

臺灣住宅建築中附(增)建玻璃 溫室之實用及技術可行性之研究

A Study into the Practical and Technical Feasibility of Building Glass Conservatories on the Terraces of Taiwanese Houses

臺灣大學農業工程系農村建築與農村計畫研究室副教授

韓 選 棠

Siian-tang Han

摘 要

本研究是以探討供人休閒的陽臺溫室設計為目標，這類陽臺溫室在亞熱帶地區之設計及應用，應以斷熱及排熱為主要著眼點。故溫室地點及方位之選擇，溫室造型，建築組件及材料之設計以及室內氣候環境及其控制等，為這類溫室建造之主要考慮因子。

這類溫室之室內環境若在以上之設計條件下能控制得宜，將能發揮多項使用功能，如提供休憩場所、美化居住環境、減低室外噪音對室內之影響度、隔熱抗寒、增加都市綠地面積以及淨化空氣等等。

然這類空間的實用性仍有賴法令之配合，方能使其實現。並應對其造型予以美化及設計，以使其在都市住宅景觀中能發揮正面的影響。

本研究中對這類溫室做了一項簡化的實地測試，結果顯示在一般 I B 磚牆的構造體中，磚牆之隔熱效果及熱滲透室內所需時間，均尚令人滿意。

但開口部採用之複層窗玻璃，雖較單層玻璃在減少室內熱得方面要理想，但熱在外玻璃上滲透入室內玻璃面所需之時間，却幾乎是同一時間，故玻璃之設計仍需進一步加強研究與改良。

遮陽設計在本試驗中，證實是十分有效的斷熱設備，其可降低外牆面溫度約達 12°C ，為加強斷熱效果，宜多利用遮陽設備。

室內餘熱之排除，在本試驗中，依室內面積30%計算之通氣口面積，夏天夜間並未能有效的發揮降低室內溫度之作用，仍需打開窗戶輔助通風以降低室溫。

本研究共分三部份，第一部份對陽臺溫室做一界說，並提出各項主要設計考慮要素；第二部份對該溫室之實用性及可行性做了一項比較及分析；最後一部份乃對依據各項陽臺溫室設計要求所建造的實驗屋做一現場測試，以瞭解室內溫度環境之變化以及各構件熱傳的情況，並與室外溫度做一比較，做為發展及改善這類溫室之參考。

關鍵詞：住宅建築、玻璃屋、陽臺溫室

ABSTRACT

This research discusses the design of the conservatory on the

terrace. In the subtropics, the design and application of these conservatories for thermal insulation and heatabduction are very important. So, the choice of location, direction and its form, the design of the structural units, the choice of materials and the control of the inner climatic environment are the major factors to be considered.

If the inner environment of these conservatories are designed according to the above mentioned condition, a lot of applied functions will result, like offering place for recreation, beautifying the living environment, reducing the noise from outside, protecting from heat and cold, increasing urban green areas and purifying the air. But this spatial application depends on the change of the laws. Beyond that, the building regulations have to be changed and the form of the conservatory should be improved.

In this research, we make an experiment on the conservatory. The result tells us that the effect of the heat insulation of the 1 B brick wall satisfied our demand. But it is better to apply multi-layer windows than single-layer windows, because the heat needs the sametime to transfer but the Quantity of heat is smaller.

In this experiment, we conformed that this appliance for heat protection is very effective. The temperature of the outer wall with this appliance is almost 12°C lower than the outside wall without sunprotection. Concerning the air-supply, we designed several ventilation holes. The total area of those holes comes to 30% of the entire room capacity. In summer, the ventilation is not sufficient to reduce the room temperature. So we still need the aid of a window for a better ventilation effect.

This research consists of three parts. The first part defines the conservatory on the terrace, and put forward the major factors of the considered design; the second part compares and analyzes the applicability of these conservatories; the last part consists of the design of a model. The reasons for this theory and the design of the model are:

- a) the observation of the changing room temperature,
- b) observation of the heat conduction of the different structural elements and
- c) the comparison of inner and outside temperature.

If all these points become clear, we can use them as a base for the further development of such a conservatory.

Key words: Housing, Glasshouse, Conservaties on the terraces

一、緒 論

1.1 研究背景與目的

本研究宗旨在尋求一種適合臺灣亞熱帶地區應用之節約能源及改善室內居住環境的建築設計方法。

這類建築設計方法在歐洲工業先進國家如法國、西德、奧國等，自1980年代起，已逐漸風行並且在持續研究發展中。它主要的設計乃是利用透明建材如玻璃、FRP等材料，在建築物的向陽面或陽臺上圍塑成一個凸出建築體（圖1），然後利用這一個透明建築體大量吸收太陽熱能，再利用自然或機械式的空氣對流，將收集的熱能供應整幢住宅或鄰屋使用。這種設計法除可提供建築物所需的部份能源，以減少建築物對傳統能源方面的依賴度外，尚可提供一室內休憩或活動的場所。

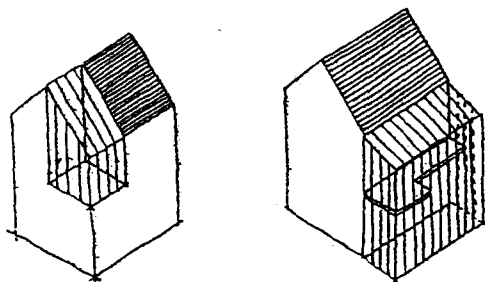


圖1 住宅附建溫室示意圖

資料來源：GLASHAEUSER ZUM
WOHNEN P. 62-63

在氣候寒冷的上述歐洲工業先國家，其冬季時節不僅酷寒而且時間很長，自然或機械式的太陽能集熱系統可以操作使用達半年之久，這意味著這個系統的投資可望在數個冬天之後回收，因此系統雖然昂貴，但其經濟效益顯著，加上這些國家夏季氣溫平均溫度均較臺灣為低（表1），玻璃溫室內高氣溫現象亦十分少，在餘熱排除等問題上較少考慮。

然而在冬季不是十分寒冷的臺灣，雖然也有使用暖氣的時機，但要經濟的去使用及維持一個太陽能集熱系統却不是十分容易。另一方面臺灣的夏天炎熱且潮濕，太陽能集熱系統的設置，尚需顧慮到餘熱及濕氣的排除。

表1 世界主要城市平均氣溫表（℃）

城市	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
臺北	17	18	23	25	30	30	30	31	30	30	26	23
舊金山	10	12	13	13	15	15	15	16	16	16	14	8
紐約	12	0	4	10	10	21	24	23	21	15	7	3
倫敦	5	5	7	9	12	16	18	17	15	11	7	5
巴黎	3	4	7	11	13	17	19	18	16	11	6	4
柏林	-1	2	6	10	15	18	20	18	15	10	5	2
維也納	0	1	5	11	15	18	19	18	15	10	5	1

因此，如何在臺灣的氣候及建築條件下，使用歐洲工業國家發展出來的這類建築設計觀念，將是本研究的主要課題。

1.2 研究意義

玻璃（陽臺）溫室研究及發展之意義可概括成下列四項：

2.1 增加活動空間

人們利用住宅內、外部空間及建築設備，從事各種家居及休閒活動，因此住宅建築與人們的生活環境、活動空間有著直接而密切的關係。然而臺灣都市中住宅大多缺乏庭院及戶外活動場所，而此一陽臺溫室若設計得當，將約可增加相當於住宅面積八分之一的活動空間。

2.2 增加綠地面積改善空氣品質

隨著都會區工商業及機動車輛的快速成長，都市空氣之污濁日益嚴重，為改善都市空氣品質，一方面須嚴格管制空氣污染源，另一方面亦必須增加都市綠地面積，以淨化空氣。但迄今臺灣都市人口日益膨脹，有限的土地都陸陸續續興建了住宅，對綠地面積之保留及擴充，似無有效之措施。民國71至72年間，臺北市政府有鑑於此一環境日益惡化的現象，曾大力提倡「屋頂綠化運動」，擬藉此增加都市綠化面積。然因高層建築屋頂所有權及使用權屬畫分不清，以致一般居住者綠化屋頂的意願低落，導致推動成果不彰。

鑑於此，本研究認為都市綠化工作，或應先由綠化每一居住單元開始。而陽臺這個戶外空間，在一般住宅中目前不是被閒置，就是被當作低度使用的儲藏空間等，殊為可惜。此一普遍潛存的住宅空間，正足以發展本研究提出之「住宅+溫室」的

構想，充做室內花園使用，以增加都市綠化面積並達到改善空氣品質的目的。

2.3 節約能源

據經濟部的能源消費統計中所列，住宅建築能量在民國68年，約佔全國能源消耗總量的17%（文1），而本省能源多賴進口，若能降低住宅耗能量，將可減少國家對進口資源之依存度。住宅中之溫室可大量吸收太陽能，並將它應用到住宅建築中。歐美先進國家之學術與實業界自1974年起，即積極的進行廣泛的研究，迄今在節約建築物能源與改善室內、室外環境衛生方面，已有顯著而豐碩的成果。臺灣地處亞熱帶太陽能之資源遠較歐美寒帶地區充足，太陽能之應用將可大量減少住宅建築對傳統能源之依賴度。

2.4 減少噪音對室內的影響程度

隨著人口的增加及汽機車的成長，都市中噪音對居住安寧的影響已日趨嚴重，隔音設計在目前一般水準較高的住宅已趨普遍。

陽臺溫室的設計位置，正好介於室內、室外之「過渡空間」，可充分發揮隔音的功能。

三、研究範圍

依據西德發展這類集熱系統之經驗，機械式固然其效能優異，但是在造價上却往往是住戶的一項額外負擔，其在經濟效益上的收回，亦往往需要很長的時間，故在消費市場上的推展情形並不十分理想。這五年來，自然式的住宅集熱系統，已逐漸受到偏愛，其效益程度若與機械式相比，固然尚有一段差距，但其造價及維護費用低廉，且住宅空間毋需被一些機械設備所佔用，這兩項優點，却為其爭取到了廣大的消費市場。

本研究中之主題「陽臺溫室」之實用價值，似是考慮研究成果未來推動及應用之可行性，故在本研究中，將以「自然式系統」為研究對象。

這類以自然方式收集太陽能的玻璃空間的室內環境，視使用者使用的目的不同，而有不同的要求。基本上說可分成種植植物與不栽種植物兩類。這兩類不同之使用目的，因要求的室內環境不同以致溫室的設計也大不相同。本研究中陽臺溫室設計將以後類為主，也就是說將以研究如何提供居住者一舒適的休閒起居空間為主。故設計的著眼點，需提供足夠的光線，並具有保溫、防寒、防雨、隔音等功能，並經適當的環境控制來調節及改善陽臺溫室

的環境。所以本研究中陽臺溫室之氣候環境控制及陽臺設計，將以適合人們活動使用為主要目的。

影響環境因子種類繁多，且彼此間相互影響，單獨因子之定量分析，十分不易；本研究之重點，將是在建築物開口部位及牆面部份之熱傳導及室內之熱排方面，以及如何在考慮實用性及可行性的前提下，去對建築各部份之材料做一選擇並進行設計。

四、研究方法

目前世界發展省能建築之國家如美國、西德、日本等皆屬溫帶或寒帶國家，故在這方面之理論模式與實驗結果，對於地處亞熱地區的臺灣而言，其適用性、精確性則尚屬未知。加上都市微氣候之變化，更是依城市而異，故要獲得適合本省條件之設計模式，必需配合實際之實驗研究，來加以驗證各種現場狀況，進而了解其適用程度。故本研究採理論與實驗並行的方式進行。

本計畫擬就應用建築物理學、熱傳學及溫室工程學等方面之知識與理論來分析都市中高層住宅在陽臺或露臺上附建玻璃溫室時對住宅環境之種種影響，並評估這種溫室之實用及經濟效益以及美觀的問題，提出合理的玻璃溫室設計型態。

最後概算玻璃溫室之熱傳以及材料對其之影響，而後以實驗來檢測理論設計之可行性，並對這類溫室之使用予以說明。

五、陽臺溫室

一、定義

溫室一辭，顧名思義，如其最初發展之基本構想與設計目的，乃為栽培物生長環境的保溫。溫室外面全部或大半均為玻璃或透光材料覆蓋，以提供室內植栽充足的光線，並提供保溫、防寒、防風等保護功能。但是近年來，玻璃溫室不僅為植物的生長環境而設計，亦考慮應用到住宅設計中，一些溫室與住宅的結合設計手法，在歐美國家已逐漸蔚為風尚（文2）。

名建築師柯布（Le Corbusier）40年前說過一句話：「人們追求自然光線是非常自然的」（文3）。這或許亦是現代建築師們所追求的設計目標。同時建築師們長久以來所追求的居住理想，乃是將住宅內部空間與戶外庭園連成一體的設計法，期能將飄逸的庭園景色帶入室內的居住領域中。

陽臺乃是介於室內與室外的緩衝空間，坐在其間有介於坐在室內及室外（街道、花園等）的感覺，若將此陽臺設計與建成一玻璃溫室，則此一居住及活動空間中，不僅光線充足，且四季變化及天氣轉變均可映入眼簾，在都市中的自由感、開放感、住宅中的自然感，及每日身處其中的休憩感均是玻璃溫室可提供的優點。

「陽臺溫室」乃是基於以上多項構思，在住宅的陽臺上，以透明材料將此一空間圍塑起來，而經適當的設計與環境管理措施來滿足人們居住、休閒，甚至植物生長所需的各項條件，以達到建築師們追求的理想。

二、設計考慮因子

這類以居住者活動為主的陽臺溫室設計是融合了設計者技術與使用者之構思的複合體。它不僅在外觀上可大不相同，其內容上也會因隨使用者對此一空間使用目的的不同，而必需符合每一陽臺所在之人為及自然環境。故此一陽臺溫室不能模仿他國或他處成功的作品，而必需依據使用人所企盼之使用之目的，設計者融和了建築物理學、熱傳學、太陽能工程學等技術及知識來達成的。

基本上陽臺溫室在建築設計上需考慮的主要因子有下列四項：

- 1.地點與方位。
- 2.房屋造型。
- 3.建築組件及材料。
- 4.氣候條件與舒適範圍。

其中以第4項在溫室發展階段中尚無法予以完全掌握，而在其它因子上，就具體的學理基礎及經驗的助力下，應能獲得較合理的方向。

以下將陽臺溫室設計中的各影響因子，做進一步之剖析，以做為設計之基準。

1.地點與方位

(1)地 點

臺灣屬低緯地區，建築物僅東、南、西三面受到日照，冬季以南面為主要日照面，夏日午後常有強烈之日曬，因此西面及南面之牆面之外表及開口部位的處理及設計，對室內溫度高低及舒適性將有很大的影響。依據臺灣74年氣象資料顯示（表2），臺灣日照強度在時間上以一月最低，七月份最高，而日照時數以高雄2323小時最高，基隆1206小時最低，呈「北低南高」之分佈趨勢（文4）。

但建築物的日照受當地之天空狀況、大氣污染及鄰近建築物遮蔽因素等影響很大，這些環境因素錯綜複雜且變化不定，故設計溫室時除考慮地理位置之日照條件外，並須兼顧當地之微氣候特性，方能正確掌握溫室內日照強度及光線狀況

表2 臺灣各大城市日照時數

地 區	城 市	日 照 時 數
北 部	臺 北	1,252 hrs
	基 隆	1,206 hrs
	新 竹	1,587 hrs
中 部	臺 中	2,089 hrs
南 部	臺 南	2,270 hrs
	高 雄	2,323 hrs
東 部	花 蓮	1,430 hrs
	臺 東	1,689 hrs

資料來源：中央氣象局氣象年報，1985。

(2)方位：陽臺溫室之方位，影響了其吸收太陽日射量的多寡。

陽臺溫室在臺灣若方位偏離夏季主要日曬面（西面及南面），將可避免過多之日照，而大量減低室內溫度之上升。但為在冬季獲得足夠之日照，則溫室又宜在受照面（南面）開設較大之採光面。

要在夏天避免過多之日曬，又要在冬季讓光線穿過，可在南面牆之開口部位上方，加裝一遮陽設備，則夏天因太陽角度較高，遮陽可阻絕太陽光之

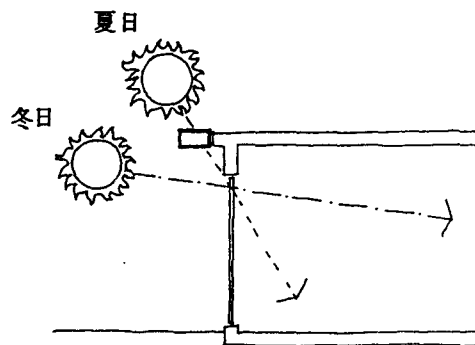


圖2 遮陽設計

進入；冬季因太陽角度較斜而順利透入室內（圖 2））

溫室建築在臺灣為避免過量之日照，宜避免在正西方向位置。

若溫室方位偏離主要受照面，則因太陽光線入射角度之加大，進入室內之輻射能與轉化的熱量相對減少，當入射角大於 45° 時，太陽進入室內之能量將呈大幅驟減（圖 3）（文 5 與 6）。故方位之選擇決定了溫室接收之日照量與往後室內溫度之高低。

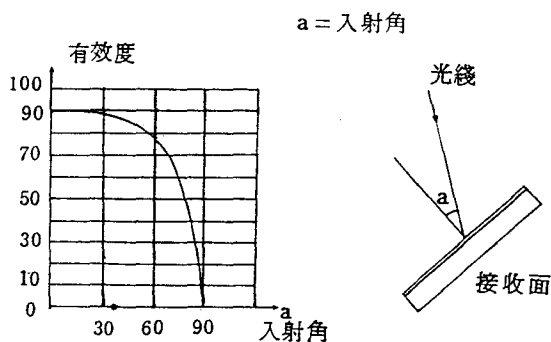


圖 3 玻璃反射

資料來源：SONNENENERGIE IN THEORIE UND PRAXIS P.18

2. 房屋造型

室內熱量之獲得與流失與建築物之造型，即外牆面積有密切之關係，同時外表面積與體積亦對熱之流失有直接影響。一般而言，外表面積與體積之比越小，則熱之流失亦越小。（文 7）若將圓形、方形及長方形三種幾何體做一比較，則可發現長方形表面積最大，方形體次之，圓形最小（圖 4），故若就散熱而言，同樣體積之溫室，將以長方形最佳。同時在工程技術上，方形或長方形亦較易施工，所以在陽臺溫室工程上，將以此幾何形體較佳。

在臺灣長方形體之陽臺溫室，將以南北兩面牆較東西兩面長為佳，因這種形體之溫室室內較易呈冬暖夏涼的現象，因東西牆兩面在夏天吸收太陽能之面積減少而可達到減低室內溫度之效果，而冬天吸收太陽能之南面面積增加，而導致射入室內光線之增加與溫度之升高。

2.3 建築組件及材料（透光材料／不透光材料）

興建溫室之材料及組件，對溫室內環境之形成及控制的影響很大。其材料可粗分成結構體用材、開口部用材及牆面用材等三大類：

(1) 結構體材料

在溫室中所用支架材料一般均為鋁或鋼，現亦有人使用化學合成材料如 F. R. P. 等，一般而言，金屬支架之成型容易且能抗高溫，但這類建材須做防銹處理，否則易在空氣中氧化腐蝕。此類建材的另一項缺陷是熱傳導係數過高，形成外牆面完成隔熱設計後的一項死角，即「熱傳橋樑」。

塑合材料支架如 F. R. P.，其材料之強度每 m^2 面積能耐壓達 240kg，且在烈日、潮濕等天候下不變色，老化或脆化，適合使用在潮濕而多變化的氣候環境中。其隔熱特性佳，依西德國家工業標準 52612 號標準，其熱傳導係數為 $0.14K \text{ cal/m. h. }^\circ\text{C}$ ，較鋁之熱傳係數 $175K \text{ cal/m. h. }^\circ\text{C}$ 要小約 1250 倍（文 8），故其隔熱效果亦十分良好。

臺灣地屬亞熱帶海洋型氣候，氣候潮濕且多鹽份，加上高度工業化的結果，空氣中污染雜質含量有快速增加之趨勢。F. R. P. 材料不受酸、鹼之侵蝕，較金屬材料之支架要理想很多。

(2) 開口部用材

一般常見之應用材料有玻璃、塑膠玻璃等。塑膠玻璃因其價格高昂，且表面易刮傷，故其在市場上一般難與玻璃競爭，而一般塑膠受日照後均會發生老化、變色、表面氧化等現象（文 9），至於玻璃則其穩定性甚佳，不受日射及天候影響而變質，故陽臺溫室之開口部用材以選用玻璃較為適當。

溫室中一般在物理環境控制方面較弱也較難掌握的地方，就是在開口部位的透明材方面。以下將就玻璃之隔熱、防曬及隔音等三方面特性加以探討。

① 隔熱

玻璃之透光度十分良好，約 85% 之太陽光能透過一般之清玻璃，且玻璃之熱傳係數很高約 $5.8W/m^2 \cdot K$ （文 10），熱量十分容易透過玻璃侵入室內，反之亦然。為防止熱量由玻璃流失或獲得，雙層或三層玻璃之應用是目前國外極普遍的一種解決方法。今日德國工業標準第 4108 條中甚至規定，所有隔熱窗均需採用複層玻璃設計方法。

由表 1 中可知雙層玻璃（中間留有 6mm 之空氣層）其熱傳值顯著下降至 $3.4W/m^2 \cdot K$ ，約較單層玻璃減少了 $2.4W/m^2 \cdot K$ ，這表示了其能量之透過率可減少約 41%。

若是應用三層玻璃之做法，其 K 值則將可降至約 $2.4W/m^2 \cdot K$ （表 3），其防止熱量滲透之效

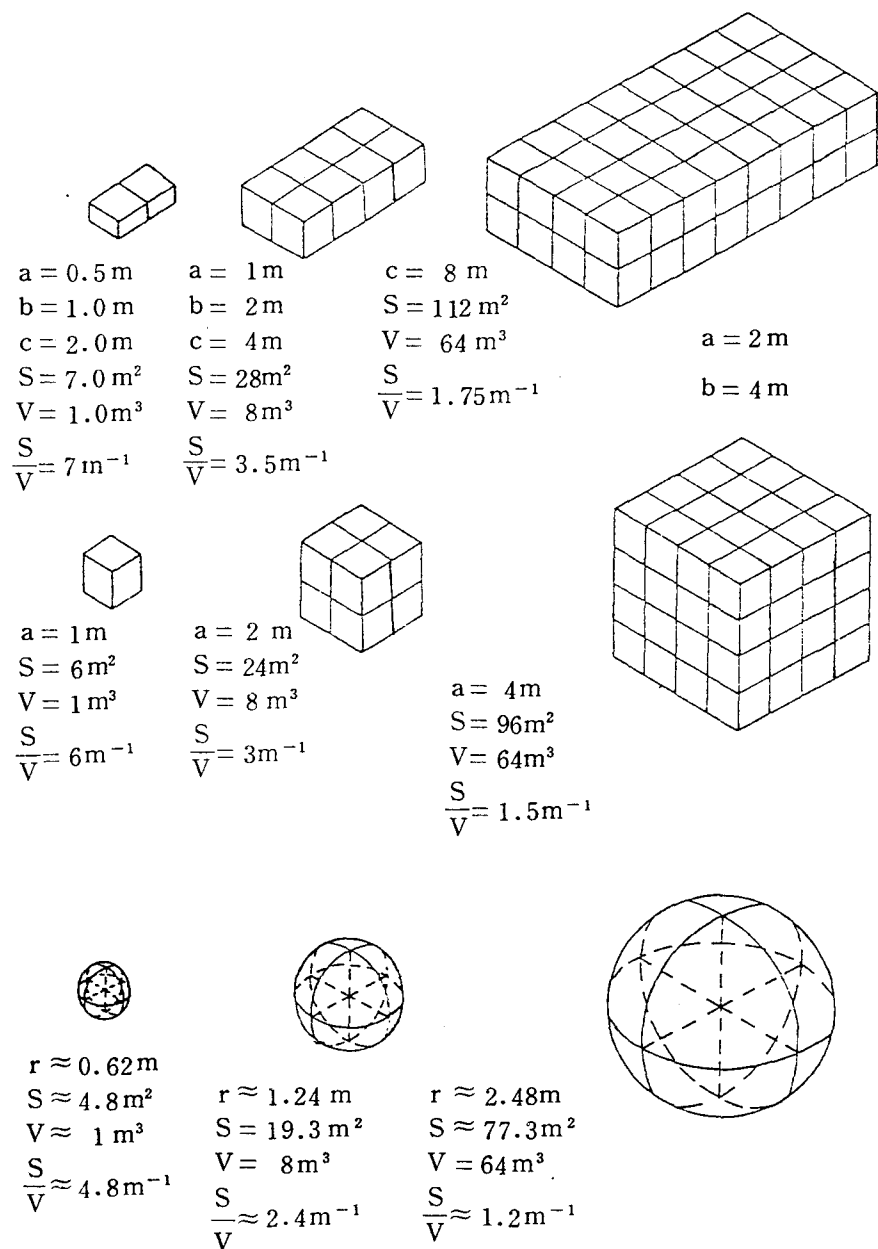


圖 4 方形、圓形與長方形幾何體之表面積與體積關係圖
 註：r = 半徑，S = 表面積，V = 體積，a = 邊長，b = 寬度，c = 高度
 資料來源：Wohnen und Sonnenenergie, P. 36。

果，將更為提高。若經濟條件許可，三層玻璃之做法，亦可予以考慮。

②防曬

臺灣因緯度關係，夏季溫室之玻璃窗若無特殊防曬設備，因陽光射入再加上溫室效應，其溫度可上升至50°C (文11)。

故溫室之適當防曬措施，以臺灣的緯度來說是不可缺少的。光線乃電磁波的一種，有不同的波長(圖5)，當其到達玻璃時，一部份被吸收，部份波反射，部份被透過(見圖6與圖7)。

表3 普通玻璃熱傳導係數計算值

1.	單層透明玻璃	5.8
2.	隔熱玻璃中有6—8mm之空氣層	3.4
3.	雙層玻璃(玻璃間距20—100mm)	2.8
4.	複層隔熱玻璃組成之雙層玻璃(玻璃間距20—100mm)	1.4

資料來源：Glashaeuser zum Wohnen, P. 86

表4 玻璃之透光、反射及穿透率

	透光率% 380/780 nm	反射率%	突透率% 320/2500 nm
1.單層玻璃	88	8	83
2.複層玻璃2×6mm	80	15	77
3.複層玻璃茶色	36	26	26
4.複層玻璃銀色	48	39	48

資料來源：Flachglas AG Gelsenkirchen

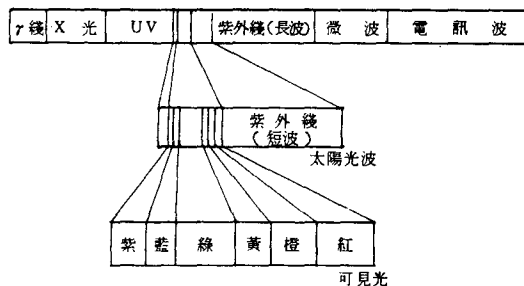


圖5 電磁波

資料來源：Bauen + Wohnen 1877,7+8月P. 249

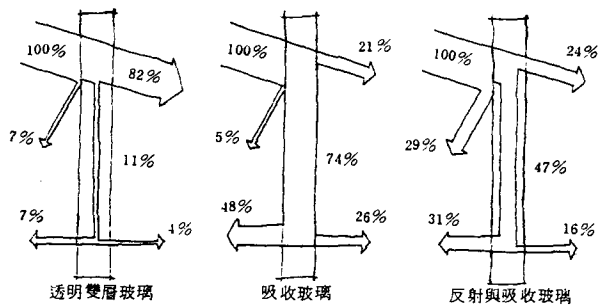
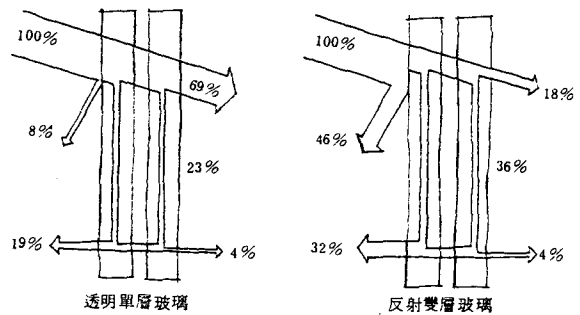


圖6 玻璃之透光率

資料來源：Glashaeuser zum Wohnen, P. 91

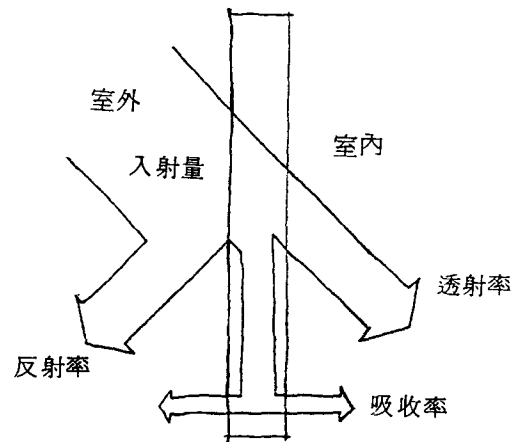


圖7 玻璃中光線之行徑 資料來源：同圖6，P.89

一般清玻璃中，太陽光與可見光之透過率約在90%左右，為減少光之透過率，使用塗料的防曬玻璃及膠合玻璃等可減少熱波進入，其應用在市面也已十分普遍，但防曬複層膠合玻璃(不加色板)之透光率約在13~48%之間(文12,表4)，但房間室內之明亮度與這光線透過率之多寡成正比關係。

因此，若應用透光率較小的玻璃時，室內將顯的較為陰暗。在陰雨天或黃昏時，室內需輔助光源。故若希望室內光線明亮，且能防止太陽光之進入室內，將以採用適當之遮陽設計為最理想。

遮陽設計一般分為固定式與活動式兩類。固定式遮陽之主要目的，乃是遮蔽夏日太陽的射入，其做法大都附建在建築物凸出部份（參照方位一節），其種類有下列各種：活動式遮陽，乃是可依太陽

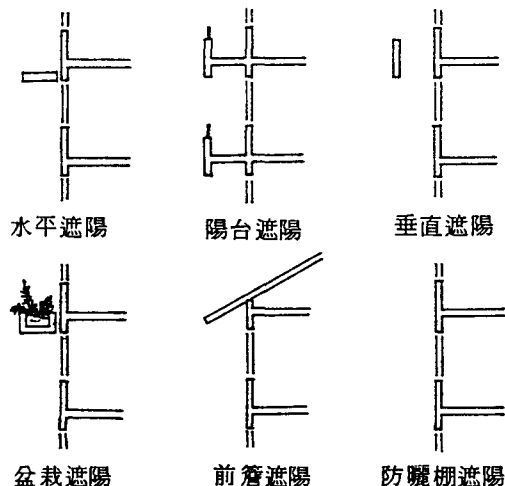


圖 8 住宅中固定遮陽之一般設計

強度、高度之不同，而予以調整使用。理想的模式，乃是在夏季太陽炎熱時，將其直射光線予以遮斷，冬季室內寒冷時，將活動遮陽拉起，讓太陽光能進入室內，其種類有下列各項：

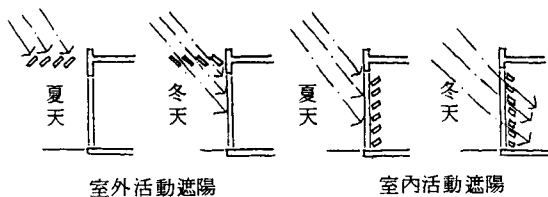


圖 9 活動遮陽設計

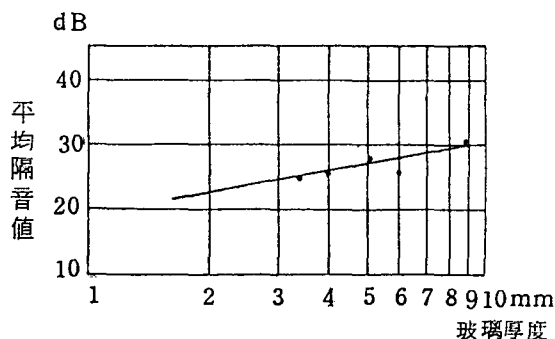
室外活動遮陽之效果，一般效果要將室內活動遮陽好，因太陽直射光之熱量可被阻絕於室外，而無法進入室內。

③ 隔音

因臺灣交通噪音之日漸增加，房屋之隔音設計

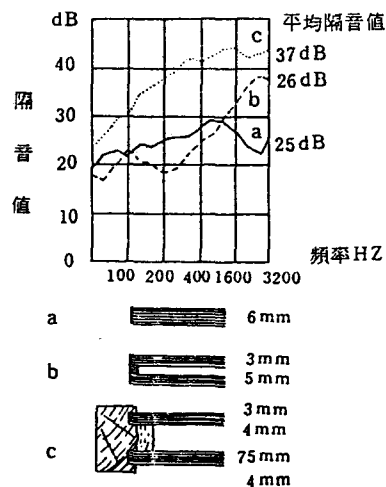
是目前一個極需要加以考慮並予以改善的問題。室外噪音之進入室內主要的途徑是，經過窗戶傳遞，因材料之隔音效果優劣與其密度成正比之關係，而玻璃的單位重量與牆壁相比要小很多，所以其隔音效果也差很多。一般單層玻璃之隔音效果約介於20—30dB 之間（見表 5）。實際建築物的窗戶一般氣密性均較差，故隔音效果又將打個折扣，依據西德 A. Eisenberg 之實際測試，一般窗之隔音效果約介於15—20dB 間（文13），若緊臨——噪音平均 80dB 的街道旁，而窗之隔音效果只有 20dB，則進入室內之噪音仍有60dB，這對人能忍受的正當音量 40—50dB 來說，強度太高了。故不得不應用雙層玻璃來減低噪音的強度，表 7 之複層玻璃組合，顯示了其隔音之效果良好，在不同頻率的聲

表 5 單層玻璃之厚度與隔音值關係表



資料來源：Schall, Waerme, Feuchtigkeit P. 76

表 6 約相同重量、不同做法的玻璃隔音比較



資料來源：同表 5。

表7 複層玻璃之組合及其隔音值

產 品	厚 度 mm	重 量 kg/m ²	隔 音 值 HZ		
			低 頻 率 100/320	中 頻 率 500/1250	高 頻 率 1600/3200
玻 璃					
薄	1.9	4.9	16	23	32
普 通	2.9	7.3	18	25	33
厚	3.8	9.5	19	28	32
厚	4.8	12.0	22	30	31
厚	5.5	13.8	25	30	30
複層膠合玻璃					
	13	31	31	33	40
	16	39	31	33	43
	18	42	44	35	47
隔 熱 玻 璃					
玻璃 空氣層 玻璃	22.4	21	24	32	34
4 12 4	22.4	21	24	32	34
6 12 6	26.8	31	27	33	35
8 12 8	30.0	41	28	34	36

資料來源：同表7 P.85。

音中，其隔音效果約介於35—40dB，如此複層玻璃之設計將可達到隔音基本要求。

若要進一步增強隔音效果，可採用膠合玻璃應用在複層玻璃窗中，因膠合玻璃夾層中，有一類似橡膠的富柔軟性的聚乙烯丁醛樹脂(簡稱PVB)在其中，當聲音透過玻璃時，其音波傳達至玻璃表面之振動，能藉了中間膜之彈性，而將其減弱下來，

表8 紅磚、空心磚與RC建材之熱導係數與比重表

材 料	熱 導 係 數 (K cal/mh°C)	比 重 (kg/m ³)
紅 磚	0.34—0.42	1,620
空 心 磚	0.39—0.41	1,380
R. C.	1.10—1.40	2,300

資料來源：王錦堂，建築應用物理學，台隆書局1980。

因此對音波之傳導滲透，有更好之遮斷效果。

(3)不透光材料

牆面不透光部份之填充材，臺灣住宅建築中一般常應用的有紅磚、空心磚與鋼筋混凝土等，為減低室外熱量傳入室內，選用時應以熱容量較大而熱傳導係數較小的材料為原則，以下為上述三項建材在熱導係數與比重方面之比較：

由上表得知，在熱傳導方面，溫室外牆以應用紅磚及空心磚較為理想，且其單位比重亦較小，可減少結構體之靜載重。

4.氣候條件與舒適範圍人體對氣候之舒適感，隨個人之物理狀況(如在動態或靜態)、心理狀況等不同而有所差異，而一個人全年所能感受之氣候舒適程度亦有些微差異，基本上，人體本身因代謝作用所產生之熱量與身體之散熱量間，若達平衡狀態，使體溫保持在約36°C時最為舒適。人體體感熱量變化可以下式表示之：

$$\Delta H = M - E \pm C \pm R$$

式中 ΔH ：為體感熱量變化

M：身體因代謝作用產生之熱

E：因身體蒸發作用所散失之熱

C：人體由於對流作用所得熱或失熱

R：人體由於輻射作用所得熱或失熱

當體感熱量 $\Delta H < 0$ 時人體感覺冷， $\Delta H > 0$ 時感覺熱， $\Delta H = 0$ 時感覺舒適。(文15) ΔH 即為人體對環境之感受，當人體在某一物理要素範圍內可感舒適，若超出了此範圍，即產生生理上的不快。此一氣候舒適範圍之獲得，應以當地人做實驗，並統計大多數人所能接受之氣候舒適範圍，最能代表當地人們之氣候感受。然而目前臺灣有關此方面之試驗與統計資料，尚未獲得一明確之定論。欲得臺灣地區人體要求之氣候舒適範圍，或能從國外不同地區之試驗結果，來推測臺灣地區大多數人可接受之氣候舒適範圍了。

舒適範圍本研究假定以休息狀態、穿薄衣服坐着的人為主，因為人在室內約有 90% 的時間為靜態的活動狀態。依據美國空調冷凍工程師協會 (ASHRAE) 的建議，控制室內溫濕度，以絕對濕度 14 至 5MMHg 水蒸氣壓為濕度之上下界，以等效溫度 25.5°C 至 22.2°C 為溫度之上下界，兩者間所界定出的區域為室內氣候舒適範圍 (如表 11 斜線梯形 N') 此範圍內之氣候，可讓大多數美國人感覺舒適。今日若將節約能源的因素考慮在內，其上下限可稍微調整至使人覺得稍暖或稍涼一點；依據東海大學陳開南教授探討臺灣地區人體要求之舒適範圍所獲結論 (文 14)，提議人之舒適範圍如表 11 中所示 G 區，較 ASHRAE 所界定之範圍擴大些

，其以絕對濕度在 15—5MMHg 之間，人體可自行調節水份之蒸發量，故以 21°C 至 26°C 乾球溫度為上下界。若濕度較高時，人體對溫濕度之變化要求如表 11 中 G 區上部曲線，在 21°C 時舒適容許之相對濕度最高為 80%，若溫濕度升高則容許相對濕度須降低。在 26°C 時容許相對濕度僅 60%，陳教授又依據 Mr. F.R. Flis 在新加坡做過之試驗，發現等效溫度 27°C 為當地大多數人夏天感覺舒適之上限，因新加坡地區夏天氣候狀況與臺灣接近，且多為中國人，其試驗值頗適合臺灣參考引用。

若從節約能源立場及利用氣候特徵以達室內舒適的觀點，以採用 Mr. Givoni 的舒適範圍，並引用新加坡的試驗結果，以 27°C 為臺灣夏天舒適的上限；又臺灣冬天一般人習慣穿較厚衣服，可比穿薄衣服時的舒適下限再低一度，故以 20°C 為臺灣地區冬天舒適的下限。而界定如表 11 中 N 區之舒適範圍。同樣根據 Givoni 的界定舒適範圍方式，也可界定在適當室內氣流下限，人體的舒適範圍可提高之界線主要如表 11 之 V 區。如此推定，所根據的是上述二學者之試驗結果，認為是臺灣大多數人可接受之舒適範圍，故以 20°C 為下限，27°C 為上限，作為本研究附建溫室之參考。

臺灣地區各主要城市之平均氣溫及濕度如表 9 及表 10 所示，全年間之溫濕度變化十分接近。各城市之月平均值以一月份最低，七月份最高，依據以上資料顯示，人體舒適之溫度在臺灣約介於 20°C 至 27°C 之間。

故陽臺溫室中溫度之控制在 5 月至 9 月間應以防止上升為原則，而 12 月至 3 月間應以防止其下降為目標。

表 9 臺灣各地平均氣溫

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均	較差
基隆	15.4	15.6	17.4	21.1	24.0	26.5	28.7	28.4	26.7	23.7	20.7	17.3	22.1	13.3
臺北	15.1	15.6	17.7	21.8	24.7	26.8	28.8	28.7	27.0	23.8	20.5	17.2	22.3	13.7
臺中	15.4	16.4	19.1	23.0	25.7	27.1	28.4	27.9	27.0	24.4	21.0	17.4	22.7	13.0
臺南	16.9	18.0	20.9	24.7	27.4	28.2	28.9	28.5	27.9	25.6	22.2	18.7	24.0	12.0
高雄	18.2	19.2	21.7	24.8	27.2	28.0	28.5	28.0	27.5	25.8	22.9	19.8	24.3	10.3
恒春	20.3	21.1	22.8	25.4	27.3	27.9	28.2	28.0	27.5	26.1	24.0	21.7	25.0	7.9

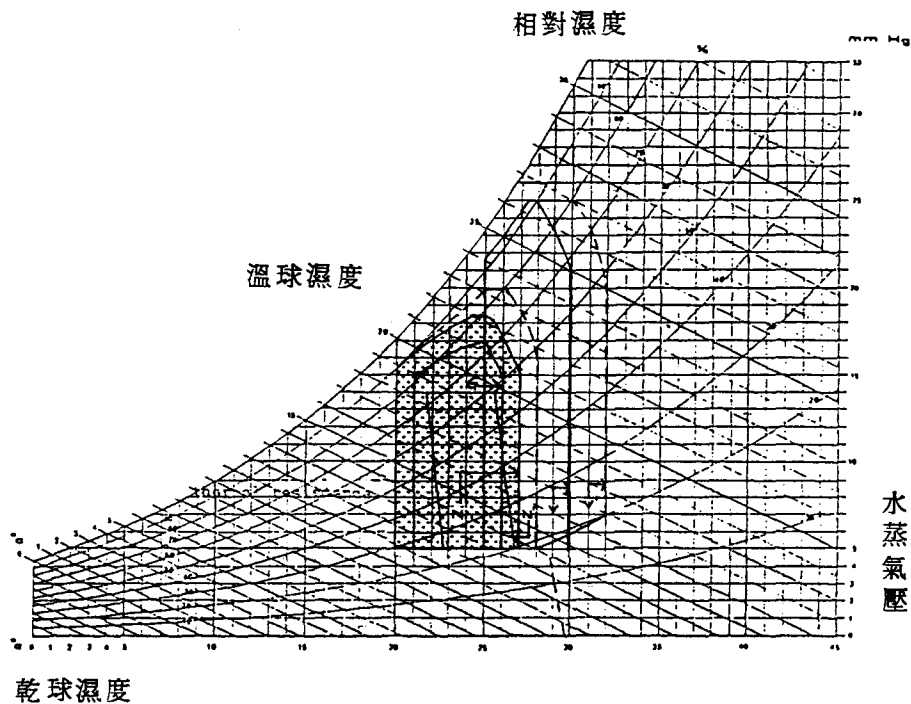
資料來源：氣象年報 *(1961~1981年)

表 10 臺灣各地平均濕度

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平 均
基 隆	80	83	83	83	84	84	78	79	81	79	80	80	81
臺 北	81	82	82	80	82	82	77	77	78	78	80	80	80
臺 中	79	80	80	80	81	81	80	82	80	78	78	78	80
臺 南	79	78	77	77	78	78	81	82	81	78	79	79	79
高 雄	77	78	78	80	82	82	85	85	84	81	79	78	81
恒 春	73	74	85	76	79	79	84	84	81	74	72	72	77

資料來源：氣象年報 *(1961~1981年)

表 11 臺灣地區之快適氣候範圍



- 說明：.....：27°C 等溫，以美國空調冷凍工程協會(ASHARE) 的新有效溫度量為準。
 ——：吉伯尼(Givoni) 建議的快適氣候範圍。
 ——：ASHARE 建議的快適氣候範圍，快適標準55—74。
 N：適合臺灣的快適氣候範圍。
 N'：適合美國的可接受氣候範圍。
 V：一般通風設備下建築物可獲致的快適氣候範圍。
 V'：擁有良好通風設備的建築物可獲致的快適氣候範圍。
 G：人體舒適範圍區

資料來源：•「建築物能源計畫之研究」梁家駿
 •臺大農工系農村建築與農村計畫研究室

而一日間之氣溫呈周期性之變化，以臺北及臺南為例，皆以中午12時至2時為最高，七月晝間上午6時至下午6時平均在29.7°C，全省日較差平均在3.6~7.9°C，其和當地之緯度、地形、海陸分佈、雲量及降水有關。(文16) 故溫室設計時熱傳導及熱之排除應以12時至下午2時間外界溫度最高時為設計依據。

三、陽臺溫室之實用性分析

玻璃屋在住宅中之應用，已日趨普遍，因它在住宅及都市中，具有多種實用功能，以下將對這類功能中之主要項目做一分析及說明。

3.1 增加都市綠地面積

為了提高都市居民生活環境品質，並防止其繼續惡化，於是在早期有英國的 Sir Ebenezer Howard 提出田園都市(garden city) (註1) 的構想和德國醫生 Dr. Schreber (1808~1861) 所謂的市郊農園(Schreber Garten) (註2) 以及日本的市民農園的(註3)。其目的都是以田園綠地來美化生活環境以及利用都市近郊空地闢為菜圃以供都市居民休閒之用，補充都市中綠地之不足。

現以臺北市為例，現有210萬人口，土地面積27,214公頃。也就是說幾乎臺灣全島10%的人口集中在0.8%的土地上，人口密度已達歐美都市的5倍，而公園綠地每人僅分配有1.3m²遠低於歐美各大都市(表12)。

表12 世界各大都市每一市民享有公園綠地面積比較

都 市	漢 城	臺 北	東 京	京 都	大 阪	名 古 屋
面積(m ²)	1.2	1.3	1.6	1.9	2.5	2.9
都 市	巴 黎	羅 馬	柏 林	維 也 納	紐 約	倫 敦
面積(m ²)	8.4	11.4	14.4	15.5	19.2	22.8

資料來源：臺北市政府建設局(1979)

然而以寸土寸金的臺北市想要尋求一塊空地來綠化，談何容易？且公園面積增加速度也遠落後於人口膨脹速度，據臺北市工務局估計，到民國78年時，每一市民享有公園綠地方可達2.87m²/人(文18)，此與世界各大都市之水準相比仍相去甚遠。因此綠地庭園經由其它方式之開發及闢建乃異常重

要，尋找在都市建築中之「潛存空間」加以開發利用，方足以改善臺北市生活環境與美化臺北市都市景觀。

陽臺溫室除可做為休憩使用外，亦可在其中栽植綠色植物，以提供居住者更多之綠地，如此不但可以提高住宅生活品質，都市綠化面積亦可隨之增加。

以臺北市為例，依據民國62年全國戶口普查中所統計之資料顯示，在都市計畫區內住宅之總樓地板面積共有39,475,280m²，若依建築技術規則中對住宅中陽臺面積之規定，若陽臺面積佔總建築面積的八分之一以內，可不計入建築面積，是以臺北市住家陽臺面積約共有4,934,410m²(39,475,280×1/8)。若將其進行綠化，則每人平均綠地面積可增加2.3m²，而達每人約佔有3.6m²綠地之標準。

3.2 減低噪音強度：陽臺溫室之隔音功能，可經由窗玻璃設計及室內植栽兩項而達成。

3.2.1 陽臺溫室之開口採光部位：此一部位一般係

表13 複層玻璃之隔音效果

種 類	重 量	隔 音 值				
		100-320Hz	500-1250Hz	1600-3200Hz		
玻璃	kg/m ²					
4	12	4	21	24	32	34
6	12	6	31	27	33	35
8	12	6	36	28	34	35
8	12	8	41	28	34	36
10	12	8	46	29	35	36

資料來源：GLASHAEUSER ZUM WOHNEN, p. 85

註1.: garden city: 乃為工業及健康生活而計畫之城市，其範圍以能充實社會生活為準，不宜太大，而宜繞以永久性農林綠地，其間所有土地須歸公有或歸市府所有。

註2.: Schreber Garten: 因都市中心建築密集區無法設置休養綠地及個人庭園，為求精神與肉體上之調劑，提倡在都市邊緣，設置小農園。

註3.: 市民農園：日本自大阪農會模仿英國農園之「市民農園」成立後，旋即陸續於京都、橫濱、福岡等地出現類似計畫，並訂定農園使用規程。

採用玻璃窗，若採用 6mm 之單層玻璃，可減低聲音之強度達 24dB (文20)。若採用複層玻璃之設計法，可減弱音量之程度視複層玻璃之厚度、組合方式以及聲音之頻率不同，更可達到 36dB 左右，(表 6，表13) 其效果較單層玻璃更佳。

住家中一般房間內之聲音強度約介於 30~50 dB 之間，而一般住宅區中街道之聲音強度約介於 50~70dB (文20)。故若在陽台上加設溫室後，玻璃窗所減少之聲音強度，可使得住家內之音量達到適居之標準要求。

3.2.2 利用溫室中植栽達到隔音效果

近年來美、德等國家已作過多項之研究試驗，證實植物因對聲音具吸收、反射、折射及偏向之作用，因此可以有有效的控制環境中噪音的擴散。

植物的葉因柔軟具彈性，振動速率較高，所以吸音力強。當聲音打擊至植物各部份時，因為反射、折射之結果也使聲音減弱了。

據施克門 (Siekman) 之研究發現草地之吸音力極強，其吸音係數與一般之地毯極為接近 (表 14)。

表14 草地與地毯吸音係數之比較

聲音頻率	125	250	500	1000	2000	4000
草地吸音係數	0.11	0.26	0.50	0.69	0.92	0.99
地毯吸音係數	0.08	0.24	0.57	0.69	0.71	0.73

另據安柏列頓 (Embleton) 之研究，約每100呎寬之植栽可減弱噪音 7dB，若於125呎之距離內栽植 100呎寬之綠帶則可減弱噪音 21dB，若不栽植綠帶即需距離 250 呎處，聲音方能減弱 21dB，可見植物控制噪音之潛能 (文21)。同時植物亦具有減弱噪音之心理效果。

為控制噪音的緩衝植栽，實質上雖然有時僅減弱了 2~3dB，但在人的心理上時常却因未見到音源而使人感覺減弱的程度較 2~3dB 為更多。

3.3 隔熱及防寒：陽台溫室外側之窗戶，除可擋風、遮雨外，亦是室內與室外之過渡空間，其空間之某些機能具有類似住宅中玄關之功能，可調節室內與室外之溫度變化，發揮隔熱抗寒之功能。

陽台外牆面，在臺灣一般均以 1 B 紅磚組砌成或以 RC 為之，紅磚之熱導率約 2.1 K cal/mh²°C

，RC 則較差約在 3.2 K cal/mh²°C 左右 (文 23)。若將外牆壁體做保溫設計如加裝隔熱材料或使用多孔質材料等將可大幅提高其隔熱效果。

另一項壁體材料玻璃，熱傳係數為 5.5 K cal/m² h²°C，其隔熱功能若與磚石或 RC 相較，則相差甚大，但我們若採用雙層玻璃之設計，其熱傳係數可降為 2.2 K cal/m² h²°C，其保溫效果可提高約 36% (文22)。

陽台溫室因介於室內與戶外之間，故室內溫度變化時間，將較陽台為緩慢。因當陽台壁體吸收室外熱量蓄熱後，再轉向陽台空間放熱，當陽台熱容量飽和時，方開始傳入室內。

住宅室內溫度上升所需之時間，將因熱傳遞時間之增加而延後，若陽台熱容量未達飽和時，則室內之氣候條件，受影響之程度，將更形降低。故在採用陽台溫室外牆之材料時，將以應用熱容量較大之構材以及熱傳導係數較低之設計法來增加陽台隔熱防寒之功能，陽台溫室之隔熱防寒除了提高主要居室之舒適程度外，並間接達到了節約能源目的，並且此一溫室可視需求目標而設計成太陽能之接收場所，以自然方式利用接收到之太陽能。

3.4 提供休憩場所及美化居住環境

關於空間擁擠對哺乳動物所造成的戲劇性影響，許多領域、環境學的專家已做過相當多的研究，英國學者休克斯 (A. S. Parkes) 和布魯士 (H. M. Bruce) 曾獲得這樣的結論「族羣的擴散形成的過度擁擠會造成白老鼠體內生化平衡系統的失控，導致聽庫透支及腎上皮質興奮，而引發變態行為甚至死亡。」(文17)。而人類在擁擠的情況下同樣會產生不安、焦慮、煩躁……等現象，常常在都市空間過度擁擠的情況下，造成人們的適應不良而產生心身症 (psychophysical disorder) 或性格違常 (personality disorder)，甚至造成偏差行為 (abnormal behavior) 而形成社會問題。因此在擁擠的都市中尋求活動空間，乃成為現代人們追求的生活目標之一。

開發都市住宅建築中的「潛存空間」作為可充份利用之「休閒空間」，在目前都市土地日益減少，地價日趨高昂的情況下，陽台之設法利用是一可行之途徑。

因住宅中的陽台測室是屬於自己的，靜謐、私密性高，使用便利，並具有不受打擾的特性。而在此陽台溫室中之各種休閒、生活行為均可不受風雨

之影響可充分發揮其應有之空間功能。

此外陽台溫室的植栽，常常可以帶給我們感覺及意識上的美感體驗，增加生活上之調劑及情趣：

- 植物本身帶來的視覺美感。
- 各種植物以及種種造園技術的經營形成的空間美感。
- 嗅覺美、植栽的香氣。
- 變化美：植物有發芽、開花、結果、凋萎等生命現象，並且在季節變化中呈現出多端的美麗景象。
- 栽種花木之情趣。
- 淡化人造建築物粗糙、冷漠、生硬的感覺。
- 美化都市景觀。

3.5 淨化空氣

陽台綠地不僅可提供休憩及增加都市綠地總面積外，其上栽種之植物可經由光合作用、蒸散作用及其他間接方式而達到調節、稀釋及淨化空氣之目的。

依據華特(Walter)之研究，每平方公尺之葉面積於每小時經光合作用約可消耗空氣中的 1.5g 的 CO_2 ，而經植物呼吸作用會釋放 CO_2 於空氣中，但其放出之量僅及光合作用消耗量之 $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ ，因此提供了多餘的 O_2 供人們呼吸之用。依休納茲基(Dr. Aloys Bernatzky)之研究，栽植面積30~40平方公尺之植物約可提供相當於一個人呼吸所需之氧氣(文19)。並且都市中被污染的空氣，與含氧量高之新鮮空氣混合時，可被沖淡，其中所含之煙霧與氣味等也將被植物吸收，空氣中之灰塵與砂粒等固體粒子也將依附在植物上，而大量減少，故陽台溫室若提供做綠地使用，其中栽種之植物將可以藉光合作用、蒸散作用等淨化住家及其附近都市中不潔的空氣。

四、陽台溫室之可行性分析

4.1 法令之規定及限制

4.1.1 外牆面

陽台透光之部份可加建而封閉之，但以透明建材為限，如玻璃、FRP 等，而不得以非透明建材砌牆，否則即屬違建。此為建築法令之規定。

故陽台溫室的作法，只要在原來的腰牆上加設窗戶，而又不突出原有牆面線，即屬合法。但若陽台在一樓，而陽台四面又無圍牆，則受其上方的陽台寬窄約束，以不超過上方平台外牆線為準。但若

要拆除陽台原有的建物，或外牆，重新設計時，必須經開業建築師鑑定，並出具安全無虞證明，才算合法的變更使用(文24)。

依上述規定，陽台合法加建以在陽台台度上加設窗戶做法最為簡單，只需於原有建築物之承重牆上，加裝防熱玻璃窗戶，即符合法令之規定。

4.1.2 平面空間

除牆面外，另一項與陽台溫室可行性有密切關係的，就是陽台本身的平面尺度了。現行建築法規規定陽台面積若不超過建築面積之 $\frac{1}{6}$ ，且最大深度不超過 1.5m，可以不計入建築面積，故今日臺灣住宅建築中多附建有合乎上述規定之戶外陽台或露台。

然這些陽台狹長而窄小，一般用戶多充作貯藏雜物或曝曬衣物之用，在寸土寸金的都市裏，實屬浪費；而許多家庭則將其加建窗戶，以擴充室內空間。

但是目前建築物之陽台尺度在平面使用上實有困難。

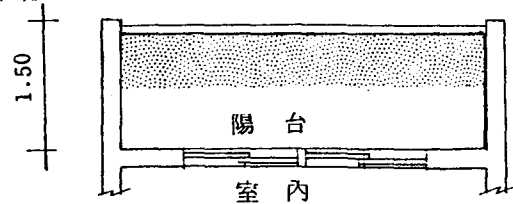


圖10 陽台台度陰影平面示意圖

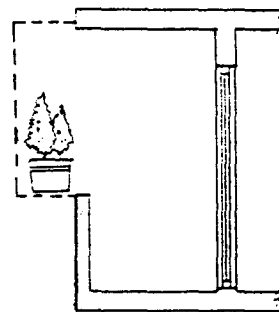


圖11 陽台鐵架剖面示意圖

因為深度不及 1.5m之陽台上，為便利走動，50~65公分之走道寬度是必需之預留空間，故實際可應用深度尚不及 1 m。若將陽台做為花卉或植栽場所，則靠近台度之部份，因受 1 m 高台度之影響，陽光無法照入(如圖10)，故此一空間又無法利用；今日許多住戶，將盆栽等移至台度上方，

並以鐵架護之，如此不僅屬於違規，且陽台上之盆栽有掉落之危險（圖11）。

尤其目前許多住宅建築之陽台深度只有 1m，其可使用之範圍更見窘迫，無論鋪上栽植花木或吊設盆景均有其使用上的困難。因此目前此一狹窄的陽台空間不僅使用不便，且在空間機能運作上無法多做變化。

我們預期陽台溫室移作休閒空間使用，其中看報、聊天、下棋、喝咖啡等休閒行為均不易在這種狹窄的空間中進行。故在建築法規中應考慮將陽台深度適當放寬。並建議將各戶分散之陽台集中設計，形成大尺度的半戶外空間，以充分發揮其功能。

爲了提高都市居住之生活品質、美化都市景緻，使陽台溫室、風雨花園的構想能夠順利推行，陽台改建溫室除應繼續給予不計入建築面積之優惠外，更可以減稅或提供施工標準圖等種種獎勵措施來加速達成。

4.2 造價及經濟分析

陽台溫室之主要興建部份是外牆壁體，與開口部兩大部份，以下將對於這兩部份之施工、材料選擇性做一分析：

臺灣目前住家陽台台度之組成材料，較普遍且較經濟的有下列三種：1.紅磚，2.空心磚，3.混凝土牆。

由前章中得知紅磚與空心磚熱容量較佳，而這兩種材料之單價與 R C 牆之比較亦較廉，1 B 紅磚每 M^2 約需 700 元，輕質空心磚每 M^2 約需 450 元，而 10cm 厚的 R C 牆每 M^2 則約需 800 元。

由以上單價比較可知，增建之陽台台度及牆面部份應以空心磚及紅磚較爲經濟。

開口部位包括了窗戶及通風口兩部份，窗戶之做法爲達良好之隔熱及隔音功能，需採雙層玻璃之作法。這類複層玻璃之組成材料其價格依厚度及做法不同與單層玻璃價格差距很大（見表15），陽台溫室增建所增加之成本支出，可說主要在複窗玻璃部份。

但由複層玻璃圍塑之陽台，應考慮到在冬夏使用時，將可減少室內冷、暖氣之消耗，而節省許多能源支出，且窗戶隔音功能將大幅提高，而增加室內居住之舒適度，這些實質效益在造價考量時都應賦予價值，故雖複層窗之造價高於普通窗，在陽台溫室中爲滿足其多元化之功能，該部份仍以採複層

玻璃設計爲宜。

表15 3至6mm之單層玻璃及複層玻璃價格表

玻璃厚度 (mm)		價格 (元/才)	附註		
單層玻璃	3	25	透明玻璃		
	5	35			
	6	42			
複層玻璃	外玻璃	空氣層	內玻璃	320	複層玻璃中皆附反射膜
	4	6	4		
	5	6	6		
	3+3*	6	6	480	

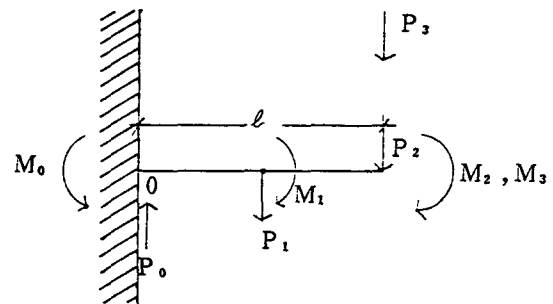
* 膠合玻璃。

資料來源：林陽玻璃，1987年9月。

爲降低複層玻璃窗之造價，在陽台設計時，可將小陽台集中成一較大陽台，如此在保有同樣使用面積下，將可減少外牆之長度、窗戶之數量，以及施工之次數等，而達降低部份造價之目的。

4.3 結構安全性分析

一般陽台的承重與應力，可以視爲一個簡單的懸臂樑結構來分析（如圖12）。



P_1 ：陽台版總載重。

P_2 ：女兒牆靜載重。

P_3 ：塑膠鋼窗靜載重。

$$M_1 = P_1 + \frac{1}{2} \ell$$

$$M_2 + M_3 = (P_2 + P_3) \times \ell$$

P_0 ：0 點總載重

M_0 ：0 點總彎矩力

圖12 陽台承重與應力示意圖

4.3.1 載重計算

(1)一般陽台

• 陽台版

粉飾	60 kg/m ²
10公分厚混凝土	240 kg/m ²
靜載重	300 kg/m ²
活載重	200 kg/m ²
總載重	500 kg/m ²

• 女兒牆

粉飾	60 kg/m ²
8公分厚混凝土	2000 kg/m ²
靜載重	260 kg/m ²

(2) 加裝塑膠鋼窗之陽台

• 陽台版

粉飾	600 kg/m ²
10公分厚混凝土	240 kg/m ²
靜載重	300 kg/m ²
活載重	200 kg/m ²
總載重	500 kg/m ²

• 女兒牆

粉飾	60 kg/m ²
8公分厚混凝土	200 kg/m ²
塑膠鋼窗(註)	30 kg/m ²
靜載重	290 kg/m ²

註：本研究所採用的塑膠鋼窗尺寸規格為130cm×60cm，採用18mm厚度之複層防音玻璃(表16)。

外層玻璃為兩片3mm之膠合玻璃，每片重約1.37kg，則每片130×60公分之玻璃重約11.87kg，內層玻璃為6mm之單層玻璃，其每才重量亦約1.37公斤，每片130×60公分之玻璃重約11.87kg，總計玻璃重量為23.75kg，加上窗框重量，我們此處玻璃窗之重量以30 kg/m²計算。

表16 複層玻璃重量表

厚度	重量 (公斤/才)
12mm (3mm玻璃+6mm空間層+3mm玻璃)	1.37
16mm (5mm玻璃+6mm空間層+5mm玻璃)	2.23
18mm (6mm玻璃+6mm空間層+6mm玻璃)	2.74
22mm (5mm玻璃+12mm空間層+5mm玻璃)	2.23
42mm (6mm玻璃+12mm空間層+6mm玻璃)	2.30
28mm (8mm玻璃+12mm空間層+8mm玻璃)	4.00

資料來源：林陽玻璃，舒普璐 p.28。

表17 膠合玻璃重量表

厚度	重量 (公斤/才)
6 (3+3)	1.37
7 (4+3)	1.60
8 (5+3)	1.83
9 (5+4)	2.06
10 (5+5)	2.28
12 (6+6)	2.74

資料來源：同表16，p.15，

4.3.2 應力及鋼筋量計算

(1) 一般陽台

$$M = \frac{0.5 \times 1.08^2}{2} \times 0.26 \times 1.2 \times (1.08 - 0.04) = 0.29 + 0.32 = 0.61 \text{ T.M/M}$$

$$A_s = \frac{0.61}{0.0122 \times 7.5} = 6.7 \text{ cm}^2$$

使用鋼筋：主筋……10φ@10cm

副筋……10φ@30cm

(2) 加裝塑膠鋼窗之陽台

$$M = \frac{0.5 \times 1.08^2}{2} + 0.29 \times 1.2 \times (1.08 - 0.04) = 0.29 + 0.36 = 0.65 \text{ T-M/M}$$

$$A_s = \frac{0.65}{0.0122 \times 7.5} = 7.12 \text{ cm}^2$$

使用鋼筋：主筋…… $10\phi @ 10\text{ cm}$

副筋…… $10\phi @ 10\text{ cm}$

4.3.3 討 論

- (1)一般陽台寬度約 120 公分，主筋使用 $10\phi @ 10\text{ cm}$ (圖13)，由(一)式之計算，加裝塑膠鋼窗增加 30 kg/m^2 重量後，其所需主筋亦為 $10\phi @ 10\text{ cm}$ ，故在安全範圍內。
- (2)若因玻璃厚度增加，而增加之重量超過 30 kg/m^2 時，而在 90 kg/m^2 以下時，所需主筋應為 $10\phi @ 9\text{ cm}$ 其與 $10\phi @ 10\text{ cm}$ 之配筋，因差距甚小，安全性尚在允許範圍內，若超過90公斤時始需重新檢討建築物配筋。
- (3)一般複層玻璃窗之重量，依據表16資料，其重量應不會超過 90 kg/m^2 ，故根據以上討論可知，複層玻璃之安裝在一般陽台上，應無安全上之顧慮。

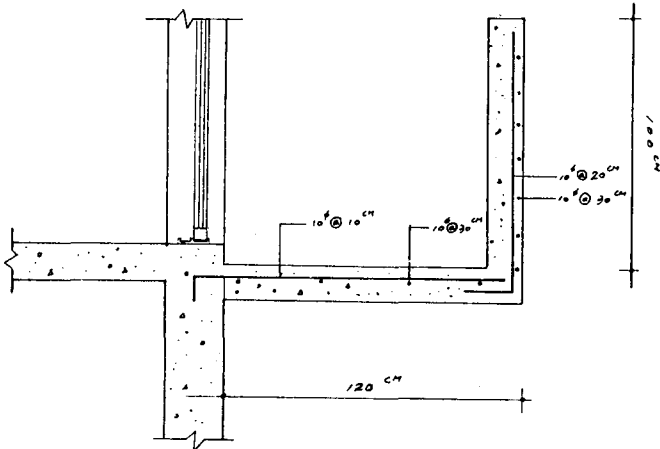


圖13 陽台結構安全配筋圖

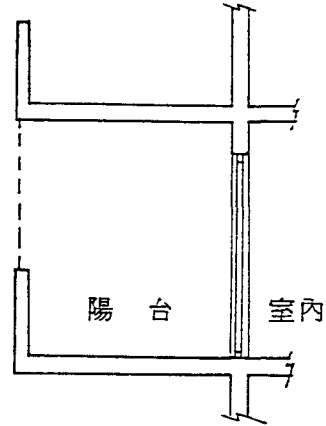
4.4 造 型

臺灣一般陽台為防盜均附有鐵欄，形成「鐵籠子」的感覺，不僅住戶在遭遇火災時有安全之虞，同時也嚴重的破壞了都市的整體景觀。

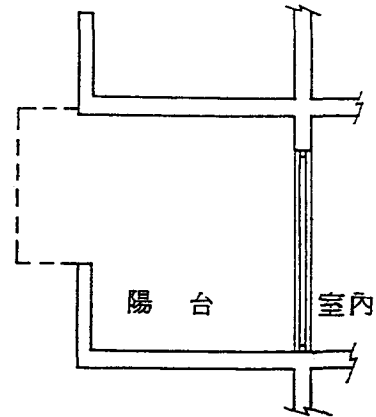
陽台溫室之玻璃窗，若玻璃採用鋼絲玻璃，則不僅在發生火災時，玻璃窗可自由開啓，且同時可達到防盜之目的，但為了避免形成「玻璃籠子」的感覺，在造型設計上及玻璃選擇上，宜慎作考慮。

今日一般常見之陽台增建物之造形有下列兩種基本類型：

- (1)以台度牆線為界面。(圖14A)。
- (2)凸出台度，形成凸窗(Bay Window)的形式。(圖14B)



(A)



(B)

圖14 陽台開口部位增建類別

原則上不同朝向之陽台與建窗戶，應有不同之設計，以阻絕太陽熱量之進入或接收太陽之熱量以提供居住空間所需，故現有之兩種常見之基本類型理論上並不適用在各個方位的建築物上，在不同朝向的陽台上，應有不同之造型設計。

我們現以北向及南向的兩種不同方位的陽台來討論陽台溫室的可能造形：

- (1)北向陽台：垂直玻璃面無法接受到太陽直射光，故為接受太陽熱之窗面設計，宜略向內側傾斜如圖15，傾斜之角度應視溫室座落之位置而定(但此玻璃面因傾斜之故，須常拆下清洗以

免積灰，而影響玻璃透光度），但此向陽台溫室，冬季因太陽南移，仍無法接受到足夠之日照。



圖15 傾斜之窗面設計

(2)南向陽台

南向陽台冬夏季皆可接受充足之日照，故設計時應避免過多之日曬，最理想的設計，應是在窗扇上設計一可調整角度之遮陽板（圖16），夏季時調整葉面阻絕多餘之陽光進入室內，冬季則接受暖日的照射。

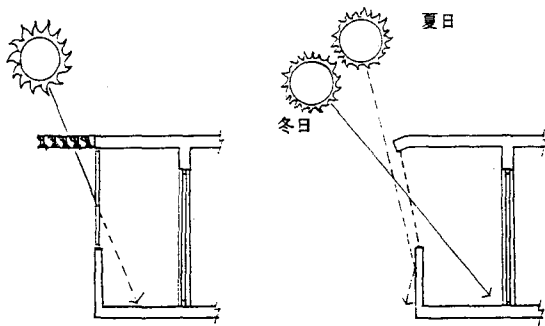


圖16 活動式遮陽板 圖17 傾斜式玻璃窗

若將玻璃面做成朝外傾斜之設計如圖17，使太陽夏季在窗玻璃上之入射角加大，將可減少光線及熱量之進入，冬季時因太陽南移，入射角減小，而可增加溫室之熱量。

故方位不同之陽台依上例所示，將有各種類型之玻璃窗及外型設計出現，如此將可減少目前陽台及鐵欄所給人視覺上的單調感。

此外在一些別墅建築中，因陽台不受其上方住

戶陽台之限制，造型設計上彈性較大（圖18），其予人視覺上變化之美感，將更為良好。

陽臺溫室除了在玻璃面可有不同的角度變化外，在材料方面，我們也可以做多種選擇來美化陽臺溫室之立面造形，如：

- 不同彩色玻璃之組合（圖19）
- 窗扇上尺寸及曲度之變化（圖20）
- 開窗面積與牆面積的比例搭配
- 在複層玻璃中可加裝彩色塑膠或鋁合金百葉，增加視覺美感。

故若陽臺採用窗扇來替代鐵窗將可增加建築物立面上之變化可能性，如此可大幅改善都市之住宅景觀。

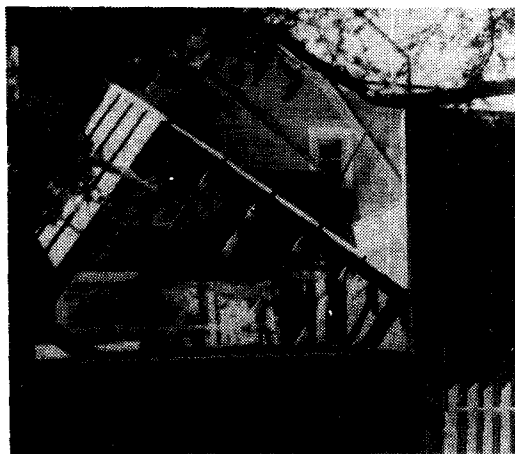


圖18 溫室造型之一



圖19 溫室造型之二

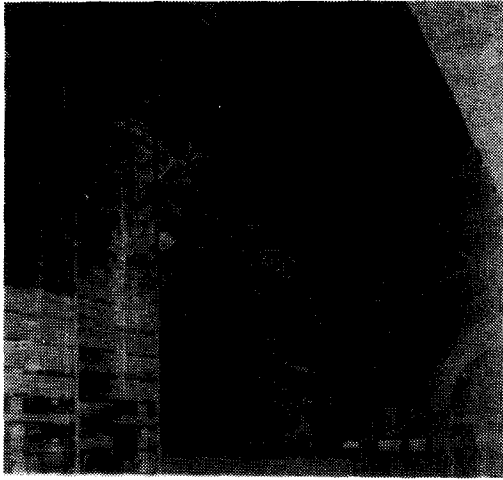


圖20 溫室造型之三

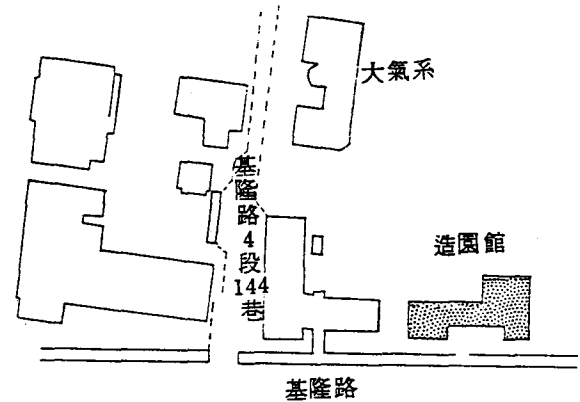


圖21 園藝系造園館配置示意圖

五、陽臺溫室設計及個案測試

為擬對陽臺溫室做進一步之瞭解以下將做一實際測試實驗，以觀察此類溫室中溫度與室外溫度變化之關係以及壁體與窗戶之熱傳情況。

為進行此一觀察實驗，本研究採取了下列各項進行步驟：

1. 實驗地點之選擇。
2. 理論計算。
3. 溫室工程。
4. 試驗過程。
5. 測定結果與討論。

5.1 實驗地點之選擇

實驗地點原則上需尋覓一處受照面大，且受照時間較長的南向或西向的建築物陽臺，幾經探勘，初步選定新竹工業技術研究院之實驗太陽屋之南向陽臺為興建地點，後因工地工程管理及測試等技術上之困難無法克服，而改在位於基隆路臺灣大學造園館二樓的西向陽臺上。（圖21）

該陽臺之東、北、西三向緊臨戶外，南向牆面與建築物毗鄰，陽臺前方有兩個露臺四週極為開敞，無其它建築物連接。（圖22）

二、理論計算

陽臺溫室建築物各部組件於設計階段，乃以減低外殼熱傳達到易於控制室內溫度為目的，為瞭解各部材料之熱傳及室內溫度環境，本節首先將計算外牆面及屋頂之熱傳值以做參考依據，並與臺灣建築技術規則節約能源編對於建築物外殼之熱傳值規

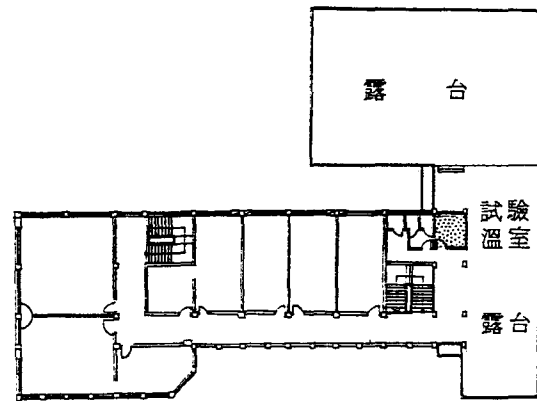


圖22 試驗陽臺溫室位置圖

定做一比較，其後並做建築物測試，觀察各牆面溫度及室內外溫度變化及互相影響之關係。以瞭解這類陽臺溫室做法之可行性。

2.1 計算方法

在做試驗紀錄分析及結果前，我們須先瞭解興建溫室所組成的各部材料之隔熱效能以預期各部分之可能溫度之透熱變化及材料對溫度之阻絕效能。

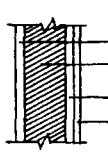
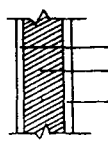

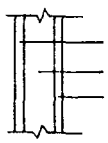
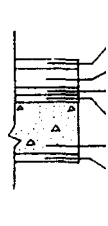
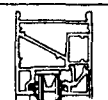
我們首先依據溫室之各個外殼組件之組成材料、種類、厚度及做法，查出其熱阻係數參用熱傳及熱阻之理論計算方法計算各構面之材料隔熱情形（表18）。

2.2 計算步驟

(1) 外牆傳透熱計算

(A) 依照建築物之牆面、門、窗等組件之構造大

表 18 建築物構造大樣及熱傳透率

名稱	編號	構造大樣	厚度(d) (m)	熱阻係數 (1/K) (m ² C/W)	熱阻 (d/K) (m ² C/W)	總熱阻 Σd/K (m ² C/W)	熱傳透率 (U) (W/m ² C)
外牆	W 1、 2		— 0.01 0.23 0.01 0.005 —	— 0.67 0.75 0.67 0.67 —	0.04 0.007 0.1725 0.007 0.003 0.04	0.269	3.71
外牆	W 3		— 0.01 0.23 0.01 —	— 0.67 0.75 0.67 —	0.04 0.007 0.1725 0.007 0.04	0.2665	3.75
玻璃	G		— 0.003 0.003 0.006 0.006	— — 0.50 —	— — — —	0.297	3.36 (註)
門	D		— 0.03 0.03 0.03 —	— 8.3 25 8.3 —	0.04 0.0249 0.75 0.249 0.04	0.879	1.14
屋頂	R (o o f)		— 0.01 0.06 0.005 0.015 0.15 0.015 —	— 0.77 5.88 9.09 0.67 0.71 0.67 —	0.04 0.008 0.352 0.045 0.010 0.105 0.16 0.04	0.76	1.32
塑膠框	F		*	*	*	*	*

資料來源：建築物外殼熱透值計算之個案研究能委會；王錦堂，建築應用物理學，臺隆書局。

註：林陽玻璃股份有限公司提供

* 由於窗框所佔面積較小，且其K值影響不大甚低，故其熱傳率此處略而不計。

樣查出熱導係數K值，計算其熱阻係數與熱阻。

(B)再由所測得之平均風速求得外牆、屋頂內外氣膜之熱阻。

(C)各構造大樣熱阻之和為總熱阻，其倒數即為熱傳透率U值。

(D)再將熱傳透率總和乘上面積乘上等效溫差即為外牆傳透熱。

(2)外牆輻射熱計算

(A)依據建築圖計算各部牆面及窗戶面積。

(B)按照方位及表19，查出各窗戶的日照因數比值，求得日照因數。

表19 各方位之日照因數比值

面向	正南	南南東	東南	東南東	正東	正北	北北東	東北	東北東
		南南西	西南	西南西	正西		北北西	西北	西北西
8	1	1.22	1.71	2.04	2.14	0.86	1.16	1.64	2.00

資料來源：建築物外殼透熱計算之個案研究，P.3。工業技術研究院能礦所，1984年。

(C)將日照因數、玻璃遮陽係數、遮陽裝置係數與面積相乘即得窗戶之受熱量，此即為窗戶輻射熱(表20)。

表20 外牆輻射熱計算表

名稱	編號	日照因素 W/m ²	玻璃遮陽係數 SC ₁	遮陽裝置係數 SC ₂	面積 M ²	受熱量 W
玻璃	F	164	0.55	0.7	1.8	113.65

依照上面計算步驟，然後利用下列計算公式：

$$OTTV_w = \frac{U_1 \times A_1 \times TD_1 + U_2 \times A_2 \times TD_2 + A_3 \times SF_3 \times SC_3}{A_{1+2+3}}$$

U：各部分牆壁之熱傳透率 (W/m² °C)

A：面積 (m²)

TD：等效溫度 (外氣之平均溫度與室內設定溫度差)

SF：玻璃之日照因數

SC：玻璃之遮陽係數

OTTV_w = 外牆總熱傳值

則可計算出建築物的 OTTV_w值 (文25)。

$$OTTV_w = \frac{\text{外牆傳透熱 (表21)} + \text{外牆輻射熱}}{\text{外牆總面積}} \\ = \frac{1068.80 + 113.65}{36.05} = 32.8 \text{ W/m}^2$$

表21 建築物各構造部份受熱量

方位	編號	名稱	U 值 W/m ² °C	面積 m ²	溫差 °C	受熱量 W
	W1	外牆	3.71	4.14	10*	153.60
	W2	外牆	3.71	12.3	10	456.33
	G	玻璃窗	3.36	1.8	10**	60.48
	W3	外牆	3.75	6.67	10	250.125
	D	木門	1.14	1.52	10	17.33
	R	屋頂	1.32	9.92	10	130.94
累計			U _R = 1.2 W/m ² °C			1068.80 W

* 溫度為室外平均溫度與室內設定溫度差，我們在此案中設定為10°C。

** 本試驗玻璃窗之隔熱設計，效果良好，溫差採用10°C。

2.3 計算評估

(1)計算出來之 OTTV_w 值約為 32.8W/m² 遠低於臺灣之規定值 45.0/m²，為求良好視野，開窗而積應仍可增加。

(2)本試驗乃加了屋頂之熱傳量，若陽臺溫室不位在最上層，則屋頂之熱傳將不存在，如此 OTTV_w 值則會更低。

三、溫室工程

3.1 牆壁做法

為使本計畫中之陽臺溫室未來在住宅建設中能普遍推動，故其設計及造價需能符合臺灣建築市場及消費市場的條件及需求，簡言之，本研究中之實驗溫室，並不採西方工業國家一般常用之雙層牆壁的做法，而仍採傳統之 1B 磚牆做法，因複層壁體之造價較為昂貴。

國外雙層牆，一般做法如上圖23所示。當外牆受日曬外時，熱量會逐漸透進複層牆之空氣層中，當空氣層中之空氣溫度上昇後，經由外牆面上、下方所開之通氣口，利用空氣自然對流原理，將空氣

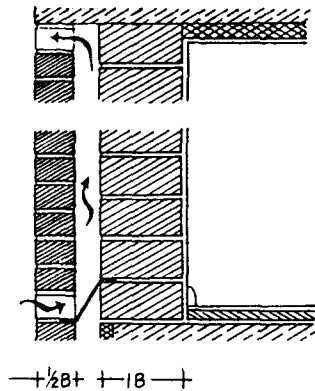


圖23 複層牆壁構造圖

層中之熱空氣排出牆壁，如此內牆因其不直接被太陽照射加上熱空氣經自然對流帶出，故可延緩內牆面之熱量傳遞至室內。

但此一做法需增加大量營建費用，雖其隔熱效果良好，但本研究為顧及陽臺溫室之實用性，不擬採用本法。

為簡化測試之複雜性，本研究中之實驗陽臺牆壁僅在西向牆面（以下簡稱牆Ⅰ），上開有採光窗，北向（以下簡稱牆Ⅱ）及東向（以下簡稱牆Ⅲ）牆面，皆以 1B 磚牆起造，外牆洗石子並以十三溝縫磚做線腳裝飾，內牆面則以水泥粉光後，再刷上水泥漆方式處理之。（圖24、25、26、27）。

為了加強夏季室內自然通風效果，則在牆Ⅰ及牆Ⅲ上下各加開四個通風口。

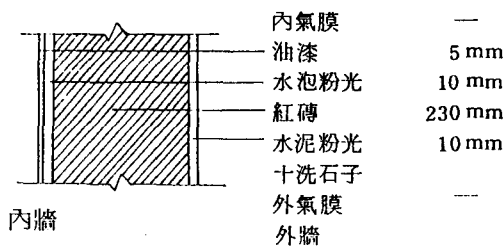


圖24 牆壁構造圖

3.2 窗戶部份

溫室窗戶擬採隔熱功能較佳的做法，單層玻璃因其熱阻係數十分小，故室外熱量或高溫在短短時間內即會經此傳入室內，故若牆面具有良好之隔熱功能而玻璃却熱阻太小，於是將在牆面上形成一熱

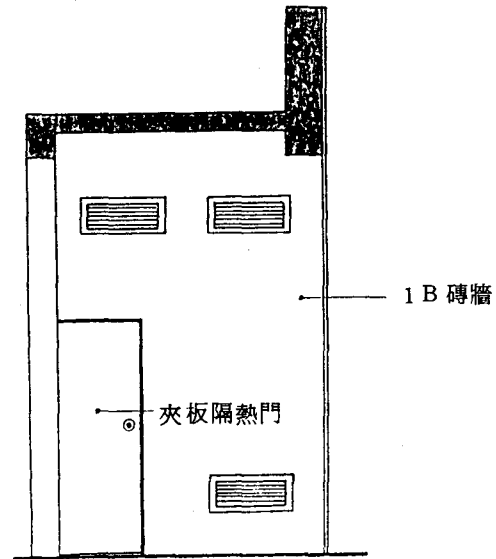


圖25 陽臺溫室實驗屋東向立面圖

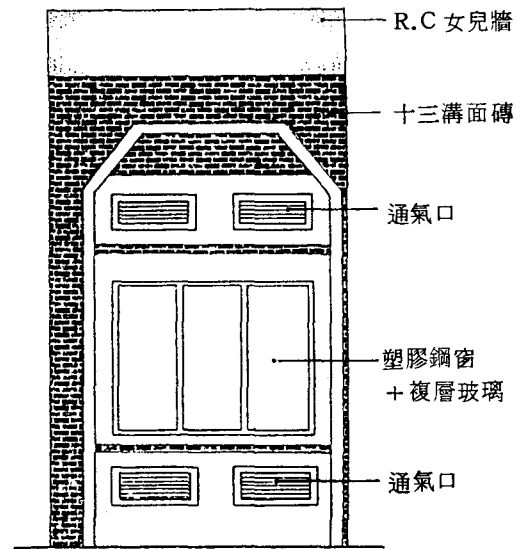


圖26 陽臺溫室實驗屋西向立面圖

傳橋樑，而破壞了熱阻，助長了熱傳。

依據國外測試經驗，經由單層玻璃傳導之熱量，約為雙層玻璃的兩倍。故窗戶之做法必需採用多層玻璃，以達到起碼之熱阻效果，故本研究中採用國外應用之複層玻璃窗之做法。

依據國外資料顯示，複層玻璃若能將其玻璃夾層中之空氣抽掉，則熱傳導將因傳導介質之消失，

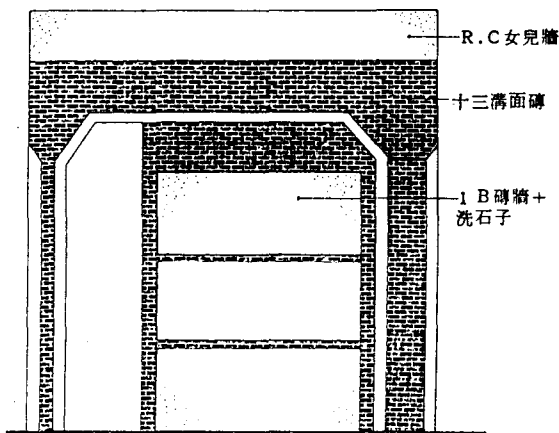


圖27 陽臺溫室實驗屋北向立面圖

而出現不良現象。亦有在雙層玻璃中充以惰性氣體，以阻絕熱量傳遞的做法。然國內雙層窗之做法不十分普遍，抽成真空之做法，據林揚公司告知，國內技術尚未臻成熟，沒有把握，故本計畫乃採一般簡易複層玻璃窗之做法。即內外玻璃皆為 6mm，以金屬支架固定中間空氣層亦留 6mm 之間距。然這種兩層透明玻璃層窗之做法，仍無法完全有效防止太陽輻射及直射熱之進入室內，為加強隔熱功能，本研究中之雙層玻璃之外層，乃採用防曬玻璃，即 6mm 之外玻璃以兩片 3mm 之透明玻璃膠合而成，中間塗以具有高反射功能的金屬膜，以對太陽的放射熱做有效之控制，充份發揮熱線反射及吸收之高斷熱能力，以減少室外流入室內之熱量（圖28）。本研究所用之複層玻璃由國內林陽玻璃公司承製。

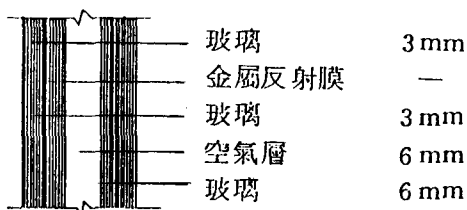


圖28 窗玻璃構造大樣

窗扇部份之熱傳除了玻璃部份，窗框亦是熱傳橋樑之一。

西德等工業國在隔熱複層窗方面，一般均採將雙層玻璃箱在木框中的做法*；然本國木材加工業

* 因木材之熱傳導率頗低，視木材之種類約介於 0.07至0.3K cal/ m · h · °C 之間。（文26, P. 90）

一般並不理想，尤在木材玻璃及合成木材業方面。故一般家庭用玻璃窗皆用鋁框或金屬框，然此類金屬框熱傳係數頗高，如鋁材約為 175K cal/m · h · °C 在熱的阻絕方面十分不理想。依據南亞塑膠公司1984年7月27日發表所做之塑膠鋼窗與鋁窗節約能源試驗顯示，塑膠鋼窗較鋁窗所減少之熱傳損失達36.7%（文27）

而塑膠之熱傳導係數，依據西德 DIN 52612 中之測示顯示約為 0.14K cal/m · h · °C，其數值與木材十分接近。故窗框部份之設計及材料選擇為顧及往後推動之普及性及考慮熱傳問題，應可考慮採用塑膠材料。

南亞塑膠公司所製之塑膠窗框，材料之熱傳導係數十分低，且該材料亦十分適合大量生產，且其附加效果如耐蝕性、氣密性、隔音性等十分良好。故本計畫特委請南亞訂製三面塑膠窗，以應實驗所需。

3.3 通風口

為排除室內之熱量，主要乃採自然通風原理，則利用熱空氣自然上浮形成氣流之原理，在溫室內上、下方各設一些通氣口，利用下方氣口進入之冷空氣，將室內之熱空氣由上方排氣口推出。

對排熱而言，通風口面積若達室內面積的15%—30%時即可達到有效的排熱效果（文28）。本案實驗溫室之室內淨面積為 5.67m²(2.7×2.1m) 其通風口之面積若以室內面積的 30%計算，則應為 1.7m² (5.67×30%) 左右。

通風口除面積考慮外，亦需顧及通風口之位置，因通風口之位置，對室內之換氣速率會造成很大的影響，通風口位置若分散在一密閉室內的兩邊，則其換氣率較通風口在一面牆上為佳。

依據以上之換氣理論，本案之陽臺溫室乃在西向及東向兩個側牆面上下各開有0.75×0.32大小的通風口共7個，(0.75×0.32×7=1.68÷1.70m²) 以達到理想的通風效果。（圖25、26）

為使通風口在排除室內餘熱之後，亦能關閉，特在每一百葉扇後，加裝一木質活動門，以便啓閉。

3.4 門 扇

為了達到與窗扇同樣的熱貫流率2.7K cal/m² · h · °C 門除了採用雙層夾板外，在其中並安置了約 3cm 厚之保麗龍隔熱板。並在門下加設門檻，以防止室內外空氣，經由門縫產生大量之對流現象

四、試驗過程

為瞭解陽臺溫室在使用複層反射玻璃的情況下，受太陽照射時，其室內環境之狀況，將藉助測試儀器，對室內溫度環境及各構造部溫度變化情形做一測定，以做為使用溫室或改善工程設計之依據。

4.1 溫室配置概述

陽臺溫室選擇之地點一如前述，位在臺灣大學園藝系造園館二樓的陽臺上，室內淨尺寸為 $2.10\text{m} \times 2.70\text{m}$ (圖29)，四周以1B磚牆組砌，西向牆面上開有 $1.4 \times 1.8\text{m}$ 的窗戶三扇，通氣口四個，東向牆面開有三個通氣口。

其它建築物毗接，陽臺前方有兩個露臺，四周極為開濶，無任何建築物相接，通風及採光效果均極為良好 (圖21, 22)。

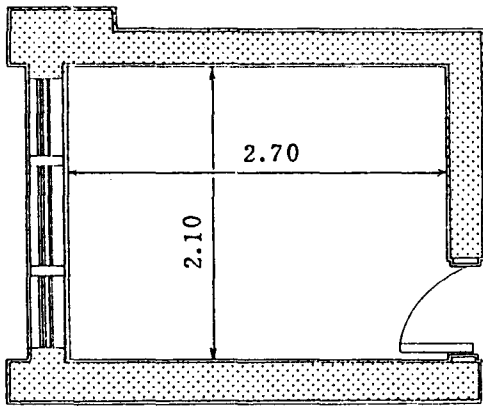


圖29 陽臺溫室平面圖

5.4.2 測試儀器

(1) 溫度測試儀器

我們要了解溫室中溫度變化的情形以及各牆面及窗扇中全天溫度變化狀況，所以使用一部可測量溫度並24小時自動記錄的儀器來測量並記錄所需各測點的溫度變化情形，該測試化器型號為“SEKONIC, CHART NO. SA18 P-T11” (圖30)，共可連接12個測點。

該機型所用溫度紀錄數據表格，其橫座標為溫度刻度紀錄範圍由 0° 至 100°C (註)，縱座標則為時間單位，可24小時連續紀錄。座標格每 2.5cm 可紀錄1小時溫度變化情形 (表22)。

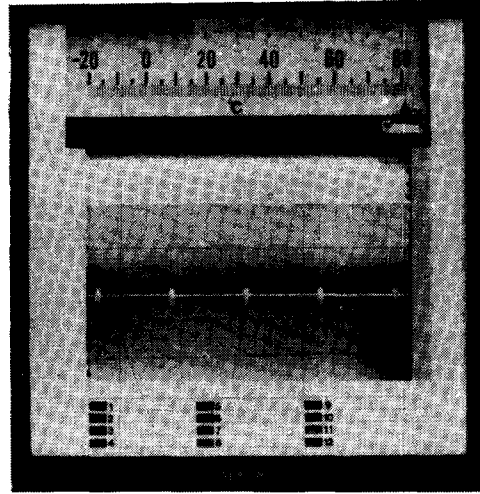
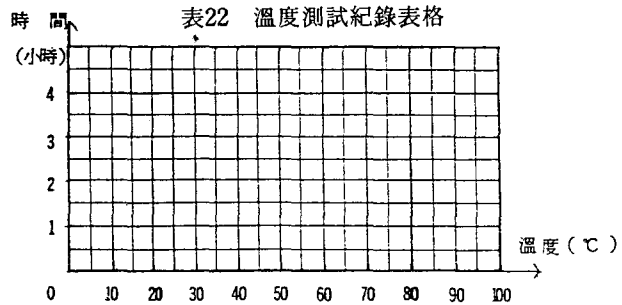


圖30 溫度測試儀

(2) 風速儀

因風速會影響溫度的變化，所以本實驗亦須了解室內外風速流動的狀況。



本實驗利用了兩種不同機型的風速儀分別來測量室內與室外的風速。

測量室內風速是利用手持式風速儀風速測試尺度介於 0.0m/s 至 10m/s 之間 (圖31)。

室外風速測試儀乃利用可全天24小時測量並自動記錄之室外測風儀 (圖32)。

4.3 測定裝置

(1) 溫度測試儀的裝置與測點的選擇

溫度測試儀的裝置，將表格紙放入儀器中並檢查儀器之各色紀錄墨水是否足夠，然後將選擇12個測點分別接在儀器感應線上，可開始紀錄操作。

註：儀器紀錄量度為 -20°C 至 80°C ，表格紙刻度由 0°C ~ 100°C ，所以表格上所紀錄溫度值須減 20°C 才是實測之溫度 (圖30)。

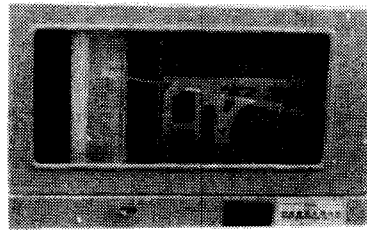
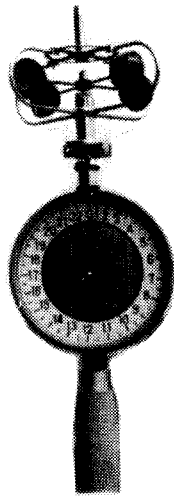


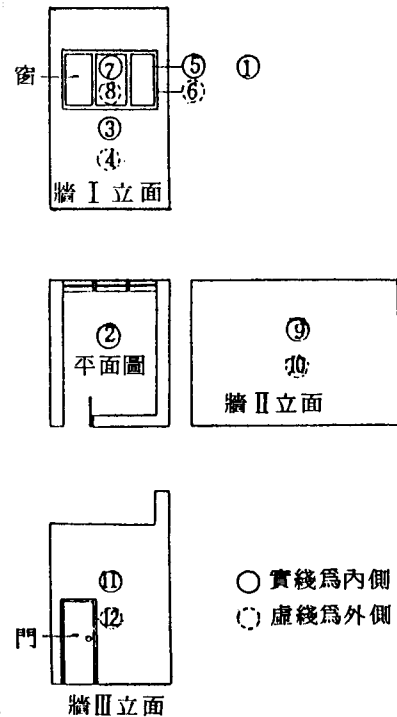
圖31 手拿式風速儀 圖32 風速自動記錄器

測點的選擇依據，則視我們所需要測試的材料或室內外定點之溫度而定，本試驗選擇之構件測點位置，紀錄色彩與編號如下所示（表23）。

室內尺寸並不大，故溫度測點選定室內中央部份一點，距地面高約 2 m 處。室外溫度測點置於西向牆外約 1 m，並以木椅遮覆，四面通風狀況良好

表23

編號	測 點 位 置	顏 色
1.	室外	紅 <input type="checkbox"/>
2.	室內	深藍 <input type="checkbox"/>
3.	牆 I (內側)	黑 <input type="checkbox"/>
4.	牆 I (外側)	深綠 <input type="checkbox"/>
5.	牆 I 窗框 (內側)	咖啡 <input type="checkbox"/>
6.	牆 I 窗框 (外側)	紫 <input type="checkbox"/>
7.	牆 I 窗玻璃 (內側)	橘紅 <input type="checkbox"/>
8.	牆 I 窗玻璃 (外側)	淺綠 <input type="checkbox"/>
9.	牆 II (內側)	淡紫 <input type="checkbox"/>
10.	牆 II (外側)	粉紅 <input type="checkbox"/>
11.	牆 III (內側)	灰 <input type="checkbox"/>
12.	牆 III (外側)	淺藍 <input type="checkbox"/>



，其它各測點之導線，以錫箔紙固定在各待測點上。

(2)風速儀之架設

風速儀如 5.4.2 節所述有兩種測試儀器：測試室內風速時，可由人手持儀器並目測之，隨時可測得任一時段或任一狀況之風速。

另一種則為室外風速儀，該儀器由兩個部份組成為自動紀錄器一為風速計，自動紀錄器，安置於溫室內再由線路連結屋頂之風速計，將風速計感應之風速訊息傳達至紀錄器並紀錄之，計錄表則為每日紀錄，視需要亦可應用每週紀錄表。

(3)測定方法與試驗過程

儀器架設完成後，則試驗首先開始測量前述 12 個測點的溫度變化情形，並作成 24 小時的詳細記錄，並觀察各測點在 24 小時內最高溫與最低溫之發生時刻及變化情形，以了解日照對溫室內溫度及外牆材料的影響程度。

在測定期間，為了解室內溫度變化情形，故在不同外氣候條件（晴、雨、陰），時間變化下（早上、中午、晚上）以及在不同的溫室狀況下（密閉、開啓通風口），做了各種測試記錄，並繪製表格以比較討論。

為便於比較在測定日中，以三天為一單元做成分分析及討論，再將各具代表日之量測記錄摘要在下節中做一說明。而風速的測定為一溫度變化的變因之一，我們可選擇任一日本來作一測量或連續作10天來求得一平均值以資計算時之參考。（見附錄）

五、測定結果與討論

8月25日至9月6日間對實驗屋做了13天的連續測試，由十二條測點溫度曲線看，白天早上7點至下午6點間，超過室內溫度之測點包括了牆I，II，III之外牆面測點及窗玻璃內、外測點與窗框內、外測點等七個建築部位，也就是這七個建築物構件對室內溫度變化有較大且直接之影響，其中以牆I與II外側，玻璃內、外兩面及外窗框超越室溫約10°C至12°C之間為最大。

夜間（下午6點至翌晨7點）室外溫度短時間內均降至30°C以下，晚間9點起均降入人體舒適溫度範圍內，故若藉助自然通風方法，將溫室窗、門等開啓，將可使室內溫度亦迅速降低而達舒適範圍，而一般陰雨天（8月31日與9月6日）室內、外溫度亦均在舒適範圍上下，故本章討論將以晴朗天候狀況下，白天時之室、外溫度與各主要溫度上升測點為討論中心。

以下將由具代表性之氣候狀況與溫室狀況，在時間變化條件下分述牆I，II，III以及玻璃窗面上之溫度變化及其對室內溫度變化之影響情形。

5.1 牆壁

一般而言，晴天時牆II及牆I在早上7點起及下午7點前，溫度受太陽直接照射昇高不僅快速，且度數達43°C~45°C之間，其主要外側點高溫波峯發生在上午10點與下午4點至5點間。

室內各測點溫度無室外測點溫度之高低升降驟大變化，各點溫度在早上7點至下午6點間呈緩和之平行上升或下降趨勢，三個牆面溫度上升變化十分均勻，牆II內側溫度上午上昇為最烈，約高於其它牆內測點1至2°C，但自下午6點起，牆I內測點溫度則較其它西向牆內測點高約1°C。

以下將依據8月26日晴天，溫室不通風及8月28日晴天，溫室通氣口全開的兩種具代表性與意義的測試狀況，來討論各牆面溫度變化情形。

(1) 牆 I

外測點溫度約自7點起呈明顯上升現象至上午

10點達於最高峯約42°C，內測點溫度約自10點起呈明顯上升現象，至下午六點達到溫度最高點約35°C。兩測點約在17~18點間，溫度又趨於一致。

因室外溫度11點前均低於牆內測定溫度，故牆內測點溫度之上升可說主要受外牆面溫度上升所引致，其熱量之傳透由外牆面至內牆面，此處可計算約為4小時左右，上午10時左右外測點溫度上升至最高點，故其對內牆面溫度之影響約延至下午2點方見作用。即下午2點後，內牆面溫度之上升已趨於和緩應呈下降趨勢，但在測量圖中其却仍呈上升現象，此一現象應解釋其受經由玻璃面及其它建築部位所透過熱量之綜合影響，此一綜合影響約至18點方漸消失。故牆內側溫度之上升，簡言之可謂在14點前受外牆面之影響最大，而在14時至18時間，却是受由其它部位滲透之熱量綜合影響，而導致溫度持續上升。

(2) 牆 II

外牆測點溫度上午7時受外氣溫等因素影響，雖無太陽直曬即開始明顯上升，9點起溫度已超過內牆面；外牆面下午受太陽西曬影響，故溫度快速上升，在17點時達於最高峯約42°C左右。

內牆測點溫度至中午12點止均停留在30°C，12點起呈上升現象至20點止約達35°C，其後始再趨於平穩之下降之傳遞約需經4小時過渡時間之延緩，方產生作用。

牆II之內、外牆面高溫發生時間差距約在8小時，而牆I却僅差距3小時，此一現象應解釋為牆I是在下午受太陽直曬，而太陽下山後，室外溫度急速下降，故外牆面溫度呈明顯滑落，而牆內溫度受此影響，故無法持續上升所致。

(3) 牆 III

牆III因在走廊之遮蔭下，故其牆面溫度之上升，主要乃受外氣溫及輻射熱之影響，太陽直射的影響僅發生在早上7點至10點間。

依據牆I及牆II之比較得知，外牆溫度對內、外牆面之影響，約需經4小時左右，故太陽直射對牆III內側的影響，約至下午兩點左右，依據實驗，牆III內測點溫度之變化在上午10時至11時間略呈上升，這又再次說明了磚牆之熱傳透約需經過4小時左右的時間。

在此實驗中，牆III之內、外牆面溫度之上升均是最緩和與最低的，它對室內溫度上升之直接影響很小。然其受外氣溫及室內溫度上升影響，而產生

之內牆面溫度高於外牆面，却是與其它兩面牆顯著不同之處。

本研究中，依據實測數據顯示，外牆面受太陽直曬時，溫度上升快速且高達 45°C ，牆壁內側溫度亦達 34°C 左右，但有遮陽之外牆壁在本實驗中最高溫度却只有 33°C 左右。故有遮陽之外牆壁與無遮陽之外牆壁，其壁體溫差最高時約在 12°C 。

為考慮儘量減少壁體對室內溫度上升之影響，故活動式遮陽仍應可考慮在降低牆面溫度時廣泛採用。

三面牆之內牆面在上午10點至下午5點間均低於室內溫度，可見室內溫度白天之上昇主要不是受牆面影響，而下午5時後室外溫度明顯下降時，室內溫度亦逐漸回降，然其回降幅度不如室外溫度大，此時主要是三面磚牆內側溫度遠高於室內溫度，此因外牆面之滲透熱，此時方漸傳抵室內，其影響室內溫度之上升，此時方始。

故若晚間欲迅速降低室內溫度及內牆面之溫度，可將通風口及窗扇全部開啓，以速求室內、外溫度之趨於平衡。由此說明可知1B磚牆在這類溫室設計中應可採用；其對室內溫度上升之影響，遠低於其它建築構件，而其在晚上對室內溫度上升之直接影響，可藉助自然通風而有效消除。

5.2 窗玻璃

玻璃內、外測點溫度變化曲線呈同步變化，即在同一時間內外測定溫度上升時，內測點溫度亦上升，這一現象與磚牆壁體溫度之變化有明顯的不同，此表示玻璃在熱傳遞方面十分迅速。在本研究中玻璃是由複層玻璃組成，其隔熱效果已較單層玻璃提高甚多，然玻璃內側溫度最高時亦高達 42°C ，且其溫度曲線變化與外玻璃一致，此現象說明玻璃之熱傳在這種複層玻璃中仍極迅速。

此一溫度若與牆I、牆II內測點最高溫相較約高出 $8\sim 9^{\circ}\text{C}$ ，所以窗玻璃雖為複層作法，但其在熱量傳遞方面仍較牆面高出甚多，因此室內溫度之持續上升，在本實驗中可謂受玻璃適熱度影響最大；這可由8月26日溫室在不通風之狀況下，室內溫度持續上升，直至玻璃溫度下降為止，得到證明。

故此處可說，在本建築體及構件中嚴重且迅速影響室內溫度上升變化的組件乃是窗玻璃。換言之，窗玻璃之設計在此實驗中仍難達到合宜之隔熱效能，改善的方式將可考慮增設活動遮陽設備，以減少太陽之直曬。

但在本實驗結果中亦顯示，窗玻璃未受太陽直曬時，外氣溫上升時，內外玻璃面溫度上升也皆極明顯，且均超過室外溫度，顯見大氣中輻射熱對其亦產生很大影響。故玻璃欲達良好隔熱效果，僅增加遮陽設計可能仍嫌不足，在玻璃層數及其間空氣層之處理上，應仍加強，以徹底減少其對室內溫度上升之影響。

5.3 窗框

窗框部份其外框在受日曬時，溫度亦上升至 43°C 左右，但內框溫度白天却多低於室內外溫度，且僅高於牆I內測點溫度約 1°C ，故其材質之隔熱性能十分良好。

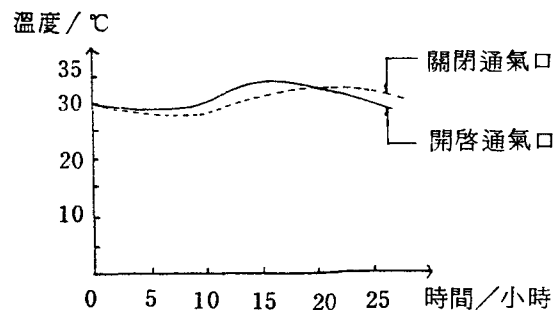
在外氣溫呈下降趨勢時，塑膠鋼窗框之內測點溫度下降十分迅速，這說明了其散熱效果要較前述磚牆優良甚多，在測試過程中，其溫度之變化幾與室內溫度一致。

5.4 通氣口

本實驗室室內溫度全在日陽光普照日，由9點至24時止均超過舒適溫度上限 27°C ，室內溫度在下午2點至3點間達最高點約 35°C 。

室內溫度在不同窗通風的條件在其室內溫度在夜間亦維持在 29°C ，遠超過室外最低溫度 23°C ，室內溫度在通氣口打開的條件下，其室內溫度在夜間也約在 29°C 左右，超過室外最低溫度 23°C ；但室內溫度在通氣口打開時，當室外溫度下降後，其溫度下降速度較不開通氣口快速且平均約低 3°C 左右。

(圖33)



資料來源：1987年8月與26日與8月28日實測資料
圖33 室內通氣口在關閉及開啓的狀況下室內溫度之比較

室內溫度在通氣口封閉的情況下，由上午10點至下午5點間，平均約低於室外溫度 1°C ，溫度變化因無氣流流通，故十分穩定。在外氣溫下降後，

其仍維持高於室外溫度之現象。但室內溫度在通氣口開啓的情況下早上10點至下午5點間，幾與室外溫度一致，且呈不穩定之溫差變化，5點起室外溫度明顯下降，室內却維持高於室外溫度2—3℃左右，此時室內溫度較密閉通氣口的情況要令人滿意。依據以上測試結果顯示，可知如要改善或調節室內溫度狀況，白天宜將通氣口封閉，在室外溫度開始下降時，同時將通氣口開放以使室內溫度能迅速降低。

同時這類溫室依據夏天實驗顯示，其若僅開通風口通風，室內溫度僅在夜間可達人體舒適程度，白天若室外溫度在35℃左右時，室內溫度由早上10點至晚上10點止，皆超過30℃，無法滿足舒適居住需求。

結 語

隨著都市人口之膨脹，居住空間益發顯的擁擠，為解決居住空間不足之現象，住宅建設時需要有新穎的設計觀念來配合。

陽臺溫室之設計及應用是理論上可行的方式之一，一般人或許認為這種陽臺溫室設計只有在寒帶地區的國家才適用，因其可收集大量之太陽能，提供室內取暖之用，這種概念並不一定十分正確。因在寒帶地區，這類溫室是以防寒及節約能源為主要目標，其設計考慮之條件，以抗寒及保溫為出發點。臺灣地區位於亞熱帶地區，這類溫室之設計及應用將首先需考慮阻絕太陽熱能之侵入及溫室中多餘熱能之排除兩個問題。

若能在熱帶地區防止溫室受太陽直曬而溫度快速上升，或將溫室中接收之熱量在夏天時有效排除，則此一溫室之溫度將可被有效控制。故溫室之隔熱設計以及其中之餘熱之排除是在臺灣要推動此一溫室系統有待積極研究的地方。

本研究結果顯示，這類溫室中之玻璃是整個設計案中成敗的重要因素，若陽臺溫室窗玻璃之設計，在目前未能充分達到有效隔熱功能時，可考慮採取可拆卸的活動窗做法，即當炎熱夏季時溫室內之多餘熱量，無法經由通氣口排除時可將窗戶拆下，將陽臺恢復今日這種開放式的使用方式，在秋冬季節再裝上窗扇，使此一溫室又恢復密閉型態，並利用這一玻璃空間收集太陽熱能，利用自然對流將此熱量導入室內其它房間使用。

陽臺加建與改建現象在臺灣實已十分普遍，此

一現象反映了陽臺之原始設計功能正逐漸消失之中，這可能除前述居住空間不足之原因外，亦因都市高樓櫛比，戶外景觀大多已失觀賞價值，故住戶多願將陽臺空間另行設計使用；然而臺灣陽臺之違規使用或擴建等等，對鄰近環境及市容之影響已十分嚴重，我們對住宅建築物的這種變遷應預作瞭解並提供適當的因應，以防患住宅建築之可能畸形發展。

本研究室中實用性分析中指出了此一空間之多種使用及美化的可行性，但各種使用功能皆需將此一空間尺度增加方能滿足，故陽臺深度當初立法限制的精神，似應順應臺灣目前建築趨勢，另行做一深入研討，以考慮尺度開放之可能性。

陽臺圍建現仍以透光材料為合法建材，若陽臺尺度增加後，則外牆面積亦隨之增加，若均使用透光材，除增加造價外，亦將增加陽臺空間之受熱量，而昇高室內之溫度。因此將影響對該空間之使用度。故陽臺增加之建材，應考慮在結構安全無慮的情況下，得允許應用不透光建材，以減少光熱之傳透，便於控制室內環境。

若陽臺之改建在上述兩項條件之改善及配合下，將可發揮較大的各項多元化使用之功能。

參 考 文 獻

- 1.能源消耗統計，經濟部能源委員會，1985年。
- 2.“Sonnenenergie in Theorie und Praxis”，Peter Guqax 1978, Verlag C.F. Mueller Karlsruhe p.55-76.
- 3.“Glashaeuser zum Wohnen” Cabriel Guenou, Bauverlag, 1985 p.13.
- 4.中央氣象局氣象年報1985。
- 5.臺灣區屋頂溫室設計之研究，林榮森，1982年碩士論文p.81。
- 6.同 3, p. 91。
- 7.Wohnen und Sonnenergie, Klaus Hoenne, 1977, p.36.
- 8.PVCwindow Frame & Door Frame, (Cat. N1.:7-14A)
- 9.南亞塑膠工業股份有限公司，P4, “The national agricultural plastics testing program” Massery, (ed) Tusson Arizona 1965.10.同 3, p.86。
- 11.溫室微氣候之基礎研究 (I) p.135-137，王鼎

- 盛、候文祥，1984年。
- 12.臺灣林氏玻璃社のガラス光學，熱特性測定結果，1969，セントラル硝子株式會社，松阪研究所。
- 13.Schall, Waerme, Feuchtiqkeit, Goesele/Schuele, Bauverlag 1972, p.86.
- 14.臺灣地區建築外殼設計研究，東海學報24卷1983。
- 15.建築應用爲理學，王錦堂，臺隆書局1980，p.71。
- 16.氣象年報1961—1981。
- 17.隱藏的空間，關紹基譯，三山出版社 p. 39-48。
- 18.屋頂花園設置利用之研究——以臺北市爲研究範圍，東海建築研究所碩士論文，黃光進著1985年。
- 19.植物與環境設計，住宅與都市發展局，1981年p. 85-91。
- 20.RWE Bau-Handbuch technischer Aus-
bau, Rheinisch-westfaelisches Elekt-
rzietaetswerk AG. Ruhrlaendische
Verlagsgesellschaft mbH. 1974, p,74-85.
21.同19, p. 75-85。
- 22.建築物理及環境設計實務，昭勝書局，楊龍士編
p.85-101。
- 23.建築環境計畫與設備，文笙書局，陳國彬、李政
隆編譯p.39。
- 24.臺北市拆除違章建築認定基準，臺北市府76、
10、19府工建字第197400號。
- 25.建築物外殼透熱值計算之個案研究，p. 13-34，
工業技術研究院能源與礦業研究所1984。
- 26.同22 p. 90。
- 27.塑膠鋼窗與鋁窗對節約能源試驗比較表 P2，南
亞塑膠工業股份有限公司1984年7月。
- 28."Effect of Ventilation on maximum
air temperature in twelve identical
greenhouse", ASAE 1975.

專營土木、水利、建築等工程

江喜營造有限公司

負責人：江施秀達

地 址：彰化縣福興鄉福興村福建路 540 號

電 話：(047)778221・778207

專營土木、水利、建築等工程

協勝營造有限公司

負責人：江賢蓮

地 址：彰化市中山路二段 624 巷 26 之 29 號

電 話：(047)224442

專營土木、水利、建築等工程

先亨營造有限公司

負責人：施錫文

地 址：彰化縣埔鹽鄉新水村大新路 8 號

電 話：(048)812158・811763

專營土木、水利、建築等工程

利鑫土木包工業

負責人：顏貽鑫

地 址：彰化縣溪州鄉溪州村建中路 18 號

電 話：(048)895262