

# 以順應自然，思考建築的對策

## LEED 與永續環境

1760 年始於英國的工業革命，把人類的物質生活文明帶到前所未有的新紀元，同時也深深的改變了人的觀念。藉著科技的發展，人類發現自己“支配大地”的能力越來越大。1961 年一枚巨型火箭把人類第一次送上太空，8 年後，阿姆斯壯登陸月球，並插上了美國國旗，表達出人類“支配天”的慾望。挾著前所未有的科技，人類自以為可以支配天地，卻與自然法則漸行漸遠。

1902 年，開利冷氣的創辦人開利博士(Dr. Carrier)發明了世界第一部冷機。20's 年代，冷氣空調開始運用在戲院、百貨公司及住宅市場；到了今日，冷氣空調成爲現代文明生活不可或缺的部份。在 70's 年代能源危機之前，美國人享有的富足與繁榮，讓多數人天真的以為不用爲明日擔心，認爲只要有錢什麼都可以做得到，“人定勝天”的觀念普遍被接受。然而隨著能源危機、地球溫室效應、臭氧層破壞、乾旱洪水以及嚴寒酷熱等自然巨變的反擊，喚醒了人類重新思考四千年前〈約伯記 39 篇〉上帝與約伯的對話『你知道天的定例嗎？能使地歸在天的權下嗎？』

### 70's 年代的省能建築 Energy Conservation Vs Sick Home Syndrome

70's 年代的能源危機，促成了省能建築的濫觴。工業化國家驚覺到地球能源不再是取之不盡用之不絕，因此開始制定較嚴格的能源法來規範建築物的保溫隔熱值。

美國能源部訂定的隔熱保溫值，以佛羅里達州爲例，建議的隔熱值(R Value)分別爲屋頂 R>38~39，外牆 R>11~22(佛羅里達與台灣氣候相似，同屬高熱潮濕氣候。台灣目前慣用的 15cm 厚 RC 外牆的隔熱值 R Value 約等於 1.6，隔熱值顯然偏低)，美國各州的瓦斯及電力公司也以各種優惠的方式，鼓勵消費者將單層玻璃門窗改爲雙層玻璃，以及運用氣密材來填補門窗與牆的空隙，以增加建物的氣密性。

嚴格的能源法規不只要求改善建築物隔熱效果，同時也要求改善建築物的氣密性。這的確在省能的成效上有相當的改進，但同時卻引發了始所未料的問題，即所謂的 **Sick Home Syndrome**。

建築物內部有許多建材會釋放出有害氣體，例如甲醛。在過去氣密性差的建築物裏，這些由建材釋放出有害氣體較不易在室內聚集，但在氣密性良好而無適當換氣的建築中，這些釋放出的有害氣體在室內累積，造成人體的過敏，並危害健康。另外在有些地區的地質會釋放出具放射性的氡氣(Radon)，氡氣進到室內累積而無適當的排氣便會有致癌的危險。

## 80's 年代的健康住宅 **Healthy House**

80's 年代，開始有許多的研究針對所謂的健康住宅(Healthy House)提出探討。消費者關心的議題已不再只限於如何省能，更是更進一步的考慮到室內環境對人的生理及心理的影響。例如室內空氣品質(污染源的 control 及換氣量)、水的品質(飲用水及污水排放)、室內建材的選擇、過敏源的 control (塵璊、貓狗的毛...等) 污染源的 control (VOC、瓦斯燃燒、抽煙...等)。

## 90's 年代的綠建築 **Green Building**-----關切整體的生態體系及倫理

到了 90's 年代，資源(不只是能源)已演變成全球性的議題。1992 年里約熱內盧及 1997 年日本京都的全球高峰會議，探討的問題已全面性的關切了整個地球生物(不只是人類)的存亡，也包括了資源的分配與運用、地球的溫室效應、二氧化碳排放管制、雨林的保護、有害物質的控制，同時也關切整體的生態體系及倫理。

在這樣的趨勢下，我們所面臨的挑戰已不再是單純的省能建築技術或健康住宅，而是更廣泛、更週全的以生命週期(Life Cycle)的觀點來思考建築與環境的永續性。

## **LEED Green Building Rating System**

在邁入 20 世紀末，美國的綠建築協會(Green Building Council)訂定了一套綠建築評估標準 **LEED Green Building Rating System**。LEED 以生命週期(Life Cycle)的觀點來思考建築與環境的永續性。在美國經過十年的使用與修正，到了 2009 年的版本 **LEED 2009 for New Construction and Major Renovation** 所評估的主要範圍包括了：

1. 永續的基地 (Sustainable Sites) 26 Possible Points
2. 有效的用水 (Water Efficiency) 10 Possible Points
3. 能源及大氣 (Energy & Atmosphere) 35 Possible Points
4. 材料及資源 (Materials & Resources) 14 Possible Points

5. 室內環境品質 (Indoor Environmental Quality) 15 Possible Points
6. 創新技術及設計 (Innovation & Design Process) 6 Possible Points
7. 地域性 (Regional Priority) 4 Possible Points

LEED 評分的細項包括了由基地的選擇、節能、省水、材料選擇、空氣品質到創新技術及設計、地域性等七大項目。要得到 LEED 的基本認證(Certified)最低需得分 40-49 分，銀質認證(Silver) 50-59 分，金質認證(Gold)60-79 分，白金認證(Platinum)80 分以上。

LEED 所適用的範圍含括了嚴寒氣候的阿拉斯加，溫帶氣候的西雅圖，沙漠氣候的北德州，以及溼熱氣候的佛羅里達及夏威夷。因其適用範圍廣泛，LEED 的評估標準獲得國際普遍認可。LEED 的案例分佈在全球 103 個國家之中，包括了台灣的 101 大樓及其他幾個正在申請中的案例。

### 節能減碳為 LEED 綠建築的首要目標

LEED 的評估標準之中，評分比重佔最多的兩大項目為能源及大氣 (Energy & Atmosphere)佔 35 分以及永續的基地 (Sustainable Sites)佔 26 分。因為建築所耗廢的能源及二氧化碳排放佔了將近 40%。節能減碳因此成為綠建築的首要目標。

### 炎熱潮濕的氣候的省能建築

佛羅里達州與台灣同屬於炎熱潮濕的氣候區，在這種氣候條件下減少太陽的幅射熱、提高建築外殼隔熱值 R 值、提供適當通風、降低溼度，成為省能建築的基本需求。

佛羅里達州政府頒布的能源法規對住宅建築的要求項目主要有：

1. 挑簷深度 (鼓勵深的挑簷)
2. 玻璃種類及面積 (鼓勵雙層，隔熱玻璃)
3. 建築外殼隔熱值 R 值 (屋頂  $R>30$ ，外牆  $R>11$ ，鼓勵高 R 值及白色屋頂)
4. 冷氣空調系統、送風方式及位置 (要求所有風管需加保溫， $R>6$ ，鼓勵高效率的空調設備，鼓勵加吊扇及自然通風。)
5. 熱水器 (鼓勵熱回收自空調設備及使用太陽能集熱器)

佛羅里達州政府亦頒佈政策鼓勵利用太陽能及其它替代能源(如 Biomass Energy，以微生物分解產生沼氣發電)供住宅及交通運輸用，當地電力公司(如 FLORIDA POWER & LIGHT COMPANY)亦提供住宅免費診斷，評估建築是否省能。屋主若是改善建築外殼的隔熱值因而減少空調用電負荷，可申請抵電費，更

換高效率的冷氣機亦可抵電費，電力公司亦提供訓練課程教導營造廠如何蓋省能建築，並對省能建築收取較低的基本費。電力公司對商業及工業用建築亦提供類似獎勵，如增加隔熱值、改換高效率照明、高效率冷暖氣或自設發電設備，每年都可抵繳可觀的電費。佛羅里達州的電力公司因為不是獨占事業，每個區域都分別由不同的電力公司經營，地方可選擇適當的公司。在這種自由競爭之下，各電力公司自然要以效率及管理來爭取競爭的優勢，因此當地居民不用常受電力公司限電的恐嚇，倒也是福氣。

## 蘿蔔(獎勵)與棒子(法令)並用

政策得以執行是需蘿蔔(獎勵)與棒子(法令)並用的。在西雅圖地區為了鼓勵節約用水，只要是當地居民更換較高效率的洗衣機，就可得到電力公司的退費。西雅圖曾久旱不雨，當地自來水公司為鼓勵節約用水，甚至免費送省水蓮蓬頭給每個住家，並呼籲民眾庭院少種植草地，改種抗旱性植物。為了鼓勵集合住宅資源回收，只要有住戶志願監視公寓的垃圾資源回收，西雅圖的 Public Utilities 就會給予美金 \$ 100 作為獎勵；西雅圖住宅局(Seattle Office of Housing) 並提供低利貸款給居民當作改善住宅的隔熱，居民若更換較高效率的熱水爐、暖氣機，或將門窗的單層玻璃改成隔熱效率較高的雙層玻璃，亦可得到瓦斯公司的退費；為了**鼓勵搭乘公共運輸系統**，在西雅圖許多公司的職員及華盛頓大學的學生都可拿到**全年的免費公車票**。政府甚至提供較高的貸款金額給購屋者，條件是他們所選住宅區位，可減少私人車輛的使用。為了節約能源，在過去甚至鼓勵將家裏的普通燈泡改為省電燈泡都可得到退費；政府也在網路上提供可買到減價的高效率燈具(符合 EPA Energy Star 的產品)的商店。

## 台灣能源法規再檢討

台灣的能源法規需再檢討，因目前的綠建築法規傾向於減少開窗面積(溼熱氣候地區若開窗面積減少，通風對流效果降低，自然採光減少，室內人工光源需增加反而耗能)。地處溼熱氣候的台灣，其實應訂定法規鼓勵**大量開窗以利通風**，但同時要有第二層的外皮**提供遮陽及遮雨**。目前台灣的法規只容許 50cm 深的雨遮，對於夏季的西北雨並無太多的效用(90cm~120cm 較恰當)，若因下雨而需緊閉門窗，使通風對流效果降低，反而會增加冷氣及除濕的負荷。且外牆及屋頂的隔熱值規定得太低，反而造成設計者傾向採用 15cm 厚的 RC 外牆，殊不知 RC 牆是很好的**集熱材** (Thermal Mass)，在溫帶國家有時是刻意設計來儲存白天太陽幅射熱，以輔助夜間暖氣的供應。但在台灣，夏天的太陽幅射熱若儲存在 RC 的屋頂及外牆，到了晚上反而需要終夜開冷氣來降溫，造成能源浪費。能源法令容許這樣浪費能源的構造方式，卻又不時的喊缺電實在是不合邏輯。這對能源完全仰賴進口的台灣是一大諷刺！

**提高建築外殼隔熱值 R 值**，為省能建築的基本需求。早在民國 70 年 1 月 11 日，台電節約能源推行小組即以一篇登在中央日報的文章，詳盡的以數字說明了隔熱對節能的重要性及隔熱材的運用方式，可惜 30 年後的今天，台灣現行的能源法規竟然仍容許絕大多數的建物 RC 外牆不加任何隔熱材，也竟然容許 RC 屋頂只象徵性的加泡沫水泥或水泥隔熱磚！其隔熱值 R 值大概只介於 1.6 到 3 之間。比起同樣是炎熱潮濕氣候的佛羅里達州，我們的外殼隔熱效果約只是佛羅里達州的十分之一而已！

台灣目前也全力推動綠建築，但最符合綠建築的木構造及輕鋼構遭遇到最大的阻力就是單位造價拼不過 RC 構造。事實上，假如台灣的能源法規能將建物的外殼隔熱值提升到佛羅里達州的水準，台灣的 RC 構造自然會被淘汰。因為要使 RC 構造隔熱值達到 R 值 13~26 是非常昂貴的。這也是為何美國在 70 年代後 RC 構造建築驟減的主要原因之一。

### **謙遜的姿態來“順應自然”**

綠建築可以是 High Tech (如歐洲流行的雙層玻璃牆 Double Glass Wall)，也可以是 Low Tech (如美國南部州的稻草屋 Straw Bale Home)，但基本上均對自然生態體系做出敏感的對應。態度上不再嘗試去“征服自然”，而是採取謙遜的姿態來“順應自然”。自工業革命後，兩百五十年以來，人類終於重新再反省自己與天地萬物間的關係。聖經創世紀 1-28 記載：**“神就賜福給他們。又對他們說，要生養眾多，遍滿地面、治理這地。也要管理海裡的魚，空中的鳥和地上各樣行動的活動。”**上帝既然祝福並應許人“治理”這地，“管理”各樣的活物，希望我們在台灣的百姓，能有智慧成為良善的管理者而得到祝福與應許。