

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

台北市 48 方位建築物採光與遮陽之策略評估

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC94-2211-E-032-016-

執行期間：94 年 08 月 01 日至 95 年 07 月 31 日

執行單位：淡江大學建築學系

計畫主持人：周家鵬

計畫參與人員：廖霖梅、蘇皇宇

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 95 年 7 月 28 日

中文摘要

研究內容以台北市太陽輻射能量與日照可及漫射光度方面資料之整理與分析為基礎，評估建築外牆開口部設置水平、垂直以及格柵三種遮陽型式模組時，對於建築室內運用自然採光以及太陽輻射熱遮蔽的影響與效果；針對此三種遮陽型式模組進行採光、遮陽效益之影響因子比較分析，並提供多組效益條件綜合比較各模組效能，給予台北市建築設計者與使用者相關建議之參考。

1. 以淡江大學建築研究所歷年關於水平、垂直以及格柵遮陽型式之自然採光模型實驗操作模組為基礎，設定本研究進行採光與遮陽效益模組討論範圍。
2. 進行台北市相關日照資料整理；在「台北市全天空日照可及漫射光度」方面，依張弘樺君相關預測模型推估淡水日照可及漫射光度值，再配合國家照度標準訂定台北市晝光基準；「太陽輻射能量」方面，依「時期」、「方位角」、「傾斜角度」分析太陽輻射能量特性，並提供台北市適切量體比例與配置方位相關建議。
3. 針對各遮陽型式模組進行採光、遮陽效益操作以及相關結果數據整理。
4. 進行採光、遮陽效益之影響因子比較分析，並以「採光與遮陽」綜合效益項目依不同條件因子比較各模組效能。
5. 以研究討論範圍與假設條件下，依「等體積量體表面受熱情形」建議台北市適切量體比例與配置方位，並以「模組最佳方位」、「方位最佳模組」、「方位最佳遮陽型式」及「相同開窗率下最佳模組」提出遮陽模組於「採光與遮陽」綜合效益比較結果，供台北市建築物外牆設置開口部與外遮陽設施之建議與參考。

關鍵詞：晝光基準；採光節能；窗面日射取得量；遮蔽效益

英文摘要

The main purpose of this study is to provide the comprehensive analysis of energy conservation in the aspect of daylighting and shading Devices for three type of shading device---horizontal , vertical, and eggcrate in Danshuei Area. The performance of those combinations for the contribution of energy saving will be discussed. The results of this study will provide energy saving guideline for different orientations to meet the designer's needs.

1. To make decision of shading device models. Combining antecedent research of Shading Physical Scaling Model and sorting out the congruent factors of them.
2. To provide the energy saving of solar radiation and diffuse daylight in Taipei and to evaluate the efficiency of daylight performance and shading efficiency for each shading device model. Above analysis and evaluation are focus on the radiation, season, azimuth, and tilt angle, and a recommendation will be presented for designers.
3. To analyze the performance data of the combination of solar radiation, daylighting, and solar panels.
4. To analyze factors of energy conservation in the aspect of daylighting and shading Devices, and compare the efficiency of those combined models.
5. To make conclusions and the recommendation of further study.

Key word: Daylighting Reference; Daylighting Saveenergy; solar radiation from window; Shading efficiency

一、緣起與目的

隨著現代科技技術的成熟、材料的進步，在人類大步走向文明、忘卻維護原始自然資源的同時，國際各城市開始出現了都市熱污染、地球溫室化、森林沙漠化等威脅人類生存的自然反撲現象；同時，地球原有豐碩的天然資源也即將面臨殆盡的危機，在全球能源需求依然持續成長的情況下，如何有效運用現(限)有能源並開發新的能源也成為多方專家學者相繼研究探討的課題。

近年來國內外建築界也投入世界能源議題的行列，從「節能」、「健康」、「綠」、「生態」、「永續」等方向進行討論，嚐試地分解一棟建築生命週期的各階段，由內而外、由外而內反覆探討，透過每一步驟的細節要項使資源及能源更簡約、充分的使用，並減少建築未來使用時更多資源的消耗；當建築愈能反應地域環境的狀況時愈能使室內空間貼近人的使用環境，也可減少為達室內舒適環境所使用的設備成本與能源損耗，其中建築基地的配置及面向開口部的處理是建築初步設計規劃上與能源的損耗最直接相關的因子。

地球的生物大都依靠著太陽作息生長，而建築物透過外殼及開口部也將太陽能源所帶來的「光」與「熱」直接及間接地傳導到室內；依照不同時節氣候的轉換人類室內活動空間的需求也有所不同，如何在同一面向用相同的建築表情處理不同時節所帶來的氣候差異、又如何使得太陽的「光」與「熱」透過建築語言——「開口部」、「外遮陽設施」適切地出現在生活之中，也都成為建築領域中共同關心的課題。

因此研究針對台北市地理位置範圍（如圖 1），以台北市日照可及漫射光度與太陽輻射能量之氣象資料為基礎，討論建築量體在不同配置方位、比例下表面受熱的情形，同時在不同面向方位下，針對建築立面開口部及外遮陽設施對於進行室內「採光品質」、「熱遮蔽效果」的效益分析，並且提出綜合效益評估項目與方式，提供台北市於此相關建築設計規劃時之建議及參考。

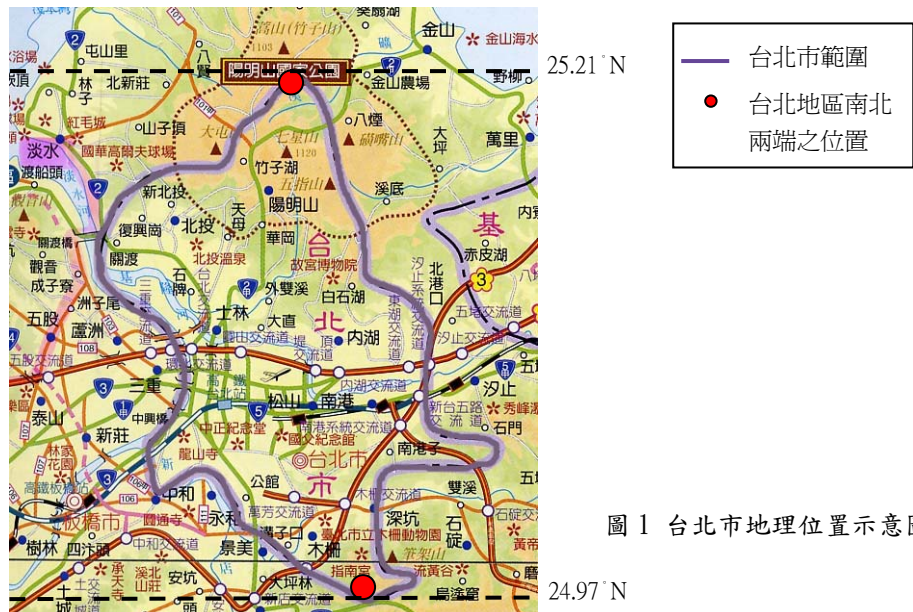


圖 1 台北市地理位置示意圖

二、文獻整理

與本研究內容相關的文獻分別依自然採光、日照與遮陽、建築物開窗性能、建築用氣象資料以及建築再生能源使用等五方面進行整理。其中為研究引用、延伸討論的主要文獻整理如下：

1. 太陽輻射能量與日照可及漫射光度相關研究

- 「建築光環境塑造之全天空太陽輻射能量與可及漫射光度模型之建立」建立三種天穹狀況下之日照可及漫射光度之預測模型，作為淡水地區相關日照資料之基礎。

2. 建築量體表面積受熱情形討論

- 「太陽輻射能量在初步規劃設計上之應用——以恆春地區為例」研究內容以恆春地區之太陽輻射能量為基礎數據，討論量體「等體積」、「等樓地板面積」、以及「等表面積」條件下量體表面受熱情形。

3. 自然採光與照明節能

針對室內空間在開口部、外遮陽板等相關變因下討論其對室內自然採光的品質以及熱遮蔽效果的影響，研究理論依據「晝光率」、「遮蔽率」分別測試採光效能及遮蔽效能；採光部份以半球晝光實驗室進行縮尺比例模型實測，並利用電腦模擬程式進行遮蔽效果評估。

- 「建築技術規則中採光規範之研究：以住宅及旅館居住單元空間為對象」
- 「水平遮陽板與導光板之採光效能研究」
- 「格柵遮陽板之遮蔽效果與採光效能相關研究」
- 「建築物垂直遮陽板之採光與遮蔽效能綜合研究」
- 「綠建築解說與評估手冊（2003年更新版）」

4. 遮陽板遮蔽效能

- sun-shade 電腦模擬程式：以三角幾何關係式建立電腦 Sun-Shade 程式，依太陽運行軌跡動態模擬建築物全年受日照、日射的狀況，紀錄逐時、全年外遮陽設施對於建築外牆開口部之遮蔽效果，以「遮蔽率」作為評估數值。

5. 外遮陽板綜合效益研究

- 「建築外遮陽板採光、遮陽與光電效益評估研究——以淡水地區為例」研究以淡水漫射光與太陽輻射能量為基礎，討論建築量體配置方位，並在 48 方位下針對三種型式外遮陽板配合開口部進行室內採光、熱遮蔽效果相關分析，同時結合遮陽板設置光電板之光電效益綜合檢視各遮陽模組之效能。

三、研究方法

研究內容主要可分台北市日照資料整理、建築量體受熱情形以及遮陽模組於採光、遮陽方面的效益分析。研究方法依各階段進行之方式整理如下：

表 1 研究方法之整理

| 項目 | 對象 | 來源 | 內容 |
|-----------|----------------------------|----------------------------|---|
| 1. 資料蒐集整理 | • 歷年文獻 | • 研究論文 • 出版書刊 • 發表刊物 | 分就自然採光、日照與遮陽、建築物開窗性能，以及建築用氣象資料與建築再生能源使用等五項方面。 |
| 2. 數據整理 | • 太陽輻射量 | • 全天空日射量推導 | a. 48 方位（方位角以正北為 0°、依順時針劃分為 48 個方位） b. 7.5° 傾斜角（7.5 度為間隔，依水平、垂直、及各傾斜面所得全天空太陽輻射量） c. 分為全年期、溫熱期、冷涼期 |
| | • 模型實驗之畫光率 • 日照可及漫射光度 | • 歷年研究資料（陳致和、廖連輝、劉澄泰） | a. 整理遮陽模組實驗之畫光率數據。 b. 依國家室內照度標準訂定畫光基準 c. 以室內外周區畫光利用情形分析評估採光效能 |
| 3. 電腦模擬 | • 遮蔽率 | • Sun-Shade 程式（李義鴻，1992） | a. 依不同遮陽型式及模組模擬遮蔽率值 b. 進行 48 方位遮蔽輻射量 |
| 4. 效益評估分析 | • 遮陽效能 • 採光效能 • 綜合效能 | • 數據整理 • 分析條件 | a. 圖、表整理及分析 b. 評估依據及建議 |

四、結果與討論

研究內容以台北市太陽輻射能量與日照可及漫射光度方面資料之整理與分析為基礎，探討建築量體適切配置方位與比例之選擇，另外則以建築外牆開口部設置水平、垂直以及格柵三種遮陽型式模組時，對於建築室內運用自然採光以及太陽輻射熱遮蔽的效果進行討論；同時針對各遮陽模組進行採光以及遮陽效益之影響因子比較分析，並提供多組效益條件綜合比較各模組效能，給予台北市建築設計者與使用者相關建議之參考。

（一）台北市日照資料整理

1. 台北市畫光基準

採張弘樺君¹於淡水地區日照可及漫射光度研究中所建立之日照可及漫射光度「陰天模型」代入台北市地理中心緯度：N25.09°於春、秋分正午之太陽高度角，推導出台北市日照可及漫射光度代表值，配合國家室內照度規範針對室內不同用途性質的空間所訂之照度標準作為訂定台北市畫光基準的基礎，此將供作評估遮陽模組於外周區內畫光利用的情形。

註 1、張弘樺探討日射量與畫光照度在建築環境計劃分析時之實際量化應用為主，並經由時地觀測紀錄，進而推導淡水地區日射量之線性迴歸方程式。

表 2 台北市晝光基準分級

| | 視覺要求 | | |
|--|-------------------------|-------|-------|
| | 簡單 | 中等 | 較高 |
| 國家照度基準 (lux) | 300 | 500 | 750 |
| 轉換公式 | (照度基準/台北市可及漫射光度) × 100% | | |
| 基準晝光率 | 1.30% | 2.16% | 3.25% |
| 照明用電密度 (W/M ²) | 12 | 20 | 30 |
| 張弘樺建立之陰天模型： $E_{d-pc} = 0.18 + 25.507 (\sin At)^{1.0804}$ 代入 $At = 64.91^\circ$ 得台北市可及漫射光度 ≈ 23096.89 (lux) | | | |

資料來源：本研究整理

2. 台北市太陽輻射能量解析

台北市太陽輻射能量依三時期〔全年期、溫熱期（5~10 月）、冷涼期（12~3 月）〕、48 組垂直面向方位角以及 14 組傾斜角進行數據整理分析，方式如下：

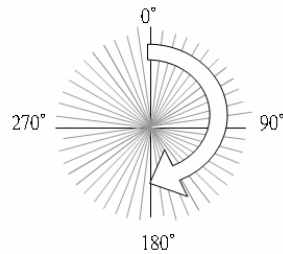


圖 2 方位角劃分方式（以正北為 0 度順時針以 7.5 度劃分 48 組垂直面向方位）

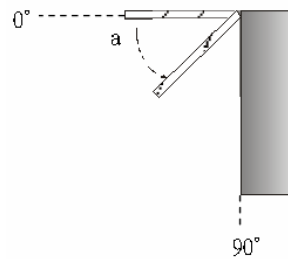


圖 3 傾斜角劃分示意圖（以水平面為 0 度、垂直面為 90 度以 7.5 度劃分，加上緯度共為 14 組）

(1) 全年期、溫熱期、冷涼期三時期比較

當傾斜角度越大時，三時期個別太陽輻射能量的變化越易隨方位而影響。溫熱期佔全年期之太陽輻射能量在 32%~96% 之間，最高約達 940 $\text{kw/m}^2\text{Yr}$ ；而冷涼期所佔比例則在 48% 以下，僅在方位角 $157.5^\circ \sim 202.5^\circ$ （正南各偏東、西 22.5 度）間配合傾斜角度在 $60^\circ \sim 90^\circ$ 範圍內時，其太陽輻射能量值則大於溫熱期，尤以 90° 相差最高約為 60 ($\text{kw/m}^2\text{Yr}$)。

(2) 遮陽與光電效益之因應

假設一般建築立面皆與地面垂直（傾斜角為 90° ）討論在 48 方位下立面受熱情形，溫熱期接近 97.5° 以及 262.5° 方位時立面所受太陽輻射能量值較高約為 311 ($\text{kw/m}^2\text{Yr}$)，全年期 48 方位下太陽輻射能量的消長與溫熱期相似，而在接近 112.5 及 247.5 方位時受太陽輻射能量最高約為 518 ($\text{kw/m}^2\text{Yr}$)，相對地應在此方位角範圍內考慮適切遮陽的設施。

在光電效益方面，依照三時期各方位 14 組傾斜角組數建議最佳傾斜角設置角度，溫熱期最佳設置方位變動範圍較全年期與冷涼期小，而冷涼期變動範圍最大，如表 3 所示：

表 3 三時期最佳光電效益之傾斜角度範圍

| | 最佳設置傾斜角度範圍 | 差距 (kw/m ² Yr) |
|-----|------------|-----------------------------|
| 全年期 | 0° ~22.5° | 52.8 (kw/m ² Yr) |
| 溫熱期 | 0° ~7.5° | 2.5 (kw/m ² Yr) |
| 冷涼期 | 0° ~45° | 78.1 (kw/m ² Yr) |

資料來源：本研究整理

然而，考慮光電板之最大效益下，研究則以調整最佳傾斜角度獲得最大太陽輻射能量值進行討論；以 48 組方位中，一月至十二月裡最佳設置傾斜角度之太陽輻射能量值相加，則方位角 105° ~262.5° 之間其太陽輻射能量照射量明顯大於固定式之光電板，最多高於 9.33%，兩者相差約為 87 (kw/m²Yr)。

(二) 台北市建築量體配置之建議

量體在等體積條件下，以表面接受全年期太陽輻射能量值進行量體配置討論；由於垂直面與水平面之太陽輻射能量值在相同方位角上相差的幅度在 42~92% 之間，約為 360~820 (kw/m²Yr)，其中有 40 組方位之水平面單位面積下受太陽輻射能量值大於垂直面一倍。

30 組不同比例量體及 24 組配置方位討論範圍內，「扁長」易受水平面所佔整體表面積比例之影響，而「瘦長」量體則依立面之面向方位而決定受熱情形，然而越接近方正者其受熱量則較小；然而相對「扁長」量體在配置方位改變時受熱差距僅在 10~20%，「瘦長」、「中瘦/扁」量體則有大幅度的變化，其值在 22~112% 之間；30 組不同比例量體適切配置，則以 00000-90000-18000-27000、00750-90750-18750-27750 為較佳。

(三) 遮陽模組效益分析評估

研究中討論的遮陽板模組主要以淡江大學晝光實驗室之歷年研究為基礎，綜合陳致和君、劉澄泰君和廖蓮輝君所作水平、垂直、及格柵三種遮陽型式(註 2) (之後皆稱為「前期研究」) 於採光效能模型實驗的模組設定為依據，依三人操作實驗中相同因子的設定，作為本研究在討論遮陽板效益時的模組對象，整理如表 4：

表 4 遮陽模組設定

| 遮陽型式 | | 開窗率 (%) | 遮陽深度比 |
|------|----------|----------|----------|
| 水平 | 單片 | 15、20、 | 0.2、0.4、 |
| 垂直 | 間距 60 cm | 25、30、 | 0.6、0.8、 |
| 格柵 | 六分格 | 35、40、45 | 1.0 |

*格柵遮陽在開窗率 25% 以上時依垂直板間距有兩組以上相同開窗率模組，水平、垂直及格柵三種型式遮陽板模組組數合計為 140 組。

1. 單一效益

(1) 採光效益

以晝光基準之中等視覺要求作為室內晝光利用效益之上限，外周區範圍內之室內面積全年最多可達 2467.94 (kw/Yr)。晝光利用在自然採光節能方面，包括節約之燈具照明用電量以及相對所節約燈具發熱之空調用電量，其中所節約燈具發熱之空調用電量約佔整體採光節約用電之 23%。

表 5 各型式遮陽模組於採光效益方面之最佳範圍

| 遮陽型式 | 外周區內皆達晝光利用要求之開窗率 | | 備註 |
|------|------------------|------|---|
| | 簡單要求 | 中等要求 | |
| 水平 | 25% | 30% | 當遮陽型式模組達晝光利用要求標準之開窗率時，此時增大開窗率對室內採光並無助益。 |
| 垂直 | 20% | 30% | |
| 格柵 | 25% | 40% | |

(2) 遮蔽效益

討論各遮陽模組在 48 組方位下之遮蔽效益情形，分別依「方位最佳模組」、「模組最佳方位」、「遮陽型式」進行比較，結果整理如下：

表 6 各型式遮陽模組於遮陽效益方面之最佳範圍

| 比較方式 | 效益較佳之範圍 | | 最大效益值 (kw/m ² Yr) |
|------------|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| ■ 方位最佳模組 | 以格柵型式遮陽深度比較高者，48 方位下遮蔽效益皆比水平、垂直型式者較佳。 | | ≒11,408 |
| ■ 模組最佳方位 | 水平 | 09750~13500、22500~27750 | ≒8,517 |
| | 垂直 | 11250~14250、21750~24750 | ≒9,926 |
| | 格柵 | 10500~14250、21750~26250 | ≒11,408 |
| ■ 方位最佳遮陽型式 | 水平 | 06750~09750、25500~30000 | ≒8,517 |
| | 垂直 | 30750~00000-06000、10500~24750 | ≒9,926 |
| | 格柵 | 48 方位下遮蔽效益皆較佳 | ≒11,408 |

2. 「採光與遮陽」綜合效益

以三種遮陽型式共計 140 組模組與 48 組垂直面向方位於全年期之效益為範圍，依照「模組之最佳方位」、「方位之最佳模組」、「方位之最佳遮陽型式」以及「相同開窗率下之最佳模組」之分析方式進行比較，嘗試在不同條件下給予適切模組之選擇。

表 7 各型式遮陽模組於採光與遮陽綜合效益方面之最佳範圍

| 比較方式 | 效益較佳之範圍 | | 最大效益值 (kw/m ² Yr) |
|---------------|---|-------------------------------|---------------------------------|
| ■ 方位最佳模組 | 以格柵型式遮陽深度比較高者，48 方位下遮蔽效益皆比水平、垂直型式者較佳。 | | ≒13,876 |
| ■ 模組最佳方位 | 水平 | 09750~13500、22500~27750 | ≒10,985 |
| | 垂直 | 11250~14250、21750~24750 | ≒12,394 |
| | 格柵 | 10500~14250、21750~26250 | ≒13,876 |
| ■ 方位最佳遮陽型式 | 水平 | 06750~09750、25500~30000 | ≒10,985 |
| | 垂直 | 30750~00000-06000、10500~24750 | ≒12,394 |
| | 格柵 | 48 方位下遮蔽效益皆較佳 | ≒13,876 |
| ■ 相同開窗率下之最佳模組 | 比較開窗率分別在 15~45% 內各遮陽模組之綜合效益可以發現：開窗率相同較小的組數，在部分方位範圍內遮陽深度比越小者其綜合效益則較優，凸顯採光效益之影響；而開窗率較大的組數相比較時，則優勢漸漸傾向遮陽深度比越大者，尤以格柵型式為最。 | | |

五、後續發展與研究建議

目前由當地氣象資料進而導入建築室內採光以及外遮陽效益方面的研究並不多，一方面鑑於氣象觀測數據的收集及分析需要長久時間的累積與修正，同時也需投入絕對的心力與人力；淡江大學建築研究所自民國 79 年於淡水地區建立半球晝光模擬實驗室，至民國 87 年開始監測相關氣象數據，迄今相關研究之成果也不斷發表、回饋台灣建築學術領域。

在 93、94 年度分別進行淡水地區及台北市建築物外遮陽板採光、遮陽效益方面的研究，透過當地日照可及漫射光度與太陽輻射能量實際數據進一步評估建築物開口部搭配不同外遮陽模組時，對於室內晝光利用程度及遮蔽的效果，並且討論建築量體適切比例與方位配置，完整提供當地在建築初步規劃由建築量體至立面開口部設計時各階段量化的效益予以參考比較；相關研究後續發展與建議整理幾點如下參考：

1. 研究中透過淡水地區相關日照方面的經驗累積、複製到台北市應用，在地理位置相近情形下，彼此間在成果上有類似的趨勢發生；然而氣象實測資料的蒐集需長久時間的累積方能將相關的分析建立成較具可信度之迴歸模型，而其中也需不斷地經由實際數據修正相關係數，如何將此經驗在台灣其他地區以省時而有效率的方式操作進行，可成為後續相關研究探討內容。
2. 進行外遮陽板模組對於室內採光與遮蔽效果操作過程中雖然繁複且冗長，但實際上作業重複性質極高，未來可建構完整資料庫與圖表，將氣象資料、採光實驗數據以及外遮陽系統電腦模擬程式整合於單一電腦操作介面，讓相關研究便利進行同時也易推廣與應用。
3. 在台北市地形、都市熱島效應等影響下自然通風在建築基地環境、人體舒適度也扮演舉足輕重的角色；現階段關於台北市建築外牆開口部與外遮陽板設置在室內採光與熱遮蔽效果方面的討論亦趨完臻，後續將可以本研究為基礎，加入「風」的因素，綜合「光」、「熱」、「風」之條件，探討建築配置、開口部與外遮陽板設置彼此間相呼應之關係。

■ 參考文獻

- 1、廖霖梅，2005，「建築物外遮陽板採光、遮陽宇光電效益評估研究---以淡水地區為例」，淡江大學碩論。
- 2、吳明威，2004，「太陽輻射能量在初步規劃設計上之應用-以恆春地區為例」，淡江大學碩論。
- 3、尤如瑾，2004/06/15，「從世界太陽光電市場發展概況來看」，產業技術服務網，工研院 IEK 機電運輸組。
- 4、蕭艾鈴，2003，「學校建築節能設計分析與全尺度實驗印證」，中山大學碩論。
- 5、林憲德，2003，「綠建築解說與評估手冊（2003 年更新版）」。
- 6、張子文，2001，「太陽電池應用於建築上之研究」，成功大學碩論。
- 7、黃建誠、戴邦文，2001，「產業照明燈具改善實例」，經濟部能源節約技術報導，第 41 期。
- 8、張弘樺，2000，「建築光環境塑造之全天空太陽輻射能量與可及漫射光度模型之建立」，淡江大學碩論。
- 9、徐筱琪等，「國人空調舒適度調查研究」，工研院能資所報告編號 06389D056。
- 10、劉澄泰，1997，「建築物垂直遮陽板之採光與遮蔽效能綜合研究」，淡江大學碩論。
- 11、廖蓮輝，1996，「格柵遮陽板之遮蔽效果與採光效能關係研究」，淡江大學碩論。
- 12、陳致和，1995，「水平遮陽板與導光板之採光效能研究」，淡江大學碩論。
- 13、游壁菁，1992，「建築技術規則中採光規範之研究：以住宅及旅館居住單元空間為對象」，淡江大學碩論。
- 14、周家鵬，1992，「建築技術規則採光相關規定之研究」，內政部建研所。