

台灣建築物水平外遮陽Ki值最佳化之研究

黃雅筠*

中國科技大學

建築研究所碩士生

摘要

本研究根據水平外遮陽的面向方位及深度比所構成的Ki值矩陣，建構三度空間點陣結構圖。整體Ki值之分布係隨著不同方位與深度比而呈現起伏的狀況，本研究進一步串聯起各式水平外遮陽的Ki值，再依據數據模擬建立Ki值三度空間立體弧形構面；並且在判定係數 $R^2 = 0.99$ 的水準下，得以依據此立體弧形構面更為精確地模擬估算出，在各種不同水平遮陽深度比、及不同方位下最佳的Ki值。而由Ki值三度空間弧形之剖面所建立之傅立葉函數，得以更為妥適地描述ki值的變化，以及做為後續敏感度分析研究之基礎。

關鍵字：水平外遮陽、Ki值、三度空間剖面

The optimal Ki value of horizontal shading facilities in Taiwan architecture

Abstract

A three-dimensional lattice structure of Ki was constructed in accordance with the direction and ratio of depth regarding to the horizontal shading facilities. All values of Ki were employed to construct a 3-D arc structure. Apparently, the distributions of Ki values are fluctuated along the different direction and ratio of depth. A Fourier function was created to have detail description about the Ki matrix and profile of its 3-D structure. Under the condition of determine coefficient $R^2 = 0.99$, it can estimate the Ki value more precisely by 3-D arc structure per the different direction and ratio of depth. The variation of 3-D profiles may contribute much to the future study in sensitivity analysis of Ki.

Key words: Horizontal shading facility, Ki value, Profile of 3-D structure

一、前言

1.1 研究動機與目的

建築物外遮陽設計對於台灣濕熱溫暖多雨的氣候型態是非常重要的設計手法，外遮陽除了具備遮陽效果雨天時更有遮雨功能。台灣地區夏季漫長又高溫，由於建材會吸收熱能，建築物外殼在夏日經由太陽光照射，熱量藉由傳導、對流、輻射的方式進行傳遞，造成室內空間溫度升高而悶熱，因此，室內環境要能達到舒適度，首重建築物外殼隔熱、遮陽設計。良好的外遮陽設計其隔熱效果對於室內發熱量大的建築物更形明顯。

建築設計的初始，從基地位置的選擇起，即影響未來建築物座向的方位。而基地四週環境：諸如海岸線景觀、選擇較佳視野、四季的主要風向、基地所在位置的高度及年平均溫均會影響窗戶開口率及形式，窗戶的開口率是引入熱量的重要因素，因此，開窗方位應該設計外遮陽。此外，開窗方位、深度比等均與外遮陽修正係數(ki值)密切相關；因此如何將影響外遮陽修正係數的各種因素予以適度配置，以滿足原始設計的需求並獲得最佳化之外遮陽修正係數即為本研究之主要動機所在。本論文主要是透過數據模擬計算尋求開窗方位外遮陽修正係數ki值最佳化之組合。研究目的如下：(1) 尋求修正係數ki值之最佳化，做為建築物外遮陽設計之參考，(2) 運用有效外遮陽設計，使建築物輕易達到隔熱效果，並減少空調耗能。

二、文獻與理論探討

2.1 建築物開窗外遮陽設計

建築室內的「溫度差」及太陽的「日射量」氣候因素是造成建築耗能的主要原因，而能減少「溫度差」的技術就是隔熱；減少「日射量」的技術就是「遮陽」〔1〕。建築在不同方位所受到的日射量皆不同，以西南面日射量最多，北面最低，在建築物的方位思考上，應盡量減少建築物長軸受日射量最大處(西南方)，以減少受熱面積〔2〕。隔熱有屋頂隔熱，可利用屋頂綠化設計改變室內外溫度差；遮陽指的是外遮陽設計，可利用各種外遮陽形式來阻擋太陽直射光。由於太陽的直射光會形成眩光，當室外日光強烈時更需要有適當的外遮陽設計，室內環境才不至於因眩光而令人產生不舒適感。而對於溫暖多雨的台灣，外遮陽設計還具備了遮雨、防塵功能，依據2005年至2012年台北降雨日數統計，詳如表1所示。

以2005~2012年合計八年統計每一月份降雨日數平均值皆在10天以上，因此，開窗部位設計外遮陽，其功能性除了阻擋強烈太陽直射光，下雨天亦能防止雨水濺入室內，避免造成雨天無法開窗通風性不佳之窘境發生。台灣的雨季並不容易依照四季來劃分，冬天反而是較少降雨的季節，尤其是中南部甚至幾乎沒有降水，可稱之為枯水期〔3〕。

表1 台北地區2005年至2012年降雨日數統計表

Table 1. The raining days in Taipei from 2005 to 2012

| 年分 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
|------|--------|--------|--------|--------|----|--------|-------|--------|------|------|------|--------|
| 2005 | 13 | 18 | 15 | 13 | 16 | 16 | 12 | 19 | 8 | 20 | 7 | 15 |
| 2006 | 15 | 10 | 15 | 18 | 19 | 16 | 14 | 11 | 17 | 4 | 17 | 11 |
| 2007 | 9 | 9 | 17 | 17 | 13 | 19 | 10 | 23 | 18 | 13 | 17 | 4 |
| 2008 | 15 | 22 | 12 | 15 | 16 | 20 | 10 | 8 | 19 | 9 | 14 | 8 |
| 2009 | 13 | 8 | 19 | 14 | 6 | 10 | 10 | 13 | 11 | 15 | 14 | 15 |
| 2010 | 15 | 13 | 6 | 12 | 14 | 23 | 12 | 13 | 15 | 19 | 14 | 6 |
| 2011 | 25 | 14 | 12 | 7 | 18 | 13 | 14 | 17 | 9 | 13 | 18 | 20 |
| 2012 | 16 | 15 | 13 | 23 | 18 | 16 | 8 | 19 | 11 | 7 | 15 | 18 |
| 平均值 | 15.125 | 13.625 | 13.625 | 14.875 | 15 | 16.625 | 11.25 | 15.375 | 13.5 | 12.5 | 14.5 | 12.125 |

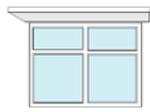
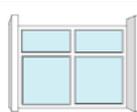
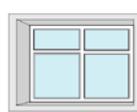
(資料來源:中央氣象局全球資訊網)

2.2 外遮陽形式分類

由於不同方位所受到的日射量不同，太陽輻射能量在地理經緯度上也有相對的關係，其中又以「緯度」影響較深。高緯度寒帶地區，因為希望增加陽光的照射而開大玻璃窗，低緯度熱帶及亞熱帶建築物開窗須要考慮方位、開口率及設置的外遮陽型式，才不至於引進更多日射熱。依據我國 2009 年綠建築設計技術規範，建築外遮陽分為水平遮陽、垂直遮陽、格子遮陽等三種基本形式如表 2 所示。根據不同的方位選擇適宜的外遮陽形式，來達到其遮陽效果，本研究以 4 個方位，深度比 0.5 查表排列最適順序〔4〕。

表 2 外遮陽基本形式

Table 2. The basic forms of shading device

| 簡單基本形式 | | 最適方位 | 深度比 0.5 時之 ki 值 | 遮陽特性 |
|--------|---|-------|-----------------|-----------------|
| 水平式 |  | 1. 南向 | 0.41 | 可遮擋太陽高度角較高的輻射 |
| | | 2. 西向 | 0.56 | |
| | | 3. 東向 | 0.56 | |
| | | 4. 北向 | 0.68 | |
| 垂直式 |  | 1. 北向 | 0.19 | 可遮擋窗面較低的日射 |
| | | 2. 南向 | 0.56 | |
| | | 3. 西向 | 0.75 | |
| | | 4. 東向 | 0.75 | |
| 格子式 |  | 1. 北向 | 0.13 | 阻擋較傾斜之太陽高度角及方位角 |
| | | 2. 南向 | 0.22 | |
| | | 3. 西向 | 0.43 | |
| | | 4. 東向 | 0.43 | |

2.3 Ki 值最佳化之定義

〔Ki 值〕是現有的建築節能法令中，外遮陽的檢驗基準，其為外遮陽對日射遮陽效果的指標，例如 $K_i=0.32$ 時，表示可阻擋全年日射熱的 68%，所以當 $K_i < 0.5$ 時，表示可阻擋全年 50% 以上的全年日射熱〔5〕，也才能達到綠建築日常節能指標之外殼節能評估項目。

所謂最佳化即是應用數學的研究領域，在給定約束之下尋求某些因素(的量)u 以使某一(或某些)指標達到最優的一些學科的總稱〔6〕。由於 K_i 值代表開窗部位 i 之外遮陽係數，其中深度比、方位、與 K_i 值大小有密切相關。台灣是亞熱帶低緯

度國家，一般來說，建築平面設計最好的方位是在南向開口，因南向有引入季風及通風的功能，但南向日照時間較長，因此，應運用水平外遮陽阻絕南向的陽光直射屋內造成室內溫度提高，且水平外遮陽最適用於南向、西南、東南方位，因此，本研究以水平外遮陽作為數據模擬Ki值最佳化之外遮陽形式。

三、研究方法

3.1 雙諧波曲面模型

本研究根據建築物水平外遮陽之深度比，方位與Ki值，建立3D之雙諧波曲面模型(Biharmonic surface)，如圖1所示。顯示其於南向方位之Ki值最低，而整體3D雙諧波曲面形成一個狹長的山谷形狀，其位於谷底的位置，更形成一個凹槽，其底部即為南向方向的Ki與深度比形成之曲線。

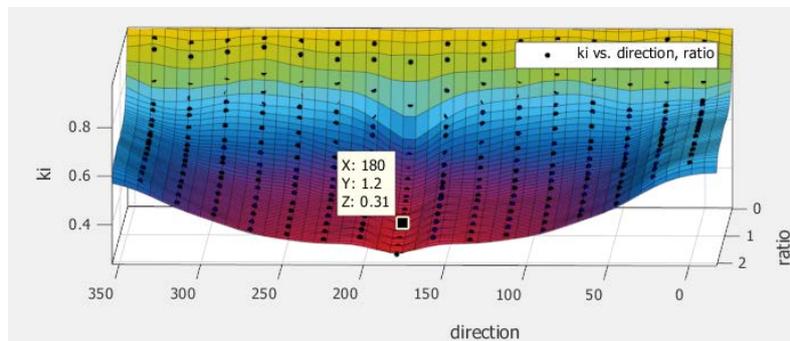


圖1. 水平外遮陽深度比、方位、Ki值之3D雙諧波曲面模型

Fig. 1. The 3D-biharmonic surface of direction, ki and ratio of depth regarding to the horizontal shading facilities

由各已知Ki值點所構成的3D雙諧波曲面模型中，依圖1所示該點之Ki值為0.31，其所在方位為南向(180度)，而相對之外遮陽深度比為1.2。隨著深度比的增加，Ki值亦隨之下降的趨勢也同樣地顯現在此曲面模型中。根據3D雙諧波曲面模型，可以搜尋出不同方位、深度比的Ki值。本研究另以該模型之側面顯示方式(如圖2)，展現出當方位為246.1度，深度比為0.0383時，則其Ki值為0.9392。

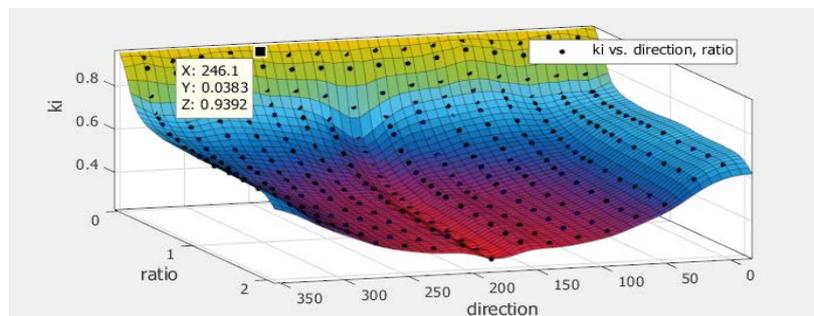


圖2. 3D雙諧波曲面模型側面顯示圖

Fig. 2. The profile of 3D-biharmonic surface

這也顯示出依據本研究所提出的3D雙諧波曲面模型，對Ki值的探索將可不受限於既有Ki值表格數據的限制，而開啟了在各式水平外遮陽深度比、及不同方位情況下，得以尋求其最佳Ki值的模式。

3.2 双諧波曲面模型剖面函數

整體Ki值的表現，基本上是隨著深度比增加，而呈現逐漸下降的形勢；但是在鄰近北向部份比較不明顯，反之愈接近南向，則Ki值隨著深度比增加而下降的形勢愈發明顯。其所形成峽谷狀的演變狀態已如圖1及圖2所示。本研究則進一步探索該双諧波曲面模型之橫斷面分布情形。

以水平外遮陽深度比=0.6為例，双諧波曲面模型之剖面如圖3所示。根據圖3，可以發現隨著方位的轉變剖面曲線所呈現的山谷走勢甚為明顯，其左右大致呈對稱的分布；以22.5°及337.5°為例，兩者均與正北方對稱，但是Ki值分別為0.63及0.61，而有些許的差異存在。同樣地，經由圖形顯示可以明確地發現，在相同的水平外遮陽深度比下，只因為面向的方位不同，所產生遮陽效果的Ki值便有極大的差異。

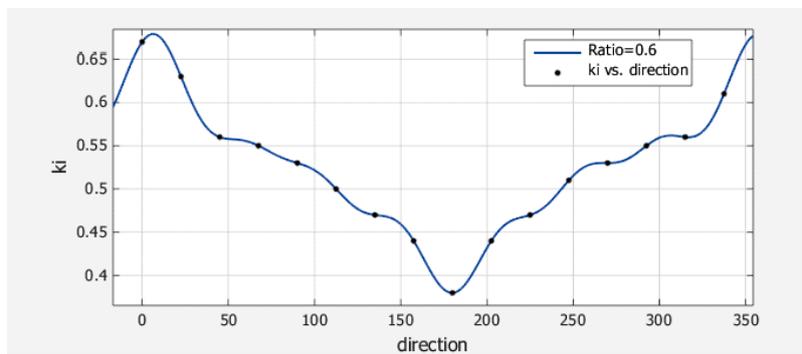


圖3. 深度比為0.6時之3D双諧波曲面模型剖面圖

Fig. 3. The profile of 3D-biharmonic surface with the ratio of depth equals to 0.6

再以水平外遮陽深度比=1.6為例(如圖4所示)，經由不同水平外遮陽深度比的剖面曲線的觀察，可見原先呈峽谷狀分布的Ki值已逐漸趨於平緩。在接近北向部份的Ki值變化較小，但是南向的Ki值卻降低的非常明顯。以22.5°的Ki值為例，當水平外遮陽深度比由0.6改變為1.6時，Ki值的變化僅由0.63改變為0.6；然而在180°南向的Ki值，則由0.38降為0.29。另一方面，不論水平外遮陽深度比為何者，近北方的東向水平外遮陽所獲致的遮陽效果均較西向為略佳。例如，位於22.5°的Ki值在水平外遮陽深度比為0.6及1.6時均高於337.5°位置的Ki值。

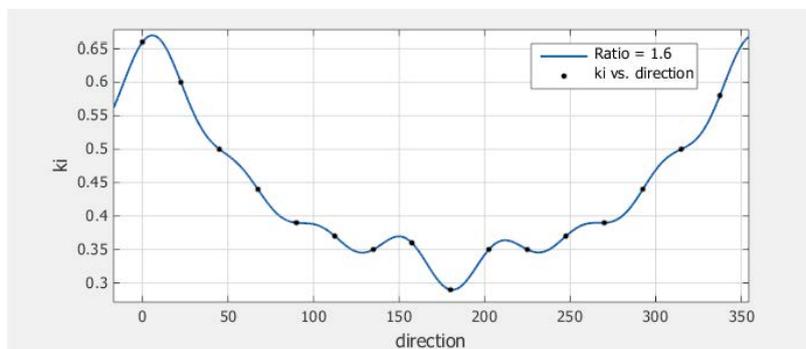


圖4. 水平外遮陽深度比為1.6時之3D双諧波曲面模型剖面圖

Fig. 4. The profile of 3D-biharmonic surface with the ratio of depth equals to 1.6

本研究進一步在 95% 的信心水準及滿足均方根誤差 $RMSE=1.231e-07$ 的條件下，建立傅立葉方程式，以完整呈現 3D 雙諧波曲面於水平外遮陽深度比為 1.6 時之剖面曲線的表示方式。其中 $f(x)$ 為 K_i 值， x 表示方向。以方向為 300° 之水平外遮陽為例，當其深度比為 1.6 時，經計算得其 K_i 值為 0.469。

傅立葉方程式：

$$f(x) = a_0 + a_1 \cos(x*w) + b_1 \sin(x*w) + a_2 \cos(2*x*w) + b_2 \sin(2*x*w) \\ + a_3 \cos(3*x*w) + b_3 \sin(3*x*w) + a_4 \cos(4*x*w) + b_4 \sin(4*x*w) \\ + a_5 \cos(5*x*w) + b_5 \sin(5*x*w) + a_6 \cos(6*x*w) + b_6 \sin(6*x*w) \\ + a_7 \cos(7*x*w) + b_7 \sin(7*x*w)$$

表 3 傅立葉方程式參數值表
Table 3. Parameters of Fourier Equation

| 參數值表 | 參數值表 |
|-------------------|------------------|
| $a_0 = 0.429$ | $w = 0.01788$ |
| $a_1 = 0.1275$ | $b_1 = 0.01108$ |
| $a_2 = 0.04376$ | $b_2 = 0.00731$ |
| $a_3 = 0.02635$ | $b_3 = 0.009433$ |
| $a_4 = 0.005207$ | $b_4 = 0.002677$ |
| $a_5 = 0.01387$ | $b_5 = 0.009278$ |
| $a_6 = 7.428e-05$ | $b_6 = 0.001251$ |
| $a_7 = 0.01426$ | $b_7 = 0.01043$ |

四、結論

水平外遮陽的遮蔽效果深受方向，以及其深度比的影響。根據本研究所建立的 3D 雙諧波曲面模型，顯示南向 180° 的方位其遮蔽效果受到深度比的影響最明顯；而鄰近北向方位的水平外遮陽效果受到深度比的影響較小。依本研究所提出之雙諧波曲面模型所建立於特定水平外遮陽深度比的傅立葉方程式，可以計算出在任何方位下的 K_i 值。後續研究者可以繼續依照本研究所建構之 3D 雙諧波曲面模型，及其剖面之傅立葉方程式，進一步探討 K_i 值與水平外遮陽深度比，及方位變化間的關聯性與敏感度分析。

參考文獻

1. 洪得雄，鄰棟建築遮陽與節效率之研究，中國文化大學碩士論文，2005
2. 林憲德，綠建築 84 項技術：綠色建築設計指南，2010
3. 中央氣象局全球資訊網
4. 年綠建築設計技術規範，內政部建築研究所，2009
5. 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
6. (維基百科) <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%9C%80%E4%BC%98%E5%8C%96>