

大樓外側遮陽帷幕存在價值及熱環境分析 -以國立虎尾科技大學文理暨管理大樓為例

梁大慶^{1*} 許維芝²

^{1*}國立虎尾科技大學休閒遊憩系助理教授

²國立虎尾科技大學休閒遊憩系碩士生

摘 要

台灣地處低緯度地區，終年受到陽光直射或小角度正射，部分新建大樓在設計時，往往會考慮西曬問題，因此常在大樓外側架設遮陽帷幕，以解決西側太陽直射且帶來室內溫度升高的問題。本校新建的文理暨管理學院大樓，在原設計中為了解決西曬問題，在大樓西側加設一幅由五樓延伸至六樓的白色大型遮陽帷幕，以阻擋陽光直射的問題，但也延伸通風不良及視覺障礙的缺點；其遮陽帷幕是否真有達到降溫之效能或其降溫程度如何，原設計單位也提不出確切的證明。本研究使用建築熱能分析軟體重建量體及材質特性，並模擬導入氣候條件，進行熱環境及日照分析，探討遮陽帷幕之實際效益，並分析舒適度的狀況。

本研究以國立虎尾科技大學文理暨管理學院大樓之數位建模及材質設定，透過相關邊界條件設定及熱流計算，分析內容包括日照間距與時間的計算、逐時溫度分析、各空間的耗能分析及空間舒適度分析，並比較遮陽帷幕架設前後之差異性。歸納結論分述如下：

- 一、日照間距與時間分析大樓外側加蓋白色帷幕陰影部分，日照時數由 4.5 小時變為 0，對於西曬（日光直射）有著顯著的改善，有其存在之價值及功能。
- 二、逐時溫度分析位於建築物本體同層西南側的室內溫度為最高，而北側室內溫度最低。
- 三、同樓層西側有受遮陽帷幕影響和未受遮陽帷幕影響溫度達 3.1℃ 的差異。
- 四、在空間舒適度分析方面，以平均輻射溫度範圍值在 32~33℃ 時，熱舒適度指標為 2.1PMV，不滿意指標（PPD）高達 81.9%，若不啓開空調冷氣的狀況下，處於不舒適的環境。

關鍵字：熱環境、遮陽帷幕、舒適度

*聯繫作者：國立虎尾科技大學休閒遊憩系，雲林縣虎尾鎮文化路 64 號
Tel: 0988-306111
E-mail: tachng@nfu.edu.tw



壹、緒論

台灣位處亞熱帶地區，日曬時間較長，雖然有明亮、溫暖、太陽能等許多正面意義，但過多的光和熱也會造成不舒適的感覺，尤其在夏季，炙熱的豔陽總是令人避之唯恐不及。平常人一生中大部分時間在室的度過室內環境狀況對人體的生長、發育、學習、休閒及工作等有著密切的關係。調查報告顯示，大多數人在室內活動的時間約佔 90%，因此可知室內環境對人的重要性，而學校普通教室舒適度與否也會影響學生學習狀況之好與壞。根據美國冷凍空調協會 (ASHRAE, 1997) Standard 55 的建議：室內舒適溫度夏季為 23~26°C、冬季為 20~23.5°C。從文獻的實測值得知室內的舒適溫度為 24.2°C~28.6°C (Fanger, 1970)。

本校文理暨管理學院大樓於民國 99 年 7 月 30 日竣工，並榮獲第 10 屆公共工程品質優良獎的肯定，但也為降低西側教室太陽直射之增溫效應，在大樓西側五樓到六樓之間，加蓋白色大型遮陽帷幕，以阻擋陽光直接射入教室之內，但也因此五樓由內而外的西側視覺景觀全被帷幕遮擋，且更質疑帷幕真正降溫之效能。本研究以國立虎尾科技大學文理暨管理學院大樓原始設計尺寸，並參考竣工後實際狀況及內部隔間，進行數位建模及材質設定，並設定相關邊界條件及導入氣候、地理條件，分析內容包括日照間距與時間的計算、逐時溫度分析、各空間的耗能分析及空間舒適度分析，並比較遮陽帷幕架設前後之差異性，經過數理模擬演算後，以探求西側大型遮陽帷幕之降溫效益。

貳、參考文獻

一、熱環境相關研究

台灣位處於亞熱帶地區，為一海島型國家，夏天氣候潮溼悶熱，都市地區熱島效應嚴重，為維持一定的舒適度，因此國人在室內使用空調冷氣比例逐年上升。然地球高溫化嚴重，它與我們生活環境息息相關，不當的建材和不適當的現代化鋪面，是影響了地球高溫化的最主要原因 (黃宇菘, 2005)。

在都市氣候受到都市型態、人類活動、周圍地形及風場流通受阻等因素影響，會使氣溫變化呈現都市高於郊外的現象，此即所謂的都市熱島效應 (吳崇銘, 2007)。相關熱環境研究的資料顯示上室內熱環境較於戶外熱環境來的重視，忽略了戶外熱環境的變化會影響室內能源的使用率 (林俊毅, 2010)。環境中微氣候的溫度變化會直接影響民眾的感覺，在現實的考量建物遮陽的設計，若是戶外熱環境產生不良的影響，會降低民眾外出活動的意願，增加室內用電量及能源的使用。

二、遮擋效應相關研究

太陽的輻射能量是造成表面溫度上升的主要原因，因此若有效利用遮擋的手法，即可阻隔太陽輻射對建築物直接的影響 (林憲德, 1996)，一般大樓混凝土表面的屋頂遮蔽效果，有混凝土表面的反射和屋頂結構物的隔熱兩點而已。台灣在夏天時常常因為高溫使人不舒適，大多數的人都使用空調系統來調節室內的溫度，但使用大量的空調系統，雖然解決了一時的不適感，但卻讓環境造成大大的破壞，不但耗費了大量的能源，也使得氣溫不斷的飆高，根據台電得統計在夏天尖峰時，氣溫每上升 1 度，空調耗電量約上升 6% (林憲德, 2003)，所以使用空調系統並非改善熱環境的最佳方法，在未來，透過「遮擋」可以達到對環境無破壞的最佳方法。

三、材質導熱性相關研究

台灣氣候對於建築材料最大的影響在材質的傳導性質，亞熱帶地區當室外的溫度過高或是太陽的輻射量過大，建築室內環境在無通風且密閉的狀態下，對於隔熱材質較差的結構，室內溫度會異常的偏高；因此是否能有效降低外在熱條件對建築物內部環境的影響，與建築物的介面材質有著相當大的關係 (李家瑋, 2007)。影響室內、室外熱量流動的因素包括：室內外的溫度差、太陽的日射量、室內的換氣量、窗戶開口的大小，外牆的斷熱性、表面材料的日射吸收率。前兩者主要在於太陽照射角度及地區氣候的不同而有所差異；室內的換氣量和開口大小則在於討論空氣的流通性，可經由建築



特徵部份獲得改善;而外牆的斷熱性與表面材料的日射吸收率、輻射,則主要取決材料的不同(洪鳳雅,2009)。

四、舒適度相關研究

舒適度表示人體在某些天氣條件下的舒適情況,主要是一種形容人體與周圍環境熱交換的複雜情況(黃裕能,2008)。舒適性是指人在某些天氣狀況下,所產生的生理變化的舒適情形,形容人體與周遭氣候冷、熱交換的情況(林俊毅,2010)。人所感受到的溫度變化,除了氣溫本身示最主要的原因之外,人體活動量、衣著量、環境氣溫、平均輻射風速及環境濕度溫度變化也有相當密切的關係。人體舒適的溫度介於 20°C~26°C 之間(林俊毅,2010)。影響人體冷熱感覺的要素有下列四項環境因素與兩項人體因素,其一為外周環境的要素:氣溫、濕度、周壁溫度(或周壁輻射)、氣流(或風速);其二為人體狀況的要素:代謝量、著衣量(莊家梅,2008)。國內熱舒適度指標則是根據中央氣象局基本資料,加以考量人體熱平衡的關係,將溫度、濕度及風速予以計算統計而制定,僅適用於台灣地區的標準,其範圍為 20°C~26°C,明顯高出國外許多,如表 1 所示。PMV 指標(Predicted Mean Vote, 綜合性舒適性指標)是提供一個參考的平均值,主要是將人體主觀的感受環境冷熱之舒適度分為七個刻度等級,讓受測者去選擇當下感覺的舒適性,依冷熱的不同給予一個分數,範圍依序由冷-3 到很熱+3 共七個等級。國際標準組織(ISO)在熱舒適標準便是使用了 PMV 標,並普遍用於舒適性的評估,如表 2 所示。

表 1 台灣氣溫舒適度分級

| | | | | | | |
|------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| 舒適等級 | 非常寒冷 | 寒冷 | 稍有寒意 | 舒適 | 悶熱 | 易中暑 |
| 氣溫 | 10°C 以下 | 11°C-15°C | 16°C-19°C | 20°C-26°C | 27°C-30°C | 31°C 以上 |

資料來源:中央氣象局

表 2 MPV 綜合性舒適性指標分級

| | | | | | | |
|------|------|---------------|---------|---------------|------|-----|
| -3 | -2 | -1 | 0 | +1 | +2 | +3 |
| cold | cool | Slightly cool | neutral | Slightly warm | warm | hot |
| 冷 | 涼 | 微涼 | 適中 | 微熱 | 熱 | 很熱 |

(資料來源:Fanger,1970 及魏士閔,2007)

參、基地環境及邊界條件

一、基地周邊現況

文理暨管理學院大樓位於第三校區,如圖 1 所示。本動北側有人文大樓及西南方之經國館有較大型之建築物外,其餘皆為平面設施,包括西南方之操場、排球場,南方之籃球場、司令台及游泳池,東方緊臨平面網球場,如圖 2 所示。



圖 1 文理暨管理學院大樓



圖 2 基地周邊狀況圖

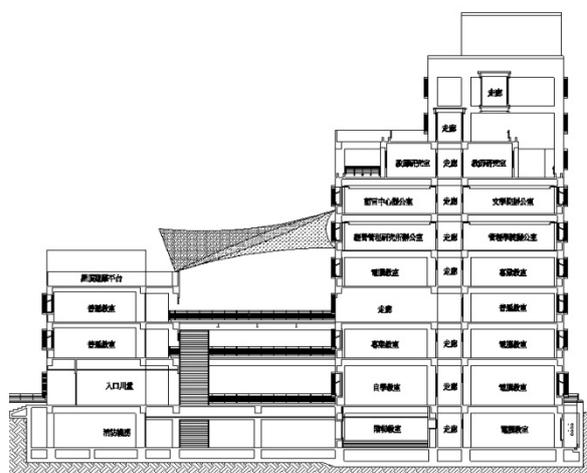


圖 3 文理暨管理大樓樓層剖面圖



二、基地內部

總樓地板面積，為 19176.1 平方公尺，是地下一層、地上九層的建築物，內有管理學院所轄的 4 四系以及文理學院 4 系教室及研究室皆在基地內部，遮陽帷幕由前棟吊掛於後棟，恰位於高程 5 樓處，如圖 3 所示。

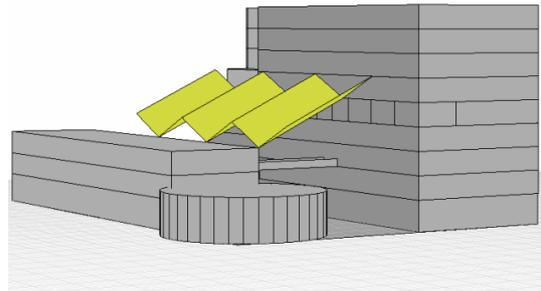


圖 5 學院大樓數位建模形態

三、外部環境

文理暨管理學院大樓位於經度緯度，雲林氣候基本條件彙整詳細資料，如表 3 所示。

表 3 基地氣候條件

| 項目 | 內容 |
|------|---|
| 氣溫 | 處北迴歸線通過，屬亞熱帶地區，受暖流沖擊，氣候溫暖，一年中氣候平均氣溫約在 22.86℃ 左右，四季變化小，最高溫的月份為七、八月份，十至十一月氣溫逐漸下降至 20℃ 以下，而最低溫差以一月份出現較多。以地區而言，以日夜溫差最為顯著。而臨台灣海峽，因超抽地下水造成沿海地區地層下陷，以致海水倒灌，造成沿海地區年平均相對濕度達 85% 以上，平原地區約在 80% 左右，山地丘陵約在 83%。 |
| 相對濕度 | |
| 風速風向 | 位於嘉南平原北端，故區內多為平坦肥沃土地，僅東端有山坡丘陵地。然而本縣自然風力的影響又因濱海地區冬季風與海風之影響，風速及最大風速皆較其他地區大，平原地區以虎尾為例，無論風速及最大風速均較緩和。 |
| 降雨量 | 年平均降雨量約在 1200 公厘-1400 公厘之間，降雨期以五至九月較豐沛，約佔全年 65%，每年十至一月則為乾旱期，月平均降雨量約 30 公厘以下。 |
| 日照量 | 日照受緯度及天然地形之影響而有所差異，濱海地區月平均日照時數約 195 小時，平原地區月平均日照時數為 168 小時，丘陵地區月平均日照時數為 120 小時，由於日照時間長，因此有利於作物生長。 |

資料來源：中央氣象年報

二、數值邊界條件

(一) 氣象資料

氣象數據資料的來源是由聯合國世界氣象組織(WMO)經過長期資料的統計所得，在亞洲亦有台灣的數據資料，有台北、台中及高雄三項電子數據資料，在本區採用最接近虎尾的台中氣象之資料進行分析。

(二) 地理位置

本大樓經緯度座標為東經 23.7 度北緯 120.43 度，並且設定時區為格林威治(Greenwich)時間+8hr 之時區，並實測本棟約正門朝向西北方，如圖 6 所示。

(三) 高程坐標

依農林航測所之虎尾地區相片基本圖觀察高程，第三校區依照等高線分佈位置為離海平面高為 +25m，因此設定 Altitude 為 25m，所在附近物理環境為屬於較舊交式的鄉村地帶，因此地表形態 (local Terrain) 採用非都市形態之農村 (rural) 類型。

肆、研究步驟與方法

一、數位建模

依照設計原圖及實地量測大樓實際尺寸及內部格間狀況，數位建模後如圖 4 及圖 5 所示。

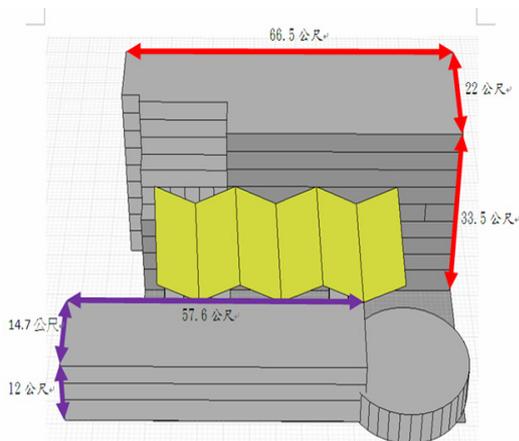


圖 4 學院大樓依實際尺寸建模

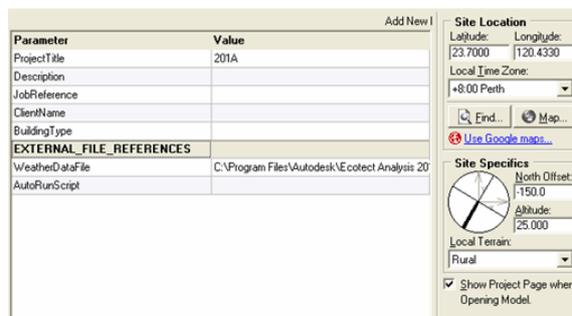


圖 6 基地地理參數設定



三、計算數值網格

熱流計算網格愈大，數值運算愈快，所花時間愈短，但精度較低；反之，網格愈小，數值運算愈慢，所花時間愈長，但精度較高，所以在『精度』與『效率』進行平衡，在本研究中，採用 0.1m(10公分)為最小的網格的計算單位，計算網格大小設定 (Sample Grid Size) 設定為 0.1，並且採用適中 (Medium)的準確度(Rough Sketch Accuracy)，其設定如圖 7 所示。

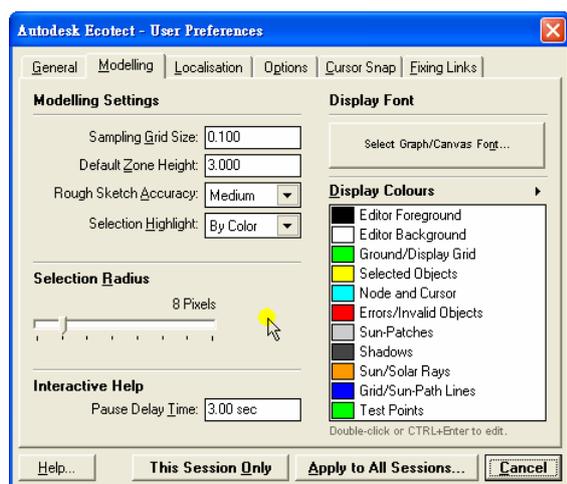


圖 7 設定計算數值網格

四、數值模擬運算項目

- (一)日照分析：太陽輻射對建築物產生很大的影響，雖然有的時候局部過熱是由控制不當造成的，但適當的設計可以大幅度的降低運行費用並使能源供應更加合理。
- (二)建築物遮擋分析：利用太陽軌跡圖分析和潛在遮擋分析可以用於日照時間的初步評估，還可以定量地分析特殊時間內周圍環境對建築或建築某一部分的遮擋情況與強度。
- (三)熱環境分析：建築室內熱環境的舒適要求是人對建築環境最基本的的需求之一，不論任何建築，在任何時間，其室內空間的溫度、濕度、氣流速度和平均輻射溫度都應該限定在一定範圍內。

伍、結果與討論

一、日照間距與日照時間分析

(一)無帷幕模擬日照分析

本研究在電腦模擬中，移除帷幕，在無遮陽帷幕之狀況下，由於西立面為設置樓梯向外擴建及 5 樓、6 樓內縮、7 樓~9 樓內縮，西側大樓表面並不平整，因此無帷幕下西立面日照間距模擬情形，如圖 8 所示。受太陽照射影響時間總長為 0~4.5 小時。

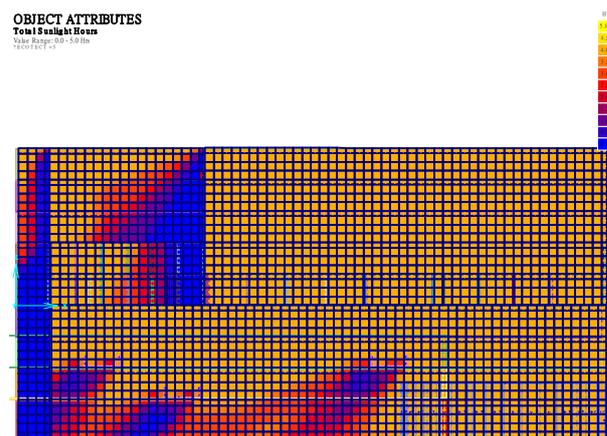


圖 8 無帷幕日照間距模擬分析圖(西立面)

(二)現況模擬分析(有帷幕模擬帷幕分析)

經過建模實際(有帷幕模擬帷幕)的情況下分析，圖中所顯示之顏色表示日照時間長短。受太陽照射影響時間總長為 0~4.5 小時不等，由於西面為設置樓梯向外擴建及 5 樓、6 樓向內縮減 3 公尺、7 樓~9 樓寬度向內縮減 9 公尺，因此西面平面呈梯形狀，並因前棟三層樓建築物遮蔽微量的太陽照射，也有遮蔽之情形。但 5~6 樓外架設白色帷幕，確實有大部分面積日照時數為 0，如圖 9 中顯示有藍色區塊，是為白色帷幕遮蔽之陰影處，其所受到太陽照射影響時間明顯較為短少；但其他地方因沒有白色帷幕遮蔽的關係，而與無帷幕日照間距模擬分析，如圖 8 分佈類似。建築物西面加設白色帷幕，對日照間距與日照時間有著顯著的差異，參考圖 8 及圖 9，但由兩圖中顯示加設白色帷幕其日照間距與日照時間為 0 小時的比例遠高於移除白色帷幕其日照間距與日照時間 0 小時的比例，因此得知加設白色帷幕似可降低日照直射的時數，確實有從日照時數 4.5 降至 0 小時之效果。

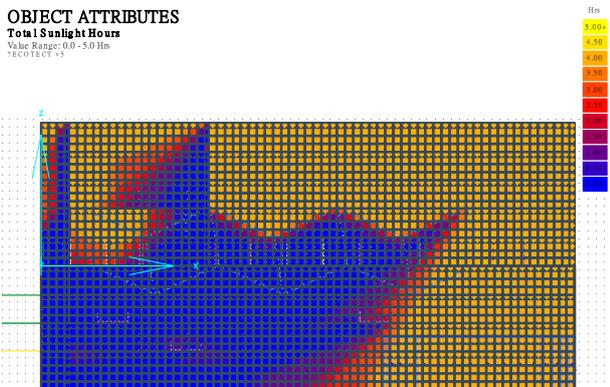


圖 9 有帷幕日照間距模擬分析圖(西立面)

建築物南立面日照時間分析結果，如圖 10 所示。因建築物西面為平坦之牆面，一整日受太陽照射、無建築物遮擋，受太陽照射影響時間總長高達 6 小時 30 分鐘，因此整面牆受到太陽照射之時間均為一致。

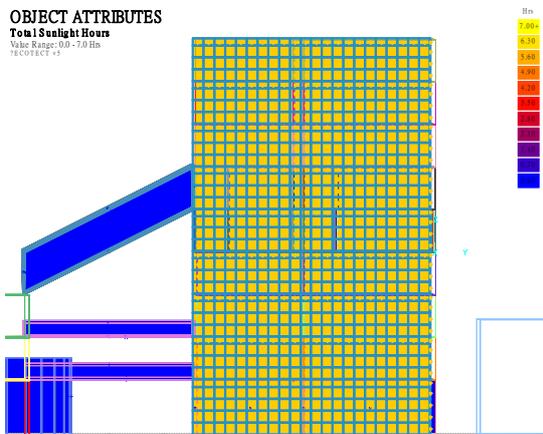


圖 10 日照間距模擬分析圖(南立面)

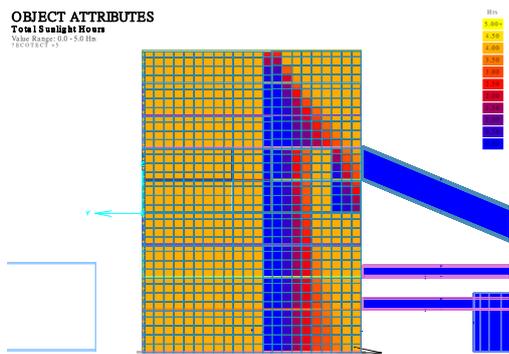


圖 11 日照間距模擬分析圖(北立面)

大樓北立面位置，受到太陽照射受太陽照射影響時間總長為 0~4.5 小時不等，由於東北立面為設置樓梯向外擴建寬及 5 樓、6 樓內縮、7 樓~9 樓內縮，因此東面平面呈梯形狀，如圖 11 中顯示向外擴建樓梯處因無建築物遮擋，其所受到太陽照射時間為最長 4.5 小時，其他地方因向內縮建的關係，受到建築物本體遮擋，因此其所受到太陽照射時間呈現 0~4 小時不等時數的曝曬。

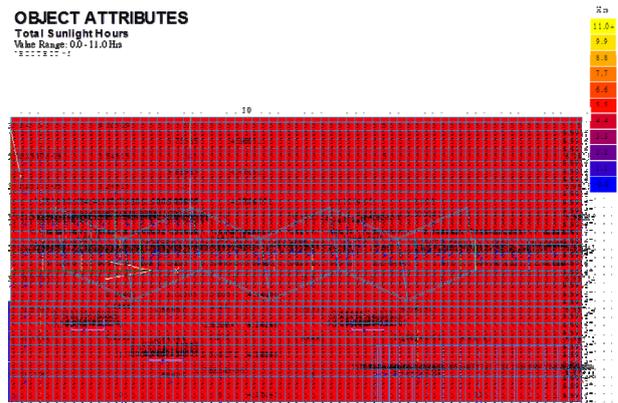


圖 12 日照間距模擬分析圖(東立面)

受太陽照射影響時間總長為 5~6 小時，因建築物東面為平坦之牆面，並無樓層向內縮建或向外擴建，表面平整，故日照時數較平均，如圖 12 所示。

二、周邊遮擋和陰影分析

文理學院大樓周邊建物也有可能對本棟大樓受日照遮擋影響而留有陰影，輸入經緯度坐標後，相對模擬全年太陽的相對位置，如圖 13 所示。附近游泳池、經國館及人文大樓，考量高度及陰影效應，皆不會對本棟有所影響。

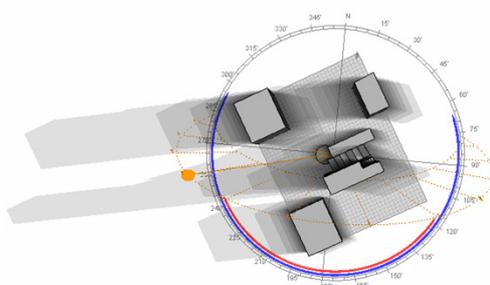


圖 13 周邊大樓遮擋效應圖



三、逐時溫度分析

由日照分析可得知本棟 5 樓空間，日照時數差異最大。在運用相同的環境數位軟體分析，經過相同的建模實際分析，並將模擬時間相同設定為整年度中日照時間最長的夏至。逐時溫度分析結果得知：建築物西側因受到太陽直接照射且無遮蔽物遮擋下，其溫度應為整層樓面最高，經分析結果得知 7 月 23 日中午 12 時，室外溫度為 31.3°C 高溫時，模擬室內溫度情形，如圖 14 所示。

1. 同樓層皆未受遮陽帷幕影響：

西南角教室 (C-MA-0502) 之室內溫度為 30°C，東北角教室 (C-MA-0524) 的室內溫度為 27.3°C，溫度差為 2.7°C，由此可知，建築物未受遮陽帷幕影響時同樓層不同位置就有 2.7°C 的差異。

2. 同樓層受遮陽帷幕影響：

在 5 樓西側位居白色帷幕中段，也在帷幕遮蔽範圍內教室 (C-MA-0514) 模擬室內溫度為 26.9°C，同樓層同側有受遮陽帷幕影響和未受遮陽帷幕影響溫度差異達 3.1°C 的差異。

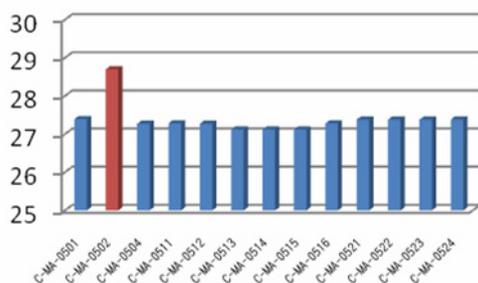


圖 14 學院 5 樓教室室內溫度比較

四、空間舒適度分析

將模擬時間設定為整年度中最熱的一天，經過建模實際分析後，數位模擬計算文理暨管理大樓的平均輻射溫度為 32~33°C，因同一樓層其受到輻射影響程度相同，並從圖中顯示其區域間溫度變化並不顯著。

國際標準化組織 (ISO) 推薦室內環境舒適標

準為 PMV 在 -0.5~0.5 之間，這一標準值只有舒適性空調建築才可以達到的標準值。對我國大量的自然通風房間，PMV 範圍在 -1~1 之間較為合適。但研究結果顯示，文理暨管理大樓在最熱一日之熱舒適度指標竟高達 2.1PMV，以超過國際標準化組織其建議值；且文理大樓的不滿意指標 (PPD) 範圍在 81% 到 82% 之間，由於室內溫度過高，以致於溫度超標，說明若無空調狀況下文理暨管理大樓內的師生們處在一個不舒適的室內環境，如圖 15 所示。

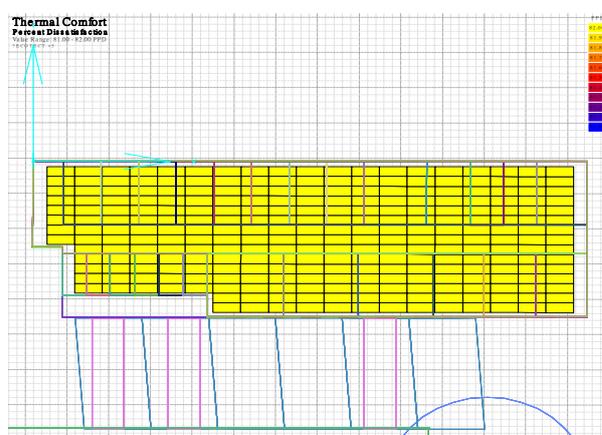


圖 15 不滿意度指標 (PPD) 圖

陸、結論

本研究以國立虎尾科技大學文理暨管理學院大樓之數位建模及熱流計算後，比較遮陽帷幕架設前後之差異性，其結論分述如下：

- 一、日照間距與時間分析大樓外側加蓋白色帷幕陰影部分，日照時數由 4.5 小時變為 0，對於西曬 (日光直射) 有著顯著的改善，有其存在之價值及功能。
- 二、逐時溫度分析位於建築物本體同層西側的室內溫度為最高，而北側室內溫度最低。
- 三、同樓層同側有受遮陽帷幕影響和未受遮陽帷幕影響溫度差異達 3.1°C 的差異。
- 四、在空間舒適度分析方面，以平均輻射溫度範圍值在 32~33°C 時，熱舒適度指標為 2.1PMV，不滿意指標 (PPD) 高達 81.9%，若不啓開空

調冷氣的狀況下，將讓師生們長期處於一個不舒適的環境下工作與學習。

參考文獻

1. 吳崇銘 (2007)。公園對於周圍街廓熱環境影響之研究。朝陽科技大學建築及都市設計研究所碩士論文。
2. 林俊毅 (2010)。低密度住宅社區戶外熱環境之研究—以台中市七期住宅社區為例。朝陽科技大學建築及都市設計研究所碩士論文。
3. 林憲德 (1996)。熱溼氣候的綠色建築計畫-由生態建築到地球環保，詹氏書局。
4. 林憲德 (2003)。熱濕氣候的綠色建築：人類居住環境的永續發展生態、節能、減廢、健康。詹氏書局。
5. 莊家梅 (2008)。夏季戶外空間熱舒適性之研究-以台南縣市、高雄市戶外空間為研究對象。國立成功大學建築研究所碩士論文。
6. 黃裕能 (2008)。靜宜大學校園鋪面與建築戶外空間對於溫溼環境影響之研究，逢甲大學建築學系碩士班，。
7. 黃宇菘 (2005)。戶外鋪面對建築外部熱環境影響之研究—以高速公路南投服務區為例。朝陽科技大學建築及都市設計研究所碩士論文。
8. 洪鳳雅(2009)，台灣鐵皮屋住宅現象-以台南為例，國立成功大學建築研究所碩士論文。
9. 魏士閔 (2007)。室內熱舒適度之調查與分析-以焚化廠為例，朝陽科技大學環境工程與管理系碩士論文。
10. ASHRAE, Thermal Comfort, ASHRAE handbook Fundamental, ASHRAE, 1997。
11. Fanger, P.O.,(1970) Thermal comfort, Danish Technical Press, Copenhagen.



Thermal Environment Exists Outside of the Building Shade Curtain- Case Study of Arts and Management Building, National Formosa University

Ta-Ching, LIANG^{1*} Wei-Chih, HSU²

^{1*} Assistant Professor, Department of Leisure and Recreation, National Formosa University

² Associate Professor, Department of Leisure and Recreation, National Formosa University

Abstract

Taiwan located in the lower latitudes, and all year-round direct sunlight and shine in small angle. There is a very important problem in western side exposure. Shade curtain erected outside the building is a common method in order to solve the west side of the direct sun and getting high temperature. The Management College buildings also meet this problem. The shade curtain is really how to achieve the degree of cooling performance or cooling, the relevant units also failed to provide clear evidence, resulting in the formation of controversy. In this study, the use of building energy analysis software reconstruction massing and material properties, and simulate import climatic conditions, the thermal environment and sunshine analysis to explore the practical benefits of shade curtain, and further analysis comfort and air-conditioning power consumption status.

In this study, digital modeling and texture settings of Management College building in National Formosa University, setup and calculate the heat flux through the relevant boundary conditions, including sunlight pitch analysis and calculation time, hourly temperature analysis, energy analysis of each space comfort and space analysis and comparison shade curtain erected difference before and after. Summarized the conclusions are as follows:

1. Sunbeam duration is from 4.5 hours to 0, the western exposure (direct sunlight) has significantly improved in white curtain shaded.
2. Interior temperature of building located on the southwest corner of the analysis with the highest level of indoor temperature, while the north side of the indoor temperature minimum.
3. In the same floor affected and unaffected by sun shade curtain effect of temperature difference of 3.1 °C difference.
4. Setting up the average temperature of outside is 32 ~ 33 °C, the indoor thermal comfort index is 2.1 PMV, dissatisfaction index (PPD) of up to 81.9% in the case haven't turn on air condition.

Keywords: Thermal environment, Shading curtain, Comfort analysis

*Corresponding author : Department of Leisure and Recreation, National Formosa University, #64 Wen-Hua Road, Huwei, Yunlin, Taiwan
Tel: 0988-306111
E-mail: taching@nfu.edu.tw

