

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

淡水地區太陽輻射量與可及漫射光度在垂直面與傾斜面之  
模型建置研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2211-E-032-028-

執行期間：92年08月01日至93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、吳明威、陳信旭、顧大維、張中興

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 10 月 28 日

## 一、研究緣起

人類賴以生存的地球，正面臨環境污染、溫室效應、能源耗盡及自然災害等多方面威脅，而建築環境領域所研討的議題逐漸以此為焦點，近年來也帶出「節能設計」、「誘導式建築設計」以及「生態建築」的觀念，嚐試與建築本體及其以外的環境因素相呼應，此為現代環境設計思潮中之主流，然而這些理念莫不以「能源」為思考原點。其主要原則多為順應陽光、風力、氣溫等自然因子，以計畫、配置、外殼、植栽等手法，作為改善居住環境的方法。然而，若缺乏影響當地「建築物理環境」之氣象資料庫，則無合理的「建築節能設計」，有鑑於此，本研究以建築物理環境中之「光」、「熱」環境為出發點，針對「太陽能源 (Solar Energy)」此因子進行探究。

"太陽"是地球上能源之主要來源之一，在地球能源日漸耗減、再生資源永續利用觀念抬頭的今日，太陽能源 (Solar Energy) 的開發潛能是不容忽視的，倘若能將太陽輻射能量有效地運至建築設計上，使建築與環境產生對話，實為環境設計的目的。因此基礎資料庫的建立實為刻不容緩，而氣象統計資料須經長期的觀測，倘若能以國內現有氣象測候站建立之相關數據有效轉換至建築用途，則收事半功倍之效。本研究擬以淡江大學實測測站紀錄 5 年之日射量、漫射光資料，比對統計建立淡水地區日射量、漫射光常態預測模型，開始建立建築用之「太陽輻射」與「晝光照度」，以利日後應用參考或相關研究之進行，並且有效轉換至建築用途上，當可使建築與環境產生更親密之對話，由是原因遂引發本研究。

## 二、研究內容

### (一) 太陽輻射能量方面：

1. 建立完整之淡水地區建築用太陽輻射量資料庫，並以數學模型及統計方法求出可信賴的水平面、48 個垂直面 (方位角間距 7.5 度)、與 336 個傾斜面 (依 48 個垂直面；每隔 7.5 度間距與水平面傾斜六組) 之太陽輻射能量數據。
2. 提出建築用太陽輻射能量之預測數學模型，使設計者僅依氣象局測報資料中之日照時數與日射量之相關分析，來預測淡水地區基地依一年十二月分之各方位之垂直面與傾銷面太陽輻射能量。

### (二) 日照可及漫射光度方面：

1. 建立完整之建築用晝光照度資料庫，並以數學模型及統計方法求出可信

賴之各個方位照度數據。

2. 提出建築用可及漫射光度之數學預測模型，使設計者可依不同季節、時間，來預測基地所在區域之日照可及漫射光度。
3. 經預測模型所求得之可及漫射光度數據，作為建築環境計畫分析時之實際數值量化資料。例如開口部、窗面計畫、外周區採光計畫，建築物內部照明設計等方面。

### (三) 可及漫射光度與太陽水平輻射量轉換關係方面：

擬嘗試藉由中央氣象及淡水測站，長期測報淡水地區之全天空水平面輻射量和日照時數之完整資料庫及相關氣候資料；轉換成可及漫射光之基礎預測模型，以提供設計者晝光照度之基本資料。

## 三、研究流程

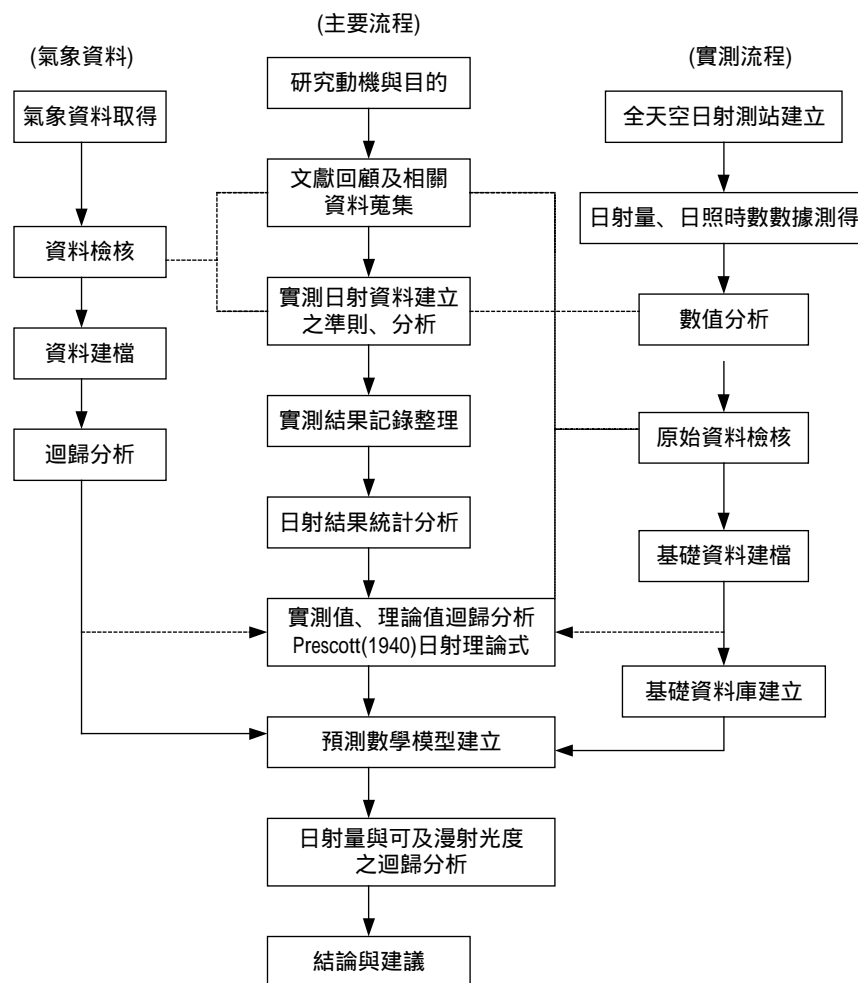


圖 1 研究流程圖

## 四、研究成果

研究依據淡江大學半球晝光實驗室自1998年8月所蒐集的淡水地區全天空太陽輻射量與全天空可及照度氣象資料，依十六個方位將全天空太陽輻射量依水平、垂直、及傾斜面(7.5度為間隔)作出理論與實測交互驗證模型以作解析太陽輻射能量，並配合淡水氣象統計月平均日照率調整傾斜面與各方位之輻射量，期提出淡水地區建築物在建築設計過程中就太陽輻射能量之因子討論十六方位在遮陽效能、採光品質以及太陽能光電使用效益之綜合評估分析。

### (一) 淡水地區之太陽輻射能量解析

由於太陽輻射量之拒迎與季節、當地平均氣溫、及月平均日照率相關，因此，依人體舒適溫度劃分淡水地區月平均溫度低於18與高於22為判定太陽輻射量對建築物室內之拒迎依據，分就全年期、溫熱期(5月~10月)、微寒期(12月~3月)三種時段之輻射量作為評估依據，如表1所示。

表1 淡水氣象站氣候資料統計

淡水氣象站氣候資料統計表 (統計期間：1971-2000/中央氣象局)						
項目	降雨量	降雨日數	平均氣溫	相對濕度	最高氣溫	最低氣溫
單位	毫米	天	攝氏度	百分比	攝氏度	攝氏度
1月	120.5	17	15.1	83	18.6	12.3
2月	173.5	16	15.3	84	18.8	12.6
3月	192.2	17	17.3	85	21.1	14.4
4月	178.3	14	21.2	83	25.2	18.0
5月	219.5	15	24.3	83	28.2	21.2
6月	230.6	12	27.0	82	31.0	23.9
7月	147.6	9	28.8	78	33.3	25.4
8月	215.1	11	28.5	78	33.0	25.2
9月	223.5	12	26.7	78	31.0	23.6
10月	185.5	13	23.7	78	27.5	20.8
11月	131.7	14	20.4	79	23.7	17.6
12月	101.6	13	17.0	80	20.5	14.0

▨ 微寒期    □ 溫熱期

依據表 1 針對淡水地區所作氣候之劃分，將淡水地區太陽輻射能量依十六方位在水平、垂直、及傾斜面(7.5 度為間隔)分就全年期、溫熱期以及微寒期整理分析，關係如圖 2、3、4 所示：

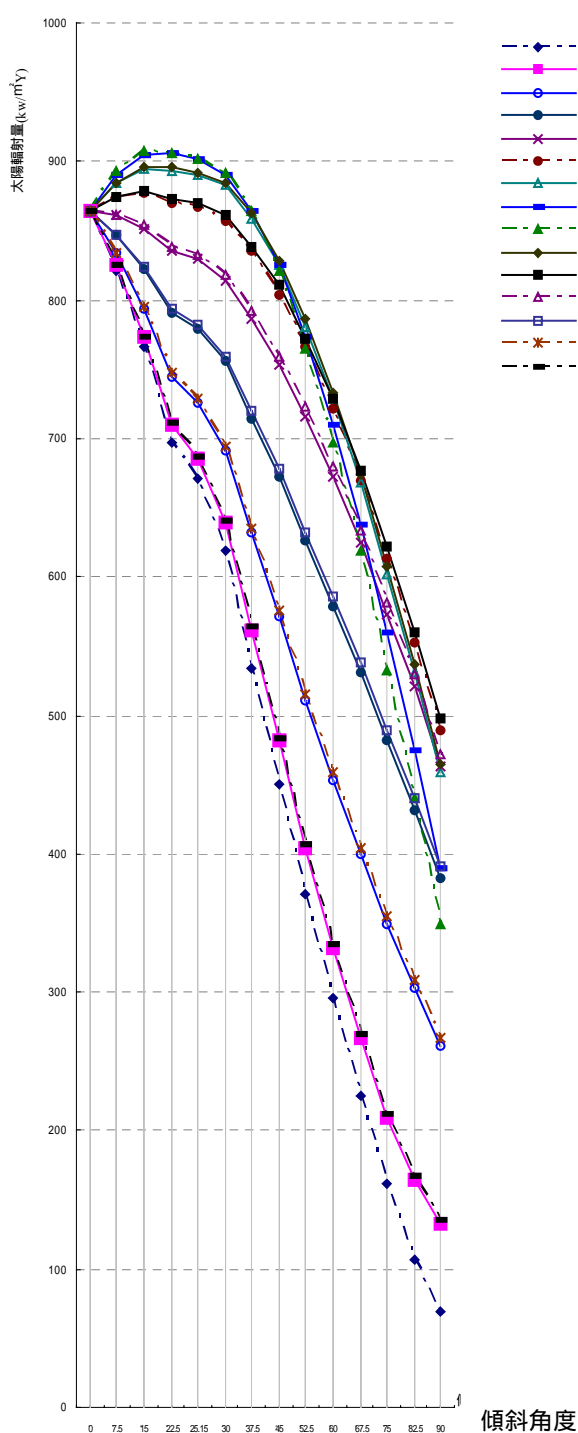


圖 1 十六方位全年不同傾斜面之太陽輻射能量

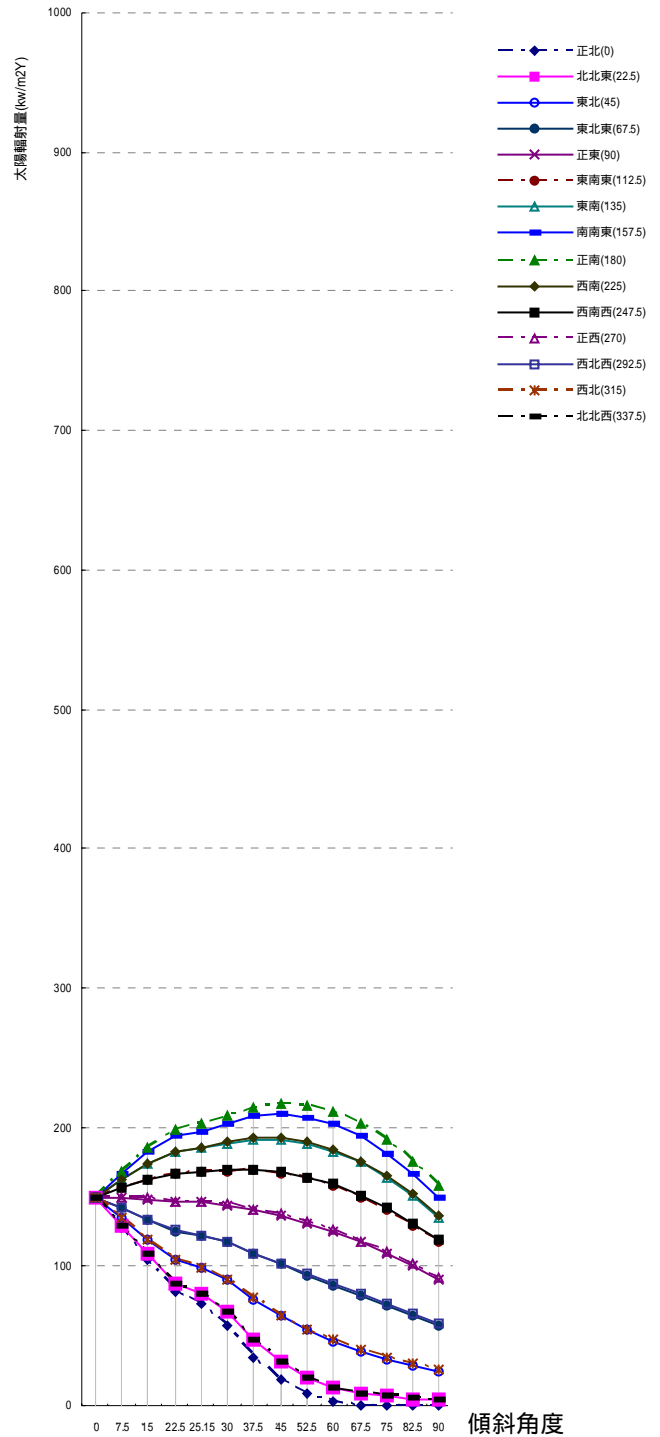


圖 2 十六方位微寒期 (12-3 月) 不同傾斜面之太陽輻射能量

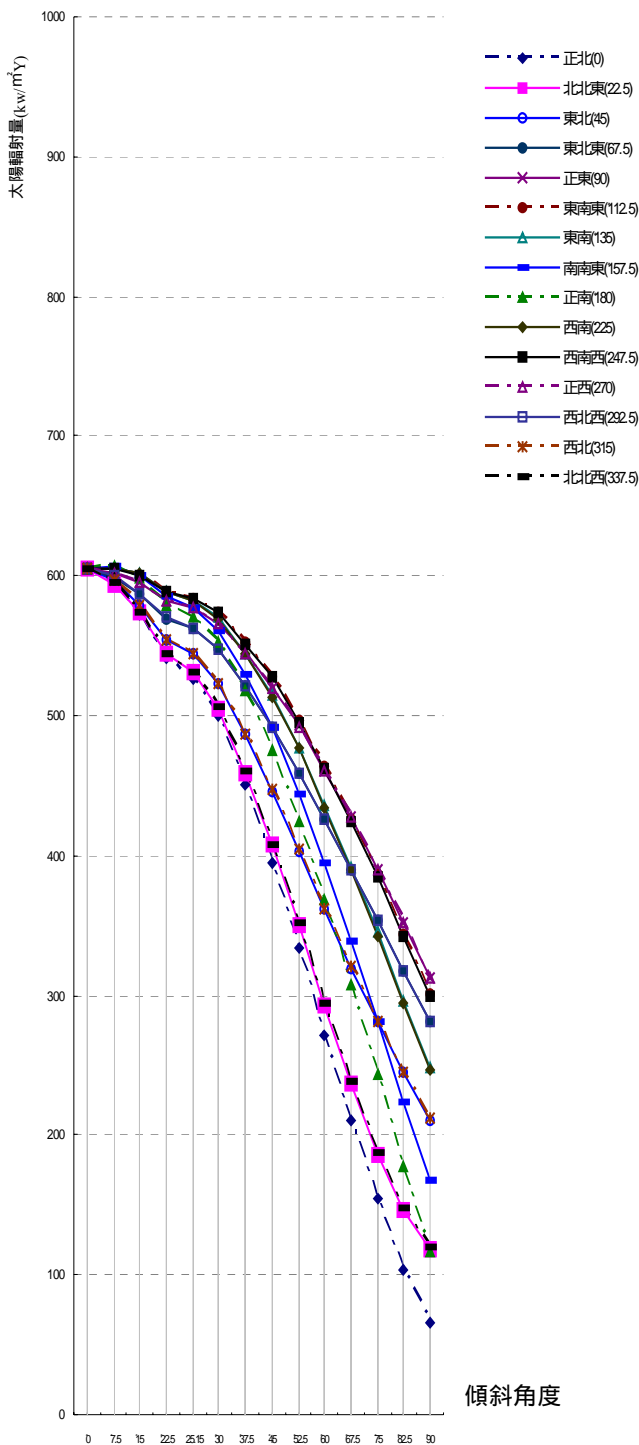


圖 3 十六方位溫熱期（5-10月）不同傾斜面之太陽輻射能量

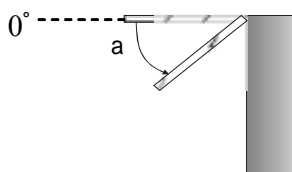


圖 4 傾斜角度圖示(a 為傾斜角)

透過圖 2~4 所示，淡水地區太陽輻射能量依據不同傾斜面角度和方位在全年期、溫熱期以及微寒期三時期中顯現之特性，分就以下討論：

### 1. 圖示曲線的變化

全年期的圖例約略可說是溫熱期與微寒期的加總（除卻四月及十一月），變化的趨勢來說全年期與微寒期相似：從傾斜面零度開始向下傾斜時，方位角 112.5~247.5 度範圍的太陽輻射能量值呈正向爬昇，其餘方位角則負向下降，而分別皆在傾斜面 22.5 度時開始趨緩。然而在溫熱期部分，可以看到十六方位大體說來皆在傾斜面為零度也就是水平面時得到最大太陽輻射能量，也表示以淡水地區而言，在夏季時分建築物所受最大太陽輻射熱源來自水平屋頂面處。

### 2. 三個時期所表示的太陽輻射量意義

在圖表中關係的因子包含方位角及傾斜角度，而在此太陽輻射能量也隨著不同時間變化顯現季節性的特色；從傾斜面角度來看時，當傾斜 90 度時，即為建築物立面於其方位所受的太陽輻射熱值，可作為淡水地區在建築熱環境考量下建築物配置的指標；然而以冷房度時的需求來看，台灣地區普遍的高溫期多集中於 5~10 月，且同時為台電用電尖峰時間，在區域環境上淡水地區其溫熱期太陽輻射能量的表現就更受注目，若以節約能源觀點視之，可以積極的看待溫熱期水平面的太陽輻射能量，嚐試轉換為太陽再生能源使用。

## (二) 淡水地區建築物之遮陽評估

現階段淡水地區建築物之遮陽分析從配合氣候環境所分就的全年期、溫熱期（五~十月）以及微寒期（十二~三月）相關太陽輻射能量數據中，依據溫熱期（5月~10月）中十六方位與太陽輻射能量依水平、垂直、及傾斜面（7.5度為間隔）作交互解析，可參圖3；以淡水地區建築物立面（假設其傾斜角度皆為90°；及垂直方式設計）在溫熱期時十六方位所受太陽輻射能量之情形如表2所示，可知淡水地區建築物立面所受太陽輻射能量依十六方位及其受輻射量大小分別形成兩個區間 0° -90° -180°以及 180° -270° -360°，並以正東(90°)及正西(270°)為其高點，如圖5。

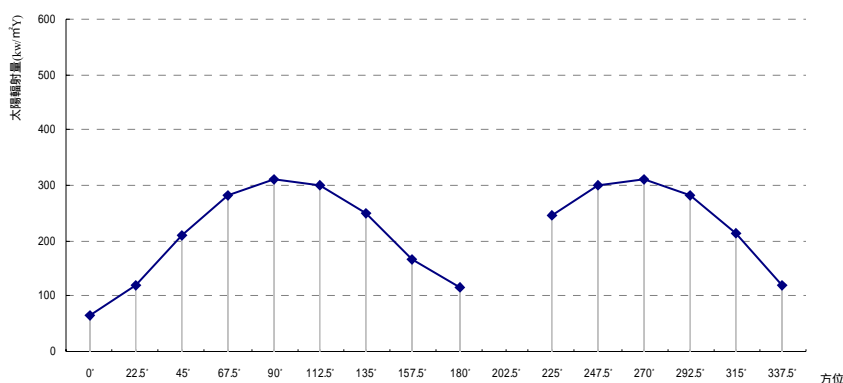


圖 5 16方位在垂直面上5-10月之太陽輻射能量

表 2 建築物十六方位之立面於5~10月之太陽輻射能量 (Kw/M²Y)

順位	1	2	3	4	5	6	7	8
16方位	正東 (90°)	正西 (270°)	東南東 (112.5°)	西南西 (247.5°)	西北西 (292.5°)	東北東 (67.5°)	東南 (135°)	西南 (225°)
太陽輻射量 (Kw/ M²Y)	312.29	311.881	301.131	300.085	281.242	280.95	248.409	246.905
順位	9	10	11	12	13	14	15	16
16方位	西北 (315°)	東北 (45°)	南南東 (157.5°)	南南西 (202.5°)	北北西 (337.5°)	北北東 (22.5°)	正南 (180°)	正北 (0°)
太陽輻射量 (kw/ M²Y)	212.067	211.14	167.021		119.758	118.074	117.253	66.265

從表2. 建築物於十六方位其立面在5~10月之太陽輻射能量數值得知十六方位於此期間內所得太陽輻射能量順位，可作為淡水地區建築設計者關於光、熱等自然氣候環境之參考，其中以正東及正西方為較大太陽輻射熱來源，可作為此方位建築開口配合外遮陽設施以遮蔽過多輻射熱進入室內或是建築物配置考量的建議。

### (三) 淡水地區太陽能源再生使用建議

配合節能及永續觀點來討論淡水地區關於太陽能源光電之效益，從整體環境而言以建築物各方位全年輻射量總和的最大值作為太陽能光電板放置的建築物最佳建議方位，以提供太陽能光電板全年獲得最大的太陽輻射能量，取得最大的再生能源光電效益。

#### 1. 各向立面方位之順位

從建築物不同方位之立面選擇性設置太陽光電板之情形下考慮其最佳設置方位及傾斜角度，在全年設置的效能考量下，太陽光電板所得光電效益隨不同方位與傾斜角度而有所不同，其關係可參圖 1，在方位角 112.5~247.5 度範圍中以傾斜角 15 度可得其方位全年最大太陽輻射能量值；其餘方位角則以水平面為最大太陽輻射能量值。

#### 2. 建築配置之順位

依據淡水地區全年期（1 月~12 月）中十六方位與太陽輻射能量依水平、垂直、及傾斜面（7.5 度為間隔）作交互解析（可參圖 1），假設建築物為相鄰夾 90°之四向立面以討論不同方位下建築物配置之全年太陽輻射能量值，四向立面在不同傾斜角度及方位角之太陽輻射量整理如下：

表 3 四向立面不同方位配置之太陽輻射能量 (Kw/M<sup>2</sup>Y)

傾斜面角度	立面組合配置			
	0°-90°-180°-270°	22.5°-112.5°-202.5°-292.5°	45°-135°-225°-315°	67.5°-157.5°-247.5°-337.5°
0°	3458.684	3458.684	3458.684	3458.684
7.5°	3438.024	2546.669	3437.914	3437.653
15°	3378.327	2473.458	3379.858	3379.437
22.5°	3277.890	2375.245	3280.922	3281.559
25.15°	3234.639	2335.490	3237.623	3238.309
30°	3143.583	2255.210	3151.846	3148.143
37.5°	2976.699	2116.696	2988.410	2981.425
45°	2784.023	1963.881	2800.869	2792.526
52.5°	2574.408	1803.081	2594.840	2577.524
60°	2343.926	1640.157	2373.493	2353.719
67.5°	2103.436	1473.960	2145.878	2114.928
75°	1848.407	1311.131	1913.414	1873.630
82.5°	1598.074	1157.438	1680.253	1635.564
90°	1353.112	1011.939	1450.899	1405.594



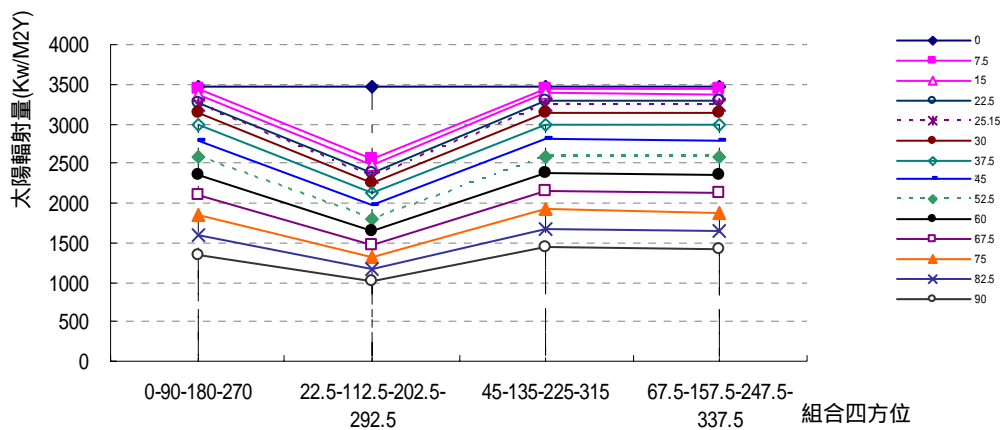


圖6 建築物四方位組合之全年不同傾斜面總太陽輻射量

從表 3 整理得知，除卻傾斜角  $0^\circ$ （即水平面），太陽輻射能量值在不同傾斜角下大多皆以  $45^\circ - 135^\circ - 225^\circ - 315^\circ$  之組合配置立面可得最大太陽輻射能量。

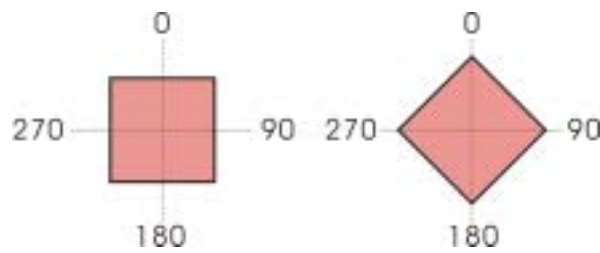


圖 7 建築物配置示意圖

結合建築物遮陽效能考量太陽光電板之設置，建築物使用太陽能光電板遮陽板之最佳方位，整理如表 4。

表 4 建築物使用太陽能光電板遮陽板的最佳建物方位

組別	四方位組合	順位
第一組	$0^\circ - 90^\circ - 180^\circ - 270^\circ$	4
第二組	$22.5^\circ - 112.5^\circ - 202.5^\circ - 292.5^\circ$	3
第三組	$45^\circ - 135^\circ - 225^\circ - 315^\circ$	1
第四組	$67.5^\circ - 157.5^\circ - 247.5^\circ - 337.5^\circ$	2

表 4 所示為淡水地區建築物不同配置下四向立面在整體自然環境中太陽輻射能量之情形，以提供建築設計者相關之考量；於此可得知淡水地區建築物取得太陽輻射能量以作為太陽能源再生使用之建築物配置最佳方位為  $45^\circ - 135^\circ - 225^\circ - 315^\circ$  其次則為  $67.5^\circ - 157.5^\circ - 247.5^\circ - 337.5^\circ$ 。