

台灣綠建築政策的成就

■ 林憲德

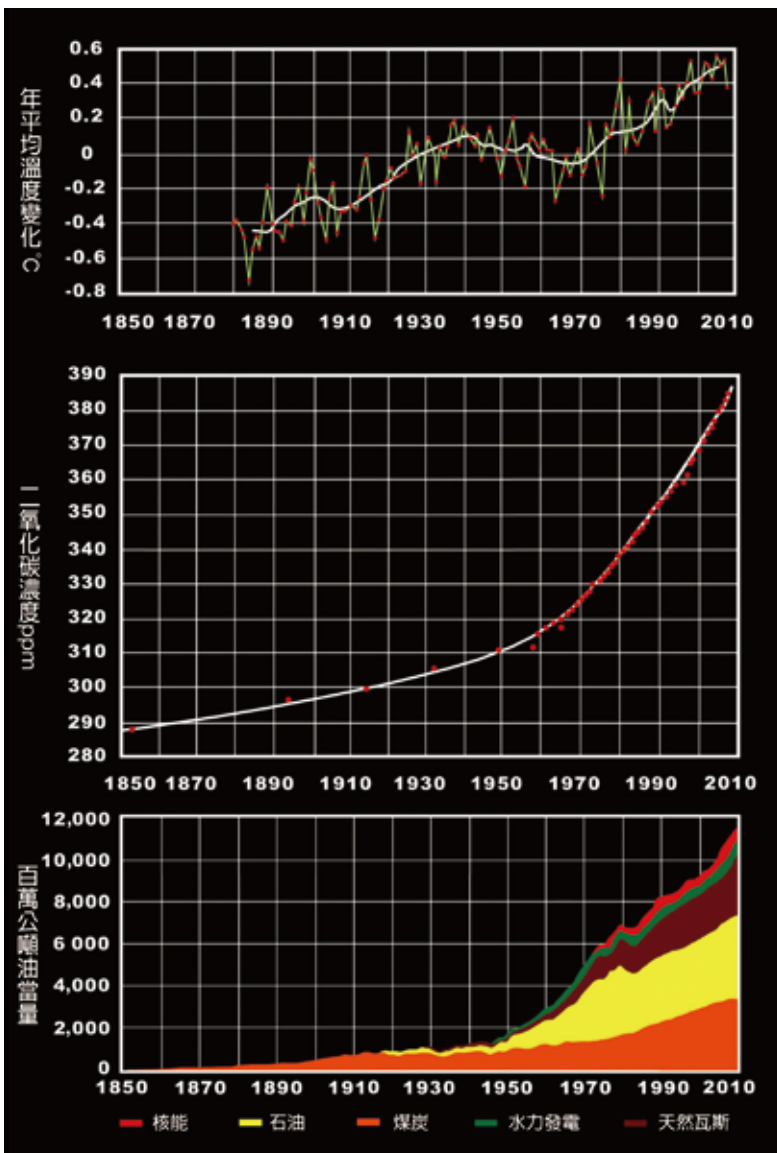
台灣的建築產業消耗了大量的水泥，也排放了很多的營建廢棄物，建築物的壽命卻嚴重偏低。

建築的環保時代已來臨

近年來，人類對於環境破壞的規模已擴大至地球的尺度，氣候高溫化、酸雨、森林枯絕、臭氧層破壞、異常氣候等時有所聞，人類的生存已遭到嚴重的威脅。有鑑於此，1992年的「地球高峰會議」，史無前例地聚集了一百多個國家的元首及代表，共同商討挽救地球環境危機的對策，掀起了地球環保的熱潮。

1992年12月，聯合國成立了「永續發展委員會」（United Nations Commission on Sustainable Development, UNCSD），全面展開地球環保運動。1998年的「京都環境會議」更制定了各先進國家二氧化碳排放減量的目標，顯示環保的問題已成爲超國境的國際要務，「永續發展」也成爲人類重要的課題。

台灣是地球村的一員，也必須善盡國際環保責任。1996年，行政院成立了「永續發展委員會」，爲配合這項政策，經建會特別把「綠建築」列爲「城鄉永續發展政策」的執行重點。此外，營建署也透過「營建白皮書」宣示將全面推動綠建築政策。內政部建築研究所近年來更在建立綠建築評估制度與綠建築標章的獎勵辦法方面，獲得相當的成就。



近百年來地球平均氣溫上升、大氣CO₂濃度上升與人類能源消耗的狀況。

以鄰為壑的台灣建築產業

建築與都市建設是民生福祉中重要的產業，也是地球環保策略中的一環。營建政策從都市計畫、建築計畫到營建構造、結構、設備計畫，無不左右對環境的衝擊；營建產業則由材料生產、施工營建、日常使用、拆除解體到回收使用，深深地影響著地球環境。台灣的建築產業消耗了大量的水泥，也排放了很多的營建廢棄物，建築物的壽命卻嚴重偏低。建築產業耗能所排放的二氧化碳，竟占全國總量的27.22%，影響環境至鉅。

台灣過去的都市建築政策忽略了環保，使得居住環境急速惡化、人口過度集中、人造環境不透水化、建築物通風不良、能源浪費與都市高溫化。為了應付日益炎熱的都市氣候，家家戶戶大量使用空調來加速排熱，卻造成了都市更加炎熱的惡性循環。

如今在夏季，台灣的大都會區中心與市郊的氣溫差已高達攝氏3至4度。根據台電的統計，在夏季尖峰外氣溫每上升攝氏1度，空調耗電量約上升6%。以此計算，夏季市中心的空調設備耗電量將比郊外高出四分之一，使得都市高溫化效應更有如火上加油。

4棟辦公大樓的用電統計

建築（地點）	A. 台北市	B. 台中市	C. 台中市	D. 高雄市	平均
方位	東	東北	西北	西南	
樓地板總面積，m ²	15,316	6,877	7,597	6,358	9,037
空調總面積，m ²	10,298	5,596	6,772	4,204	6,717
外牆形式	玻璃帷幕	RC	玻璃帷幕	玻璃帷幕	
空調方式	AHU & FCU	AHU & FCU	FCU	FCU	
空調耗電，kWh / (m ² -year)	45.2	28.9	68.2	103.0	61.3

資料來源：經濟部能委會，1988年4月。

註：AHU：air handling unit，空氣處理機組；FCU：fan coil unit，風扇／冷水管系統。



台灣擁有很大的鋼筋混凝土建築市場



龐大的RC建築物市場造成嚴重橋梁破壞的情形

另一方面，先進國家由於模板、砂石、人工昂貴，使得混凝土構造造價偏高，建築以鋼骨和木構造居多。但國內由於砂石價格低廉且鋼筋混凝土（RC）構造技術簡單，使得台灣成為世界上鋼筋混凝土建築物最多的地方，比率約為95%，木構造與鋼骨構造的建築物則相對較少。而且因砂石的需求量約有5成盜採自河川山谷，所以也衍生出諸多社會問題。

921地震、88風災所引發的山河巨變，賀伯、象神、敏督利等颱風所引起的土石流與都市大淹水，在在都令人觸目驚心。大眾都把矛頭指向山坡地社區的濫建，或歸罪於暴雨量超過防洪標準。事實上，大部分災難都起因於環境過度不透水化，使得大地喪失了水的涵養力，造成地表逕流量暴增而水災頻傳。

過去都市防洪的觀念，都是希望把自家的雨水儘速往鄰地排出，並且認為政府必須設置公共排水設施，以便把都市雨水排至河川大海。因此住家大樓都把自家基地墊高，或者設置緊急馬達以排除積水。這種「以鄰為壑」的觀念，導致低窪人家每遇大雨總會



日本福岡的綠建築



嘉義市二二八紀念館是有名的綠建築

望水興嘆，無語問蒼天。然而這些災難並非不可避免，山坡地也非完全不可開發，只要適當加強建築基地的保水、透水設計，就可大幅減少其弊害。

什麼是綠建築

上述都市建築環境惡化的解決之道，當以「綠建築」政策為最有效的對策。「綠建築」在日本稱為「環境共生建築」，歐美國家則稱為「生態建築」(ecological building)、「永續建築」

(sustainable building)，但以「綠建築」為國際最廣泛接受的用語。在台灣，「綠色」甚至已成為環保的代名詞，例如「綠色消費」、「綠色生活」、「綠色照明」等都是民眾常用的用語，因此內政部決定以「綠建築」做為生態環保建築的表徵，以利推廣。

然而，「綠建築」的定義是什麼？至今仍眾說紛紜。即使在先進國家，也很難取得一致的共識。

綠建築9大評估指標系統、排序與地球環境的關係

大指標群	指標名稱	與地球環境的關係						排序關係		
		氣候	水	土壤	生物	能源	資材	尺度	空間	操作次序
生態	1. 生物多樣性指標	★	★	★	★			大	外	先
	2. 綠化量指標	★	★	★	★			↑	↑	↑
	3. 基地保水指標	★	★	★	★			↓	↓	↓
節能	4. 日常節能指標	★				★		↓	↓	↓
減廢	5. CO ₂ 減量指標			★		★	★	↓	↓	↓
	6. 廢棄物減量指標			★			★	↓	↓	↓
健康	7. 室內環境指標			★		★	★	↓	↓	↓
	8. 水資源指標	★	★					↓	↓	↓
	9. 汗水垃圾改善指標		★		★		★	小	內	後

台灣把綠建築歸納為生態（含生物多樣性、綠化量及基地保水3指標）、節能（日常節能指標）、減廢（含CO₂及廢棄物減量2指標）、健康（含室內環境、水資源及汙水垃圾改善3指標）等4大範疇，並以之為「綠建築」的定義，即「生態、節能、減廢、健康的建築」。取生態、節能、減廢、健康的英文字首，這體系又稱為「EEWH系統」。

綠建築與節約能源

我國目前的綠建築評估系統是從建築規劃階段開始，就從事建築生命周期環保計畫。例如，近年來台灣許多建築設計很喜歡模仿寒帶國家的建築，再加上媒體的吹噓，以致許多業主以為金光閃閃的玻璃帷幕大樓才是科技與文明的象徵，便紛紛建造蔚然成風。然而這是一種很不適合溼熱氣候的建築，也違反了綠建築的規劃原則。

全玻璃帷幕大樓起源於歐美寒冷氣候的溫室，其原意在於寒冷氣候中可創造溼熱氣候，於今卻成為原已溼熱國家效法的對象，實在是非常諷刺。全玻璃帷幕大樓甚至被有識之士稱為建築上的「能源殺手」、「環保剋星」，因為它大面積的透明開口會引進大量日射熱，使得空調尖峰負荷劇增。

全玻璃帷幕大樓不適用於炎熱氣候的另一原因，在於玻璃具有「溫室效應」。所謂「溫室效應」是指玻璃可讓日光穿透入室內，卻不易消散至室外，室內因此累積了熱氣而越來越熱。



全世界流行的玻璃大樓是能源的大殺手

台灣的EEWH系統，是全球第一個針對亞熱帶、熱帶氣候建立的綠建築評估體系。

許多人都以為從建築來實施節約能源的效果應該有限，
其實這是一種嚴重的誤解。



全玻璃大樓原本起源於歐美寒冷氣候的溫室，尤其不適於溼熱氣候國家。

另一方面，玻璃大樓內的環境也較一般大樓更形惡劣。例如，曝曬於烈日下的大樓玻璃表面溫度有時高達攝氏50~60度，即使溫溼度感知器可定在舒適值範圍（如攝氏22~26度、溼度50~60%），但室內分布懸殊的輻射熱，常使室內的實際溫熱感覺有如在冷氣房內面對烤箱一般，令人不適。再者，因玻璃大樓的空調控制較不穩定，常會造成部分空間焦熱如焚而部分冰凍如寒天，這一溫度環境很容易使室內人員的血管肌肉急遽放大縮小，甚至造成長期筋骨酸痛、體虛氣弱的冷氣病。



玻璃大樓的室內炎熱不堪而改裝外遮陽設施的情形

台灣的EEWH系統，是全球第一個針對亞熱帶、熱帶氣候建立的綠建築評估體系，尤其強調通風採光與外遮陽設計，對於防止超大玻璃大樓設計與空調過量設計有莫大的功效，是建築節能減碳的極佳政策。

綠建築的效益

許多人都以為汽車、機械等工業所占的耗能比率較大，而建築部門的比率較小，因此從建築來實施節約能源的效果應該有限。其實這是一種嚴重的誤解，事實上，建築的節能效果遠比其他產業大。

從能委會的統計可知，設計不良的玻璃帷幕大樓全年空調耗電量大約是一般RC外牆大樓的4倍。亦即優良與劣質的建築外殼設計，其能量使用相差可達4倍之多，這種節能效果是機械、車輛等產業所無法達成的。一般而言，工業產品要達成30~40%的節能目標恐非容易，但建築外殼若設計得宜，能源節約將可輕鬆達到50~60%。換言之，假如把建築物比為一部機器，過去的建築物有如能源效率不彰的機器，而這類機器才是最有改善餘地的。

建築節能比其他產業的節能更形重要的另一原因是，建築的使用壽命通常遠比其他工業產品長，因此其節能的結果更是影響深遠。一般建築物的壽命長達50~60年，其節約能源的效果當然遠勝於壽命短的冷氣機、冰箱、鍋爐，也就是說，致力於建築外殼的節能可收事

半功倍的效果。這就是為什麼說「節約能源是綠建築政策最重要的一環」的道理。

另一方面，在政府大力推動「綠建築」政策下，預計每年可節約空調用電量約46億度，相當於2.5座的火力發電廠，或全國所有的水力發電廠，或一部大型核能機組，其貢獻不可謂不大！這節能效果也相當於每年減少700萬公噸的二氧化碳排放量，可減緩地球氣候溫室化效應，對於地球環保有莫大的貢獻。「綠建築」的重要性，由此可見一斑。

綠建築政策的成就

台灣的綠色建築評估系統EEWH，是亞洲的一匹黑馬，也是全球第四個上路的系統，僅次於英國的BRE、美國的LEED與加拿大的GBTool，它在1999年正式成為國家推動的政策。此後，全球綠色建築評估體系相繼成立。到了2009年，全球綠色建築評估系統已經接近26個。在短短20年中，綠色建築評估工具在全世界已呈現百花齊放、爭奇鬥豔之勢。

自2001年起，政府對公有新建物開始強制要求綠建築標章認證審查，至2009年底，綠建築標章共通過483件，候選綠建築證書2,029件。每年可節約總電力813,898,570 (kWh)、水資源36,091,779公噸，相當於每年可節省經費約23億3千200萬元。

環視世界各國的綠色建築政策，很少能像台灣一樣傾政府和民間的力量，以「綠建築標

建築節能比其他產業的節能更形重要的一項原因是，建築的使用壽命通常遠比其他工業產品長，因此其節能的結果更是影響深遠。

台灣似乎已在世界綠色建築政策中一馬當先，甚至形成一股不可遏止的「綠建築改造運動」。



日本建築雜誌報導世界綠建築系統時，把台灣列名主要代表國家之一。

章制度」、「綠建築推動方案」、「綠色廳舍改善計畫」、「綠建築博覽會」、「綠建築專章」等具體政策，來進行綠色建築改造運動。尤其像「綠色廳舍改善計畫」，是動用國家預算進行舊公有建築物的綠色改善工程，更是全球綠色建築行政的典範。

台灣似乎已在世界綠色建築政策中一馬當先，甚至形成一股不可遏止的「綠建築改造運動」。對於台灣的綠建築成就，世界媒體不時有所報導。2007年在芝加哥舉辦的美國綠建築大會中，特為台灣開闢了一個名為「打造一個綠色家園」（Greening a Country）的專題討論會，可見台灣的綠建築成就已廣受國際重視。

為了延續「綠建築推動方案」在過去6年來的

成效，行政院於2008年更推出「生態城市綠建築推動方案」，進一步有計劃地研究發展永續都市、永續社區。又於2010年推出「智慧綠建築推動方案」，以便結合資訊與通訊技術（ICT）產業，提升綠建築智慧化產業，做為永續國家政策的接軌。

在這短短數年內，綠建築的思潮不但在台灣的學界、媒體界蔚為風氣，甚至在政府行政部門也激起熱烈回響。如今，綠建築在許多大專院校都已開授課程；民間社區大學也開啓綠建築相關議題；政府要

求921震災復建工程加入綠建築考量；甚至民間與政府的建築競圖案都要求綠建築規畫。這股席捲台灣的綠建築風潮，代表飽嘗環境破壞與泡沫經濟煎熬的台灣人，對於具體環保政策的渴望與支持。

在政府全面推行「綠建築」政策之際，欣見社會有所共鳴，這是台灣邁向居住環境永續發展的契機。讓我們善盡地球村公民的責任，一起來推動建築界的綠色革命吧！為了地球，也為了台灣；為了子孫，也為了自己。

林憲德
成功大學建築系