

細說好厝的建築機能

揭開綠房子裡的秘密

台灣大學蓋這樣一幢綠房子，最重要的考慮是要讓居住者安全而且身體健康，

綠房子具備了隔熱、省電、隔音、耐震等諸多功能之外，

在熱與溼的處理及自然採光方面還有獨到的設計；

因為有學術界周延的考慮與設計，以及業界不斷研發改進的
建材、設備，與之搭配，這樣的「好厝」才會讓你住的安心而且延年益壽，

不過，綠房子裡還有一個尚待觀察驗證的秘密，

那就是風水師精算出來的方位角度，這一段中國玄學與科技文明的對話，
恐怕要留待一、二十年之後才能找到交集呢！

室內熱氣可藉氣流循環及煙囪效應由通氣口排出，使室內氣候涼爽宜人。

屋頂採複層設計，外層為瓦片，內層是屋面板，中間有一空氣層可排除熱氣。

階梯狀空中花園與一樓庭院植栽融為一體，並具有立體層次感。空中花園可置太陽傘及座椅，以提供觀景、喝茶、聊天，十足的休憩空間。

可永續利用並具耐震的鋼骨構架。

滲水土溝，溝底 70 公分處埋設透水管，具有排水及滲透雙重功能，庭院前後設有滲水池塘，收集雨水，池底以級配及泥土為主，以補助地下水及涵養水源。

自動且省電的日光感應馬達及捲窗，可調節室內氣候。

外牆採複層隔熱設計。

玻璃屋均採用隔熱玻璃，夏天時打開通氣口，可使室內外空氣流通成一戶外花園；冬天時玻璃屋還具有蓄熱功能，將玻璃屋的落地窗打開，可將熱氣導入室內，以提升室內溫度，兼具除濕效果。

庭院植栽採混種叢栽種植，可提供蟲鳥棲息，構成生態庭院。

庭院及道路鋪面以滲水材料為主。

■ 台大興建的智慧型綠房子。



健康、安全、省料與節能的建築是1920年代德國威瑪鎮包浩斯建築學校創校的基本教義，教義中的理念迄今仍引領著世界建築的思潮，但在台灣複雜的政經社會與傳播環境下，此一建築學的基本綱領，仍未見萌芽的契機。921 災後重建的結果，更加顯現此一建築思潮在台灣難以落實的無奈。

國內建築業界不應只是沿襲模仿傳統的空間佈局、構法與型式，而應思考如何運用現有的建材，藉助新的建築觀念及工程技術，創造未來的「人居」空間，並且要為後代子孫著想，來從事環境的開發與建設。自然、生態與永續是未來的建築規劃與設計上，必須切入的觀點，但是如何具體且有效的應用這些知識與概念，我們還有很長的一段路要走。

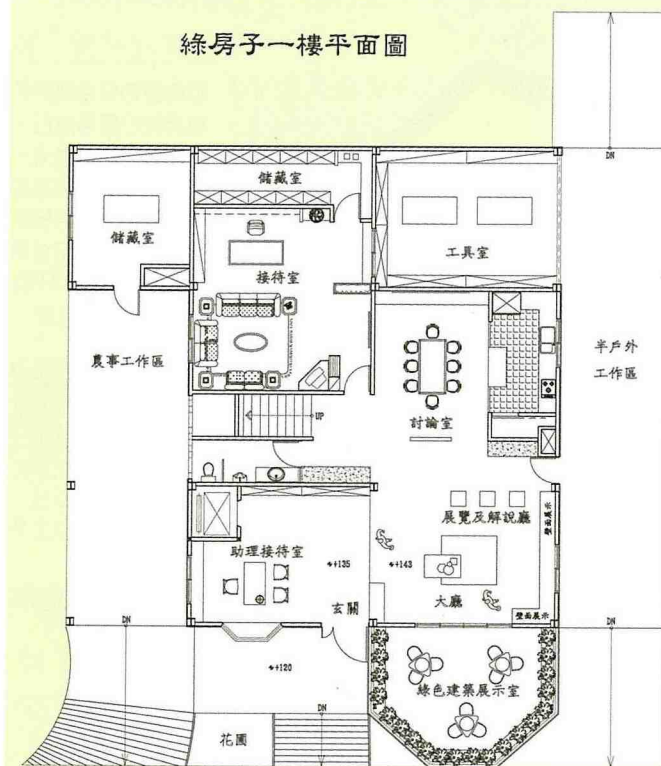
建築生態學與建築生物學中所探討的一些主題，往往理想性居多，或是憑感覺在進行討論；近年來興起的綠建築，不僅是台灣業界熱門的話題，也是政府相關部門在努力推廣的綠色運動。在「想」與「能」、「相

信」與「知識」的互動關係中，知識應該是作為評估判斷的最後依據，而建築知識之增進則有賴於實證。因此，建築物理與建築生態領域中的建築室內氣候學、建築生態應用學、衛生工程學、減廢(費)節能等系列學理，均成為建築設計實務中要學習的新知，也是建物營建過程中要帶入者；「一般的」材料、結構與機電設備，將與「生態的」替代能源、永續建材等相輔相成，一起邁入21世紀建築營建的範疇。

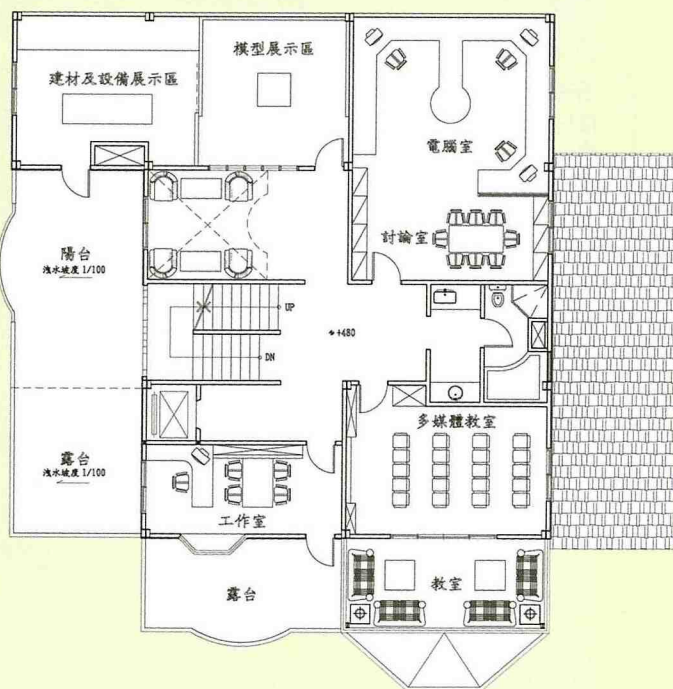
1.空間使用規劃

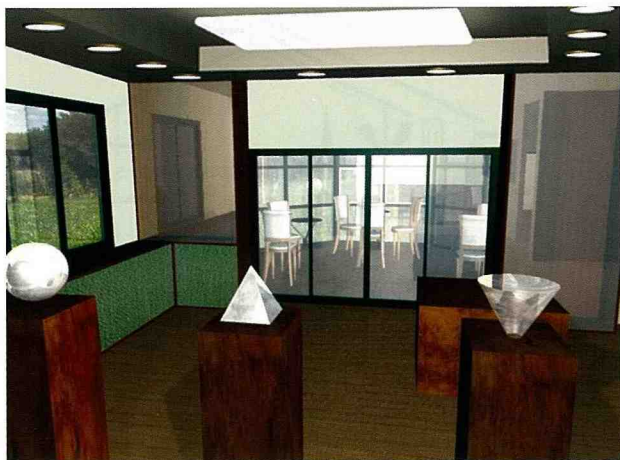
台大綠房子的內部空間，一樓規劃做為一般民眾參觀的展覽廳；二樓為各種建築材料及組件與設備的展示，以及一間多媒體放映室；三樓規劃了一個約50坪的住家，有和室、起居室、主臥房、兒童房以及配合民宿推展的客房等。在斜屋頂下方，創造了一個閣樓空間，讓參觀者了解如何以極少的造價，爭取高品質的趣味空間。

綠房子一樓平面圖



綠房子二樓平面圖





■ 展示空間及玻璃屋：玻璃屋除了可調節室內外溫溼度外，更提供了室內使用者一個良好的田園景觀欣賞場所。

一樓還規劃有儲物間、工具房與車庫，以及寬敞的簷廊空間。位在建築兩側之簷廊，是很好的室內外連接的中介空間，可供停放自行車及休憩、品茗、賞景等戶外活動使用；一、二樓分別設計了兩間玻璃屋，除可在冬天接受日光照射，以提供室內需要的溫度外，亦兼作除濕用，此一透明的空間更提供了室內使用者

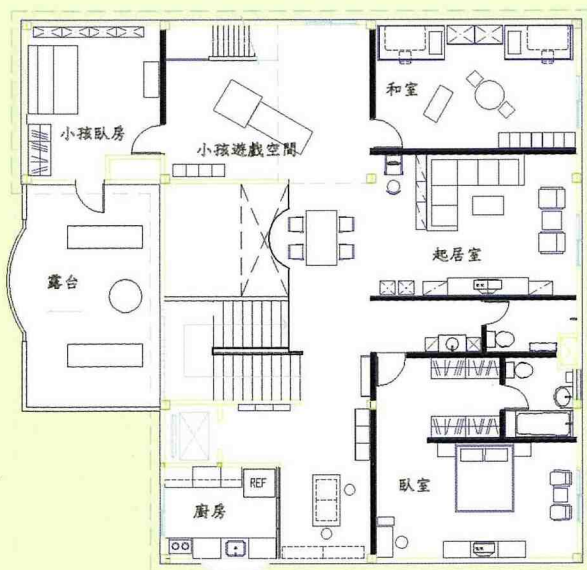


■ 玻璃屋亦兼具庭園的休閒功能。

與戶外庭園一個良好的互動空間，也是很不錯的觀景場所。

為讓行動不便者亦能參觀室內外，庭院中不僅以斜坡代替階梯，室內還有殘障者使用的馬桶設施，並有一電梯供老人及坐輪椅者使用，藉以因應未來台灣高齡化社會之來臨，及家庭無障礙空間的理念。

綠房子三樓平面圖



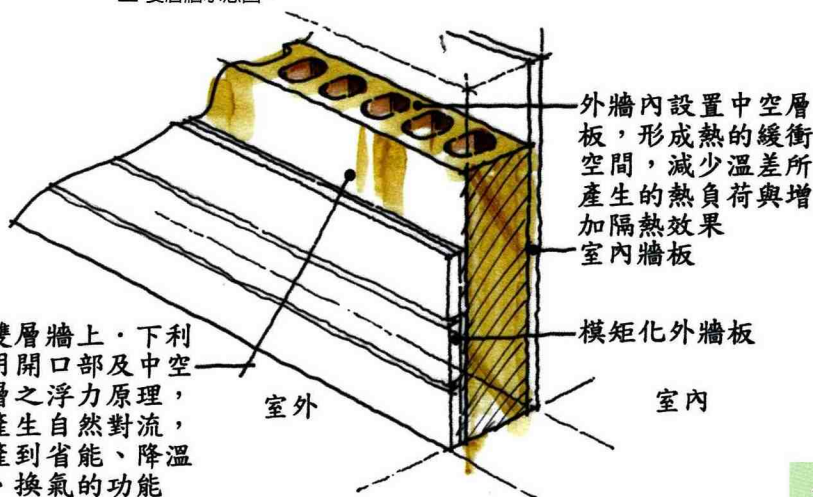
2.永續建材的使用

綠房子的樑柱結構與室內隔間骨材，均以耐震且可回收的鋼材興建，複層牆身以塑鋼及玻璃為主，室內木質天花及地板以木材貼飾，房屋的主要用材，均以自然材或永續材料為首要考量。

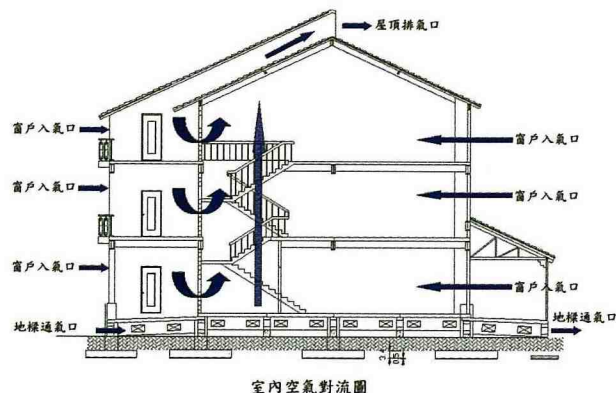


■ 鋼構是耐震又可永續利用的建材。

■ 雙層牆示意圖。



雙層牆上·下利用開口部及中空層之浮力原理，產生自然對流，產到省能、降溫、換氣的功能



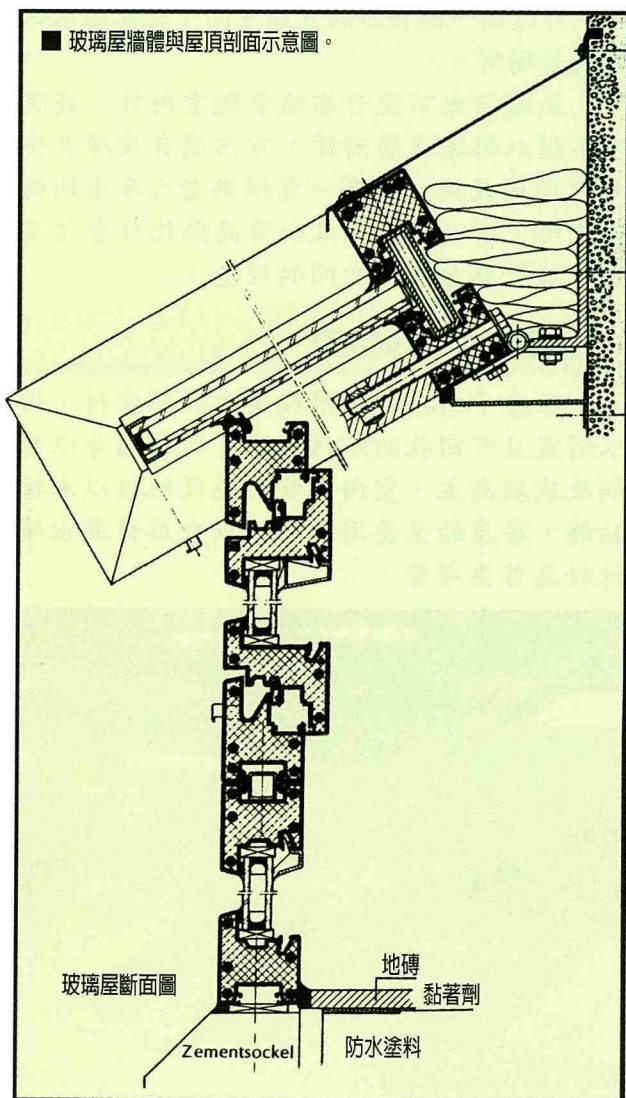
■ 利用空氣壓力比產生的對流風，可達成室內降溫的效果。

3. 節能外殼與省能裝置

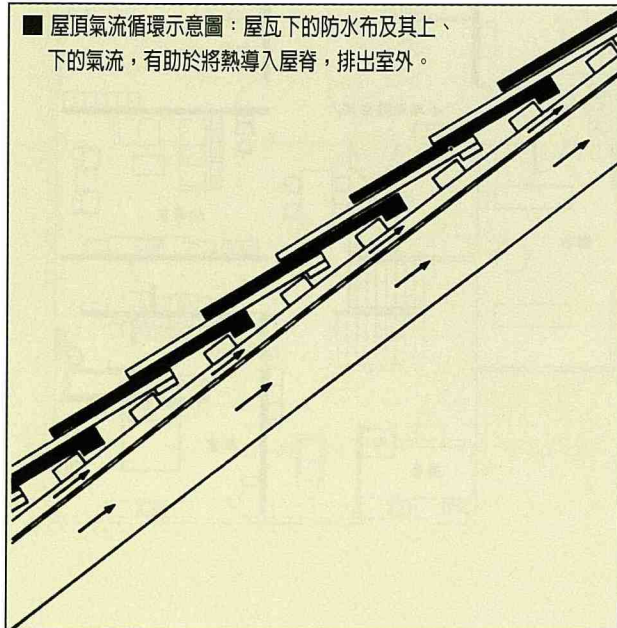
建築物之屋頂、牆身與窗戶均以斷熱為考量設計，複層牆壁及玻璃窗具備了良好的隔熱效果，屋瓦下的防水布、屋面板、隔熱棉及木質天花，亦均具備了斷熱的功能；加上複層牆中空氣的對流，可將外壁材在強烈日照後傳入牆中的熱氣，藉由空氣對流而由牆體上方排出，減少室內空氣的熱負荷量，而達到降溫省電的目的。

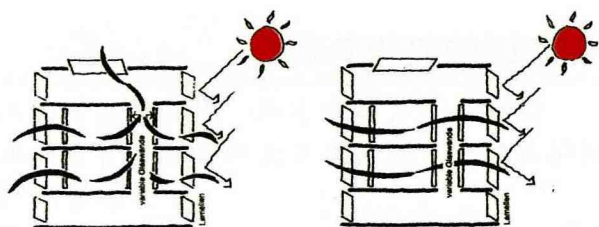
在用電方面我們主要仍依賴傳統電力的供應，但在各項設備方面，我們除了儘量用省能的新設備外，並搭配了使用感應開關及

■ 玻璃屋牆體與屋頂剖面示意圖。



■ 屋頂氣流循環示意圖：屋瓦下的防水布及其上、下的氣流，有助於將熱導入屋脊，排出室外。





■ 夏天（無風時）室內利用煙囪效應通風。

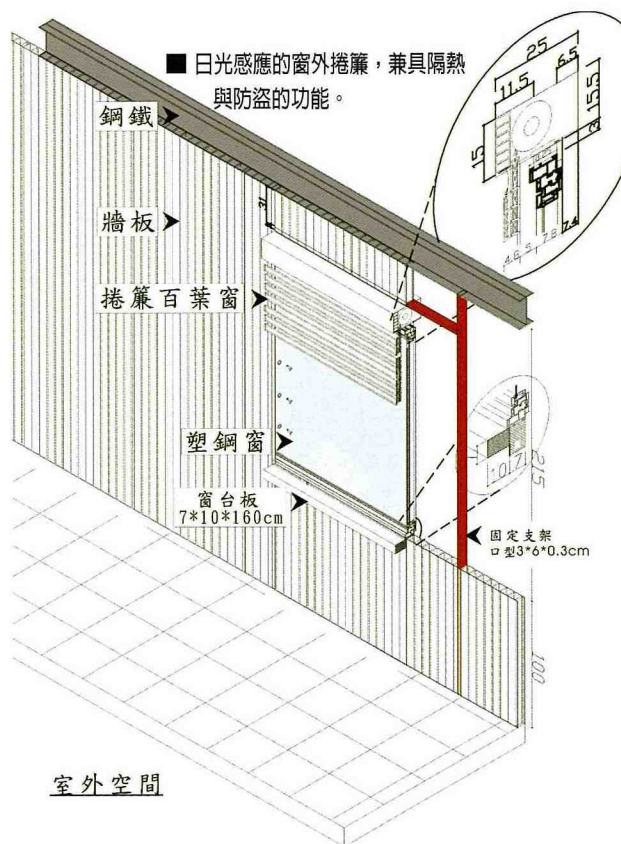
■ 夏天（有風時）利用捲窗遮陽及水平通風換氣。

輔助能源——太陽能，如庭院燈，我們採用了太陽能發電的燈，室內我們也在展示間及客廳各用了一盞光纖燈。這種光纖燈利用裝置在屋頂上，會隨著太陽方位自動旋轉來調整角度的聚光球體，將太陽光能利用光纖傳到室內照明，此時光線中已濾除了紫外線，因此適合作為日光浴使用，不必擔心會被晒黑或導致皮膚癌，是不便外出者及愛美女士的福音。

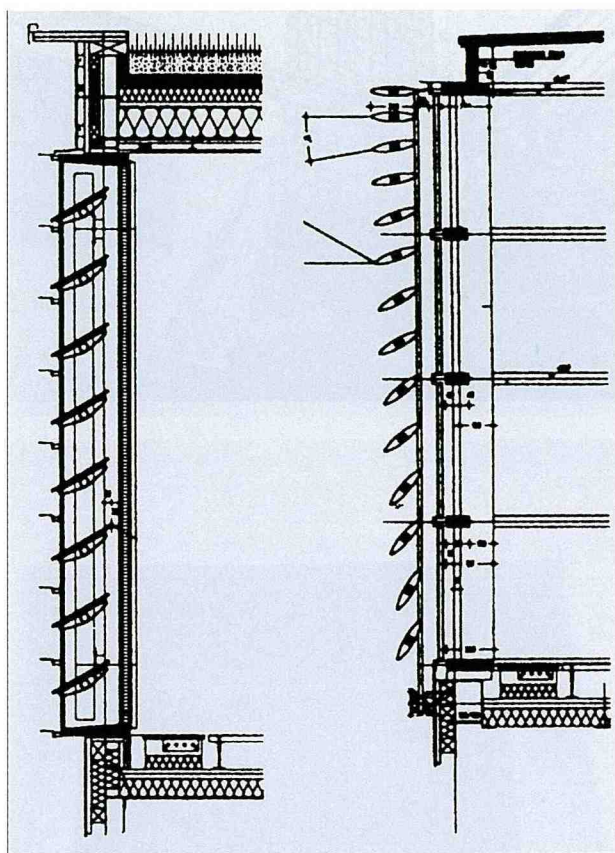
在玄關、廊道或樓梯間等處的室內過度或穿越空間的燈光，我們選用了感應開關，當晚上經過時燈會自動亮起，離開後燈就會自動熄滅，室外庭園的夜間照明我們也用了同樣的感應光源，以節省不必要的照明用電。

熱水供應我們乃是應用了太陽能熱水器，提供廚房及浴室熱水之供應。我們更採用了氣冷式變頻空調機，這種冷氣較傳統空調機約可節省約百分之四十的用電量，省能的設備，加上斷熱良好的外殼，260坪的室內面積，我們僅選用了20噸的冷氣機，未來將會為本幢房屋節省可觀的用電費用。

還有值得一提的是，我們採用日光感應馬達操控的自動遮陽捲簾，牆面上裝置了日光感應器，當戶外光線的照度到達設定的明亮度時，窗外遮陽捲簾就會自動降下，防止過度的日照進入室內而升高室溫。這種日光感應器也可增設雨水感應或防盜感應等多項功能。這些操控捲簾的馬達，均以電動開關控制，以增加使用的舒適度，停電時可以改為手控操作。



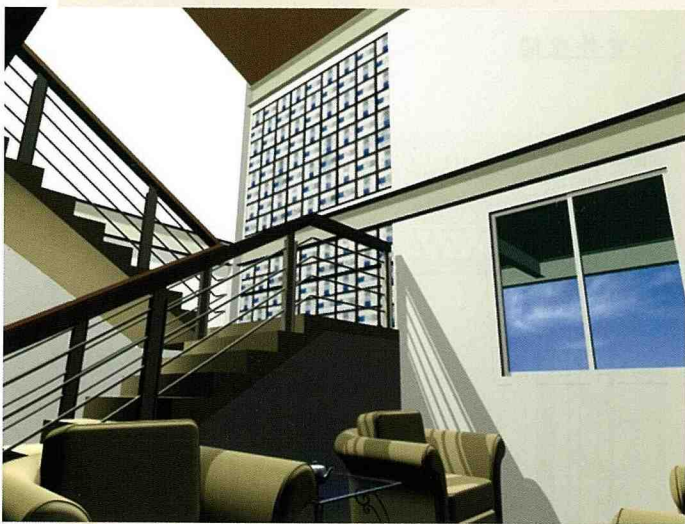
室外空間



■ 窗外遮陽捲簾可調整百頁的角度，控制光線。



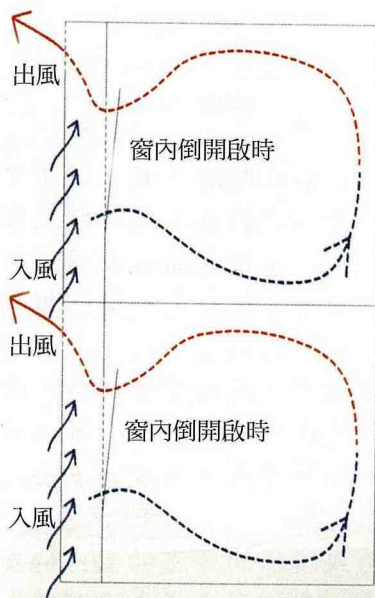
■ 樓梯及休憩空間：藉由煙囪效應原理，熱氣均可藉著氣流循環，經由樓梯間及開放空間，最後由三樓屋頂最高點的氣窗排出，加上各層窗戶間的空氣流動，室內溫度會是涼爽宜人的，另外樓梯間及開放空間外牆上之玻璃磚，可使室內空間更為明亮。



■ 換氣佳且易清潔維護的內倒窗。

4.良好的氣流循環

台灣夏季吹西南季風，因此建築物西南側開窗較多，以利夏天室內氣流的貫穿。綠



■ 內倒窗的氣流循環示意圖。

房子每層除利用房間內倒窗上方進入的氣流，進行各層空氣交換外，我們更在房屋中央規劃了樓梯間及一挑高的開放空間，以提供室內熱空氣往三樓屋頂上方壓送的通道，在屋頂最高點及電梯間上方，我們均設置了兩個

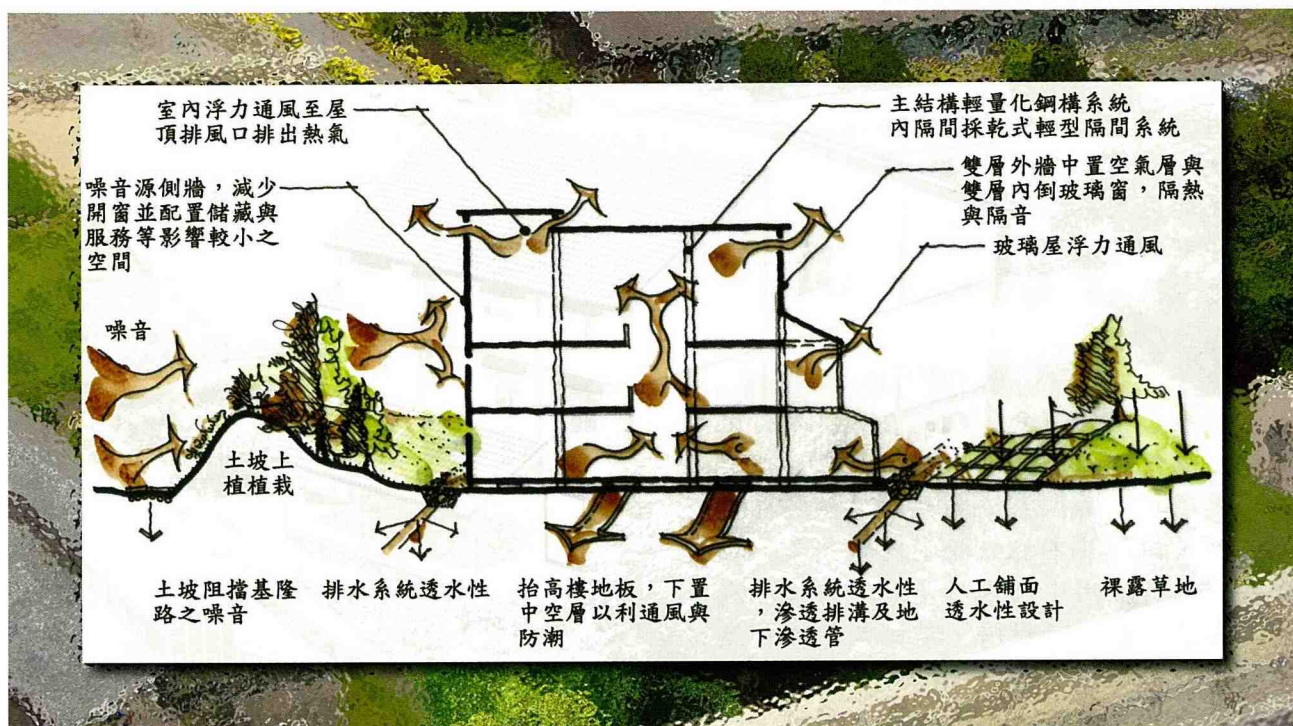
通氣孔，使屋內因煙囪效應集中的熱氣順利排出室外。這種室內氣流循環，藉助室內外溫差來達成，而不是空調設備，可說健康、省能又環保。

5.自然採光

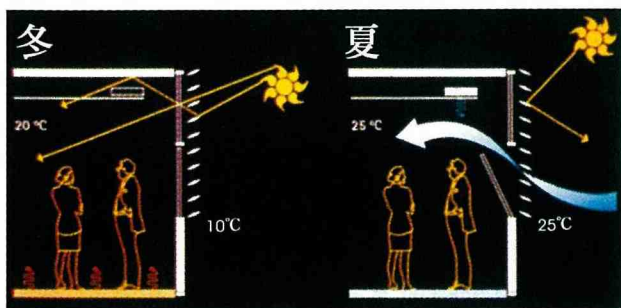
建築物中央常因四周被其他房間包圍而成為照明較差的空間，綠房子中央的樓梯間外牆材質，我們採用了強化玻璃替代不透光材，讓室外光線能充分進入，達到白天不需開燈的目標；此外，與中央空間相鄰的房間隔牆，我們多設置玻璃牆，讓進入四周房間的光線，能透過玻璃導入建築物中央，增加亮度，減少照明用電。

6.窗戶斷熱設計

建築外牆因風吹、日晒、雨淋是耗能的主要部分，因此這外殼節能設計就成了國外建築師必作的功課，國內因節能觀念未能普



■ 台大綠房子及玻璃屋節能與通氣功能示意圖。



■ 夏天及冬天，內倒窗及窗外自動捲簾之角度，可發揮良好之隔熱及控溫效果。

遍推廣，加上建管法令未加要求，因此外牆的設計與二、三十年前並無二致。窗戶又是建築熱傳最迅速的地方，因此窗框、玻璃及氣密設計在國外均日新月異的在求改善，國內在這方面似乎除了加厚玻璃外，整體窗的改善設計並無積極的進行研發，因此熱傳導最快的建築部位當屬玻璃窗部份，我們為了達到節能的目標，窗戶不得不列為綠房子的重點設計。

綠房子的建築外牆我們採用了多層牆板的節能設計手法，窗戶邊框我們不採用熱傳導係數較高的傳統金屬窗框，而採用了塑鋼

窗框，玻璃更採用了複層玻璃的設計，搭配了塑鋼窗框，使得外牆的熱傳導無論在牆身或玻璃窗等開口部位，均大幅度的降低，如此將可降低夏天或冬天室外溫度對室內的影響，夏天冷氣機的使用，將也可因建築外殼的良好斷熱功能，而節省大筆的電費。同時窗戶的外側，我們更加裝了可防止日晒兼防盜的捲簾，活動的頁片兼具窗簾功能，如此可減少夏天的日射量又可免除防盜鐵窗對建築景觀上不良的影響。



■ 複層玻璃窗。



另外，在此特別要提的是，我們採用了換氣量佳，清潔維護容易的內倒窗，這類窗型在國內鮮少有人知道或使用，它可全扇打開換氣，亦可上部半開進行空氣之對流，若要擦洗那更是不必拆窗，只需將窗扇往內打開，即可內外擦拭，省時又安全方便。高樓大廈更宜採用。

7. 以木材打造溫馨的家

室內居家的部分，我們儘量以木材來做面飾，傢俱也以木製傢俱為主，金屬乃至鋼管傢俱已在歐美國家逐漸興起，並將可能蔚為風潮，但因其不能吸收室內的潮氣，故我們在此不擬採用；因木材是最能吸收水汽又能自由散發水汽的材料，這也是它在自然界生長的特性之一，因此一幢房子中若是使用了木地板、木傢俱、木天花、木腰牆，這幢房子就不會給人潮濕的感覺了。

加上木材表面溫差不因寒暑而有很大的差異，表面的恆溫讓人接觸時永遠都那麼溫馨，冬天光腳踩著地板與夏天時幾乎一樣，磁磚或大理石的地面就不一樣了；木屋頂天花板更能吸收因熱氣上升而帶到上層空氣中的水汽，再藉由天花板本身傳遞到屋頂上方排到室外；內牆板的腰牆部份，我們也加裝了護腰木板，因人坐在椅上或是靠在牆壁，冬天時會感覺牆壁冷冷的，這時若在背後加一層木質壁板，將會因木板的良好隔熱效果，而帶給坐在其旁的人舒適感覺。總之以木材為主的內裝，將會帶給人們一個無比健康的居住空間。

斜面挑高的木板天花，除了心理上不會帶給人們在低矮屋頂下造成的壓迫感外，這種挑高的部份更能聚集熱氣，利用屋頂窗排出室外，這幢房子我們在三層樓中間均有一開放空間，一、二樓的參展空間中的熱氣均可藉了氣流循環原理，由三樓屋頂最高點的氣窗排出，加上窗戶的空氣流動，室內溫度因挑高的天花板應是涼爽宜人的。

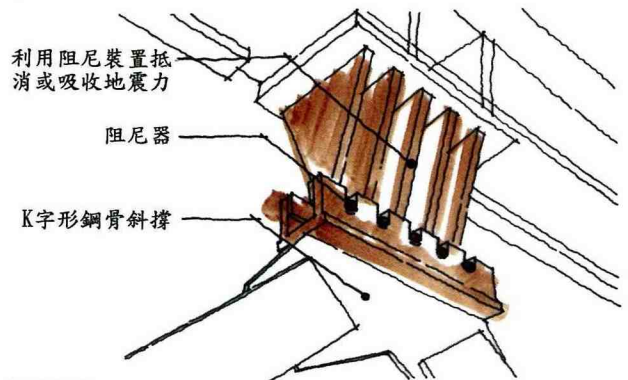


■ 家居空間儘量使用木材來做面飾，家具也採用木製或以環保回收材製的為主。

8. 防震設計

鋼構建築在這次 921 地震中發揮了較耐震的實證，因此災民們紛紛選購以鋼材為主的結構體興建新屋。內政部也與民間廠商成立了輕鋼構協會，共同推動更佳的鋼構材，這種鋼材不僅耐震，更可回收，成為可永續利用的材料，因此其前途在 21 世紀初講求環保與生態年代應指日可待。

然鋼材樑柱在工地之銜接為鋼構能否發揮良好耐震功效的重點，因此我們在主樑與柱接頭部份均確實的採用了螺栓鎖定的方式固定，並在副樑與柱的銜接上也採用了滿焊的處理，如此完整一體的鋼結構，將可發揮良好應力的傳遞及承載功能，另為增強制震功能，我們也在適當的柱間位置加裝了制震器。



■ 制震器。



■ 增強減震功能的V型制震器。

制震裝置主要是能將建物在搖擺時，藉由裝置的相對運動加以抵消震力，由制震裝置的抗力來吸收震動能量，鋼製V形制震器可在建築物橫向與縱向減震，達到吸收地震能力的功效，增加建築物的安全性。

9. 隔音設計

(1) 隔音土牆

為了防止基隆路噪音進入基地，及對建築物與後庭園視覺品質產生干擾，我們在狹窄的後院中，堆起了一座寬3M高4M的隔音土牆，做為與基隆路區隔之界籬，並在擋土牆外側遍植高大樹群與荊棘類的灌木叢，以美化土牆及防止外人越牆進入基地。

(2) 平面隔音

建築物為了防堵基隆路噪音對它的侵擾，特在建築物的平面配置上我們首先做了第一道隔音規劃，我們將儲藏室、工具間、車庫、檔案室等非主要空間置於主空間與基隆路間，做為隔音緩衝空間，如此將可運用次要空間來發揮隔音的功能，以降低噪音對主空間之影響度。

(3) 減少牆面開口

在鄰基隆路牆面，我們又採取了第二道隔音設計手法，也就是儘量採取不開窗的設計原則，以徹底利用外牆隔音，但為顧及採光及通風我們僅開了一條高窗，以符所需。另外在外牆板上，我們採用了高標準的隔音設計，我們用了外牆板、中牆板及內牆板三明治的做法，使得這堵乾式組合牆的隔音功能在音橋數少，材質密度高、隔音效果佳以及中空牆的多重因素下，遠勝過傳統的單層外牆。

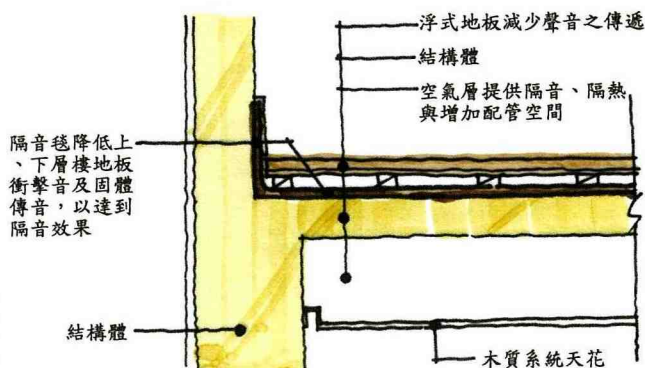
(4) 中空牆板

牆壁上我們除應用石膏板外，並在隔間牆壁中間安置隔音棉，在部份音響設計要求較高的房間牆壁更貼上玻璃纖維吸音棉，以減低聲音的能量方式，來防止空氣中聲音的傳遞，加上複層玻璃良好的隔音效果，使得每一個房間均能發揮阻絕空氣聲音傳遞的效果。

(5) 地板隔音

我們在樓層板方面採用了浮動地板的設計理念，也就是在樓層結構板與地面板之間加設了一層橡膠隔音毯，如此樓上因步行產生的步伐聲將可完全被阻隔。

這五重隔音考量—隔音土牆、平面配置、減少開窗以及良好的隔音牆與樓板斷音設計，將會為這幢住宅的內部空間，帶來較安寧的室內環境品質。



■ 浮式樓板的設計手法。



■ 北向立面。

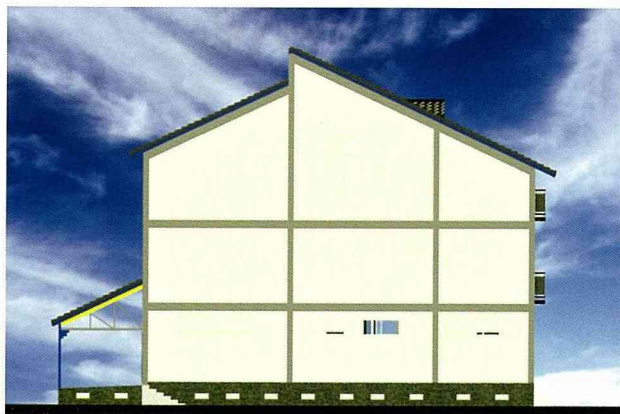


■ 西向立面。

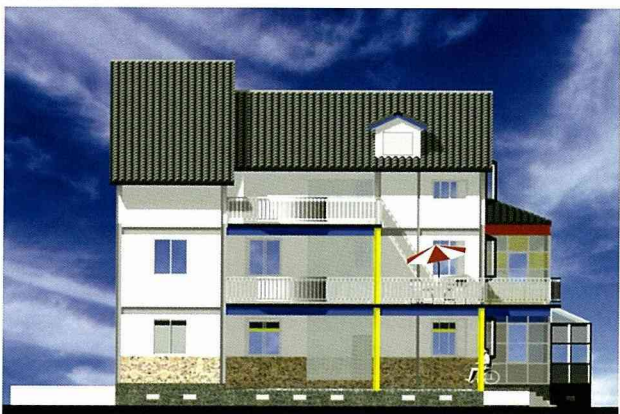
10. 機能主義的造型

綠房子正向面對台大圖書館，與主要農場道路呈約30度的斜角，在視覺上讓步行在道路上的觀賞者，能同時觀賞到建築的兩向立面，而呈三度空間的立體效果，以增加美感。

建築之「造型」作者以機能主義為設計宗旨，意指一幢房子內部機能的設計為何，建築屋頂或牆身反映出的外觀，就應是那樣，而不刻意修飾，更不矯柔做作的創造一些已失去機能的傳統建築的造型符號，來延續中國建築的風味，而增加不必要的建造費。如正向立面採光、採景之玻璃屋，外牆透明的玻璃，加上遮陽與點綴功能兼具的藍綠遮陽玻璃與透氣孔以及一樓的玻璃屋頂，讓此玻璃屋各向立面充滿了機能上的作用而予人變化之美感；玻璃屋上層屋頂更以瓦片覆蓋，以防過多的正午陽光射入屋內，屋瓦



■ 南向立面。

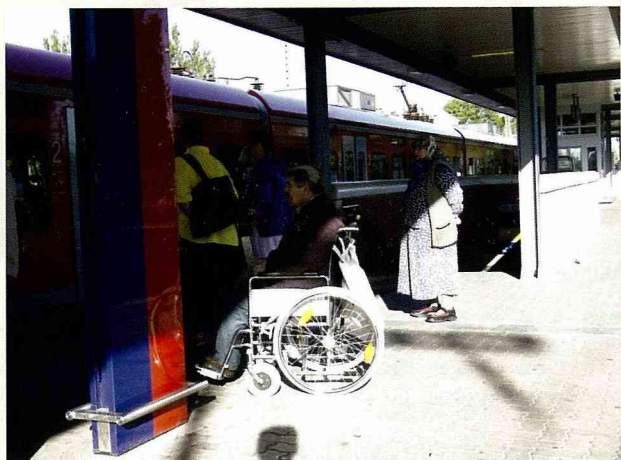


■ 東向立面。

材更與主屋頂瓦一致，而作為北向立面的瓦材點綴與收頭。

南向立面因面向基隆路，終日因路上車輛川流不息，加上噪音大塵土多，以及高架道路對建築物的私密性影響，雖日照方位佳，但我們在各樓層均未開主窗，僅在三樓開了一扇窗以作點綴，一、二層樓立面將藉廢棄土所造的隔音牆與其上的冠木叢與樹群，來阻隔與減低基隆路上的各項不利因素對綠房子的影響程度。因此，臨基隆路的立面是一幾近封閉的牆面做法，再以綠化手法遮蔽。

同時在考量綠房子左右兩側既存的傳統黑瓦斜頂的農場建築，及作物栽培的玻璃溫室，主建築屋頂也以黑瓦覆蓋，加上玻璃屋之材質與造型，幾與溫室一致，因此綠房子可說與四周既存傳統斜頂建物及溫室，做了某些造型元素上的融合。



■ 方便殘障人士出門上街的無障礙空間。



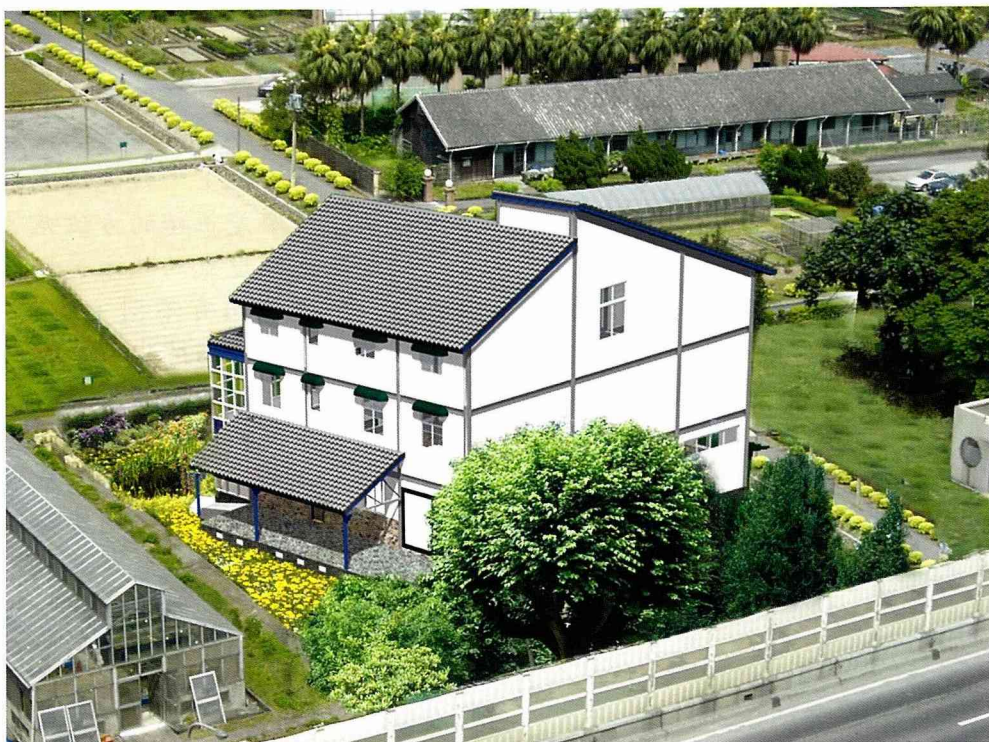
11. 無障礙空間及設施

無障礙空間的推廣在台灣仍停留在原地踏步的階段，不論都市開放空間、公共建築、公共場所乃至社區庭園以及住宅內部，對這個問題大多視而不見，要不有形無形做個樣板，點綴一下，對於全面的配套執行，我們還有很長的路要走，其實台灣的都市空間正常人都有難行之感，何況殘障人士呢？

國外的街上或村中小路乃至大型的展覽會場，都有推輪椅一個人出外活動的景象，這一簡單的畫面背後隱藏了一大堆無障礙空間的整體規劃與細部設計，從家裡的門檻、緩降坡、殘障電梯、大門外人行步道做法及材料、大眾運輸交通工具的輪椅空間、公共場所的殘障設施等，一連串配套

規劃，才能滿足殘障人士的外出需求。

在本棟綠房子中，我們在基地內設計了一些無障礙空間，除在入口區設置一個健康與殘障人士均可使用，而不刻意凸顯殘障動線的緩坡外，也在此示範住宅中加進了老人及殘障人士使用的電梯設備以及衛浴設備的殘障設施，以符合行動不便的人士使用與參觀。



■ 綠房子的黑瓦融入了農場傳統黑瓦斜頂中。

12.提升品質的預製工法

綠房子的興建過程，遵循房屋生產工業化的理念，做了本土化的調適，基礎以上的營建組件，大都採用了工廠生產的元件，以防止現場生產品質上的瑕疵，因此傳統之營建品質低落的問題，可獲大幅改善，且工時大量縮減，這樣的一幢綠房子約需60個工作天即可完成。房屋營建預製化的模式，應是台灣鄉村住宅未來的趨勢。

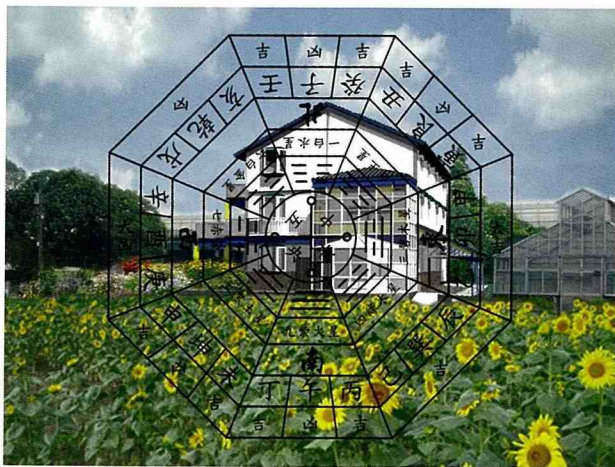
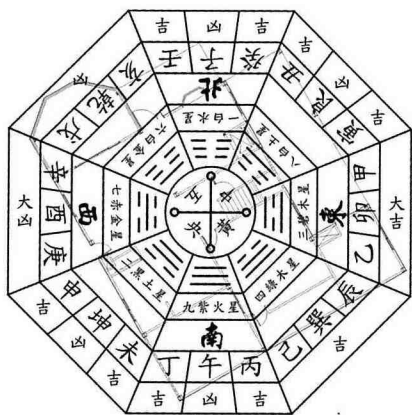


■ 綠房子採用預製工法興建。



13.風水

古聖賢伏羲氏仰觀天文俯察地理之生成，認為世間一草一木皆有其存在於自然界之哲理，故這一個中國古老又迷人的堪輿



■ 綠房子採取北方偏西的角度。

學，是早期中國人開工建屋前必需做的工作，從皇宮、陵寢乃至升斗小民的宅院座落多深信風水之說。

風水也有人比對建築物理學中的隔熱、採光、通風、日照來認知，我想那應只對了一小部份，浩瀚的宇宙中，因八大行星與地球之互動關係，彼此間之引力牽引及金、木、水、火、土等行星，在不同位置對地球上某一點所產生磁場的影響等，對建築物應均有某種程度之影響，這種地球與其它星體間之引力與磁場之互動，因星體之移動，而無時無刻不在改變，這也就是風水學中的時空轉換，因此「十年河東，十年河西」乃成了風水吉凶方位轉換平均時間的說明。這些中國八卦中的知識，在西方建築物理學中連萌芽都還沒有呢！

選擇旺宅確實很重要，新建屋宇定方位更重要，一幢房子在辨地上，還要開在正確的方位上，就能達成“地傑人靈”的效果，什麼是正確的方位呢？一幢房子在好的方位上即進氣的旺方，如主富、祿或壽等，均依方位而有不同，房屋設計時在此天運的旺方，即需開出大片窗以迎旺氣，而相對的在其反方向應儘量不設開口，以防漏氣，房子千萬不要以為四面都有窗、採光好、通風佳就是好房子，中國風水並不如此認為，“窗多必敗”乃中國建築風水之古諺，這其中就說明了又進氣又漏氣，何旺之有呢？

本幢綠房子衡諸基地條件，採取了北方偏西的角度，這一方位所產生的影響，將留待10年之後來印證結果，作為風水研究例証之一吧！