

建築物最佳座向的節能分析-以聯合大學八 甲校區理工一期為例

*陳博亮
國立聯合大學土木與防災工程學系
*李盛明
國立聯合大學土木與防災工程學系
洪鏡庭
國立聯合大學土木與防災工程學系

李潔玟
國立聯合大學土木與防災工程學系
吳博雅
國立聯合大學土木與防災工程學系
葉盈瑄
國立聯合大學土木與防災工程學系

摘要

全球面臨氣候異常，為避免建築長期使用高耗能之現象，建築設計須考慮當地氣候環境及外部環境之影響。本專題研究針對建築熱環境與空調進行研究，依據建築節能影響因子，以現有建築進行環境模擬及節能分析。透過熱環境及空調負荷量之分析結果，可供建築設計者於規劃階段評估使用，達到節約能源與建築永續發展之目標。

關鍵字：Ecotect、永續綠建築、熱環境分析、空調耗能

Energy Saving Analysis of Optimal Building Site Orientation– A Case Study of The Engineering and Science Hall I in NUU

Abstract

To prevent high energy consumption of buildings in rapid change in climate, we need to consider surrounding conditions in architecture design. This project is to analyze the heat environment and the loading air conditions with considering all energy saving factors. The results may provide designers for energy saving of buildings.

Keywords : Ecotect, sustainable green architecture, thermal environment, air conditioner energy consumption

一、前言

1.1 研究動機

藉由建築的電腦輔助軟體來模擬建築物的物理環境，可以進行建築耗能的分析，且將分析數據化，以降低建築的耗能。

1.2 研究目的

台灣夏季氣候炎熱，造成冷氣使用頻繁，電費飆漲，因此希望利用建築外觀結構改變來降低室內溫度，節省冷氣耗損量，以達到節能效果。

1.3 研究方法

本研究採用 Ecotect 建築分析輔助設計軟體，綜合評估建築熱環境與模擬建築最佳座向的熱環境分析來比較節能效益，因 Ecotect 是 Autodesk 公司旗下產品，又與 Revit、AutoCAD、Sketchup 等產品具有相容性，且其軟體分析方便功能多元，故本研究選用此軟體作為分析工具。

Ecotect 是一個全面的技術性能分析輔助設計軟件，主要用於建築方案的設計最佳化。該軟體可進行建築熱環境與節能、建築日照等多種物理性能參數的分析。本研究主要分析如下

(1) 得熱分析

- a. 直接太陽得熱(Direct solar Gains)：指太陽輻射直接射到地面獲得的熱量，以 Q_g 表示
- b. 間接太陽得熱(Indirect solar Gains)：即散射輻射得熱，指通過大氣層的太陽輻射透過地面反射和天空輻射形成的熱量，以 Q_s 表示
- c. 室內結構得熱(Conduction)：指經過牆、窗、地面和屋頂等，由室內外的空氣溫差而造成的熱傳導的熱量，以 Q_c 表示。
- d. 室內輻射總量：結構輻射和散射輻射之和就是室內輻射總量，即 Q_c+Q_s 。
- e. 太陽輻射總量：直射輻射和散射輻射之和就是到達地面的太陽輻射總量，即 Q_g+Q_s 。

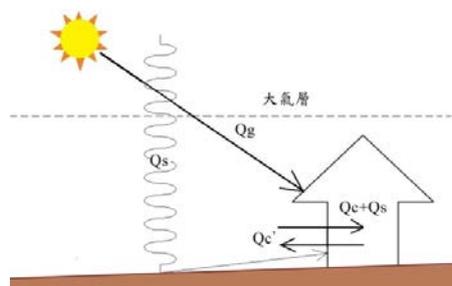


圖 1 結構物得熱示意圖

(2) 耗能及舒適度分析

逐月耗能/不舒適度(Monthly Loads/Discomfort)

建築耗能是指建築物使用過程中所消耗的能量，在公共建築中，佔最大比例的耗能就是采暖與空調，因此模擬分析采暖與空調的耗能，是評價建築節能設計的指標。本研究採用經濟部能源局發布各政府機關及學校使用能源之空調準則，須設定適溫（26~28 度）。

1.4 研究流程

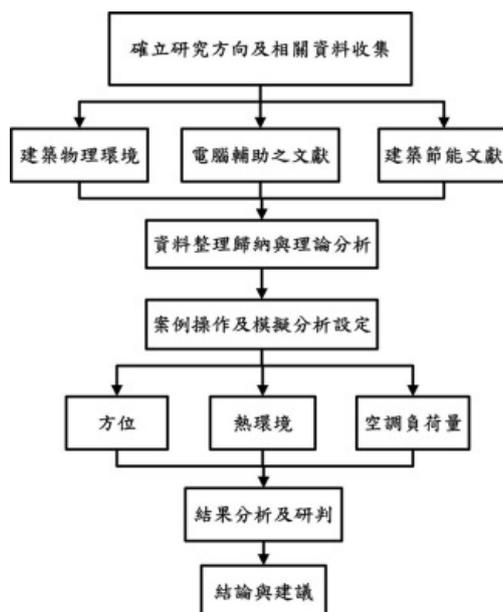


圖 2 研究流程圖

1.5 研究假設

- (1) 開窗型式固定
- (2) 忽略隔間牆設計

1.6 文獻探討

建築耗能影響因子中，空調耗能大約佔了 50%，而影響空調耗能最大的因子是外遮陽，外遮陽對空調能源消耗影響約佔 40% 左右。(周家鵬，1993，頁 54)。經濟部能源局今日發布各政府機關及學校仍需合理使用能源之準則。對於空調的使用，須設定適溫（26~28 度）並搭配電風扇使用。(經濟部能源局，103)。

二、實證案例-以八甲校區一期建築物為例

理工一期之建築物為新校區較早開發區域，建築形式方正，建構模型較為容易，因此選用理工一期為本研究目標。

探討聯合大學八甲校區一期建築物之現況位置及氣象資料以分析得到建築物之最佳方位及其節能效益比；節能效益比意即最佳方位與目前位置相差之輻射及電費；最佳方位意即：冬季時所得到之太陽輻射量較多，夏季時所得到之太陽輻射量較少，將兩者權衡之下的一個建築物的朝向。如下圖 3 所示：紅色表示為最差之朝向(85 度)，黃色表示為最佳之朝向(175 度)。

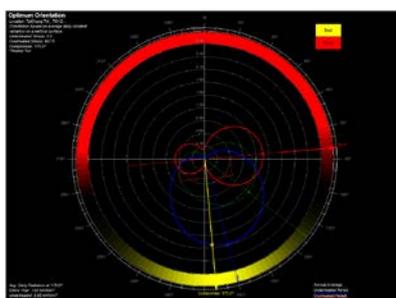
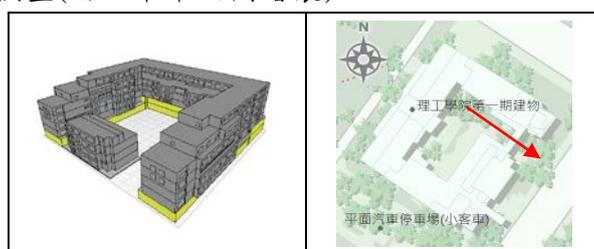


圖 3 建築物之最佳朝向示意圖

以下將介紹案例之基本資料、現況位置分析及最佳位置分析。

2.1 基本資料

- (1) 海拔高程:八甲校區之海拔高度為：208m [4]。
- (2) 座標:八甲校區之座標為(120°47'23", 24°32'22") [4]。
- (3) 氣象資料:中部地區氣象資料。
- (4) 八甲理工一期模型(由八甲平面圖繪製)。



備註:紅色箭頭定義為建築物開口朝向

圖 4 八甲理工一期建築模型(左圖)與朝向(右圖)

2.2 現況位置得熱分析

- (1) 方位朝向：東南方 125 度(如圖 4 右圖)。
- (2) 得熱分析

a. 間接太陽得熱(Indirect solar Gains)：Qs 表示

由圖 5 可知夏季 6~10 月的輻射量均在 1000 千瓦以上，平均輻射量為 1200 千瓦，冬季 11~2 月輻射量平均為 904 千瓦，但一月輻射量達到 1000 千瓦以上。

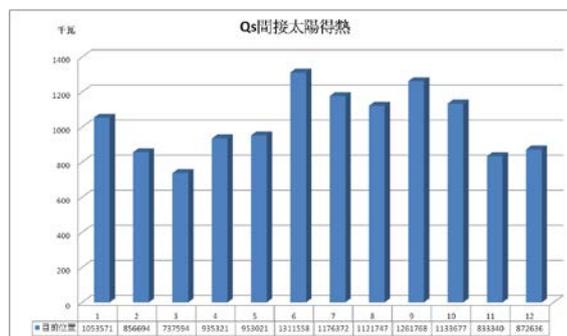


圖 5 現況位置 Qs 分析

b. 直接太陽得熱(Direct solar Gains)：以 Qg 表示

由圖 6 可知夏季 6~10 月的輻射量均在 500 千瓦以上，平均輻射量為 674 千瓦，冬季 11~2 月輻射量平均在 637 千瓦，但一月達到 766 千瓦。

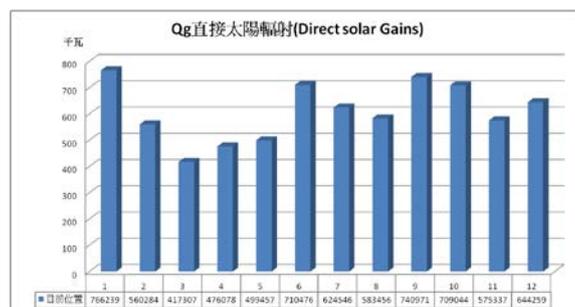


圖 6 現況位置 Qg 分析

(3) 耗能及舒適度分析

逐月耗能/不舒適度(Monthly Loads/Discomfort)

由圖 7 可知窗戶的耗能量在每月都佔了很大部分，11~3 月的主要耗能來源都是窗戶；6~10 月可以看到每層樓和窗戶都占了部份耗能，其中以七樓頂樓占的最大，其次為窗戶，越往地面的樓層占得耗能量越小；4、5 月的主要耗能則為七樓和窗戶。

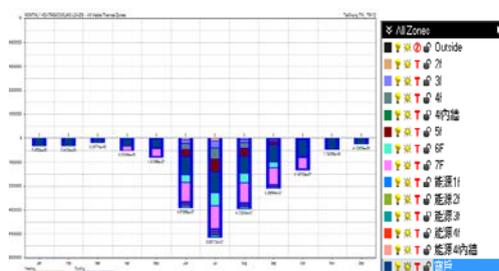


圖 7 現況位置逐月耗能/不舒適度分析

2.3 最佳位置朝向得熱分析

(1) 方位朝向：依圖 2 東南方 175 度為最佳方位

(2) 得熱分析

a. 間接太陽得熱(Indirect solar Gains)：Qs 表示

由圖 8 可知夏季 6~10 月的輻射量平均在 1118 千瓦，冬季 11~2 月輻射量平均在 879 千瓦，但一月輻射量達到 1000 千瓦以上。

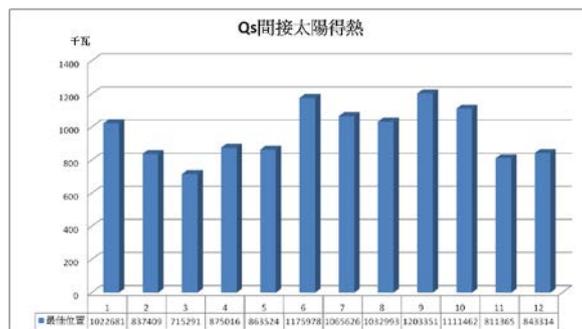


圖 8 最佳位置 Qs 分析

b. 直接太陽得熱(Direct solar Gains)：以 Qg 表示

由圖 9 可知以夏季 6~10 月的輻射量平均在 640 千瓦，冬季 11~2 月輻射量平均在 711 千瓦，但一月輻射量達到 800 千瓦以上。

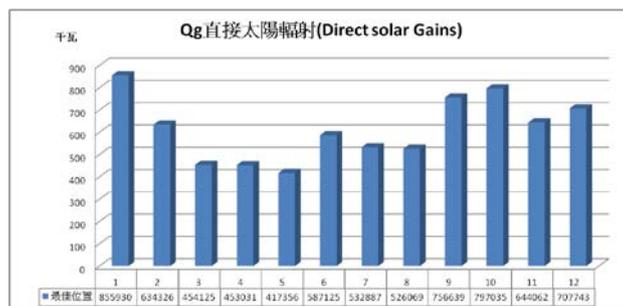


圖 9 最佳位置 Qg 分析

(3) 耗能及舒適度分析

逐月耗能/不舒適度(Monthly Loads/Discomfort)

由圖 7 和圖 10 可得知，各月份各樓層及窗戶所占比例大致相同，因此本研究要比較的是總耗能量，且窗戶的空調耗能(深藍色)總合頗大，若加上遮陽板或改變玻璃材質增加隔熱係數，應可減少部分能量損耗。



圖 10 最佳位置逐月耗能/不舒適度分析

2.4 目前位置和最佳位置比較

(1) 得失熱分析比較(Qg+ Qs 太陽輻射總量)

由圖 11 可知，最佳位置 6~10 月平均輻射量為 1748 千瓦，11~2 月平均輻射量為 1589 千瓦；目前位置 6~10 月平均輻射量為 1874 千瓦，11~2 月平均輻射量為 1540 千瓦。在 6~9 月最佳位置比目前位置平均少吸收 6% 的輻射量，在 11~2 月最佳位置比目前位置平均多吸收 3% 的輻射量，即冬天吸熱較多，夏天吸熱較少。

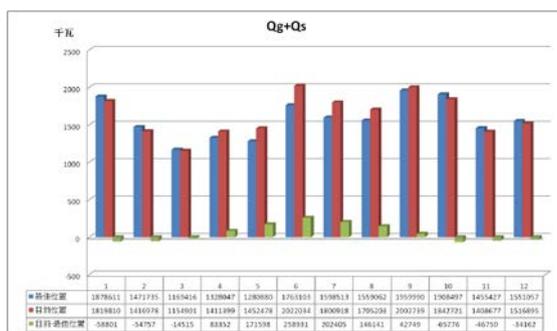


圖 11 目前、最佳位置 Qg+ Qs 比較

(2) 耗能及舒適度分析(逐月耗能/不舒適度分析)

圖 12 中，以 6~10 月份的耗能較其他月分來的高，在 6~10 月份最佳位置的平均耗電度為 50678，目前位置為 51812，最佳位置的耗能量比目前位置平均少了 2%；因這項分析主要是與空調耗能有關，所以其他月份不納入考量。

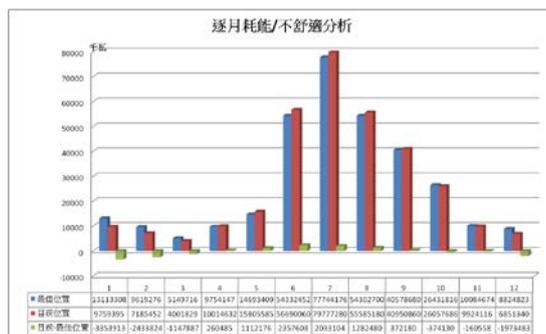


圖 12 目前、最佳位置逐月耗能/不舒適度分析比較

2.5 研究結果與討論

本研究分析的輻射圖中，一月份的輻射在冬季來講是偏多的，主要原因為地球離太陽的近日點在一月份，所以冬天北半球一月理應較溫暖。由 Ecotect 分析結果可知，依據氣象資料得到的最佳位置朝向，可使建築物在夏天吸收的輻射量較少、散熱較佳，室內溫度較低，降低冷氣耗能量，節省部分冷氣的開銷；而冬天則能吸收較多的輻射量、散熱較差，使室內溫度高，保持溫暖，所以最佳位置比目前位置條件較節能。

2.6 結論與建議

結論：

(1)由表 1 與表 2 可知空調溫度越低所耗損的能量越多，且依據現況教室空調溫度大多都未依規範設定在 26-28 度內，所以造成更多的能源浪費，也增加了學校不少開銷。

表 1 目前方位與最佳方位空調耗能比較表

空調溫度 \ 耗能 (Kwh)	目前位置	最佳位置	相差(度)	電費節省比(%)
26°C	93261	90220	3041	3.26%
27°C	80272	77857	2415	3.01%
28°C	51812	50678	1134	2.19%

空調溫度設定 26 度和 28 度的目前方位與最佳方位的耗能比較如下表，兩個方位均可節省約 40% 的電能，所以空調溫度的設定很重要。

表 2 目前方位與最佳方位的不同空調度數耗能比較表

方位 \ 空調溫度 耗能(Kwh)	溫度26°C	溫度28°C	相差(度)	用電節省比例(%)
目前位置	93261	50678	42583	46%
最佳位置	90220	51812	38408	43%

備註: 依大專院校規定一度電=2.65元

(2)聯合大學理工一期最佳方位為 175 度，實際建築物方位為 125 度，依本案例 Ecotect 分析，可以節省能源約 3%，因此在規劃設計時若能先考慮設置方位，則可以節省能源。

(3)最佳方位與目前方位進行節能分析發現，能源在夏季時可以節約的能源比冬季時的效果更為顯著。

建議：

因 Ecotect 的逐月耗能與不舒適度無法分析各樓層占的正確比例，若能得知其

正確數值將更有助於分析結果及改善。且本研究因建築物本身已建立，因此座向分析僅供建築物設計階段時探討，固本研究未來將針對可改善的節能方向-遮陽、材質等進行後續模擬分析。

三、參考文獻

- [1] 郭為中，『電腦輔助建築熱環境分析之研究-Ecotect 操作為例』，國立台北科技大學碩士論文，2010。
- [2] 連治正，『應用 Ecotect 於政府機關戶政事務所建築物之用電指標分析』，國立台北科技大學碩士論文，2012。
- [3] 柏慕進業，『Autodesk Ecotect Analysis 應用教程：美國 LEED 認證和中國「綠色建築評價標識」認證實例』，電子工業出版社，2014。
- [4] 經濟部國土資訊系統自然環境整合供應倉儲系統。
- [5] 經濟部公告修正「指定能源用戶應遵行之節約能源規定」，中華民國 103 年 8 月 1 日，經能字第 10304603570 號。