

2007

Green Buildings in Taiwan

綠建築 在台灣

第五屆優良綠建築獎作品專輯



綠建築在台灣. 2007：優良綠建築獎作品專輯。
第五屆／林憲德等撰文；中華民國建築師公會
全國聯合會編輯.--初版.--臺北縣新店市；
內政部建研所, 2007. 12
148面；30.5公分

ISBN 978-986-01-1975-6 (平裝)

1. 綠建築 2. 建築節能 3. 作品集
920. 9

96023302

綠建築在台灣優良綠建築獎作品專輯

出版者：內政部建築研究所
地址：台北縣新店市北新路三段200號13樓
電話：(02) 89127890
網址：www.abri.gov.tw
發行人：何明錦
編輯：中華民國建築師公會全國聯合會
出版年月：96年12月
版(刷)次：初版
定價：350元
GPN：1009603873
ISBN：978-986-01-1975-6

2007

Green Buildings in Taiwan

綠建築 在台灣

第五屆優良綠建築獎作品專輯



2007 Green Buildings in Taiwan 綠建築 在台灣

第五屆優良綠建築獎作品專輯

發行人 / 何明錦

出版 / 內政部建築研究所

地址 / 台北縣新店市北新路三段200號13樓

Tel : (02)89127890 Fax : (02)89127832

http : //www.abri.gov.tw

編輯 / 中華民國建築師公會全國聯合會

初版 / 2007年12月

定價 / 新台幣350元

國家圖書館預行編目

綠建築在台灣.2007：優良綠建築獎作品專輯。
第五屆／林憲德等撰文；中華民國建築師公會
全國聯合會編輯。--初版。--台北縣新店市
內政部建研所。2007.12
148面；30.5公分
ISBN 978-986-01-1975-6（平裝）
1. 綠建築 2. 建築節能 3. 作品集
920.9 96023302

優良綠建築作品評審小組

召集人 / 周光宙

副召集人 / 何明錦 黃南淵

委員 / (依姓氏筆劃序)

仲澤還 江哲銘 周鼎金 林憲德 陳瑞鈴
黃榮堯 劉慶男 鄭宜平 鄭政利 蘇毓德

參與單位及人員

甄選活動及出版企劃

中華民國建築師公會全國聯合會

李華松 王世昌 陳俊芳 江式鴻 林益鵬

Tel : (02)23775108 Fax : (02)27391930

http : //www.naa.org.tw/

撰文 / 林憲德 江哲銘 陳海曙 陳俊芳及各得獎人

編輯顧問 / 王世昌

編印執行 / 中華民國建築師公會全國聯合會

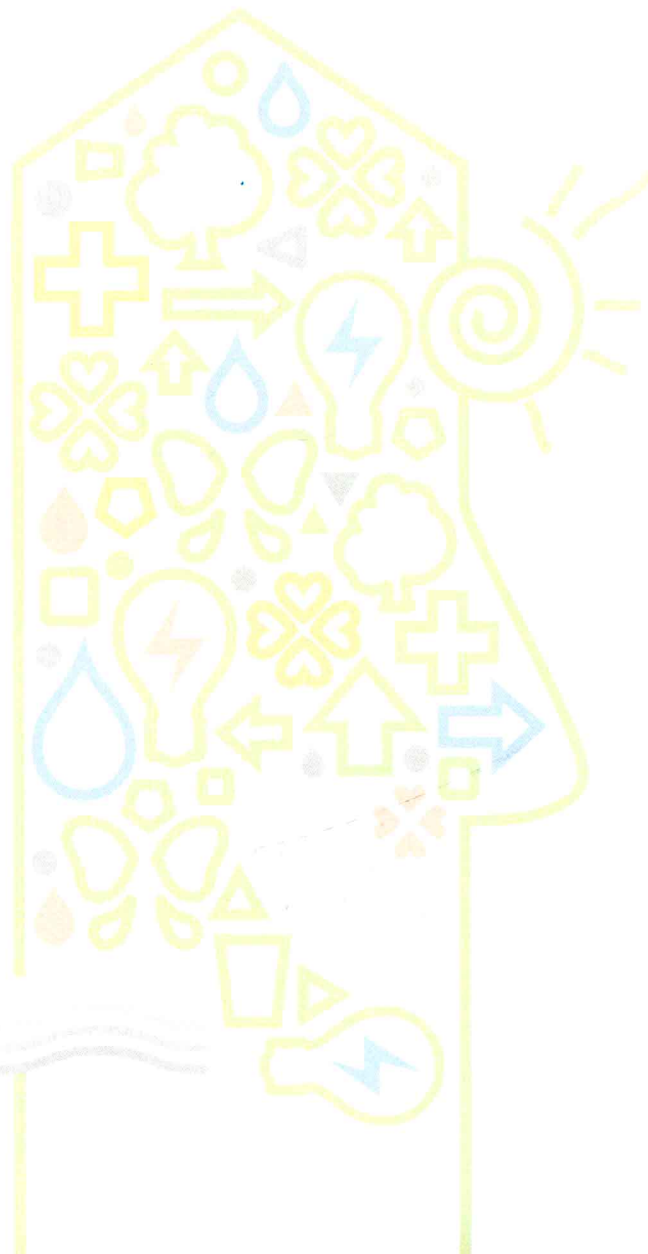
主編 / 王世昌

編輯 / 天晶印刷事業有限公司

美術編輯 / 駱庠宏

印刷 / 天晶印刷事業有限公司

圖片及攝影 / 李華松 王世昌 陳俊芳及各得獎人



目錄

綠建築—節能減廢，珍惜環境、永續發展

內政部建築研究所所長 何明錦 6

2007年優良綠建築作品評選

擴大綠建築推廣完善永續環境

中華民國建築師公會全國聯合會理事長 周光宙
優良綠建築作品評審小組召集人 7

【論述篇】

綠建築的發展與隱憂

成功大學建築系教授 林憲德 10

智慧有效率·循環無毒慮

建構高效率智慧建築與循環型生態社區
成功大學建築系教授 江哲銘 20

以綠建築打造都市風土特色

中國科技大學建築系副教授 陳海曙 24

得獎作品之綠建築設計手法分析

中華民國建築師公會全國聯合會 陳俊芳
建材暨技術研究委員會委員 34

【作品篇】

優良綠建築獎

臺北市立圖書館北投分館新建工程

九典聯合建築師事務所 40

紅瓦厝國民小學第二期校舍及行政辦公大樓新建工程

徐岩奇建築師事務所 50

楊士芳紀念林園

黃聲遠建築師事務所 60

宜蘭縣政中心凱旋國民中學校園新建工程

黃建興建築師事務所 70

綠建築貢獻獎

臺北市萬華區市民運動中心新建統包工程

葉世宗建築師事務所 80

福懋建設—獨道

歐新通建築師事務所／楊瑞昌建築師事務所 90

富邦南京大樓

華業建築師事務所 100

淡江大學蘭陽校園整體開發學院一、二之第一期建築工程

游顯德建築師事務所／一代建築師事務所 110

宜蘭縣政府環保局設置

空氣污染防治宣導及研究規劃計畫成果展示室

大藏聯合建築師事務所 120

【資料篇】

優良綠建築作品甄選獎勵作業要點 131

96年度優良綠建築作品甄選須知 132

評選紀實 132

評審小組成員簡介 138

得獎作品基本資料 140

得獎設計單位基本資料 145

綠建築——節能減廢，珍惜環境、永續發展



何明錦 內政部建築研究所所長

環顧全球因應氣候變遷與地球暖化的議題，世界各國均積極提升能源使用效率以及減少能源耗用；而在致力推動環境永續發展的聯合國氣候問題小組（IPCC）與美國前副總統高爾，獲頒2007年諾貝爾和平獎的殊榮後，更顯見21世紀儼然已成為人類挑戰生存環境劇變的關鍵時刻。在此能源價格高漲與來源日益匱乏之際，內政部全力推展行政院核定之綠建築推動方案等相關政策，包括綠建築標章評定、優良綠建築評選及綠建築技術專章之法制作業等，鼓勵建築師、營造與建築投資業者，積極設計、建造具節能環保績效之綠建築，為節約能源及環境永續發展努力。考量建築師與業主落實執行綠建築設計所付出之龐大心力，內政部建築研究所透過競賽評審方式舉辦優良綠建築之評審，給予獲獎建築師具體實質的獎勵與表揚，以表彰其在提升綠建築技術研發與落實推動所貢獻之心力。

本（96）年度優良綠建築作品之評選活動，已堂堂邁入第5屆，感謝中華民國建築師公會全國聯合會全力配合在本所策劃下，廣邀全國具有綠建築設計理念之建築物使用人與設計人共同參與。經評選獲獎的建築物，包含圖書館、學校、辦公廳、運動中心、展示室、集合住宅等多種類型，可見我國綠建築之推動已在各類建築開發計畫中扎根茁壯。本次評選活動期間，評審委員們採嚴謹的態度審慎評估，經歷多次書面審查、現場履勘及決選會議，終於決選出充分展現永續發展精神的優良綠建築獎及綠建築貢獻獎作品，過程備極艱辛，本人謹代表內政部建築研究所表達最高的敬意與感謝。

我國自1995年開始推動建築節能法令以來，內政部建築研究所即持續整合歷年研發成果為施政方針，戮力推動綠建築標章、綠建材標章等制度；同時，透過行政院核定之綠建築推動方案等行政措施，開創以國家整體面向推動綠建築的國際先例，由公部門率先落實執行，促使我國建築發展邁向「生態、節能、減廢、健康」的永續環境目標，並作為下一階段推動生態城市綠建築政策

的重要根基。「綠建築」是推動國家永續發展的重要契機之一，建築師與營建業界良好的經驗必須充分有效傳承並在這塊屬於我們的土地上永續經營；因此，本專輯收錄了台北市立圖書館北投分館、台南縣紅瓦厝國小等優良綠建築獎與綠建築貢獻獎作品共9件，期能藉由優良設計作品之經驗分享，誘導建築設計、營造與投資開發業者與使用人積極投入，大量興建優良永續的綠建築，有效提升生活環境品質。

內政部建築研究所所長

何明錦 謹誌

2007年優良綠建築作品評選



擴大綠建築推廣完善永續環境

周光宙

中華民國建築師公會全國聯合會 理事長
優良綠建築作品評審小組 召集人

感謝內政部建築研究所對建築師公會全聯會關於我國優良綠建築推廣的肯定，並再次給予承辦2007年評選之機會，本會全體理監事及建材暨技術研究委員會委員全力投入及工作人員細心安排，使得本工作圓滿達成任務。在此要感謝副召集人黃前署長南淵鼎力協助、陳瑞鈴組長專業指導及各位評選委員不辭辛苦，勞碌奔波在炎熱的暑假中至全省及離島18個入選作品逐一現地參訪、踏勘，歷經初選、參訪及委員複評，最後決選出設計獎4名、貢獻獎5名及榮譽獎7名。更要衷心感謝參選的建築師、起造人及使用者全程配合、簡報說明與熱忱解說，使優良綠建築作品評選之活動更富有意義，也對政府推動本項獎勵活動更具信心，本年度將在12月建築師節慶祝大會，規劃綠建築專區來擴大推廣至一般民眾的生活領域。

項之頒發活動特於96年12月22日建築師節慶祝大會上假台北世貿中心隆重舉行，屆時將邀請許多產、官、學、研界之長官及專業學者觀禮，同時並邀請機關首長親臨頒獎，表揚獲獎作品之設計建築師及起造人，使得獎者更有榮譽感，期望未來大家能攜手共同創造美好優質的永續大環境。

台灣是位於地球高熱高濕緯度地區國家中最先將綠建築設計規範法治化納入建築審查，2005年建築技術規則新訂定第17章綠建築專章，使國內建築物正式受「綠建築」規範之限制，隨後又增加綠建築的第三階段評估，亦即所謂的「分級評估」制度。「分級評估」的目的，在於提供合格綠建築中再分級評估優劣品質認定的評估工具，以協助政府推動綠建築獎勵政策。有鑑於過去的九大評估指標系統，各指標之間並無綜合評估機制，使合格的綠建築作品之間並無優劣之評價，同時由於現行綠建築指標之合格基準尚屬低門檻之水準，各指標之合格門檻難易有別，使合格指標數未能表現真正合格作品之高下，因而無法提供明確可靠的綠建築獎勵標準，也無法推動專業酬金、容積率、財稅、融資方面之獎勵辦法。有鑑於此，將推動以（1）綜合評分、（2）分級評估、（3）獎勵創新科技評估為主軸，建立我國綠建築的分級評估方法。

本評選活動以優良綠建築設計並施工完竣之成果為效益，以綠建築概念推動至學術界與實務界為目標，為使本推廣活動能有完善紀錄及為永續環境之努力歷程留下見證，本年度優良綠建築獎

周光宙

謹誌



2007
Green Buildings in Taiwan

綠建築 在台灣

第五屆優良綠建築獎作品專輯

《論述篇》



綠建築的發展與隱憂



成功大學建築系教授 林憲德

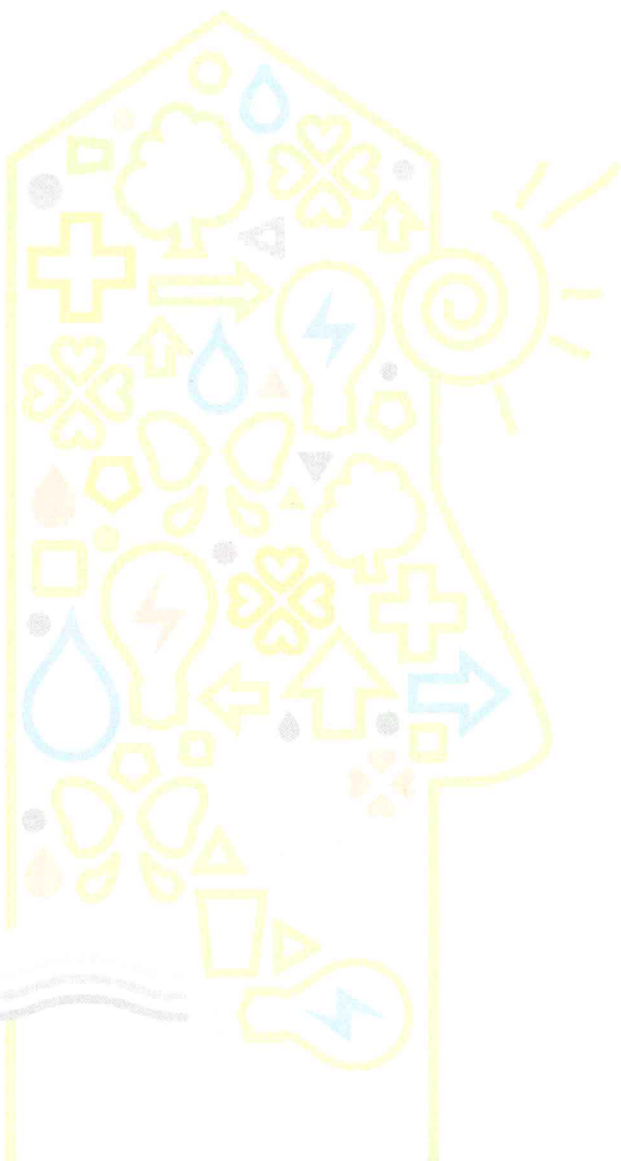
概要

由於地球環境危機意識的抬頭，所謂「永續發展」已成為全球最熱門的議題。許多政策莫不以「可持續發展」為風潮，以「生態」為時尚，好像披上「綠色建築」之大衣，就如擁有尚方寶劍般，銳不可擋。當前也有一股覬覦「綠色建築商機」的歪風，常假借「可持續發展」之名，打著「綠色建築」之招牌，促銷名不符其實的高貴設備產品，甚至不惜掩蓋其破壞環保之事實而魚目混珠。二十一世紀是綠色建築發展的生機，但過分商業化的綠色建築評估取向也是危機。

本文首先介紹了世界各國的綠色建築評估系統的發展，自1990年英國的BREEAM，1996年美國的LEED、1998年加拿大的GBTool，以及臺灣、日本、中國等評估法的發展經緯。本文同時引用生態環境科學的理論，來談論綠色建築的心理建設。我們先要體認任何建設都是對地球的創傷，唯有事前消弭無謂之建築，減少無謂之設施，才是邁向可持續發展之最高境界。過去常有人以為綠色建築必須花更多錢、必須投資更多設備，事實上卻正好與綠色建築的精神背道而馳。筆者以「能量第二定律」、「適當技術」、「儉樸建築美學」、「四倍數效率」等原則，提出複雜化、巨型化、科技化的建築系統，是生態系高度風險化的象徵，反而越簡單、越分散、越人性的建築創意，才是更生態、更可持續的環境設計。

一、迎接「綠色建築」的新時代

近年來，人類對於環境的破壞規模，已擴大至地球的尺度，例如地球氣候高溫化、酸雨、森林枯絕、臭氧層破壞、異常氣候等現象已無遠弗屆，人類的生存已遭到嚴重的威脅。有鑒於此，1980年世界自然保護組織（IUCN）首次提出「永續發展（Sustainable Development）的口號，呼籲全球重視地球環保危機。1987年世界環保與發展會議（WCED）以「我們共同的未來」報告，提出人類永續發展策略，獲得全球的共鳴。1992年的「地球高峰會議」，史無前例地聚集了170個國家的政府代表以及118位的國家元首，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。



會中更簽署了「氣候變化公約」、「生物多樣性公約」，同時發表了「森林原則」、「里約宣言」、「二十一世紀議程」等重要宣示。1993年聯合國成立了「永續發展委員會」(United Nations Commission on Sustainable Development, UNCED)，展開全面性的地球環保運動。

另一方面，人類過去不當的都市建築政策，使居住環境急速惡化，地球環保受到莫大的扭曲。例如都市人口過度集中、人造環境不透水化、建築物通風不良、節能設計不當，造成能源浪費與都市氣候高溫化。城鄉環境開發常採用不透水鋪面設計，更剝奪了土壤內微生物的活動空間，減弱了滋養植物的能力。因為城鄉環境喪失了原有的保水功能，使土壤缺乏水涵養能力，斷絕了大地水迴圈機能，因而使得地表逕流量暴增，而造成一些多雨地區的都市洪水災情頻傳。

目前各國建築產業的二氧化碳排放量占該國總排放量的比例，在美國約為38%（2004）；在加拿大約為30%（2004）；在日本約為36%（1990）；在臺灣則為28.8%（2003），在中國約為30.0%（依建築占總耗能比例算，龍惟定，2005）。二氧化碳減量政策是「氣候變化公約」、「京都議定書」以來全球最緊急的課題，擁有巨大二氧化碳排放量的建築產業，顯然在地球環保政策中佔有舉足輕重的一環。從都市計畫、建築計畫到結構、施工構造、設備計畫，每一環節的營建政策無不左右地球環境衝擊；建築產業由材料生產、施工營建、日常使用、拆除解體到回收使用之生命週期中，無不對地球環境產生衝擊。

1976年聯合國在加拿大溫哥華召開第一次世界「人居環境會議」，討論了住宅、基礎建設、服務的永續供給等問題。1981年第十四次國際建築師協會會議，以「建築、人口、環境」為主題，提出經濟發展失衡、人口增長、環境、自然資源及能源危機等問題。接著，在1992年的「地球高峰會議」中，提出「二十一世紀議程」，把人類社區的永續發展列為人類社會與經濟進步的重要部分。

1993年第十八次國際建築師協會會議，發表了「芝加哥宣言」，以「處於十字路口的建築——建設永續的未來」為主題，號召全世界的建築師以環境的永續發展為職責，掀起了綠色建築的旗幟。1996年6月聯合國在伊斯坦堡召開的第二世界「人居環境會議」中，簽署了「人居環境議程（

Habitat II Agenda）」，呼籲全世界針對當今的都市危機研商對策。在地球環境危機的威脅下，追求建築都市永續發展之呼籲四起，使得綠色建築的浪潮以排山倒海之勢蜂湧而來。

二、世界綠色建築評估的熱潮

「綠色建築」在日本稱為「環境共生建築」，有些歐美國家則稱之為「生態建築（Ecological Building）」、「可持續建築（Sustainable Building）」，在北美國家則稱之為「綠色建築（Green Building）」。由於「綠色」的用語在國際間已成為地球環保的代名詞，許多「綠色消費」、「綠色生活」、「綠色照明」已成為民眾朗朗上口的時髦用語，因此在美洲、澳洲、東亞國家，大多遂援用「綠色建築」作為生態、環保、永續、環境共生之建築的通稱。

雖然人類對於綠色建築的期盼已久，但任何綠色建築政策必須建立於科學量化的綠色建築評估系統，才能順利推展。1992年的「地球高峰會議」，可說是宣告綠色建築時代來臨的歷史盛會，因為該會議所揭示的公約，已激發了建築環保的廣大需求，綠色建築評估系統的研究風潮因此而席捲全球。綠色建築評估的時代，就像人類文明的誕生一樣，於一九九〇年代在全球同步降臨，形成一股建築界的綠色革命。

1990年英國建築研究所BRE公佈了辦公大樓建築環境負荷評估法BREEAM，成為全球第一部綠色建築評估系統，此方法後來影響了1996年美國的LEED、1998年加拿大的GBTool等評估法。臺灣的綠色建築評估系統EEWH啟動於1999年，是全世界第四個上路的綠色建築綜合評估系統。此後，日本於2002年發展了「建築物綜合環境性能評估系統CASBEE」，2006年中國建設部則以節地、節能、節水、節材為目標，公佈了「綠色建築評價標準」。

2000年以後，可說是全球綠色建築評估體系發展的顛峰，像德國的LNB、澳洲的NABERS、挪威的Eco Profile、法國的ESCALE、韓國的KGBC、香港的HK-BREEAM與CEPAS，都相繼成立。到了2006年，全球的綠色建築評估系統已經接近二十個。這些系統以試誤的方法摸索前進，不斷因應國際局勢與建築產業的要求，擴大其適用範圍，並更新其評估內容。像LEED、CASBEE、BREEAM陸續發展出不同建築類型的評估版本，甚至對於舊有

建築物也設有評估版本。人類對於綠色建築評估系統的發展史，就像是一部人類追求建築可持續發展的奮鬥史，如今已呈現百花齊放、爭奇鬥豔之勢。

三、綠色建築的隱憂

然而，在今「綠色建築」成為全球潮流之際，也出現另一種隱憂，因為許多豪華浪費的假綠色建築，也紛紛披上「永續發展」之大衣而魚目混珠，甚至橫行霸道。當前有一股覬覦「綠色建築商機」的歪風，常假借「可持續發展」之名，打著「綠色建築」之招牌，促銷名不符其實的高貴設備產品，結果造成更嚴重的環境破壞。

3-1 「越簡單」是越好的綠色建築

在環境科學領域中，有所謂的「能量第二定律」，認為當能量由一種形式轉換為另一種形式時，只有部分的高級能量可完成做功的任務，其他將轉變為較低級的熱能，而低級熱能絕對無法逆轉為高級能量。在生態系中，上層生物依下層生物為食的營養層 (Trophic Level) 金字塔結構，最能解釋這「能量第二定律」。當低層生物所擁有的營養能量，被上層生物捕食時，只有部分的能量可轉換成上層生物的能量，其他能量則變成熱能，而釋放於環境之中。據生態學家之推測，這種不同營養層生物組織之間的能量轉換效率約只

有10%，其他九成的能量則成為捕食者新陳代謝的熱能，將完全散失於環境中。如圖1所示，由植物、昆蟲、鳥類、鷹所構成的簡單金字塔食物鏈結構，生物組織之間的能量轉換效率，以10%之幾何級數遞減，而轉為熱能的能量損失，亦以90%之幾何級數遞減。

這生態系的「能量第二定律」，在綠色建築方面亦為鐵的定律。基本上，人類社會的城市化現象，就是生態系複雜化、多層級化的反生態現象。城市規模越大，單位人口所消耗的資源越多，所製造的污染更多，危害地球生態越嚴重。都市規模的巨型化，相當於資源轉換層級的複雜化，其轉換損失當然也加劇擴大。

複雜化、巨型化、科技化的建築物，在先天上就潛伏著低效率化、浪費化的風險。試想，像香港匯豐銀行、世界貿易中心、吉隆坡雙塔一樣的高效能建築，假如沒依賴精緻龐大的保安、防災、交通、節能監控設備與人員管理組織，真不知有多少風險與浪費。然而，智慧化、自動化、管理化本身也是一種食物鏈冗長化之意，儘管建築管理科技可以改善其效率，但這只是在其高度浪費的本質中減少一些揮霍而已，其違反生態的本質是不變的。

過去英國Archigram集團與日本「代謝派建築」，就是一種追求複雜化、巨型化的建築理論，事實上也是一種違反「能量第二定律」的想法。

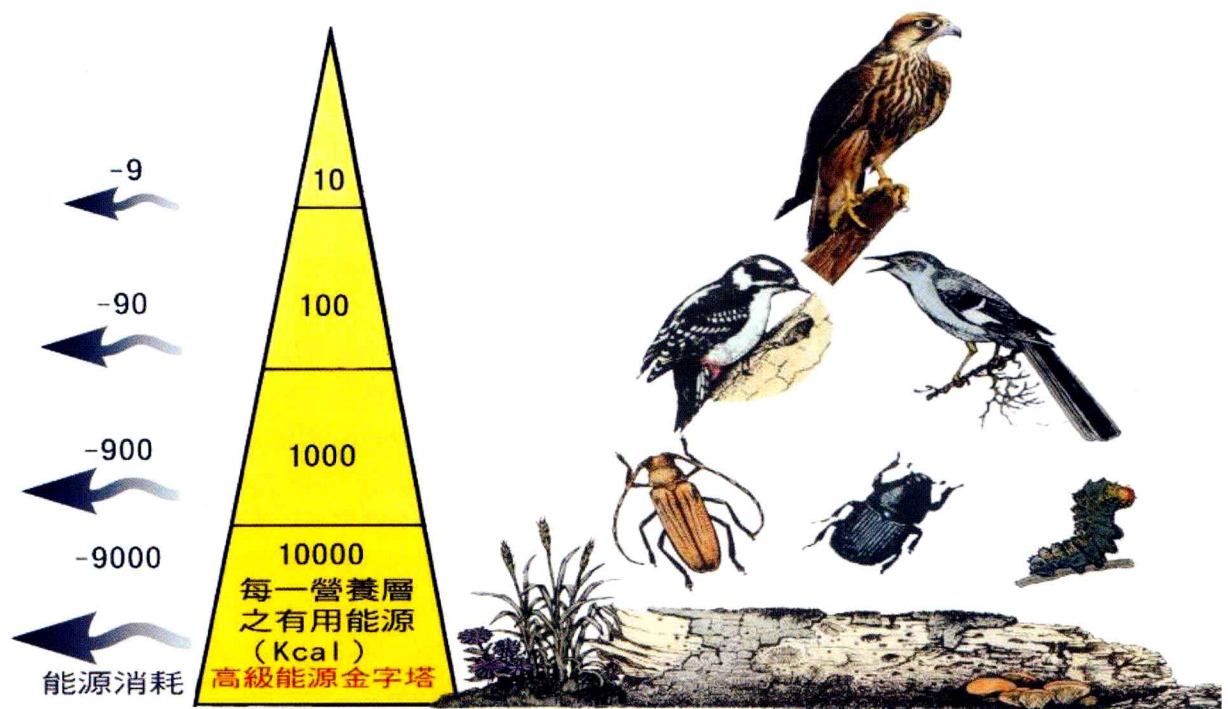


圖1 食物鏈不同營養層生物組織之間的能量轉換遞減現象

Archigram集團所謂「插頭式城市Plug-in City」與代謝派宣導的成長型插頭式住宅（圖2），看似一種合理的開放式生命週期設計，但事實上這種理論象徵房屋產業的巨型化、精密化、複雜化，反而加速了地球資源的浪費。例如日本代謝主義代表作的太空艙大樓Capsule Building，在1971年不惜花費更多營建費、不惜浪費更多資源，完成到現在三十年，不但未曾變動過任何插頭式空間，甚至連一片牆、一根螺栓也沒有更動過，其標榜的彈性成長之理想蕩然無存。

總之，以「能量第二定律」來看，冗長化、複雜化的建築系統，只是徒增設計、施工、維修、管理之能量轉換損失而已，絕對不符綠色建築的精神，反而「越簡單」的建築系統，才是越好的綠色建築。

3-2 「高科技」絕非拯救地球的萬靈丹

大衛森（Davidson）在「You Can't Eat GNP」一書中，認為當前經濟學與科技理論有三大誤謬，其中有一種妄想「高科技終會拯救人類」的誤謬，亦即許多人認為當人類身陷生態災難時，高科技的大軍就像好萊塢西部片一樣，在千鈞一髮之際會趕來拯救人類。這想法在現在的地球環保局勢之下，簡直是極其荒謬之妄想。

事實上，一般所謂的「高科技」，常是一些生態系越複雜、能源轉換次數越多的技術，想要以此達到節能、節水、減廢之功能，在「能量第二定律」看來簡直是緣木求魚。例如圖3所示的臺北四棟高層智慧型辦公大樓，雖然耗費鉅資導入自動化建築節能管理設備，但其中三棟全年用電量卻比相似規模的一般高層大樓高出13%，甚至有一棟在雜誌上一再宣傳的豪華智慧型辦公建築，耗電密度卻為相似規模一般大樓的1.4倍，亦即越複雜化、越智慧管理化、越高科技的辦公大樓，反而有越高耗電的傾向。這些昂貴的「高科技」技術，在局部看似「綠色」，但卻因複雜的多次轉換而得不償失。

以下舉一 $w6.0m \times d5.0m \times h3.3m$ 辦公空間之耗能解析，來證明「高科技是綠色建築救星」的誤謬。如表1所示，此空間經過筆者研究室DOE-2動態空調耗能解析後，可知其空調年用電量為3137 kWh/yr，但也發現有六種節能對策，同時可以達成相同節約空調用電量669kWh/yr（節能21%）之目標。其中最簡單的方法，就是改變原來超大玻璃開窗之設計，將開窗率由60%降至40%（B對策），或是以良好的平面與開窗通風設計，在秋冬之際以開窗自然通風方式取代空調運轉（C對策），就可不必花一毛錢即可達成其節能目標。其次，我們也可利用體感舒適度之原理，在室內加裝兩台慢速風扇，以創造清涼微風環境，使人們可穿著短袖夏衣上班，並將空調室溫由24℃提升至28℃（D對策），便可以很短之1.5年回收年限來達到相同節能669kWh之目標。

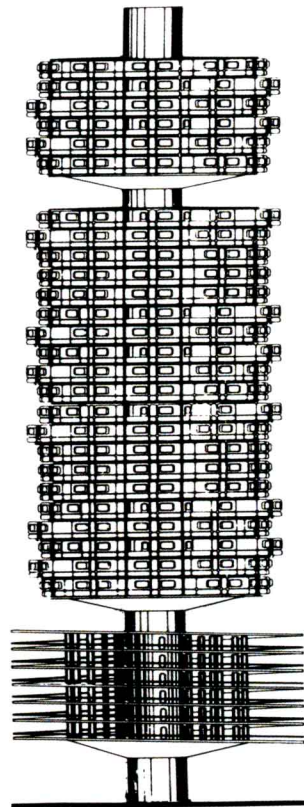


圖2 Archigram集團的插頭式城市Plug-in City

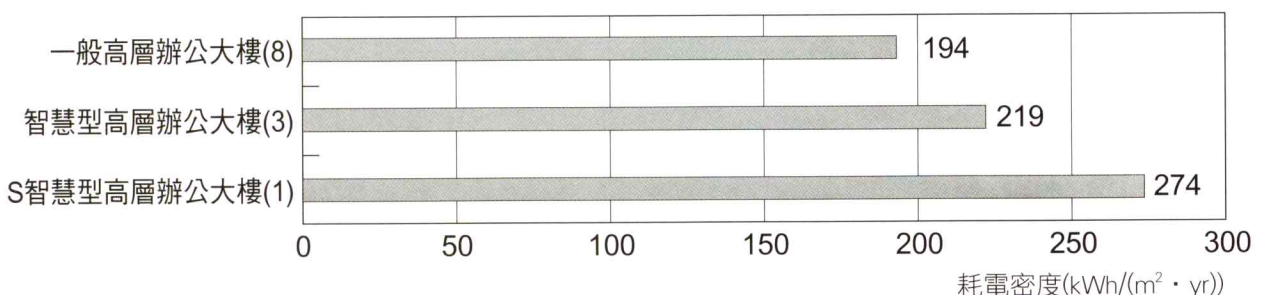


圖3 臺灣各類高層辦公建築耗電實測值（括號內數字為樣本數）

以上這些均是最簡單、最不花錢的建築節能設計智慧。接著，我們也可選擇在窗外加裝水平金屬外遮陽裝置，以阻擋烈日來節約空調用電（E對策），此對策約需10.8年之回收年限。另一方面，市面上常出現一些更昂貴的高科技節能設計法。例如，現在流行的雙層Low-E玻璃之節能設計（F對策），由於其單價約為一般玻璃的兩倍高，為了節約相同的669kWh之空調用電量，回收年限高達21.8年。又例如，以高科技的太陽能光電版來節能時，必須要找尋6.0平方米的屋頂面積裝設光電版，即使以最高效率的並聯式發電條件來計算，其回收年限更高達146年，幾乎毫無投資效益可言（G對策）。

上述六種節能對策說明了一些事實：只要應用得宜的話，越簡單的技術常有越好的效益（如減少玻璃開窗、自然通風、穿短袖）；越便宜自然的設計常比高科技的設計更有效益（如減少開窗面積比改用Low-E玻璃更便宜有效）；事前預防絕對勝於事後的治療（如遮陽設計優於太陽能光電利用）。

談到綠色建築，許多人常問說，綠色建築是否更貴？是否需要投資更多設備？事實上，綠色建築絕非是更貴的建築，「高科技」亦非拯救地球的萬靈丹。真正的綠色建築技術，通常是更便宜、更自然、更有效益、更無公害的，例如降低不必要的投資建設；減少虛華無實的裝潢；以自然通風採光設計減少空調照明耗能；以便宜的外遮

陽設計取代昂貴的帷幕玻璃；以最少管理的自然綠地取代耗水、污染的人工花園，這些簡單的技術絕對不會造成綠色建築更貴的情形。在臺灣目前對於中央空調建築物的綠色建築標章認證審查中，平均將中央空調主機容量降低了四成以上，節省了龐大的初期投資成本，證明了綠色建築反而是更便宜、更環保的，絕非是更貴的建築物。

3-3 「適當技術」的原則

綠色建築另一生態原理，乃是所謂的「適當技術（Appropriate Technology）的原則」。所謂「適當技術的原則」就是儘量採用符合當地產業、設備、材料、勞動水準的技術。此思想來自于生態經濟學大師Schumacher E. F. 1973年的大作「小即是美Small is Beautiful」之影響。此書對於70年代初全球奢華經濟、追求浪費之風提出嚴重警訊，以人性化的經濟理論，反對巨型化、效率化、層級化、複雜化的企業組織。他認為經濟發展應適可而止、生命之複雜度應適可而止、追求效率或生產力應適可而止、使用非再生資源應適可而止、細密分工應適可而止、以科學方法替代常識也應適可而止。

在此筆者願以Schumacher之「適當技術」作為綠色建築的指導原則。適當技術在建築的概念有如圖4所示。相對於最原始的茅草小屋或鄉土民居，是大多數民眾均可自立興建完成的低技術，所謂高科技、高精密度、高效能的建築技術極致，就

「表1」某辦公空間節能技術對策投資報酬率（臺北）

節能對策	空調用電量	節省電量	投資成本(台幣)	回收年限
A. 8mm單層強化玻璃，開口率60%	3137 kWh/yr			
B. 降低開口率為40%	2475 kWh/yr	669 kWh/yr	0元	0年
C. 細長型建築平面，秋冬季開窗自然通風並停止空調運轉	2475 kWh/yr	669 kWh/yr	0元	0年
D. 加裝兩台慢速風扇、穿清涼短袖夏衣上班、空調室溫由24°C提升至28°C	2475 kWh/yr	669 kWh/yr	3,000元	1.5年
E. 加裝兩排1m深金屬外遮陽	2475 kWh/yr	669 kWh/yr	18,000元	10.8年
F. 採用複層Low-E玻璃	2475 kWh/yr	669 kWh/yr	36,000元	21.8年
G. 裝太陽能光電版面積6.0m ²	2475 kWh/yr	669 kWh/yr	941,896元	146.1年

計算條件：w6.0m×d5.0m×h3.3m辦公空間、南向、開口率60%、玻璃窗高2.0m、玻璃面積12.0 m²、室內空調溫度24°C，每kWh用電2.5元台幣，F.案Low-E玻璃窗比單層強化玻璃窗貴3000元台幣/m²，G.案必須設置光電版0.6kWp，光電版單價40萬元台幣/kW，未計政府補助，並聯光電發電效率3.0kWh/(kWp.d)，所有案例回收年限未計利息。

像香港匯豐銀行、吉隆坡雙塔大樓一樣，是極少數的尖端設計團隊與工業化產業才能完成的，而所謂適當技術的建築，是當地生活、設計、營建、材料、管理技術，均可勝任完成的建築作品。

例如中國西安建築科技大學，在陝北黃土高原所發展的現代化窯洞住宅設計，利用最簡單的玻璃溫室、浮力通風、太陽能熱水、天窗採光等技

術，配合當地傳統的平地窯洞營建技術，不但使窯洞居住環境獲得極大改善，甚至使採暖能源節約60%以上（圖5，西安建築科技大學綠色建築研究中心，p164）。由於這簡單的技術連當地一般匠師與民眾均很容易操作，使得一般百姓爭相模仿學習而廣為流傳。要知道中國有四千萬人住在窯洞，這群廣大的民眾真正需要的並非複雜的高

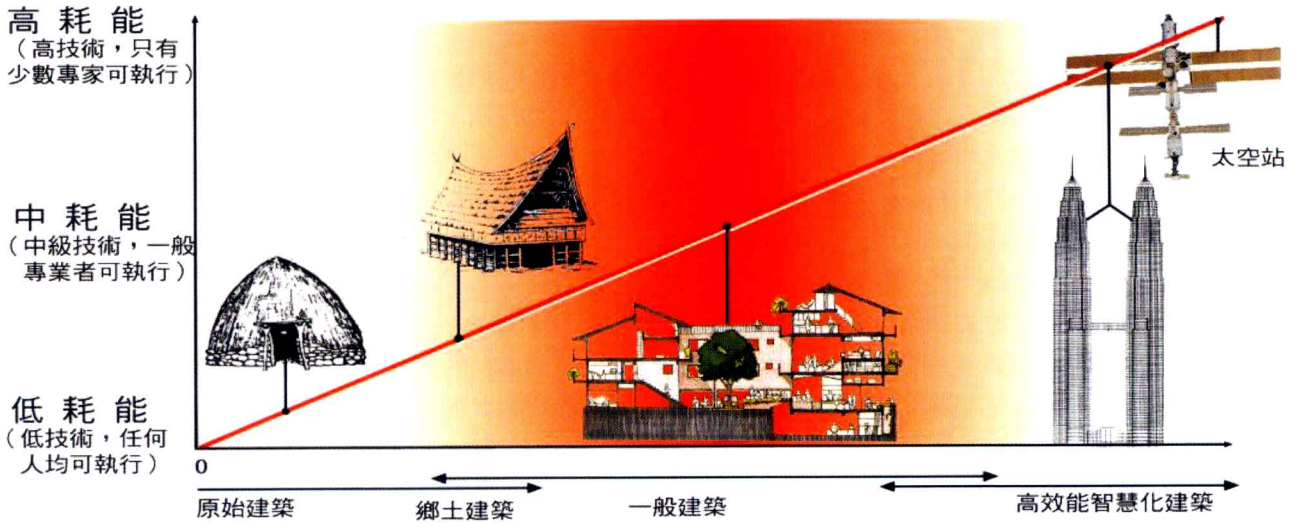


圖4 綠色建築是以當地營建技術、建材、設備可勝任完成的適當技術為主

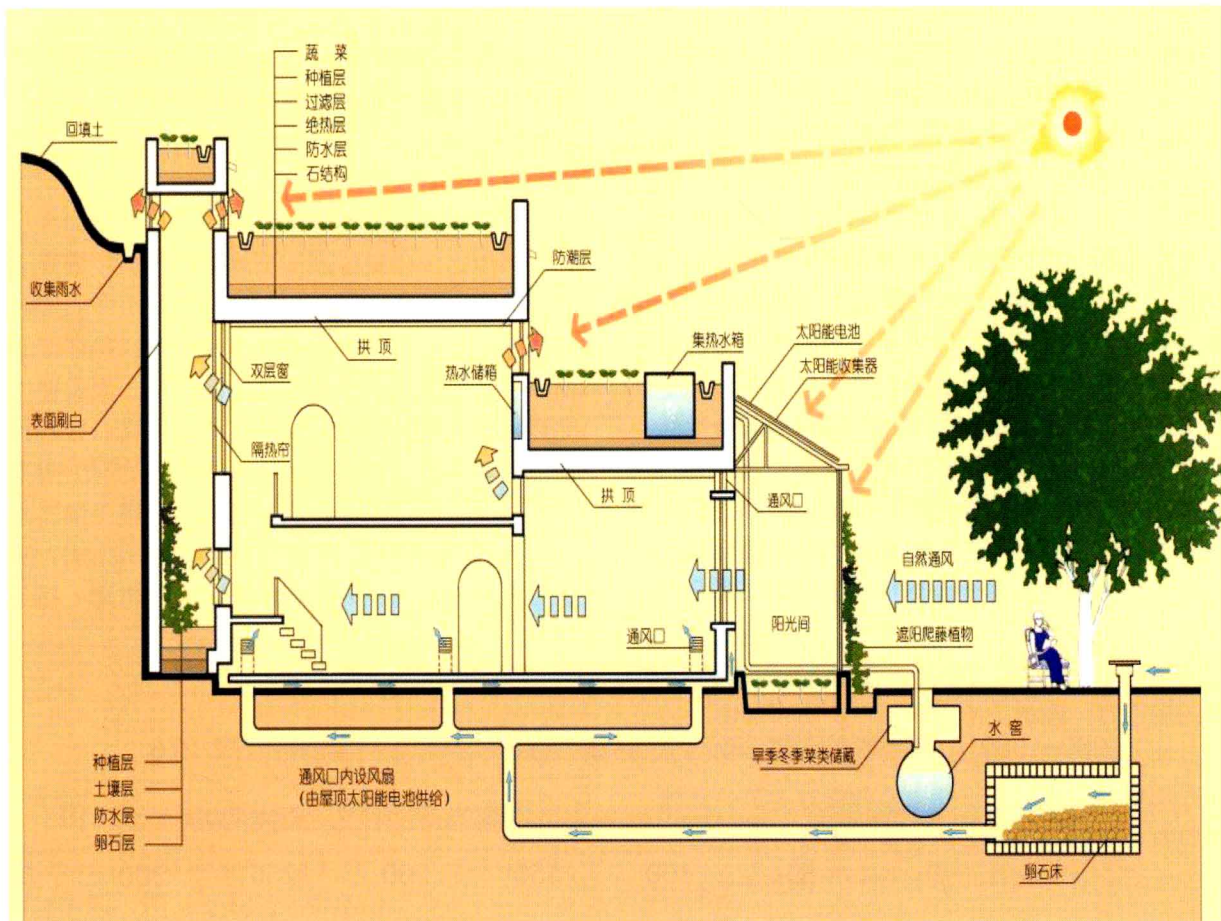


圖5 西安建築科技大學所設計的現代化窯洞住宅