

國立臺灣大學工學院土木工程學系

碩士論文

Department of Civil Engineering

College of Engineering

National Taiwan University

Master Thesis



既有建築物外遮陽改善對空調用電影響之研究

Improvement of Air Conditioning Electricity Usage by Exterior
Shading Devices for Existed Buildings

陳俊廷

Chen, Chun-Ting

指導教授：郭斯傑 博士

Advisor: Guo, Sy-Jye, Ph.D.

中華民國 102 年 6 月

June, 2013



國立臺灣大學碩士學位論文
口試委員會審定書

既有建築物外遮陽改善對空調用電影響之研究
Improvement of Air Conditioning Electricity Usage by
Exterior Shading Devices for Existed Buildings

本論文係陳俊廷君（R00521707）在國立臺灣大學土木工程學系
碩士班完成之碩士學位論文，於民國 102 年 6 月 20 日承下列考試委員
審查通過及口試及格，特此證明

口試委員：

郭 斯 傑

(指導教授)

陳 博 亮

黃 榮 堯

謝 孟 勳

系主任

呂 良 正

郭斯傑

陳博亮

黃榮堯

謝孟勳

呂良正

(簽名)

誌謝



終於輪到誌謝了，代表兩年的研究生生活告一段落。畢業的前夕，感觸良多。論文之完成，首要感謝郭斯傑教授這兩年來對我的教導，陳博亮教授、黃榮堯教授以及謝孟勳教授口試時給予我的指點。家人在經濟以及精神上的支持，是藏在心裡甜蜜的幸福，更永遠是孩子前進的動力。713 的同學們，要感謝的極多。他們都幫助了這本論文的生產。土木系棒當然不能忘，那是我發洩壓力最好的地方，我永遠會記得那支出現在第四屆忠承盃冠軍賽的再見安打。而養生健康的陳貽修，每次當我寫作遇到瓶頸，都被我盧去吃沒營養的宵夜而破了戒。當然還有我的「兄貴」楊皓任，跟你打罵嬉鬧精采了我的生活。最後是晏竹，這五年陪一起走過許多風景。兩年的研究生活像是畫一條龍，有了你們，才點了睛。謝謝。

這兩年對我的影響極大，現在回想起來，做研究的經驗以及廣泛接觸人世的方面，都使我更成熟了。而課堂上學習的知識，必須釋放到社會的參與才有力量。那些苦難的人們使我更覺得有責任去想方設法助益他們。相反的，看著那些驕傲的政客和偽善的好人打著響亮的旗號謀取他們所想要的，而不知大江之東去……身為社會一份子，在往後的日子裡，我期許自己能扮演好一個工程師或知識分子的角色，做一些對社會有貢獻的事情，以不負所學，同時也能不斷學習新知，以至於能對人情世事作有價值的思辨。

真的，感謝以上這些人，感謝這些年教導過我的師長，我說得以及沒說的，都衷心謝謝。還是謝天罷！

二〇一三·七·十於台北



摘要

隨著環保、能源與全球暖化等議題成為國際性關注的焦點，建築的節能潛力也跟著受到多方面的評估，期使建築物盡量符合綠色建築之標準。然而，台灣的土地上，既有建築物林立；新建建築物與既有（舊）建築物比例懸殊（3:97），符合綠色建築標準的建物並不多；這些既有建築既不「綠」也不「節能」，反而因前人設計不良，在「耗能」上極為可觀。此外，它們還普遍有耗水、環境不透水化、不符生態環境等問題為人所詬病。

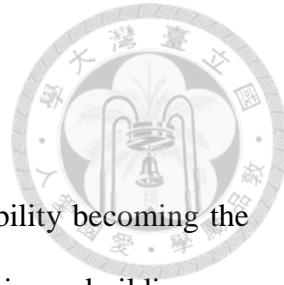
由於建築體尚堪用，為達「節能」目的，行政院於民國九十一年起實施「舊有建築物節能改善工程補助計畫」、「綠廳舍改善補助計畫」以及「綠建築更新診斷與改造計畫」等，補助許多單位並要求對其建築物採取節能作為，其中改善手段大半以上是施作「外遮陽改善工程」。建築物的日常耗能中空調用電占了絕大比例，因而從空調來討論建築節能具有顯著的效果。

本研究即從其中選取十棟公有辦公廳舍，因公有辦公廳舍具有相對穩定的用電習慣，探討起來較有一致性與標準性，分析改善年度前後 1~3 年的用電度數報表，通過外遮陽形式、施作立面朝向以及材質等資料的統計，評估各個案例的外遮陽節能效益是否有達到預期的節省空調用電之成效，分析結果顯示大部分案例都有達到節能的效果，僅兩個案例節能成效較不顯著，而其最主要因為外遮陽形式設計不當。

針對這些「既有建築物」中具「高開窗率」者研究後，結果顯示外遮陽改善工程使得其全年的平均耗能減幅約達 12%，若僅考量空調尖峰用電的夏季月份，平均耗能減幅更高達 17%，節能成效顯著。有鑑於此，外遮陽改善工程確實是最值得投資，與最能收到長遠利益回饋的建築改善方案。

關鍵字：既有建築、外遮陽、節能、綠建築更新

Abstract



With issues concerning environmental protection and sustainability becoming the global development focus, the capability of how much energy saving a building can achieve to qualify for green building is evaluated from many aspects. In Taiwan, ratio between new-built and existed buildings is extremely large (3:97). Most of the existed buildings are neither energy efficient nor sustainable, some of them even spend more energy cost due to inadequate building design.

In order to improve the energy performance of existed buildings, Executive Yuan has implemented many renewal and improvement policies since 2002. Projects undergo renewing and renovations are required to implement energy-saving designs. One of the most common techniques is to improve by applying exterior shading devices, which will influence the interior heat load. In this study, the electrical consumption of air-conditioning system is used as comparison basis since it accounts for the most of all the energy expenses.

This study collects 10 governmental buildings to conduct the case study. For existed buildings with exterior shading devices, study found that the exterior shading devices can reduce 12% of the average electric consumption. If we focus on the electricity consumption in summer, a significant result shows that the average electric consumption can reduce up to 17%. To conclude the study, exterior shading device is not only worth investing, but also the best energy improving strategy considering the long term benefit of existed building project.

Keywords: Existed Buildings, Exterior Shading, Energy Saving, Green Building Renew

目錄



| | |
|-----------------------------|------|
| 口試委員會審定書 | # |
| 誌謝 | i |
| 摘要 | ii |
| Abstract..... | iii |
| 目錄 | iv |
| 圖目錄 | vi |
| 表目錄 | viii |
| 第一章 緒論 | 1 |
| 1.1 研究動機與目的..... | 1 |
| 1.2 研究範圍與限制..... | 2 |
| 1.3 研究方法與流程..... | 3 |
| 第二章 文獻回顧 | 5 |
| 2.1 國內既有建築物常見綠建築更新之手法 | 5 |
| 2.2 ENVLOAD 外殼耗能簡介 | 9 |
| 2.3 外遮陽之效益探討 | 14 |
| 2.4 外遮陽之節能成效預估 | 21 |
| 2.5 小結 | 23 |
| 第三章 外遮陽改善之案例介紹 | 24 |
| 3.1 各案例介紹 | 26 |
| 3.1 案例整理 | 36 |



| | |
|-------------------------|----|
| 第四章 外遮陽改善案例節能成效分析 | 37 |
| 4.1 案例節能成效分析 | 38 |
| 4.2 小結 | 52 |
| 第五章 結論與建議 | 53 |
| 5.1 研究結論 | 53 |
| 5.2 後續研究建議 | 54 |
| 參考文獻 | 55 |
| 附錄一 外遮陽改善案例逐月用電資料 | 57 |

圖目錄



| | |
|----------------------------|----|
| 圖 1-1 研究流程圖 | 4 |
| 圖 2-1 外周區示意圖 | 9 |
| 圖 2-2 建築物之內外周區範圍示意圖 | 10 |
| 圖 2-3 夏天室內熱量來源 | 14 |
| 圖 2-4 建築節能指標架構圖 | 15 |
| 圖 2-5 水平式遮陽板及水平百葉遮陽板 | 16 |
| 圖 2-6 水平遮陽板之分類 | 16 |
| 圖 2-7 垂直式遮陽板 | 17 |
| 圖 2-8 格柵式遮陽板 | 19 |
| 圖 2-9 外遮陽形式及其適宜朝向 | 21 |
| 圖 3-1 辦公大樓西北向立面外觀 | 26 |
| 圖 3-2 試驗室大樓西南向外觀 | 26 |
| 圖 3-3 西向立面整體外觀 | 28 |
| 圖 3-4 西向立面整體外觀 | 28 |
| 圖 3-5 東南向立面局部外觀 | 29 |
| 圖 3-6 西北向值勤室外觀 | 29 |
| 圖 3-7 西北西向立面外觀 | 30 |
| 圖 3-8 西南向立面外觀 | 31 |
| 圖 3-9 水平外遮陽細部 | 31 |
| 圖 3-10 西南向立面外觀 | 32 |
| 圖 3-11 西南向立面外觀側視 | 32 |



| | |
|---|----|
| 圖 3-12 西向立面局部 | 33 |
| 圖 3-13 東向立面局部 | 33 |
| 圖 3-14 東向立面外觀 | 34 |
| 圖 3-15 西向立面外觀 | 34 |
| 圖 3-16 東向立面整體外觀 | 35 |
| 圖 3-17 西向立面整體外觀 | 35 |
| 圖 4-1 台灣自來水公司南區工程處 95~99 年逐月用電資料直條圖 | 38 |
| 圖 4-2 台灣電力公司彰化營業處 95~98 年逐月用電資料直條圖 | 39 |
| 圖 4-3 南向開口部 | 40 |
| 圖 4-4 東向開口部 | 40 |
| 圖 4-5 國道公路警察局第三隊 95~99 年逐月用電資料直條圖 | 41 |
| 圖 4-6 內政部消防署高雄港務消防隊二港口分隊 95~98 年逐月用電資料直條圖 | 42 |
| 圖 4-7 國道公路警察局第四隊 94~98 年逐月用電資料直條圖 | 43 |
| 圖 4-8 台中地檢署第二辦公大樓 94~98 年逐月用電資料直條圖 | 44 |
| 圖 4-9 苗栗地方法院 94~98 年逐月用電資料直條圖 | 45 |
| 圖 4-10 加工出口區管理處中港分處 93、95 年逐月用電資料直條圖 | 46 |
| 圖 4-11 海岸巡防總局地區巡防局壽麓廳舍 93、95 年逐月用電資料直條圖 | 47 |
| 圖 4-12 高雄市政府四維行政中心 92~95 年逐月用電資料直條圖 | 48 |
| 圖 4-13 西向立面外遮陽細部圖 | 49 |
| 圖 4-14 西向外牆開口部 | 50 |

表目錄



| | |
|--|----|
| 表 2-1 建築外殼耗能量節能設計基準值 | 13 |
| 表 2-2 垂直遮陽板設計建議 | 18 |
| 表 2-3 格柵遮陽板之省能開窗法 | 20 |
| 表 2-4 台灣各類建築物空調用電密度 D 統計 | 22 |
| 表 3-1 外遮陽改善案例一覽表 | 25 |
| 表 3-2 外遮陽改善案例 1 基本資料 | 26 |
| 表 3-3 外遮陽改善案例 2 基本資料 | 27 |
| 表 3-4 外遮陽改善案例 3 基本資料 | 28 |
| 表 3-5 外遮陽改善案例 4 基本資料 | 29 |
| 表 3-6 外遮陽改善案例 5 基本資料 | 30 |
| 表 3-7 外遮陽改善案例 6 基本資料 | 31 |
| 表 3-8 外遮陽改善案例 7 基本資料 | 32 |
| 表 3-9 外遮陽改善案例 8 基本資料 | 33 |
| 表 3-10 外遮陽改善案例 9 基本資料 | 34 |
| 表 3-11 外遮陽改善案例 10 基本資料 | 35 |
| 表 3-12 外遮陽改善案例之相關資料 | 36 |
| 表 4-1 台灣自來水公司南區工程處 95~99 年耗電量統計表 | 38 |
| 表 4-2 台灣電力公司彰化營業處 95~98 年耗電量統計表 | 39 |
| 表 4-3 國道公路警察局第三隊 95~99 年耗電量統計表 | 41 |
| 表 4-4 內政部消防署高雄港務消防隊二港口分隊 95~98 年耗電量統計表 | 42 |



| | |
|--|----|
| 表 4-5 國道公路警察局第四隊 94~98 年耗電量統計表..... | 43 |
| 表 4-6 台中地檢署第二辦公大樓 94~98 年耗電量統計表..... | 44 |
| 表 4-7 苗栗地方法院 94~98 年耗電量統計表..... | 45 |
| 表 4-8 加工出口區管理處中港分處 93、95 年耗電量統計表 | 46 |
| 表 4-9 海岸巡防總局部地區巡防局壽麓廳舍 93、95 年耗電量統計表 | 47 |
| 表 4-10 高雄市政府四維行政中心 92~95 年耗電量統計表 | 48 |
| 表 4-11 外遮陽改善案例節能成效一覽表 | 51 |

第一章 緒論



1.1 研究動機與目的

依據內政部營建署統計資料顯示台灣從 1999~2008 年中，新、舊建築物比例約為 3：97，顯示出舊建築物比例已遠高於新建建築物。這些約占全國建築物總量 97% 的既有建築物於當初新建時，由於技術或設計概念的未成熟，幾乎都未考量到綠建築要求的永續理念，它們缺乏節能減碳的概念，對生態、資源及能源方面有極大的影響及損耗。也因為年久失修及上述通病，導致這些建築物普遍存在著耗能、耗水、環境不透水化、不符生態環境等問題，造成能源之浪費。在建築物結構體還堪用的情況下，勢必得對這些既有建築物進行硬體上的重新規劃與綠建築更新，提升性能，以期待改造後能符合「生態、節能、健康、減廢」的綠建築評估指標意義。

我國的綠建築評估系統至 1999 年發展至今已逾十年，其對於新建建築物之節能減碳政策實施成效良好，在「新建建築物」發展逐漸成熟的現在，既有建築物的綠建築更新也漸受到重視，因此內政部建築研究所於 2012 年推出《綠建築評估手冊-舊建築改善類》(EEWH-RN)，為超過九成的既有建築物提供一套綠建築更新的評估方法。從該手冊可以發現，對新建建築物之綠建築評估有兩項缺失：一是遺漏龐大的既有建築物改善目標，二是對於綠建築性能缺乏查驗制度。此外，它還強調「節能」的確是綠建築更新的重要目的之一。對於基本設計已無法改變的「既有建築物」而言，雖然已錯過在設計與建造階段進行綠建築設計之時機，卻仍可運用一些節能技術，在後續長達數十年的營運期中，為節能減碳貢獻一份心力。

而節能的部分，「建築外殼」為其考量的重點之一。良好的外殼設計(包括外遮陽、屋頂隔熱、建築方位、開口部玻璃、開口率)對整體節能效益影響非常深遠；而且，對於既有建築物而言，外遮陽及屋頂隔熱改善可說是對其外殼節能最有幫助的選項。

《建築物外遮陽暨屋頂隔熱設計參考手冊》一書中提及，外遮陽在亞熱帶地區有很好的節能效果。然而，觀察台灣的既有建築，不難發現台灣許多建築物都缺乏外遮陽的考量。本研究統計了民國 91~96 年內政部建築研究所推動的「綠廳舍暨學校改善補助計畫」案例中發現，增設外遮陽為比例最高之改善手法，由此可見外遮陽確實是位處亞熱帶地區的台灣所必須考量的重點之一。

但本研究亦發現內政部建築研究所推動的補助案例中，其對於外遮陽改善節省的用電量僅止於推估，過往的研究也大都以 K_i 值來評估節能成效，並無實際資料去印證其節能成效如何；且誠如《EEWH-RN》所提的第二項缺點，亦無研究者對補助案例進行後續的調查，無法確定其節能效益之高低是否符合施作成本。因此，本研究欲透過蒐集外遮陽改善案例的實際用電資料探討下列兩大主題：

- (1) 既有建築物外遮陽改善後，對節能的實際效益為何。
- (2) 探究節能成效不彰的案例，並找出其原因。

1.2 研究範圍與限制

本研究案例資料來源主要來自內政部建築研究所補助案例，其案例分為政府機關辦公廳舍及學校兩大類，因空調用電量與建築物使用類型有很大的關係，本研究選擇政府機關辦公廳舍為討論對象，一來資料取得較學校容易，二來選擇同一使用類型之建築物可排除一些如使用習慣上的差異，比較起來較有標準性與一致性。

另由於空調用電量之影響因素眾多，包括建築物所在位置、當地氣候、溫度等原因，因此本研究在此根據不同的案例，取 1~3 年的改善後用電資料取其平均，試圖降低其它影響因素的干擾；且由於所選擇之案例大都僅施作外遮陽改善措施，所以本研究假設用電量之降低原因為外遮陽設施所影響。

由於本研究取得之資料為數年前各案例之逐月用電度數，部分資料因年代久遠或遺失已無法取得，抑或是於外遮陽改善後另有其他節能措施，因此本研究將

以外遮陽改善前 1 年及改善後 1~3 年之資料來做分析；另取得之用電度數資料其範圍為整棟建築物，並非僅止於局部改善範圍。



1.3 研究方法與流程

1. 文獻回顧

(1) 國內既有建築物常見綠建築更新之手法

彙整 2002 年起內政部建築研究所辦理「綠廳舍暨學校改善補助計畫」及「綠建築更新診斷與改造計畫」中的改善案例，整理出常見的更新手法與其改善後的效益。

(2) ENVLOAD 外殼耗能簡介

ENVLOAD 為在 EEWH 之日常節能指標中，對於空調型建築的評分依據之一，主要針對建築物外周區(外牆、外窗、開口、屋頂等)在全年中冷房之顯熱負荷量，在後續也將 ENVLOAD 外殼耗能與本研究主題作探討。

(3) 外遮陽之效益探討

由前人的研究成果、以及相關書籍資料，整理出外遮陽的各種效益及優缺點，和對外遮陽節能效益的預估方式，以供本研究蒐集案例分析之參考依據。

2. 外遮陽改善案例搜集與整理

本研究所搜集之案例來源有三，分別是「建築物外遮陽暨屋頂隔熱設計參考手冊」、「綠廳舍暨學校改善補助計畫」及「高雄市綠建築示範資訊網」，從中篩選出施作外遮陽改善，該建築物使用單位願意提供相關分析資料，且具有獨立電錶之案例共十個進行探討。

3. 外遮陽改善節能效益分析

由搜集到的各案例改善外遮陽前後之逐月用電數據，以及建築物之相關基本資料來分析其實際之空調節能成效為何。另針對節能成效不明顯之案例探究其原因，提供給後續欲增設外遮陽之建築物使用者參考，避免重蹈覆轍。

綜上所述，本研究之研究流程如圖 1-1 所示：

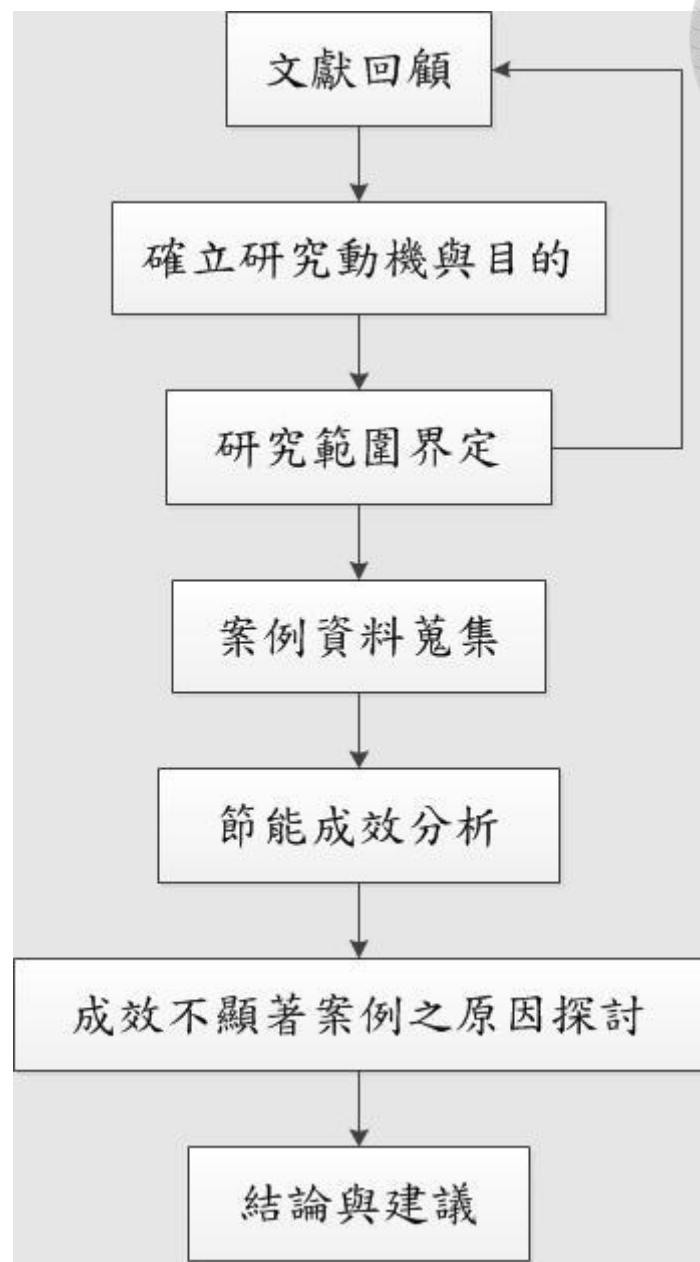


圖 1-1 研究流程圖

第二章 文獻回顧



依據內政部營建署統計資料顯示台灣從 1999~2008 年中新、舊建築物比例約為 3：97，顯示出舊建築物比例已遠高於新建建築物，這些老舊建築物於當初規劃設計時沒有考量綠建築的觀念，多的是為未對物理環境詳加考量的大面積開口或帷幕玻璃式的耗能建築與未重視生態理念的建築基地環境；但這些使用中而未對綠建築理念詳加考量的既有有建築物，長期使用下來對於生態、能源與資源方面產生極大的不良影響與損耗，有鑑於此，2001 年行政院核定「綠建築推動方案」，由公部門(中央政府)率先實施，其中一項重要成果即是完成中央廳舍暨院校綠建築改造計畫，目的即是希望對當初未考量綠建築理念的既有建築物，在綠化、節能、保水、水資源...等綠建築方面做改善，使其在原有建築物環境中可以對能源的耗損減少、資源更有效的運用，以及對生態環境的呼應，更重要的是希望該計畫能達到拋磚引玉的效果，藉由既有建築物的綠建築改善示範案例，建立社會大眾對綠建築更深刻的瞭解，鼓勵民間參與。而本章節將透過改造計畫中的案例切入，探討既有建築物常見之綠建築更新手法，ENVLOAD 外殼耗能，以及本研究的重點討論項目「外遮陽」之效益做出詳細探討。

2.1 國內既有建築物常見綠建築更新之手法

內政部建築研究所從 2002 年起陸續辦理了「綠廳舍暨學校改善補助計畫」及「綠建築更新診斷與改造計畫」，其改善原則即是以綠建築九大指標(生物多樣性、綠化量、基地保水、日常節能、CO₂減量、廢棄物減量、室內環境、水資源、汙水垃圾改善)為依據，本研究從該計畫中近 200 個案例整理出最常使用的 5 種綠建築更新手法：

1. 基地保水
2. 外遮陽改善
3. 水資源改善
4. 照明改善
5. 綠化量



以下將就這五個項目進行說明：

1. 基地保水

基地保水性能係指建築基地內自然土層及人工土層涵養水分及貯留雨水的能力。其目的在於緩和都市高溫化現象、降低公共排水設施容量，並可減少都市洪水之發生。同時由於土地增加了的保水能力，使土壤環境濕潤，就可增加生物、微生物的有機存活空間，可使都市的生態環境更加豐富，促進生物多樣化環境，維護建築基地內之自然生態環境平衡。

在這些改善案例中，建築基地原先大都採用不透水設計，例如在空地、停車場或是步道採用水泥或柏油當成鋪面材料，而其改善方式為將建築基地上之不透水面改成鋪設透水磚或是植草磚，使其透水性能如同裸露土地，對基地保水有良好貢獻。

2. 外遮陽改善

所謂外遮陽，即是設置於建築物開口部外側的構造物，主要用來阻擋過多的太陽輻射進入室內(譚海韻，2005)。而有外遮陽當然就有內遮陽，內遮陽即是一般常見的窗簾，雖然它是最簡單容易施作的遮陽手段，但無法像外遮陽能大幅地減少進入室內的輻射熱得，透過玻璃進入的熱便在室內蓄積、流動，所以內遮陽僅能避免太陽直接照射室內物體，並不能有效地遮陽。

另在成功大學林憲德教授的著作《綠色建築》一書中提到，位處亞熱帶地區的台灣，建築物必須結合「保溫」與「遮陽」，才能發揮其最大節能功效。然而只要多觀察台灣的既有建築物便不難發現，為了節省工程費用或設計者專業不足等原因，大都缺乏外遮陽的考量，導致空調耗能增加、室內環境不舒適，正因如此增設外遮陽實為既有建築綠建築更新之重要手法之一。

本研究觀察外遮陽改善案例後，其開口率皆過大且無遮陽設施，導致日曬嚴重，直接影響到能源耗損，尤其是建築物的東、西向，白天窗簾緊閉甚至使得原本開窗設計之採光功能蕩然無存；其改善方式必須先考量建築物不同方位，設計裝設水平、垂直或是複合式的遮陽板，還得考量到通風、採光、整體美觀等因素，使其能夠發揮最大效益。



3. 水資源改善

台灣雖有豐沛的降雨量，但因人口稠密之故，每人平均雨量僅為世界平均的六分之一，成為聯合國組織認定的缺水國家之一。此外又受限於先天地形山坡陡直與經常集中性、不平均分布之豪雨的關係，可供利用之雨水佔全年總降雨量中不到兩成，因此節約用水成為缺水對策最重要的方法。

水資源改善手法，主要有以下三種方法：

(1) 設置雨水貯留供水系統

雨水貯留供水系統，係將雨水以天然地形或人工方法予以截取貯存，譬如搜集屋頂的雨水經過管線至雨撲滿，經過簡單淨化處理後再利用為生活雜用水的作法。雨水再利用最常利於沖洗廁所馬桶、洗地、澆灌綠地植栽等，亦可用在農業灌溉或工業及民生用水之替代性補充水源，也可用為消防用水之貯水水源；其對減低都市洪峰負荷有所助益，更能有效的減少自來水的使用量。

(2) 設置中水系統

中水係指將都市雨水、生活廢水全面匯集經過處理後，達到規定的水質標準，可在一定範圍內重複使用於非飲用水及非與身體接觸用水。在日常生活使用總水量中，僅廁所沖洗就佔 35%，如能全面改用中水作為沖洗廁所之用水，其效果甚為可觀。

(3) 採用節水器具

由住宅自來水使用調查，顯示衛浴廁所的用水比例約為總用水量的五成。因此改善為節水器具能省下不少水量。目前國內常用之節水設備包括：新式水龍頭與節水型水栓、省水馬桶、兩段式馬桶、省水淋浴器具、自動化沖洗感知系統等。

4. 照明改善

在建築物長達四、五十年的生命週期中，「照明」佔了日常耗能相當大的一部份，也因此改善照明可收到立竿見影的效果，而改善照明首重採用高效率燈具，使用電子式安定器、高反射塗裝之螢光燈，方能真正做到省能要求。而照明節能改善之常見做法是以螢光燈替代鎢絲燈泡、鹵素燈，以複金屬燈、

鈉氣燈替代水銀燈。而在室內亦可利用高明度的顏色來提高照明效率與降低照明燈具數量。改善照明一來減少了燈具的耗電量，二來亦可改善眩光及環境光害、室內空間照度不足等問題，可謂一舉數得。



5. 綠化量

綠化除可怡情養性、陶冶生活，更具有淨化空氣、減少噪音、調節氣候、增加大地涵養水能力、增進土壤生態等功能。且其被公認為吸收大氣二氧化碳最有效的策略，有助於減緩地球氣候日益溫暖化的危機。故在綠建築評估指標中綠化量的評估，亦是以二氧化碳固定效果作為綠化評估法的共同換算單位。其改善的具體作法為多採用本土種植栽、誘鳥誘蝶植物，並將原本單調無趣的花圃及空地，利用大小喬木、灌木與草花來形成複層式設計，提供一個多層次的綠化空間及視覺景觀的美觀；另於室內之辦公空間與中廳部份，利用盆栽植栽的方式，來達到綠美化的效果。

上述五大類改善項目是一般常見之手法，當然還有其他的改善項目，更多的是依照既有建築物基地現況以及預算金額去做最有效率的運用。然而既有建築物存在著許多先天條件的限制，無法像新建建築物那般從設計初期即做了全盤規劃，也因此其改善重點會著重於「節能」這個項目，這部分也與美國的 LEED、日本的 CASBEE 及英國的 BREEAM 相同，都同樣的首重「節能」的部分，EEWH-RN《綠建築評估手冊-舊建築改善類》之認證方式也特別針對這個項目提出了「減碳效益評估法」，即是針對最具實質效益的空調、照明、再生能源、造林等節能減碳項目來評估。



2.2 ENVLOAD 外殼耗能簡介

在 EEWH 內之日常節能指標中，對於空調型建築的評分標準，是以 ENVLOAD(Envelope Load)作為依據之一，針對建築物外周區(外牆、外窗、開口、屋頂等)在全年中冷房之顯熱熱負荷量，其中 ENVLOAD 關注的是建築外殼之耗能變化，而不考慮內部之耗能。

根據建築節能設計技術規範之規定，所謂外殼耗能是指「外周區」範圍內之耗能，而外周區則是指自建築外殼(以外牆中心為基準)向內縮 5 公尺之範圍以及與外氣相接觸之頂樓整層與建築擡高之底樓面積，如圖 2-1 及圖 2-2 所示。

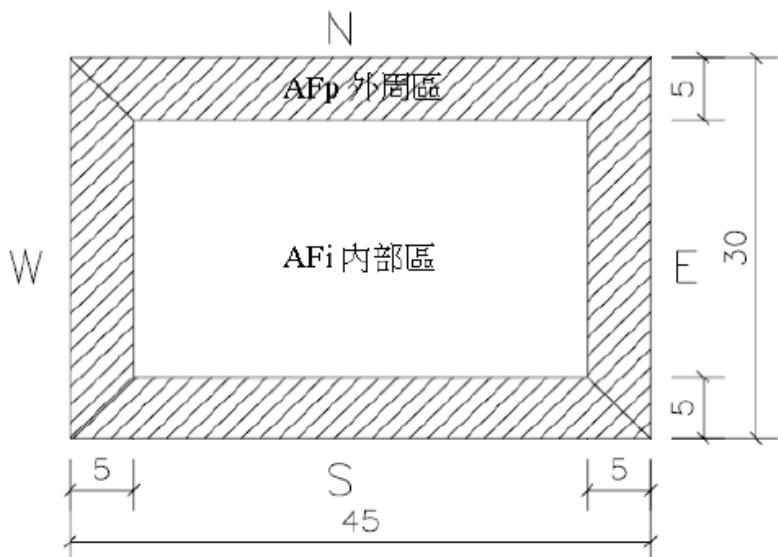


圖 2-1 外周區示意圖

(資料來源：辦公廳類建築物節約能源設計技術規範)

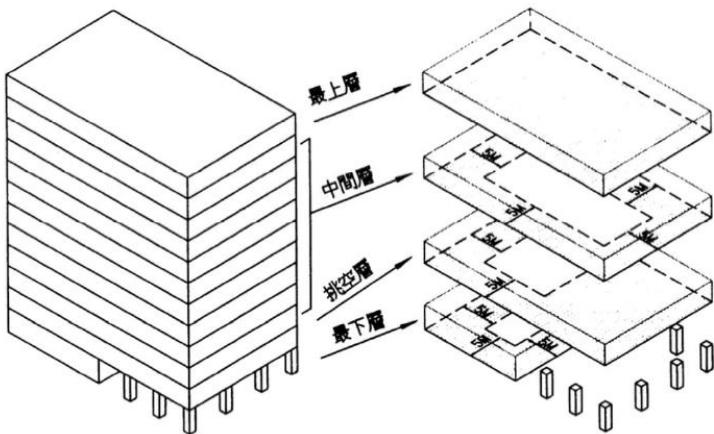


圖 2-2 建築物之內外周區範圍示意圖

(資料來源：辦公廳類建築物節約能源設計技術規範)

1980 年代，為了精確預測出建築物之空調耗能量，使用了複雜的電腦動態解析程式和紀錄全年 8760 小時之氣象資料，步驟複雜且耗時，接受度不高。為了解決此問題，成大建築研究所林憲德教授與其團隊開發一簡易解析法以預測建築物之空調耗能量。此一簡易解析法採一次線形重迴歸方程式作為預測辦公建築及住宅之全年冷暖房熱負荷的方法。其方程式只包含溫差及日射量等二個氣象變數，及隔熱、日射遮蔽、熱容量等三個建築變數，形式簡便且易於使用。在重迴歸方程式之解析中，以 HASP8001 動態電腦解析方程式所模擬的空調耗能量為目標函數，再將其模擬真值與上述變數進行變異數分析，而求得方程式之常數及偏迴歸係數，在重迴歸解析中，以方位、構造、開口率、材質、樓層及形式上多樣化的 27 個辦公空間及 54 個住宅為建築模型，以位於台灣、南韓、日本及美國境內 18 個氣象資料作為解析對象，保證了氣象變數及建築樣本深具廣泛之代表性。統計樣本數中辦公建築包括 486 個樣本，住宅包括 972 個樣本。解析後所得之重迴歸方程式之 R^2 值皆在 0.842~0.972 之間，說服能力及高。由於此方法適用於國際間不同氣象條件，而且其輸入氣象數據量比精算法簡化至千分之一以下，充分地完成了簡化及廣泛運用的目的。(林憲德，1990)

$$\text{ENVLOAD} = a_0 + a_1 \times G + a_2 \times L \times DH + a_3 \times (\sum M_k \times IHK)$$

其中

$$G = G_i \times A_c$$

$$A_c = a + b \times Tu - c \times Tu^2$$

$$Tu = G_i \div L$$

$$L = \frac{\sum U_i \times A_i + 0.5 \times \sum U_i \times A'_i}{AFp + Lax}$$

M_k

$$= \frac{[\sum (K_i \times \eta_i \times A_i) + 0.035 \times \sum (U_i \times A_i)] + 0.5 \times [\sum (K_i \times \eta_i \times A'_i) + 0.035 \times \sum (U_i \times A'_i)]}{AFp}$$

各符號說明如下：

ENVLOAD 之 a_0 ：冷房耗能量

ENVLOAD 之 a_1 、 a_2 、 a_3 ：偏迴歸係數

G ：全年室內發散熱量

L ：外殼熱損失係數

DH ：當地之冷房度時

M_k ：當地各方位外殼面之日射取得係數

IHK ：當地各方位外殼面之冷房日射時

G_i ：室內平均發熱量基準值

A_c ：冷房空調運轉時間

冷房空調運轉時間之 a 、 b 、 c ：偏迴歸係數

Tu ：平均室溫上升量

U_i ：空調區各部位外殼熱傳導率

A_i ：空調區各部位外殼面積

U'_i ：非空調區各部位外殼熱傳導率





Ai'：非空調區各部位外殼熱傳導率

AFp：外周區空調總樓地板面積

Lax：外氣換氣所增加之熱損失

Mk：外殼日射取得係數

Ki：外遮陽修正係數

η_i ：日射透過率

1995 年營建署正式在建築技術規則第二章第八節四十五條納入建築節約能源規定，正式規定 ENVLOAD 為節能技術指標，同時也公布了辦公建築、百貨商場、旅館建築類的節能設計技術規範，1997 年更全面更新法令，增列醫院、住宿類及一般建築物的適用對象，其管制的對象也由原來的樓地板面積四千平方公尺以上擴大為兩千平方公尺以上的建築物。

另 1991 年林憲德教授於建築節約能源設計手冊中提及，在建築節約能源設計中，溫熱地區的日射要素比溫差要素對耗能影響力大，因此不必事倍功半的去採用隔熱材料來改善建築外牆，只要輕易地實施外遮陽處理就可收巨大的節能之效。林教授亦提到在辦公大樓設計中，有效的節約能源設計因素及方向如下：

1. 最重要的方法是降低開窗面積率，但必須確保適當的自然採光，免除心理面的封閉感。
2. 方位因素第二要件。大開窗面應避免東照西曬。建築長向配置應朝南北向配置。
3. 玻璃的日射遮蔽是重要的耗能因子。材質應選擇高反射率的反射玻璃和吸熱玻璃。玻璃外面宜採適當的遮陽板以擋日射。
4. 市面上之 RC 造或磚造外牆以具充分之隔熱能力，減少開窗率之效果遠大於外牆隔熱處理。
5. 大樓最上層屋面隔熱處理對頂層空間的耗能量具有不小的影響力，宜善加利用。

表 2-1 建築外殼耗能量節能設計基準值

| 建築類別 | | 使用項目列舉 | 節能指標 | 氣候分區 | 基準值 | |
|-----------------------|--------------------------|-----------------|--------------------|----------------------------|-------------------------------|--|
| 空 調 型 建 築 | 辦公廳類 | 政府機關、辦公室與圖書館 | 建築外殼耗能量 ENVLOAD | 北區 | <80 kWh/(M ² · 年) | |
| | | | | 中區 | <90 kWh/(M ² · 年) | |
| | 百貨商場 | 百貨公司、商場 | | 南區 | <115 kWh/(M ² · 年) | |
| | | | | 北區 | <240 kWh/(M ² · 年) | |
| | 旅館類 | 旅館、觀光旅館 | | 中區 | <270 kWh/(M ² · 年) | |
| | | | | 南區 | <315 kWh/(M ² · 年) | |
| | 醫院類 | 醫院、療養院 | | 北區 | <100 kWh/(M ² · 年) | |
| | | | | 中區 | <120 kWh/(M ² · 年) | |
| | | | | 南區 | <135 kWh/(M ² · 年) | |
| | | | | 北區 | <140 kWh/(M ² · 年) | |
| | | | | 中區 | <155 kWh/(M ² · 年) | |
| | | | | 南區 | <190 kWh/(M ² · 年) | |
| 住宿類 | 住宅、集合住宅、寄宿舍、養老院、安養中心、招待所 | | 屋頂平均熱傳透率 Uar | 不分區 | <1.2W(M ² · k) | |
| | | | | 不分區 | <3.5W(M ² · k) | |
| | | | 等價開窗率 Req | 北區 | <13% | |
| | | | | 中區 | <15% | |
| | | | | 南區 | <18% | |
| 學校類建築 | 普通教室、特殊教室、行政辦公室 | | 屋頂平均熱傳透率 Uar | 不分區 | <1.2W(M ² · k) | |
| | | | | 北區 | <160kWh/(M ² · 年) | |
| | | | 窗面平均日上取得率 ASWG | 中區 | <200kWh/(M ² · 年) | |
| | | | | 南區 | <230kWh/(M ² · 年) | |
| 其他類建築 | 體育館、航空站、禮堂 | 屋頂平均熱傳透率 Uar | 不分區 | <1.5W/(M ² · K) | | |

(資料來源：建築節能法規解說-建築節能法規的解說與實例專輯之一)



2.3 外遮陽之效益探討

綠建築九大指標中的「日常節能指標」又可分為外殼節能、空調節能及照明節能三部分，其中的「外殼節能」可謂影響深遠，由下圖可發現，室內的熱量有近70%來自太陽輻射，而太陽輻射正是造成空調耗能的主因，在建築物長達四、五十年的生命週期中，若有良好的外殼節能設計其省下的能源相當可觀。對於新建建築物，我國已有建築外殼耗能指標 ENVLOAD 進行管制，但對於既有建築物則無法可管，鑑於既有建築物總量已遠高於新建建築物，改善為數眾多的既有不良空調型建築外殼設計，以降低空調負荷與日常耗能，實為「節能」之重要課題。

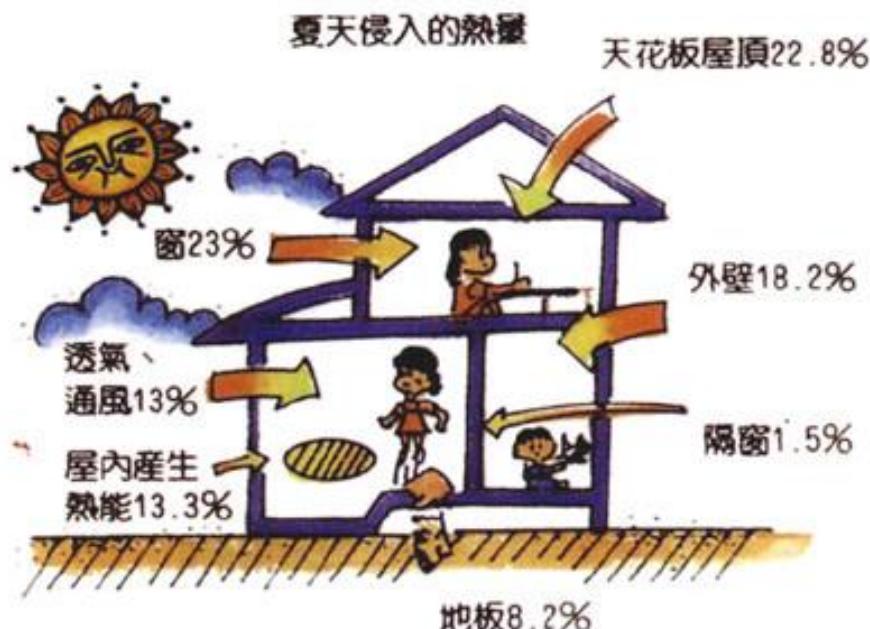


圖 2-3 夏天室內熱量來源

(資料來源：台灣電力公司-電力圖書館)

建築物外殼節能又可分為外遮陽、屋頂隔熱、建築方位、開口部玻璃及適當開口率等五個部分來考量，如下圖 2-4 所示，而由於既有建築物先天條件的限制，其改善外殼節能之方式以增設外遮陽及屋頂隔熱較為可行，而增設外遮陽相較於屋頂隔熱改善而言，外遮陽之節能改善效益較大，但技術性及複雜性較高(蕭江

碧、李魁鵬、林憲德，2002），因此增設外遮陽可說是既有建築物改善外殼節能的首選。

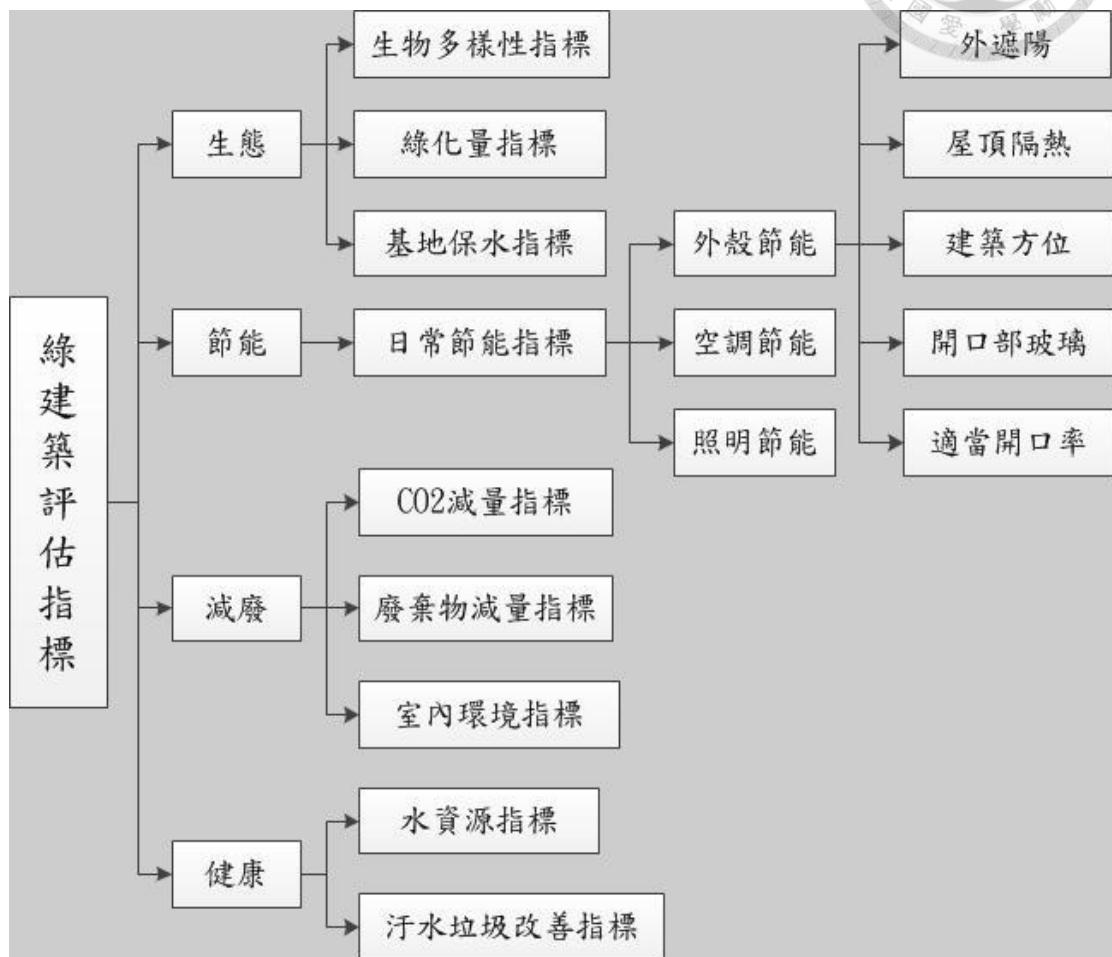


圖 2-4 建築節能指標架構圖

外遮陽在不同的方位各有其相對應適宜的形式，主要可分為水平式、垂直式以及水平+垂直式，以下就針對外遮陽的形式，以及其節能成效之預估進行探討：



- 水平式

遮陽板與窗面平行即定義為水平式遮陽板，如下圖 2-5 所示，其功能為可遮擋太陽高度角較高的日射，主要適用於南、北向之開口部位。

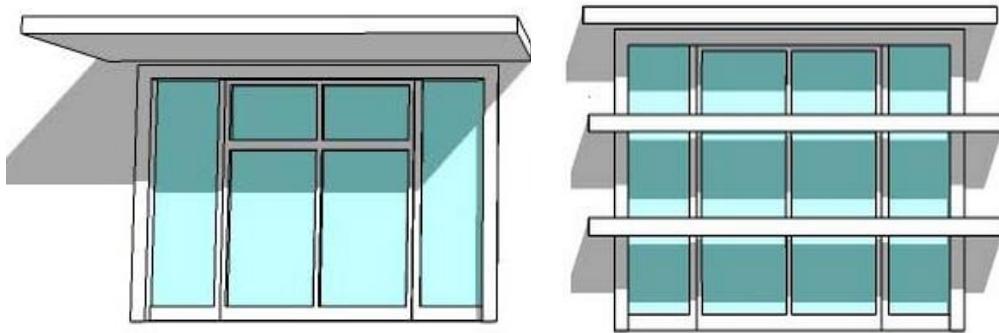


圖 2-5 水平式遮陽板及水平百葉遮陽板

(圖片來源：虹雅資訊系統有限公司)

2001 年陳逸倫以電腦模擬實際照明及空調耗能作為評估指標，對於住宿類空間單元評估水平遮陽板的節能效益，並得到以下結論：

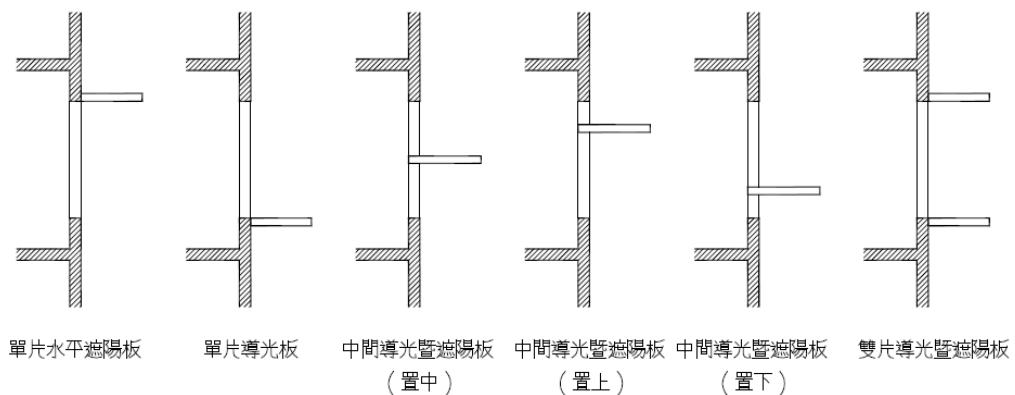


圖 2-6 水平遮陽板之分類

(資料來源：陳逸倫，2001)

1. 開窗率小於 20%時，耗能比例主要為照明耗能，應採用採光效益較好的遮陽板形式，甚至可以不需設置遮陽板。
2. 開窗率大於 25%時，空調耗能比例增加，應採用遮蔽效益較好的形 式。
3. 開窗率 20%以上時，以雙片導光板及單片水平遮陽板效果最佳。

4. 除單片導光板外，建議開窗率 25%以上，深度比 0.4 以上，而開窗率越高時應配合深遮陽。
5. 將造價與所節約之電費相比較，以單片水平遮陽板最佳，中間導光板暨遮陽板(置上或置中)次之。



● 垂直式

遮陽板與窗面垂直即定義為垂直式遮陽板，如下圖 2-7 所示，其可遮擋太陽高度角較低的日射，主要可遮擋東、西向之開口部位，惟垂直式遮陽板須注意其對風向具有導引和屏障兩種作用，設計時需注意避免引起通風不良。

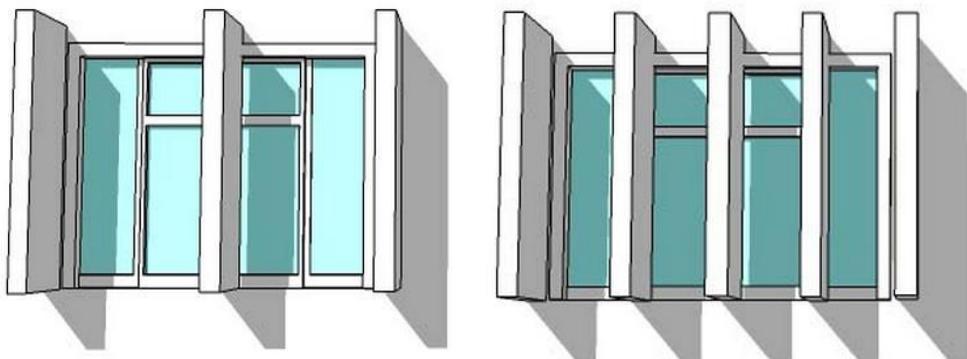


圖 2-7 垂直式遮陽板

(圖片來源：虹雅資訊系統有限公司)

1999 年陳乾隆在直射光環境下，以開窗率、遮陽板之深度比及間距、太陽之高度角及方位角來檢視垂直遮陽板之採光效果，並整理出其省能設計建議，如下表 2-2 所示。

表 2-2 垂直遮陽板設計建議



| 開口座向 | 遮陽板形式 | 開窗率 | 深度比 |
|----------|---|---|--|
| 東 西 | <ul style="list-style-type: none"> ● 嚴格要求使用垂直遮陽板 ● 可將固定式垂直遮陽板向北方調整些許角度，或者使用活動式。 | <ul style="list-style-type: none"> ● 越小越好 (15~20%) | <ul style="list-style-type: none"> ● 越大越好 |
| 東南 西南 | <ul style="list-style-type: none"> ● 應加設其他遮陽形式，如水平遮陽板。 | <ul style="list-style-type: none"> ● 不宜過大 (15~20%) | <ul style="list-style-type: none"> ● 越大越好，以 0.8 為最佳 |
| 東南 西南 | <ul style="list-style-type: none"> ● 適用格柵遮陽板 | <ul style="list-style-type: none"> ● 越小越好 (15~20%) | <ul style="list-style-type: none"> ● 至少 0.4 以上 |
| 南 南 | <ul style="list-style-type: none"> ● 與上部式水平遮陽板配合使用 | <ul style="list-style-type: none"> ● 在 20% 以下較適當 | <ul style="list-style-type: none"> ● 宜採用 0.4 以上 |
| 其他建議 | <ul style="list-style-type: none"> ● 儘量採用 Low-E 玻璃，以補低角度直射光無法有效遮蔽之缺點。 ● 建議利用材料及設置角度等方法，使直射光在窗際產生漫射，再導入室內。 ● 任一地區之太陽路徑不盡相同，建議現行之採光規定，可利用地方性之規範取代現有技術規則之條文式規定。 | <ul style="list-style-type: none"> ● 宜採 35% 以下 | <ul style="list-style-type: none"> ● 宜採用 0.4 以上 |

(資料來源：譚海韻，2005)



- 水平+垂直式(格柵式)

水平加垂直式即是將水平及垂直兩種元素搭配運用，兼具阻擋較傾斜之太陽高度角及方位角兩種功能，適用於東南、西南向之開口部位。

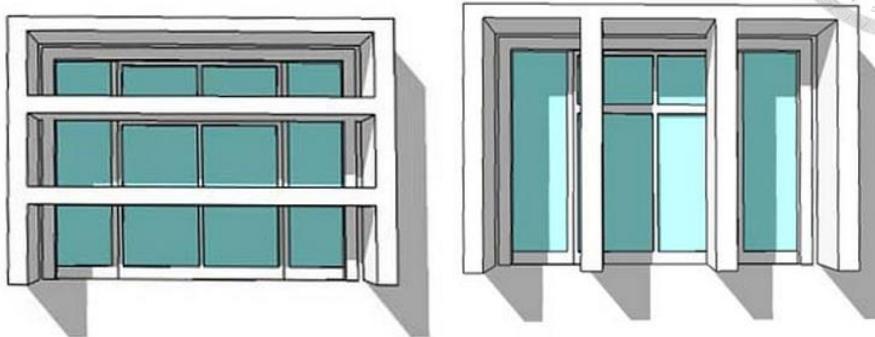


圖 2-8 格柵式遮陽板

(圖片來源：虹雅資訊系統有限公司)

1988 年楊冠雄等人利用實驗屋的方式，比較無外遮陽裝置(A 室)及格子狀外遮陽裝置(B 室)的耗能差異，在特定的條件下實測，經分析後得到以下結論：

1. 以平均氣象年資料來解析，全年分 B 是熱負荷僅為 A 室的 43.42%；實測耗電量分析，B 室在 9、10、11 月中，冷房耗電量僅為 A 室的 80.8%、73.4% 及 63.3%，可見外遮陽節能效果極佳。
2. 格子狀外遮陽的省能效果依其深度的加大呈指數分布的成效。50cm 以內的外遮陽省能效果最符合經濟效益，視覺上亦可維持良好的穿透感。
3. 各城市各方位的格子狀外遮陽省能特性接近，省能效果在 55%~60% 左右，北向開窗遮陽，不因日射量少而降低其遮陽效果。

1996 年廖蓮輝指出建築物格柵遮陽板之省能開窗法，如表 2-2 所示：

表 2-3 格柵遮陽板之省能開窗法

| 建築方位 | 省能開窗法設計原則建議 | 格柵遮陽板設置建議 |
|----------|---|--|
| 南 | <ul style="list-style-type: none"> ● 開窗需做遮陽設施。 ● 在有遮蔽狀況下，可朝大片開窗方式爭取冬季日射機會。 ● 適用遮陽形式以「水平遮陽板」為主。 | <ul style="list-style-type: none"> ● 格柵遮陽板最適用方位範圍。 ● 設置格柵遮陽板時，應盡量以大開窗方式搭配一定深度比，或較多分格數形式的格子板，同時達到採光與遮蔽的效能。 |
| 東南 西南 | <ul style="list-style-type: none"> ● 開窗需做遮陽設施。 ● 適用遮陽形式以「格柵遮陽板」為主。 | |
| 東 西 | <ul style="list-style-type: none"> ● 開口越小越好 ● 嚴格要求開口需做遮陽設施。 ● 適用遮陽形式以「垂直遮陽板」為主。 | <ul style="list-style-type: none"> ● 在此方位宜適度調整與加強單向垂直板深度，以加強低角度太陽直射光之遮蔽能力。 ● 遮陽深度不宜太深，以免造成室內居室全年日照不足之不良現象。 |
| 東北 西北 | <ul style="list-style-type: none"> ● 應注意日出後及日落前對低角度太陽直射光的遮擋效果。 ● 適用遮陽形式以「格柵遮陽板」或「垂直遮陽板」為主。 | <ul style="list-style-type: none"> ● 適當增加遮陽深度，將有助格柵遮陽板在此方位之遮蔽性能的提升。 |
| 北 | <ul style="list-style-type: none"> ● 為最佳的省能開窗方位，採光源穩定(大部分為天空漫射光)，全年日射輻射量少。 ● 在未有完善防風措施下，開口不宜過大。 | <ul style="list-style-type: none"> ● 台北地區可不做遮陽設施。 |

(資料來源：廖蓮輝，1996)

綜合以上三種形式之外遮陽及其適宜朝向，可由圖來簡單說明之：

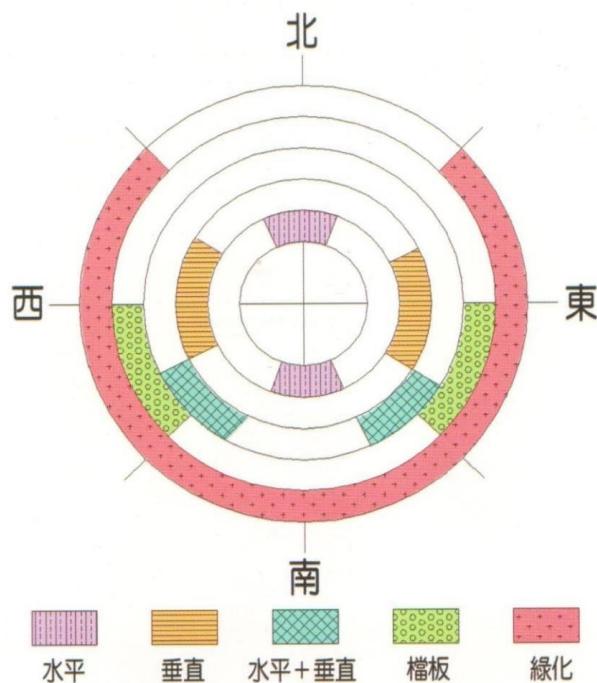


圖 2-9 外遮陽形式及其適宜朝向

(圖片來源：建築物外遮陽暨屋頂隔熱設計參考手冊)

2.4 外遮陽之節能成效預估

本研究參考了許多前人的研究成果，發現現有的研究對外遮陽改善耗能的情形主要有兩種評估方式：

1. 以電腦軟體模擬預估
2. 以外遮陽改善前後之 K_i 值預估

以下就這兩點進行說明：

1. 以電腦軟體模擬預估

當前關於建築外殼節能的研究大都以此種方式進行探討，因建築物外殼節能必須考量到的因素很多，諸如開窗率、建築物所在區域及其氣候條件、遮陽板的形式、深度比、寬高比…等，也正因為如此，目前的許多研究都是在特定條件下進行模擬研究，找出最適合的方案並提供建議，例如 2005 年廖霖梅以淡水地區為例，針對水平、垂直及格柵三種遮陽形式模組進行採光、遮

陽及光電效益之影響因子比較分析；2013 年郭偉廷以北緯 25 度地區為例，對遮陽板之深度比及開口部寬高比進行探討等…



2. 以外遮陽改善前後之 Ki 值預估

近年來設計外遮陽尺寸的方式是運用 Ki 值(日射透過率)，Ki 值為 i 部位玻璃之冷房用外遮陽日射透過率修正係數，無外遮陽時為 1.0。Ki 亦是全年日射量穿透該外遮陽而達到窗面之百分比，例如 $Ki=0.38$ 即代表外遮陽可阻擋全年日射熱的 62%。Ki 值依據所使用的遮陽形式、方位及海拔高度所計算出來，或由查表得知，另得對建築物外殼形狀進行修正。而現有針對外遮陽改善的節能效益預估也大都以此為依據，例如進行外遮陽改善後之日射透過率 Ki 值由原本的 0.96 降至 0.38，表示可阻擋直接日射量的能力由 4% 增強至 62%，即裝設外遮陽裝置後，可減少直接日射量由窗面進入室內空間約 60.4% ($(0.96-0.38)/0.96*100\% = 60.4\%$)。增設外遮陽後所降低的空調負荷部分主要以建築物外周區為計算範圍，由內政部建築研究所研究成果計畫之「舊有建築物外遮陽節能改善工程設計參考手冊」，其中之外遮陽節能對建築物外周區空調空間的空調節約電量簡易評估公式為：

$$Q=0.375*(1.0-Ki)*D$$

空調節約電量=Q*外周區空調樓地板面積

其中 Q：每單位面積每年之耗電量($kWh/m^2 \cdot 年$)

D：建築物空調用電密度

表 2-4 台灣各類建築物空調用電密度 D 統計

| 建築類別 | 空調用電密度 D($kWh/m^2 \cdot 年$) |
|-------------|-------------------------------|
| 辦公建築(樣本 8) | 60.7 |
| 百貨建築(樣本 14) | 139.9 |
| 旅館建築(樣本 13) | 86.6 |
| 醫院建築(樣本 8) | 172.5 |
| 住宅建築(樣本 31) | 8.3 |

(資料來源：林憲德，1994)



2.5 小結

常見的綠建築更新手法有基地保水、外遮陽改善、水資源改善、照明改善以及綠化量。基地保水可使建築基地內土層涵養水分及貯留雨水；外遮陽改善可改善室內環境舒適度，進而節省空調用電量；水資源改善可增加雨水的利用，為應對缺水的良好對策；照明改善使用高效率燈具，一方面改善耗電量，另一方面也可提升室內的照度；綠化量改善可減緩都市熱島效應，維持建築基地內之自然生態環境平衡。

對於新建建築物而言，我國已有建築耗能指標 ENVLOAD 進行管制，如 2-2 節所述，但對於既有建築物而言則無法可管，鑑於既有建築物占總量達 97%，改善既有不良空調型建築外殼設計，以降低空調負荷與日常耗能，是相當具有節能潛力的一種方式。

而針對這些改善項目的效益來說，基地保水及綠化量改善成效較難以定量來描述，水資源改善及照明改善依使用情況即可判斷其節能成效，最後外遮陽改善因其考量的因素甚多，除了明顯的減少熱量進入室內外，其對空調耗能的影響僅以 K_i 值預估，並無明確指出其對空調節能效益的影響程度為何，也因此本研究欲以案例蒐集、分析的方式來對空調節能效益進行探討，提供一個明確的數字供大家參考，亦加強有意進行外遮陽節能改善工程之業主信心。

第三章 外遮陽改善之案例介紹



本研究之既有建築物外遮陽改善案例來源主要有三，分別是民國 91~96 年行政院核定「綠建築推動方案」下的子計畫「舊有建築物節能改善工程補助計畫」、「綠廳舍暨學校改善補助計畫」，以及「高雄市綠建築示範資訊網」。以下為前述三項計畫之內容簡介：

1. 舊有建築物節能改善工程補助計畫

計畫係依據「綠建築推動方案」中「獎勵或補助改善舊有建築物能源消耗計畫」所實施的外遮陽暨屋頂隔熱改善工程，目標為落實建築節約能源，持續降低能源消耗及減少二氧化碳排放，並減少室外環境熱因素對於室內空調所產生的冷房負荷耗能量。該工程能有效改善建築物外殼耗能量，除可讓室內空調更能節省電費並達到舒適健康的效果，也對於維護地球生態環境有積極正面的影響；不僅如此，並可藉此期望提升全國人民綠建築與節約能源的觀念，達到教育宣導及示範的作用。

2. 綠廳舍暨學校改善補助計畫

計畫亦依據「綠建築推動方案」，其中「實施方針」第三條明文條列獎勵或補助改善舊有建築物能源消耗計畫；且「配合措施」第十條亦述明獎勵或補助改善室內環境品質計畫。其計畫內容是以綠建築九大指標為依歸，補助公有廳舍及學校進行綠建築更新，使建築物朝向「生態、節能、減廢、健康」之目標邁進，並且建立北中南三區之既有建築物綠建築改善示範案例，帶動民間相關產業發展，鼓勵民間參與。

3. 高雄市綠建築示範資訊網

該網站主要向民眾展示關於綠建築的資訊，包括綠建築發展史、國內現行綠建築規定、綠建築設計改善技術、高雄市綠建築成果介紹、綠建築補助資訊等，其中高雄市綠建築成果介紹包括新建建物、既有建物、公部門及民間之改善案例，亦有不少案例獲得綠建築標章或是綠建築候選證書，成果豐碩，可當成對綠建築有興趣之民眾參考的來源。

其中的改善案例之建築物使用類別大致分為學校、圖書館、公有辦公廳舍、醫院以及私有住宅等…，考量到建築物是否具有獨立電表、改善案例數量、用電度數資料取得難易程度以及建築物使用習性等因素，本研究決定以公有辦公廳舍為案例蒐集及探討對象。

本研究聯絡將近 20 個外遮陽改善案例單位，排除了尚無獨立電表、在討論期間內(前一年及後三年)同時有其他節能措施之改善、以及有大型耗能設施之單位。僅就改善外遮陽項目之單位進行篩選，有其他影響因素之案例排除後，共有 10 個案例，如表 3-1 所示。

表 3-1 外遮陽改善案例一覽表

| 編號 | 案例名稱 | 所在位置 | 資料來源 |
|----|--------------------|------|---------|
| 1 | 台灣自來水公司南區工程處 | 高雄市 | 96 綠廳舍 |
| 2 | 台灣電力公司彰化營業處 | 彰化縣 | 96 舊有建物 |
| 3 | 國道公路警察局第三隊 | 彰化縣 | 96 舊有建物 |
| 4 | 內政部消防署高雄港務消防隊二港口分隊 | 高雄市 | 96 綠廳舍 |
| 5 | 國道公路警察局第四隊 | 臺南市 | 95 舊有建物 |
| 6 | 台中地檢署第二辦公大樓 | 台中市 | 95 舊有建物 |
| 7 | 苗栗地方法院 | 苗栗縣 | 95 舊有建物 |
| 8 | 加工出口區管理處中港分處 | 台中市 | 95 舊有建物 |
| 9 | 海岸巡防總局南部地區巡防局壽麓廳舍 | 高雄市 | 94 綠廳舍 |
| 10 | 高雄市政府四維行政中心 | 高雄市 | 92 高雄市 |



3.1 各案例介紹

1. 台灣自來水公司南區工程處

表 3-2 外遮陽改善案例 1 基本資料

| | |
|---|------------------|
| 台灣自來水公司南區工程處 | |
| 高雄市前鎮區復興三路 133 號 | |
| 辦公大樓 3 層及試驗室大樓 3 層，共 2737.2m^2 | |
| 施作立面朝向 | 辦公大樓西北向、試驗室大樓西南向 |
| 材質 | 金屬鋁板 |
| 外遮陽形式 | 水平+垂直板式 |
| 預期效益 | 降低全年空調耗能 5110 度 |



圖 3-1 辦公大樓西北向立面外觀(圖片來源：台灣自來水公司南區工程處)



圖 3-2 試驗室大樓西南向外觀(圖片來源：台灣自來水公司南區工程處)

2. 台灣電力公司彰化營業處

表 3-3 外遮陽改善案例 2 基本資料

| | |
|-----------------------------|--------------------|
| 台灣電力公司彰化營業處 | |
| 彰化市中山路二段 418 號 | |
| 地上 8 層地下 1 層，共 $8163.48m^2$ | |
| 施作立面朝向 | 西向 |
| 材質 | 金屬鋁板 |
| 外遮陽形式 | 水平+垂直式(格柵式) |
| 預期效益 | Ki 值由 0.73 降為 0.33 |

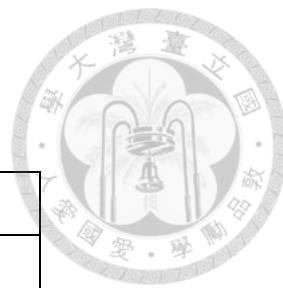


圖 3-3 西向立面整體外觀(圖片來源：本研究拍攝)

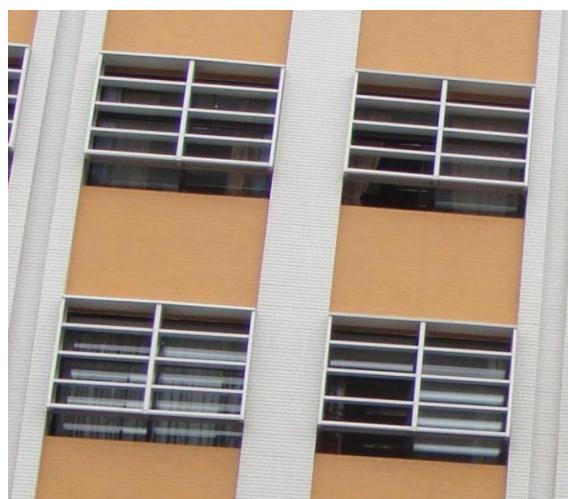


圖 3-4 外遮陽設施細部(圖片來源：本研究拍攝)

3. 警政署國道公路警察局第三隊

表 3-4 外遮陽改善案例 3 基本資料

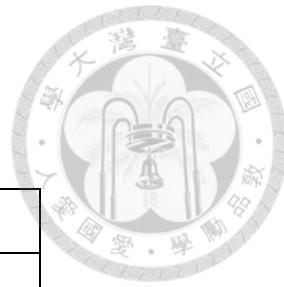
| | |
|--------------------------------|------|
| 警政署國道公路警察局第三隊 | |
| 彰化縣埤頭鄉和豐村埔尾路 52-2 號 | |
| 地上 3 層，共 1214.12m ² | |
| 施作立面朝向 | 西向 |
| 材質 | 混凝土板 |
| 外遮陽形式 | 垂直式 |



圖 3-5 西向立面整體外觀(圖片來源：本研究拍攝)



圖 3-6 西向立面整體外觀(圖片來源：本研究拍攝)



4. 內政部消防署高雄港務消防隊二港口分隊

表 3-5 外遮陽改善案例 4 基本資料

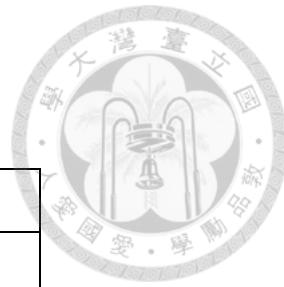
| | |
|--------------------------------|-------------------------|
| 內政部消防署高雄港務消防隊二港口分隊 | |
| 高雄市小港區亞太路 53 號 | |
| 地上 4 層，共 1860.95m ² | |
| 施作立面朝向 | 東南及西北向 |
| 材質 | 金屬鋁板 |
| 外遮陽形式 | 東南向：水平+垂直板式 西北向：水平百葉 |
| 預期效益 | 降低全年空調耗能 1815 度 |



圖 3-7 東南向立面局部外觀(圖片來源：綠廳舍暨學校改善補助計畫網站)



圖 3-8 西北向值勤室外觀(圖片來源：綠廳舍暨學校改善補助計畫網站)



5. 警政署國道公路警察局第四隊

表 3-6 外遮陽改善案例 5 基本資料

| | |
|------------------------|--------------------|
| 警政署國道公路警察局第四隊 | |
| 台南市後壁區平安里藥店口 55 之 12 號 | |
| 地上 3 層，共 $1238.59m^2$ | |
| 施作立面朝向 | 西北西向 |
| 材質 | 金屬鋁板 |
| 外遮陽形式 | 水平百葉 |
| 預期效益 | Ki 值從 0.58 降至 0.23 |



圖 3-9 西北西向立面外觀

(圖片來源：建築物外遮陽暨屋頂隔熱設計參考手冊)

6. 台中地檢署第二辦公大樓

表 3-7 外遮陽改善案例 6 基本資料

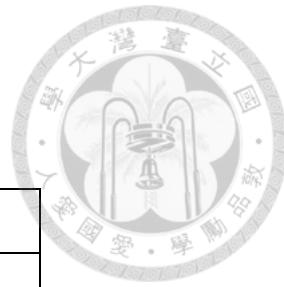
| | |
|-------------------------------------|--------------------|
| 台中地檢署第二辦公大樓 | |
| 台中市西區自由路一段 91 號 | |
| 地上 6 層地下 2 層，共 10133.34m^2 | |
| 施作立面朝向 | 西南向 |
| 材質 | 不鏽鋼板 |
| 外遮陽形式 | 水平+垂直式 |
| 預期效益 | Ki 值從 0.96 降至 0.38 |



圖 3-10 西南向立面外觀(圖片來源：本研究拍攝)



圖 3-11 水平外遮陽細部(圖片來源：本研究拍攝)



7. 苗栗地方法院

表 3-8 外遮陽改善案例 7 基本資料

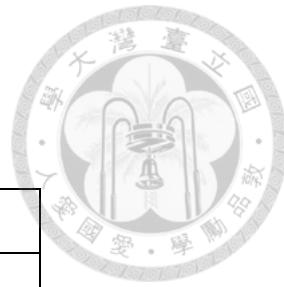
| | |
|-------------------------------|--------------------|
| 苗栗地方法院 | |
| 苗栗市中正路 1149 號 | |
| 地上 5 層地下 2 層，共 $20307.306m^2$ | |
| 施作立面朝向 | 西南向 |
| 材質 | 不鏽鋼板 |
| 外遮陽形式 | 水平式 |
| 預期效益 | Ki 值從 0.72 降至 0.45 |



圖 3-12 西南向立面外觀(圖片來源：本研究拍攝)



圖 3-13 西南向立面外觀側視(圖片來源：本研究拍攝)



8. 加工出口區管理處中港分處

表 3-9 外遮陽改善案例 8 基本資料

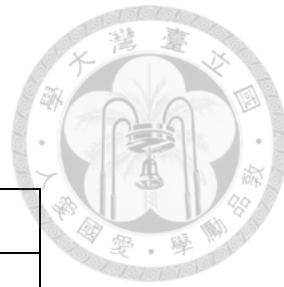
| 加工出口區管理處中港分處 | |
|--------------------------------|--------------------|
| 台中縣梧棲鎮草湳里大觀路 6 號 | |
| 地上 5 層，共 8376.81m ² | |
| 施作立面朝向 | 東向、西向、南向 |
| 材質 | 金屬鋁板 |
| 外遮陽形式 | 水平百葉式 |
| 預期效益 | Ki 值從 0.81 降至 0.25 |



圖 3-14 西向立面局部(圖片來源：本研究拍攝)



圖 3-15 東向立面局部(圖片來源：本研究拍攝)



9. 海岸巡防總局南部地區巡防局壽麓廳舍

表 3-10 外遮陽改善案例 9 基本資料

| 海岸巡防總局南部地區巡防局壽麓廳舍 | |
|-----------------------------------|-----------------|
| 高雄市鼓山區萬壽路 100 號 | |
| 地上 4 層地下 1 層，共 3789.5m^2 | |
| 施作立面朝向 | 西向、東向 |
| 材質 | 金屬鋁板 |
| 外遮陽形式 | 水平+垂直式 |
| 預期效益 | 降低全年空調耗能 8624 度 |



圖 3-16 東向立面外觀(圖片來源：本研究拍攝)



圖 3-17 西向立面外觀(圖片來源：本研究拍攝)



10. 高雄市政府四維行政中心

表 3-11 外遮陽改善案例 10 基本資料

| | |
|--|----------------------|
| 高雄市政府四維行政中心 | |
| 高雄市苓雅區四維三路 2 號 | |
| 地上 12 層地下 2 層，共 92622.23m ² | |
| 施作立面朝向 | 西向、東向及南向 |
| 材質 | 金屬鋁板 |
| 外遮陽形式 | 水平+垂直百葉式 |
| 預期效益 | 每年可節省空調電費 100~150 萬元 |



圖 3-18 東向立面整體外觀(圖片來源：本研究拍攝)



圖 3-19 西向立面整體外觀(圖片來源：本研究拍攝)



3.1 案例整理

將以上案例之相關資料列表後，可得出以下結果：

表 3-12 外遮陽改善案例之相關資料

| 案例編號 | 外遮陽型式 | 材質 | 朝向 | 預期效益 | 樓地板面積(m^2) |
|------|------------------|------|------------|----------------------------------|----------------|
| 1 | 水平+垂直板式 | 金屬鋁板 | 西北向 西南向 | 全年降低 5110 度 | 2737.2 |
| 2 | 水平+垂直格柵式 | 金屬鋁板 | 西向 | Ki 值由 $0.73 \rightarrow 0.33$ | 8163.48 |
| 3 | 垂直式 | 混凝土板 | 西向 | -- | 1214.12 |
| 4 | 水平+垂直板式 水平百葉式 | 金屬鋁板 | 東南向 西北向 | 全年降低 1815 度 | 1860.95 |
| 5 | 水平百葉式 | 金屬鋁板 | 西北西 向 | Ki 值由 $0.58 \rightarrow 0.23$ | 1238.59 |
| 6 | 水平+垂直式 | 不鏽鋼板 | 西南向 | Ki 值由 $0.96 \rightarrow 0.38$ | 10133.34 |
| 7 | 水平式 | 不鏽鋼板 | 西南向 | Ki 值由 $0.72 \rightarrow 0.45$ | 20307.306 |
| 8 | 水平百葉式 | 金屬鋁板 | 東、西、 南向 | Ki 值由 $0.81 \rightarrow 0.25$ | 8376.81 |
| 9 | 水平+垂直 | 金屬鋁板 | 東向 西向 | 全年減少 8624 度 | 3789.5 |
| 10 | 水平+垂直百葉 | 金屬鋁板 | 東、西、 南向 | 全年減少 100~150 萬 電費 | 92622.23 |

第四章 外遮陽改善案例節能成效分析



根據過去內政部建築研究所的研究成果發現，在台灣，建築物設計 1:4 的水平、垂直、格子遮陽(以落地窗而言，遮陽深度約為 60 公分)就有 7%~16%、6%~13%、13%~24% 的顯著節約空調用電效果。亦即在台灣的辦公建築上，只要設置 60 公分的水平遮陽板，就可節省 12% 的空調用電，由此可見外遮陽對於節能的改善效益驚人，在強調節能減碳的今天，是值得推廣使用的。

另從 91 年起內政部建築研究所陸續有補助許多關於建築物外遮陽之節能改善工程，諸如「舊有建築物節能改善工程補助計畫」、「綠廳舍暨學校改善補助計畫」及「綠建築更新診斷與改造計畫」等，範圍涵蓋政府機關、學校、私人住宅及公司，共有數以百計的既有建築物增設外遮陽設施，但在其計畫的成果報告中卻鮮少提及對於補助案例後續關於節能成效的調查結果，看其是否有達到預期的成效，或是對於不符預期的案例進行原因調查或補救。因此本研究想從這裡切入，透過本研究蒐集到的改善案例，篩選過濾後，分析其增設外遮陽設施年度前後之逐月用電度數，看其是否具有節能成效。

以下將就本研究蒐集的 10 個案例逐一進行分析，並且針對節能成效不彰的原因進行調查。



4.1 案例節能成效分析

外遮陽改善案例 1-台灣自來水公司南區工程處

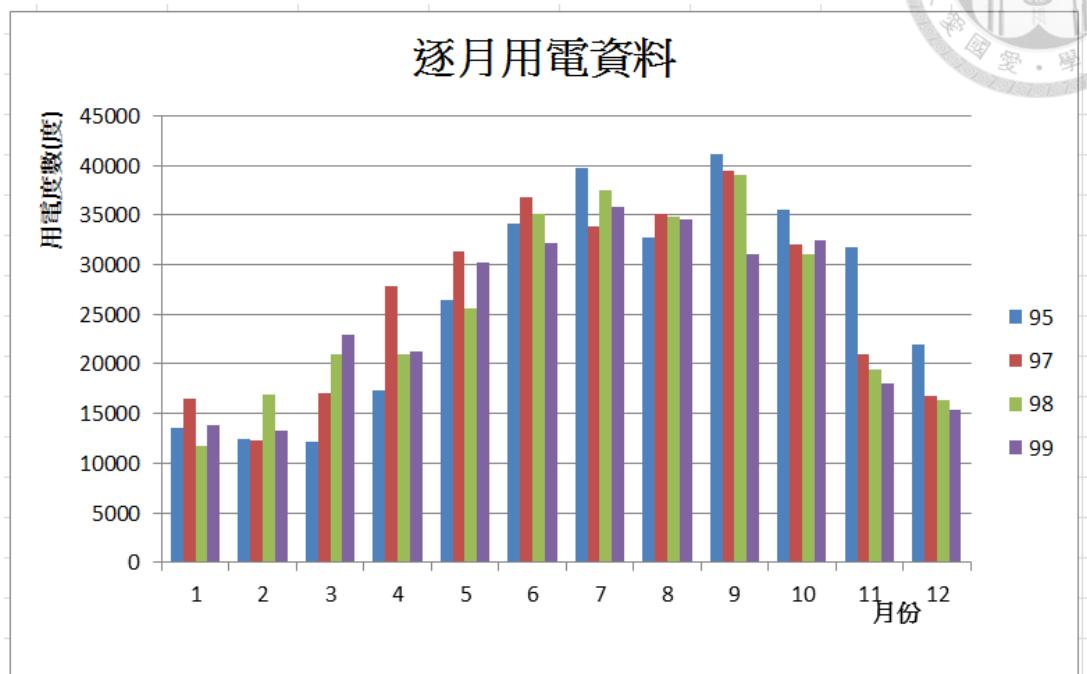


圖 4-1 台灣自來水公司南區工程處 95~99 年逐月用電資料直條圖

表 4-1 台灣自來水公司南區工程處 95~99 年耗電量統計表

| 年度 | 總耗電量(度) | 夏季月份耗電量(5~10 月) |
|----|---------|-----------------|
| 95 | 318800 | 209700 |
| 97 | 320300 | 208800 |
| 98 | 309400 | 203100 |
| 99 | 300900 | 196300 |

- 全年節能成效 = $\frac{318800 - (320300 + 309400 + 300900)/3}{318800} \times 100\% = 3\%$
- 夏季月份節能成效 = $\frac{209700 - (208800 + 203100 + 196300)/3}{209700} \times 100\% = 3\%$

本案例位於高雄市，其中包含相鄰的辦公大樓及試驗室大樓兩棟，因其同時增設了外遮陽，且電表為兩棟建物之總和，因此將這兩棟視為同一個案例。由圖中可發現其外遮陽改善前後用電量變動不大，1 月至 5 月用電量有些許增加，6 月至 12 月有些微減少的情形，但總的來說其全年之用電量仍有所下降，約 3%，僅考量夏季月份之耗電量減少也大約為 3%左右。

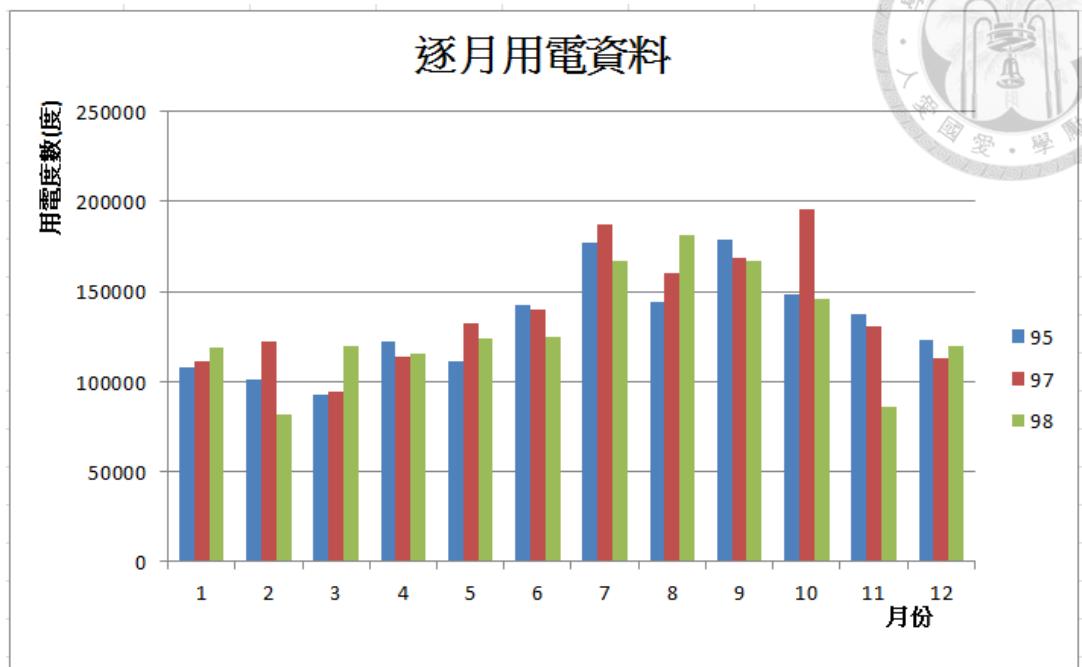


圖 4-2 台灣電力公司彰化營業處 95~98 年逐月用電資料直條圖

表 4-2 台灣電力公司彰化營業處 95~98 年耗電量統計表

| 年度 | 總耗電量(度) | 夏季月份耗電量(5~10 月) |
|----|---------|-----------------|
| 95 | 1587000 | 903000 |
| 97 | 1671000 | 984000 |
| 98 | 1552680 | 910200 |

- 全年節能成效 = $\frac{1587000 - (1671000 + 1552680)/2}{1587000} \times 100\% = -2\%$
- 夏季月份節能成效 = $\frac{903000 - (984000 + 910200)/2}{903000} \times 100\% = -4\%$

台灣電力公司彰化營業處為本研究節能成效不顯著案例之一，由圖 4-2 可看出該大樓 96 年於西向增設外遮陽後，用電量並無明顯之變化，推測可能原因有二，其一為外遮陽裝設範圍有限，僅西向四、五、六樓外牆開口部，經本研究實地訪察發現其東向及南向開口部範圍甚大(圖 4-3 及圖 4-4)，大都僅藉由窗簾進行遮陽，顯示其是有增設外遮陽之必要的，但因經費限制只做了西向的四、五、六樓；其二為因本研究取得之用電度數資料為全棟建物，非僅增設外遮陽範圍，因此可能是該範圍之用電量有減少，但無法顯現於全棟之用電度數上。



圖 4-3 南向開口部(圖片來源：本研究拍攝)



圖 4-4 東向開口部 (圖片來源：本研究拍攝)

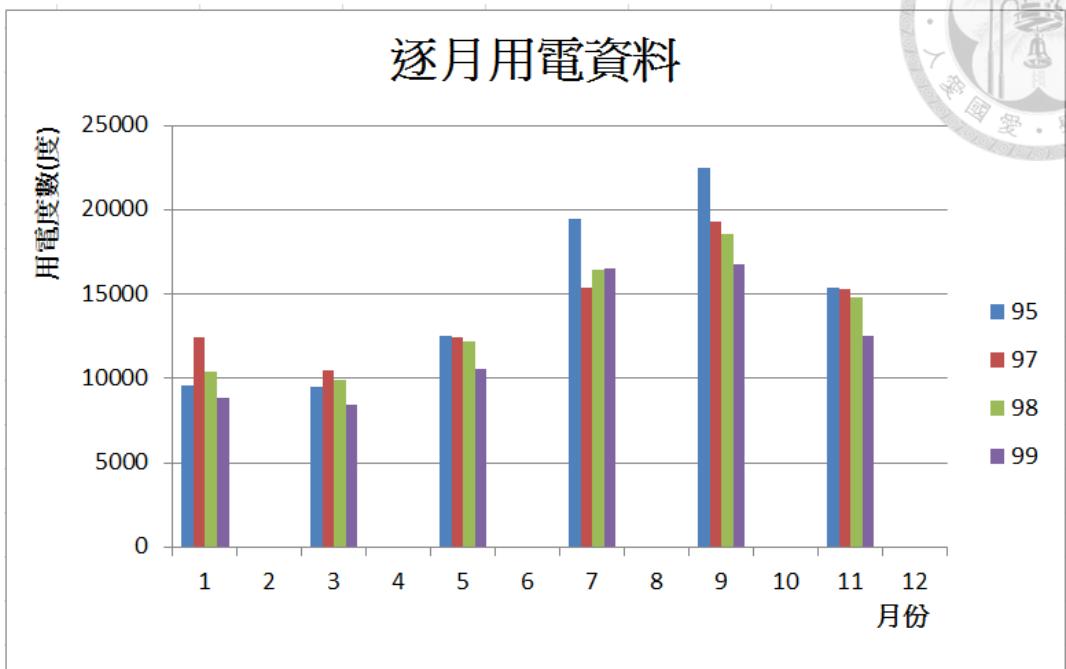


圖 4-5 國道公路警察局第三隊 95~99 年逐月用電資料直條圖

表 4-3 國道公路警察局第三隊 95~99 年耗電量統計表

| 年度 | 總耗電量(度) | 夏季月份耗電量(7、9、11 月) |
|----|---------|-------------------|
| 95 | 89040 | 57360 |
| 97 | 85360 | 49960 |
| 98 | 82360 | 49880 |
| 99 | 73720 | 45800 |

- 全年節能成效 = $\frac{89040 - (85360 + 82360 + 73720)/3}{89040} \times 100\% = 10\%$
- 夏季月份節能成效 = $\frac{57360 - (49960 + 49880 + 45800)/3}{57360} \times 100\% = 15\%$

本案例因為每兩個月抄表一次，故其僅單數月有用電度數資料。由上圖可看出該案例於 96 年增設外遮陽後，其總耗電量是有明顯下降的趨勢，尤其空調耗能量大的夏季(5~10 月)更可看出明顯變化，由 7 月、9 月及 11 月之用電量變化也顯示出增設外遮陽對減少空調耗能確實是有所助益的，而本案例也因此減少了全年用電量的 10%，若僅討論夏季月份(7 月、9 月及 11 月)，減幅更達 15%，可謂成效卓著。

外遮陽改善案例 4-內政部消防署高雄港務消防隊二港口分隊

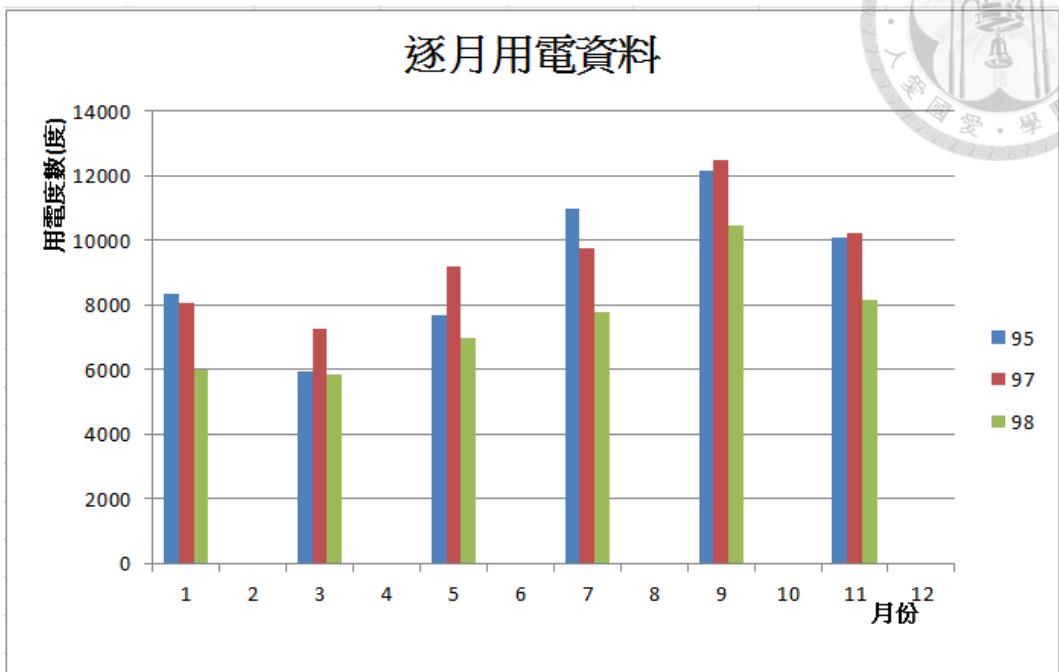


圖 4-6 內政部消防署高雄港務消防隊二港口分隊 95~98 年逐月用電資料直條圖

表 4-4 內政部消防署高雄港務消防隊二港口分隊 95~98 年耗電量統計表

| 年度 | 總耗電量(度) | 夏季月份耗電量(7、9、11 月) |
|----|---------|-------------------|
| 95 | 55120 | 33200 |
| 97 | 57040 | 32480 |
| 98 | 45200 | 26400 |

- 全年節能成效 = $\frac{55120 - (57040 + 45200)/2}{55120} \times 100\% = 7\%$
- 夏季月份節能成效 = $\frac{33200 - (32480 + 26400)/2}{33200} \times 100\% = 11\%$

本案例因為每兩個月抄表一次，故其僅單數月有用電度數資料。上圖可顯示出 96 年改善後，雖有少部分時間(3 月、5 月)耗電量有所增加，但整體而言耗電量仍是減少的，全年節省之耗電量達 7%，若僅考量夏季月份(7 月、9 月及 11 月)，減幅達 11%，代表增設外遮陽後確實有收到省電之成效。

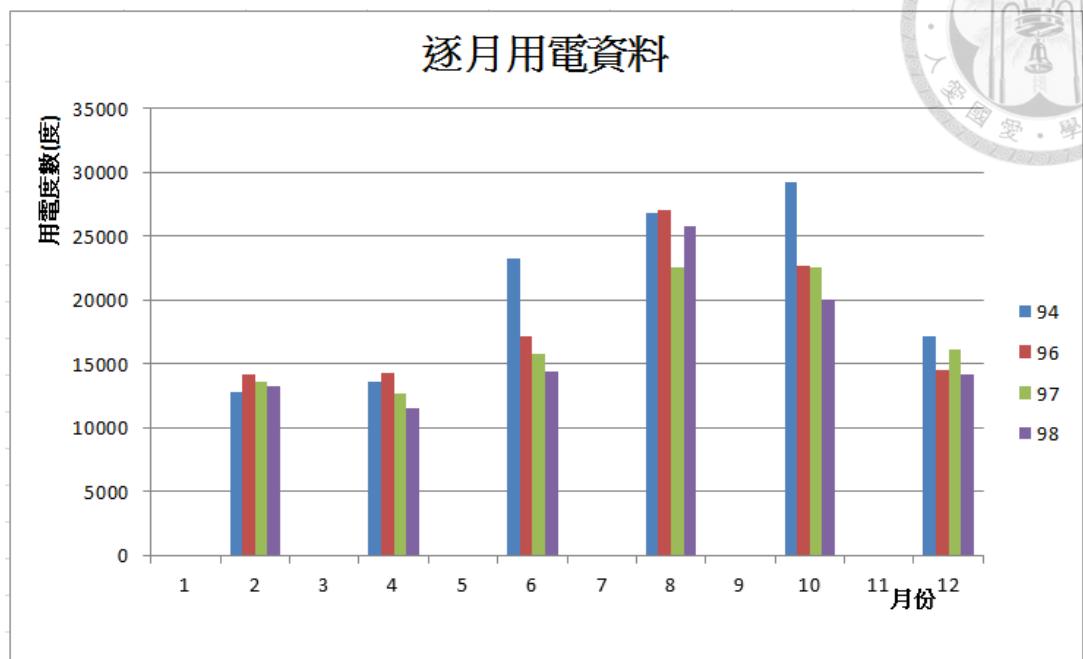


圖 4-7 國道公路警察局第四隊 94~98 年逐月用電資料直條圖

表 4-5 國道公路警察局第四隊 94~98 年耗電量統計表

| 年度 | 總耗電量(度) | 夏季月份耗電量(6、8、10 月) |
|----|---------|-------------------|
| 94 | 122880 | 79280 |
| 96 | 109800 | 66920 |
| 97 | 103480 | 60960 |
| 98 | 99120 | 60160 |

- 全年節能成效 = $\frac{122880 - (109800 + 103480 + 99120)/3}{122880} \times 100\% = 15\%$

- 夏季月份節能成效 = $\frac{79280 - (66920 + 60960 + 60160)/3}{79280} \times 100\% = 21\%$

本案例因為每兩個月抄表一次，故其僅雙數月有用電度數資料。圖上顯示出於非夏季月份(12 月、2 月、4 月)其用電量大致持平，但於夏季月份外遮陽改善後耗電量減幅相當顯著，全年節省之耗電量達 15%，夏季月份減幅更高達 21%，亦是一個成效卓著的案例。

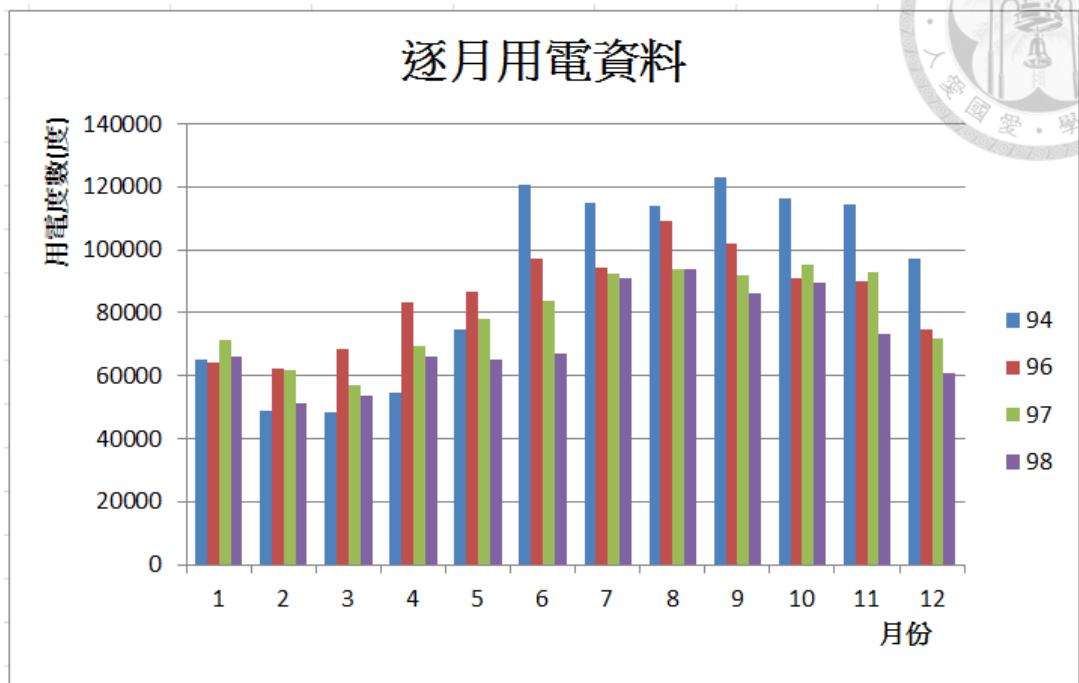


圖 4-8 台中地檢署第二辦公大樓 94~98 年逐月用電資料直條圖

表 4-6 台中地檢署第二辦公大樓 94~98 年耗電量統計表

| 年度 | 總耗電量(度) | 夏季月份耗電量(5~10 月) |
|----|---------|-----------------|
| 94 | 1092000 | 663360 |
| 96 | 1022720 | 579680 |
| 97 | 959200 | 534880 |
| 98 | 863680 | 492800 |

- 全年節能成效 = $\frac{1092000 - (1022720 + 959200 + 863680)/3}{1092000} \times 100\% = 13\%$
- 夏季月份節能成效 = $\frac{663360 - (579680 + 534880 + 492800)/3}{663360} \times 100\% = 19\%$

本案例除了於 95 年增設外遮陽設施外，亦於同年度於頂樓鋪設隔熱磚，進行屋頂隔熱工程，考量到屋頂隔熱屬於外殼節能的一環，因此也將此案例納入本研究案例之討論範圍。從圖上顯示 1 月至 5 月用電量大致持平，6 月至 12 月用電量則有大幅的改善，全年節省之耗電量達 13%，夏季月份(5 月至 10 月)減幅也高達 19%，由此可見增設外遮陽確有節省空調用電的效果，台中地檢署第二辦公大樓亦是一個成效卓著的案例。

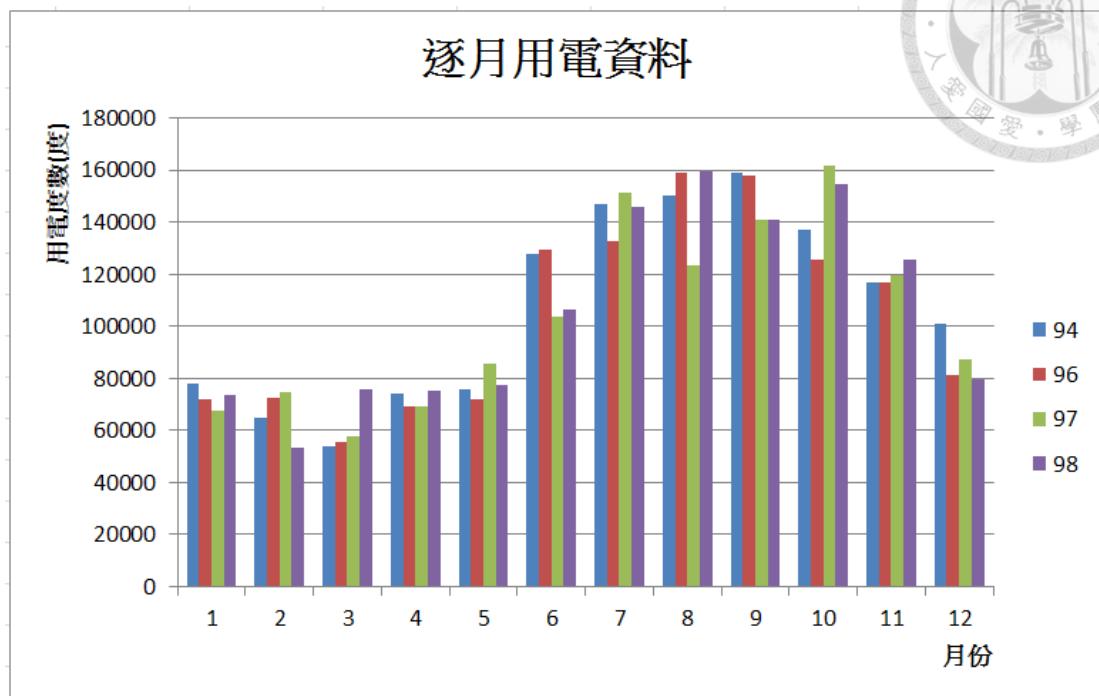


圖 4-9 苗栗地方法院 94~98 年逐月用電資料直條圖

表 4-7 苗栗地方法院 94~98 年耗電量統計表

| 年度 | 總耗電量(度) | 夏季月份耗電量(5~10 月) |
|----|---------|-----------------|
| 94 | 1286000 | 797000 |
| 96 | 1243200 | 776000 |
| 97 | 1241400 | 766300 |
| 98 | 1267400 | 784400 |

- 全年節能成效 = $\frac{1286000 - (1243200 + 1241400 + 1267400)/3}{1286000} \times 100\% = 3\%$
- 夏季月份節能成效 = $\frac{797000 - (776000 + 766300 + 784400)/3}{797000} \times 100\% = 3\%$

從圖中因其用電量差異不大，不易從圖中看出其用電量是否有所增減，但從數據上來計算本案例仍為具有節能成效的案例之一，96 年至 98 年平均每年節省之用電量超過 35000 度，約 3%左右，雖說比例不高，但其節省之用電量仍是一個不容小覷的數字。

外遮陽改善案例 8-加工出口區管理處中港分處

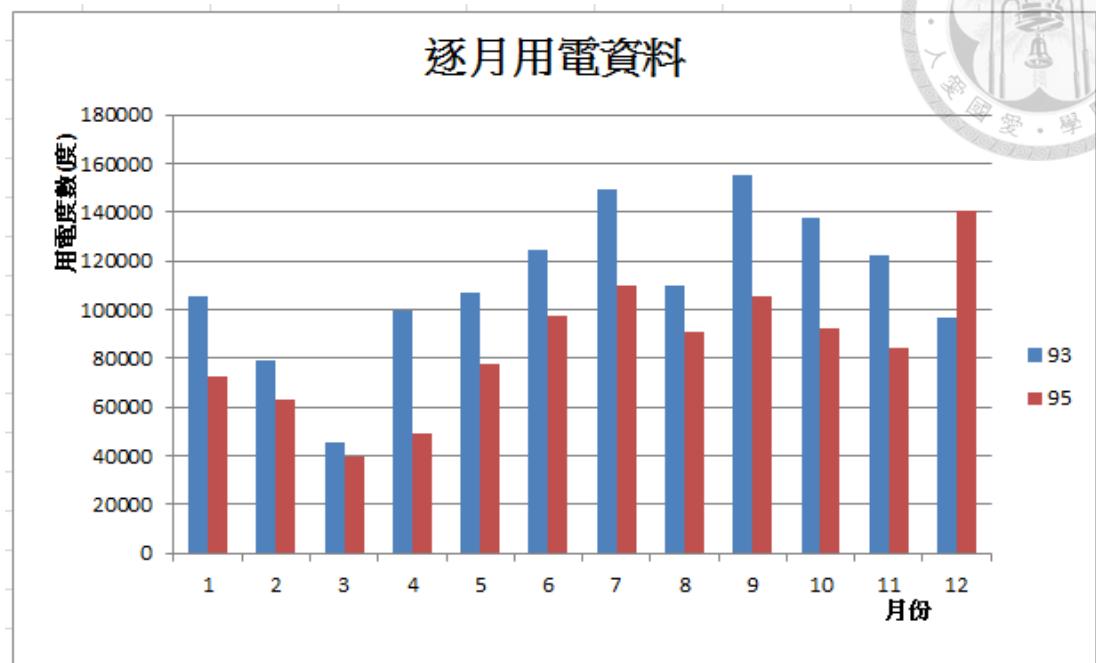


圖 4-10 加工出口區管理處中港分處 93、95 年逐月用電資料直條圖

表 4-8 加工出口區管理處中港分處 93、95 年耗電量統計表

| 年度 | 總耗電量(度) | 夏季月份耗電量(5~10 月) |
|----|---------|-----------------|
| 93 | 1331844 | 783344 |
| 95 | 1023200 | 573800 |

- 全年節能成效 = $\frac{1331844 - 1023200}{1331844} \times 100\% = 23\%$
- 夏季月份節能成效 = $\frac{783344 - 573800}{783344} \times 100\% = 27\%$

本案例除了於 94 年進行外遮陽節能改善工程外，另於 96 年更新空調主機，因此本研究僅取得 93 年至 95 年之資料做為分析對象。對比 93 年及 95 年之直條圖可以發現其耗能減幅相當大，代表著其節能成效卓著，全年的減幅達 23%，僅考量夏季月份(5 月至 10 月)亦達 27%，與案例 9-海岸巡防總局南部地區巡防局壽麓廳舍為本研究所蒐集案例中節能成效最佳的兩個外遮陽改善案例。

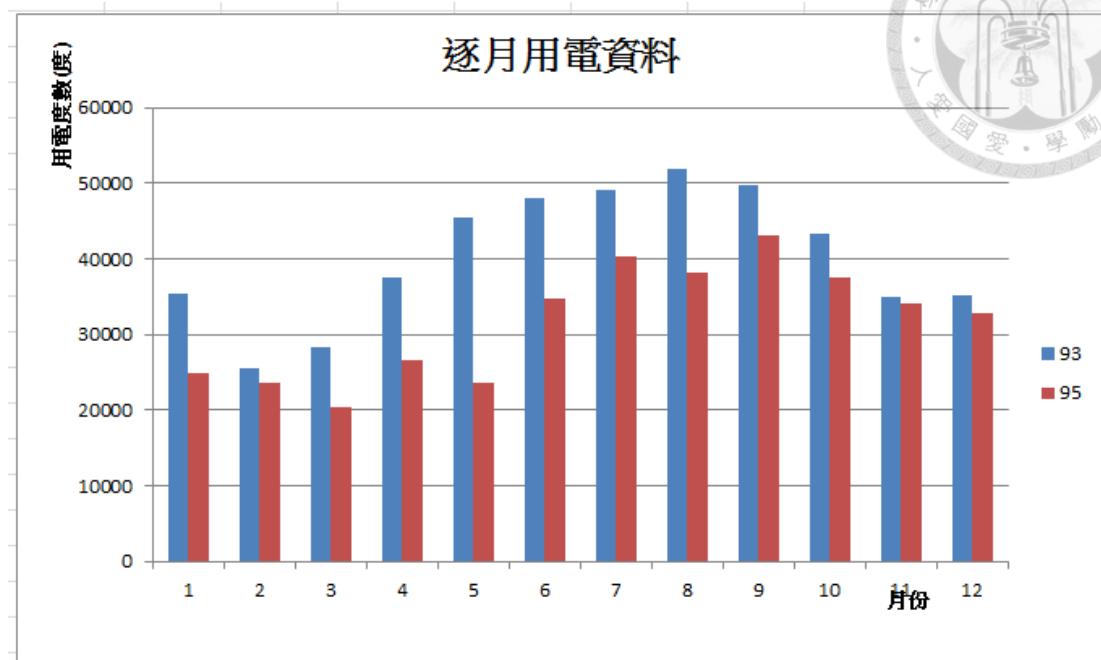


圖 4-11 海岸巡防總局地巡防局壽麓廳舍 93、95 年逐月用電資料直條圖

表 4-9 海岸巡防總局地巡防局壽麓廳舍 93、95 年耗電量統計表

| 年度 | 總耗電量(度) | 夏季月份耗電量(5~10 月) |
|----|---------|-----------------|
| 93 | 484240 | 287440 |
| 95 | 380120 | 217560 |

- 全年節能成效 = $\frac{484240 - 380120}{484240} \times 100\% = 22\%$
- 夏季月份節能成效 = $\frac{287440 - 217560}{287440} \times 100\% = 24\%$

本案例為高壓用電，又因為該棟大樓後來之使用單位有所變動，用電資料已經遺失，因此僅取得 93 年至 95 年之資料。對比 93 年及 95 年之直條圖很容易可以發現其節能成效相當大，全年的減幅達 22%，僅考量夏季月份(5 月至 10 月)亦達 24%，與案例 8-加工出口區管理處中港分處為本研究所蒐集案例中節能成效最佳的兩個外遮陽改善案例。

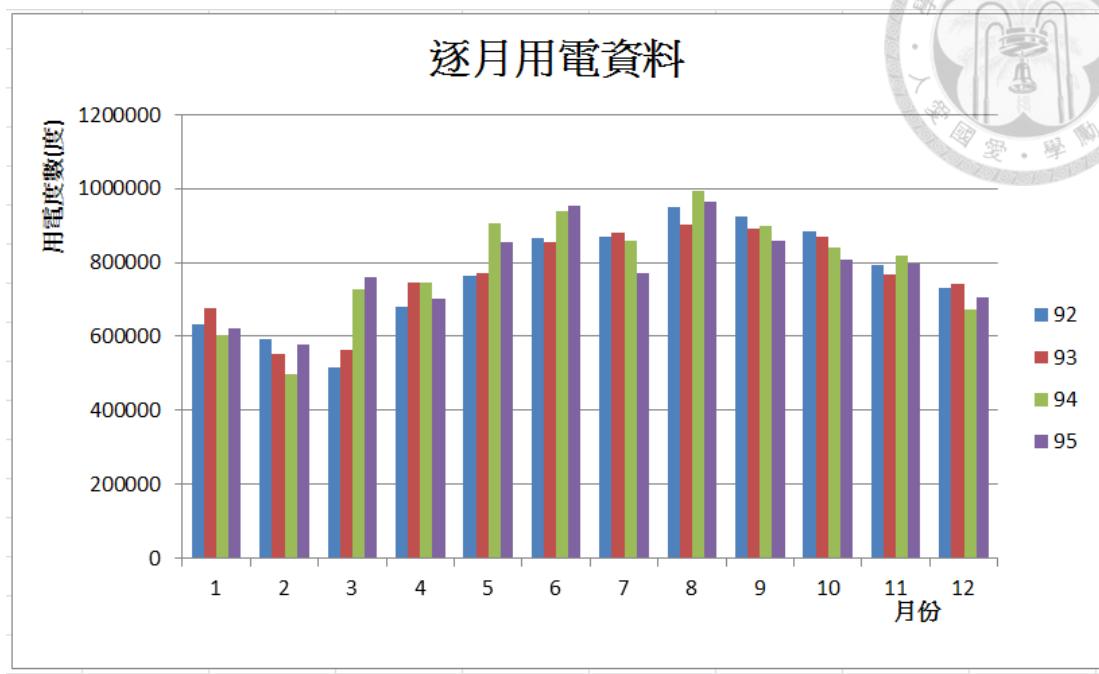


圖 4-12 高雄市政府四維行政中心 92~95 年逐月用電資料直條圖

表 4-10 高雄市政府四維行政中心 92~95 年耗電量統計表

| 年度 | 總耗電量(度) | 夏季月份耗電量(5~10 月) |
|----|---------|-----------------|
| 92 | 9202400 | 5258000 |
| 93 | 9216400 | 5166800 |
| 94 | 9498297 | 5433897 |
| 95 | 9370666 | 5209066 |

- 全年節能成效 = $\frac{9202400 - (9216400 + 9498297 + 9370666)/3}{9202400} \times 100\% = -2\%$
- 夏季月份節能成效 = $\frac{5258000 - (5166800 + 5433897 + 5209066)/3}{5258000} \times 100\% = -0.2\%$

本案例因改善年度較久遠，為 92 年，而台電之資料保留大概僅十年，91 年的資料以銷毀，考量到本案例規模龐大(樓地板面積超過 90000 平方公尺)，頗具研究價值，又詢問高雄市政府承辦人員發現，增設外遮陽之工程為 92 年 12 月完工，因此外遮陽改善前之資料本研究將以 92 年為比較基準。

本案例之外遮陽施作範圍為東、西向外牆開口部及南向的九樓，範圍甚廣，但從圖及表中不難發現及節能成效並不明顯，僅考量夏季月份(5 月~10 月)空調用電高峰用電量亦無減少的情形，推測之可能原因大致如下：



1. 外遮陽的形式設計不良

依據《建築物外遮陽暨屋頂隔熱設計參考手冊》以及本研究第二章所述，外遮陽的形式於東、西向以垂直式為主，南、北向以水平式為主，如圖 4-13。經本研究實地訪查發現其東、西向外遮陽形式主要以水平式為主，另搭配垂直式為輔，但其垂直式遮陽設施有間隔過寬的問題，以上原因致使其外遮陽遮蔽效果不彰，外遮陽形式設計不良因此可能為節能成效不佳的主因；本研究也詢問過高雄市政府四維行政中心之員工，其亦表示外遮陽並無多大的成效，還是必須依賴窗簾等設施遮擋陽光。圖 4-14 為某日下午所拍攝之照片，地點為該大樓西向，可看出外遮陽並無發揮應有作用，西向窗戶開口部仍有日曬嚴重的問題存在，由此可見其外遮陽形式設計不良。



圖 4-13 西向外遮陽細部圖

(圖片來源：高雄市綠建築示範資訊網)



圖 4-14 西向外牆開口部

(圖片來源：本研究拍攝)

2. 建築物樓地板面積龐大，外周區範圍比例較小

高雄市政府四維行政中心為地上 12 層地下 2 層之建物，總樓地板面積為 92622.23 平方公尺，龐大的樓地板面積意味著其外周區比例小，而外遮陽設施主要就是阻擋過多的太陽輻射熱進入外周區，進而節省空調用電，所以該建物之外周區範圍大小可能影響了節能成效；另也由於其為中央空調的形式，空調的開關較難因應外周區做彈性的調整，也因此該棟建物的成效不明顯。



將以上案例之節能成效列表後，可得出以下結果：

表 4-11 外遮陽改善案例節能成效一覽表

| 編號 | 案例名稱 | 全年節能成效 | 夏月節能成效 | 樓地板面積(m^2) |
|----|--------------------|--------|--------|----------------|
| 1 | 台灣自來水公司南區工程處 | 3% | 3% | 2737.2 |
| 2 | 台灣電力公司彰化營業處 | 不顯著 | 不顯著 | 8163.48 |
| 3 | 國道公路警察局第三隊 | 10% | 15% | 1214.12 |
| 4 | 內政部消防署高雄港務消防隊二港口分隊 | 7% | 11% | 1860.95 |
| 5 | 國道公路警察局第四隊 | 15% | 21% | 1238.59 |
| 6 | 台中地檢署第二辦公大樓 | 13% | 19% | 10133.34 |
| 7 | 苗栗地方法院 | 3% | 3% | 20307.306 |
| 8 | 加工出口區管理處中港分處 | 23% | 27% | 8376.81 |
| 9 | 海岸巡防總局南部地區巡防局壽麓廳舍 | 22% | 24% | 3789.5 |
| 10 | 高雄市政府四維行政中心 | 不顯著 | 不顯著 | 92622.23 |



4.2 小結

經本研究所搜集的 10 個案例用電度數分析後，發現其大都有達到預期的節能效果，依據增設的外遮陽設施改善範圍及幅度不同，其節能成效約在 3%~23%之間，全年的平均耗能減幅約有 12%，若僅單考量空調用電尖峰的夏季月份，平均耗能減幅更高達 17%，在夏季用電量屢創新高之際，既有建築物增設外遮陽設施確實可減緩此種情形，一方面為節能減碳盡一份心力；另一方面也可節省荷包，增加室內環境舒適度，可謂一舉數得。

另本研究也發現樓地板面積較小之建築物，其對於空調用電節能有較佳的改善成效，推測其原因為建築物外周區範圍較廣，而外遮陽設施主要就是對外周區進行遮陽，降低了室內溫度，減少了空調的使用機會，因此節能改善成效較佳。

在本研究共 10 個案例中，8 個具有節能成效，僅 2 個節能成效不顯著，探究其原因有三：

1. 外遮陽施作範圍較小
2. 外遮陽的形式設計不良
3. 建築物樓地板面積龐大，外周區範圍比例較小

上述 3 種原因本研究認為第二點為最關鍵，因為只要遮陽形式(詳第二章)設計正確，或多或少都會有遮擋太陽輻射熱的效果，進而節省空調耗電。而在這方面現也已有《建築物外遮陽暨屋頂隔熱設計參考手冊》供作參考，從設計流程、外遮陽形式及相關法令限制等都有完整的建議，可提供欲施作外遮陽設施的業主參考；第一點外遮陽施作範圍較小之原因，因研究限制關係，不易判斷其節電成效之優劣；第三點則是建築物先天條件限制，不易從增設外遮陽來達到節電的成效，如欲達到節能成效宜從其他方面著手。

第五章 結論與建議



5.1 研究結論

當前全球面臨氣候變遷的嚴酷考驗，能源議題也隨之甚囂塵上，全世界對各式環保策略的研究如火如荼，「京都議定書」、「哥本哈根協議」等各種國際行動或是策略如雨後春筍。在這股浪潮之下，我國政府亦將節能減碳列為重大政策去實行，其中與建築相關的「綠廳舍暨學校改善補助計畫」及「綠建築更新診斷與改造計畫」等，大量補助公有辦公廳舍施作外遮陽改善工程，在建築領域裡企圖為節能做出實務上的貢獻。

外遮陽改善工程的效益在此之前都停留在電腦模擬與實作階段，未嘗有人去做事後的驗證。於此，本研究便希望能透過實地走訪與調查參與該計畫的政府機關辦公廳舍，蒐集各單位安裝外遮陽前後的用電度數報表，針對改善年度前 1 年及後 1~3 年做為探討主軸，經過數據處理後希望能將各單位節能效果呈現出來，並對結果作一綜合檢討，為何在此成功，卻在彼失效，最後給出一合理的總結。

總括論述的邏輯，由於太陽輻射是建築空調耗能最大的來源，而外遮陽改善工程施作之後，能遮擋太陽輻射熱進入室內，直接降低建築物室內溫度，提升熱環境舒適度，同時降低日照量、避免眩光現象產生；引導自然通風，故而可減少空調系統使用的機會與時間，達成「節能」之終極目的。在本研究之條件限制下(全棟建築物之用電量)，無法完全排除其他因素(氣候、溫度等)的干擾，但試圖以平均的概念來減少其影響程度。本文研究的十個實例即指出：外遮陽改善工程使得它們的全年的平均耗能減幅約達 12%；而若僅考量空調用電尖峰的夏季月份，平均耗能減幅更可高達 17%，這個減幅可減緩台灣在夏季每日數小時的尖峰用電需求。總結以上，外遮陽改善工程在提倡節能的台灣社會確實具一定程度的貢獻。

筆者需特別提醒的是，本研究的限制範圍乃是針對既有建築物中的公有辦公廳舍類，而改善案例原先大都具有日曬嚴重的問題存在，當此問題已成事實，其



先天在基地及本身的條件就成了一很大的限制，再多的後天努力也難達成與先天有良好設計規劃建築物之標準。是以，對於既有建築物而言，「節能」這項目進行重點式的改善是我們值得努力的目標；而對日曬嚴重的既有建築物而言，增設外遮陽設施則是一項節能成效顯著的改善手法。

5.2 後續研究建議

本研究建議以下三點後續研究方向：

1. 北中南外遮陽效果的差異

臺灣幅員小，縱跨的緯度僅三度左右，地理上屬於亞熱帶海島氣候，使得整體氣溫差異並不明顯。雖然如此，經文獻顯示，在北、中、南三大區域裡，外遮陽設施的效果在南部地區有較佳的隔熱效果，是以吾人若能對此差異作更深入的探討，找出差異的來源，計算差異的程度，明瞭其中關節之後，對外遮陽的節能效益能有更深入的了解。

2. 結合經濟考量

任何工程的成敗都得經過兩大試金石的考驗，一曰科學化的評析，二曰經濟效益的計算，後者更是外遮陽設施業主更在意且錙銖必較的戰場。若能在後續研究裡加入成本效益分析，業主與廠商皆能得到較全面的參考資料。工程無非是「錢」與「用」的拉扯，若業主與廠商的合約能建立在詳實的經濟分析基礎上，尤其是讓業主明瞭「回收年限」一事後，對工程之遂行必有幫助。

3. 不同使用類別的建築物

由於本研究之研究範圍與案例限定在公有辦公廳舍，蓋因同一使用類別之建築物用電習慣較相近，對於他種使用類別的建築物並無討論，所以希冀來者也可以將焦點放在其他使用類別的建築物，成就外遮陽改善相關文獻之完整性，使業主和廠商明瞭外遮陽的損（成本）與益（效果）。

參考文獻

1. 林憲德，「既有建築物綠建築評估系統之研究」，內政部建築研究所委託研究報告(2010)。
2. 林憲德，綠色建築，詹氏書局，台北，第 154-182 頁(2006)。
3. 林啟發，「亞洲地區辦公建築外殼節能計畫」，碩士論文，國立成功大學建築研究所，台南(2006)。
4. 林憲德，「建築節約能源設計手冊」，中華民國建築學會(1991)。
5. 林憲德，「建築空調耗能評估法之研究-林氏簡算法」，建築學報第 1 期(1990)。
6. 高鵬濠，「公有建築物綠色改造成本效益之研究-以綠建築更新診斷與改造計畫為例」，碩士論文，國立成功大學建築研究所，台南(2011)。
7. 郭偉廷，「建築物外遮陽遮蔽效益評估初探-以 GRASSHOPPER 建構北緯 25 度地區為例」，碩士論文，私立淡江大學建築系研究所，台北(2013)。
8. 陳天能，「工程經濟學觀點分析舊建築物外遮陽改善節能之經濟效率探討-以彰基兒童醫療大樓為例」，碩士論文，私立逢甲大學土木工程學系，台中(2005)。
9. 廖霖梅，「建築物外遮陽板採光、遮陽與太陽能光電效益評估研究-以淡水地區為例」，碩士論文，私立淡江大學建築系研究所，台北(2005)。
10. 廖蓮輝，「格柵遮陽板」之遮蔽效果與採光效能關係研究，碩士論文，私立淡江大學建築系研究所，台北(1996)。
11. 蕭江碧、李魁鵬、林憲德，「舊有建築物節能改善計畫評估研究子計畫二-建築物外遮陽改善之節能效益評估研究」，內政部建築研究所，台北(2002)。
12. 蕭江碧、李魁鵬、林憲德，「舊有建築物節能改善計畫評估研究子計畫一-建築物屋頂隔熱改善之節能效益評估研究」，內政部建築研究所，台北(2002)。
13. 謝仕煌，「綠建築補助運用於建築物整建維護之研究」，碩士論文，國立台灣大學建築與城鄉研究所，台北(2012)。
14. 簡林頓，「辦公廳類建築外殼節能之成本效益分析」，碩士論文，國立台北科技大學土木與防災研究所，台北(2009)。
15. 譚海韻，「建築物外遮陽設計準則之研究」，碩士論文，國立台北科技大學建築與都市設計研究所，台北(2005)。
16. 「綠建築評估手冊-舊建築改善類」，內政部建築研究所(2012)。



17. 「建築物外遮陽暨屋頂隔熱設計參考手冊」，內政部建築研究所(2008)。
18. 「既有建物綠建築改善補助計畫與既有建物綠建築改善優良案例」，財團法人
中華建築中心(2007)。
19. 綠廳舍暨學校改善補助計畫網 http://green.crnet.com.tw/91_96/html/page1.html
20. 綠建築更新診斷與改造計畫網 http://green.crnet.com.tw/97_100/html/page1.html
21. 綠建築資訊網 <http://green.abri.gov.tw/>
22. Hiller, D. E., Beckman, A. and Mitchell, W., "TRNSHD-a program for shading and
insolation calculations", Building and Environment, Vol.35, Issue
7, pp.633-644.(2000)
23. Grade, F., Mara, T., Lauret, A. P., Boyer, H. and Celaire, R., Bringing simulation to
implementation : presentation of a global approach in the design of passive solar
buildings under humid tropical climates, Solar Energy
Vol.71, NO.2, 2001, pp.109-120.

附錄一 外遮陽改善案例逐月用電資料



1. 台灣自來水公司南區工程處

| | 95 年 | 97 年 | 98 年 | 99 年 |
|------|--------|--------|--------|--------|
| 1 月 | 13600 | 16500 | 11700 | 13800 |
| 2 月 | 12400 | 12300 | 16900 | 13300 |
| 3 月 | 12100 | 17100 | 20900 | 22900 |
| 4 月 | 17300 | 27900 | 21000 | 21300 |
| 5 月 | 26400 | 31400 | 25600 | 30200 |
| 6 月 | 34200 | 36800 | 35100 | 32200 |
| 7 月 | 39700 | 33900 | 37500 | 35800 |
| 8 月 | 32700 | 35100 | 34900 | 34500 |
| 9 月 | 41100 | 39500 | 39000 | 31100 |
| 10 月 | 35600 | 32100 | 31000 | 32500 |
| 11 月 | 31700 | 20900 | 19400 | 18000 |
| 12 月 | 22000 | 16800 | 16400 | 15300 |
| 總和 | 318800 | 320300 | 309400 | 300900 |

(單位：度)

2. 台灣電力公司彰化處

| | 95 年 | 97 年 | 98 年 |
|------|---------|---------|---------|
| 1 月 | 108000 | 111600 | 118800 |
| 2 月 | 100800 | 122400 | 82200 |
| 3 月 | 92400 | 94800 | 120000 |
| 4 月 | 122400 | 114000 | 115200 |
| 5 月 | 111600 | 132600 | 124200 |
| 6 月 | 142200 | 139800 | 124800 |
| 7 月 | 177000 | 187200 | 167400 |
| 8 月 | 144600 | 160200 | 181200 |
| 9 月 | 178800 | 168600 | 166800 |
| 10 月 | 148800 | 195600 | 145800 |
| 11 月 | 137400 | 130800 | 86400 |
| 12 月 | 123000 | 113400 | 119800 |
| 總和 | 1587000 | 1671000 | 1552680 |

(單位：度)



3. 國道公路警察局第三隊

| | 95 年 | 97 年 | 98 年 | 99 年 |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1 月 | 9600 | 12440 | 10400 | 8880 |
| 2 月 | | | | |
| 3 月 | 9520 | 10520 | 9920 | 8440 |
| 4 月 | | | | |
| 5 月 | 12560 | 12440 | 12160 | 10600 |
| 6 月 | | | | |
| 7 月 | 19480 | 15400 | 16440 | 16520 |
| 8 月 | | | | |
| 9 月 | 22520 | 19280 | 18600 | 16760 |
| 10 月 | | | | |
| 11 月 | 15360 | 15280 | 14840 | 12520 |
| 12 月 | | | | |
| 總和 | 89040 | 85360 | 82360 | 73720 |

(單位：度)

4. 內政部消防署高雄港務消防隊二港口分隊

| | 95 年 | 97 年 | 98 年 |
|------|-------|-------|-------|
| 1 月 | 8320 | 8080 | 6000 |
| 2 月 | | | |
| 3 月 | 5920 | 7280 | 5840 |
| 4 月 | | | |
| 5 月 | 7680 | 9200 | 6960 |
| 6 月 | | | |
| 7 月 | 10960 | 9760 | 7760 |
| 8 月 | | | |
| 9 月 | 12160 | 12480 | 10480 |
| 10 月 | | | |
| 11 月 | 10080 | 10240 | 8160 |
| 12 月 | | | |
| 總和 | 55120 | 57040 | 45200 |

(單位：度)



5. 國道公路警察局第四隊

| | 94 年 | 96 年 | 97 年 | 98 年 |
|------|--------|--------|--------|-------|
| 1 月 | | | | |
| 2 月 | 12800 | 14160 | 13640 | 13280 |
| 3 月 | | | | |
| 4 月 | 13600 | 14240 | 12720 | 11560 |
| 5 月 | | | | |
| 6 月 | 23240 | 17200 | 15760 | 14400 |
| 7 月 | | | | |
| 8 月 | 26840 | 27080 | 22600 | 25720 |
| 9 月 | | | | |
| 10 月 | 29200 | 22640 | 22600 | 20040 |
| 11 月 | | | | |
| 12 月 | 17200 | 14480 | 16160 | 14120 |
| 總和 | 122880 | 109800 | 103480 | 99120 |

(單位：度)

6. 台中地檢署第二辦公大樓

| | 94 年 | 96 年 | 97 年 | 98 年 |
|------|---------|---------|--------|--------|
| 1 月 | 65280 | 64320 | 71200 | 65920 |
| 2 月 | 48960 | 62240 | 61600 | 51200 |
| 3 月 | 48160 | 68320 | 56960 | 53760 |
| 4 月 | 54560 | 83520 | 69600 | 66080 |
| 5 月 | 74720 | 86400 | 77920 | 65280 |
| 6 月 | 120640 | 97120 | 84000 | 67200 |
| 7 月 | 114880 | 94240 | 92160 | 90880 |
| 8 月 | 113760 | 109280 | 93920 | 93760 |
| 9 月 | 123040 | 101920 | 91680 | 86080 |
| 10 月 | 116320 | 90720 | 95200 | 89600 |
| 11 月 | 114400 | 89760 | 92960 | 73120 |
| 12 月 | 97280 | 74880 | 72000 | 60800 |
| 總和 | 1092000 | 1022720 | 959200 | 863680 |

(單位：度)



7. 苗栗地方法院

| | 94 年 | 96 年 | 97 年 | 98 年 |
|------|---------|---------|---------|---------|
| 1 月 | 78000 | 72000 | 67300 | 73700 |
| 2 月 | 65000 | 72300 | 74500 | 53500 |
| 3 月 | 54000 | 55000 | 57900 | 75500 |
| 4 月 | 74000 | 69400 | 69100 | 75100 |
| 5 月 | 76000 | 71800 | 85400 | 77600 |
| 6 月 | 128000 | 129400 | 103900 | 106200 |
| 7 月 | 147000 | 132800 | 151200 | 145700 |
| 8 月 | 150000 | 158900 | 123400 | 159400 |
| 9 月 | 159000 | 157800 | 140800 | 140900 |
| 10 月 | 137000 | 125300 | 161600 | 154600 |
| 11 月 | 117000 | 116600 | 119300 | 125600 |
| 12 月 | 101000 | 81400 | 87000 | 79600 |
| 總和 | 1286000 | 1243200 | 1241400 | 1267400 |

(單位：度)

8. 加工出口區管理處中港分處

| | 93 年 | 95 年 |
|------|---------|---------|
| 1 月 | 105800 | 72800 |
| 2 月 | 78800 | 63000 |
| 3 月 | 45300 | 39300 |
| 4 月 | 99500 | 49400 |
| 5 月 | 106700 | 77600 |
| 6 月 | 124400 | 97700 |
| 7 月 | 149100 | 109900 |
| 8 月 | 110198 | 91000 |
| 9 月 | 155346 | 105500 |
| 10 月 | 137600 | 92100 |
| 11 月 | 122100 | 84300 |
| 12 月 | 97000 | 140600 |
| 總和 | 1331844 | 1023200 |

(單位：度)



9. 海岸巡防總局南部地區巡防局壽麓廳舍

| | 93 年 | 95 年 |
|------|--------|--------|
| 1 月 | 35440 | 24880 |
| 2 月 | 25520 | 23680 |
| 3 月 | 28240 | 20480 |
| 4 月 | 37520 | 26640 |
| 5 月 | 45440 | 23560 |
| 6 月 | 48080 | 34800 |
| 7 月 | 49120 | 40320 |
| 8 月 | 51920 | 38160 |
| 9 月 | 49680 | 43120 |
| 10 月 | 43200 | 37600 |
| 11 月 | 34960 | 34080 |
| 12 月 | 35120 | 32800 |
| 總和 | 484240 | 380120 |

(單位：度)

10. 高雄市政府四維行政中心

| | 92 年 | 93 年 | 94 年 | 95 年 |
|------|---------|---------|---------|---------|
| 1 月 | 631600 | 676000 | 603200 | 621200 |
| 2 月 | 590800 | 552000 | 499600 | 576800 |
| 3 月 | 516400 | 564800 | 726400 | 758800 |
| 4 月 | 681600 | 745600 | 744400 | 702800 |
| 5 月 | 763200 | 772800 | 904800 | 855200 |
| 6 月 | 867600 | 854400 | 938000 | 953600 |
| 7 月 | 868400 | 880400 | 858000 | 772266 |
| 8 月 | 950000 | 901200 | 993200 | 962800 |
| 9 月 | 924800 | 890000 | 897897 | 858800 |
| 10 月 | 884000 | 868000 | 842000 | 806400 |
| 11 月 | 792000 | 767600 | 818000 | 797200 |
| 12 月 | 732000 | 743600 | 672800 | 704800 |
| 總和 | 9202400 | 9216400 | 9498297 | 9370666 |

(單位：度)