

2005
**Green Buildings
in Taiwan**



綠建築 在台灣

第三屆優良綠建築設計獎作品專輯

III

U

綠建築在臺灣：第三屆優良綠建築設計獎作品專輯。

= Green buildings in Taiwan. 2005

/ 羅榮源主編。 -- 初版。 -- 臺北市：內政部
建研所，2005〔民94〕

164面；30.5公分

ISBN 986-00-3230-0(精裝)

1. 建築 - 設計 - 作品集 2. 建築節能

920.9

94023294

綠建築在臺灣優良綠建築設計獎作品專輯

出版者：內政部建築研究所

地 址：台北縣新店市北新路3段200號13樓

電話：(02) 8912-7890

網址：[//www.abri.gov.tw](http://www.abri.gov.tw)

發行人：丁育群

編輯：中華民國建築師公會全國聯合會

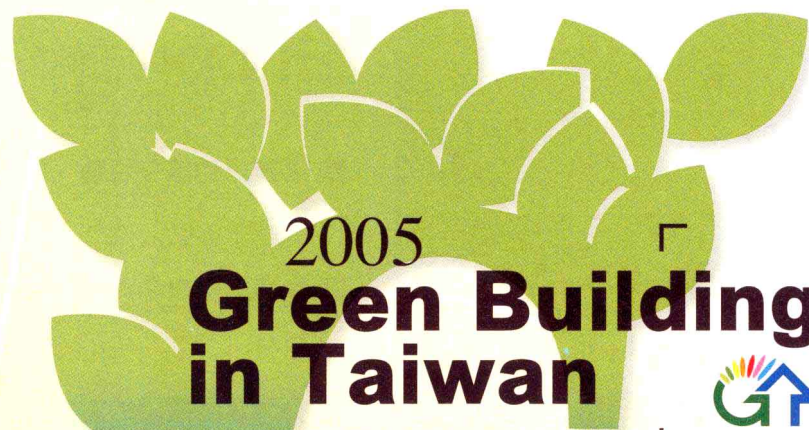
出版年月：94年12月

版（刷）次：初版

定價：550元

GPN：1009404221

ISBN：986-00-3230-0



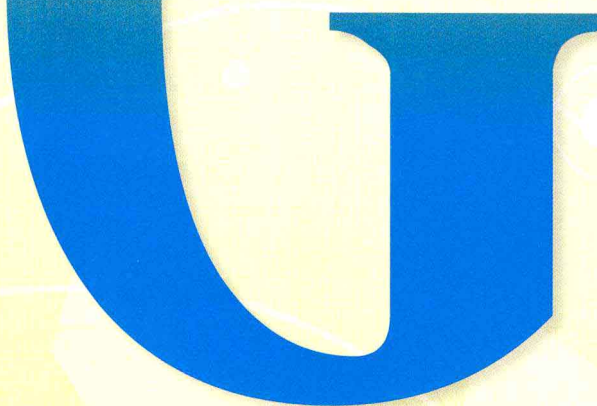
2005

Green Buildings
in Taiwan



綠建築 在台灣

第三屆優良綠建築設計獎作品專輯



目錄

■ 永續綠建築—生態、節能、減廢、健康	丁育群	6
---------------------	-----	---

■ 永續經營與傳承	蕭江碧	7
-----------	-----	---

■ 台灣建築論壇的新課題—綠建築紮根在台灣	陳銀河	8
-----------------------	-----	---

■ 九十四年度優良綠建築作品評審感言	陳銀河	9
--------------------	-----	---

論述篇

■ 綠建築的生態原則	林憲德	12
------------	-----	----

■ 從國際永續發展趨勢看台灣綠建築設計	江哲銘	21
---------------------	-----	----

■ 本屆得獎作品綠建築設計手法評析	王世昌	28
-------------------	-----	----

作品篇

優良建築設計獎



■ 台南市安平區億載國民小學新建工程	34
--------------------	----

劉木賢建築師事務所

■ 富邦福安紀念館新建工程	44
---------------	----

華業建築師事務所

■ 宜蘭傳統藝術中心 (第四期)—藝師、學員宿舍及招待所	54
------------------------------	----

黃聲遠建築師事務所

■ 彰化縣田中鎮新民國民小學	64
----------------	----

姜樂靜建築師事務所

■ 金門國家公園管理處—乳山遊客中心 (戰役史蹟館)	74
----------------------------	----

黃正銅建築師事務所

■ 國立屏北高級中學校舍新建及設施工程	84
---------------------	----

原相建築師事務所

2005

Green Buildings
in Taiwan



III

第三屆

優良建築貢獻獎



- 台南市中西區忠義國民小學 94
張瑪龍建築師事務所
- 震大杭玉集合住宅 104
震大建設股份有限公司 杜希聖建築師事務所
- 國立新化高級中學教學暨行政大樓改建工程 114
黃建興建築師事務所
- 國立台南藝術大學學生宿舍新建工程 124
徐奇岩建築師事務所
- 大地莊園社區開發新建工程 134
林子森建築師事務所

資料篇

- 優良綠建築作品甄選獎勵作業要點 145
- 九十四年度優良綠建築作品甄選須知 146
- 評選紀實 148
- 甄選委員會成員簡介 150
- 得獎作品基本資料 152
- 得獎設計單位基本資料 158

綠建築在台灣

第三屆優良綠建築設計獎作品專輯

Green Buildings in Taiwan, 2005

發行人 / 丁育群

出版 / 內政部建築研究所

地址 / 台北縣新店市北新路3段200號13樓

Tel : (02)8912-7890 Fax : (02)8912-7832

http : //www.abri.org.tw/

編輯 / 中華民國建築師公會全國聯合會

初版 / 2005年12月

定價 / 新台幣550元

國家圖書館預行編目

綠建築在台灣：第三屆優良綠建築設計獎作品專輯。

= Green buildings in Taiwan, 2005

/ 羅榮源主編。一 初版。一臺北市：內政部建研所，2005〔民94〕

164面；30.5公分

ISBN 986-00-3230-0(精裝)

1. 建築－設計－作品集 2. 建築節能

920.9

94023294

優良綠建築設計作品評審委員會

召集人 / 陳銀河

副召集人 / 林憲德 蕭江碧

委員 / (依姓氏筆劃序)

王榮進 仲澤還 江哲銘 吳明修 周鼎金

陳瑞鈴 劉慶男 鄭政利 鄭宜平 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

張文智 王世昌 羅榮源 麥仁華 陳雅雯

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

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

撰文 / 林憲德 江哲銘 王世昌 羅榮源

及各得獎人提供

編輯顧問 / 張文智

編印執行 / 中華民國建築師公會全國聯合會

Tel : (02)23775108

主編 / 羅榮源

美術編輯 / 駱乙煌

印刷 / 天晶印刷事業有限公司

圖片及攝影 / 張文智 王世昌 羅榮源 麥仁華

及各得獎人







永續綠建築—生態、節能、減廢、健康

人類與自然原本即是一種密不可分的關係，無論是西方或東方的歷史發展，皆存在著對自然環境的崇敬與關懷。然而；自工業革命後，工業、技術的演進與材料的發展，對人類的生活造成重大的影響，帶來了繁榮也帶來破壞，人類錯將自然視為取之不盡用之不竭的物資來源，不但造成地球資源面臨匱乏的危機，過度的開發利用，更讓環境遭受污染。

綠建築理念的產生導因於二十世紀中期地球生態意識的覺醒，能源危機的激發、全球氣候異常變遷與永續發展的興起，本部本於主管建築機關之立場，自1990年起，即配合相關政策之推動，就現代建築運動的發展進行反思，使建築跨越傳統領域而觸及「節約能源」、「資源再生利用」、「降低環境負荷」、「與風土環境親和共生」、「創造健康舒適居住環境」的新思維，並與永續發展議題相結合，進而形成綠建築發展全球性風潮。由營建署以法制化方式於建築技術規則中增訂綠建築專章，增加民間建築參與度，本所則致力於推動高品質，具有鼓勵性質之綠建築標準，以雙管齊下之方式，戮力於永續發展之推動。

本所為擴大「綠建築推動方案」的實施績效，從2003年起，開始舉辦「優良綠建築設計作品甄選活動」，藉由公開的評選機制，讓主動參與響應綠建築規劃設計之建築師獲得形象與實質之獎勵，並透過綠建築博覽會與相關推廣活動，提供社會大眾認識與學習優良綠建築技術的契機與空間，本年度已堂堂進入第三年。本屆活動自2005年3月籌組優良綠建築評審委員會至2005年12月17日完成頒獎典禮為止，本人謹對擔任總召集人的陳銀河主任委員及擔任委員的12位學者、專家與機關代表一年來的辛勞敬表謝忱，感謝各位除多次召開會議商討甄選、公告宣導及作品初、複審辦法外，更風塵僕僕的遠赴全省各地逐案會勘進入複審之設計案例，並艱辛的完成決選程序與熱心的支持與參加頒獎典禮等，使本屆活動能夠幾近完美的劃下句點。

本專輯收錄了設計獎與貢獻獎2個獎項共11件作品

。本屆得獎作品，除了政府機關的建築物外，還有民間建設公司的作品，使本專輯更具多元化及豐富性，在此房屋市場的激烈競爭下，建築業者能兼顧環境價值的永續經營，實令人十分敬佩。各得獎作品在設計上均著重與其環境共生協調的理念，且在生態、節能、減廢、健康的四大範疇共九大指標的應用技術上能百尺竿頭，日勝一日，因此能在同業建築師及相關建築業者展露出輝煌的成就，創造出優良的綠建築設計案例。

現今環境議題已進入「思考全球化，行動全球化」的趨勢下，如何兼顧生態環境資源與經濟發展各項目標下，創造「健康、安全、永續」的生活環境，是當前刻不容緩的課題，也是未來發展的趨勢。永續發展的落實，非一蹴可及，而是需要眾多資源與人力長期努力對於環境保護的努力，更是不分民間或是政府單位的，十餘年來政府部門亟力於永續發展政策之推動，更感謝產業界的參與及學術界投入研究，讓綠建築與永續發展之策略與觀念得以深植人心，本人在此謹代表本所對大力推動「綠建築」或「永續經營」的人士，深表十二萬分的謝意，深信在大家努力之下，台灣的建築環境一定會更好。

內政部建築研究所所長

丁帝群 謹誌



永續經營與傳承

台灣綠建築政策的發展，可追溯至民國84年內政部營建署在「建築技術規則」中正式納入建築節約能源設計規定。民國85年政府公佈「營建白皮書」，宣示台灣將積極推動綠建築政策。民國88年內政部建築研究所依據87年「全國能源會議」結論，公佈「綠建築解說與評估手冊」，開始實施台灣綠建築標章之認證評鑑。

民國90年行政院實施「綠建築推動方案」優先辦理；擴大公有建築物興建綠建築的管制範圍，補助舊有公有建築節能改善計劃，建築廢棄物再生利用技術研發。

91年行政院公佈實施「挑戰2008國家發展重點計劃」之「水與綠建設計劃」，規定中央機關或受其補助達二分之一以上，且工程總造價在新台幣五千萬元以上之公有新建建築物，應先取得「候選綠建築證書」，始得申請建造執照針對既有建築物，內政部建築研究所也推出「綠色廳舍改善計劃」。92年綠建築七大評估指標增加生物多樣性和室內環境二大指標，成為九大指標，並擴大規定包括地方政府，公共工程亦應先取得綠建築證書使得申請建照執照。93年內政部營建署在建築技術規則增訂了「綠建築專章」，並於94年元旦正式實施其中關於基地綠化，保水和節能等建築規範。在此重大政策實施之前，建築研究所本著「以推動全國建築研究發展工作，並藉由建築尖端科技之引進與開發，營造建築與環境共築共生確保國家整體建設永續發展」。

其中本年度更委託建築師公會全國聯合會合作，辦理本屆2005年優良綠建築設計獎及貢獻獎選拔。

本屆的選拔活動從2月的籌備、簽約到5月份開始的評審會議，經過個案詳盡的簡報以及分級評分的方式，將所有參選的案件先做第一階段的評分，並於7月份起安排參訪18個個案地點的實地履勘，各評審委員並辛苦的從北到南，從西到東，更北至金門，南到屏東，終於在7天的行程中完成所有作品的現地履勘，再經多次開會複審篩選，終於選出了6個設計獎與5個貢獻

獎的作品。

歷經了幾個月來的努力，終於大功告成，接下來就是一連串的作品蒐集作業，來完成2005年的優良綠建築作品輯。

經驗是要傳承的，在這土地上永續的經營下去，只要是對的，只要是對這塊土地是好的，用心，全力投注下去，終究是會開花結果，而生活在這塊土地上的人們，包括你、我，終必身在其中，而受其福蔭。

內政部建築研究所前所長

謹誌



台灣建築論壇的新課題——綠建築紮根在台灣

2003年建築研究所推動「第一屆優良綠建築設計作品甄選活動」，至今已卓有成效，使得綠建築在台灣紮根，今年則委由中華民國建築師公會全國聯合會持續推動「第三屆優良綠建築設計作品評選」，並依據行政院九十三年七月二十九日院台建字第09300290390號函，核定之「優良綠建築作品甄選獎勵作業要點」辦理相關工作，本會專案小組聘請專家、學者成立評審小組，將評選須知上網公告、於建築師雜誌刊登評選辦法及廣邀具有候選綠建築標章或取得綠建築標章證書等優良作品參與，本會利用公會完整的組織系統大力宣傳，廣收成效，同時配合內政部建築研究所持續不斷的在能源政策與綠建築推動工作上取得重大突破，在研究、推廣、法制執行的次序上不斷推行與推廣。

2004年度優良綠建築設計作品評選則配合本會慶祝第33屆建築師節大會中予以頒獎表揚，同時於第十六屆優良建築產品展特闢專區以展板展示。為持續推廣該項作業之成效，亦編輯作品專輯以紀錄與簡介該項作品之設計策略與成效。該項作業之執行成果已配合綠建築推動方案，達到帶動綠建築概念宣導推動至學術界與實務界之目標，同時本會舉辦「第一屆台灣建築建築論壇」，本會會員熱烈參與討論，場場爆滿，盛況空前，為提升台灣建築設計、品質、節能、永續經營紮下基礎。

2005年本會推動優良綠建築作品甄選建立評分分級制度評分表，按生物多樣性指標、綠化量指標、基地保水指標、日常節能指標、CO₂減量指標、廢棄物減量指標、室內環境指標、水資源指標及污水垃圾指標等進行分級綜合評分，經委員書面審查、實地勘查及充分討論後評選出優良設計獎作品6件、優良貢獻獎作品5件。這本專輯收編了十一個作品的具體成果，又由林憲德教授、江哲銘教授針對本書撰寫專文，提供給所有建築工作者或業主們最為直接有用的綠建築設計範例與參考策略，可作為建築師與業主溝通的橋梁，讓更多已具成效的本土環境設計策略得以被推廣與仿效，提供環境改造的新契機。本人期待在各部會及建

築研究所持續推動下，台灣綠建築能繼續紮根與茁壯，成為台灣永續建築的最大泉源。本人亦再一次呼籲各界為綠建築持續努力，不吝提供優良作品參與評選，獲選是對自己最大的肯定也是善盡社會職責，期盼建築界能以再創優質生活環境為榮。

中華民國建築師公會全國聯合會 理事長

陳銀河 謹誌

九十四年度優良綠建築作品評審感言

一、人與環境互動的趨勢

自七〇年代起，由多次的聯合國國際會議的議題，可以清楚地看出人與環境的關係有顯著的改變。首先是1972年的人類環境會議（聯合國人類環境會議：UN Conference on the Human Environment, 1972）——發表「人類宣言」，促使人類注意環境的問題，啟始了人類與自然環境良性互動的新紀元。

接著在1983年成立「世界環境與發展委員會」（World Commission on Environment and Development, WCED），關切環境保護與經濟發展兩個議題。就一般而言，貧窮與環境破壞經常是相互伴隨與互為因果，因此這委員會的成立，象徵著人與環境的關係，由僅對自然環境的關懷，擴充到對環境中人類生存與發展的關懷。所以這個委員會在1987年發佈了「我們共同的未來」（Our Common Future）宣言，其目的即是要明白的呼籲全球對自然環境與對弱勢族群的認同與關懷。

1992年聯合國召開的地球高峰會（Earth Summit），更通過了舉世矚目的「二十一世紀議程（Agenda 21）」，把永續發展的理念規劃為具體的行動方案。希冀各國關注並倡導永續發展的教育理念；強調對未來世代的關懷與自然環境資源有限性的認知，及對弱勢族群的扶助。

過去三十年，人與環境互動的國際趨勢涵括三個向度。就社會正義的向度而言，對原住民、兒童、婦女、與貧窮國家等弱勢族群的關懷與照顧，已成為國際的共識；而環境保育的思潮，則由人類中心主義，擴充至生命中心的觀點，再推進到生態中心的理想；第三個向度則是對人類生存與發展的思考，已跳脫完全以本世代為中心的考量，而能納入大視野的永續發展與未來世代福祉的思維。

二、綠建築承先啟後的里程碑

「綠建築推動方案」是行政院自民國九十二年起推動之一項重要政策，內政部建築研究所亦於是年開始舉辦優良綠建築評選獎勵活動，並委託中華建築中心辦理推廣綠建築；中華民國建築師公會全聯會，秉持熱愛建築大環境，亟欲提升注重綠建築規劃理念的動

機下，積極爭取（94）年度優良綠建築設計作品甄選作業活動的辦理工作。身為全體建築師的代表亦感受到內政部建築研究所的期許，動員全聯會內的建材暨技術研究委員會及學界、業界綠建築方面傑出的學者、建築師全力投入評選籌辦工作，實責無旁貸。

三、綠建築的內涵

「綠建築」國內也稱為「永續建築」是全世界關心建築發展的人士公認為可以代表新世紀主流價值。永續發展具多元性與整合性的特質，其內涵含括經濟的觀點、環境的立場、與社會發展的考量：

1. 經濟性的目標：永續發展概念是「滿足當代需求的發展，但不損害後代需求的能力」。
2. 社會性的目標：永續發展的定義是：「生存於不超越維生系統的負荷力之情況下，改善人類的生活品質」。
3. 環境性的目標：永續發展的定義是：「保護和加強環境系統的生產和更新能力」。

四、台灣永續發展的設定

從國際永續發展的趨勢為出發點思考，『永續』這個議題並不是針對經濟發展或物質生活為主要標的物，反而應從最基本的人類與萬物的共同生存永續生生不息的生活為主要課題，亦即回歸到最基本也最有效的永續生命力的議題。

從全球觀點來看，熱帶與亞熱帶區域為生產氧氣、淨化空氣的地球肺，整個亞熱帶區域也是物種最豐富，未開發及未被人類足跡所踐踏之處大有所在，但也是最被忽略之地，如此珍貴僅存的區域，我們如何捨得讓它再被破壞。恰巧台灣位於亞熱帶區域，沙洲、平原、盆地、丘陵、臺地、山岳等地形齊備，景觀互異，孕育豐富龐大之動植物資源。兼以四面環海，海岸線長達一千一百公里，沿岸受沉積及侵蝕之綜合作用，蘊育繁多之生物相。而就目前永續的全球性議題以及區域性的研究大都是在溫帶和寒帶的國家，地理位置、氣候條件與文化等都大不相同，台灣就如此好的條件之下，有必要在熱帶與亞熱帶區域扮演起某種程度的角色，為此區域的人類貢獻心力，也是為台灣尋找更好的出路。

因此，台灣的永續之路必須走出一條異於溫寒帶國家發展模式，除參酌先進國已發展之經驗模式外，更因省思傳統風土環境對應智慧與經驗之價值，回歸本土之實質、人文環境特性，發展一套適合亞熱帶性氣候的台灣環境永續發展模式。以此為基礎、原則，依建築所在基地區位條件差異，「因地制宜」的轉化、調整適用於當地區微氣候、環境之永續綠色健康策略與手法。

目前政府積極推動之「綠色矽島」概念，主要在平衡並兼顧環境永續（綠色）與環境（矽島）之發展。既是平衡則需讓兩者穩定並進，而兼顧則必需使兩者相輔相成。在經濟方面，即以「矽」為中心之高科技為產業發展主幹；在環境永續方面，是希望考量經濟發展下積極的面對這片土地的健康、生態、資源保存與環境保護等議題，除基本的環境與生態保護外，更希望進一步積極的將環境、生態保護的成果配合既有之網路、多媒體、生化科技技術基礎，發展為綠色產業，讓環境保護與經濟發展並行不悖進而相輔相成。

五、結語

綠建築並不能被視為另一項 "主義"或"顯學"，綠建築的真諦在於虛心地檢討人類對建築物物理環境的需求，與建築對地球環境的影響。而非，也不該如所謂"解構主義"、"後現主義"等各種思潮意欲發展一種建築風格。綠建築並不需要勉力追求特定的形式，一棟平凡無奇的房子，只要仔細考量了氣候、熱環境與省能的對策，一樣對地球環境有所供獻。

當然，以綠建築的觀念進行規劃設計時一定會產生一些特徵，尤其當設計者欲在省能的策略外，強調環境與生態的概念，使用再生材料、覆土、設置雨水滯

留池、水中回收或立體植栽等手法，以期分別達成九大指標。但同樣的，所有的策略都不能單獨構成所謂的綠建築，必須置於整體的思考下選擇適用的手法，至少通過三項指標才能參予優良綠建築之評選。

藉由此獎勵活動讓所有新建者、設計者、使用者能把推廣綠建築環境的概念，由參予、投入到受到獎勵，形成有效的影響核心力量，並也由歷屆優良綠建築設計作品評選表中，瞭解參選作品數量由92年的18件、93年的24件、到94年的28件作品參選，無論量及質同時不斷提昇下，匯集一股綠建築受重視的動力及影響力。

最後，謹代表全聯會感謝內政部建築研究所，給予此次接手辦理的機會，也感謝建材委員會及參加本此籌辦活動的理監事的全力投入及付出，更感謝不辭辛勞的評審委員專家學者的奉獻，當然，各參與設計者及興建使用者也提供參與的每一處所，供所有參與評選的建研所代表、綠建築學有專精的學者及建築師代表，詳盡的實地參訪介紹，經過初審階段及實地履勘複審。到最後決選出6名的優良綠建築設計獎及5名優良綠建築貢獻獎，歷時約10個月的綿密甄選。衷心感謝各參予設計者、興建者及使用者全程配合及熱忱提供，成就本此優良綠建築評選工作完成承先啟後的里程碑，本人對此次活動的各參與者表達最高的敬意。

優良綠建築設計作品評審委員會

陳銀河 召集人 謹誌

歷屆優良綠建築設計作品評選統計表

年度 \ 內容	參選作品件數	優良綠建築設計獎	優良綠建築貢獻獎	節能特殊貢獻獎
2003年	18	6	6	1
2004年	24	5	5	
2005年	28	6	5	



2005
**Green Buildings
in Taiwan**

綠建築 在台灣

第三屆優良綠建築設計獎作品專輯

論述篇



綠建築的生態原則

國立成功大學建築系教授 林憲德

一、前言

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「永續」為風潮，以「生態」為時尚，好像披上「永續發展」之大衣，就如擁有尚方寶劍般，銳不可擋。然而，當前也有一股覬覦「綠建築商機」的歪風，常假借「永續發展」之名，打著「綠建築」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。

我們的社會常有一種自私、偷懶、不負責任的想法，就是寧願聽信「高科技將拯救地球危機」的迷信，而延誤實際的環保行動。事實上，放棄環境倫理而迷信高科技的建築設計，反而是最違反生態的綠建築。為了使讀者能免於「科技至上」的誤導，本章特別引用生物生態學的理论，來闡明綠建築的真諦，並期望能從綠色生活中落實綠建築之精髓。

二、「越簡單」是越好的綠建築

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，只有部分的能量可完成做功的任務，其他將轉變為熱能。例如烏絲燈的照明，約只有5% 的能量可達到照明的功效，其他95% 均轉為無用的低級熱能。

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。

這食物鏈金字塔結構，意味食物鏈之營養層越多時，其能量的轉換效率越低。為了減少能量轉換的損失，最有效的方法即是縮短食物鏈結構，因為越短的食物鏈對營養能量之轉換效率越高。例如以穀物來餵牛，然後再以牛肉來餵人的「肉食文化」，若能改成直接以穀物為食的「素食文化」，則飲食能量的損失將可大量減少，地球的糧食危機也可大為降低。據估計，為了養活一個成人，一天約需1公斤的牛肉，而每生產1公斤的牛肉，牛隻約需消耗9公斤的小麥（33,000Kcal熱量）。假如直接以這9公斤的小麥來餵食人類的話，卻可養活16個人（圖2）。

這生態系的「能量第二定律」，在都市建築方面亦為鐵的定律。基本上，人類社會的都市化現象，就是生態系複雜化、多層級化的反生態現象。都市規模越大，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。例如台北市每人每日平均耗水量為450公升，而台灣省約只有300公升。這並非台北人比其他縣市人明顯浪費用水，而是因為大都會的商業場所及公共設施明顯增加，導致用水隨之暴增所

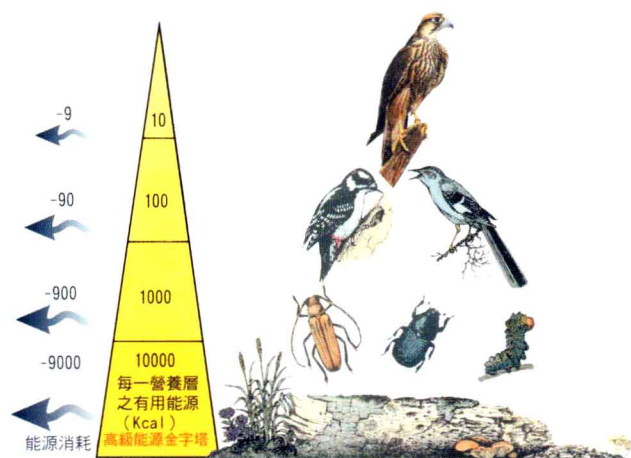


圖1 食物鏈不同營養層生物組織之間的能量轉換原理

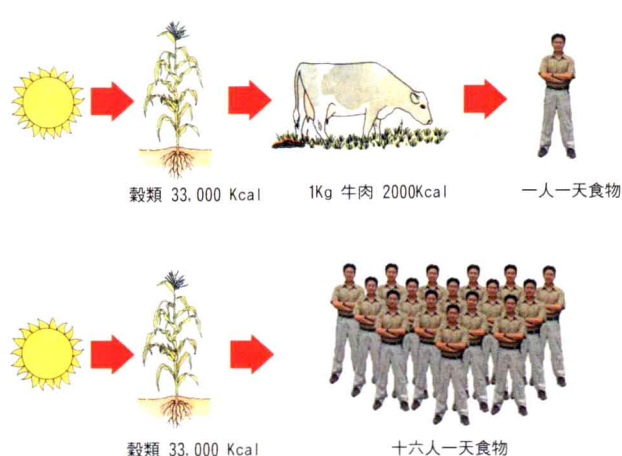


圖2 營養層越多的食物鏈之能量轉換效率越低

致。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。人類為了防止這些風險的擴大，遂發展出智慧化、自動化的建築管理科技。這種管理科技，尤其在越龐大的建築物中越顯重要，因為越複雜化的建築群所能防止浪費的空間就越大。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。Archigram集團所謂「插頭式城市Plug-in City」與代謝派倡導的成長型插頭式住宅，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（圖3）。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



圖3 複雜化、巨型化的Archigram插頭式城市Plug-in City建築理論違反能量第二定律的反生態思潮

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（圖4）。

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，絕對不符綠建築的精神，反而「越簡單」的建築系統，才是越好的綠建築。

三、「高科技」絕非拯救地球的萬靈丹

戴維森（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5所示的台北三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，但其全年用電量卻比相似規模的一般大樓高出1.3%

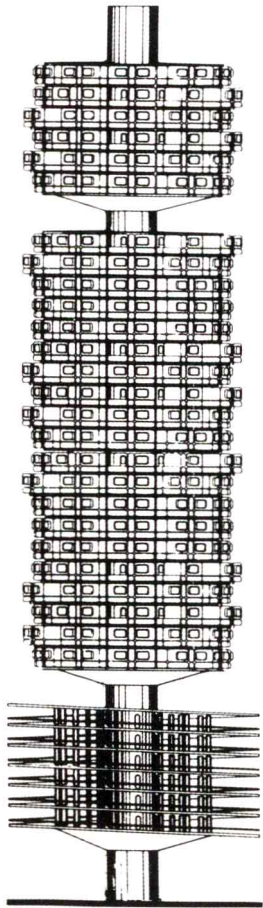


圖4 黑川紀章1971年的太空艙大樓是標榜開放成長特性的代謝派代表作，是違反能量第二定律的反生態思潮（照片由吳光庭教授提供）

，更比較低層的辦公建築耗電47%，亦即越高層、越中央空調化、越智慧管理化的辦公大樓，反而有越高耗電的傾向。亦即許多昂貴的「高科技」，在局部看似「綠色」，但卻因複雜的多次轉換而得不償失。



圖5 台灣各類辦公建築耗電實測值 (括號內數字為樣本數)

以下舉一辦公空間之耗能解析，來證明「高科技是綠建築救星」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，可知其原來之空調年用電量為3,137 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662kWh/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，使人們可穿著清涼短袖夏

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662kWh之目標。

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662kWh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，即使以最高效率的併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）。

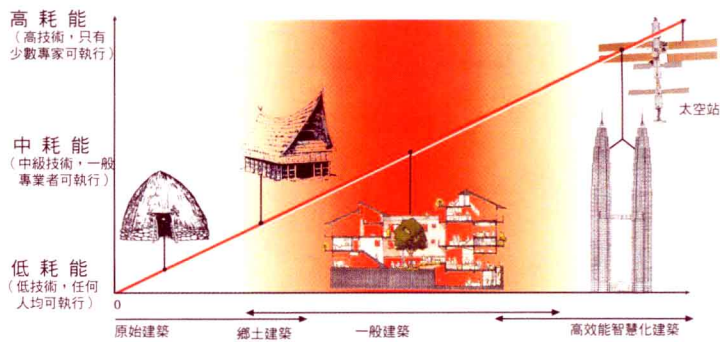


圖6 不同建築產業、建築技術與耗能特性之概念圖

節能對策	空調用電量	節省電量	投資成本	回收年限
A. 8mm單層強化玻璃，開口率60%（註1）	3,137 kWh/yr			
B. 降低開口率為40%（註1）	2,475 kWh/yr	662 kWh/yr	0元	0年
C. 淺短建築平面，秋冬季開窗自然通風並停止空調運轉	2,475 kWh/yr	662 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℃ 提升至28℃	2,475 kWh/yr	662 kWh/yr	3,000元	1.5年
E. 加裝兩排1m深金屬外遮陽	2,475 kWh/yr	662 kWh/yr	18,000元	10.8年
F. 採用複層Low-E玻璃（註1）	2,475 kWh/yr	662 kWh/yr	36,000元	21.8年
G. 裝太陽能光電版面積6.0m2	2,475 kWh/yr	662 kWh/yr	241,826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℃，每kWh用電2.5元，F.案Low-E玻璃窗比單層強化玻璃窗貴3000元/ m2，G.案必須設置光電版0.6kWp，光電版單價40萬元/kW，未計政府補助，併聯光電發電效率3.0kWh/(kWp.d)，所有案例回收年限未計利息。
註1：A、B、F以美國DOE-2動態空調耗能程式與台北平均氣象年資料解析而成，其他為筆者過去的解析經驗值。

「表1」某辦公空間節能技術對策投資報酬率（台北）

談到綠建築，許多人常問說，綠建築是否必須花更多錢？投資更多設備？事實上，綠建築絕非是更貴的建築，甚至應該是更便宜的建築才對。上述六種節能對策說明了一些事實：簡單的技術常有良好的效益（如減少玻璃開窗、自然通風、穿短袖夏衣）；自然設計常比昂貴的科技更有效益（如減少開窗面積比改用Low-E玻璃有效）；預防勝於治療（如遮陽優於太陽能光電）。

總之，真正的綠建築技術，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，這些技術絕對不會造成綠建築更貴的情形。

四、「適當技術」的原則

綠建築另一生態原理，乃是所謂的「適當技術（Appropriate Technology）的原則」。所謂「適當技術的原則」就是盡量採用符合當地產業、設備、材料

、勞動水準的技術。此思想來自於生態經濟學大師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。人不應無窮盡地追求經濟成長，應自我設限、自我節制、知所侷限，才是賦予生活價值與保護生命的動力。

適當技術在建築的概念有如（圖6）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（圖7），所謂高科技、高精度、高效能的建築技術極致，就像香港匯豐銀行、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（圖8），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



圖7 鄉土民居是大多數民眾均可自立興建的技術（印尼Sumba族協力建屋）