

*論「台灣智慧、防災、健康宅」的構造關鍵

作者：劉志鵬建築師

台北科技大學設計學院建築博士/中國科技大學建築系助理教授

台灣減法綠建築發展協會榮譽理事長/雅緻住宅事業創辦人

雅朋營造有限公司總經理兼主任技師

關鍵詞：智慧綠建築、防災建築、健康宅



許台灣民衆一個21世紀安全、健康、溫馨、智慧的家

吾人自「宜蘭厝」及「九二一震災」之後，全力發展台灣地區防災宅，於「全球金融風暴能源危機」後，則號召相關業者發展台灣地區健康宅，前後耗時二十年，取得近二十項相關建築構造專利，包括了防震建築、防災建築、防潮建築、綠能建築等。本篇文章為吾人針對台灣多重災害及潮濕氣候環境特性，總結發展「台灣防災、健康宅」的構造關鍵內容，希望能提供台灣地區產官學界參酌。

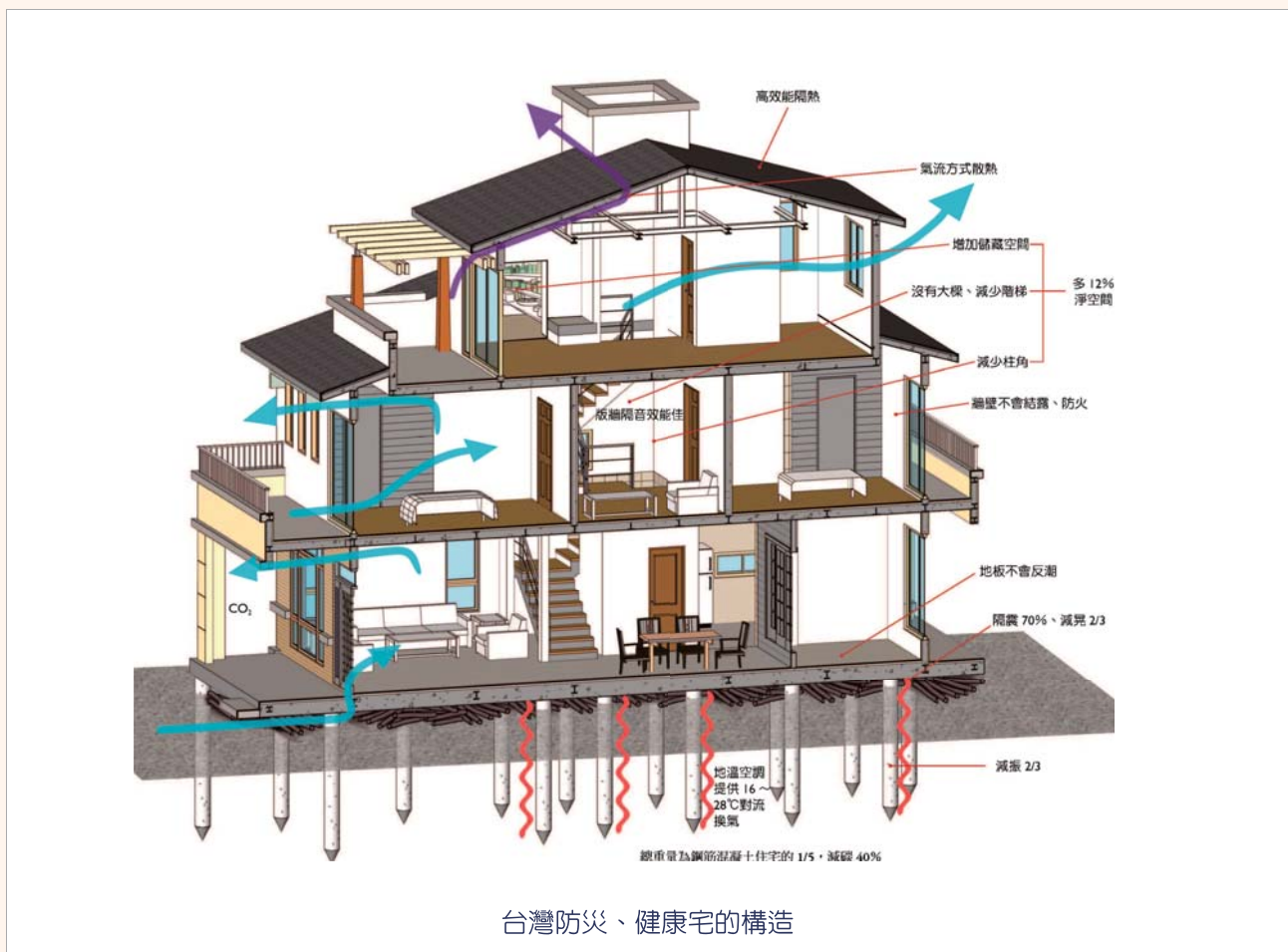
「台灣智慧、防災、健康宅」將是台灣住宅建設未來發展的主要趨勢，其構造進化的關鍵內容是甚麼？在智慧綠建築部份，將綠建築技術與ICT自動化智慧化的技術結合，甚至導入「AI (Artificial Intelligence) 人工智慧」將人因工程及環境控制等問題整合，透過電腦程式來呈現人類智慧的新世代建築技術。「智慧主體 (intelligent agent) 的研究與設計」必須是一個可以觀察周遭環境並作出行動

以達致目標的系統，人工智慧的研究是高度技術性和專業的，這個領域的發展是不可逆的方向；台灣是ICT研發及綠建築設備產製的重要地區，然而建築載體的規模大，生命週期長，在使用者及環境氣候具差異性等特性，要建立大數據需要非常多的感測裝置及主動設備，且涉及安裝、管理、維護等問題，本文所提出的觀點是「良好的建築構造載體及居住生活與環境控制模式軟件」，才是關鍵內容，這部份的開發約需三到五年才能提出實質內容(因此本文將著重在防災、健康宅的部分加以論述)。

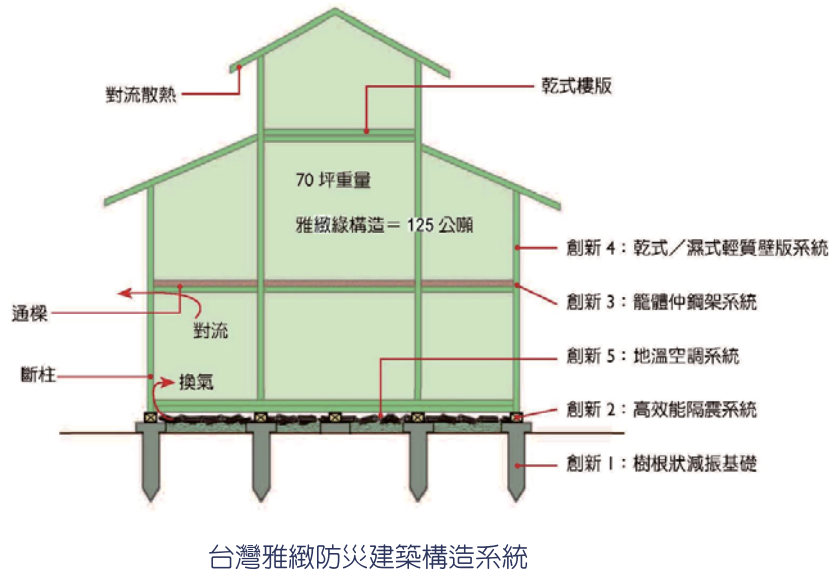
台灣的新建建築構造約85%為鋼筋混凝土構造，雖具防颱、防火、隔音性能，卻因為重量大，不利於防震；木構造及輕型鋼構造方面則有颱風、火

災及蟻害方面的問題；台灣是多重災害嚴峻，且相對濕度非常高的地區，對建築構造的耐候性、物理性影響很大，會造成鋼筋混凝土構造的結構性裂縫與中性化質變，降低構造壽命與安全外，反映在斷熱性能不好的牆壁樓板，則形成了結露、反潮、壁癌，外牆或地面磁磚的隆起、脫落、爆裂毀壞，在木構造部分則會有白蟻的侵襲問題，對人體健康而言，則是造成室內溫、濕環境的不良，而這是台灣與境外「健康宅」所面臨的不同問題。就同時具有防震、防颱、防火、防蟻且防潮濕的防災型建築，是需要針對地區性問題來發展出適當的構造方式。

台灣冬天寒流來時，每年約造成1200人死亡及12000人中風，問題來自二個主因，一個是台灣一



● 雅緻綠構造 · 五大系統



般居室空調只做半套，普遍缺乏換氣，所以住宅居室普遍缺氧，所以呼吸中止症或缺氧型中風問題嚴重；第二個是冬天濕冷，台灣年平均濕度為81% (北部83%、中部79%、南部76%，相較於日本60%是非常潮濕的地區)，尤其冬季或連續的雨季時相對濕度經常超過90%，當寒流來時，24小時前後溫差可達20°C，體感溫差甚至可達30°C，鋼筋混凝土室內體感溫度普遍偏低，大幅提高死亡機率(溫差每降1°C，中風機率約提高3%)。此外台灣住宅普遍過度的有害性裝修，加上受潮後的環境質變，所以病態建築問題可說非常普遍，雖然這些問題民眾習以為常，但隨著「健康宅」意識的推廣，將會改變住宅產品的發展方向。

在從事台灣防災、健康宅的構造開發二十年的經驗，吾人總結出四個主要的關鍵點：建築構造體的減重、改變構造牆板體質、正確的窗戶熱得處理與及正確的通風換氣處理，以下就個別關鍵點加以說明。

一、建築構造體的減重

鋼筋混凝土建築構造其混凝土2.4 t/m³，70坪獨棟別墅重達500公噸，屬於自重大的樑柱框架式剛性構造，在強震侵襲時，地表加速度的連續作用下，剛性體難以釋放能量外又會共振堆疊，一般會作用在一樓樑柱接頭的位置，對於抗壓強度僅為3000psi的混凝土構件來說，其強度難以抵抗強震的作用，易導致房屋傾倒難以救災甚而造成重大的傷亡，因此台灣未來建築構造的發展，從防震的角度來看，勢必要調整為減重減量的方向。

另一方面台灣每年都有17級的颶風的侵襲，建築構造必須達一定的重量，尤其是對中高層的危害，風力不亞於地震力的影響；因此吾人的觀點是，房屋過重怕地震，太輕則怕颱風；除了在結構系統的設計、分析作業上，就地質、配置、型態、施工管理、建材等問題的考量以外，對於以RC為主要構造的台灣現況來說，相較於RC構造的重量，五樓以下減重2/3，六樓至十樓構造減重1/2，十一樓至十

五樓構造減重1/3，這是一個簡約的概念，除了整體構造的減重處理外，下部構造的減震、隔震或是上部構造的制震，建築主要骨架兼具韌性與剛性優點的主體框架開發，會是台灣建築構造亟需精進發展的關鍵內容。



減重斷熱斷濕牆體

二、改變構造牆板體質

台灣氣候潮濕，水氣會影響日照及室內外溫熱傳的情形，一般RC或磚牆壁版，具高吸水率、高含水率，因此熱傳透值高，夏天壁體室內熱得高，冬天熱損大，因此空調負荷高外，結露、反潮現象致使室內外飾材多為油漆、磁磚、石板等，不利於室內空氣及健康安全環境品質，因此改變構造牆板體質將是重要的關鍵內容。

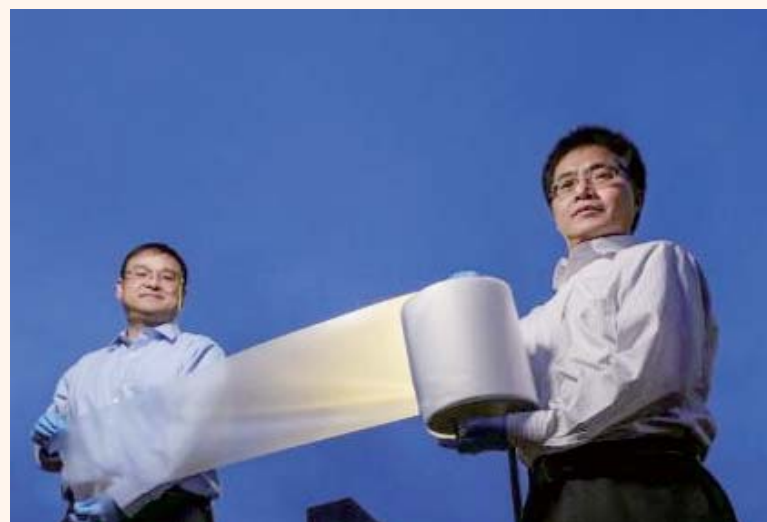
當建築牆板構造具有高斷熱、內蓄熱、外斷濕，並具有隔音、防火、防白蟻及不會結露、反潮的特性時，那麼居室的裝修方式，才能使用壁紙實木等較具親和的自然素材，在室內溫濕度環境的品質及能耗才具有較佳的體質。

三、正確的窗戶熱得處理

「牆壁隔熱好，不代表夏天室內不會熱」，因為這樣的觀察發現，啟動了先後六年，在建築外殼

及窗戶開口對室內環境影響的研究，從實證中確認因應台灣氣候特性，包括日照、輻射、潮濕及冬夏季氣溫，對於室內夏天避免室內升溫及蓄熱，冬天室內則需要陽光紫外線及蓄熱升溫，牆壁除需外高斷熱外還需要斷濕，所以除了壁體的組合方式是個重點外，窗戶外遮陽應該是處理過熱期範圍的部分就好，因為深遮陽對於冬天室內日照及蓄熱反而不利，玻璃則以清玻璃(平板玻璃)搭配斷熱窗簾及可，只要室內有好的通風方式，那麼減少夏天的室內蓄熱量，增加冬天的蓄熱量，這樣將有助益於室內舒適及節能。

因為節能窗不節能的說法，會得罪許多的廠商，但多數的節能窗效益不高這是事實，因此我進一步比較，透射型輻射製冷膜與一般雙層玻璃中隔熱膜方式，在熱吸收量的停留狀態溫度的差異，因為一般雙層玻璃中隔熱膜方式，雖然能將大部分的輻射熱阻擋，卻也造成熱吸收量大停留狀態溫度高，而對室內從輻射熱轉為傳導熱與對流熱，尤其台灣室內溼度偏高，傳導熱率高加速了對室內構材的蓄熱作用，因此節能效益不高，相對的由美國美國馬里蘭大學及科羅拉多大學團隊所研發出的透射型輻



美國美國馬里蘭大學及科羅拉多大學團隊所研發出的透射型輻射製冷膜

射製冷膜，其相對熱吸收量僅20(SAV)W/m²，冷卻能力為100-150 W/m²，大氣窗口輻射率大於90%，顯示了直接在窗玻璃外側直接排除日照輻射熱並且對室內冷卻，這樣的方式有其實質的效益。

經過簡單的實測顯示，2019/9/11 09:40am東南側窗戶，外氣溫34°C，一般雙層玻璃中隔熱膜，熱吸收表溫度高於透射型輻射製冷膜9°C，而受照木板表溫則相近，均較清玻璃受照木板表溫少約8°C，如果在外氣溫達38°C長時間日照，一般雙層玻璃中隔熱膜，熱吸收表溫度預期可高於透射型輻射製冷膜20°C，所以夏天運用透射型輻射製冷膜是一個可以發展的方向。

針對台灣潮濕氣候居室，夏天時減少熱得晚上需要散熱，冬天時獲得熱得並曬到陽光，晚上則需要減少熱損，遮陽板或是窗戶外遮陽裝置外，玻璃型態的選用是關鍵，一般多層內置節能膜的產品多半效能有限，且影響冬天室內日曬，有景觀考量時可選擇透射型輻射製冷膜(冬天時相對需要保溫，透射型輻射製冷膜則應該要貼在內側，如果有窗戶型態能夠將玻璃內外翻轉又能有好的氣密性是最為理想的方式。)沒有景觀方面的考量時，則可考慮斷熱窗簾的運用，如此可以減少60%的室內熱得或熱損；倘若進一步考量冬天室內濕度的調節，運用冬天外氣溫教室內低的特性在適當位置的玻璃產生室內冷凝方式來調降濕度的方式，北側及東側窗戶不貼透射型輻射製冷膜或是使用多層玻璃，負責夏天室內散熱及冬天冷凝調濕，西側南側玻璃則貼透射型輻射製冷膜，只要有窗戶就選用適當的斷熱窗簾。

四、正確的通風換氣處理

在台灣的防潮建築概念，除了前面敘述的建築構造體質外，另一個重點則是良好的通風換氣機制，台灣地區良好的氣候溫度條件應加以運用，而需



窗戶玻璃熱得處理比較量測



窗戶冷凝結露對居室調濕之運用



空汙過濾之必要

要特別處理的是濕度的調節及空汙的過濾。基本上居室裏頭只要有人停留就會產生二氧化碳，有物品就會有溢散物質，加上濕氣的熱傳速率相對高，因

此運用通風對流導入建築四周較佳的溫溼度空氣，甚至是運用地溫或是環境及構造材質特性，將可以獲得有利於室內溫溼度調節的間接外氣。

在建築設計普遍發生錯誤的情形是，以為有開窗就可以通風換氣，以為煙囪效應能有效對流換氣，然而換氣是必須同時有進風及排風，如果外氣風壓不足或室外氣條件不好而關閉窗戶那麼室內就不會達成換氣，基本上在台灣一般居住環境很難靠被動式設計達成理想的通換氣機制，以被動式設計為主，主動式設計為輔的方式才是最佳的方式。

在台灣空調設備普遍的錯誤認知是，變頻冷氣室內外機會換氣，有臭氧及負離子空氣清淨空氣就可以保持乾淨，以為在外牆裝上換氣機就可以有好

的空氣品質，基本上空氣來源是否理想，換氣時是否會有短路效應及設備使用維護是否正確，這些也是非常重要的問題。

以上為個人在從事「台灣智慧、防災、健康宅」的構造發展二十餘年來的心得，就台灣建築產官學分工的特性上，一直未能確實掌握到問題的重心，尤其停滯於RC構造的限制下，因此近年來相關法令的落實受到阻礙，例如外牆U值調降、樓板隔音或室內空氣品質等相關建築性能無法提升，更加憂慮的則是建築防災始終無法治本，民眾健康建築意識更加缺乏，希望本文能夠提供台灣產官學界加以省思，也能重視「台灣智慧、防災、健康宅」的構造發展這個課題。

