廉價能源已不復可求，且有匱乏之慮，於是紛紛制定能源政策，如分散油源，降低對中東石油依賴，採用替代能源等，使能源供應能具有多樣化且供應穩定。而後隨著石油危機的調整結果，以及 1983 年以來國際油價的逐漸下降，使得各國能源政策轉向能源成本與供應平衡，以及能源污染的問題。而我國自產的能源極少，百分之九十五以上仰賴國外進口，對進口石油依存度更高達百分之 99.85%，而國內電力消耗量更佔了國內能源需求之百分四十以上，其中住宅與商業部門所佔之電力消耗量約為 32%，是非工業部門中重要的部份。

我國能源對幾乎完全仰賴國外供應的事實，對我國工業與民生方面的保障是相當不利的，加上我國對外具有戰爭的潛在威脅，對內面對環保抗爭，因此節約能源與開發新能源的工作就顯得相當重要，其中又以節約電力消費最刻不容緩，也與我們每人日常生活節約最息息相關

第二節 建築耗能探討

有關我國各部門之能源消費量，依經濟部能委會統計，其中以工業部門及製造業等部門所佔之消費量最大，住宅及商業部門消費量亦有相當的份量，而且由 1976 年所佔之 12.4% 至今也超過 16%，呈現越來越大的趨勢。另一方面由建築生命周期中各階段對能源消

費亦來自不同部門，例如消耗在建材的生產上則統計歸在工業部門，至於交通部門的消費量中，亦有很多是消耗在建築產業中有關建材的運輸上，所以有關建築產業應佔有相當的耗能比例。而根據林憲德先生之研究（1996.07）指出，有關台灣建築產業耗能所佔之比例，建材生產能源佔了 15.8%，而營建運輸佔了 0.31%，營建工地佔了 0.4%，而住宅使用佔 116.0%，商業部門則佔了 4.76%，總計佔了 33%，由此可見，建築耗能量對我國能源總消費量影響程度之大，所以說有關建築節能並不僅只是對於日常使用的電力、水、瓦斯等能源的節約而已，透過合理低耗能的外殼設計，以及空調容量相當的控制，甚至降低建材用電，使用製造過程低耗能、低污染之材料為建築構造，如此全面考量建築生命周期各階段之節能政策，對我國能源節約之政策，以及兼顧環保降低污染之綠色建築目標，將更具成效。

壹、建築整體耗能量

建築物所消耗之能源不單只是一般電費、瓦斯費等所代表之能源，必須視建築之生產至消滅過程，亦即生命週期（Life Cycle）的過程來加以評估，而建築生命周期包括了（1）建材生產過程（2）營建施工運輸過程（3）日常使用維修過程（4）建築物拆除解體過程（5）建材再生過程，而各階段所消耗的能源各自有不同，而如以一般 RC 構造建築物其使用年限 50 至 60 年來看，其約佔建築物生命周期過程中 90% 以上之時間，其他如營造施工之過程僅佔了約 5.4% 左右，歷時約 1 至 3 年，而其他各階段所佔之時間則更少（如表 2-1 所示）。

表 2- 1 建築生命週期各階段之耗能說明及其百分比表

階段	生命週期	能源使用情形	週期時間	時間比例
一	建材生產所需耗能	建材生產 加工及搬運所需耗費之能源。	約一年	1.8%
二	建設施工	建築物施工中所有項目所需耗費之能源。	約一 三 年	約 5.4%
三	日常使用耗能	建築物完工後，於照明、空調、烹飪及各項設備使用所需耗費之能源。	約五 十年至六 十年	約 90%
四	建築物解體耗能	建築物解體、拆除、搬運及廢棄物。	約半年	約 0.1%
五	建材再利用耗能	將拆除後廢棄之建材，加以處理再利用所耗費之能源	約一年	約 1.8%

資料來源：陳永欣，台中市集合住宅電力消費量研究 1997 年

由楊煦照先生 (1996 . P27) 針對建築生命週期各階段所進行耗能研究結果可看出 (表 2-2) , 不管辦公或住宅用途皆以建材生產所耗費之能量所佔比例最大 , 由此不難看出為何該過程佔了全國能源消費量約 15.95% 的比例 , 而其中日常使用階段所耗能量所佔比例約 17.1% 至 19.9% 比例不大 , 但建築本身的壽命約有 50 至 60 年之長 , 故其日常使用能源應擴至 50、60 倍 , 方能提供日常使用居住的過程 , 滿足使用者的舒適與便利所需之能量 , 也用此以一完整生命週期所消耗之總能量來看 , 建築物日常使用過程所耗費之能源將遠超過其他建材生產、營建運輸、施工過程總量的好幾倍。因此由日常使用能源來控制建築節能設計最具成效。但單僅由建材生產、營造施工之過程中之能源節約辦法可由以下幾個方面來加以控制 (楊煦照 1996 . P48) 。

表 2- 2 住宅與辦公類型生命週期單位樓地板面積耗能量表[Kcal / m²]

項目		建材生產	建材運輸	營建過程	日常使用	合計
單位面積 能源消費量 [Kcal / m ²]	住宅	519998 (78.5%)	14402 (2.2%)	15187 (2.3%)	113199 (17.1%)	662786 (100.0%)
	辦公	539910 (76.0%)	14085 (2.0%)	15187 (2.1%)	141335 (19.9%)	710517 (100%)

資料來源：楊煦照，建築物之耗能與環境衝擊解析 1996 年

一、構造方式評估與選擇

對於不同構造形式，其耗能量自然也不同，其中以鋼骨鋼筋混凝土造建築的耗能量最大，鋼筋混凝土造建築次之，而鋼骨構造最小，在相同規模的情況下，鋼骨混凝土構造方式分別為，鋼筋混凝土與鋼骨構造耗能量之 1.11、1.32 倍，所以藉由低耗能構造的選擇，對節能設計將有相當大之助益。

二、經濟規模的選擇

依楊氏研究中，將建築物之高度分為以下四類定義如下：(1) 七層以下之建築物為低層建築 (2) 七層至十二層之建築物為中層建築 (3) 十二至五十公尺之建築物為中高層建築 (4) 五十公尺以上之建築物為高層建築，其單位面積耗能量受其本身單位面積建材用量較大所致，隨著樓高增高其單位面積耗能量也相對提高，以低層辦公建築耗能量為準，相同規模情況，其中層、中高層、高層類型之耗能量分別為低層類型之 1.17、1.27、1.35 倍，所以現今辦公大樓追求高層化之結果，不只對環境造成更大之衝擊，也增加了其耗能量與營建成本，適度的經濟規模是相當值得重視。

三、低耗能建材的選用與合理化營建方式

各種材料之運用上，在相當品質之要求與效果之前提下，選擇較低耗能之建材，可減少建材製造過程中所消耗之能量。另一方面多

採用「合理化」的營建方式，亦即將建築構件部品生產工業化、預鑄化、標準化以及營建施工的模具化、省工化等方式，如此可減少建材消耗量及營建廢棄物。

貳、辦公室能源消耗構成

辦公室建築，依經濟部能委會統計分類的方式乃歸於商業部門，而 86 年商業部門能源消費量為 3915.5 仟公秉油當量，其中以電力消耗佔 79.5% 最高、其次則為燃料油佔 7.2%、天然氣佔 6.8%、柴油佔 4.3%、而液化天然氣佔 1.9%、煤油佔 0.3%，由此可知，商業部門中能源消耗仍以電力支出為大。但因商業部門之能源統計以凡從事商品之批發、零售及旅館、飲食經營等行業之能源消耗量為主，較偏重於整體行業別之統計，對單體商業建築並無單獨探討，故單體商業建築僅能算是附屬於商業部門中，因此無法對單體商業建築類型之能源消費狀況進行瞭解，而劉氏（劉漢卿 1994 . P56）利用 80 年至 81 年間中計對 60 棟建築調查分析出四大類型，分別是辦公大樓、百貨商場、旅館飯店、醫院建築等四類，而其消耗能源種類與單位面積能源消耗量如表 2-3 所示。

而其中辦公大樓建築之耗能支出以電力消耗為主，依李氏（李靖男 1994 . P188）對辦公類建築統計資料，由表 2-4 中可看出不同季節中辦公建築其用電組合結構，其中包括空調用電、照明用電、動力用電等三部份，而隨著季節的變化不同及建築型的不同，其單位面積用電量以及各用電組合間比例關係亦不相同，整體而言，各類型建築中以空調用電佔了最大比例、照明次之、動力用電再次之，而辦公建築的空調用電比例隨著季節變動較大，顯然是深受外氣候影響、夏季期間空調用電佔最大比例，而冬季則以照明用電為主，由此可知辦公建築其單位面積耗能量雖不及旅館、醫院建築，但因該類型建築物數量較之其他類型眾多（以營建年報使用執照資料中顯示，辦公室類佔 5.44%，旅館類佔 0.2%，醫院類佔 0.88%），

所以其總耗能量相對之下，也較其他類型來的多。因此針對辦公類型建築進行節能對整體能源消耗量上將有相當助益，由此也可瞭解不同建築類型因其用途不同造成之用電結構差異應注意不同的節能手法方能有效因應。

表 2-3 單體商業建築消費種類單位面積能源消費量表

商業建築類型	調查樣本數	能源消費種類	能源消費量 [kcal / m ² .yr]
辦公類	10	電力	141335
百貨類	10	電力、天然氣	309644
旅館類	10	電力、渦爐油、天然氣、燃料油	432291
醫院類	10	電力、渦瀘油、柴油、天然氣、燃料油	298282

資料來源：劉漢卿，建築物週期能源消費分析與溫室氣體排放量分析

表 2-4 辦公建築各季節用電組成分析表

建築類型	季節別	各類別用電比例		
		空調用比例	照明用比例	動力用比例
辦公建築	夏季	41%	35%	25%
	春秋季	27%	48%	25%
	冬季	19%	58%	24%

資料來源：李靖男，空調系統省能案例 1994 . P188

參、空調用電相關影響因素

台灣位處亞熱帶氣候，多屬於冷房度日需求類型，為了維持室內環境舒適的要求，空調使用相當的普遍，尤其是商業部門，甚至於冬季亦有使用空調的現象，而且空調用電因其受外氣溫變化影響，因此隨著季節變化而有不同需求，而單日之變化則受使用模式差異而影響，加上人體對空調溫度的要求不同也會直接影響其空調

負荷。而近年來台灣，因地方環保抗爭不斷及新電源開發不易，使得台電的電力備轉率出現偏低的現象，在夏季期間更是嚴重，常常會發生限電的危機，對國內工業經濟發展與民眾生活造成重大的影響，而此供電危機，係因空調耗電量過高所造成，根據台電的統計，台灣平均約有百分之三十的發電設備量，都是為了應付夏日空調用電而開發，而且夏日尖峰負載時，空調用電更佔 41% 至 45% 之多，而有關空調用電量變化趨勢，在此說明如下：

- 一、氣候因素影響—依據台電統計顯示，我國夏季及冬季電力系統尖峰負載值相差約 1.4 倍，而其間差距主要是由於夏季大量空調用電所造成。
- 二、使用模式影響—由夏日用電單日負載曲線顯示，用電量最少的時間出現在早上七點左右，同時也是外氣溫最低時，隨著八點開始上班時則用電量則大幅上昇，至九點後則上昇趨勢漸緩，直至十二點到一點之間，用電量又急速下降，顯示邁入午休時段，而隨著下午營運的開始用電量又再次上昇，至午後二至三點時為全天用電最高峰，這時外氣溫亦為最高溫，之後則持續下降至午後六至七點，而後因家庭用電開始大量使用而再次上昇，由此可看出其單日用電負載趨勢受使用營建模式的影響。
- 三、經濟發展趨勢—電力乃是經濟發展的基礎，隨著經濟活動越頻繁，其商業、工業、交通等部門用電需求也日益提高，另一方面平均國民所得越高，則對環境舒適要求亦越高，也造成空調用電需求之上昇，所以基本上用電需求與經濟成長大致成正相關之趨勢。如表 2-5 所示。

表 2-5 經濟成長率與電力負載關係表

年代	40 年代 (40-49)	50 年代 (50-59)	60 年代 (60-69)	70 年代 (70-79)	80 年代 (80-84)	85 年代
經濟成長率	8.0%	9.6%	9.8%	7.9%	6.7%	6.7%

尖峰負載成長率	13.4%	12.9%	12.1%	8.0%	7.3%	9.2%
平均負載成載率	13.3%	13.8%	11.9%	7.0%	6.8%	5.7%

資料來源：經濟部能源委員會，1997 年

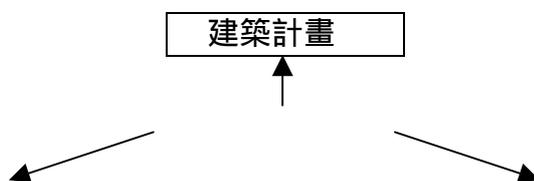
四、人體舒適度要求—隨著人類生活水準的提昇，對生活空間物理之舒適之要求也相對提高，對室內環境品質也更加重視，而影響人體舒適感為室內氣候因子，即是氣溫、濕度、氣流與周壁溫度，稱之為冷熱感覺四要素，當其組合適當時，室內氣候即為舒適。而室內氣流一般不大，而氣溫與周壁溫度接近，所以影響舒適度主要是由氣溫與濕度控制。所以當室內溫度高於一水準之上時，則會利用空調來調節溫濕度，使環境進入令人體舒適的範圍，而室內空調溫度設定值越低，其主機冷媒蒸發側之溫度越低，使得壓縮機效率越差，而冷房度時相對越大，如此將直接造成空調耗能增加，而此一水準溫度的要求，在夏季如由 26°C 調整到 27°至 28°C，如此可節省冷房負荷約 10 至 20%，就外殼耗能量來看，以辦公大樓為例，在台北地區，設定值每降低 1°C，則其外殼耗能量約增加 2.5 至 4%，可見其對空調耗能量影響之大。(李魁鵬 1996 . P111)。

肆、節能計畫

有關建築節能對策所牽涉之範圍相當的廣泛，基本上可分以下三個層次來說：(如圖 2-1 所示)

一、建築計畫

從建築配置至平面、立面、細部等計畫設計過程都會影響建築耗能量，就有如人體之骨架外殼系統。



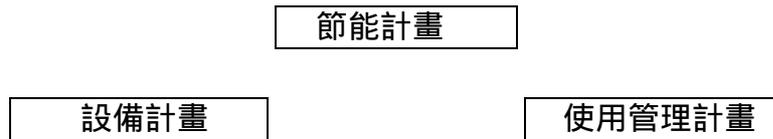


圖 2-1 建築節能計畫

二、設備計畫

經過上述建築硬體完成後，導入空調、衛生、電氣等設備系統來調節室內環境，有如人體之神經循環系統。

三、使用管理計畫

此部份乃針對使用模式中包括上下班時間的掌握、照明管理、機器設備的維護修繕等工作，有如人之飲食、健康生活控制。而三者構成建築耗能的一環，而基本上這三項計畫對節能效果的影響程度需視其建築型態規模而異。基本上規模越小（相對表面面積越大），則由建築計畫著手的效率越大，反之規模越大（相對表面面積越小），對以設備來調節環境的依賴越大，所以由設備計畫與使用管理計畫著手效果也越明顯。（節約能源設計手冊 P6）

第三節 國內外節能管理

歷經能源危機的衝擊，許多國家亦有警覺，進而陸續針對節約能源方面立法規範，推行至今頗具成效，在此整理各國之相關節能措施，以資參考。

壹、各國節約能源管理法令比較

各國節約能源管理辦法可分為三個部份來看：(1) 管理方式 (2) 管理的對象 (3) 管理的項目 (賴榮平 1992 . P34)。

一般來說，各國對其建築物節能管理，都是在該建築物申請建築相關許可執照時，加以審核其是否合乎標準，甚至部份國家在建築物施工期間及竣工時均予進行勘驗，對施工單位是否確實按節能設計施工加以監督。

而有關受管理的對象，一般來說，大部份國家並未加以分類，均將一般建築物列為管理對象。而有些國家則針對住宅加以管理，如荷蘭、丹麥等，美國、日本則對建築物加以分類管理，美國分為 (1) 低層住宅 (2) 高層住宅 (3) 商業建築管理 (4) 工業建築 (5) 集會堂建築 (6) 議會建築等六類；日本則分為 (1) 住宅 (2) 辦公建築 (3) 商店建築 (4) 旅館等四類加以管理。

其所管理的項目主要是針對防止熱流灌入，而對其斷熱性及氣密性加以管理規範，美國、新加坡則是訂定建築外殼之總傳熱值，日本則訂定建築物外周區之耗能量，而各國間對能源管理法令差異則如表 2-6 所示，(賴榮平 1992 . P35) 具體可分為建築外殼耗能與建築設備耗能兩大部分來討論。

一、建築外殼耗能

關於建築外殼部份，各國所規範的項目與方式可分為：

(一) 建築部份指標

規定建築物各構成部份外牆、門、窗、屋頂等的傳熱阻 (R

值) 熱傳透率 (U_i 值) 等隔熱的性能必須某標準之內, 因此方式無法精確反應建築物整體的耗能量, 所以僅受位於較寒冷地區國家採用。

表 2-6 各國節能管理項目比較表

	管理方式	建築物用途	管理項目	
丹麥	1. 於申請建築許可時審核 2. 於施工期間進行勘驗	住宅	斷熱性	➢ 規定各部位最大熱傳透率。
			門窗面積	➢ 規定相對於樓地板面積之最大比例。
德國	1. 於申請建築許可時審核 2. 於施工期間 3. 竣工時勘驗	一般	斷熱性	➢ 規定相對於外表面積與室容積比值的最大熱傳透率。 ➢ 規定各部位最大熱傳透率進行勘驗。
			氣密性	➢ 規定建築物不同高度之開口部周邊的漏氣率。
瑞典	1. 於申請建築許可時審核 2. 於施工期間進行勘驗 3. 竣工時勘驗板溫度	一般	斷熱性	➢ 規定各部位最大熱傳透率。
			窗面積	➢ 規定相對於樓地板面積之最大比例。
			氣密性	➢ 對門窗周邊依建築物的不同方位規定。
			室溫	➢ 規定空氣溫度與幅射溫度的平均值以及樓地板。
英國	於申請建築許可時審核	一般	斷熱性	➢ 規定不同部位最大熱傳透率。
			門窗面積	➢ 規定相對於樓地板面積之最大比例。
荷蘭	1. 於申請建築許可時審核 2. 於施工期間行勘驗	住宅	斷熱性	➢ 規定不同部位之是大熱阻。
			門窗面積	➢ 規定相對於樓地板面積之最大比例。
			氣密性	➢ 指門窗之氣密性, 依品質等級區分並評價係數、規定開口部的評價係數。
法國	於申請建築許可時審核	一般	斷熱性	➢ 規定每室容積的傳透率與換氣熱損失量。
			室溫	➢ 規定在室溫 18 最小能源規定
			室溫控制	➢ 規定住宅用暖房設備的自動溫度調節器。
新加坡	於申請建築許可時審核	一般	照明	➢ 規定其最大電力消費量。
			屋頂隔熱	➢ 規定其最大熱傳透率。
			外部隔熱	➢ 規定總熱傳透值。
美國	於申請建築許可時審核	低層住宅 高層建築 商業建築 工業建築 議會建築 集合堂建築	斷熱性	➢ 規定不同類型建築外殼總熱傳透值 (OTTV) 或屋頂的總熱傳透率。 ➢ 規定設備管路的隔熱層最小厚度與熱損失值。
日本	於申請建築許可時審核	住宅 辦公建築 商業建築 旅館建築	熱損失	➢ 規定不同地區不同建築形式的容許熱損失係數。
			斷熱性	➢ 規定不同構造部位的容許熱傳透率。
			耗能量	➢ 規定建築物的外周區全年間負荷係數。 ➢ 規定空調設備的能源消費係數。

台灣	於申請建築許可時審核	住宅	耗能量	➤ 規定等價開窗率與各部位最大熱傳透率。
		辦公建築 商業建築 旅館建築	耗能量	➤ 規定不同建築類型之外殼耗能量基準。

資料來源：賴榮平，建築節約能源管理辦法之研究，1992, P. 35~36.

(二) 建築外殼熱特性指標

不只是針對各建築物部份熱性能加以規範，而是將各牆、門窗、屋頂天花等各部位其熱特性做綜合性的考量，評估其整體建築物外殼耗能量。但因未詳細考慮各地外在熱環境的多變（日射、溫差），以及內部使用所造成的熱量，以致於無法精確了解建築耗能量。使用此類型評估方式的有新加坡所規範之建築外殼總傳透熱值（OTTV）。

(三) 建築外殼耗能指標

因應各地氣候差異變化，配合建築物外殼熱特性，評估建築物外周區內（Perimeter Zone）外殼耗能情況，是目前最合理的耗能評估基準。其類型如美國所使用之外殼標準負荷（ENVSTD）及日本所規範之外周區全年負荷係數（PAL），而我國所使用之 ENVLOAD 規範亦是屬於此等類型。

二、建築物設備耗能控制

隨著生活舒適度的要求，以及工作需求大量的設備相繼引入建築物內，以維持室內環境的良好品質與事務的正常運作。另一方面隨著建築物周遭氣溫變化，透過建物外殼傳入之多餘熱負荷，也需依賴空調設備的輔助來加以消除，因此為驅動相關建築設備，便需消耗電力、油等各種能源。在台灣電力應用廣泛，建築物內各項建築設備幾乎都靠電力來驅動，尤其在夏季，其整體耗電量的需求相當龐大，往往會造成台電的供電吃緊或跳機現象，迫使台電採取限電措施。

因此針對建築設備用電加以管理應是無庸置疑的，但目前大部分國家對建築設備的耗能管理都偏向設備機器單體的效率管理，例如冷氣機、泵浦等，只有少數國家有針對整體設備系統的能源使用加以管理，如表 2-7 所示。

表 2-7 實施建築設備管理國家之比較表

國別	管理項目	評估指標
新加坡	照明系統	最大照明負荷 (UPD)
日本	空調系統	能源消費係數 (CEC)
美國	空調系統	空調耗能解析 (DOC)
台灣	空調系統	空調系統耗能係數 (PACS)

資料來源：賴榮平等，建築節約能源管理辦法之研究，P5

貳、各國建築節約能源輔助措施比較

在各國節約能源措施制定後，如何有效推行落實則是更重要的工作，因此各國政府亦藉由獎勵措施鼓勵，提高各事業單位配合意願，以朝節約能源政策更易推行、更具成效。而各國在推行建築節能管理政策所採行的輔助措施中，在輔助項目方面可分為金融方面與容積兩方面，在金融方面，各國分別提供了 a. 補助金 b. 獎勵金 c. 融資等優惠措施。在稅制上，各國亦依其需求提出了 a. 減稅 b. 折舊 c. 扣除額等。優惠措施。另外在容積方面，亦有提出樓地板面積優待的措施。輔助對象則是以個人及企業為主，輔助的標準因各國的需求和情況不同其標準各有差異。

參、國內建築節約能源相關規定

我國為促進經濟建設順利推廣並謀籌劃能源有關問題，歷經研擬、討論、修正於 1980 年五月通過能源管理法草案，其內容主要是分為(1) 能源儲存 (2) 能源查核 (3) 設備器具 (4) 其他授權等四方面，為了有效施行能源管理法，乃由經濟部研擬於 1981 年實施「能源管理法施行細則」

根據該法，經濟部又陸續提出各相關法規以為執行「能源管理法之準繩」。

而目前我國有關辦公大樓之相關能源法規可分為三大類：(如表 2-8 所示)

第一類是有關能源的管理，例如表中能源管理人員及空調能源登記辦法、中央空調系統使用電能及費率計收準則、能源查核實施辦法。
第二類則是針對設備器具方面，如冷氣機管理辦法，用電器具效率標準、太陽能熱水系統推廣獎勵辦法。

第三類則是有關建築本身的部份，如目前積極推行之建築物節約能源設

計技術規範，依目前最新修訂之建築技術規則，依辦公類、百貨商場類、旅館類、醫院類、住宿類、其他類等六種規範，依其使用上的差異訂立不同指標與基準，而此法令訂定基準之初（1995年），對辦公類建築要求是建築物外殼耗能量 ENVLOAD 值 130 [KWH / m² . fl . areayr]，在 1997 年時則修改基準值，將 130 改為現行之 110 的基準(如表 2-9 所示)，以期更有效限制較為浪費能源的建築，另一方面，有關辦公廳類建築的管理對象範圍，針對建築技術規則建築設計施工編第四十五條中規定將供辦公廳及其附屬空間使用之總樓地板面積合計在 4,000m²（1995 年）以上者的適用範圍，修訂為其總樓地板面積在 2,000m²以上者(1997 年)，如此大幅增加規範之適用範圍。如此將有更多的建築物納入管理，使得節約能源管理能更具有成效。而本研究乃是以此規範為基準，來探討台北市、台中市及高雄市辦公大樓各單元用戶用電量與建築外殼耗能間關係。

表 2-8 目前我國相關之能源法規

法規名稱	法規內容摘要
1. 能源管理法施行細則	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 依能源管理法第廿九條規定訂定之。 ➤ 訂定能源管理法之細目規定。
2. 冷氣機管理辦法	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 依能源管理法第八條第二項及第十四條規定之。 ➤ 提高機械效率有效使用能源
3. 中央空調系統使用電能及費率計收準則	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 依能源管理法第十八條及同法施行細則第十八條規定訂定。 ➤ 能源用戶裝設中央空調系統，應附設個別控制設備其使用電能高於中央主管機關規定者，提高其電費費率 並限制其使用數量。 ➤ 有效管理能源使用，提高使用效率。
4. 能源管理人員及空調能源登記辦法	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 依能源管理法第十一條及同法施行細則第十條、第十一條規能源登記辦法訂定能源管理人員之登記細節。 ➤ 設置能源管理人員以有效使用能源。
5. 能源查核實施辦法	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 依能源管理法第七條第一項第一款，第九條，第十二條及同法施行級則第四條，第八條，第十二條規定訂定能源查核之細目規定。 ➤ 建立源查核制度以有效使用能源。
6. 用電器具效率標準	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 依能源管理辦法第十四條規定訂定之。 ➤ 公告實施窗、電冰箱等八種電器能源效率標準。

7. 太陽能熱水系統推廣獎勵辦法標準	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 民國七十五年一月經濟部能源委員會施行。 ➤ 藉以提高民眾使用太陽能熱水器之意願。
8. 建築節約能源標準	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 依能源管理法第一七條訂定之， ➤ 新建築物之設計與建造之有關節約能源標準，由建築主管機關會同中央主管機關定之。 ➤ 規定辦公廳、百貨商場，國際觀光旅館之外殼耗能基準。

資料來源：陳永欣，台中市集合住宅電力消費量之研究（1997p19）

表 2-9 建築技術規則設計施工編第四十五條之一有關建築物節約能源部份條文修正

（八十六年一月十七日研修完成）

適用範圍	同一棟建築物之新建成或增建部份，且最低面以上樓層之總樓地板面積合計超過二千平方公尺以上者，但其用途或構造特殊者，且經中央主管建築機關認可之建築物，不在此限。			
用語定義	<p>一、建築物外殼耗能量：係指建築物內為維持室內熱環境之舒適性，臨接窗、牆、屋面、開口等空間在全年之顯熱負荷。</p> <p>二、外殼等價開窗率：係指建築物各方位：經標準化之日射、遮陽與通風修正計算後之開窗面積，對建築外殼總面積之比值。</p> <p>三、平均熱傳透率（指當室內在絕對溫度 1 度時，建築物外殼單位時間內之平均傳透熱量。</p> <p>四、外周區：空間的熱負荷受到熱流進出影響之空間區域本節以與外牆中心線五公尺深度內之空間為標準。</p>			
空調型建築	辦公廳	110	外殼耗能量基準值 [KWH / m ² .yr]	
	百貨商場	300		
	旅館類	130		
	醫院類	180		
住宿類	外殼透光部位之等價開窗率應低於 16% 基準值	屋頂	1.5	外殼透光部位之平均熱傳透率 [W/m ² . K]
		外牆	3.5	
其他類型	屋頂平均熱傳透率	1.5	[W/m ² . K]	
計算加權	一宗土地內之同一幢或連棟建築物中，供有上列二類以上用途算者，其耗能量之計算基準值、除辦公廳類、百貨商場類、旅館類及醫院類建築物應依各用途空間所佔外周空調樓地板面積加權平均計算外，其他各類型建築物應分別依其基準值計算			

資料來源：建築技術規則

第三章 辦公室單元電力消費量研究調查

此章係說明本研究中，對各辦公大樓單元用戶能源消費量調查與分析方法之理論架構，以及問卷製作、用電消費量、建物屬性等基本資料的調查與製作過程，並利用問卷與調查所得之資料，依統計理論為基礎進行分析，以期了解調查所得之基本資料分佈情形的特徵，及相互的關係，如此有助於對能源消費量之研究分析。

第一節 調查方法

壹、研究範圍

在地域限定上，本份研究係以台北市、台中市及高雄市為調查研究之範圍，以台北市內行政區可區分為士林區、北投區、內湖區、南港區、大安區、大同區、大安区、萬華區、文山區、信義區、中正區、中山區十二個行政區。

台中市內的行政區有東區、西區、南區、北區、中區、北屯區、西屯區、南屯區八個行政區域。

高雄市內的行政區有前金區、苓雅區、三民區、鹽埕區、左營區、新興區、鼓山區、前鎮區、小港區、旗津區、楠梓區等十一個行政區。

貳、調查對象

本研究調查對象係由台北市、台中市及高雄市所有行政區內，選擇樓高 12 樓以上供辦公用途使用之大樓為主，並以台灣電力公司之「表燈」戶中，設有個別電表之「營業用戶」為調查單元對象，調查其用電消費量。

參、調查方法

本研究抽樣方法採用定比分層隨機抽樣（proportionate stratified random sampling），對台北市、台中市及高雄市各行政區做分層隨機抽樣；以決定辦公大樓用戶的樣本數量，再對此樣本進行標準化問卷調查。即以相同型式的問卷與題目，對受訪者進行調查以收集

所需的資料，提供研究分析。根據統計學理論計算樣本大小公式（林進田，p194），假設容忍誤差為 6%，信賴度為 95%，計算樣本數 $N=267$ 。（本研究問卷部分取得有效樣本台北市為 282 份、台中市為 294 戶，高雄市為 304 戶。）

肆、 抽樣原則設定

一、 辦公用途使用

意指為單純供辦公大樓使用模式者，無住家等其它用途使用情形者。

二、 建築型態

不同的建築型態會有不同數量的外氣接觸面，也會影響對外周區面積大小的認定，所以單棟建物中包含的雙併三併四併等不同型式，連棟又有中間與左右兩側不同的差異，分析不同類型對辦公室耗能量是否會有影響。

三、 樓層數

一般建築高度類型，可分為（1）七層以下之建築物為低層建築（2）七層至十二層之建築物為中層建築（3）十二層至五十公尺之建築物為中高層建築（4）五十公尺以上之建築物為高層建築，而本研究為避免各鄰棟以及四周特殊環境造成之特定影響產生誤差，在對象選擇上以未受周遭建物或自然物阻擋遮蔽者，及樓高十二層以上辦公大樓為主要對象，以免影響調查結果之精確度。

四、 單層高度

以建物樓地板面與樓地板面間為單層高度看，不同高度差異將直接影響外牆面積，分析不同樓高對耗能量是否有直接影響。

五、 樓地板面積

針對不同單元之面積差異，分析是否對耗能有實質的影響。

六、 內外周區差異

不同單元間外部區面積與內部區面積比有不同差異，探討其對耗能量是否有實質差異。

七、 開口數與開窗率

依建物開口數量與位置的不同而有單面開口與反面開口、三面開口及全面開口，而開口大小不同而有不同開窗率，探討開口數與開窗率大小對耗能量是否有實質上的影響。

八、外殼材料。

不同外殼構造材料的選擇，會有不同的熱特性，分析其對耗能量是否有明顯的影響。

九、使用樓層別

依樓層位置不同區分為屋頂層與中間層，探討不同樓層對耗電量是否有明顯的影響。

第二節 調查作業及問卷

為了了解各單元用電用戶用電消費量、建築物基本屬性以及用戶特性等資料，以利研究分析，依據上節所確定之調查方式，安排調查作業內容與流程，以取得資料，在此章節對研究所需各調查內容加以說明，而資料取得的方式則如圖 3-1 所示。

壹、電力消費量資料調查

針對抽樣原則所確立之辦公大樓，以各用戶住址向台灣電力公司營業處請求協助，提供該住戶最近一年內電力消費量統計資料（1998 年 12 月至 1999 年 11 月）再由其各月份用電分佈情形，判斷是否有異常用電情況，並配合回收問卷中，使用用戶未滿一年者及曾中止用電契約之用戶，加以刪除，所得之資料，即稱為有效用戶，以此作為研究分析之基本數據。

貳、建築物資料調查

為了解台北市、台中市及高雄市辦公大樓用戶所使用之建築物外殼特性，所以針對選定之辦公大樓向推案之建設公司或設計之建築師事務所及各市政府建管單位，商請借閱提供圖說，以確立各相關設計資料，包含了所使用的建材、建物型式，及其開口數、開窗率、樓地板面積、樓層高度等建築物基本資料。

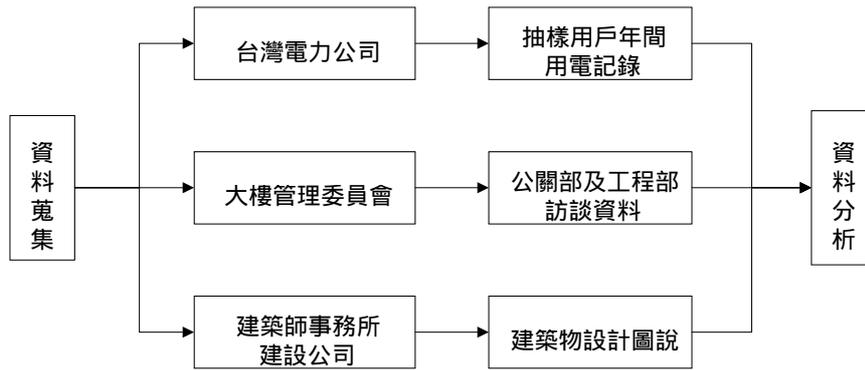


圖 3-1 調查作業流程圖

參、問卷製作與調查

為了了解台北市、台中市及高雄市辦公大樓單元用戶基本資料，乃針對住戶單元之面積、人數、行業別、電腦數、空調形式等五項目進行訪談或對用戶發送問卷，填寫完成後交至管理室再親自收回整理，對於問卷填寫有瑕疵或疏漏用戶，則再行補填，否則即視為無效問卷。有關問卷內容基本上分為：一、設備使用情況。二、用戶基本資料兩大部分。茲就各部份內容簡述如下：

一、設備情況

此部份內容包括對用戶電腦設備擁有數量，以及冷氣設備型式等加以調查。

二、用戶基本資料

此部份包含用戶公司人員數量、使用坪數、經營業種等項目加以調查。

第三節 辦公大樓樣本之建物屬性分析

有關本研究之分析方法及藉由調查所得資料，依據統計分析方法，針對樣本說明其分佈情形，及樣本平均值集中之程度瞭解樣本特性，進而相互比較，再利用迴歸分析了解各相關因素對用電消費量影響的程度。此節研究乃是針對抽樣所得樣本進行調查，經篩選去除使用未滿一年及曾經中斷用電契約之用戶(無效用電用戶)後，所得之有效用電用戶資料，再整理此類(有效用電用戶)使用之辦公大樓建物資料，利用次數分配(Frequency Distribution)分析得出各單項的百分比、分佈情形、及其代表意義，各項分析結果如下：

壹、 樣本區域分佈

一、 台北市：十二大行政區分類，有關各分區抽樣戶數、棟數、及有效用電戶數(1082 戶)問卷有效樣本數等數據，如表 3-1 所示。

表 3-1 台北市各樣本分區表

分區別	士林區	大同區	大安区	中山區	中正區	內湖區	文山区	北投區	松山區	信義區	南港區	萬華區	總計
抽樣棟數	3	3	4	6	9	1	1	3	7	12	1	3	53
抽樣戶數	77	197	298	352	198	67	53	77	109	275	46	91	1840
有效電力戶數	3	108	98	180	162	0	3	5	88	407	3	25	1082
有效樣本戶數	0	29	43	62	35	0	0	0	18	82	0	13	282
回收率	0%	14.7%	14.4%	17.6%	17.7%	0%	0%	0%	16.5%	29.8%	0%	14.3%	15.3%

資料來源：本研究室整理

二、 台中市：八大行政區分類，有關各分區抽樣戶數、棟數、及有效用電戶數(1135 戶)問卷有效樣本數等數據，如表 3-2 所示。

表 3-2 台中市各樣本分區表

分區別	東區	西區	南區	北區	中區	西屯區	南屯區	北屯區	總計
抽樣棟數	1	4	2	3	2	7	4	6	29
抽樣戶數	16	216	121	159	89	565	215	326	1707
有效電力戶數	10	143	65	86	57	375	157	242	1135
有效樣本戶數	3	35	18	27	13	101	32	65	294
回收率	18.8%	16.2%	14.9%	17.0%	14.6%	17.9%	14.9%	19.9%	17.2%

資料來源：本研究室整理

三、 高雄市：十一大行政區分類，有關各分區抽樣戶數、棟數、及有效用電戶數(1075 戶)問卷有效樣本數等數據，如表 3-3 所示。

表 3-3 高雄市各樣本分區表

分區別	前金區	苓雅區	三民區	鹽埕區	左營區	新興區	鼓山區	前鎮區	小港區	旗津區	楠梓區	總計
抽樣棟數	2	7	3	0	4	5	1	8	0	0	0	30
抽樣戶數	152	644	202	0	191	198	41	356	0	0	0	1777
有效電力戶數	86	366	101	0	152	113	32	225	0	0	0	1075
有效樣本數	35	117	17	0	52	1	9	73	0	0	0	304

回收率	23%	18%	14%	0%	27%	0%	22%	21%	0%	0%	0%	17%
-----	-----	-----	-----	----	-----	----	-----	-----	----	----	----	-----

資料來源：本研究室整理

貳、建物屬性分析

針對台北市、台中市、高雄市三地區有效用電用戶，調查其設計圖說資料加以分析。

一、用戶室內面積

此處用戶室內面積係指該辦公室單元，不包含公共設施面積之室內面積。依調查結果顯示：(如圖 3-2 所示)

台北市每戶面積以 30 坪以下 (100 m^2 以下)最多佔 32%，其次為 30 至 60 坪(100 m^2 至 200 m^2) 佔 29%與 60 坪至 90 坪(200 m^2 至 300 m^2)佔 13%，而大於 150 坪(500 m^2)以上仍佔 8%，平均每戶為 73.65 坪(243.48 m^2)。

台中市每戶面積以 30 至 60 坪(100 m^2 至 20 m^2)最多佔 33%，其次為 60 坪至 90 坪(200 m^2 至 300 m^2)與 30 坪(100 m^2)以下，而大於 150 坪(500 m^2)以上仍佔 12%，平均每戶為 75 坪(245 m^2)。

高雄市每戶面積以 30 至 60 坪(100 m^2 至 200 m^2)最多佔 44%，其次為 60 坪至 90 坪(200 m^2 至 300 m^2)與 30 坪 100 m^2)以下，而大於 150 坪(500 m^2)以上仍佔 6%，平均每戶為 67.46 坪(223 m^2)。

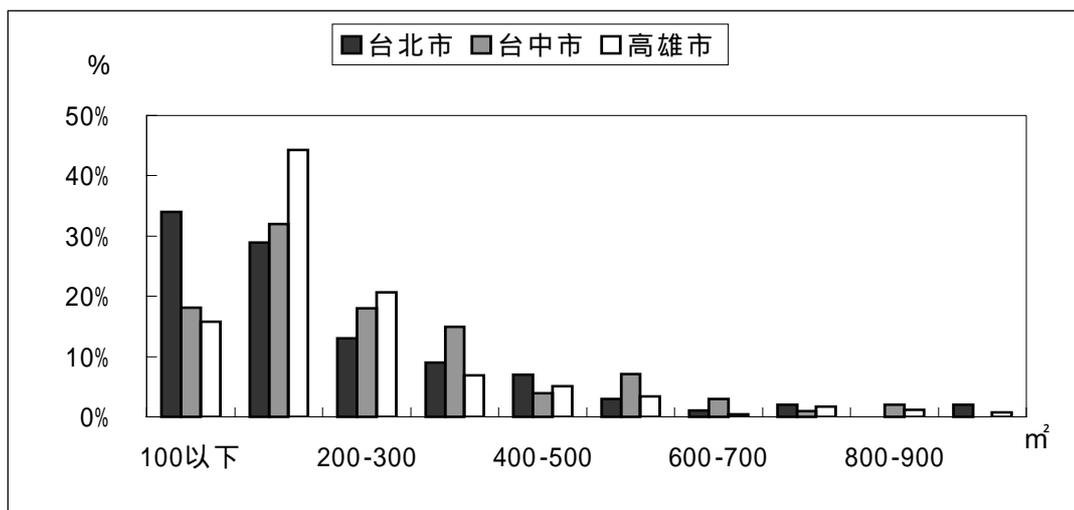


圖 3-2 各地區用戶室內面積統計圖

二、建物樓層高度

此處樓層高度係指室內地板面至其直上層地板面高度。依調查結果顯示：(如圖 3-3 所示)

台北市樓層高度以 320cm 至 330cm 佔最多數(24%)，其次為 310cm 至 320cm 者佔 19%，而樓層高度高低之間相差將近 100cm 以上，外牆面積即差了近 3 成，而每戶樓層高度平均值為 310.8cm。

台中市樓層高度以 310cm 至 320cm 佔最多數(29.4%)，其次為 340cm 至 350cm 者佔 21.8%，而樓層高度高低之間相差將近 90cm，外牆面積即差了近 3 成，而每戶樓層高度平均值為 331.4cm。

高雄市樓層高度以 350cm 至 360cm 佔最多數(29%)，其次為 370cm 至 380cm 者佔 17%，而樓層高度高低之間相差將近 140cm 以上，外牆面積即差了近 3 成，而每戶樓層高度平均值為 361.61cm。

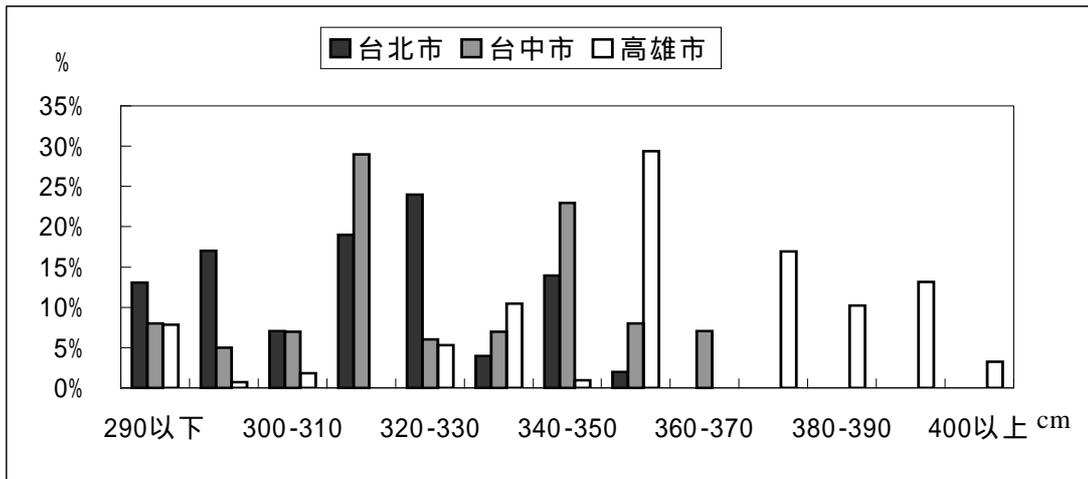


圖 3-3 各地區建物樓層高度統計圖

三、開口面數：

係指與外氣直接接觸主要外牆面數。依調查結果顯示：(如圖 3-4 所示)

台北市以雙面開口所佔比例最多為 48.98%、三面開口居次 (23.01%)，而以四面開口所佔比例最少，僅佔 12.11%。

台中市以雙面開口所佔比例最多為 39.5%、三面開口居次 (35.2%)，而以四面開口所佔比例最少，僅佔 5.5%。

高雄市以雙面開口所佔比例最多為 45.0%、單面開口居次 (31.3%)，而以四面開口所佔比例最少，僅佔 5.7%。

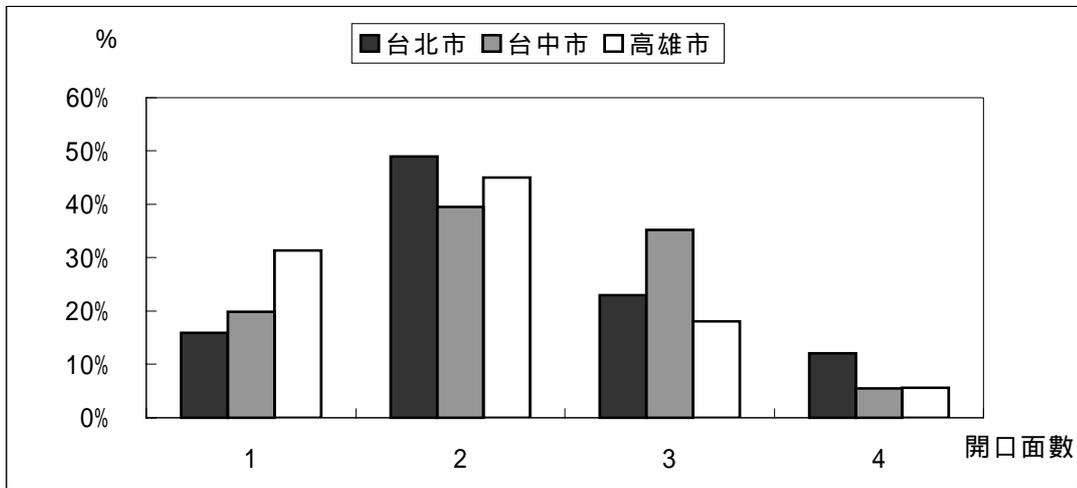


圖 3-4 各地區開口面數統計圖

四、開窗率

係指外牆開窗面積與實牆面積比。依調查結果顯示：(如圖 3-5 所示)

台北市開窗率以 30 至 40%最多佔 37.43%，其次為 50 至 60%佔 31.98%，而開窗率達 60%以上者僅佔有 2.96%。

台中市開窗率以 40 至 50%最多佔 36.6%，其次為 50 至 60%佔 28.7%，而開窗率高達 60%以上者仍佔有 16.2%。

高雄市開窗率以 30 至 40%最多佔 33.02%，其次為 30%以下佔 23.91%，而開窗率達 2.42%以上者僅佔有 2.96%。

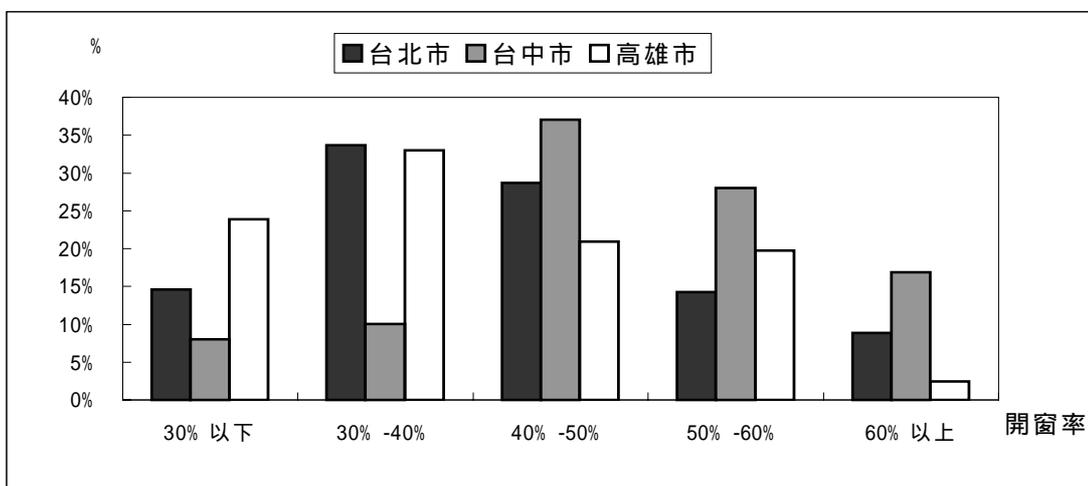


圖 3-5 各地區開窗率統計圖

五 外牆熱傳透率(U_i 值)

係指室內空氣與外氣之間 1°C 之溫差，每 m^2 每小時所透過之熱量。而主要外牆熱傳透率經計算整理結果如下：(如圖 3-6 所示)

台北市以 2 至 $2.5[\text{W}/\text{m}^2.\text{k}]$ 佔最多數為 44.55%，其次為 3 至 $3.5[\text{W}/\text{m}^2.\text{k}]$ 佔 29.02%。

台中市以 3 至 $3.5[\text{W}/\text{m}^2.\text{k}]$ 佔最多數為 33.04%，其次為 1 至 $2[\text{W}/\text{m}^2.\text{k}]$ 之間佔 24.3%，而熱傳透率高達 $3.5[\text{W}/\text{m}^2.\text{k}]$ 以上者仍有 18% 之眾。

高雄市以 3.5 至 $4[\text{W}/\text{m}^2.\text{k}]$ 佔最多數為 34.35%，其次為 2 至 $2.5[\text{W}/\text{m}^2.\text{k}]$ 佔 27.89%。

由上述可知此三地的辦公大樓其外牆 U_i 大多集中在 2 至 $2.5[\text{W}/\text{m}^2.\text{k}]$ 或 3 至 $4[\text{W}/\text{m}^2.\text{k}]$ 之間，這與辦公大樓常用外牆建材為 RC 牆與近年來流行的玻璃帷幕牆有關。

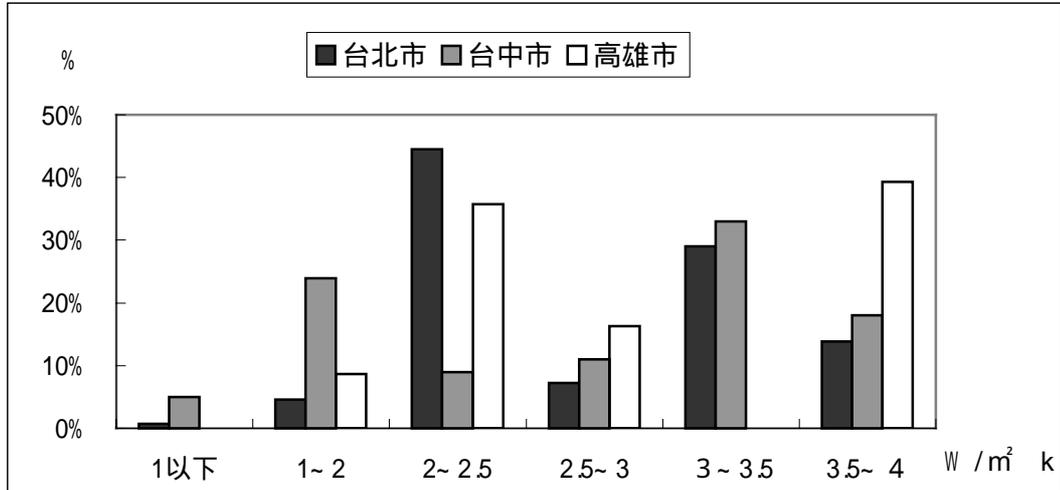


圖 3-6 各地區外牆熱傳透率統計圖

六、外周區所佔比率

此處係指辦公大樓單元外周區空調總樓地板面積所佔空調總樓地板面積之比例，依計算結果如下：(如圖 3-7 所示)

台北市以 50 至 60% 佔最多數為 35.03%，其次為 60 至 70% 之間

者約佔 24.03%，而全為外周區(100%)僅佔 2.03%。而每戶平均外周區空調總樓地板面積為 129.07 m²，平均內部區空調總樓地板面積為 112.79 m²。

台中市以 50 至 60%佔最多數為 33%，其次為 70 至 80%者約佔 21.4%，而全為外周區(100%)僅佔 4.23%。而每戶平均外周區空調總樓地板面積為 149.8 m²，平均內部區空調總樓地板面積為 96.5 m²。

高雄市以 50 至 60%佔最多數為 22.7%，其次為 40 至 60%者約佔 22%，而全為外周區(100%)僅佔 3.16%。而每戶平均外周區空調總樓地板面積為 126.07 m²，平均內部區空調總樓地板面積為 102.64 m²。

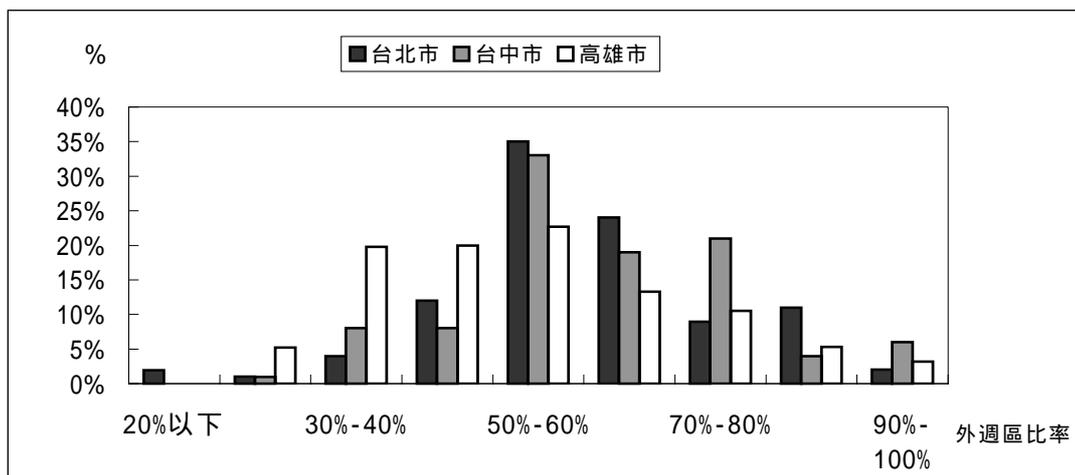


圖 3-7 各地區外周區所佔比率統計圖

七、小結

經由上述調查與計算結果，關於目前三地辦公大樓單元，建物屬性情況為單元室內面積約多以 30 至 60 坪(100 m²至 200 m²)為主；樓層高度在台北市與台中市多分佈於 320cm 左右，而高雄市辦公大樓單元則以 350 至 360cm 為最多；單元開口以兩面開口居多；開窗率多為 30 至 50%之間；而外牆構造熱傳透率多分佈於 2 至 3.5 [W/m² k]及 3 至 4[W/m² k]之間；外周區空調總樓地板面積約佔總空調面積 50 至 60%。如表 3-4 所示。

表 3-4 建築物屬性特性

	建築物屬性	範圍	主要型態
台北市	用戶室內面積	22 m ² 至 1058.59 m ²	200 m ² 以下
	建築物樓層高度	258cm 至 360cm	320 cm 至 330 cm
	開口面數	一面至四面開口	二面開口
	開窗率	26%至 72%之間	30%至 40%
	外牆熱傳透率 U _i 值	0.98 至 3.82 [W/m ² k] 之間	2 至 2.5 [W/m ² k]
	外周區所佔比例	20%至 99%	50%至 60%
台中市	用戶室內面積	27 m ² 至 985 m ²	100 m ² 至 200 m ²
	建築物樓層高度	288cm 至 380cm	310 cm 至 320 cm
	開口面數	一面至四面開口	二面開口
	開窗率	23%至 100%之間	40%至 50%
	外牆熱傳透率 U _i 值	0.98 至 3.89 [W/m ² k] 之間	3 至 3.5 [W/m ² k]
	外周區所佔比例	22.3%至 100%	50%至 60%
高雄市	用戶室內面積	48 m ² 至 1458 m ²	100 m ² 至 200 m ²
	建築物樓層高度	286cm 至 420cm	350 cm 至 360 cm
	開口面數	一面至四面開口	二面開口
	開窗率	28%至 75%之間	30%至 40%
	外牆熱傳透率 U _i 值	1.25 至 3.82 [W/m ² k] 之間	3.5 至 4 [W/m ² k]
	外周區所佔比例	24%至 97%	50%至 60%

資料來源：本研究室整理

第四節 電力資料分析

本節研究，係針對台北市、台中市及高雄市抽樣所得之辦公大樓單元用戶，向台灣電力公司申請該用戶最近一年內(1998年12月至1999年11月間)用電消費量資料，去除無效用電用戶，而得之有效用電用戶數。但台灣電力公司所提供之用電消費量資料，係以每兩個月為紀錄時段，每年每戶用電資料共抄得六筆。為更明顯分析一年間不同時期用電量分佈情況，於是利用最小平方法(Ordinary Least Squares)理論，將各筆資料加以解析得每月用電消費量。以下為方便比較分析其特性，茲將各分類名詞、分類方法加以介紹，並建立等級以利分析說明。

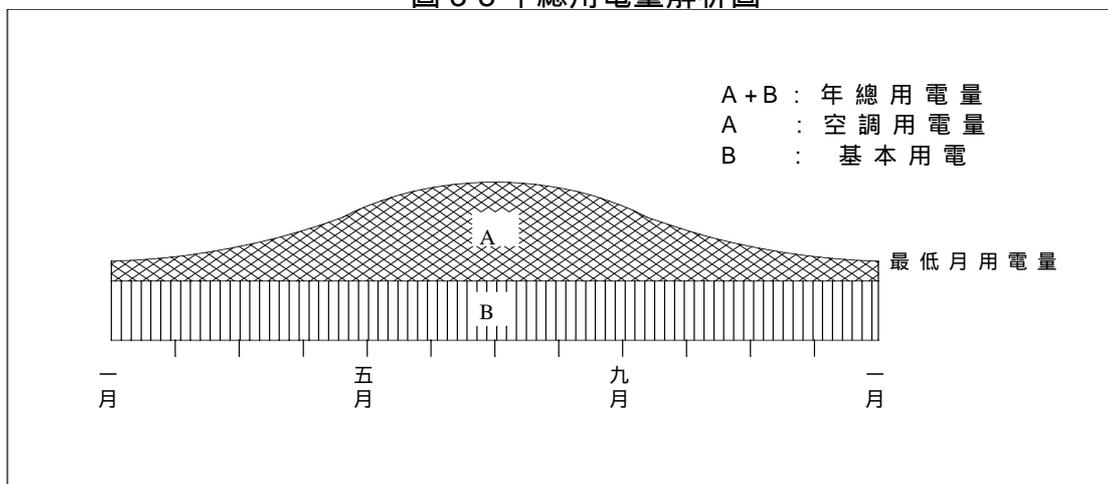
壹、 用電結構分析

名詞定義

一、 年總用電量

係指各單元之用戶一年間之電力消費總量。而其中包含了受氣候變化影響之電力消費量，與不受氣候變化影響之用電消費量。如圖 3-8 所示。而圖中曲線下 A 與 B 兩部份面積和即為年總用電量，各單元用戶間，依其電器設備量、型式差異、使用時間、用電觀念等因素有不同，累積各月消費量而有不同之總用電量。而曲線之變化，乃受氣候季節之影響而有不同程度差異。

圖 3-8 年總用電量解析圖



貳、 建立等級

為了解各單元用戶用電消費量分佈的特性，遂針對調查所得三地區其有效用電用戶之年平均單位面積用電消費量分別建立其等級關係。並區分為高、中、低三個等級，以各等級用戶數約佔總戶數 1/3 左右為標準加以區分。各型態分佈特性說如下：

一、 年平均單位面積用電消費量等級

各單元用戶之年平均單位面積用電消費量分佈情形如圖 3-9 所示。

- (一) 台北市用戶年平均單位面積用電消費以 100 至 150[KWH/ m^2 yr]所佔比例最多、而一般分佈多小於 250[KWH/ m^2 yr]，其平均值為 150.24[KWH/ m^2 yr]。
- (二) 台中市用戶年平均單位面積用電消費量以 100 至 150[KWH/ m^2 yr]所佔比例最多、而一般分佈多小於 250[KWH/ m^2 yr]，其平均值為 162.55 [KWH/ m^2 yr]。
- (三) 高雄市用戶年平均單位面積用電消費量以 50 至 100[KWH/ m^2 yr]所佔比例最多、而一般分佈多小於 250[KWH/ m^2 yr]，其平均值為 131.96 [KWH/ m^2 yr]。

如以調查用戶平均面積 75 坪(245 m^2)估算，其每年平均用電消費量約為 24,500 至 3,750[KWH/yr]，平均每月用電消費量約為 2,040 至 3,050[KWH]。而樣本年平均單位面積用電消費量總各等級分佈範圍則如圖 3-9 所示。

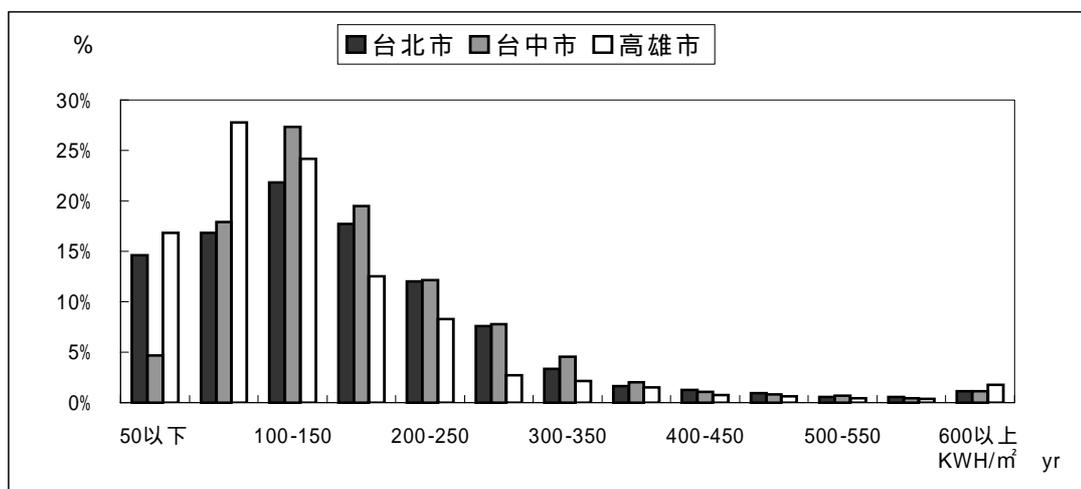


圖 3-9 各地區年平均單位面積用電消費量分佈情形

表 3-5 年平均單位面積用電消費量等級

年平均單位面積用電消費量等級		KWH/m ² . yr	百分比
台北市	低等級	105 以下	33.7%
	中等級	105 至 185	32.8%
	高等級	185 以上	33.5%
	小計		100%
台中市	低等級	120 以下	34.5%
	中等級	120 至 190	32.5%
	高等級	190 以上	33%
	小計		100%
高雄市	低等級	75 以下	32.5%
	中等級	75 至 140	33%
	高等級	140 以上	34.5%
	小計		100%

資料來源：本研究室整理

第五節 問卷用戶基本資料分析

本研究乃針對抽樣用電戶數進行問卷訪談，利用次數分配 (Frequency Distribution) 分析各項目的分佈情形，以下就針對問卷調查內容中人口數、行業別、電腦數加以說明：

一、單元用戶人口數

依調查結果顯示各辦公大樓單元用戶其各戶人數，說明如下：

- (一) 台北市辦公室單元人數以 11 至 25 人所佔的比例最多，佔抽樣樣本數之 41%，其次為 6 人至 10 人；另一方面較大型規模公司人口數在 45 人以上僅佔 12% 的比例。
- (二) 台中市辦公室單元人數以 15 至 30 人所佔的比例最多，佔抽樣樣本數之 38.1%，其次為 0 人至 15 人；另一方面較大型規模公司人口數在 45 人以上仍佔 21.2% 的比例，而此單元用戶人口數依用戶規模而有不同。
- (三) 高雄市辦公室單元人數以 15 人以下所佔的比例最多，佔抽樣樣本數之 71%，顯示高雄市的規模多較小，其次為 21 人至 25 人；另一方面較大型規模公司人口數在 45 人以上僅佔 4% 的比例。

二、行業別

有關行業別分類，係以工商普查分類的標準，而經由調查可知，辦公大樓如圖 3-10 所示。

- (一) 台北市單元用戶中，以社會及個人服務業類別佔最大比例為 24%。
- (二) 台中市單元用戶中，以建築營造類別佔最大比例為 20.74%，其次為商業與金融保險不動產業。
- (三) 高雄市單元用戶中，以社會及個人服務業類別佔最大比例為 23%，其次為商業比例為 16%。

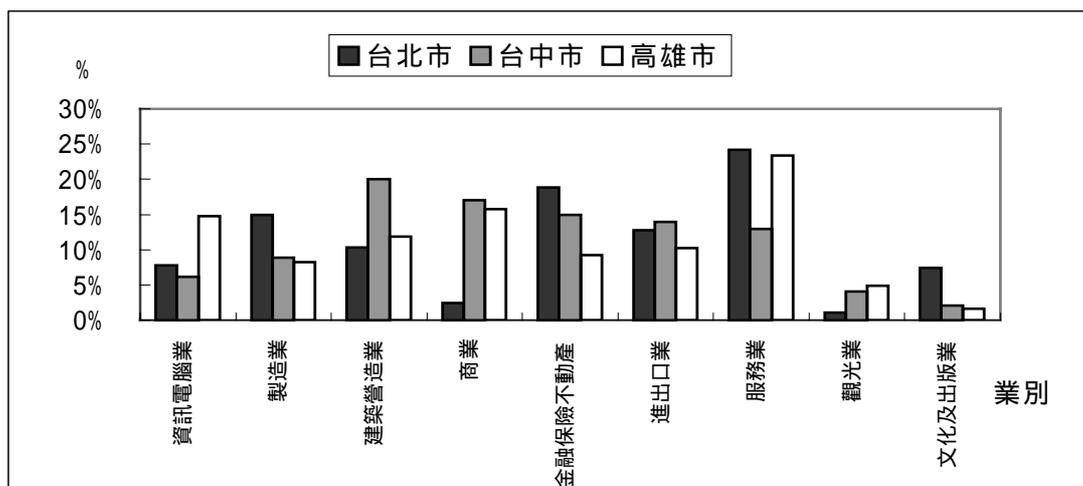


圖 3-10 各地區行業別分佈情形

三、電腦數量

隨著經濟發展迅速，商業活動日益頻繁，所得利潤的增加，以及對舒適度要求之提高，營建現代化，國際化的大環境要求下，使得辦公大樓用戶對事務機器的種類與數量的需求更形重要。因為現今電腦網路資訊發達使用頻繁在此我們主要係針對電腦數量做一調查。如圖 3-11 所示。

由調查得知一般辦公大樓用戶單元電腦數量分佈在 20 部以下居多，在使用上台北市由於是以服務業居多其次除金融保險業外，一些製造業與進出口業也佔了不少所以以這些行業之規模來說電腦使用量也平均分佈於 10 部左右。

台中市行業分佈上雖以建築營造業居首，但其它行業如商業、金融不動產業、服務業分佈比例也很平均。整體而言電腦數量平均分佈在 5 至 10 部最多。

高雄市行業分佈上以服務業居多其次為商業、建築營造業，但電腦使用量一般卻是以 5 部以下分佈最多。顯示高雄市的規模皆不大對電腦化之程度亦較低。

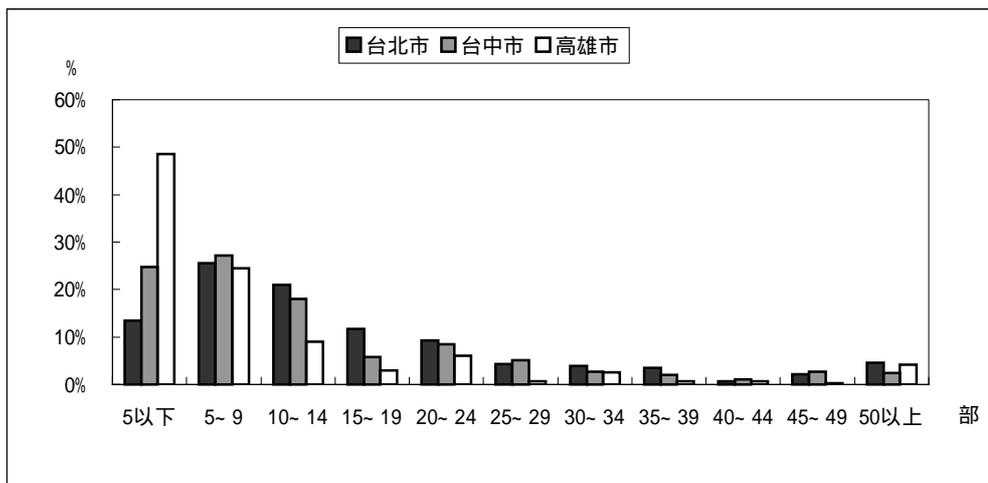


圖 3-11 各地區電腦數量分佈情形

第四章 電力消費量分析

第一節 電力消費量與氣候要素分析

壹、氣候要素

台北市、台中市及高雄市因其所屬的氣候區不同，而有其不同的氣候條件，因為建築物本身深受其周遭氣候的影響，所以建築物依其座落位置的不同亦需調整不同設計因子相以對應，如此方能滿足使用者生理、心理、安全舒適的需求。而氣候條件所包含的因素相當的多，如溫度、濕度、風向、風速、日射量、雨量、氣壓等，本研究協調台灣電力公司所提供台北市、台中市及高雄市辦公室用戶最近一年用電資料及經由中央氣象局所提供的氣象資料（1998年12月至1999年11月）對氣候要素中對熱環境有較明顯影響之溫度、濕度、風速、日射量等項目，來探討這三地區辦公室消費量與氣候變化之相互關係。

一、溫度

台北市、台中市及高雄市三地區其溫度特色依中央氣象局所提供觀測資料中(表 4-1) 可知，台北地區年平均溫度為 23.18 ，台中為 23.9 ，相較於高雄地區(25.38) 差異則較明顯。而最高溫度各地區都出現在六至八月份，最低溫則出現在一月份，但由月平均溫度最高溫與最低溫差可看出，台北市的年溫度變動較大，台中市次之，高雄市最低。意指高雄的氣溫特色穩定，炎熱變化較小，但隨著地區緯度愈高，則溫度的變化也愈大。

表 4-1 各地區月平均溫度統計表

項目	地區	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一	十二	平均	最高最低差
氣溫	台北	17.1	16.7	19.5	22.3	23.9	27.8	29.1	28.4	27.9	25.1	21.1	19.3	23.18	12
	台中	17.8	18	21.5	24.4	24.9	28.1	28	27.8	27.7	26	22.5	20.1	23.9	10.3
	高雄	20.1	20.9	24.6	26	26.5	28.7	28.3	28.2	27.9	26.7	24.5	22.1	25.38	8.6

資料來源：中央氣象局，統計期間：1998年12月至1999年11月

二、水平日射量

水平日射量對建築熱環境的影響十分重大，是地球接受之主要熱源。水平日射量受緯度、雲量、日照時數、日照率等影響，而日照率直接牽涉到日射量的大小。依表 4-2 所示，其年平均水平日射量以高雄 313.1[MJ/m².yr]最高，台中 305.6[MJ/m².yr]次之，台北 240.9[MJ/m².yr]最低。而最高水平日射量都出現在六至八月份，最低均出現在一月份，在最高與最低水平日射量差方面，台北差異最大達 251.1 [MJ/m².yr]，台中及台北則差異較小。

表 4-2 各地區月水平日射量統計表

項目	地區	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	平均	最高與最低差
水平日射量 MJ/m ²	台北	126.7	200.7	175.1	273.6	262.3	340.4	343.7	360.8	323.7	235.3	139.2	109.7	240.9	251.1
	台中	256.9	289.4	301.4	335.7	309.5	385.4	324.2	382.5	312.3	285.6	259.3	224.5	305.6	160.9
	高雄	218.5	269.5	317.7	390.8	382.1	413.8	298.1	382.3	345.8	278.2	245.7	214.6	313.1	199.2

資料來源：中央氣象局，統計期間：1998 年 12 月至 1999 年 11 月

三、風速

由表 4-3 中可看出，依中央氣象局所提供資料中，以台北地區的平均風速最大為 2.72[m/sec]。，台中地區最小 1.61[m/sec]。由最高風速與最低風速差顯示，台中及高雄地區的年平均風速相對穩定，其差值為 0.5 及 0.6 [m/sec]，台北地區則變化較大達 1.4 [m/sec]。

表 4-3 各地區風速統計表

項目	地區	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	平均	最高與最低差
風速 m/s	台北	2.9	3	2.3	3.1	2.7	2	2.1	1.9	2.9	3.4	3.1	3.2	2.72	1.4
	台中	1.8	1.7	1.7	1.6	1.4	1.6	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	1.8	1.61	0.5
	高雄	2.1	2.2	2.3	2.1	1.8	2.4	2	2.4	2.2	1.9	1.9	1.9	2.1	0.6

資料來源：中央氣象局，統計期間：1998 年 12 月至 1999 年 11 月

四、濕度

台灣位處亞熱帶氣候區，而且四面環海、濕度高、平均濕度多分佈於 70%至 90%之間，由表 4-4 中可看出台北、台中及高雄地區的年平均

相對濕度差異不大，在最高與最低相對濕度差比較，台北及台中地區均為 11%，高雄地區較高達 14%，顯示高雄地區相對濕度變化較大

表 4-4 各地區月相對濕度統計表

項目	地區	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	平均	最高與最低差
相對濕度 %	台北	80	74	84	73	76	80	76	77	73	76	78	79	77.1	11
	台中	77	69	77	72	79	76	80	78	75	73	71	76	75.2	11
	高雄	78	69	74	76	80	82	85	82	80	78	73	79	78	14

資料來源：中央氣象局，統計期間：1998 年 12 月至 1999 年 11 月

貳、電力使用之日變化與年變化

經由對台北市、台中市及高雄市辦公大樓之單元用戶調查，協調台灣電力公司配合提供用戶逐月用電量統計資料，得到有效用戶數台北市 1082 戶，台中市 1135 戶，高雄市 1075 戶之用電量資料(圖 4-1，表 4-5)。藉此可了解單元用戶用電之年間用電量變化情形，以及其用電量各構成部份之變化，進而探討其影響變化因素，以下針對調查所得，有關用電量之變化加以說明。

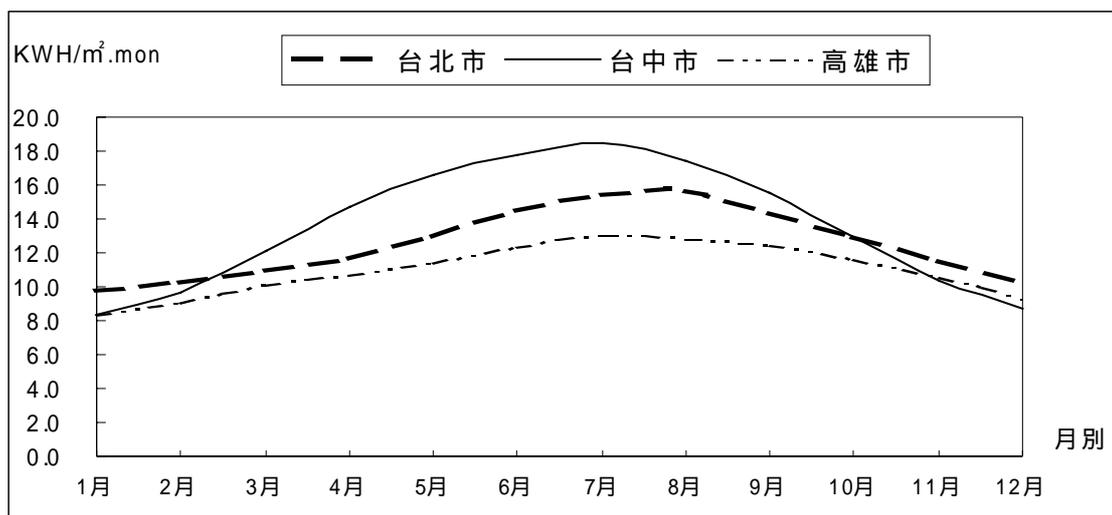


圖 4-1 台北市、台中市及高雄月平均單位用電消費量之年變化

表 4-5 各地區月平均用電統計表

月別 地區	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	平均	單位
台北	9.81	10.24	10.99	11.65	12.95	14.45	15.45	15.62	14.38	12.91	11.54	10.26	12.52	KWH/ m ² .m on.
台中	8.33	9.6	12.15	14.72	16.57	17.81	18.42	17.37	15.51	13	10.31	8.76	13.54	
高雄	8.34	9.06	10.09	10.74	11.43	12.38	13.08	12.88	12.44	11.63	10.60	9.29	11	

資料來源：本研究整理。統計期間：1998 年 12 月至 1999 年 11 月

一、用電量之日變化

有關用電量之日變化，一般來說，受其使用模式與設備量影響，辦公大樓用戶其每日用電峰值因其營業時段不同而有差異。全天營業者則較平均，其各項事務設備與空調的使用方式亦配合營業時段才有用電需求，而當日內最高用電量與最低用電量之差值則稱為用電日較差(Daily Range)。

二、用電量之年變化

關於各用戶之年間用電量變化，一般而言，各用戶其設備量與使用行為模式變動並不至於太大，所以其年用電變化趨勢應該是相當平穩，各月用電變化量間差異應是相當有限，但自調查所得之北、中、高三地月平均單位用電消費量之年變化情形上(如圖 5-1)可看出隨著各月季節氣候的改變而有明顯的差距，而非一平穩水平之直線，因此乃試圖由此去了解用電量變化與氣候間之關係。

參、氣候因素與用電量關係

由前述章節中之定義，用電量可區分為基本用電與空調用電兩部份，基本用電部份不受氣候影響，只受其使用模式與設備數量影響，因此各用戶的基本用電量年變化不大，所以造成年總月電量逐月變化的現象，應是受空調用電量的變化影響。而空調用電之消費目的，乃是為了

改善室內熱環境，使其室內環境令人感到舒適。

人體與周遭熱環境間，因本身藉由代謝、蒸發、輻射、對流、及體內蓄熱等熱交換的方式，以達到體溫的平衡，人體經常調整，使得人體與周遭環境維持熱平衡狀態，如此人體於不失熱亦不得熱之熱中域範圍內，即達到舒適之熱環境狀態。而與人體輻射、對流、蒸發、散熱等各放熱相關環境的要素，則包含了氣溫、濕度、風速、日射量(周遭溫度)。而蒸發量是和氣溫、濕度、風速有關；輻射量則是和壁面溫度(受外氣溫、日射量有關)；對流量則受氣溫、風速影響，因此需利用空調設備對此熱環境四要素做適當的調節，以幫助人體獲得熱平衡。(表 4-6)

表 4-6 氣候要素資料應用於建築設計關係表

氣候要素	資料類別	用途別
溫度	<ul style="list-style-type: none"> ■ 平均日較差 ■ 平均年較差 ■ 冷房度時 (cooling degree hours) ■ 暖房度時 (heating degree hours) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 空調負荷 ■ 建築物隔熱 ■ 熱負荷計算 ■ 建築省能計算
日射量	<ul style="list-style-type: none"> ■ 平均日射量 ■ 各方位日射取得 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 太陽能利用之依據 ■ 遮陽版之設計 ■ 建築物整體配置
風	<ul style="list-style-type: none"> ■ 平均風速 ■ 風配圖 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 通風計畫 ■ 防風計畫
濕度	<ul style="list-style-type: none"> ■ 相對濕度 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 空調設計

資料來源：陳永欣，台中市集合住宅電力消費量之研究，1997，p70

而有關於台北市、台中市及高雄市辦公大樓用戶中取得之有效用電用戶中之年間用電量變化資料如表 4-5 所示，各月之平均用電量台北市介於 9.8 至 15.62[KWH/m².mon.]之間，台中市介於 8.33 至 18.42[KWH/m².mon.]之間，高雄市介於 8.34 至 13.08[KWH/m².mon.]之間，其中北、中、高三地區都以 1 月份的單位面積用電量為最低，最高月份為七、八月，而平均值台北市為 12.52[KWH/m².mon.]，台中市為 13.54[KWH/

m².mon.]，高雄市為 11[KWH/m².mon.]，此現象與年間各月氣溫變化中最高、低溫月份大至相符。

至此為更進一步了解熱環境中影響人體舒適之氣候因子(氣溫、日射量、濕度、風速)對用電量之影響，乃利用自中央氣象局所提供之各項氣象資料，說明其與用戶用電量間相互之關係。

一、氣溫與用電消費量關係

氣溫主要是受到太陽輻射的影響而發生變化，太陽能量經過大氣層。一部份被大氣層中塵埃、水蒸氣等吸收，造成氣溫上昇，另一部份抵達地面，造成地表溫度上昇，再由地表面按溫度比例輻射，放散於大氣之中。因此，太陽為第一熱源，地表為第二熱源，相互支配著地表之溫度。當日射量與大氣輻射量之和，超過地表面輻射量時，則視此兩部份相互影響而產生氣溫的變化，加上地球球體每年每日之運行位置的差異影響，而有年變動與日變動，而此變動的差距即稱為較差。

(一) 氣溫日變動與用電量關係

氣溫日變化的主要特徵在於最高氣溫與最低氣溫的差，此值稱為日較差，而且出現時間會有時滯現象。一般辦公大樓用戶，其基本設備用電量只與使用模式有關，多半發生在營業時間內，其氣溫並無明顯之關係。

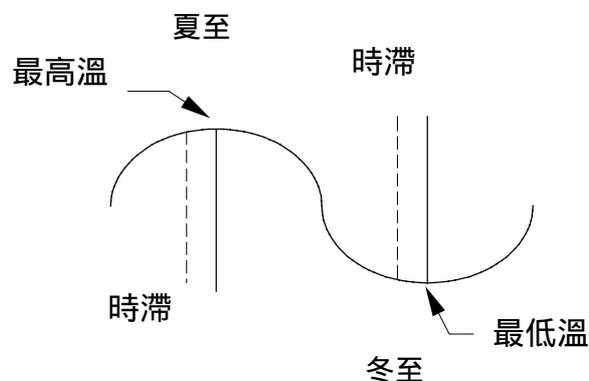


圖 4-2 氣溫變動與用電量關係

(二) 氣溫年變動與用電量關係

年用電量組成中所包含的基本用電，其使用目的，乃為了維持基本的運作需求，以配合辦公行為所需的使用模式，所以一般來說年間變動並不大，與氣溫變動並無明顯關係。而空調使用乃是為了調節室內氣溫，故受氣溫變化之影響，而氣溫受太陽輻射之影響，年間太陽輻射以夏至日 6 月 21 日最高，冬至日 12 月 21 日則最低。但受時滯現象(Time-Lag effect)影響，由氣溫變動資料中可看出年間平均最低溫出現在 1 至 2 月，最高溫則在 7 至 8 月，皆較夏至、冬至日來的晚。以下針對台北市、台中市及高雄市三地之氣溫與用電量之年變化加以分析說明：

(三) 台北市辦公室用電量與氣溫變動關係

台北市辦公室電力消費量與氣溫之關係如圖 4-3 所示，八月份為電力消費量最高峰，一月份最低，由年間用電負載曲線與氣溫變化曲線圖中可以得知，台北市辦公室電力消費量呈現隨氣溫變化而改變之趨勢。

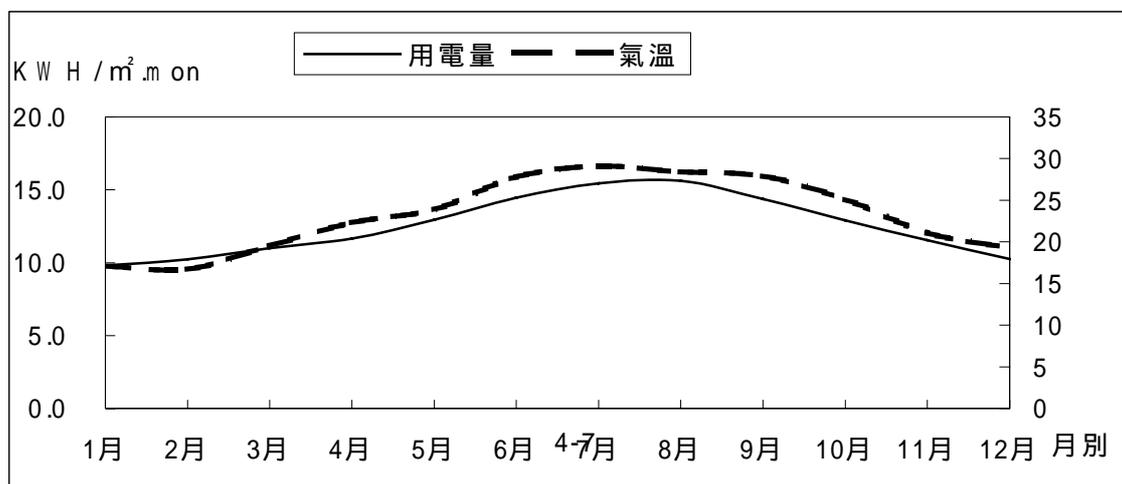


圖 4-3 台北市辦公室用電量與氣溫變化圖

將台北市辦公室年間用電資料與各月份氣溫之變化進行迴歸分析，可以得知兩者呈現二次曲線正相關性，決判係數(R^2)高達 0.9752，如圖 4-4 所示，其迴歸方程式如下：

$$E=0.0172 \times T^2 - 0.341 \times T + 10.863$$

式中 E:單位面積電力消費量[KWH/ m^2 .mon.]

T:氣溫[$^{\circ}C$ /mon.]

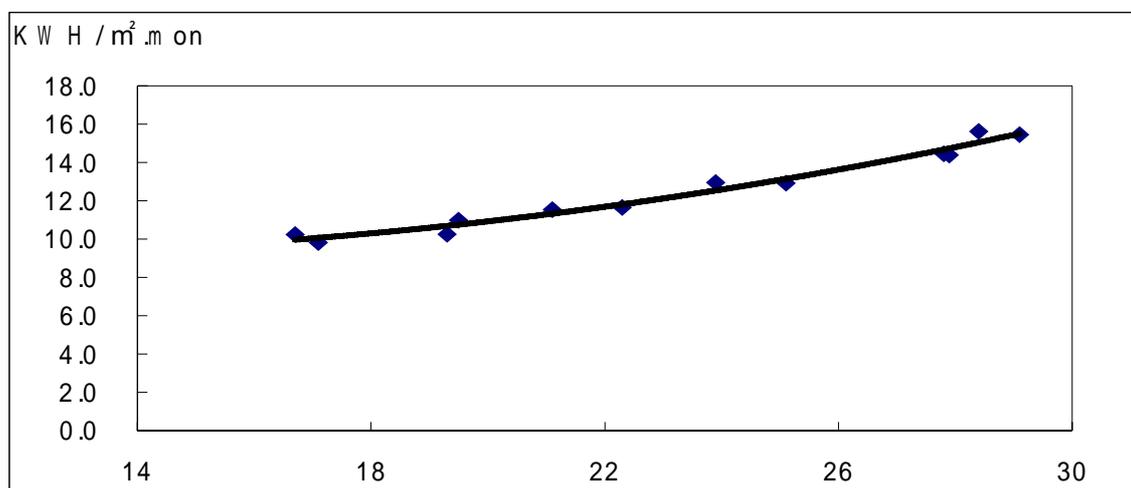


圖 4-4 台北市辦公室用電量與氣溫變化之迴歸分析圖

(四) 台中市辦公室用電量與氣溫變動關係

由於台中市年間各月份之氣溫因季節變化而產生差異，就夏季期間而言，六月至九月之月平均氣溫約為 28 $^{\circ}C$ 左右，為年間氣溫最高之月份，亦是單位面積用電量最高的月份，即所謂夏季尖峰用電季節。台中市辦公室電力消費量與氣溫之關係如圖 4-5 所示，八月份為電力消費量最高峰，一月份最低，由年間用電負載曲線與氣溫變化曲線圖中可以得知，台中市辦公室電力消費量呈現隨氣溫變化而改變之趨勢。

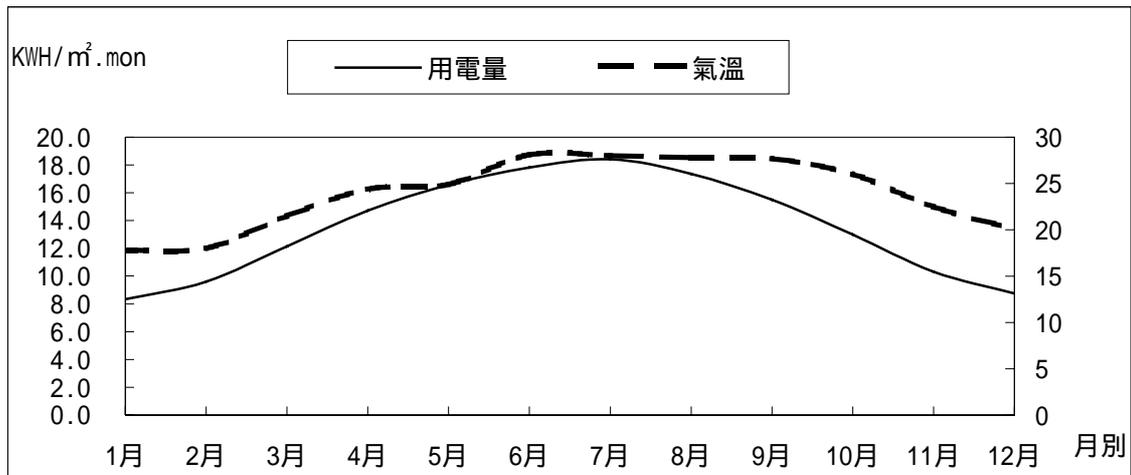


圖 4-5 用台中市辦公室電量與氣溫變化圖

將台中市辦公室年間用電資料與各月份氣溫之變化進行迴歸分析，可以得知兩者呈現二次曲線正相關性，決判係數 (R^2) 高達 0.852，如圖 4-6 所示，其迴歸方程式如下：

$$E=0.0249 \times T^2 - 0.2773 \times T + 5.6272$$

式中 E: 單位面積電力消費量 [KWH/m².mon.]

T: 氣溫 [/mon.]

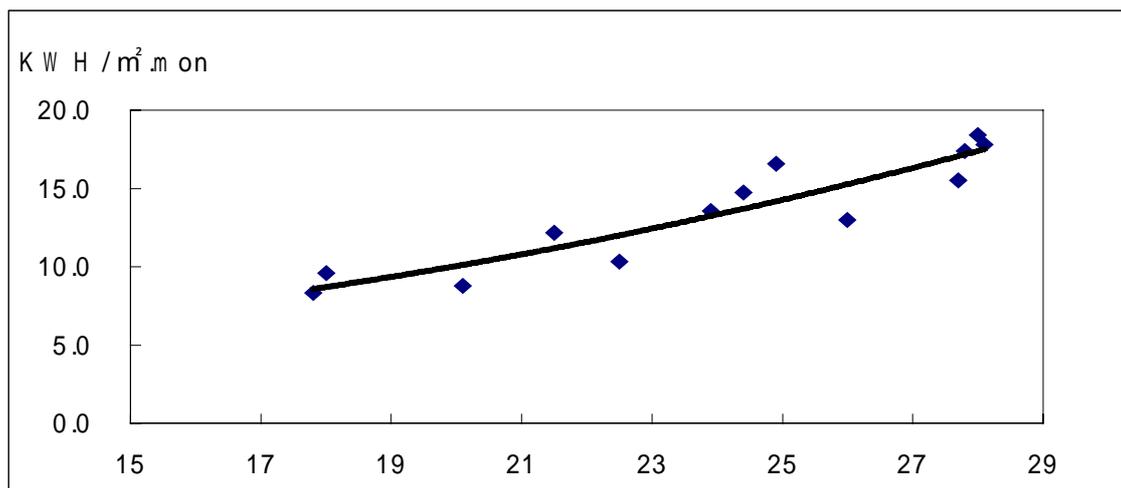


圖 4-6 台中市辦公室用電量與氣溫變化之迴歸分析圖

(五) 高雄市辦公室用電量與氣溫變化關係

高雄市年間各月份之氣溫變化曲線，和台北市及台中市相似，唯年平均溫度略高。高雄市辦公室電力消費量與氣溫之關係如圖 4-7 所示，八月份為電力消費量最高峰，一月份最低，由年間用電負載曲線與氣溫變化曲線圖中可以得知，高雄市辦公室電力消費量呈現隨氣溫變化而改變之趨勢。

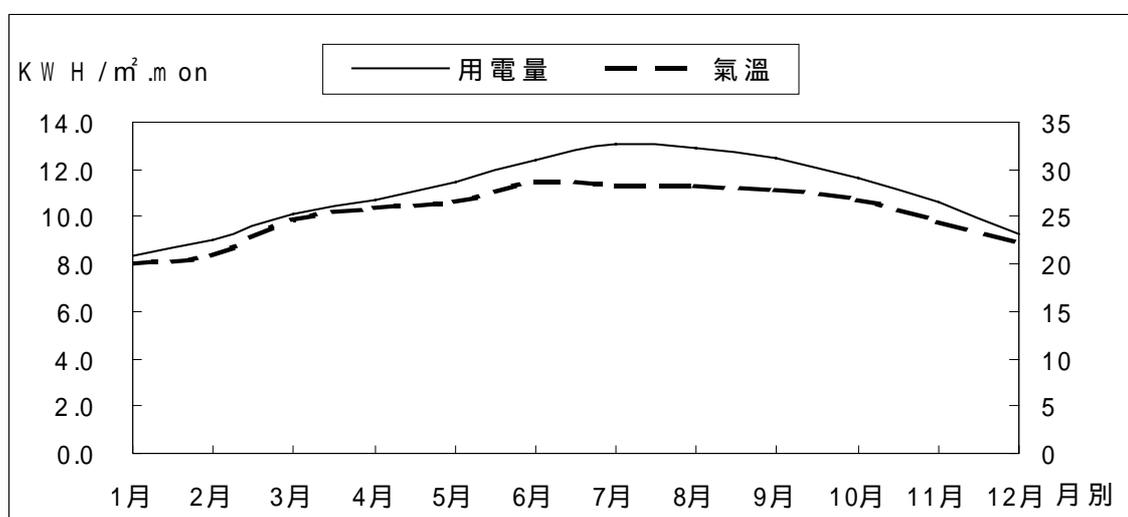


圖 4-7 高雄市辦公室用電量與氣溫變化圖

將高雄市辦公室年間用電資料與各月份氣溫之變化進行迴歸分析，可以得知兩者呈現二次曲線正相關性，決判係數(R^2)高達 0.9617，如圖 4-8 所示，其迴歸方程式如下：

$$E=0.0266 \times T^2 - 0.7906 \times T + 13.694$$

式中 E:單位面積電力消費量[KWH/ m².mon.]

T:氣溫[/mon.]

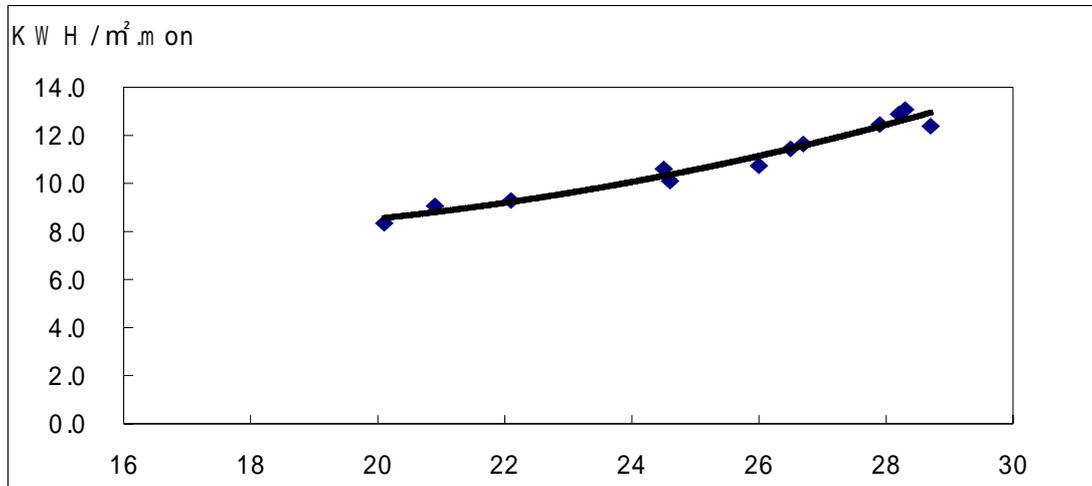


圖 4-8 高雄市辦公室用電量與氣溫變化之迴歸分析圖

二、水平日射量變動與用電量關係

日射量的大小與當地空氣中水蒸氣量、游塵量、雲量等大氣的清晰度有關。而日射量也直接提供的建築物熱量，一方面影響其周遭氣溫，熱流經由壁面之熱傳透進入室內，另一方面熱量為建築物本身吸收，造成週壁溫度上昇，此日射量之大小對空調熱負荷的影響甚大，因此有效設計調整減少日射量直達至室內，對建築物耗能將有相當大的幫助，另一方面由綠色建築的概念來看，有效利用日射，也可提供建築物無污染之太陽能源。

(一) 台北市辦公室用電量與水平日射量變動關係

台北市其年平均水平日射量為 $240.9[\text{MJ}/\text{m}^2.\text{yr}]$ ，在夏季期間為水平日射量最高期間，其辦公室在電力消費量亦隨水平日射量之變化而產生改變，如圖 4-9 可以得知，六至九月份水平日射量與單位面積用電量均呈高峰趨勢。

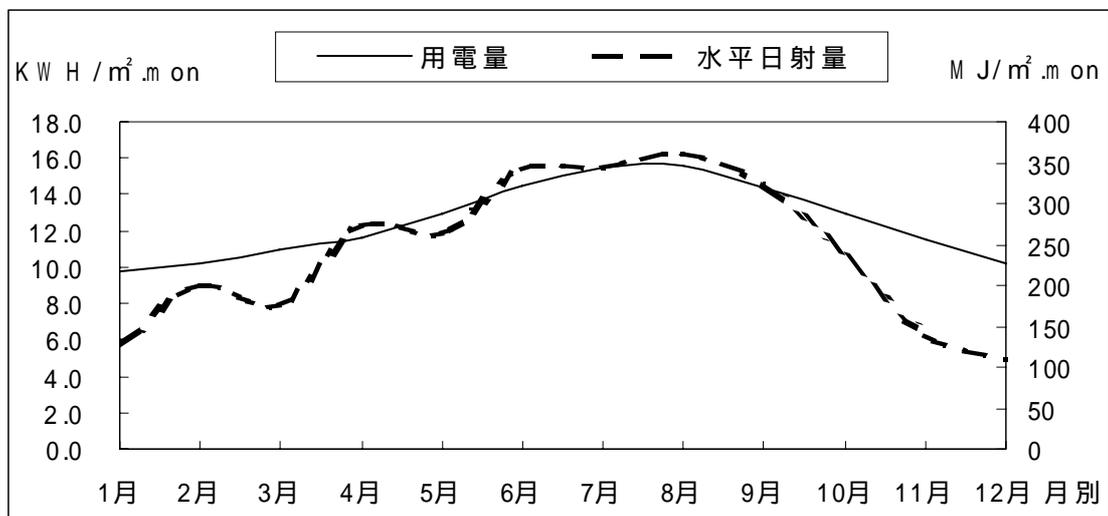


圖 4-9 台北市辦公室用電量與水平日射量變化圖

將台北市辦公室年間用電資料與各月份水平日射量之變化進行迴歸分析，可以得知兩者呈現二次曲線正相關性，決判係數 (R^2) 高達 0.8855，如圖 4-10 所示，其迴歸方程式如下：

$$E=0.00007 \times S^2 - 0.0132 \times S + 10.951$$

式中 E: 單位面積電力消費量 [KWH/m².mon.]

S: 水平日射量 [MJ/m².mon.]

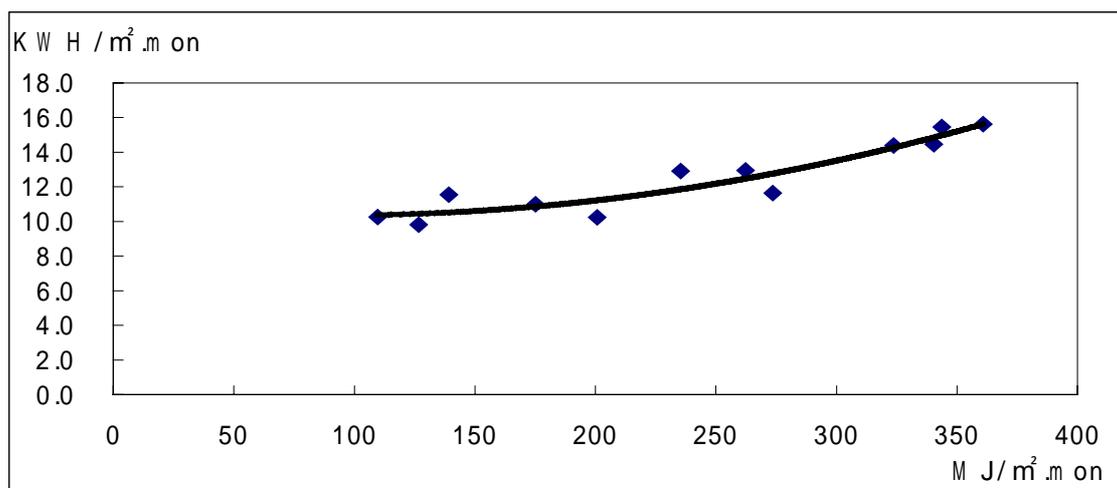


圖 4-10 台北市辦公室用電量與水平日射量迴歸分析圖

(二) 台中市辦公室用電量與水平日射量變動關係

台中地區日射量年間變動情形，以 12 月份最低僅 224.5[MJ/m².mon.]，以 6 月份最高為 385.4[MJ/m².mon.]，室內氣溫受此變動影響甚大，進而也造成年間空調用電負荷上之變化。也突顯了此項氣候因素對建築耗能更重要之影響。其辦公室在電力消費量亦隨水平日射量之變化而產生改變，如圖 4-11 可以得知，台中市辦公室電力消費量呈現隨水平日射量變化而改變之趨勢。

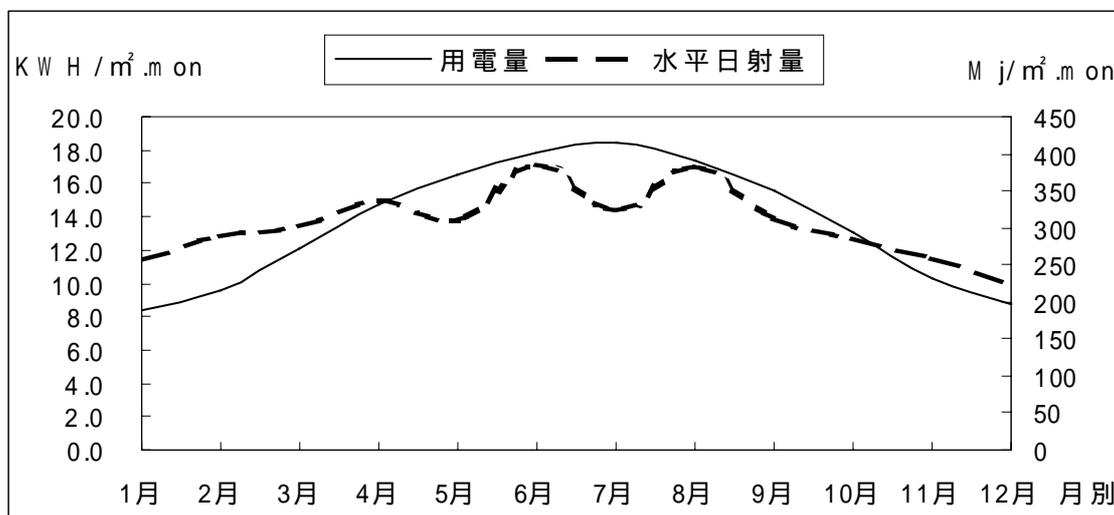


圖 4-11 台中市辦公室用電量與水平日射量變化圖

將台中市辦公室年間用電資料與各月份水平日射量之變化進行迴歸分析，可以得知兩者呈現二次曲線正相關性，決判係數 (R^2) 為 0.7446，如圖 4-12 所示，其迴歸方程式如下：

$$E=0.0002 \times S^2 - 0.1834 \times S + 24.366$$

式中 E: 單位面積電 [KWH/m².mon.]

S: 水平日射量 [MJ/m².mon.]

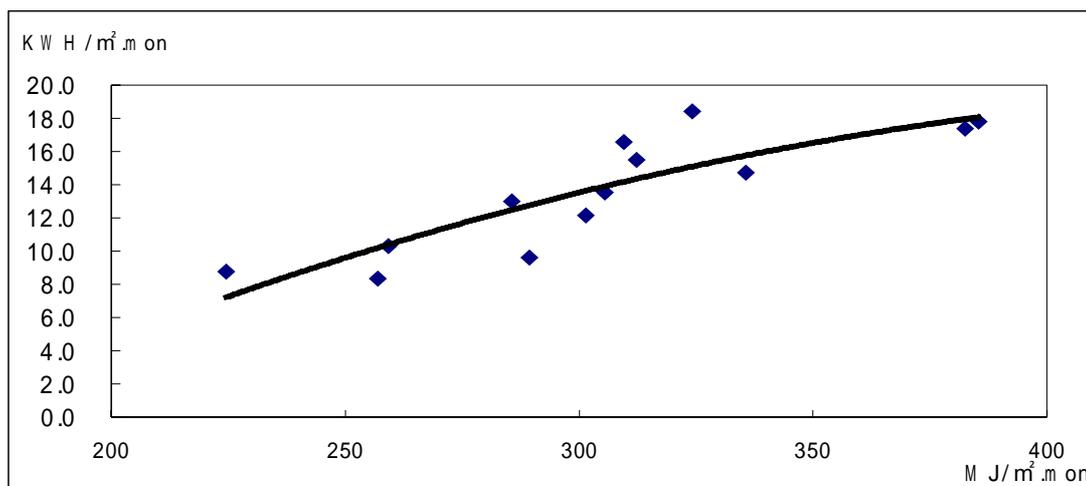


圖 4-12 台中市辦公室用電量與水平日射量迴歸分析圖

(三) 高雄市辦公室用電量與水平日射量變動關係

高雄地區日射量年間變動情形，以 12 月份最低僅 214.6[MJ/m².mon.]，以 6 月份最高為 413.8[MJ/m².mon.]，明顯比台北市、台中市高出甚多。其辦公室在電力消費量亦隨水平日射量之變化而產生改變，如圖 4-13 可以得知，高雄市辦公室電力消費量呈現隨水平日射量變化而改變之趨勢。

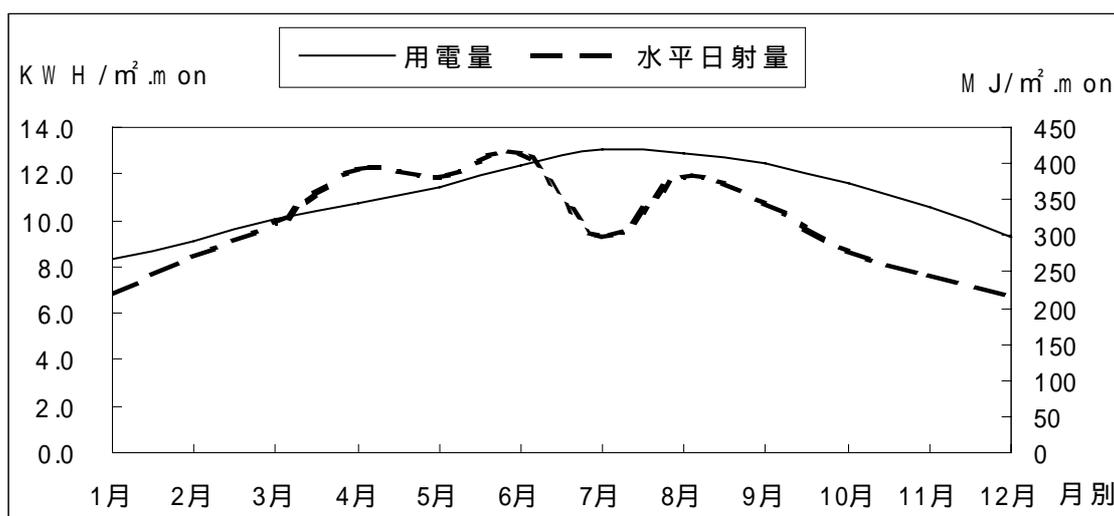


圖 4-13 高雄市辦公室用電量與水平日射量變化圖

將高雄市辦公室年間用電資料與各月份水平日射量之變化進行迴歸分析，可以得知兩者呈現二次曲線正相關性，決判係數（ R^2 ）為 0.5275，如圖 4-14 所示，其迴歸方程式如下：

$$E=0.0001 \times S^2 - 0.0939 \times S - 5.472$$

式中 E:單位面積電力消費量[KWH/ m^2 .mon.]

S:水平日射量[MJ/ m^2 .mon.]

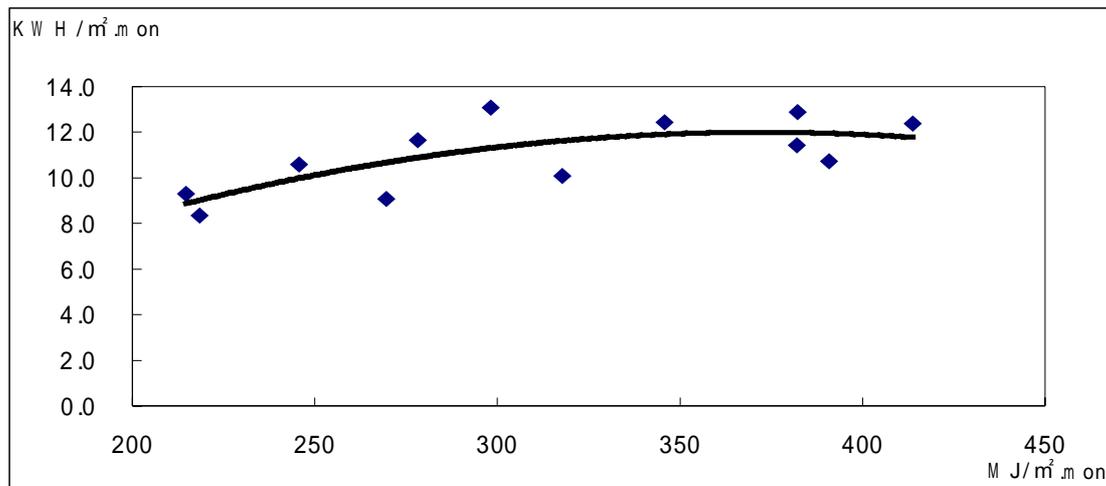


圖 4-14 高雄市辦公室用電量與水平日射量迴歸分析圖

三、風速變動與用電量關係

大氣之溫度依地方不同，氣壓亦隨之變化。而風則是由於氣壓差所產生的空氣流動現象。氣壓差越大則風越強，且風向乃是由於高壓處吹向低壓處，然而受地球自轉的影響，風是斜吹的現象，並依時間、季節之更替會有不同變化；如季節風(年變化)，係因夏季大陸溫度增高產生上昇氣流，則風從海洋吹向陸地，冬季則反之，如此因大陸及海洋受季節溫度變化，而產生之風稱為季節風，而中間季節則風向不定。而對於海岸地帶與山峰附近，亦會受每日溫度變化，而有海陸風與山風、谷風、風向的差異。

台灣位於亞洲東南部與西太平洋交界處，由於本區的氣候冬季及夏季受到亞洲北部高壓及太平洋高壓交互影響，因此受風之影響非常的強

烈。台灣冬季季風來自東北，稱為東北季風，溼冷的空氣形成氣溫較低，夏季季風主要來自西南，故稱為西南季風，但夏季西南季風強度較無穩定性，易受其他氣候因子(如海陸風、地形風等)所擾亂。且夏季受氣壓變化的影響，常有颱風過境造成災害，但台中位處於台灣西部，有中央山脈為屏障，使得颱風路徑轉向及威力減弱，因而颱風對台中地區建築物之影響較小。

風對於日常之居住、環境品質影響甚大，舉凡建築計畫及配置計畫、高層建築、結構設計、通風計畫等都受其影響，而且本研究主題辦公大樓建物的總高度普遍高於其他類型建物，在高度與風速成正比的關係下，其受風速的影響會較同地區其他較低建物來的明顯。另一方面，利用氣流對氣候環境的影響，藉由良好通風計畫，同調節室內溫濕度，降低人體對舒適溫度的要求，減少對空氣調節依賴的程度。

將台北市、台中市及高雄市的年間用電量分別與此三地的風速變化資料進行迴歸分析，結果顯示，當風速大時用電量會較小，兩者均呈現負相關趨勢，決判係數 (R^2) 及迴歸方程式如表 4-7，除台中市顯著性較高外，北、高兩市均不顯著，

表 4-7 各地區年間用電量與風速變化迴歸方程式與決判係數表

台北市	迴歸方程式	$E=3.7871 \times W^2 - 22.316 \times W + 44.287$
	決判係數	$R^2=0.5181$
台中市	迴歸方程式	$E=-33.582 \times W^2 + 86.411 \times W - 37.712$
	決判係數	$R^2=0.8506$
高雄市	迴歸方程式	$E=18.03 \times W^2 - 74.665 \times W + 87.592$
	決判係數	$R^2=0.1954$

資料來源：本研究整理

式中 E:單位面積電力消費量 [KWH/ m².mon.]

W:風速[m/s.mon.]

四、相對濕度與用電量關係

空氣中所含有的水蒸氣量大小，稱為濕度，而相對溫度(Relative

Humidity)，則是指某溫度空氣之絕對濕度與該溫度空氣之飽和絕對濕度之比值。有關濕度之日變化，一天之中，絕對濕度(%)和氣溫(C)成相反之變化，以日出前氣溫最低時，相對濕度最大，而氣溫最高時(約14時左右)，相對濕度降至最低。

而濕度之月變化則受氣溫之影響，所以溫度較低之冬季其相對濕度較高，而平均氣溫較高的月份其相對濕度則較低。而濕度對人體舒適度有相當大之影響，人體在新陳代謝的過程中，為了達到體內熱平衡，因此需藉自汗釋放體內這多熱量，因此如果其周遭環境相對濕度高，則將使得其蒸發速率變慢，而今人感到不適。台灣地區由於位居亞熱帶且四面環海，深受海洋性氣候的影響，年平均相對濕度在70%~90%之間。

將台北市、台中市及高雄市的年間用電量與此三地的濕度變化資料進行迴歸分析，結果顯示並無顯著性相關，其決判係數(R^2)及迴歸方程式如表4-8。

表 4-8 各地區年間用電量與濕度變化迴歸方程式與決判係數表

台北市	迴歸方程式	$E = -0.0341 \times RH^2 + 5.1589 \times RH - 181.9$
	決判係數	$R^2 = 0.1079$
台中市	迴歸方程式	$E = -0.0403 \times RH^2 + 5.4653 \times RH - 195.95$
	決判係數	$R^2 = 0.2666$
高雄市	迴歸方程式	$E = -0.0152 \times RH^2 - 2.0999 \times RH + 81.809$
	決判係數	$R^2 = 0.5295$

資料來源：本研究整理

式中 E: 單位面積電力消費量電 [KWH/ m^2 .mon.]

RH: 相對濕度 [% /mon.]

第二節 建築物屬性與電力消費量分析

針對調查所得有效用電戶(表 4-9), 近一年來用電資料與各用戶使用之辦公大樓單元建物屬性資料加以說明。

表 4-9 各地區用戶中間層與屋頂層統計表

地區別	中間層	屋頂層	合計
台北市	1040 戶	42 戶	1082 戶
台中市	1094 戶	41 戶	1135 戶
高雄市	1027 戶	48 戶	1075 戶

資料來源：本研究整理

壹、建築物基本屬性與電力消費分析

建築單元本身, 因其外殼特性與室內外周區面積等各設計因子之差異對其熱性能有不同程度的影響, 本研究乃針對調查所得用戶之外周區面積、平均 U_i 值、樓層高度、開窗率等, 與用電消費量加以探討說明。而關於辦公室外殼設計因素之影響, 如表 4-10 所示, 辦公建築耗能設計之因素中以開窗率與玻璃的遮蔽因素最具影響力, 其次為方位。而開窗率、方位、與玻璃遮蔽有關三項的因素約佔了所有耗能因子的九成, 顯示其外殼遮蔽設計的重要性, 而外牆、玻璃隔熱因素其影響則相當有限。

表 4-10 辦公室外殼設計因素對空調耗能之影響率

影響因素	開窗率	方位	玻璃遮蔽因素	玻璃隔熱因素	外牆隔熱因素
影響率	56.2 %	12.6 %	21.2 %	0.6 %	0.6 %

資料來源：林憲德等, 建築節約能源基本教材

而經由本研究調查所得辦公大樓各單元用戶基本資料，將年平均單位面積用電量以各用電等級分類，由表 4-11 中可看出隨著用電等級增高，外內周區面積比率亦隨之增大，而其他因素在低等級與中等級範圍有些微上升，但高等級並未隨之大幅上揚，如此可看出高用電等級用戶受各建物設計因子影響程度相對而言較為有限。

表 4-11 各地區各等級年總用電量其建物屬性差異表

年總用電量等級	地區別	用電量 [KWH/m ² .yr]	所佔百分比 [%]	單位面積平均 [m ²]	內周區面積平均 [m ²]	內周區面積平均 [m ²]	外周區與內周區比值	平均 Ui 值 [W/m ² .k]	平均樓高 [cm]	平均開口數
低等級	台北市	105 以下	34.1%	281.2	111.6	169.60	0.66	2.59	302.3	2.14
	台中市	120 以下	34.5%	274.9	114.4	160.85	0.59	2.67	331.3	2.30
	高雄市	75 以下	32.5%	234.8	108.1	132	0.50	2.78	346.0	1.89
中等級	台北市	105 至 185	32.4%	227.8	92.9	131.80	0.70	2.63	317.1	2.16
	台中市	120 至 190	32.5%	262.5	102.3	161.29	0.62	2.59	331.5	2.30
	高雄市	75 至 140	33%	204.0	96.1	108.85	0.51	2.78	354.0	1.85
高等級	台北市	185 以上	33.5%	239.1	102.5	136.60	0.75	2.53	319.5	2.15
	台中市	190 以上	33.0%	201.8	74.4	127.64	0.64	2.66	331.3	2.20
	高雄市	140 以上	34.5%	198.8	88.7	110.12	0.53	2.73	339.0	1.92

資料來源：本研究整理

貳、中間層與屋頂層電力消費量分析

關於樓層別之差異，本研究以中間層與屋頂層為區分，針對其年平均單位面積用電量加以說明：

有關屋頂層用戶與中間層用戶之用電情形，如表 4-12 所示。以每單位用戶為區分原則，經整理結果，台北市辦公室中間層用戶年平均單位面積用電量為 149.43[KWH/m².yr]，而屋頂層用戶之年平均單位面積用電量為 185.29[KWH/m².yr]，其比值為 1.24。

台中市辦公室中間層用戶年平均單位面積用電量為 162.62[KWH/m².yr]，而屋頂層用戶之年平均單位面積用電量為 166.86[KWH/m².yr]，其比值為 1.03。

高雄市辦公室中間層用戶年平均單位面積用電量為 128.30[KWH/m².yr]，而屋頂層用戶之年平均單位面積用電量為 212.98[KWH/m².yr]，其比值為 1.66。

由此可以看出屋頂層與中間層的差異，以高雄市最高，台北市次之，台中市最低。和年平均單位面積用電量比較，剛好成相反結果。

表 4-12 各地區屋頂層與中間層年總用電量分析表

地區別	建物屬性	戶數	年總用電量	比值(T/M)
台北市	屋頂層(T)	42	185.29	1.24
	中間層(M)	1040	149.43	
台中市	屋頂層(T)	41	166.86	1.03
	中間層(M)	1094	162.62	
高雄市	屋頂層(T)	48	212.98	1.66
	中間層(M)	1026	128.30	

資料來源：本研究整理

參、棟別用電量分析

一、冷氣冷卻形式與用電量分析

辦公大樓用戶幾乎都有使用冷氣的現象，但隨著需求、經濟造價、維護等考量下對空調系統的選擇因而不同，簡單來看，基本尚可由冷卻方式來加以區分為水冷式與氣冷式兩大類。一般來說，水冷式空調系統，冷卻效率較高，規模較大，但須定期維護保養，費用較高，但初期設備費用與氣冷式空調系統相差不大。

經本研究調查辦公大樓中（表 4-13），其中台北市 40 棟，使用水冷式系統之大樓共計 24 棟，而氣冷式系統者 16 棟，使用水冷式系統之辦公大樓其單元用戶平均面積為 $291.78[m^2]$ ，為使用氣冷式系統辦公大樓之 1.85 倍，而每棟辦公大樓樓地板面積亦為氣冷式系統辦公大樓之 3.48 倍。

台中市 29 棟，使用水冷式系統之大樓共計 18 棟，而氣冷式系統者 11 棟，使用水冷式系統之辦公大樓其單元用戶平均面積為 $293[m^2]$ ，亦為使用氣冷式系統辦公大樓之 1.85 倍，而每棟辦公大樓樓地板面積亦為氣冷式系統辦公大樓之 2.18 倍。

高雄市 30 棟，使用水冷式系統之大樓共計 12 棟，而氣冷式系統者 18 棟，使用水冷式系統之辦公大樓其單元用戶平均面積為 $202[m^2]$ ，為使用氣冷式系統辦公大樓之 1.67 倍，而每棟辦公大樓樓地板面積亦為氣冷式系統辦公大樓之 1.82 倍。

可見選擇水冷式空調系統大樓其規模明顯有較大的趨勢，而使用氣冷式空調系統之辦公大樓其年平均單位面積用電量為使用水冷式空調系統辦公大樓之 1.28 倍至 1.7 倍（台北市為 1.28 倍，台中市為 1.248 倍，高雄市為 1.7 倍），可見使用水冷式空調系統確實可以節省大量的用電消費量。

表 4-13 各地區冷氣冷卻形式與年平均單位面積用電消費量關係表

地區別	冷卻形式	棟數	面積(m ²)	戶數	每戶平均面積(m ²)	年總用電量平均(KWH/m ² .yr)
台北市	水冷式(A)	24	206536.6	708	291.72	150.46
	氣冷式(B)	16	59379.38	376	157.92	192.37
	比值(A/B)	1.5	3.48	1.88	1.85	0.78
台中市	水冷式(A)	18	11915.71	732	293	156.10
	氣冷式(B)	11	5689.54	395	158	195.13
	比值(A/B)	1.64	2.10	1.85	1.85	0.80
高雄市	水冷式(A)	12	113979	563	202	97.24
	氣冷式(B)	18	62663	511	122	165.55
	比值(A/B)	0.67	1.82	1.10	1.67	0.59

資料來源：本研究整理

二、開窗率與用電量分析

由前述研究可以了解越大之開窗率對外殼耗能影響越大，加上辦公大樓多無遮陽設計，使垂直口射量更容易透過開口部而進入室內，增加內部空調的負荷，由表 4-14 中可印證，在台北市、台中市及高雄市其平均開窗率愈大其年平均單位面積用電量相對愈大。這裡值的注意的是當三地的開窗率等級均一致時，台中市的年平均單位面積用電量的高低差明顯比其他兩地大，且台中市的平均開窗率在 50%以上者所佔比率高達 45%，故其對用電消費量影響愈大。

表 4-14 各地區單元用戶開窗率與年平均單位用電消費量關係表

地區別	平均開窗率 [%]	年平均單位用電消費量 [KWH/m ² .yr]	所佔百分比 (%)
台北市	40%以下	142.53	48.6
	40%至 50%	150.67	34.3
	50%以上	163.9	17.1
台中市	40%以下	100.38	24.1
	40%至 50%	155.68	31.0
	50%以上	171.45	44.8
高雄市	40%以下	136	57.0
	40%至 50%	143.56	20.9
	50%以上	145.80	22.1

資料來源：本研究整理

肆、用戶特性與用電量關係

本節將針對問卷調查所得之有效問卷用戶(台北市 281 戶，台中市 294 戶，高雄市 304 戶)，其相關屬性加以分析，依行業別加以分類，由行業別方面分析與其用電量間關係加以說明。

一、行業別用電差異分析

經由問卷調查與電力消費量調查，取得用戶屬性與電力消費量資料，整理發現各行業單位面積用電消費量中台北市及台中市以金融保險業用電消費量最高，[分別為 193.59(KWH/m² . yr)及 194.84(KWH/m² . yr)]，高雄市以建築營造業最高為 150 [KWH/m² . yr]其他個行業在各地區互有差異，但可明顯看出高雄市的年平均單位面積用電量普遍比北、中兩市低。

表 4-15 各地區各行業年平均單位用電消費量差異表

平均年總用量 [KWH/m ² .yr]	地區別	資 訊 電 腦 業	製 造 業	建 築 營 造 業	商 業	金 融 保 險 不 動 產 業	進 出 口 業	社 會 及 個 人 服 務 業	觀 光 業	文 化 出 版 業
	台北市	163.29	130.18	116.59	140.81	193.59	146.67	154.34	167.46	183.99
	台中市	191.69	132.44	146.37	163.76	194.84	162.18	160.89	173.13	174.62

	高雄市	115.00	125.00	150.00	120.00	112.00	115.00	122.00	132.00	80.20
--	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------

資料來源：本研究整理

二、 各行業年總用電量、面積與人數關係

由表 4-16 可以顯示，台北市、台中市及高雄市三地區各行業年總用電量與單元用戶總人數比值台北市為 2054.09 [KWH/p.yr]，台中市為 2155.31 [KWH/p.yr]，高雄市為 1676.37 [KWH/p.yr]，可以看出台中市每人的年平均總用電量最高，台北市次之，高雄市最低。其比值依台北市、台中市、高雄市為 1 : 1.049 : 0.8161，此現象和年平均單位用電量比值 1 : 1.081 : 0.8786 (台北市為 12.52 [KWH/m².mon.]，台中市為 13.54 [KWH/m².mon.]，高雄市為 11 [KWH/m².mon.] 相似。在各行業總面積與單元用戶總人數比值台北市為 12.83 [m²/p]，台中市為 13.18 [m²/p]，高雄市為 13.50 [m²/p]，三地區的差異並不大。

表 4-16 各地區各行業年總用電量、面積與人數關係表

地區別		資 訊 電 腦 業	製 造 業	建 築 營 業	商 業	金 融 保 險 不 動 產 業	進 出 口 業	社 會 及 個 人 服 務 業	觀 光 業	文 化 及 出 版 業	合 計	單 位
台 北 市	年總用 電量(E)	399524	1149377	896678	327269	2045989	742518	1883875	235591	656713	8337534	KWH/yr
	面積(A)	2099	7820	8070	1974	10370	4642	12124	1377	3610	52086	m ²
	人數(P)	235	572	649	142	850	372	863	126	250	4059	p
	比 值 (E/P)	1700.10	2009.40	1381.63	2304.71	2407.05	1996.02	2182.94	1869.77	2626.85	2054.09	KWH/p.yr
	比 值 (A/P)	8.93	13.67	12.43	13.90	12.20	12.48	14.05	10.93	14.44	12.83	m ² /p
台 中 市	年總用 電量(E)	563568	778632	2223320	2126413	2243543	1629094	1379630	381744	256686	11582630	KWH/yr
	面積(A)	2940	5880	15190	12985	11515	10045	8575	2205	1470	70850	m ²
	人數(P)	212	429	1126	966	958	751	644	161	127	5374	p
	比 值 (E/P)	2658.34	1814.99	1974.53	2201.26	2341.90	2169.23	2142.28	2371.08	2021.15	2155.31	KWH/p.yr
	比 值 (A/P)	13.87	13.71	13.49	13.44	12.02	13.38	13.32	13.70	11.57	13.18	m ² /p
高 雄 市	年總用 電量(E)	1382043	640690	1124052	1342861	877239	590192	2157337	426015	123072	8663501	KWH/yr
	面積(A)	11213	5292	8298	10563	9431	4612	16045	3037	1291	69782	m ²

人數(P)	1158	264	451	517	957	275	1210	248	88	5168	p
比值 (E/P)	1193.47	2426.86	2492.35	2597.41	916.66	2146.15	1782.92	1717.80	1398.55	1676.37	KWH/p.yr
比值 (A/P)	9.68	20.05	18.40	20.43	9.85	16.77	13.26	12.25	14.67	13.50	m ² /p

資料來源：本研究整理

第三節 辦公類建築電力消費預測與管制

壹、辦公類建築電力消費量之預測

經由上述各節分別針對台北市、台中市及高雄市與四項氣候要素所進行之迴歸分析中得知，四項氣候要素中以氣溫與水平日射量之變動對辦公類建築之電力消費量影響最為顯著，顯示就台北市、台中市及高雄市辦公類建築之電力消費量而言，氣溫與水平日射量之變動對其所造成之影響相當顯著，亦顯示如以氣溫與水平日射量之變動為主要考量因素來建立辦公類建築電力消費量之預測模式將具有一定程度之準確性，因此本研究將辦公類建築研擬建立氣溫與水平日射量變動與電力消費量之迴歸方程式。

將台北市、台中市及高雄市之辦公類建築年間單位面積電力消費量資料與各月份氣溫及水平日射量之變動資料進行複迴歸分析，可以得知其兩者呈正相關趨勢，決判係數（ R^2 ）高達 0.962，顯示就台北、台中及高雄地區而言，氣溫水平日射量之變動對辦公類建築單位面積電力消費量之影響相當顯著，建立之迴歸方程式如下所示：

$$E=0.463 \times T + 0.01075 \times S - 1.902$$

式中 E:單位面積用電[KWH/ m².mon.]

T:氣溫[/mon.]

S:水平日射量[MJ/ m².mon.]

依據上述所建立之辦公類建築電力消費量與氣溫及水平日射量變動之迴歸方程式可以預測台灣地區辦公類建築之單位面積電力消費量，亦可預估因外在環境氣溫之變動所導致單位面積電力消費量之改變。以台北地區為例，平均氣溫約為 23 、水平日射量 240[MJ/ m² mon.]，如有一總樓地板面積 1,000m² 之辦公室，依據上述方程式可預測其單位面積電力消費量約為 11.327[KWH/ m².mon.] 左右，每月之電力消費量約

11,327[KWH/m².mon.]。

當氣溫升高為 1 ，水平日射量升高 10[MJ/m².mon.]時，則其每單位面積之電力消費量約增加 0.571[KWH/m².mon.]左右，當月之電力消費量約增加 571[KWH/m².mon.]左右

貳、辦公類建築電力消費量建議管制方式

目前我國能源幾乎完全仰賴國外供應的情況下，但隨著經濟發展而導致辦公室使用之用電需求與日遽增，因此，瞭解目前國內辦公類建築電力能源使用情況，有效建立辦公類建築在電力能源用上之管理機制將是刻不容緩。本節即依據上述針對辦公類建築電力消費之分析結果，研擬建議相關之管制方案，以求對辦公類建築之電力消費方面有效管制，進一步達成節約能源之目標。

建議之管制方案有二：一為單一管制方案，即針對全省辦公室大樓之電力消費量進行管制(圖 4-15)。另一為分區管制方案，即依其所處地區之不同，以以不同之管制基準來進行管制。內容分述如下：

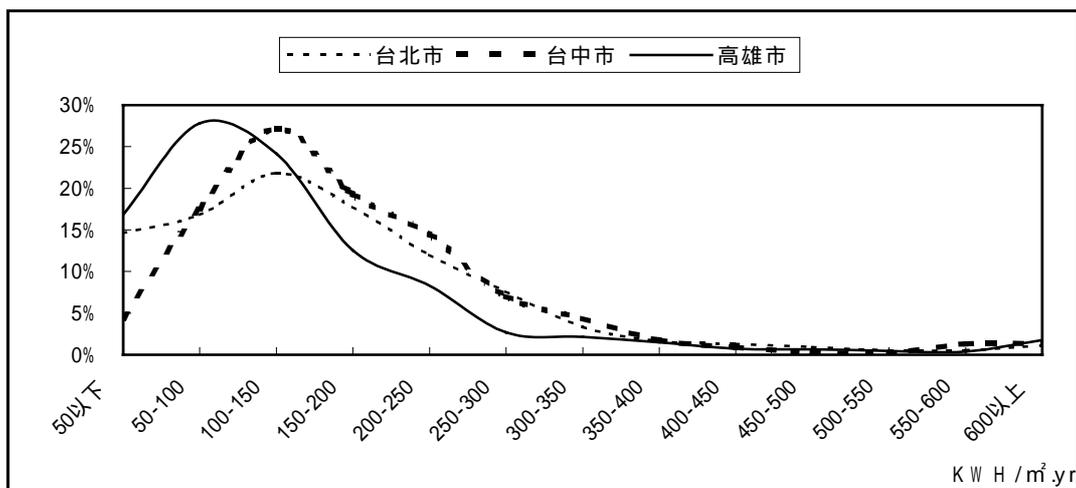


圖 4-15 各地區辦公類建築年平均單位面積電力消費分佈圖

一、單一管制方案

目前國內辦公室建築並無分類標準，小至為透天或平房建築，大至為摩天大樓建築，故本研究建議管制對象配合建築技術規則中的建築節約能源技術規範的適用對象列為參考，凡地面層以上樓地板面積達二千平方公尺者即為管制對象，訂定管制之基準值及淘汰率，以利節能政策之執行。如圖 4-16 所示：

(一) 管制基準值 292[KWH/m².yr] , 淘汰率 10%。

本建議管制方案係依據本研究調查台北市、台中市及高雄市辦公大樓共 3,092 有效用電戶,規定每單位用戶每年每單位面積之電力消費量不得超出基準值 292[KWH/m².yr] , 預計本方案在辦公類建築方面每年可節省 14.5%的用電消費量。

(二) 管制基準值 227[KWH/m².yr] , 淘汰率 20%。

本建議管制方案係依據本研究調查台北市、台中市及高雄市辦公大樓共 3,092 有效用電戶,規定每單位用戶每年每單位面積之電力消費量不得超出基準值 227[KWH/m².yr] , 預計本方案在辦公類建築方面每年可節省 36.67%的用電消費量。

(三) 管制基準值 189[KWH/m².yr] , 淘汰率 30%

本建議管制方案係依據本研究調查台北市、台中市及高雄市辦公大樓共 3,092 有效用電戶,規定每單位用戶每年每單位面積之電力消費量不得超出基準值 189[KWH/m².yr] , 預計本方案在辦公類建築方面每年可節省 49.28%的用電消費量。

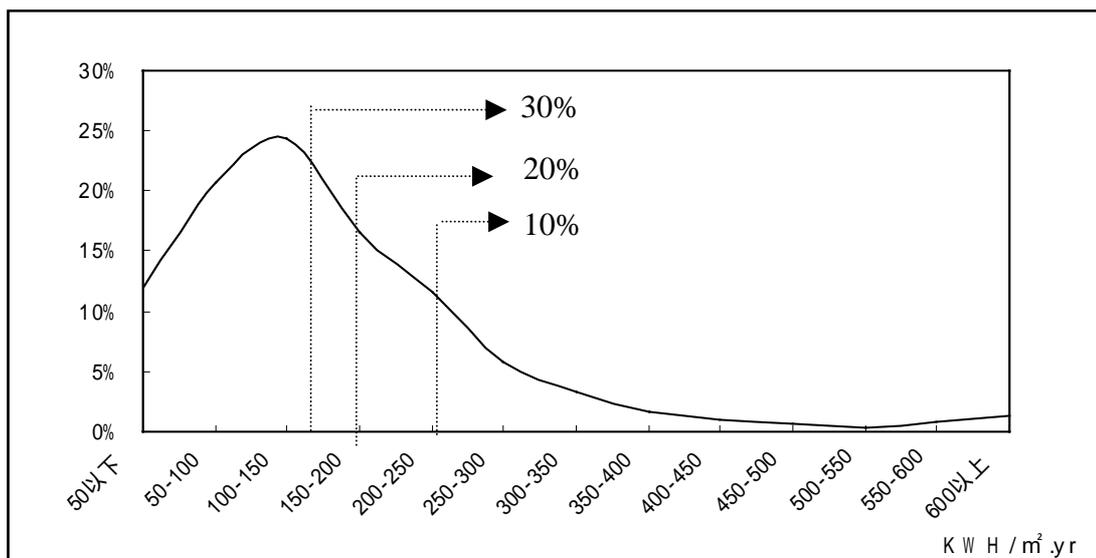


圖 4-16 各地區辦公類建築年電力消費單一管制示意圖

二、分區管制方案

目前台北市、台中市及高雄市辦公室的數量、規模都不相同，因此如依上述方案一對辦公類建築進行電力消費之管制時，導致產生遭受管制之辦公室皆位於某一地區，其餘地區則未遭受管制情形。故本方案及針對此一現象進行改善，依不同地區之電力消費水準，研擬合適之電力消費基準值(圖 4-17)，以求對辦公類建築電力能源使用模式有效管制，以利節能政策之執行。

(一) 台北地區，管制基準值 $237[\text{KWH}/\text{m}^2.\text{yr}]$ ，淘汰率 20%。

本建議管制方案係依據本研究調查台北市辦公大樓共 1082 戶有效用電戶，規定每單位用戶每年每單位面積之電力消費量不得超出基準值 $237[\text{KWH}/\text{m}^2.\text{yr}]$ ，預計本方案在辦公類建築方面每年可節省 37.72%的用電消費量。

(二) 台中地區，管制基準值 $240[\text{KWH}/\text{m}^2.\text{yr}]$ ，淘汰率 20%

本建議管制方案係依據本研究調查台中市辦公大樓共 1,135 戶有效用電戶，規定每單位用戶每年每單位面積之電力消費量不得超出基準值 $240[\text{KWH}/\text{m}^2.\text{yr}]$ ，預計本方案在辦公類建築方面每年可節省 30.54%的用電消費量。

(三) 高雄地區，管制基準值 194[KWH/m².yr]，淘汰率 20%

本建議管制方案係依據本研究調查高雄市辦公大樓共 1,075 戶有效用電戶，規定每單位用戶每年每單位面積之電力消費量不得超出基準值 194[KWH/m².yr]，預計本方案在辦公類建築方面每年可節省 44.12%的用電消費量。

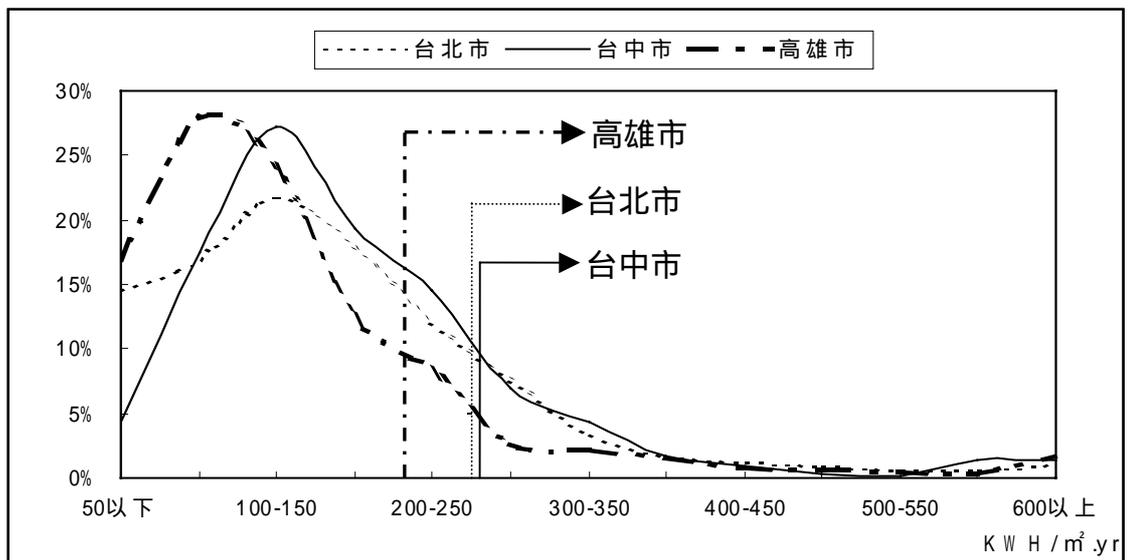


圖 4-17 各地區辦公類建築年電力消費分區管制示意圖

第五章 結論與建議

為了瞭解台北市、台中市及高雄市辦公大樓各單元用戶之電力消費量情況，乃針對此三地辦公大樓各單元用戶電力消費量加以調查，分析各單元用戶之年平均單位面積電力消費量，計算其建築物外殼耗能量，並且施行問卷調查，取得建物屬性、用戶屬性等相關資料後，統計整理並針對相關理論進行分析，以了解各單元用戶之用電特性與各耗能影響要素間之關係。所得之結論與建議，說明如下，希望能對此相關之研究，及各有關節能政策訂定修正與節能手法開發有所助益。

第一節、結論

經由前述諸章節之調查整理與分析，在此提出本研究所得之具體成果。說明如下：

一、各單元用戶用電資料分析

本研究以各單元用戶之用電資料，經整理得知各用戶之年平均單位面積電力消費量台北市為 $150.24[\text{KWH}/\text{m}^2.\text{yr}]$ ，其分佈集中在 50 至 $200[\text{KWH}/\text{m}^2.\text{yr}]$ 之間。

台中市為 $162.55[\text{KWH}/\text{m}^2.\text{yr}]$ ，其分佈集中在 50 至 $200[\text{KWH}/\text{m}^2.\text{yr}]$ 之間。

高雄市為 $131.96[\text{KWH}/\text{m}^2.\text{yr}]$ ，其分佈集中在 50 至 $150[\text{KWH}/\text{m}^2.\text{yr}]$ 之間。

其比值依台北市、台中市、高雄市為 $1 : 1.08 : 0.88$ ，其中以台中市為最高，台北市次之，高雄市最低。

二、氣候因素與用電量關係

本研究分析各項氣候因素(氣溫、風速、濕度、日射量)與年平均單位面積電力消費量間關係，以氣溫與日射量兩項對用電消費量之影響最為明顯。

- (一) 將三地年平均單位面積電力消費量資料與各月份氣溫之變動資料進行迴歸分析，可以得知其兩者呈二次曲線相關趨勢，決判係數

(R^2) 高達 0.95 左右，建立之迴歸方程式如下所示：

$$E = -0.022 \times T^2 - 0.4206 \times T + 9.3748$$

$$R^2 = 0.9505$$

式中 E：單位面積電力消費量 [KWH/m².mon.]

T：氣溫[/mon.]

(二) 將三地年平均單位面積電力消費量資料與各月份水平日射量之變動資料進行迴歸分析，可以得知其兩者呈二次曲線相關趨勢，決判係數 (R^2) 高達 0.803 左右，建立之迴歸方程式如下所示：

$$E = -0.00001 \times S^2 + 0.0398 \times S + 2.0723$$

$$R^2 = 0.803$$

式中 E：單位面積電力消費量 [KWH/m².mon.]

S：水平日射量[MJ/m².mon.]

三、建物屬性與用電量關係

根據建築圖說整理各用戶建物屬性資料(室內面積、樓層高度、開口面數、開窗率外牆熱傳透率、外周區面積所佔比率)，並分析比較不同用電量等級中用戶之建物特性。

結果發現開窗率與外周區面積所佔比率隨著用電等級的提高有上昇的趨勢，而其他相關之設計因子，在低等級與中等級用電範圍的用戶其設計因子條件有隨之上升的現象，但至高等級卻反而下降，由此可知當高等級用電水準之用戶，其影響用電量的因素不單只是外殼熱性能等設計因子主控，受其他使用情況與設備數量影響反而更趨明顯。

四、用戶屬性與用電量

經由問卷調查與電力消費量調查，取得用戶屬性與電力消費量資料，整理發現各行業單位面積用電消費量中台北市及台中市以金融保險業用電消費量最高，[分別為 193.59 (KWH/m².yr) 及 194.84 (KWH/m².yr)]，高雄以建築營造業最高為 150 [KWH/m².yr]，其他個行業在各地區互有差異，但可明顯看出高雄市的年平均單位面積用電量普遍比北、中兩市低。

在經由對各地區各行業年總用電量、用戶面積與用戶人數進行分

析，結果顯示，此三地區辦公室每人所擁有樓地板面積差異不大，均在 13 m²上下，而每人每年的平均年總用電量差異極為明顯[台北市為 2054.09 (KWH/p.yr)，台中市為 2155.31(KWH/p.yr)，高雄市為 1676.37(KWH/p.yr))，其比值為 1 : 1.049 : 0.8161，此現象與年平均單位面積用電消費量比值相似，由此可以發現單元人數對用電消費量的影響顯著。

五、中間層與屋頂層用電量比較

經調查計算發現，台北市辦公室單元用戶的年平均單位面積電力消費量中間層平均值為 149.43[KWH/ m².yr]，屋頂層為 185.29[KWH/ m².yr]，比值為 1.24，總平均值為 150.24[KWH/ m².yr]。

台中市辦公室單元用戶的年平均單位面積電力消費量中間層平均值為 114.56[KWH/ m².yr]，屋頂層為 116.32[KWH/ m².yr]，比值為 1.03，總平均值為 162.55[KWH/ m².yr]。

高雄市辦公室單元用戶的年平均單位面積電力消費量中間層平均值為 128.30[KWH/ m².yr]，屋頂層為 212.98[KWH/ m².yr]，比值為 1.66，總平均值為 131.96[KWH/ m².yr]。

六、空調冷卻形式與用電消費量分析

辦公室大樓的空調冷卻形式可大致分為水冷式及氣冷式，經調查發現，選擇水冷式空調系統大樓其規模有明顯較大趨勢，且台北市及台中市使用水冷式系統較多（分別為氣冷式的 1.5 倍及 1.64 倍），高雄市則是氣冷式系統較多。

在電力消費量方面，使用氣冷式空調系統之辦公大樓其年平均單位面積用電消費量為使用水冷式空調系統的辦公大樓的 1.28 倍至 1.7 倍（台北市為 1.28 倍，台中市為 1.28 倍，高雄市為 1.7 倍），可見使用水冷式空調系統確實可節省大量的電力消費量。

七、電力消費量之預測

將台北市、台中市及高雄市之辦公類建築年間單位面積電力消費量資料與各月份氣溫及水平日射量之變動資料進行複迴歸分析，可以得知

其兩者呈正相關趨勢，決判係數（ R^2 ）高達 0.962，顯示就台北、台中及高雄地區而言，氣溫水平日射量之變動對辦公類建築單位面積電力消費量之影響相當顯著，建立之迴歸方程式如下所示：

$$E=0.463 \times T + 0.01075 \times S - 1.902$$

式中 E:單位面積用電[KWH/ m^2 .mon.]

T:氣溫[$^{\circ}C$ /mon.]

S:水平日射量[MJ/ m^2 .mon.]

依據上述所建立之辦公類建築電力消費量與氣溫及水平日射量變動之迴歸方程式可以預測台灣地區辦公類建築之單位面積電力消費量，亦可預估因外在環境氣溫與水平日射量之變動所導致單位面積電力消費量之改變。以台北地區為例，平均氣溫約為 23 $^{\circ}C$ 、水平日射量 240[MJ/ m^2 .mon.]，如有一總樓地板面積 1,000 m^2 之辦公室，依據上述方程式可預測其單位面積電力消費量約為 11.327[KWH/ m^2 .mon.]左右，每月之電力消費量約 11,327[KWH/ m^2 .mon.]。

當氣溫升高為 1 $^{\circ}C$ ，水平日射量升高 10[MJ/ m^2 .mon.]時，則其每單位面積之電力消費量約增加 0.571[KWH/ m^2 .mon.]左右，當月之電力消費量約增加 571[KWH/ m^2 .mon.]左右。

八、電力消費量的管制方式

本研究研擬的管制方案有二，一為單一管制方案，即針對全台灣地區辦公大樓進行統一管制，二為分區管制方案，即依其所處地區不同，以不同管制基準進行管制。

在單一管制方案中，分為三種管制基準值，第一種管制基準值為 292[KWH/ m^2 .yr]，淘汰率為 10%，預計可節省 14.5%的電力消費量，第二種管制基準值為 227[KWH/ m^2 .yr]，淘汰率為 20%，預計可節省 36.67%的電力消費量，第三種管制基準值為 189[KWH/ m^2 .yr]，淘汰率 30%，預計可節省 49.28%的用電消費量。

在分區管制方案中，淘汰率均設為 20%，其管制基準值台北地區為 237[KWH/ m^2 .yr]，台中地區為 240[KWH/ m^2 .yr]，高雄地區為 194[KWH/ m^2 .yr]，預計台北地區可節省 37.72%的電力消費量，台中地區為 30.54%，高雄地區為 44.12%的電力消費量。

第二節 建議

對於辦公大樓的耗能總量調查，本研究相關具體措施建議如下：

一、節約能源之教育宣導

由於建築投資者、設計者與建築物使用者並非同一人，且目前建築節能並無反應在房價上。節約能源若對用戶有利，則用戶就會自動節約，但用戶若沒有充份的知識及資訊，不知如何節約能源。

如本研究所調查分析出使用水冷式空調系統可比使用氣冷式空調系統節省 28%-70%（台北市為 1.28 倍，台中市為 1.248 倍，高雄市為 1.7 倍）的用電消費量，此項資訊便需充分讓業者與民眾瞭解，業者興建辦公大樓固然會考慮成本付出，但使用水冷式空調系統必會增加使用者購買或承租的意願，但兩相比較還是有利。

建議加強節約能源教育宣導，宜針對業者及用戶之需要提供節約效益之計算資料，使業者及住戶有實行節約能源的動機，以審慎興建及選擇具節能設計之建築物。

二、提出業主與用戶節能誘因

建物耗能量取決於建物本身與用戶使用上，因此可提供相對設施，例如提高使用強度、或貸款彈性、稅金優惠等，提高開發者對節能措施的重視與採用意願，配合設計者專業知識訓練，如此可提高建物節能效率，而對用戶日常使用習性調整部份，可利用擴大各用電量等級之價差，以改善其使用習性。

建築物省能的工作並不是單純某一方面的努力即可達成，從建築物規劃之初至營建施工、日常使用等過程，其中牽涉到設計者、業主、開發者、使用者、及政府管理者等部份，所以省能是需要全面配合的工作，在大家都有共同共識之前提下同心改善方可克其功。而本研究僅是整個龐大省能研究之一，在此希望前輩先進不吝指正，也希望各界能對此議題更加重視，繼續研討，使得節能工作更加落實。

附錄一：參考文獻

中文參考文獻

- 1、內政部營建署，建築物節約能源設計技術規範與實例，1998 版。
- 2、王進田，抽樣調查理論與應用，華泰書局，1993。
- 3、內政部營建署，建築節能法規解說與實例，1998 版。
- 4、台灣電力公司，電力負載管理彙編(四)，1993。
- 5、林憲德等，台灣地區建築物理環境計劃用氣象資料系統之研究，1986.1。
- 6、林憲德，建築計畫用氣象資料集成，經濟部能源委員會，成大建研所，1988.8。
- 7、林憲德，建築節約能源設計規範(辦公建築專用)，內政部營建署，1992。
- 8、林憲德等，建築節約能源基本教材，內政部營建署建築研究所，1996。
- 9、黃漢泉，建築物理學，中央圖書，1994。
- 10、陳澤義，台灣電力長期尖峰負載預測一共整合分析之應用，中華經濟研究院。1996。

外文參考文獻

- 1、中村慎，東京都地區省能可能性之檢討，1995 年，日本建築學會論文集。
- 2、和日真佐人，事務所空調方式及能源消費量關係實態調查，1994 年，日本建築學會論文集。
- 3、赤林伸一，事業所能源消費量實態調查，1960 年，日本建築學會論文集。
- 4、澤地孝男，用途別單位能源消費量推算式研究，1994 年，日本建築學會論文集。
- 5、日本之住宅．建築省能機構，事務所之省能基準與計算手冊及住宅之省能設計、施工指針.1980。
- 6、林必埔，新加坡建築物節約能源之規定，行政院經建院住都處，1982.5。

附錄二、 審查會議紀錄及處理情形

期初諮詢意見回應表

時間：八十八年九月一日（星期三）下午二時三十分

地點：內政部建築研究所會議室

主席：蕭所長江碧

審查意見	處理情形
<p>行政院經建會 林枝英小姐：</p> <p>1. 建請將辦公室再細分類。並計算設備容量與耗電量關係。例如：照明器具、空調系統之系統種類運轉時間即溫濕度設定等基本資料之估算。</p> <p>2. 原則支持本研究計畫之執行。</p>	<p>1. 除濕度資料無法取得，其他項目遵照辦理。</p>
<p>內政部營建署 陳雅芳小姐</p> <p>1. 建議考量確立建築物之用途，例如：住商混合應考量視個別或是整體性質進行調查。</p> <p>2. 可能面臨用戶資料取得不易，且需注意取得資料的完整性。</p>	<p>1. 本研究為純辦公大樓之研究，研究辦公行為模式與耗電耗能之關係，目前礙於人力物力並未對混合型辦公大樓進行調查研究。</p> <p>2. 遵照辦理。</p>
<p>王主任文伯：</p> <p>1. 宜先選定 1000kw 以上之能源大用戶查核為宜，因其能源耗用管理資料全、配合度高。</p> <p>2. 宜以建築之型式、材質不同趨勢分別取樣。</p> <p>3. 建物停車場面積大小，影響電力單位面積耗能 KWH/M².YR 高低甚大，宜加以分析。</p> <p>4. 請評估 ENVOLOAD 外殼管制值 110KWH/M²YR 與總量間之關係，有否提高管制之空間。</p> <p>5. 採用日本建築物資料宜先了解氣候、緯度、設備之差異性。</p>	<p>1. 遵照辦理。</p> <p>2. 遵照辦理。</p> <p>3. 本研究礙於人力物力關係，現階段並未對停車場關係加於研究分析。</p> <p>4. 遵照辦理。</p> <p>5. 遵照辦理。</p>
<p>江教授哲銘：</p> <p>1. 肯定研究計畫的價值與重要性。</p> <p>2. 建議儘可能明確敘述研究的基礎(含定位、分類方式、調查方法及內容等)，使未來的標準更具代表性。</p>	<p>遵照辦理。</p>

2. 建議儘可能明確敘述研究的基礎(含定位、分類方式、調查方法及內容等), 使未來的標準更具代表性。	
--	--

附錄三：審查會議紀錄及處理情形

期中諮詢意見回應表

時間：八十九年三月二十四日（星期五）上午九時三十分

地點：內政部建築研究所會議室

主席：丁副所長育群

審查意見	處理情形
丁副所長育群： 按都市土地使用分區管制之規定，商業區設置辦公大樓與住宅區設置辦公大樓，其內部經營型態受管制條件之限制會有所不同，建議樣本調查時可向經濟部商業司查閱公司登記之相關資料。	遵照辦理
陳組長瑞鈴： 有關調查樣本資料基本條件之設定，涉後續管制方案之研擬與管制步驟之進行，宜審慎考量。	遵照辦理
王主任文伯： 1. 本期中報告第三章以進行辦公大樓單元用電消費量調查，其中部分調查不含公共設施面積秤數，令第四章建築物熱負荷分析，包含外殼耗能指標，第二十五頁調查資料是否足夠作外殼耗能調查？若不足，是否要另繼一份問卷調查表給用戶？ 2. 請問期末報告評估 ENVLOAD 外殼管制值 110(KWH/m ² .yr)，是否有調降空間。	1. 本研究用電資料係由台灣電力公司協助查得，並未對公共設施用電分開計算。而公共設施面積坪數各大樓分擔比率不一且複雜，故調查部分是以用戶面積為基礎。 外殼耗能量調查除問卷資料外，尚包含建築圖說及現場勘查資料等資料。 2. 本研究只針對電力消費量做研究，關於建築外殼耗能量管制，請參考本年度研究計畫由楊教授冠雄所主持的建築外殼耗能管制實施現況與檢討研究。

<p>周教授鼎金：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究章節架構缺用電基準及如何管制之分析。 2. 使用時間與用電量之關係如何呈現？ 3. 電器數量調查如何反應用電量及如何分析？ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究將於期末報告中提出。 2. 本研究礙於人力、物力，現階段對使用時間及電器數量進行研究分析。
<p>蔡教授尤溪：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 建議利用樓地板面積作為分析之分類標準。 2. 以建築分類之分析結果，作為未來研擬耗能總量管制之方案。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究係以行業別及樓層為分類標準。 2. 管制標準係以年平均單位用電消費量及淘汰率為標準。
<p>徐組長瑞鐘：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 耗能調查以空調為主，但十二樓以上大樓電梯耗能戰相當比率，同時也忽略照明耗能，建議增加前兩項調查。 2. 調查對象應以大樓管理委員會為主（擁有電費、空調、電力系統資料），因大樓用戶系逐層租用，未必瞭解這些資料。 3. 調查分析資料建議以樓地板面積及總用電量為主，用電在區分成空調用電及非空調用電。盡量收集台北、台中、高雄三大城市辦公大樓樣本資料，作為分析基準。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究礙於人力、物力，現階段對電梯及照明耗能進行研究分析。 2. 本研究用電資料係由台灣電力公司協助查得，而一般大樓管理委員會並未有住戶的用電資料。 3. 資料分析以年平均單位用電消費量為主，用電資料目前並未區分成空調用電及非空調用電。
<p>許建築師中光：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 辦公類建築權屬，如自用、分租所有等應於調查資要顯示。 2. 建築物高度與空調耗能多寡之關係能與調查分析。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究系針對有效用電一年以上之住戶為調查對象，故自用或分租的權屬對用電量並無影響。 2. 遵照辦理
<p>盧副研究員昭宏：</p> <p>其中報告書中遺漏及筆誤處請補正</p>	<p>遵照辦理</p>
<p>會議結論：</p> <p>有關調查樣本資料涉後續管制方案之研擬與管制步驟之進行，應先確定其基本條件之假設。</p>	<p>遵照辦理</p>

附錄四：審查會議紀錄及處理情形

期末諮詢意見回應表

時間：八十九年十月五日（星期四）上午十一時

地點：台北科技大學國際會議廳

主席：蕭所長江碧

審查意見	處理情形
<p>徐組長瑞鐘：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 高雄市用電量明顯偏低，與常理認知有出入，應再深入瞭解分析。在各項分析因素（外殼、開窗等）之外，室內設定溫度可能是影響空調用電因素，為本研究為納入。2. 目前以每棟大樓內各用戶電費單據為分析依據，可能為包括空調用電量（因水冷式空調系統用電歸在公共設施用電），對於氣冷式、水冷式系統實際反映在各用戶電量，需再做確認。1. 建議研究單位繼續執行，就以掌握的一百多棟建築物為目標，進行實地量測瞭解，應可檢驗現行數據之可靠性。	<ol style="list-style-type: none">1. 經本研究再重新檢視原始資料，所得結果與本研究期末報告一致，唯影響用電因素眾多，氣溫為主要因素之一，本研究調查之開窗率及外周區所佔面積比均明顯影響用電量。2. 遵照辦理。3. 遵照辦理。

<p>王主任文伯：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究之用戶用電資料分析取樣北、中、高辦公室，共三千零九十二家。採單一管制值分別淘汰 10%、20%、30%，可省能 14.5%、36.7%、49.28%。管制值為 189kwh/m².yr，與各單位面積平均電力消費量 148.25 kwh/m².yr 相比，高出 27.48%，至中記社訪測 47 家統計平均 151.5 kwh/m².yr，差約 2%，故本研究取樣多可信度。 2. 建議建築耗能總量調查之研究，應以管制未來新建築物之值較重要，舊有建築既往不咎。故未來應分析新舊年份建築 ENVLOAD 值、耗能 kwh/m².yr 值之差異，而訂定新建築物外殼耗能管制值及耗能 kwh/m².yr 值。 3. 高雄地區中間層與屋頂層用電比較，其比值高達 1.33，故建議高雄地區應訂定屋頂總熱傳透率值，加以限制。 4. 依本研究顯示高雄地區採用氣冷式系統較水冷式空調系統耗電 1.7 倍，究其原因，是否為水值較差或運轉維修費用較高，故高雄地區應研究採水冷式空調系統是否可行。 5. 目前地方主管機關審核 ENVLOAD 幾乎完全通過，是否為管制值過鬆，故應檢討落實建築外殼耗能量審核制度可行方案。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 遵照辦理。 1. 本研究只針對電力消費量做研究，關於建築外殼耗能量管制，請參考本年度研究計畫由楊教授冠雄所主持的建築外殼耗能管制實施現況與檢討研究。 2. 屋頂總熱傳透率值於建築技術規則設計施工篇已納入外殼耗能量管制值中一併檢討。 3. 本研究於結論及建議中已納入。 4. 關於建築外殼耗能量管制，請參考本年度研究計畫由楊教授冠雄所主持的建築外殼耗能管制實施現況與檢討研究。
--	--

GPN : 002244891078

ISBN :

辦公類建築耗能總量調查之研究

內政部建築研究所

(八十九年度)

辦公類建築耗能總量調查之研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 27362389

地址：台北市敦化南路二段 333 號 13 樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

出版年月：八十九年十月

版（刷）次：初版

工本費：

GPN：002244891078

ISBN：